



เครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะลาย

PLAM SEPARATE MACHINE



นายจิรวัดน์ ขจิมลทิน

นายธนิต เอี่ยมมงคล

นายไพรัตน์ วีรวรรณ

นายสรนัสส์ กาญจนกุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 45983

วัน, เดือน, ปี 27 ก.พ. 2546

b.....

i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะลาย

PLAM SEPARATE MACHINE



โดย

นายจิรวุฒิ ขจิตมลิทิน

นายธนิต เอี่ยมมงคล

นายไพรัตน์ วีรวรรณ

สรนัสส์ กาญจนกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. จำลอง ปราบแก้ว

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2544

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะลาย

PLAM SEPARATE MACHINE

ผู้จัดทำ

นายจิรวัฒน์ ขจิมลทิน

รหัสประจำตัว 42015333

นายธนิต เอี่ยมมงคล

รหัสประจำตัว 42015348

นายไพรัตน์ วีรวรรณ

รหัสประจำตัว 42015360

นายสนั่นศักดิ์ กาญจนกุล

รหัสประจำตัว 42015373



อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. จำลอง ปราบแก้ว)

เครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะลาย

นายจิรวุฒิ ขจิตมลิน 42015333
 นายธนิต เอี่ยมมงคล 42015348
 นายไพรัตน์ วีรวรรณ 42015360
 นายสนั่นศักดิ์ กาญจนกุล 42015373
 ผศ. จำลอง ปราบแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษา
 ปีการศึกษา 2544

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนี้เกษตรกรส่วนใหญ่จะตัดทะลายปาล์มจากต้นปาล์มแล้วบรรทุกรถไปขายให้กับโรงงานทำให้เสียค่าขนส่งสูง ยังทำให้ส่วนของเศษก้านทะลายปาล์มเป็นภาระกับโรงงานที่จะต้องนำไปกำจัด ทั้งๆที่ควรจะให้ย่อยสลายเป็นปุ๋ยอยู่สวนปาล์ม จึงได้มีเกษตรกรบางส่วนได้พยายามสร้างเครื่องแยกผลออกจากทะลายปาล์ม โดยส่วนใหญ่จะใช้ขวานฟันทะลายเพื่อแยกออกมาเป็นปาล์มนี้วก่อน แล้วจึงป้อนเข้าเครื่องแยกอีกทีหนึ่ง โครงการนี้จึงได้มีการพัฒนารูปแบบเครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายโดยไม่ต้องฟันแยกทะลายก่อน ตัวเครื่องที่ออกแบบจะประกอบด้วยโครงสร้างเหล็กจากขนาด 2.5 นิ้วหนา 5 มม. ถึงแยกทะลายปาล์มเป็นถึงทรงกระบอกกลมทำด้วยแผ่นเหล็กหนา 4.5 มม. ม้วนขึ้นรูปมีขนาดวัดผ่านศูนย์กลาง 1200 มม. ภายในถังจะมีเดือยเหล็กขนาดวัดผ่านศูนย์กลาง 18 มม ติดอยู่โดยรอบ ถังนี้จะยึดติดกับโครงสร้าง ส่วนฐานกันถังจะมีลักษณะโค้งมนติดเดือยเหล็กเช่นกันและจะถูกขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ให้หมุนเหวี่ยงทะลายปาล์มกลิ้งกระแทกกับเดือยเหล็ก ผลปาล์มก็จะถูกเดือยเหล็กแฉะออกจากทะลายร่วงหล่นลงช่องระหว่างถังกับฐานหมุนเหวี่ยง ซึ่งจะมีรางรองรับและมีพัดลมจะช่วยเป่าสิ่งเจือปนจำพวกเศษผงออกไป สำหรับก้านทะลายก็จะถูกหมุนเหวี่ยงออกทางด้านข้างของถัง จากการทดสอบการใช้งานปรากฏว่าความเร็วรอบที่เหมาะสมอยู่ที่ 30-40 รอบ ต่อ นาที ความยาวเดือยเหล็ก ประมาณ 50 มม. และควรจะมีปาล์มก่อนเข้าเครื่องแยก ประมาณ 3-6 วัน

PLAM SEPARATE MACHINE

Jirawat Khajadmontin

Thanit Elemmongkon

Pairat Veerawan

Satanat Karnjanakul

ABSTRACT

Farmers harvest palm fruits by cutting fresh whole palm bunches and then transport them to extracting plants. This results in the high cost of transportation. Also, the oil palm residues have to be disposed and dumped at the extracting plants. To alleviate these problems, some farmers developed an oil-palm-fruit separating machine requiring pre-cutting the whole oil palm bunches into small branches. The pre-cutting process is time consuming and has to be done manually by the farmers.

The aim of this project is to develop an oil-palm-seed separating machine without the need of pre-cutting task. The primary components of the machine are a cylindrical separating bin, steel structure frame, and an engine unit. Inside the separating bin, the steel rods are attached throughout inside perimeter. During the operation of the machine, steel rods collide and separate the seeds from its bunches. In the field test, it was found that the optimum operating speeds of the machine are 30-40 rev/min, the suitable length of steel rods is 50 mm, and the cut oil palm bunches have to be retained for 3-6 days before separated.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้คงไม่อาจจะสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และ ความร่วมมือจากหลายๆฝ่ายด้วยดีตลอดมาซึ่งบุคคลแรกที่จะกล่าวถึงคือ ผศ. จำลอง ปรามแก้ว ซึ่งได้ให้โอกาสแก่พวกเราในการทำงานและยังได้ให้คำปรึกษา พร้อมทั้งยังได้ให้ความช่วยเหลือทางด้านต่างๆเสมอมาซึ่งจะขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างมาก และนอกจากนี้ยังต้องขอขอบคุณคณะอาจารย์ในภาคเครื่องกลทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและคำปรึกษาเป็นอย่างดีและต้องขอขอบคุณบุคคลที่สำคัญที่สุดที่ทำให้พวกเราสามารถมีวันนี้ได้ คือ บิดา มารดา ที่เคารพรักยิ่งที่ได้ให้การดูแลและให้กำลังใจเราเสมอมา ขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย



นายจิรวัดน์ ขจัดมลทิน
นายธนิต เอี่ยมมงคล
นายไพรัตน์ วีรวรรณ
นายสนั่นสร์ กาญจนกุล

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ประวัติความเป็นมาของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม	1
1.2 การเก็บเกี่ยวทะลายปาล์ม	1
1.3 ส่วนประกอบของทะลายปาล์มสด	2
1.4 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	3
1.4.1 กระบวนการสกัดน้ำมันแบบมาตรฐาน	3
1.4.2 กระบวนการสกัดน้ำมันแบบทอดผลปาล์ม	3
1.4.3 กระบวนการหีบน้ำมันแบบผสม	6
บทที่ 2 โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่อง	7
2.1 โครงสร้าง	7
2.2 ขั้นตอนการออกแบบโครงสร้าง	8
2.3 การออกแบบแรงบิดที่ใช้ และขนาดของเดือยเหล็ก	9
2.4 การออกแบบเพลลา	12
2.5 การออกแบบแบร้ง	13
2.6 ชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะลาย	14
2.7 การออกแบบชุดรางกวาด	16
2.8 ชิ้นส่วนของเครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะลาย	16
บทที่ 3 การทดสอบการใช้งาน	22
3.1 วิธีการทดสอบการใช้เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลาย	22
3.2 ผลการทดลอง	25

บทวิจารณ์	33
ปัญหาที่พบ	33
แนวทางการพัฒนา	33
บรรณานุกรม	34
ภาคผนวก	35
ก. ตารางที่ใช้ในการออกแบบ	36
ข. แบบของชิ้นส่วนเครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะลาย	44



สารบัญภาพ

รูปที่ 1.1 แสดงลักษณะส่วนประกอบของทะเลายปาล์ม	2
รูปที่ 1.2 แสดงส่วนประกอบของทะเลายปาล์ม	2
รูปที่ 1.3 กระบวนการหีบน้ำมันแบบมาตรฐาน	4
รูปที่ 1.4 กระบวนการหีบน้ำมันแบบทอดผลปาล์มในน้ำมัน	5
รูปที่ 1.5 กระบวนการหีบน้ำมันผสม	6
รูปที่ 2.1 แสดงส่วนโครงของเครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะเลายใช้เหล็กขนาด L70x7	9
รูปที่ 2.2 แสดงแรงของทะเลายปาล์มที่กระทำกับจานหมุนเหวี่ยงทะเลายปาล์ม	10
รูปที่ 2.3 แสดงแรงในแนวสัมผัสและแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางของทะเลายปาล์ม	10
รูปที่ 2.4 ขนาดของเดือยเหล็ก	11
รูปที่ 2.5 ขนาดเดือยเหล็ก และปลอกกรรมทั้งนี้ขนาด M10	12
รูปที่ 2.6 แสดงเบร้งที่ยึดติดกับเพล	12
รูปที่ 2.7 แสดงเพลาส่งกำลังไปยังชุดจานหมุนเหวี่ยงทะเลายปาล์มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตร และเบร้งขนาดรวม 60 มิลลิเมตรพร้อมหน้าแปลน	14
รูปที่ 2.8 แสดงถังที่ถูกคลี่ และขนาด	15
รูปที่ 2.9 ถังแยกเมล็ดปาล์มและชุดจานหมุนเหวี่ยงทะเลาย	15
รูปที่ 2.10 ชุดรางกวาดเมล็ดปาล์ม	16
รูปที่ 2.11 แสดงภาพส่วนประกอบโดยรวมของเครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะเลาย	17
รูปที่ 2.12 แสดงส่วนของจานชุดจานหมุนเหวี่ยงทะเลายปาล์มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1100 มม. ความสูง 300 มม.	17
รูปที่ 2.13 ถังแยกเมล็ดออกจากทะเลายปาล์มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1200 มม. ความสูง 1100 มม.	18
รูปที่ 2.14 แสดงรางกวาดเมล็ดปาล์มและช่องทางออกของเมล็ดปาล์มเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก และภายใน 1210 มม. 900 มม. ความสูง 300 มม.	18
รูปที่ 2.15 แสดงชุดใบกวาด	19
รูปที่ 2.16 แสดงเพลที่ใช้ต่อกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังเฟืองท้ายขนาด 700 มม.	19
รูปที่ 2.17 แสดงชุดเฟืองท้ายที่ใช้รับส่งกำลัง	20
รูปที่ 2.18 เดือยเหล็ก และปลอก	20
รูปที่ 2.19 แสดงเครื่องยนต์ NISSUN LD20 ที่ใช้เป็นเครื่องต้นกำลัง	21
รูปที่ 3.1 แสดงทะเลายขณะกำลังทำการแยกเมล็ดออกมา	22
รูปที่ 3.2 แสดงทะเลายที่เหลือแต่ขังขณะกำลังถูกเหวี่ยงออกที่ประตูทางออกขังปาล์ม	23
รูปที่ 3.3 แสดงขังปาล์มที่เหลือจากการแยก	23
รูปที่ 3.4 แสดงเมล็ดปาล์มที่ถูกแยกแล้วออกมาทางช่องทางออกเมล็ดปาล์ม	24

รูปที่ 3.5 แสดงเมล็ดปาล์มที่แยกออกมาและมีกากผสมออกมาด้วย	24
รูปที่ 3.6 แสดงเมล็ดที่ถูกแยกออกมาในการทดลองที่ความเร็วรอบต่าง ๆ	25
รูปที่ 3.7 แสดงเมล็ดปาล์มที่ถูกแยกออกมา และซัง	26
รูปที่ 3.8 แสดงปาล์มที่ทำการแยกที่ความเร็วรอบ 150 rpm	26
รูปที่ 3.9 แสดงเมล็ดปาล์มเมื่อเอากากออกแล้ว	27
รูปที่ 3.10 แสดงปาล์มที่ยังบ่มไม่ได้ที่	27
รูปที่ 3.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับเวลาที่จำนวนเคียว 43 ตัว ระยะของเคียว 50 มม.	28
รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับเวลาที่จำนวนเคียว 96 ตัว ระยะของเคียว 50 มม.	29
รูปที่ 3.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับเวลาที่จำนวนเคียว 96 ตัว ระยะของเคียว 30 มม.	30
รูปที่ 3.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับเวลาที่จำนวนเคียว 43 ตัว ระยะของเคียว 30 มม.	31
รูปที่ 3.15 แสดงการเปรียบเทียบหาตำแหน่งที่เหมาะสมของความเร็วรอบจำนวนเคียว และระยะความยาวเคียว	32

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ประวัติความเป็นมาของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่อยู่ในตระกูลปาล์มเช่นเดียวกับมะพร้าว ซึ่งปาล์มน้ำมันมีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในทวีปแอฟริกา และปาล์มน้ำมันที่ขึ้นในแอฟริกาส่วนใหญ่นั้นเป็นพันธุ์ที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า อีเลิส กีนินซิล

ปาล์มน้ำมันได้ถูกนำเข้ามาปลูกในทวีปเอเชียเป็นครั้งแรกในประเทศอินโดนีเซีย และถัดมาอีกไม่กี่ปีก็มีการนำมาปลูกในเชิงธุรกิจในประเทศมาเลเซีย จนกระทั่งมาเลเซียได้กลายเป็นผู้ส่งออกน้ำมันปาล์มรายใหญ่ที่สุดของโลกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508 เป็นต้นมา

สำหรับในประเทศไทยนั้นพบว่าได้มีผู้นำปาล์มน้ำมันเข้ามาปลูกที่จังหวัดสงขลา แล้วต่อมาได้มีการปลูกปาล์มน้ำมันในเชิงการค้าเป็นครั้งแรกในจังหวัดกระบี่ และสตูล โดยนำปาล์มมาจากมาเลเซียทั้งหมด ซึ่งต่อมาได้มีการปลูกสวนปาล์มกันอย่างแพร่หลายในอีกหลายจังหวัดทางภาคใต้ ส่งผลทำให้กิจการการบีบน้ำมันปาล์มขยายตัวอย่างต่อเนื่องเป็นต้นมา

1.2 การเก็บเกี่ยวทะลายปาล์ม

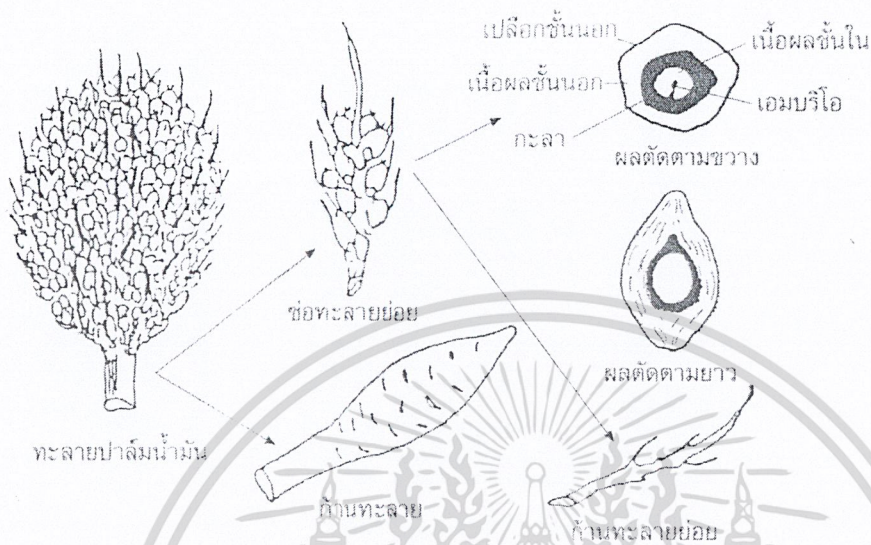
ช่อดอกตัวเมียที่ได้รับการผสมเกสรแล้วจะใช้เวลาประมาณ 5 ถึง 6 เดือน ผลปาล์มเริ่มสุกซึ่งระยะเวลานี้อาจเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยแล้วแต่สภาพแวดล้อม และความสมบูรณ์ของต้นปาล์ม โดยปฏิกริยาชีวเคมีของผลปาล์มในช่วงที่ผลปาล์มสุกนั้น แบ่งในส่วนชั้นเปลือกจะแปรสภาพกลายเป็นน้ำมันซึ่งเรียกว่า กลีเซอไรด์ สำหรับผลปาล์มที่สุกนั้น สีของเมล็ดปาล์มจะเปลี่ยนจากม่วงดำเป็นสีแดงส้มนอกจากการวัดความสุกของเมล็ดปาล์มจากสีแล้วยังสามารถสังเกตได้จากผลปาล์มที่ร่วงจากทะลาย จำนวน 2 ผลต่อน้ำหนักทะลาย 1 กิโลกรัม แสดงว่าเมล็ดปาล์มสุกพร้อมที่ตัดได้แล้ว

ข้อควรปฏิบัติในการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มมีดังต่อไปนี้

- 1 ควรตัดทะลายปาล์มที่สุกพอดี ไม่ควรตัดทะลายปาล์มที่ยังดิบ เพราะในผลปาล์มดิบมีสภาพเป็นน้ำและแบ่ง ยังไม่แปรสภาพเป็นน้ำมัน ส่วนทะลายปาล์มที่สุกมากเกินไป จะมีกรดไขมันอิสระสูง
- 2 รอบการเก็บเกี่ยวในช่วงฤดูที่ผลปาล์มออกชุกควรทำทุก 7-10 วัน ส่วนหน้าแล้งอาจเก็บช่วงนานกว่านี้ และผลปาล์มที่ร่วงควรเก็บมาให้หมดสิ้น
- 3 ไม่ควรแทงวงทะลายมากเกินไป และไม่ควรทำให้ผลปาล์มมีรอยขีดข่วน หรือชำรุดหัก เพราะกรดไขมันอิสระจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว
- 4 หากทะลายติดแน่นกับลำต้นมากให้ใช้มีดขอ หรือขว้างตัดเซาะข้อทะลายเสียก่อน และจึงใช้เสียมแทงตาม
- 5 เมื่อเก็บทะลายปาล์มมาจากสวนแล้วควรขนส่งไปยังโรงงานอย่างรวดเร็ว

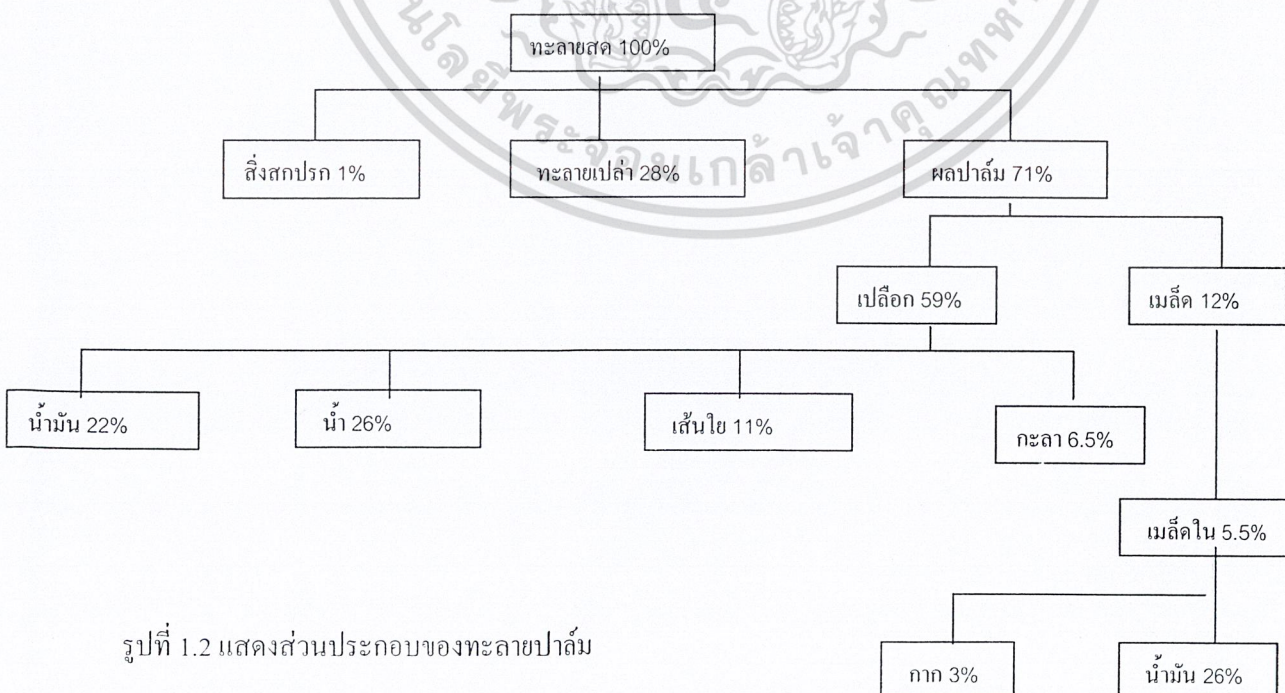
1.3 ส่วนประกอบของทะลายปาล์มสด

ทะลายปาล์มสดจะประกอบไปด้วย ทะลายเปล่า ผลปาล์ม ภายในผลจะประกอบไปด้วยส่วนของชั้นเปลือกซึ่งในชั้นนี้จะมีน้ำมันปาล์ม จากชั้นเปลือกจะมีกะละหุ้มเมล็ดในอยู่ ภายในเมล็ดในจะมีน้ำมันอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า น้ำมันเมล็ดใน



รูปที่ 1.1 แสดงลักษณะส่วนประของทะลายปาล์ม

ปริมาณน้ำมันจากเปลือกซึ่งจะเป็นตัวที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงที่สุดนั้น จะมีปริมาณแตกต่างกันไปตามอายุของปาล์มตลอดจนการดูแลรักษา ซึ่งในกรณีที่ปาล์มมีอายุน้อยจะมีปริมาณน้ำมันจากเปลือกที่ก็น้อยตามด้วย สำหรับปาล์มที่เหนืออายุเกิน 8 ปี ขึ้นไป มีส่วนประกอบโดยประมาณดังนี้



รูปที่ 1.2 แสดงส่วนประกอบของทะลายปาล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

การสกัดน้ำมันปาล์มดิบจากทะลายปาล์มสดนั้น ได้เริ่มมีมาตั้งแต่สมัยโบราณ โดยชาวพื้นเมืองได้นำเอาผลปาล์มจากปามาบีบนาน้ำมันออกมาด้วยวิธีการง่าย ๆ เช่น นำผลปาล์มมาต้มกับน้ำแล้วใส่ครกตำจากนั้นก็นำไปคั้นกับน้ำร้อน เพื่อแยกน้ำมันออกมาซึ่งได้ประสิทธิภาพต่ำมาก เครื่องบีบน้ำมันปาล์มในยุคแรก ๆ มีหลายแบบ เช่น เครื่องบีบน้ำมันแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง เครื่องบีบ แบบไฮโดรลิกค์ และเครื่องบีบแบบเกลียวอัด บางแบบก็ได้เลิกใช้กันไป และบางแบบก็ได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมจนใช้กันแพร่หลายในปัจจุบัน

สำหรับในประเทศไทยนั้นจากการสำรวจของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กตามพระราชดำริ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อปลายปี พ.ศ. 2527 พบว่ามีโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่มีกระบวนการผลิตต่างกัน 3 แบบ คือ

1.4.1. กระบวนการสกัดน้ำมันแบบมาตรฐาน

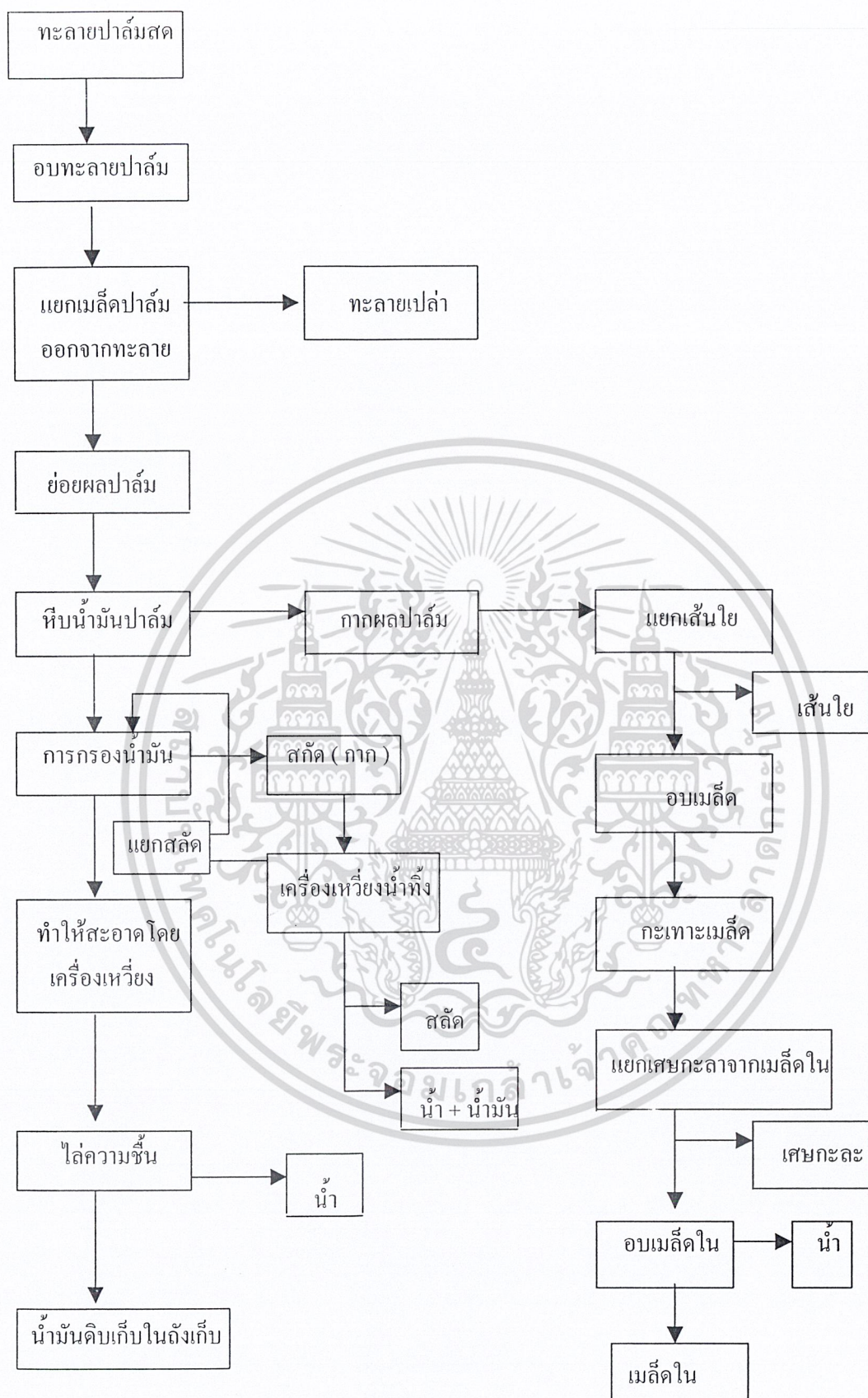
กระบวนการผลิตแบบนี้ เป็นกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มแบบมาตรฐานซึ่งเครื่องจักร และ เทคโนโลยี ล้วนนำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งสิ้น โรงงานประเภทนี้ เริ่มตั้งขึ้นครั้งแรกที่จังหวัดกระบี่ในราวปี พ.ศ. 2517 และต่อมาก็ได้มีการสร้างและอยู่ในระหว่างดำเนินการก่อสร้างอีกรวมทั้งสิ้นเกือบ 20 โรงงาน โรงงานเหล่านี้จะมีกำลังผลิตตั้งแต่ 10 ถึง 40 ตันทะลายต่อชั่วโมง และแต่ละโรงงานจะมีสวนปาล์มของตนเองตั้งแต่ 10,000 ไร่ ขึ้นไป โรงงานเหล่านี้จะใช้เงินทุนค่อนข้างสูง คือ ประมาณ 50-100 ล้านบาท

กระบวนการผลิตเริ่มจากนำทะลายปาล์มสดมาอบไอน้ำที่อุณหภูมิระหว่าง 120-130 องศาเซลเซียส มีความดันประมาณ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลาประมาณ 45 นาที การอบทะลายมีจุดมุ่งหมายที่จะหยุดปฏิกิริยาไลโปไลซิส ที่ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระในผลปาล์ม และทำให้ผลปาล์มอ่อนนุ่ม และฉีกหลุดจากทะลายได้ง่าย ทะลายปาล์มที่อบแล้วจะถูกนำไปป้อนเข้าเครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายซึ่งส่วนใหญ่ เป็นเครื่องแบบโรตารี หมุนด้วยความเร็วรอบประมาณ 23 รอบต่อนาที ทะลายปาล์มเปล่าจะถูกลำเลียงไปเข้าเตาเผาทะลาย เพื่อทำปุ๋ยต่อไป ส่วนผลก็จะถูกนำไปย่อยด้วยเครื่องย่อยผลปาล์ม ซึ่งมีลักษณะเป็นถังทรงกระบอก ข้างในมีใบพัดกวาดผลปาล์มให้เส้นใยลึกลงออกจากเมล็ด และเซลล์น้ำมันแตกตัวออกมาเพื่อง่ายต่อการบีบน้ำมัน เวลาที่กวนนานประมาณ 15-20 นาที จากนั้นก็จะป้อนเข้าเครื่องบีบแบบเกลียวอัด ซึ่งส่วนมากเป็นเกลียวอัดคู่ซึ่งทำงานโดยอัตโนมัติ น้ำมันปาล์มที่สกัดได้จะส่งไปเข้าถังกรองซึ่งจะแยกน้ำมันออกจากน้ำกับเศษใยและสิ่งสกปรกอื่น ๆ ในขั้นแรก แล้วนำไปเข้าเครื่องเหวี่ยงเพื่อแยกน้ำมันให้ใสสะอาดขึ้น จากนั้นก็นำไปไล่ความชื้นให้ได้มาตรฐาน แล้วนำไปเก็บในถังเก็บน้ำมันขนาดใหญ่เพื่อเตรียมส่งจำหน่ายโรงงานกลั่นน้ำมันบริสุทธิ์ต่อไป กระบวนการผลิตได้แสดงไว้ดังรูป 1.3

1.4.2 กระบวนการสกัดน้ำมันแบบทอดผลปาล์ม

กระบวนการแบบทอดลูกเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นในประเทศไทยโดย นายชาญ และนายชิด ลีมวรพันธุ์ เมื่อประมาณปี พ.ศ. 2522 ปัจจุบันมีโรงงานประเภทนี้เพียงโรงเดียวคือ บริษัทตรังสหปาล์มมอยล์ จำกัด อำเภอเมืองจังหวัดตรัง ซึ่งมีกำลังผลิตประมาณ 5 ตันทะลายต่อชั่วโมง ใช้เงินลงทุนประมาณ 10 ล้านบาท

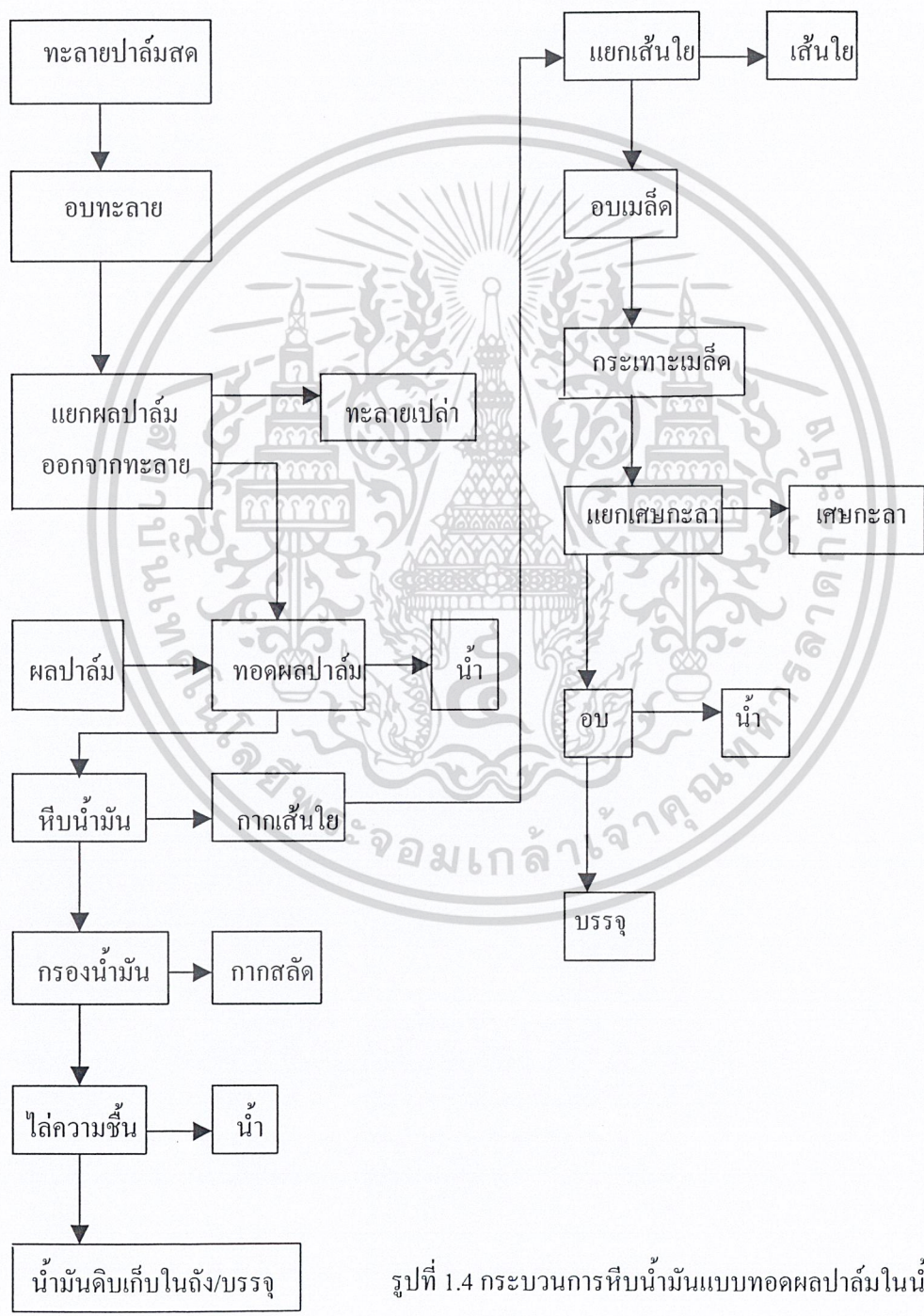
กระบวนการผลิตของโรงงานประเภทนี้สามารถใช้วัตถุดิบทั้งในรูปของทะลายปาล์มสดและผลปาล์มร่วง วัตถุดิบพวกทะลายสด จะนำมาเข้าเครื่องอบทะลายเช่นเดียวกันกับประเภทแรก จากนั้นก็จะนำไปแยกผลปาล์มออก



รูปที่ 1.3 กระบวนการหีบน้ำมันแบบมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

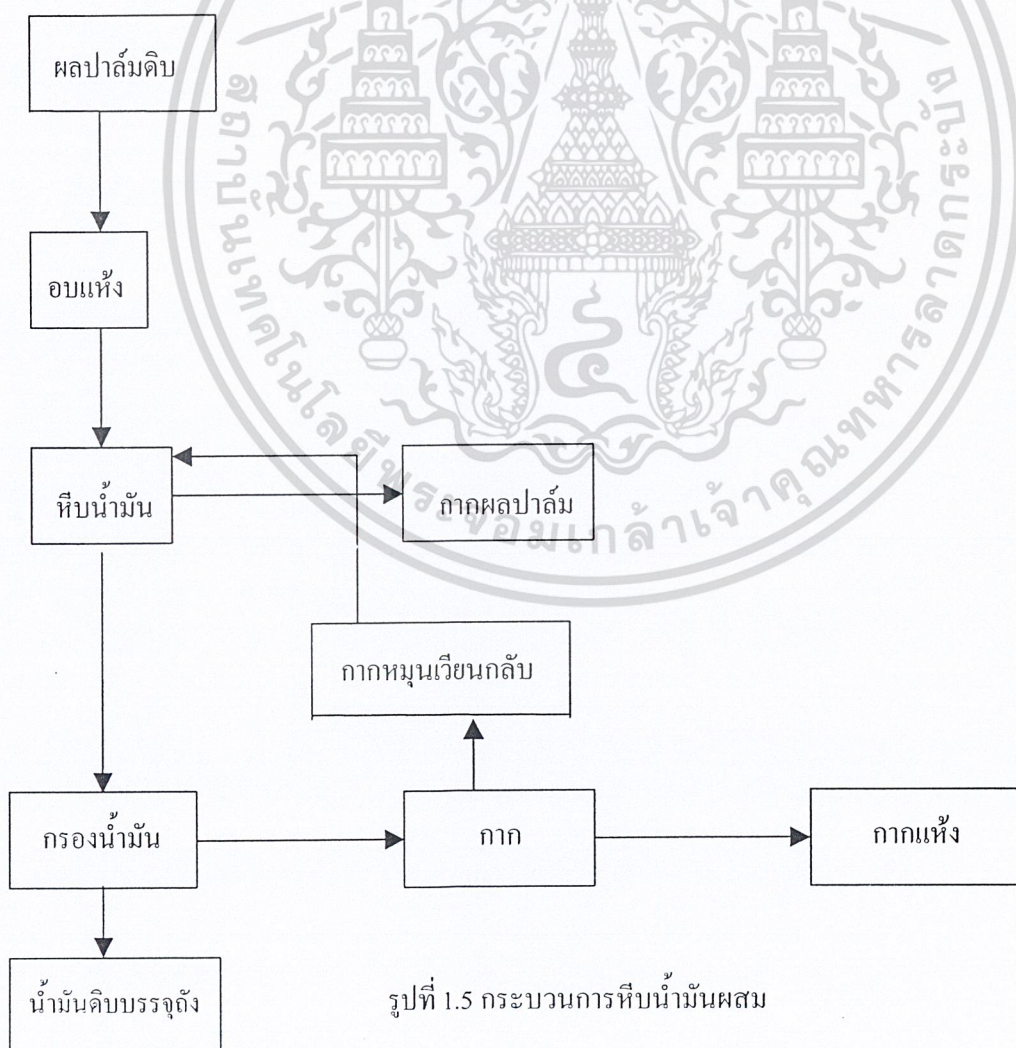
มาจากทะเลเช่นเดียวกัน ต่อจากนั้นผลปาล์มจะถูกนำไปทอดในเกลียวด้วยน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิไม่เกิน 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 12-20 นาที โดยให้ความร้อนด้วยไอน้ำโดยรอบรางวัลเสียงนั้นวัตถุดิบจำพวกผลปาล์มร่วงก็จะถูกนำเข้ามาทอดตรงจุดนี้เช่นเดียวกัน จากนั้นผลปาล์มที่สุกแล้วจะถูกนำเข้าไปเครื่องบีบแบบเกลียวอัดคู่ เช่นเดียวกับโรงงานประเภทแรก น้ำมันที่บีบได้ก็จะถูกนำไปไล่ความชื้นในถังสุญญากาศที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียสเป็นเวลาประมาณ 30-60 นาที จากนั้นก็นำไปกรองผ่านเครื่องกรองแบบอัดหลายชั้น เพื่อแยกสิ่งสกปรกออกก่อนจะบรรจุถึงเก็บต่อไป ส่วนกากผลปาล์มก็จะนำไปแยกเอาเมล็ดในออกด้วยขั้นตอนเช่นเดียวกับประเภทแรก กระบวนการผลิตได้แสดงไว้ในรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 กระบวนการหีบน้ำมันแบบทอดผลปาล์มในน้ำมัน

1.4.3 กระบวนการหีบน้ำมัน

กระบวนการผลิตนี้เกิดขึ้นจากโรงงานหีบน้ำมันมะพร้าวซึ่งได้ดัดแปลงมาเป็น โรงงานหีบน้ำมันปาล์มเมื่อราวปี พ.ศ. 2518-2519 ปัจจุบันมีอยู่ประมาณกว่า 20 โรงงาน โรงงานประเภทนี้ใช้ผลปาล์มร่วงเป็นวัตถุดิบโดยการนำเอาผลปาล์มร่วงมาทำกร่างที่อุณหภูมิประมาณ 180-200 องศาเซลเซียส ในกระเบ โดยเป่าลมร้อนจากเตาฟืนเข้ามาโดยตรงเป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมงจากนั้นก็นำเอาผลปาล์มไปบีบน้ำมันด้วยเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวซึ่งน้ำมันจากเปลือกและเมล็ดในจะผสมกันหมด น้ำมันก็จะถูกนำไปกรองด้วยเครื่องกรองแบบอัดหลายชั้นส่วนกาก เส้นใย กะลา และเมล็ดใน ซึ่งปนกันอยู่จะบรรจุกระสอบจำหน่ายเป็นอาหารสัตว์ต่อไป โรงงานประเภทนี้ก็มีกำลังผลิตประมาณ 10-30 ตัน ผลปาล์มร่วงต่อวันใช้เงินลงทุนต่ำ และสามารถบีบได้ทั้งผลปาล์มมะพร้าวและเมล็ดคางพารา ฯลฯ กระบวนการผลิตก็ง่ายไม่ซับซ้อน ดังแสดงในรูปที่ 1.5 แต่ข้อเสียของกระบวนการผลิตแบบนี้ก็มีหลายประการ กล่าวคือ น้ำมันจะไหม้ และฟอกสียาก เนื่องจากผลปาล์มถูกย่างด้วยความร้อนสูง น้ำมันจะสกปรกเพราะมีเขม่าควันมากจากการย่างผลปาล์ม และจะมีกรดไขมันอิสระสูงกว่า ประการสุดท้ายน้ำมันปาล์มกับน้ำมันเมล็ดในที่ผสมกันอยู่จะมีปัญหามากเมื่อนำไปกลั่นบริสุทธิ์จึงจำหน่ายได้ราคาต่ำกว่าน้ำมันที่ผลิตได้จากโรงงานสองประเภทแรกโดยเท่าที่ทราบโรงกลั่นจะนำไปทำสบู่หรือไม่ก็นำไปแยกกรดฟอสฟอริกและกับริจุบีบขายเป็นน้ำมันหมูเทียม



รูปที่ 1.5 กระบวนการหีบน้ำมันผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

โครงสร้าง และส่วนประกอบของเครื่อง

เครื่องแยกเมล็ดจากทะลายปาล์ม ได้ออกแบบให้สามารถใส่ทะลายปาล์มได้ 4 ทะลายต่อการแยก 1 ครั้ง ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1 นาทีทำให้ได้น้ำหนักผลปาล์มที่แยกแล้วประมาณ 60 กก/นาที หรือ 360กก/ ชม. และสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง เครื่องที่ออกแบบมีส่วนประกอบหลักๆคือ โครงสร้าง,ถังแยก, เคียงแยก เพลาชับ, แบร้ง และเครื่องยนต์ต้นกำลัง

2.1 โครงสร้าง

ในการออกแบบส่วนโครงสร้างจะทำการคำนวณหาขนาดเหล็กที่ใช้ทำโครงโดยอาศัยน้ำหนักปาล์ม ปาล์ม 4 ทะลาย จะมีน้ำหนักรวมสูงสุดไม่เกิน 200 กิโลกรัมหรือ 1962 นิวตัน น้ำหนักของถังซึ่งใช้เหล็ก เหนียวความหนา 4.5 มม. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1200 มิลลิเมตร และสูง 1100 มิลลิเมตร ซึ่งจากการคำนวณ จะได้น้ำหนักถังออกมา 146.48 กิโลกรัม หรือ 1437.1 นิวตัน น้ำหนักของชุดจานหมุนใช้เหล็กชนิดเดียวกับถัง ซึ่งมีความหนา 4.5 มิลลิเมตร เท่ากัน โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของจานหมุน 1100 มิลลิเมตรซึ่งจากการ คำนวณชุดจานหมุนจะมีน้ำหนัก 33.57 กิโลกรัม หรือ 329.33 นิวตัน น้ำหนักเพลาลูกเลือกใช้เพลานาคนเส้น ผ่านศูนย์กลางขนาด 60 มม.ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตรมีมวล เท่ากับ 22.2 กิโลกรัมต่อเมตร หรือ 304.89 นิวตัน

เมื่อรวมแรงเนื่องจากน้ำหนักทั้งหมดที่เหล็กโครงจะต้องรับ คือ 4033.32 นิวตัน เกลียวแรงกระทำต่อ คาน 4 ตัว แต่ละตัวจะรับน้ำหนักเท่ากับ 1008.33 นิวตัน คานที่รับน้ำหนักถังมีความยาว 1200 มิลลิเมตร จำนวน 2 ตัว และยาว 1110 มิลลิเมตรจากตารางโลหะเลือกเหล็กที่ใช้คาน Ust 37-2 ขนาด L70X7 โดยมีข้อมูล ดังนี้ $\sigma_y = 235$ นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร $I = 42.4 \times 10^4 \text{ มม.}^4$, $e = 19.7 \text{ มม.}$, น้ำหนักต่อความยาว เท่ากับ 7.38 กิโลกรัมต่อเมตร เลือกใช้ค่าความปลอดภัยเท่ากับ 3

ที่คานยาว 2 เมตร โมเมนต์ที่เกิดขึ้นสูงสุดจะอยู่ตรงกลางคานมีค่าเท่ากับ 504.16 นิวตันเมตร

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

$$\sigma_c = \frac{F}{A} = 7.2 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_B = \frac{MC}{I} = 60.64 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_d > \sigma_c, \sigma_B$$

แสดงว่าเหล็กขนาด L 70x7 สามารถรับภาระที่กระทำได้

คานที่ยาว 1.2 เมตรก็ทำการคำนวณเช่นเดียวกัน โมเมนต์ที่เกิดขึ้นสูงสุดอยู่ตรงกึ่งกลางของคานมีค่าเท่ากับ 504.16 นิวตันเมตร

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

$$\sigma_c = 0.012 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_B = 60.64 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_d > \sigma_c, \sigma_B$$

แสดงว่าเหล็กขนาด L70x7 สามารถรับภาระที่กระทำได้

การคำนวณหาขนาดของเสาทั้ง 4 ต้น ของเหล็กทำโครงทดลองใช้เหล็กขนาด L70x7 คานโครงสร้างด้วยนั้นมีมวลต่อความยาวเท่ากับ 7.38 กิโลกรัมต่อเมตรและความยาวรวมของเหล็กคานทั้งหมดเท่ากับ 16.72 เมตร ดังนั้นมวลของเหล็กคานด้านบนมีค่าเท่ากับ 123.34 กิโลกรัม หรือ 1210.49 นิวตัน

ผลรวมของน้ำหนัก = น้ำหนักโครงเหล็ก + น้ำหนักปาล์ม + น้ำหนักฉั่ง + น้ำหนักกระทะ + น้ำหนักเพลา

$$= 1210.49 + 1962 + 1437.1 + 329.33 + 304.89$$

$$= 5243.81 \text{ นิวตัน}$$

น้ำหนักที่กระทำกับเสาเพียงต้นเดียวจึงเท่ากับ 1310.95 นิวตัน

เหล็ก L70x7 มีพื้นที่หน้าตัด $9.4 \times 10^2 \text{ mm}^2$,

$$e = 19.4 \text{ mm}, I = 42.4 \times 10^4 \text{ mm}^4, \sigma_y = 235 \text{ N/mm}^2$$

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

$$\text{เสารับแรงอัด } \sigma_c = \frac{1310.95}{9.4 \times 10^2} = 1.4 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{การโก่งของเสาเป็นแบบ CC, } L_e = \frac{L}{2} = \frac{2300}{2} = 1150 \text{ mm}$$

เมื่อ L เท่ากับ ความยาวของเสา

$$k = \left[\frac{I}{A} \right]^{1/2} = 21.23$$

$$\frac{L_e}{k} = 54.16$$

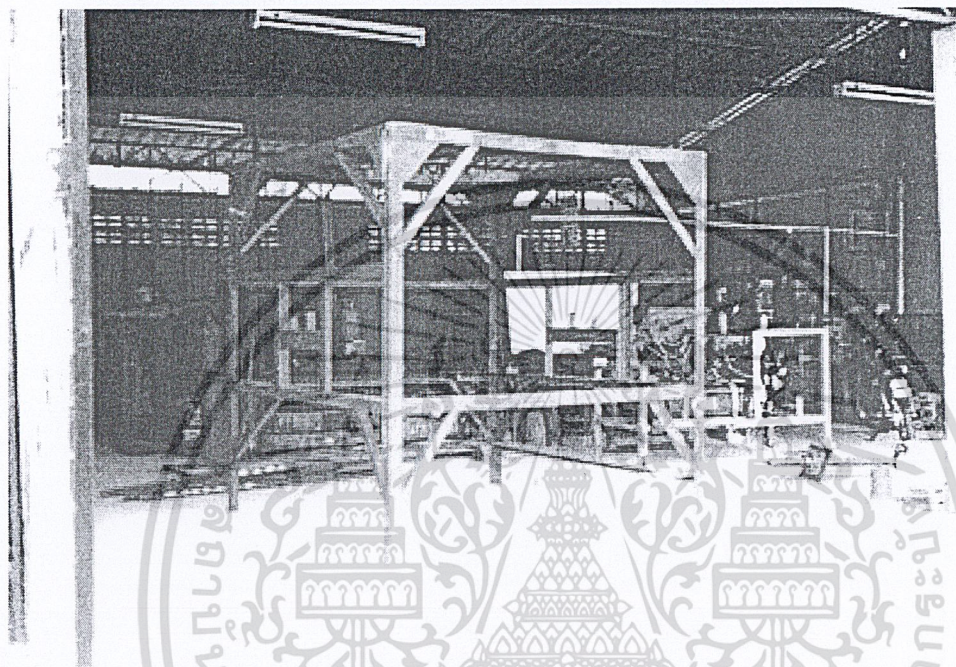
ค่า L_e/k น้อยกว่า 115 แสดงว่าเป็นเสาสั้น ดังนั้นจึงใช้สมการของจอร์จสัน

$$\alpha = \frac{1}{1 - \frac{\sigma_y (L_e/k)^2}{4\pi^2 E}} = 1.355$$

$$\text{จากสมการ } \sigma_c = \frac{\sigma_y}{N} = \alpha \frac{F}{A}$$

เลือกใช้ค่าความปลอดภัย (N) เท่ากับ 3.5

ดังนั้นได้ค่า $F_d = 46603.37\text{ N}$ ซึ่ง $F_d > F$ (ใช้งานจริง) แสดงว่าเหล็ก L70x7 ใช้ทำเป็นเสาได้ โดยไม่เกิดการโก่ง



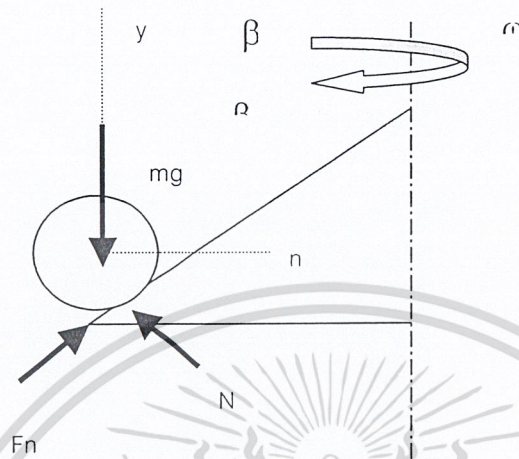
รูป 2.1. แสดงส่วนโครงของเครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะลายโดยใช้เหล็กขนาด L70x7

2.3 การออกแบบหาแรงบิดที่ใช้และขนาดของเดือยเหล็ก

กำหนดให้ มวลทะลายปาล์ม (m) มีค่าเท่ากับ 200 กิโลกรัม
 รัศมีของชุดปั่นหมุน (r) เท่ากับ 550 มิลลิเมตร
 มุมเอียงของกระทะ (β) เท่ากับ 25 องศา
 ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (μ) เท่ากับ 0.5

ทำการพิจารณา FBD ของวัตถุทางด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงแรงของทะลายปาล์มที่กระทำกับจานหมุนเหวี่ยงทะลายปาล์ม

$$\begin{aligned} \left[\sum F_y = 0 \right] & \quad \mu N \sin 25 + N \cos 25 - mg = 0 \\ \left[\sum F_n = ma_n \right] & \quad \mu N \cos 25 - N \sin 25 - mg = mr\omega^2 \end{aligned}$$

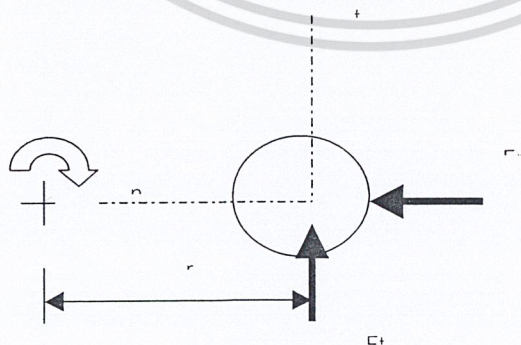
จากทั้งสองสมการดังกล่าวข้างต้นเราจะได้

$$N = \frac{mr\omega^2}{(\mu \cos 25 - \sin 25)}$$

ดังนั้นเราจึงสามารถหาค่าของความเร็วเชิงมุม (ω) ของชุดปั่นได้เป็น

$$\omega = \sqrt{\frac{g(\mu \cos 25 - \sin 25)}{r(\mu \sin 25 + \cos 25)}} = 0.69 \text{ rad/s}$$

และเมื่อทำการพิจารณาที่ FBD ด้านบนจะได้โดยที่กำหนดให้มวลของทะลายปาล์มหมุนไปกับชุดปั่น



รูปที่ 2.3 แสดงแรงในแนวสัมผัสและแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางของทะลายปาล์ม

$$\begin{aligned} \left[\sum F_t = ma_t \right] \quad F_t &= mr\alpha \\ \left[\sum F_n = ma_n \right] \quad F_n &= mr\omega^2 \end{aligned}$$

$$\text{เมื่อ } F_{\max} = \mu N = \frac{\mu mr^2}{(\mu \cos 25^\circ - \sin 25^\circ)}$$

$$\text{และ } F = \sqrt{F_t^2 + F_n^2}$$

$$\text{จึงได้ว่า} \quad mr\sqrt{\alpha^2 + \omega^4} = \frac{\mu mr\omega^2}{(\mu \cos 25^\circ - \sin 25^\circ)}$$

ดังนั้นเราจะได้อาคความเร่งเชิงมุม(α)เป็น

$$\alpha = \sqrt{\left[\frac{(\mu \omega^2)}{(\mu \cos 25^\circ - \sin 25^\circ)} \right]^2 - \omega^4} = 7.781 \text{ rad/s}^2$$

ดังนั้นสามารถหาแรงบิดได้เป็น

$$F_t = mr\alpha = 855.91 \text{ N}$$

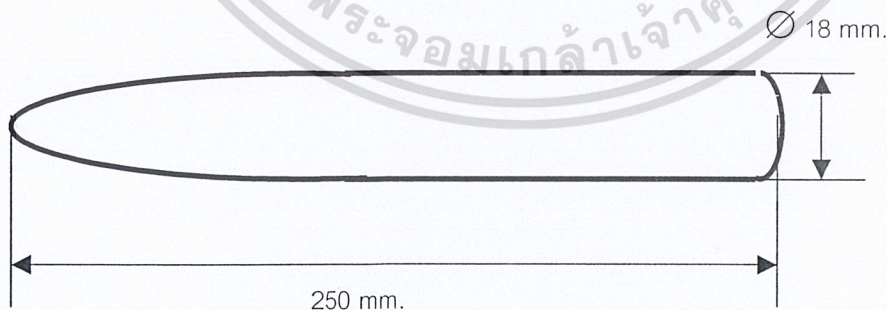
$$T = F_x r = 470.75 \text{ N.m}$$

ทำการเลือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเดือยเหล็กขนาด 18 มิลลิเมตร ใช้เหล็กหัวแดงที่มีขายตามท้องตลาดเป็นเหล็ก AISI ที่มีค่า $\sigma_y = 470 - 720 \text{ N/mm}^2$ เลือกใช้ค่าความปลอดภัยเท่ากับ 3

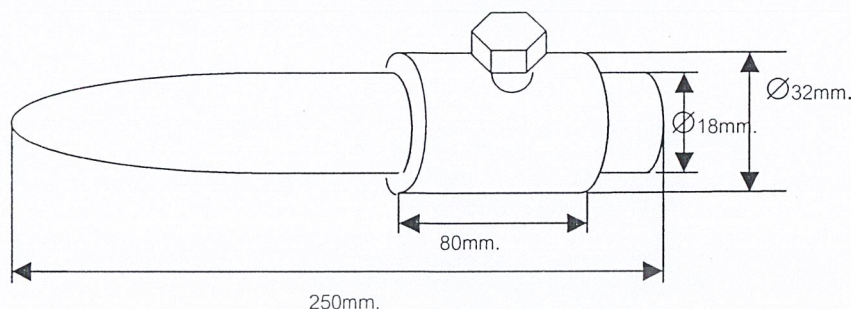
$$\tau_d = \frac{\tau_y}{3} = \text{N/mm}^2$$

$$\tau \text{ ที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับ } \frac{F}{A} = \frac{1008.33}{\frac{\pi}{4}(0.018^2)} = 3962.48 \text{ kN/m}^2$$

$\tau_d > \tau$ ที่เกิดขึ้นแสดงว่าเมื่อเลือกเดือยเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 มิลลิเมตร สามารถนำไปใช้งานได้



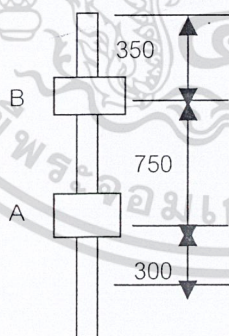
รูปที่ 2.4 ขนาดของเดือยเหล็ก



รูปที่ 2.5 ขนาดเดือยเหล็ก และปลอกกรวมทั้งนัตขนาด M10

2.4 การออกแบบเพลลา

เลือกใช้เพลลาขนาด 60 มิลลิเมตร แรงบิดที่เกิดขึ้นกับเพลามีค่าเท่ากับ 470.75 นิวตันเมตร แรงบิดของเครื่องยนต์ที่จะต้องเอาชนะแรงบิดของทะเลาะปาล์มต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 470.75 นิวตันเมตร แรงที่เครื่องยนต์กระทำกับเพลามีค่าเท่ากับ 1569.16 นิวตัน แรงที่ทะเลาะปาล์มกระทำกับเพลามีค่าเท่ากับ 855.91 นิวตัน เมื่อทำการสมดุลย์แรงที่เกิดขึ้นที่แบร้งค์ตำแหน่งที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 2596.24 นิวตัน และ 1882.99 นิวตันตามลำดับ โมเมนต์ที่เกิดขึ้นสูงสุดจะเกิดขึ้นกับแบร้งค์ตัวที่ 1 มีค่าเท่ากับ 470.75 นิวตันเมตร เพลามีร่องลิ้น τ_d จะเท่ากับ 41 N/mm^2 เพลาหมุนรับแรงกระตุ้นจากตาราง ข.1 จะได้ ค่าตัวประกอบความล้า C_m และ C_t เท่ากับ 1.5 และ 1.0 ตามลำดับ



รูปที่ 2.6 แสดงแบร้งค์ที่ยึดติดกับเพลลา

$$\text{จากสมการ } d^3 = \frac{16}{\pi \tau} [(C_t T)^2 + (C_m M)^2]^{1/2}$$

เมื่อ T คือแรงบิดของทะเลาะปาล์ม

M คือ โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับเพล

$$d = 0.04724m \text{ หรือ } 47.24mm$$

เพลขนาด 47.24 มิลลิเมตร สามารถที่จะรับภาระดังกล่าวได้ ดังนั้น เพลที่ทำการเลือกไว้ที่ 60 มิลลิเมตรจึงสามารถที่จะรับภาระที่กระทำได้เช่นกัน

2.5 การออกแบบแบริ่ง

จากรูปภาพ แบริ่งที่จุด A รับแรงมากกว่าแบริ่งที่ตำแหน่ง B ดังนั้นจึงเลือกทำการพิจารณาที่ตำแหน่ง A เท่านั้น

$$F_a = \text{น้ำหนักกระทะ} + \text{น้ำหนัก ปาล์ม} + \text{น้ำหนักเพล}$$

$$= 2596.22 \text{ นิวตัน}$$

$$F_r = 2596.24 \text{ นิวตัน}$$

เลือก แบริ่งแบบ Spherical roller bearing ขนาดครุสุม 60 มิลลิเมตร ที่ ความเร็วรอบ 80 รอบต่อนาที อายุการใช้งานมากกว่า 9000 ชั่วโมง อัตราการอยู่รอด 95 เปอร์เซนต์

$$\frac{L_{10}}{L_6} = \left[\frac{\ln R_{10}}{\ln R_6} \right]^{1/1.17}$$

$$L_{10} = 9000 \left[\frac{\ln 0.9}{\ln 0.95} \right]^{1/1.17} = 16643.5hr$$

$$\text{หรือ } L_{10} = 79.88mr$$

หรือ

จากตาราง ข.3 เลือกขนาดครุสุม 60 มิลลิเมตร ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 110 มิลลิเมตร และจากตาราง ข.7 จะได้ค่า $e = 0.38$

เมื่อ

$$\frac{F_a}{VF_r} = \frac{2596.22}{1 \times 2596.24} = 0.999$$

จะได้ว่า

$$\frac{F_a}{VF_r} > e$$

ดังนั้น

$$x = 0.4, Y = 1.6$$

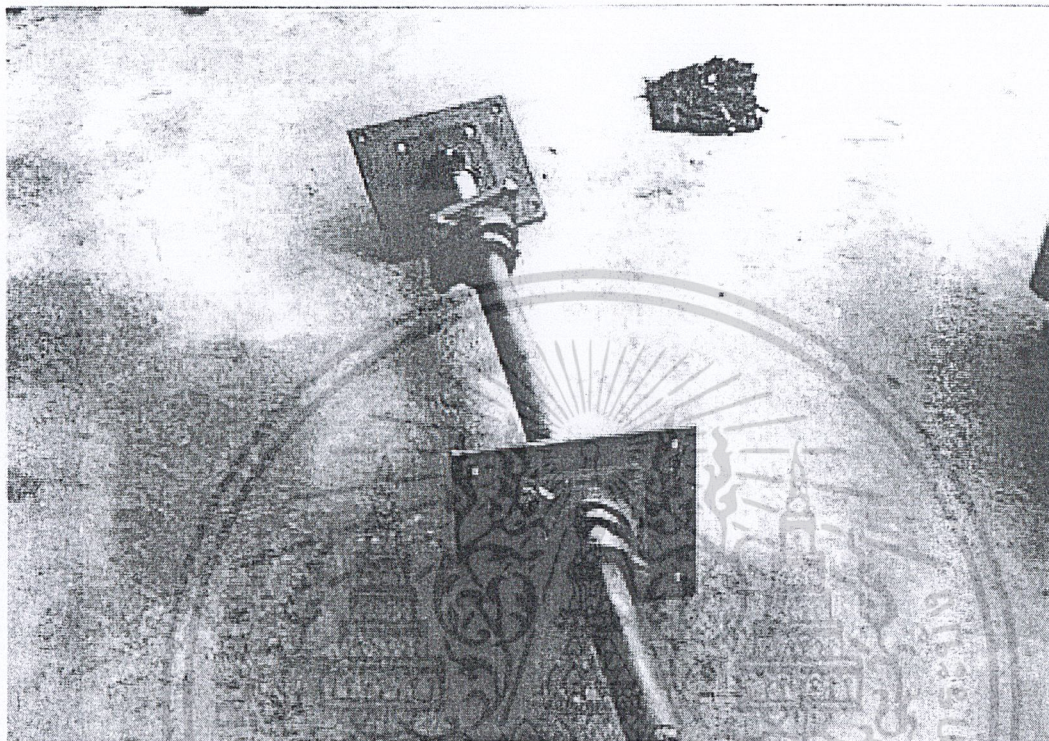
และจากตาราง ข.7 จะได้ค่า $C_0 = 69$ กิโลนิวตัน และ $C = 73$ กิโลนิวตัน

จากสมการ

$$P = XVF_r + YF_a = 5.192kN$$

$$L_{10} = \left[\frac{C}{P} \right]^{3.33} = 8218.64mr$$

เพราะฉะนั้น $L_{10} = 8218.64mr$ ซึ่งเป็นค่าที่เลือกใช้มีค่ามากกว่า $L_{10} = 79.88mr$ ที่ต้องการ ดังนั้นจึงสามารถใช้แบร้งตามที่เลือกไว้ได้



รูปที่ 2.7 แสดงเพลาส่งกำลังไปยังชุดจานหมุนเหวี่ยงทะเลายปาล์มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตร และแบร้งขนาดรูสวนม 60 มิลลิเมตรพร้อมหน้าแปลน

2.6 การออกแบบถังแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะเลาย

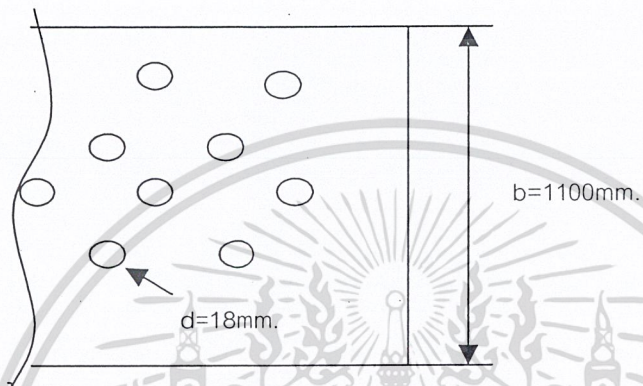
ได้ทำการออกแบบถังให้มีขนาดที่ใส่ทะเลายปาล์มได้ 4 ทะลาย ซึ่งถังมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1200 มม. และความสูง 1100 มม. ถังรับแรงเฉือนจากเคือยเหล็กด้วยแรง (F_d) 392.29 นิวตัน สมมุติให้คลั่งถังออกเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม

มีรูเจาะสี่แถว แต่ละแถวห่างกัน 120 มม. และรูเจาะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 มม. ใช้เหล็กแผ่นผิวเรียบ Ust 37-2 มีความเค้นแรงดึงที่จุดคราก 235 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร คัดที่แรงดึง ๆ ถังขาดตรงแถวแนวรูเจาะ

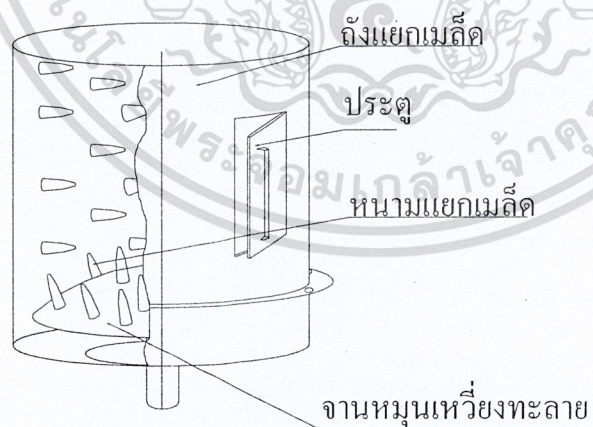
$$F_d = \frac{\sigma}{3}(b - 2d)t$$

$$F_d = 375.06kN$$

$F_d > F_a$ ดังนั้นจึงใช้ขนาดความหนาถึง 4.5 มิลลิเมตร



รูป 2.8 แสดงถึงที่ถูกกลึงและขนาด



รูป 2.9 ถังแยกเมล็ดปาล์มและชุดจานหมุนเหวี่ยงทะเลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การออกแบบชุดรางกวาด

ออกแบบให้รองรับเมล็ดปาล์มที่ผ่านการแยกแล้วให้ออกมาตามช่องทาง ลักษณะของชุดรางกวาดจะมีรูปร่างเป็นช่องรูปวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 1210 มม. เส้นผ่าศูนย์กลางวงใน 900 มม. ความหนาของเหล็ก 4.5 มม. ภายในรางจะมีใบกวาดและก้านใบกวาดเป็นตัวกวาดเมล็ดปาล์มลงสู่ช่องทางออก ใบกวาดจะยึดติดอยู่กับเพลลาที่ส่งกำลังให้ชุดจานหมุนเหวี่ยงทะลายปาล์มออก



รูปที่ 2.10 ชุดรางกวาดเมล็ดปาล์ม

2.8 ชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะลาย

1. เครื่องยนต์ดีเซลรุ่น LD20 ขนาด 2000 cc
2. เพลาส่งกำลังจากเครื่องไปยังเพื่อง่ายใช้เพลากลางรถกระบะยาว 800 มิลลิเมตร
3. เพื่อง่ายรถยนต์
4. เพลาส่งกำลังจากเพื่อง่ายไปยังชุดจานหมุน โดยใช้เพลาดันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 60

มิลลิเมตร

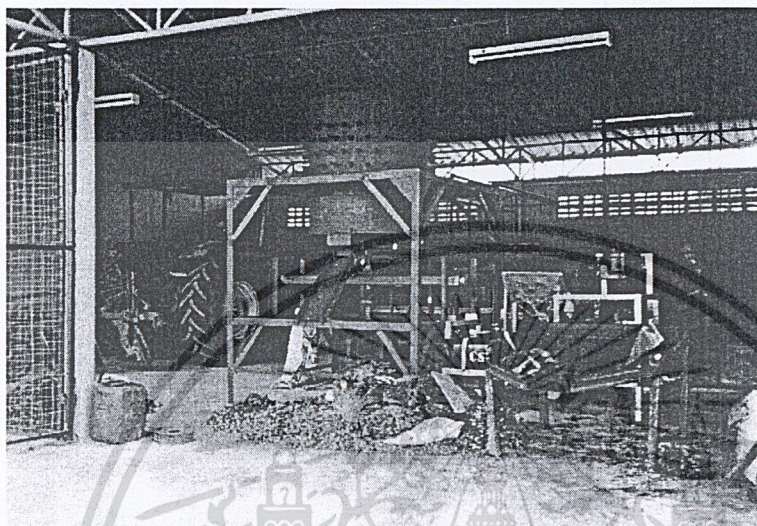
5. ชุดจานหมุนเหวี่ยงทะลายปาล์มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1100 มิลลิเมตร
6. ถังแยกเมล็ดปาล์มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1200 มิลลิเมตร สูง 1100 มิลลิเมตร หนา 4.5 มม.
7. เดือยเหล็กจำนวน 132 ตัว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18 มิลลิเมตร ยาว 250 มิลลิเมตร
8. ปลอกเดือยเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 18 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 32

มิลลิเมตร ยาว 70 มิลลิเมตร

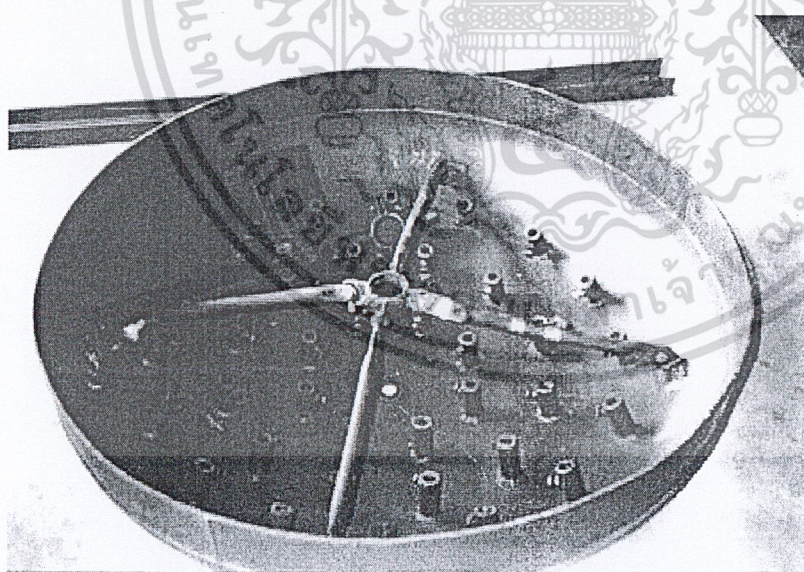
9. บอลเบริงขนาดครุสุม 60 มิลลิเมตร จำนวน 2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ชุดโครงสูง 2300 มิลลิเมตร ขนาด 2000X2000 มิลลิเมตร
11. บันไดทางขึ้น
12. ชุดกวาดเมล็ดปาล์ม และราง

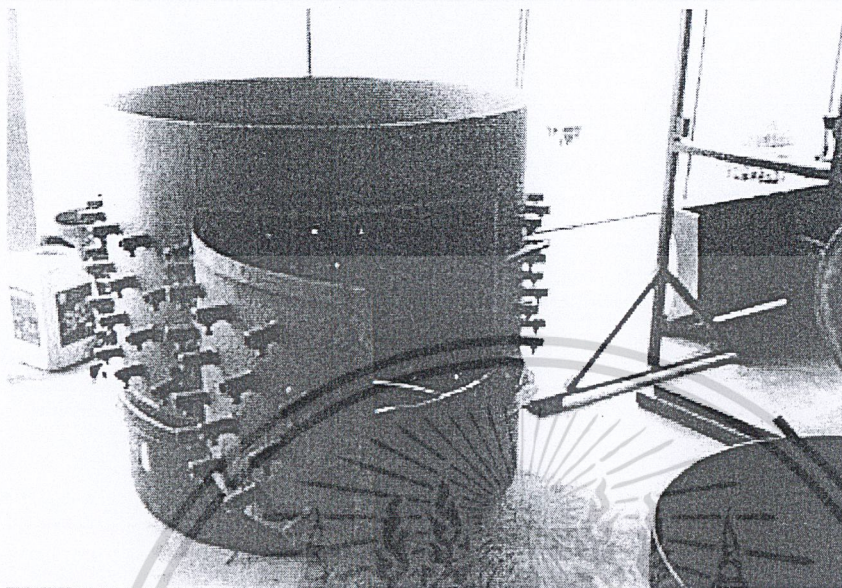


รูปที่ 2.11 แสดงภาพส่วนประกอบโดยรวมของเครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะลาย

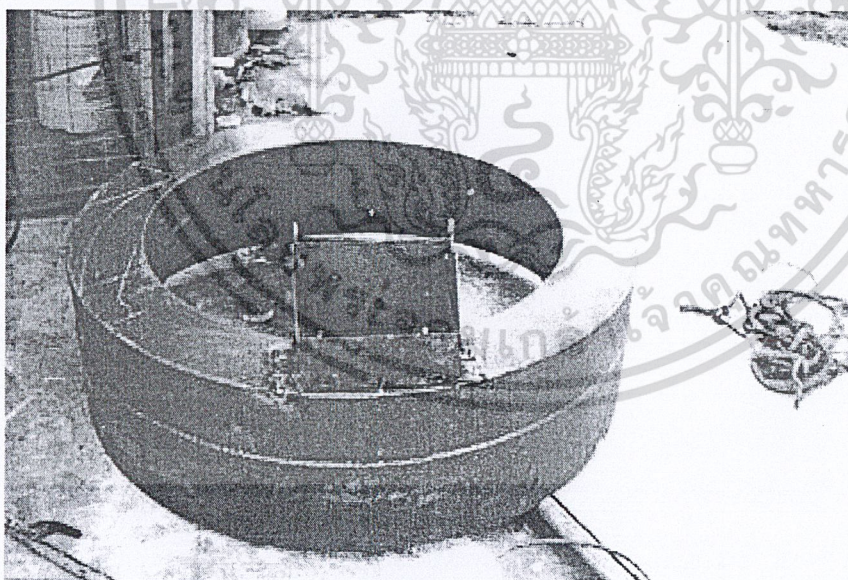


รูปที่ 2.12 แสดงส่วนของจานชุดจานหมุนเหวี่ยงทะลายปาล์มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1100 มม.
ความสูง 300 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

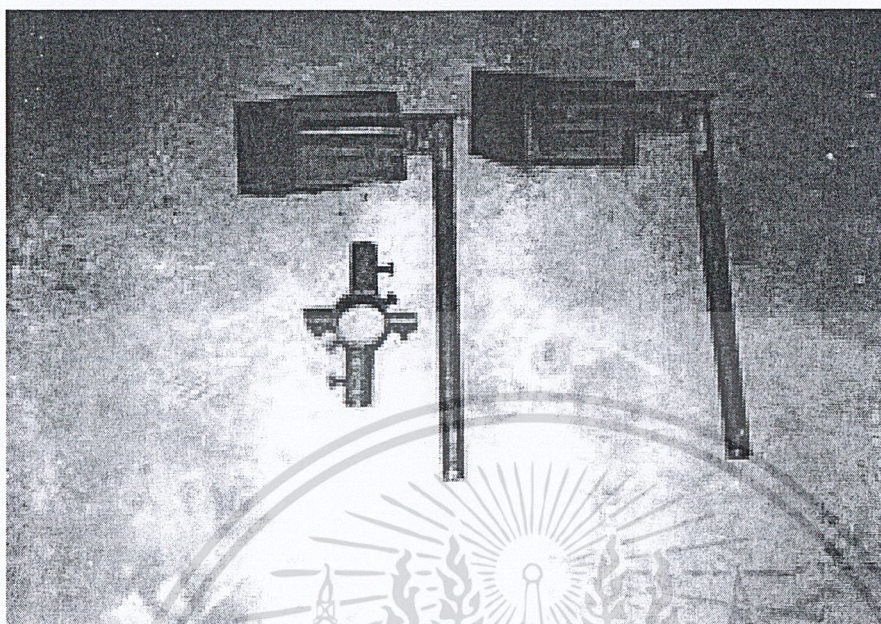


รูปที่ 2.13 ถังแยกเมล็ดออกจากทะลายปาล์ม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1200 มม ความสูง 1100 มม.

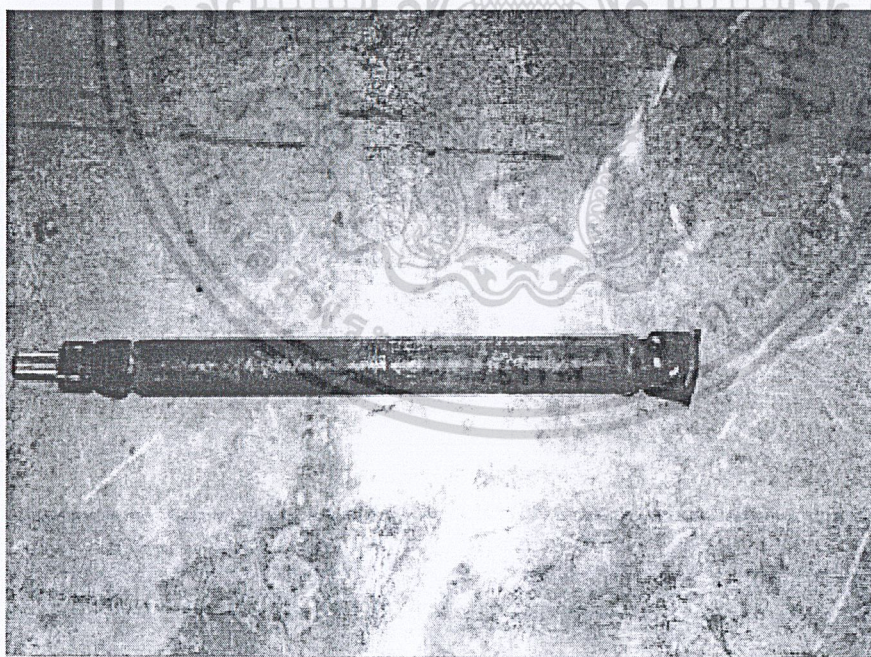


รูปที่ 2.14 แสดงรางกวาดเมล็ดปาล์มและช่องทางออกของเมล็ดปาล์มเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกและภายใน 1210 มม. ,900 มม. ความสูง 300 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

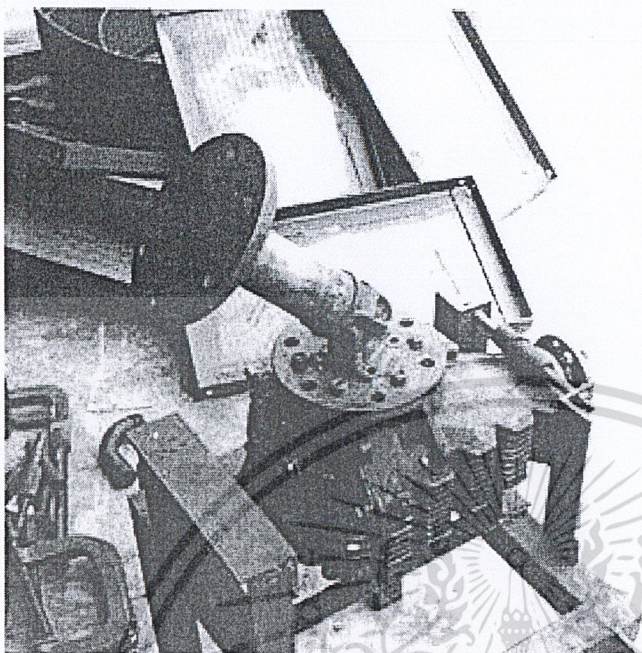


รูปที่ 2.15 แสดงชุดใบกวาด

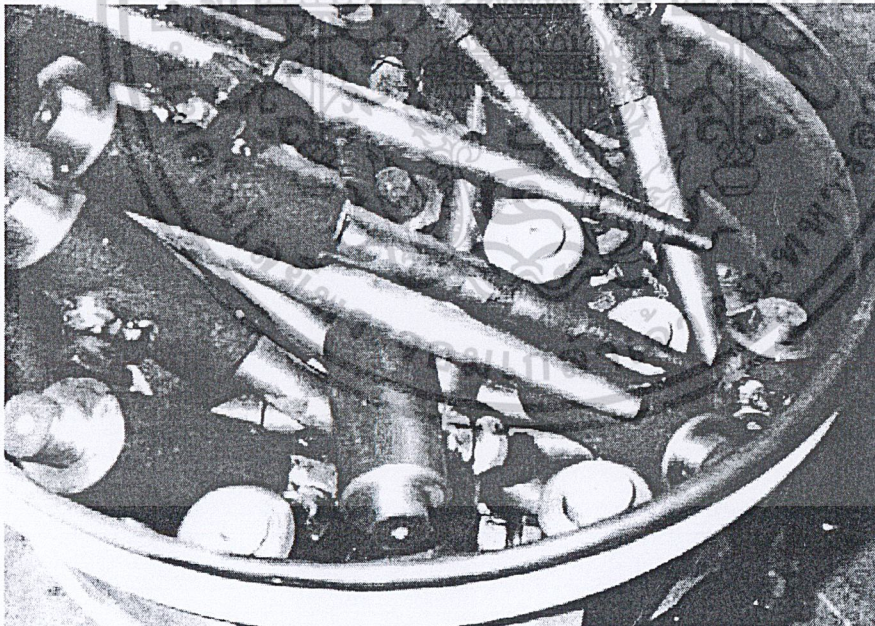


รูปที่ 2.16 แสดงเพลที่ใช้ต่อกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังเฟืองท้ายขนาด 700 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

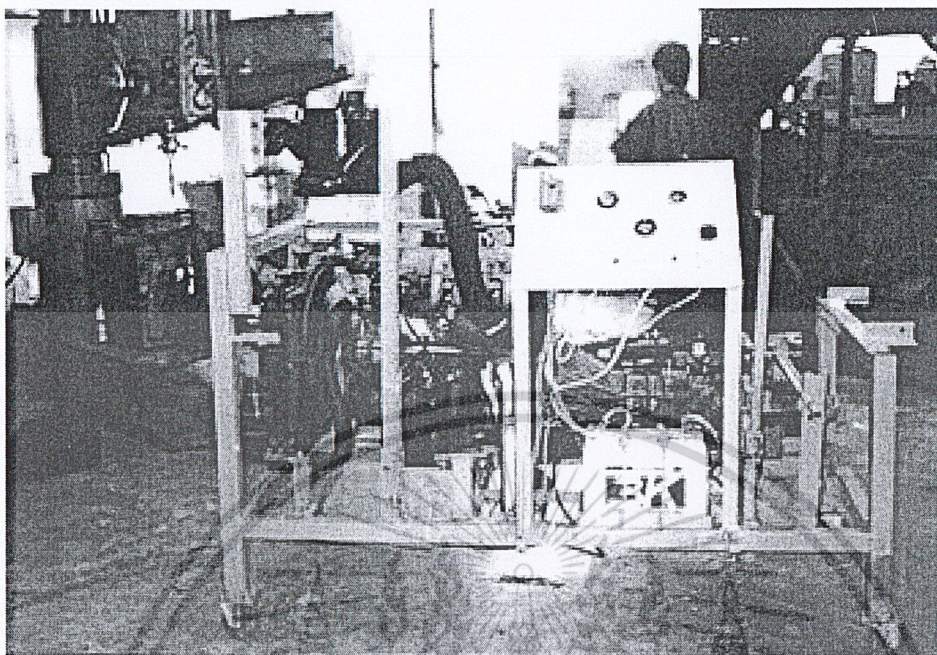


รูปที่ 2.17 แสดงชุดเฟืองท้ายที่ใช้รับส่งกำลัง



รูปที่ 2.18 เดือยเหล็ก และปลอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

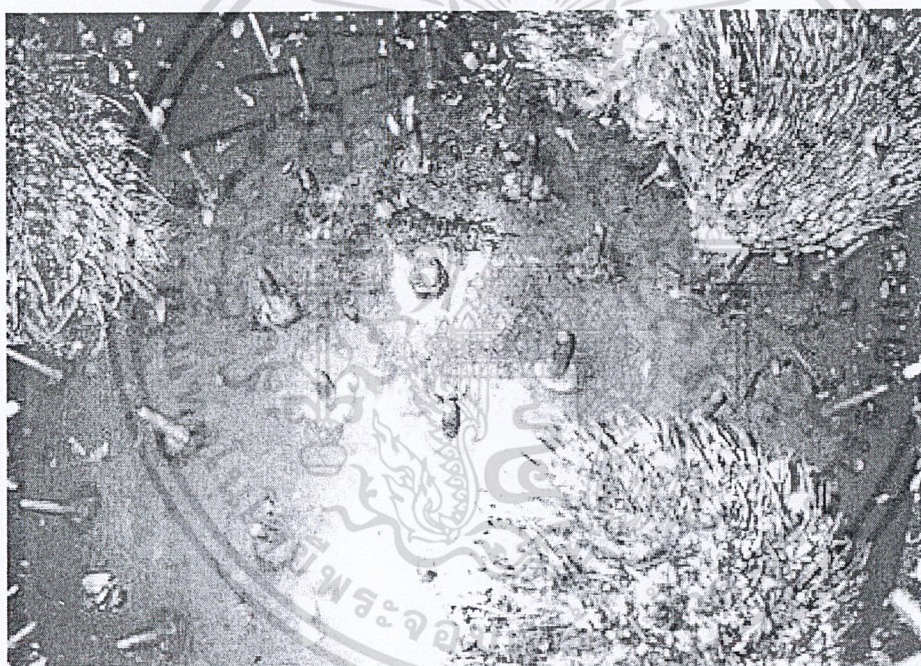


รูปที่ 2.19 แสดงเครื่องยนต์ NISSUN LD20. ที่ใช้เป็นเครื่องต้นกำลัง

บทที่ 3

การทดสอบการใช้งาน

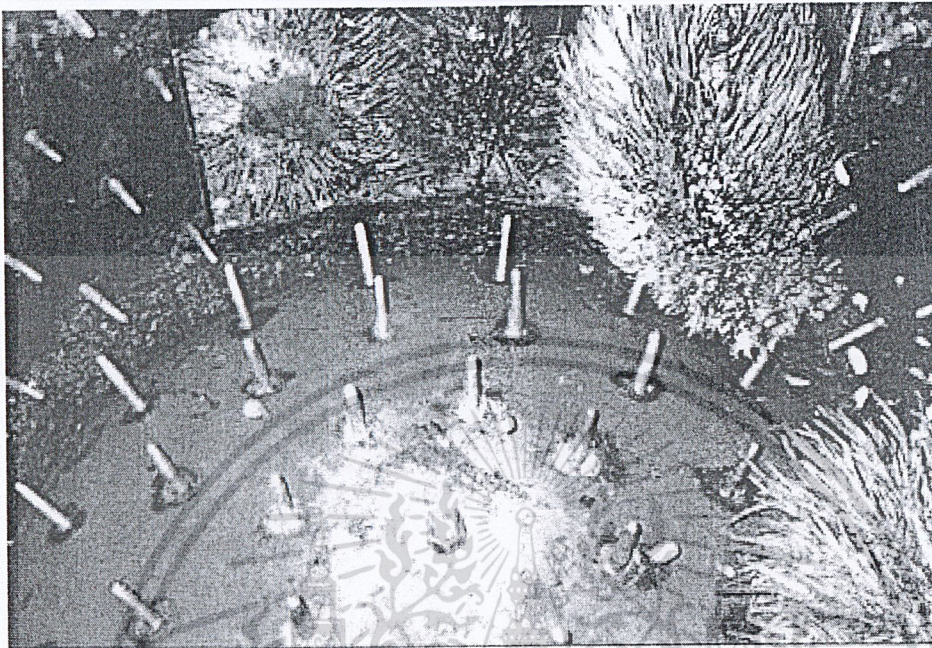
3.1 วิธีการทดสอบการใช้เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลาย การทดสอบการใช้งานของเครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะลาย เริ่มจาก สตาร์ทเครื่องยนต์ และเข้าเกียร์ให้เครื่องยนต์จะหมุนส่งกำลังไปยังเพลากลาง ๆ จะส่งกำลังไปยังเฟืองท้าย ๆ จะส่งกำลังไปยังเพลายึดติดกับชุดจานหมุน ทำให้ชุดจานหมุน ๆ แล้วนำทะลายปาล์มที่ผ่านการซังน้ำหนักแล้วจำนวน 4 ทะลายใส่ลงไปในถังทางด้านบน ชุดจานหมุนจะเหวี่ยงให้ทะลายปาล์มกลิ้งไปกลิ้งมาอยู่บนจานหมุนและกระทบกับผนังของถังซึ่งที่จานหมุนและผนังของถังจะมีเดือยเหล็กติดอยู่ทะลายปาล์มจะกลิ้งไปครูดกับเดือยเหล็กทำให้เมล็ดปาล์มหลุดออกจากทะลาย



รูปที่ 3.1 แสดงทะลายขณะกำลังทำการแยกเมล็ดออกมา

ร่วงผ่านลงในช่องระหว่างถังกับชุดจานหมุนเข้าไปยังรางกวาดปาล์ม โดยจะมีชุดใบกวาดเป็นตัวกวาดเมล็ดปาล์มออกมายังช่องทางออก ชุดใบกวาดนี้จะถูกยึดติดกับเพลายึดที่ส่งกำลังให้กับชุดจานหมุนเหวี่ยงทะลายปาล์ม เมื่อเมล็ดปาล์มหลุดออกจากทะลายปาล์มหมดแล้วโดยใช้เวลาในการหมุนเหวี่ยงอยู่ประมาณ 30 วินาที จะทำการเปิดประตูช่องทางออกของถังปาล์ม ชังปาล์มจะถูกเหวี่ยงออกมาจากถัง เมื่อชังปาล์มถูกเหวี่ยงออกมาจากถังหมดแล้วจึงปิดประตูช่องทางออก จากนั้นก็ใส่ทะลายปาล์มชุดใหม่ลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

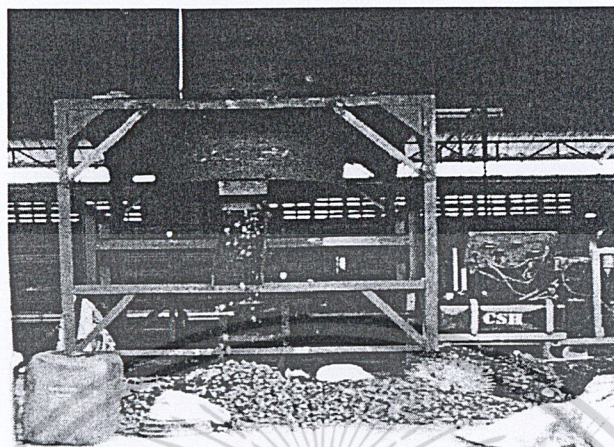


รูปที่ 3.2 แสดงทะเลาะที่เหลือแต่ช่วงขณะกำลังถูกเหวี่ยงออกที่ประตูทางออกซังปาล์ม



รูปที่ 3.3 แสดงซังปาล์มที่เหลือจากการแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงเมล็ดปาล์มที่ถูกแยกแล้วออกมาทางช่องทางออกเมล็ดปาล์ม



รูปที่ 3.5 แสดงเมล็ดปาล์มที่แยกออกมาและมีกากผสมออกมาด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

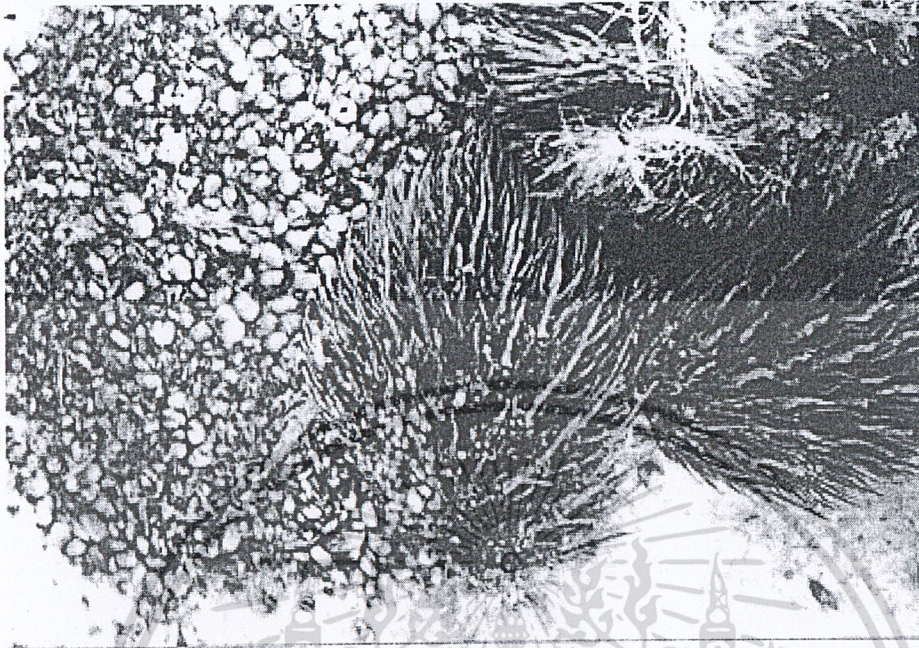
3.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองความเร็วรอบที่เหมาะสมในการทำการแยกเมล็ดปาล์มที่ม้เกิดความซ้ำของเมล็ดปาล์มมากที่สุดคือความเร็วรอบที่อยู่ระหว่าง 85-105 รอบต่อนาที ซึ่งความเร็วรอบนี้วัดจากความเร็วรอบของเพลลาที่รับกำลังจากเฟืองท้ายส่งไปยังกะทะ ความเร็วรอบที่ 110 รอบต่อนาที ขึ้นไปจะเกิดความซ้ำของเมล็ดปาล์มมากขึ้น

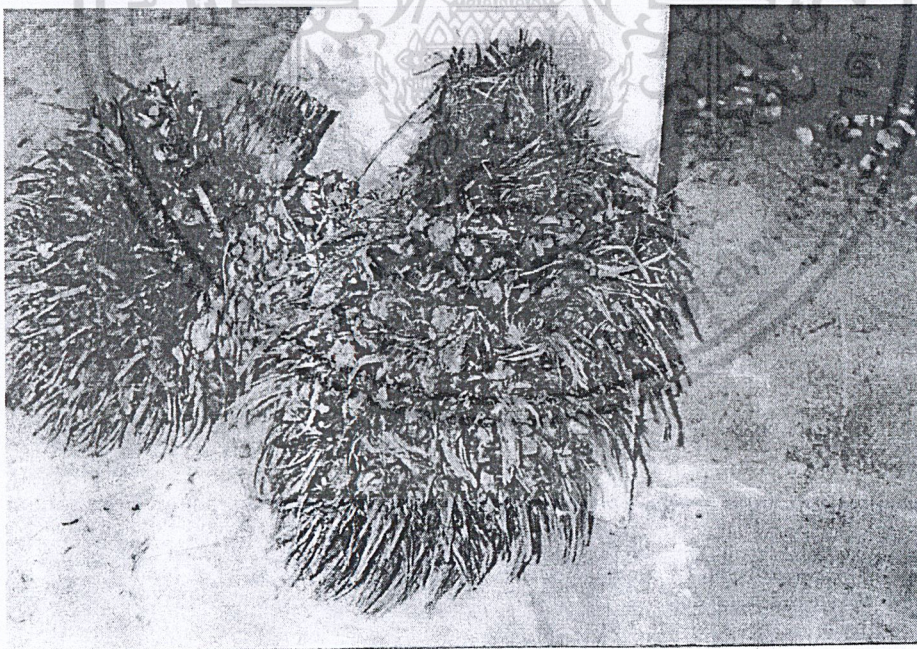


รูปที่ 3.6 แสดงเมล็ดที่ถูกแยกออกมาในการทดลองที่ความเร็วรอบต่าง ๆ

ในความเร็วรอบระหว่าง 85-105 รอบต่อนาที ความเร็วรอบที่ทำให้ผลผลิตมากที่สุดเบะเมล็ดปาล์มเกิดความซ้ำน้อยที่สุดคือความเร็วรอบที่ 85 รอบต่อนาที ความยาวของเดือยเหล็กที่เหมาะสมคือ 50 มิลลิเมตร และ จำนวนเดือยเหล็กที่เหมาะสมคือ 96 ตัว เวลาที่ใช้ในการแยกเมล็ดปาล์มจำนวน 4 ทะลายที่ความเร็วรอบ 85 รอบต่อนาที ความยาวเดือยเหล็ก 50 มิลลิเมตร จำนวนเดือยเหล็ก 96 ตัว คือ 12.6 วินาที กำลังการผลิต 14-16 ตันต่อ 8 ชั่วโมง



รูปที่ 3.7 แสดงเมล็ดปาล์มที่ถูกแยกออกมาและซัง

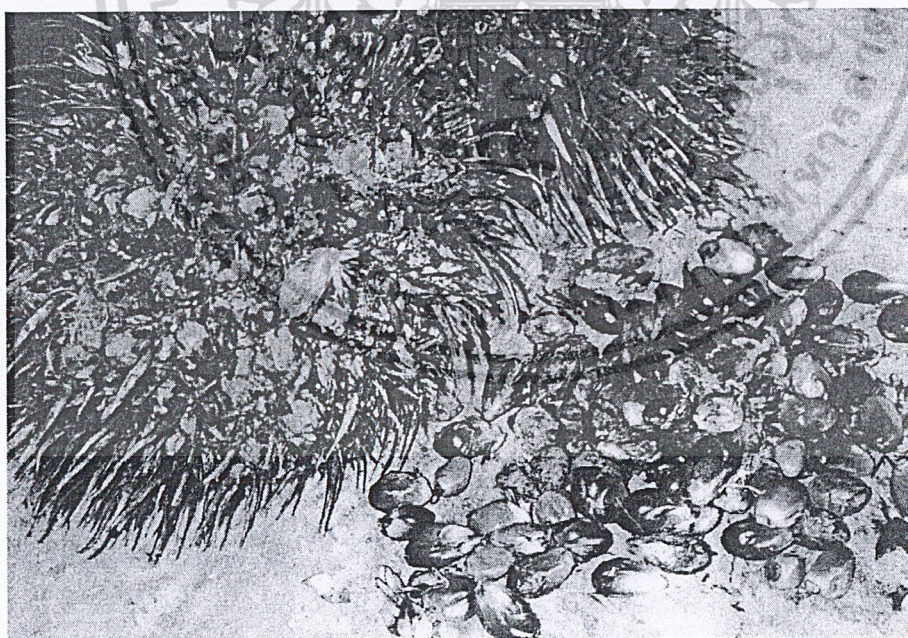


รูปที่ 3.8 แสดงปาล์มที่ทำการแยกที่ความเร็วรอบ 150 rpm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

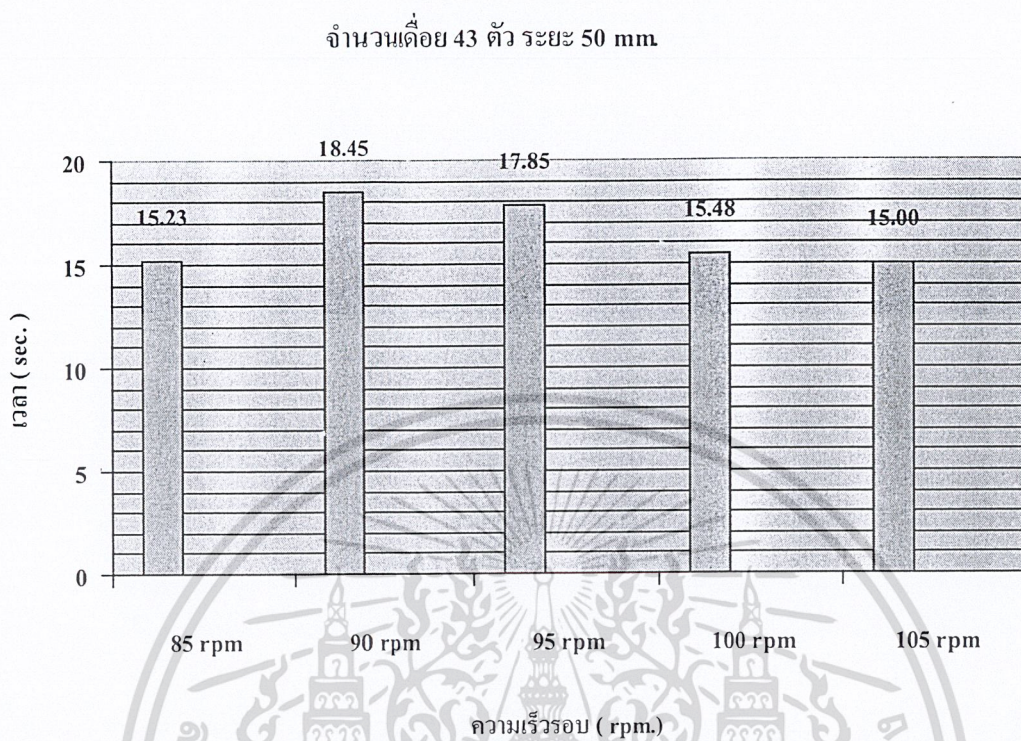


รูปที่ 3.9 แสดงเมล็ดปาล์มเมื่อเอากากออกแล้ว



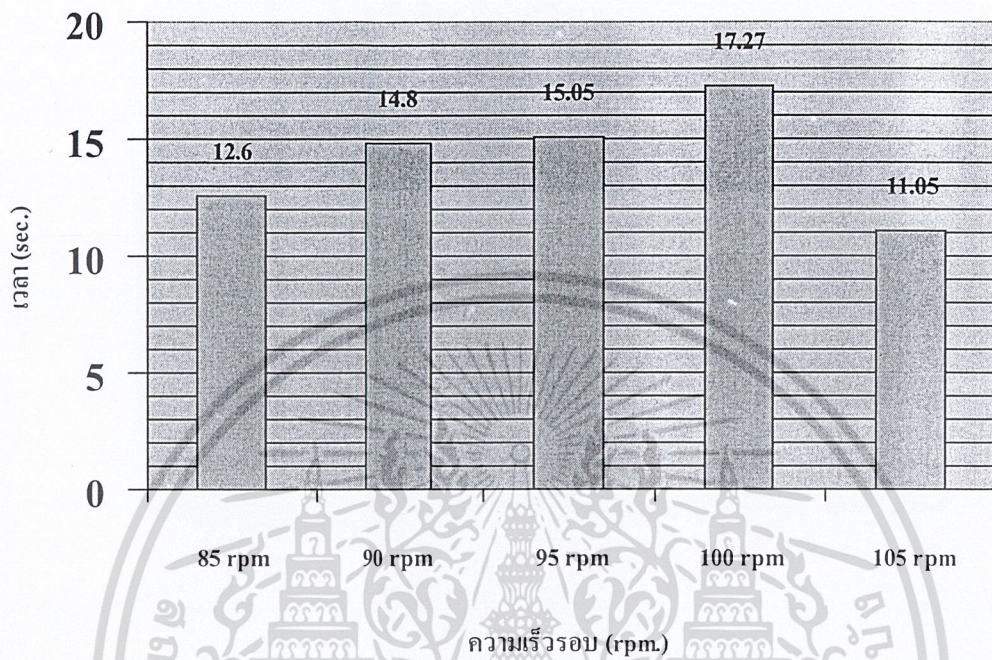
รูปที่ 3.10 แสดงปาล์มที่ยังบ่มไม่ได้ที่ (2-3 วัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



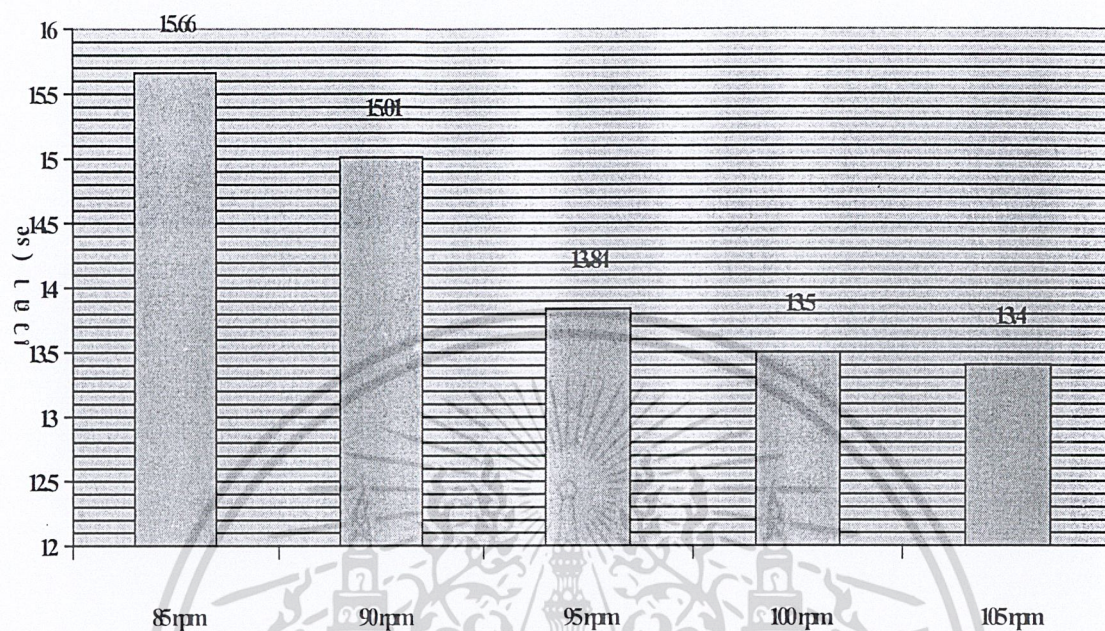
รูปที่ 3.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับเวลาที่จำนวนเดือย 43 ตัว ระยะของเดือย 50 มม.

จำนวนเต็ย 96 ตัว ระยะ 50 mm



รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับเวลาที่จำนวนเต็ย 96 ตัวระยะของเต็ย 50 มม.

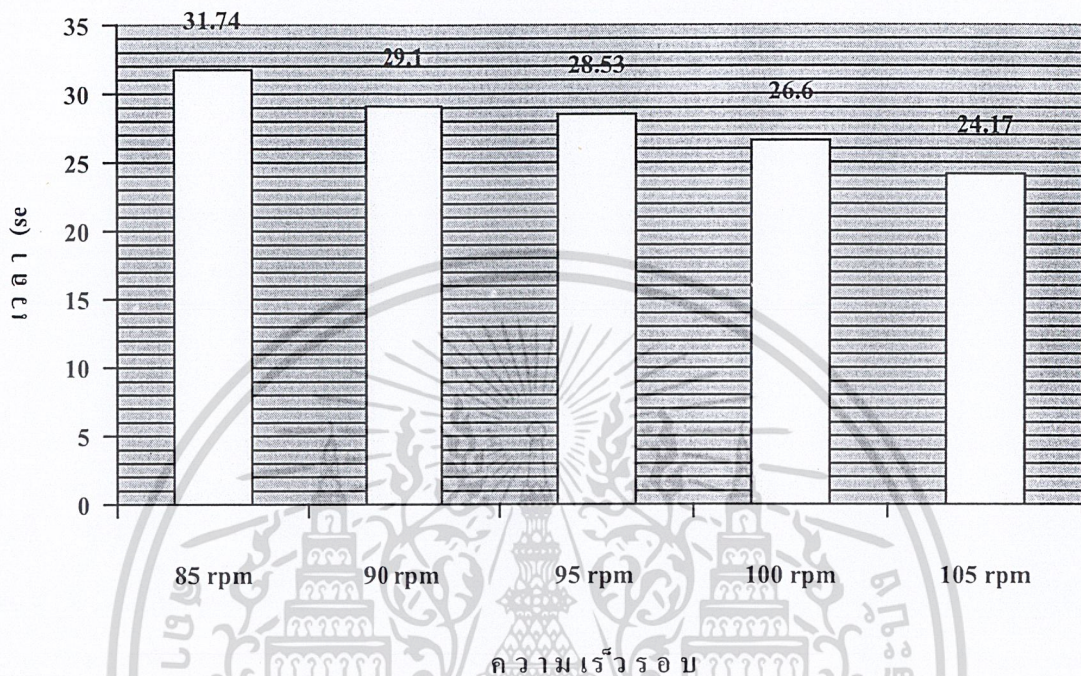
จำนวนเต็ย 96 ตัว ระยะของเต็ย 30 มม.



รูปที่ 3.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับเวลาที่จำนวนเต็ย 96 ตัว ระยะของเต็ย 30 มม.

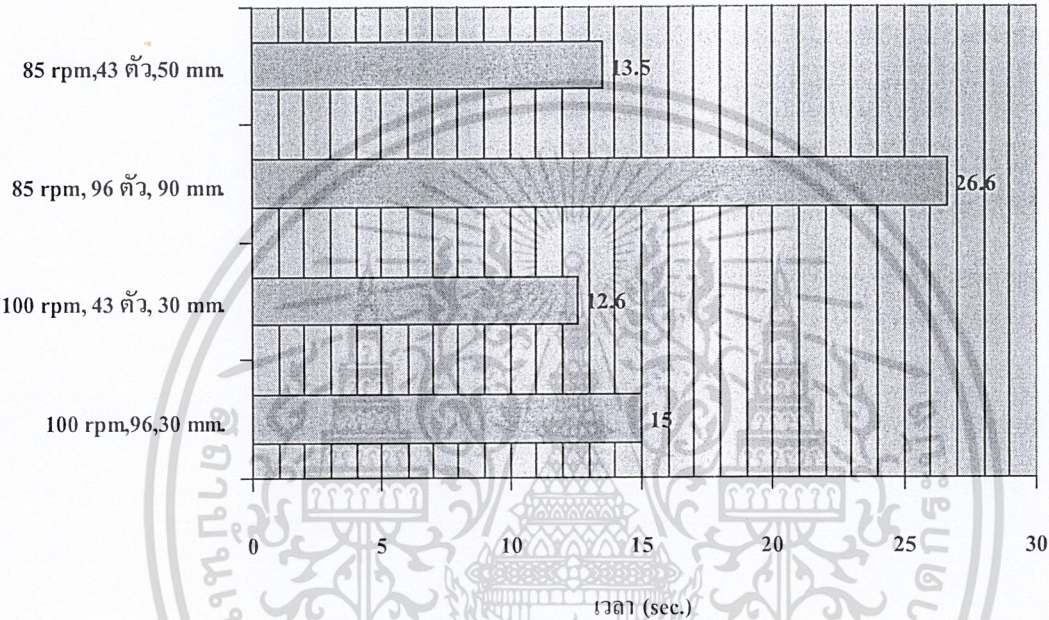
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนเคียว 43 ตัวระยะของเคียว 30 มม.



รูปที่ 3.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับเวลาที่จำนวนเคียว 43 ตัวระยะของเคียว 30 มม.

กราฟแสดงตำแหน่งที่เหมาะสม



รูปที่ 3.15 แสดงการเปรียบเทียบหาตำแหน่งที่เหมาะสมของความเร็วรอบจำนวนน้อย และระยะความยาวน้อย

บทที่ 4

บทวิจารณ์ และสรุป

4.1 บทวิจารณ์

1. เมล็ดปาล์มที่หลุดออกมาจะมีกากและเศษของซังปาล์มติดออกมาด้วยกับเมล็ดปาล์มทำให้ไม่ได้เมล็ดปาล์มที่บริสุทธิ์ออกมา
2. ปาล์มที่จะนำมาทำการแยกเมล็ดออกจากทะลายจะต้องทำการบ่มทิ้งไว้ประมาณ 4 -5 วันก่อนจึงสามารถนำมาทำการแยกเมล็ดออกจากทะลายจากเครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะลายนี้ได้
3. มีเมล็ดปาล์มบางส่วนหล่นออกมานอกรางกวาดเมล็ดปาล์มเนื่องมาจากเมล็ดปาล์มหล่นลงมากระทบกับก้านใบกวาดเมล็ดปาล์ม
4. ถังแยกเมล็ดปาล์มอยู่สูงทำให้การลำเลียงปาล์มใส่ถังเพื่อทำการแยกเมล็ดนั้นเป็นไปอย่างลำบาก

4.2 ปัญหาที่พบ

1. ความสูงของเครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะลายเป็นอุปสรรคในการนำปาล์มเข้าเครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะลาย
2. การเข้าเกียร์ของเครื่องยนต์ซึ่งเป็นเครื่องต้นกำลังจำเป็นต้องเข้าเกียร์ถอยหลังเท่านั้นเพราะถ้าเข้าเกียร์อื่นจะทำให้ล้อคลัตช์กะทะกับเพลาเกิดการคลายตัวซึ่งเป็นผลทำให้กะทะไม่หมุนตามไปกับเพลาซึ่งกำลังหมุนอยู่
3. ปาล์มที่หล่นออกมายังมีมีโอกาสดึงความชื้นมาได้เนื่องจากเมล็ดปาล์มที่หล่นลงมาจะกระทบกับรางรองรับได้อีกจึงมีความชื้นเกิดขึ้น

4.3 แนวทางการพัฒนา

1. ควรเปลี่ยนรูปร่างของชุดงานหมุนที่จะเหวี่ยงทะลายปาล์มเป็นรูปแบบอื่นๆและทำการทดลองเพื่อนำผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบกับชุดงานหมุนรูปแบบใดที่จะทำให้ได้ผลผลิตที่ดีที่สุดและแบบใดจะทำให้ได้เมล็ดปาล์มที่จะมีความชื้นที่น้อยที่สุด
2. ควรที่จะทำเครื่องแยกกากออกจากเมล็ดปาล์มให้ได้เสียก่อนเพื่อที่จะได้ผลผลิตเมล็ดปาล์มที่ปราศจากสิ่งเจือปนต่างๆ
3. อาจจะเปลี่ยนวัสดุที่จะรองรับเมล็ดปาล์มให้มีความอ่อนนุ่มมากขึ้นเพื่อที่จะลดหรือหลีกเลี่ยงการเกิดความชื้นได้อีกทางหนึ่ง

บรรณานุกรม

- [1] กลุ่มเกษตรกรสัญจร, (2533) : “ ปาล์มน้ำมัน ” มิตรสยาม กรุงเทพ ฯ.
- [2] ปิฎฐะ บุณนาค , (2524) : “ ปาล์มน้ำมัน ” บรรณกิจการพิมพ์ กรุงเทพ ฯ.
- [3] ชมรมเพื่อพัฒนามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ , (2529) : “ ปาล์มน้ำมัน และอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม “ , “โครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กตามพระราชดำริ “.
- [4] พรศักดิ์ อรรถวานิช, (2536) : “ ตำราชุดวิศวกรรมศาสตร์ วัสดุศาสตร์ “ คณะวิศวกรรม-
ศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [5] รศ. บรรเลง ศรีนิล , (2524) : “ตำราโลหะ” สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าพระนครเหนือ
- [6] วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และ ชาญ ถนัดงาน, (2521) “ การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1 “ หจก.
เอช –เอน การพิมพ์.
- [7] วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และ ชาญ ถนัดงาน,(2541) “ การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 2 “ หจก.
เอช –เอน การพิมพ์.
- [8] Ferdinand P. Beer and E. Russell Johnston, Jr. (1992) : “Mechanics of Materials” ,
New York : McGraw-Hill Book Company.
- [9] Joseph Edward Shigley, (1988) : “ Mechanical Engineering Design “, New York :
McGraw-Hill Book Copany.
- [10] R.C. Hibbeler, (1998) : “ Engineering Mechanics Dynamics “ , Prentice-Hall
Inc, Simon & Schuster / A Viacom Company.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.1 ค่าตัวประกอบความล้าที่ใช้ในการออกแบบเพลลา

ชนิดของแรง	Cm	Ct
เพลลาอยู่นิ่ง :		
แรงกระตุกสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5-2.0	1.5-2.0
เพลลาหมุน :		
แรงกระตุกสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.0	1.0
แรงกระตุกอย่างเบาๆ	1.5-2.0	1.5-2.0
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0-3.0	1.5-3.0

ตาราง ก. 2 ค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์ความเสียหายของโรลลิ่งแบร์ริง

ชนิดของแบร์ริง	ขณะเริ่มทำงาน		ขณะทำงาน	
	ในแนวรัศมี	ในแนวแกน	ในแนวรัศมี	ในแนวแกน
บอลแบร์ริง	0.0025	0.0060	0.0015	0.0040
Spherical roller bearing	0.0030	0.1200	0.0018	0.0080

ตาราง ก. 3 นิติมาตรฐานและแรงปฏิกิริยาของโรลลิงเบียร์(Co, C เป็น kN)

ขนาด d mm	O.D. D mm	ชุดมาตรฐาน 02										ชุดมาตรฐาน 22				ชุดมาตรฐาน 32			
		ขนาด B mm	Self-aligning Ball Bearing		Single-Row Deep-Groove Ball Bearing		Angular Contact Small Angle Ball Bearing		Angular Contact Steep Angle Ball Bearing		Cylindrical Roller Bearing		ขนาด B mm	Spherical Roller Bearing		ขนาด B mm	Double-Row Non-Filling Notch Ball Bearing		
			C ₀	C	C ₀	C	C ₀	C	C ₀	C	C ₀	C		C ₀	C		C ₀	C	
4	13	5	-	-	0.57	1.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.3	3.56	5.52	
5	16	5	-	-	0.94	1.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.9	5.56	8.10	
6	19	6	0.53	1.94	0.94	1.85	4.09	6.54	-	-	-	-	-	-	-	15.9	6.36	9.03	
7	22	7	0.66	2.05	1.35	2.51	5.25	8.19	-	-	-	-	-	-	-	17.5	8.19	11.30	
8	-	-	0.66	2.05	1.35	2.51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.6	11.30	15.17	
9	26	8	0.93	2.07	1.96	3.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.6	11.30	15.17	
10	30	9	1.34	4.23	1.96	3.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23.8	12.73	16.46	
12	32	10	1.48	4.30	3.05	5.25	3.27	5.52	-	-	-	-	-	-	-	27.0	18.33	22.87	
15	35	11	2.01	5.74	3.51	5.87	4.09	6.54	-	-	-	-	-	-	-	30.2	24.92	30.57	
17	40	12	2.43	6.10	4.45	7.34	5.25	8.19	-	-	-	-	-	-	-	30.2	28.61	34.17	
20	47	14	3.18	7.61	6.18	9.83	7.25	11.00	-	-	-	-	-	-	-	30.2	32.57	38.36	
25	52	15	4.03	9.34	6.94	10.77	8.72	12.55	7.70	11.39	13.26	20.6	-	-	-	30.2	36.18	41.03	
30	62	16	5.83	12.06	10.00	14.95	12.55	17.34	11.08	15.30	17.67	26.25	-	-	-	30.2	40.92	47.23	
35	72	17	6.68	12.19	13.66	19.76	17.09	22.96	15.08	20.87	26.25	34.13	-	-	-	30.2	45.83	50.73	
40	80	18	8.59	14.82	15.66	22.43	21.27	27.41	18.64	24.74	30.51	38.36	-	-	-	30.2	50.73	56.51	
45	85	19	9.61	16.82	17.84	25.19	22.21	30.79	21.23	27.72	35.91	43.16	-	-	-	30.2	55.83	61.41	
45	85	19	9.61	16.82	17.84	25.19	22.21	30.79	21.23	27.72	35.91	43.16	-	-	-	30.2	55.83	61.41	
50	90	20	10.55	17.49	19.80	27.01	26.03	32.31	22.74	28.79	35.51	43.16	-	-	-	30.2	60.73	66.75	
55	100	21	13.40	20.60	25.05	33.38	32.97	39.96	28.79	35.51	43.16	50.73	-	-	-	30.2	65.83	72.53	
60	110	22	15.53	23.14	30.94	40.36	39.96	48.30	33.55	43.16	50.73	60.73	-	-	-	30.2	70.73	77.00	
65	120	23	17.22	23.85	34.13	44.05	44.95	52.51	41.83	48.95	55.83	66.75	-	-	-	30.2	75.83	81.43	
70	125	24	18.78	26.65	37.47	48.06	49.40	57.40	45.84	53.40	61.41	74.76	-	-	-	30.2	80.73	86.77	
75	130	25	21.40	29.86	41.16	50.73	56.51	62.30	48.95	56.73	64.73	81.00	-	-	-	30.2	85.83	91.43	
80	140	26	23.54	30.35	44.50	56.07	62.74	69.86	54.73	61.85	69.96	87.22	-	-	-	30.2	90.73	96.75	
85	150	28	28.43	37.82	53.40	64.08	72.53	78.76	62.74	68.97	70.75	99.68	-	-	-	30.2	95.83	100.60	
90	160	30	31.77	43.79	60.52	73.87	85.44	92.56	74.31	82.32	91.67	127.27	-	-	-	30.2	100.60	105.83	
95	170	32	36.85	48.95	69.42	83.66	91.67	100.00	77.87	87.66	101.46	139.73	-	-	-	30.2	105.83	110.60	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก. 4 มิติมาตรฐานและแรงประหมื่นของโรตลิ่งเบร้ง(Co, C เป็น kN)

ขนาด D mm	ขนาด d mm	ขนาด B mm	อนุภาค 03												อนุภาค 23								อนุภาค 33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
			Self-aligning Ball Bearing		Single-Row Deep-Groove Ball-Bearing		Angular Contact Steep Angle Ball Bearing		Cylindrical Roller Bearing		Spherical Roller Bearing		ขนาด B mm	Self-aligning Ball Bearing		Spherical Roller Bearing		ขนาด B mm	Single-Row Deep-Groove Ball Bearing		Double-Row Nonfilling - Notch Ball Bearing																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
			C _u	C	C ₀	C	C ₀	C	C ₀	C	C ₀	C		C ₀	C ₀	C	C ₀		C	C ₀	C ₀	C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
4	16	0.30	5	-	-	3.76	6.71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตาราง ก.6 ตัวประกอบX และY สำหรับบอลและโรลเลอร์เบริง

Contact Angle α , deg	$\frac{iF_1^1}{C_o}$	Single-Row Bearing ² $Fa/VF_r > e$		Double-Row Bearing ³				e
				$Fa/VF_r \leq e$		$Fa/VF_r > e$		
		X	Y	X	Y	X	Y	
Deep groove ball bearing ⁴								
	0.014		2.30				2.30	0.19
	0.028		1.99				1.99	0.22
	0.056		1.71				1.71	0.26
	0.084		1.55				1.55	0.28
	0.11	0.56	1.45	1.0	0	0.56	1.45	0.30
	0.17		1.31				1.31	0.34
	0.28		1.15				1.15	0.38
	0.42		1.04				1.04	0.42
	0.56		1.00				1.00	0.44
Angular-Contact groove ball bearing ⁴								
5	0.014		Use X,Y		2.78		3.74	0.23
	0.028		and e		2.40		3.23	0.26
	0.056		values		2.07		2.78	0.30
	0.085		appli-		1.87		2.52	0.34
	0.11	0.56	cable	1.0	-1.75	0.78	2.36	0.36
	0.17		to sin-		1.58		2.13	0.40
	0.28		gle-row		1.39		1.87	0.45
	0.42		deep		1.26		1.69	0.50
	0.56		groove		1.21		1.63	0.52
10	0.014		1.88		2.18		3.06	0.29
	0.029		1.71		1.98		2.78	0.32
	0.057		1.52		1.76		2.47	0.36
	0.086	0.46	1.41	1.0	1.63	0.75	2.29	0.38
	0.11		1.34		1.55		2.18	0.40
	0.17		1.23		1.42		2.00	0.44
	0.29		1.10		1.27		1.79	0.49
	0.43		1.01		1.17		1.64	0.54
	0.57		1.00		1.16		1.63	0.54

ตาราง ก. 6 ตัวประกอบ X และ Y สำหรับบอลและโรลเลอร์เบริง (ต่อ)

Contact Angle α , deg	$\frac{iF_a^1}{C_o}$	Single-Row Bearing ² $Fa/VF_r > e$		Double-Row Bearing ³				e
				$Fa/VF_r \leq e$		$Fa/VF_r > e$		
		X	Y	X	Y	X	Y	
Angular-Contact groove ball bearing ⁴								
15	0.015		1.47		1.65		2.39	0.38
	0.029		1.40		1.57		2.28	0.40
	0.058		1.30		1.46		2.11	0.43
	0.087		1.23		1.38		2.00	0.46
	0.12	0.44	1.19	1.0	1.34	0.72	1.93	0.47
	0.17		1.12		1.26		1.82	0.50
	0.29		1.02		1.14		1.66	0.55
	0.44		1.00		1.12		1.63	0.56
	0.58		1.00		1.12		1.63	0.56
20		0.43	1.00	1.0	1.09	0.70	1.63	0.57
25		0.41	0.87	1.0	0.92	0.67	1.41	0.68
30		0.39	0.76	1.0	0.78	0.63	1.24	0.80
35		0.37	0.66	1.0	0.66	0.60	1.07	0.95
40		0.35	0.57	1.0	0.55	0.57	0.93	1.14
Self-aligning ball bearings								
		0.40	0.4 $\cot \alpha$	1.0	0.42 $\cot \alpha$	0.65	0.65 $\cot \alpha$	1.5 $\tan \alpha$
Roller-bearings, self-aligning, tapered ⁵								
$\alpha \neq 90$		0.4	0.4 $\cot \alpha$	1.0	0.45 $\cot \alpha$	0.67	0.67 $\cot \alpha$	1.5 $\tan \alpha$

ที่มา : Frank W.Wilson : Tool Engineers Handbook, 2nd, ed. McGraw-Hill Book Co.

ตาราง ก.7 แรงประเอนและตัวประกอบXและYสำหรับSingle-row, Spherical roller bearings

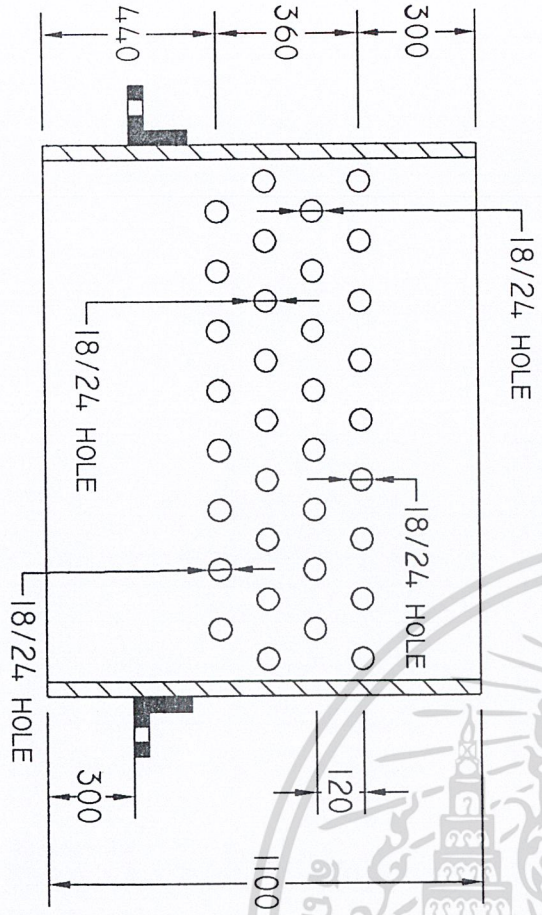
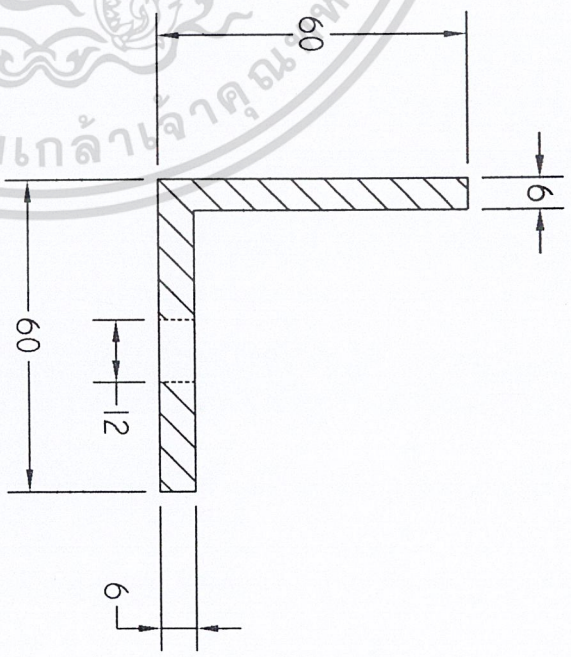
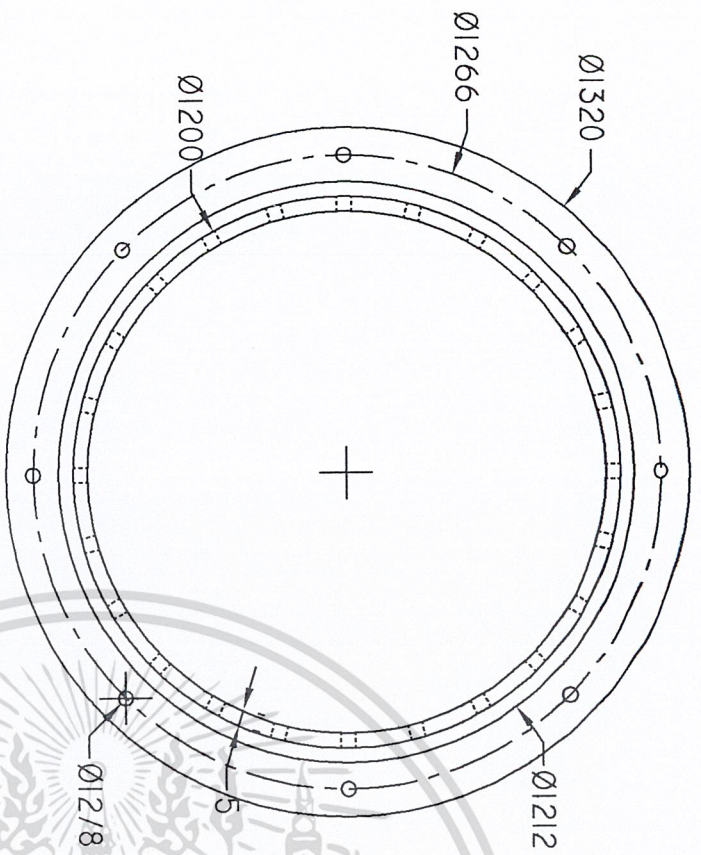
รูรวม mm	O.D mm	ความหนา mm	e	$\frac{F_a}{VF_r} > e^*$		C _o kN	C kN
				X	Y		
25	60	19	0.51	0.40	1.17	20	27
30	67	21	0.48		1.25	25	32
35	72	17	0.44		1.37	28	34
40	80	21	0.47		1.27	33	41
45	85	21	0.45		1.34	38	47
50	90	20	0.40		1.49	43	49
50	100	21	0.45		1.34	60	70
50	110	27	0.48		1.24	75	85
55	100	21	0.40		1.49	57	61
60	110	22	0.38		1.60	69	73
65	113	24	0.37		1.61	79	83
65	127	28	0.42		1.44	90	101

รูรวม mm	O.D mm	ความหนา mm	e	$\frac{F_a}{VF_r} > e^*$		C _o kN	C kN
				X	Y		
70	150	30	0.40	0.40	1.49	116	133
75	130	27	0.38		1.59	92	97
80	150	28	0.38		1.57	115	117
85	150	28	0.38		1.57	115	117
90	190	36	0.38		1.60	225	214
95	180	34	0.36		1.67	177	181
100	180	38	0.36		1.67	177	181
105	190	36	0.38		1.60	225	214
120	215	44	0.37		1.63	274	265



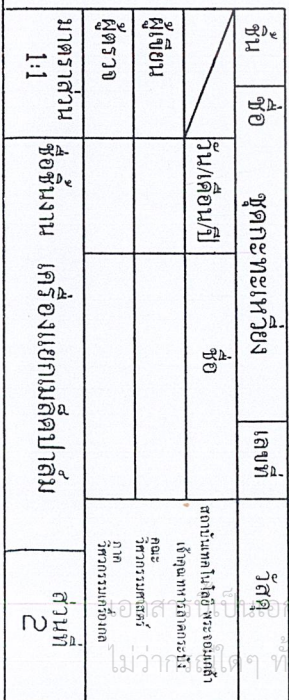
ภาคผนวก ข.

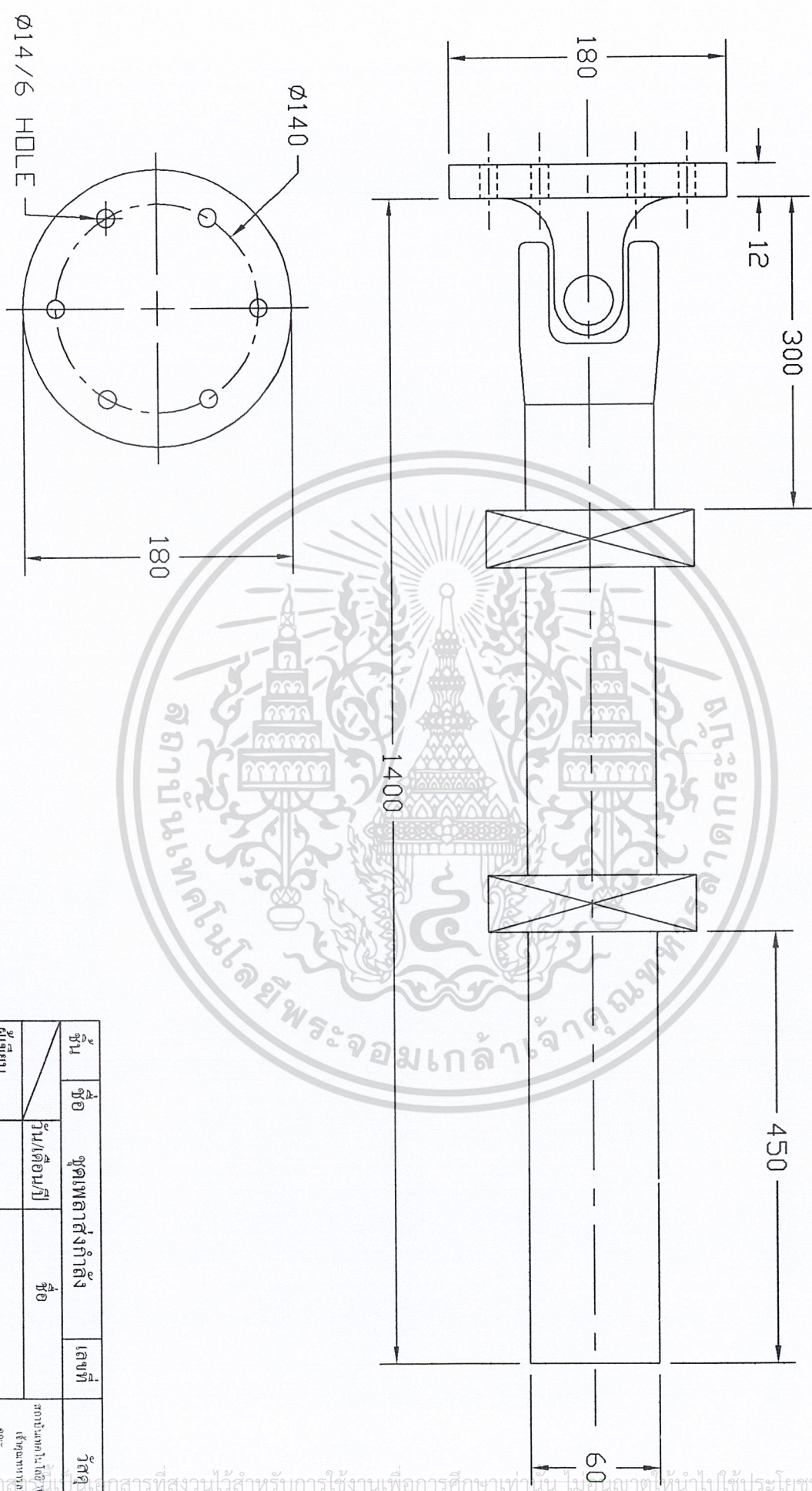
แบบของชิ้นส่วนเครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะลาย



ชั้น	ชื่อ	ชุดถังแยกเมล็ดปาล์ม	เลขที่	วัสดุ
ผู้เขียน	วัน/เดือน/ปี	ชื่อ		ส่งเข้ามาใน 1 ปี หรือขอคืนถ้า เกินกำหนดการคืน
ผู้ตรวจ				กิตติ วิเศษกรรม
มาตราส่วน 1:1	ชื่อชิ้นงาน	เครื่องแยกเมล็ดปาล์ม		ส่วนที่ 1

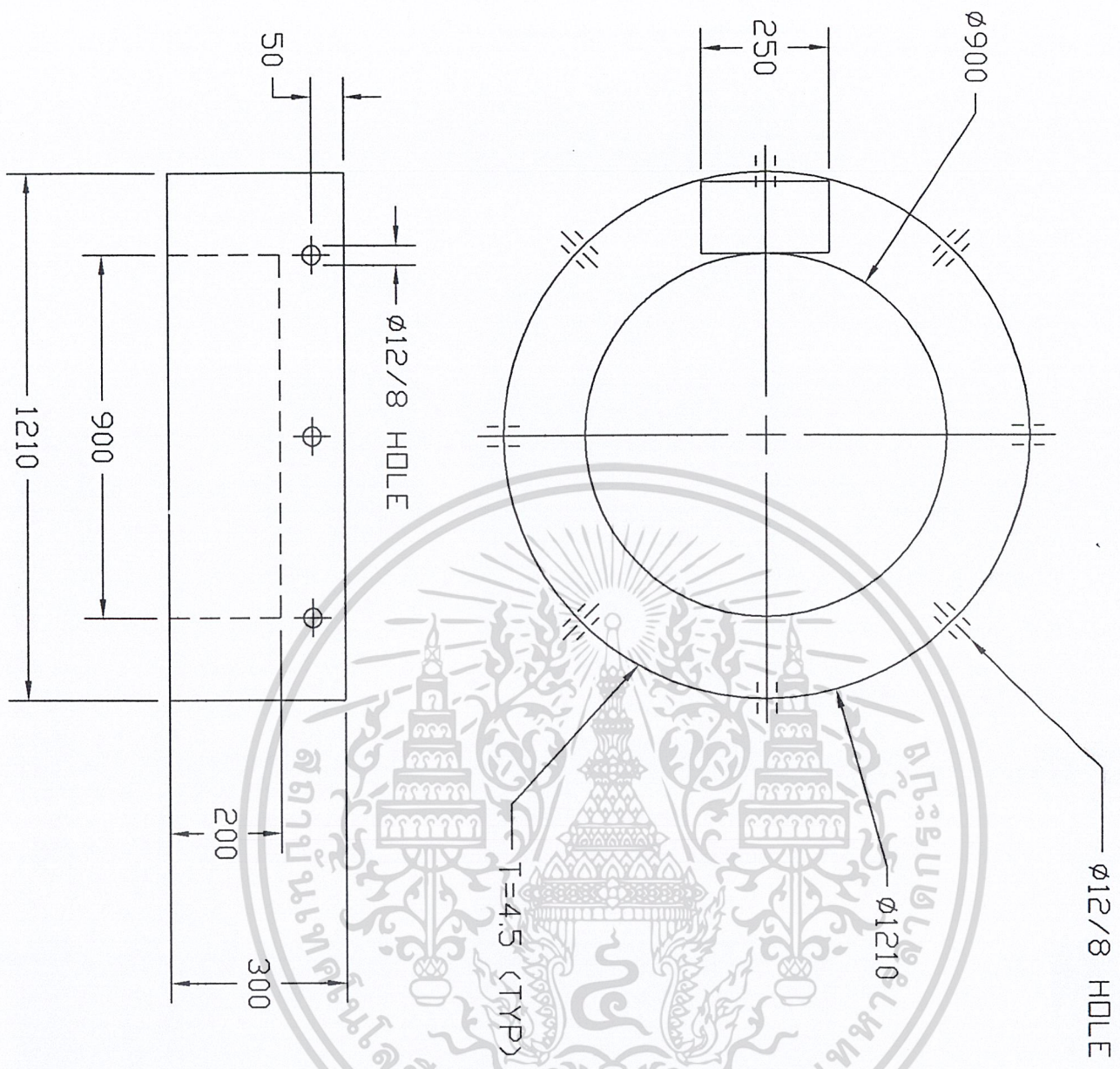
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





ชั้น	ชื่อ	ชุดแปลตั่งกำลัง	เลขที่	วัสดุ
ผู้เขียน	วัน/เดือน/ปี	ชื่อ		สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้ตรวจ				คณะวิศวกรรมศาสตร์
ผู้ตรวจ				ภาควิชาการเครื่องกล
มาตราส่วน 1:1	ชื่อชิ้นงาน	เครื่องแยกนมถั่วลิสง		ตัวที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าผิดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ชั้น	ชื่อ	ชื่อ	เลขที่	วัสดุ
ผู้เขียน	วัน/เดือน/ปี	ชื่อ		สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณเทพ
ผู้ตรวจ				คณะวิศวกรรมศาสตร์
มตราส่วน 1:1	ชื่อชิ้นงาน	เครื่องแยกเมล็ดปาล์ม		ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
				ตัวที่ 3

นี่เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่หวังกำไร หากมีข้อผิดพลาดหรือต้องการแก้ไข กรุณาแจ้งให้ทราบทันที