

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องแยกเปลือกปาล์มออกจากเมล็ด
Palm Separate Machine



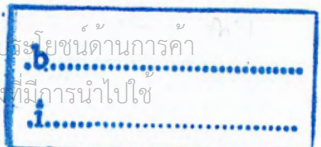
ปฏิญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 55003.....

วัน,เดือน,ปี - 4 ต.ย. 2548.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เมื่อการแก้ไขเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ปริญญาโทปีการศึกษา 2546

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องแยกเปลือกปาล์มออกจากเมล็ด

Palm Separate Machine

ผู้จัดทำ

1. นายบุญล้วน ศาสสุข รหัสประจำตัว 44015387
2. นายไชยวัฒน์ อธิคมสมบัติ รหัสประจำตัว 44015374
3. นายเมธา ศาสสุข รหัสประจำตัว 44015399



อาจารย์ที่ปรึกษา

(ศส.จำลอง ปราบแก้ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องแยกเปลือกปาล์มออกจากเมล็ด

นายบุญล้วน ผาสุข รหัสประจำตัว 44015387
 นายไชยวัฒน์ อธิคมสมบัติ รหัสประจำตัว 44015374
 นายเมธา สาสุข รหัสประจำตัว 44015399
 ผศ.จำลอง ปรานแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษา
 ปีการศึกษา 2546

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนี้เกษตรกรจะนำเมล็ดปาล์มไปขายให้กับ โรงงาน ในกรณีบีบน้ำมันปาล์มทำให้กำไรตกอยู่กับโรงงานและต้องซื้อต้นกล้ามาปลูก ทำให้เกษตรกรเสียเปรียบ โครงการนี้จึงได้มีการพัฒนารูปแบบ เครื่องแยกเปลือกปาล์มออกจากเมล็ดขนาดเล็กราคาถูก สามารถแยกเปลือกปาล์มออกจากเมล็ดและนำเมล็ดไปเพาะเป็นต้นกล้าปลูกเองส่วนกากก็นำไปขายให้นักเคมีหรือเอกชน ไปสกัดเป็นวิตามินอี ตัวเครื่องมีส่วนประกอบคือ โครงสร้างขาเหล็ก ตัวแยกเปลือกปาล์มเป็นถังทรงกระบอกกลมทำด้วยเหล็กม้วนขึ้นรูป ภายในตัวถังมีแกนหมุนที่มีใบมีดติดอยู่ แกนกลางเป็นเพลาลูกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตร ถังยึดติดกับโครงสร้าง ใ้หม้อเตอร์ขนาด 3 แรงม้าเป็นต้นกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Palm Separate Machine

Boonluan Pasuk

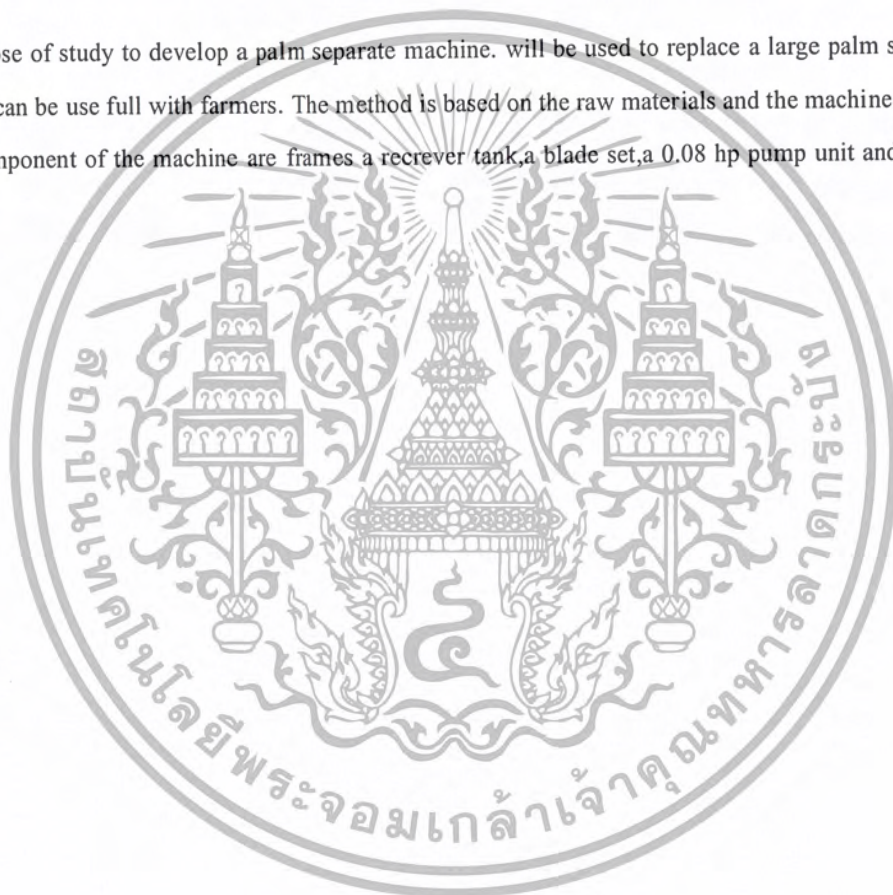
Shiyawat Oatikomsombut

Meta Sasuk

Asst.Prof.Chamlong Prabkeo Advisor

Abstract

This purpose of study to develop a palm separate machine. will be used to replace a large palm separate machine and can be use full with farmers. The method is based on the raw materials and the machine design. The main component of the machine are frames a reciever tank,a blade set,a 0.08 hp pump unit and a 3 hp motor unit.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจสำเร็จได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และความร่วมมือจากหลายๆฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึง เพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จลงได้ก็คือ ผศ.จำลอง ปราบแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความเอาใจใส่ แนะนำ และช่วยเหลือเสมอมา ซึ่งต้องขอขอบคุณเป็นอย่างมาก รวมทั้งอาจารย์ประจำภาค วิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกท่านที่ประสาทวิชาความรู้ จนสำเร็จการศึกษา น้า มณฑา เขียมเมืองและคุณนิรุจน์ ร่วมกระโทก ที่อำนวยความสะดวกในด้านเครื่องมือ และที่ขาดเสียมิได้ที่ต้องกล่าวถึงคือ ส.ก.ว.ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ที่ได้อบรมเลี้ยงดู อุ้มชูให้พวกผมเป็นคนดีของสังคม ให้กำลังใจและคำปรึกษาเมื่อมีปัญหา พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ จนได้รับความสำเร็จถึงปัจจุบันนี้ พวกกระผมขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณและขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นายบุญล้วน ศาสข

นายไชยวัฒน์ อธิคมสมบัติ

นายเมธา ศาสข

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของ โครงการงาน	2
1.3 ขอบเขตของ โครงการงาน	2
1.4 วิธีการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ปาล์มน้ำมัน	4
2.1 ประวัติความเป็นมาของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม	4
2.2 การเก็บเกี่ยวทะลายน้ำมัน	4
2.3 ส่วนประกอบทะลายน้ำมันสด	5
2.4 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	6
2.4.1 กระบวนการสกัดน้ำมันแบบมาตรฐาน	6
2.4.2 กระบวนการสกัดน้ำมันแบบทอดผลปาล์ม	7
2.4.3 กระบวนการหีบน้ำมันผสม	9
บทที่ 3 ทฤษฎีและการออกแบบเครื่องจักรกล	10
3.1 โครงสร้าง	11
3.1.1 โครงสร้างที่รับน้ำหนักถึง จำนวน 4 ต้น	11
3.1.2 โครงสร้างที่รับน้ำหนักมอเตอร์ จำนวน 4 ต้น	12
3.2 ขนาดมอเตอร์	13
3.3 ถัง	14
3.4 ตะแกรงกรอง	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ชุดแกนหมุน	15
3.6 ชุดเพลาส่งกำลัง	15
3.6.1 วัสดุเพลลา	15
3.6.2 ขนาดของเพลลา	16
3.7 การคำนวณและออกแบบเบร้ง	17
3.7.1 ชนิดของเบร้ง	19
3.7.2 มิติมาตรฐานของของโรลเลอร์เบร้ง	20
3.7.3อายุการใช้งานเบร้ง	20
3.7.4 การประเมินค่าอายุใช้งานและแรง	21
3.7.5 แรงสมมูล	22
3.7.6 การคำนวณหาบอลเบร้งและทรีชเบร้ง	23
3.8 สายพาน	25
3.8.1 สายพานลิ้ม	25
3.8.2 การคำนวณหาขนาดสายพานลิ้มและล้อสายพาน	27
3.9 ระบบส่งน้ำ	28
3.9.1 ขนาดปั้มน้ำ	29
บทที่ 4วิธีการทดสอบและผลการทดสอบการทำงานของเครื่อง	31
4.1 การทดสอบ	31
4.2 วิธีการทดลอง	31
4.3 ผลการทดสอบ	34
บทที่ 5 วิจารณ์ สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ	36
5.1 วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ	36
5.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องจักร	36
ภาคผนวก ก.	37
ภาคผนวก ข.	42
บรรณานุกรม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 แสดงขนาดระบุของเพลตามาตรฐาน ISO / R 775-1969	16
ตารางที่ 5.1 แสดงผลการทดสอบเครื่องแยกเปลือกปาล์มออกจากเมล็ด	34
กราฟที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ของเวลากับน้ำหนัก	35



สารบัญภาพ

หน้า

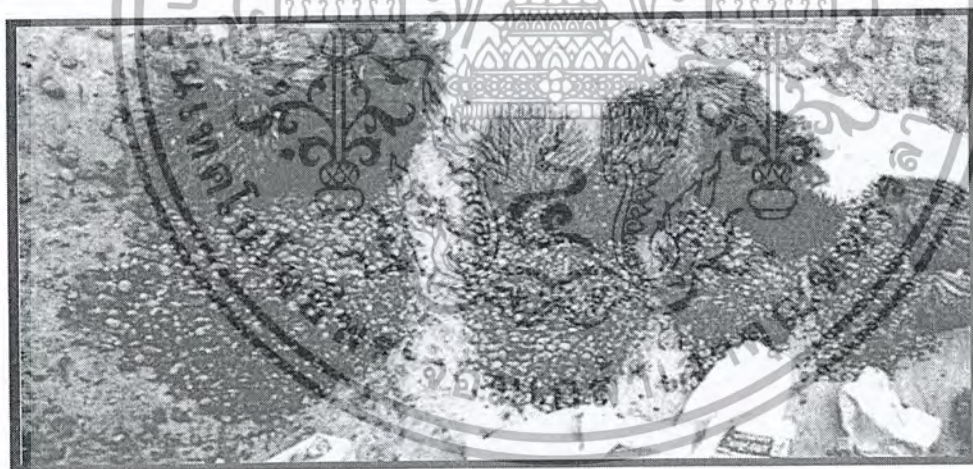
รูปที่ 1.1 แสดงเมล็ดปาล์มที่แยกออกจากทะลาย	1
รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะส่วนประกอบของทะลายปาล์ม	5
รูปที่ 2.2 แสดงส่วนประกอบของทะลายปาล์ม	5
รูปที่ 2.3 กระบวนการหีบน้ำมันแบบมาตรฐาน	7
รูปที่ 2.4 กระบวนการหีบน้ำมันแบบทอดผลปาล์มในน้ำมัน	8
รูปที่ 2.5 กระบวนการหีบน้ำมันผสม	9
รูปที่ 3.1 ลักษณะของเครื่องแยกเปลือกปาล์มออกจากเมล็ด	10
รูปที่ 3.2 ระบบส่งกำลัง	14
รูปที่ 3.3 ส่วนประกอบภายในถัง	15
รูปที่ 3.4 แสดงการติดตั้งเบร้ง	23
รูปที่ 3.5 แสดงหน้าตัดสายพานและล้อสายพานลิ้ม	26
รูปที่ 3.6 แสดงแผนภูมิที่ใช้ในการเลือกขนาดตัดของสายพานลิ้ม	26
รูปที่ 3.7 ระบบส่งน้ำ	29
รูปที่ 3.8 ภาพตัดระบบส่งน้ำ	29
รูปที่ 4.1 กระบวนการทดลอง	31
รูปที่ 4.2 การชั่งตวง	32
รูปที่ 4.3 แสดงการเทพลปาล์มสด	32
รูปที่ 4.4 แสดงการสเปรน้ำ	32
รูปที่ 4.5 สวิสต์เปิด-ปิดเครื่อง	33
รูปที่ 4.6 กากที่เหลือจากการแยก	33
รูปที่ 4.7 เมล็ดที่เหลือจากการแยก	34

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบันน้ำมันเพื่อการบริโภคและใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆมักจะใช้ถั่วเหลืองและน้ำมันปาล์ม น้ำมันปาล์มเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีพืชชนิดใดที่ประเทศไทยสามารถผลิต เพื่อสกัดน้ำมันได้อย่างเพียงพอกับความต้องการภายในประเทศเท่ากับน้ำมันปาล์ม การสกัดน้ำมันปาล์มจึงสามารถลด การนำเข้าน้ำมันเพื่อการบริโภคจากต่างประเทศได้เช่น สนู ครีมเทียม ครีมทาผิว เป็นต้น ดังนั้นโครงการนี้จึงได้มีการศึกษาออกแบบเครื่องแยกเปลือกปาล์มออกจากเมล็ดขนาดเล็กขึ้นมา เพื่อให้เกษตรกรนำเมล็ดไปเพาะเป็นต้นกล้า ส่วนเปลือกหรือเนือปาล์มก็นำไปขายให้นักเคมีหรือโรงงาน ไปสกัดเป็นวิตามินอี ทำให้เกษตรกรสามารถผลิตต้นกล้าได้เองและขายปาล์ม ได้ราคาดีขึ้นแทนที่จะต้องขายปาล์มทั้งทะลาย นอกจากนี้ น้ำมันปาล์มที่เราผลิตได้ยังสามารถรักษาวิตามินอีที่อยู่ในเปลือกปาล์มเอาไว้ได้ เนื่องจากไม่มีกรรมวิธีทางความร้อนไปเผาผลาญวิตามินอีเหมือนเครื่องจักรขนาดใหญ่ที่มีใช้ในปัจจุบัน ส่วนประกอบและทะลายปาล์มสด



รูปที่ 1.1 แสดงเมล็ดปาล์มที่แยกออกจากทะลาย

ทะลายปาล์มสดจะประกอบด้วยทะลายปาล์มเปล่า ผลปาล์ม ภายในผลปาล์มจะประกอบไปด้วยส่วนของชั้นเปลือกซึ่งชั้นในนี้จะมีน้ำมันปาล์ม จากชั้นเปลือกจะมีกะลาหุ้มเมล็ดใหญ่อยู่ภายในจะมีน้ำมันอีกชนิดหนึ่งเรียกว่าน้ำมันเมล็ดใน ส่วนที่เรานำมาใช้ประโยชน์คือส่วนของเปลือกปาล์มส่วนเมล็ดเรานำไปเพาะเป็นต้นกล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 สร้างเครื่องต้นแบบสำหรับแยกเปลือกปาล์มออกจากเมล็ดขนาดเล็ก ที่มีการผลิตประมาณ 100-150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง
- 1.2.2 เพื่อนำเนื้อปาล์มที่แยกแล้วไปให้นักเคมีสกัดเป็นวิตามินอี
- 1.2.3 เพื่อให้เกษตรกรหันมาบีบน้ำมันปาล์มดิบขาย แทนที่จะขายทะเลลายปาล์มสดให้กับโรงงาน
- 1.2.4 เพื่อนำเมล็ดไปเพาะเป็นต้นกล้า

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 เครื่องบีบน้ำมันปาล์มเป็นเครื่องบีบขนาดเล็ก โดยมีกำลังการผลิตประมาณ 100-150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง
- 1.3.2 เป็นเครื่องที่ใช้สำหรับแยกเปลือกปาล์มออกจากเมล็ด หรือวัตถุดิบอื่นที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับผลปาล์ม

1.4 วิธีการดำเนินงาน

- 1.4.1 ศึกษาและเก็บข้อมูลเบื้องต้น เกี่ยวกับปาล์มน้ำมัน และการทำงานของเครื่อง
- 1.4.2 พิจารณาเลือกขอบเขตการทำงานของเครื่องจักร และลักษณะการทำงานของเครื่อง
- 1.4.3 กำหนดการใช้อุปกรณ์ต่างๆ ให้สอดคล้องกับขอบเขตการทำงานของเครื่องที่พิจารณาเลือกมา
- 1.4.4 ออกแบบเครื่องจักร ตลอดจนชิ้นส่วนต่างๆของเครื่อง
- 1.4.5 ดำเนินการจัดสร้าง
 - ขั้นตอนการเตรียมอุปกรณ์
 - ขั้นตอนการจัดสร้างระบบการทำงานต่างๆ
 - ขั้นตอนการประกอบเครื่องจักร
- 1.4.6 ออกแบบการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะ และขอบเขตการทำงานของเครื่องจักร
- 1.4.7 การทดสอบและเก็บข้อมูลการทดสอบ
- 1.4.8 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ พร้อมทั้งประเมินผล
- 1.4.9 สรุปผลข้อมูลนำเสนอ พร้อมข้อเสนอแนะในการที่จะปรับปรุงเครื่องจักร

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 ได้ความรู้ความเข้าใจ และแนวทางในการเพิ่มสมรรถนะของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.2 ได้เรียนรู้ถึงหลักการ การทำงาน จริง ตลอดจนข้อดี ข้อเสีย ของวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้สร้าง
เครื่องจักร

1.5.3 ได้รู้จักการวางแผนการทำงาน และการทำงาน ในการจัดสร้างจริง

1.5.4 ได้รู้ถึงปัญหาในขั้นตอนการดำเนินงานต่างๆ และสามารถ ใช้ความรู้ที่ ได้เรียนมาแก้ปัญหา เหล่านั้น
ได้

1.5.5 สามารถสร้างเครื่องจักรขึ้นมาเพื่อทำงานตามวัตถุประสงค์ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ปาล์มน้ำมัน

2.1 ประวัติความเป็นมาของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่อยู่ในตระกูลปาล์มเช่นเดียวกับมะพร้าว ซึ่งปาล์มน้ำมันมีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในทวีปแอฟริกา และปาล์มน้ำมันที่ขึ้นในแอฟริกาส่วนใหญ่เป็นพันธุ์เป็นพันธุ์ที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า อีเลออิส กินีนิซิด

ปาล์มน้ำมัน ได้ถูกนำเข้ามาปลูกในทวีปเอเชียเป็นครั้งแรกในประเทศอินโดนีเซีย และถัดมาอีกไม่กี่ปีก็มีการนำมาปลูกในเชิงธุรกิจในประเทศมาเลเซีย จนกระทั่งมาเลเซีย ได้กลายเป็นผู้ส่งออกน้ำมันปาล์มรายใหญ่ที่สุดของโลกตั้งแต่ปี พ.ศ.2508 เป็นต้นมา

สำหรับประเทศไทยนั้นพบว่ามีผู้นำปาล์มน้ำมันเข้ามาปลูกที่จังหวัดสงขลา แล้วต่อมาได้มีการปลูกปาล์มน้ำมันในเชิงการค้าเป็นครั้งแรกในจังหวัดกระบี่ และสตูล โดยนำปาล์มมาจากประเทศมาเลเซียทั้งหมดซึ่งต่อมาได้มีการปลูกสวนปาล์มกันอย่างแพร่หลายในหลายจังหวัดทางภาคใต้ ส่งผลทำให้เกิดการการบีบน้ำมันปาล์มขยายตัวอย่างต่อเนื่องเป็นต้นมา

2.2 การเก็บเกี่ยวทะลายปาล์ม

ช่อดอกตัวเมียที่ได้รับการผสมเกสรแล้วจะใช้เวลาประมาณ 5 ถึง 6 เดือน ผลปาล์มเริ่มสุกซึ่งระยะเวลานี้อาจเปลี่ยนแปลงมากน้อยแล้วแต่สภาพแวดล้อม และความสมบูรณ์ของต้นปาล์ม โดยปฏิกิริยาชีวเคมีของผลปาล์มในช่วงที่ผลปาล์มสุกนั้น แป้งในส่วนชั้นเปลือกจะแปรสภาพกลายเป็นน้ำซึ่งเรียกว่า กลีเซอรไรด์ สำหรับผลปาล์มที่สุกนั้น สีของเมล็ดปาล์มจะเปลี่ยนจากม่วงดำเป็นสีแดงส้ม นอกจากการวัดความสุกของเมล็ดปาล์มจากสีส้มแล้วยังสามารถสังเกตได้จากผลปาล์มที่ร่วงจากทะลาย (2 ผลค่อน้ำหนักทะลาย 1 กิโลกรัม) จึงสามารถทราบว่ามีเมล็ดปาล์มสุกหรือไม่

ข้อควรปฏิบัติในการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มมีดังนี้

1. ควรตัดทะลายปาล์มที่สุกพอดี ไม่ควรตัดทะลายปาล์มที่ยังดิบ เพราะในผลปาล์มดิบมีสภาพเป็นน้ำ และแป้งยังไม่แปรสภาพเป็นน้ำมัน ส่วนทะลายปาล์มที่สุกมากเกินไป จะมีกรดไขมันอิสระสูง
2. รอบการเก็บเกี่ยวในช่วงฤดูที่ผลปาล์มออกชุกควรทำทุก 7-10 วัน ส่วนหน้าแล้งอาจเก็บช่วงนานกว่านี้ และผลปาล์มที่ร่วงควรเก็บมาให้หมดสิ้น
3. ไม่ควรแทงวงทะลายมากเกินไป และไม่ควรทำให้ผลปาล์มมีรอยขีดข่วน หรือชำรุดนักเพราะกรดไขมันอิสระจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว
4. หากทะลายติดแน่นกับลำต้นมากให้ใช้มีดขอ หรือพร้าตัดเซาะขั้วทะลายเสียก่อนแล้วจึงใช้เสียมแทงตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เมื่อเก็บทะลายปาล์มมาจากสวนแล้ว ควรขนส่งไปยังโรงงานอย่างรวดเร็ว

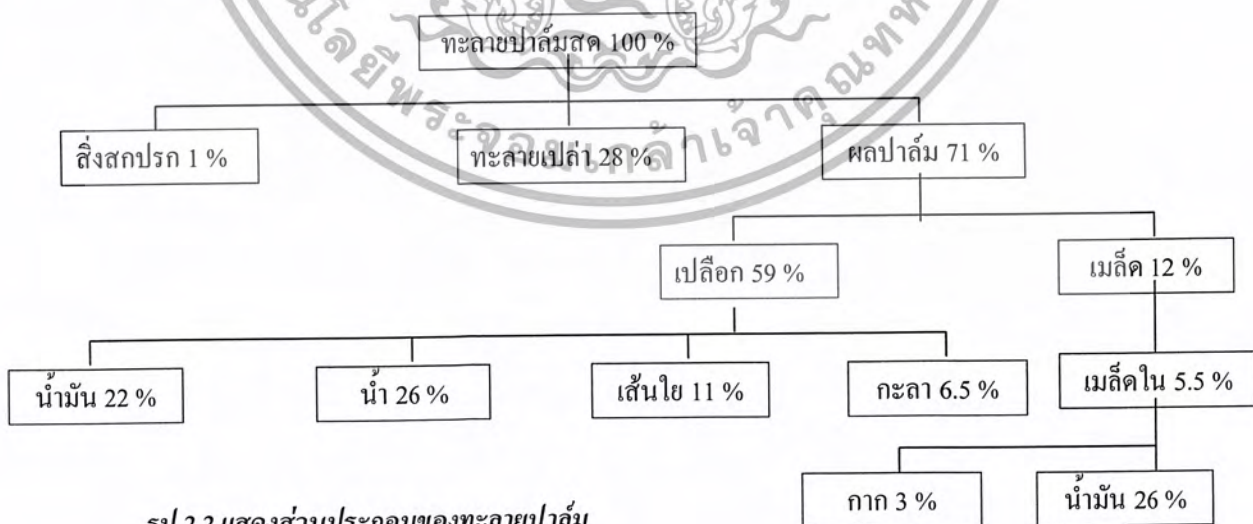
2.3 ส่วนประกอบของทะลายปาล์มสด

ทะลายปาล์มสดประกอบด้วย ทะลายเปล่า ผลปาล์ม ภายในผลปาล์มประกอบไปด้วยส่วนของชั้นเปลือก ซึ่งในชั้นนี้จะมีน้ำมันปาล์ม จากชั้นเปลือกจะมีกะลาหุ้มเมล็ดในอยู่ ภายในเมล็ดในจะมีน้ำมันอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า น้ำมันเมล็ดใน



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะส่วนประกอบของทะลายปาล์ม

สำหรับปาล์มเทนเอร์อายุปีขึ้นไป มีส่วนประกอบโดยประมาณดังนี้



รูป 2.2 แสดงส่วนประกอบของทะลายปาล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณน้ำมันจากเปลือกซึ่งเป็นตัวที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงสุดนั้น จะมีปริมาณแตกต่างกันไปตามอายุของปาล์มตลอดจนการดูแลรักษา ซึ่งในกรณีที่ปาล์มอายุน้อยจะมีปริมาณน้ำมันจากเปลือกน้อยตามไปด้วย

2.4 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

การสกัดน้ำมันปาล์มดิบจากทะลายปาล์มสดนั้น ได้เริ่มมีมาตั้งแต่สมัยโบราณ โดยชาวพื้นเมืองได้นำเอาผลปาล์มจากปามาบีบนาน้ำมันออกมาด้วยวิธีการง่ายๆ เช่น นำผลปาล์มมาต้มกับน้ำแล้วใส่ครกตำจากนั้นก็นำไปต้มกับน้ำร้อน เพื่อแยกน้ำมันออกมาซึ่งได้ประสิทธิภาพต่ำมาก เครื่องหีบน้ำมันปาล์มในยุคแรกๆ มีหลายแบบ เช่น เครื่องหีบน้ำมันแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง เครื่องหีบแบบไฮดรอลิก และเครื่องแบบเกลียวอัดบางแบบก็ได้เลิกใช้กันไป และบางแบบก็ได้พัฒนาเพิ่มเติมจนใช้กันแพร่หลายในปัจจุบัน

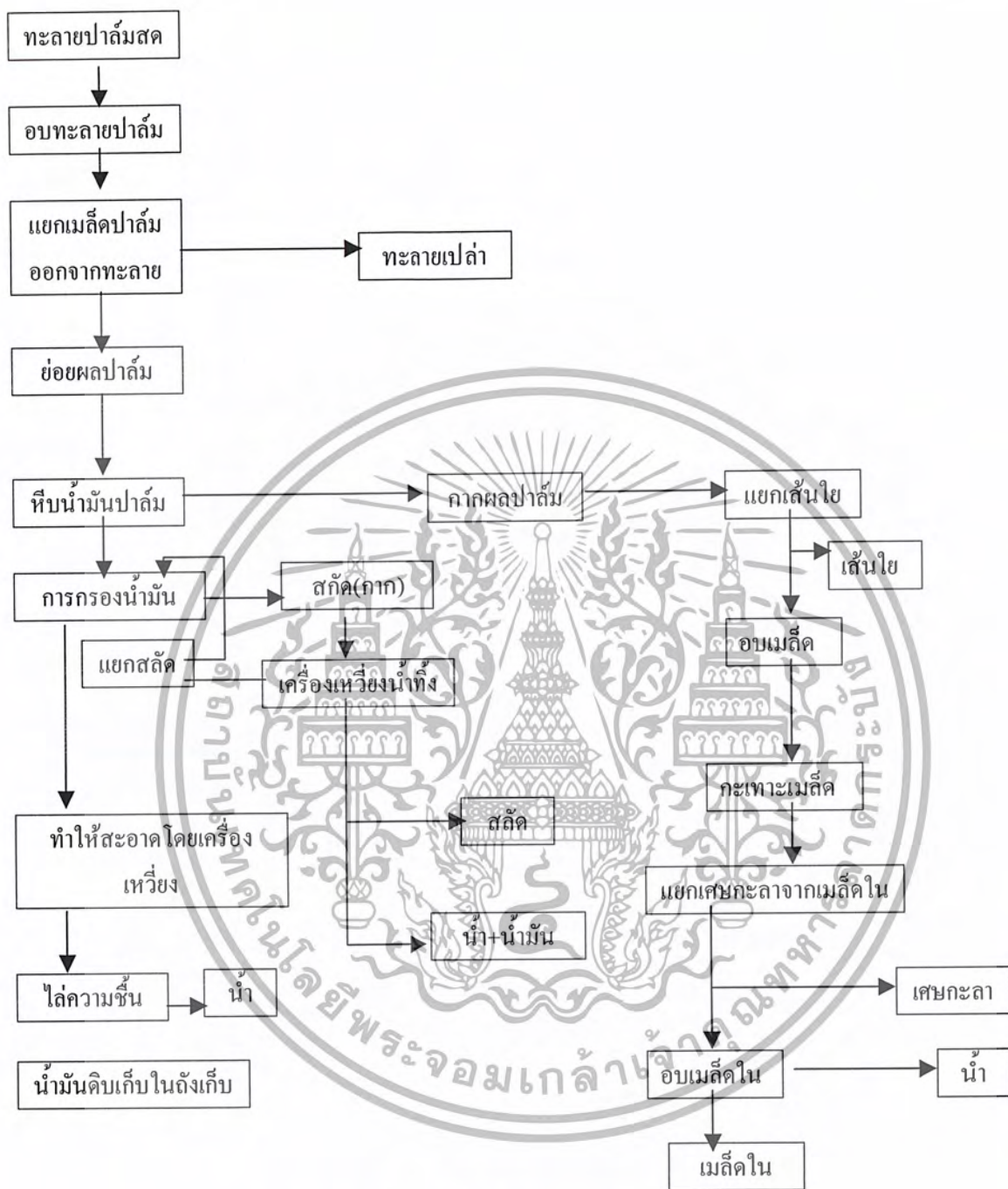
สำหรับในประเทศไทยนั้นจากการสำรวจของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กตามพระราชดำริ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อปลายปี พ.ศ.2527 พบว่ามีโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่มีกระบวนการผลิตต่างกัน 3 แบบคือ

2.4.1 กระบวนการสกัดแบบมาตรฐาน

กระบวนการผลิตแบบนี้ เป็นกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มแบบมาตรฐานซึ่งเครื่องจักรและเทคโนโลยีส่วนนำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งสิ้น โรงงานประเภทนี้เริ่มตั้งขึ้นครั้งแรกที่จังหวัดกระบี่ในราวปี พ.ศ.2517 และต่อมาก็ได้มีการสร้างและอยู่ในระหว่างดำเนินการก่อสร้างอีกรวมทั้งสิ้นเกือบ 20 โรงงาน โรงงานเหล่านี้จะมีกำลังผลิตตั้งแต่ 10 ถึง 40 ตันทะลายต่อชั่วโมง และแต่ละโรงงานจะมีสวนปาล์มของตนเองตั้งแต่ 10,000 ไร่ขึ้นไป โรงงานเหล่านี้จะใช้เงินทุนค่อนข้างสูง คือประมาณ 50-100 ล้านบาท

กระบวนการผลิตเริ่มจากนำทะลายปาล์มสดมาอบไอน้ำที่อุณหภูมิระหว่าง 120-130 องศาเซลเซียส มีความดันประมาณ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลาประมาณ 45 นาที การอบทะลายมีจุดมุ่งหมายที่จะหยุดปฏิกิริยาไลโปไลซิส ที่ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระในผลปาล์ม และทำให้ผลปาล์มอ่อนนุ่ม และขูดจากทะลายได้ง่าย ทะลายปาล์มที่อบแล้วจะถูกนำไปป้อนเข้าเครื่องแยกเปลือกปาล์มออกจากทะลาย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเครื่องแบบโรตารี หมุนด้วยความเร็วรอบประมาณ 23 รอบต่อนาที ทะลายปาล์มเปล่าจะถูกถาล้างไปเข้าเตาเผาทะลาย เพื่อทำปุ๋ยต่อไป ส่วนผลจะถูกนำไปย่อยด้วยเครื่องย่อยผลปาล์ม ซึ่งมีลักษณะเป็นถังทรงกระบอกข้างในมีใบพัดกวานผลปาล์มให้เส้นใยฉีกย่อยออกจากเมล็ด และเชลน้ำมันแตกตัวออกมาเพื่อง่ายต่อการบีบน้ำมัน เวลาที่กวนนานประมาณ 15-20 นาที จากนั้นก็ป้อนเข้าเครื่องบีบแบบเกลียวอัด ซึ่งส่วนมากเป็นเกลียวอัดคู่ซึ่งทำงานโดยอัตโนมัติ น้ำมันปาล์มที่สกัดได้จะส่งไปเข้าถังกรองซึ่งจะแยกน้ำมันออกจากราก เศษใยและสิ่งสกปรกอื่นๆ ในขั้นแรก และนำไปเข้าเครื่องเหวี่ยงเพื่อแยกน้ำมันให้ใสสะอาดขึ้น จากนั้นก็นำไปไล่ความชื้นให้ได้มาตรฐาน แล้วนำไปเก็บในถังเก็บน้ำมันขนาดใหญ่เพื่อเตรียมส่งจำหน่าย โรงงานกลั่นน้ำมันบริสุทธิ์ต่อไป กระบวนการผลิตได้แสดงไว้ดังรูป 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



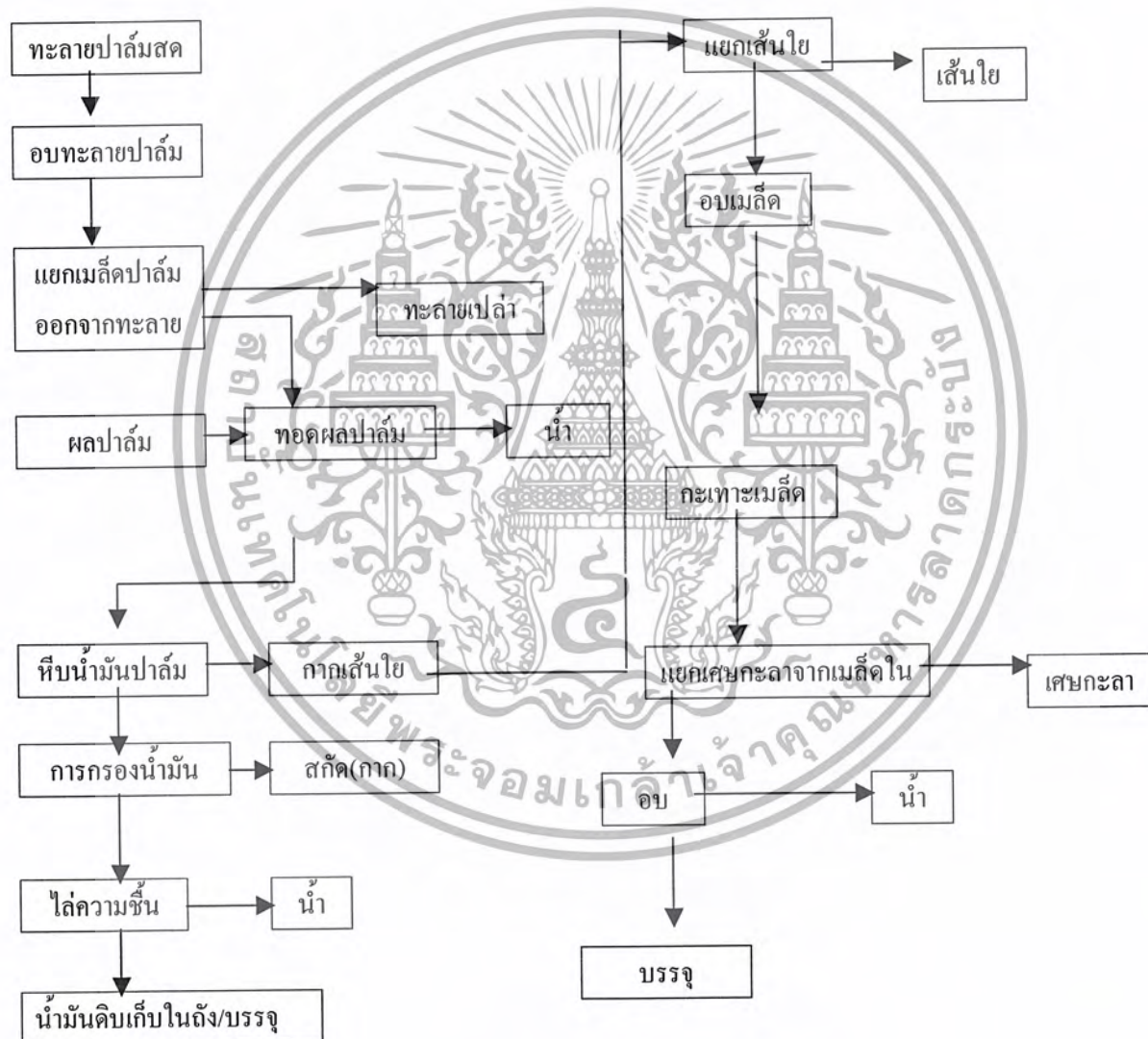
รูป 2.3 กระบวนการหีบน้ำมันแบบมาตรฐาน

2.4.2 กระบวนการสกัดน้ำมันแบบทอดผลปาล์ม

กระบวนการผลิตของโรงงานประเภทนี้ สามารถนำวัตถุดิบที่เป็นทะลายสดเข้าเครื่องอบทะลายเช่นเดียวกับประเภทแรก จากนั้นก็นำไปแยกผลปาล์มออกมาจากทะลายเช่นเดียวกัน ต่อจากนั้นผลปาล์มจะถูกนำไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทอดในแก๊สด้วยน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 12-20 นาที โดยให้ความร้อนด้วยไอน้ำโดยรอบรางลำเลียงนั้น วัตถุประสงค์ผลปาล์มร่างก็จะถูกนำเข้ามาทอดตรงจุดนี้เช่นเดียวกัน จากนั้นผลปาล์มที่สุกแล้วจะถูกนำไปเข้าเครื่องบีบแบบเกลียวอัดคู่ เช่นเดียวกับโรงงานประเภทแรก น้ำมันที่บีบได้จะถูกนำไปไล่ความชื้นในถังสูญญากาศที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 30-60 นาที จากนั้นก็นำไปกรองผ่านเครื่องกรองแบบอัดหลายชั้น เพื่อแยกสิ่งสกปรกออกก่อนจะบรรจุถึงเก็บต่อไป ส่วนกากผลปาล์มก็จะนำไปแยกเอามะล็ดในออกด้วยขั้นตอนเช่นเดียวกับประเภทแรก กระบวนการผลิตได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.4

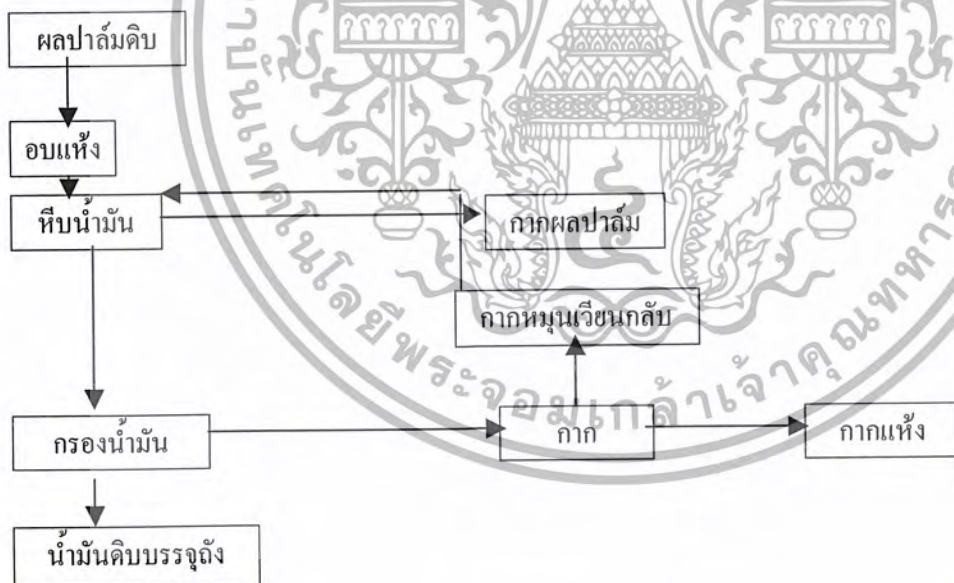


รูปที่ 2.4 กระบวนการหีบน้ำมันแบบทอดผลปาล์มในน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 กระบวนการหีบแบบผสม

กระบวนการผลิตนี้เกิดขึ้นจากโรงงานหีบน้ำมันมะพร้าว ซึ่งได้ดัดแปลงมาเป็นโรงงานหีบน้ำมันปาล์มเมื่อราวปี พ.ศ. 2518-2519 ปัจจุบันมีอยู่ประมาณกว่า 20 โรงงาน โรงงานประเภทนี้ใช้ผลปาล์มร่วงเป็นวัตถุดิบโดยนำเอาผลปาล์มร่วงมาทำการย่างที่อุณหภูมิประมาณ 180-200 องศาเซลเซียส ในกระเบาะโดยเปลือกร้อนจากเตาฟืนเข้ามาโดยตรงเป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง จากนั้นก็นำเอาผลปาล์มไปบีบน้ำมันด้วยเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวซึ่งน้ำมันจากเปลือกและเมล็ดในจะผสมกันหมด น้ำมันก็จะถูกนำไปกรองด้วยเครื่องกรองแบบอัดหลายชั้น ส่วนกาก เส้นใย กะลา และเมล็ดใน ซึ่งปนกันอยู่จะบรรจุกระสอบจำหน่ายเป็นอาหารสัตว์ต่อไป โรงงานประเภทนี้มีกำลังผลิตประมาณ 10-30 ตัน ผลปาล์มร่วงต่อวัน ใช้เงินลงทุนต่ำ และสามารถบีบได้ทั้งผลปาล์ม มะพร้าว และเมล็ดคางพารา ฯลฯ กระบวนการผลิตก็ง่ายไม่ซับซ้อน ดังแสดงในรูปที่ 2.5 แต่ข้อเสียของกระบวนการผลิตแบบนี้ก็มีหลายประการ กล่าวคือ น้ำมันจะไหม้ และฟอกสียาก เนื่องจากผลปาล์มถูกย่างที่ความร้อนสูง น้ำมันจะสกปรกเพราะมีเขม่าควันมากจากการย่างผลปาล์ม นอกจากนี้ยังเกิดกรดไขมันอิสระที่สูงกว่า ประการสุดท้ายน้ำมันปาล์มกับน้ำมันเมล็ดในที่ผสมกันอยู่ จะมีปัญหามากเมื่อนำไปกลั่นบริสุทธิ์ จึงจำหน่ายได้ราคาต่ำกว่าน้ำมันที่ผลิตได้จากโรงงานสองประเภทแรก โดยเท่าที่ทราบ โรงกลั่นจะนำไปทำสบู่หรือไม่ก็นำไปแยกกรดฟอสฟอริกและกับริบจุเป็ขายเป็นน้ำมันหมูเทียม



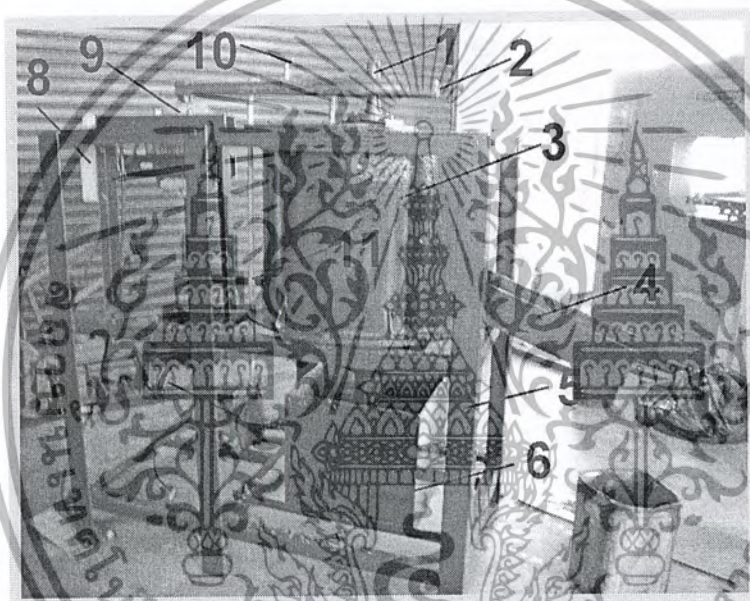
รูปที่ 2.5 กระบวนการหีบน้ำมันผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ทฤษฎีและการออกแบบเครื่องจักรกล

ในการออกแบบสร้างเครื่องแยกเปลือกปาล์มออกจากเมล็ด จะประกอบด้วยชิ้นส่วนหลายชนิด ในการเลือกใช้ชิ้นส่วนแต่ละชนิดจะต้องเหมาะสมกับเครื่องจักรที่ได้ทำการออกแบบไว้ ดังนั้นจะต้องมีการคำนวณหาขนาดชิ้นส่วนเครื่องจักรตามหลักการของวิศวกรรมการออกแบบเครื่องจักรกลที่เหมาะสมกับการใช้งานของเครื่องย่อยก้านทะลายปาล์มน้ำมัน ซึ่งชิ้นส่วนที่นำมาประกอบเครื่องย่อยก้านทะลายปาล์มน้ำมันที่สำคัญมีดังนี้



รูปที่ 3.1. ลักษณะของเครื่องแยกเปลือกปาล์มออกจากเมล็ด

ส่วนประกอบของเครื่องแยกเปลือกปาล์มออกจากเมล็ด

- | | |
|-------------------|-----------------|
| 1. เพลาส่งกำลัง | 7. ปั๊มน้ำ |
| 2. สายพานส่งกำลัง | 8. สวิตช์ควบคุม |
| 3. ถัง | 9. มอเตอร์ |
| 4. ราง | 10. วาล์วน้ำ |
| 5. โครงสร้าง | 11. ท่อส่งน้ำ |
| 6. ถังเก็บน้ำ | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 โครงสร้าง

3.1.1 โครงที่รับน้ำหนักถึงจำนวนเสา 4 ต้น

ใช้เหล็ก Ust 37-2 ขนาด 75x7 ข้อมูลเหล็กคือ $\sigma_y = 235 \text{ N/mm}^2$

$$e = 20.9 \text{ mm},$$

$$A = 1010 \text{ mm}^2,$$

$$I = 42.4(10)^4,$$

$$E = 21 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$$

น้ำหนักต่อความยาวเท่ากับ 7.38 กิโลกรัมต่อเมตร เลือกความปลอดภัยเท่ากับ 3

คานรับน้ำหนักยาว 700 มิลลิเมตร 4 ต้น น้ำหนักรวม = 2,060 N

น้ำหนักเสาหนึ่งต้นเท่ากับ 68.7 N

น้ำหนักที่กระทำกับเสาหนึ่งต้น = $(2060/4) + 68.7 = 583.65 \text{ N}$

การยึดเสาเป็นแบบ Fixed end (Clamped), cc จะได้ความยาวสมมูล $L_e = 0.5L = 0.5(1300) = 650 \text{ mm}$.

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

$$= \frac{235}{3} = 78.33 \text{ N/mm}^2$$

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

$$= \frac{583.6}{75(700)} = 0.011 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_B = \frac{MC}{I}$$

$$M = \frac{583.6(350)}{2} = 102,130 \text{ N.mm}$$

$$\sigma_B = \frac{102130(75 - 20.9)}{42.4(10)^4} = 13.03 \text{ N/mm}^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\sigma_d > \sigma_c, \sigma_b$ คานรับน้ำหนักได้ปลอดภัย

$$\sigma_c = \frac{583.65}{1010}$$

$$= 0.58 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_d = \frac{235}{3}$$

$$= 78.33 \text{ N/mm}^2$$

จากสมการจอร์นสัน $\alpha = \frac{1}{1 - \frac{\sigma_y(Le/k)^2}{4\pi^2 E}}$

$$F_c = \frac{\sigma_y A}{N} \left[1 - \frac{\sigma_y(Le/k)^2}{4\pi^2 E} \right]$$

$$\sigma_c = \frac{\sigma_y}{N}$$

$$F_c = \frac{\sigma_c A}{\alpha}$$

$$F_c = 99553 \text{ N}, F = 583.69 \text{ N}$$

ดังนั้น $F_c > F$ จึงใช้งานได้โดยไม่เกิดการโก่ง

$\sigma_d > \sigma_c$ ปลอดภัย

3.1.2 โครงสร้างที่รับน้ำหนักมอเตอร์ 4 ตัน

คานรับน้ำหนักยาว 700 มิลลิเมตร 4 ตัว

น้ำหนักรวม 490 N

คานหนึ่งท่อนหนัก 25.275 N

$$\text{น้ำหนักที่กระทำกับเสาหนึ่งต้น} = \left(\frac{490}{4} \right) + 25.275 = 147.9 \text{ N}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\sigma_d = 78.33 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_c = \frac{147.9}{75(700)} = 0.0028 \text{ N/mm}^2$$

$$M = \frac{147.9(350)}{2} = 25882.5 \text{ N.mm}$$

$$\sigma_B = \frac{25882.5(75 - 20.9)}{42.4(10)^4} = 3.3 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_d > \sigma_c, \sigma_B$ คานรับน้ำหนักได้ปลอดภัย

เสา

ผลรวมของน้ำหนัก 490.5 N

น้ำหนักของเสาหนึ่งต้น = 68.7 N

น้ำหนักที่กระทำกับเสาหนึ่งต้น = 147.5 N

การยึดเสาเป็นแบบ Fixed end (Clamped) จะได้ความยาวสมมูล $L_e = 0.5L = 650 \text{ mm}$.

$$\sigma_c = \frac{147.5}{1010} = 0.146 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_d = \frac{235}{3} = 78.33 \text{ N/mm}^2$$

จากสมการจอร์นสัน จะได้

$$F_c = 65739.5 \text{ N}, F = 147.5 \text{ N}$$

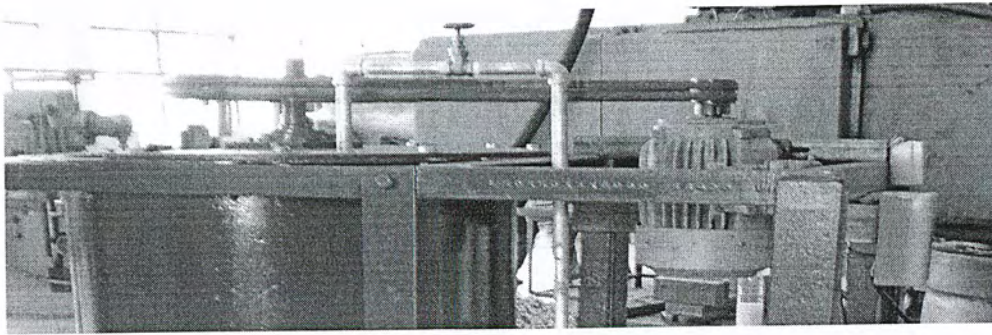
ดังนั้น $F_c > F$ จึงใช้งานได้โดยไม่เกิดการโก่ง

$\sigma_d > \sigma_c$ ปลอดภัย

3.2 ขนาดของมอเตอร์

มอเตอร์ที่ใช้มีขนาด 3 แรงม้า ติดตั้งดังรูป 3.2 ซึ่งหาได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.2 ระบบส่งกำลัง

จากสูตร $T = Fr$

$$= 10\text{kg}(9.81) \times 0.175 = 17.17 \times 2 = 34.34\text{N}\cdot\text{m}$$

Safety factor = 2.5

$$T_{\text{max}} = 2.5(34.34) = 85.85\text{N}\cdot\text{m}$$

$n = 150\text{rpm}$

$$W_p = \frac{2\pi Tn}{60}$$

$$W_p = \frac{2\pi(85.85)(150)}{60} = 1348.53\text{ W}$$

คิดการสูญเสียอื่นๆ 50 %

$$\text{กำลังงานทั้งหมด } 1348.53 + 674.26 = 2022.79\text{ W}$$

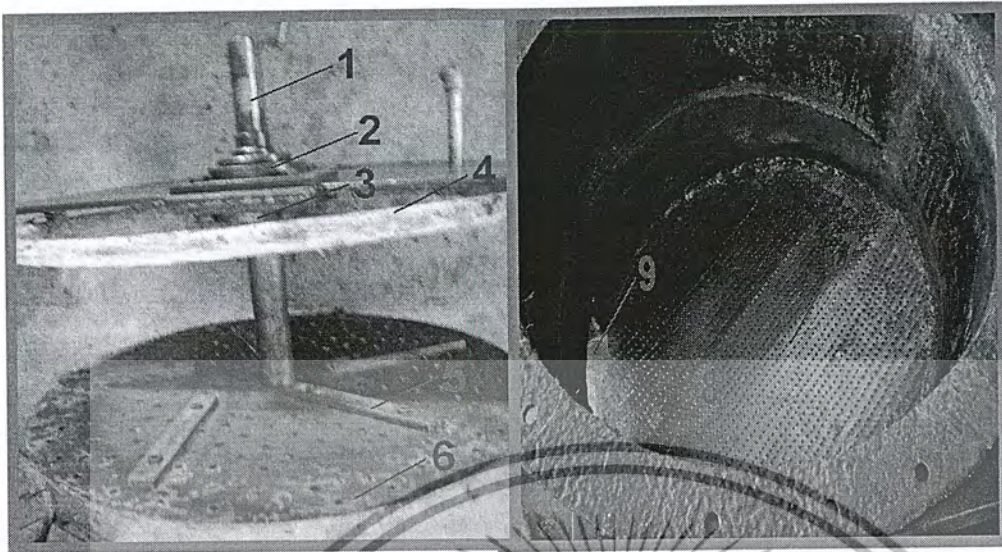
$$\text{ทำให้เป็นแรงม้า } \frac{2022.79}{746} = 2.71 \text{ แรงม้า}$$

เลือกขนาดมอเตอร์ 3 แรงม้า

3.3 ถัง

เป็นเหล็กม้วนขึ้นรูปมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 700 มิลลิเมตร มีความหนา 6 มิลลิเมตร สูง 550 มิลลิเมตร มีลักษณะดังรูปที่ 3.1 และ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ส่วนประกอบภายในถัง

ส่วนประกอบภายในถัง

- | | |
|----------------|-----------------------------|
| 1. แกนหมุน | 6. รั้งผึ้ง |
| 2. แบร็งกักรุน | 7. ตะแกรงกรอง |
| 3. บอลแบร็ง | 8. ถัง |
| 4. ท่อฉีดน้ำ | 9. ช่องทางไหลของน้ำมันปาล์ม |

3.4 ตะแกรงกรอง

ทำหน้าที่ยึดเนื้อปาล์ม มีความหนา 3 มิลลิเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 690 มิลลิเมตร เชื่อมติดอยู่ที่ก้นถังในลักษณะเอียง 15 องศาไปยังปากฮอปเปอร์ ดังรูปที่ 3.3

3.5 ชุดแกนหมุน

ประกอบด้วยลูกปืนรองรับเพลลา 2 ตัว เพลลาที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตร และรั้งผึ้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 690 มิลลิเมตร เจาะรูขนาด 8 มิลลิเมตร โดยมีใบมีดขนาด 30 x 150 x 12 มิลลิเมตร ติดอยู่โดยรอบ ดังรูปที่ 3.3

3.6 ชุดเพลลาส่งกำลัง

3.6.1 วัสดุเพลลา

สำหรับเพลลา ใช้เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง AISI 1045 ที่มีคาร์บอนผสมอยู่ประมาณ 0.45% หรือที่เรียกกันว่า “เหล็กหัวแดง” มีค่าความแข็งแรงทางแรงดึง $675.71 \frac{MN}{m^2}$ (สำหรับเหล็กที่ร้อน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 ขนาดของเพลลา

เพื่อให้เพลลามีมาตรฐานเหมือนกัน องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดขนาดมาตรฐานของเพลลาซึ่งเป็นขนาดระบุ (nominal size) ใน ISO / R 775-1969 เอาไว้สำหรับให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถซื้อได้ทั่วไป นอกจากนี้ยังเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดของแบริ่งที่ใช้รองรับเพลลาด้วย ขนาดระบุของเพลลาได้จากตารางที่

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น mm				
6	25	70	130	240
7	30	75	140	260
8	35	80	150	280
9	40	85	160	300
10	45	90	170	320
12	50	95	180	340
14	55	100	190	360
18	60	110	200	380
20	65	120	220	

ตารางที่ 3.1 แสดงขนาดระบุของเพลลาตามมาตรฐาน ISO / R 775-1969

การออกแบบใช้เพลลาตามโค้ดของ ASME

มุมบิดของเพลลาในเครื่องจักรกล = ความยาว 1 เมตร ในทางปฏิบัติ

$$\text{จาก } \theta = \frac{TL}{JG}$$

เมื่อ θ = มุมบิดวัดเป็นเรเดียนเปลี่ยนมุมบิดจากเรเดียนเป็นองศาจะต้องคูณด้วย 57.3

T = แรงบิด

L = แรงบิดที่ใช้ในการบิดของเพลลา

J = polar moment of inertia

G = โมดูลัสของแรงเฉือน

กำหนด เพลลาเป็นเหล็กเหนียว

Modulus of rigidity(G) = 73.1 GPa

$$\begin{aligned} \text{เพลลาตัน } J &= \frac{\pi D^4}{32} \\ &= \frac{\pi(60)^4}{32} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ

$$= 1,272,345.025 \text{ mm}^2$$

$$\theta = \frac{0.3\pi}{180}$$

$$= 5.24 \times 10^{-3} \text{ เรเดียน}$$

$$G = 73.1 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$$

$$L = 0.45 \text{ เมตร}$$

$$T = \frac{\theta GJ}{L}$$

$$= \frac{(5.24 \times 10^{-3})(73.1 \times 10^3)(1272345.025)}{450}$$

$$= 1,083,031.395 \text{ N-m}$$

$$\tau_{\max} = \frac{Tr}{J}$$

$$= \frac{16T}{\pi D^3}$$

$$= \frac{16(1083031.395)}{\pi(60)^3}$$

$$= 2,553.63 \text{ N/mm}^2$$

กำลังสูงสุดที่เพลาส่งได้อย่างปลอดภัย

$$P = \frac{2\pi Tn}{60}$$

เมื่อ N = ความเร็วรอบของเพลาส่ง

T = แรงบิดที่เกิดขึ้น

กำหนด ความเร็วรอบของเพลาส่ง 150 rpm

$$P = \frac{2\pi(1083.03)(150)}{60}$$

$$= 1,7012.2 \text{ วัตต์}$$

ดังนั้น 1,7012.2 วัตต์ มากกว่ากำลังที่ใช้คือ 2022.79 วัตต์ จึงใช้ได้อย่างปลอดภัย

3.7 การคำนวณและออกแบบแบริ่ง

แบริ่งมีหน้าที่รับแรงในแนวรัศมีและแรงในแนวแกน และเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดในการส่งกำลัง ทำได้โดยการให้แบริ่งมีความเสียดทานน้อยที่สุด ทั้งนี้เพื่อลดการสูญเสียพลังงานกลายเป็นความร้อนในน้ำมันให้น้อยที่สุด

55003

แบริ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1. เจอร์นัลแบริ่งเจอร์ประกอบด้วยส่วนสำคัญสองส่วนคือ เพลาซึ่งเรียกว่า เจอร์นัล และส่วนที่รองรับเพลา เรียกว่า แบริ่ง

2. โรลลิงแบริ่ง หรือบอลแบริ่ง (rolling bearings) หมายถึง แบริ่งชนิดที่รับแรงโดยอาศัยชิ้นส่วนของแบริ่งที่มีลักษณะเป็นผิวสัมผัสแบบกลิ้ง (rolling contact) แทนที่จะเป็นผิวสัมผัสแบบเลื่อน (sliding contact) เนื่องจากแบริ่งชนิดนี้มีค่าความเสียดทานน้อยมาก ดังนั้นจึงมีชื่ออีกชื่อหนึ่งที่นิยมใช้ทั่วไปในวงการอุตสาหกรรมว่า แอนติฟริกชันแบริ่ง (antifricition bearings) ตัวอย่างเช่นบอลแบริ่ง (ball bearings) หรือคัลบลูกปืน

เนื่องจากการใช้โรลลิงแบริ่งกันอย่างแพร่หลายทั่วไป สมาคมผู้ผลิตโรลลิงแบริ่ง (AFBMA : Anti-Friction Bearing Manufacturers Association) จึงได้วางมาตรฐานการกำหนดขนาดและหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกแบริ่งเหล่านี้ขึ้น จากมาตรฐานนี้ทำให้ผู้ออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรสามารถเลือกแบริ่งจากแค็ตตาล็อกของผู้ผลิตหนึ่ง และทำการเปลี่ยนแบริ่งนี้โดยการเลือกจากอีกผู้ผลิตหนึ่งได้ โดยที่แบริ่งที่เลือกจากผู้ผลิตทั้งสองยังคงมีขนาดเท่ากัน ถึงแม้สมาคม AFBMA ได้วางมาตรฐานวิธีการเลือกแบริ่งตามความต้องการของการรับแรงและอายุการใช้งานเอาไว้ แต่ก็ยังมีผู้ผลิตที่มีการวางมาตรฐานการเลือกแบริ่งของตนเองแตกต่างออกไปจากของ AFBMA แต่อย่างไรก็ตามแค็ตตาล็อกของผู้ผลิตก็มีข้อมูลเพียงพอที่จะให้การเปลี่ยนค่ามาเปรียบเทียบกับค่า AFBMA ได้

ข้อดีของโรลลิงแบริ่งเปรียบเทียบกับเจอร์นัลแบริ่ง

1. มีความเสียดทานขณะสตาร์ทที่น้อย (low starting torque) จึงเหมาะสำหรับเครื่องจักรที่มีการเดินเครื่องและหยุดเครื่องบ่อยครั้ง
2. ง่ายต่อการหล่อลื่นและดูแลรักษา โดยเฉพาะชนิดที่อัดด้วยไขมันหรือจาระบี มาจากโรงงานด้วยแล้วเกือบจะไม่ต้องดูแลรักษาเกี่ยวกับการหล่อลื่นอีกเลย
3. ใช้ปริมาณสารหล่อลื่นน้อย
4. ใช้เนื้อที่ทางด้านแกน (axial space) น้อย
5. สามารถรับแรงรูน (thrust load) และแรงในแนวรัศมี (radial load) ได้พร้อมกัน ยกเว้นโรลลิงแบริ่งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกตรง (straight roller bearing) สำหรับเจอร์นัลแบริ่งรับแรงได้เฉพาะในแนวรัศมีเท่านั้น
6. สามารถที่จะทราบได้ว่าแบริ่งกำลังจะเสีย โดยการสังเกตจากเสียงดังซึ่งผิดไปจากปกติ
7. มีเคลือบกันสนิมอย่างมาจึงเหมาะสมที่จะใช้กับเครื่องจักรกลที่ต้องการความละเอียดแม่นยำในการทำงาน เช่น เฟืองและลูกเบี้ยว เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. สามารถใช้รองรับเพลลาในตำแหน่งใด ๆ เช่น ใช้รองรับเพลลา ซึ่งวางเรียงเป็นมุมกับแนวระดับ เป็นต้น

9. ทำการติดตั้งได้ง่าย

ข้อเสียของโรตลิ่งแบร์ริงเปรียบเทียบกับเจอร์นัลดแบร์ริง

1. ใช้เนื้อที่ทางด้านรัศมี (radial load) มากกว่า
2. โดยปกติแล้วราคาแพงกว่า
3. ขณะทำงานจะมีเสียงดังกว่า เนื่องจากการสัมผัสระหว่างผิวของลูกกลิ้งและวงแหวนข้างใน

บางขณะ

4. อายุการใช้งานสั้นกว่า ทั้งนี้เนื่องจากความเค้นที่เกิดขึ้นมีค่าสูงและกระทำซ้ำกัน (repeated load) จึงทำให้วัสดุเกิดความล้า

5. เมื่อมีแรงกระแทกทำให้อายุการใช้งานลดลงได้มาก

3.7.1 ชนิดของบอลแบร์ริง

โดยทั่วไปแล้วโรตลิ่งแบร์ริงจะแบ่งออกเป็นสองพวกใหญ่ ๆ คือ บอลแบร์ริงซึ่งมีลูกกลิ้ง (rolling element) เป็นรูปทรงกลม และโรลเลอร์แบร์ริง (rolling bearing) ซึ่งมีลูกกลิ้งเป็นรูปทรงกระบอกตรง (straight roller) หรือรูปทรงกระบอกเรียวก็ได้ (tapered roller) โดยปกติแล้วแบร์ริงเหล่านี้จะรับแรงได้พวกนี้ยังแยกออกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้ดังที่ได้แสดงไว้ในรูป ซึ่งกล่าวถึงคุณลักษณะของแบร์ริงแต่ละชนิดโดยสังเขปดังต่อไปนี้

บอลแบร์ริงชนิดมีลูกกลิ้งหนึ่งแถวร่องลึก (single-row deep-groove) เป็นแบร์ริงชนิดที่มีการใช้งานมากที่สุด ประกอบด้วยร่องลึกเป็นทางกลิ้งสำหรับกลิ้งทรงกลม ดังรูป สามารถรับแรงได้ทั้งในแนวรัศมีและในแนวแกน (แรงรุน)

บอลแบร์ริงชนิด angular contact ดังรูป เป็นแบร์ริงที่ออกแบบสำหรับใช้รับแรงในแนวแกนซึ่งมีค่าสูง ๆ โดยมีมุมสัมผัส (contact angle) ต่าง ๆ กัน เมื่อมุมสัมผัสเพิ่มขึ้นแบร์ริงก็จะรับแรงในแนวแกนเพิ่มขึ้นด้วย แต่จะรับแรงในแนวรัศมีได้น้อยลง ในกรณีที่ต้องการใช้รับแรงในแนวแกนสองทิศทางก็ให้ใช้แบบมีลูกกลิ้งสองแถว (double row) หรือใช้แบร์ริงสองอันหันหน้าเข้าหากันบอลแบร์ริงชนิดปรับแนวได้เอง (self-aligning) ออกแบบสำหรับใช้ในกรณีที่เพลลาอาจจะมีการเอียงแนวเป็นมุมค่อนข้างมาก ดังแสดงในรูป และ เป็นแบบปรับแนวได้เองภายใน ซึ่งอาศัยผิวทรงกลมของวงแหวนนอกในการช่วยปรับมุม ส่วนแบร์ริงในรูปที่ เป็นการปรับแนวได้เองภายนอก สามารถปรับมุมได้สูงมากโดยการเอียงระนาบผิวด้านนอกวงแหวนนอกให้รับกับผิวหน้าของตัวแบร์ริง (bearing housing) บอลแบร์ริงกันรุนปรับแนวเองได้ (self-aligning thrust) ดังรูป ออกแบบสำหรับใช้รับแรงในแนวแกน ในกรณีผิดพลาดอาจมีการเอียงแนวเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.2 มิติมาตรฐานของโรลลิงแบร์ริง

การกำหนดมาตรฐานของแบร์ริงทำให้ผู้ผลิตสามารถที่จะผลิตแบร์ริงได้ราคาถูกลงทำให้การออกแบบสามารถเลือกใช้ได้สะดวก และทำให้การดูแลรักษาตลอดจนการเก็บแบร์ริงสำรองมาสามารถกระทำได้ง่ายขึ้น ด้วยเหตุนี้เองทางสมาคม AFBMA ซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดพิมพ์มาตรฐานของแบร์ริงชนิดต่าง ๆ จึงร่วมกับสมาคมเกี่ยวกับโรลลิงแบร์ริงอื่น ๆ จัดทำมาตรฐานเข้ากับขององค์กรมาตรฐานระหว่างประเทศ (ISO) มาตรฐานนี้จะบอกถึงมิติภายนอกของแบร์ริง คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก - ภายใน และความหนา ส่วนมิติภายในแบร์ริงให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตจะออกแบบ

มาตรฐานดังกล่าวนี้จะเห็นได้จากรูป ซึ่งประกอบด้วยอนุกรมเส้นผ่านศูนย์กลางเรียงเบอร์จาก 8 9 0 1 2 3 และ 4 โดยอนุกรมที่ 8 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กที่สุด และอนุกรมที่ 4 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตที่สุด ส่วนความหนาบอกได้ด้วยอนุกรมความหนา เรียงเบอร์ จาก 8 0 1 2 3 4 5 และ 6 โดยที่อนุกรมที่ 8 หนาทึ่สุด และอนุกรมที่ 6 หนาทึ่สุด ดังนั้นมาตรฐานของแบร์ริงจึงบอกได้โดยรวมเบอร์ของอนุกรมเส้นผ่านศูนย์กลางกับอนุกรมความหนาเข้าด้วยกัน เรียกว่า อนุกรมมิติ โดยที่เลขตัวแรกแทนอนุกรมความหนา และเลขตัวที่สองแทนอนุกรมเส้นผ่านศูนย์กลาง เช่น แบร์ริงที่อยู่ในอนุกรมมิติ 03 หมายถึงแบร์ริงที่อนุกรมความหนา 0 และอนุกรมเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เป็นต้น จากรูป จะเห็นได้ว่าผู้ออกแบบเครื่องจักรกลสามารถที่จะเลือกใช้แบร์ริงที่มีความหนาดำความต้องการได้ โดยที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเปลี่ยนไปเป็นขนาดต่าง ๆ กัน ในทางกลับกันถ้ากำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (คือการกำหนดอนุกรมเส้นผ่านศูนย์กลาง) ก็สามารถที่จะเลือกแบร์ริงที่มีความหนาต่าง ๆ กันได้

3.7.3 อายุการใช้งานของแบร์ริง

แบร์ริงที่ได้รับการติดตั้งและหล่อลิ้นอย่างดี ตลอดจนดูแลรักษาให้ปราศจากฝุ่นหรือผงต่าง ๆ และไม่อยู่ภายใต้แรงกระทำที่มีค่ามากจนเกินความสามารถที่แบร์ริงจะรับไว้ได้แล้วแบร์ริงจะเสียหายเนื่องจากความล้าที่เกิดขึ้นวัสดุแบร์ริงเท่านั้น ดังจะเห็นได้ว่าแบร์ริงที่เสียจะมีเศษผลโลหะหลุดออกมาเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้เพราะที่สัมผัสระหว่างลูกกลิ้งและวงแหวนมีค่าน้อย ดังนั้นความเค้นที่เกิดขึ้นใน ลูกกลิ้งหรือวงแหวนจึงมีค่าสูงเข้าใกล้ความเค้นของเฮิร์ซ (ในที่นี้จะไม่กล่าวถึงการหาและที่มาของความเค้นเฮิร์ซ ซึ่งต้องใช้ทฤษฎีทางอิตาสติซิติ) ในขณะที่ลูกกลิ้งหมุนรอบวงแหวนวัสดุที่รับแรงของแบร์ริงจะอยู่ภายใต้ความเค้นที่มีค่าความเค้นนี้สูงสุดแล้วกลับมาเป็นศูนย์ (repeated stress) อยู่ตลอดเวลาเนื่องจากค่าความเค้นนี้สูงกว่าขีดจำกัดความทนทาน (endurance limit) ของวัสดุแบร์ริง ดังนั้นจึงเกิดการเสียหายขึ้น โดยความล้าซึ่งก็แสดงว่าอายุใช้งานของแบร์ริงมีระยะเวลาจำกัด ขึ้นอยู่กับค่าของความเค้นที่กระทำซ้ำ จากผลการทดลองของ Lundberg ใช้เป็นพื้นฐานในการประเมินค่ามาตรฐานของ AFBMA พบว่าอายุใช้งาน L แปรผันเป็นสัดส่วนกลับแรงในแนวรัศมี P (ในกรณีที่มีทั้งแรงในแนวรัศมีและแรง P จะเป็นแรงในแนวรัศมีสมมูล (equivalent radial load) ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไปนั่นคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$L = \frac{1}{P^k}$$

โดยค่าคงที่ $k = 3$ สำหรับบอลเบริง

$k = 10/3 \approx 3.33$ สำหรับโรลเลอร์เบริง

อายุใช้งาน L นี้มักจะนับเป็นจำนวนชั่วโมงที่ความเร็วรอบของเพลอันหนึ่ง หรือนับเป็นจำนวนล้ารอบ mr (equivalent radial load) จะได้ว่า

$$\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^k$$

จะเห็นว่าถ้าแรงลดลงหนึ่งเท่าแล้ว อายุใช้งานของบอลเบริงจะเพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ

$$\frac{L_1}{L_2} = 2^3 = 8 \text{ เท่า}$$

สำหรับโรลเลอร์เบริง อายุการใช้งานจะเพิ่มขึ้นอีก

$$\frac{L_1}{L_2} = 2^{3.33} = 10.06 \text{ เท่า}$$

ดังนั้นผู้เลือกใช้โรลเลอร์เบริงจึงต้องระมัดระวังในการคำนวณหาขนาดของแรงที่กระทำต่อ เบริงให้ใกล้เคียงที่กับความจริงที่สุด

3.7.4 การประเมินค่าอายุการใช้งานและแรง

ถึงแม้ว่าจะมีวิธีการผลิตและควบคุมคุณภาพของโรลเลอร์เบริงอย่างทันสมัยแต่ปรากฏว่าเบริงชนิดเดียวกันที่ผลิตออกมาภายใต้วิธีการและเครื่องมือขึ้นเดียวกันจะมีอายุการใช้งานแตกต่างกันไปมากทั้งนี้อาจจะเนื่องจากความยากลำบากในการควบคุมความกลมของลูกกลิ้งและความเรียบของผิวหน้า ลูกกลิ้งเป็นต้น ดังนั้นอายุการใช้งานที่ทางผู้อ่างถึงจึงมีรากฐานมาจากการใช้หลักวิชาการทางด้านสถิติเข้าช่วยทางสมาคม AFBMA จึงได้ตั้งนิยามและวิธีการเลือกเบริงขึ้น ซึ่งมีดังต่อไปนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. อายุการใช้งานของโรลลิงแบร์ริงหมายถึงจำนวนรอบ หรือจำนวนชั่วโมงที่ความเร็วคงที่ ซึ่งแบร์ริงหมุนได้ก่อนที่จะเริ่มเกิดความล้าขึ้นในวงแหวนหรือลูกกลิ้ง

2. แรงสถิตย์ประเมิน (basic static load rating) หมายถึง แรงในแนวรัศมีทำให้เกิดระยะยุบตัวของลูกกลิ้งและวงแหวนรวมกันเท่ากับ 0.0001 เท่า ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลิ้ง และใช้แทนด้วยค่า C_0 ค่าของ C_0 สำหรับแบร์ริงอนุกรมต่าง ๆ ดูได้จากตาราง ค่า C_0 นี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ทำแบร์ริง จำนวนแถวของลูกกลิ้งในแบร์ริง จำนวนลูกกลิ้งต่อแถว มุมสัมผัสตลอดจนขนาดของลูกกลิ้งและวงแหวน

3. แรงพลวัตประเมิน (Basic dynamic capacity) ของโรลลิงแบร์ริง หมายถึง แรงที่จะทำให้เกิดแนวรัศมีซึ่งแบร์ริงที่มีลักษณะเหมือนกันจำนวนหนึ่งจะรับได้ โดยมีอายุประเมิน L_{10} เท่ากับหนึ่งล้านรอบเมื่อวงแหวนอันในเป็นตัวหมุน และวงแหวนตัวนอกอยู่นิ่งและใช้แทน C แรงพลวัตประเมินนี้มีค่าที่ใช้ในการเลือกขนาดของแบร์ริง เพื่อให้รับแรงและอายุการใช้งานตามที่ต้องการที่แสดงไว้ในแค็ตตาล็อก (คือแรงในแนวรัศมีที่ทำให้อายุประเมินเท่ากับหนึ่งล้านรอบ) หรือในทางกลับกันเลือกแบร์ริงจากแค็ตตาล็อกแล้วเปลี่ยนให้รับแรงได้เท่าตามการใช้งานจริง และคว่อายุการใช้งานประเมินจะได้ตามอายุการใช้งานจริงหรือไม่สามารถทำได้

3.7.5 แรงสมมูล

ในการใช้งานจริงโรลลิงแบร์ริงอาจจะรับทั้งแรงในแนวรัศมีและแนวแกนและวงแหวนในหรือนอกจะเป็นอันที่หมุนก็ได้ซึ่งก็แล้วแต่ผู้ออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล อีกประการหนึ่งแค็ตตาล็อกของผู้ผลิตก็กำหนดให้เฉพาะอายุประเมินในเทอมของแรงในแนวรัศมีเท่านั้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนสมมูล (equivalent force) เพื่อที่จะได้ใช้ในการเลือกแบร์ริงจากแค็ตตาล็อกได้ สมาคม AFBNA ได้กำหนดนิยามของแรงสมมูลไว้ดังนี้

แรงสมมูลหมายถึง แรงในแนวรัศมีซึ่งให้กระทำต่อโรลลิงแบร์ริงโดยที่วงแหวนวงในหมุนและวงแหวนนอกอยู่นิ่งแล้ว จะทำให้แบร์ริงมีอายุการใช้งานเท่ากับอายุการใช้งานของแบร์ริงที่รับแรงจริงซึ่งอาจจะมีทั้งแรงในแนวรัศมีและแนวแกนพร้อมกัน และให้คำนวณได้สมการ

$$P = XVF_r + YF_a \quad (3.1)$$

หรือ
$$P = VF_r \quad (3.2)$$

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^K$$

โดยที่	P	=	แรงสมมูล
	F_r	=	แรงในแนวรัศมี
	F_a	=	แรงในแนวแกนหรือแรงรุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V = ตัวประกอบการหมุน (rotation factor) มีค่าเท่ากับ 1 เมื่อวงแหวนในหมุน และ 1.2 เมื่อวงแหวนนอกหมุน ถ้าเป็นบอลเบริงชนิด self aligning ให้ใช้ค่าเท่ากับ 1 เสมอ

X = ตัวประกอบแรงในแนวรัศมี (radial load factor)

Y = ตัวประกอบแรงรุน (thrust load factor)

ค่าแรงสมมูลที่ใช้ในการเลือกขนาดเบริง ให้ใช้ค่าที่ได้จากสมการ 3.1 และ 3.2 แล้วแต่ค่าไหนจะมากกว่า สำหรับบอลเบริงกันรุนและโรลเลอร์เบริงกันรุนแล้วให้คำนวณค่าแรงสมมูลจากสมการ 3.1 โดยให้ $V = 1$ ส่วน straight roller bearing นั้นจะใช้รับเฉพาะแรงในแนวรัศมีเท่านั้น จึงคำนวณแรงสมมูลจากสมการ 3.2 ค่า X และ Y สำหรับเบริงบางชนิดแสดงอยู่ในตาราง และตาราง

ข้อสังเกต : ค่าของ X, Y และ c สำหรับแรงหรือ contact angle นอกเหนือจากตารางให้หาค่าโดยการประมาณแบบเชิงเส้น

1. c_0 เป็นแรงสถิตย์ประมิน : i เป็นจำนวนแถวของลูกกลิ้ง (สำหรับ deep groove ให้ i เท่ากับ 1 เสมอ)

2. สำหรับ single row bearing เมื่อ $F_a / V F_r < e$ ใช้ $X = 1$ และ $Y = 0$ เมื่อคำนวณหาแรงสมมูลของเบริงคู่ซึ่งเป็น single-row angular contact ball bearing ติดตั้งแบบหันหน้าชนกันและหันหลังชนกัน ให้ถือว่าเป็น single-row angular contact ball bearing ถ้าติดตั้งแบบเรียงตามกันให้ถือว่าเป็น single-row angular contact ball bearing

3. ให้ถือว่าเป็น single-row angular contact ball bearing มีความสมมาตร (symmetry)

4. ค่า F_a / C_0 สูงขึ้นอยู่กับการออกแบบเบริง

5. สำหรับ $\alpha = 0 : F_a = 0$ และ $X = 1$

เลือกใช้ Ball Bearing เพราะมีความเสียดทานในการเคลื่อนที่ต่ำ ประกอบกับยังสามารถรับแรงรุน และแรงในแนวรัศมีได้

3.7.6 การคำนวณหาขนาดเบริงและทริชเบริง



รูปที่ 3.4 แสดงการติดตั้งเบริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกเบร้งจนวนกรมมิติ02 ขาดรูสวม 60มิลลิเมตร มาหาอายุการใช้งาน เนื่องจากรูสวมของเบร้งที่เลือกใช้ จะต้องเข้ากับเพล่าได้ โดยที่คิดว่าสามารถที่จะกลิ้งเพล่าออกเพื่อติดตั้งเบร้งได้แต่ขนาดต้องไม่เล็กกว่า 60 มิลลิเมตร ดังนั้นอาจจะเลือกเบร้งที่มีขนาดเล็กกลงเพื่อให้อายุการใช้งานใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการได้

$$C_o = 30.94 \text{ kN}, C = 40.36 \text{ kN}$$

โดยที่ C_o =แรงสถิติประเมิน , C =แรงพลวัต

$$P = XVF_r + YF_a$$

วงแหวนในหมุน $V = 1.0$

เป็น Single-row deep groove $\alpha = 0, X = 1.0$

Fr ได้จากแรงดึงสายพาน จากสูตร $W_p = \frac{2\pi T n}{60}$

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } T &= \frac{60W_p}{2\pi n} \\ &= \frac{60(3 \times 746)}{2\pi(150)} \\ &= 142.47 \text{ N-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= \frac{T}{r} \\ &= \frac{142.47}{0.2} \\ &= 712.35 \text{ N} \end{aligned}$$

Fa ได้จากแรงในแนวแกน

$$\begin{aligned} F &= \text{น้ำหนักปาล์ม} + \text{น้ำหนักชุดจานหมุน} \\ &= 10(9.81) + 10(9.81) \\ &= 196.2 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{iF_a}{C_o} &= \frac{1(0.196)}{30.94} = 0.0063 \\ \frac{F_a}{VF_r} &= \frac{0.196}{1.2(0.7)} = 0.23 \end{aligned}$$

จาก ตาราง $X = 0.56, Y = 3$

$$P = 0.56(1.2)(0.7) + 3(0.196) = 1.06 \text{ kN}$$

จากตาราง $N_s = 1.5$

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^K = \left(\frac{40.36}{1.06(2.5)}\right)^3 = 3532.77 \text{ mr}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{3532.77(10)^6}{150(60)} = 392,530.44 \text{ hr}$$

แบริ่งตัวที่หนึ่งเลือกใช้ 60 mm (Single-row deep groove ball bearing)

แบริ่งตัวที่สองเลือกใช้ 60 mm (Single-row deep groove thrust ball bearing)

3.8 สายพาน

การส่งถ่ายกำลังใช้ มอเตอร์ไฟฟ้า 3 แรงม้า เปิด - ปิดด้วยสวิตช์ควบคุมถ่ายกำลังด้วยสายพาน 2 เส้น หมุนเพลลาที่มีจานหมุนติดอยู่ ดังรูปที่ 3.2

เลือกใช้สายพานในการส่งกำลังเพราะว่า สายพานมีความปลอดภัยในตัวเองขณะส่งกำลัง หมายถึงว่า ขณะทำงานเมื่อมีภาระเกิน สายพานจะมีการลื่นไถล นั่นเอง ประกอบกับสายพาน มีราคาถูก หาซื้อได้ง่าย การบำรุงรักษาง่าย จึงเลือกใช้สายพานชนิดสายพานลิ่ม

สายพานลิ่มใช้ส่งกำลังได้มาก โดยต้องการแรงดึงชั้นต้นในสายพานน้อย ทั้งนี้เพราะผลจากการยึดเกาะกันระหว่างด้านข้างของสายพานที่เรียว กับร่องรูปลิ่มของล้อสายพาน ทำให้เกิดแรงเสียดทานสูง ซึ่งเป็นผลให้สายพาน ซึ่งเป็นผลให้สายพาน ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้วามีส่วนสัมผัสน้อย และมีแรงดึงชั้นต้นต่ำ เหมาะกับการใช้งานในกรณีที่มีระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของล้อสายพานน้อย

การส่งกำลังด้วยสายพานลิ่ม มีข้อดีคือ เงียบ สะอาด และสามารถรับแรงกระตุกได้ดี นอกจากนี้ยังมีขนาดกะทัดรัด ประสิทธิภาพดี และแปรงของเพลลาไม่ต้องการแรงมากเกินไป จึงมักใช้ในการส่งกำลังด้านอุตสาหกรรมทั่วไป สายพานชนิดนี้สามารถส่งกำลังได้โดยมีอัตราทดสูง ประมาณ 7:1 หรืออาจใช้ได้สูงถึง 10:1

3.8.1 สายพานลิ่ม

สายพานลิ่มมีการกำหนดขนาดโดยใช้ความกว้างพิทช์ (Pitch Width) และความหนาของสายพานโดยใช้รหัสตัวอักษร สายพานลิ่มแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ สายพานลิ่มแบบแคบ (Narrow V-belt) และสายพานลิ่มแบบธรรมดา สำหรับสายพานลิ่มแบบธรรมดามีขนาดความหนาโดยแทนด้วยรหัสอักษร คือ Y Z A B C D และ E ซึ่งในที่นี้เลือกใช้สายพานลิ่มแบบธรรมดา

รูปร่างหน้าตัดของสายพานลิ่ม และล้อสายพาน ดังแสดงในรูป 3.5 และขนาดต่าง ๆ ดังแสดงในตารางภาคผนวก ก. 1 และ ตารางภาคผนวก ก. 2

จำนวนเส้นของสายพานลิ่ม

$$z = \frac{W_p N_s}{P_r N_a N_l}$$

เมื่อกำหนดให้ z = จำนวนเส้นของสายพานลิ่ม

W_p = กำลังที่ต้องการส่งถ่าย

N_s = ตัวประกอบใช้งานหาค่าได้จากตารางภาคผนวก ก. 4

N_a = ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัสหาค่าได้จากตารางภาคผนวก ก.3

N_l = ตัวประกอบไขความยาวสายพาน หาค่าได้จาก ตารางภาคผนวก ก.5

P_r = กำลังที่สายพานหนึ่งเส้นส่งได้ หาค่าได้จาก ตารางภาคผนวก ก.5

3.8.2 การคำนวณสายพานและล้อสายพาน

กำหนด D_p = 375 มิลลิเมตร

d_p = 75 มิลลิเมตร

ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางล้อสายพาน $C_{max} = 2(dp + Dp)$

$$= 2(75 + 375)$$

$$= 900 \text{ มิลลิเมตร}$$

$$C_{min} = 0.7(dp + Dp)$$

$$= 0.7(75 + 375)$$

$$= 315 \text{ มิลลิเมตร}$$

ทดลองเลือกใช้ $C = 600$ มิลลิเมตร

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

$$L_p = 2(600) + 1.57(375 + 75) + \frac{(375 - 75)^2}{4(600)}$$

$$= 1944 \text{ มิลลิเมตร}$$

เลือกใช้สายพาน

$$L_p = 2042 \text{ มิลลิเมตร}$$

ระยะห่างระหว่างศูนย์กลาง

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

$$p \approx 0.25L_p - 0.393(D_p + d_p)$$

$$= 0.25(2042) - 0.393(375 + 75)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 &= 333.65 \\
 q &\approx 0.125(Dp - dp)^2 \\
 &= 0.125(375 - 75)^2 \\
 &= 11250 \\
 C &\approx 333.65 + \sqrt{333.65^2 - 11250} \\
 &= 650 \text{ มิลลิเมตร} \\
 \text{ส่วนโค้งสัมผัส } \frac{Dp - dp}{C} &= \frac{375 - 75}{650} = 0.46
 \end{aligned}$$

จากตาราง ภาคผนวก ก. 5 เลือกสายพานหน้าตัด A

จากตารางภาคผนวก ก. 3

$$N_a \approx 0.68$$

จากตารางภาคผนวก ก. 5

$$N_f \approx 0.98$$

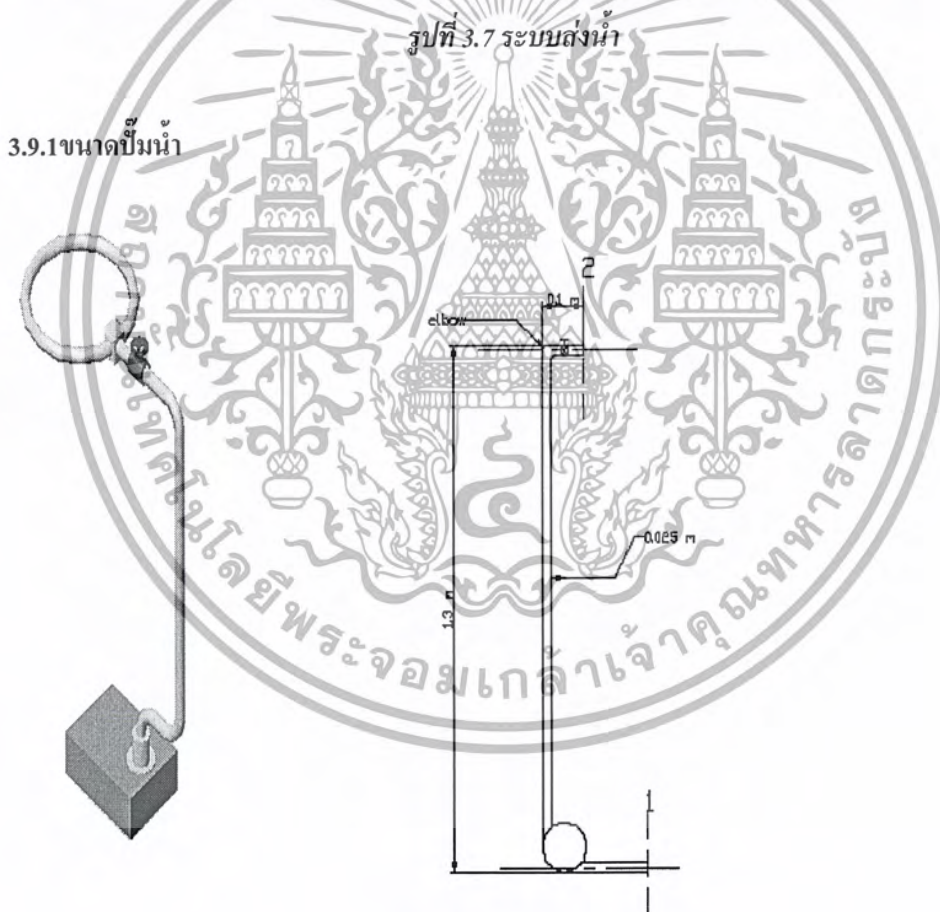
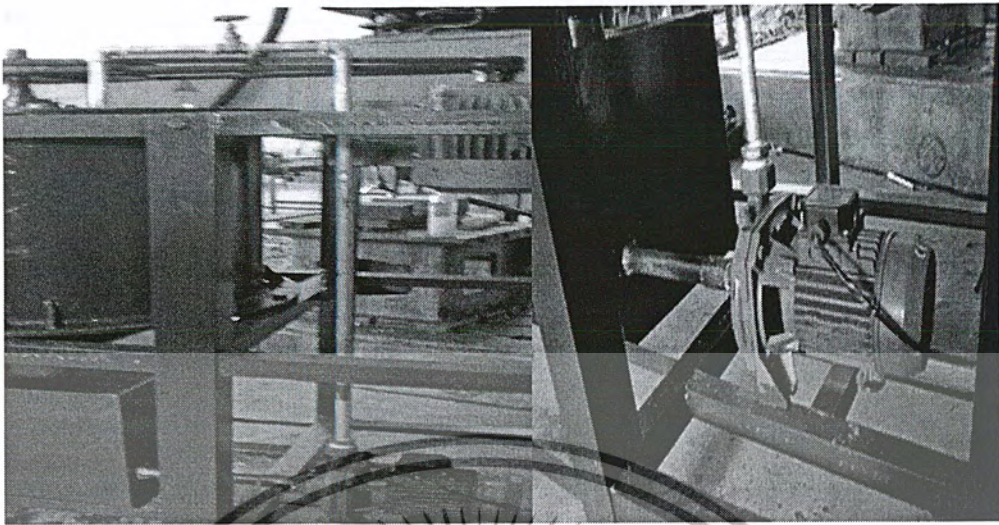
เนื่องจากข้อจำกัดในด้านปฏิบัติการเลือกขนาดของล้อสายพานตัวเล็ก จึงเลือกขนาดของล้อสายพานตัวเล็ก 75 มิลลิเมตร อัตราทด 9.66 และ $n = 1450 \text{ rpm}$ ซึ่งไม่มีในตารางภาคผนวก ก. 5 จึงหาค่ากำลังที่สายพานหนึ่งเส้นส่งได้ โดยการเฉลี่ยค่านอกตาราง จะได้

$$\begin{aligned}
 P_R &\approx 2.5 \\
 z &= \frac{W_p N_s}{P_r N_a N_f} \\
 z &= \frac{2.238(1.3)}{2.5(0.68)(0.98)} = 1.75
 \end{aligned}$$

$$\therefore z \approx 2 \text{ เส้น}$$

3.9 ระบบส่งน้ำ

ชุดส่งน้ำ เป็นการหมุนเวียนของน้ำภายในระบบโดยใช้ปั๊มขนาด 7.5 กิโลวัตต์ ปั๊มส่งน้ำขึ้นไปสเปรย์ในถังด้านบน โดยผ่านวาล์วควบคุมหลังจากนั้นจะผ่านรังผึ้งลงมาที่ถังเก็บน้ำเพื่อปั๊มไปใช้อีกครั้งหนึ่ง ท่อส่งน้ำเป็นท่อขนาด 1 นิ้ว ดังรูป 3.7



รูปที่ 3.8 ภาพตัดระบบส่งน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก Bernoulli's Equation

$$h_p = \frac{1}{2} V_2^2 + Z_2 + h_{f2}$$

$$h_{f2} = f \left(\frac{L_e}{D} \right) \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

$$f = \frac{64}{N_R}$$

$$N_R = \frac{\rho D V}{\mu}$$

$$L_e = L_1 + L_{\text{elbow}} + L_{\text{valve}} + L_2 + L_3$$

$$\frac{I}{P} = \rho g Q h_p$$

$$= 800 \times 9.81 \times 1 \times \frac{\pi}{4} (0.25)^2 \times 10.5$$

$$= 63.6 \text{ K watt} \times \left(\frac{1 h_p}{746 \text{ watt}} \right)$$

$$= 0.08 \text{ แรงม้า}$$

เลือกปั๊มขนาด 0.75 กิโลวัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

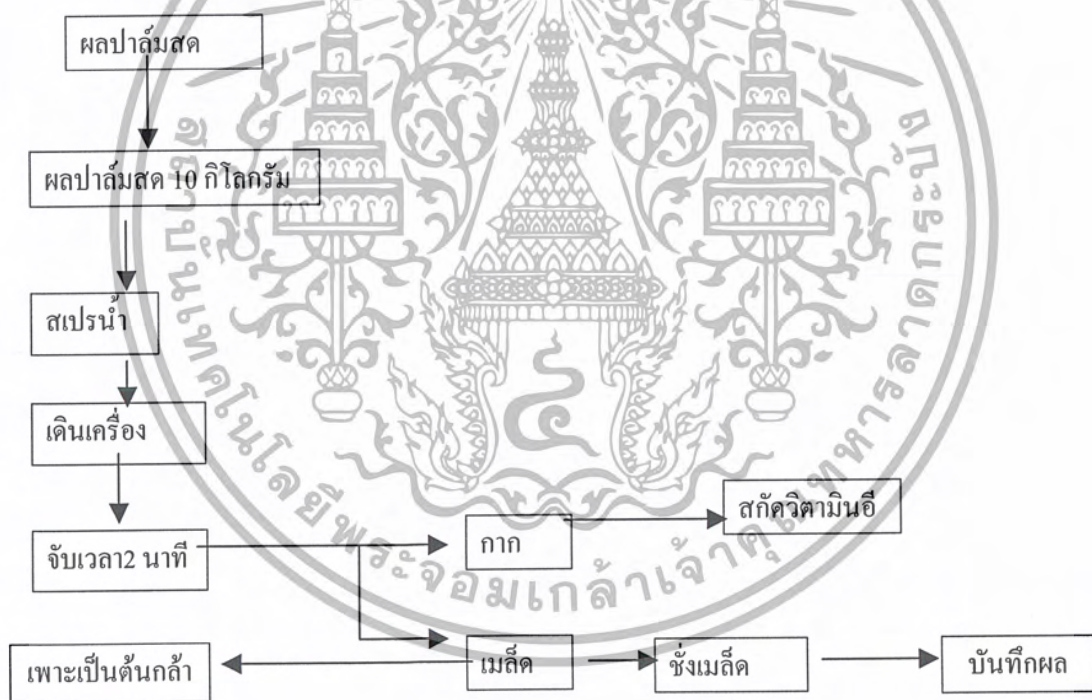
บทที่ 4

วิธีการทดสอบและผลการทดสอบการทำงาน

4.1 การทดลอง

การทดลองนี้ เป็นการสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องจักรว่าจะสามารถแยกเปลือกปาล์มออกจากเมล็ดได้ดีเพียงใด โดยมีอุปกรณ์การทดลองดังนี้

1. เครื่องแยกเปลือกปาล์มออกจากเมล็ด
2. นาฬิกาจับเวลา
3. ถังตวงเมล็ดปาล์ม
4. ตาชั่ง
5. ผลปาล์มสด



รูปที่ 4.1 กระบวนการทดลอง

4.2 วิธีการทดลอง

1. ชั่งตวงผลปาล์มสด 10 กิโลกรัม ดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การชั่งตวง

2. นำผลปาล์มสดป้อนเข้าเครื่องทางผาดังด้านบนดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงการเทพลปาล์มสด

3. หลังจากนั้นเปิดวาล์วน้ำเพื่อสเปรย์น้ำ ดังรูป 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงการสเปรย์น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เปิดสวิตต์เดินเครื่อง ดังรูป 4.5



รูปที่ 4. 5 สวิตต์เปิด-ปิดเครื่อง

5. เมล็ดปาล์มจะถูกใบมีดตีให้เปลือกหรือเนื้อแยกออกจากเมล็ดส่วนของเนื้อและน้ำจะผ่านรูรั้งซี่ลงสู่ด้านล่าง จะเหลือเมล็ดที่มีขนาดโตกว่ารูอยู่ด้านบน เมื่อเนื้อปาล์มตกลงด้านล่างจะมีรั้งซี่กรองแยกเนื้อและน้ำอีกชั้นหนึ่ง โดยน้ำจะไหลผ่านลงก้นถึงหรือถึงเก็บซึ่งมีปั้มน้ำไว้ปั้มน้ำขึ้นไปใช้อีกครั้งหนึ่ง ส่วนเนื้อจะไหลลงทางรางด้านล่าง ดังรูป 4.6

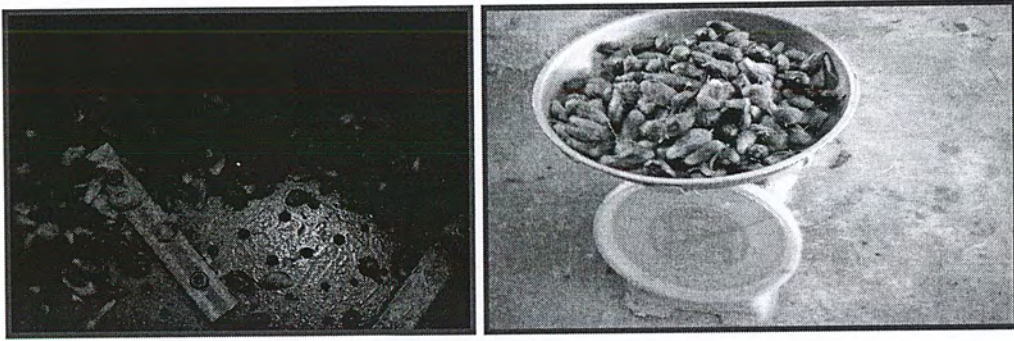


รูป 4.6 กลกที่เหลือจากการแยก

6. ใช้นาฬิกาจับเวลาที่ 2 นาทีแล้วหยุดเครื่อง

7. ตักเมล็ดปาล์มที่แยกเปลือกออกแล้วมาชั่งแล้วบันทึก ดังรูป 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 เมล็ดที่เหลือจากการแยก

8. เทปาล์มที่ซั้งลงไปใหม่แล้วทดลองซ้ำ ข้อ 6. โดยจับเวลาทุก 2 นาทีจนกว่าเมล็ดปาล์มเกลี้ยงแล้วบันทึกผล

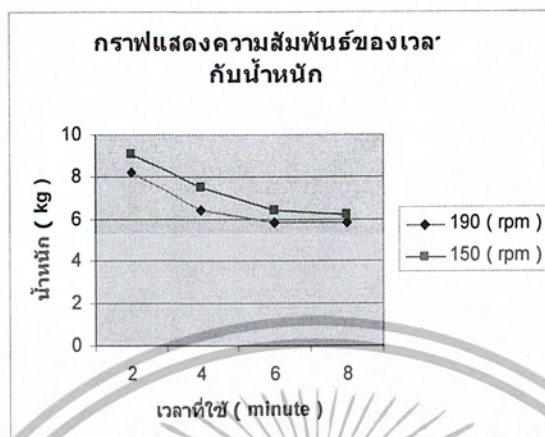
4.3 ผลการทดสอบ

ตารางที่ 5.1 ผลการทดลอง

ความเร็วรอบ (rpm)	น้ำหนักลูกปาล์ม (kg)	เวลาที่ใช้ (minute)	น้ำหนักเมล็ด (kg)
190	10	2	8.2
190	10	4	7.4
190	10	6	6.5 (เมล็ดแตก)
190	10	8	6.3 (เมล็ดแตก)
150	10	2	9.1
150	10	4	7.5
150	10	6	6.3
150	10	8	6.2
150	10	10	6.2 (เมล็ดแตก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ของเวลากับน้ำหนัก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิจารณ์ สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ

จากผลการทดลองพบว่าที่ความเร็วรอบ 190 รอบต่อนาที ความเร็วรอบเร็วเกินไปทำให้เมล็ดปาล์มแตกทั้งที่เมล็ดปาล์มยังไม่เกลี้ยง แต่ที่ความเร็วรอบที่ 150 รอบต่อนาที เมล็ดปาล์มเกลี้ยงก่อนที่จะแตกซึ่งจะเห็นได้จากน้ำหนักเมล็ดปาล์มคงที่ที่เวลา 6-8 นาทีก่อนที่จะแตกที่ 10 นาที เราสามารถหยุดเครื่องก่อนที่เมล็ดจะแตกได้ โดยหยุดก่อนถึง 10 นาที

นอกจากนี้ยังมีข้อบกพร่องของเครื่องจักรคือ เมื่อทำการทดลองไปนานๆ น้ำที่ใช้ในระบบจะมีตะกอนน้ำมัน ปาล์มทำให้เกิดการอุดตันในการสเปรย์น้ำ และอาจทำให้ปั้มน้ำเกิดการชำรุดได้ ดังนั้นควรมีถังพักน้ำ ก่อนนำน้ำไปใช้ในระบบ

สรุป จากการทดลองพบว่าผลการทดสอบที่ได้ค่อนข้างหยาบ เนื่องจากเราไม่สามารถปรับมอเตอร์ได้ ถ้าจะนำมอเตอร์ที่ปรับรอบได้มาใช้ผลที่ได้จะละเอียดกว่านี้แต่ราคาค่อนข้างสูง

5.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องจักร

6.2.1 ฐานเครื่องควรจะทำแบบมีล้อ หรือติดบนรถพ่วง เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย

6.2.2 มอเตอร์ควรปรับความเร็วรอบได้เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่เที่ยงตรงขึ้น

6.2.3 ควรมีถังพักน้ำ ใ้หน้าตักตะกอนก่อนนำไปใช้งาน เพื่อไม่ให้ปั้มน้ำเกิดความชำรุดเสียหายจากตะกอนน้ำมัน

ภาคผนวก ก
ตารางข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

ตาราง ก.1 แสดงขนาดของสายพานลิ่ม และล้อสายพาน ตามมาตรฐาน
ISO / R 52-1957 (E) และ (ISO / R 256-1962 (E))

ขนาดเป็น มม

หน้าตัดสายพาน	Y	Z	A	B	C	D	E	
l_p	5.3	8.5	11	14	19	27	32	
h	4	6	8	11	14	19	25	
b_w	5.3	8.5	11	14	19	27	32	
b_1	6.3	9.7	12.7	16.3	22	32	40	
c	1.6	2	2.8	3.5	4.8	9.1	12	
e	8 ± 0.3	12 ± 0.3	15 ± 0.3	19 ± 0.4	25.5 ± 0.5	37 ± 0.6	44.5 ± 0.7	
f	6 ± 0.5	8 ± 0.6	10 ± 0.6	12.5 ± 0.8	17 ± 1	24 ± 2	29 ± 2	
t_{min}	7	11	14	18	24	28	33	
32°	ϕ	≤ 63	-	-	-	-	-	
34°	สำหรับ เส้นผ่าน	-	63 - 80	90 - 118	140 - 190	224 - 315	-	
36°	ศูนย์กลาง	63	-	-	-	≤ 500	≤ 630	
38°	คัตซ์ d_p	-	> 80	> 118	> 190	> 315	> 630	
b_2	จำนวน ร่องบน ล้อสาย พาน	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	500	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.2 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพิทช์ d_p ของล้อสายพานลิ้มตามมาตรฐาน
ISO/R 52-1975(E) และ ISO/R 253-1962(E)

25	60	100	170	280	500	900	1900
28	63	106	180	300	530	1000	2000
31.5	67	112	190	315	560	1060	2240
35.5	71	118	200	355	600	1120	2500
40	75	125	212	375	630	1250	
45	80	132	224	400	670	1400	
50	85	140	236	425	710	1500	
53	90	150	250	450	750	1600	
56	95	160	265	475	800	1800	

ตาราง ก.3 ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส N_a สำหรับสายพานลิ้ม *

$\frac{D-d}{P-C}$	ส่วนโค้งสัมผัส $\alpha =$	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

* ค่าที่อยู่ระหว่างค่าในตารางอาจหาได้โดยประมาณ โดยใช้การประมาณแบบเชิงเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.4 ตัวประกอบใช้งาน N_s สำหรับสายพานลิ้ม

ชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องการขับ	ชนิดของอุปกรณ์ขับ					
	มอเตอร์กระแสสลับ: normal torque, squirrel cage, synchronous and split phase.			มอเตอร์กระแสสลับ: high torque, high slip, repulsion-induction, single phase, series wound and slip ring.		
ตัวประกอบใช้งานนี้พิจารณาเฉพาะช่วง เวลาใช้งานและชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องการขับ แต่ไม่เกี่ยวข้องกับสภาวะการทำงาน ตัวอย่างเช่น หน่วยงานในสภาวะแนวคลื่น เป็นพิเศษ ดังนั้นจึงอาจเพิ่มค่าขึ้นอีกได้ในกรณีพิเศษ	มอเตอร์กระแสตรง: shunt wound			มอเตอร์กระแสตรง: series wound และ compound wound.		
	เครื่องยนต์ลิ้นดาภายใน: ที่มีหลายลูกสูบ ความเร็วรอบสูง กว่า 600 rpm			เครื่องยนต์ลิ้นดาภายใน: ที่มีหนึ่งลูกสูบ ความเร็วรอบต่ำกว่า 600 rpm เฟลาเมน คลัตช์		
	ชั่วโมงทำงานต่อวัน			ชั่วโมงทำงานต่อวัน		
	≤ 10	10-16	> 16	≤ 10	10-16	> 16
งานเบา : เครื่องกวาดของเหลว, เครื่องเป่าลม, เครื่องอัดลมและเครื่องสูบลมทอย- โข่ง, พัดลมที่มีกำลังสูงถึง 7.5 kW, สายพานลำเลียง งานเบา	1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
งานหนัก : เครื่องทำอิฐ, bucket elevators, exciters, เครื่องอัดลมและเครื่องสูบลม แบบลูกสูบ, สายพานลำ- เลียง, hammer mills, paper mill beaters,	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.5 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลิ่มหน้าตัด "A" ต่อเส้น P_R (เป็น kw) สำหรับสายพานยาว

$L_p = 1732$ mm และส่วนโค้งลำพัส $\alpha = 180^\circ$

d _p (mm)	m _w	ความเร็วรอบของพนักหยาบหน้าตัด n (rpm)										
		450	700	800	950	1200	1450	1800	2400	2850	3200	3600
75	1.00	0.29	0.45	0.50	0.56	0.67	0.76	0.88	1.05	1.16	1.22	1.28
	1.05	0.30	0.46	0.51	0.59	0.69	0.80	0.92	1.11	1.22	1.30	1.36
	1.20	0.32	0.50	0.55	0.63	0.75	0.86	1.00	1.22	1.35	1.44	1.52
	1.50	0.33	0.52	0.58	0.66	0.79	0.91	1.07	1.30	1.45	1.55	1.65
	≥3.00	0.34	0.54	0.60	0.69	0.82	0.95	1.11	1.37	1.53	1.64	1.74
80	1.00	0.37	0.59	0.65	0.74	0.89	1.02	1.20	1.45	1.61	1.71	1.81
	1.05	0.38	0.60	0.67	0.77	0.92	1.06	1.24	1.51	1.68	1.79	1.89
	1.20	0.40	0.63	0.71	0.81	0.97	1.12	1.32	1.62	1.81	1.93	2.05
	1.50	0.42	0.66	0.73	0.84	1.01	1.17	1.38	1.70	1.91	2.05	2.10
	≥3.00	0.43	0.68	0.75	0.87	1.04	1.21	1.43	1.76	1.98	2.13	2.27
90	1.00	0.47	0.74	0.82	0.94	1.10	1.31	1.54	1.85	2.10	2.24	2.36
	1.05	0.47	0.75	0.84	0.96	1.14	1.34	1.58	1.94	2.16	2.31	2.45
	1.20	0.49	0.78	0.87	1.01	1.20	1.41	1.66	2.05	2.29	2.45	2.61
	1.50	0.51	0.81	0.90	1.06	1.25	1.46	1.73	2.13	2.38	2.57	2.74
	≥3.00	0.52	0.82	0.92	1.08	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	2.35	2.63	2.80	2.97
	1.20	0.58	0.93	1.04	1.20	1.45	1.69	2.00	2.44	2.76	2.95	3.13
	1.50	0.60	0.96	1.07	1.24	1.50	1.75	2.06	2.55	2.86	3.06	3.26
	≥3.00	0.61	0.98	1.09	1.26	1.53	1.78	2.11	2.61	2.95	3.14	3.35
112	1.00	0.66	1.06	1.19	1.37	1.63	1.92	2.27	2.73	3.09	3.29	3.46
	1.05	0.67	1.08	1.20	1.39	1.66	1.96	2.31	2.80	3.16	3.36	3.54
	1.20	0.69	1.11	1.24	1.43	1.74	2.02	2.39	2.95	3.25	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
	≥3.00	0.71	1.15	1.29	1.49	1.81	2.11	2.50	3.09	3.45	3.70	3.92
125	1.00	0.78	1.25	1.40	1.61	1.92	2.27	2.68	3.26	3.61	3.84	4.01
	1.05	0.79	1.27	1.42	1.64	1.96	2.31	2.75	3.34	3.70	3.92	4.09
	1.20	0.80	1.30	1.45	1.68	2.02	2.37	2.81	3.44	3.83	4.06	4.26
	1.50	0.82	1.32	1.48	1.71	2.06	2.42	2.87	3.53	3.93	4.18	4.39
	≥3.00	0.83	1.34	1.50	1.74	2.11	2.48	2.92	3.59	4.00	4.25	4.48
140	1.00	0.92	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	1.65	1.92	2.32	2.70	3.19	3.88	4.27	4.49	4.64
	1.20	0.93	1.51	1.68	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	3.32	4.08	4.50	4.75	4.93
	≥3.00	0.96	1.56	1.74	2.02	2.45	2.86	3.38	4.14	4.58	4.83	5.02

ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน K

L_p	662	742	832	932	1052	1152	1282	1432	1532	1732	1832	2032
K_1	0.81	0.82	0.85	0.87	0.89	0.91	0.93	0.96	0.99	1.00	1.01	1.03
L_p	2272	2532	2832	3182	3632	4072						
K_1	1.06	1.09	1.11	1.13	1.20	1.25						

ความยาววัดที่ใส่ $L_p = L_1 + 30(\text{mm})$

L_1	483	535	560	580	600	630	655	670	690	710	730	750
	780	787	800	813	825	838	850	855	875	889	900	914
	925	950	965	975	1000	1016	1041	1060	1090	1105	1120	1143
	1165	1180	1200	1220	1250	1270	1300	1320	1346	1372	1400	1422
	1448	1475	1500	1525	1550	1575	1600	1625	1651	1676	1700	1725
	1750	1780	1800	1854	1900	1980	2000	2030	2057	2083	2100	2120
	2150	2200	2240	2255	2360	2435	2475	2500	2650	2730	2800	2840
	3000	3050	3150	3250	3550	3650	4000					

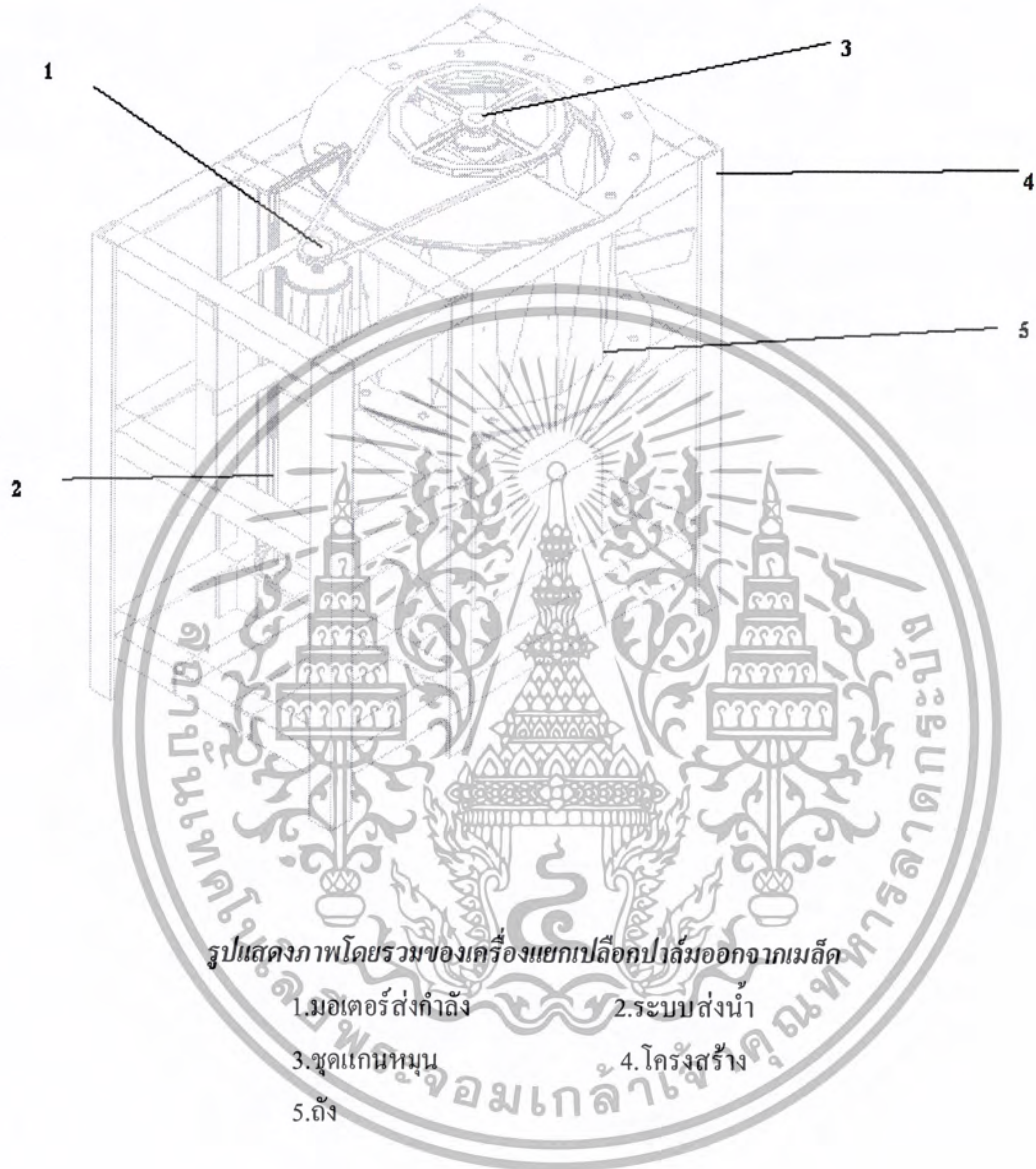
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.6 คุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาและเหล็กกล้าผสม
(ชิ้นงานทดสอบมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 25 มม.)

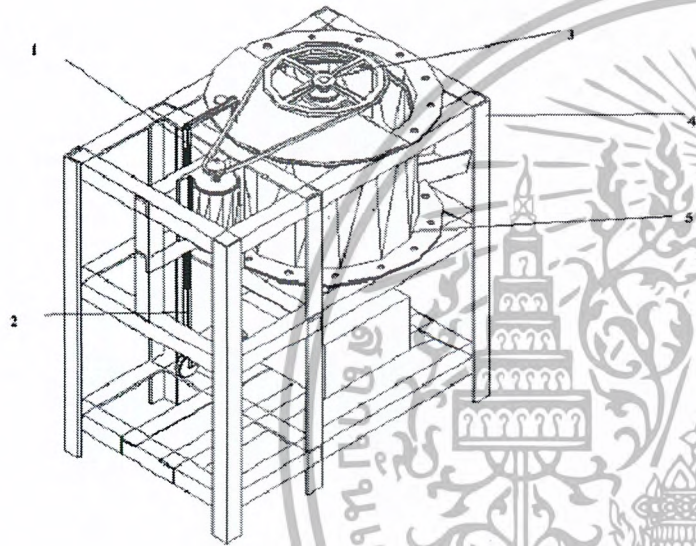
AISI Type	Condition	Tensile Strength, ksi	Yield Strength, ksi	Elongat. in 2 in., %	Reduction in Area, %	Hardness, BHN	Machinability (Based on 1112 = 100)
1010	HR	64	42	28	67	107	45
	CD	78	68	16	63	129	55
	CDA	64	48	28	65	131	55
1020	HR	65	43	36	59	143	50
	CD	78	66	20	55	156	65
	A	57	52	37	66	111	90
1030	N	64	50	36	68	131	75
	HR&turned	72	44	31	63	140	-
	CD	84	76	16	57	177	65
1040	A	67	50	31	58	126	-
	N	76	51	32	61	149	-
	HR	91	58	27	50	201	63
1045	CD	100	88	17	42	207	65
	A	75	51	30	57	149	-
	N	85	50	28	55	170	60
1050	HR	98	59	24	45	212	56
	CD	103	90	14	40	217	60
	A	90	55	27	54	174	60
1095	N	99	61	25	49	207	-
	HR	105	67	15	-	-	-
	CD	114	104	9	-	-	54
1118	A	92	43	24	40	187	-
	N	109	62	20	39	217	-
	HR	142	83	18	38	295	-
2330	A	95	38	13	21	192	-
	N	147	73	10	14	293	-
	HR	75	50	35	55	140	-
3140	CD	85	75	25	55	170	80
	A	65	41	35	67	131	80
	N	69	45	34	66	143	80
4130	CD	105	90	20	50	212	50
	A	86	61	28	58	179	50
	N	100	68	26	56	207	-
4140	CD	107	92	17	50	212	55
	A	100	61	25	51	197	55
	N	129	87	20	58	262	-
4340	HRA	86	56	29	57	183	65
	CDA	98	87	21	52	201	70
	N	97	63	26	60	197	50
4340	HRA	90	63	27	58	187	57
	CDA	102	90	18	50	223	66
	N	148	95	18	47	302	-
4340	HRA	101	69	21	45	207	45
	CDA	110	99	16	42	223	50
	N	185	126	11	41	363	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

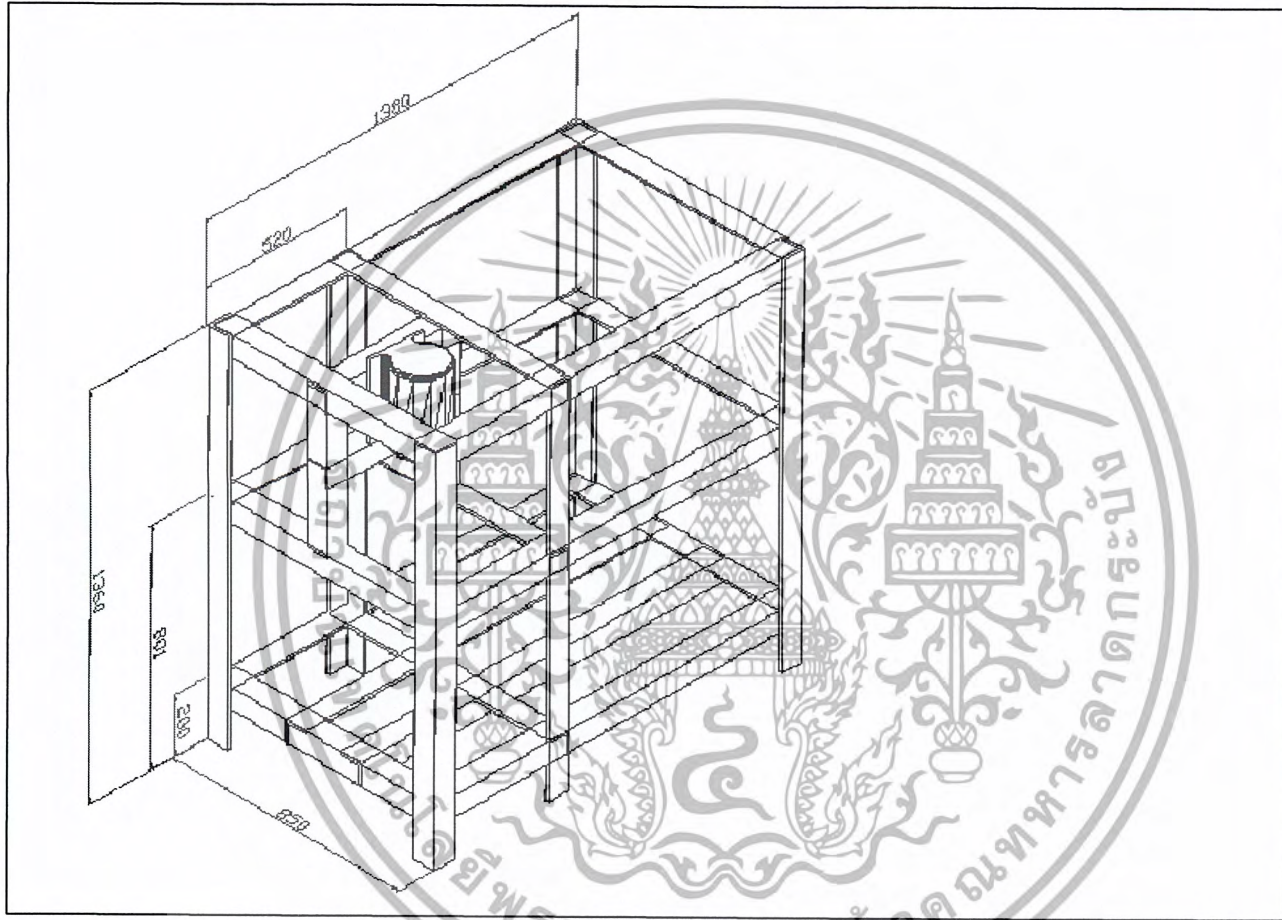


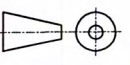
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

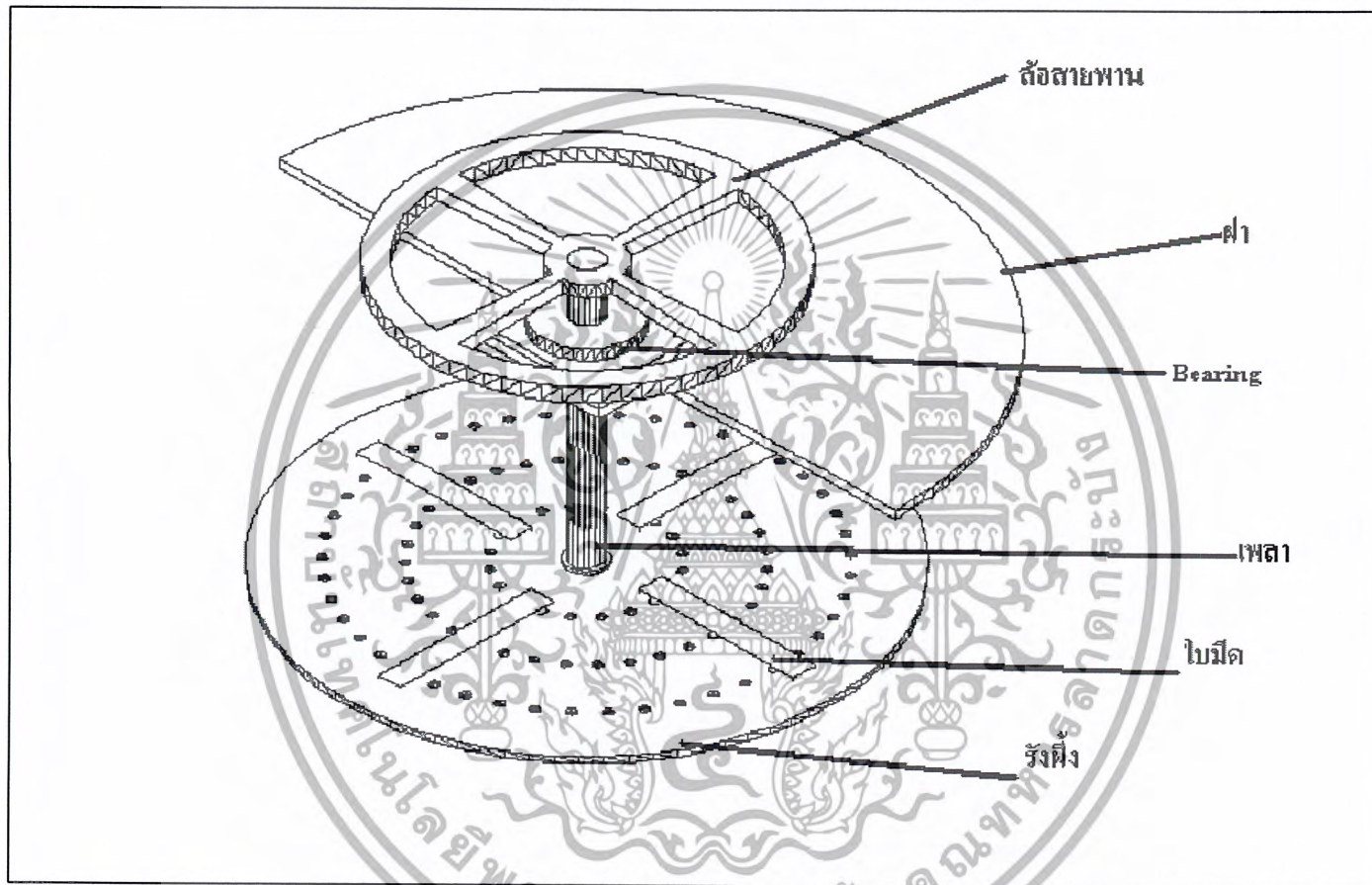


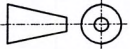
1	มอเตอร์ส่งกำลัง
2	ระบบส่งน้ำ
3	ชุดแกนหมุน
4	โครงสร้าง
5	ถัง

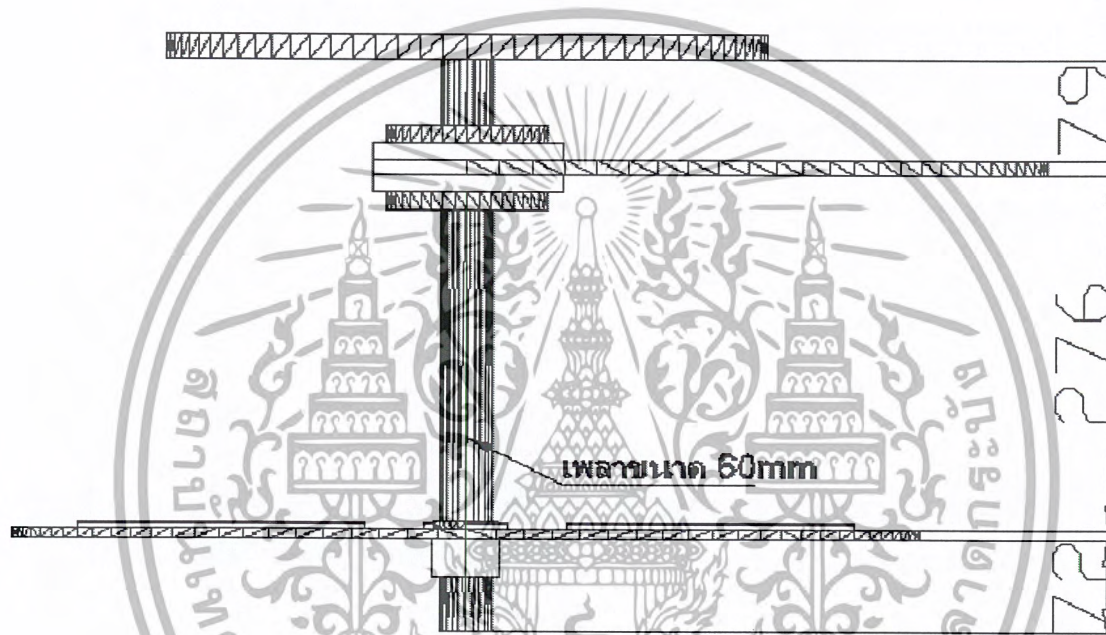
PART NAME: เครื่องแยกเมล็ดปาล์ม		KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	
DRAWN BY: BOONLUAN			
DATE:	APRIL 8, 2004	SHEET:	SI
SCALE:	1:2	QUANTITY:	



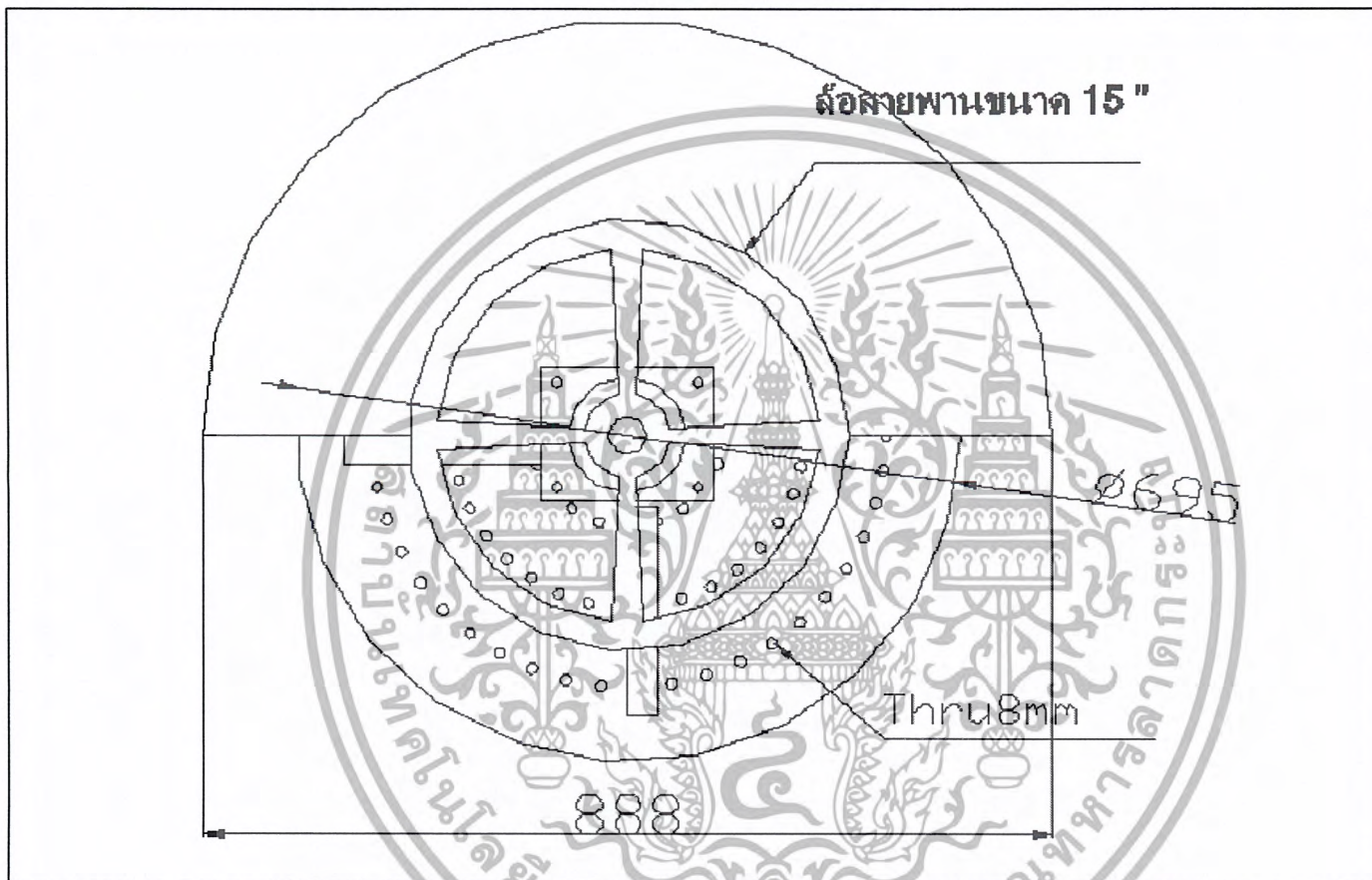
PART NAME: โครงสร้าง	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	
DRAWN BY: BOONLUAN		
DATE: APRIL 8, 2004	SHEET:	SI 
SCALE: 1:2	QUANTITY: 1 PCS.	

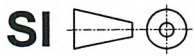


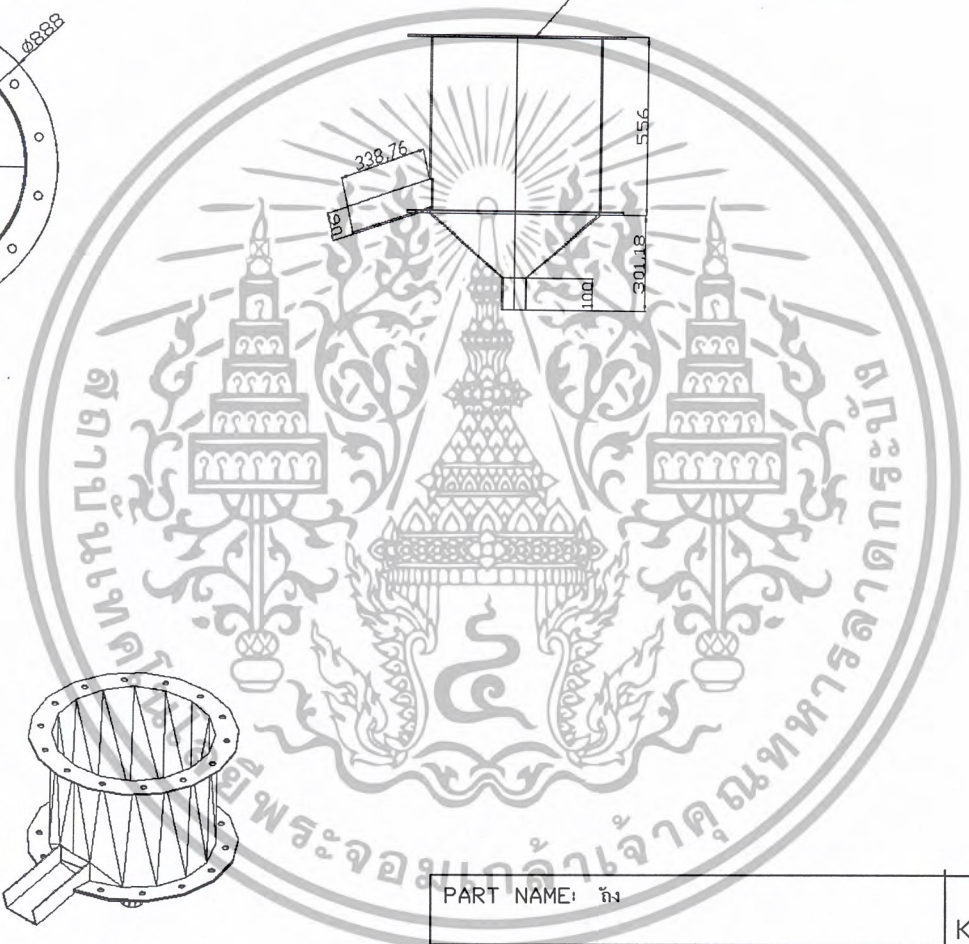
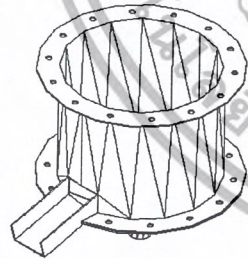
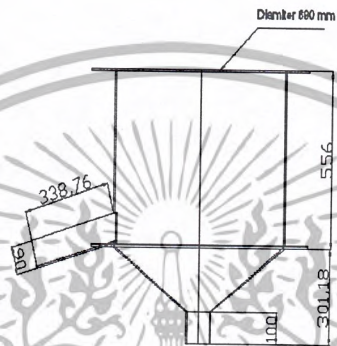
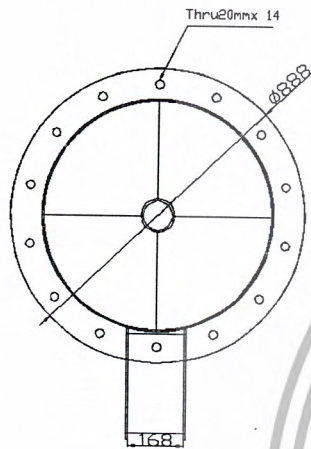
PART NAME: แกนหมุน		KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	
DRAWN BY: BOONLUAN		SHEET:	
DATE: APRIL 8, 2004		SI 	
SCALE: 1:2			



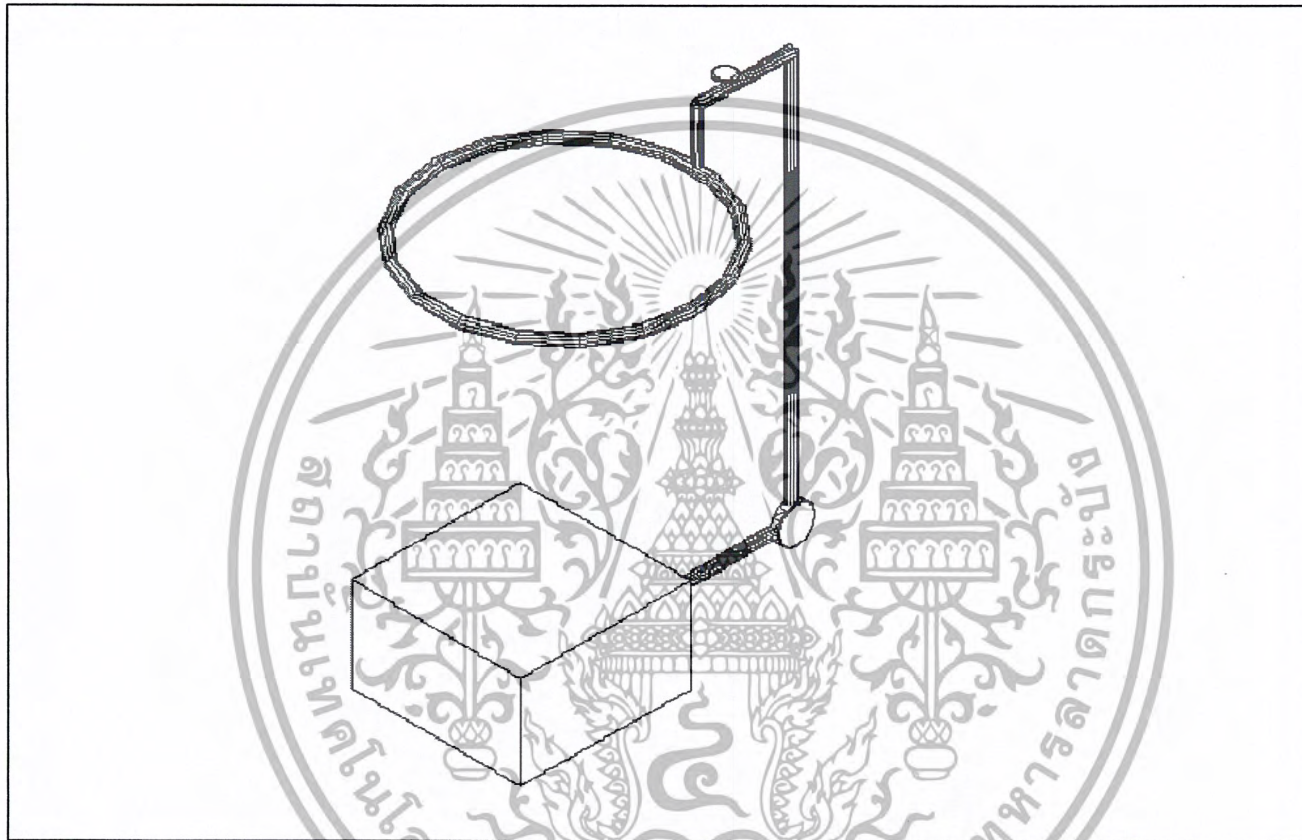
PART NAME: แขนหิน	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	
DRAWN BY: BOONLUAN		
DATE: APRIL 8, 2004	SHEET:	SI
SCALE: 1:2	QUANTITY: 1 PCS.	

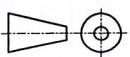


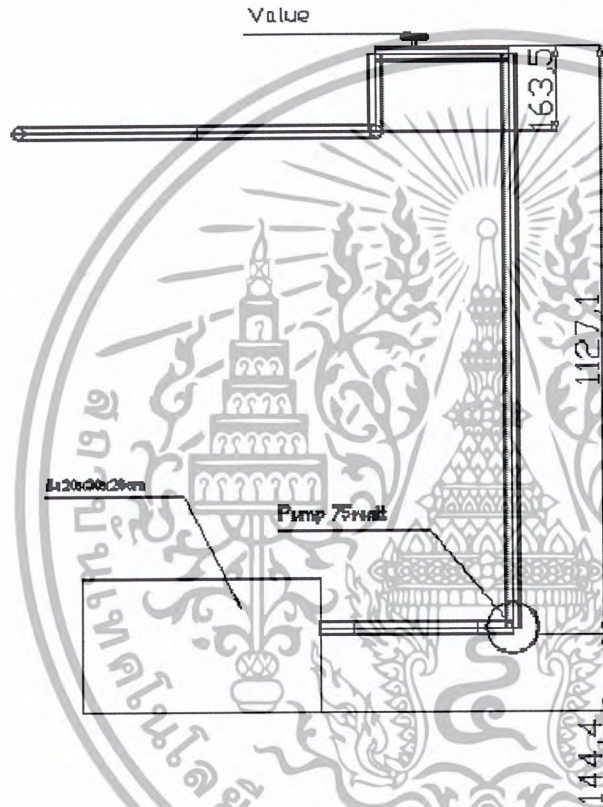
PART NAME: แขนหมุน		KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	
DRAWN BY: BOONLUAN		SHEET:	
DATE: APRIL 8, 2004		QUANTITY: 1 PCS.	
SCALE: 1:2		SI 	



PART NAME: ถัง		KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	
DRAWN BY: BOONLUAN		SHEET:	
DATE: APRIL 8, 2004		QUANTITY: 1 PCS.	
SCALE: 1:2		SI	



PART NAME: ระบบส่งน้ำ	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	
DRAWN BY: BOONLUAN	SHEET:	SI 
DATE: APRIL 8, 2004	QUANTITY: 1 PCS.	
SCALE: 1:2		



PART NAME: ระบบส่งน้ำ		KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	
DRAWN BY: BOONLUAN		SHEET:	
DATE: APRIL 8, 2004		QUANTITY: 1 PCS.	
SCALE: 1:2			

บรรณานุกรม

- [1] วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และ ชาญุ ถนัดงาน, “การออกแบบเครื่องจักรกลเล่ม 1”, หจก.เอช-เอน การพิมพ์, กรุงเทพฯ, 2521
- [2] วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และ ชาญุ ถนัดงาน, “การออกแบบเครื่องจักรกลเล่ม 2”, หจก.เอช-เอน การพิมพ์, กรุงเทพฯ, 2541
- [3] ปิฎฐะ บุนนาค, “ปามน้ำมัน”, บรรณกิจการพิมพ์, กรุงเทพฯ, 2524
- [4] รศ.บรรเลง ศรีนิล, “ตารางโลหะ”, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ, 2524
- [5] พรศักดิ์ อรรถวานิช, “วัสดุศาสตร์”, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 2536
- [6] สมชัย นรเศรษฐโสภณ, “กลศาสตร์ของแข็ง”, ภาควิชาเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 2533
- [7] เอกสารข่าวปาล์มน้ำมัน (The oil palm new sletter), (สกว)
- [8] J.L. Meriam, L.G. Kraige, “Engineering Mechanics Dynamics”, 4th.ed., John Wiley & Sons, Inc., 1998, pp.17-26
- [9] R.C. Hibbeler, “Mechanics of Material”, 4th.ed., Prentice Hall, 1999, pp. 24-40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้