สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาเครื่องอัดถ่านจากซังข้าวโพด

Development of Hot Screw Pressing Machine for Husk's Charcoal

โดย

นายสุภัทร กาลวันตวานิช

นายชยณัฏฐ์ ทิพย์จันทร์

นายเกษสินทร์ จุ่นหัวโทน

นายสรวิศ ลีลาวานิชกิจ

วพ.
ส83ปก
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72171
วัน,เดือน,ปี 11 มิ.ย. 2550

b 11761302
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาเครื่องอัดถ่านจากชังข้าวโพด

Development of Hot Screw Pressing Machine for Husk's Charcoal

โดย

นายสุภัทร กาลวันตวานิช

นายชยณัฏฐ์ ทิพย์จันทร์

นายเกษสินทร์ จุ่นหัวโทน

นายสรวิศ ลีลาวานิชกิจ

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ทวี เทศเจริญ

อาจารย์ดำริห์ จันทร์แสงสุก

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาเครื่องอัดถ่านจากชังข้าวโพด

Development of Hot Screw Pressing Machine for Husk's Charcoal

ผู้จัดทำ

1. นายสุภัทร กาลวันตวานิช รหัสประจำตัว 47015380
2. นายชยณัฏฐ์ ทิพย์จันทร์ รหัสประจำตัว 47015388
3. นายเกษสินทร์ จุ่นหัวโทน รหัสประจำตัว 47015705
4. นายสรวิศ ลีลาวานิชกิจ รหัสประจำตัว 47015727

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ทวี เทศเจริญ)

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ดำริห์ จันทร์แสงสุก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาเครื่องอัดถ่านจากซังข้าวโพด

นายสุภัทร	กาลวันตวานิช	รหัสประจำตัว 47015380
นายชยณัฏฐ์	ทิพย์จันทร์	รหัสประจำตัว 47015388
นายเกษสินทร์	จุ่นหัวโทน	รหัสประจำตัว 47015705
นายสรวิศ	ลีลาวานิชกิจ	รหัสประจำตัว 47015727
รศ.ทวี	เทศเจริญ	อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์ดำริห์	จันทร์แสงสุก	อาจารย์ที่ปรึกษา

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องอัดถ่านจากซังข้าวโพด โดยการนำเอาหลักการจากเครื่องต้นแบบที่มีอยู่มาปรับปรุง ให้เหมาะสมกับการผลิตในครัวเรือนเพื่อให้ได้เครื่องที่มีขนาดกะทัดรัด สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายสะดวกต่อการใช้งาน และแก้ไขปัญหาการสึกหรอของสกรูอัด

เครื่องอัดถ่านจากซังข้าวโพดนี้ใช้ต้นกำลังขับจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 5 แรงม้า 1430 รอบ/นาที โดยใช้จากผงซังข้าวโพดเป็นวัสดุในการผลิตบรรจุลงในถังที่เปิดสู่กระบอกอัดภายในกระบอกอัดมีสกรูซึ่งขับเคลื่อนโดยใช้มอเตอร์แล้วทดรอบด้วยชุดมู่เลย์สายพานและชุดเฟืองโซ่ซึ่งต่อโดยตรงกับสกรูอัด เมื่อสกรูหมุนซังข้าวโพดจะไหลเข้าไปในกระบอกอัดติดกับผนังโดยอัดเป็นแท่งเคลื่อนที่ผ่านกระบอกอัดแล้วแท่งซังข้าวโพดที่ถูกอัดจะเคลื่อนตัวช้าๆออกจากปลายกระบอกอัดและจะหักออกเมื่อสัมผัสกับรางเหล็กฉากซึ่งเป็นตัวควบคุมความยาวของแท่งซังข้าวโพด โดยแท่งซังข้าวโพดที่อัดได้นั้นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45 มม. รูใน 20 มม. มีความยาวประมาณ 300 มม. ใช้เวลาในการอัดถ่าน 1 นาที สามารถอัดได้ความยาว 300 มม.

จากการทดลองโครงงานเครื่องอัดถ่านจากซังข้าวโพดนี้พบว่าชุดกลไกที่ใช้ในการทำงานนั้นสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี แต่จะประสบปัญหาในส่วนของการให้ความร้อนในการอัดถ่านซังข้าวโพดและการสึกหรอของสกรู จึงสรุปได้ว่าเครื่องอัดถ่านซังข้าวโพดนี้นั้นสามารถทำงานได้จริงส่วนการให้ความร้อนและสกรูอัดนั้นยังต้องมีการพัฒนาให้ดีต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Development of Hot Screw Pressing Machine for Husk's Charcoal

Mr. Suphat Kalahwantawanit	Student ID. 47015380
Mr. CHayanut Tipchant	Student ID. 47015388
Mr. Kedsin Junhuaton	Student ID. 47015705
Mr. Sorawit Leelavanichkij	Student ID. 47015727
Assc. Prof. Thavee Teschareon,	Advisor
Teacher. Dumri Jansangsuk	Advisor

ABSTRACT

This project is designing and constructing the compressed cob charcoal machine whit hot type. Which can be operated efficiently. By mean of taking a principal from machine that possessed to modified for suitable to a household manufacturing.

This compressed cob charcoal machine was used a driven power from an electric motor. By used a cob to be manufacturing materials, contained in a tank that opened to a compressed cylinder. Within a cylinder have a driven screw which driven by a motor, then carry a speed by pulleys and belts and gear trains set which directly connected to the compressed screw. When a screw rotated, a cob will flow into the compressed cylinder and will be compressed by a screw to a wall , which be compressed to be a cylindrical bar and a compressed cob bar was moved slowly through the end of the compressed cylinder. And its will broken when its touch to the angle section steels that be a cylindrical cob bar controller. A cob bar that's compressed have a diameter size of 45 mm, inner diameter size of 20 mm. And 300 mm in length. Used a compressing time of 1 minute and can be compressed to 300 mm in length.

From the experimental of this project discovered that the mechanism set that used to operated can be excellent operated. But the problem of this project is the heating process of a cob compressing and compressed screw wearing. Then summary that this machine can be operated actually. And the heating process and the compressed screw will be developed for a high efficiency.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ดีก็ด้วยความวิริยะอุตสาหะของผู้ร่วมโครงงานทุกคน คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดำริห์ จันทร์แสนสุก ท่านอาจารย์ และบุคคลกรในแผนกทุกท่านที่ให้คำแนะนำทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ ซึ่งมีส่วนสำคัญเป็นอย่างมากในการผลักดันให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และเพื่อนนักศึกษาที่คอยช่วยเหลือในการทำโครงงานมาโดยตลอด ทางคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ หากมีข้อผิดพลาดประการใดทางคณะผู้จัดทำต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ทางคณะผู้จัดทำหวังว่าปริญญานิพนธ์เล่มนี้ จะสามารถเป็นประโยชน์ผู้ที่สนใจและเป็นแนวทางการพัฒนาปรับปรุงและแก้ไขในการทำงานในครั้งต่อไป

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ช่วยสนับสนุนและให้กำลังใจในการทำงานเป็นอย่างสูงทางคณะผู้จัดทำยินดีที่จะรับข้อเสนอแนะของทุกฝ่าย และจะดำเนินการแก้ไขจุดบกพร่องให้ดียิ่งขึ้นไป

คุณค่าประโยชน์และความดีความชอบขอมอบแด่ บิดา มารดา ครูอาจารย์ ผู้อุปการคุณทุกท่าน และพี่ๆเพื่อนๆ ที่ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำ จนบรรลุจุดประสงค์ คณะผู้จัดทำหวังว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะสามารถเป็นฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ และเป็นแนวทางในการพัฒนางานอุตสาหกรรมต่อไป

นายสุภัทร กาลวันตวานิช
นายชยณัฏฐ์ ทิพย์จันทร์
นายเกษสินทร์ จุ่นหัวโทน
นายสรวิศ ลีลาวานิชกิจ
มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญ(ต่อ)	จ
สารบัญ(ต่อ)	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญรูปภาพ(ต่อ)	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาเหตุผลและทฤษฎีที่สำคัญ	2
1.4 ขอบเขตการทำโครงงานปริญญานิพนธ์	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงานปริญญานิพนธ์	2
1.7 แผนภูมิขั้นตอนการทำโครงงานปริญญานิพนธ์(Flow Chart)	3
1.8 แผนตารางเวลาในการทำโครงงานปริญญานิพนธ์	4
1.9 งบประมาณที่ใช้ในการทำโครงงานปริญญานิพนธ์	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับชังข้าวโพด	5
2.2 เครื่องต้นแบบ	7
2.3 วัสดุและการเลือกใช้	8
2.3.1 กระบอกอัดและสกรูอัด	8
2.3.2 เพลาส่งกำลัง	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.3.3 ชุดกล่องเฟือง	8
2.3.4 ชุดเฟือง	9
2.3.5 สายพาน	9
2.3.6 ลิ่ม	10
2.3.7 สกรูอัด	10
2.4 การส่งกำลัง	14
2.5 การให้ความร้อน	14
บทที่ 3 การคำนวณและการออกแบบ	
3.1 แนวทางการออกแบบเครื่องอัดถ่านจากซังข้าวโพดแบบร้อน	15
3.2 เงื่อนไขและสมมติฐานในการออกแบบ	17
3.3 การออกแบบเครื่องอัดถ่านซังข้าวโพดแบบร้อน	18
3.4 หลักในการออกแบบส่วนต่างๆของเครื่องที่สำคัญ	19
3.5 การสร้างและประกอบเครื่อง	22
3.6 การคำนวณ	22
3.7 การสร้างชิ้นส่วน	37
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	
4.1วัตถุประสงค์	44
4.2 การเตรียมผงถ่านก่อนการทดสอบ	44
4.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ	44
4.4 ขั้นตอนการทดสอบ	44
4.5 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัดถ่านจากผงซังข้าวโพดแบบเย็น	45
4.6 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัดถ่านจากผงซังข้าวโพดแบบร้อน	49
4.7สรุปผลการทดสอบ	51
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน	
5.1 บทสรุป	52
5.2 ตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องอัดถ่านจากซังขาวโพด	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ 52
บรรณานุกรม 53
ภาคผนวก 54
ภาคผนวก ก. 55
ภาคผนวก ข. 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณลักษณะในด้านเชื้อเพลิงของซังข้าวโพดและไม้ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 เครื่องอัดถ่านซังข้าวโพดแบบร้อนด้วยสกรู	7
รูปที่ 2.2 กระบอกอัดและสกรูอัด	8
รูปที่ 2.3 ชุดกล่องเฟือง	9
รูปที่ 2.4 ชุดเฟือง	9
รูปที่ 2.5 ชุดสายพาน	10
รูปที่ 2.6 ลิ่มส่งกำลัง	10
รูปที่ 2.7 สกรูอัด	11
รูปที่ 2.8 แสดงสกรูอัด	11
รูปที่ 2.9 แสดงขนาดต่างๆของสกรูอัด	12
รูปที่ 2.10 แสดงสกรูอัดแบบต่างๆ	12
รูปที่ 2.11 แสดงการแบ่งช่วงการทำงานของสกรูอัด	13
รูปที่ 2.12 แสดงสภาพความดันตลอดสกรูอัด	14
รูปที่ 3.1 รูปร่างและขนาดของแท่งซังข้าวโพดที่ต้องการ	15
รูปที่ 3.2 แสดงการอัดซังข้าวโพดโดยใช้กระบอกไฮดรอลิกส์	15
รูปที่ 3.3 แสดงการอัดซังข้าวโพดโดยใช้เพลาข้อเหวี่ยง	16
รูปที่ 3.4 แสดงการอัดซังข้าวโพดโดยใช้สกรูอัด	16
รูปที่ 3.5 แสดงสกรูอัด	19
รูปที่ 3.6 แสดงชุดกล่องเฟือง	19
รูปที่ 3.7 แสดงชุดกระบอกอัด	20
รูปที่ 3.8 แสดงถังใส่ซังข้าวโพด	20
รูปที่ 3.9 แสดงฐานเครื่อง	21
รูปที่ 3.10 ชุดส่งกำลัง	21
รูปที่ 3.11 ส่วนต่างๆของเครื่อง	22
ภาพที่ 3 . 12 แสดงขนาดและความยาวของถ่านที่ไหลออกมา	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ) หน้า

ภาพที่ 3 . 13 แสดงขนาดสกรู 23
ภาพที่ 3 . 14 แสดงแรงปฏิกิริยาบนเกลียวสี่เหลี่ยมผืนผ้า 25
ภาพที่ 3 . 15 แสดงการรับแรงของฟันเกลียวมีลักษณะคล้ายคานยื่น 29
ภาพที่ 3 . 16 แสดงตลับลูกปืนกันรุนเม็ดกลม 31
ภาพที่ 3 .17 แสดงการเชื่อมฐานโครงเครื่อง 37
ภาพที่ 3 .18 ฐานเครื่อง 37
ภาพที่ 3 .19 แสดงการกลึงเพลา 38
ภาพที่ 3 .20 เกียร์ปรับความเร็วรอบ 38
ภาพที่ 3 .21 ชุดกระบวนการอัด 39
ภาพที่ 3 .22 ชุดระบบส่งกำลังด้วยโซ่ 39
ภาพที่ 3 -23 ชุดปรับความตึงสายพาน 40
ภาพที่ 3 -24 ชุดระบบส่งกำลังด้วยสายพาน 40
ภาพที่ 3 .25 ตู้ควบคุม 41
ภาพที่ 3 .26 เริ่มอัดซังข้าวโพด 41
ภาพที่ 3 .27 ซังข้าวโพดเริ่มออกจากกระบอกอัด 42
ภาพที่ 3 .28 ถ่านจากซังข้าวโพดที่ได้ 42
ภาพที่ 3 .29 เครื่องอัดถ่านจากซังข้าวโพดแบบร้อนด้วยสกรูอัด 43
ภาพที่ 4 .1 แสดงลักษณะการเตรียมเครื่อง 45
ภาพที่ 4 .2 ลักษณะของผงถ่านจากผงซังข้าวโพด 45
ภาพที่ 4 .3 ตัวประสานที่ใช้ในการทดลอง 46
ภาพที่ 4 .4 การบรรจุผงถ่านลงในถังลำเลียง 46
ภาพที่ 4 .5 แสดงการอัดถ่านออกมาเป็นแท่ง 47
ภาพที่ 4 .6 แสดงถ่านที่อัดได้แล้วนำไปตากแดด 47
ภาพที่ 4 .7 แสดงการทำความสะอาดเมื่อปฏิบัติงานเสร็จแล้ว 48
ภาพที่ 4 .8 แสดงถ่านที่อัดได้ติดไฟแล้ว 48
ภาพที่ 4 .9 แสดงลักษณะเครื่องอัดถ่านแบบร้อน 49
ภาพที่ 4 .10 ลักษณะของผงซังข้าวโพด 49
ภาพที่ 4 .11 การบรรจุผงถ่านลงในถังลำเลียง 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4 .12 แสดงการอัดถ่านออกมาเป็นแท่ง 50
ภาพที่ 4 .13 แสดงถ่านที่อัดได้ 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ซังข้าวโพดหรือแกนข้าวโพด จัดว่าเป็นวัสดุที่เหลือใช้จากการเกษตร ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ได้มากมายทั้งในด้านการเกษตรเองและในด้านการทำเป็นเชื้อเพลิงจากธรรมชาติ ซึ่งจากการสำรวจพบว่าในแต่ละปีจะมีซังข้าวโพดที่เกิดจากการสีข้าวโพด ไม่น้อยกว่า 1.1 ล้านตัน

จากข้อมูลของโครงการในหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ซึ่งนำซังข้าวโพดมาเผาและอัดให้เป็นแท่งเหมือนถ่าน เพื่อใช้ทำเชื้อเพลิงไว้ใช้และจำหน่ายในราคาถูก แต่ก็ยังประสบปัญหากับการผลิต เนื่องจากมีกระบวนการผลิตหลายขั้นตอนเครื่องจักรหลายตัวและใช้เวลานานในการผลิต จึงส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตได้

ดังนั้นคณะผู้จัดทำโครงงานจึงมีความประสงค์ที่จะใช้ความรู้จากวิชาการที่ได้เล่าเรียน มาทำการศึกษาออกแบบและสร้างเครื่องอัดถ่านจากซังข้าวโพดด้วยสกรู เพื่อให้มีขนาดกะทัดรัดสามารถใช้ในครัวเรือนได้ และใช้งานได้จริง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องทำอัดถ่านแท่งจากซังข้าวโพดต้นแบบ เพื่อใช้ในด้านการเกษตร

1.2.2 นำซังข้าวโพดที่ทิ้งไว้ มาใช้ให้เกิดประโยชน์

1.2.3 เครื่องทำถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดใช้เป็นเครื่องต้นแบบในการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นต่อ ๆ ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เนื้อหาเหตุผลและทฤษฎีที่สำคัญ

ในการออกแบบและสร้างเครื่องอัดถ่านจากซังข้าวโพดแบบร้อนด้วยสกรูอัด จำเป็นต้องใช้ทฤษฎีที่สำคัญและเกี่ยวข้องดังนี้

1.3.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับซังข้าวโพด

1.3.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้สำหรับการทำชิ้นส่วนเครื่องจักรกล

1.3.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับการส่งกำลังต่างๆ

1.3.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับการให้ความร้อนกับซังข้าวโพด

1.3.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับสกรู

1.4 ขอบเขตการทำโครงงานปริญญานิพนธ์

1.4.1 เป็นเครื่องที่มีขนาดมิติโดยรวมประมาณ 800 x 1,500 x 860 มม.

1.4.2 ใช้มอเตอร์ขนาด 5 แรงม้า เป็นต้นกำลังขับสกรูอัดโดยผ่านชุดโซ่

1.4.3 สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายและมีขนาดกะทัดรัด

1.4.4 ขนาดของถ่านอัดแต่ละท่อนมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 45 มม. รูใน 20 มม. มีความยาวประมาณ 300 มม.

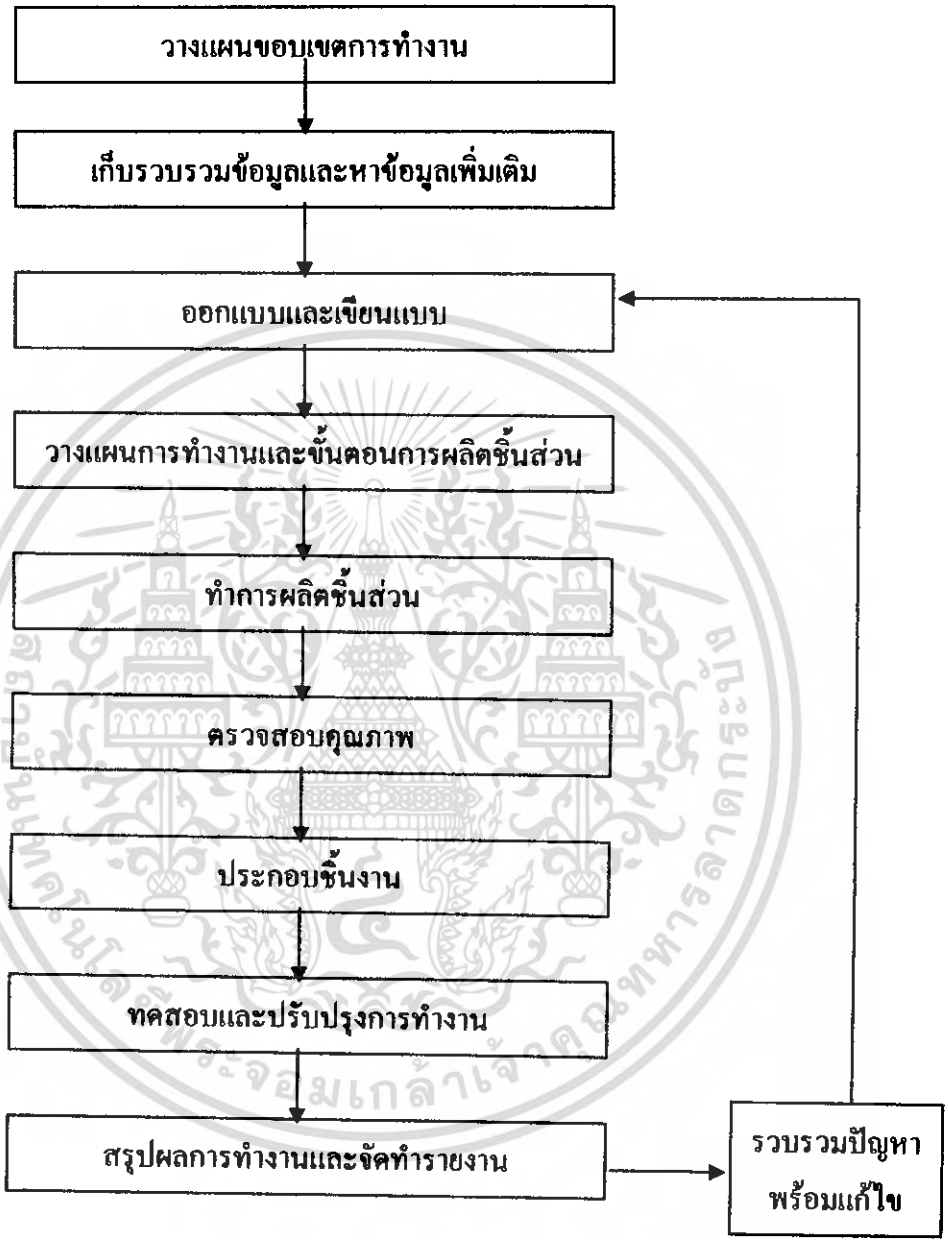
1.4.5 สามารถผลิตถ่านซังข้าวโพดได้ไม่น้อยกว่า 15 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงานปริญญานิพนธ์

สามารถใช้ความรู้ และทฤษฎี ที่ได้ศึกษามา ประยุกต์ใช้กับโครงงานนี้ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ในการสร้างเครื่องทำถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพด และสามารถใช้งานได้จริง และ เป็นการเพิ่มพูนทักษะในภาคปฏิบัติ การทำงาน ร่วมกันกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม เป็นการสร้างความสัมพันธ์อันดีและความสามัคคี ส่งผลต่อ การทำงานต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 แผนภูมิขั้นตอนการทำโครงงานปริญญานิพนธ์ (Flow Chart)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.8 แผนตารางเวลาในการทำโครงงานปริญญานิพนธ์

ขั้นตอนการทำงาน	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ษ
ค้นคว้ารวบรวมข้อมูล											
คำนวณและออกแบบ											
เขียนแบบส่วนประกอบ											
สร้างชิ้นส่วนต่างๆ											
ประกอบชิ้นส่วน											
ทดลองเครื่อง											
ปรับปรุงแก้ไข											
ประเมินผลการทดลอง											
สรุปผลการทดลอง											

1.9 งบประมาณที่ใช้ในการทำโครงงานปริญญานิพนธ์

รายการอุปกรณ์	จำนวน	ราคา	
1. มอเตอร์	1	15,000	บาท
2. ชิ้นส่วนมาตรฐาน	-	10,000	บาท
3. เหล็กชนิดต่างๆ	-	10,000	บาท
4. อื่นๆ	-	10,000	บาท
รวมเป็นเงินทั้งหมด		**50,000**	บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับซังข้าวโพด

ซังข้าวโพด เป็นผลผลิตพลอยได้ที่ได้จากการสีข้าวโพด ดังนั้น ปริมาณของซังข้าวโพดเป็นสัดส่วนตรงกับปริมาณข้าวโพดที่ผลิตได้ และโดยทั่วไปแล้วปริมาณโพดที่ได้จากการสีข้าวโพดจะตกประมาณ 72.5% ของปริมาณข้าวโพดโดยน้ำหนัก ซังข้าวโพดมีค่าความร้อนสูง สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ ดังตารางที่ 1 แสดงคุณลักษณะในด้านเชื้อเพลิงของซังข้าวโพดเปรียบเทียบกับของไม้ สรุปได้ว่า ในแง่ของการใช้เชื้อเพลิง ซังข้าวโพดมีข้อได้เปรียบเสียเปรียบไม้ดังต่อไปนี้

1. ซังข้าวโพดมีค่าความร้อยเฉลี่ย 6,480 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม)ซึ่งมากกว่าค่าความร้อนของไม้ (4,475 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม) ประมาณ 30.9 %

2. ซังข้าวโพดมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยเพียง 680 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ส่วนไม้มีความหนาแน่นขึ้นอยู่กับชนิดของไม้เฉลี่ยประมาณ 708 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นสำหรับปริมาณความร้อนเท่ากัน การใช้ซังข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิงจะต้องใช้ซังข้าวโพดในปริมาตรที่มากกว่าไม้ถึง 1.2 เท่า

3. การเผาไหม้ซังข้าวโพดมีขี้เถ้า (Ash) มากกว่าไม้ถึงประมาณ 5 เท่า ทั้งนี้เพราะซังข้าวโพดมีสารประกอบซิลิเกต (SiO_3) มาก ทำให้การใช้ซังข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิงมีภาระมากกว่าไม้ในด้านการกำจัดขี้เถ้าแต่อาจนำขี้เถ้าซังข้าวโพดไปใช้เป็นวัสดุก่อสร้างและผงขัดได้

อย่างไรก็ตาม การที่ซังข้าวโพดมีปริมาณกำมะถันน้อยกว่าไม้ถึงเกือบ 3 เท่า ทำให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ที่เกิดขึ้นในการเผาไหม้ซังข้าวโพดมีน้อยกว่าในการเผาไหม้ไม้ ปัญหามลภาวะอากาศที่เกิดขึ้นจะน้อยกว่าการใช้ไม้เป็นเชื้อเพลิง

การใช้ประโยชน์ของซังข้าวโพดในประเทศไทยในปัจจุบันนั้น สามารถใช้ได้ทั้งทางด้านเกษตรกรรมเช่น ปุ๋ย, อาหารสัตว์ และทางด้านอุตสาหกรรมเช่น ทำถ่านฟอกสี , ผงขัด, สารดูดซับน้ำมัน, แก้ว, เครื่องปั้นดินเผา, ผนังกั้นห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของเครื่องอัดถ่านจากซังข้าวโพด

นำซังข้าวโพดที่มีความชื้นอยู่ระหว่าง 4-9% บรรจุลงในถัง (Hopper) ที่เปิดสู่กระบอกอัด (Extrusion Cylinder) ภายในกระบอกอัดมีสกรูอัด ซึ่งขับเคลื่อนสกรูโดยใช้มอเตอร์ต้นกำลัง 3 เฟส ขนาด 5 แรงม้า ความเร็ว 1430 รอบ/นาที ทดรอบด้วยชุดเฟืองโซ่ ซึ่งต่อโดยตรงกับสกรูอัด เมื่อสกรูหมุนซังข้าวโพดจะไหลเข้าไปในกระบอกอัดและอัดติดกับผนังกระบอกอัด ในขณะที่ซังข้าวโพดถูกอัดเป็นแท่งเคลื่อนผ่านกระบอกอัด และแท่งซังข้าวโพดจะได้รับความร้อนจากเตาเผาโดยใช้ฮีทเตอร์เป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อนแก่กระบอกอัด และแท่งซังข้าวโพดที่ถูกอัดจะเคลื่อนตัวช้าๆออกจากปลายกระบอกอัดและจะหักออกเมื่อสัมผัสกับรางเหล็กฉากและจะถูกผลักให้หักเหจากทิศทางเดิมซึ่งก็สามารถควบคุมความยาวได้ในตรงนี้โดยใช้เหล็กฉากแท่งฟืนซังข้าวโพดที่ได้จะมีลักษณะเป็นแท่งกลวง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกประมาณ 45 มม. และมีรูในขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มม.

ผลการทดสอบและวิเคราะห์

คุณสมบัติ	ถ่านซังข้าวโพด	ถ่านไม้
ความชื้น %	5.7	5.91
สารเหย %	14.2	73.31
ถ่านคงตัว %	69.9	74.2
เถ้า %	10.1	1.27
กำมะถัน %	0.0	0.14
ค่าความร้อน,กิโลแคลอรี่/กก.	6,480	4,475
ความหนาแน่น,กก/ม	680	673

* ที่มา : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณลักษณะในด้านเชื้อเพลิงของซังข้าวโพดและไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เครื่องต้นแบบ

รูปที่ 2.1 เครื่องอัดถ่านซังข้าวโพดแบบร้อนด้วยสกรู

ซึ่งปัญหาที่พบในการทำงานของเครื่องอัดถ่านจากซังข้าวโพดแบบร้อนด้วยสกรู คือ การสึกหรอของสกรูอัดโดยจากการวิเคราะห์นั้นเกิดจากสาเหตุหลักคือ

1. การออกแบบสกรูที่ไม่เหมาะสม ซึ่งมีผลต่อกระบวนการอัดถ่านซังข้าวโพด
2. การเลือกใช้วัสดุที่ไม่เหมาะสม ซึ่งมีผลต่อสกรูโดยทำให้สกรูเกิดการสึกหรอเร็ว ถ้าหากเลือกใช้วัสดุที่ไม่เหมาะสมกับกระบวนการผลิต
3. สภาวะการใช้งานของสกรู โดยต้องดูว่าสภาวะแบบไหนที่สกรูสามารถทำงานได้ดี โดยใช้วัสดุที่เหมาะสมกับสภาวะนั้นๆด้วยจึงจะทำให้สกรูมีอายุการใช้งานได้นาน

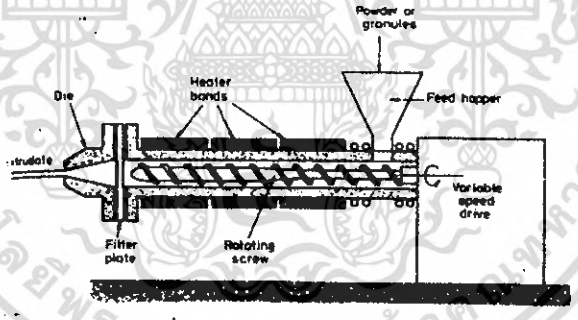
จากสาเหตุดังกล่าวทางคณะผู้จัดทำได้นำมาปรับปรุงและแก้ไขโดยใช้ทฤษฎีต่างๆมาวิเคราะห์ประกอบกับได้ทำการออกแบบเพื่อให้ได้เครื่องอัดถ่านจากซังข้าวโพดแบบร้อนด้วยสกรูที่สามารถทำงานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 วัสดุและการเลือกใช้

ในการออกแบบและสร้างนั้นจะต้องคำนึงถึงความแข็งแรง ที่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและชิ้นส่วนกับภาระงาน ไปจนถึงส่วนผสมของธาตุที่จะให้คุณสมบัติของวัสดุมีความทนทานเหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งชิ้นส่วนหลักของเครื่องอัดถ่านจากซังข้าวโพดนี้ที่ได้รับผลกระทบและส่งผลให้เกิดการสึกหรอมากที่สุดคือ เพลาเกลียวอัด ดังนั้นจึงได้พิจารณาจากคุณสมบัติของธาตุที่เป็นส่วนผสมของเหล็กโดยทั่วไปดังเช่น

2.3.1 กระบอกอัดและสกรูอัด จะใช้เหล็กผสมกับแมงกานีส(Mn)สูง เนื่องจากคุณสมบัติเฉพาะของแมงกานีสคือ แมงกานีสเป็นโลหะที่แข็งและเปราะ สีเป็นสีเทาคล้ายเหล็ก เป็นโลหะที่นำไปใช้เป็นส่วนผสมของโลหะผสมเกือบทุกชนิด เนื่องจากแมงกานีสมีคุณสมบัติที่จะช่วยทำให้โลหะผสมมีความแข็งแรงมากขึ้นและมีความยืดเหนียวมากขึ้น และพบว่าแมงกานีสเป็นสาระสำคัญที่ใช้ผสมผลิตเหล็กแข็งและเหล็กทำเครื่องมือมีคม เพราะแมงกานีสทำให้เหล็กแข็งคงทนไม่สึกหรอง่ายนอกจากนี้แมงกานีสยังใช้ในการผลิตแบตเตอรี่ ทำแม่เหล็กและหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์อีกด้วย



รูปที่ 2.2 กระบอกอัดและสกรูอัด

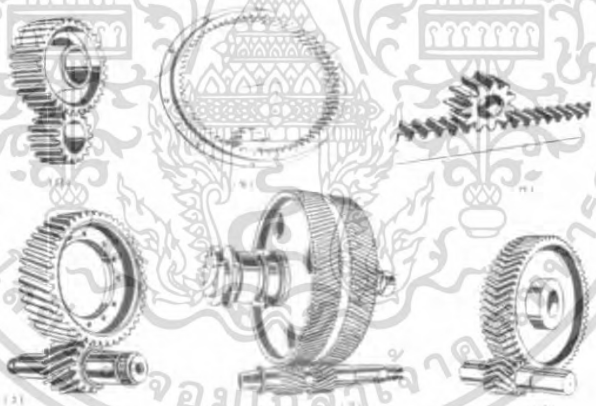
2.3.2 เพลาส่งกำลัง (Power Transmission Shaft) เป็นเพลาซึ่งต่อตรงจากเครื่องต้นกำลังโดยวัสดุทั่วไปที่ใช้ทำเพลานั้นคือเหล็กกล้าคาร์บอน (Car bon Steel) หรือเหล็กผสม (Alloy Steel) ซึ่งมีคุณสมบัติแข็งแรงทนทานต่อการขัดสีและแรงกระแทก ซึ่งพบว่าเพลาส่งกำลังนั้นมีหน้าที่รับแรงดึง แรงกด แรงบิดหรือแรงดัด โดยจะต้องมีการคำนวณถึงความจำเป็นที่ต้องใช้ในงานต่างควบคู่ไปด้วย

2.3.3 ชุดกล่องเฟือง (Gear Box) ต้องเป็นวัสดุที่มีความเหนียวมีความทนทานต่อความร้อนและอุณหภูมิสูง โดยต้องมีการขยายตัวของวัสดุน้อยมาก มาใช้ในการผลิตชุดกล่องเฟืองของเครื่องอัดถ่านจากซังข้าวโพดแบบร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3 ชุดกล่องเฟือง

2.3.4 ชุดเฟือง (Gear) เฟืองใช้ทำหน้าที่ส่งถ่ายโมเมนต์หมุนระหว่างเพลา 2 เพลา ที่มีระยะห่างระหว่างแกนเพลาที่สั้น โดยไม่มีการสูญเสียจากการลื่นไถลเหมือนสายพาน จึงมีอัตราทดที่คงที่ ซึ่งเฟืองมีหลายประเภทคือ เฟืองตรงธรรมดา, เฟืองสะพาน, เฟืองตรงฟันเฉียง, เฟืองตรงฟันเฉียงคู่, เฟืองตรงฟันก้างปลา ซึ่งจากการออกแบบและการคำนวณแล้วนั้นได้ทำการผลิตเฟืองตรงฟันเฉียงมาใช้ในการส่งถ่ายกำลังของเครื่องอัดถ่านซังข้าวโพดแบบร้อน เนื่องจากสามารถส่งถ่ายกำลังได้มากและเงียบกว่าฟันตรงธรรมดา และยังลดแรงกระแทกภายในฟันเฟืองลงอีกด้วย

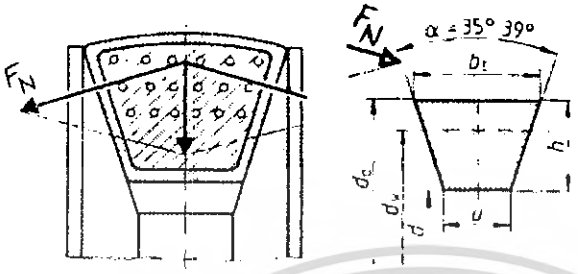


รูปที่ 2.4 ชุดเฟือง

2.3.5 สายพาน (Belt) ในการส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการใช้งานว่าควรใช้สายพานชนิดใด โดยสายพานมีหลายชนิดเช่น สายพานแบน, สายพานลิ่ม, สายพานกลม โดยวัสดุที่ใช้ทำสายพานนั้นจะต้องมีค่าความต้านแรงสูง สามารถบิดตัวได้ดี และจะต้องมีค่าความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสสูงคือ หนัง ซึ่งจากการออกแบบและคำนวณแล้วนั้น สายพานลิ่มเหมาะสมกับการส่งถ่ายกำลังมากกว่าแบบอื่น เนื่องจากส่งกำลังได้มากกว่าสายพานแบน 3 เท่า โดยต้องการแรงดึงชั้นต้นใน

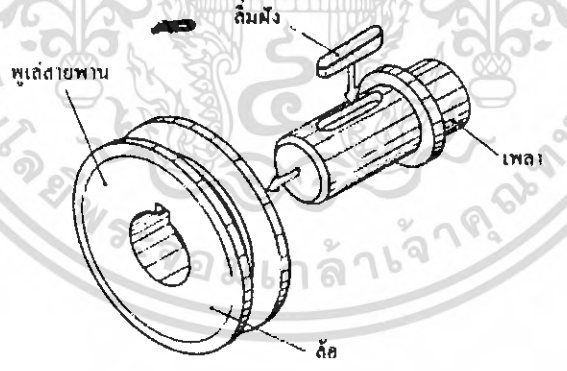
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายพานค่อนข้างน้อยเหมาะกับการใช้งานในกรณีที่ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางน้อย และยังดูดซับเสียงดังและการสั่นสะเทือนได้



รูปที่ 2.5 ชุดสายพาน

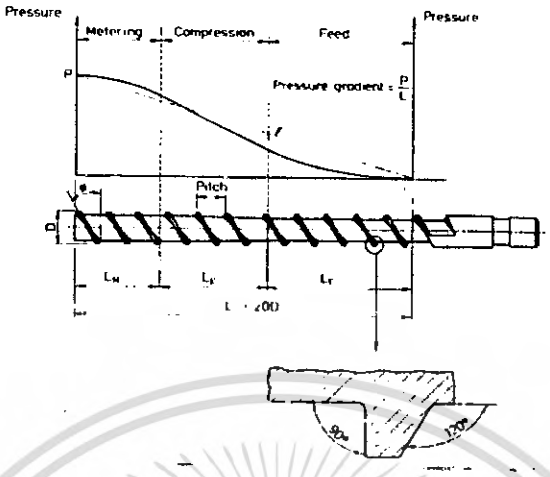
2.3.6 ลิ่ม(Keys) มีหน้าที่ส่งกำลังระหว่างล้อ(Hup) กับเพลา มีลักษณะเป็นแท่งโลหะซึ่งมีหลายชนิดเช่น ลิ่มสี่เหลี่ยมผืนผ้าและสี่เหลี่ยมจัตุรัส, ลิ่มแบน, แซดเดิลคีย์, ลิ่มวงเดือน, ลิ่มกลมหรือสลัก โดยลิ่มที่นำมาใช้ในเครื่องอัดถ่านซังข้าวโพดแบบร้อนคือลิ่มสี่เหลี่ยมผืนผ้า เนื่องจากลิ่มชนิดนี้จะฝังอยู่ในเพลาครึ่งหนึ่ง และฝังอยู่ในดุมของเฟืองอีกครึ่งหนึ่ง เพื่อป้องกันการเกิดการหมุนสัมพัทธ์ขึ้นระหว่างชิ้นส่วนทั้งสองและป้องกันการเคลื่อนที่ในแนวแกนอีกด้วย



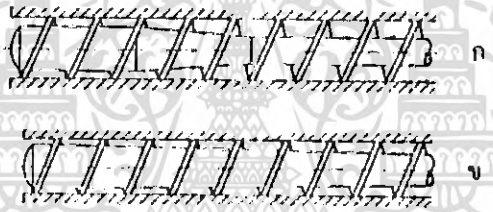
รูปที่ 2.6 ลิ่มส่งกำลัง

2.3.5 สกรูอัด (exturder screws) เป็นชิ้นส่วนที่ใช้ในเครื่องจักรกลเพื่อเปลี่ยนการหมุนเป็นการเลื่อนดังนั้นจึงมีชื่อเรียกอีกชื่อว่า สกรูเลื่อน(translation screws) นอกจากจะใช้เปลี่ยนการหมุนเป็นการเลื่อนแล้ว สกรูส่งกำลังยังใช้ในการยกน้ำหนักที่ตัวสกรูรับอีกด้วย การออกแบบหรือเลือกขนาดของสกรูส่งกำลังจะต้องคิดถึงความแข็งแรงของตัวสกรูที่รับแรงกดหรือแรงดึง ความสามารถในการรับแรงเฉือนของตัวสกรู ความแข็งแรงและการสึกหรอของเกลียว ตลอดจนกำลังงานที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 สกรูอัด



รูปที่ 2.8 แสดงสกรูอัด

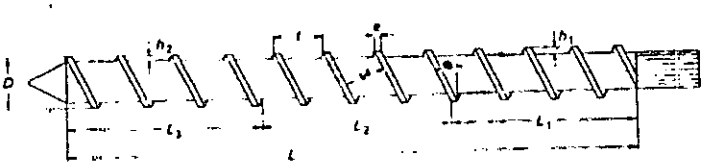
ก. สกรูอัดแบบ 3 ตอน

ข. สกรูอัดแบบแกนกลางโตขึ้นเป็นลำดับ

ต่อไปนี้เป็นข้อสังเกตที่สำคัญของข้อแตกต่างของสกรูอัดแบบต่างๆ

- รอบๆสกรูอัด จะมีร่องเกลียวแคบๆซึ่งตรงโคนร่องลบคมโค้งเอาไว้ ขนาดที่เป็นลักษณะที่สำคัญของสกรูอัดมีดังนี้คือ
- ความยาว (L) และเส้นผ่านศูนย์กลาง (D) รวมทั้งอัตราส่วน L/D
- ความลึกของร่องสกรูอัดที่จุดเริ่มต้นและสุดท้าย (h^1 ,h^2)
- ความยาวของส่วนต่างๆที่มีความลึกต่างกัน (L^1 ,L^2 ,L^3)
- ความหนาของสันเกลียว (e) ระยะพิตช์ (t)
- มุมของเกลียว (θ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

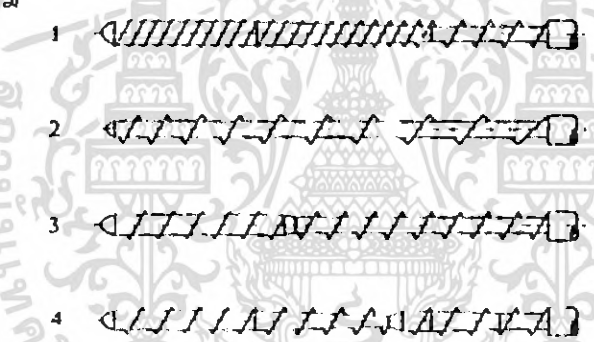


รูปที่ 2.9 แสดงขนาดต่างๆของสกรูอัด

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรูอัดมีขนาด 45, 60, 90, 120, 150, 200 และ 250 มม. ความยาวของสกรูอัดจะอยู่ระหว่าง 15 ถึง 30D

ความลึกของฟันเกลียว h^1 และ h^2 จะเป็นตัวกำหนดอัตราส่วนการอัดของสกรูอัดตัวหนึ่งๆและมีความจำเป็นสำหรับการอัดซังข้าวโพด ในช่วงที่จะเข้าไปในเขตการหลอมตัว

ขนาดของระยะพิตช์ t และความหนาของเกลียว e จะทำให้เหมาะกับขนาดของสกรูอัด ตามกฎ จะให้ t = D และ e = 0.1D



รูปที่ 2.10 แสดงสกรูอัดแบบต่างๆ

แบบที่1ในเขตดึงซังข้าวโพดเข้าเป็นเกลียวปากเดียว ในเขตเปลี่ยนแปลงและเขตส่งออกเป็นเกลียวสองปาก

แบบที่ 2 เกลียวหนอนปากเดียวที่ระยะพิตช์จะค่อยๆแคบลง ในขณะที่ความลึกของเกลียวคงที่

แบบที่ 3 เกลียวหนอนปากเดียวและมีเกลียวหนอนในการอัดช่วงสั้นๆ

แบบที่ 4 เกลียวหนอนปากเดียว แบบมีช่วงไล่ก๊าซออก

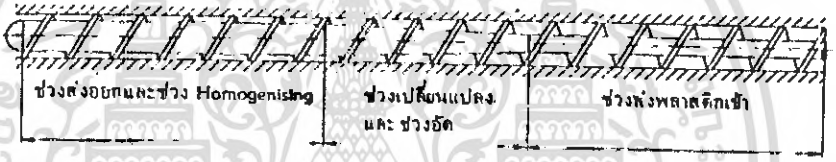
โดยปกติสกรูอัดจะประกอบด้วยกัน 3 เขตคือ

1. เขตป้อน (Feed Zone) หน้าที่ของเขตนี้ก็คือ การอุ่น (Preheat) ซังข้าวโพดที่ป้อนเข้าไป และขนถ่านซังข้าวโพดนี้สู่เขตต่อไป แต่อย่างไรก็ตามซังข้าวโพดจะเริ่มมีการหลอมตัวและเริ่มมีความดันเพิ่มในเขตนี้ การขนถ่ายซังข้าวโพดในเขตนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะอยู่ในรูปของแข็ง (Solid Conveying) เป็นส่วนใหญ่ โดยอยู่ในสภาพอัดแน่น (Plug-Like Flow) เต็มร่องสกรู สิ่งที่สำคัญในการพิจารณาการขนถ่ายในสภาพของแข็งอีกประการคือ ความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวหน้าของซังข้าวโพดกับกระบอกอัดและสกรูอัด

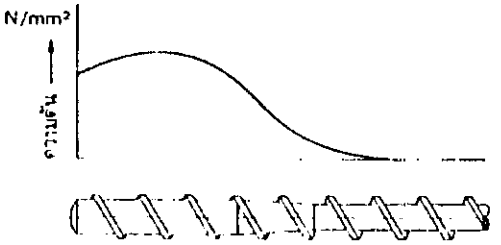
2. เขตเพิ่มอัตราการอัด (Compression Zone) ความดันเพิ่มของซังข้าวโพดที่อยู่ในเขตนี้จะมีค่าสูงกว่าเขตอื่น (มีอัตราการเพิ่มของความดันสูง) ซังข้าวโพดจะถูกให้ความร้อนและความดันเพิ่มอย่างมากในเขตนี้
3. เขตอัดไหลสมบูรณ์ (Metering Zone) เขตนี้จะเป็นเขตที่มีความสำคัญที่สุดในการพิจารณาการไหลของของไหลในสกรูอัด โดยมีอัตราการไหลที่คงที่และทำให้วัสดุมีอุณหภูมิและความดันสม่ำเสมอ



รูปที่ 2.11 แสดงการแบ่งช่วงการทำงานของสกรูอัด

โดยการนำซังข้าวโพดเข้าไปอัดนั้นอาศัยหลักที่ว่า สัมประสิทธิ์ความฝืดของสกรูอัดกับซังข้าวโพดยิ่งน้อยและค่าสัมประสิทธิ์ความฝืดของผนังกระบอกอัดกับซังข้าวโพดยิ่งมาก ยิ่งจะทำให้การส่งซังข้าวโพดได้ดี เพราะว่าความฝืดเมื่อกระบอกอัดของสกรูเรียบก็จะอัดซังข้าวโพดไม่ดี ต้องแก้ไขโดยต้องทำร่องไว้ในกระบอกสกรูอัดเพื่อไม่ให้ซังข้าวโพดหมุนตามสกรูอัดและให้ซังข้าวโพดที่อัดออกมานั้นมีผิวเรียบสม่ำเสมอกัน การก่อตัวของความดันในกระบอก โดยความต้านทานจะเกิดขึ้นในตำแหน่งแคบๆ ระหว่างกระบอกอัดและหัวสกรูอัด รวมทั้งขนาดและรูปทรงของช่องทางออกของเครื่องมือ ความดันสูงในกระบอกอัดมีความจำเป็นในการส่งซังข้าวโพดและผสมซังข้าวโพดให้เข้ากันดี ความดันสูงสุดจะเกิดขึ้นที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งในกระบอกอัด จากที่นั้นความดันจะกระทำไปในทิศทางนำซังข้าวโพดเข้าสกรูอัดต้านกับทางเดินของซังข้าวโพดเข้า จะทำให้เกิดการไหลในทางลบดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 แสดงสภาพความดันตลอดสกรูอัด

2.4 การส่งกำลัง

การส่งกำลังในเครื่องจักรกลหรือกลไกต่างๆโดยทั่วไปสามารถทำได้หลายวิธี เช่น ใช้มอเตอร์ขับ สายพาน โซ่ เฟือง ดังนั้นในการออกแบบระบบส่งกำลังในเครื่องอัดถ่านชังข้าวโพดแบบร้อนนั้นจึงเลือกใช้ชุดเฟืองขับและชุดโซ่ขับ โดยมีต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า เหตุผลในการเลือกใช้ชุดโซ่มาใช้เนื่องจากสามารถส่งกำลังได้มาก และสำหรับชุดส่งกำลังขับเพลาสกรูอัด ซึ่งการส่งกำลังที่ต้องการความเงียบลื่นในการส่งกำลังจะพิจารณาที่อัตราเหลื่อมของฟันเฟือง

2.5 การให้ความร้อน

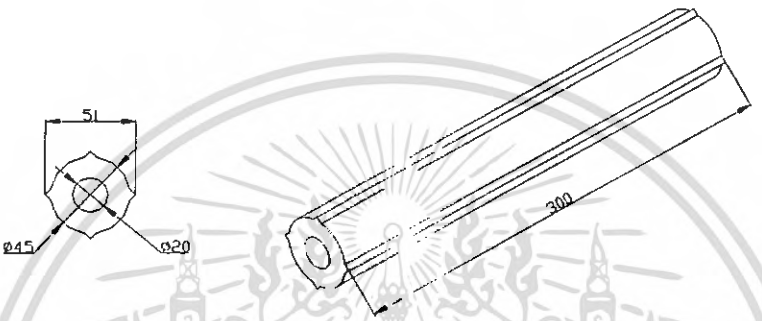
การให้ความร้อนในการอัดชังข้าวโพดนั้นพบว่าทำได้หลายวิธีคือ การใช้ฮีทเตอร์เป็นตัวให้ความร้อนโดยใช้ไฟฟ้า การใช้แก๊สหุงต้มเผาให้ความร้อน ใช้ถ่านชังข้าวโพด ซึ่งจากการสำรวจการให้ความร้อนจากเครื่องต้นแบบพบว่าได้นำเอาฮีทเตอร์มาเป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อนในการอัดถ่านชังข้าวโพด เพื่อทำให้สะดวกในการควบคุมอุณหภูมิของเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการออกแบบ

3.1 แนวทางการออกแบบเครื่องอัดถ่านซังข้าวโพดแบบร้อน

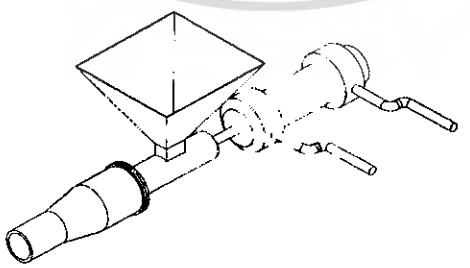
การออกแบบเครื่องอัดถ่านซังข้าวโพดแบบร้อน นั้นอาศัยรูปร่างลักษณะของแท่งซังข้าวโพดมาเป็นตัวออกแบบลักษณะของเครื่อง โดยมีรูปร่างลักษณะ ขนาดของแท่งซังข้าวโพดดังนี้



รูปที่ 3.1 รูปร่างและขนาดของแท่งซังข้าวโพดที่ต้องการ

เนื่องมาจากการทำงานของเครื่องอัดถ่านแบบร้อนนั้น ได้แนวคิดที่จะใช้สกรูในการอัดมาจากเครื่องต้นแบบที่มีอยู่แล้วซึ่งใช้กำลังมอเตอร์ที่ 25 แรงม้า ซึ่งทางคณะผู้จัดทำได้ศึกษาหาข้อมูลและทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องอัดถ่านซังข้าวโพดแบบร้อน และได้ทำการออกแบบแนวคิดในการอัดถ่านซังข้าวโพดดังนี้

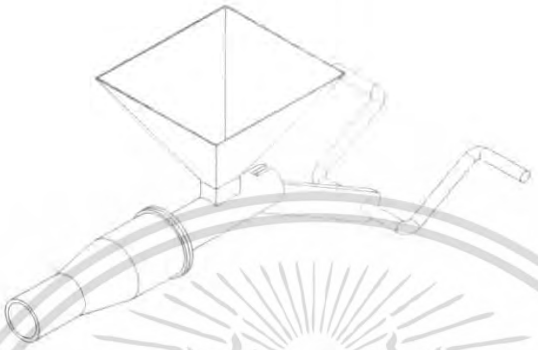
1. ใช้ระบบไฮดรอลิกส์ในการอัดซังข้าวโพด โดยใช้ลูกสูบในการอัดซังข้าวโพดให้เข้าไปในกระบอกอัดทำให้ซังข้าวโพดเคลื่อนที่เข้าไปในกระบอกอัดและเมื่อซังข้าวโพดได้รับความร้อนภายนอกจากเตาความร้อนซังข้าวโพดก็จะอัดตัวกันเป็นก้อนเคลื่อนที่ออกสู่ปากกระบอกอัด



รูปที่ 3.2 แสดงการอัดซังข้าวโพดโดยใช้กระบอกไฮดรอลิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ใช้ระบบเพลาข้อเหวี่ยงในการอัดซังข้าวโพดโดยมีมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังขับ ส่งกำลังผ่านชุดสายพานไปยังชุดเพลาข้อเหวี่ยง โดยมีเพลาข้อเหวี่ยงทำหน้าที่อัดซังข้าวโพดให้เคลื่อนที่เข้าสู่กระบอกอัดให้เคลื่อนที่ผ่านเตาความร้อนและออกสู่ปากกระบอกอัดเป็นแท่งซังข้าวโพดต่อไป



รูปที่ 3.3 แสดงการอัดซังข้าวโพดโดยใช้เพลาข้อเหวี่ยง

3. ใช้ระบบสกรูอัด โดยใช้ต้นกำลังขับเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าและส่งกำลังโดยใช้สายพานไปยังชุดเฟืองทดกำลังไปยังสกรูอัด ซึ่งสกรูอัดนั้นจะทำหน้าที่ลำเลียงซังข้าวโพดและอัดซังข้าวโพดให้เข้าไปในกระบอกอัดเพื่อให้ซังข้าวโพดได้รับความร้อนจากเตาแล้วจับตัวเป็นแท่งออกสู่ปากกระบอกอัด

รูปที่ 3.4 แสดงการอัดซังข้าวโพดโดยใช้สกรูอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จากแนวคิดที่ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการออกแบบนั้น มีความคิดเห็นว่าการอัดถ่านซังข้าวโพดโดยใช้สกรูอัดนั้นเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด เพราะสามารถผลิตได้ง่ายและประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่า 2 วิธีข้างต้นที่กล่าวมา

สภาวะที่เหมาะสมในการผลิต

ในการผลิตถ่านอัดซังข้าวโพดที่ดีมีคุณภาพจะต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

1. ความชื้น ถ้าซังข้าวโพดมีความชื้นมากไป ความชื้นจะกลายเป็นไอน้ำขยายตัว ทำให้แท่งฟืนซังข้าวโพด ระเบิดแตกร่วน ในทางกลับกัน ถ้าซังข้าวโพดมีความชื้นน้อยเกินไปก็จะทำให้ซังข้าวโพดเกาะกันเป็นแท่งได้ยากและทำให้ผิวของแท่งฟืนซังข้าวโพดที่ได้มีรอยแตกร้าว โดยทั่วไปปริมาณความชื้นของซังข้าวโพดที่ใช้ควรอยู่ระหว่าง 7-12 %

2. อุณหภูมิ ถ้าใช้อุณหภูมิที่สูงเกินไปอาจทำให้ผิวหน้าของแท่งฟืนซังข้าวโพดไหม้เกรียม ซังข้าวโพดจะไม่ประสานเกาะกันเป็นเนื้อแน่นดีเท่าที่ควร ถ้าใช้อุณหภูมิต่ำจะทำให้แท่งฟืนที่ได้ไม่แข็งเท่าที่ควร มีบางส่วนร่วนผิวของแท่งฟืนไม่ค่อยไหม้เกรียม ดังนั้นอุณหภูมิจึงมีส่วนสำคัญในการอัดแท่งและต้องการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่

3. ความดัน ซังข้าวโพดในกระบอกอัดจะถูกสกรูหมุนดันติดกับผนังกระบอกอัดนอกจากนี้ความร้อนที่ได้จากเครื่องทำความร้อนและแรงเสียดทานระหว่างกระบอกอัดกับแท่งฟืนที่กำลังเคลื่อนตัวช่วยทำให้การอัดตัวแน่นยิ่งขึ้น ความดันในกระบอกอัดขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างเกลียว (Pitch) ความสูงของเกลียวและระยะห่างระหว่างผนังกระบอกอัดกับสกรู ตลอดจนความเร็วของสกรูด้วย

3.2 เงื่อนไขและสมมติฐานในการออกแบบ

ภายใต้เงื่อนไขที่ว่า ต้องหากลไกที่สามารถอัดถ่านซังข้าวโพดได้มาทำการออกแบบ โดยต้องลดขนาดของเครื่องลงและขนาดของชิ้นส่วนต่างๆลง ซึ่งเมื่อผลิตออกมาแล้วยังสามารถใช้งานได้เหมือนเครื่องต้นแบบและต้องดีกว่าเดิม จากเงื่อนไขดังกล่าวทางคณะผู้จัดทำได้ตั้งสมมติฐานในการออกแบบคือ ใช้ต้นกำลังมอเตอร์ขนาด 5 แรงม้าแทนจากเดิม 25 แรงม้า

72171

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบเครื่องอัดถ่านซังข้าวโพดแบบร้อน

3.3.1 ขอบเขตของเครื่องอัดถ่านซังข้าวโพดแบบร้อน

1. ตัวเครื่องมีขนาด กว้าง × ยาว× สูง ประมาณ 800×1,500×860 มม.
2. ใช้มอเตอร์ขนาด 5 แรงม้า 220 โวลต์ 1430 รอบ/นาที เป็นต้นกำลังขับ
3. ลักษณะของเครื่องเป็นแบบปิด
4. ใช้แหล่งพลังงานในการให้ความร้อนขณะอัดซังข้าวโพดโดยฮีทเตอร์ให้ความร้อน

3.3.2 สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบและสร้างเครื่องอัดถ่านซังข้าวโพดแบบร้อน

1. ความปลอดภัยและความสะดวกในการใช้งาน
2. ความประหยัด การออกแบบ การสร้างประกอบ การใช้งานต้องเป็นไปด้วยความประหยัดไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น

3.3.3 ด้านความสะดวกและความปลอดภัยในการใช้งาน

ทางคณะผู้จัดทำได้ศึกษาหาวิธีในการที่จะทำให้เครื่องอัดถ่านซังข้าวโพดแบบร้อนนั้นสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกและปลอดภัยโดยได้ศึกษาจากกรรมวิธีการผลิตจากเครื่องต้นแบบทุกขั้นตอนการผลิต คือตั้งแต่ลักษณะรูปทรงของเครื่อง วัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนต่างๆ รวมไปถึงกระบวนการให้ความร้อนแก่ซังข้าวโพดและกลไกในการส่งกำลัง

3.4 หลักในการออกแบบส่วนต่างๆของเครื่องที่สำคัญ

มีหลักการดังนี้

1. เพลาสกรูอัด
2. ชุดกล่องเฟือง
3. ชุดกระบอกอัด
4. ถังใส่ซังข้าวโพด
5. ฐานเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบสกรูอัด

รูปที่ 3.5 แสดงสกรูอัด

เป้าหมายการทำงานของชุดสกรูอัดคือ ใช้สกรูในการอัดและลำเลียงซังข้าวโพดเข้าสู่กระบอกอัดโดยมีมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง ให้ซังข้าวโพดเคลื่อนที่เข้าสู่กระบอกอัด และเมื่อซังข้าวโพดได้รับความร้อนจากฮีทเตอร์แล้วซังข้าวโพดก็จะอัดกันเป็นแท่งแล้วเคลื่อนที่ออกจากปากกระบอกอัด

แนวทางการออกแบบสกรูอัดได้อาศัยหลักการของสกรูขนถ่ายมาช่วยในการออกแบบ วัสดุที่ใช้นั้นควรเป็นวัสดุที่ทนความร้อนได้สูงและมีความแข็งแรงคือเหล็ก St 60

การออกแบบชุดกล่องเฟือง

รูปที่ 3.6 แสดงชุดกล่องเฟือง

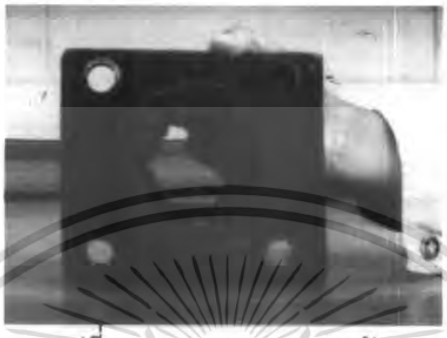
เป้าหมายการทำงานของชุดกล่องเฟือง เพื่อส่งกำลังโดยมีชุดเฟืองอยู่ภายในกล่องเฟือง ทำหน้าที่ส่งกำลังจากเพลามู่เล่ย์ไปยังเพลาสกรูอัด

แนวทางการออกแบบชุดกล่องเฟืองนี้ได้อาศัยการทำงานของชุดกล่องเฟืองของเครื่องจักรทั่วๆไปและทำการออกแบบชุดเฟืองเฉียงตามที่ได้ทำการคำนวณมาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุที่นำมาผลิตเป็นกล่องเฟืองคือเหล็กโครงสร้าง St 37 และวัสดุที่นำมาผลิตเฟืองคือเหล็กทำเฟือง SCM 415

การออกแบบชุดกระบอกอัด



รูปที่ 3.7 แสดงชุดกระบอกอัด

เป้าหมายการทำงานของชุดกระบอกอัดคือ มีหน้าที่ให้ซังข้าวโพดเคลื่อนที่ผ่านโดยมีสกรูเป็นตัวลำเลียงซังข้าวโพดและในขณะเดียวกันก็อัดซังข้าวโพดด้วย โดยภายในกระบอกอัดจะเอียงเป็นมุมเพื่อให้เกิดช่วงการอัดที่ปลายกระบอกอัด และมีร่องเพื่อระบายอากาศระหว่างการอัดอีกด้วย

แนวทางการออกแบบชุดกระบอกอัดนี้ได้อาศัยหลักการอัดของเครื่องต้นแบบ

วัสดุที่ใช้ผลิตชุดกระบอกอัดคือ เหล็กโครงสร้าง St 37

การออกแบบถังใส่ซังข้าวโพด

รูปที่ 3.8 แสดงถังใส่ซังข้าวโพด

เป้าหมายการทำงานของถังใส่ซังข้าวโพดคือมีหน้าที่ไว้ใส่ซังข้าวโพดให้ลำเลียงลงสู่กระบอกอัดโดยมีสกรูอัดทำหน้าที่ช่วยลำเลียงและอัดซังข้าวโพดไปพร้อมๆกัน

แนวทางการออกแบบอาศัยหลักการของถังใส่ข้าวเปลือกของเครื่องสีข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุที่นำมาผลิตคือ เหล็กโครงสร้าง St 37

การออกแบบฐานเครื่อง

รูปที่ 3.9 แสดงฐานเครื่อง

เป้าหมายของชุดฐานเครื่องคือมีขนาดกะทัดรัดและสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย

แนวทางการออกแบบฐานเครื่องโดยอาศัยหลักการทำงานของเครื่องต้นแบบที่มีอยู่แล้วแต่มีขนาดใหญ่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ โดยทางคณะผู้จัดทำได้ทำการออกแบบให้มีขนาดกะทัดรัดสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายโดยติดตั้งล้อรถที่ฐานเครื่องเพื่อความสะดวก

วัสดุที่ใช้ทำฐานเครื่องใช้เหล็กฉาก และเหล็กตัวยู

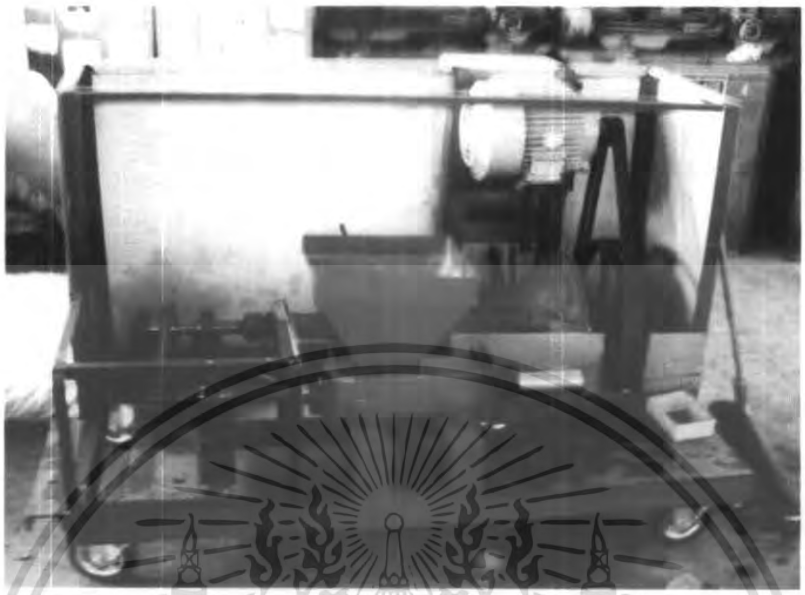
การออกแบบระบบส่งกำลัง

รูปที่ 3.10 ชุดส่งกำลัง

ระบบส่งกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังขับ โดยส่งกำลังผ่านชุดสายพานไปยังชุดกล่องเฟืองเพื่อส่งกำลังไปยังเพลาสกรูอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การสร้างและประกอบเครื่อง



รูปที่ 3.11 ส่วนต่างๆของเครื่อง

3.6 การคำนวณ

ในกระบวนการผลิตเครื่องอัดผงถ่านจากผงซังข้าวโพดจะต้องทำการคำนวณ เพื่อที่จะได้นำค่าที่คำนวณได้ไปทำการเลือกใช้วัสดุที่จำเป็น ที่จะนำมาทำการผลิตเครื่องจักร

3.6.1 การคำนวณความเร็วรอบที่เพลาสกรูอัด (n) และอัตราทด (i)

กำหนดให้

อัดถ่านได้ 3 ก้อน/นาที

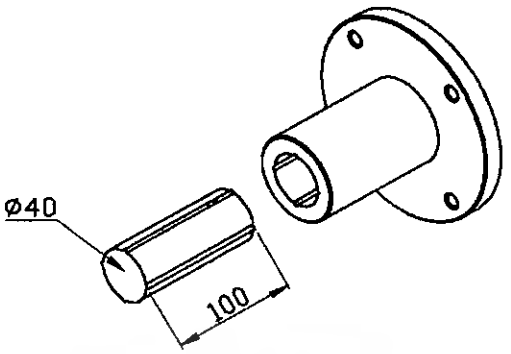
ความยาวที่ได้ 100 มม./ก้อน

ถ่านไหลด้วยความเร็ว

= (100 มม./ก้อน) × (3 ก้อน/นาที)

= 300 มม./นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 . 12 แสดงขนาดและความยาวของถ่านที่ไหลออกมา

กำหนดให้ ถ่านไหลด้วยความเร็ว 300 มม./นาที

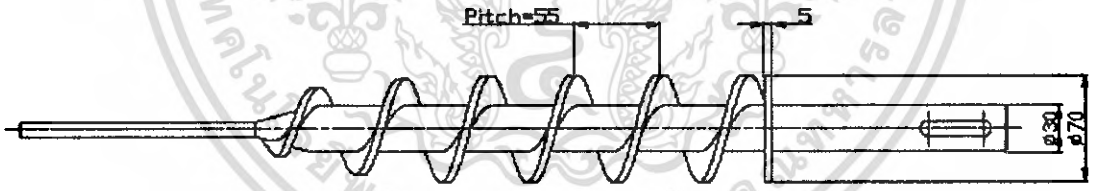
รูถ่านไหลจำนวน1รู ø 40 มม.

ปริมาตรถ่าน

$$V_1 = \frac{\pi}{4} d^2 \times l \times s \qquad \text{.....(3-1)}$$

$$V_1 = \frac{\pi}{4} (40^2)\ mm^2 \times 300\ mm./Min. \times 11.5$$

$$V_1 = 4{,}335{,}397.86\ \text{มม}^2/\text{นาที}$$



ภาพที่ 3 . 13 แสดงขนาดสกรู

กำหนดให้

Do	=	เส้นผ่านศูนย์กลางของยอดฟันเกลียว	70 มม.
Di	=	เส้นผ่านศูนย์กลางของโคนฟันเกลียว	30 มม.
h	=	ความสูงของฟันเกลียว	20 มม.
S	=	ระยะพิตช์	55 มม.
P	=	ช่องว่างของถ่าน	55 - 5 = 50 มม.
n_1	=	ความเร็วรอบของมอเตอร์	1,440 รอบ/นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นผ่านเส้นกลางเฉลี่ยของเกลียว (d_m)

$$d_m = \frac{d_o + d_i}{2} \quad \text{.....(3-2)}$$

$$d_m = \frac{70+30}{2}$$

$$d_m = 50 \text{ มม.}$$

สกรูอัดหมุน 1 รอบ ได้ปริมาตร

$$V_2 = (do + di) \times h \times p \quad \text{.....(3-3)}$$

$$V_2 = (70\text{-}30) \text{ มม.} \times 20 \text{ มม.} \times 50 \text{ มม./รอบ}$$

$$V_2 = 40{,}000 \text{ มม./รอบ}$$

ความเร็วรอบที่เพลาสกรูอัด (n_2)

$$n_2 = \frac{V_1}{V_2} \quad \text{.....(3-4)}$$

$$n_2 = \frac{4{,}335{,}397.86 \ mm^3/\min}{40{,}000 \ mm^3/rev}$$

$$n_2 = 108.3 \text{ รอบ/นาที} \approx 108 \text{ รอบ/นาที}$$

อัตราทด (i)

$$i = \frac{n_1}{n_2} \quad \text{.....(3-5)}$$

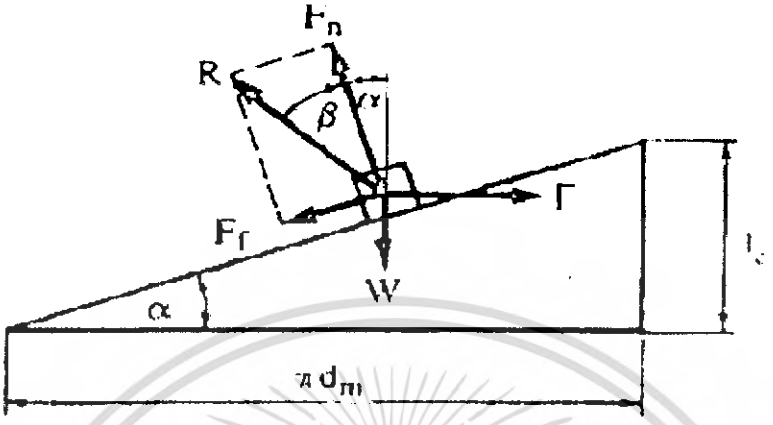
$$i = \frac{1{,}430}{108}$$

$$i = 13$$

∴จากการคำนวณใช้เกียร์ทดที่มีอัตราทด 1: 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การคำนวณหาแรงบิดที่เพลาสกรูอัด (T_1)



ภาพที่ 3 . 14 แสดงแรงปฏิกิริยาบนเกลียวสี่เหลี่ยมผืนผ้า

กำหนดให้

เนื่องจากสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน ระหว่างเหล็กและไม้ (fs) 0.2 - 0.6

สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน ระหว่างเหล็กกับผงถ่าน (fs) 0.6

เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเกลียว(d_m) 50 มม. = 0.05 ม.

แรงที่ได้จากการทดลอง(W) 200 นิวตัน

ระยะลีดส์ (lead;le)

$le = np$

$le = (1 \times 55)$ มม.

$le = 55$ มม.

มุมความเสียดทาน (β)°

$\beta^\circ = \tan^{-1}(fs)$

$\beta^\circ = \tan^{-1}(0.6)$

$\beta^\circ = 30.96^\circ$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มุมเอียงของเกลียว(α)°

$$\alpha^\circ = \tan^{-1} \frac{np}{\pi \ d_m}$$

$$\alpha^\circ = \tan^{-1} \frac{55mm}{\pi \times 50mm}$$

$$\alpha^\circ = 19.3^\circ$$

3.6.3โมเมนต์แรงบิดส่งถ่ายที่เพลาสกรูอัด (T_1)

$$T_1 = \frac{Fd_m}{2} = \frac{Wd_m}{2}\tan(\alpha+\beta) \quad \text{.....(3-6)}$$

$$T_1 = \frac{200N \times 0.05m \times \tan(19.3+30.96)}{2}$$

T_1 = 6 นิวตันเมตร

∴จากการคำนวณได้ใช้โมเมนต์แรงบิดส่งถ่ายที่เพลาสกรูอัด (T_1) = 6 นิวตันเมตร

3.6.4 การคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ชุดอัด

กำหนดให้

โมเมนต์แรงบิดส่งถ่ายก่อนเข้าชุดเกียร์ทด (T_1)	6	นิวตัน.เมตร
ความเร็วรอบมอเตอร์ (n1)	1,430	รอบ/นาที
มอเตอร์ 1 แรงม้า	746	วัตต์

กำลังที่ใช้ในการอัด (P)

$$P = T.\omega \quad \text{.....(3-7)}$$

$$P = \frac{2\pi \ T_1.n_1}{60} \quad \text{.....(3-8)}$$

$$P = \frac{2\pi \times 1,430 \times 6.N.m}{60}$$

P = 898.5 วัตต์ ≈ 0.8985 กิโลวัตต์

∴ ใช้ค่าความปลอดภัย = 4 จากตารางที่ ภาคผนวก (ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$P = 898.5\,(4) = 3{,}593.98 \text{ วัตต์}$$

การเลือกใช้มอเตอร์

$$Hp = \frac{P}{746} = \frac{3593.98}{746} \qquad \text{.....(3-9)}$$

$$Hp = 4.8 \text{ แรงม้า}$$

∴เนื่องจากการคำนวณได้มอเตอร์ 4.8 แรงม้าเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 5 แรงม้า แทน

3.6.5 การคำนวณหาขนาดเพลา

จากสูตร $d_0 = \sqrt[3]{16(T)(C1)/[\pi(\tau t)\tau]}$ .....(3-10)

เมื่อ d_0 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลา

T = ค่าโมเมนต์บิด

T_t = ค่าแฟกเตอร์การล้าตัว

τ_t = ค่าความเค้นเฉือนที่เพลา

วัสดุที่ใช้ทำเพลาเลือกใช้ St 37 เปิดตารางภาคผนวก (ก)

เปิดตารางจำได้ค่า $\sigma u = 235 \text{ N.mm}^2$

$$\tau t = (0.18)(\sigma u) \qquad \text{.....(3-11)}$$

$$\tau t = 0.18 \times 235$$

$$\tau t = 42.3 \text{ N.mm}^2$$

หมายเหตุ หา Bending ในเพลาใช้ค่า σu 40% , หาความเค้นเฉือนใช้ค่า σu 18%

เปิดตารางค่าแฟกเตอร์การล้าตัวในเพลา เปิดตารางภาคผนวก (ก)

โดยลักษณะงานคือ เพิ่มภาระทันทีทันใดมีค่า C_t = 1.5 - 2.0 เลือกที่ 2 มาใช้

แทนค่าในสูตร $d_0 = \sqrt[3]{[16(3 \times 10^3)(2)] / [\pi(42.3)]}$

$$= 8.97 \text{ mm.}$$

∴ ดังนั้นเลือกใช้เพลาที่มีขนาดตั้งแต่ 8.97 mm.ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.6 คำนวณหาความเค้นเฉือนของเพลาสกรูอัด (τ_{max})

กำหนดให้

ความเค้นที่จุดครากของวัสดุ St 37 คือ Su		235×10^6นิวตัน/เมตร^2	
โมเมนต์แรงบิดส่งถ่ายที่เพลาสกรูอัด(T_t)		6 นิวตัน.เมตร	
ความกว้าง	(b)	25 มม. =	0.025 ม.
ความยาว	(c)	25 มม. =	0.025 ม.
ค่าตัวประกอบ	(α)	0.208	
ค่าความปลอดภัย	(F.S)	2	

ความเค้นเฉือนสูงสุดของเพลาสกรูอัด (τ_{max})

$$\tau_{max} = \frac{T_2}{\alpha.b.c^2} \qquad \text{.....(3-12)}$$

$$\tau_{max} = \frac{6.N.m}{0.208(0.025)^3 m^3}$$

$$\tau_{max} = 1846153.85 \text{ นิวตัน/เมตร}^2$$

$$\tau_{max} = 1.84\times10^6 \text{ นิวตัน/เมตร}^2$$

ความเค้นเฉือนที่ยอมให้ของเพลาสกรูอัด (τ_{all})

$$\tau_{all} = \frac{0.5Su}{F.S} \qquad \text{.....(3-13)}$$

$$\tau_{all} = \frac{0.5\times235MPa.}{2}$$

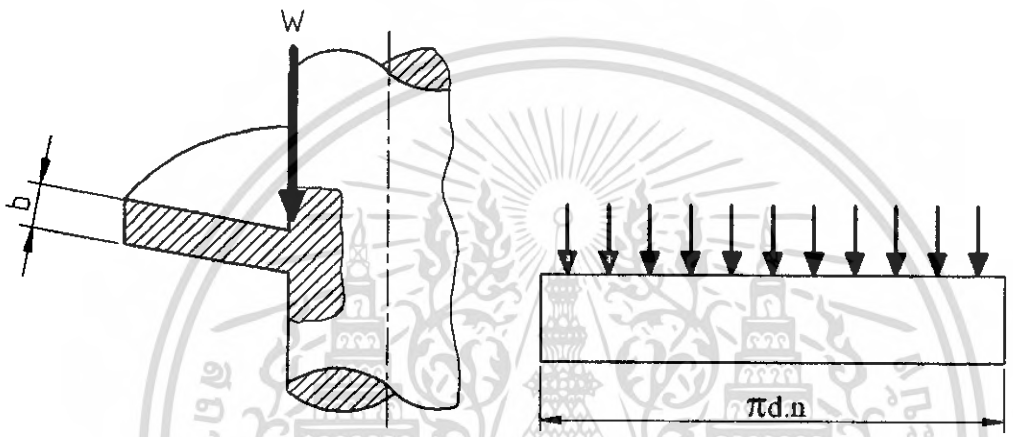
$$\tau_{all} = 58.75 \times 10^6 \text{ นิวตัน/เมตร}^2$$

สรุป เมื่อพิจารณาแรงที่มากระทำกับเพลาสกรูอัด พบว่าเกิดความเค้นเฉือนสูงสุดในฟันเกลียวที่กระทำ $\tau_{max} = 1.84 \times 10^6$ นิวตัน/เมตร^2 จากค่าความเค้นของเพลาสกรูอัดที่ใช้วัสดุ St 37 สามารถรับความเค้นได้ถึง 58.75 $\times 10^6$ นิวตัน/เมตร^2 ดังนั้นเพลาสกรูอัดจึงเพียงพอต่อการรับภาระที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.7 คำนวณหาค่าความเค้นเฉือนของฟันเกลียว

ในฟันเกลียวจะเกิดความเค้นดัด และความเค้นเฉือนที่โคนฟันเกลียว เนื่องจากความสูงของเกลียวมีค่าน้อย โมเมนต์ดัดที่โคนฟันเกลียวจึงมีค่าน้อยด้วยเกลียวส่วนมากจึงทนต่อความเค้นดัดได้ ส่วนความเค้นเฉือนอาจมีค่ามาก ดังนั้นควรคำนวณหาความเค้นเฉือนในฟันเกลียว



ภาพที่ 3 . 15 แสดงการรับแรงของฟันเกลียวมีลักษณะคล้ายคานยื่น

กำหนดให้

ความเค้นที่จุดครากของวัสดุ St 37 คือ Su	235×10^6 นิวตัน/เมตร^2
โมเมนต์แรงบิดส่งถ่ายที่เพลาสกรูอัก(T_1)	6 นิวตัน.เมตร
เส้นผ่านศูนย์กลางโคนฟันเกลียว (d_i)	30 มม. = 0.030ม.
ความหนาของฟันเกลียว (b)	5 มม. = 0.005 ม.
อบของฟันเกลียว (n)	(219 มม./ 55 มม.) = 3.98 รอบ
ค่าความปลอดภัย (F.S)	2

แรงที่กระทำกับฟันเกลียว (F)

$$F = \frac{T_1}{(d_i/2)} \qquad \text{.....(3-14)}$$

$$F = \frac{6N.m}{(0.030/2)m}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F = 400 นิวตัน

F = W

ความเค้นเฉือนสำหรับพื้นที่หน้าตัดที่รับแรงเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (τ_{max})

$$\tau_{max} = \frac{3W}{2A} \qquad \text{.....(3-15)}$$

พื้นที่รับแรงเฉือน (A)

$$A = \pi . d_i.b.n \qquad \text{.....(3-16)}$$

$$A = \pi(0.030 \times 0.005)m^2 \times 3.98$$

$$A = 0.00188 \text{ เมตร}^2$$

ความเค้นเฉือนสูงสุดของฟันเกลียว (τ_{max})

$$\tau_{max} = \frac{3W}{2\pi d_i bn} \qquad \text{.....(3-17)}$$

$$\tau_{max} = \left(\frac{3 \times 400N}{2 \times 0.00188m^2}\right)$$

$$\tau_{max} = 319148.94 \text{ นิวตัน/เมตร}^2$$

$$\tau_{max} = 319.14 \times 10^3 \text{ นิวตัน/เมตร}^2$$

ความเค้นเฉือนที่ยอมให้เกิดกับฟันเกลียว (τ_{all})

$$\tau_{all} = \frac{0.5Su}{F.S} \qquad \text{.....(3-18)}$$

$$\tau_{all} = \frac{0.5 \times 235MPa}{2}$$

$$\tau_{all} = 58.75 \times 10^6 \text{ นิวตัน/เมตร}^2$$

สรุป เมื่อพิจารณาแรงที่กระทำกับฟันเกลียว พบว่าเกิดความเค้นเฉือนสูงสุดในฟันเกลียว $\tau_{max} = 319.14 \times 10^3$ นิวตัน/เมตร^2 จากค่าความเค้นของฟันเกลียวที่ใช้วัสดุ St 37 สามารถรับความเค้นได้ถึง 58.75×10^6 นิวตัน/เมตร^2 ดังนั้นใบสกรูอัดจึงเพียงพอต่อการรับภาระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.8 การคำนวณหาแรงรุนของตลับลูกปืนกันรุนเม็ดกลม

ภาพที่ 3 . 16 แสดงตลับลูกปืนกันรุนเม็ดกลม

กำหนดให้ F_{am} = แรงรุนเป็นนิวตัน

A = ตัวประกอบแรง ให้ดูตารางภาคผนวก (ก)

n = ความเร็ว เป็นรอบต่อนาที

$$F_{am} = A \times \frac{n^2}{1000} \quad \text{.....(3-19)}$$

$$F_{am} = 5.8 \times \frac{72^2}{1000}$$

F_{am} = 0.03 นิวตัน

3.6.9 การคำนวณโมเมนต์ความเสียดทาน

กำหนดให้ M = โมเมนต์ความเสียดทาน

μ = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสำหรับลูกปืน

F_{am} = แรงที่กระทำต่อตลับ ลูกปืน เป็นนิวตัน

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของรูในของตลับลูกปืนเป็น มม.

$$M = 0.5\mu Fd \quad \text{.....(3-20)}$$

$$M = 0.5 \times 0.0013 \times 0.03 \times 30 \text{ mm.}$$

M = 0.00059 Nmm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.10 การคำนวณอัตราชนถ่ายสกรูอัดและขนาดกำลังขับของสกรูอัด

สูตรการคำนวณหาอัตราชนถ่ายของสกรูอัด

$$I_v = 60 \cdot \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot S \cdot n \cdot \phi \cdot K$$

กำหนดให้

I_v = อัตราชนถ่ายเชิงปริมาตร (ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรูอัด (เมตร)

S = ระยะพิตช์ของสกรูอัด (เมตร)

n = ความเร็วรอบของสกรูอัด (รอบ/นาที)

ϕ = แฟคเตอร์ความเต็มรางตัวถัง

กรณีวัสดุชนถ่ายนั้นหนักและผิวแข็งคม

$\phi = 0.125$

กรณีวัสดุชนถ่ายนั้นหนักและไม่แข็งคมมากนัก

$\phi = 0.25$

กรณีวัสดุชนถ่ายนั้นเบาและไม่แข็งคมมากนัก

$\phi = 0.32$

กรณีวัสดุชนถ่ายนั้นเบาและไม่แข็งคมเลย

$\phi = 0.4 \ldots . 0.5$

k = แฟคเตอร์ลดปริมาณชนถ่ายอันเนื่องมาจากชุดสกรูชนถ่ายตั้งเอียง

จากการออกแบบสกรูอัดใช้

D = 70 มม.

S = 55 มม.

n = 72 รอบ/นาที

L = 459 มม.

k = 1 ดูจากตารางภาคผนวก (ก)

แทนค่าจากสูตร

$$I_v = 60 \cdot \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot S \cdot n \cdot \phi \cdot K$$

$$I_v = 60 \cdot \left[\frac{0.07^2 \cdot \pi}{4}\right] \cdot (0.055) \cdot (72) \cdot (0.5) \cdot (1)$$

$= 0.146$ ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณหาขนาดกำลังขับของสกรูอัด

โดยใช้สูตร $P_{Antr} = \frac{I_G}{3600} \cdot \left(L \cdot f_{ges} \cdot \pm H \right)$

กำหนดให้

I_G = อัตราขนถ่ายเชิงน้ำหนัก (กิโลนิวตัน/ชั่วโมง)

L = ความยาวขนถ่าย (เมตร)

H = ช่วงสูงยกขนถ่าย (+ ขณะชันขึ้นและ – ขณะแล่นลาดลง)

f_{ges} = แฟคเตอร์ความสูญเสียค่ารวม

ค่า f_{ges} = 1.8 กรณีวัสดุขนถ่ายนั้นไหลได้ง่าย เบาไม่แข็งคม เช่น อาหารสัตว์ ถั่ว เมล็ดพืช

f_{ges} = 3.1 กรณีวัสดุขนถ่ายเป็นเมล็ดเล็ก ก้อนเล็กๆไม่ไหลฟรีได้ง่ายนัก มีความแข็งคม

สถานกลางได้แก่ ก้อนถ่านหิน เกลือแกงเมล็ดโต ขี้เลื่อย

f_{ges} = 4.4 กรณีวัสดุขนถ่ายนั้นมีความแข็งคมเนื้อเหนียวแกร่ง และมีขนาดโต ไหลยาก เช่น เถ้า ทราย กรวด

แทนค่าจากสูตร

$P_{Antr} = \frac{I_G}{3600} \cdot \left(L \cdot f_{ges} \cdot \pm H \right)$

หาค่า $I_G = I_v \ (\gamma_s) . \gamma_s$ ใช้ค่า 2.5 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตรจากตารางภาคผนวก (ก)

I_G = 0.146(2.5)

= 0.365 กิโลนิวตัน/ชั่วโมง

ใช้ค่า f_{ges} = 1.8

L = 459 มม.

แทนค่าหา $P_{Antr} = \frac{0.365 \times 0.459}{3600} \left[1.8 + \sin 0^{\circ} \right]$

$= 8.38 \times 10^{-5}$ กิโลวัตต์

คำนวณหาค่าแรงดันเฉือนในแนวแกนหมุน

จากสูตร $F_a = \frac{M_{Antr}}{r \cdot \tan(\alpha + \rho)}$

กำหนดให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F_a = แรงดันเฉือนในแนวแกนหมุน (กิโลนิวตัน)

M_{Antr} = ทอคขับที่ต้องกระทำ ณ เพลาแกนหมุน (กิโลนิวตันเมตร)

r = รัศมีที่รับแรงดันเฉือนในแนวแกนหมุน

ρ = มุมแรงเสียดทานระหว่างวัสดุขนถ่ายกับสกรูอัด ($\tan \rho = \mu$)

n = จำนวนรอบสกรูอัด

สูตร $M_{Antr} = 60 \cdot \frac{P_{Antr}}{n}$

$= 60 \cdot \frac{8.38 \times 10^{-5}}{72}$

$= 6.98 \times 10^{-5}$ กิโลนิวตันเมตร

แทนค่าหา F_a ในสูตร $F_a = \frac{M_{Antr}}{r \cdot \tan(\alpha + \rho)}$

ใช้ r = 30 มม., $\mu = 0.8$ จากตารางที่ 12 ภาคผนวก (ก)

แทนค่า $F_a = \frac{6.98 \times 10^{-5}}{0.03 \cdot \tan(1.53)}$

$= 9.49 \times 10^{-5}$ กิโลนิวตัน

3.6.11 การคำนวณหาขนาดสายพานและล้อสายพาน

ใช้มอเตอร์ความเร็ว 1430 รอบ/วินาที ขนาด 5 แรงม้า

คิดเป็นกำลังงาน(P) = 746 x 5 = 3730 วัตต์ หรือ 3.73 กิโลวัตต์

จะเกิดแรงบิดที่เพลามอเตอร์ (T) $= \frac{p}{2\pi(n/60)} = \frac{3730}{2\pi(1425/60)} = 25$ นิวตัน.เมตร

ส่งกำลังขับจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ความเร็วรอบ 1430 รอบ/นาที ไปยังเพลามู่เล่ย์เพลาเฟืองเฉียง และเพลาสกรูอัดตามลำดับ

โดยส่งจากมอเตอร์มาที่เพลามู่เล่ย์ที่ความเร็วรอบ 269 รอบ/นาที

W_p = 3.73 กิโลวัตต์

จากตารางภาคผนวก (ก) เลือกตัวประกอบใช้งาน $N_s = 1.1$

ดังนั้น $W_p \cdot N_s = 3.73(1.1) = 4.103$ กิโลวัตต์

เลือกสายพานหน้าตัด A

อัตราทด $m_w = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1425}{269} = 5.3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพานเล็ก จากตารางภาคผนวก (ก)

$$D_p = m_w \cdot d_p = 5.3(76.5) = 405.45 \text{ มม.}$$

ในการคำนวณหาระยะห่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพาน บริษัทผู้ผลิตแนะนำให้ใช้ค่าดังนี้

$$C_{max} = 2(d_p + D_p) = 2(76.5+405.45) = 963.9 \text{ มม.}$$

$$C_{min} = 0.7(d_p + D_p) = 0.7(152+304) = 337.15 \text{ มม.}$$

ทดลองเลือกใช้ C = 507 มม.

หาความยาวพิตช์โดยประมาณของสายพานลิ่ม

$$L_p = 2C + 1.57(D_p + d_p) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4C}$$

$$= 2C + 1.57(405.45 + 76.5) + \frac{(405.45 - 76.5)^2}{4(507)}$$

$$= 1770.82 \text{ มม.}$$

ดังนั้นเลือกใช้สายพานลิ่มยาว $L_p = 1770$ มม.

กำหนดให้ W_p = กำลังงาน (วัตต์)

N_s = ตัวประกอบใช้งาน

m_w = อัตราทด

n_1 = ความเร็วรอบเพลาขับ (รอบ/นาที)

n_2 = ความเร็วรอบเพลาตาม (รอบ/นาที)

D_p = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์มู่เล่ย์ตาม (มม.)

d_p = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์มู่เล่ย์ขับ (มม.)

C = ระยะห่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพาน (มม.)

L_p = ความยาวพิตช์ของสายพาน (มม.)

ระยะห่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางคำนวณได้จากสมการ

$$C = p + \sqrt{p^2 - q}$$

โดยที่ $p = 0.25L_p - 0.393(D_p + d_p)$

$$p = 0.25(1770) - 0.393(405.45 + 76.5) = 253.094$$

$$q = 0.125(D_p - d_p)^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 0.125(405.45 - 76.5)^2 = 13526$$

$$\therefore C = 253.094 + \sqrt{(253.094)^2 - 13526} = 477.88 \text{ มม.}$$

ส่วนโค้งสัมผัส

$$\frac{D_p - d_p}{c} = \frac{405.45 - 76.5}{477.88} = 0.687$$

จากตารางที่ภาคผนวก (ก) ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส

$$N_a = 0.95$$

จากตารางที่ภาคผนวก (ก) ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน

$$N_L = 0.99$$

ล้อสายพานขนาด 76.5 มม. อัตราทด $m_w = 5.3$ และ n = 1430 รอบ/นาที จากตารางที่ภาคผนวก (ก)

$$P_R = 2.11 \text{ กิโลวัตต์ต่อเส้น}$$

จากสมการ

$$Z = \frac{W_p \cdot N_s}{P_R \cdot N_a \cdot N_1}$$

$$= \frac{3.73(1.1)}{2.11(0.95)(0.99)} = 2.06 \approx 2 \text{ เส้น}$$

ดังนั้นจึงเลือกสายพานหน้าตัด B ยาว 1770 มม. จำนวน 2 เส้น

กำหนดให้ N_a = ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส

N_L = ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน

P_R = กำลังที่สายพานลิ่มหนึ่งเส้นส่งได้ (กิโลวัตต์/เส้น)

Z = จำนวนเส้น

ความเร็วสายพาน

$$V = \pi d_p$$

$$= \pi\left(\frac{76.5}{1000}\right)\left(\frac{1430}{60}\right)$$

$$= 5.727 \text{ เมตร/วินาที}$$

แรงดึงในสายพานขณะกำลังส่งกำลัง

$$F = \frac{W_p}{V} = \frac{3.73(1000)}{5.727} = 651.3 \text{ นิวตัน}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การสร้างชิ้นส่วน

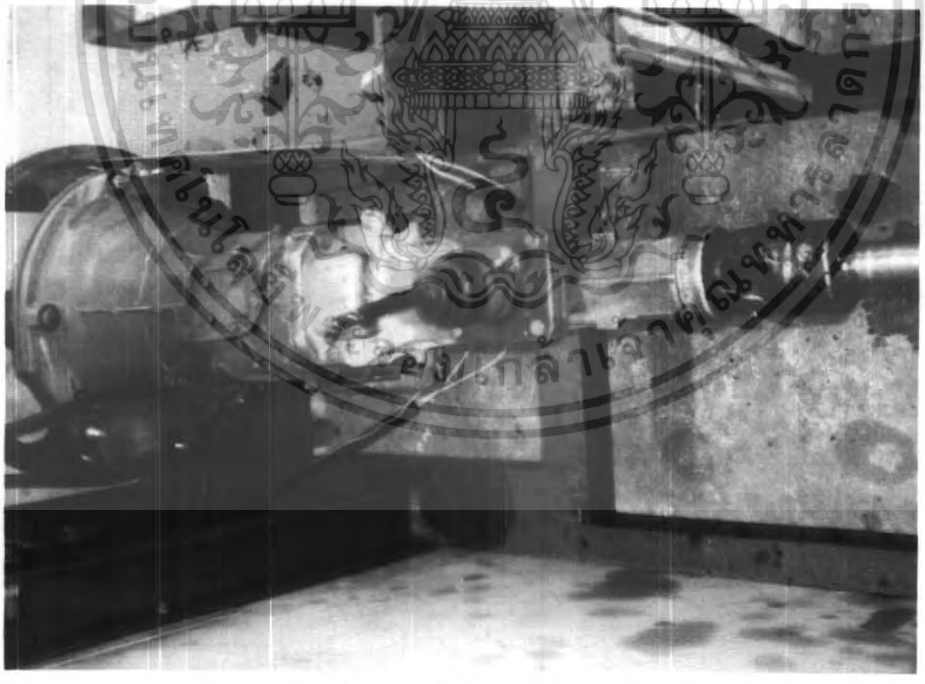
ในการออกแบบสร้างเครื่องอัดถ่านจากผงซังข้าวโพด ทางคระผู้จัดทำโครงงานได้ทำการแสดงขั้นตอนการสร้างชิ้นส่วนตามลำดับที่จำเป็นของเครื่องและชิ้นส่วนมาตรฐานไว้ดังนี้

ภาพที่ 3 .17 แสดงการเชื่อมฐานโครงเครื่อง

ภาพที่ 3 .18 ฐานเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

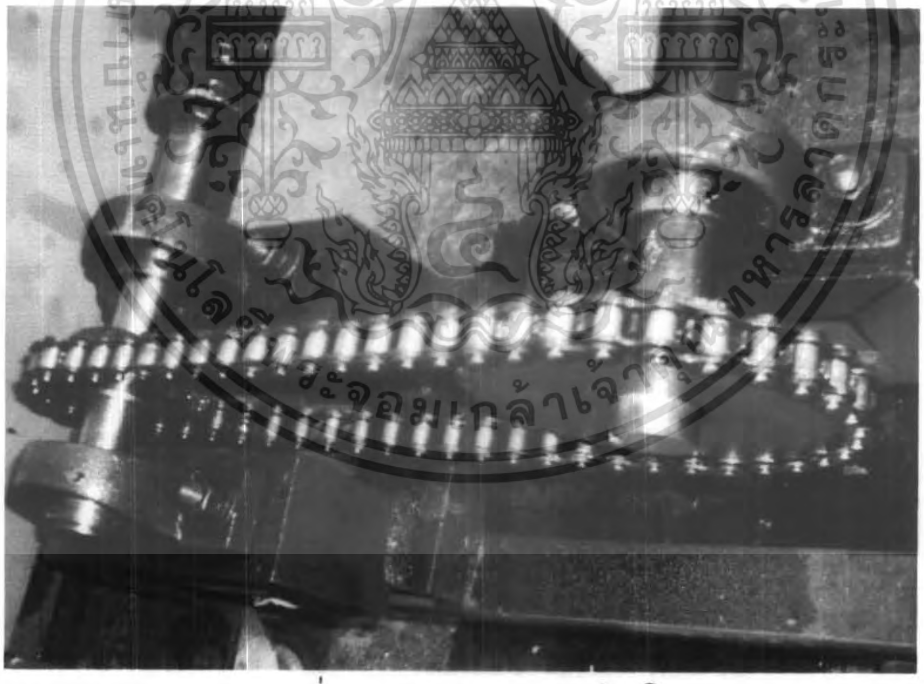
ภาพที่ 3 .19 แสดงการกลึงเพลา



ภาพที่ 3 .20 เกียร์ปรับความเร็วรอบ

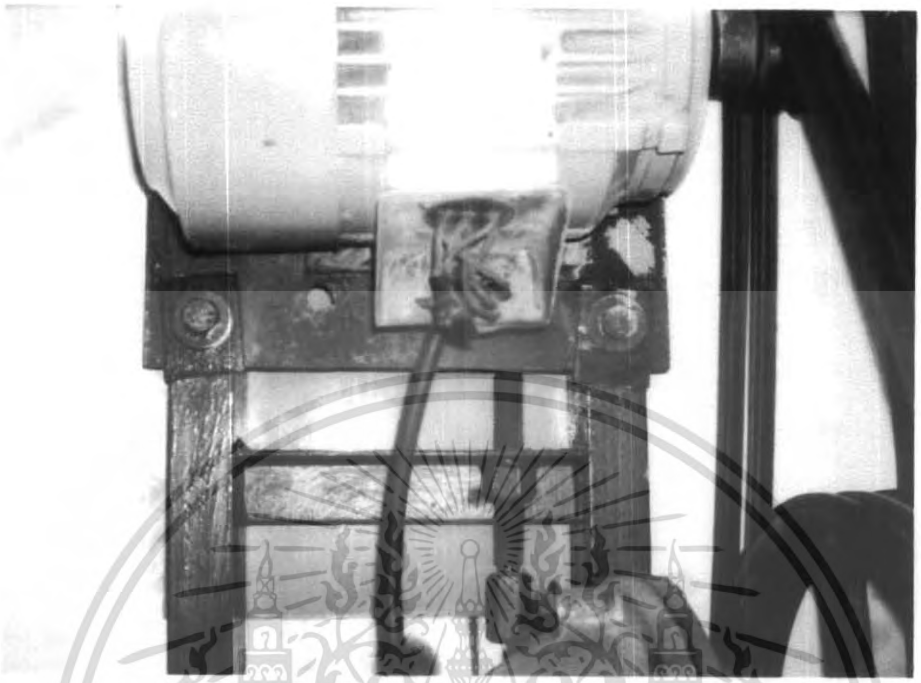
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3 .21 ชุดกระบวนการอัด



ภาพที่ 3 .22 ชุดระบบส่งกำลังด้วยโซ่

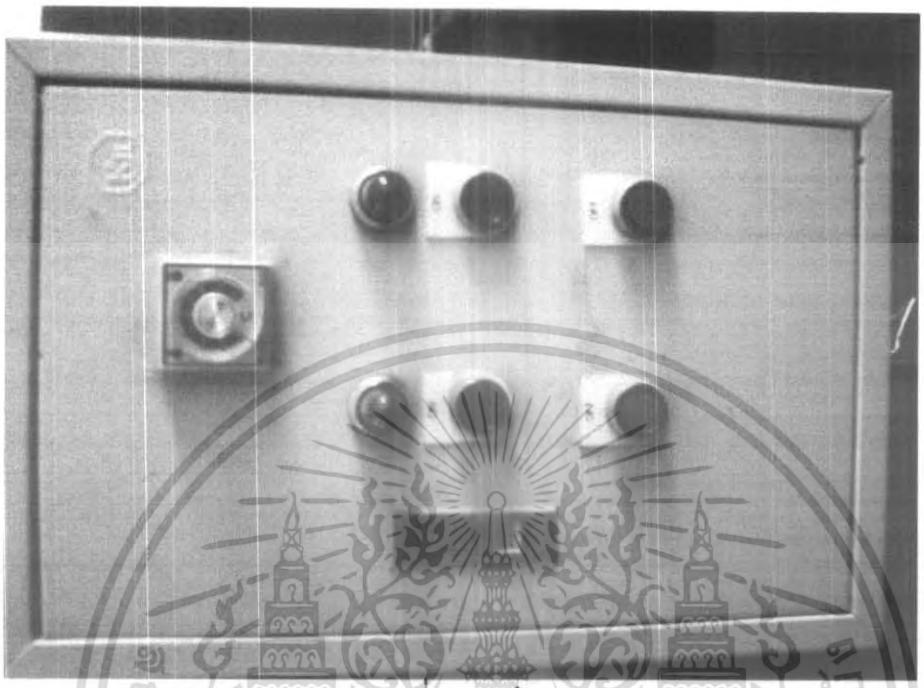
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



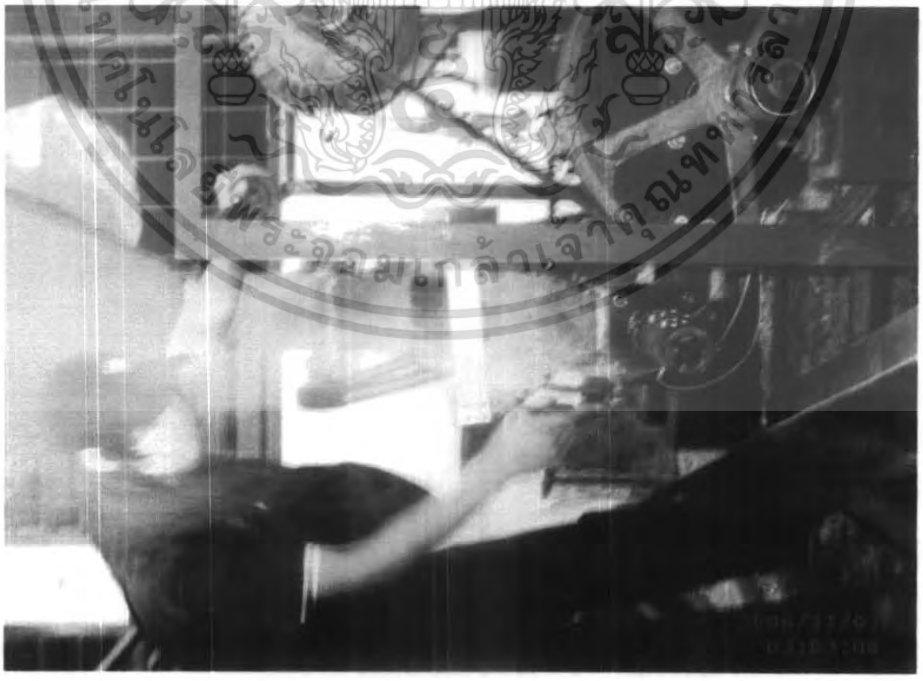
ภาพที่ 3 -23 ชุดปรับความตึงสายพาน

ภาพที่ 3 -24 ชุดระบบส่งกำลังด้วยสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 .25 ตู้ควบคุม



ภาพที่ 3 .26 เริ่มอัดชังข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3 .27 ซังข้าวโพดเริ่มออกจากกระบอกอัด

ภาพที่ 3 .28 ถ่านจากซังข้าวโพดที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3 .29 เครื่องอัดถ่านจากซังข้าวโพดแบบร้อนด้วยสกรูอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อทำการทดสอบการทำงานของเครื่องที่สร้างขึ้น
2. เพื่อหาจุดบกพร่องในการปรับปรุงแก้ไข

4.2 การเตรียมผงถ่านก่อนการทดสอบ

ผงถ่านจากผงซังข้าวโพดที่จะนำมาทำการทดลองนั้น จะต้องเป็นผงถ่านที่ทำการปั่นมาแล้ว และจะต้องนำมาทำการร่อนเอาเศษเม็ดถ่านออก ก่อนนำไปเข้าเครื่องอัดเพื่อทำการอัดต่อไป

4.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. เครื่องอัดผงถ่าน
2. ผงถ่านจากซังข้าวโพด
3. มีดสำหรับตัดถ่าน
4. ตัวประสานผงถ่าน

4.4 ขั้นตอนการทดสอบ

1. ทำการเตรียมผงซังข้าวโพด
2. เปิดสวิตช์เครื่อง
3. นำผงถ่านที่มีสัดส่วนความชื้นอยู่ที่ประมาณ 3 - 5 %ใส่ในถัง
4. สังเกตการทำงานของเครื่อง
5. ทำการตัดถ่านที่อัดออกมาได้
6. หยุดการทำงานของเครื่องเมื่ออัดผงถ่านหมดแล้ว
7. เมื่อทำการปฏิบัติงานเสร็จแล้วก็ทำการถอดเครื่องเพื่อทำความสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัดถ่านจากผงซังข้าวโพดแบบเย็น

ในการทดสอบการทำงานของเครื่องทางคณะผู้จัดทำโครงงานได้ทำการทดสอบจนได้ผลเป็นที่น่าพอใจและทดลองใช้งานเครื่องอัดถ่านจากผงซังข้าวโพดได้ลำดับขั้นการทดสอบดังนี้

ภาพที่ 4 .1 แสดงลักษณะการเตรียมเครื่อง

ภาพที่ 4 .2 ลักษณะของผงถ่านจากผงซังข้าวโพด

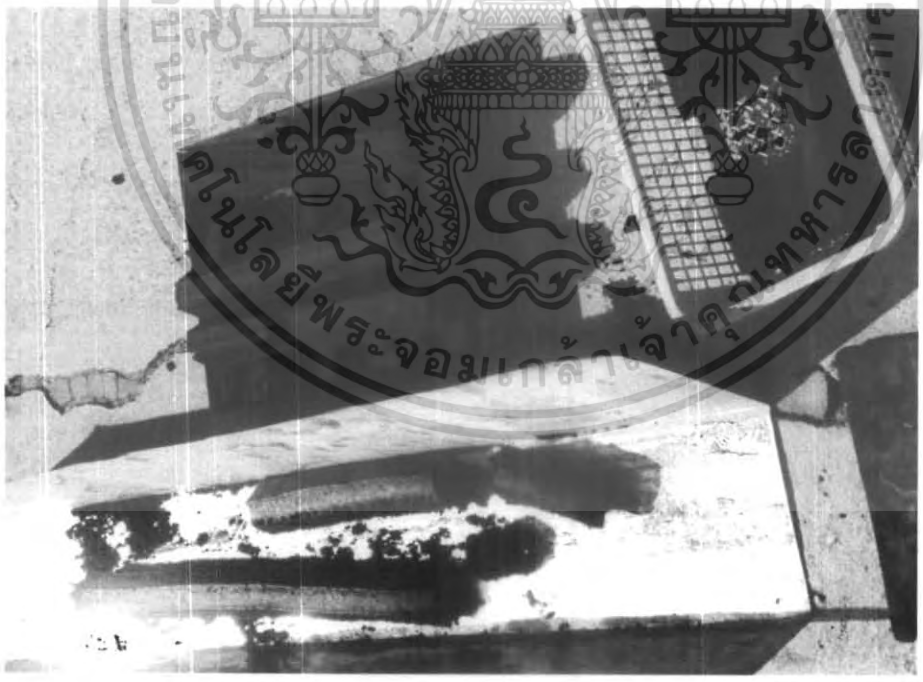
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4 .3 ตัวประสานที่ใช้ในการทดลอง

ภาพที่ 4 .4 การบรรจุผงถ่านลงในถังลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4 .5 แสดงการอัดถ่านออกมาเป็นแท่ง



ภาพที่ 4 .6 แสดงถ่านที่อัดได้แล้วนำไปตากแดด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4 .7 แสดงการทำความสะอาดเมื่อปฏิบัติงานเสร็จแล้ว

ภาพที่ 4 .8 แสดงถ่านที่อัดได้ติดไฟแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

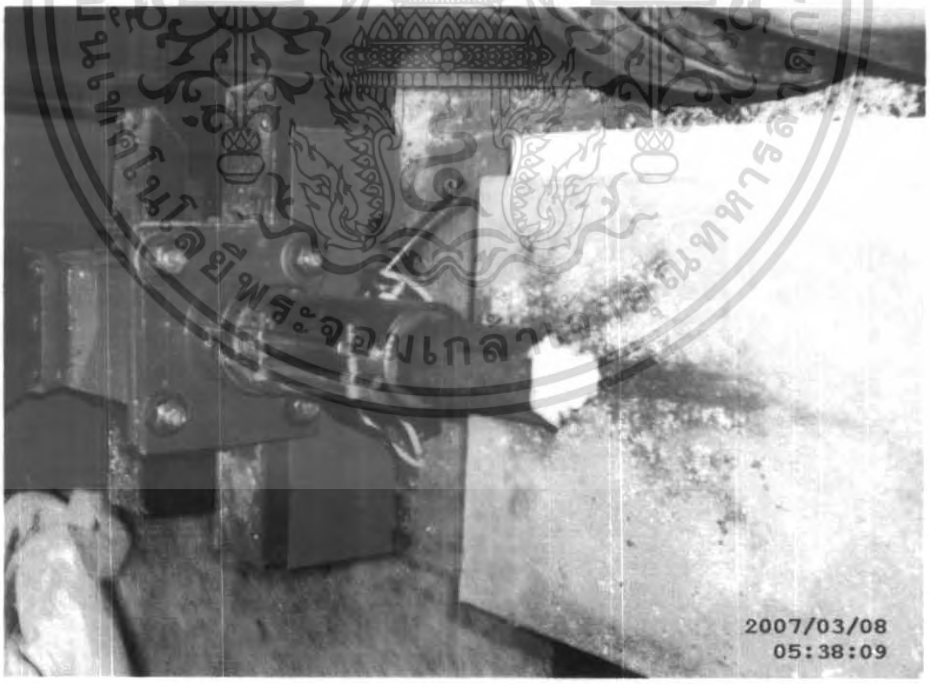
4.6 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัดถ่านจากผงซังข้าวโพดแบบร้อน

ภาพที่ 4 .9 แสดงลักษณะเครื่องอัดถ่านแบบร้อน

ภาพที่ 4 .10 ลักษณะของผงซังข้าวโพด

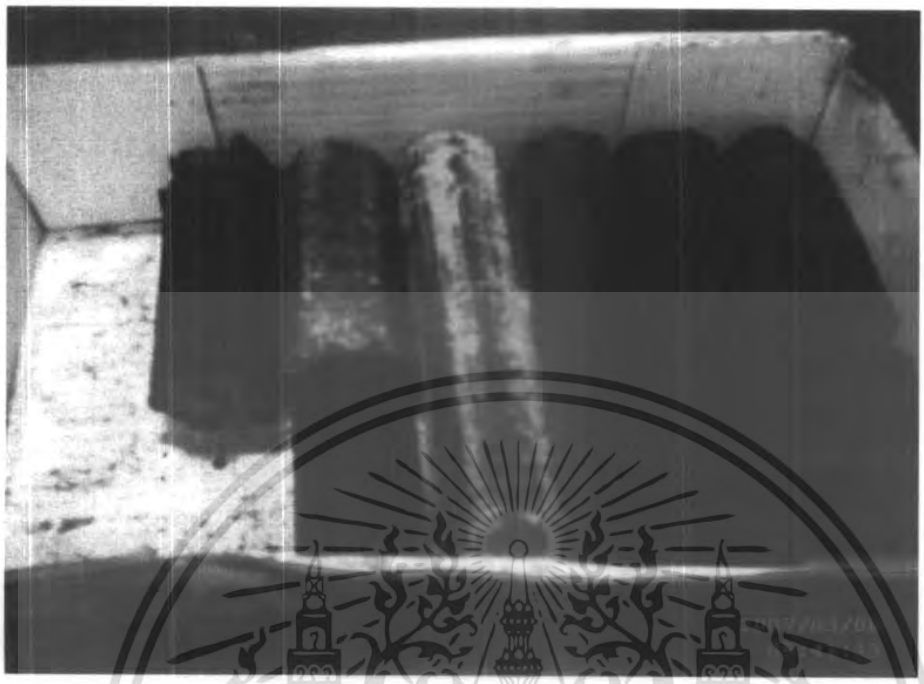
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4 .11 การบรรจุผงถ่านลงในถังลำเลียง



ภาพที่ 4 .12 แสดงการอัดถ่านออกมาเป็นแท่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 .13 แสดงถ่านที่อัดได้

4.7 สรุปผลการทดสอบ

จากการทดลองการใช้งานของเครื่อง ผลปรากฏว่าอัตราความเร็วในการไหลของการอัดถ่านขึ้นอยู่กับอัตราการบรรจุผงถ่านลงในกรวยจะสามารถอัดถ่านได้15 กิโลกรัมต่อชั่วโมงในการอัดเย็น และในการอัดร้อนใช้เวลาเวลาในการอัดประมาณ 1 นาทีต่อ 3 ก้อนได้ดี สรุปในภาพรวมที่เป็นผลการทดสอบพบว่า การอัดผงถ่านของเครื่องอัดถ่านจากผงซังข้าวโพด สามารถทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 บทสรุป

จากการทดสอบการทำงานเครื่องอัดถ่านจากผงชังข้าวโพด ที่เป็นโครงงานปริญญานิพนธ์ตามบทที่ 4 ไปแล้วนั้น พบว่าเครื่องอัดถ่านสามารถใช้งานได้จริงและสามารถนำแท่งถ่านที่อัดได้แล้วนั้นมาเป็นเชื่อเพลิงในการประกอบอาหารได้ และเมื่อนำสกรูมาตรวจสอบดู พบว่าเกิดการสึกหรอที่ปลายสกรูอัดจึงเป็นปัญหาต่อการผลิตโดยตรง ซึ่งเป็นสาเหตุที่จะให้นักศึกษารุ่นต่อไปได้คิดค้นและพัฒนาคุณภาพของสกรูให้สามารถทนทานและมีประสิทธิภาพให้ดีขึ้นต่อไป

จึงสรุปได้ว่าการออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดถ่านจากชังข้าวโพด เป็นไปตามขอบเขตและวัตถุประสงค์ของโครงงานปริญญานิพนธ์ที่กำหนดไว้

5.2 ตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องอัดถ่านจากชังข้าวโพด

1. ความร้อนที่ใช้ในการอัด คือถ้าใช้ความร้อนมากเกินไปจะทำให้ถ่านชังข้าวโพดที่ได้นั้นมีผิวนอกไหม้เกรียมและเกิดการสึกหรอสูงสกรูเร็วกว่าเดิม

2. ความเร็วรอบที่ใช้ในการอัด คือถ้าใช้ความเร็วรอบต่ำเกินไปจะทำให้ชังข้าวโพดถูกอัดอยู่ในกระบอกอัดนานเกินไปจนทำให้ชังข้าวโพดไหม้ทั้งหมด ซึ่งทำให้ชังข้าวโพดไม่อัดกันเป็นแท่ง

3. คุณภาพของวัสดุที่นำมาผลิตเป็นสกรู ต้องสามารถใช้งานได้ในสภาวะที่ร้อนและมีการเสียดสีสูง

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ในการผลิตเชื้อเพลิงแท่งแล้วน่าจะมีเตาอบ เพื่อให้ถ่านนั้นแห้งเร็วกว่า การนำไปตากแดดซึ่งอาจใช้เวลา 2-3 วัน ดังนั้นมีเตาอบจะสามารถนำเชื้อเพลิงนั้นมาใช้ได้ เร็วกว่า

2. ควรมีการนำวัตถุดิบอย่างอื่นมาทำการทดลองบ้าง เช่น ขี้เลื่อย กากอ้อย แกลบ กะลามะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

ศ.ดร.วริทธ์ อึ่งภากรณ์ และ รศ.ชาญ ๔นักงาน. การออกแบบเครื่องจักรกลเล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพ : บุคเซ็นเตอร์, 2541

มานพ ต้นตระบัณฑิตย์ เขียนแบบวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพ: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี.(ไทย-ญี่ปุ่น), 2546.

รศ.บรรเลง ศรนิล และ ผศ.ประเสริฐ ก๊วยสมบูรณ์. ตารางงานโลหะ. กรุงเทพ : สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2524

ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี. กลศาสตร์ของแข็ง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี.(ไทย-ญี่ปุ่น), 2543.

ภาษาอังกฤษ

Ferdinand P.Beer,E.Russell Johnston. Machanices of Materials. Metric Edition, McGraw-Hill Edition,1992.

Joseph E.Shigley,Charles R.Mischke. Mechanicl Engineering Design. 6th .ed.NewYouk: Printed in Singapore,2001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-1 ค่าตัวประกอบรูปแบบของลูอิส

จำนวนฟัน	แรงกระทำที่ปลาย								แรงกระทำใกล้กึ่งกลาง			
	$14\frac{1}{2}^{\circ}$ FD		20° FD		20° Stub		25°		$14\frac{1}{2}^{\circ}$ FD		20° FD	
	Y	y	Y	y	Y	y	Y	y	Y	y	Y	y
10	0.1	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0						
11	760	56	01	64	61	83						
12	.19	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.3	0.1	0.4	0.1
13	2	61	26	72	89	92	42	77	55	13	15	33
14	0.2	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0	0.3	0.1	0.4	0.1
15	10	67	45	78	11	99	58	82	77	20	43	41
16	0.2	0.0	0.2	0.0	0.3	0.1	0.2	0.0	0.3	0.1	0.4	0.1
17	23	71	64	83	24	03	70	86	99	27	68	49
18	0.2	0.0	0.2	0.0	0.3	0.1	0.2	0.0	0.4	0.1	0.4	0.1
19	36	75	76	88	39	08	860	91	15	33	90	56
20	0.2	0.0	0.2	0.0	0.3	0.1	.29	0.0	0.4	0.1	0.5	0.1
21	45	78	89	92	49	11	8	95	30	37	03	60
22	0.2	0.0	0.2	0.0	0.3	0.1	0.3	0.0	0.4	0.1	0.5	0.1
23	55	81	95	94	60	15	11	99	46	42	12	63
24	0.2	0.0	0.3	0.0	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1
25	64	84	02	96	68	17	24	03	59	46	22	67
26	0.2	0.0	0.3	0.0	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1
27	70	86	08	98	77	20	36	07	71	50	34	70
28	0.2	0.0	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1
29	77	88	14	00	86	23	49	11	81	53	44	73
30	0.2	0.0	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1
31	83	90	20	02	93	25	65	16	90	56	53	77
32	0.2	0.0	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1
33	89	92	26	04	99	27	77	20	96	58	59	78
34	0.2	0.0	0.3	0.1	0.4	0.1	0.3	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1
35	92	93	30	05	04	29	90	24	02	60	65	80
36	0.2	0.0	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1
37	96	94	33	06	08	30	03	28	09	62	72	83
38	0.3	0.0	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1
39	02	96	37	07	11	32	15	32	15	64	80	84
40	0.3	0.0	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1
	05	97	40	08	16	33	28	36	22	66	84	86
	0.3	0.0	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1
	08	98	44	09	21	35	18	33	28	68	88	87
	0.3	0.0	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1
	11	99	48	11	26	36	09	30	34	70	92	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1
	14	00	52	12	30	37	12	31	37	71	99	91
	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.6	0.1
	16	01	55	13	34	38	18	33	40	72	06	93
	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.6	0.1
	18	01	58	14	37	39	21	34	54	73	11	95
	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.6	0.1
	20	01	61	15	40	40	28	36	47	74	17	96
	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.6	0.1
	22	01	64	16	43	41	30	37	50	75	23	98
	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.6	0.2
	24	03	67	17	45	42	34	38	53	77	28	00
	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.6	0.2
	26	04	71	18	47	42	37	39	56	77	33	01
	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.6	0.2
	27	04	73	19	49	43	43	41	59	78	39	03
	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.6	0.2
	29	05	77	20	51	44	46	42	63	79	45	05
	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.6	0.2
	30	05	80	21	54	44	50	43	65	80	50	07
	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.6	0.2
	33	06	84	22	55	45	54	44	68	81	55	9
	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.6	0.2
	35	07	86	23	57	46	60	46	70	82	59	10
ตารางต่อ		1	0.3	0.1	0.4	0.1						
	36	07	89	24	59	46						

จำนวนฟัน	แรงกระทำที่ปลาย								แรงกระทำใกล้กึ่งกลาง			
	$14\frac{1}{2}^{\circ}$ FD		20° FD		20° Stub		25°		$14\frac{1}{2}^{\circ}$ FD		20° FD	
	Y	y	Y	y	Y	y	Y	y	Y	y	Y	y
43	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.6	0.2
45	39	08	97	26	67	47	63	47	74	83	68	12
50	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.6	0.2
55	40	08	99	27	68	49	69	49	79	84	78	14
60	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.6	0.2
65	46	10	08	30	74	51	78	52	88	87	94	21
70	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.7	0.2
75	52	12	15	32	80	53	85	54	96	90	04	24
80	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.6	0.1	0.7	0.2
90	55	13	12	34	84	54	90	56	03	92	13	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

100	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.6	0.1	0.7	0.2
150	58	14	25	35	88	55	96	58	07	93	21	29
200	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.6	0.1	0.7	0.2
300	60	15	29	36	93	57	02	60	10	94	28	31
แร็ค	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.6	0.1	0.7	0.2
	61	15	33	38	96	58	08	61	13	95	35	33
	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.6	0.1	0.7	0.2
	63	16	36	39	99	59	10	62	15	96	39	35
	0.3	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	0.6	0.1	0.7	0.2
	66	17	42	41	03	60	16	64	19	97	47	37
	0.3	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	0.6	0.1	0.7	0.2
	68	17	46	42	06	61	21	66	22	98	55	400
	0.3	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	0.6	0.2	0.7	.24
	75	19	58	46	18	65	31	69	35	02	78	7
	0.3	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	0.6	0.2	0.7	0.2
	78	20	63	47	24	67	38	71	40	04	87	50
	0.3	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	0.6	0.2	0.8	0.2
	82	22	71	50	34	70	50	75	50	07	01	55
	0.3	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	0.6	0.2	0.8	0.2
	90	24	84	54	50	75	68	80	60	10	23	62

ตารางที่ ก-2 ตัวประกอบใช้งาน

ชนิดของแรง	N_s	ตัวอย่าง
แรงเรียบสม่ำเสมอ	1.00-1.25	พัดลมไฟฟ้า
แรงกระแทกเล็กน้อย	1.25-1.50	เครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาล เครื่องมือลม
แรงกระแทกอย่างหนัก	1.50-2.00	เครื่องบดหิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-3 ตัวประกอบแรงสึกกร่อน K และขีดจำกัดความทนทานผิวหน้า σ_e

วัสดุของพิเนียนและเฟือง	σ_e		K , psi			K , mm^2		
	ksi	N/mm^2	$\phi = 14\frac{1}{2}^\circ$	$\phi = 20^\circ$	$\phi = 25^\circ$	$\phi = 14\frac{1}{2}^\circ$	$\phi = 20^\circ$	$\phi = 25^\circ$
เฟืองทั้งสองเป็นเหล็กกล้า ซึ่งมีความแข็งบริเนล (HB) เฉลี่ยของพิเนียนและเฟืองดังนี้								
150	50	345	30	41	51	0.206	0.281	0.347
175	60	414	43	58	72	0.296	0.405	0.500
200	70	483	58	79	98	0.403	0.551	0.680
225	80	552	76	103	127	0.526	0.719	0.889
250	90	621	96	131	162	0.666	0.910	1.125
275	100	690	119	162	200	0.823	1.124	1.389
300	110	759	144	196	242	0.995	1.360	1.680
325	120	828	171	233	288	1.185	1.618	2.000
350	130	897	196	270	333	1.390	1.899	2.347
375	140	966	233	318	384	1.612	2.203	2.722
400	150	1035	268	366	453	1.851	2.528	3.124
เหล็กกล้า (HB 150) กับเหล็กหล่อ	50	345	44	60	74	0.340	0.465	0.574
เหล็กกล้า (HB 200) กับเหล็กหล่อ	70	483	87	119	147	0.677	0.911	1.125

ตารางต่อ

วัสดุของพิเนียนและเฟือง	σ_e		K , psi			K , mm^2		
	ksi	N/mm^2	$\phi = 14\frac{1}{2}^\circ$	$\phi = 20^\circ$	$\phi = 25^\circ$	$\phi = 14\frac{1}{2}^\circ$	$\phi = 20^\circ$	$\phi = 25^\circ$
เหล็กกล้า (HB 250) กับเหล็กหล่อ	90	621	144	196	242	1.102	1.505	1.860
เหล็กกล้า (HB 150) กับฟอสเฟอร์บรอนซ์	59	407	46	62	77	0.411	0.562	0.695
เหล็กกล้า (HB 200) กับฟอสเฟอร์บรอนซ์	65	448	73	100	123	0.498	0.681	0.841
เหล็กกล้า (HB 250) กับฟอสเฟอร์บรอนซ์	85	586	135	184	228	0.853	1.165	1.440
เหล็กหล่อกับเหล็กหล่อ	90	621	193	264	327	1.538	2.100	2.596
เหล็กหล่อกับฟอสเฟอร์บรอนซ์	83	572	170	234	288	1.182	1.615	1.996

ตารางที่ ก-4 ตัวประกอบใช้งาน N_s สำหรับสายพานลิ่ม

ชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องการขับ	ชนิดของอุปกรณ์ขับ					
ตัวประกอบใช้งานนี้พิจารณาเฉพาะช่วงเวลาใช้งานและชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องการขับ แต่ไม่เกี่ยวข้องกับสภาวะการทำงาน เช่น ทำงานในสภาวะแวดล้อมเป็นพิเศษ ดังนั้นจึงอาจเพิ่มค่าขึ้นอีกได้ในกรณีพิเศษ	มอเตอร์กระแสสลับ:normal torque, squirrel cage, synchronous and split phase. มอเตอร์กระแสตรง:shunt wound เครื่องยนต์สันดาปภายใน:ที่มีหลายลูกสูบ ความเร็วรอบสูงกว่า 600 รอบ/นาที			มอเตอร์กระแสสลับ:high torque, high slip, repulsion-induction, single phase, series wound and slip ring. มอเตอร์กระแสตรง:series wound และ compound wound. เครื่องยนต์สันดาปภายใน:ที่มีหนึ่งลูกสูบ ความเร็วรอบต่ำกว่า 600 รอบ/นาที เพลาเมนคลัตช์		
	ชั่วโมงทำงานต่อวัน			ชั่วโมงทำงานต่อวัน		
	≤10	10-16	>16	≤10	10-16	>16
งานเบา : เครื่องกวนของเหลว, เครื่องเป่าลม, เครื่องอัดลม และเครื่องสูบแบบหอยโข่ง, พัดลมที่มีกำลังสูงถึง 7.5 กิโลวัตต์, สายพานลำเลียงงานเบา	1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานปานกลาง : สายพานลำเลียงทรายหรือเมล็ดพืช, เครื่องผสมของข้นเหนียว, พัดลมที่มีกำลังสูงกว่า 7.5 กิโลวัตต์, เครื่องกำเนิดไฟฟ้า, เพลาเมน, เครื่องซักผ้า, เครื่องมือกล Punches Presses shears, เครื่องพิมพ์, positive displacement rotary pumps, เครื่องเขย่า ตารางต่อ	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
งานหนัก : เครื่องทำอิฐ, bucket elevators, exciters, เครื่องอัดลมและเครื่องสูบแบบลูกสูบ, สายพานลำเลียง, hammer mills, paper mill beaters, positive displacement blowers, เครื่องบด เครื่องเลื่อยและเครื่องจักรกลงานไม้, เครื่องทอผ้า	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
งานหนักพิเศษ : Crushers (Gyratory-Jaw Roll), mills(Ball Rod-Tube) รอกไฟฟ้าrubber calenders extruders-mills.	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-5 ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส N_a สำหรับสายพานลิ่ม

$\frac{D_p - d_p}{c}$	ส่วนโค้งสัมผัส $\propto \approx$	N_a
0	180	1
0.15	170	0.98
0.35	160	0.95
0.5	150	0.92
0.7	140	0.89
0.85	130	0.86
1.0	120	0.82
1.15	110	0.78
1.3	100	0.73
1.45	90	0.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-6 ขนาดสายพานลิ่มและล้อสายพานลิ่ม ตามมาตรฐาน

ขนาดเป็น มม.

หน้าตัดสายพาน			Y	Z	A	B	C	D
l_p			5.3	8.5	11	14	19	27
h			4	6	8	11	14	19
b_w			5.3	8.5	11	14	19	27
b_L			6.3	9.7	12.7	16.3	22	32
c			1.6	2	2.8	3.5	4.8	8.1
e			8±0.3	12±0.3	15±0.3	19±0.4	25.5±.5	37±0.6
f			6±0.5	8±0.6	10±0.6	12.5±.8	17±1	24±2
t_{min}			7	11	14	18	24	28
32°	ϕ		≤63	-	-	-	-	-
34°	สำหรับเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ d_p		-	63-80	90-118	140-190	224-315	-
36°			63	-	-	-	-	≤500
38°			-	> 80	> 118	> 190	> 315	> 500
b_2	จำนวนร่องบนล้อสายพาน	1	12	16	20	25	34	48
		2	20	28	35	44	59.5	85
		3	28	40	50	63	85	122
		4	36	52	65	82	110.5	159
		5	44	64	80	101	136	196
		6	52	76	95	120	161.5	233
		7	60	88	110	139	187	270
		8		100	125	158	212.5	307
		9		112	140	177	238	344
		10		124	155	196	263.5	381
		11		136	170	215	289	418
		12		148	185	234	314.5	455
d_{pmin}			28	50	80	125	200	355

ISO/R 52-1957(E)และISO/R256-1962(E)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-7 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลิ่มหน้าตัด B ต่อเส้น P_R (เป็นกิโลวัตต์) สำหรับสายพานยาว $L_p = 1732$ มม. และส่วนโค้งสัมผัส $\propto = 180^\circ$

d_p มม.	m_w	ความเร็วรอบของล้อสายพานเล็ก n (รอบ/นาที)										
		400	700	800	950	1200	1450	1800	2400	2850	3200	3600
		สมรรถนะในการส่งกำลังต่อเส้น P_R (กิโลวัตต์)										
80	1.00	0.37	0.59								1.71	1.81
	1.05	0.38	0.60	0.65	0.74	0.89	1.02	1.20	1.45	1.61	1.79	1.89
	1.20	0.40	0.63	0.67	0.77	0.92	1.06	1.24	1.51	1.68	1.93	2.05
	1.50	0.42	0.66	0.71	0.81	0.97	1.12	1.32	1.62	1.81	2.05	2.10
	≥ 3	0.43	0.68	0.73	0.84	1.01	1.17	1.38	1.70	1.91	2.13	2.27
				0.75	0.87	1.04	1.21	1.43	1.76	1.98		
90	1.00	0.47	0.74	0.82	0.94	1.13	1.31	1.54	1.88	2.10	2.24	2.36
	1.05	0.47	0.75	0.84	0.96	1.16	1.34	1.58	1.94	2.16	2.31	2.45
	1.20	0.49	0.78	0.87	1.01	1.21	1.41	1.66	2.05	2.29	2.45	2.61
	1.50	0.51	0.81	0.90	1.04	1.26	1.46	1.73	2.13	2.39	2.57	2.74
	≥ 3	0.52	0.83	0.92	1.06	1.29	1.50	1.77	2.19	2.47	2.65	2.83
100	1.00	0.56	0.88	0.99	1.14	1.37	1.59	1.88	2.30	2.56	2.73	2.88
	1.05	0.56	0.90	1.01	1.16	1.40	1.62	1.92	2.36	2.63	2.80	2.97
	1.20	0.58	0.93	1.04	1.20	1.45	1.69	2.00	2.46	2.76	2.95	3.13
	1.50	0.60	0.96	1.07	1.24	1.50	1.74	2.06	2.55	2.86	3.06	3.26
	≥ 3	0.61	0.98	1.09	1.26	1.53	1.78	2.11	2.61	2.93	3.14	3.35
112	1.00	0.66	1.06	1.19	1.37	1.65	1.92	2.27	2.78	3.09	3.29	3.46
	1.05	0.67	1.08	1.20	1.39	1.68	1.96	2.31	2.84	3.16	3.36	3.54
	1.20	0.69	1.11	1.24	1.43	1.74	2.02	2.39	2.95	3.29	3.51	3.70
	1.50	0.70	1.13	1.27	1.47	1.78	2.07	2.46	3.03	3.39	3.62	3.83
	≥ 3	0.71	1.34	1.29	1.49	1.81	2.11	2.50	3.09	3.46	3.70	3.92
125		0.78	1.25	1.40	1.61	1.95	2.27	2.68	3.28	3.63	3.84	4.01
	1.00	0.79	1.27	1.42	1.64	1.98	2.31	2.73	3.34	3.70	3.92	4.09
	1.05	0.80	1.30	1.45	1.68	2.04	2.37	2.81	3.44	3.83	4.06	4.26
	1.20	0.82	1.32	1.48	1.71	2.08	2.42	2.87	3.53	3.93	4.18	4.39
	1.50	0.83	1.34	1.50	1.74	2.11	2.46	2.92	3.59	4.00	4.26	4.48
	≥ 3											
140	1.00	0.91	1.47	1.64	1.89	2.30	2.67	3.15	3.83	4.21	4.42	4.56
	1.05	0.92	1.48	1.66	1.92	2.32	2.70	3.19	3.88	4.27	4.49	4.64
	1.20	0.93	1.51	1.69	1.96	2.38	2.77	3.27	3.99	4.40	4.64	4.80
	1.50	0.95	1.54	1.72	1.99	2.42	2.82	3.33	4.08	4.50	4.75	4.93
	≥ 3	0.96	1.56	1.74	2.02	2.45	2.86	3.38	4.14	4.58	4.83	5.02

ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน N_1

L_p	662	742	832	932	1032	1152	1282	1432	1632	1732	1832	2032
N_L	0.81	0.82	0.85	0.87	0.89	0.91	0.93	0.96	0.99	1.00	1.01	1.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L_p	2272	2532	2832	3182	4032	5032						
N_L	1.06	1.09	1.11	1.13	1.20	1.25						

ความยาวพิตช์ที่มีใช้ $L_p = L_i + 30$ (มม.)

L_i	4837	5350	5600	5800	6000	6300	6550	6700	6900	7100	7300	7500
	7809	7875	8000	8130	8250	8380	8500	8550	8750	8896	9000	9140
	9251	9500	9650	9750	1000	1010	1041	1060	1090	1108	1120	1143
	1168	1180	1200	1220	0	6		0	0	1105	0	
				0	1250	1270	1300	1320	1340		1400	1422
	1448	1475	1500	1520	0	0	0	0	6	1372	0	
					1550	1570	1600	1620	1650		1700	1725
	1750	1780	1800	1850	0	5	0	5	1	1675	0	
				4	1900	1980	2000	2030	2050	1796	2100	2120
	2150	2200	2240	2280	0	0	0	0	7	2086	0	
					2360	2430	2470	2500	2650		2800	2840
	3000	3050	3150	3250	0	5	5	0	0	2730	0	
					3550	3650	4000					
					0	0	0					

ตารางที่ ก-8 ค่าความปลอดภัย

ชนิดของแรง	เหล็กเหนียวและโลหะเหนียว		เหล็กหล่อและโลหะเปราะ
	N_y	N_u	N_u
แรงอยู่นิ่ง	1.5-2	3-4	5-6
แรงซ้ำทิศทางเดียวหรือแรงกระแทกเล็กน้อย	3	6	7-8
แรงซ้ำสองทิศทางหรือแรงกระแทกเล็กน้อย	4	8	10-12
แรงกระแทกอย่างหนัก	5-7	10-15	15-20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-9 คุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าที่ชุบแข็งได้

AISI Type	Tensile Strength, ksi	Yield Point, ksi	Elongation in 2 in.,%	Reduction in Area, %	Impact Strength (lzod),fi-lb	Hardness		Machining
						Case (Brinell)	Case (Rockwell)	
	Plain Carbon , Carburized Steels							
C 1015	73	46	30	71	93	149	C62 (.048")	ไม่พอใช้
	75	48	31	71	93	156	C62 (.046")	ไม่พอใช้
C 1020	83	47	27	66	81	163	C62 (.046")	ดี
C 1022	97	59	23	53	33	192	C65 (.045")	ดีมาก
	113	77	17	45	16	229	C61 (.065")	ดีมาก
C 1117	Plain Carbon , Hardened Steels							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	122-75	93-58	18-33	48-71	8-100	495-179	พอใช้ถึงดี
C 1118	113-89	86-62	19-33	48-68	36-72	262-183	พอใช้ถึงดี
	143-96	108-61	10-30	42-63	16-53	321-192	พอใช้ถึงดี
C 1030	160-103	112-68	12-28	40-60	14-23	321-212	ต้องแอนนีล
C 1040	190-117	142-70	12-24	35-51	10-22	388-223	ต้องแอนนีล
C 1050	188-190	120-74	10-26	30-53	5-6	401-229	ต้องแอนนีล
C 1060	158-87	138-60	6-28	22-70	10-90	352-174	ดีถึงดีมาก
C 1080	237-94	188-68	7-28	58-63	9-81	461-192	ดีถึงดีมาก
C 1095	128-97	91-68	17-24	35-59	7-62	277-201	ดีถึงดีมาก
C 1137							
C 1141							
C 1144							

ตารางต่อ

AISI Type	Tensile Strength, ksi	Yield Point, ksi	Elongation in 2 in.,%	Reduction in Area, %	Impact Strength (lzod),fi-lb	Hardness		Machining
						Case (Brinell)	Case (Rockwell)	
	Alloy Steels , Hardening Geades							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4130	234-	197-	12-28	44-71	32-108	461-202	-
8630	98	89	10-26	47-70	33-114	495-217	-
1340	250-	230-	9-25	24-61	9-97	578-235	-
3140	115	93	11-23	49-69	9-97	555-223	-
4140	282-	235-	11-23	42-65	11-108	578-235	-
4340	100	76	11-21	48-64	18-77	555-293	-
5140	280-	249-	8-28	28-68	9-93	534-207	-
8740	112	92	10-25	42-64	21-88	578-241	-
4150	290-	251-	10-20	34-60	10-77	578-262	-
5150	117	100	9-22	31-62	7-78	601-241	-
6150	284-	228-	7-22	17-61	14-87	601-241	-
8650	142	130	11-22	41-62	9-78	555-255	-
9255	278-	228-	2-22	4-49	3-25	601-262	-
5160	114	84	4-24	9-60	2-63	627-229	-
4063	290-	240-	4-24	8-60	3-67	557-229	-
	119	100					
	308-	248-					
E3310	128	117					
	312-	250-					
4320	116	102					
	315-	270-					
4520	118	108					
	282-	250-					
	123	114					
	305-	288-					
	130	102					
	322-	260-					
	115	106					
	345-	257-					
	114	103					
	Alloy Steels , Carburizing Grades						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

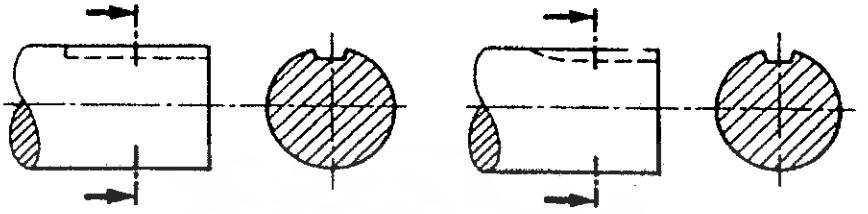
	180,180 218,211 103,102	146,180 178,173 65,62	14,15 14,13 24,25	57,58 48,51 60,64	55,57 28,29 61,90	363,363 429,415 217,212	61,58 (.047") 63,59 (.075") 65,61 (.062") 63,59	- - - - - - - -

ตารางต่อ

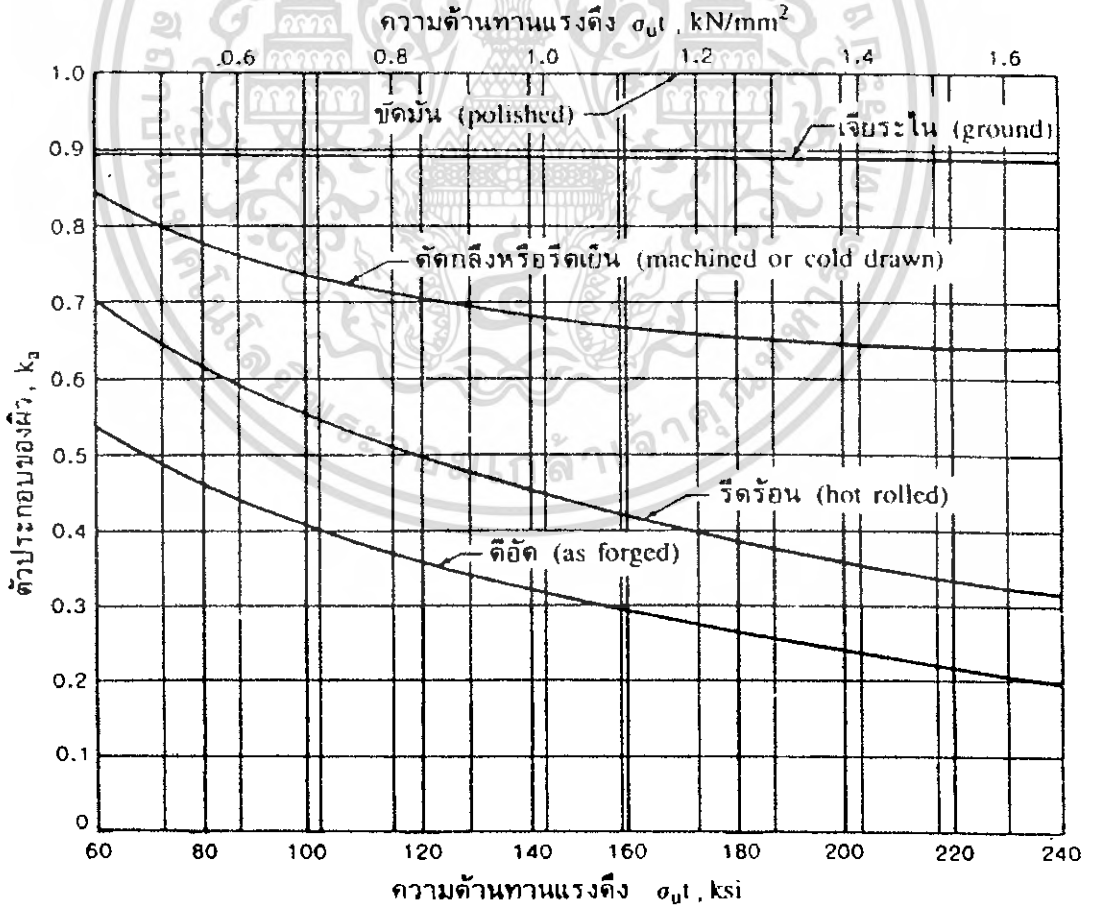
AISI Type	Tensile Strength, ksi	Yield Point, ksi	Elongation in 2 in.,%	Reduction in Area, %	Impact Strength (lzod),ft-lb	Hardness		Machining
						Case (Brinell)	Case (Rockwell)	
	Alloy Steels , Carburizing Grades							
4620 4820 8620 E9310	119,115 207,205 188,167 173,168	83,80 167,184 149,120 135,137	20,21 14,13 12,14 16,16	59,64 52,53 52,53 60,60	52,59 44,47 26,30 61,39	277,248 415,415 388,341 363,341	(.075") 61,58 (.047") 64,61 (.075") 62,60 (.047")	- - - - - - - -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-10 ตัวประกอบความเค้นหนาแน่นสำหรับร่องลิ่มและสำหรับผิวสำเร็จของเหล็กกล้า



		PROFILE		SLED-RUNNER	
		ดัด	บิด	ดัด	บิด
K_f	แอนนีล	1,6	1,3	1,3	1,3
	ชุบและรีด	2,0	1,6	1,6	1,6



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-11 ค่าน้ำหนักจำเพาะปริมาณและมุมชันสายพานสุงสุดที่ส่งขึ้นสูงได้ของชุดสายพาน

วัสดุ	มุมชันเป็นองศา	น้ำหนักจำเพาะ γ , kN/m^3
มะพร้าวขูด	20	4-5
มันฝรั่ง	-	7.5
เมล็ดกาแฟ	15	4.5-6.5
เมล็ดโกโก้	8	4.5-6.5
เมล็ดข้าวโพด	15	7-7.5
เมล็ดพืช	22	2.5-3
เมล็ดฝ้าย	20	4-5

ตารางที่ ก-12 มุมกองพื้นโดยธรรมชาติและ สปส. แรงเสียดทานของวัสดุปริมาณมวลสำคัญ (ค่าเฉลี่ย)

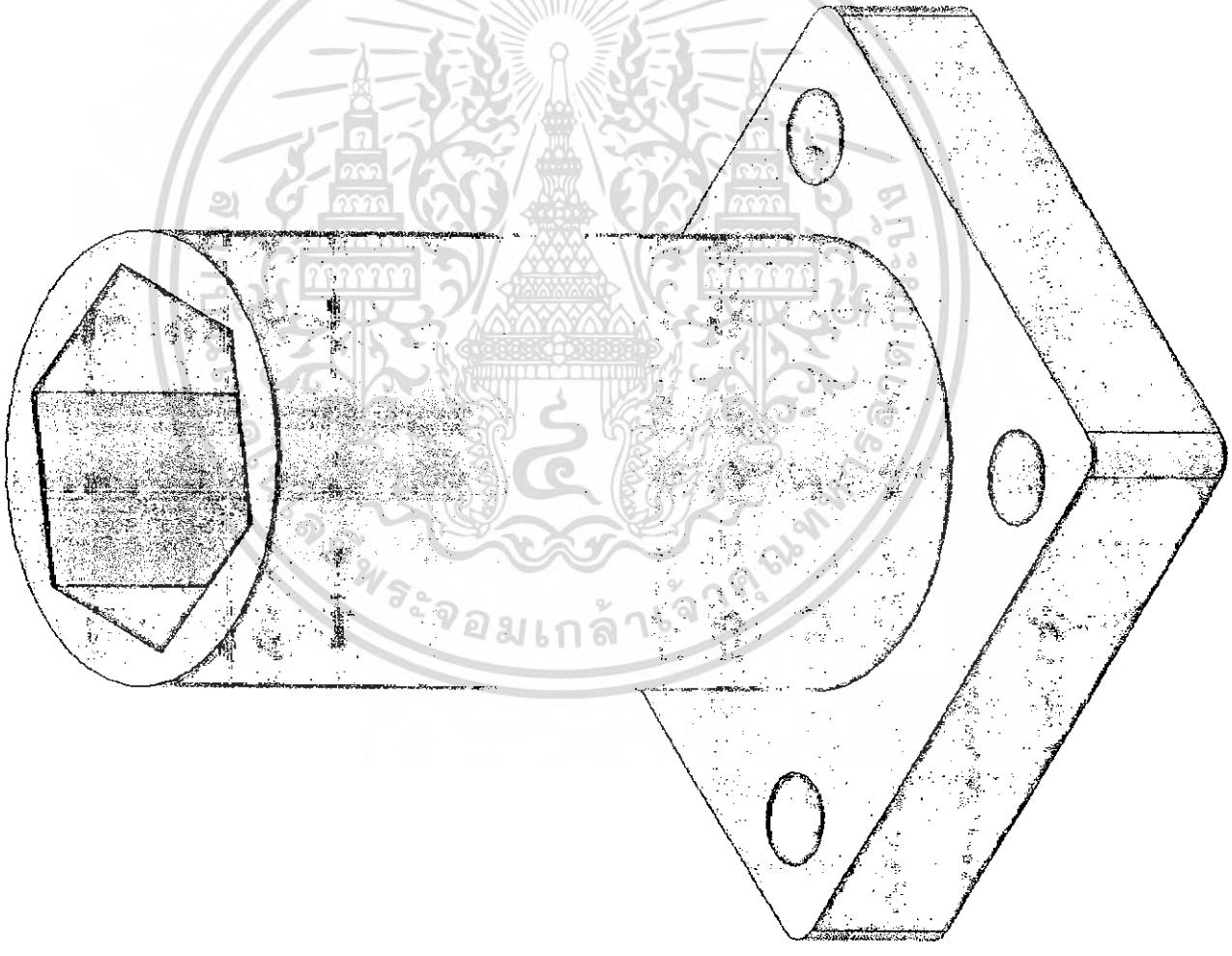
วัสดุปริมาณมวล	มุมกองพื้น , องศา		สปส. แรงเสียดทานขณะนิ่ง μ_0		
	ขณะเล่น β_0	ขณะนิ่ง β	กับเหล็ก	กับไม้	กับยาง
กรวดเล็ก	30	45	1.0	-	-
ข้าวสาลี	25	35	0.58	0.58	0.5
ดินแห้ง	30	45	1.0	-	-
แป้งข้าวสาลี	49	55	0.65	-	0.85
แร่เหล็ก	30	50	1.2	-	-
เศษเลื่อยไม้	-	39	0.8	-	0.65
หินปูนก้อนเล็ก	30	-	0.56	0.7	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

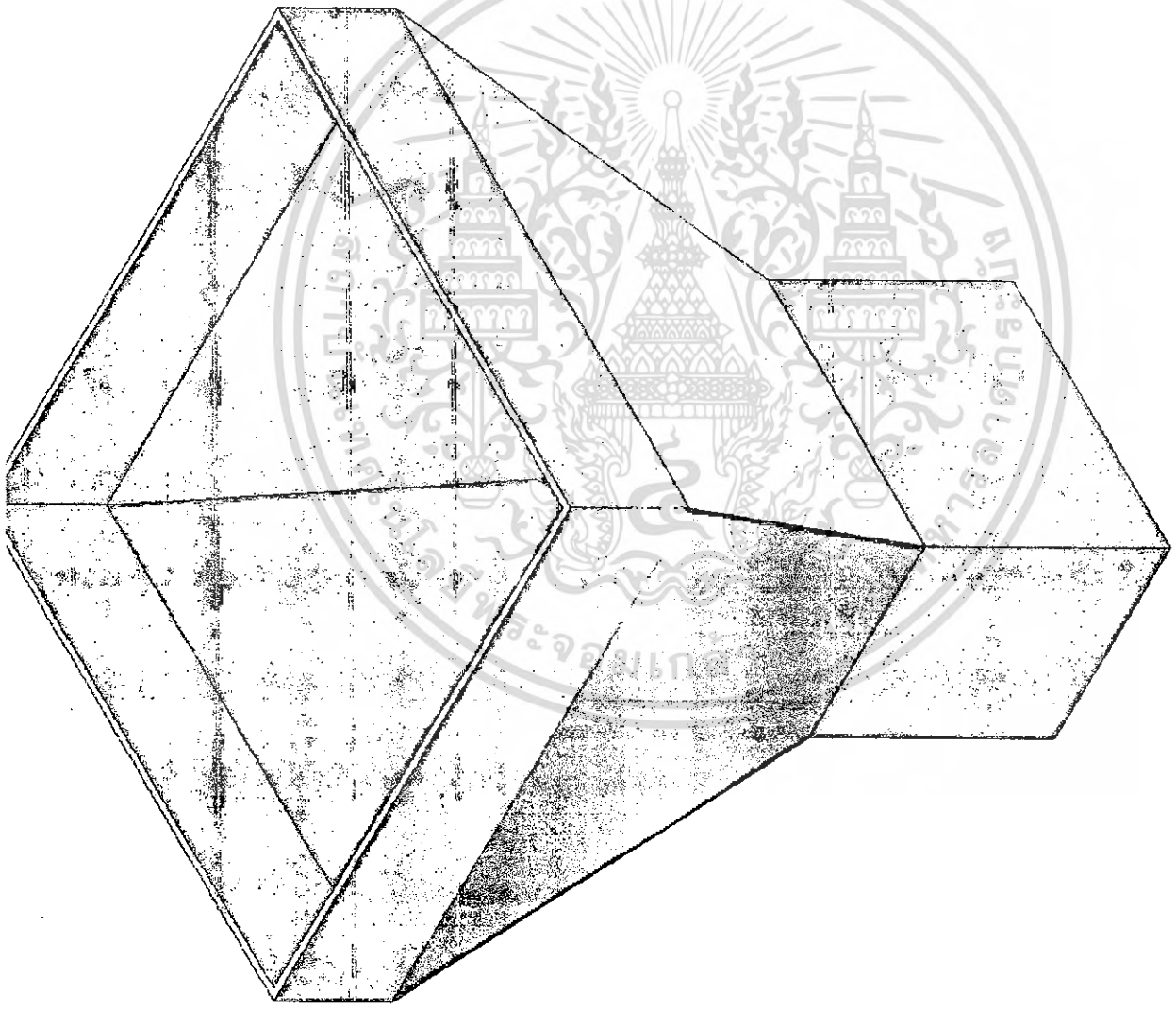
ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

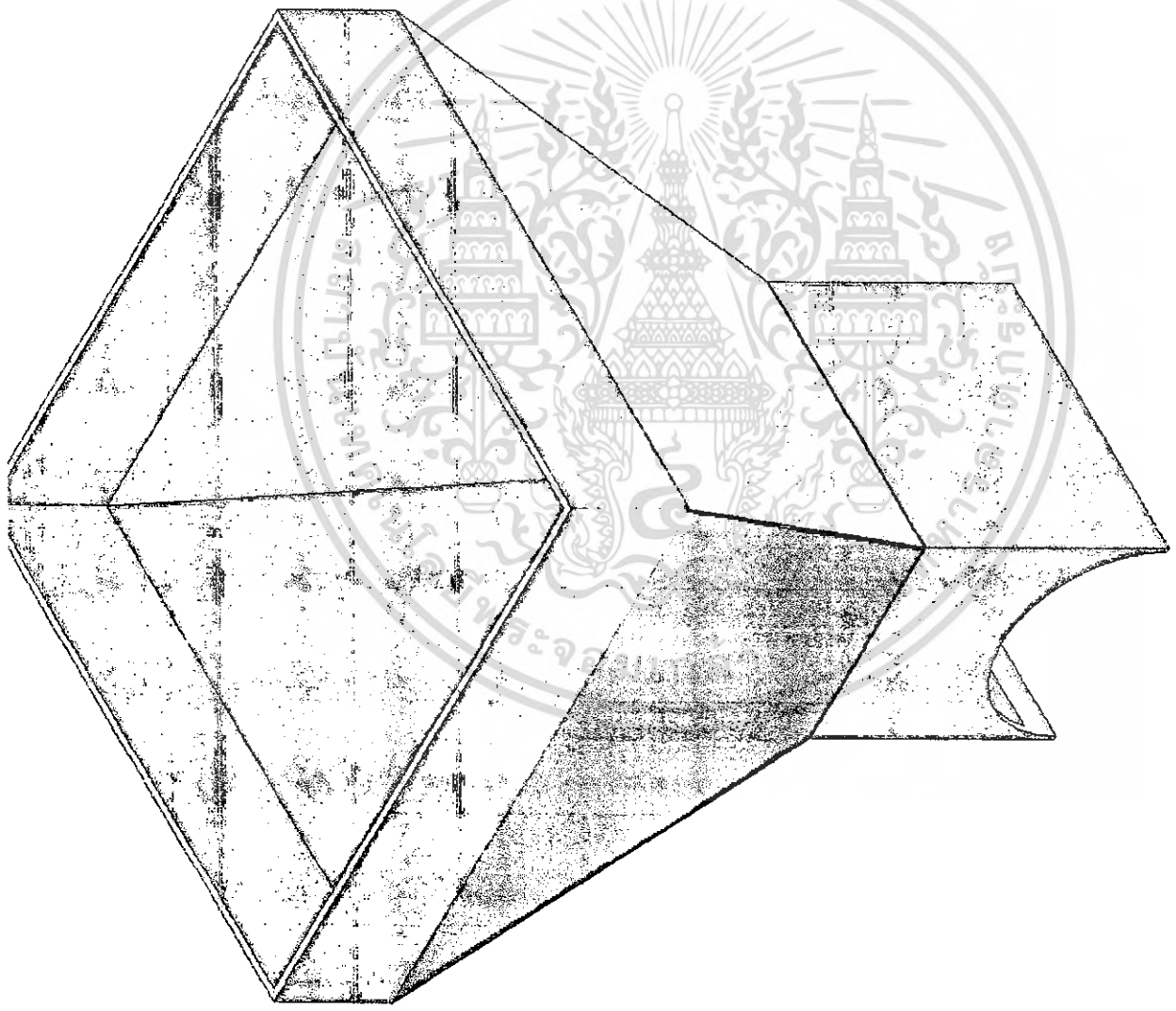
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



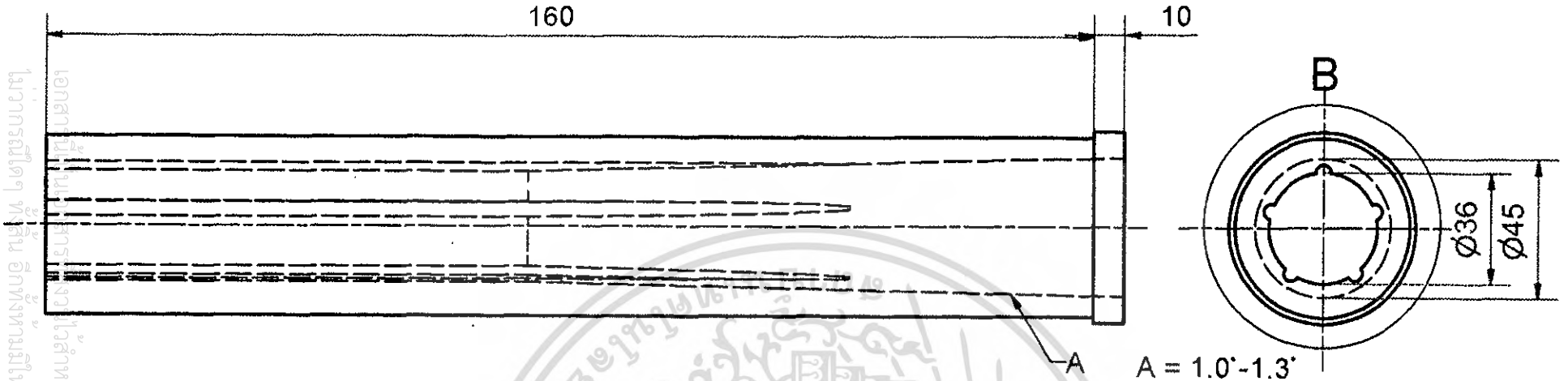
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



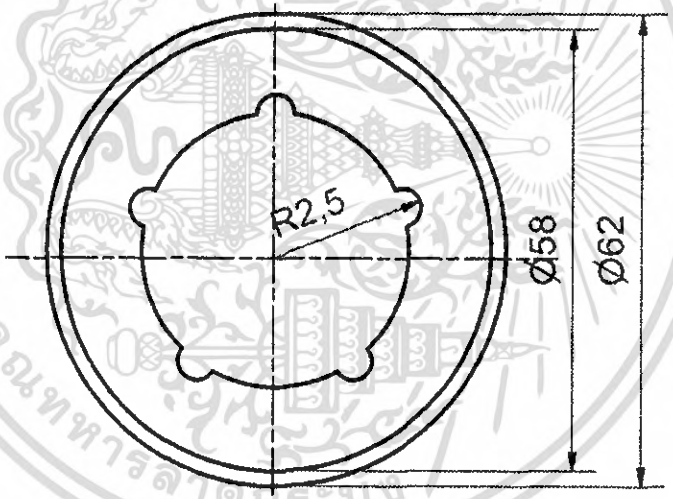
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

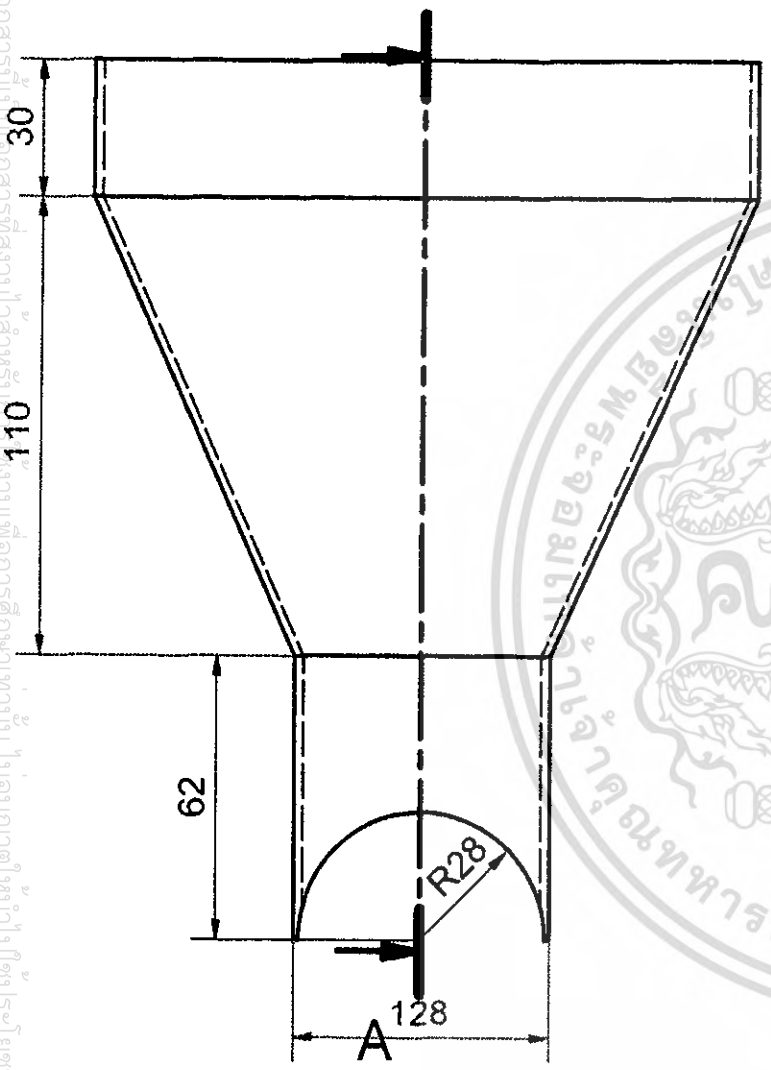


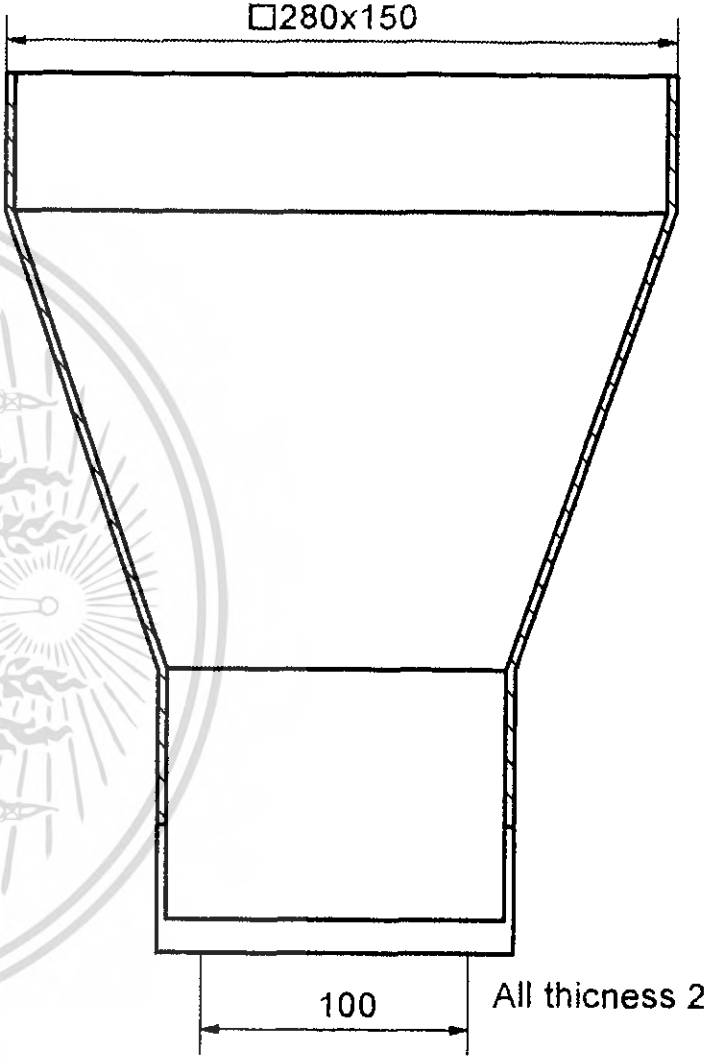
Ditail B (1 : 1)



Designed by	Checked by	Approved by - date		Date	Scale
Sorawit		18/6/2549	St-37	18/6/2549	1:2

King Mongkut's Institute of Technology	Die		
	Die1	Edition	Sheet 1 / 1

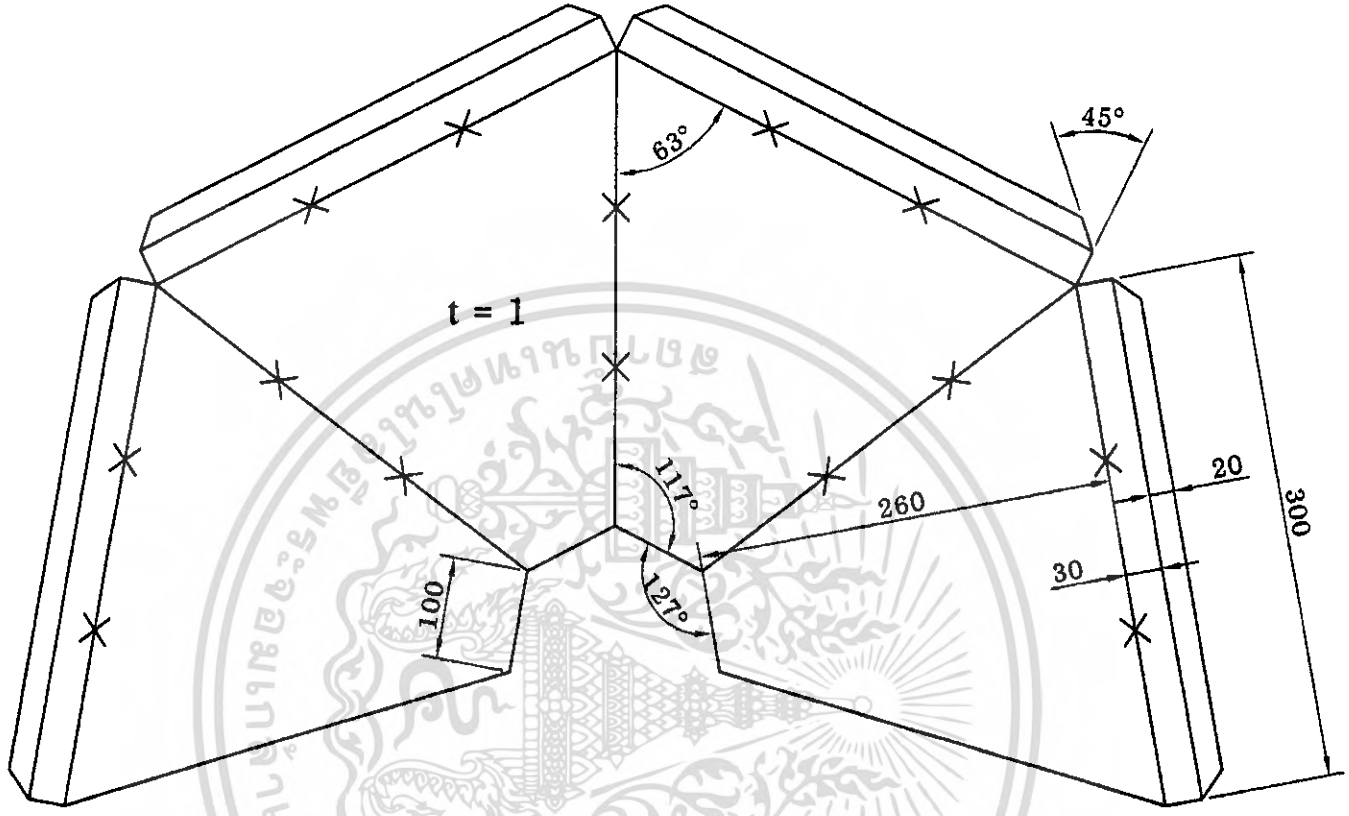




Designed by	Checked by	Approved by - date		Date	scale
Sorawit		18/6/2549	St-33	18/6/2549	1:2

King Mongkut's Institute of Technology	Hopper		
	Hopper1	Edition	Sheet 1 / 1

3.2



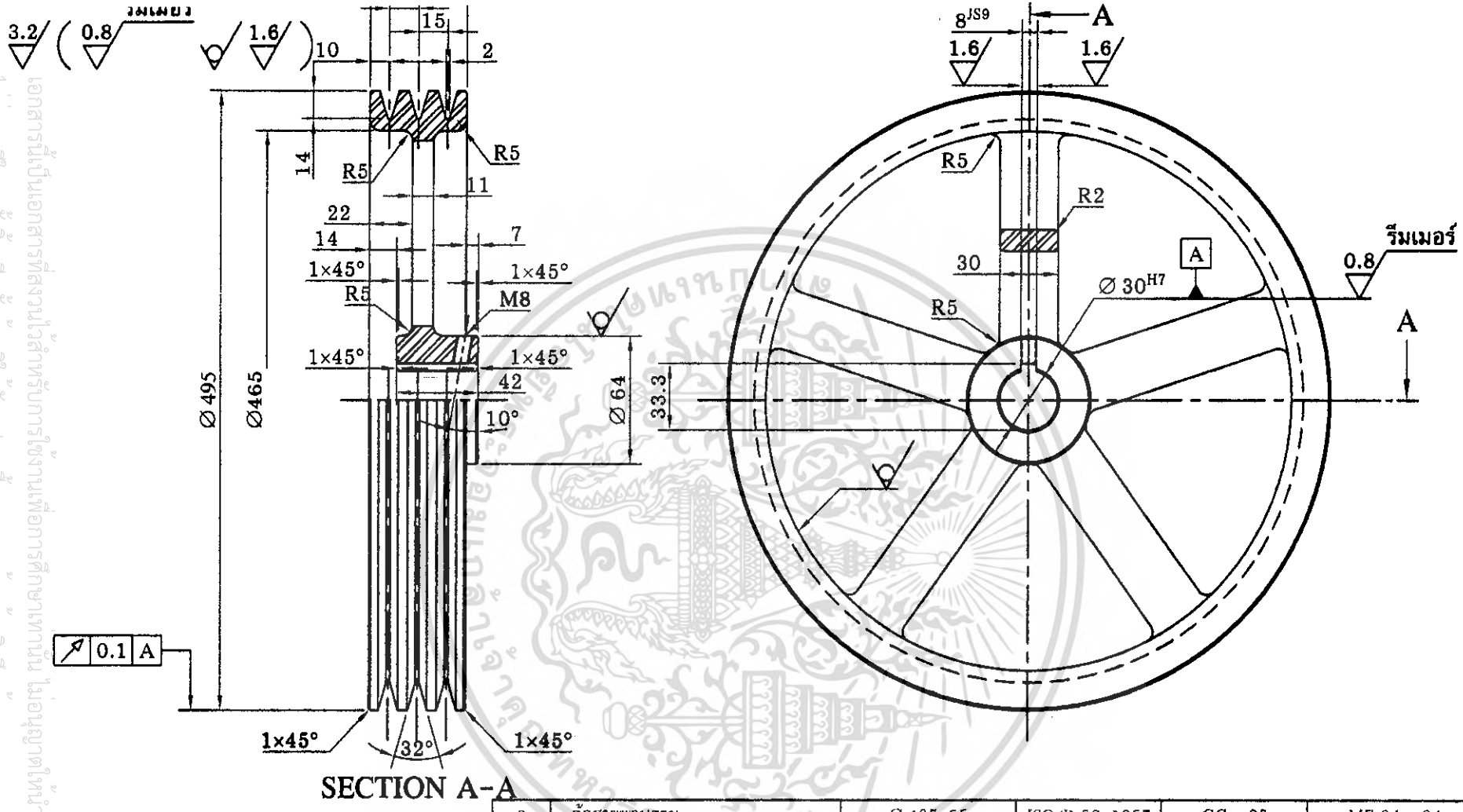
1	ถังใส่ซังข้าวโพด	□1×635×990	DIN 1541	RSt 13 05 m	ME 03 - 12	1
ขั้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	มาตรฐาน	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

พิกัดความเผื่ออิสระ DIN 7168:M		ชื่อ - นามสกุล	วัน เดือน ปี
	ผู้เขียน	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	
	ผู้ตรวจ		
	ผู้ปรับปรุง		
	ผู้ออกแบบ	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ
1 : 6	ชุดกระบอกและถังใส่ซังข้าวโพด	ME 03

ขนาดระบุ	พิกัดอิสระ	พิกัดงานสวม	พิกัดขนาด
400 ถึง 1000	± 0.8		
120 ถึง 400	± 0.5		
30 ถึง 120	± 0.3		
6 ถึง 30	± 0.2		
3 ถึง 6	± 0.1		
0.5 ถึง 3	± 0.1		



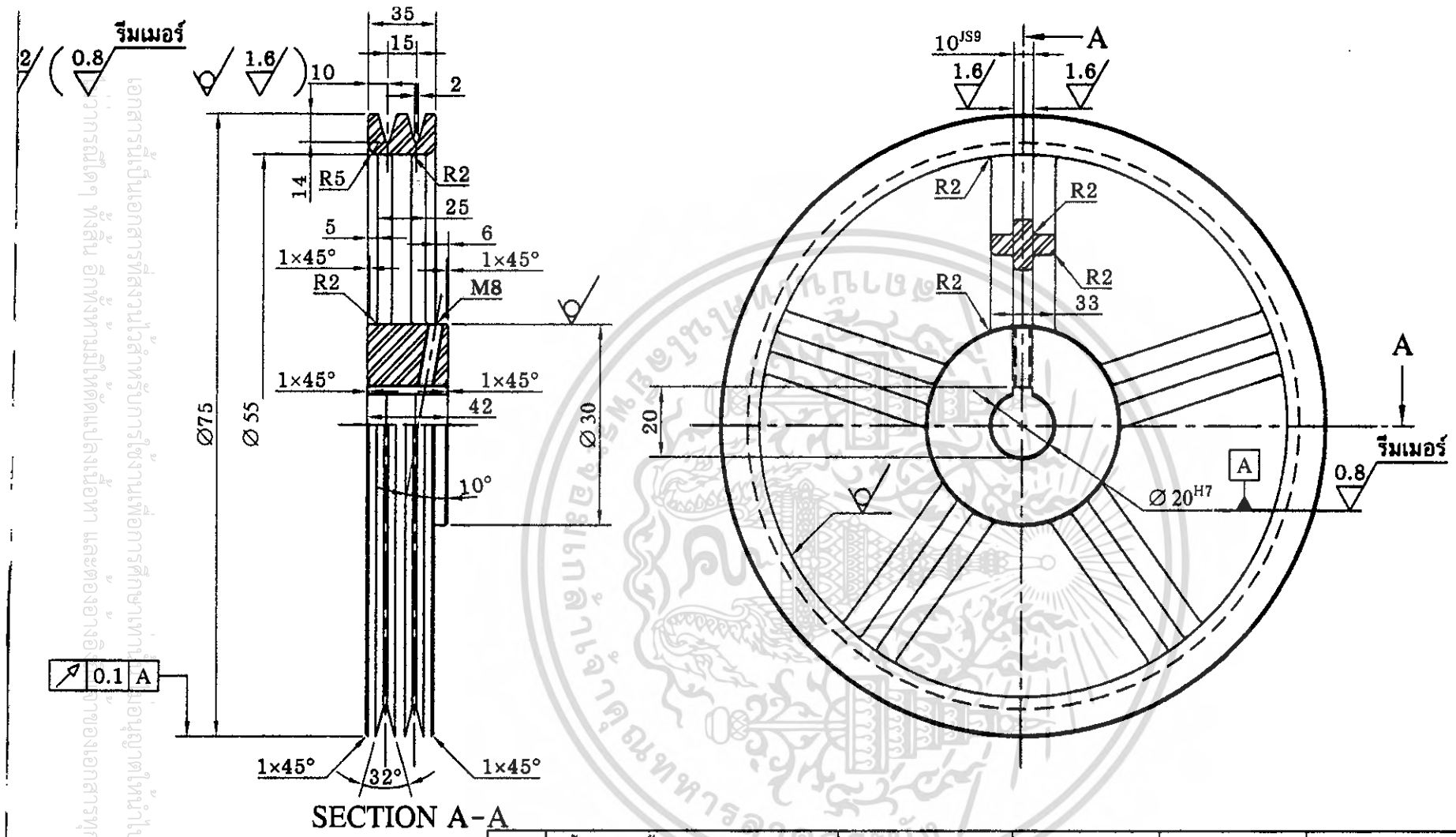
2	ล้อสายพานตาม	Ø 495×55	ISO/R 52-1957	GG - 25	ME 04 - 04	1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	มาตรฐาน	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

พิกัดความเผื่ออิสระ DIN 7168:M		ชื่อ - นามสกุล	วัน เดือน ปี
	ผู้เขียน	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	
	ผู้ตรวจ		
	ผู้ปรับปรุง		
	ผู้ออกแบบ	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ
1 : 3	ชุดต้นกำลังและกล่องเฟืองทด	ME 04

120 ถึง 400	± 0.5		
30 ถึง 120	± 0.3	8JS9	8.018
6 ถึง 30	± 0.2		7.982
3 ถึง 6	± 0.1	Ø 30H7	30.021
0.5 ถึง 3	± 0.1		30.000
ขนาดระบุ	พิกัดอิสระ	พิกัดงานสวม	พิกัดขนาด



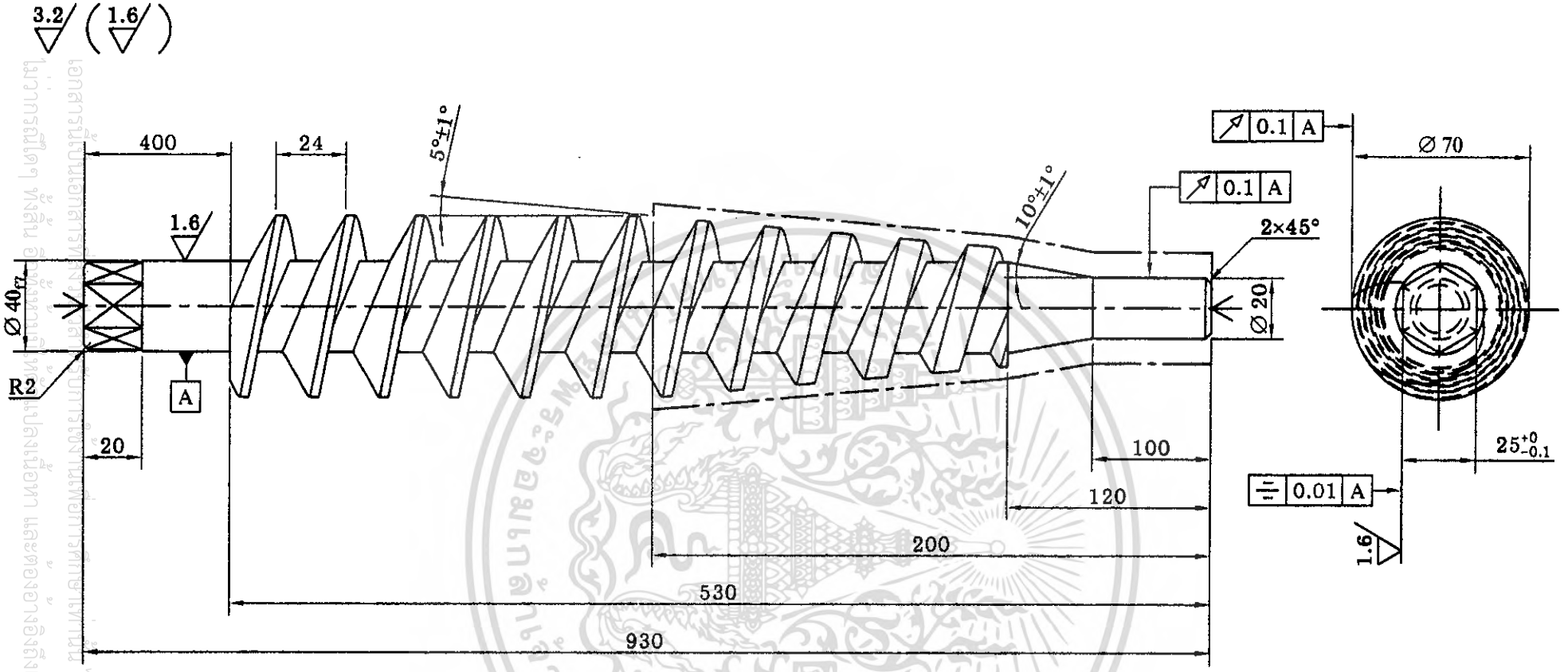
400	± 0.5		
120	± 0.3	10JS9	10.018
30	± 0.2		9.982
6	± 0.1	Ø 32H7	32.025
ถึง 3	± 0.1		32.000
ระบุ	พิกัดอิสระ	พิกัดงานสวม	พิกัดขนาด

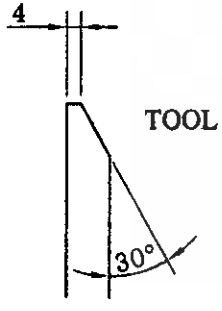
3	ล้อสายพานขับ		Ø 75×40	ISO/R 52-1957	GG - 25	ME 04 - 02	1
ชิ้นที่	รายการ		ขนาดวัสดุ	มาตรฐาน	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

พิกัดความเผื่ออิสระ DIN 7168:M		ชื่อ - นามสกุล	วัน เดือน ปี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
	ผู้เขียน	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ		
	ผู้ตรวจ			
	ผู้ปรับปรุง			
	ผู้ออกแบบ	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ		

มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ
1 : 3	ชุดต้นกำลังและกล่องเฟืองทด	ME 04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ในรูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์ หรือสื่อออนไลน์ใดๆ ทั้งสิ้น





ชุบแข็งและอบคืนตัว
51+3 HRC

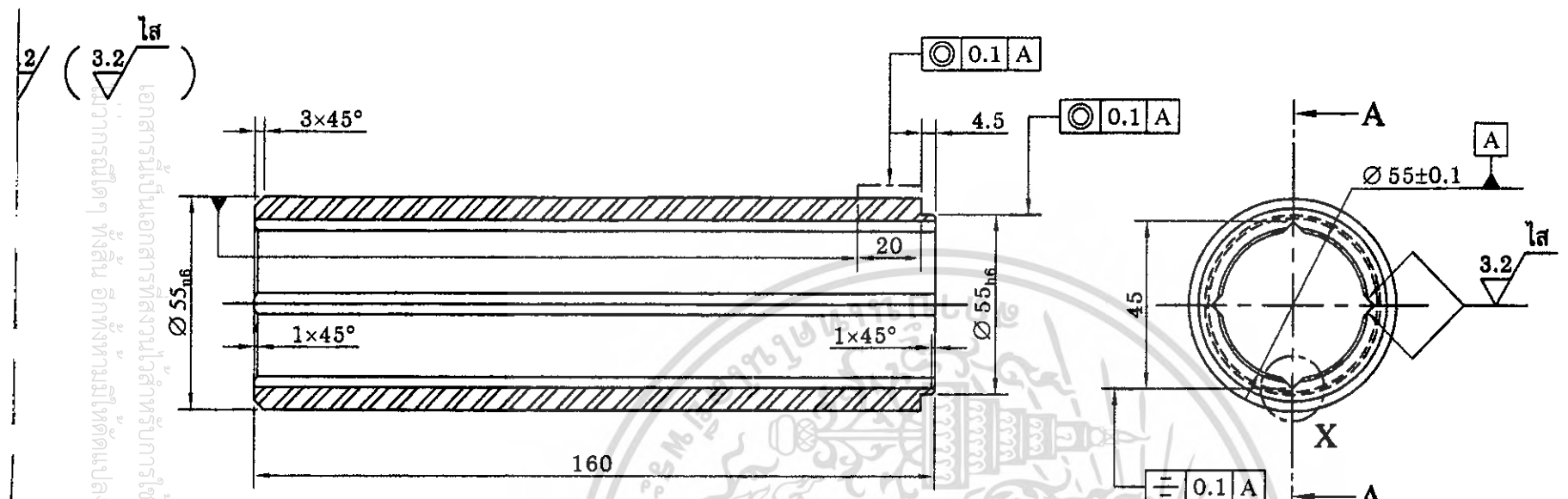
120 ถึง 400	±0.5		
30 ถึง 120	±0.3		
6 ถึง 30	±0.2		
3 ถึง 6	±0.1	Ø 30f7	29.980
0.5 ถึง 3	±0.1		29.959
ขนาดระบุ	พิกัดอิสระ	พิกัดงานสวม	พิกัดขนาด

4	สกรูอัดไหล		Ø 70×930	DIN 513	St 60	ME 04 - 08	1
ชิ้นที่	รายการ		ขนาดวัสดุ	มาตรฐาน	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

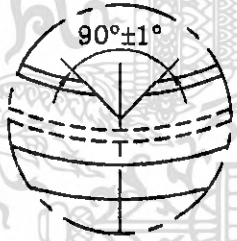
พิกัดความเผื่ออิสระ DIN 7168:M		ชื่อ - นามสกุล	วัน เดือน ปี
	ผู้เขียน	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	
	ผู้ตรวจ		
	ผู้ปรับปรุง		
	ผู้ออกแบบ	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	

สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าลาดกระบัง

มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ
1 : 2	ชุดต้นกำลังและกล่องเฟืองทด	ME 04



SECTION A-A



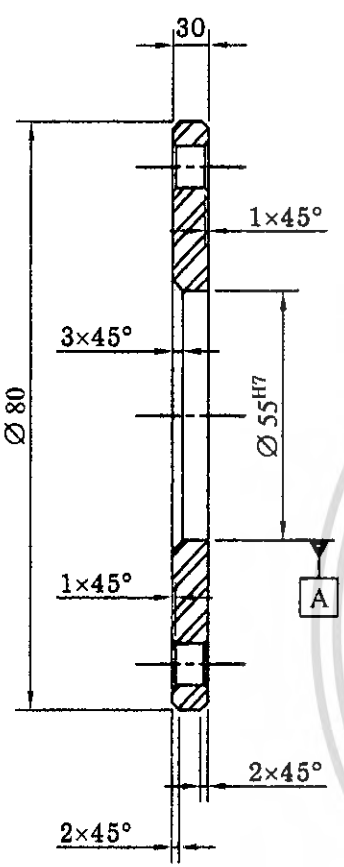
Detail X Scale 3:1

6	กระบอกปลาย	Ø 55×160		St 37	ME 02 - 01	1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	มาตรฐาน	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

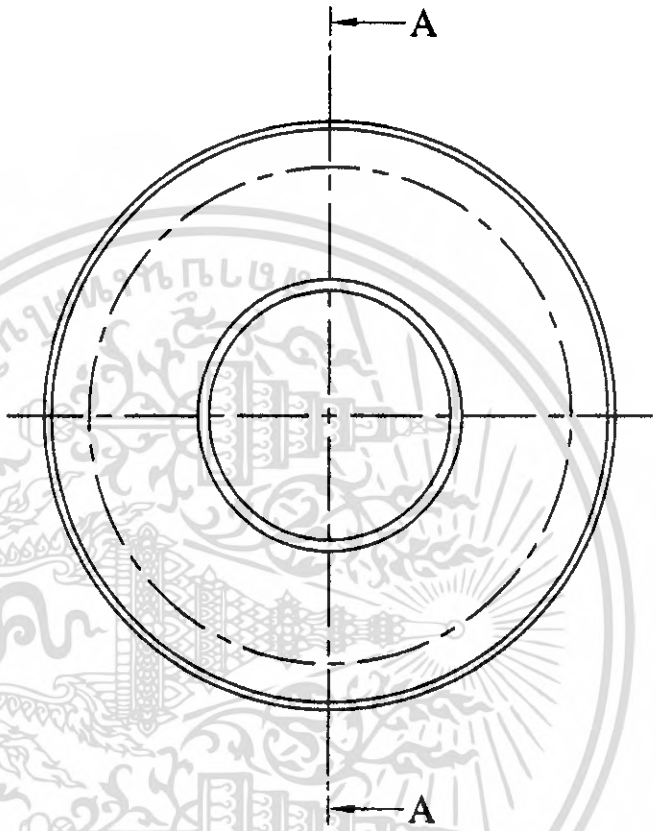
พิกัดความเผื่ออิสระ DIN 7168:M		ชื่อ - นามสกุล	วัน เดือน ปี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
	ผู้เขียน	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ		
	ผู้ตรวจ			
	ผู้ปรับปรุง			
	ผู้ออกแบบ	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ		

มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ
1 : 2	ชุดกระบอกปลายและเรียวอัด	ME 02

ง 400	± 0.5		
120	± 0.3	Ø 65n6	65.039
30	± 0.2		65.020
ง 6	± 0.1	Ø 55h6	55.000
ถึง 3	± 0.1		54.981
ระบ	พิกัดอิสระ	พิกัดงานสวม	พิกัดขนาด



SECTION A-A



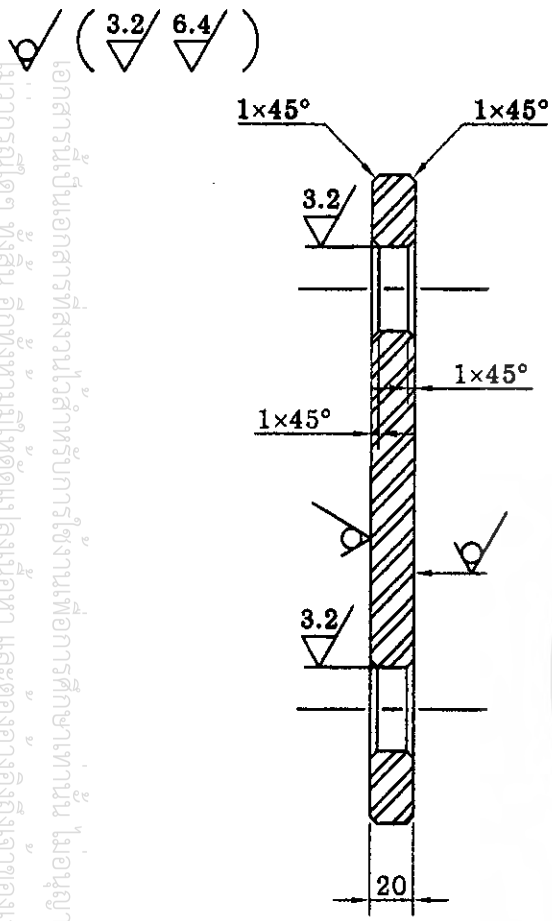
7	กระบอกกลาง		Ø 160×15		St 37	ME 02 - 02	1
ชิ้นที่	รายการ		ขนาดวัสดุ	มาตรฐาน	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

พิกัดความเผื่ออิสระ DIN 7168:M		ชื่อ - นามสกุล	วัน เดือน ปี
	ผู้เขียน	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	
	ผู้ตรวจ		
	ผู้ปรับปรุง		
	ผู้ออกแบบ	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	

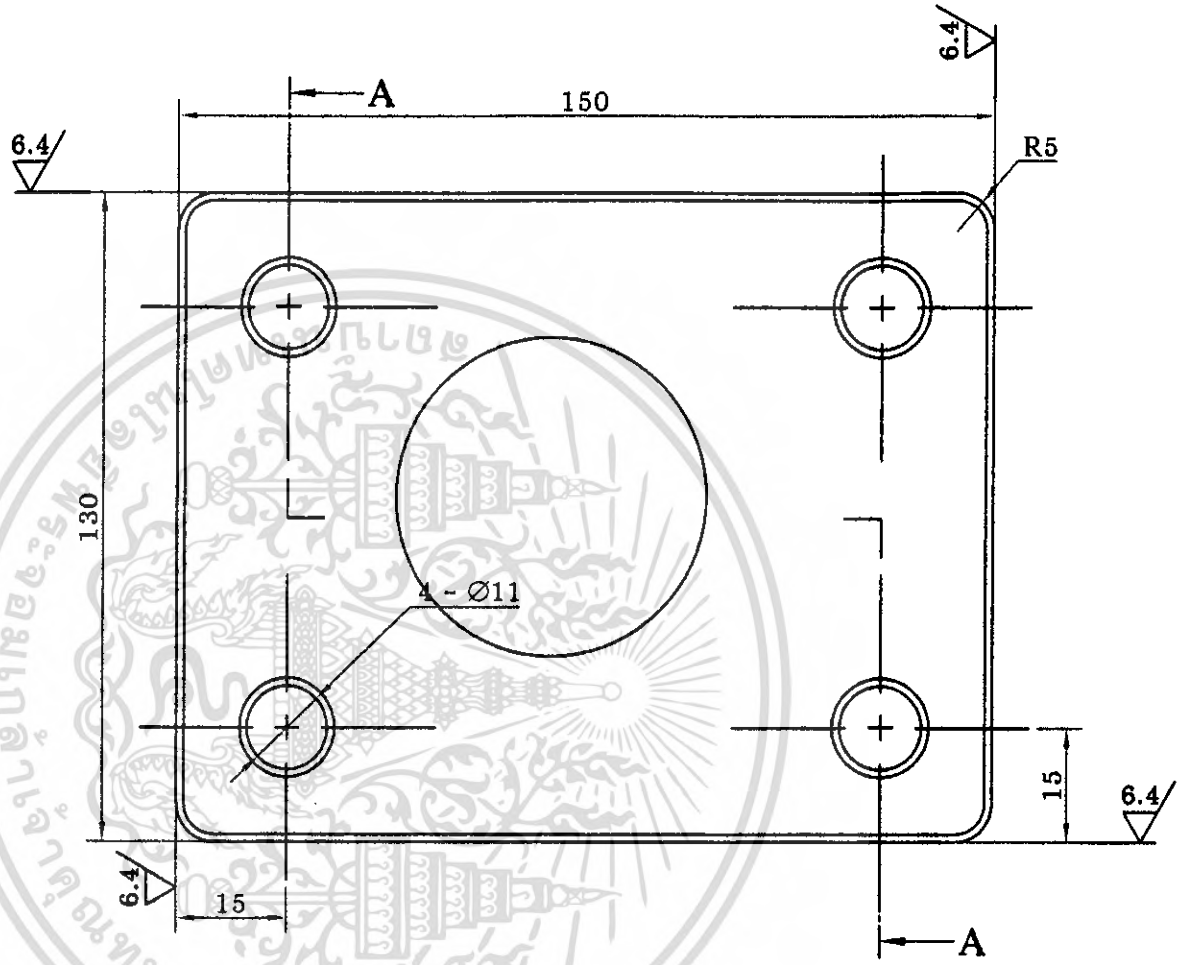
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ
1 : 2	ชุดกระบอกปลายและเรียวอัด	ME 02

ถึง 400	± 0.5		
ง 120	± 0.3		
ง 30	± 0.2		
ถึง 6	± 0.1	Ø 65H7	65.030
ถึง 6	± 0.1		65.000
ดระบ	พิกัดอิสระ	พิกัดงานเสาน	พิกัดขนาด



SECTION A-A



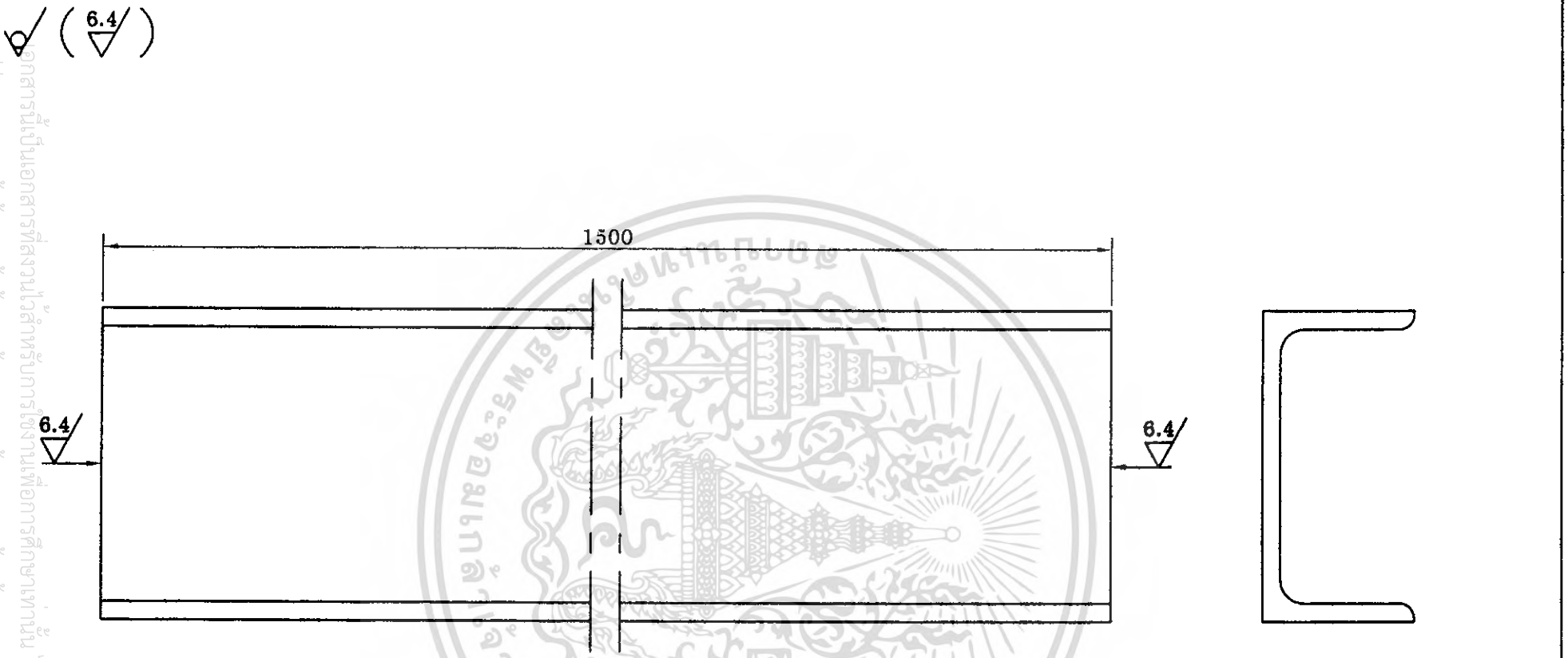
8	เหล็กแผ่น	□90×115×6		St 37	ME 01 - 06	1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	มาตรฐาน	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

พิกัดความเผื่ออิสระ DIN 7168:M		ชื่อ - นามสกุล	วัน เดือน ปี
	ผู้เขียน	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	
	ผู้ตรวจ		
	ผู้ปรับปรุง		
	ผู้ออกแบบ	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ
1 : 1	ชุดกระบอกอัด	ME 01

30 ถึง 120	± 0.3		
6 ถึง 30	± 0.2		
3 ถึง 6	± 0.1		
0.5 ถึง 3	± 0.1		
ขนาดระบุ	พิกัดอิสระ	พิกัดงานสวม	พิกัดขนาด



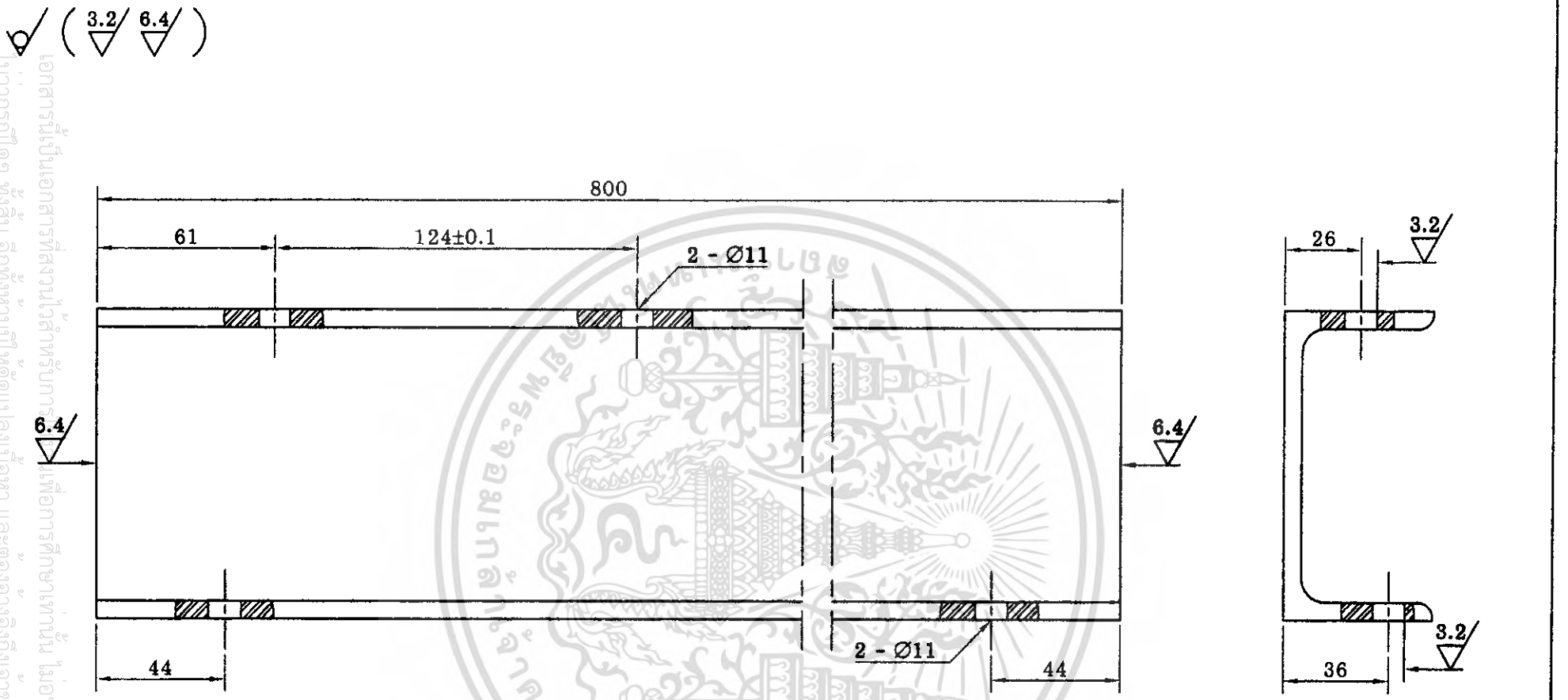
9	เหล็กตัว U		U100×50×1500	DIN 1026	St 37-2	ME 01 - 18	2
ชิ้นที่	รายการ		ขนาดวัสดุ	มาตรฐาน	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

พิกัดความเผื่ออิสระ DIN 7168:M		ชื่อ - นามสกุล	วัน เดือน ปี
	ผู้เขียน	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	
	ผู้ตรวจ		
	ผู้ปรับปรุง		
	ผู้ออกแบบ	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ
1 : 2	ชุดโครงและฐานเครื่อง	ME 01

ขนาดระบุ	พิกัดอิสระ	พิกัดงานสาม	พิกัดขนาด
400 ถึง 1000	± 0.8		
120 ถึง 400	± 0.5		
30 ถึง 120	± 0.3		
6 ถึง 30	± 0.2		
3 ถึง 6	± 0.1		
0.5 ถึง 3	± 0.1		



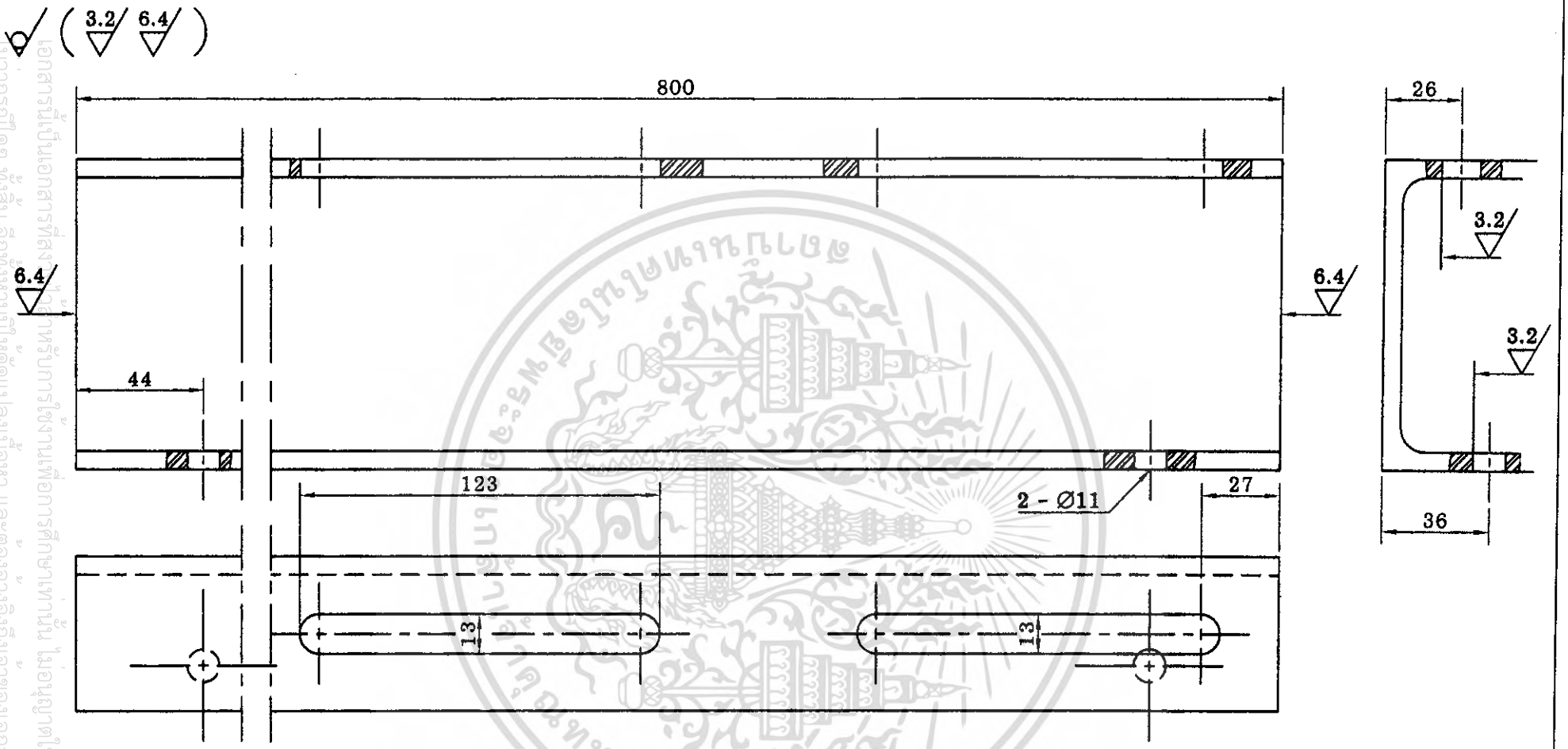
10	เหล็กตัว U	U100×50×800	DIN 1026	St 37-2	MDT 01 - 01	2
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	มาตรฐาน	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

พิกัดความเผื่ออิสระ DIN 7168:M		ชื่อ - นามสกุล	วัน เดือน ปี
	ผู้เขียน	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	
	ผู้ตรวจ		
	ผู้ปรับปรุง		
	ผู้ออกแบบ	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ
1 : 2	ชุดโครงและฐานเครื่อง	ME 01

ขนาดระบุ	พิกัดอิสระ	พิกัดงานสวม	พิกัดขนาด
400 ถึง 1000	± 0.8		
120 ถึง 400	± 0.5		
30 ถึง 120	± 0.3		
6 ถึง 30	± 0.2		
3 ถึง 6	± 0.1		
0.5 ถึง 3	± 0.1		



11	เหล็กตัว U	U100×50×455	DIN 1026	St 37-2	ME 01 -07	2
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	มาตรฐาน	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

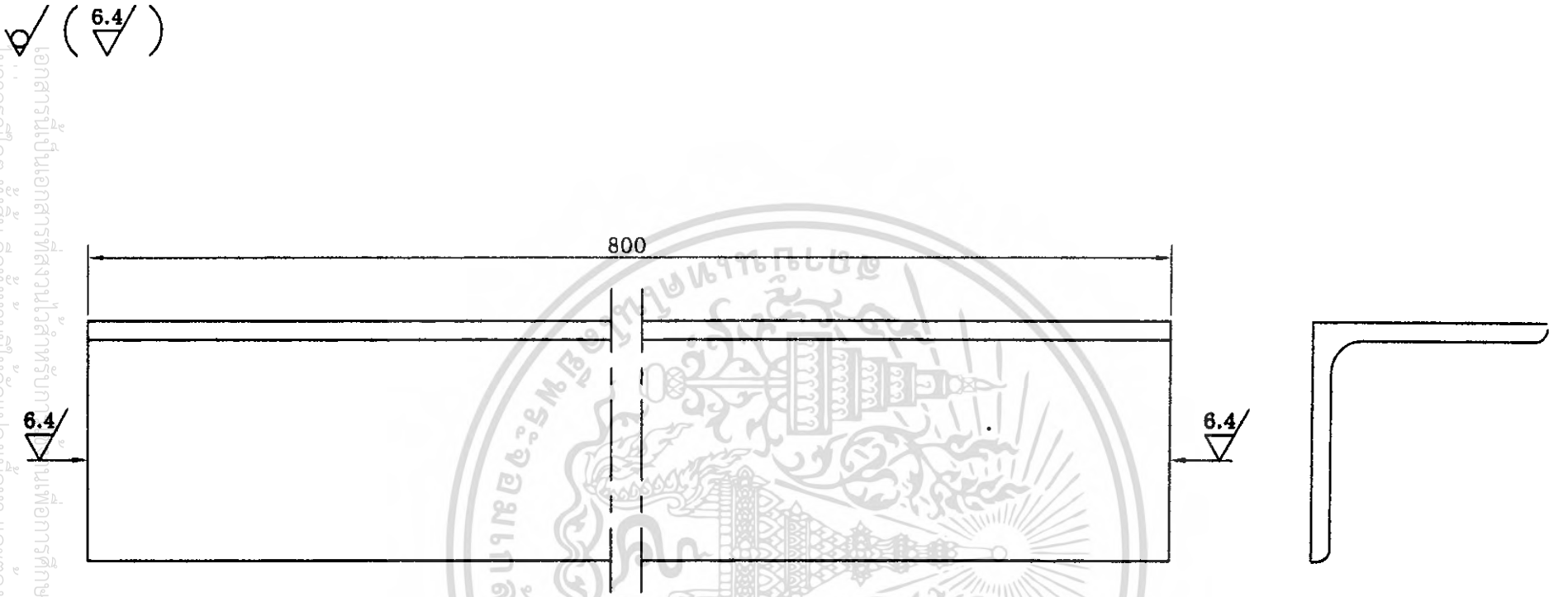
พิกัดความเผื่ออิสระ DIN 7168:M		ชื่อ - นามสกุล	วัน เดือน ปี
	ผู้เขียน	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	
	ผู้ตรวจ		
	ผู้ปรับปรุง		
	ผู้ออกแบบ	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ
1 : 2	ชุดโครงและฐานเครื่อง	ME 01

400 ถึง 1000	± 0.8
120 ถึง 400	± 0.5
30 ถึง 120	± 0.3
6 ถึง 30	± 0.2
3 ถึง 6	± 0.1
0.5 ถึง 3	± 0.1

ขนาดระบุ	พิกัดอิสระ	พิกัดงานสวม	พิกัดขนาด



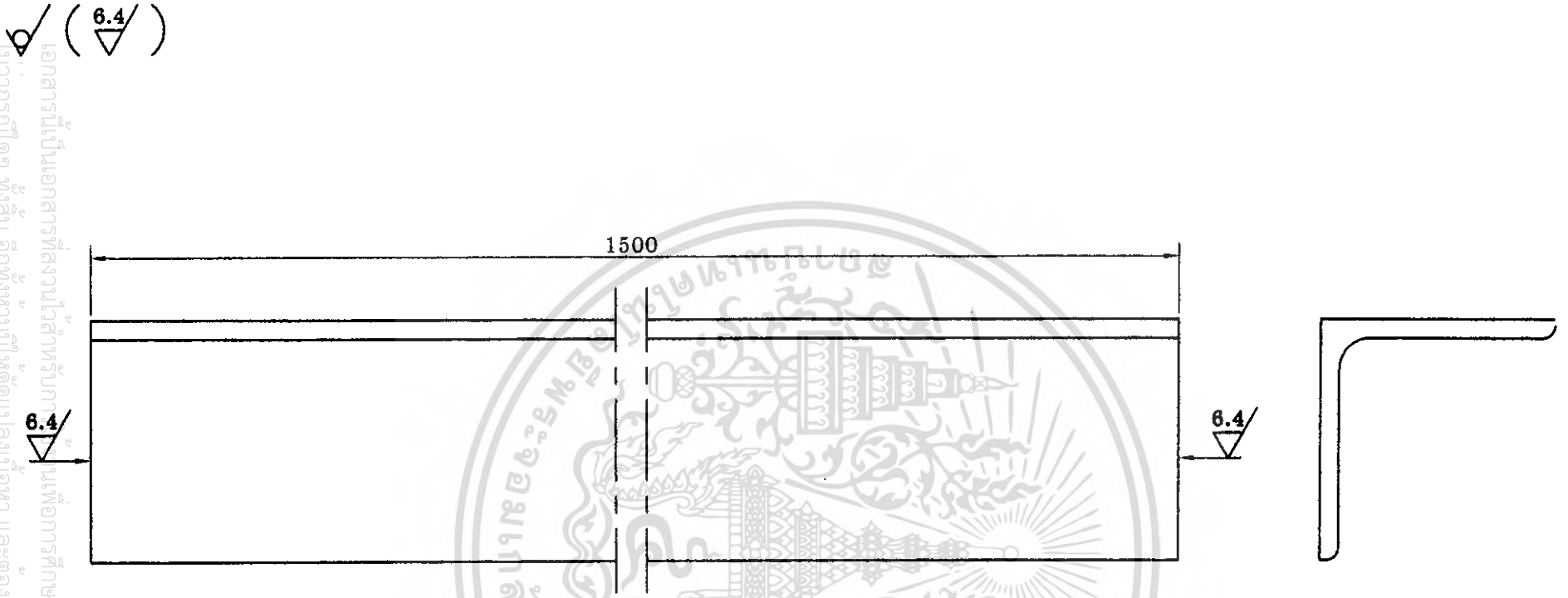
12	เหล็กฉากฐานเท่ากัน	L40×4×800	DIN 1028	U St 37-2	ME 01 - 10	4
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	มาตรฐาน	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

พิกัดความเผื่ออิสระ DIN 7168:M		ชื่อ - นามสกุล	วัน เดือน ปี
	ผู้เขียน	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	
	ผู้ตรวจ		
	ผู้ปรับปรุง		
	ผู้ออกแบบ	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ
1 : 1	ชุดโครงและฐานเครื่อง	ME 01

ขนาดระบุ	พิกัดอิสระ	พิกัดงานสวม	พิกัดขนาด
120 ถึง 400	± 0.5		
30 ถึง 120	± 0.3		
6 ถึง 30	± 0.2		
3 ถึง 6	± 0.1		
0.5 ถึง 3	± 0.1		

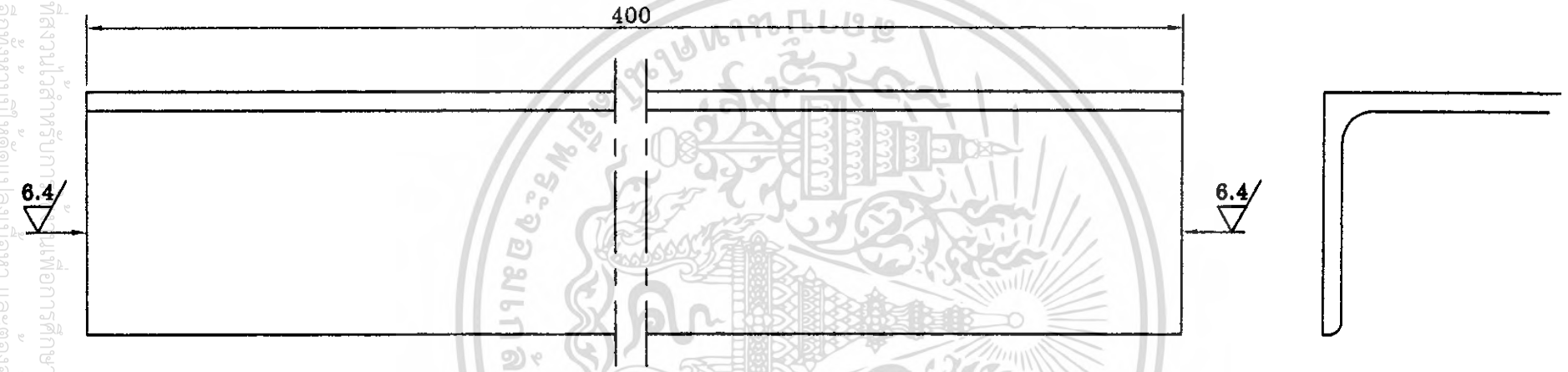


13	เหล็กฉากฐานเท่ากัน	L40×4×1500	DIN 1028	U St 37-2	ME 01 - 10	2
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	มาตรฐาน	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

พิกัดความเผื่ออิสระ DIN 7168:M		ชื่อ - นามสกุล	วัน เดือน ปี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
	ผู้เขียน	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ		
	ผู้ตรวจ			
	ผู้ปรับปรุง			
	ผู้ออกแบบ	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ		

มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ
1 : 1	ชุดโครงและฐานเครื่อง	ME 01

120 ถึง 400	± 0.5		
30 ถึง 120	± 0.3		
6 ถึง 30	± 0.2		
3 ถึง 6	± 0.1		
0.5 ถึง 3	± 0.1		
ขนาดระบุ	พิกัดอิสระ	พิกัดงานสวม	พิกัดขนาด



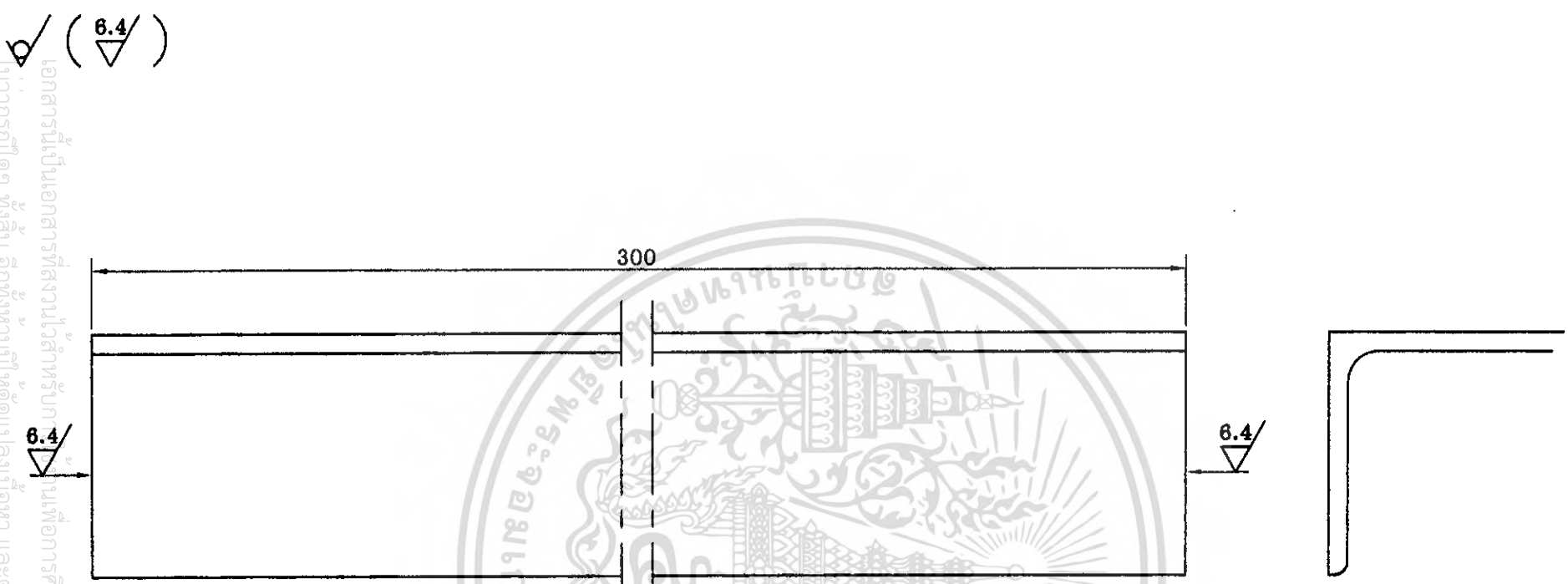
14	เหล็กฉากฐานเท่ากัน	L40×4×1500	DIN 1028	U St 37-2	ME 01 - 10	2
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	มาตรฐาน	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

พิกัดความเผื่ออิสระ DIN 7168:M		ชื่อ - นามสกุล	วัน เดือน ปี
	ผู้เขียน	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	
	ผู้ตรวจ		
	ผู้ปรับปรุง		
	ผู้ออกแบบ	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ
1 : 1	ชุดโครงและฐานเครื่อง	ME 01

120 ถึง 400	± 0.5		
30 ถึง 120	± 0.3		
6 ถึง 30	± 0.2		
3 ถึง 6	± 0.1		
0.5 ถึง 3	± 0.1		
ขนาดระบุ	พิกัดอิสระ	พิกัดงานสวม	พิกัดขนาด



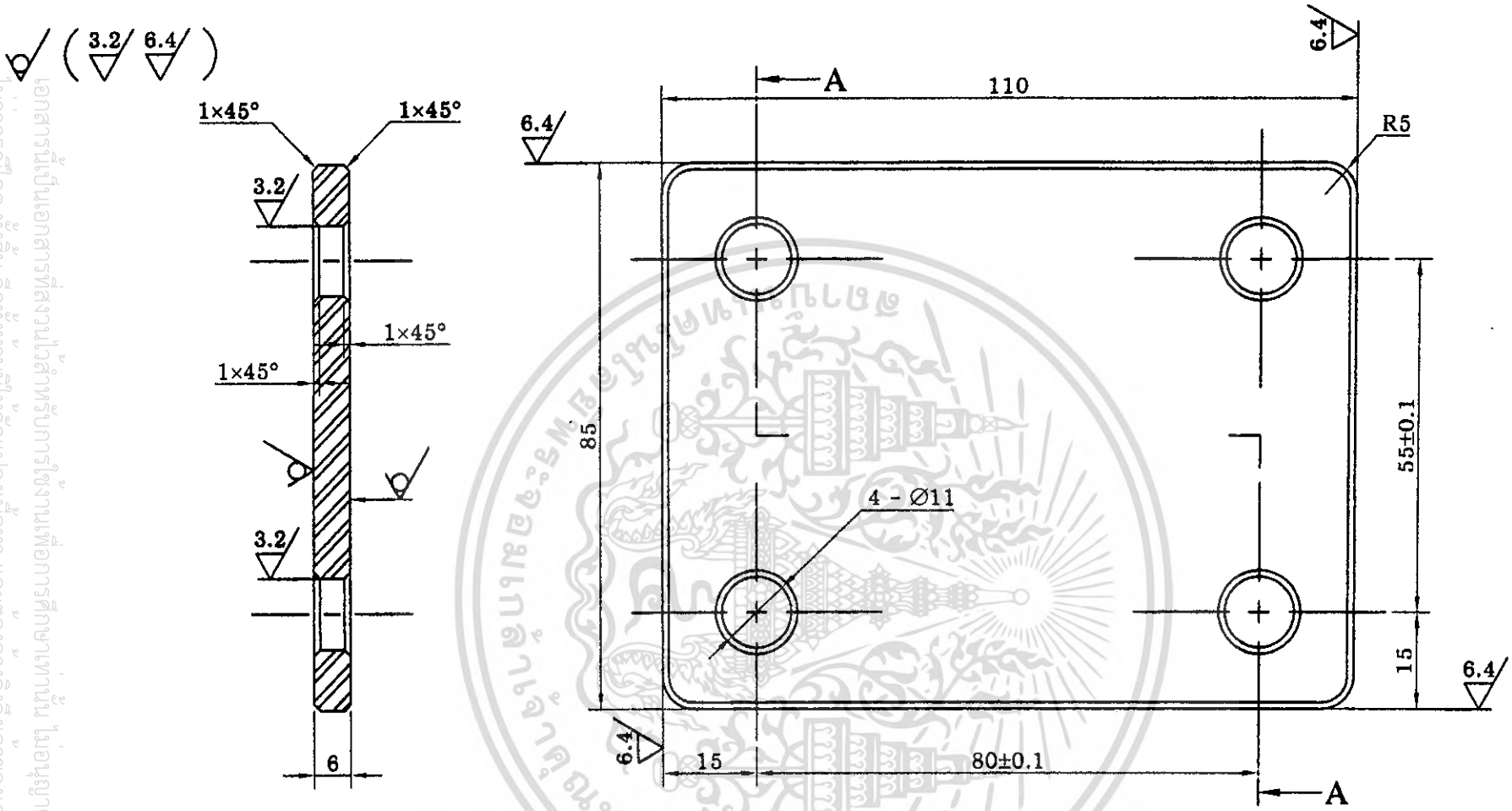
15	เหล็กฉากฐานเท่ากัน	L40x4x1500	DIN 1028	U St 37-2	ME 01 - 10	5
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	มาตรฐาน	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

พิกัดความเผื่ออิสระ DIN 7168:M		ชื่อ - นามสกุล	วัน เดือน ปี
	ผู้เขียน	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	
	ผู้ตรวจ		
	ผู้ปรับปรุง		
	ผู้ออกแบบ	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ
1 : 1	ชุดโครงและฐานเครื่อง	ME 01

ขนาดระบุ	พิกัดอิสระ	พิกัดงานเสวม	พิกัดขนาด
120 ถึง 400	±0.5		
30 ถึง 120	±0.3		
6 ถึง 30	±0.2		
3 ถึง 6	±0.1		
0.5 ถึง 3	±0.1		



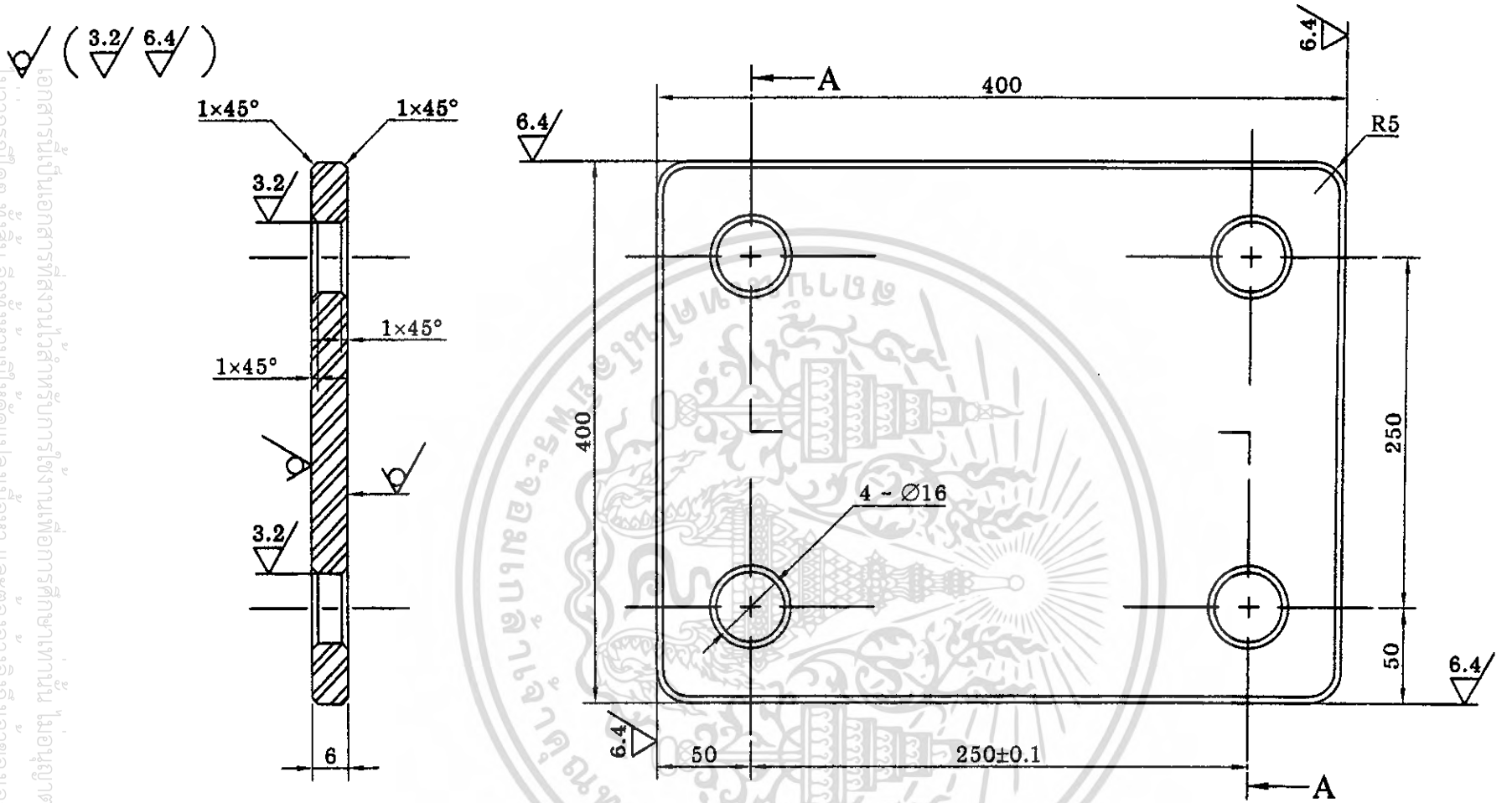
16	เหล็กแผ่น	□90x115x6		St 37	ME 01 - 06	4
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	มาตรฐาน	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

พิกัดความเผื่ออิสระ DIN 7168:M		ชื่อ - นามสกุล	วัน เดือน ปี
	ผู้เขียน	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	
	ผู้ตรวจ		
	ผู้ปรับปรุง		
	ผู้ออกแบบ	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ
1 : 1	ชุดโครงและฐานเครื่อง	ME 01

30 ถึง 120	±0.3		
6 ถึง 30	±0.2		
3 ถึง 6	±0.1		
0.5 ถึง 3	±0.1		
ขนาดระบุ	พิกัดอิสระ	พิกัดงานสวม	พิกัดขนาด



17	เหล็กแผ่น		□90×115×6		St 37	ME 01 - 06	1
ชิ้นที่	รายการ		ขนาดวัสดุ	มาตรฐาน	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

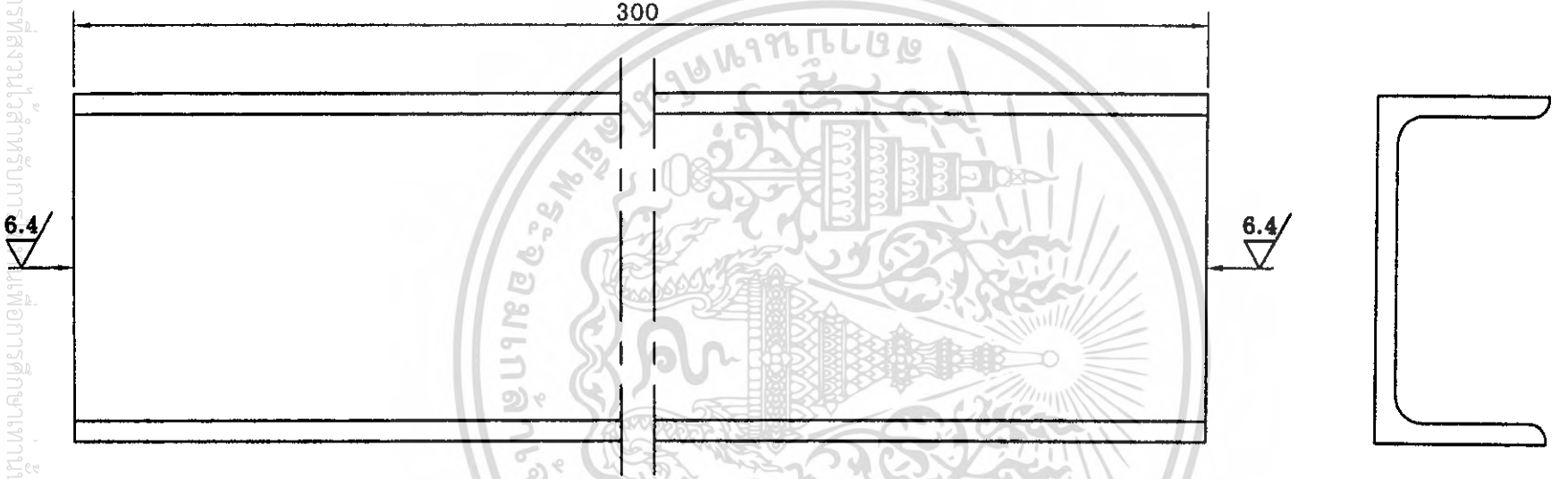
พิกัดความเผื่ออิสระ DIN 7168:M		ชื่อ - นามสกุล	วัน เดือน ปี
	ผู้เขียน	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	
	ผู้ตรวจ		
	ผู้ปรับปรุง		
	ผู้ออกแบบ	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ
1 : 1	ชุดโครงและฐานเครื่อง	ME 01

ขนาดระบุ	พิกัดอิสระ	พิกัดงานสวม	พิกัดขนาด
30 ถึง 120	± 0.3		
6 ถึง 30	± 0.2		
3 ถึง 6	± 0.1		
0.5 ถึง 3	± 0.1		

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



18	เหล็กตัว U		U100×60×300	DIN 1026	St 37-2	ME 01 - 18	6
ชิ้นที่	รายการ		ขนาดวัสดุ	มาตรฐาน	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

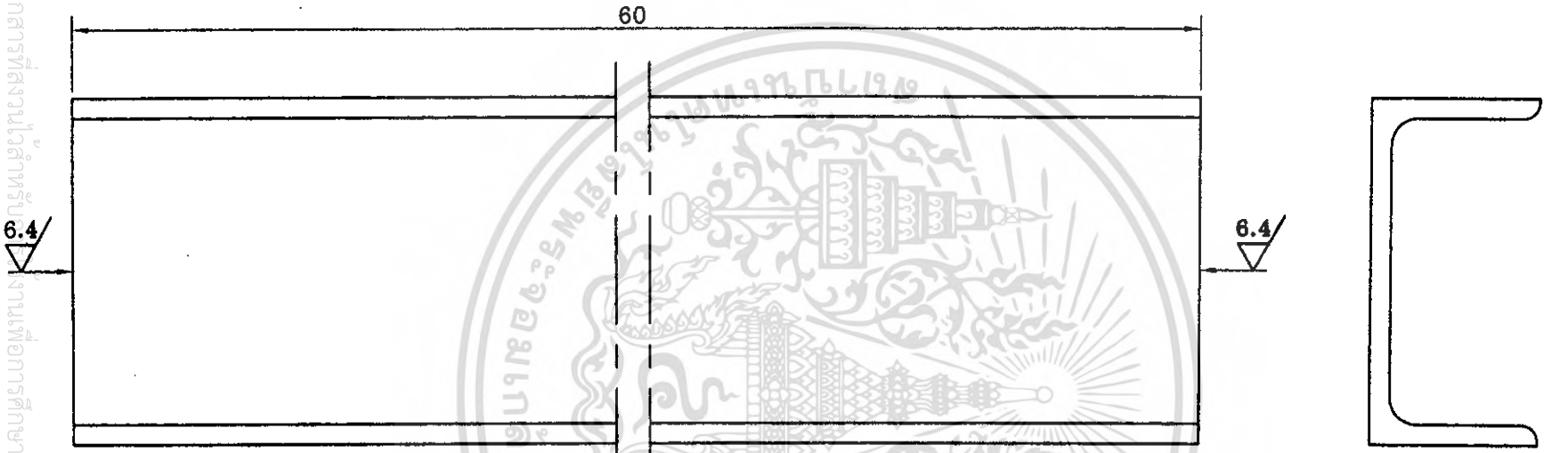
ขนาดระบุ	พิกัดอิสระ	พิกัดงานสวม	พิกัดขนาด
400 ถึง 1000	± 0.8		
120 ถึง 400	± 0.5		
30 ถึง 120	± 0.3		
6 ถึง 30	± 0.2		
3 ถึง 6	± 0.1		
0.5 ถึง 3	± 0.1		

พิกัดความเผื่ออิสระ DIN 7168:M

	ชื่อ - นามสกุล	วัน เดือน ปี
ผู้เขียน	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	
ผู้ตรวจ		
ผู้ปรับปรุง		
ผู้ออกแบบ	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ
1 : 2	ชุดโครงและฐานเครื่อง	ME 01



19	เหล็กตัว U	U100×50×60	DIN 1026	St 37-2	ME 01 - 18	12
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	มาตรฐาน	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

ขนาดระบุ	พิกัดอิสระ	พิกัดงานสวม	พิกัดขนาด
400 ถึง 1000	± 0.8		
120 ถึง 400	± 0.5		
30 ถึง 120	± 0.3		
6 ถึง 30	± 0.2		
3 ถึง 6	± 0.1		
0.5 ถึง 3	± 0.1		

พิกัดความเผื่ออิสระ DIN 7168:M

	ชื่อ - นามสกุล	วัน เดือน ปี
ผู้เขียน	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	
ผู้ตรวจ		
ผู้ปรับปรุง		
ผู้ออกแบบ	นาย สรวิศ ลีลาวานิชกิจ	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ
1 : 2	ชุดโครงและฐานเครื่อง	ME 01