สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ

โดย

นายสุวิทชา นุชดำรงค์

นายณัฐสิทธิ์ สมเดช

นายเจษฎา มีศรี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....55638

วัน,เดือน,ปี.....20 พ.ค. 2548

.b.....

.i.....

CUTTING CHIP PRESSING MACHINE

MR.SUWITCHA NUCHDAMRONG

MR.NATTASIT SOM-DECH

MR.JEDSADA MEE-SRI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ

Cutting Chip Pressing Machine

นักศึกษา

นายสุวิทชา นุชดำรงค์	รหัสประจำตัว	44015765
นายณัฐสิทธิ์ สมเดช	รหัสประจำตัว	44015733
นายเจษฎา มีศรี	รหัสประจำตัว	44015728

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

(ดร.กรรณชัย กัลยาศิริ)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ
นักศึกษา	นายสุวิทชา นุชดำรงค์
	นายณัฐสิทธิ์ สมเดช
	นายเจษฎา มีศรี
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ดร.กรรณชัย กัลยาศิริ

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน โรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการตัดปาดผิวโลหะ จะประสบปัญหาเศษโลหะ ซึ่งเกิดจากการทำงานที่มีปริมาณมาก จนทำให้การทำงานไม่สะดวกทั้งยังก่อให้เกิดความไม่เป็นระเบียบเรียบร้อยในโรงงาน ทำให้เกิดแนวความคิดที่จะสร้างเครื่องจักรซึ่งสามารถทำให้เศษโลหะรวมตัวกันเป็นก้อน จนสามารถขนย้ายและจัดเก็บได้สะดวก การออกแบบได้ใช้ทฤษฎีการออกแบบเครื่องจักรกลมาประยุกต์ใช้ โดยเริ่มจากการออกแบบเครื่องจักรมาหลาย ๆ รูปแบบ แล้ววิเคราะห์หาข้อดีและข้อเสียในด้านต่าง ๆ แล้วจึงประเมินผลหาทางเลือกที่ดีที่สุด จากการทดลองปฏิบัติงานเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะเครื่องที่ทำการสร้างสามารถอัดเศษอลูมิเนียมได้ผลเป็นไปตามที่คาดหมาย ที่ค่าความหนาแน่นการอัดตัวมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ที่แรงดัน 200 บาร์ ซึ่งที่ค่าความหนาแน่นดังกล่าวเศษอลูมิเนียมสามารถเกาะตัวกันอยู่ในสภาพแห่งอลูมิเนียมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title Thesis	Cutting Chip Pressing Machine
Student	Mr.Suwitcha Nuchdamrong
	Mr.Nuttasit Som-dech
	Mr.Jedsada Mee-sri
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2003
Thesis Advisor	Dr.Kannachai Kanlayasiri

ABSTRACT

Now a day many iron industrial factories always have the problems with the cutting chip because a large amount of the cutting chip interrupts their operations and also brings the confusions into the factories. So, these reasons brought out an idea to create the cutting chip pressing machine that gives some advantages, such as ease of collecting and transporting the cutting chip. This machine is designed in many alternatives by applying the machine design theory. Advantages and disadvantages of each option are analyzed and compared, and then the best design is chosen. After building, the machine was tested. The experimental results show that bulk density of pressed chip is greater 40 percent at operating pressure of 200 bars. This bulk density is high enough to maintain the chip in a bulk form.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำปริญญานิพนธ์กราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ดร.กรรณชัย กัลยาศิริ ที่ได้ช่วยแนะนำและให้คำปรึกษามาโดยตลอด

นอกจากนี้ผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ ทางบริษัท เอส พี เค เมเทิลเทค จำกัด และ คุณสมศักดิ์ รุ่งแจ้ง คุณสมชาย สมบูรณ์ คุณสมชาย ดีบุตร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ทางคณะผู้จัดทำเข้าไปดำเนินการเพื่อสร้างเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะให้สำเร็จได้ด้วยดี

ท้ายที่สุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา คณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชา และให้ความช่วยเหลือในทุกด้านแก่ผู้จัดทำ

นายสุวิทชา นุชดำรงค์
นายณัฐสิทธิ์ สมเดช
นายเจษฎา มีศรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีขึ้นรูปวัสดุผง	3
2.2 ทฤษฎีระบบไฮดรอลิกส์	5
2.2.1 ข้อดีของระบบไฮดรอลิกส์	6
2.2.2 ข้อเสียของระบบไฮดรอลิกส์	6
2.2.3 หลักการทางฟิสิกส์ของระบบไฮดรอลิกส์	6
บทที่ 3 การออกแบบและการคำนวณ	
3.1 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล	9
3.1.1 ขั้นตอนในการแก้ปัญหา	10
3.2 หลักในการออกแบบเบื้องต้น	10
3.2.1 ความสามารถในการทำงาน	10
3.2.2 ความคงทน	11
3.2.3 ผลในทางเศรษฐศาสตร์	11
3.2.4 ลำดับขั้นตอนของกระบวนการออกแบบการสร้างทางวิศวกรรม	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ระบบไฮดรอลิกส์ 28
3.3.1 การออกแบบระบบวงจรไฮดรอลิกส์เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ 28
3.3.2 วงจรควบคุมระบบไฮดรอลิกส์ 34
3.3.3 การเลือกกระบอกสูบไฮดรอลิกส์ 36
3.4 การคำนวณหาความแข็งแรงของเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ 37
3.4.1 โครงเครื่อง 37
3.4.2 ความเค้นที่เกิดที่ประตูด้านหน้า 38
3.4.3 ความเค้นที่เกิดที่ฝาด้านหลัง 40
3.4.4 ความเค้นที่สลักยึดกระบอกไฮดรอลิกส์ 38
3.4.5 แรงที่จะเกิดการ Buckling ที่ก้านสูบ 41
3.4.6 ความแข็งแรงแนวเชื่อม 44
3.4.7 อัตราทดสุดท้ายของชุดเพลาปั่นเศษโลหะ 45

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 การสร้างเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ 46
4.2 ลำดับขั้นตอนในการสร้าง 46
4.3 ผลการทดลอง 52

บทที่ 5 สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 54
5.2 ข้อเสนอแนะ 54

บรรณานุกรม 55
ภาคผนวก 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 แผนลำดับในการอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ..... 12

ตารางที่ 3.2 แสดงสิ่งแทรกซ้อนและแนวทางการแก้ไขกระบอกอัด
และแม่พิมพ์เกิดการสึกหรอเมื่อใช้ไปนาน ๆ..... 21

ตารางที่ 3.3 แสดงสิ่งแทรกซ้อนและแนวทางแก้ไขโครงสร้างของเครื่อง..... 22

ตารางที่ 3.4 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสีย ของเครื่องอัดในแนวตั้ง (Vertical System)..... 23

ตารางที่ 3.5 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสีย ของเครื่องอัดในแนวนอน (Horizontal System)..... 23

ตารางที่ 3.6 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสีย เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ แบบที่ 1..... 24

ตารางที่ 3.7 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสีย เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ แบบที่ 2..... 25

ตารางที่ 3.8 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสีย เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ แบบที่ 3..... 26

ตารางที่ 3.9 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสีย เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ แบบที่ 4..... 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1	การส่งถ่ายพลังงานในระบบไฮดรอลิกส์	5
รูปที่ 2.2	แสดงอัตราส่วนการส่งถ่ายแรงของระบบไฮดรอลิกส์	8
รูปที่ 3.1	ลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาและออกแบบ	9
รูปที่ 3.2	แสดงการกำหนดงานและการเปลี่ยนแปลงลักษณะของโครงงาน	12
รูปที่ 3.3	แสดงโครงสร้างหน้าที่ของเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ	13
รูปที่ 3.4	แสดงถึงขนาดของช่องอากาศที่เกิดขึ้นกับวัสดุผง	13
รูปที่ 3.5	แสดงขนาดท่อกลวง	17
รูปที่ 3.6	แสดงลักษณะเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ ถูกอัดเป็นก้อนชิ้นงาน	20
รูปที่ 3.7	แสดงเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ แบบที่ 1	24
รูปที่ 3.8	แสดงเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ แบบที่ 2	25
รูปที่ 3.9	แสดงเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ แบบที่ 3	26
รูปที่ 3.10	แสดงเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ แบบที่ 4	27
รูปที่ 3.11	แสดงส่วนประกอบของถังน้ำมันไฮดรอลิกส์	31
รูปที่ 3.12	แสดงลักษณะของถังน้ำมันไฮดรอลิกส์	32
รูปที่ 3.13	แสดงวงจรควบคุมระบบไฮดรอลิกส์เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ	34
รูปที่ 3.14	แสดงวงจรควบคุมระบบวาล์ว 4/3 ของเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ	35
รูปที่ 3.15	แสดงวงจรควบคุมระบบลิมิตสวิตช์ของเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ	35
รูปที่ 3.16	แสดงลักษณะระยะกระบอกสูบและท่อกลวง	36
รูปที่ 3.17	แสดงลักษณะโครงเครื่อง	37
รูปที่ 3.18	แสดงลักษณะและขนาดประตู	38
รูปที่ 3.19	แสดงลักษณะขนาดฝาหลัง	40
รูปที่ 3.20	แสดงลักษณะรอยต่อของหมุดย้ำ	41
รูปที่ 3.21	แสดงบริเวณที่อาจเกิดการ Buckling ของก้านสูบ	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาของโครงงาน

ในปัจจุบัน ถึงแม้จะมีเครื่องมือ เครื่องจักรที่ทันสมัยมากขึ้น แต่งานอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรทำการปาดผิวโลหะ ก็ยังมีความจำเป็นอยู่ จึงก่อให้เกิดเศษโลหะในลักษณะต่าง ๆ กัน ซึ่งตามปกติแล้วเรามักจะนำเศษโลหะเหล่านี้ไปทิ้งโดยไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์แต่อย่างใด และถ้าเศษโลหะเหล่านี้มีปริมาณมาก และไม่สามารถจัดเก็บให้เรียบร้อยจะก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ เช่น อาจทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้เครื่องจักร ปัญหาความสกปรกและสิ้นเปลืองพื้นที่ในการจัดเก็บภายในบริเวณโรงงาน จากสาเหตุต่าง ๆ เหล่านี้จึงถูกนำมาใช้เป็นหัวข้อของแนวทางในการแก้ปัญหาขึ้น โดยการออกแบบเครื่องจักรซึ่งสามารถอัดเศษโลหะต่าง ๆ เหล่านี้ให้เป็นก้อน ซึ่งทำให้สะดวกในการจัดเก็บและขนย้ายเพื่อนำไปเข้าเตาหลอม นอกจากนั้นยังทำให้เกิดความปลอดภัยภายในโรงงาน ในการออกแบบเครื่องจักรนี้ ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในหลาย ๆ ด้าน เช่น

- การทำงานสามารถใช้งานได้ง่าย
- ใช้งบประมาณในการสร้างไม่มากนัก
- มีความคงทนไม่ต้องการการบำรุงรักษามากนัก
- มีขนาดที่กะทัดรัดและสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก
- สามารถอัดเศษอลูมิเนียมและเศษโลหะให้มีขนาดที่เหมาะสมแก่การจัดเก็บและขนย้าย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

(1) ใช้หลักในการออกแบบเครื่องจักรกล และทฤษฎีต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้กับโครงงาน

(2) เพื่อให้มีความเข้าใจและวิเคราะห์ หลักการทำงานของเครื่องจักรที่พัฒนา

(3) ศึกษาความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหารูปแบบต่าง ๆ แล้วหาวิธีที่เหมาะสมมาใช้ดำเนินโครงงาน

(4) เพื่อเป็นการแปรรูปเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะที่เหลือใช้ ให้มีประโยชน์และมีมูลค่าเพิ่มขึ้น

1.3 ขอบเขตการศึกษา

(1) ศึกษากระบวนการทำงานของเครื่องจักรที่จะดำเนินการพัฒนา ในการนำเอาเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะมาทำการอัดให้เป็นก้อนชิ้นงาน

(2) ศึกษาและวิเคราะห์ รวมถึงออกแบบ เพิ่มเติมอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสม อีกทั้งยังทำการออกแบบขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรให้มีความปลอดภัยมากขึ้น

(3) ศึกษาถึงการออกแบบระบบต้นกำลังที่มีความสามารถสร้างแรงอัดได้ตามความต้องการของเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะนี้

(4) ทำการทดสอบประสิทธิภาพ เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขให้สามารถใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

(1) ทักษะในการปฏิบัติงานทางด้านการออกแบบและการดำเนินการสร้างเครื่องจักร

(2) ช่วยประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะและสะดวกต่อการขนย้าย

(3) ช่วยให้การทำงานภายในโรงงานมีความสะดวกและปลอดภัยยิ่งขึ้น

(4) ช่วยลดปัญหาขยะ เนื่องจากเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะที่อัดเป็นก้อนแล้วสามารถจำหน่ายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีการขึ้นรูปวัสดุผง

การขึ้นรูปวัสดุที่มีลักษณะเป็นเศษเล็ก ๆ หรือเป็นผงนั้น เราสามารถจะกระทำการขึ้นรูปได้หลายวิธี แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น ก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ ด้าน รวมทั้งคุณภาพของงานหลังจากผ่านการอัดขึ้นรูปแล้ว ดังนั้นการที่จะอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะให้เป็นก้อนได้นั้น จำเป็นต้องศึกษาคุณสมบัติของอลูมิเนียมหรือเศษโลหะที่จะทำการอัดนั้น ๆ เพื่อที่จะสามารถสร้างเครื่องมือให้สอดคล้องกันกับชิ้นงานที่เราต้องการ ซึ่งประเภทของการอัดขึ้นรูปวัสดุผงนั้น มีอยู่ 11 ประเภท คือ

(1) Pressing

เป็นวิธีการอัดเศษผงโลหะเข้าไปในแบบเหล็กภายใต้อัตราความกดดัน ในช่วง 2,000 ถึง 20,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ถ้าเป็นเศษผงอ่อนก็จะสามารถอัดตัวได้อย่างรวดเร็ว ถ้าเป็นเศษผงแข็ง ๆ ก็จะใช้แรงมากขึ้น ซึ่งจะเป็นว่าแรงอัดที่ใช้นั้นขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและความแข็งของผง แต่การอัดแรง ๆ นี้ก็จำเป็นต้องใช้แบบพิมพ์ที่มีความแข็งแรงพอสมควร

(2) Centrifugal compacting

การอัดผงโลหะ โดยทั่วไปนั้นจะใช้แรงอัดที่ประมาณ 400 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ขึ้นไป สำหรับผงโลหะที่มีความหนาแน่นปกติแล้ว ก็ใช้วิธีนี้เหมือนกับการอัดในแบบแรก แต่วิธีนี้เหมาะแก่การอัดผงโลหะหนัก ทังสเตนคาร์ไบด์ เป็นต้น และชิ้นส่วนที่ทำด้วยวิธีนี้ควรจะมีหน้าตัดที่มีลักษณะแน่นอน ขนาดใหญ่หรือทุกด้านใกล้เคียงกัน ดังนั้นงานที่ต้องการชิ้นงานที่มีความหนาที่บาง จึงไม่ควรเลือกใช้การอัดด้วยวิธีนี้

(3) Slip casting

วิธีนี้เหมาะสำหรับการอัดเศษผงทังสเตน โมลิบดินั่ม และเศษผงโลหะอื่น ๆ บางทีอาจทำด้วยกรรมวิธีอย่างเดียวกันคือ Slip casting เอาเศษผงโลหะเหล่านี้มาผสมให้เข้ากันแล้วเทลงไปในแบบปูนปลาสเตอร์ เนื่องจากแบบพิมพ์นี้เป็นรู ดังนั้นของเหลวที่ถูกเทลงไปนั้นจะทำให้ผิวภายนอกแข็ง และจะแข็งเฉพาะบริเวณขอบภายนอกเท่านั้น ดังนั้นกระบวนการนี้จึงเหมาะสมแก่การผลิตเครื่องใช้เครื่องปั้นดินเผาบางชนิด และสิ่งสำคัญก็คือต้องพิจารณาถึงขนาดและรูปร่างของชิ้นงานที่ต้องการด้วย

(4) Extruding

วิธีการนี้ใช้ผลิตงานยาว ๆ ที่อัดเข้าไปในแบบงานที่มีรูปร่างยาว ๆ ซึ่งมักจะมีความหนาแน่นที่สูง และมีคุณสมบัติเชิงกลที่ดีด้วย วิธีที่ใช้สำหรับกระบวนการนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของชนิดของเศษผงโลหะด้วย บางทีอาจจะใช้การอัดรีดเย็นก็ได้ และวิธีอื่น ๆ นั้นไม่สามารถให้ความร้อนเพื่อให้อุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การขึ้นรูปด้วยวิธีการดึง โดยทั่วไปจะอัดเศษผงเข้าไปในแม่พิมพ์ ก่อนแล้วจึงให้ความร้อนหรือทำการอบ แล้วจึงจะนำไปไว้ในที่อัด ในกรณีสุดท้ายนั้นก็เพื่อจะหลีกเลี่ยงการเกิดออกไซด์ งานที่ใหญ่มากก็สามารถใช้วิธีนี้ผลิตได้ และวัสดุอื่นที่ใช้กับงานความร้อนสูง ๆ สำหรับอลูมิเนียม ทองแดง นิกเกิล และโลหะอื่น ๆ ก็สามารถทำได้โดยวิธีนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) Gravity sintering

โลหะแผ่นที่มีรูนั้น ได้จากการควบคุมรูให้เกิดขึ้นภายใน ซึ่งสามารถผลิตได้ด้วยวิธี Gravity sintering กระบวนการนี้เหมาะแก่งานที่ต้องการใช้เป็นพิเศษ เช่นในงานของแผ่นสแตนเลส ถังที่มีแก๊สแอมโมเนียอยู่ที่อุณหภูมิสูง ๆ แผ่นนี้ได้จากการรีด ซึ่งจะได้ความหนาตามต้องการ และมีผิวเรียบที่ดีกว่า นอกจากนี้ยังสามารถตัดให้มีรูปร่างต่าง ๆ ได้ตามต้องการ ซึ่งเหมือนกับการทำโลหะแผ่นทั่ว ๆ ไป

(6) Rolling

เป็นกระบวนการการรีดผงโลหะให้ไหลผ่านระหว่าง Hopper และตัวหมุน 2 ตัว ซึ่งอัดและบีบม้วนเข้าด้วยกันเพื่อทำให้เป็นแผ่น แล้วส่งผ่านตามสายพานไปยังเตา แต่แผ่นที่ได้นี้สามารถนำไปผ่านการรีดที่อื่น ๆ ได้และทำการอบชุบได้ตามต้องการถ้าจำเป็นต้องทำเช่นนั้น ถ้าต้องการทำแผ่นโลหะก็ควรผ่านวิธีการผสมเสียก่อนที่จะผ่านเข้าไปรีด ผงโลหะที่สามารถรีดให้เป็นแผ่นได้แก่ ทองแดง ทองเหลือง บรอนซ์ และสแตนเลส กระบวนการนี้จะให้คุณสมบัติเชิงกลที่ดี

(7) Isostatic

วิธีการนี้หมายถึง การที่ต้องการให้โลหะมีความหนาแน่นได้ตามกำหนดระหว่างที่ทำการอัด วิธีการนี้จำเป็นต้องใช้แรงอัดสูง ๆ แต่ในทางปฏิบัตินั้นมักจะใช้แรงอัดขนาดปานกลาง คือใช้ แก๊สอัด หรือไฮดรอลิกส์

ทฤษฎีของ Isostatic molding นี้ ขึ้นอยู่กับแรงอัดซึ่งอาจจะใช้แก๊สอัดหรือไฮดรอลิกส์ ก็ได้ ซึ่งแรงที่กระทำนั้นจะมีค่าทั้งหมดเท่ากับทิศทางทั้งหมดที่ไปกระทำที่ผิว ผงนี้ถูกนำไปใส่ในที่บรรจุใช้แรงอัด กระทำเข้าไปในทุก ๆ ด้าน วิธีการนี้เหมาะสมกับการทำผงโลหะของ อลูมิเนียม แมกนีเซียม เบอร์ริเลี่ยม เหล็ก ทังสเตน และเหล็กทังสเตน

(8) Explosive compacting

วิธีการนี้ เหมาะแก่การทำงานที่ต้องการความแข็งแรง และแรงอัดสูงมาก ซึ่งจะทำให้ชิ้นงานที่ต้องการมีความหนาแน่นสูงมาก วิธีการนี้จะทำการลดระยะเวลาในการอบและการหดตัวของชิ้นงานที่ต้องการนั้นให้น้อยลง และยังประหยัดต้นทุนของเครื่องมือที่ใช้ทำ เนื่องจากแบบพิมพ์นั้นเป็นแบบที่ทำขึ้นอย่างง่าย ๆ ในทางการปฏิบัตินั้น การออกแบบเครื่องมือจะต้องอาศัยน้ำเข้ามาช่วย คือให้น้ำอยู่บริเวณผนังของถังแล้วอัดเข้าไป กล่าวคือ นำเอาผงโลหะนี้ใส่เข้าไปในถังแล้วแล้วใช้ไฮดรอลิกส์อัดเข้าไปในชิ้นงานนั้น

(9) Fiber metal process

เป็นวิธีการผลิตโลหะผงให้เป็นแบบเส้นใย ซึ่งเหมาะแก่การทำวัสดุประเภทตัวกรอง ตัวสั่นสะเทือน แผ่นแบตเตอรี่ และโครงแบตเตอรี่ ซึ่งกระบวนการนี้สามารถใช้ได้กับโลหะผสมได้เกือบทุกชนิดให้มีรูปร่างต่าง ๆ ตามต้องการได้ หรือจะตัดโค้งให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ ก็ได้

วิธีการนี้ได้แก่ การทำผงโลหะให้เป็นของเหลว แล้วเทลงไปในแบบจากนั้นก็อัด แล้วนำไปทำการอบอีกที ถ้าต้องการให้มีความหนาแน่นสูงก็นำไปรีดหรือทำการอัดปั้มอีกขั้นตอนหนึ่ง

(10) Sintering

เป็นกระบวนการที่ให้ความร้อนแก่ชิ้นงานที่อุณหภูมิสูง ๆ วิธีนี้ทำให้ผงโลหะนั้นติดกันด้วยการยึดเหนี่ยวของแรง ชิ้นงานที่ผ่านการอัดมาแล้วต้องให้ความร้อนเข้าสู่ในชิ้นงานนี้ให้มาก เพื่อจะได้ดึงชิ้นส่วนนี้ให้ยึดติดกันได้ดีขึ้น สำหรับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบชิ้นงานต้องต่ำกว่าจุดหลอมละลายของผงโลหะนั้น ๆ แต่บางชนิดก็ต้องใช้อุณหภูมิสูง ๆ และใช้กับเตาชนิดพิเศษ โดยทั่วไปอุณหภูมิที่ใช้จะเป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับเหล็ก ใช้อุณหภูมิประมาณ 2,000 องศาฟาเรนไฮต์ สแตนเลส ใช้อุณหภูมิประมาณ 2,150 องศาฟาเรนไฮต์ ทองแดง ใช้อุณหภูมิประมาณ 1,600 องศาฟาเรนไฮต์ ทังสเตนคาร์ไบด์ ใช้อุณหภูมิประมาณ 2,700 องศาฟาเรนไฮต์ และใช้เวลาในการอบอยู่ที่ประมาณ 20- 40 นาที เวลาที่ใช้นี้ย่อมแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของโลหะนั้น ๆ

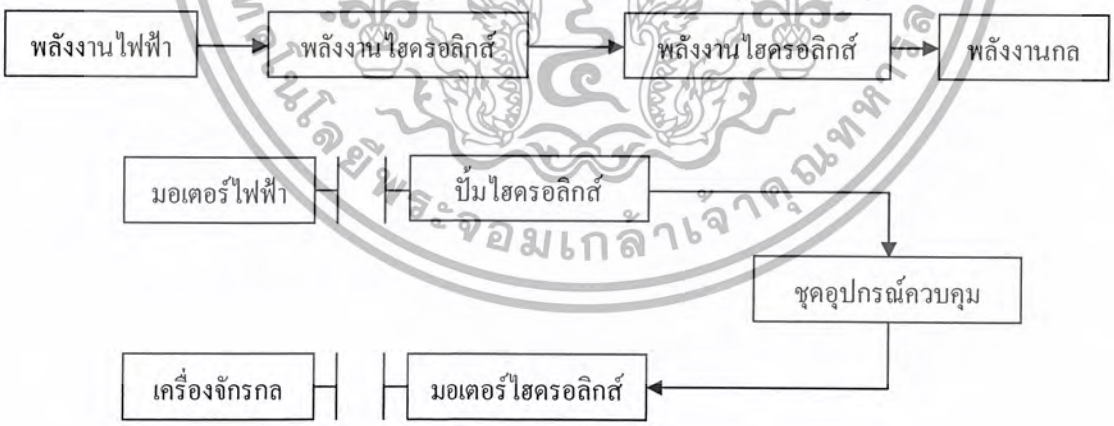
(11) Hot pressing

ในวิธีการนี้สามารถผลิตชิ้นงานให้มีความแข็งแรง และความแข็งสูงขึ้น และยังให้ความถูกต้องเที่ยงตรงที่ดีขึ้น ชิ้นงานที่ได้จะมีความหนาแน่นสูงขึ้น สิ่งสำคัญในเรื่องนี้คือ ต้นทุนของแบบจะมีราคาสูงมาก ยากต่อการควบคุมความร้อนและสภาพบรรยากาศรอบ ๆ เวลาที่ใช้แต่ละกระบวนการจะเสียเวลามากเกินไป

2.2 ทฤษฎีระบบไฮดรอลิกส์

ระบบไฮดรอลิกส์ คือ "ระบบการทำงานที่ใช้ของไหลเป็นตัวการส่งถ่ายกำลังทำให้เกิดการเคลื่อนที่และเกิดแรงกระทำขึ้น" ในส่วนของการส่งกำลังภายในระบบไฮดรอลิกส์ ซึ่งประกอบด้วย ระบบต้นกำลังของไฮดรอลิกส์ ซึ่งอาจจะใช้ มอเตอร์ไฟฟ้า หรือเครื่องยนต์เป็นตัวขับเคลื่อนก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและการใช้งาน ในกรณีที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อน พลังงานไฟฟ้าก็จะเปลี่ยนมาเป็นพลังงานกล (Mechanic) โดยการต่อจากเพลาของมอเตอร์ไฟฟ้ากับปั๊มเข้าด้วยกัน

การส่งถ่ายพลังงานภายในระบบไฮดรอลิกส์ พลังงานกล (Mechanic) จะถูกเปลี่ยนให้เป็นพลังงานของ ไฮดรอลิกส์ (Hydrostatic) โดยปั๊มจะทำการสูบของเหลวผ่านเข้าไปในระบบ หลังจากนั้นพลังงานของไฮดรอลิกส์ (Hydrostatic) ก็จะถูกเปลี่ยนกลับมาเป็นพลังงานกล (Mechanic) อีกครั้งหนึ่ง โดยใช้กระบอกสูบหรือมอเตอร์ ไฮดรอลิกส์ พลังงานกล (Mechanic) ที่ได้ออกมานี้ ก็จะถูกนำไปใช้งานในลักษณะที่ต่างกัน เช่น ใช้เป็นตัวดันวัตถุที่มีน้ำหนักมาก ๆ ให้เคลื่อนที่ไปทำการยกน้ำหนัก หรือใช้ขับเคลื่อนชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล เป็นต้น



รูปที่ 2.1 การส่งถ่ายพลังงานในระบบไฮดรอลิกส์

โดยปกติแล้วแรงดันที่ใช้ภายในระบบไฮดรอลิกส์ สามารถแยกออกได้เป็น 3 ลักษณะด้วยกัน คือ

ตั้งแต่	25	bar	ขึ้นไป	แรงดันต่ำ (Low pressure)
ตั้งแต่	160	bar	ขึ้นไป	แรงดันขนาดกลาง (Medium pressure)
ตั้งแต่	320	bar	ขึ้นไป	แรงดันสูง (High pressure)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ข้อดีของระบบไฮดรอลิกส์ มีอยู่หลายประการ ดังนี้

(1) ระบบไฮดรอลิกส์สามารถส่งถ่ายกำลังงานและแรงได้จำนวนมากโดยใช้อุปกรณ์ขนาดเล็ก

(2) ระบบไฮดรอลิกส์สามารถควบคุมได้ด้วยการควบคุมทางอ้อม

(3) ระบบไฮดรอลิกส์สามารถหล่อลื่นอุปกรณ์ได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการสึกหรอน้อยมาก

(4) ระบบไฮดรอลิกส์สามารถควบคุมให้เกิดการเคลื่อนที่ได้อย่างนิ่มนวลและมีความแน่นอน

(5) กระบอกสูบไฮดรอลิกส์และมอเตอร์ไฮดรอลิกส์สามารถทำงานได้ โดยเริ่มต้นจากจุดหยุดนิ่งจนถึงแรงบิดสูงสุด

(6) ระบบไฮดรอลิกส์ง่ายต่อการประกอบเข้ากันโดยใช้อุปกรณ์มาตรฐาน

(7) ระบบไฮดรอลิกส์ให้เวลาของการทำงานที่ดี(อัตราเร่งหรืออัตราหน่วง) ของไฮดรอลิกส์มอเตอร์ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำหนักโมเมนต์ของแรงเฉื่อยมีน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักโมเมนต์ของแรงเฉื่อยของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ได้โมเมนต์เท่ากันแล้ว จะมีอัตราส่วนประมาณ 1 : 50

(8) ระบบไฮดรอลิกส์ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่จากการหมุนรอบแกนเป็นแนวเส้นตรงหรือในลักษณะกลับกัน และง่ายต่อการเปลี่ยนทิศทาง

(9) ระบบไฮดรอลิกส์สามารถปรับความเร็วแรง และโมเมนต์ได้อย่างละเอียดในขณะที่ทำงาน

(10)ระบบไฮดรอลิกส์ง่ายต่อการที่จะสร้างระบบความปลอดภัยในกรณีที่แรงหรือโมเมนต์กระทำเกินขนาดที่กำหนดให้ เช่น การใช้วาล์วควบคุมความดันเป็นตัวกำหนดแรงดันที่ใช้งาน

2.2.2 ข้อเสียของระบบไฮดรอลิกส์

(1) การส่งถ่ายตัวกลางของไหลภายในความดันสูง ของไหลที่มีความดันสูงจะมีอันตราย ดังนั้นต้องคอยระวังอุบัติเหตุอันเนื่องมาจาก การยึดข้อต่อท่อต่าง ๆ ไม่แน่นและต้องไม่รั่วซึม

(2) ความหนืดของน้ำมันไฮดรอลิกส์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแรงดัน การบำรุงรักษา เนื่องมาจากสิ่งสกปรก การเสื่อมสภาพของน้ำมัน อิทธิพลของอากาศที่มีอยู่ในน้ำมันไฮดรอลิกส์

(3) การอัดตัวของน้ำมันไฮดรอลิกส์สามารถอัดตัวได้ จึงทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับความเที่ยงตรง

(4) เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้งานมีความละเอียดสูง จึงทำให้ต้นทุนการผลิตสูง ซึ่งทำให้ราคาในการจัดซื้ออุปกรณ์สูงตามไปด้วย

2.2.3 หลักการทางฟิสิกส์ของระบบไฮดรอลิกส์

หลักการทางฟิสิกส์ของระบบไฮดรอลิกส์ จะเกี่ยวข้องกับเรื่องของความเร็ว ความดัน เวลาและอุณหภูมิ ซึ่งสามารถวัดได้ ดังนี้

หน่วยต่าง ๆ ที่ใช้กับระบบไฮดรอลิกส์ ปัจจุบันจะใช้หน่วยวัดที่เป็นมาตรฐานสากลที่เรียกว่า SI Unit (International System of Units) ค่าปริมาณและหน่วยทางฟิสิกส์ต่อไปนี้ จำเป็นต้องนำมาใช้ในงานไฮดรอลิกส์

- ความยาว	หน่วยเป็น	เมตร	(m)
- มวล	หน่วยเป็น	กิโลกรัม	(kg)
- เวลา	หน่วยเป็น	วินาที	(s)
- อุณหภูมิ	หน่วยเป็น	เคลวิน	($^{\circ}$c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.1 ความดันในระบบไฮดรอลิกส์

ไฮดรอลิกส์เป็นวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับแรงและการเคลื่อนที่การส่งถ่ายกำลัง โดยใช้มวลของของไหล ซึ่งจะเป็นความสัมพันธ์ที่แสดงให้เห็นถึงแมคคานิคของไหล เกิดขึ้นจากการกระทำของสถิตศาสตร์ของไหล (Hydrostatics) และกลศาสตร์ของไหล (Hydrodynamics)

ความดันของของไหลเกิดจากน้ำหนักของตัวมันเองและเกิดจากแรงกระทำภายนอก

$$Ps = h \times p \times g \quad (Pa) \qquad (2.1)$$

เมื่อ Ps = ความดันของของไหล (Pa)
h = ระดับความสูงของของไหล (m)
p = ความหนาแน่นของของไหล (kg/m^3)
g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก (m/s^2)

2.2.3.2 ความดันสถิต (Hydrostatic pressure)

ความดันสถิต เกิดจากของไหลภายในภาชนะที่กดอยู่บนก้นของภาชนะ เนื่องจากแรงที่เกิดจากแรงดึงดูดของโลกภาชนะที่ใส่ของไหล ถึงแม้จะมีรูปร่างที่แตกต่างกันแต่ความดันที่เกิดจากของไหลทางสถิตศาสตร์ จะขึ้นอยู่กับความสูงเพียงอย่างเดียว จะไม่ขึ้นอยู่กับรูปร่างของภาชนะที่ใส่ของไหลแต่อย่างใด

ความดันที่เกิดจากแรงต่อหน่วยพื้นที่

$$P = \frac{F}{A} \quad (N/m^2) \qquad (2.2)$$

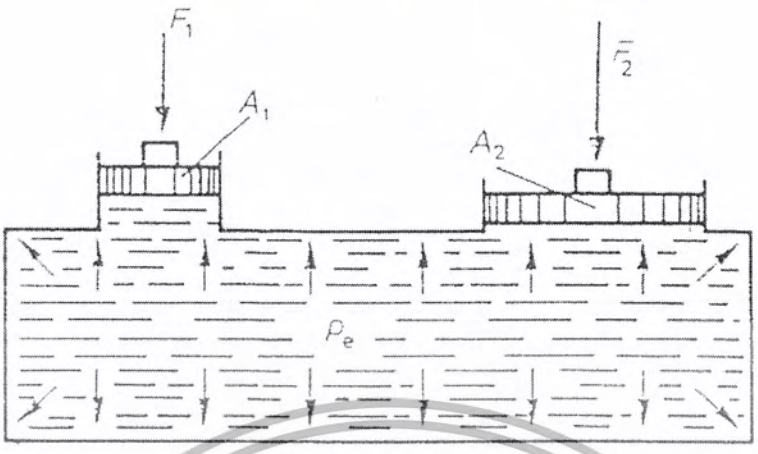
เมื่อ P = แรงดัน (Pressure) (Pa)
F = แรงกระทำ (Force) (N)
A = พื้นที่ (Area) (m^2)

จากหน่วยวัดสากล SI-Unit สำหรับหน่วยวัดความดัน N/m^2 เรียกว่า "ปาสคาล" (เขียนย่อ Pa)

2.2.3.3 การส่งถ่ายความดัน (Power transmission)

ถ้าแรงกระทำ (F) กระทำผ่านพื้นที่ (A) รอบ ๆ ของไหล ความดัน (P) ที่เกิดขึ้นจากการกระทำของแรงกระทำ (F) ตามกฎของปาสคาล (PASCAL's Law)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงอัตราส่วนการส่งถ่ายแรงของระบบไฮดรอลิกส์(วันชัย จันทรวงศ์, 2540)

จากการกระทำของแรงซึ่งกันและกัน สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของแรงที่กระทำต่อ พื้นที่ลูกสูบ A_2 ซึ่งเป็น 4 เท่าของพื้นที่ลูกสูบ A_1 ฉะนั้นแรงที่กระทำบนพื้นที่ A_2 ก็จะเท่ากับ 4 เท่าของ A_1 ด้วย (ดูรูปประกอบ)

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1} \quad \text{และ} \quad P_2 = \frac{F_2}{A_2}$$

ถ้ากำหนดให้ระบบสมดุลกัน เป็นลักษณะการส่งถ่ายแรงด้วยความดันคงที่

$$P_1 = P_2 \tag{2.3}$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \tag{2.4}$$

ค่าของ F_2 และ A_1 และ A_2 สามารถคำนวณหาได้จากสูตร (2.4)

และเมื่อมีการนำระบบไฮดรอลิกส์มาใช้ร่วมกับระบบไฟฟ้า เครื่องกล และนิวแมติกส์ ก็จะทำให้การแก้ปัญหาในเชิงวิศวกรรมนั้นง่ายขึ้น และเหมาะสมยิ่งขึ้น จึงมีความจำเป็นต้องมีความรู้ในส่วนอื่นเพิ่มเติม เช่น

- กฎพื้นฐานทางฟิสิกส์เกี่ยวกับกลศาสตร์ของไหล
- หน่วยและปริมาณทางฟิสิกส์ในระบบไฮดรอลิกส์
- อุปกรณ์ไฮดรอลิกส์ การทำงานของอุปกรณ์ภายในวงจรไฮดรอลิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการคำนวณ

3.1 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล

การออกแบบเครื่องจักรกลนั้น สามารถทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบเอง วิศวกรที่ทำการออกแบบที่ได้รับการฝึกฝนและมีประสบการณ์แล้วมักจะออกแบบตามความรู้สึกของตนเอง ส่วนผู้ที่ไม่มีประสบการณ์หรือผู้กำลังศึกษาอยู่ มักจะประมาณค่าที่คำนวณได้มากเกินไป ซึ่งทำให้สูญเสียเวลาและค่าใช้จ่ายมาก จากการที่ต้องทดลองโดยการทำแบบจำลองหรือต้นแบบเท่าของจริง กล่าวคือ การรวบรวมประสบการณ์โดยการตรวจสอบว่าเครื่องจักรกลที่ได้ทำการออกแบบไปแล้วนั้น ใช้งานได้ดีตามจุดมุ่งหมายหรือความต้องการที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นในการตัดสินใจว่า จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงในด้านใดบ้างในการออกแบบ รูปร่างของชิ้นส่วนเครื่องจักรกลนั้นมิใช่มีผลแต่ในด้านความสวยงามเท่านั้น แต่ยังมีผลโดยตรงต่อความสามารถในการรับภาระของชิ้นส่วนเครื่องจักรนั้น เพราะฉะนั้นรูปร่างของชิ้นส่วนเครื่องจักรกลจึงจำเป็นต้องออกแบบให้เหมาะสม

ในการออกแบบเครื่องจักรกล เป็นรูปแบบการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง ซึ่งขั้นตอนในการแก้ปัญหาต่าง ๆ มักจะมีรูปแบบที่เหมือนกัน ขั้นตอนการแก้ปัญหาที่จะนำไปสู่การหาคำตอบที่สมบูรณ์นั้น ได้แสดงในรูป

รูปที่ 3.1 ลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาและออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

(1) กำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นขั้นตอนแรกของการแก้ปัญหา โดยจะตระหนักถึงความต้องการที่มีอยู่ เมื่อพิจารณาขอบเขต การจำกัดของปัญหาแล้วจะทำให้เข้าใจถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ที่สอดคล้องกับความต้องการ ตัวอย่างในการออกแบบเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะนี้ เมื่อเราทราบถึงความต้องการในการที่จะทำให้เครื่องอัดนี้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น เกิดการสูญเสียแรงงานและเวลาน้อยลง การทำงานสะดวกขึ้น ฯลฯ ทำให้ทราบถึงปัญหาที่เราต้องการแก้ไข

(2) วางแผนวิธีการในการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะรวมถึงการตั้งเป้าหมาย ในการแก้ไขปัญหาให้ลุล่วงไป การพิจารณาทางเลือกต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ และผลของทางเลือกเหล่านั้นจะนำไปสู่คำตอบอย่างไร ขั้นตอนนี้จะมีปัญหาเกิดขึ้นหลาย ๆ รูปแบบ ซึ่งสอดคล้องกับทางเลือกต่าง ๆ ที่ทำการพิจารณา

ในการออกแบบเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะนี้ ขั้นตอนนี้จะเป็นการวางแผน พิจารณาทางเลือกที่เป็นไปได้เช่น รูปแบบต่าง ๆ ของเครื่องอัด หรือของวงจรไฮดรอลิกส์ เป็นต้น ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับทางเลือกที่เราทำการพิจารณาในแต่ละทางเลือก

(3) การแบ่งส่วนของทรัพยากรที่มีอยู่ ทรัพยากรในที่นี้ หมายถึง จำนวนเวลาในการทำการแก้ไขปัญหาให้ผ่านพ้นไป การจัดแบ่งหน้าที่ของแต่ละบุคคลต่อการทำงาน วิธีการต่าง ๆ ในการแก้ไขปัญหาหรืออาจมีผลถึงการกำหนดขอบเขตของปัญหาขึ้นใหม่อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งการกำหนดกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ของปัญหาอาจจะต้องถูกนำมาพิจารณา

(4) การวิเคราะห์ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการเริ่มต้นการวิเคราะห์รายละเอียดทางเทคนิค เพื่อเป็นพื้นฐานในการประเมินทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งอาจจะทำแบบจำลอง หากฎเกณฑ์ต่าง ๆ ข้อจำกัดในทางเทคนิค ฯลฯ ที่จะถูกนำมาใช้ในการออกแบบและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์และแบบจำลอง จะเป็นผลจากการแก้ไขปัญหาในขั้นตอนนี้ เช่น การคำนวณ วิเคราะห์ระบบวงจรไฮดรอลิกส์ ในแต่ละแบบที่ได้เลือกไว้ การคำนวณขนาดของชิ้นส่วนเครื่องจักรกลเป็น โดยการให้สูตรทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ฯลฯ ช่วยในการวิเคราะห์ปัญหา

(5) การออกแบบ ประเมินผลทางเลือกที่มีอยู่ ขั้นตอนนี้จะทำการวิเคราะห์ราคาค่าใช้จ่าย ผลตอบแทน หรือผลลัพธ์ ที่ได้จากทางเลือกแต่ละทาง ซึ่งจะทำให้เกิดความแตกต่างของทางเลือก

(6) ตัดสินใจเลือก ทางเลือกที่ดีที่สุด ทางเลือกที่ได้อาจจะเป็นทางเลือกที่เราชอบซึ่งเห็นว่าเหมาะสมกับสถานการณ์การทำงาน ฯลฯ หรือเป็นทางเลือกที่ได้รับการประนีประนอม ในการแก้ไขปัญหาให้บรรลุผลที่ดีที่สุด

3.2 หลักในการออกแบบเบื้องต้น

สิ่งสำคัญที่เป็นพื้นฐานในการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล เมื่อประกอบเข้าด้วยกันเป็นเครื่องจักร คือ

3.2.1 ความสามารถในการทำงาน

เครื่องจักรมีหน้าที่ทำงานตามความต้องการที่ได้ตั้งเป้าหมายเอาไว้ ความต้องการเหล่านี้คือ การทำงานในเชิงฟิสิกส์ (Physical Function) ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งความสามารถในการทำงานนี้ได้จากการประยุกต์กฎทางฟิสิกส์ เช่น กลศาสตร์ของไหล เทอร์โมไดนามิกส์ กลศาสตร์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ความคงทน

ความคงทนในการออกแบบสามารถกำหนดจากความปลอดภัยในการใช้งาน ความคงทนต่อการสึกหรอ ความคงทนต่อการบำรุงรักษา ความคงทนนี้ไม่ใช่ว่าจะต้องให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานมากที่สุดเท่าที่จะนานได้ เพียงแต่กำหนดให้เหมาะสม ตามหน้าที่และลักษณะการทำงาน สิ่งที่ดีที่สุด คือ ควรจะให้ชิ้นส่วนทุกชิ้นมีอายุการใช้งานที่ใกล้เคียงกันชิ้นส่วนที่สึกหรอง่ายต้องออกแบบให้สามารถถอดเปลี่ยนได้สะดวก

สำหรับชิ้นส่วนหรือเครื่องจักรที่อาจทำให้เกิดอันตรายต่อชีวิต ต้องให้มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง และมีการตรวจสอบอยู่เสมอ การกำหนดความคงทนหรืออายุการใช้งานต้องให้เหมาะสมกับหน้าที่การใช้งานเช่น เกียร์ถอยหลังในรถยนต์สามารถออกแบบให้เหมาะสมกับหน้าที่ การใช้งานที่สั้นกว่าเกียร์หน้า เพราะมีการใช้งานที่น้อยกว่า ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า วิศวกรต้องใช้ความรู้ทางด้านความแข็งแรงของวัสดุ คุณสมบัติของวัสดุ และผลทดลองมาใช้ประกอบกันในการออกแบบด้วย

3.2.3 ผลในทางเศรษฐศาสตร์

การนำผลิตภัณฑ์เข้าสู่ตลาดย่อมมีการแข่งขันระหว่างผู้ผลิตด้วยกัน จึงจำเป็นต้องให้มีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบและการผลิต ในการออกแบบจึงควรคำนึงถึงหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้

(1) เลือกวิธีใช้การทำงานอย่างง่าย ๆ คือ ให้มีจำนวนชิ้นงานในเครื่องจักรจักรกลน้อยชิ้นเท่าที่จะทำได้

(2) เลือกวิธีการผลิตและประกอบที่ง่าย เพื่อที่จะทำให้ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตที่ต่ำ

(3) ชิ้นส่วนต่าง ๆ ควรทำการออกแบบให้มีน้ำหนักน้อย ค่าวัสดุที่ใช้จะได้ถูกลง

(4) ปริมาตรหรือขนาดของเครื่องจักรต้องเล็กกะทัดรัด ซึ่งจะทำให้ค่าใช้จ่ายต่อเนื่องต่ำลง

(5) ควรออกแบบให้ค่าใช้จ่ายในการใช้งาน เช่น ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และค่าบำรุงรักษาต่ำ

หลักการในการออกแบบเครื่องจักรกลทั้ง 3 ข้อ บางครั้งก็อาจจะเกิดการขัดแย้งกัน จึงจำเป็นต้องมีการประนีประนอมตามความเหมาะสม(Optimum Compromise) โดยที่วิศวกรออกแบบต้องใช้ความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์เป็นสิ่งตัดสินใจ และความรับผิดชอบเป็นส่วนประกอบด้วยเสมอ

3.2.4 ลำดับขั้นตอนของกระบวนการออกแบบการสร้างทางวิศวกรรม

วิธีการออกแบบสร้างงานทางวิศวกรรมนั้น ในเชิงการปฏิบัติได้แบ่งขั้นตอนงานออกแบบเป็น 7 ขั้นตอนดังนี้

(1) การกำหนดงานและการเปลี่ยนแปลงลักษณะ

(2) การกำหนดหน้าที่

(3) การศึกษาทางฟิสิกส์

(4) การกำหนดคุณลักษณะเชิงการสร้าง

(5) การพิจารณาขอบเขตของสิ่งแทรกซ้อน

(6) การตัดสินใจในทางเลือก

(7) การออกแบบสร้างรวมทั้งหมด

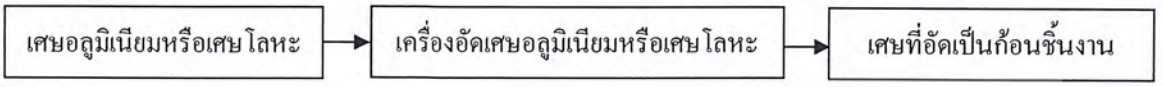
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.1 ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดงานและการเปลี่ยนแปลงลักษณะ

(1) ชื่อโครงงาน : เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ

(2) การกำหนดงาน : เศษจากงานขึ้นรูปโดยการ กลึง กัด ไส กัด ต้องการอัดให้ได้เป็นก้อนไม่แตกยุ่ย

(3) การจัดการข้อมูล



รูปที่ 3.2 แสดงการกำหนดงานและการเปลี่ยนแปลงลักษณะของโครงงาน

(4) คุณลักษณะก่อนเข้าเครื่อง : เศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ ยาวไม่เกิน 40 mm.

(5) ความต้องการการคาดหวัง : ขนาดและน้ำหนักของเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ ที่ถูกอัดเป็นก้อนมีขนาดเท่า ๆ กัน

(6) คุณลักษณะหลังเข้าเครื่อง : อัดเป็นก้อนมีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 60 % ของชิ้นงาน

3.2.4.2 ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดโครงสร้างหน้าที่

(1) ชื่อโครงงาน : การสร้างเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ

(2) การกำหนดงาน : เศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ ที่ถูกเก็บรวบรวมไว้ในภาชนะต่าง ๆ มีลักษณะเป็นเศษเล็ก ๆ น้อย ๆ ต้องการนำมาอัดให้เป็นก้อน ต้องการโครงงานอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ

(3) การเตรียมการของงาน : แผนลำดับหน้าที่

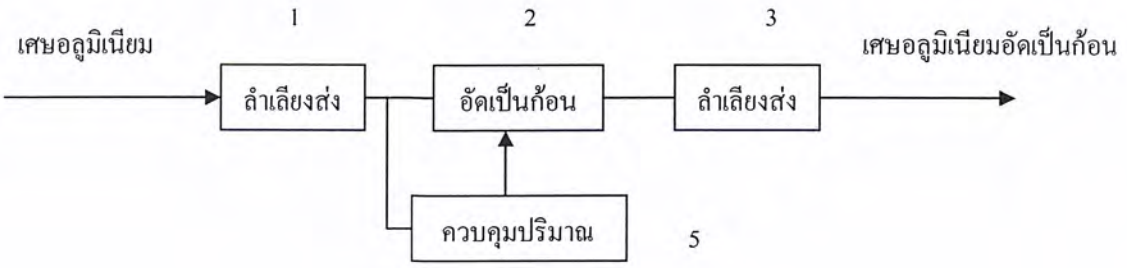
โครงการออกแบบนี้การเปลี่ยนแปลงหลัก คือ การเปลี่ยนวัสดุ ซึ่งจะกำหนดในแผนลำดับหน้าที่เป็นประการแรกโดยจะเขียนแยกออกเป็นรายการย่อย ๆ ซึ่งจะจัดการทำให้เศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะนั้นถูกอัดเป็นก้อน ๆ

ตารางที่ 3.1 แผนลำดับในการอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ

ลำดับหน้าที่	การเปลี่ยนแปลงกระบวนการ	การเปลี่ยนแปลงพลังงาน
(1) ลำเลียงส่ง (2) อัดให้เป็นก้อน (3) ลำเลียงออก	(4) กระบวนการเริ่ม / หยุด (5) ควบคุมปริมาณเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ	- พลังงานสำหรับการทำงานของแต่ละหน้าที่ในการเปลี่ยนแปลงวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างหน้าที่



รูปที่ 3.3 แสดงโครงสร้างหน้าที่ของเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ

3.2.4.3 ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาหลักการพื้นฐานทางฟิสิกส์

(1) ชื่อโครงงาน : เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ

(2) การกำหนดงาน : เศษกลึงจะถูกอัดเป็นก้อนมีความหนาแน่นไม่น้อยไปกว่า 50% ของความหนาแน่นของเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะชนิดนั้น ๆ

ในการอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะต่าง ๆ ให้เป็นก้อนนั้น ยังไม่มีทฤษฎีอะไรที่จะกำหนดออกมาว่าจะใช้แรงประเภทไหน ใช้แรงเท่าไร แต่จากการทดลองพบว่าปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อความหนาแน่นของเศษอลูมิเนียมมีอยู่ด้วยกัน คือ (1) ขนาดของแรงที่ใช้อัด

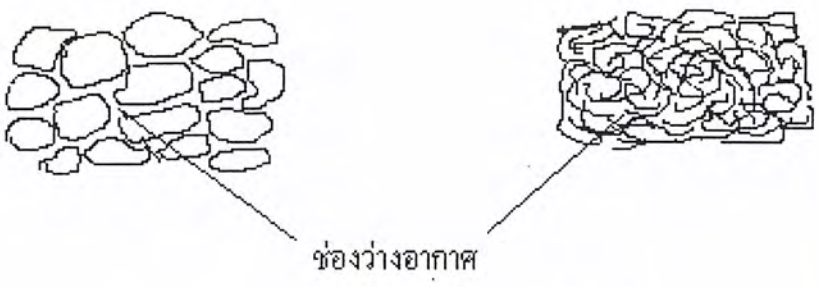
(2) ขนาดของท่อแม่พิมพ์

ผลจากการทดลองจะได้ว่า ถ้าเราให้ขนาดของแรงคงที่ ขนาดของแม่พิมพ์ ถ้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูงที่มากขึ้นจะทำให้ไม่สามารถอัดเศษอลูมิเนียมให้เป็นก้อนได้ จากการกลับไปค้นคว้า ทำให้พบว่าสาเหตุของการที่ขนาดของแม่พิมพ์ใหญ่ขึ้นแล้วมีผลทำให้ไม่สามารถอัดเศษอลูมิเนียมให้เป็นก้อนได้

(1) การไหลตัวของวัสดุที่อัด

(2) ขนาดและรูปร่างและคุณสมบัติของวัสดุ

การไหลตัวของวัสดุที่อัดนั้น หากมีการไหลตัวที่ดีจะทำให้ ขนาดของแรงอัดน้อยลงและขนาดและรูปร่างของวัสดุ นั้นจะมีผลกระทบกับการอัดคือ ในกรณีที่วัสดุมีรูปร่างที่ไม่สม่ำเสมอกัน จะทำให้มีช่องอากาศมาก การอัดตัวจะทำได้ไม่ดี คือ เกิดแรงดันอากาศต้านแรงกด



รูปที่ 3.4 แสดงถึงขนาดของช่องอากาศที่เกิดขึ้นกับวัสดุผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.3.1 ผลการทดลองการอัดเศษอลูมิเนียม

จากคุณสมบัติของอลูมิเนียมแท่ง

$\varnothing$	=	100×50	mm
m	=	1,060	gm
V	=	392.6	cm3
ρ	=	2.7	gm/cm^3

หา % การอัดตัวและ ค่าความหนาแน่น

ถ้าเรากำหนดความดันคงที่

ความหนาแน่นของแท่งอลูมิเนียมหล่อ = 2.7 gm/cm^3

จากชิ้นงานทดลอง

$\varnothing$	=	23	mm
h	=	10	mm
m	=	8	gm

หาปริมาตรทรงกระบอก

$$V = \frac{\pi \times d^2 \times h}{4} \quad (cm^3) \qquad (3.1)$$

เมื่อ V = ปริมาตรทรงกระบอก (cm^3)

d = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)

h = ความสูง (mm)

$$V = \frac{\pi \times (23)^2 \times (10)}{4} cm^3$$

$$= 4.15265 \quad cm^3$$

หาความหนาแน่นของชิ้นงาน

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \left(gm/cm^3\right) \qquad (3.2)$$

เมื่อ ρ = ความหนาแน่นของชิ้นงาน $\left(gm/cm^3\right)$

m = มวล (gm)

V = ปริมาตรของชิ้นงาน (cm3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\rho = \frac{8}{4.15265}$$

$$= 1.926 \quad gm/cm^3$$

คิดเป็นความหนาแน่นของแท่งอลูมิเนียมอัดเปรียบเทียบกับอลูมิเนียมหล่อ

$$\frac{100 \times 1.926}{2.72} = 70.8\ \%$$

จากชิ้นงานทดลอง $\varnothing = 23$ mm

$h = 15$ mm

$m = 13$ gm

จากสูตร (3.1) $V = \frac{\pi \times d^2 \times h}{4}$ (cm^3)

$$= \frac{\pi \times (23)^2 \times (15)}{4}$$

$$= 6.23 \quad cm^3$$

ความหนาแน่นของชิ้นงาน

จากสูตร (3.2) $\rho = \frac{m}{V}$ gm/cm^3

$$= \frac{13}{6.23}$$

$$= 2.08 \quad gm/cm^3$$

คิดเป็นความหนาแน่นของแท่งอลูมิเนียมอัดเปรียบเทียบกับแท่งอลูมิเนียมหล่อ

$$\frac{100 \times 2.08}{2.72} = 77.03\ \%$$

เราต้องการกำหนดงานให้เศษอลูมิเนียมมีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 50 % ของอลูมิเนียมแท่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หา % การอัดตัวของชิ้นงานจริง

กำหนดให้ ชิ้นงานจริงมีขนาด

$\varnothing = 5.2$ cm

$h = 3$ cm

จากสูตร (3.1) $V = \frac{\pi \times d^2 \times h}{4}$ (cm^3)

$= \frac{\pi \times (5.2)^2 \times (3)}{4}$

$= 63.68$ cm^3

ประมาณอัตราส่วนน้ำหนักของชิ้นงานทดลองต่อ h ที่ความดัน 80 bar $\approx$ 0.8 gm/mm

อัตราส่วนพื้นที่ของชิ้นงานจริงกับชิ้นงานทดลอง

$$\frac{A_{\text{จริง}}}{A_{\text{ทดลอง}}} = \frac{\left[\frac{\pi \times d^2}{4}\right]}{\left[\frac{\pi \times d^2}{4}\right]}$$

$$= \frac{(5.2)^2}{(2.3)^2}$$

$= 5.11$ เท่า

$\therefore m = 0.8 \times 30 \times 5$

$= 122.64$ gm

จากสูตร (3.2) $\rho = \frac{m}{V}$ $\left(gm/cm^3\right)$

$= \frac{122.64}{63.68}$

$= 1.926$ gm/cm^3

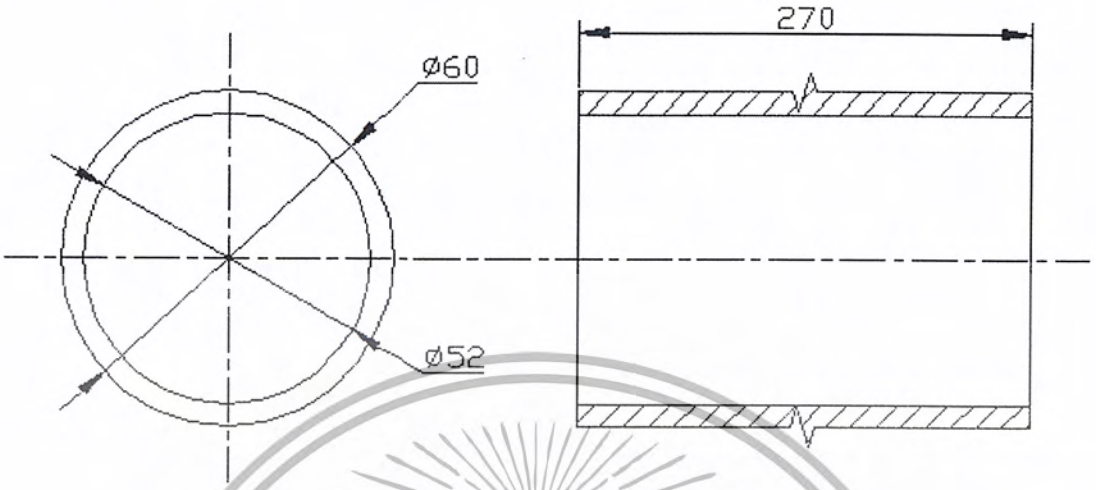
คิดเป็นความหนาแน่นของแท่งอลูมิเนียมอัดเปรียบเทียบกับแท่งอลูมิเนียมหล่อ

$\frac{100 \times 1.926}{2.72} = 71.03\ \%$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.2.4.3.2 การคำนวณหาขนาดความหนาของท่อ



รูปที่ 3.5 แสดงขนาดของท่อกลวง

ท่อไม่มีตะเข็บวัสดุ St 35 แรงดึงที่จุดคล้ำตัว = 235 N/mm^2

โดยที่ F = 10 T

$= 10 \times 10^3 \times 9.81$

= 98,100 N

หาพื้นที่หน้าตัดของท่อกลวง

$$A = \frac{\pi}{4} \times \left(D^2 - d^2\right) \quad (cm^2) \qquad (3.3)$$

เมื่อ A = พื้นที่หน้าตัดของท่อกลวง (cm^2)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ ภายนอก (cm)

d = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ ภายใน (cm)

$$A = \frac{\pi}{4} \times \left((60)^2 - (52)^2\right)$$

$= 703.72 \quad mm^2$

$= 70.372 \quad cm^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55638

หาแรงกระทำต่อท่อกลวง

จากสูตร (2.2) $P = \frac{F}{A} \quad \left(N/m^2\right)$

$= \frac{(98100)}{(70.372)}$

$= 1{,}394.73 \quad N/cm^2$

$= 1{,}394.73 \times (100^2)$

1 bar $= 10^5 \quad N/m^2$

$= 139.473 \times 10^5 \quad N/m^2$

3.2.4.3.3 การคำนวณหาความเค้นภายในท่อผนังหนา

หาความเค้นภายในท่อผนังหนา

$$\sigma\theta = \frac{a^2 \times P_1}{b^2 - a^2} \times \left(1 + \frac{b^2}{r}\right) \quad \left(N/mm^2\right) \qquad (3.4)$$

เมื่อ $\sigma\theta$ = ความเค้นเชิงเส้นรอบวง $\left(N/mm^2\right)$

a = รัศมีภายใน (mm)

b = รัศมีภายนอก (mm)

P_1 = ความดันภายใน $\left(N/m^2\right)$

โดยที่ a = 52 mm

b = 60 mm

$P_1 = 139.473 \times 10^5 \quad N/m^2$

หาความเค้นเชิงเส้นรอบวง ในแต่ละจุดของท่อ

ที่ r = 52 mm

จากสูตร (3.4) $\sigma\theta = \frac{a^2 \times P_1}{b^2 - a^2} \times \left(1 + \frac{b^2}{r}\right) \quad \left(N/mm^2\right)$

$= \frac{(0.052)^2 \times (139.473 \times 10^5)}{(0.06)^2 - (0.052)^2} \times \left(1 + \frac{(0.06)^2}{(0.052)}\right)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 4{,}188.9\times10^{4}\times\left(1+\frac{(0.06)^{2}}{(0.052)}\right)$$

$$= 9{,}760.114\times10^{4} \quad N/m^{2}$$

$$= 97.6 \quad N/mm^{2}$$

ที่ r = 56 mm

จากสูตร (3.4) $\sigma\theta = \frac{(0.052)^{2}\times(139.473\times10^{5})}{(0.06)^{2}-(0.052)^{2}}\times\left(1+\frac{(0.06)^{2}}{(0.056)}\right)$

$$= 4{,}188.9\times10^{4}\times\left(1+\frac{(0.06)^{2}}{(0.056)}\right)$$

$$= 8{,}998\times10^{4} \quad N/m^{2}$$

$$= 89.98 \quad N/mm^{2}$$

ที่ r = 60 mm

จากสูตร (3.4) $\sigma\theta = \frac{(0.052)^{2}\times(139.743\times10^{5})}{(0.06)^{2}-(0.052)^{2}}\times\left(1+\frac{(0.06)^{2}}{(0.060)}\right)$

$$= 4{,}188.9\times10^{4}\times\left(1+\frac{(0.06)^{2}}{(0.06)}\right)$$

$$= 8{,}380\times10^{4} \quad N/m^{2}$$

$$= 83.8 \quad N/mm^{2}$$

$\therefore \sigma\theta$ ที่จุด r = 52 mm มีค่ามากสุดคือ 97.6 N/mm^{2}

การทนแรงดึงที่จุดล้าของ St 35 = 235 N/mm^{2}

= 2.4 เท่า

$\therefore$ ใช้ท่อเหล็กขนาดมาตรฐาน St 35 $\varnothing_{นอก}$ = 60 mm

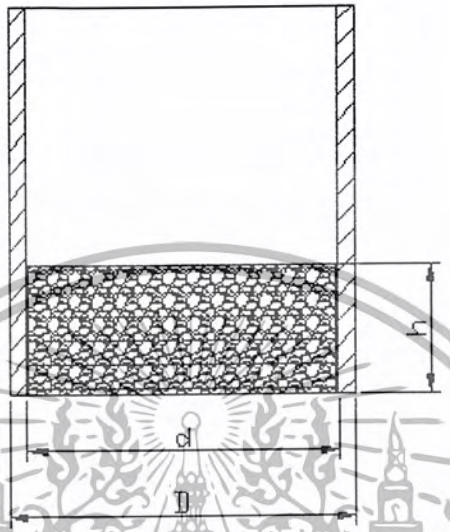
$\varnothing_{ใน}$ = 52 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.4 ขั้นตอนที่ 4 การกำหนดคุณลักษณะเชิงโครงสร้าง

(1) ชื่อโครงงาน : เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ

(2) การกำหนดงาน : เศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ ถูกอัดเป็นก้อน ดังรูป



รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ ถูกอัดเป็นก้อน

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของ	Mold	(d)	=	52	mm
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของ	Mold	(D)	=	60	mm
แรงอัดที่ใช้		P	=	7	Ton
ความเร็วอัด		V	=	1.027	cm/sec

(3) การดำเนินของงาน

กำหนดให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของงานเท่ากับ 60 mm การเคลื่อนที่ ทิศทางของแรง กำหนดได้อิสระ ตำแหน่งของแม่พิมพ์กำหนดได้อิสระ งานในส่วนนี้คือ การกำหนดลักษณะ และทิศทางการเคลื่อนที่ของแรงกับตำแหน่งของแม่พิมพ์จะมีความสัมพันธ์กัน โดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่า ทิศทางของแรงในการอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ จะเป็นไปได้ในแนวแกนตั้ง และแกนนอน

3.2.4.5 ขั้นตอนที่ 5 การพิจารณาขอบเขตของสิ่งแทรกซ้อน

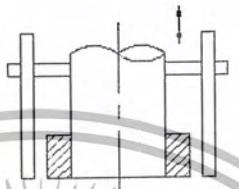
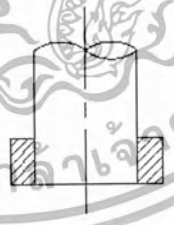
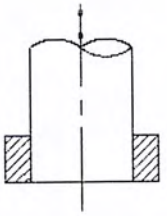
(1) ชื่อโครงงาน : เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ

(2) การกำหนดงาน : นำเอาลักษณะการทำงานที่เลือกในขั้นตอนที่ 4 นั้นมาพิจารณาถึงสิ่งที่แทรกซ้อน ที่คาดว่าน่าจะเกิดขึ้น การค้นหาสิ่งแทรกซ้อนที่คาดว่าจะเกิดขึ้น คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

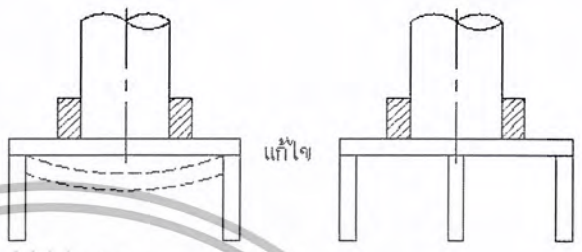
กระบอกอัด และแม่พิมพ์เกิดการสึกหรอเมื่อใช้ไปนาน ๆ

ตารางที่ 3.2 แสดงสิ่งแทรกซ้อนและแนวทางแก้ไขกระบอกอัด และแม่พิมพ์เกิดการสึกหรอเมื่อใช้ไปนาน

สิ่งแทรกซ้อน	แนวทางแก้ไข
(1) การออกแบบสร้าง สิ่งแทรกซ้อนที่เกิดจาก จุดศูนย์กลางของแม่พิมพ์และกระบอกอัดไม่ตรงกัน	วิธีการทำให้จุดศูนย์กลางของแม่พิมพ์และกระบอกอัดตรงกัน  ใช้แกนบังคับตำแหน่ง กำหนดระยะให้แม่พิมพ์ปรับระยะได้ กำหนดให้จุดศูนย์กลางตรงกันแล้วยึดให้แน่น
(2) สิ่งแทรกซ้อนจากวัสดุสร้างเกิดออกไซด์ของโลหะสนิมเหล็ก	เลือกวัสดุที่มีความต้านทานการเกิดออกไซด์มาก  ออกแบบให้มีการบำรุงรักษาได้ง่าย
(3) สิ่งแทรกซ้อนในอุปกรณ์การทนต่อแรงที่มากระทำของวัสดุ	 เลือกวัสดุที่มีความแข็งแรงสูงและเพิ่มความหนาของแม่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แสดงสิ่งแทรกซ้อนและแนวทางแก้ไขโครงสร้างของเครื่อง

สิ่งแทรกซ้อน	แนวทางแก้ไข
(1) การออกแบบสร้าง เกิดสิ่งแทรกซ้อนที่จุดออกแบบต่าง ๆ ทำให้โครงเครื่องเกิดความเสียหาย	ทำการเพิ่มพื้นที่รับแรง 
(2) สิ่งแทรกซ้อนจากวัสดุสร้าง เกิดออกไซด์	ทำการทาสี
(3) สิ่งแทรกซ้อนในอุปกรณ์ เกิดจากภาวะโหลดที่ยังกำหนดไม่ได้ตายตัว เช่น น้ำหนักของกระบอกไฮดรอลิกส์	ประมาณภาวะโหลดที่คาดว่าจะเกิดขึ้นและในขั้นตอนการคำนวณให้เพิ่มค่าความปลอดภัยมากน้อย ตามความเสี่ยง

3.2.4.6 ขั้นตอนที่ 6 การตัดสินใจ

(1) ชื่อโครงงาน : เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ

(2) การกำหนดงาน : เป็นการตัดสินใจเลือกในขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา ในด้านของคุณลักษณะที่เหมาะสมในด้านเทคนิค ทั้งในด้านคุณภาพของงานและความแข็งแรงของโครงสร้าง

ในการออกแบบนั้นจะต้องพิจารณาถึงลักษณะโดยทั่ว ๆ ไป ของเครื่องจักรก่อนว่าเครื่องอัดที่ใช้ในปัจจุบันว่าแยกออกเป็นกี่ประเภท แล้วพิจารณาว่าแบบใดเหมาะสมกับการแก้ปัญหาของโครงงาน จากนั้นพิจารณาย่อยลงไปถึงรายละเอียดในการหาทางเลือกอื่น ๆ ในการออกแบบที่ตรงกับประเด็น ข้อกำหนดหรือขอบเขตของปัญหาที่เราได้วางเอาไว้ แล้วทำการวิเคราะห์ประเมินผลหาทางเลือกที่ดีที่สุด เครื่องอัดที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบัน มีลักษณะโดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- เครื่องอัดในแนวตั้ง (Vertical System)
- เครื่องอัดในแนวนอน (Horizontal System)

ซึ่งระบบการทำงานของเครื่องอัดทั้ง 2 ระบบนี้ จะมีคล้ายกัน เพียงแต่ลักษณะการอัดอยู่ในแนวตั้งกับแนวนอนเท่านั้น โดยทั้งสองแบบนี้จะมีข้อดี ข้อเสียแตกต่างกันออกไป ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสียของเครื่องอัดเครื่องอัดในแนวตั้ง (Vertical System)

ข้อดี	ข้อเสีย
(1) ใช้เนื้อที่ในการทำงานน้อย (2) เหมาะสมกับเครื่องอัดที่มีขนาดเล็ก (3) ง่ายต่อการออกแบบ	(1) การใส่เศษกลึงมีข้อจำกัดมากกว่า (2) แท่งเศษเศษอลูมิเนียมออกยากกว่าในกรณีอัดในแนวนอน (3) ค่าใช้จ่ายในการสร้างมากกว่าแบบแนวนอน

ตารางที่ 3.5 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสียของเครื่องอัดในแนวนอน (Horizontal System)

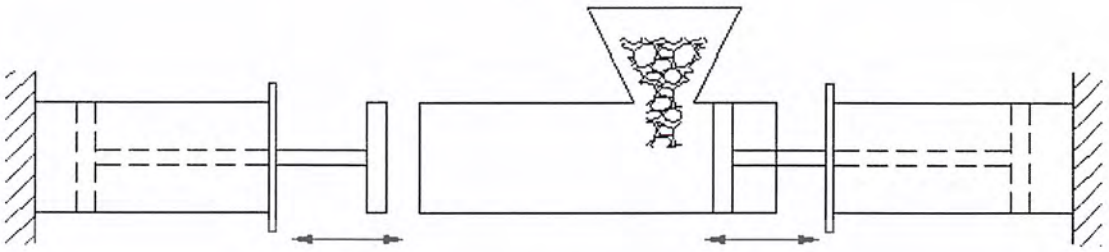
ข้อดี	ข้อเสีย
(1) การออกแบบไม่ซับซ้อนยุ่งยากและการจับยึดอุปกรณ์ต่าง ๆ ทำได้ง่ายกว่า (2) เหมาะสำหรับเครื่องอัดที่มีอุปกรณ์ต่าง ๆ มากมาย (3) การนำเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ เข้าและออกทำได้ง่ายกว่า	(1) แรงที่ใช้อัดจะได้แรงน้อยกว่าเมื่อเทียบกับเครื่องอัดในแนวตั้ง (2) โครงสร้างของเครื่องต้องมีความแข็งแรงกว่าเครื่องอัดในแนวตั้ง (3) โครงสร้างของเครื่องต้องมีความแข็งแรงมากกว่าในแนวตั้ง

จากการวิเคราะห์ข้อดี – ข้อเสียของเครื่องอัดในแนวตั้ง และแนวนอนแล้ว พร้อมทั้งคำนึงถึงความต้องการและขอบเขตความสามารถของเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะแล้วจะเห็นได้ว่า เครื่องอัดในแนวนอนมีความเหมาะสมมากกว่า ดังนั้นเราจึงเลือกออกแบบลักษณะต่าง ๆ ของเครื่องอัดในแนวนอน เพื่อทำการวิเคราะห์และประเมินผลทางเลือกที่ได้ต่อไป

การออกแบบเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะที่จะนำเสนอต่อไปนี้ มีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป 4 แบบด้วยกัน ซึ่งในแต่ละแบบจะกล่าวถึงการทำงานและข้อดี - ข้อเสีย เอาไว้เพื่อเปรียบเทียบความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ รวมถึงค่าใช้จ่ายในด้านต่าง ๆ ในแต่ละทางเลือกเป็นค่าวัสดุด้วย แล้วจึงเลือกแบบที่ตรงกับความต้องการมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.6.1 เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ แบบที่ 1



รูปที่ 3.7 แสดงเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ แบบที่ 1

ขั้นตอนการทำงาน

(1) ใส่เศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ ที่ช่องด้านบนของเครื่องอัด

(2) ลูกสูบด้านขวาและซ้ายจะเลื่อนเข้ามาเพื่อทำการอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ ให้เป็นก้อนชิ้นงาน

(3) เมื่ออัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะได้ที่แล้ว จึงหยุดการเคลื่อนที่ของลูกสูบ

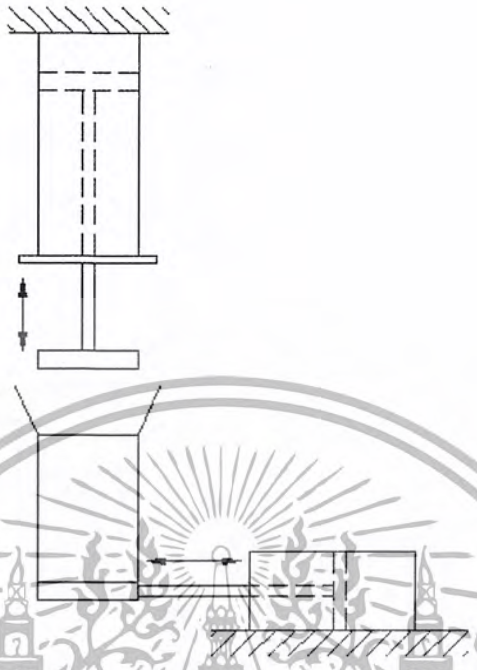
(4) แล้วถอยลูกสูบด้านขวาออก จากนั้นลูกสูบด้านซ้ายจะดันเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ ออกเครื่อง จากนั้นบังคับให้ลูกสูบเคลื่อนที่เข้าสู่ตำแหน่งเดิม เพื่อเริ่มกระบวนการใหม่

ตารางที่ 3.6 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสีย เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ แบบที่ 1

ข้อดี	ข้อเสีย
(1) การนำเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ ออกจากเครื่องทำได้สะดวก (2) สามารถอัดเศษเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะต่อเนื่องได้หลายครั้ง ถ้าต้องการความหนาแน่นเพิ่ม	(1) สิ้นเปลืองวัสดุ ในการสร้างและการผลิต (2) การดำเนินการอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะมีหลายขั้นตอนทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน (3) ลักษณะของเครื่อง วางในแนวนอนทำให้สิ้นเปลืองพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.6.2 เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ แบบที่ 2



รูปที่ 3.8 แสดงเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ แบบที่ 2

ขั้นตอนการทำงาน

(1) ใส่เศษอลูมิเนียมหรือเศษ โลหะ ที่ช่องใส่เศษของเครื่องอัด

(2) ลูกสูบด้านบนของเครื่อง จะเคลื่อนที่ลงมาเพื่อกดอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษ โลหะ ให้เป็นชิ้นงาน

(3) เมื่อทำการอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษ โลหะ ได้ที่แล้ว หยุดการเคลื่อนที่ของลูกสูบ

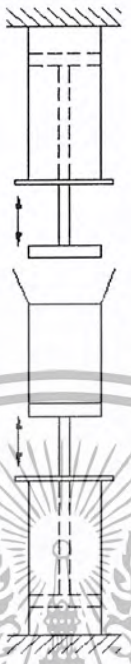
(4) ลูกสูบด้านล่างก็จะเคลื่อนที่ออก ลูกสูบด้านบนก็จะเคลื่อนที่ ลงมาต่อ เพื่อให้แท่งเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ หล่นลงมา จากนั้นก็บังคับให้ลูกสูบเคลื่อนที่กลับสู่ตำแหน่งเดิม เพื่อเริ่มกระบวนการใหม่

ตารางที่ 3.7 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสีย เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ แบบที่ 2

ข้อดี	ข้อเสีย
(1) การนำเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ ออกจากเครื่องทำได้สะดวก (2) สามารถอัดเศษเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะต่อเนื่องได้หลายครั้ง ถ้าต้องการความหนาแน่นเพิ่ม (3) ง่ายต่อการออกแบบและการผลิต	(1) มีข้อจำกัดในด้านความแข็งแรงของ ก้านของลูกสูบด้านล่าง ในกรณีที่ต้องการความหนาแน่นของชิ้นงานมาก ๆ (2) ลูกสูบด้านบน ทำให้เครื่องจักรมีขนาดสูง ซึ่งไม่ตรงกับความต้องการหลัก และทำให้ทำงานยาก (3) ชิ้นงานอาจจะหล่นลงมาจากเครื่อง ทำให้ชิ้นงานที่ได้อาจจะเกิดความเสียหาย และไม่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.6.3 เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ แบบที่ 3



รูปที่ 3.9 แสดงเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ แบบที่ 3

ขั้นตอนการทำงาน

(1) ใส่เศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ ที่ช่องใส่เศษของเครื่องอัด

(2) ลูกสูบด้านบน จะเคลื่อนที่ลงมา เพื่อทำการอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ ให้เป็นชิ้นงาน

(3) เมื่ออัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะได้ที่แล้ว หยุดการเคลื่อนที่ของลูกสูบด้านบน

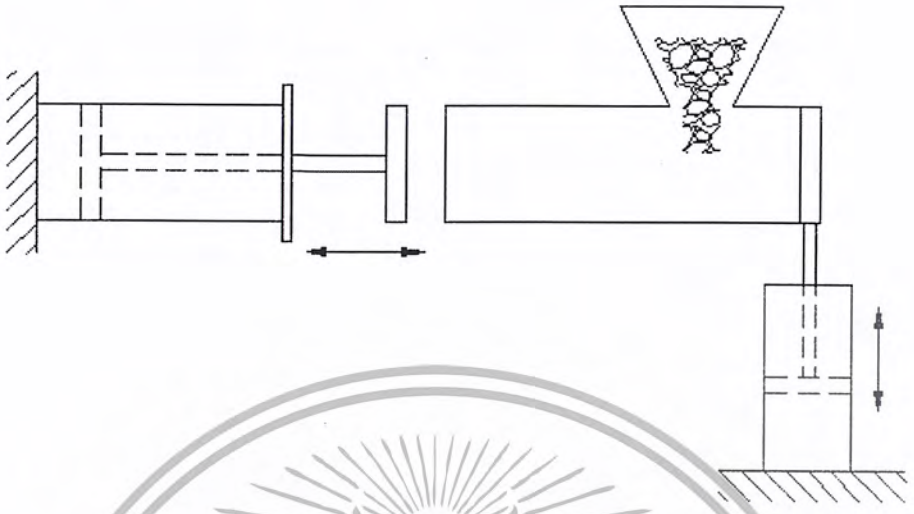
(4) สั่งให้ลูกสูบด้านบนถอยกลับตำแหน่งเดิม แล้วสั่งให้ลูกสูบด้านล่าง เคลื่อนที่ขึ้น เพื่อดันชิ้นงานออกจากเครื่อง หยิบชิ้นงานออก จากนั้นบังคับให้ลูกสูบเคลื่อนที่กลับสู่ตำแหน่งเดิม เพื่อเริ่มกระบวนการใหม่

ตารางที่ 3.8 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสีย เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ แบบที่ 3

ข้อดี	ข้อเสีย
(1) การนำเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ ออกจากเครื่องทำได้สะดวก ถ้าเครื่องไม่มีความสูงมากนัก (2) ง่ายต่อการออกแบบและการผลิต (3) มีขนาดเล็กกะทัดรัด แต่มีความสูงมาก	(1) การทำการอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะทำได้เพียงครั้งเดียว ไม่สามารถใส่เศษเพิ่ม เมื่อต้องการความหนาแน่นของชิ้นงานเพิ่มขึ้น (2) ลูกสูบอยู่ด้านบน และด้านล่าง ของเครื่องทำให้เครื่องมีขนาดเล็กก็จริง แต่ก็มีความสูงเพิ่มมากขึ้น (3) สิ้นเปลืองพลังงาน ในการดำเนินกระบวนการ เพราะมีการทำงานหลายขั้นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.6.4 เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ แบบที่ 4



รูปที่ 3.10 แสดงเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ แบบที่ 4

ขั้นตอนการทำงาน

(1) ใส่เศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ ที่ช่องใส่เศษของเครื่องอัด

(2) ลูกสูบด้านซ้ายจะเคลื่อนที่ เพื่ออัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ ให้เป็นชิ้นงาน

(3) เมื่ออัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะได้ที่แล้ว หยุดการเคลื่อนที่ของลูกสูบ

(4) ลูกสูบด้านล่างจะเคลื่อนที่ลงมา เพื่อให้ฝาผนังเปิดออก จากนั้นลูกสูบด้านซ้ายจะเคลื่อนที่ เพื่อนำชิ้นงานออกจากเครื่อง จากนั้นบังคับให้ลูกสูบเคลื่อนที่กลับตำแหน่งเดิม เพื่อเริ่มกระบวนการใหม่

ตารางที่ 3.9 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสีย เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ แบบที่ 4

ข้อดี	ข้อเสีย
(1) การนำเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ ออกจากเครื่องทำได้สะดวก (2) ง่ายต่อการออกแบบและการผลิต (3) มีขนาดเล็กกะทัดรัด และสามารถปรับเปลี่ยนขนาดได้ตามต้องการ (4) สามารถทำการอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะต่อเนื่องได้หลายครั้ง ถ้าต้องการความหนาแน่นของชิ้นงานเพิ่ม	(1) อาจเกิดปัญหาในบริเวณก้านของลูกสูบ เมื่อทำการอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ (2) ช่องใส่เศษยังมีปัญหา ของการเคลื่อนตัวของเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ถึง ข้อดี – ข้อเสีย ของเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ ในแต่ละแบบนั้น สามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจเพื่อเลือกแบบที่เหมาะสม และตรงความต้องการ จะเห็นได้ว่า เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะแบบที่ 4 มีข้อดีที่ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้เป็นส่วนใหญ่ แต่ก็ยังมีข้อเสียอยู่ด้วย

ข้อเสียที่เด่นชัดของเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ แบบที่ 4 คือกรณีอาจเกิดปัญหาในบริเวณก้านของลูกสูบ เมื่อทำการอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะนั้น จึงจำเป็นต้องมีการคำนวณความแข็งแรงที่ก้านของลูกสูบจะสามารถรับได้ เพื่อเป็นการยืนยันว่า เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะที่ออกแบบนั้นสามารถรับภาระที่เกิดขึ้นได้ ข้อเสียประการที่ 2 คือ เมื่อเราทำการใส่เศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะลงไปในช่องใส่เศษนั้น บางครั้งเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะนั้น มีการไหลลงไปที่ตัวแม่พิมพ์ได้ลำบาก ในการออกแบบนั้นจึงได้มีการเพิ่มอุปกรณ์ที่ช่วยในเรื่องที่เศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะนั้น จะไหลลงเข้าไปได้สะดวกขึ้น เพิ่มขึ้นมา

3.3 ระบบไฮดรอลิกส์

3.3.1 การออกแบบระบบวงจรไฮดรอลิกส์สำหรับเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ

ในการออกแบบวงจรไฮดรอลิกส์ จำเป็นต้องทราบถึงความต้องการต่าง ๆ เช่น ความดัน อัตราการไหล ความเร็วของลูกสูบ แรงที่ต้องการ กำลังที่ใส่เข้าไปในระบบ เป็นต้น

3.3.1.1 หาแรงที่กระบอกสูบต้องใช้

จากสูตร (2.2) $P = \frac{F}{A} \quad \left(N/m^2\right)$

จากการทดลองเราจะได้

$P = 80 \text{ bar}$

$80 \text{ N/cm}^2 = \frac{F}{81.073} \quad N/cm^2$

$F = (80) \times (81.073)$

$= 64{,}858.4 \text{ N}$

$= 64.8584 \text{ kN}$

กระบอกสูบต้องทนแรงได้ $> 7 \text{ Ton}$

จากที่คำนวณเลือกใช้ Hydraulics ทนแรง 10 Ton

จากการทดลองเราใช้เครื่อง Press ที่ทนแรงได้ 30 ตัน ทดลองกดเศษอลูมิเนียมในแม่พิมพ์ขนาด 23 mm เศษจะเริ่มอัดตัวที่ความดัน 50 bar แต่ยังไม่ค่อยแน่นนัก เราเพิ่มความดันที่ 80 bar เศษอลูมิเนียมจะยึดเกาะกันแน่น

3.3.1.2 หาความเร็วของลูกสูบที่เลื่อนสุด

เราเลือกใช้ปั๊ม $= 5 \text{ liter/min}$

$V = \frac{5{,}000}{81.073} \quad \frac{cm^3/min}{cm^2}$

$= 61.672 \text{ cm/min}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำเป็น ต่อ วินาที $V = \frac{(61.672)}{(1/60)} \frac{cm/min}{min/sec}$

$= 1.027$ cm/sec

โดยที่ 1.027 cm/sec $\approx$ 1 cm/sec

$\therefore$ ลูกสูบเลื่อนสุดใช้เวลาประมาณ = 25 sec

3.3.1.3 หากำลังที่กระบอกสูบให้ออกมา

$$P_{ab} = Q \times P \quad (W) \qquad (3.5)$$

เมื่อ P_{ab} = กำลังที่กระบอกสูบให้ออกมา (W)

Q = กำลังขับของปั๊ม (cm^3/min)

P = แรงดัน (N/cm^2)

$P_{ab} = 5{,}000 \times 800 \quad \frac{cm^3/min}{N/cm^2}$

$= 4 \times 10^6 \quad N \cdot cm/min$

ทำเป็น Watt $= \frac{4 \times 10^6}{60 \times 100}$

$\therefore$ กำลังที่กระบอกสูบให้ออกมา = 666.67 W

3.3.1.4 หากำลังที่ใส่เข้าไปให้กระบอกสูบ

$$P_{ZN} = \frac{P_{ab}}{\text{ประสิทธิภาพ}} \quad (W) \qquad (3.6)$$

เมื่อ P_{ZN} = กำลังที่ใส่เข้าไปให้กระบอกสูบ (W)

P_{ab} = กำลังที่กระบอกสูบให้ออกมา (W)

ประสิทธิภาพ แบบ Gear Pump = 0.8 – 0.91

แบบ Screw Pump = 0.7 – 0.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังที่ใส่เข้าไปให้กระบอกสูบ $\left(P_{ZN}\right)$

แบบ Gear Pump = 833.34 W

แบบ Screw Pump = 952.40 W

จำเป็นต้องใช้แรงประมาณ = $1\frac{1}{4}$ แรง

3.3.1.5 เลือกพิจารณาปั๊มไฮดรอลิกส์ (Hydraulics Pump)

ปั๊มไฮดรอลิกส์ ทำหน้าที่ดูดและส่งน้ำมันจากถังเก็บน้ำมันไฮดรอลิกส์ไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบปั๊มไฮดรอลิกส์ มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดมีข้อเสียที่แตกต่างกัน เราเลือกที่จะพิจารณา

- Gear Pump แบบ External 60-160 bar
- Screw Pump 25-160 bar

จากเครื่องอัดแท่งเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ เราได้ออกแบบเลือกขนาดของลูกสูบ ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 cm

หาพื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ

$$\frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{\pi \times (6)^2}{4}$$

$$= 28.26 \text{ cm}^2$$

หาขนาดของปั๊มไฮดรอลิกส์

จาก $Q = V \times A$

$V = 0.6$ m/min

$d = 60$ mm

$$Q = 0.6 \times \frac{\pi \times \left(60^2\right)}{4} \times 10^{-3}$$

$$= 1.69$$

$\therefore$ ขนาดของปั๊มไฮดรอลิกส์ = 2 L/min

แต่เนื่องจากไม่สามารถหาปั๊มไฮดรอลิกส์ที่มีขนาดเท่าที่คำนวณได้ จึงเลือกใช้ปั๊มไฮดรอลิกส์ขนาด 5 L/min

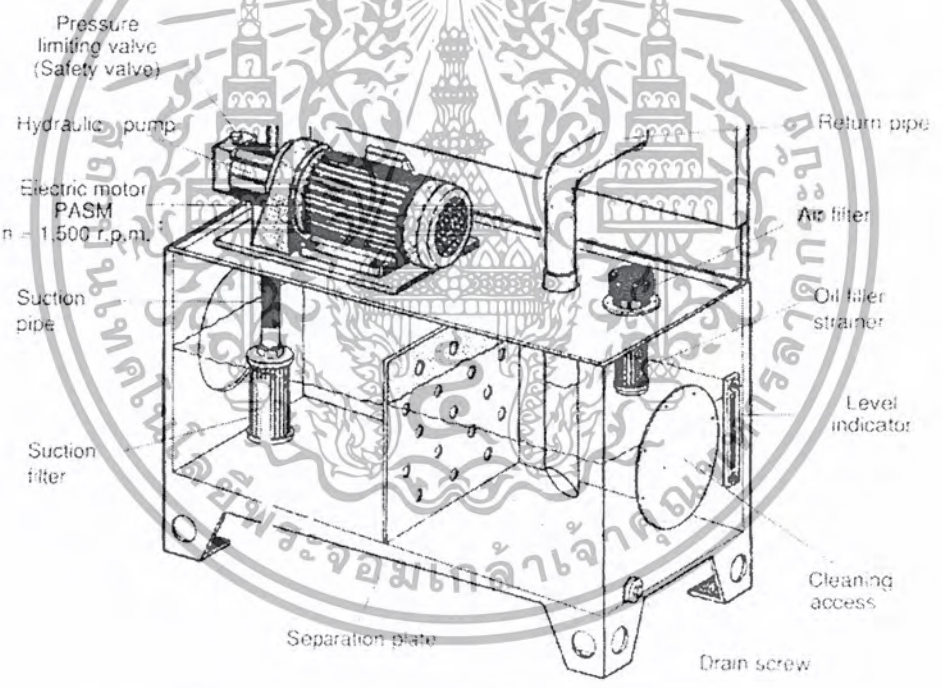
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.6 หาปริมาณน้ำมัน

เป็นบริเวณส่วนเก็บน้ำมันไฮดรอลิกส์ ที่จะนำไปใช้ในระบบการทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ทั้งหมด ถังพักนี้จะทำหน้าที่ระบายความร้อนจากน้ำมันที่ไหลกลับจากการทำงานในระบบ เป็นตัวทำให้ฟองอากาศค่อย ๆ หมดไปก่อนจะถูกดูดไปใช้งานใหม่ จะเป็นตัวช่วยทำความสะอาดน้ำมัน ขจัดสิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่ติดกลับมา

การเก็บน้ำมัน การจ่ายน้ำมันในระบบไฮดรอลิกส์ เมื่อลูกสูบทำงานระดับน้ำมันไฮดรอลิกส์จะลดต่ำลง และเมื่อลูกสูบกลับตำแหน่งเดิมระดับน้ำมันไฮดรอลิกส์จะสูงขึ้น ดังนั้น จำนวนน้ำมันจะต้องเพียงพอและต้องคำนวณให้เพียงพอกับจำนวนกระบอกสูบ ในกรณีที่มีหลายกระบอกสูบ อีกด้วย การระบายความร้อนในน้ำมัน ความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบไฮดรอลิกส์ เกิดขึ้นได้หลายด้านด้วยกัน เช่น การสูญเสียกำลังกลในปั๊ม มอเตอร์ แบริ่ง การเสียดทานของกระบอกสูบ น้ำมันที่ด้านแรงสปริงและไหลลงถังในวาล์วควบคุมความดัน วาล์วควบคุมทิศทาง

การตกตะกอนของน้ำมัน การไหลของน้ำมันผ่านท่อต่าง ๆ ใช้ความเร็วประมาณ 20 ฟุตต่อนาที และจะรวมเอาพวกตะกอน และสิ่งสกปรกต่าง ๆ ให้หลุดออกไปจากท่อด้วย ส่วนการกำจัดอากาศนั้น อากาศที่อยู่ในระบบจะถูกกำจัดออกเมื่อถึงจังหวะน้ำมันกลับลงสู่ถัง



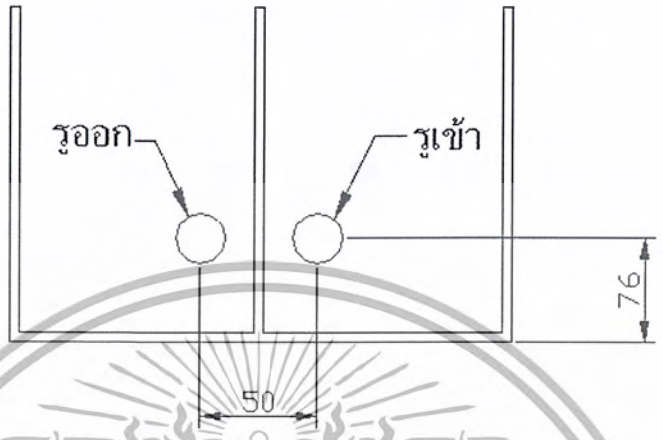
รูปที่ 3.11 แสดงส่วนประกอบของถังน้ำมันไฮดรอลิกส์ (วันชัย จันทรวงศ์, 2540)

ขนาดของถังพักขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

- ขนาดของปั๊มที่ดูดจ่ายน้ำมัน
- ความร้อนที่เกิดจากน้ำมันที่ถูกนำไปใช้งาน
- สถานที่ติดตั้งหรือใช้งาน
- ระยะเวลาที่น้ำมันถูกดูดไปใช้ในแต่ละครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณของน้ำมันที่ถูกปั๊มดูดไปใช้งาน 3-5 นาที ต้องมีปริมาณเพียงพอที่จะใช้ได้ ฉะนั้น ถังพักน้ำมันไฮดรอลิกส์ ควรต้องมีขนาดความจุที่เพียงพอ และควรเผื่อปริมาณน้ำมันที่ในถังพักไว้เป็น 4 เท่าของกำลังดูดของปั๊ม เช่น ปั๊มไฮดรอลิกส์ขนาด 5 ลิตร ถังน้ำมันไฮดรอลิกส์ก็ควรจะ 20 ลิตร เป็นต้น



รูปที่ 3.12 แสดงลักษณะถังน้ำมัน

ปริมาตรถังน้ำมัน = $Q \times 4$

= 5×4

= 20 L

∴ เลือกใช้ถังน้ำมัน ขนาด 25×50×25 = 31,250 cm^3

เพราะถังน้ำมัน ต้องมีขนาดเป็น 4 เท่าของ Pump (Pump = 5) เลือกใช้ถังน้ำมันเป็นแบบสี่เหลี่ยมเพราะมีความสามารถถ่ายเทความร้อนและอากาศได้ดี

3.3.1.7 หาขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า

$$\text{Power} = \frac{Q \times P}{\eta_n \times \eta_p} \quad \text{(HP)} \qquad (3.7)$$

เมื่อ Power = ขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า (HP)

Q = ขนาดของปั๊มไฮดรอลิกส์ $\left(L/\min\right)$

P = แรงดัน $\left(N/cm^2\right)$

η_n, η_p = ประสิทธิภาพ (η_p = 80%, η_n = 80%, ปั๊มใหม่)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{Power} = \frac{5\times\left(80\times10^{5}\right)\times10^{-3}}{0.8\times0.8}$$

$$= \frac{(62{,}500)}{(60)} \quad \text{N. m/min}$$

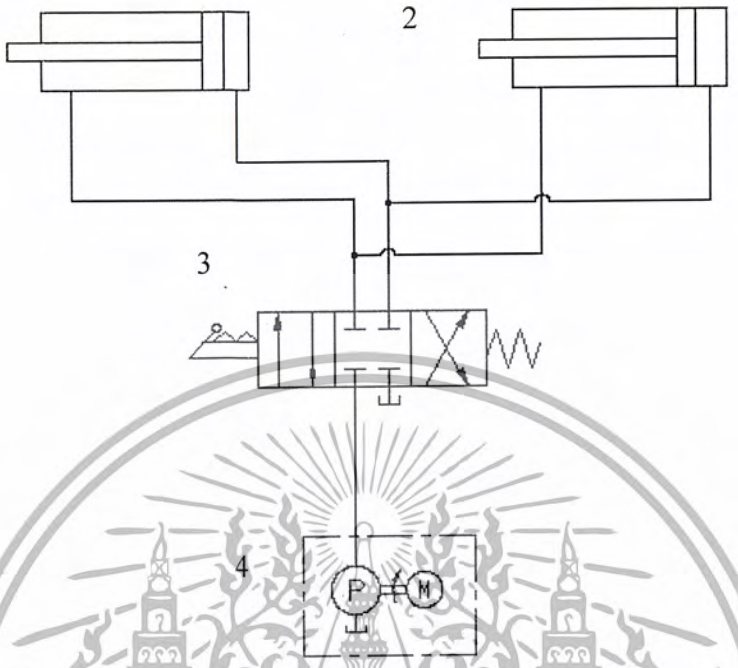
$$= \frac{(1{,}041.67)}{(746)}$$

$\therefore$ ขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า $\approx 1\frac{1}{2}$ HP

แต่ขนาดจริงที่ได้ดำเนินการเลือกใช้ $= 2$ HP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 วงจรควบคุมระบบไฮดรอลิกส์



รูปที่ 3.13 แสดงวงจรควบคุมระบบไฮดรอลิกส์เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ

รายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฮดรอลิกส์ (รูปที่ 3.1) มีดังนี้

(1) กระบอกสูบชนิดทำงานสองทาง ก้านสูบเดียว

- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ	60	mm
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้านสูบ	38.10	mm
- ช่วงชักของกระบอกสูบ	254	mm

(2) กระบอกสูบชนิดทำงานสองทาง ก้านสูบเดียว

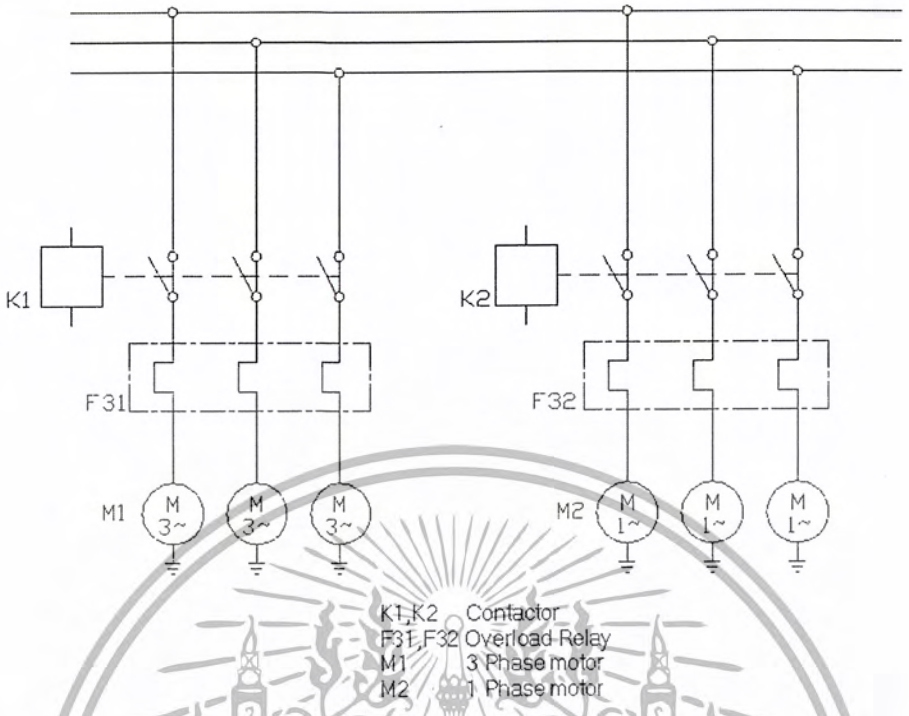
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ	52	mm
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้านสูบ	25.4	mm
- ช่วงชักของกระบอกสูบ	127	mm

(3) วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 4 ทาง 3 ตำแหน่ง บังคับการทำงานด้วยคันโยก รูต่อ P ต่อถึงกันกับรูต่อ R และกลับตำแหน่งกลางด้วยสปริง

(4) ชุดต้นกำลัง

- ปั๊มไฮดรอลิกส์	ขนาด	5	L/min
- ถังเก็บน้ำมัน	ขนาด	25×50×25	cm^3
- มอเตอร์ไฟฟ้า	ขนาด	2	HP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



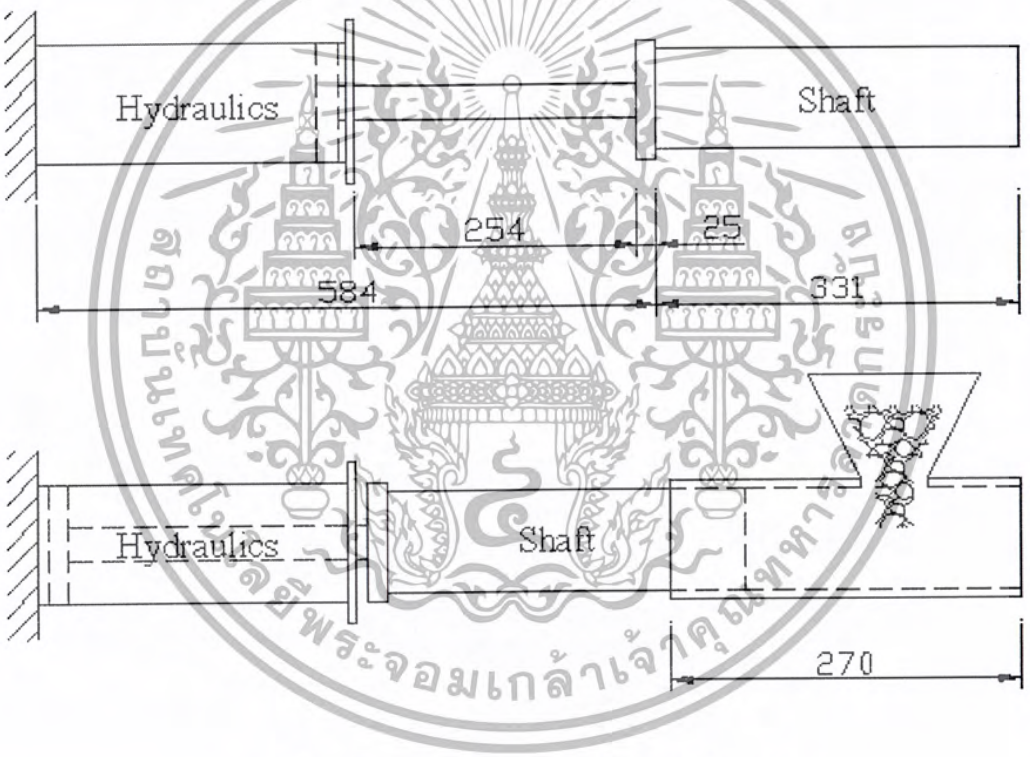
รูปที่ 3.14 แสดงวงจรควบคุมระบบวาล์ว 4/3 ของเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ

รูปที่ 3.15 แสดงวงจรควบคุมระบบลิมิตสวิตช์ของเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การเลือกกระบอกสูบ

กระบอกสูบที่เลือกใช้ จะมีระยะช่วงชัก	=	254	mm
ระยะความยาวของกระบอก	=	305	mm
ความหนาช่วงหน้าแปลนประกบกับเพลาตัน	=	25	mm
ระยะยืดสุด	=	584	mm
ตัวเครื่อง มีระยะความยาว	=	915	mm
เพลาตัน มีระยะความยาว	=	331	mm
∴ ระยะเพลาตันรวมระยะยืดสุดของกระบอกสูบ	=	915	mm
จะทำให้ช่วงของ กระบอกกลวงมีปลายของ เพลาตันคงไว้	=	16	mm
∴ ความยาวของกระบอกกลวง	=	270	mm



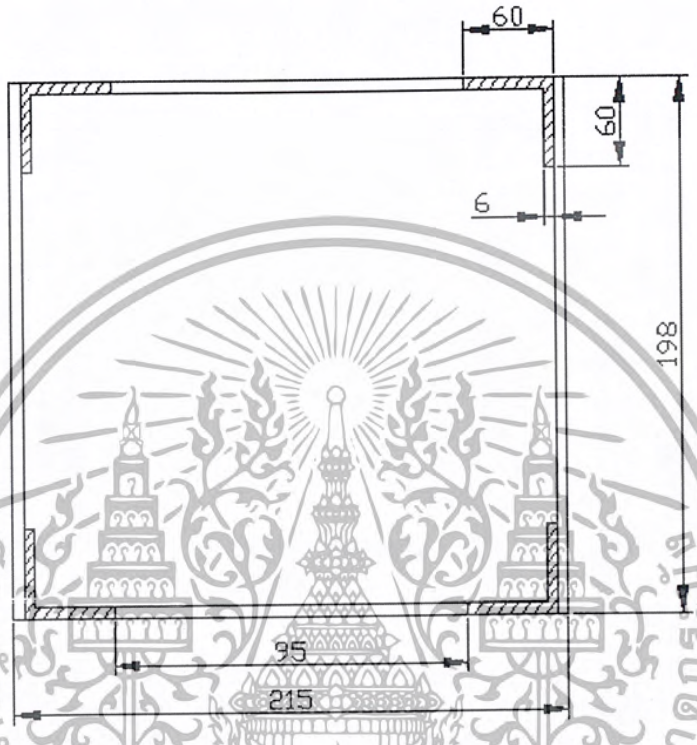
รูปที่ 3.16 แสดงลักษณะระยะกระบอกสูบและท่อกลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การคำนวณหาความแข็งแรงของเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ

3.4.1 โครงเครื่อง

เลือกใช้ เหล็ก St 37-2 ทนแรงดึงที่จุดล้าตัว 235 N/mm^2



รูปที่ 3.17 แสดงลักษณะขนาดโครงเครื่อง

หาขนาดพื้นที่หน้าตัดโครงเครื่อง

$$A = (198 \times 215) - (95 \times 6 \times 4) - (186 \times 203)$$

$$A = 2{,}532 \quad mm^2$$

จากสูตร (2.2) $$\sigma = \frac{F}{A} \quad \left(N/m^2\right)$$

$$= \frac{(98{,}100)}{(2{,}535)}$$

$$= 38.74 \quad N/mm^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราเลือกใช้ เหล็ก St37-2 มีความสามารถรับแรงดึงที่จุดล้าตัว 235 N/mm^2

σ ของเหล็ก St37-2 เปรียบเทียบกับ σ โครงเครื่อง แล้วจะได้

$$\frac{\sigma_{St37-2}}{\sigma_{Mechine}} = \frac{235}{38.74}$$

$$= 6.07 \text{ เท่า}$$

3.4.2 หาความเค้นที่เกิดที่ประตูด้านหน้า

รูปที่ 3.18 แสดงลักษณะและขนาดประตู

หาความเค้นที่เกิดขึ้น

$$\sigma_y = \frac{MC}{I} \quad \left(N/m^2\right) \tag{3.8}$$

เมื่อ σ_y = ความเค้น $\left(N/m^2\right)$

M = Bending moment $(N \cdot m)$

I = Second moment of area $\left(m^4\right)$

C = ระยะจาก neutral axis ไปยังระดับที่ต้องการหา (m)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

$$I = \frac{b \times h^3}{12} \quad \left(m^4\right) \tag{3.9}$$

เมื่อ I = Second moment of area $\left(m^4\right)$

b = ความกว้าง (m)

h = ความหนา (m)

โดยที่ $b = 0.015$ m

$h = 0.0.198$ m

$I = 9.70 \times 10^{-6}$ m^4

$C = \frac{h}{2}$ m

$= \frac{198}{2}$ m

$= 99 \times 10^{-3}$ m

ความเค้นที่เกิดขึ้น $\sigma_y = \frac{(4{,}639.75) \times \left(99 \times 10^{-3}\right)}{\left(9.10 \times 10^{-6}\right)}$

$= 47{,}558{,}273.2$ N/m^2

$= 47.56$ N/mm^2

เราเลือกใช้ เหล็ก St37-2 มีความสามารถรับแรงดึงที่จุดล้าตัว 235 N/mm^2

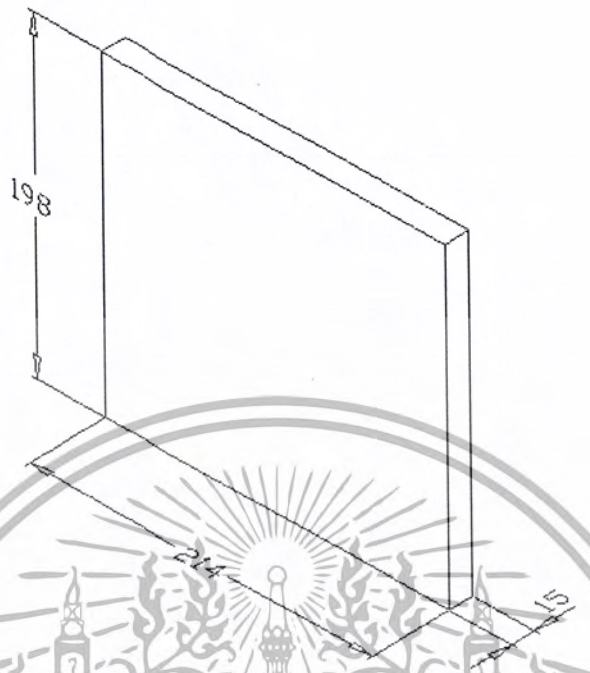
σ ของเหล็ก St37-2 เปรียบเทียบกับ σ ประตู แล้วจะได้

$$\frac{\sigma_{St37-2}}{\sigma_{Door}} = \frac{235}{47.56}$$

$= 4.94$ เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 หาความเค้นที่เกิดที่ฝาด้านหลัง



รูปที่ 3.19 แสดงลักษณะและขนาดฝาหลัง

จากสูตร (3.9)

$$I = \frac{b \times h^3}{12} \quad \left(m^4\right)$$

$$= \frac{(0.01) \times (0.198)^3}{12}$$

$$= 6.47 \times 10^{-6} \quad m^4$$

$$C = \frac{h}{2} \quad m$$

$$= \frac{198}{2} \quad m$$

$$= 99 \times 10^{-3} \quad m$$

จากสูตร (3.8)

$$\sigma_y = \frac{MC}{I} \quad \left(N/m^2\right)$$

$$= \frac{(10,496.7) \times \left(99 \times 10^{-3}\right)}{\left(6.47 \times 10^{-6}\right)}$$

$$= 160,614,111.3 \quad N/m^2$$

$$= 160.61 \quad N/mm^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

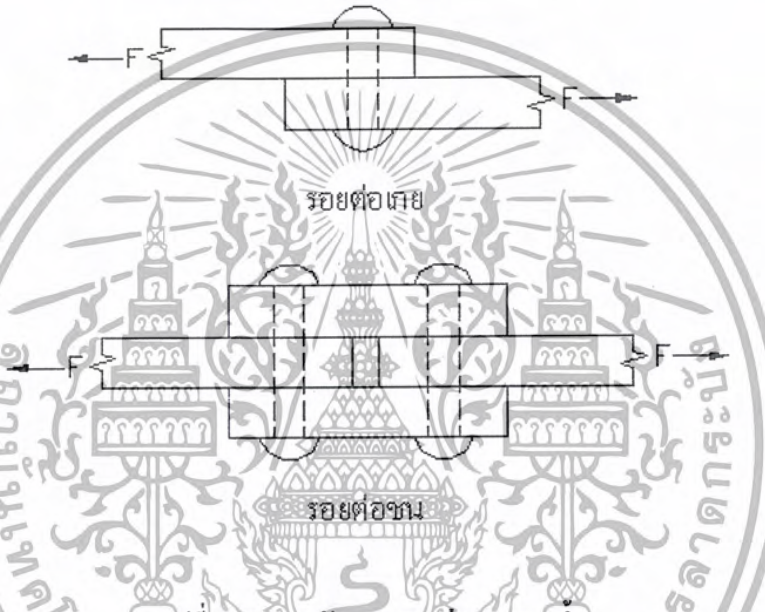
เราเลือกใช้ เหล็ก St37-2 มีความสามารถรับแรงดึงที่จุดคล้ำตัว 235 N/mm^2

σ ของเหล็ก St37-2 เปรียบเทียบกับ σ ฝาหลัง แล้วจะได้

$$\frac{\sigma_{St37-2}}{\sigma \text{ ฝาหลัง}} = \frac{235}{160.61}$$

$$= 1.463 \text{ เท่า}$$

3.4.4 หาความเค้นที่สลักยึดกระบอกไฮดรอลิกส์



รูปที่ 3.20 แสดงลักษณะรอยต่อของหมุดย้ำ

ความเค้นที่สลักยึดกระบอกไฮดรอลิกส์

$$\tau = \frac{P}{2A} \quad \left(N/m^2\right) \qquad (3.10)$$

เมื่อ τ = ความเค้นเฉือน $\left(N/m^2\right)$

P = แรงกระทำ (N)

A = พื้นที่หน้าตัด $\left(m^2\right)$

โดยที่ P = 98,100 N

สลักมีเส้นผ่านศูนย์กลาง = 24 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\tau = \frac{(98{,}100)}{2\times\left(\frac{\pi\times 0.24^2}{4}\right)}$$

$$= 108.45 \quad N/mm^2$$

เราเลือกใช้ เหล็ก St37-2 มีความสามารถรับแรงดึงที่จุดล้าตัว 235 N/mm^2

σ ของเหล็ก St37-2 เปรียบเทียบกับ τ สลัก แล้วจะได้

$$\frac{\sigma_{St37-2}}{\tau} = \frac{235}{108.45}$$

$$= 2.17 \quad \text{เท่า}$$

3.4.5 หาแรงที่จะเกิดการ **Buckling** ที่ก้านสูบ

รูปที่ 3.21 แสดงบริเวณที่อาจเกิดการ Bucking ของก้านสูบ

หาแรงที่จะเกิดการ Buckling ที่ก้านสูบ

$$P_e = \frac{\pi^2\times E\times I}{(L_e)^2} \quad (N) \qquad (3.11)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ P_e = แรงที่จะเกิดการ Buckling ที่ก้านสูบ (N)

Ram L_e = ความยาว (ปลายทั้งสองด้านใส่หมุด) (m)

E = โมดูลัสของความยืดหยุ่น $\left(GN/m^2\right)$

I = Second moment of area $\left(m^4\right)$

พื้นที่หน้าตัดทรงกระบอก

$$I = \frac{\pi \times (d)^4}{64} \qquad \left(m^4\right) \qquad (3.12)$$

เมื่อ I = Second moment of area $\left(m^4\right)$

b = เส้นผ่านศูนย์กลาง (m)

โดยที่ ความยาวของก้านสูบ = 127 mm

สมมุติวัสดุเป็น15Cr3, σy = 440 N/mm^2

E สำหรับเหล็ก = 200 GN/m^2

จากสูตร (2.2) $\sigma = \frac{F}{A} \qquad \left(N/m^2\right)$

$$= \frac{(98,100)}{\left(\frac{\pi \times d^2}{4}\right)}$$

d = 16.85 mm

จากสูตร (3.12) $I = \frac{\pi \times (16.85)^4}{64}$

$= 4,097.7 \quad mm^4$

$$P_e = \frac{\pi^2 \times (200,000) \times (4,097.7)}{(127)^2} \qquad \frac{N}{mm^2} \times \frac{mm^4}{mm^2}$$

$= 500,981.9 \quad N$

$P_e > P$

∴ก้านสูบจึงอยู่ในสภาวะสมดุลเสถียร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 การคำนวณหาความแข็งแรงแนวเชื่อม

การต่อโดยการเชื่อมเป็นการต่อชิ้นส่วนแบบถอดไม่ได้ และเป็นการต่อชิ้นส่วนที่ง่ายและประหยัด รอยเชื่อมที่จะนำมาคำนวณเป็นรอยเชื่อมที่ยึดบริเวณฝาหลังกับโครงเครื่อง ผนังด้านนอกของโครงเครื่อง ฝาหลังกับโครงเครื่อง และบริเวณฝาเจาะรูหน้าเครื่อง เนื่องจากเป็นรอยเชื่อมที่ต้องรับภาระสูงและมีความสำคัญมาก สำหรับเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะที่ได้ทำการออกแบบขึ้นมา การต่อเชื่อมแผ่นโลหะที่ใช้คือ Fillet weld และ Butt weld

ความแข็งแรงแนวเชื่อมรับแรงกระทำตั้งฉากกับแนวแรง

$$\text{ความแข็งแรงแนวเชื่อม} = t \times L \times \tau_w \times 2 \quad (N) \qquad (3.13)$$

ความแข็งแรงแนวเชื่อมรับแรงกระทำขนานกับแนวแรง

$$\text{ความแข็งแรงแนวเชื่อม} = t \times L \times \tau_w \quad (N) \qquad (3.14)$$

เมื่อ t = ความหนาของรอยเชื่อม (mm)

L = ความยาวของรอยเชื่อม (mm)

τ_w = ความสามารถรับแรงดึงที่จุดคล้ำตัว 235 $\left(N/mm^2\right)$

(1) แนวเชื่อมที่โครงสร้างเครื่อง

โดยที่ $t = 10$ mm

$= 10 \sin 45^\circ$

$= 7.07$ mm

$L = 56$ mm

$\tau_w = 235$ N/mm^2

จากสูตร (3.13) ความแข็งแรงแนวเชื่อม $= 7.07 \times 56 \times 235 \times 2$

$= 186,082.4$ N

(2) แนวเชื่อมที่โครงสร้างเครื่อง

โดยที่ $t = 10$ mm

$= 10 \sin 45^\circ$

$= 7.07$ mm

$L = 56$ mm

$\tau_w = 235$ N/mm^2

จากสูตร (3.14) ความแข็งแรงแนวเชื่อม $= 7.07 \times 56 \times 235$

$= 93,041.2$ N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) แนวเชื่อมที่โครงสร้างเครื่อง

โดยที่ $t = 10$ mm

$L = 60$ mm

$\tau_w = 235$ N/mm^2

จากสูตร (3.14) ความแข็งแรงแนวเชื่อม $= 10 \times 60 \times 235$

$= 141{,}000$ N

3.4.7 การคำนวณหาอัตราทดสุดท้ายของชุดเพลาปั่นเศษโลหะ

กำหนดให้ มอเตอร์ มีความเร็วรอบ 1,450 รอบ/นาที

อัตราทดขั้นที่ 1 จากการทดรอบของมอเตอร์ส่งต่อมายังชุดเฟืองหนอนที่มีอัตราทด(i) 10:1

ความเร็วรอบ $(n_1) = \dfrac{\text{ความเร็วรอบมอเตอร์}}{\text{อัตราทด}(i)}$

$= \dfrac{1{,}450}{10}$

$= 145$ รอบ/นาที

กำหนดให้ จำนวนฟันของเฟืองขับ $= 48$ ฟัน

จำนวนฟันของเฟืองตาม $= 15$ ฟัน

$\therefore$ จำนวนรอบของการทดขั้นสุดท้าย $= \dfrac{\frac{N}{1} \times \text{จำนวนฟันเฟืองล้อตาม}}{\text{จำนวนฟันเฟืองล้อขับ}}$

$= \dfrac{145 \times 15}{48}$

$= 46$ รอบ/นาที

ความเร็วรอบเฟืองตาม < ความเร็วรอบเฟืองหนอน จึงสามารถใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 การสร้างเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ

เมื่อดำเนินการออกแบบและกำหนดขอบเขตของเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะเรียบร้อยแล้ว นำเอาแบบมาพิจารณาถึงโครงสร้างโดยรวม เพื่อกำหนดงานที่จะต้องทำก่อนหน้าและหลัง ในการสร้างเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะนั้น เราจะทำการแบ่ง การสร้างออกเป็น 3 ส่วน

(1) สร้างและประกอบโครงสร้างทั้งหมด

(2) สร้างและประยุกต์ระบบไฮดรอลิกส์

(3) สร้างและประยุกต์ต้นกำลังขับ

4.2 ลำดับขั้นตอนในการสร้าง

(1) ฐานเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ

เลือกใช้เหล็กฉาก St37-2 ขนาดพื้นที่หน้าตัด 60×60×5 มม. ซึ่งมีคุณสมบัติความสามารถรับแรงดึงที่จุดล้าตัว 235 N/mm^2 และเมื่อนำไปพิจารณาเปรียบเทียบกับการคำนวณแล้วก็มีความสามารถที่จะทนต่อแรงกระทำที่เกิดขึ้นของเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะได้ อีกทั้งยังนำมาใช้งานได้ง่ายและสะดวก

(2) โครงสร้างเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ

(2.1) โครงเครื่อง เลือกใช้เหล็กฉาก St37-2 ขนาดพื้นที่หน้าตัด 50×50×4 มม. นำมาใช้งานได้ง่ายและสะดวก สามารถหาซื้อได้ง่าย และมีคุณสมบัติตรงตามที่ต้องการ

(2.2) ท่อกลวง ใช้เหล็กทรงกระบอก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอก 60 มม. เส้นผ่านศูนย์กลางใน 54 มม. ซึ่งตรงตามขนาดของชิ้นงานที่ต้องการ

(2.3) ชุดใส่เศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ ใช้เหล็กแผ่น St37-2 ความหนา 3 มม.

(2.4) แผ่นประคองท่อกลวงและไฮดรอลิกส์ ใช้เหล็กแผ่น St37-2 ความหนา 3 มม.

(2.5) ประตูด้านหน้าเครื่องและฝาหลังเครื่อง ใช้เหล็กแผ่น St37-2 ความหนา 15 มม.

(2.6) เพลาตัน ใช้เหล็กทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 52 มม. ความยาว 350 มม.

(3) ระบบไฮดรอลิกส์

(3.1) กระบอกสูบไฮดรอลิกส์

เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ ที่ได้ดำเนินการสร้างขึ้นมานี้ ได้ใช้ลูกสูบไฮดรอลิกส์กระบอก คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มม. ช่วงชักของกระบอกสูบ 254 มม. และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 52 มม. ช่วงชักของกระบอกสูบ 127 มม. ซึ่งแต่เดิมเป็นกระบอกสูบไฮดรอลิกส์ที่ใช้งานในรถบรรทุก ซึ่งไม่ตรงตามที่ออกแบบและคำนวณไว้ จึงต้องนำมาทำการดัดแปลงให้สามารถติดตั้งเข้ากับฝาหลังของเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะและเพลาตัน โดยการเชื่อมเหล็กซึ่งเป็นตัวยึดกระบอกสูบไฮดรอลิกส์ เพื่อยึดเข้าไปกับฝาหลังของเครื่องในบริเวณส่วนหัวของกระบอกสูบ และ ทำการตัดก้านสูบไฮดรอลิกส์ออกเพื่อให้ได้ขนาดตามต้องการ เมื่อทำการดัดแปลงเสร็จสิ้นแล้วชุดลูกสูบไฮดรอลิกส์นี้ก็สามารถติดตั้งและใช้งานได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3.2) ถังน้ำมันไฮดรอลิกส์

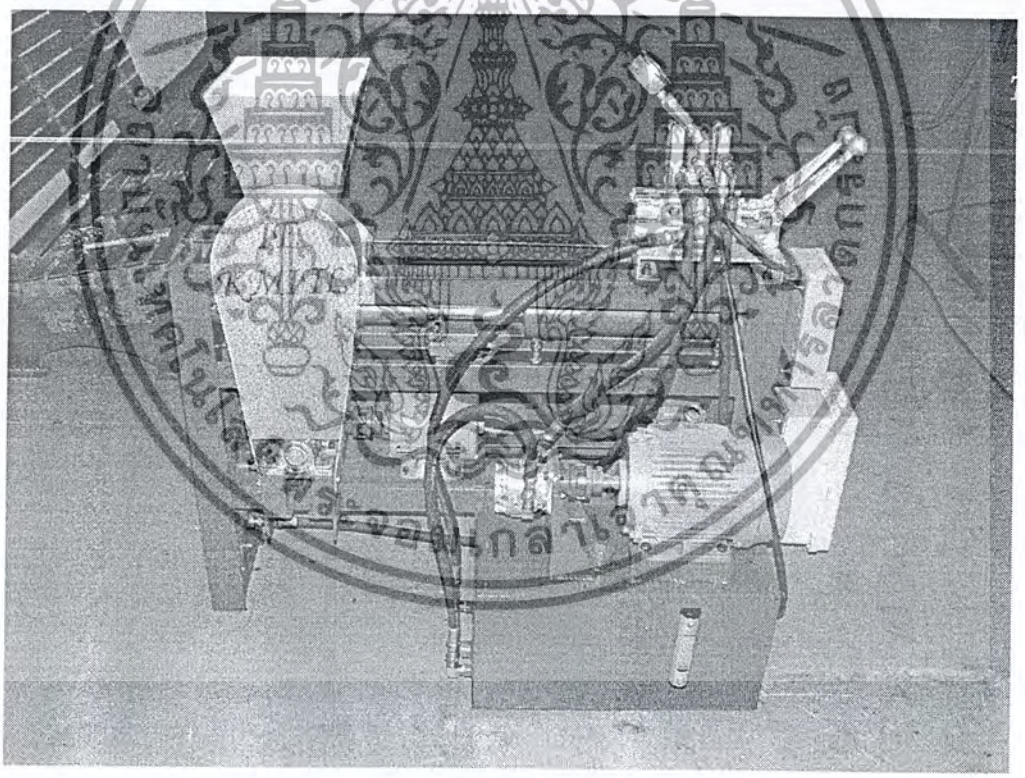
เลือกใช้เหล็กแผ่น ขนาด 25×50×25 เพราะถังน้ำมัน ต้องมีขนาดเป็น 4 เท่า ของปั้ม (ปั้ม = 5) เลือกใช้ถังน้ำมันเป็นแบบสี่เหลี่ยมเพราะมีความสามารถถ่ายเทความร้อนและอากาศได้ดี

(4) ชุดต้นกำลังของระบบไฮดรอลิกส์

ในส่วนชุดต้นกำลังของระบบไฮดรอลิกส์ได้เลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 380 โวล์ท 3 เฟส 50 เฮริทซ์ ขนาด 2 แรงม้า ซึ่งน้อยกว่าที่ได้คำนวณไว้ และใช้ปั้มไฮดรอลิกส์แบบเกียร์ปั้ม ความดันสูงสุด 200 บาร์ เมื่อทำการประกอบและทดลองการทำงาน สามารถอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะให้เป็นชิ้นงานออกมาได้ และสามารถปรับความดันที่วาล์วปลดความดันให้สูงขึ้นไปอีกได้ เมื่อต้องการแรงอัดที่เพิ่มขึ้น เมื่อลักษณะเศษโลหะมีคุณสมบัติที่อัดตัวได้ยากและเลือกใช้ มอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวล์ท 1 เฟส ขนาด 1/4 แรงม้า เป็นตัวส่งพลังงานให้กับชุดปั่นเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ ภายในบริเวณช่องใส่เศษโลหะด้วย

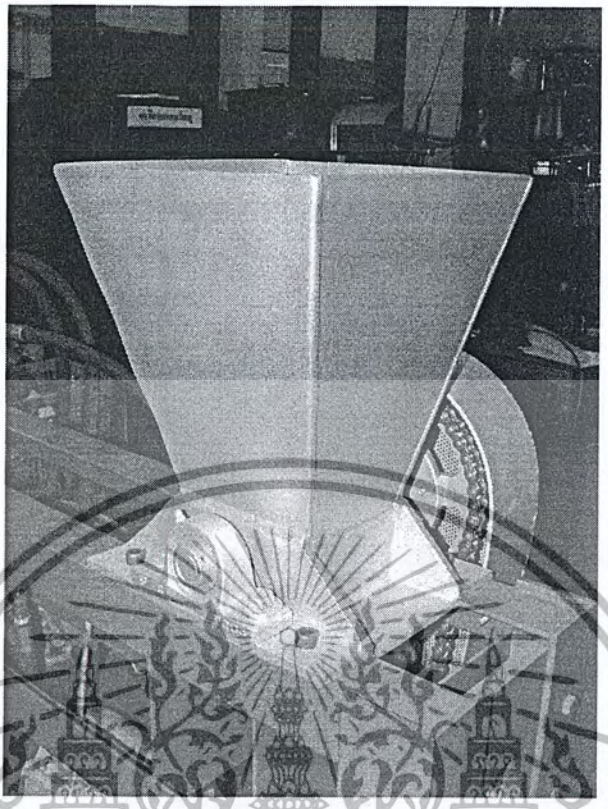
(5) ระบบควบคุมเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ

วาล์วควบคุมทิศทางเป็นแบบ 4 ทาง 3 ตำแหน่ง บังคับการทำงานด้วยคันโยกมือ รูต่อ P ต่อถึงกับรู ต่อ R และกลับตำแหน่งกลางด้วยสปริง

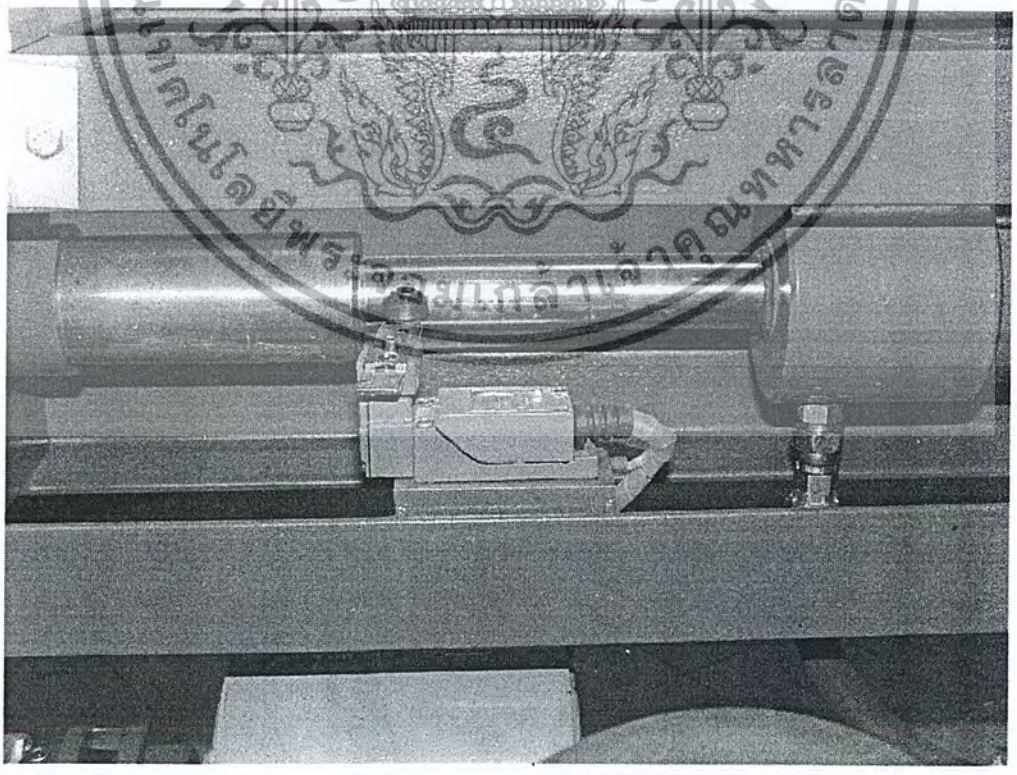


รูปที่ 4.1 แสดงเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะที่สำเร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

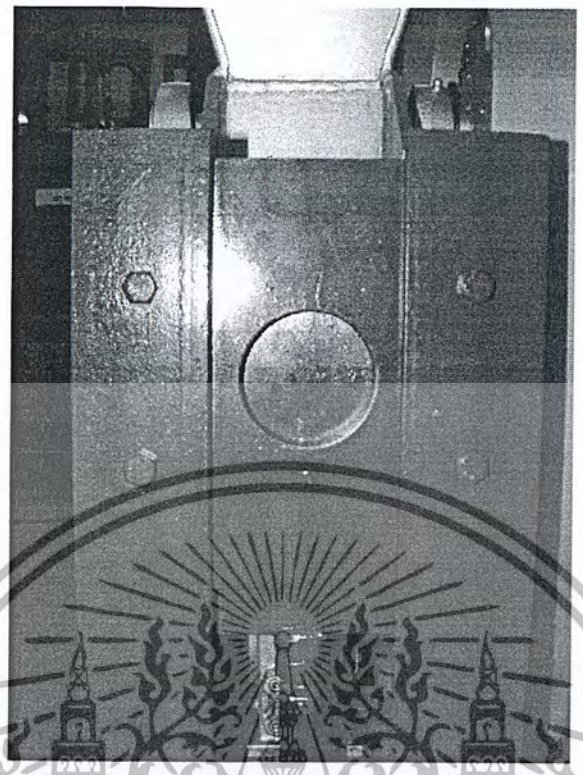


รูปที่ 4.2 แสดงชุดใส่เศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ

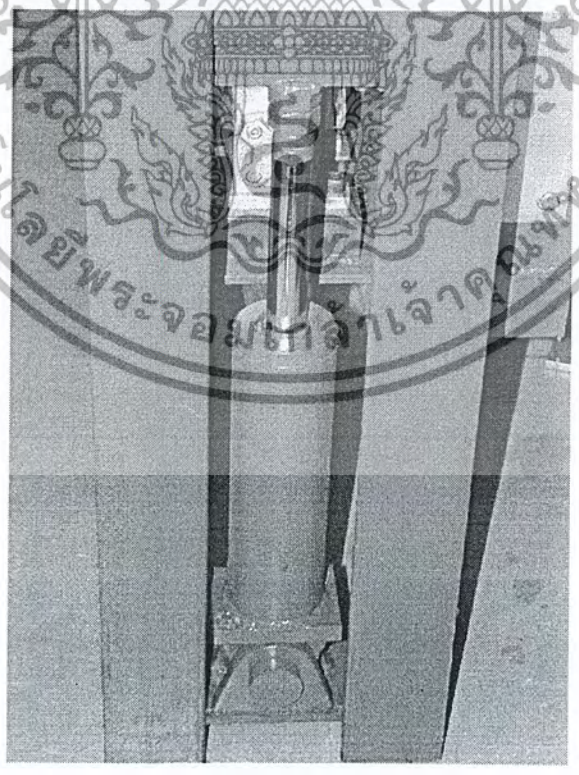


รูปที่ 4.3 แสดงเพลาตันและกระบอกไฮดรอลิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

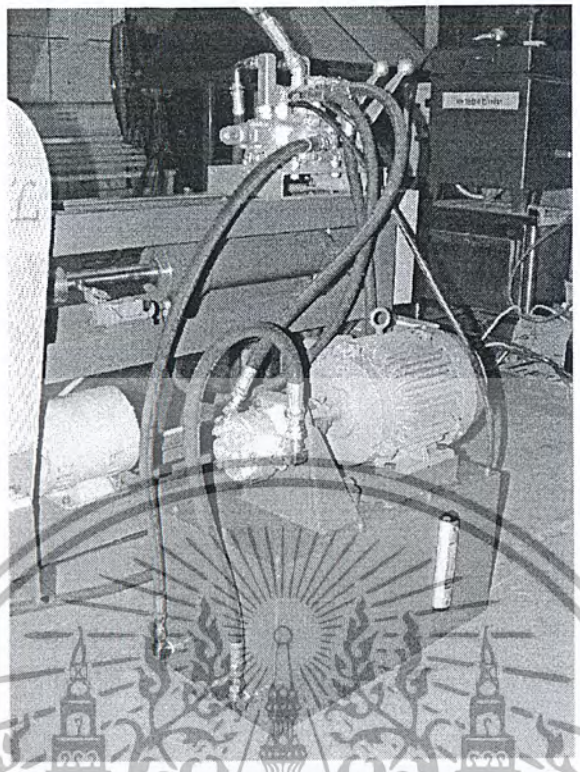


รูปที่ 4.4 แสดงประตูด้านหน้าเครื่อง



รูปที่ 4.5 แสดงกระบอกไฮดรอลิกส์ของประตูด้านหน้าเครื่อง

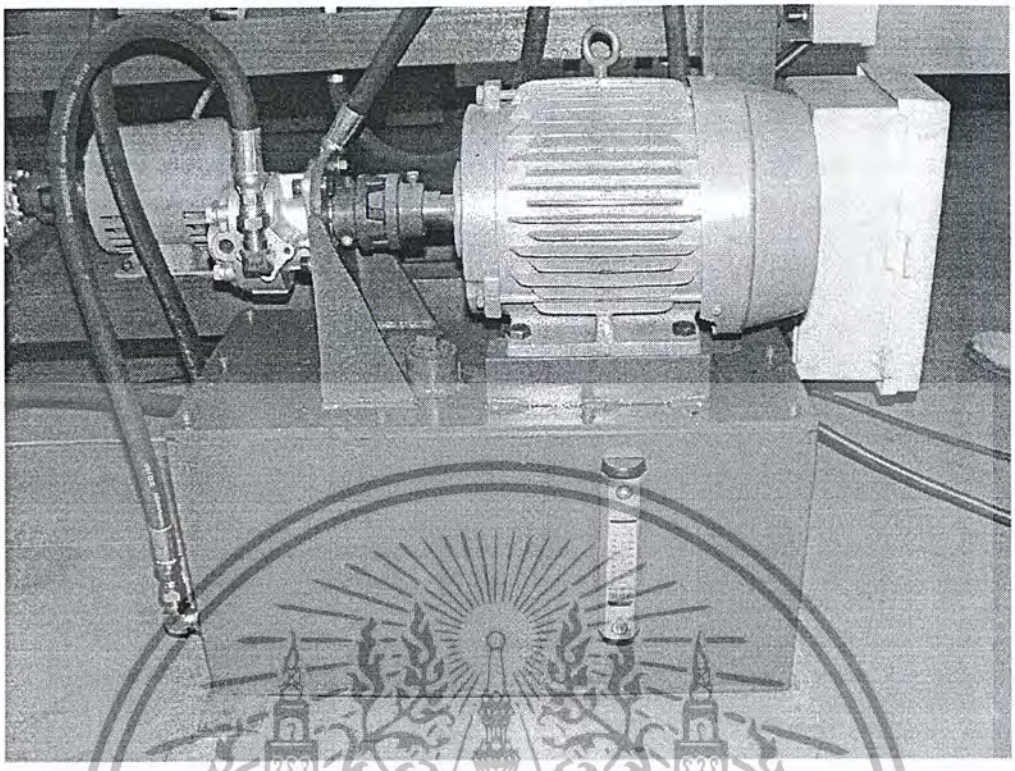
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



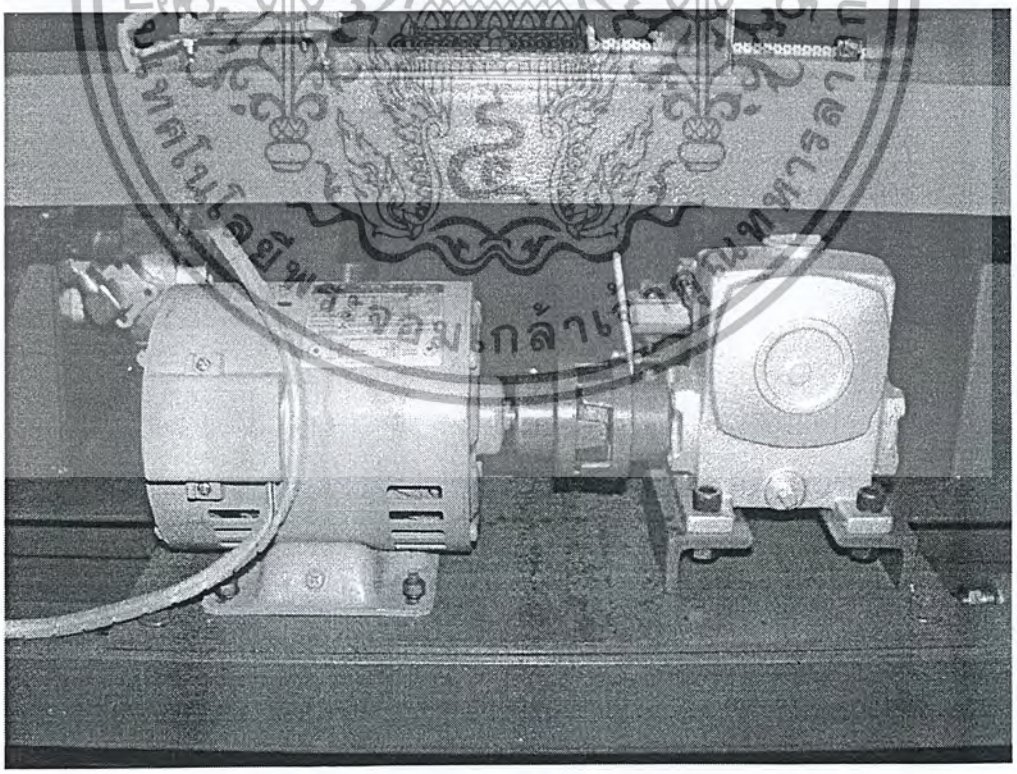
รูปที่ 4.6 แสดงถังน้ำมันและชุดต้นกำลังของระบบไฮดรอลิกส์

รูปที่ 4.7 แสดงวาล์วควบคุมทิศทางเป็นแบบ 4 ทาง 3 ตำแหน่ง บังคับการทำงานด้วยคันโยกมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แสดงมอเตอร์ไฟฟ้า 380 โวล์ท 3 เฟส 50 เฮริทซ์ ขนาด 2 แรงม้า สำหรับชุดไฮดรอลิกส์

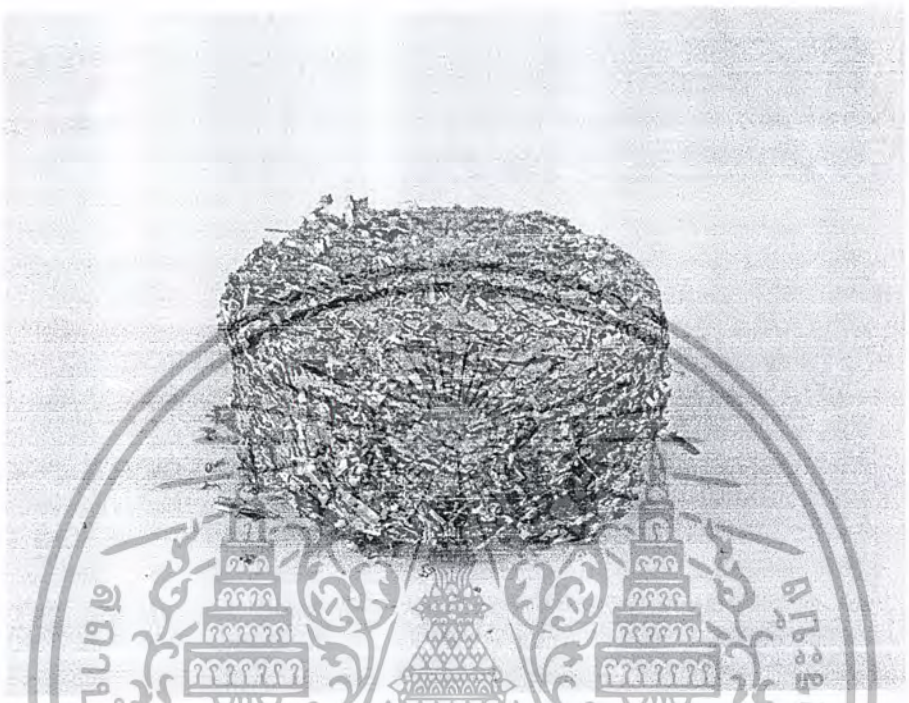


รูปที่ 4.9 แสดงมอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวล์ท 1 เฟส 50 เฮริทซ์ ขนาด 1/4 แรงม้า สำหรับชุดปั่นเศษ

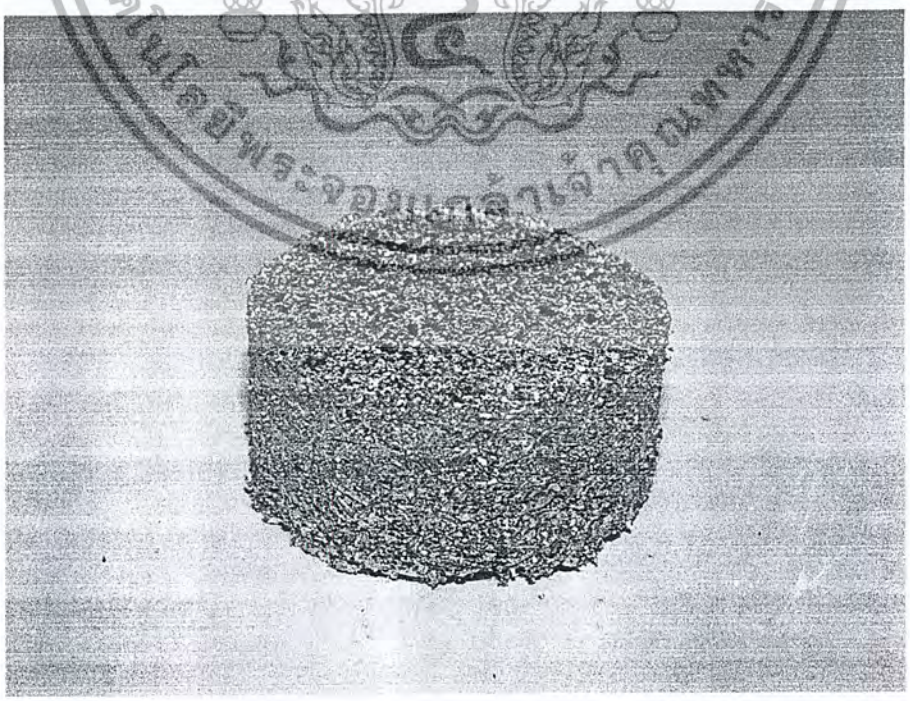
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดลอง

การทดลองได้นำเอาเศษอลูมิเนียมมาทำการทดลอง 2 ชนิดคือ เศษอลูมิเนียมชนิดเนื้อแผ่นบาง และ เศษอลูมิเนียมชนิดเนื้อแข็ง ได้ผลการทดลองจากการทดลองอัดที่แรงอัดต่างกัน ดังนี้



รูปที่ 4.10 ชิ้นงานที่ได้รับการอัด ที่แรงอัด 200 bar ด้วยเศษอลูมิเนียมชนิดแผ่นบาง



รูปที่ 4.11 ชิ้นงานที่ได้รับการอัด ที่แรงอัด 200 bar ด้วยเศษอลูมิเนียมชนิดเนื้อแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ

เศษวัสดุ	แรงดันที่ใช้ในการทดลอง (บาร์)	ความหนาแน่น	ความสูง(มม.)	เปอร์เซ็นต์ที่อัดเป็นก้อนได้ออกมา	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)
เศษอลูมิเนียม					
- ชนิดแผ่นบาง	200	1.21	9.9	44.48	25.5
	150	0.95	12.6	34.92	
	100	0.84	14.3	30.88	
	50	0.56	21.3	20.59	
- ชนิดเนื้อแข็ง	200	1.1	24	40.44	56.25
	150	1.06	25	38.97	
	100	0.96	27.5	35.29	
	50	0.76	35.1	27.57	

สรุปผลการทดลอง

จากการดำเนินการทดลองอัดชิ้นงานด้วยเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ โดยใช้เศษอลูมิเนียมเป็นหลักนั้น ผลการทดลองนั้นสรุปออกมาได้ดังนี้คือ แรงดันที่ใช้ในการทดลองจะมีผลต่อการอัดตัวของชิ้นงานที่ได้ กล่าวคือ ถ้าใช้แรงดันในการทดลองสูงก็จะได้เปอร์เซ็นต์การอัดตัวของชิ้นงานออกมาสูง นอกจากนี้ชนิดของเศษอลูมิเนียมที่นำมาทำการทดลองก็มีผลต่อการทดลองเช่นกัน คือ ถ้าเป็นแบบชนิดแผ่นบาง การทดลองที่แรงอัด ตั้งแต่ 50 – 150 บาร์ นั้นจะให้เปอร์เซ็นต์การอัดตัวของชิ้นงานที่น้อยกว่าแบบชนิดเนื้อแข็ง แต่การทดลองที่แรงอัด 200 บาร์ นั้นกลับให้เปอร์เซ็นต์การอัดตัวของชิ้นงานที่มากกว่า อาจสรุปได้ว่า ถ้าเป็นลักษณะเศษวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นแผ่นบางจำเป็นต้องใช้แรงอัดสูงเพื่อให้เศษวัสดุมีเปอร์เซ็นต์การอัดเป็นก้อนชิ้นงานออกมาได้อย่างสมบูรณ์และค่าความหนาแน่นการอัดตัวที่แรงดัน 200 บาร์ ให้ค่าเปอร์เซ็นต์การอัดตัวที่ 44.48 เปอร์เซ็นต์ สำหรับเศษอลูมิเนียมชนิดแผ่นบาง และ 40.44 เปอร์เซ็นต์ สำหรับเศษอลูมิเนียมชนิดเนื้อแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินงานสำหรับหัวข้อปริญญานิพนธ์ "เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ" จะสามารถประเมินผลได้จากวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ข้างต้นเป็นหลัก เริ่มต้นตั้งแต่การวางแผนการออกแบบ และสร้างเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะ โดยใช้หลักในการออกแบบเครื่องจักรกล และทฤษฎีต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ จนสามารถสร้างเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะให้สำเร็จได้ สามารถที่จะสรุปผลในด้านต่าง ๆ ได้หลายด้านด้วยกัน ซึ่งพอจะแยกออกมาได้ดังต่อไปนี้

(1) ชนิดเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะเป็นระบบไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วยระบบไฟฟ้า

(2) ด้านความสามารถและสมรรถนะของเครื่อง

(2.1) สามารถอัดเศษอลูมิเนียมให้เป็นแท่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 52 มิลลิเมตร

(2.2) สามารถอัดเศษโลหะนอกเหนือจากเศษอลูมิเนียมได้ เช่น เศษเหล็กจากกรรมวิธีในการผลิตต่าง ๆ เศษทองเหลือง เศษทองแดง เป็นต้น

(3) ด้านการทำงานเริ่มตั้งแต่การออกแบบจนถึงการดำเนินการสร้างเครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะจนสำเร็จนั้น เกิดปัญหาต่าง ๆ ดังนี้

(3.1) เกิดความล่าช้าขึ้น สาเหตุอันเนื่องมาจากการดำเนินการในการออกแบบ เมื่อนำไปสร้างจริงแล้วชิ้นงานบ้างชิ้นที่ทำการออกแบบไม่สามารถทำการดำเนินการสร้างได้ จึงต้องมีการปรับเปลี่ยนแบบบ้างชิ้นเพื่อความเหมาะสม

(3.2) ประสบการณ์ทำงานในการดำเนินการสร้างเครื่องจักรยังไม่มีมากนัก ทำให้การประเมินราคาวัสดุอุปกรณ์ผิดพลาดไปมาก

(4) การบำรุงรักษา

(4.1) ตรวจระบบไฟฟ้าว่ามีการขาดที่สายหรือเกิดความเสียหายที่มอเตอร์และ ที่ตู้ควบคุมหรือไม่

(4.2) ควรทำความสะอาดเครื่องหลังการทำงานทุกครั้ง

(4.3) ตรวจสอบระบบไฮดรอลิกส์ ข้อต่อท่อน้ำมันว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่

5.2 ข้อเสนอแนะ

การสร้างเครื่องจักรกลขึ้นมา ยังอาจมีข้อผิดพลาดหรือการใช้งานยังไม่สะดวกเท่าที่ควร แต่ต้องอาศัยระยะเวลาการปรับปรุงเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น เครื่องอัดเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะนี้ก็เช่นกัน ยังอาจต้องมีการปรับปรุงหรือประยุกต์ต่อไปอีก ซึ่งคณะผู้จัดทำได้มีข้อเสนอแนะ ดังนี้

(1) ชุดปั่นเศษโลหะ สามารถเปลี่ยนเป็นแบบสกรูขนถ่าย เพราะจะทำให้มีการขนถ่ายเศษอลูมิเนียมหรือเศษโลหะที่สม่ำเสมอและต่อเนื่อง จึงจะทำให้ได้ชิ้นงานที่อัดแล้วมีการเกาะตัวกันที่เหมาะสมและสม่ำเสมอ

(2) ถ้าต้องการขนาดของชิ้นงานขนาดใหม่ ก็สามารถเปลี่ยนได้ โดยเปลี่ยนที่แม่พิมพ์ทั้งชุด คือ ทั้งกระบอกกลวงและเพลาตัน แต่ต้องคำนึงถึงช่วงชักของไฮดรอลิกส์และขนาดของแรงอัดไฮดรอลิกส์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

(1) ภาสกร บุญสนอง, สุวิทย์ พันธุ์ดี, *"เครื่องอัดเศษกลึงทองเหลืองอัตโนมัติ"*, วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต,
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิต วิศวกรรมศาตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2540

(2) รังสรรค์ สุขใหญ่, *"เครื่องอัดเศษกลึง"*, วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2538

(3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วันชัย จันทรวงศ์, *"ระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์"*, พิมพ์ครั้งที่ 1, สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2540

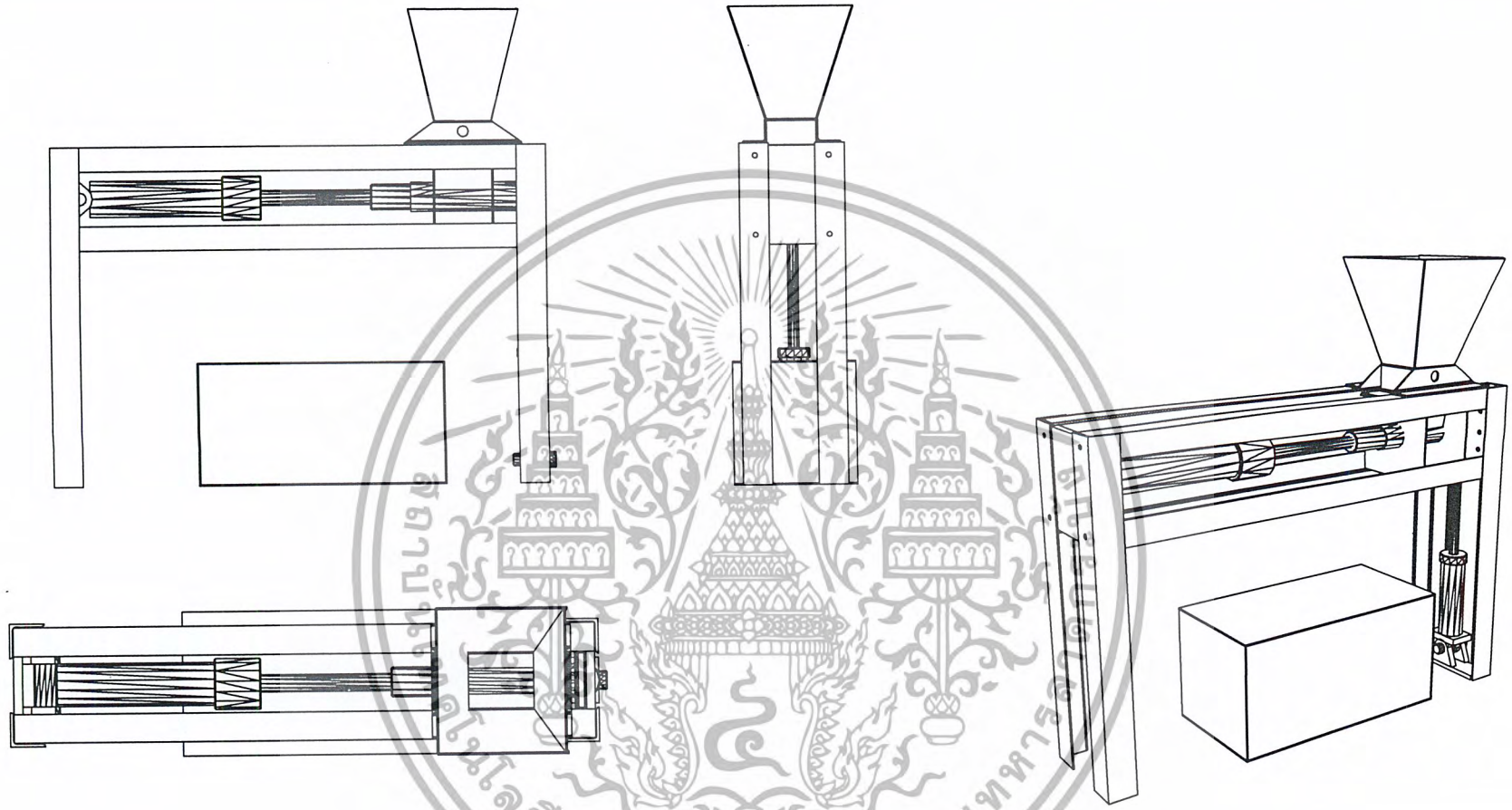
(4) อาจารย์วัชรินทร์ รักเสนาะ, อาจารย์ไพรัตน์ สถิรยากร, *"ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม"*, เอกสารประกอบการสอนวิชาไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545

(5) รองศาสตราจารย์ชาญ ฉนัดงาน, *"อนุกรมตำราประยุกต์ กลศาสตร์วัสดุ"*, พิมพ์ครั้งที่ 1, สำนักพิมพ์ศูนย์หนังสือสนามหลวง – ปีนเกล้า 23 บุ๊คเซนเตอร์, 2323

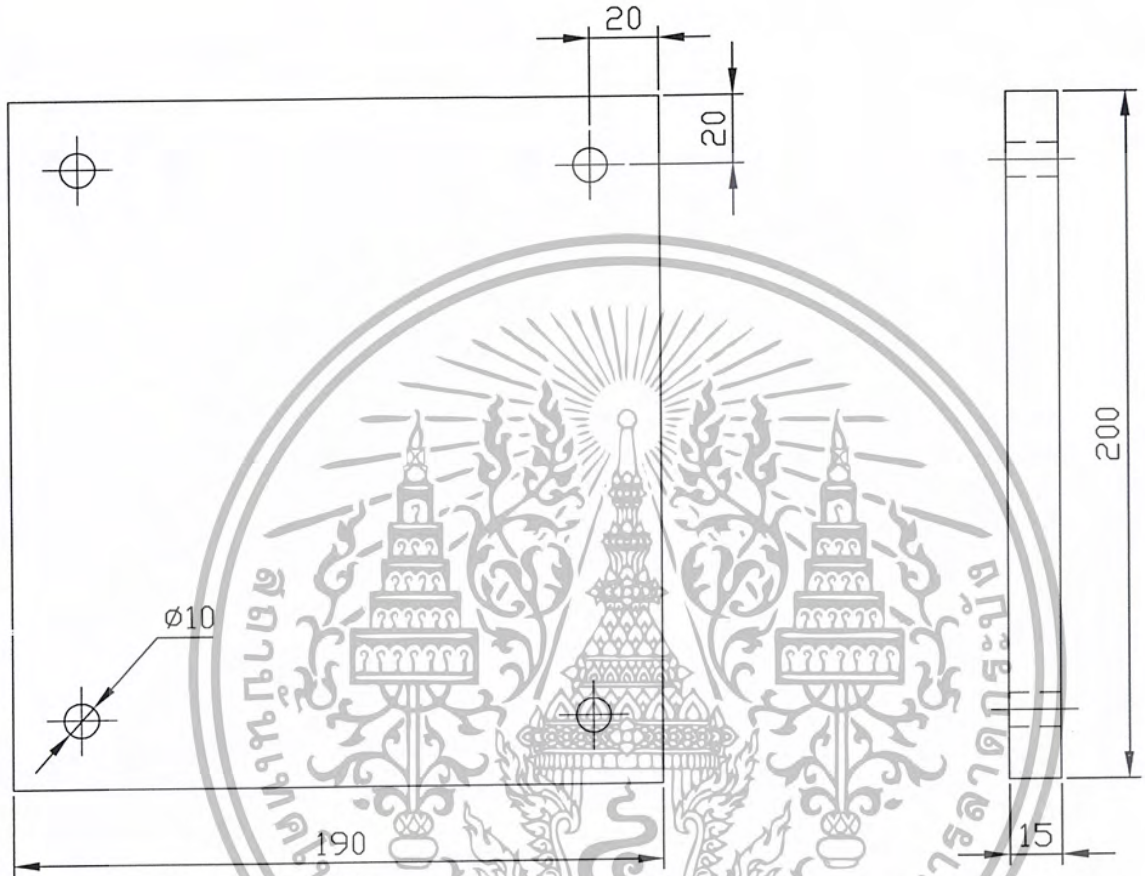
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE					
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY
DESIGN	SUWITCHA, NATTASIT		KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG			
DRAWING	JEDSADA M.					
CHECK BY						
APPROVE						
SCALE	NAME		PART NO.			REMARK
	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE		IE000			

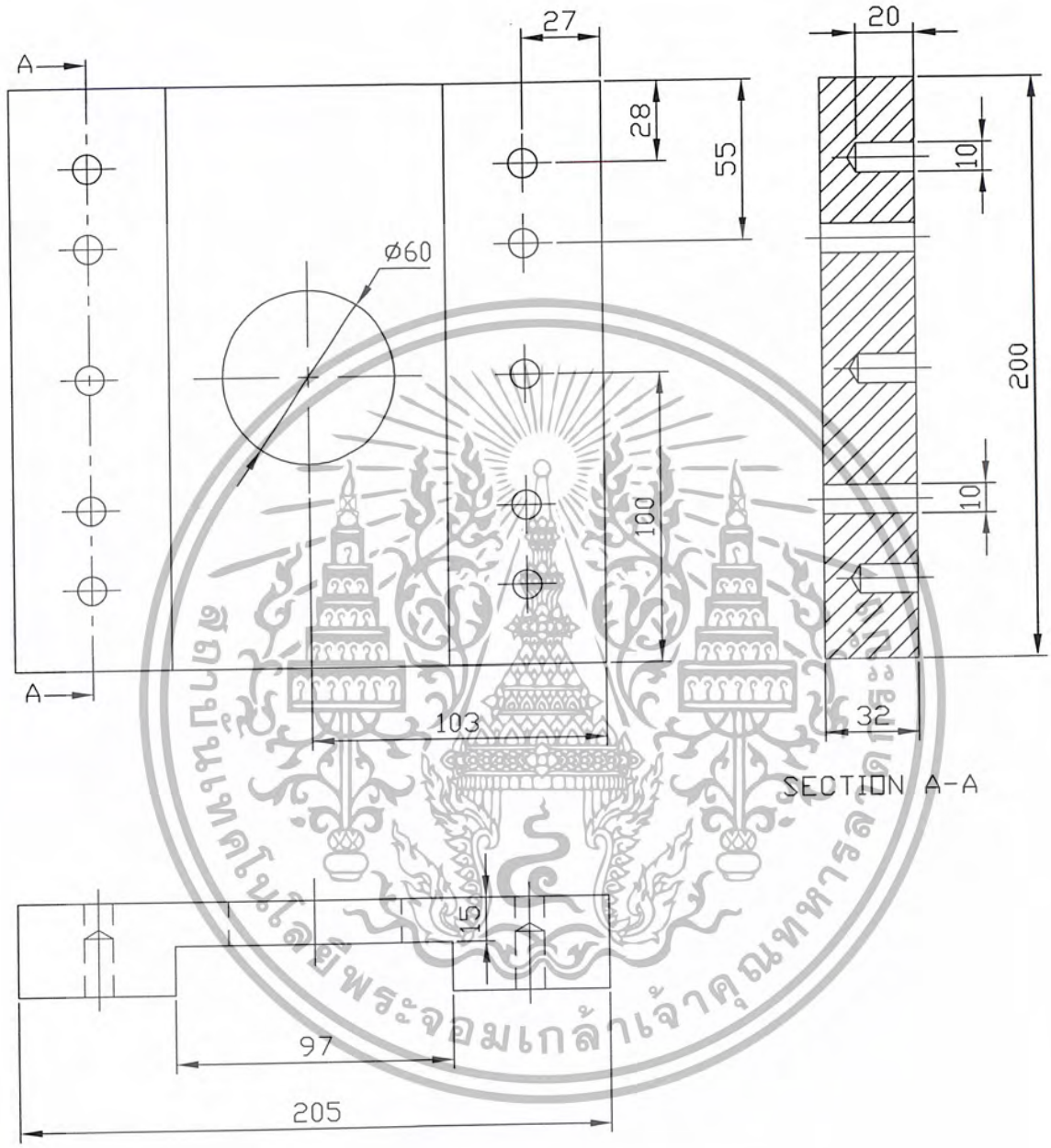


1	BACK PLATE	190x200x15		St37-2	IE001	1
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY

DESIGN	SUWITCHA N.	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
DRAWING	JEDSADA M.	
CHECK BY		
APPROVE		

SCALE	NAME	PART NO.	REMARK
1:2	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE	IE001	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

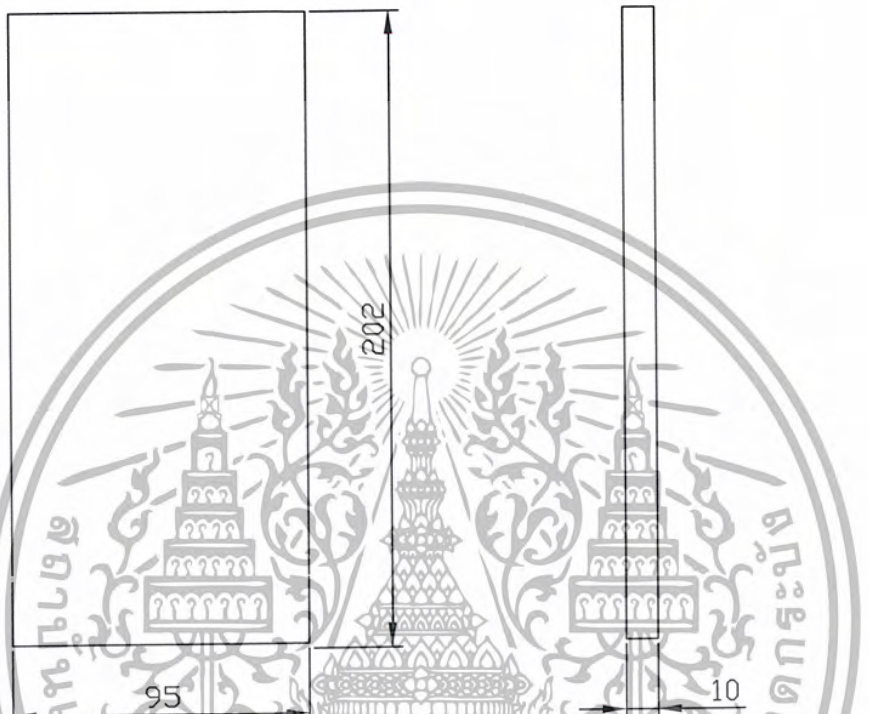


2	FORNT DOOR SUPPORT	190x200x32		St37	IE002	1
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY

DESIGN	SUWITCHA N.	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
DRAWING	JEDSADA M.	
CHECK BY		
APPROVE		

SCALE	NAME	PART NO.	REMARK
1:2	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE	IE002	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3	DOOR	95x200x10		St37-2	IE003	1
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY

DESIGN	SUWITCHA N.	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
DRAWING	JEDSADA M.	
CHECK BY		
APPROVE		

SCALE	NAME	PART NO.	REMARK
1:2	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE	IE003	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4	HOPPER PLATE (LEFT)	250x235x3		St37	IE004	2
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY

DESIGN	SUWITCHA N.	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
DRAWING	JEDSADA M.	
CHECK BY		
APPROVE		

SCALE	NAME	PART NO.	REMARK
1:2	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE	IE004	0

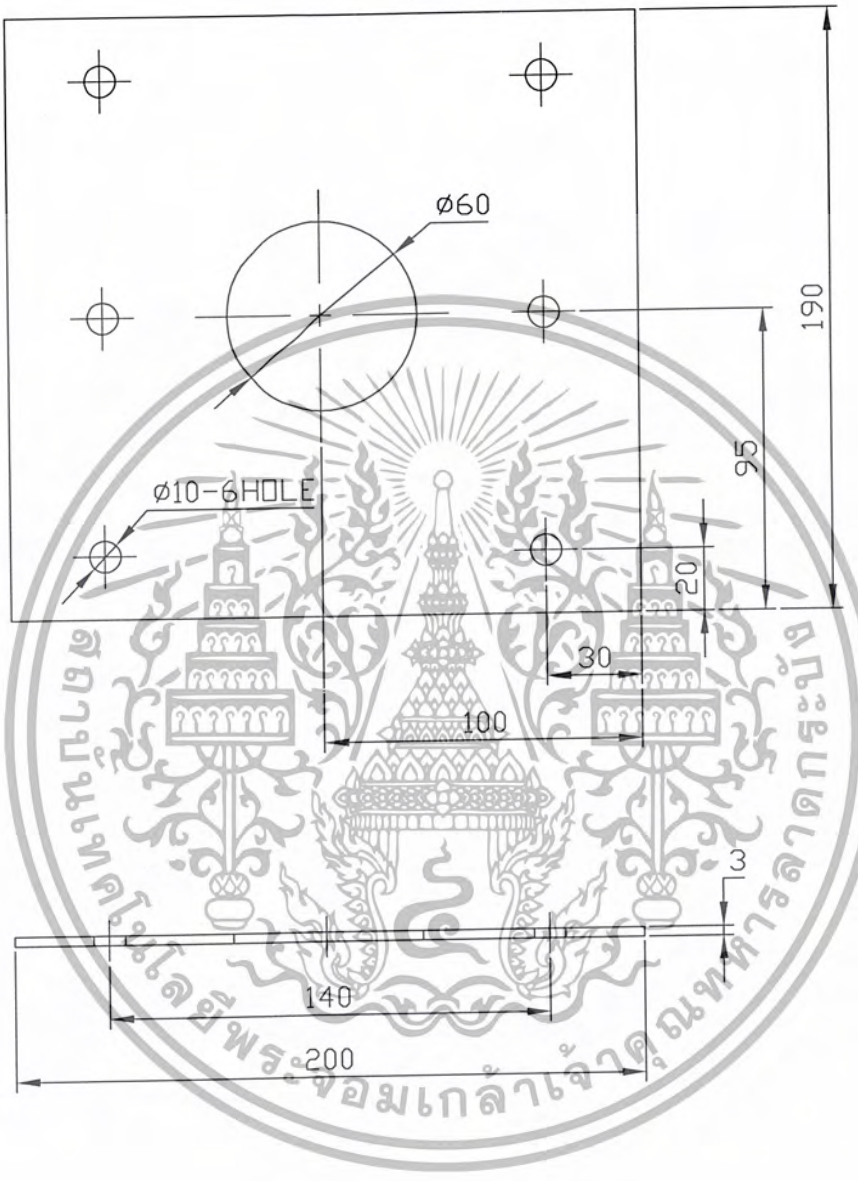
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5	HOPPER PLATE (RIGHT)	250x235x3		St37	IE005	2
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY

DESIGN	SUWITCHA N.	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
DRAWING	JEDSADA M.	
CHECK BY		
APPROVE		

SCALE	NAME	PART NO.	REMARK
1:2	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE	IE005	0

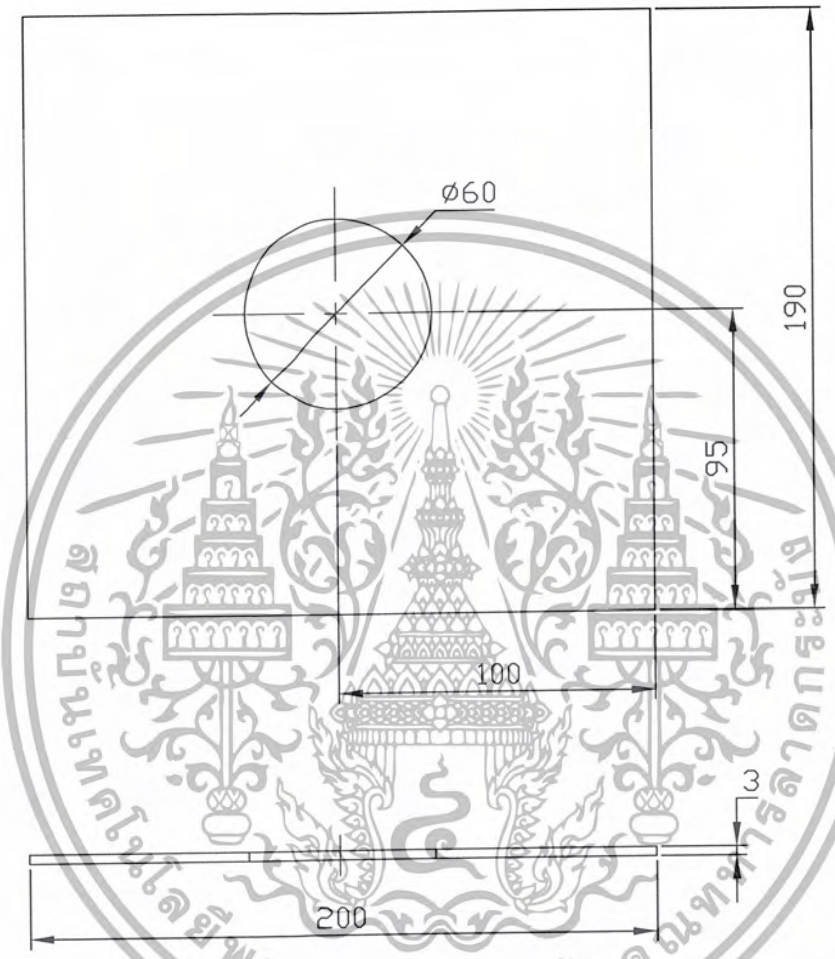
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



6	HOLLOW TUBE SUPPORT	190x200x3		St37	IE006	1
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY

DESIGN	SUWITCHA N.		KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
DRAWING	JEDSADA M.				
CHECK BY					
APPROVE					
SCALE	NAME		PART NO.		REMARK
1:2	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE		IE006		0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



7	HOLLOW TUBE SUPPORT	190x200x3		St37	IE007	2
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY

DESIGN	SUWITCHA N.	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
DRAWING	JEDSADA M.	
CHECK BY		
APPROVE		

SCALE	NAME	PART NO.	REMARK
1:2	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE	IE007	0

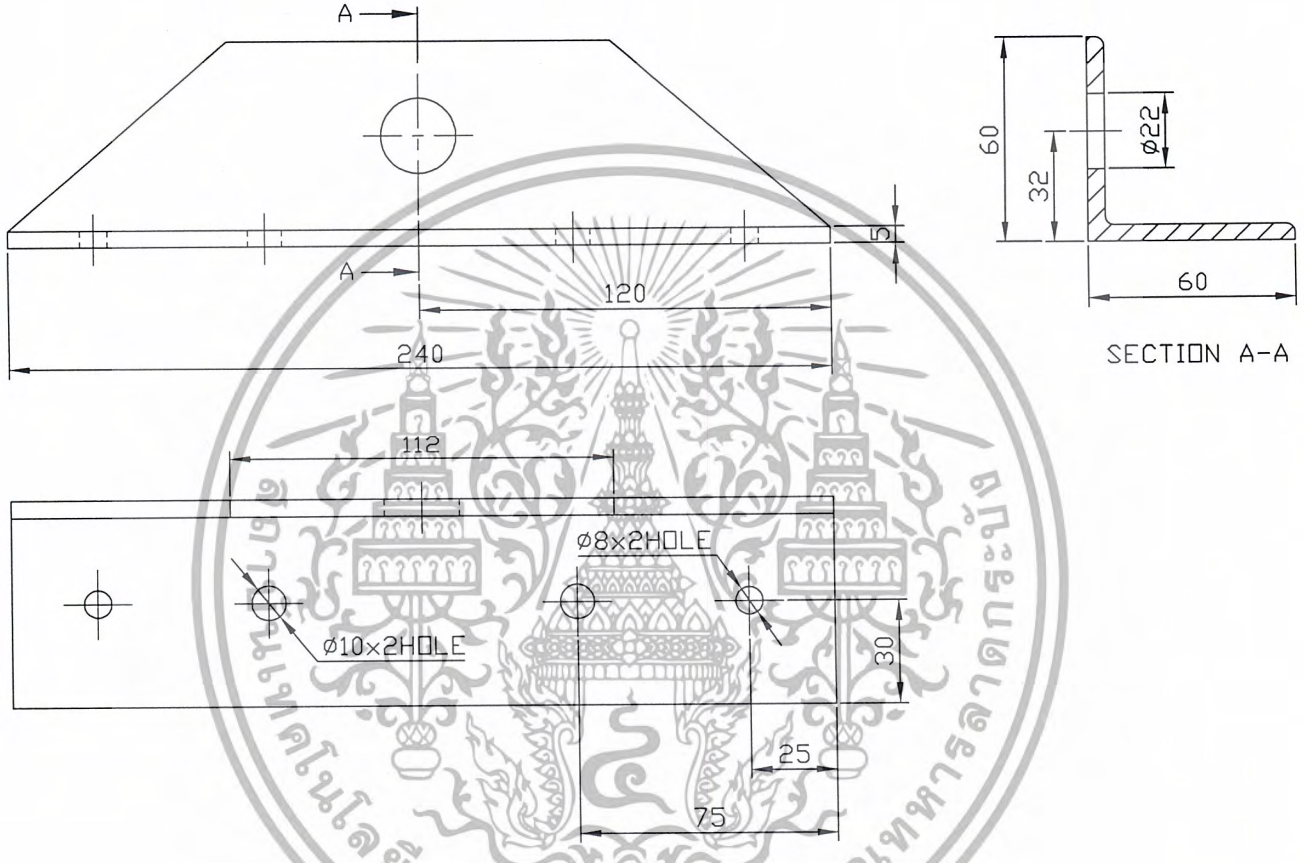
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8	PLATE UNDER CHIP	105x109x3		St37	IE008	2
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY

DESIGN	SUWITCHA, NATTASIT	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
DRAWING	JEDSADA M.	
CHECK BY		
APPROVE		

SCALE	NAME	PART NO.	REMARK
1:1	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE	IE008	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

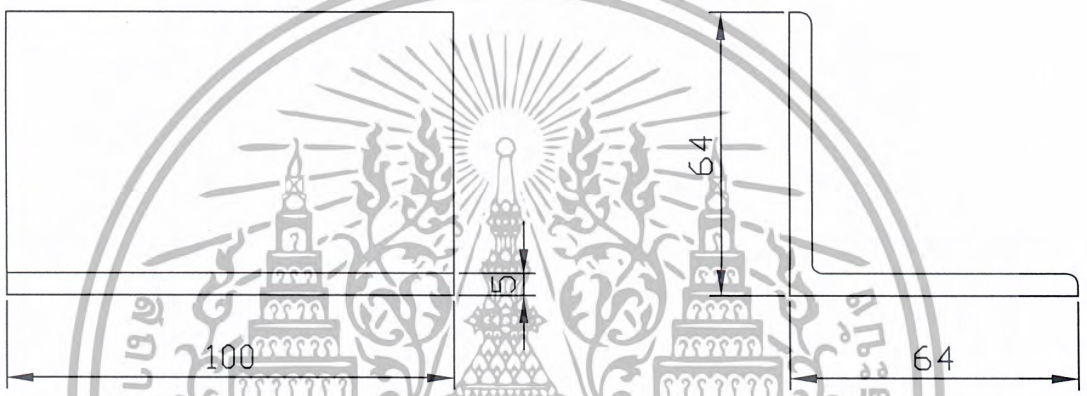


ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY
9	HOPPER BASE	60×60×5		St37	IE009	2

DESIGN	SUWITCHA, NATTASIT	
DRAWING	JEDSADA M.	
CHECK BY		
APPROVE		

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

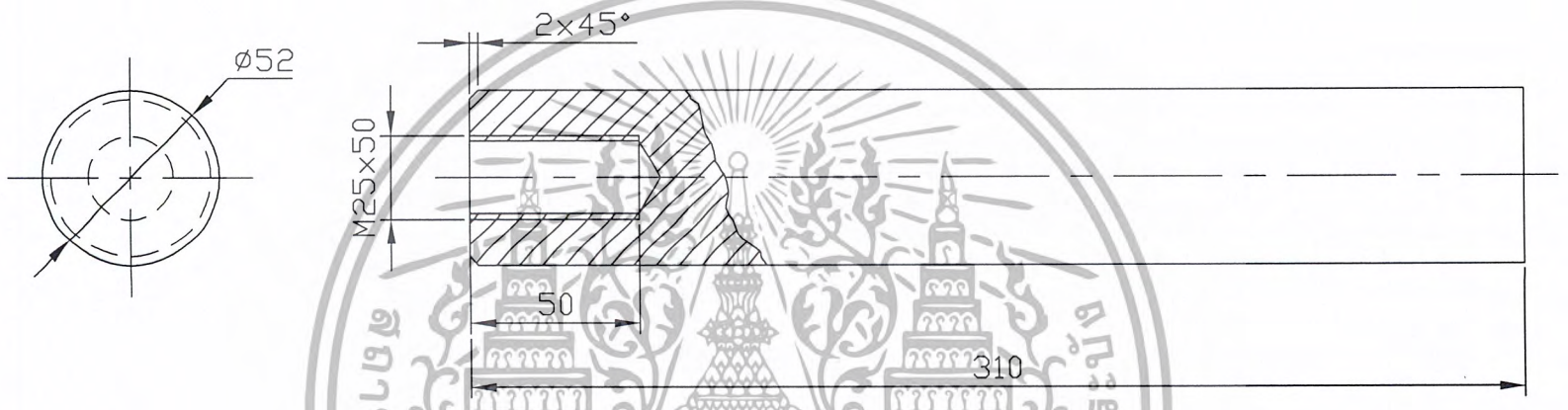
SCALE	NAME	PART NO.	REMARK
1:2	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE	IE009	0



ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY
10	HOPPER BASE	64x64x5		St37	IE010	2

DESIGN	SUWITCHA, NATTASIT	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
DRAWING	JEDSADA M.	
CHECK BY		
APPROVE		

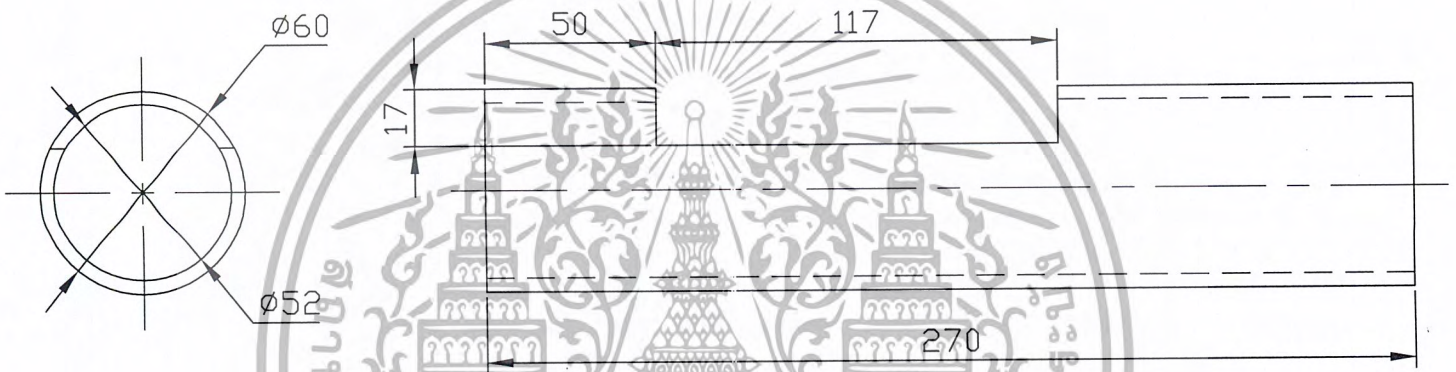
SCALE	NAME	PART NO.	REMARK
1:1	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE	IE010	0



11	SHAFT	ø52×310		St37	IE011	1
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY

DESIGN	SUWITCHA N.		KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
DRAWING	JEDSADA M.		
CHECK BY			
APPROVE			

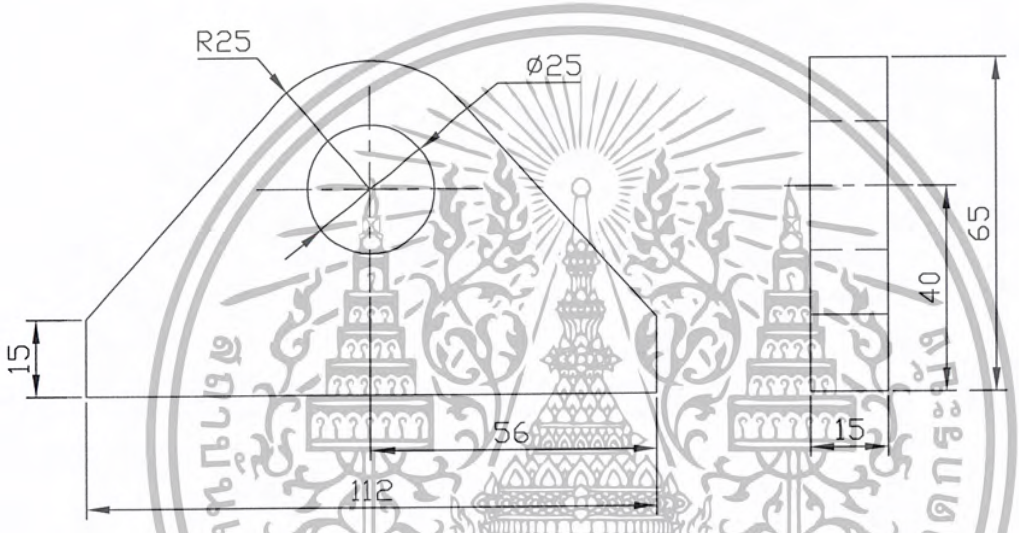
SCALE	NAME	PART NO.	REMARK
1:2	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE	IE011	0



12	HOLLOW TUBE	ø60x270		St37	IE012	1
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY

DESIGN	SUWITCHA N.	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
DRAWING	JEDSADA M.	
CHECK BY		
APPROVE		

SCALE	NAME	PART NO.	REMARK
1:2	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE	IE012	0



13	HYDRAULICS 60 mm. BASE	112x65x15		St37	IE013	2
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY

DESIGN	SUWITCHA N.	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
DRAWING	JEDSADA M.	
CHECK BY		
APPROVE		

SCALE	NAME	PART NO.	REMARK
1:1.5	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE	IE013	0

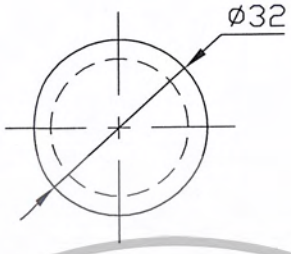
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

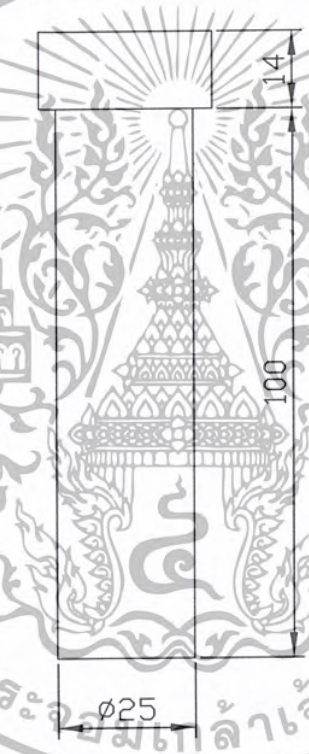
14	HYDRAULICS 52 mm. BASE	76x56x15		St37	IE014	2
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY

DESIGN	SUWITCHA N.	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
DRAWING	JEDSADA M.	
CHECK BY		
APPROVE		

SCALE	NAME	PART NO.	REMARK
1:1.5	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE	IE014	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



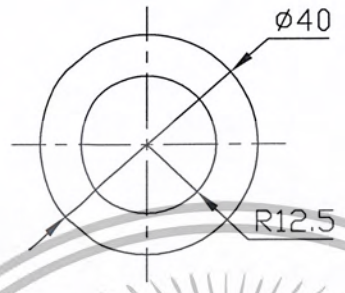


15	BOLT HYDRAULIC BASE	ø32x115		St37	IE015	1
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY

DESIGN	SUWITCHA N.	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
DRAWING	JEDSADA M.	
CHECK BY		
APPROVE		

SCALE	NAME	PART NO.	REMARK
1:1.25	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE	IE015	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

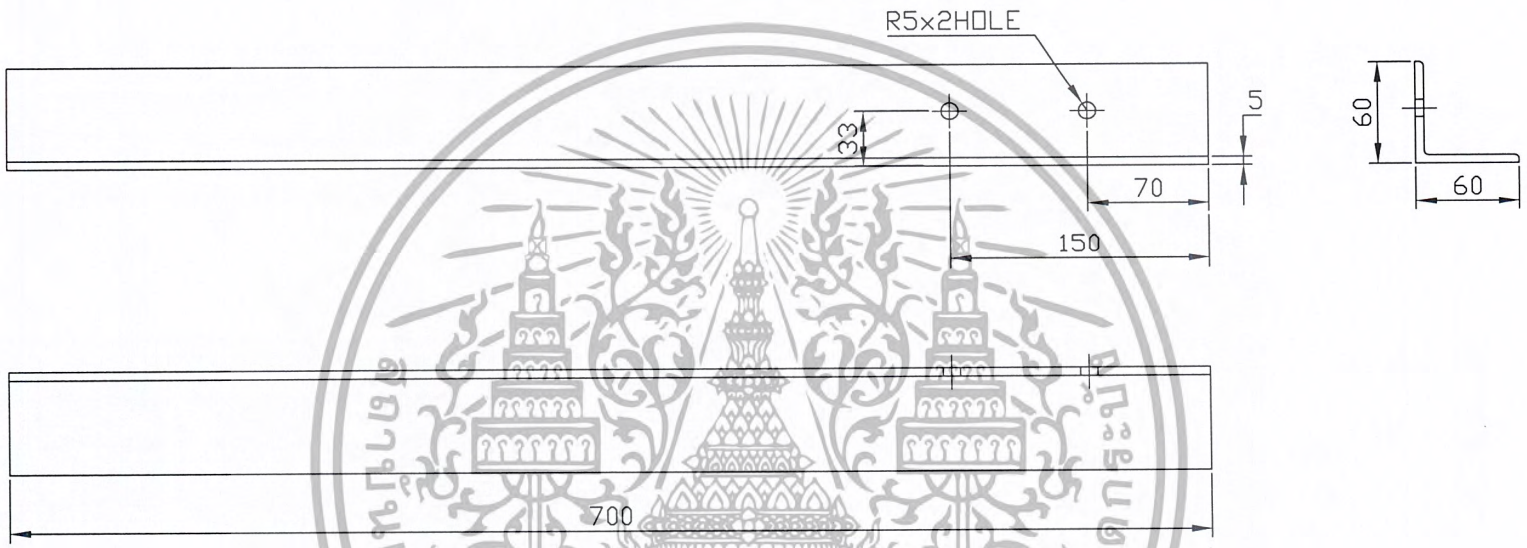


16	HYDRAULICS BASE	ø40x75		St37	IE016	1
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY

DESIGN	SUWITCHA N.		KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
DRAWING	JEDSADA M.		
CHECK BY			
APPROVE			

SCALE	NAME	PART NO.	REMARK
1:1.25	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE	IE016	0

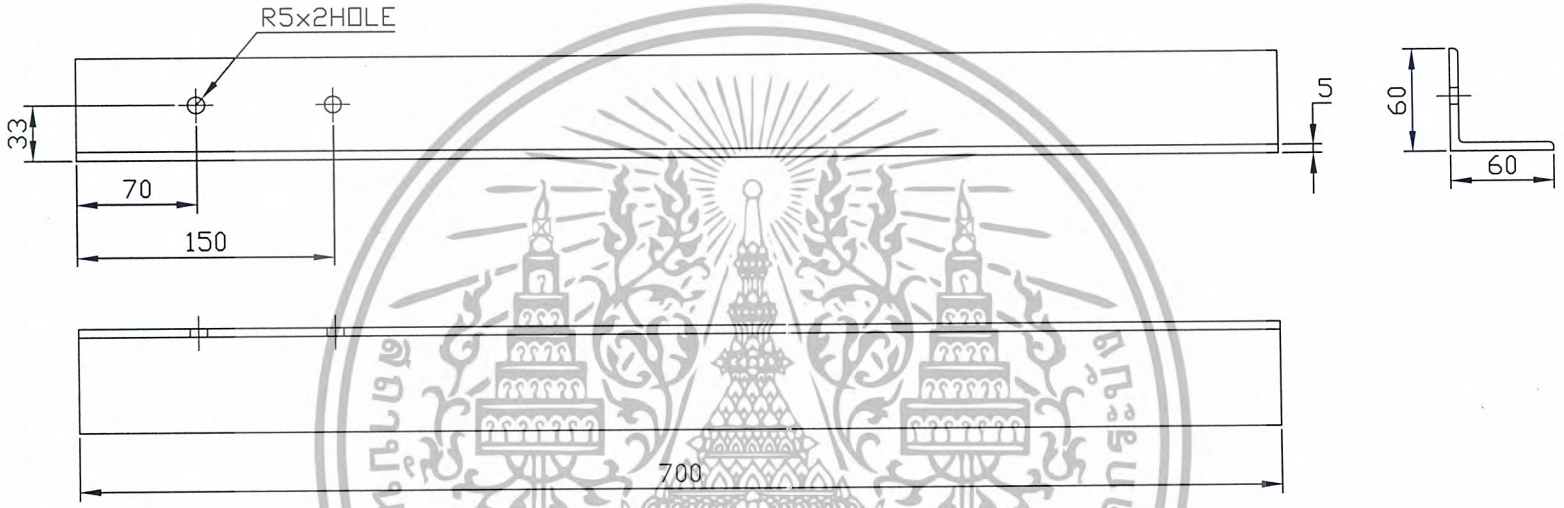
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



17	BASE	60x60x5		St37	IE017	1
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY

DESIGN	SUWITCHA N.		KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
DRAWING	JEDSADA M.		
CHECK BY			
APPROVE			

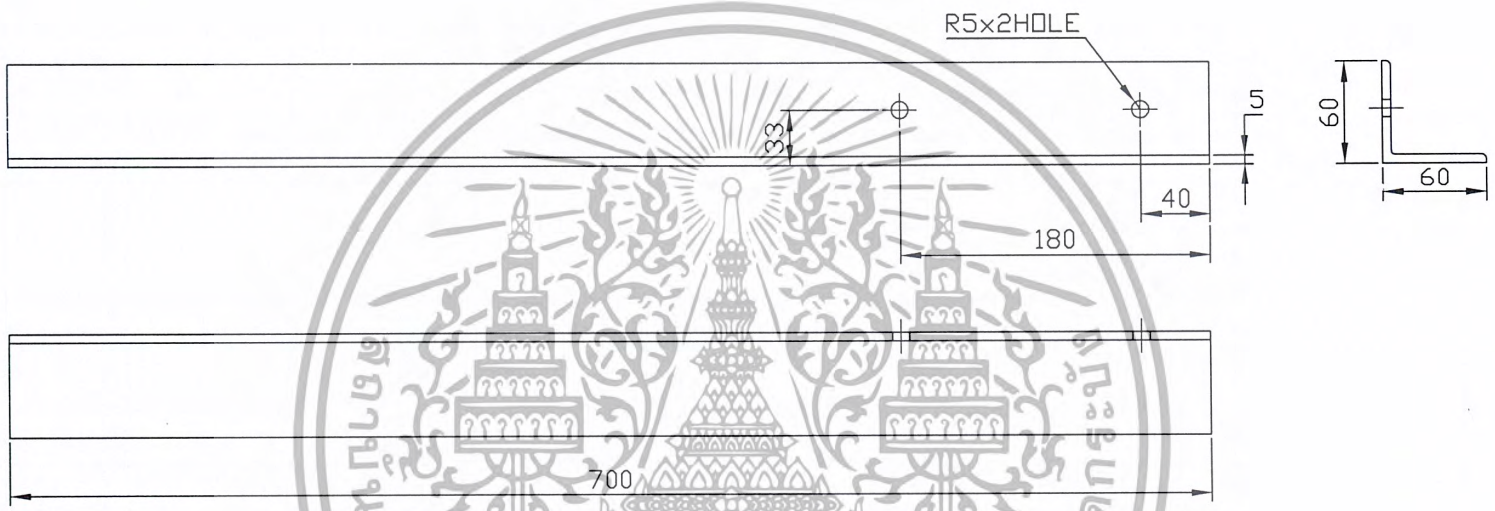
SCALE	NAME	PART NO.	REMARK
1:4	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE	IE017	0



18	BASE	60x60x5		St37	IE018	1
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY

DESIGN	SUWITCHA N.	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
DRAWING	JEDSADA M.	
CHECK BY		
APPROVE		

SCALE	NAME	PART NO.	REMARK
1:4	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE	IE018	0

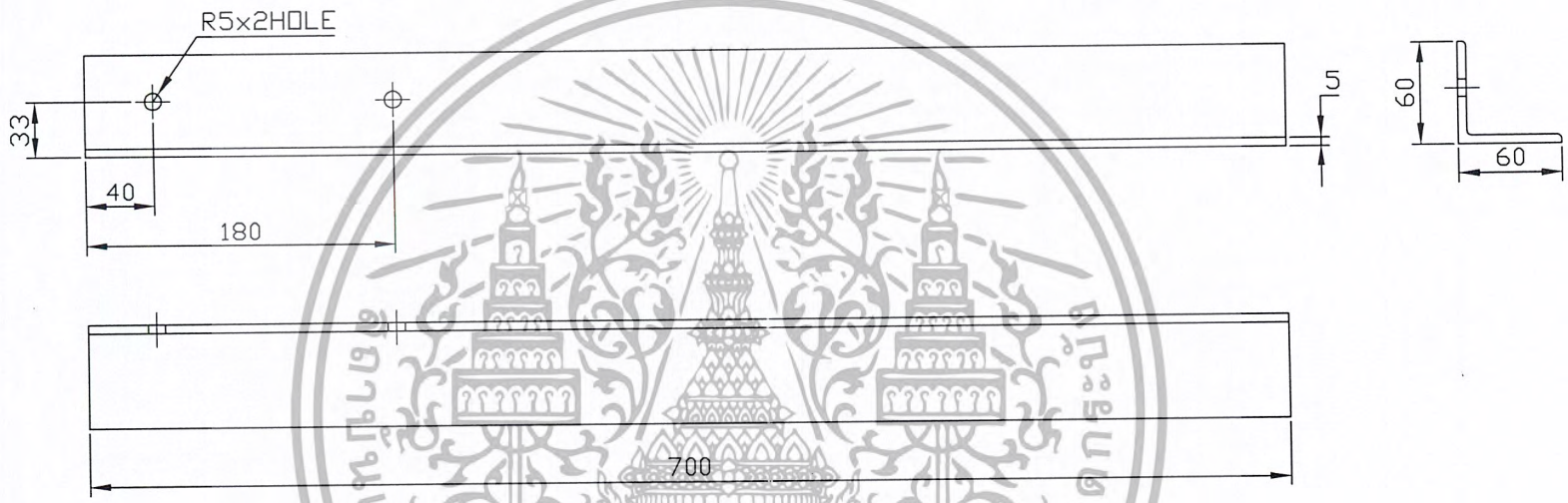


19	BASE	60x60x5		St37	IE019	1
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY

DESIGN	SUWITCHA N.	
DRAWING	JEDSADA M.	
CHECK BY		
APPROVE		

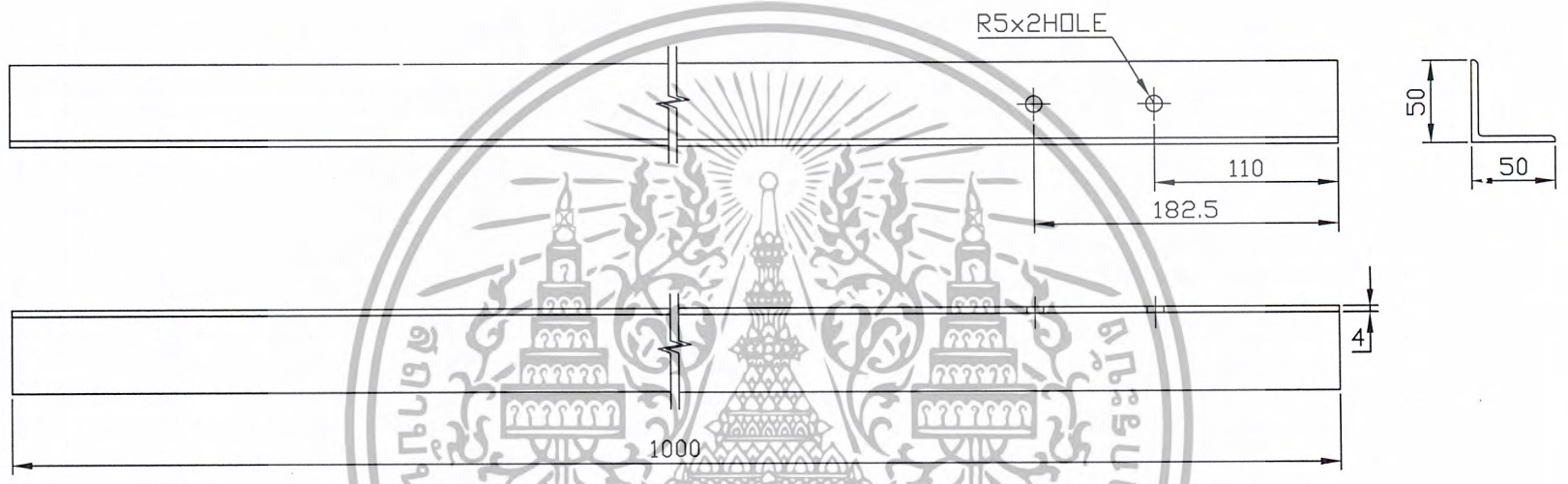
KING MONGKUT'S INSTITUTE
OF TECHNOLOGY LADKRABANG

SCALE	NAME	PART NO.	REMARK
1:4	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE	IE019	0



20	BASE	60x60x5		St37	IE020	1
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY
DESIGN	SUWITCHA N.		KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG			
DRAWING	JEDSADA M.					
CHECK BY						
APPROVE						

SCALE	NAME	PART NO.	REMARK
1:4	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE	IE020	0

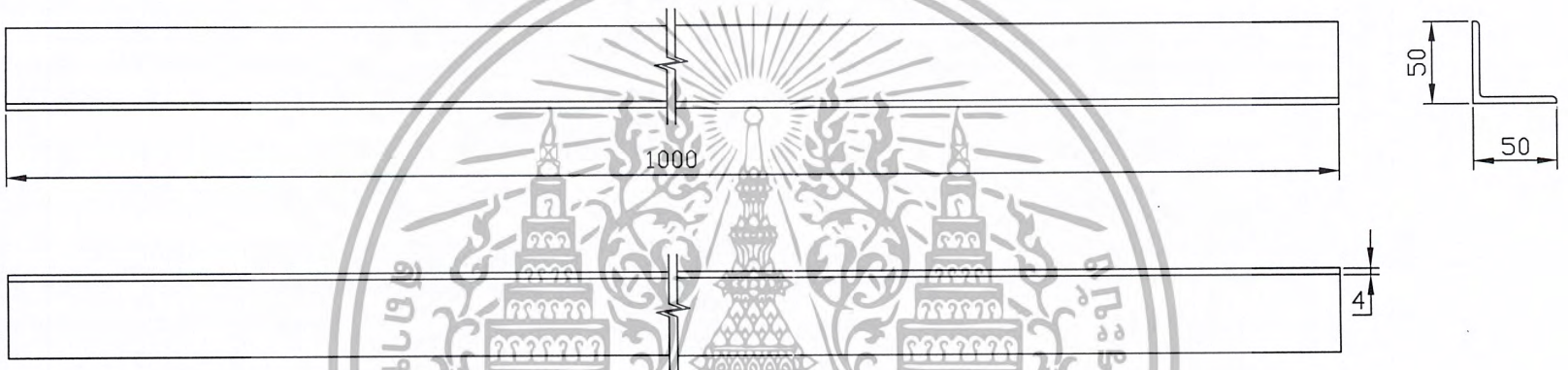


21	TOP BODY	50x50x4		St37	IE021	2
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY

DESIGN	SUWITCHA N.	
DRAWING	JEDSADA M.	
CHECK BY		
APPROVE		

KING MONGKUT'S INSTITUTE
OF TECHNOLOGY LADKRABANG

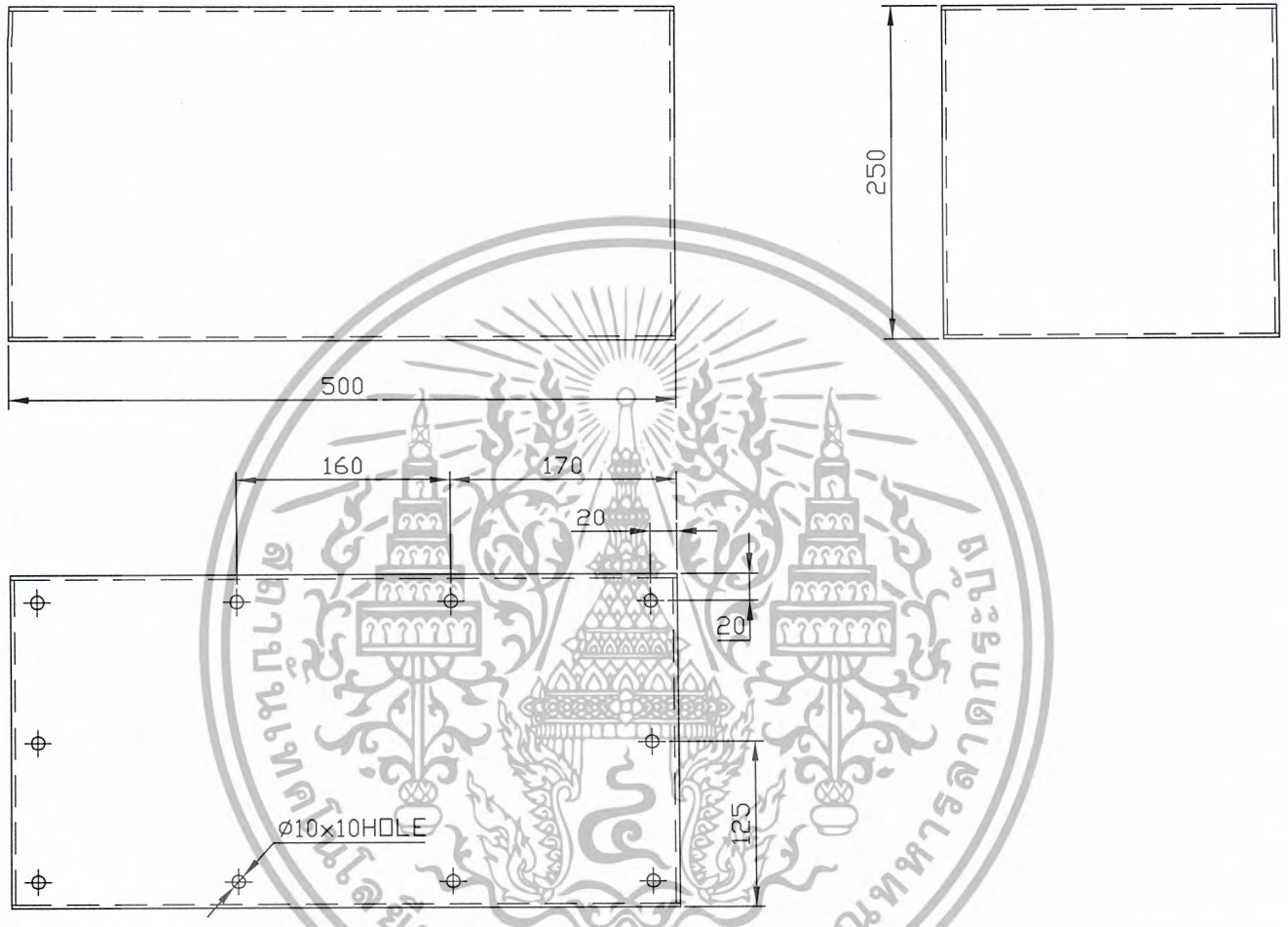
SCALE	NAME	PART NO.	REMARK
1:4	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE	IE021	0



22	TOP BODY	50x50x4		St37	IE022	2
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY

DESIGN	SUWITCHA N.	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
DRAWING	JEDSADA M.	
CHECK BY		
APPROVE		

SCALE	NAME	PART NO.	REMARK
1:4	CUTTING CHIP PRESSING MECHINE	IE022	0



23	HYDRAULICS OIL TANK	500 x 250 x 3			IE001	1
ITEM	PART NAME	SIZE	STANDARD	MATERIAL	PART NO.	Q'TY
DESIGN	SUWITCHA N.		KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG			
DRAWING	JEDSADA M.					
CHECK BY						
APPROVE						
SCALE	NAME		PART NO.			REMARK
1:2.5	CUTTING CHIP PRESSING MACHINE		IE023			0