



เครื่องบีบแบบสกรูเกลียวอัตโนมัติจากเปลือกปาล์ม
CRUDE PALM OIL PRESSINGSCREW MACHINE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
047577

เครื่องบีบแบบสกรูเกลียวอัดน้ำมันจากเปลือกปาล์ม
CRUDE PALM OIL PRESSINGSCREW MACHINE

โดย

นาย มนต์ชัย เชื้อกุล
นาย วรายุทธ แก้วกับเพชร
นาย สัมพันธ์ แจ็งประจักษ์



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2547

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล วิทยาเขตชุมพร

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องบีบแบบสกรูเกลียวอัดน้ำมันจากเปลือกปาล์ม

CRUDE PALM OIL PRESSINGSCREW MACHINE

ผู้จัดทำ

นาย มนต์ชัย	เชื้ออุลา	รหัสประจำตัว	45515987
นาย วรายุทธ	แก้วกับเพชร	รหัสประจำตัว	45515990
นาย สัมพันธ์	แจ่มประจักษ์	รหัสประจำตัว	45515999



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.จำลอง ปรามแก้ว)



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. ปัญญา แดงวิไลลักษณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบีบอัดแบบสกรูเกลียวอัดน้ำมันจากเปลือกปาล์ม

นาย มนต์ชัย	เชื้อฤตา	45515987
นาย วราวุธ	แก้วกับเพชร	45515990
นาย สัมพันธ์	แจ้จ๊ะประจักษ์	45515999
รศ. จำลอง	ปราบแก้ว	อาจารย์ที่ปรึกษา
	อาจารย์ ปัญญา แดงวิไลลักษณ์	อาจารย์ที่ปรึกษา
		ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

ปัจจุบันน้ำมันปาล์มถือว่าเป็นพืชทางเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคใต้ เกษตรกรส่วนใหญ่จะตัดทะลายปาล์มจากต้นแล้วบรรทุกรถไปขายยังโรงงานทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง เพื่อเป็นทางเลือกใหม่ของเกษตรกร การบีบอัดน้ำมันจากเปลือกปาล์มไปขายยังโรงงาน โครงการนี้จึงทำเครื่องบีบน้ำมันจากเปลือกปาล์มขึ้น และได้ออกแบบเครื่องบีบอัดน้ำมันปาล์มจากเปลือกที่ใช้ในการผลิตให้เหมาะสมแก่เกษตรกรหรือกลุ่มเกษตรกรสามารถนำไปบีบอัดได้ด้วยตัวเอง โดยใช้วิธีการนำผลปาล์มสดมาเข้าเครื่องแยกเปลือกออกจากเมล็ดแล้วนำเปลือกที่ผ่านการแยกไปบีบอัดด้วยเครื่องบีบอัดแบบสกรูเกลียวอัด จากการทดลองพบว่าจากเปลือกปาล์มสด 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำไปบีบอัดน้ำมันด้วยเครื่องที่สร้างขึ้นปรากฏว่าได้น้ำมันประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ และจากการทดลองเครื่องบีบน้ำมันปาล์มที่ความเร็วต่างๆ จะได้ความเร็วที่มีประสิทธิภาพในการบีบน้ำมันสูงสุดที่ 98 รอบต่อนาที จากผลปาล์มที่ตัดแล้วเก็บไว้ 1 วัน แล้วบีบน้ำมันจะได้น้ำมันปาล์มที่มีค่ากรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acids.: as Oleic acid) 30.88 เปอร์เซ็นต์ วิตามินอียังคงเหลืออยู่ในน้ำมันปาล์มจำนวน 1217.39 PPM. ส่วนทะลายปาล์มที่ตัดแล้วเก็บไว้ 7 วัน แล้วบีบน้ำมันจะได้น้ำมันปาล์มที่มีค่ากรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acids. : as Oleic acid) 31.80 เปอร์เซ็นต์ และมีวิตามินอียังคงเหลืออยู่ในน้ำมันปาล์มจำนวน 1194.28 PPM. ในขณะที่น้ำมันปาล์มดิบจากโรงผลิตในปัจจุบันมีค่ากรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acids. : as Oleic acid) 31.80 เปอร์เซ็นต์ และเก็บวิตามินอีอยู่จำนวน 600-1000 PPM.

CRUDE PALM OIL PRESSING SCREW MACHINE

MONCHAI CHUERKULA

WARAYUT KAEWKUBPETCH

SAMPAN JANGPARJAK

ABSTRACT

Nowadays, palm oil is the one of important economic plant is south. Farmers harvest palm fruit by cutting fresh whole palm bunches and than transport them to extracting plants. This results in the high cost of transportation. New away for farmer is crude palm oil machine send extracting plants. This project is compressing of compress screw. The palm oil pressing machine for a farmer is designed and designed and built. The oil palm production begins with bringing fresh oil palm into a mesocarp shredding machine to disrupt mesocarp from the nut. Next, the pulp, disrupted mesocarp, is fed into the pressing with machine to extract the oil. From the experiment, it found that, with 100 percent by weigh of fresh oil palm, after pressing with machine, there are 20 percent of the crude palm oil. From testing crude palm oil compressing machine at variable speed. The optimum speed efficiency for crude palm oil compressing machine is 98 rpm. For the oil palm with one-day keeping after harvesting, the free fatty acid content in the oil is 30.88 percent and the vitamin E content is 1217.39 PPM. For the oil palm with seven-day keeping after harvesting, the free fatty acid content is 31.80 percent and the vitamin E content is 1194.28 PPM. While the palm oil currently obtained from most factory has approximately 39.80 percent of free fatty acid and 600-1000 PPM. of vitamin E

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจเสร็จด้วยดี หากไม่ได้รับการช่วยเหลือ และการร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จสิ้นลงได้ก็คือ รศ. จำลอง ปรายแก้ว และอาจารย์ ปัญญา เดงวิไลลักษณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความเอาใจใส่ แนะนำ และช่วยเหลือเสมอมา ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือบิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจเอาใจใส่เสมอมาในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบไม่ได้ ข้าพเจ้าขอระลึกใน พระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้



นาย มนต์ชัย เชื้ออุลา	45515987
นาย วราวุธ แก้วกับเพชร	45515990
นาย สัมพันธ์ แจ่มประจักษ์	45515999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตการทดลอง	1
1.4 ลักษณะการดำเนินการ	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์	3
2.1 ประวัติความเป็นมาของปาล์มน้ำมัน	3
2.2 พันธุ์ปาล์มน้ำมัน	3
2.3 การปลูกปาล์มในประเทศไทยในปัจจุบัน	3
2.4 หลักการคิดที่สำคัญในการผลิตปาล์มน้ำมัน	4
2.5 การปลูกปาล์มน้ำมัน	5
2.6 การปฏิบัติและการบำรุงรักษาปาล์มน้ำมัน	5
2.7 การใส่ปุ๋ยเคมีปาล์มน้ำมัน	6
2.8 วิธีการเกี่ยวผลปาล์มน้ำมัน	6
2.9 การกำหนดคุณภาพของผลปาล์มทั้งทะลายที่มีคุณภาพดี	8
2.10 ศัตรูปาล์มน้ำมันที่สำคัญ	9
2.11 ปริมาณวิตามิน E กับวิตามิน A ในปาล์มน้ำมัน	9
บทที่ 3 หลักการออกแบบและส่วนประกอบของเครื่องบีบน้ำมันปาล์ม	11
3.1 การออกแบบชุดโครงสร้าง	12
3.2 การออกแบบสกรูเกลียวอัด	12
3.3 การหาโมเมนต์ที่ต้องใช้ในการบีบอัดน้ำมันปาล์ม	13
3.4 การคำนวณหาขนาดมอเตอร์ที่ใช้	16
3.5 การตรวจสอบการสึกหล่อของฟันเฟืองคอกจอก	17
3.6 แรงพลวัต	19
3.7 คำนวณหาขนาดเพลลา	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.8 ความเค้นเฉือนในพืนเกลียว	22
3.9 การออกแบบแบริ่ง	23
บทที่ 4 หลักการทำงานและส่วนประกอบของเครื่องบีบอัดน้ำมันปาล์ม	25
4.1 หลักการทำงานเครื่องบีบน้ำมันปาล์ม	25
4.1.1 กระบวนการส่งกำลัง	26
4.1.2 กระบวนการบีบอัดน้ำมันปาล์ม	27
บทที่ 5 วิธีการทดลองและผลการทดลองการทำงานของเครื่อง	30
5.1 การทดลองบีบน้ำมันปาล์ม	30
5.1.1 การทดลองเปลี่ยนความเร็วรอบขมอมอเตอร์เกียร์	30
1. วิธีการทดลอง	30
2. การทดลอง	30
5.2 การทดสอบคุณสมบัติของน้ำมันปาล์ม	33
5.2.1 การหาค่ากรดไขมันของปาล์มสด โดยไม่ผ่านความร้อน	33
1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	33
2. ลำดับขั้นตอนการหากรดไขมัน	34
5.3 ตัวอย่างการคำนวณหาค่า % กรดไขมัน	41
5.4 ผลการทดลองของน้ำมันปาล์มที่บีบ โดยไม่ผ่านความร้อน	41
5.5 กราฟแสดงการเกิด Free fatty acids as palmitic, %	42
5.6 การส่งปาล์มน้ำมันไปวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำมันที่ได้จากการบีบเย็น	42
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	44
6.1 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง	44
6.2 สรุปจากผลการทดลอง	44
6.3 ข้อเสนอแนะในการทำงาน	45
6.4 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องจักร	45
บรรณานุกรม	46
ภาคผนวก	47
ภาคผนวก ก. ตารางที่ใช้ในการออกแบบ	48
ภาคผนวก ข. แบบชิ้นส่วนเครื่องบีบน้ำมันปาล์ม	64

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน f_s และ f_c	14
ตารางที่ 5.1 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบต่างๆ(ระยะหัวบีบอัดที่ 10 mm)	31
ตารางที่ 5.2 การทดลองการบีบอัดที่ความเร็วต่าง (ระยะหัวบีบอัดที่ 11 mm)	32
ตารางที่ 5.3 ผลการทดลองการบีบอัดที่ความเร็วต่าง ๆ ต่อปริมาณ 1kg ที่เท่ากัน	33
ตารางที่ 5.4 การคำนวณค่า % กรดไขมันอิสระในผลปาล์ม	41
ตารางที่ 5.5 ปริมาณวิตามิน E และ ค่า กรดไขมันอิสระ(FFA)	43
ตารางที่ ก.1 ขนาดเพลามาตรฐาน ISO/ R775 –1969	49
ตารางที่ ก.2 ค่าตัวประกอบความล้า	49
ตารางที่ ก.3 มิติมาตรฐานและแรงประเมนของโรลิ่งเบริง (C_o, C เป็น kN)	50
ตารางที่ ก.4 มิติมาตรฐานและแรงประเมนของโรลิ่งเบริง (C_o, C เป็น kN)	51
ตารางที่ ก.5 มิติมาตรฐานและแรงประเมนของโรลิ่งเบริง (C_o, C เป็น kN)	52
ตารางที่ ก.6 ตัวประกอบ X และ Y สำหรับบอลและโรลเลอร์เบริง	53
ตารางที่ ก.7 ตัวประกอบ X และ Y สำหรับบอลและโรลเลอร์เบริง (ต่อ)	54
ตารางที่ ก.8 แรงประเมนและตัวประกอบ X และ Y สำหรับ Single-row, spherical roller bearing	55
ตารางที่ ก.9 แรงประเมนและตัวประกอบ X และ Y สำหรับ Single-row, spherical roller bearing	56
ตารางที่ ก.10 ค่าตัวประกอบ Y สำหรับ double-row, spherical roller bearing	57
ตารางที่ ก.11 ค่าตัวประกอบ Y สำหรับ double-row, spherical roller bearing (ต่อ)	58
ตารางที่ ก.12 แนวทางในการเลือกอายุใช้งานสำหรับเครื่องจักรกลชนิดต่าง	59
ตารางที่ ก.13 ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน f_s และ f_c	60
ตารางที่ ก.14 ตัวประกอบแรงเสีกร่อน K และขีดจำกัดความทนทานผิวหน้า	60
ตารางที่ ก.15 ตัวประกอบของเฟือง	61
ตารางที่ ก.16 ตัวประกอบรูปแบบของลูอิส	61
ตารางที่ ก.17 ค่าความเค้นสถิตยงานสำหรับใช้กับสมการของลูอิส	62
ตารางที่ ก.18 ตัวประกอบของแรงกระแทก	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 ลักษณะของทะเลสาบปาล์ม	1
รูปที่ 2.1 ลักษณะต้นปาล์มและผลปาล์มน้ำมัน	4
รูปที่ 2.2 การเก็บเกี่ยวผลปาล์ม	7
รูปที่ 2.3 การเกี่ยวปาล์มน้ำมัน	8
รูปที่ 2.4 ปริมาณวิตามิน E ในปาล์มน้ำมัน	9
รูปที่ 2.5 ปริมาณวิตามิน A ในปาล์มน้ำมัน	10
รูปที่ 3.1 เครื่องบีบอัดน้ำมันปาล์ม	11
รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องบีบอัดน้ำมันปาล์ม	11
รูปที่ 3.3 ลักษณะเกลียวสี่เหลี่ยมของสกรูอัด	13
รูปที่ 3.4 สกรูบีบแบบที่ 1 ความกว้างและความลึกของร่องสกรูเท่ากัน	13
รูปที่ 3.5 สกรูบีบแบบที่ 2 ความกว้างและความลึกของร่องสกรูไม่เท่ากัน	13
รูปที่ 3.6 แรงปฏิกิริยาบนแกนสี่เหลี่ยม	13
รูปที่ 3.7 แรงที่กระทำกันพื้นเกลียว	14
รูปที่ 3.8 ลักษณะสกรูเกลียวที่ออกแบบ	15
รูปที่ 3.9 ชุดเฟืองดอกจอก	16
รูปที่ 3.10 เผลาอยู่ภายใต้แรงต่างๆ	21
รูปที่ 3.11 พื้นเกลียวรับแรงคล้ายกับคานยื่น	22
รูปที่ 4.1 การส่งกำลังจากมอเตอร์ผ่านเฟืองดอกจอกไปยังเพลาสกรูอัด	25
รูปที่ 4.2 ชุดเฟืองดอกจอก	26
รูปที่ 4.3 กรวยใส่เปลือกปาล์มบด	26
รูปที่ 4.4 ช่องทางเข้าของเปลือกปาล์มบดระเอียดและสกรูเกลียวอัด	27
รูปที่ 4.5 ลักษณะภายในกระบอกบีบอัด	27
รูปที่ 4.6 ส่วนประกอบภายในกระบอกอัด	28
รูปที่ 4.7 ลักษณะหัวบีบอัด	28
รูปที่ 4.8 กากปาล์มที่ผ่านการอัดจากเครื่อง	29
รูปที่ 4.9 ลักษณะการไหลออกของน้ำมันปาล์ม	29
รูปที่ 5.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบต่างๆกับเวลา (ระยะหัวบีบอัดที่ 10 mm)	31
รูปที่ 5.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบต่างๆกับเวลา (ระยะหัวบีบอัดที่ 11 mm)	32
รูปที่ 5.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะการการบีบอัดที่ 10 mm กับ 11 mm	33
รูปที่ 5.4 เครื่องแยกเปลือกจากเมล็ดปาล์มโดยใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 5.5 ผลปาล์มที่ไม่ผ่านความร้อน	34
รูปที่ 5.6 ปาล์มที่ผ่านการแยกเปลือกจากเมล็ด	35
รูปที่ 5.7 เครื่องบีบน้ำมันปาล์ม	35
รูปที่ 5.8 น้ำมันปาล์มที่ผ่านการบีบ	36
รูปที่ 5.9 ลักษณะน้ำมันที่ได้หลังจากการอัดด้วยเครื่องบีบน้ำมันปาล์ม	36
รูปที่ 5.10 การชั่งน้ำมันปาล์ม	37
รูปที่ 5.11 การการเติม Iso-propanal 50 ml	37
รูปที่ 5.12 การอุ่นน้ำมันให้เดือด	38
รูปที่ 5.13 การหยดสารPhenolphthalien indicator 1%	38
รูปที่ 5.14 การทำไทเทรตด้วย NaOH 0.0995 N	39
รูปที่ 5.15 การทำการไทเทรตจนเริ่มเปลี่ยนสี	39
รูปที่ 5.16 การเปลี่ยนสี.ในการทำการไทเทรต	40
รูปที่ 5.17 การอบผลปาล์ม	40
รูปที่ 5.18 กราฟการเพิ่มขึ้นของกรดไขมัน	42
รูปที่ ข.1 เครื่องบีบน้ำมันปาล์ม	65
รูปที่ ข.2 ส่วนโครงสร้างเครื่องบีบน้ำมันปาล์ม	66
รูปที่ ข.3 สกรูเกลียวอัดและตำแหน่งยึดแบริง	67
รูปที่ ข.4 ครอบอกบีบอัด	68
รูปที่ ข.5 ตะแกรงกรอง	69
รูปที่ ข.6 รูช่องทางออกของน้ำมัน	70
รูปที่ ข.7 ครอบกรองน้ำมัน	71
รูปที่ ข.8 หัวบีบอัด	72
รูปที่ ข.9 ข้อต่อเฟืองขับเพลลา	73
รูปที่ ข.10 กรวยใส่ปาล์มที่บดละเอียดแล้ว	74

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่นิยมปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยปัจจุบันมีเนื้อที่ให้ผลปาล์มน้ำมัน 1.869 ล้านไร่ เพิ่มขึ้นจากปีที่แล้วร้อยละ 3.86 หรือเพิ่มขึ้น 69,358 ไร่ ผลผลิตปาล์มน้ำมัน ตั้งแต่ 1 มกราคม - 31 ธันวาคม 2547 ประมาณ 5.275 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว 371,987 ตัน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.59 เนื่องจาก ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมารัฐบาลส่งเสริมให้ขยายพื้นที่ปลูก และสนับสนุนให้ปลูกปาล์มน้ำมัน พันธุ์ดี เพื่อทดแทนต้นปาล์มพันธุ์ไม้ดีที่มีอายุมากกว่า 20 ปี ประกอบกับราคาผลปาล์มน้ำมัน ยังจูงใจให้เกษตรกรดูแลรักษา ส่งผลให้ภาพรวมผลผลิตปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น ในจังหวัดที่เป็นแหล่งผลิตสำคัญ คือ กระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร สตูล และตรัง, [1]



รูปที่ 1.1 ลักษณะของทะเลาะปาล์ม

ทางทีมงานจึงได้เครื่องบีบเปลือกน้ำมันปาล์มที่ผ่านจากเครื่องบดแยกเปลือกจากเมล็ดขึ้น โดยทำการทดลองความเร็วรอบที่เหมาะสมของเครื่องและเพื่อเป็นทางเลือกใหม่สำหรับเกษตรกรจากการนำผลปาล์มทั้งทะเลาะไปขายยังโรงงานมาเป็นการนำน้ำมันปาล์มที่ได้จากการบีบอัดไปขายเพื่อลดการค่าการขนส่งและทางทีมงานได้ค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับปาล์มน้ำมันว่ายังมีวิตามิน E และวิตามิน A มากกว่าพืชชนิดอื่นๆ, [1]

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. พัฒนาระบบการและสร้างเครื่องบีบน้ำมันปาล์มจากเปลือกปาล์ม
2. ศึกษาและออกแบบเครื่องบีบน้ำมันปาล์มจากเปลือกปาล์ม

1.3 ขอบเขตการทดลอง

1. การพัฒนาเครื่องบีบน้ำมันปาล์ม
2. การหาประสิทธิภาพของเครื่องบีบน้ำมันปาล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารทบทวนเว็บไซต์สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเปรียบเทียบการบีบน้ำมันปาล์มระหว่างเครื่องอัดกับไฮดรอลิกส์
4. วิเคราะห์หาค่ากรดไขมันอิสระในช่วงเวลาหลังจากการบีบอัด

1.4 ลักษณะการดำเนินการ

1. โครงการเริ่มด้วยการศึกษารูปทรงของเปลือกปาล์มที่จะนำมากระทำการบีบอัดคือเปลือกปาล์มที่ผ่านการบดละเอียดคละด้วยเจดและเหนียว
2. ทำการทดลองบีบอัดน้ำมันด้วยไฮดรอลิกส์
3. ออกแบบคำนวณชุด โครงสร้างและอุปกรณ์ต่างๆ
4. ทำการสร้างและประกอบ
5. ทำการทดลอง
6. สรุปผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อทางเลือกใหม่ของเกษตรกรจากนำผลปาล์มทั้งทะลายมาเป็นการบีบน้ำมันส่งยังโรงงานเพื่อลดต้นทุนการขนส่ง
2. ภาคที่เหลือจากการบีบน้ำมันปาล์มดิบยังคงคุณค่าอาหารมากสามารถทำเป็นอาหารสัตว์ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

2.1 ประวัติความเป็นมาของน้ำมันปาล์ม , [1]

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่อยู่ในตระกูลปาล์มเช่นเดียวกับมะพร้าว ซึ่งปาล์มมีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในทวีปแอฟริกา และปาล์มน้ำมันที่ขึ้นในแอฟริกาส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า อีเลิสกินีนิซิล

ปาล์มน้ำมันได้ถูกนำเข้ามาปลูกในทวีปเอเชียครั้งแรกในอินโดนีเซีย และถัดมาอีกไม่กี่ปีก็นำมาปลูกในเชิงธุรกิจในประเทศมาเลเซีย จนกระทั่งมาเลเซียได้กลายเป็นผู้ส่งออกน้ำมันรายใหญ่ที่สุดของโลกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508 เป็นต้น

สำหรับประเทศไทยนั้น พบว่าได้มีผู้นำปาล์มน้ำมันเข้ามาปลูกในจังหวัดสงขลา แล้วต่อมาได้มีการปลูกปาล์มน้ำมันในเชิงการค้าเป็นครั้งแรกในจังหวัดกระบี่ และสตูล โดยนำปาล์มมาจากมาเลเซียทั้งหมด ซึ่งต่อมาได้มีการปลูกสวนปาล์มกันอย่างแพร่หลายในจังหวัดภาคใต้ ส่งผลทำให้กิจการบีบน้ำมันปาล์มขยายตัวอย่างต่อเนื่องเป็นต้นมา

2.2 พันธุ์ปาล์มน้ำมัน , [1]

ปาล์มน้ำมันมีมากมายหลายพันธุ์และแต่ละพันธุ์ก็มีความแตกต่างกันไป โดยผลผลิตก็จะให้แตกต่างกันไป คุณภาพไม่เหมือนกัน ขนาดและรูปร่างสีถิ่นของผลก็แตกต่างกัน พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ปลูกเป็นการค้า

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชอยู่ในสกุล *Elaeis* สามารถแบ่งออกได้ 3 ชนิด (Species) คือ *Elaeis gineensis* *E. Oleifera* และ *E. odora* Hardon (1976) ได้กล่าวถึงถิ่นกำเนิดของปาล์มน้ำมันทั้ง 3 ชนิดสรุปได้ดังนี้

1. *Elaeis gineensis* ปาล์มน้ำมันในกลุ่มนี้มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจ ปัจจุบันมีถิ่นฐานดั้งเดิมอยู่ในแอฟริกาตอนกลางและตะวันออก
2. *Elaeis oleifera* (ชื่อดั้งเดิม คือ *E.melanococca* หรือ *Corozo oleifera*) กลุ่มพันธุ์นี้มีกำเนิดอยู่ทางเหนือของกลุ่มเม่น้ำอเมซอนของอเมริกาใต้ ไม่นิยมปลูกเป็นการค้า เนื่องจากการเจริญเติบโตช้าผลเล็ก
3. *Elaeis odora* (ชื่อเดิมคือ *Barulla odora*) อยู่แถบกลุ่มเม่น้ำอเมซอน

2.3 การปลูกปาล์มในประเทศไทยปัจจุบัน , [1]

ประเทศไทยในปี 2547 เนื้อที่ให้ผลปาล์มน้ำมัน 1.869 ล้านไร่ เพิ่มขึ้นจากปีที่แล้วร้อยละ 3.86 หรือเพิ่มขึ้น 69,358 ไร่ ผลผลิตปาล์มน้ำมัน ตั้งแต่ 1 มกราคม - 31 ธันวาคม 2547 ประมาณ 5.275 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว 371,987 ตัน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.59 เนื่องจาก ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมารัฐบาลส่งเสริม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ขยายพื้นที่ปลูก และสนับสนุนให้ปลูกปาล์มน้ำมันพันธุ์ดี เพื่อทดแทนต้นปาล์มพันธุ์ไม่ดีที่มีอายุมากกว่า 20 ปี ประกอบกับราคาผลปาล์มน้ำมัน ยังจูงใจให้เกษตรกรดูแลรักษา ส่งผลให้ภาพรวมผลผลิตปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น

2.4 หลักการคิดที่สำคัญในการผลิตปาล์มน้ำมัน , [1]

1. ให้ได้ผลผลิตสูงสุด ทั้งด้านในปริมาณและคุณภาพต่อพื้นที่ภายใต้ต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุด หรือให้ได้ผลผลิตสูงสุดและให้ได้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุด
2. ในการดูแลรักษาจัดการทำสวนซึ่งมีการใช้ปุ๋ยหรือเทคโนโลยีต่างๆ ต้องมีความรับผิดชอบต่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น โดยพยายามให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด
3. ต้องมีการผลิตปาล์มน้ำมันที่มีผลผลิตสูงนี้อย่างยั่งยืน
4. ต้องมีการดูแลรักษาปรับปรุงสมบัติและความอุดมสมบูรณ์ของดินสม่ำเสมอตลอดไป
5. เมื่อปาล์มน้ำมันเริ่มให้ผลผลิต (อายุมากกว่า 3 ปี) จะต้องมีค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดูแลรักษาไปจนกว่าจะหมดอายุอยู่แล้ว ดังนั้นเจ้าของสวนปาล์มน้ำมันต้องหาวิธีการดูแลรักษาสวนปาล์ม เพื่อให้ได้ผลผลิตที่สูงจนปาล์มน้ำมันอายุอย่างน้อย 25 ปี ก่อนจะพิจารณาปลูกปาล์มน้ำมันใหม่
6. การจัดการที่ไม่เหมาะสมหรือการลดมาตรฐานการจัดการจะไม่เป็นผลดีในทางเศรษฐกิจในระยะยาว



รูปที่ 2.1 ลักษณะต้นปาล์มและผลปาล์มน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การปลูกปาล์มน้ำมัน, [1]

- ก. อายุต้นกล้าที่ใช้ปลูก อายุที่เหมาะสมคือ 10 - 12 เดือน
- ข. ระยะเวลาปลูกอยู่ช่วงฤดูฝนเพราะเป็นปัจจัยสำคัญ เดือนพฤษภาคม – มิถุนายน A
- ค. การเตรียมการในเรือนเพาะชำ ก่อนย้ายปลูกให้น้ำต้นกล้าปาล์มก่อนจะนำลงปลูก และพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดโรค-แมลงศัตรูต้นกล้าฝักปกคิออก
- ง. หลุมปลูก ขนาดของหลุม 45 x 45 x 35 รูปทางเป็นรูปตัว V วิธีการขุดหลุมดินชั้นบน และชั้นล่างแยกกัน และตากหลุมประมาณ 10 วัน
- จ. การขนย้ายต้นปาล์มน้ำมัน ควรใช้รถบรรทุก เพื่อหลีกเลี่ยงการกระทบกระเทือน และคำนึงถึงความระมัดระวังในการเคลื่อนย้ายด้วย
- ฉ. การปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน การใส่ปุ๋ยรองก้นหลุม ควรใช้ร็อกฟอสเฟตอัตรา 250 กรัมต่อหลุมก่อนนำต้นกล้าลงปลูก ควรคลุกเคล้าดินกับปุ๋ย เพื่อป้องกันการสัมผัสของรากโดยตรงใส่ดินลงไปหลุมโดยใช้ดินชั้นบนลงไปก่อน และอัดให้แน่นเพื่อป้องกันลมพัดแรง
- ช. การตรวจแปลงหลังจากปลูก ต้นกล้าจะต้องอยู่ในสภาพเดิม ถ้าตรวจพบควรแก้ไขทันที
- ซ. การปลูกซ่อม ควรทำภายในระยะเวลา 1 เดือน หลังจากปลูก

2.6 การปฏิบัติและการบำรุงรักษาสวนปาล์มน้ำมัน , [1]

1. การป้องกันและการกำจัดวัชพืช วัชพืชในสวนปาล์มน้ำมัน ในช่วงฤดูแล้ง ไม่ควรกำจัดวัชพืช เพราะทำให้ดินขาดความชุ่มชื้น วัชพืชใบกว้าง วัชพืชใบแคบ
2. การใส่ปุ๋ย ควรคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น ปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินเดิม ความต้องการของปาล์มน้ำมันในระยะต่าง ๆ สภาพแวดล้อมลมฟ้าอากาศ ชนิดของปุ๋ยอัตราการใช้
3. การป้องกันกำจัดโรคแมลง ไม่ควรพ่นสารเคมีทันที เมื่อพบศัตรูพืชเพราะนอกจากจะเสียค่าใช้จ่ายสูงแล้ว ยังทำลายศัตรูธรรมชาติที่เป็นประโยชน์อีกด้วย ควรดูตัวอย่าง เช่น ตัดทางใบที่ 17 ตรวจนับหนอนร่น ถ้าพบมีมากกว่า 5 ตัว ต่อทางใบโดยเฉลี่ย จึงควรป้องกันกำจัดโดยพ่นสารเคมี
4. การตัดช่อดอก ในระยะเริ่มการเจริญเติบโต การตัดช่อดอกตัวผู้และตัวเมีย ทั้งในระยะแรก มีผลทำให้ต้นปาล์มเจริญเติบโตเร็ว แข็งแรง และมีขนาดใหญ่ เพราะอาหารที่ได้รับจะเสริมส่วนของลำต้น แทนการเลี้ยงช่อดอกและผลผลิต เมื่อถึงระยะให้ผลผลิตที่ต้องการ ผลผลิตจะมีขนาดใหญ่ และสม่ำเสมอ ถ้าไม่ตัดปล่อยทิ้งไว้ไม่เก็บเกี่ยว อาจเป็นแหล่งของเชื้อโรค โดยเฉพาะโรคทะลายเน่าได้

2.7 การใส่ปุ๋ยเคมีปาล์มน้ำมัน ,[1]

2.7.1 ระยะเวลาและการแบ่งใส่ ใส่ปุ๋ยเมื่อโคนมีความชื้นเพียงพอ หลีกเลี่ยงการใส่เมื่อแล้งจัดหรือฝนตกหนัก ในปีแรกหลังจากปลูกควรใส่ปุ๋ย 4-5 ครั้ง ตั้งแต่ปีที่ 2 เป็นต้นไป ควรใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง/ปี ช่วงที่เหมาะสมในการใส่คือ ต้นฝน กลางฝน และปลายฝน ตั้งแต่ปีที่ 5 ขึ้นไป อาจพิจารณาใส่ปุ๋ยเพียงปีละ 2 ครั้ง ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสมบ่งใส่ปุ๋ย (ตามอัตราที่แนะนำ) เมื่อแบ่งใส่ 3 ครั้ง/ปี แนะนำให้ใช้สัดส่วน 50:25:25% สำหรับการใส่ปุ๋ย ต้นฝน กลางฝน และปลายฝน และเมื่อแบ่งใส่ 2 ครั้ง/ปี ใช้สัดส่วน 60:40% ระยะต้นฝนและก่อนปลายฝน ตามลำดับ

ช่วงหลายฝน คือ ประมาณเดือนพฤษภาคม – มิถุนายน

ช่วงหลายฝน คือ ประมาณเดือนกรกฎาคม – กันยายน

ช่วงหลายฝน คือ ประมาณเดือนตุลาคม – พฤศจิกายน

2.7.2 วิธีการใส่ปุ๋ย

1. ให้ใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (0-3-0) อัตรา 250 กรัม/ต้น รองก้นหลุมตอนปลูก โดยใช้ดินชั้นบนผสมคลุกเคล้ากับปุ๋ยหินฟอสเฟตใส่รองก้นหลุมแล้วกลบหลุมให้เต็มด้วยดินชั้นล่าง
2. อายุระหว่าง 1-4 ปี ใส่ปุ๋ยภายในวงกลม (รัศมี 1.5-2 เมตร) บริเวณที่กำจัดวัชพืชรอบโคนต้น
3. อายุตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป ใส่ปุ๋ยห่างจากโคนต้น 50 ซม. จนถึงบริเวณปลายทางใบ
4. การใส่ปุ๋ยควรหว่านให้ทั่วและสม่ำเสมอ บริเวณทรงพุ่มใบรอบโคนต้น, ยกเว้นปุ๋ยหินฟอสเฟต แนะนำให้ใส่เป็นแนวรอบทรงพุ่ม ภายในรัศมีวงกลมรอบโคนต้น และควรใส่ปุ๋ยหลังจากกำจัดวัชพืชแล้ว

2.8 วิธีการเก็บเกี่ยวผลปาล์มน้ำมัน , [1]

2.8.1 วิธีการเก็บเกี่ยวผลปาล์มสดรวมถึงการรวมผลปาล์มส่งโรงงาน ซึ่งมีขั้นตอนโดยทั่วไปดังนี้ - ตกแต่งช่องทางลำเลียงระหว่างแถวปาล์มในแต่ละแปลงให้เรียบร้อยสะดวกกับการตัดการลำเลียง และการตรวจสอบทะเลาะปาล์มที่ตัด แล้วออกสู่แหล่งรวมหรือศูนย์รวมผลปาล์มที่กำหนดขึ้นแต่ละจุดภายในสวน ข้อควรระวังในการตกแต่งช่องทางลำเลียงปาล์ม คือจะต้องไม่ตัดทางปาล์มออกอีก เพราะถือว่าการตกแต่งทางปาล์มได้กระทำไปตามเทคนิคและขั้นตอนแล้ว หากมีทางใบอันใดก็คขวาง ก็อาจดึงหรือแหวกให้สะดวกในการทำงาน

- สำหรับกองทางใบที่ตัดแล้วอย่าให้กีดขวางทางเดิน หรือปิดกั้นทางระบายน้ำจะทำให้เกิดน้ำท่วมขัง ระบายน้ำที่ขังตามทางเดิน

- คัดเลือกทะเลาะปาล์มสุกโดยยึดมาตรฐานจากการดูสีของผล ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นสีส้มแดงและจำนวนผลสุกที่ร่วงหล่นลงบนดินประมาณ 10-12 ผลให้ถือเป็นผลปาล์มสุกที่ใช้ได้

- หากปรากฏว่าทะเลาะปาล์มสุกที่จะคัดมีขนาดใหญ่ ที่ติดแน่นกับลำต้นมากไม่สะดวกกับการใช้เสียมแทงเพราะจะทำให้ผลร่วงมาก ก็ใช้มีดขอหรือมีดค้ำยาวธรรมดา ตัดแฉะขั้วทะเลาะกันเสียก่อน แล้วจึงใช้เสียมแทงทะเลาะปาล์มก็จะหลุดออกจอต้นปาล์มได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ให้ตัดแต่งขั้วทะลายปาล์มที่ตัดออกมาแล้วให้สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อสะดวกในการขนส่งหรือเมื่อถึงโรงงานทางโรงงานก็จะบรรจุลงในถังคัมลูกปาล์ม ได้สะดวก

-รวบรวมผลปาล์มทั้งที่เป็นทะลายย่อยและลูกร่วงไว้เป็นกองในที่ว่างโคนต้นเก็บผลปาล์มร่วงใส่ตระกร้าหรือเข่งกรณีต้นปาล์มมีอายุน้อยทางใบปาล์มอาจรบกวนทำให้เก็บยาก

-รวบรวมผลปาล์มทั้งทะลายสดและผลปาล์มร่วงไปยังศูนย์รวมผลปาล์มในกองย่อย เช่น ในกระเบบรทุกที่ลากด้วยแทรกเตอร์หรือรถอีแต๋น

-การเก็บเกี่ยวผลปาล์ม ฝ่ายสวนจะต้องสนับสนุนให้ผู้เก็บเกี่ยวร่วมทำงานกันเป็นทีม ในทีมก็แยกให้เข้าคู่กัน2คนคนหนึ่งตัดหรือแทงปาล์มอีกคนเก็บรวบรวมผลปาล์ม

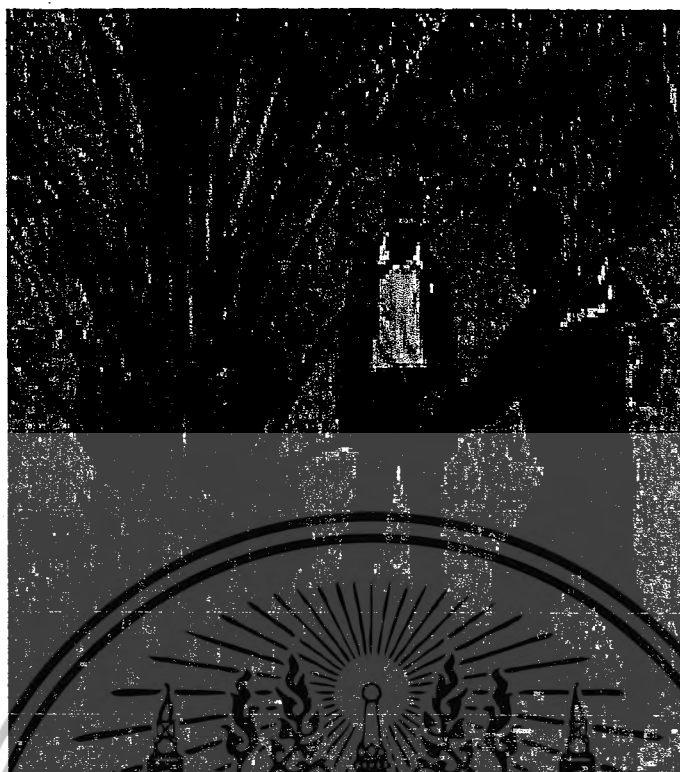
-การเก็บรวบรวมผลปาล์ม พยายามลดจำนวนครั้งในการถ่ายเทย่อย ๆ เมื่อผลปาล์มชอกช้ำมีบาดแผลปริมาณของกรดไขมันอิสระจะเพิ่มมากขึ้น การส่งปาล์มออกจากสวนควรมีการตรวจสอบลงทะเบียนมีค่าช่ายคลุมเพื่อไม่ให้ผลปาล์มร่วงระหว่างทาง

2.8.2 มาตรฐานในการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน

1. จะต้องไม่ตัดผลปาล์มดิบ ไปขาย เพราะจะถูกตัดราคา
2. จะต้องไม่ปล่อยให้ผลสุกคาต้นเกินไป
3. ต้องเก็บผลปาล์มร่วงบนพื้นให้หมด
4. ต้องไม่ทำให้ผลปาล์มที่เก็บเกี่ยวมีบาดแผล
5. ต้องคัดเลือกทะลายเปล่าหรือเข่าผลที่มีอยู่น้อยออกแล้วทิ้งทะลายเปล่าไป
6. ตัดขั้วทะลายให้สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้
7. ต้องทำความสะอาดผลปาล์มที่เขื่อนดิน อย่าให้มีเศษหินดินปน
8. ต้องรีบส่งผลปาล์มไปยังโรงงาน โดยไม่ชักช้า



รูปที่ 2.2 การเก็บเกี่ยวผลปาล์ม



รูปที่ 2.3 การเกี่ยวปาล์มน้ำมัน

ข้อควรปฏิบัติในการเก็บเกี่ยวทะลายน้ำมัน มีดังนี้

1. ตัดทะลายน้ำมันที่สุกพอดี คือทะลายน้ำมันเริ่มมีผลร่วง ไม่ควรตัดทะลายน้ำมันที่ยังดิบอยู่ เพราะในผลปาล์มดิบยังมีสภาพเป็นน้ำและแป้งอยู่ ยังไม่แปรสภาพเป็นน้ำมัน ส่วนทะลายน้ำมันที่สุกเกินไปจะมีกรดไขมันอิสระสูง และผลปาล์มสดอาจมีสารบางชนิดอยู่ อาจเป็นอันตรายกับผู้บริโภคได้
2. รอบของการเก็บเกี่ยวในช่วงผลปาล์มออกชุกควรอยู่ในช่วง 7-10 วัน
3. ผลปาล์มที่ร่วงที่อยู่บริเวณโคนปาล์มน้ำมัน และที่ค้างในกาบต้นควรเก็บออกมาให้หมด
4. ก้านทะลายน้ำมันควรตัดให้สั้น โดยต้องให้ติดกับทะลายน้ำมัน
5. พยายามให้ทะลายน้ำมันชอกช้ำน้อยที่สุด

2.9 การกำหนดคุณภาพของผลปาล์มทั้งทะลายน้ำมันที่มีคุณภาพดี, [1]

1. ความสดเป็นผลปาล์มที่ตัดแล้วส่งถึงโรงงานภายใน 24 ชั่วโมง
2. ความสุกของผลปาล์มสุกที่มีมาตรฐานคือลูกปาล์มชั้นนอกสุดของทะลายน้ำมันร่วงจากทะลายน้ำมัน
3. ความสมบูรณ์ ลูกปาล์มเต็มทะลายน้ำมันและเห็นได้ชัดว่าได้รับการดูแลรักษาอย่างดี
4. ความชอกช้ำ ไม่มีทะลายน้ำมันที่ชอกช้ำและเสียหายอย่างรุนแรง
5. โรค ไม่มีทะลายน้ำมันเป็นโรคใด ๆ หรือน้ำเสีย
6. ทะลายน้ำมันสัตว์กิน ไม่มีทะลายน้ำมันหรือทำความเสียหายแก่ผลปาล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อดูญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

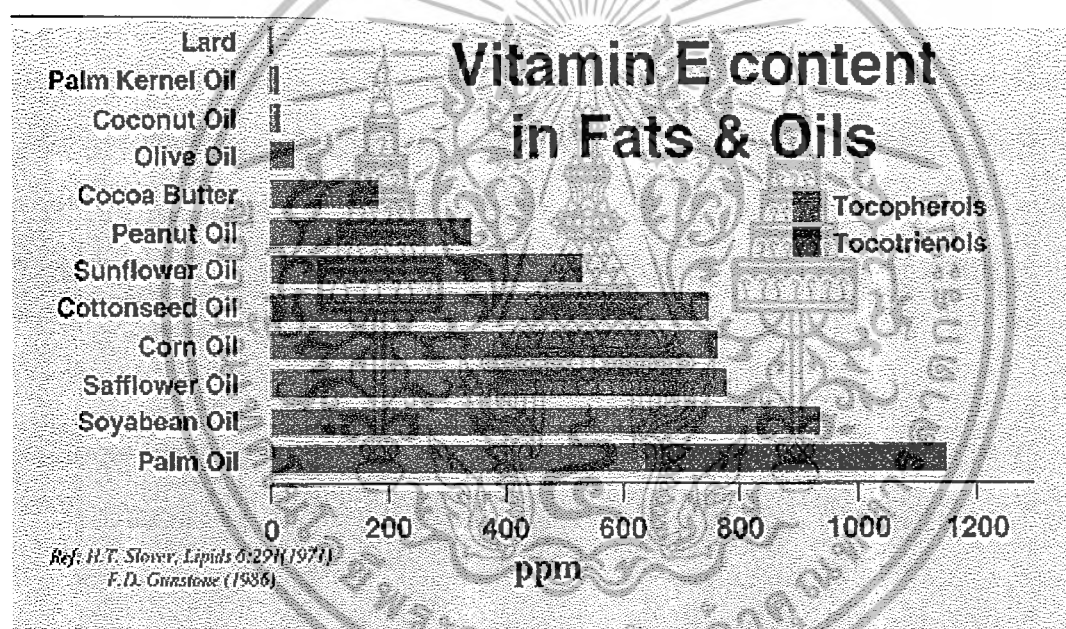
7. ความสกปรกไม่มีสิ่งสกปรกเจือปน เช่น ดิน หิน ทราย ไม้คาบหุ้มทะเลายเป็นต้น
8. ทะลายเปล่า ไม่มีทะเลยเจือปน
9. ก้านทะลาย ความยาวไว้เก็บ 2 นิ้ว

2.10 ศัตรูปลั้มน้ำมันที่สำคัญ , [1]

ศัตรูปลั้มน้ำมัน หมายถึง สิ่งที่ทำให้ความเสียหายให้กับปลั้มน้ำมันชนิดของศัตรูปลั้มน้ำมัน

1. สัตว์ศัตรูปลั้มน้ำมัน
2. แมลงศัตรูปลั้มน้ำมัน
3. โรค

2.11 ในผลปลั้มน้ำมันยังมีปริมาณวิตามิน E และวิตามิน A มากกว่าพืชชนิดอื่นๆ , [5]



รูปที่ 2.4 ปริมาณวิตามิน E ในปลั้มน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

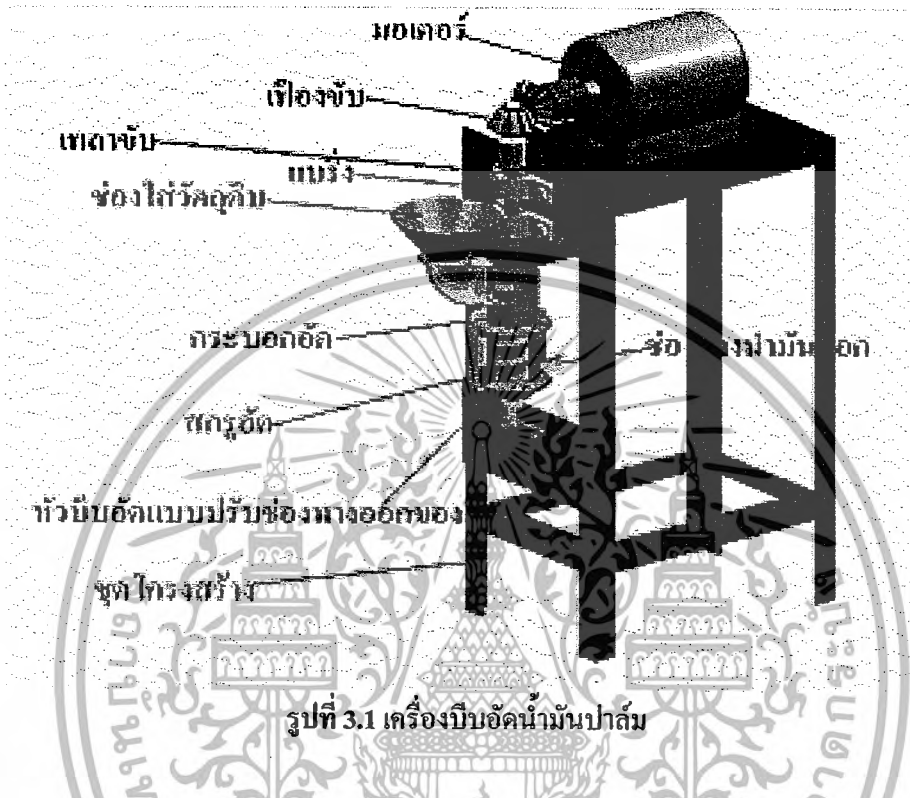
Vitamin A content	
FOOD	μg RETINOL EQUIVALENT / 100g E.P.
Oranges	21
Bananas	50
Tomatoes	130
Carrots	400
Red Palm Oil (refined)	5,000
Crude Palm Oil	6,700

รูปที่ 2.5 ปริมาณวิตามิน A ในปลาส้มน้ำมัน

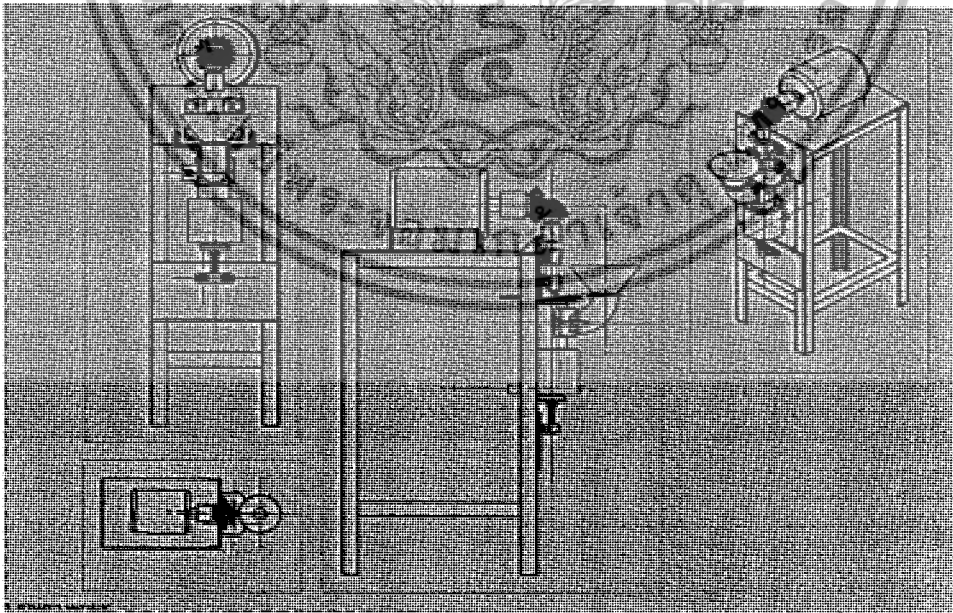
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

หลักการออกแบบและส่วนประกอบของเครื่องบีบน้ำมันปาล์ม



รูปที่ 3.1 เครื่องบีบน้ำมันปาล์ม



รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องบีบน้ำมันปาล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบีบน้ำมันปาล์มที่ออกแบบสามารถบีบน้ำมันปาล์มได้ 3 กิโลกรัมต่ออนาที ปาล์มที่ผ่านการบดแยกเปลือกออกจากเมล็ด(กะลาปาล์ม) ประมาณ 100 เปอร์เซ็นต์ได้น้ำมัน 20 เปอร์เซ็นต์ และสามารถทำงานได้ต่อเนื่องเครื่องบีบน้ำมันปาล์มนี้ได้ออกแบบส่วนประกอบหลักๆ คือ โครงสร้าง, ขนาดของเพลลา, เฟืองทด, แบริ่งลูกปืน, สลักเกลียว, และชุดต้นกำลัง

3.1 การออกแบบชุดโครงสร้าง

ในการออกแบบชุดโครงสร้างจะทำการคำนวณหาขนาดของเหล็กที่ใช้ทำโครงสร้างโดยอาศัยน้ำหนักของเนื้อปาล์มที่จะบีบ 3 กิโลกรัมหรือ 29 นิวตัน น้ำหนักเพลลาบดสกรูเกลียว 7.5 กิโลกรัมหรือ 74 นิวตัน กระบอกอัด 6 กิโลกรัมหรือ 59 นิวตัน กรวยใส่เนื้อปาล์มบด 3 กิโลกรัมหรือ 29 นิวตัน ชุดมอเตอร์เกียร์ 17 กิโลกรัมหรือ 167 นิวตัน

ดังนั้นชุดโครงสร้างจะรับน้ำหนักทั้งหมด

$$\begin{aligned} \text{ผลรวมน้ำหนักทั้งหมดที่โครงสร้างจะได้รับ} &= \text{น้ำหนักเปลือกปาล์มบด} + \text{น้ำหนักเพลลาบดสกรูเกลียว} + \\ & \text{น้ำหนักกระบอกอัด} + \text{น้ำหนักกรวยใส่เนื้อปาล์มบด} + \text{น้ำหนักมอเตอร์เกียร์} \\ &= 29 + 74 + 59 + 29 + 167 \\ &= 358 \text{ นิวตัน} \end{aligned}$$

เมื่อรวมแรงเนื่องจากน้ำหนักทั้งหมดที่กระทำกระทำต่อโครงเหล็ก คือ 358 นิวตัน เหล็ยแรงที่กระทำต่อเสา 4 ต้น แต่ละเสารับน้ำหนักได้ 90 นิวตัน เลือกเหล็กที่รับแรง ได้มากกว่า 90 นิวตัน

3.2 การออกแบบสกรูเกลียวอัด

ลักษณะสกรูอัดเป็นการออกแบบสกรูแบบฟันเกลียวสี่เหลี่ยมและเป็นเกลียวแบบปากเดียว โดยจะออกแบบทั้งหมด 2 แบบ คือ สกรูบีบแบบความกว้างและความลึกของร่องสกรูเท่ากัน และ สกรูบีบแบบความกว้างและความลึกของร่องสกรูไม่เท่ากัน โดยการออกแบบจะใช้หลักการออกแบบเหมือนกับสกรูส่งกำลัง

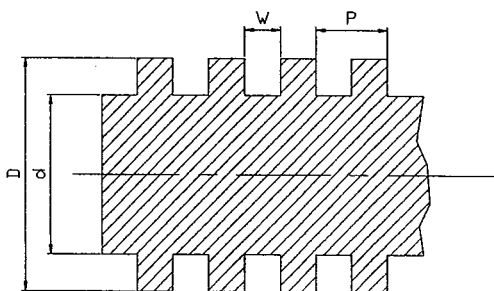
ส่วนสำคัญของสกรู ส่วนสำคัญต่าง ๆ ของสกรู , [2]

ระยะพิตซ์ p หมายถึงระยะทางที่วัดตามแนวแกนของสกรูจากจุดหนึ่งบนเกลียวหนึ่ง ไปยังจุดเดียวกันของ เกลียวที่อยู่ถัดไป

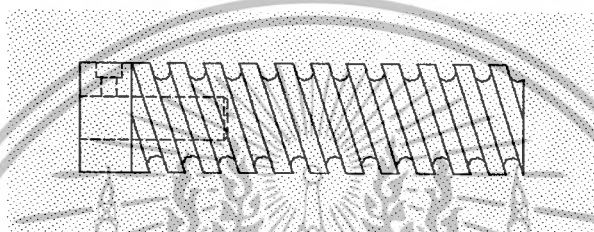
หลิศ (lead) l_c คือระยะทางที่สกรูเคลื่อนที่ได้ตามแนวแกนของสกรู ในขณะที่สกรูหมุนไปหนึ่งรอบ ถ้าเป็น สกรูหนึ่งปาก (single thread) ระยะของหลิศมีค่าเท่ากับระยะพิตซ์ สำหรับสกรูสองปาก (double thread) เกลียวจะมีปากคาบระหว่างเกลียวสองเกลียว ดังนั้นเมื่อสกรูหมุนไปหนึ่งรอบ การเคลื่อนที่ในแนวแกนของสกรูจึงเป็นสองเท่าของระยะพิตซ์ ในทำนองเดียวกันสำหรับสกรูสามปาก(triple thread) หลิศจะมีค่าเป็นสามเท่าของระยะพิตซ์ ถ้าสกรูเป็นแบบ n ปากรยะของหลิศคือ

$$l_c = np$$

สกรูบีบแบบความกว้างและความลึกของร่องสกรูเท่ากัน



รูปที่ 3.3 ลักษณะเกลียวสี่เหลี่ยมของสกรูอัด



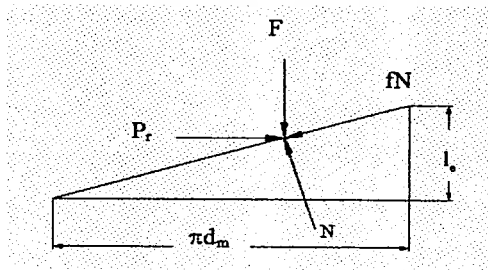
รูปที่ 3.4 สกรูบีบแบบที่ 1 ความกว้างและความลึกของร่องสกรูเท่ากัน



รูปที่ 3.5 สกรูบีบแบบที่ 2 ความกว้างและความลึกของร่องสกรูไม่เท่ากัน

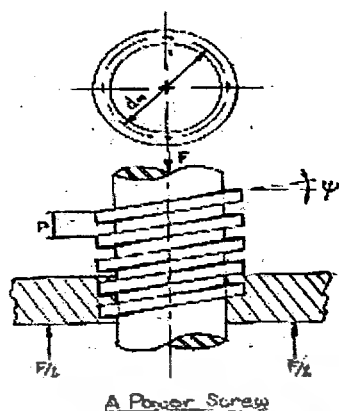
3.3 คำนวณหาโมเมนต์บิดที่ต้องใช้ในการบีบน้ำมันป่าต้ม, [2]

การคำนวณหาโมเมนต์บิดนี้จะวิเคราะห์จากแรงดางที่กระทำกับสกรูดังรูปที่ 3.6 เป็นแรงที่กระทำกับเกลียวซึ่งเป็นภาพคลี่ของเกลียวหมุนไปหนึ่งรอบ โดยจะต้องทำการทดสอบแรงบีบ(F) ที่ต้องใช้สำหรับบีบก่อน



รูปที่ 3.6 แรงปฏิกริยาบนเกลียวสี่เหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แรงที่กระทำกันพื้นเกลียว

จากรูปที่ 3.7 กำหนดให้ ในการออกแบบสลกรูอัดทางทิมได้ศึกษาและออกแบบสลกรูเกลียวอัดในลักษณะที่ ความกว้างของสลกรูไม่เท่ากันแต่ร่องลึกเท่ากันและการคำนวณเรากำหนดจำนวนที่รับแรงอัดสูงสุด(ที่ปลายสลกรู เกลียวอัด)

$$F = \text{แรงที่ในแนวแกนคือแรงที่ทดสอบได้จากเครื่องอัดไฮดรอลิกส์}$$

$$= 49.318 \text{ kN (จะใช้ในการคำนวณหาแรงบิดในการบีบอัด)}$$

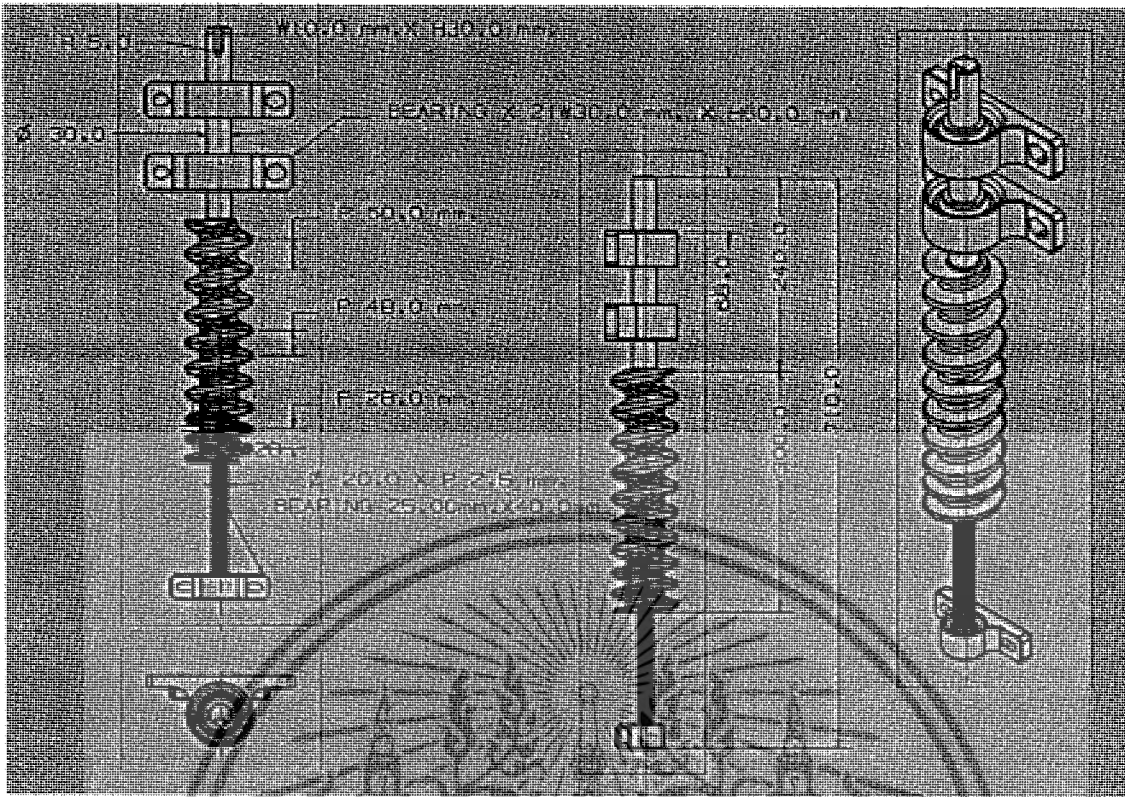
f_s = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวของเกลียวกับแป้นเกลียว = 0.12 (เลือกจากตารางค่า สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของวัสดุเหล็กที่ใช้ทำสลกรูสลกรูเกลียว)

วัสดุสลกรู	เหล็ก	ทองเหลือง	บรอนซ์	เหล็กหล่อ
เหล็ก (แห้ง)	0.15-0.25	0.15-0.23	0.15-0.19	0.15-0.25
เหล็ก (หล่อลื่น)	0.11-0.17	0.10-0.16	0.10-0.15	0.11-0.17
บรอนซ์	0.08-0.12	0.04-0.60	-	0.06-0.09

ตารางที่ 3.1 ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน f_s และ f_c

$$l_c = \text{หาค่าสลกรู} = 28 \text{ mm (คิดที่ระยะหาค่าสลกรูท้าย)}$$

$$d_m = \text{เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของสลกรู}$$



รูปที่ 3.8 ลักษณะสกรูเกลียวที่ออกแบบ

$$d_m = \frac{(D+d)}{2}$$

$$= \frac{80+45}{2}$$

$$= 62 \text{ mm}$$

$$r_m = \text{รัศมีเฉลี่ยของสกรู}$$

$$= 31 \text{ mm}$$

รวมแรงในแนวนอน

$$\sum F_h = P_R - N \sin \alpha - f_s N \cos \alpha = 0$$

รวมแรงในแนวตั้ง

$$\sum F_v = F + f_s N \sin \alpha - N \cos \alpha = 0$$

แรงที่ใช้ในการบีบอัด

$$P_R = \frac{F(\sin \alpha + f_s \cos \beta)}{\cos \alpha - f_s \sin \alpha}$$

$$= \frac{F[(l/\pi d_m) + f_s]}{1 - (f_s l/\pi d_m)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาแรงบิดที่เกิดจากใช้แรงบีบอัด p_r

$$\begin{aligned} T_R &= P_R \times r_m \\ &= F r_M \left(\frac{l + \pi f_s d_M}{\pi d_M - f_s l} \right) \end{aligned}$$

ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสำหรับวัสดุที่ใช้ทำเกลียวสี่เหลี่ยม

$$f_s > \tan \alpha \quad \text{หรือ} \quad f_s > \frac{l}{\pi d_M}$$

แทนค่าในสูตรหาแรงบิดที่ใช้ในการบีบอัด

$$\begin{aligned} T_R &= (49.318 \times 0.031) \left[\frac{(0.028) + (\pi \times 0.12 \times 0.062)}{(\pi \times 0.062) - (0.12 \times 0.028)} \right] \\ &= 0.410 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

3.4 กำหนดหาขนาดมอเตอร์ที่ต้องใช้

จากสมการหาค่าลึงมอเตอร์ แล้วใช้ค่าแรงบิดรวมที่ใช้ในการบีบมาคำนวณ กำหนดให้ ใช้รอบในการบีบน้ำมันปาล์ม 85 รอบต่อนาที (รอบที่ได้จากการทดลอง) กำหนดให้ เฟืองคอกจอก

- จำนวนฟันเฟืองขับ $N_p = 16$ ฟัน
- จำนวนฟันเฟืองตาม $N_g = 10$ ฟัน
- เส้นผ่านศูนย์กลางเฟืองขับ $D_p = 75 \text{ mm}$
- เส้นผ่านศูนย์กลางเฟืองตาม $D_g = 45 \text{ mm}$



รูปที่ 3.9 ชุดเฟืองคอกจอก

จากสูตรหาความเร็วรอบของมอเตอร์

$$\frac{n_p}{N_p} = \frac{n_g}{N_g}$$

จะได้มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบ

$$N_p = 136 \text{ rpm}$$

จากสูตรแรงบิดที่กระทำต่อเพลาตาม

$$T = Fr$$

จะได้แรงเท่ากับ

$$F = 18.222 \text{ KN.}$$

จากสูตรแรงบิดที่กระทำกับเพลาขับ

$$T = Fr$$

จะได้แรงบิดที่ใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์เท่ากับ

$$T = 683.325 \text{ Nm.}$$

$$WP = \frac{2\pi TN}{60} \text{ หรือ สูตรหาแรงม้า} = \frac{T \omega}{33,000}$$

จากสูตรหาขนาดแรงม้า

$$W_p = \frac{2 \times \pi \times 683.325 \times 136}{60}$$

$$= 9731.837 \text{ watt.}$$

$$1 \text{ hp} = 745.7 \text{ Watt}$$

จะได้ขนาดมอเตอร์เท่ากับ 13.050 แรงม้า

เลือกขนาดมอเตอร์ 13 แรงม้า

3.5 การตรวจการสึกหรอของฟันเฟืองคอกจอก, [2]

ใช้รอบในการบีบน้ำมันปาล์ม 98 รอบต่อนาที(ที่ได้จากการทดลอง)เฟืองคอกจอก จำนวนฟันเฟืองขับ $N_p = 16$ ฟัน จำนวนฟันเฟืองตาม $N_g = 10$ ฟัน เส้นผ่านศูนย์กลางเฟืองขับ $D_p = 75 \text{ mm}$ ผ่านศูนย์กลางเฟืองตาม $D_g = 45 \text{ mm}$ และมุมกด 20° $b = 15.25 \text{ mm}$ เลือกวัสดุทำเฟืองเหล็กกล้าผสม SAE 3145 ถ้าให้ $N_s = 1.2$ และ $K_f = 1.4$ แล้ว เฟืองคู่นี้ส่งกำลังได้เท่าใด และจะตรวจสอบความคงทนต่อการสึกหรอด้วย

ในที่นี้เฟืองพินเนียนสามารถรับแรงได้นี้กว่า จากตารางค่าความเค้นสถิตยี่ใช้งานสำหรับใช้กับสมการลูอิส

$$\sigma = 365 \text{ N/mm}^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมดูลของเฟืองขับมีค่าเท่ากับ

$$m = \frac{d_p}{N_p}$$

$$= 5$$

$$L = (r_p^2 + r_g^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$= 44 \text{ mm}$$

จากสมการหาจำนวนฟันเฟืองขับจริง

$$N_{ep} = \frac{d_p L}{m r_g}$$

$$= \frac{75(44)}{5(22.5)}$$

$$= 29.333$$

จากสมการหาจำนวนฟันเฟืองขับจริง

$$N_{eg} = \frac{d_g L}{m r_p}$$

$$= \frac{45(44)}{5(37.5)}$$

$$= 10.56$$

จากตารางที่ ก.16(ด้านหลัง) แรงที่กระทำที่ปลายฟัน $Y = 0.358$

$$F_b = \frac{\sigma_b Y m}{K_f} \left(1 - \frac{b}{L}\right)$$

$$= \frac{365(15.25)(0.358)(5)}{1.4} \left(1 - \frac{15.25}{44}\right)$$

$$= 4650.213 \text{ N}$$

ความเร็วพิตช์ของพินเนียน

$$v = \pi d_p n$$

$$= \pi \left(\frac{75}{1000}\right) \left(\frac{136}{60}\right)$$

$$= 0.534 \text{ m/s}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 แรงพลวัต, [2]

การคำนวณหาแรงพลวัตของเฟืองคอกจอก ก็ทำได้เช่นเดียวกับในกรณีเฟืองตรง โดยใช้ความเร็วพิตซ์ของปลายกรวยด้านโต ค่าประกอบความเร็วของเฟืองตรงที่อนุโลมให้ใช้กับเฟืองคอกจอกได้คือ ค่าประกอบความเร็ว (สำหรับความเร็วที่น้อยกว่า $V \leq 10 \text{ m/s}$)

$$K_v = \frac{3+V}{3}$$

$$= 1.178$$

แรงพลวัต

$$F_d = K_v F_t$$

$$= 1.178 F_t$$

แรงที่กระทำบนฟันเฟือง

$$F_b = N_s F_d$$

$$4650.213 = (1.2) (1.178 F_t)$$

$$F_t = 3289.624 \text{ N}$$

พบว่าวัสดุชนิดนี้มี HB = 475 (จากตารางที่ ก.17) ดังนั้นแทนค่าในสูตร

$$\sigma_e = 2.76 \text{ HB} - 68.96$$

$$= 2.76(475) - 68.96$$

$$= 1242.04 \text{ N/mm}^2$$

การหาแรงสึกกร่อน ให้ใช้ K ตารางค่าประกอบแรงสึกกร่อน และขีดจำกัดความทนทานผิวหน้า σ_e (จากตารางที่ ก.14 ด้านหลัง)

สำหรับเหล็ก $E_p = E_g = 207 \text{ kN/mm}^2$ (จากตารางที่ ก.17)

จากสมการ

$$K = \sigma_e^2 \sin 20^\circ \left(\frac{1}{1.4} \right) \left(\frac{1}{E_p} - \frac{1}{E_g} \right)$$

$$= \frac{(1242.04)^2 \sin 20^\circ}{1.4} \left(\frac{2}{207000} \right)$$

$$= 3.64 \text{ N/mm}^2$$

จากสมการ

$$Q' = \frac{2N_{eg}}{N_{ep} + N_{eg}}$$

$$= \frac{2(10.56)}{29.333 + 10.56}$$

$$= 0.529$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหามุมพิศัยของพีเนียน

$$\begin{aligned}\sin \beta &= \frac{r_p}{L} \\ &= \frac{37.5}{44} \\ &= 0.852\end{aligned}$$

จะได้ $\beta = 58.43^\circ$

แทนค่าในในสมการหาค่าสึกกร่อนใช้งานสำหรับเฟืองคอกจอก

$$\begin{aligned}F_w &= \frac{d_p b Q' K}{\cos \beta} \\ &= \frac{75(15.25)(0.529)(3.64)}{\cos 58.43^\circ} \\ &= 4206.669 \text{ N}\end{aligned}$$

จากสูตรหาแรงพลวัต

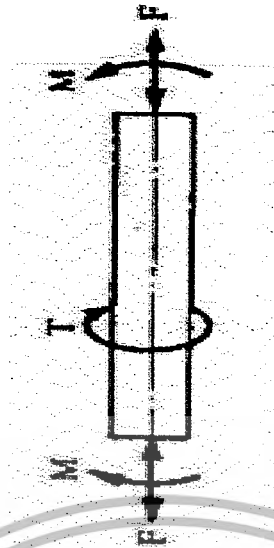
$$\begin{aligned}\text{เมื่อ } F_d &= 1.178(3289.624) \\ &= 3875.177 \text{ N}\end{aligned}$$

ดังนั้น $F_w > F_d$ แสดงว่าเฟืองคู่นี้ที่ทางทีมเลือกมาใช้ทนต่อการสึกหรอได้ดี

3.7 กำหนดหาขนาดเพลลา, [2]

การออกแบบเพลลานี้จะใช้หลักการออกแบบเพลลาตามโค้ดของ AMSE

วิธีการดังกล่าวนี้ใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด และไม่พิจารณาถึงความล้าหรือความเค้นหนาแน่นที่เกิดขึ้นบนเพลลา ซึ่งเป็นการออกแบบโดยวิธีสถิตยศาสตร์ (static design method) ในการหาสมการสำหรับการออกแบบเพลลาให้พิจารณาเพลลาในรูปที่ 3.8 ให้เพลลาเป็นแบบกลมและกลวง โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในและภายนอกเท่ากับ d_i และ d_o ตามลำดับ ความเค้นต่างๆที่เกิดขึ้นบนเพลลา มีดังต่อไปนี้คือ



รูปที่ 3.10 เพลที่อยู่ภายใต้แรงต่างๆ

ความเค้นดึงหรือกด $\sigma_a = \frac{4F}{\pi(d^2 - d_i^2)}$ (1)

ความเค้นเฉือน $\tau_{xy} = \frac{Tr}{J} = \frac{16Td}{\pi(d^4 - d_i^4)}$ (2)

ในกรณีที่เป็นแรงกด อาจมีผลจากการ โกงงอ (Buckling) ได้ ดังนั้นสมการที่ (1) จะกลายเป็น

$$\sigma_a = \frac{4\alpha F}{\pi(d^2 - d_i^2)} \quad (3)$$

เพลส่วนมากจะอยู่ภายใต้ความเค้นที่เป็นจักร ทั้งนี้เพราะเพลหมุนอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้นแรงที่กระทำยังอาจจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาอีกด้วย ดังนั้นเพลจึงเกิดความเสียหายเนื่องมาจากความล้าเป็นส่วนใหญ่ สำหรับวิธีการคำนวณของ ASME ใช้วิธีการแบบสถิติศาสตร์ ดังนั้นจึงต้องมีตัวประกอบความล้า (fatigue factor) มาเกี่ยวข้องกับด้วย

ถ้าให้ C_m = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการตัด

C_t = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด

ดังนั้นสมการที่ (2) และสมการที่ (3) จึงกลายเป็น

$$\tau_{xy} = \frac{16C_t T d}{\pi(d^4 - d_i^4)} \quad (4)$$

ความเค้นกดหรือความเค้นดึงรวมคือ

$$\sigma = \sigma_a + \sigma_b \quad (5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด

$$\tau = \left[\tau_{xy}^2 + \left(\frac{\sigma}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

แทนค่าสมการที่ (4),(5),(6) และสมการที่ (7) ลงในสมการข้างบนนี้แล้วจัดรูปใหม่จะได้ว่า

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau(1-k^4)} \left[(C,T)^2 + \left\{ \frac{\alpha Fd(1+k^2)}{8} + C_m M \right\}^2 \right]^{1/2} \quad (7)$$

โดยที่ $k = d_i / d$

ในกรณีที่ไม่มีแรง F กระทำอยู่ด้วย สมการที่ (8) จะลดรูปเหลือเพียง

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau(1-k^4)} [(C,T)^2 + (C_m M)^2]^{1/2} \quad (8)$$

หรือในกรณีของเพลาดัน $k = d_i / d = 0$ เมื่อแทนค่าลงในสมการที่ (9) ก็จะได้สมการที่มีรูปคล้ายกับในหนังสือกลศาสตร์วัสดุทั่วไปคือ

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau} [(C,T)^2 + (C_m M)^2]^{1/2} \quad (10)$$

นอกจากนี้โค้ดของ ASME ยังได้ระบุเอาไว้ว่าเพล่าซึ่งมีใช้ในงานธรรมดาทั่วไป ควรจะมีค่าความเค้นเฉือนใช้งานดังนี้

$$\tau_d = 55 \text{ N/mm}^2 \quad \text{สำหรับเพล่าที่ไม่มีร่องลิ้น}$$

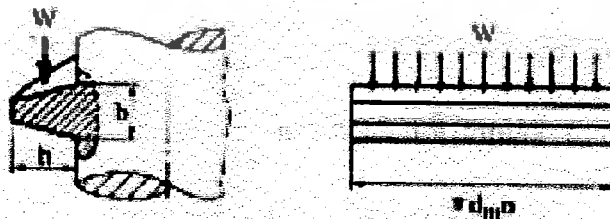
$$\tau_d = 41 \text{ N/mm}^2 \quad \text{สำหรับเพล่าที่มีร่องลิ้น}$$

3.8 ความเค้นเฉือนในพื้นเกลียว, [1]

ทีมงานได้ออกแบบเกลียวสกรูอัดสำหรับหน้าตัดแบบหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าเพื่อรับความเค้นเฉือนสูงสุดดังสูตรข้างล่าง

$$\tau = \frac{3W}{2A}$$

W คือ แรงที่กระทำบนสันเกลียว



รูปที่ 3.11 พื้นเกลียวรับแรงคล้ายกับคานอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ b เป็นความหนาของโคนฟันเกลียว ดังนั้นพื้นที่รับแรงเฉือน

$$A = \pi d_r b n$$

เพราะฉะนั้นค่าความเค้นเฉือนใช้งาน

$$\tau_d = \frac{3W}{2\pi d_r b n}$$

n คือจำนวนเกลียว

d_r คือเส้นผ่านศูนย์กลางโคนเกลียว

แทนค่าในสูตร ความเค้นสูงสุดที่หน้าตัดรับแรง คือ

$$\begin{aligned}\tau_d &= \frac{3 \times 49318}{45 \times \pi \times 2 \times 6 \times 6} \\ &= 14.536 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

3.9 การออกแบบแบริ่ง, [2]

ในการใช้งานจริง วัสดุแบริ่งอาจจะรับแรงในแนวรัศมีและแนวแกน และวงแหวนใน หรือ นอกจะเป็นอันที่หมุนก็ได้ ซึ่งแล้วแต่ที่ออกแบบ แต่คศาสตร์ของผู้ผลิตจะกำหนดให้เฉพาะอายุประเมินในเทอมของแรงในแนวรัศมีเท่านั้น ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนแรงและเงื่อนไขจากที่ใช้งานจริงๆ มาให้เป็นแรงในแนวรัศมีโดยมีวงแหวนตัวในหมุน เรียกว่า แรงสมมูล (Equivalent fore) เพื่อที่ใช้เลือกแบริ่งจากแคตตาล็อกได้ของสมาคม AFBMA

โดยที่ P = แรงสมมูล

F_r = แรงในแนวรัศมี

F_a = แรงในแนวแกนหรือแรงหมุน

V = ตัวประกอบการหมุนเมื่อวงแหวนในหมุน มีค่าเท่ากับ 1 วงแหวนนอกหมุนมีค่าเท่ากับ 1.2

X = ตัวประกอบแรงในแนวรัศมี

Y = ตัวประกอบแรงหมุน

ทำการเลือกแบริ่งแบบ Single- row Deep- Groove Ball Bearing จะรับแรงในแนวแกนที่มีค่ามาก

$$\begin{aligned}F_a &= \text{น้ำหนักเปลือกที่บีบอัด} + \text{น้ำหนักเพลากับสกรูเกลียว} + \text{แรงที่กดบนพื้นเพื่อ} \\ &= 74 + 29 + 18222\end{aligned}$$

$$= 18325 \text{ N}$$

แรงในแนวรัศมี

$$F_r = 0$$

เลือกใช้แบริ่ง Single- row Deep- Groove Ball Bearing อนุกรมมิติ 02 ขนาดรูสวม 30 มิลลิเมตร ที่ความเร็วรอบ 85 รอบต่อนาที อายุการใช้งานมากกว่า 20000 ชั่วโมง เลือกจากตารางที่ ก.12 การอยู่รอด 95 เปอร์เซ็นต์ และวงแหวนตัวในหมุน

การหาอายุใช้งานของเบร้ง

$$\begin{aligned}\frac{L_{10}}{L_6} &= \left[\frac{\ln R_{10}}{\ln R_6} \right]^{1/1.17} \\ &= 20000 \left[\frac{\ln 0.9}{\ln 0.95} \right]^{1/1.17} \\ &= 37002 \text{ hr}\end{aligned}$$

อายุใช้งานของเบร้ง

$$\begin{aligned}L_{10} &= 37002(85)(60)(10^{-6}) \\ &= 188.710 \text{ ล้านรอบ}\end{aligned}$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

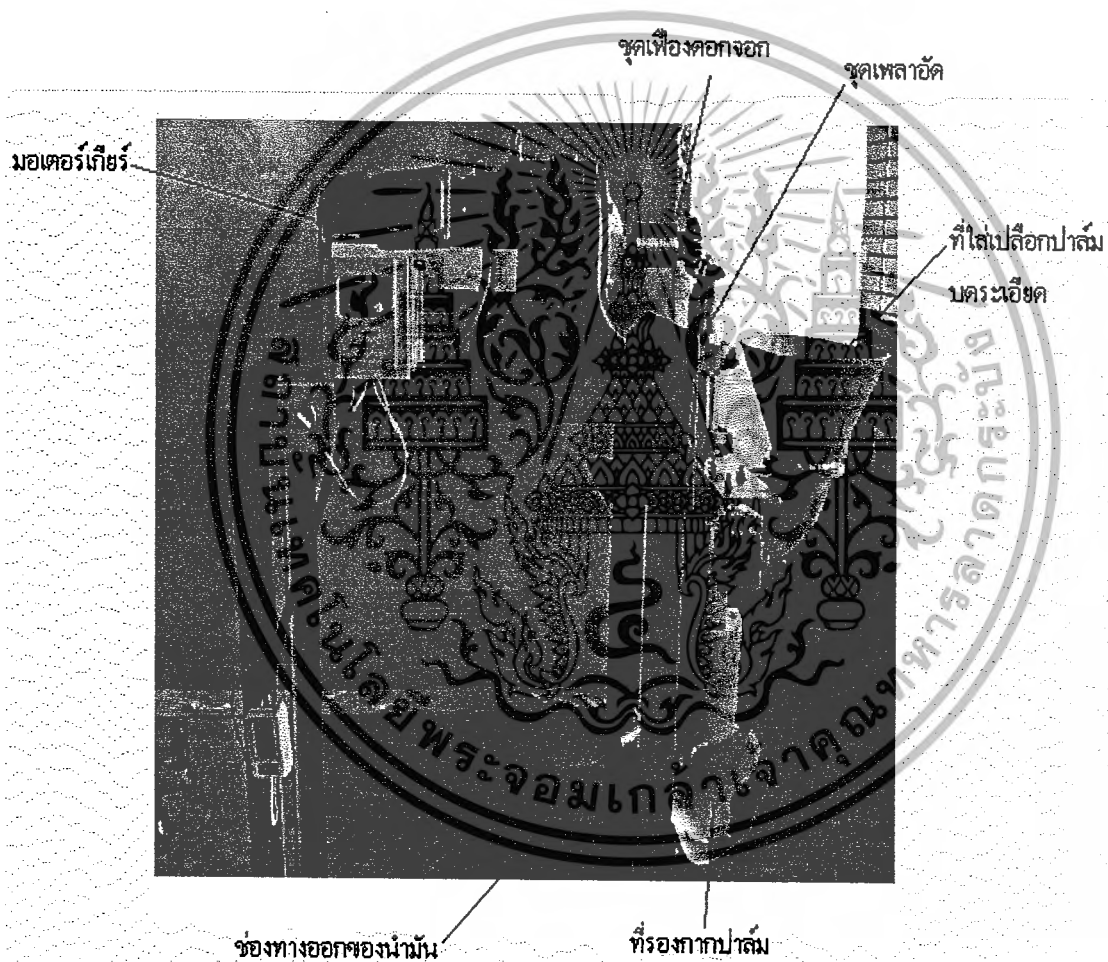
บทที่ 4

หลักการทํางานและส่วนประกอบของเครื่องบีบอัดนํามันปาล์ม

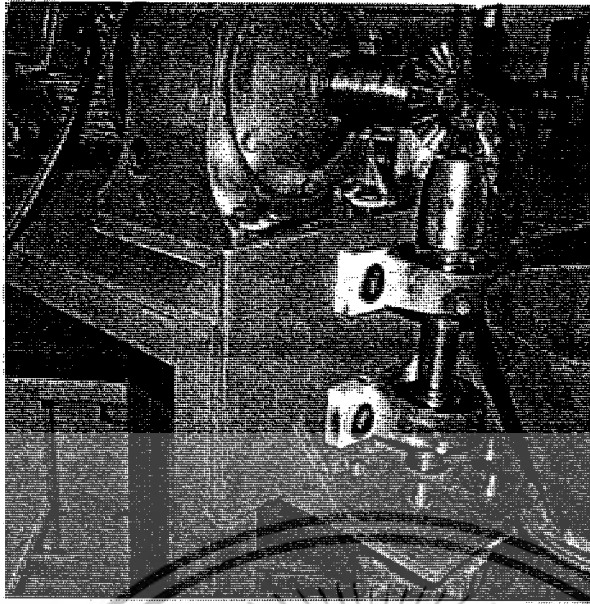
4.1 หลักการทํางานเครื่องบีบนํามันปาล์ม

4.1.1 กระบวนการส่งกำลัง

จากการคำนวณขนาดของมอเตอร์เกียร์ 13 แรงม้า ผ่านชุดเฟืองทด 1:30 และส่งกำลังผ่านเฟืองคอกจอกที่มีอัตราทด 1:1.6 มอเตอร์ขับเคลื่อนด้วยความเร็วรอบ 136 รอบต่อนาทีและเพลตามหมุนด้วยความเร็วรอบเท่ากับ 85 รอบต่อนาที

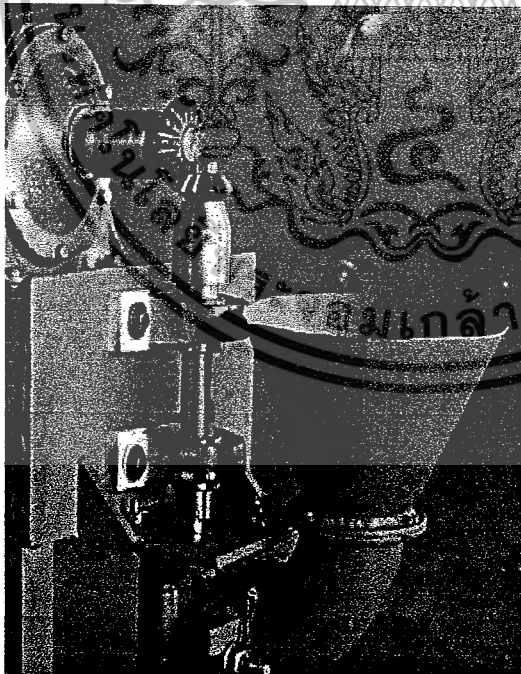


รูปที่ 4.1 การส่งกำลังจากมอเตอร์ผ่านเฟืองคอกจอกไปยังเพลลาอัด



รูปที่ 4.2 ชุดเฟืองคอกจอก

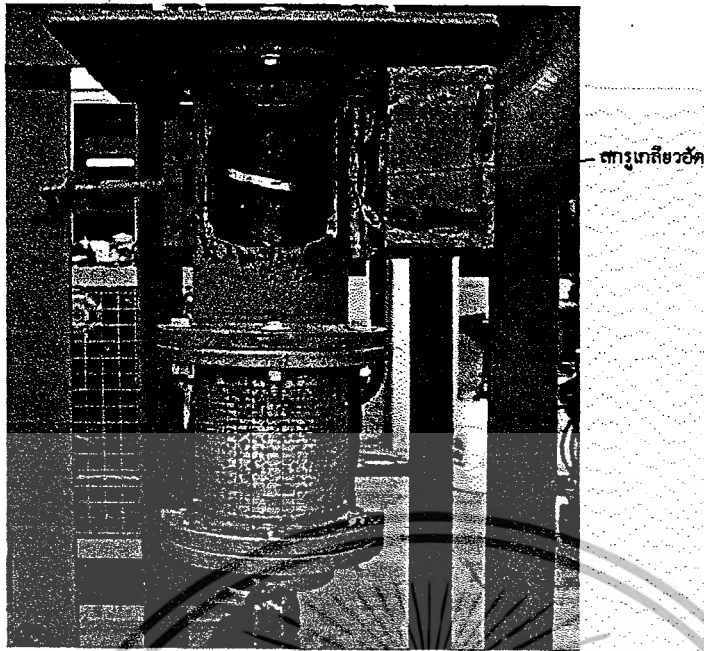
จากนั้นเมื่อใส่เปลือกปาล์มที่ได้จากเครื่องบดแยกเปลือกจากเมล็ดตรงกรวยใส่เปลือกปาล์มแล้ว
 สกรูจะทำการหมุนบีบอัด ดังรูปที่ 4.3



กรวยใส่เปลือก
 ปาล์มบดละเอียด

รูปที่ 4.3 กรวยใส่เปลือกปาล์มบด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ช่องทางเข้าของเปลือกปาล์มบดละเอียดและสกรูเกลียวซัด

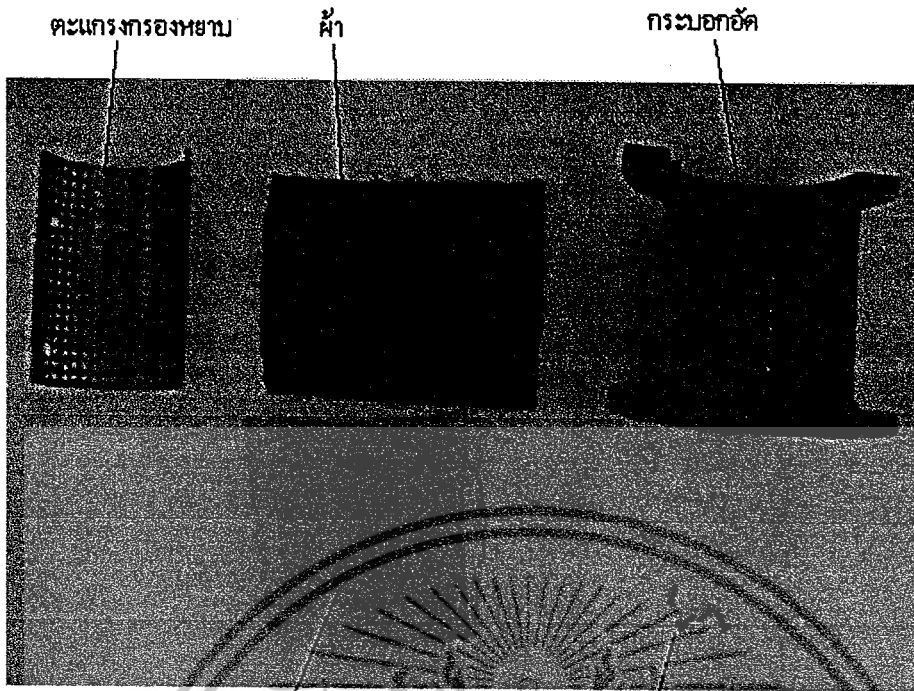
4.1.2 กระบวนการบีบอัดน้ำมันปาล์ม

จากคำนวณหาขนาดของเพลลาและใช้แรงในการบีบน้ำมันปาล์ม อีกอย่างลักษณะของเปลือกปาล์มที่บดละเอียดนั้นมีลักษณะคล้ายเจลคังนั้นจึง ได้ออกแบบกรองน้ำมันขึ้น



รูปที่ 4.5 ลักษณะภายในกระบอบีบอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตะแกรงกรองละเอียด น็อตยึด 4 ตัว

รูปที่ 4.6 ส่วนประกอบภายในกระบอกลัด



รูปที่ 4.7 ลักษณะหัวบีบอัด

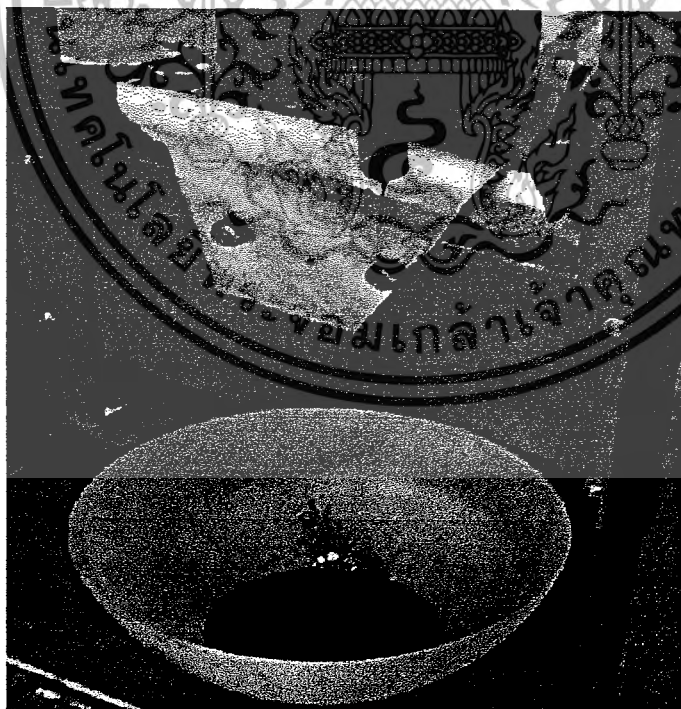
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อปาล์มถูกหมุนอัคคีด้วยสกรูเกลียวอัคคีรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 กากปาล์มที่ผ่านการอัดจากเครื่อง

เมื่อเปลือกปาล์มถูกอัดจะทำให้เกิดการอัดแน่นของเปลือกและจะทำให้ให้น้ำมันปาล์มจะซึมผ่านกรงหยาบและผ่านกรงระเอียดและไหลออกทางช่องทางออกของน้ำมันดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ลักษณะการไหลออกของน้ำมันปาล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิธีการทดลองและผลการทดลองการทำงานของเครื่อง

การทดสอบเครื่องบีบอัดน้ำมันปาล์ม โดยนำเปลือกปาล์มที่ได้จากการบดแยกจากเมล็ดคานามาบีบอัดทดสอบที่ความเร็วรอบต่างๆและจับเวลาในการบีบอัดแต่ละครั้ง โดยการปรับระยะหัวบีบอัดที่ระยะ 2 mm และ ปรับระยะหัวบีบอัดที่ระยะ 3 mm โดยทดสอบที่ความเร็วต่างๆ เพื่อจะหาประสิทธิภาพของเครื่องบีบอัดน้ำมันปาล์มเพื่อเก็บข้อมูลและปรับปรุงแก้ไขต่อไป

5.1 การทดลองบีบน้ำมันปาล์ม

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการอัดแบบต่างๆแล้ว ทางทีมงานจึง ได้ออกแบบเครื่องบีบน้ำมันแบบสกรูเกลียวอัดปาล์มขึ้น ดังนั้นจึงทำการทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมที่สุด

5.1.1 การทดลองเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์เกียร์

1.วิธีการทดลอง

การเตรียมอุปกรณ์

- ตัวปรับความเร็วรอบ
- เครื่องวัดความเร็วรอบ
- เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
- เปลือกปาล์มที่ผ่านการบดแยกจากเมล็ด
- นาฬิกาจับเวลา

2. การทดลอง

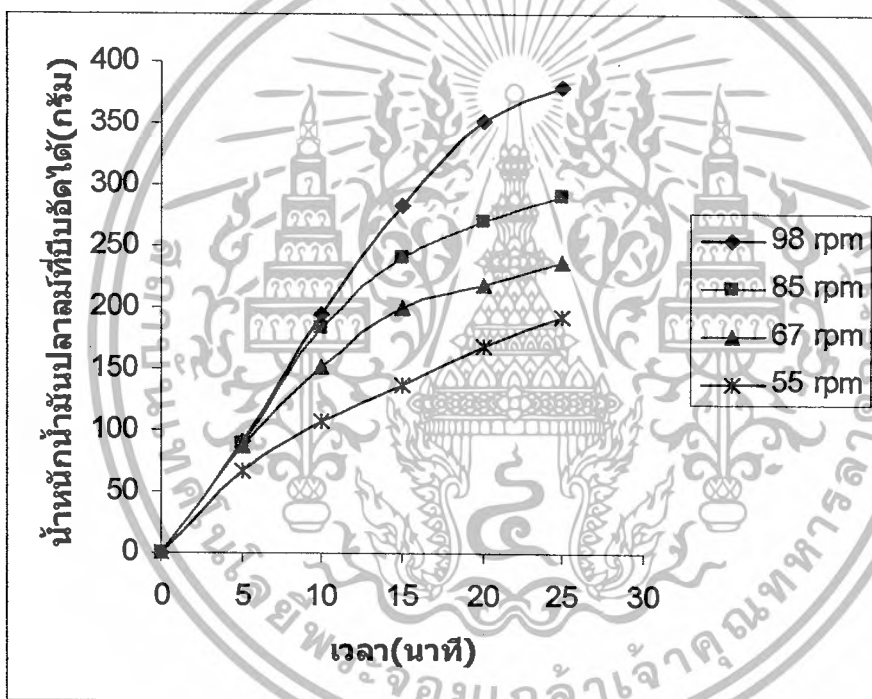
- ปรับที่ความเร็วรอบ 98, 85, 76 และ 55 รอบต่อนาที
- จับเวลา
- ปรับระยะหัวอัดที่ 2 mm
- ปรับระยะหัวอัดที่ 3 mm

จากผลการทดสอบเครื่องบีบอัดน้ำมันปาล์ม โดยนำเปลือกปาล์มที่ได้จากการเครื่องบดแยกเปลือกจากเมล็ดคานามาทดสอบบีบอัดที่ความเร็วรอบต่างๆและจับเวลาในการบีบอัดแต่ละครั้ง โดยการปรับระยะหัวบีบอัดที่ระยะ 2 mm

จากผลการทดลอง (ระยะหัวบีบอัดที่ 2 mm)

ตารางที่ 5.1 ผลการทดลองการบีบอัดที่ความเร็วรอบต่าง ๆ (ระยะหัวบีบอัดที่ 2 mm)

ความเร็วรอบ (rpm)	การจับเวลา ที่ 5 นาที	การจับเวลา ที่ 10 นาที	การจับเวลา ที่ 15 นาที	การจับเวลา ที่ 20 นาที	การจับเวลา ที่ 25 นาที
98 rpm	90.45 g	195.33 g	283.6 g	351.72 g	380.5 g
85 rpm	88.45 g	183.39 g	244.8 g	270.17 g	291.16 g
76 rpm	86.93 g	151.44 g	200.13 g	218.35 g	237.91 g
55 rpm	67.43 g	107.51 g	137.11g	167.91 g	193 g



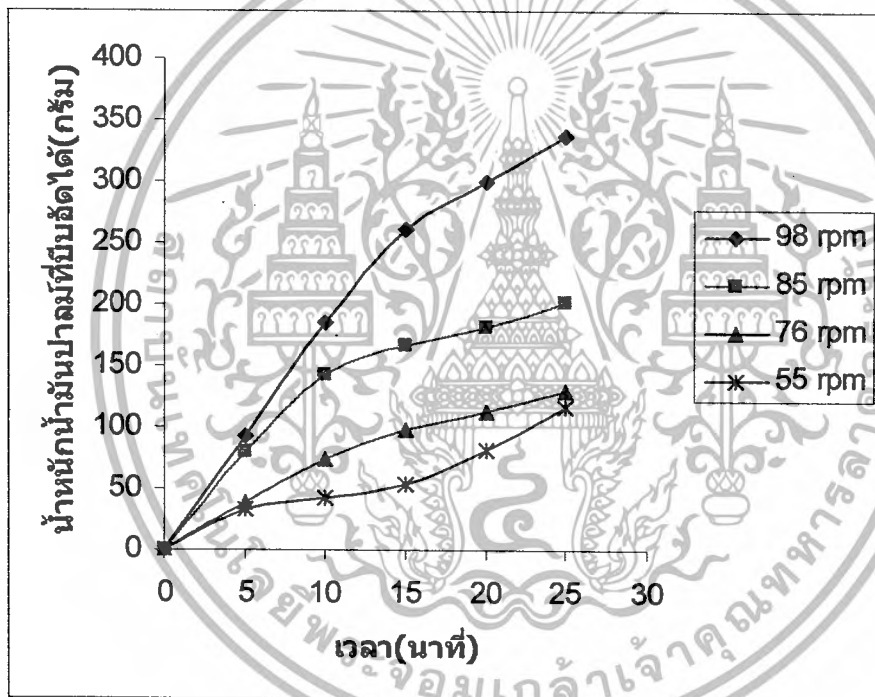
รูปที่ 5.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบต่างๆ กับเวลา (ระยะหัวบีบอัดที่ 2 mm)

การทดสอบเครื่องบีบอัดน้ำมันปาล์ม โดยนำเปลือกปาล์มที่ได้จากเครื่องบดแยกเปลือกจากเมล็ด นำมาทดสอบบีบอัดที่ความเร็วรอบต่างๆและจับเวลาในการบีบอัดแต่ละครั้ง โดยการปรับระยะหัวบีบอัดที่ระยะ 3 mm

จากผลการทดลอง (ระยะหัวบีบอัดที่ 3 mm)

ตารางที่ 5.2 ผลการทดลองการบีบอัดที่ความเร็วต่าง ๆ (ระยะหัวบีบอัดที่ 3 mm)

ความเร็วรอบ (rpm)	การจับเวลา ที่ 5 นาที	การจับเวลา ที่ 10 นาที	การจับเวลา ที่ 15 นาที	การจับเวลา ที่ 20 นาที	การจับเวลา ที่ 25 นาที
98 rpm	91.86 g	185.58 g	262.01 g	299.11 g	336.46 g
85 rpm	80.53 g	141.94 g	165.82 g	182.22 g	201.21 g
76 rpm	38.72 g	73.76 g	98.2 g	113.51 g	130.08 g
55 rpm	33.57 g	41.98 g	52.8 g	80.66 g	117.28 g

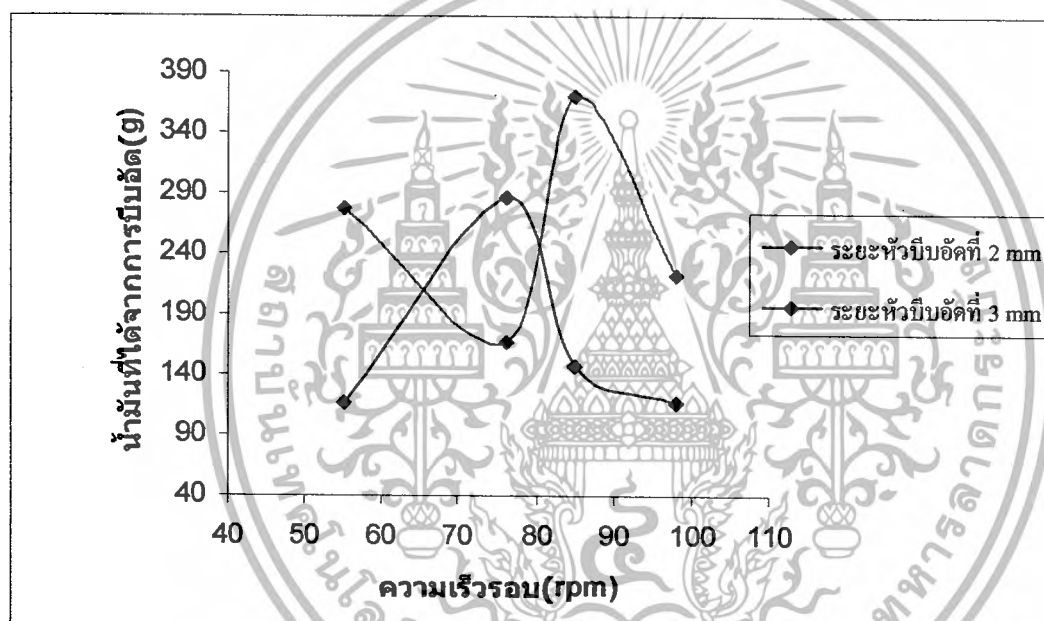


รูปที่ 5.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบต่างๆ กับเวลา (ระยะหัวบีบอัดที่ 3 mm)

จากผลการทดลองการบีบอัดน้ำมันปาล์ม (โดยใช้เปลือกปาล์มที่ได้จากการบดแยกเปลือกปาล์มจากเมล็ดในปริมาณ 1 kg นำมาทดสอบที่ความเร็วรอบต่างๆ โดยการปรับระยะหัวบีบอัดที่ระยะ 2 mm และระยะบีบอัดที่ 3 mm

ตารางที่ 5.3 ผลการทดลองการบีบอัดที่ความเร็วต่าง ๆ ต่อปริมาณ 1kg ที่เท่ากัน

ความเร็วรอบ(rpm)	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำปาล์มต่อ	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำปาล์มต่อ
	เปลือก 1 kgปรับระยะหัวอัดที่ 2 mm	เปลือก 1 kgปรับระยะหัวอัดที่ 3 mm
98 rpm	117.32 g	221.74 g
85 rpm	146.39 g	370.08 g
76 rpm	285.64 g	166.44 g
55 rpm	116.33 g	277.27 g



รูปที่ 5.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะการการบีบอัดที่ 2 mm กับ 3 mm

5.2 การทดสอบคุณสมบัติของน้ำมันปาล์ม

5.2.1 การหาค่ากรดไขมันของปาล์มสดโดยไม่ผ่านความร้อน

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

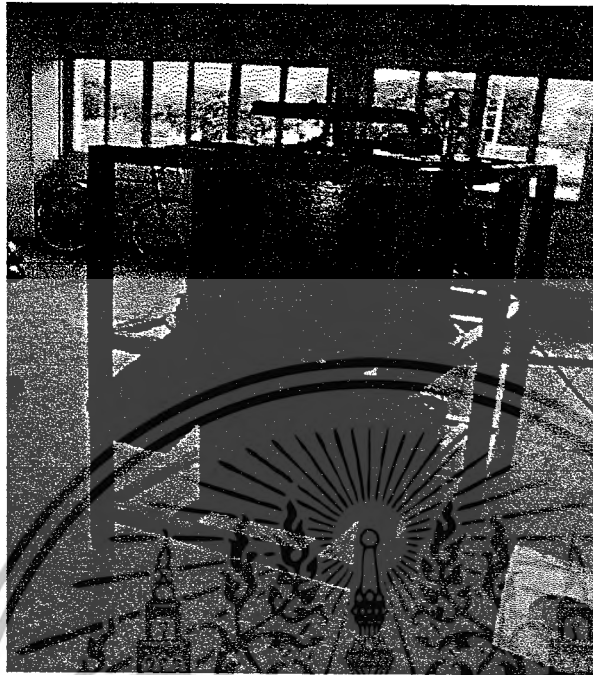
1. เครื่องบีบน้ำมันปาล์ม
2. เครื่องแยกเปลือกปาล์มจากเมล็ด
3. แก้วทดลองขนาดต่างๆ
4. เครื่องชั่ง 4 ทศนิยม
5. อุปกรณ์ต้อน้ำมัน เช่น บิกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. อุปกรณ์ไทเทรต

2. ลำดับขั้นตอนการหาคะดไขมัน

1. หลังจากแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะเลา 1 วัน แล้วนำมาผ่านเครื่องแยกเปลือกออกจากเมล็ด



รูปที่ 5.4 เครื่องแยกเปลือกจากเมล็ดปาล์ม โดยใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

กรณีที่ 1 ผลปาล์มสดที่ไม่ผ่านความร้อน



รูปที่ 5.5 ผลปาล์มที่ไม่ผ่านความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



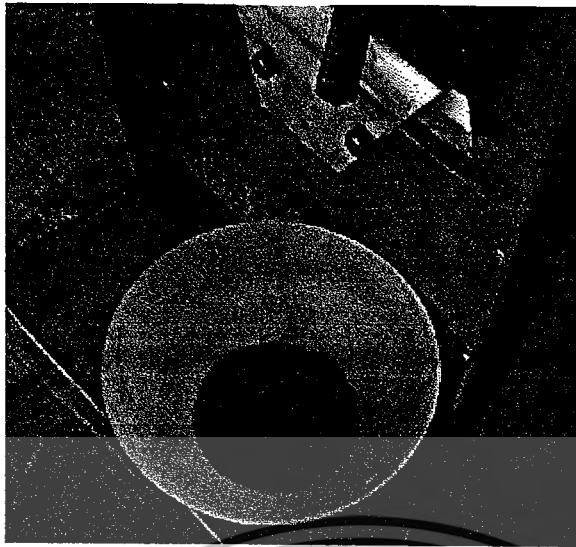
รูปที่ 5.6 ปาล์มที่ผ่านการแยกเปลือกจากเมล็ด

2. นำเปลือกที่ผ่านกระบวนการแยกเมล็ดแล้วมานีบดด้วยเครื่องบีบน้ำมันปาล์ม



รูปที่ 5.7 เครื่องบีบน้ำมันปาล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.8 น้ำมันปาล์มที่ผ่านการบีบ

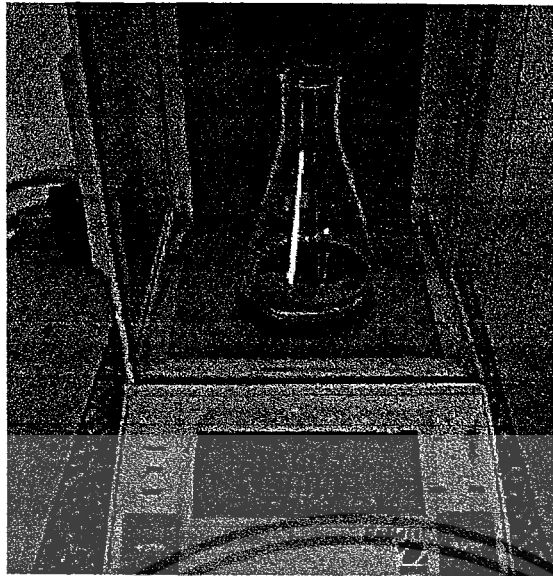
3. นำน้ำมันปาล์มไปหาค่า % กรดไขมัน



รูปที่ 5.9 ลักษณะน้ำมันที่ได้หลังจากการอัดด้วยเครื่องบีบน้ำมันปาล์ม

4. วิเคราะห์โดยการนำน้ำมันปาล์มตัวอย่าง 3.0 กรัมแล้วเติม Iso-propanal 50 ml แล้วนำไปต้มให้เดือด , [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

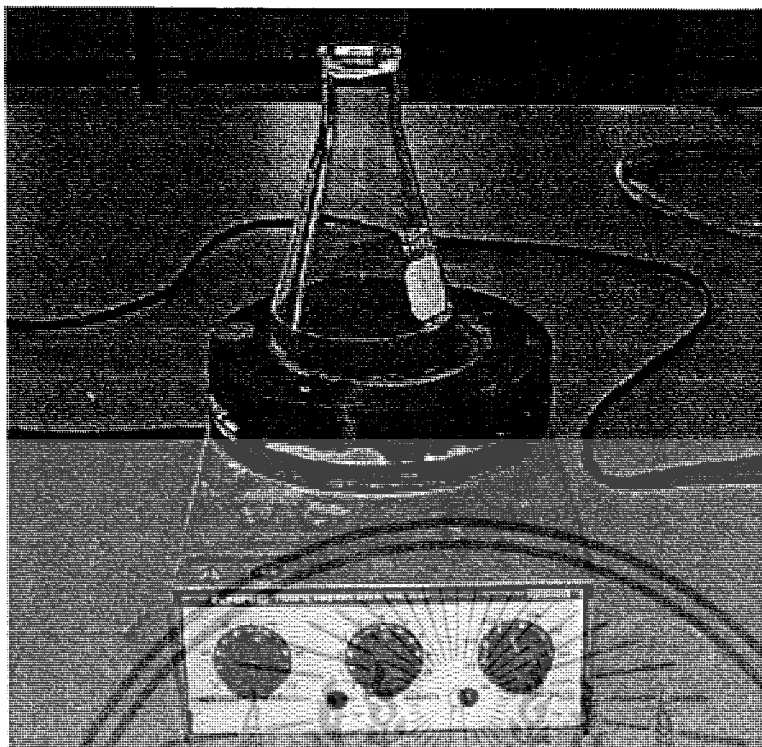


รูปที่ 5.10 การชั่งน้ำมันปาล์ม



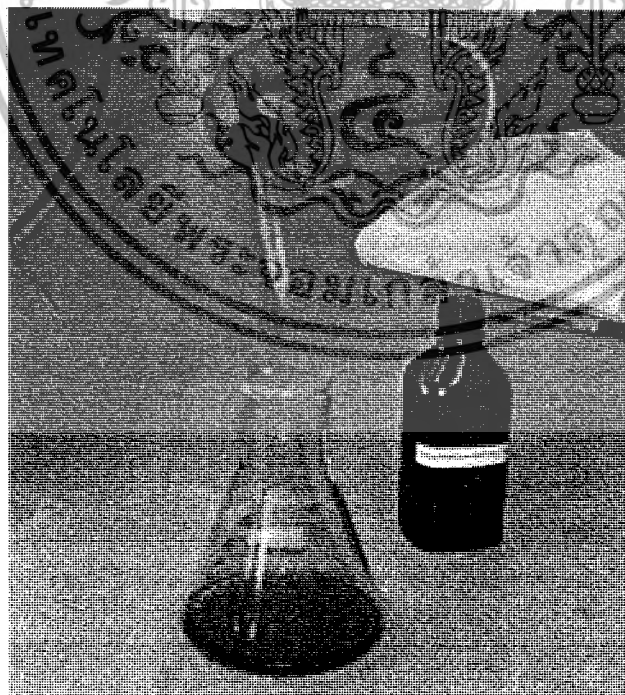
รูปที่ 5.11 การเติม Iso-propanal 50 ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.12 การอุ่นน้ำมันให้เดือด

5. การนํ้าหยดสาร Phenolphthalein indicator 1% ประมาณ 5-6 หยด หยดแล้วเขย่าให้เข้ากัน



รูปที่ 5.13 การหยดสาร Phenolphthalein indicator 1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. จากนั้นนำน้ำมันปาล์มไปทำการไทเทรตด้วย NaOH 0.0995N โดยทำการหยดสารไปเรื่อยๆ จนน้ำมันปาล์มเปลี่ยนสีแล้วอ่านค่าที่ได้จากหลอดที่ทำการไทเทรต, [3]

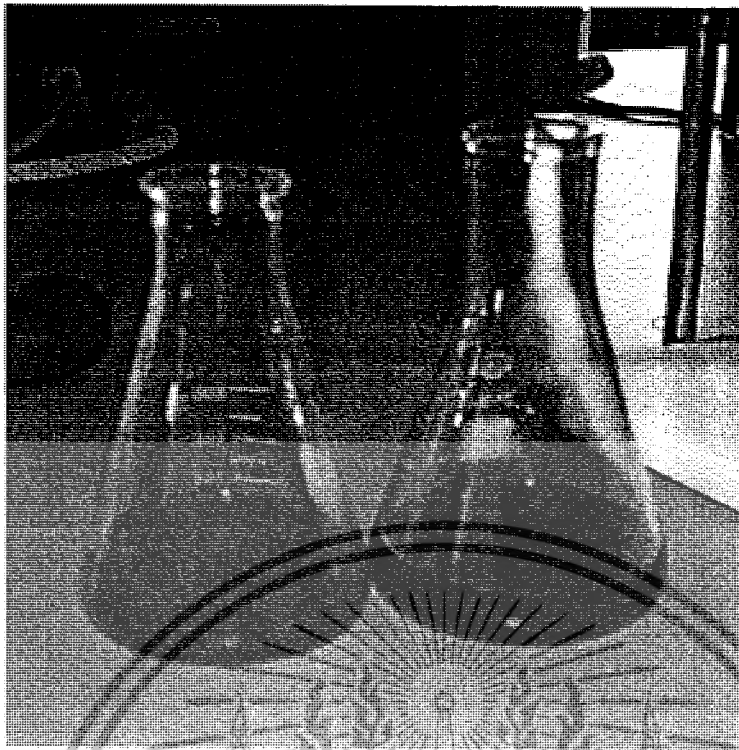


รูปที่ 5.14 การทำไทเทรตด้วย NaOH 0.0995 N



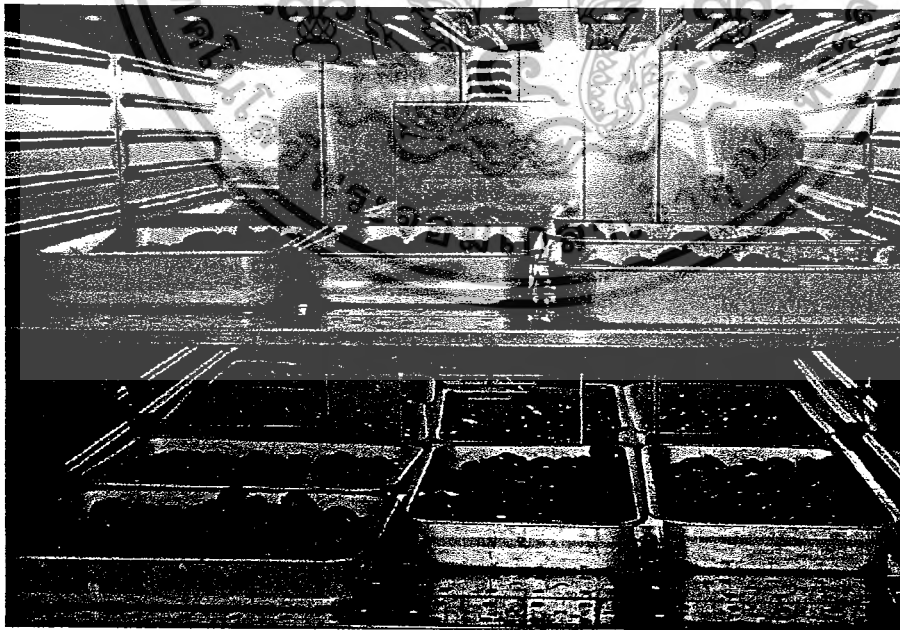
รูปที่ 5.15 การทำการไทเทรตจนเริ่มเปลี่ยนสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.16 การเปลี่ยนสีในการทำการ โทเทรต

กรณีที่ 2 ผลปาล์มที่นำไปอบให้ความร้อนที่ 100°C แล้วนำน้ำมันที่ได้ไปทำการทดลองหาสารคดีไขมัน อีสาระเหมือนกรณีที่ 1



รูปที่ 5.17 การอบผลปาล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. แทนค่าในสูตรการหากรดไขมัน Free fatty as palmitic , [1]

$$\text{Free fatty acids as palmitic, \%} = \frac{\text{ml of alkali} \times N \times 25.6}{\text{wt of sample}}$$

5.3 ตัวอย่างการคำนวณหาค่า % กรดไขมัน

เช่น ถ้าอ่านค่าการไทเทรตได้ 26.3 ml และชั่งน้ำหนักได้ กรัม จะนำค่าแทนในสูตรจะได้

$$\%FFA = \frac{NaOH \times 25.6 \times 0.0995}{3.0714}$$

$$\%FFA = 21.811 \quad \%$$

5.4 ผลการทดลองของน้ำมันปาล์มที่บีบโดยไม่ผ่านความร้อน

1. กลุ่มที่ 1 ปาล์มที่ไม่ผ่านความร้อน
2. กลุ่มที่ 2 ปาล์มผ่านความร้อน

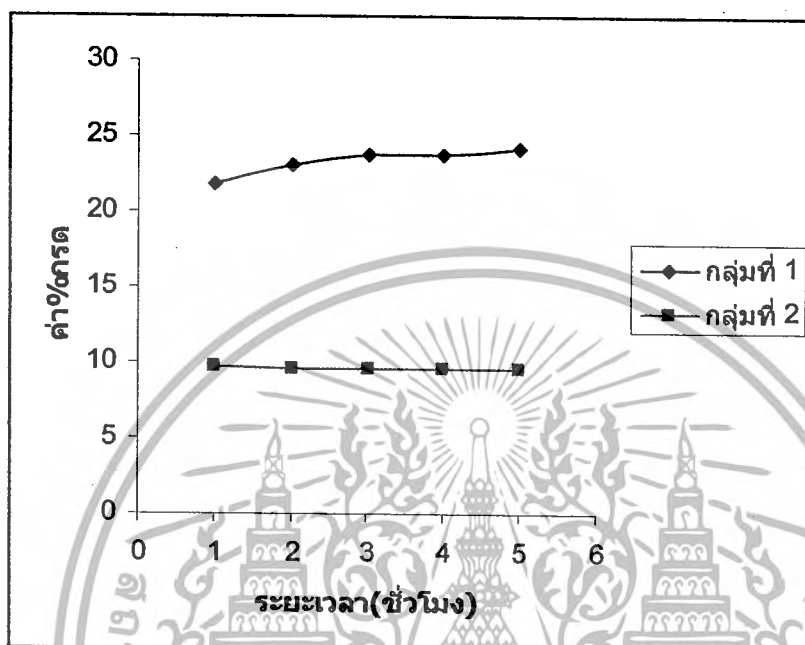
เวลาที่ทดลอง หลังจากการ บีบอัด(ชม.)	ประเภทของ ปาล์มแต่ละ กลุ่ม	ทดลองครั้งที่ 1	ทดลองครั้งที่ 2	ทดลองครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย % กรดไขมัน
1 ชม.	กลุ่มที่ 1	21.811	21.877	21.918	21.869
	กลุ่มที่ 2	9.756	9.824	9.635	9.738
2 ชม.	กลุ่มที่ 1	22.195	23.362	23.753	23.103
	กลุ่มที่ 2	9.827	9.579	9.475	9.627
3 ชม.	กลุ่มที่ 1	23.919	23.657	23.648	23.741
	กลุ่มที่ 2	9.650	9.575	9.578	9.601
4 ชม.	กลุ่มที่ 1	23.713	23.791	23.674	23.735
	กลุ่มที่ 2	9.491	9.491	9.635	9.539
5 ชม.	กลุ่มที่ 1	23.757	21.838	27.101	24.232
	กลุ่มที่ 2	9.663	9.397	9.487	9.516

ตารางที่ 5.4 การคำนวณค่า % กรดไขมันอิสระในผลปาล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 กราฟแสดงการเกิด Free fatty acids as palmitic, % ระหว่างผดปลั้มสดที่ไม่ผ่านความร้อนกับปลั้มที่นำไปอบให้ความร้อนก่อน

1. กลุ่มที่ 1 ปลั้มที่ไม่ผ่านความร้อน
2. กลุ่มที่ 2 ปลั้มผ่านความร้อน



รูปที่ 5.18 กราฟการเพิ่มขึ้นของกรดไขมัน

จากการทดลองวิเคราะห์หาค่า Free fatty acids as palmitic, % ,[3]จะเห็นได้ว่ากลุ่มที่ 1 ผลปลั้มที่ไม่ผ่านความร้อนจะมีแนวโน้ม % กรดไขมันสูงขึ้นเรื่อยๆตามระยะเวลา และในกลุ่มที่ 2 ผลปลั้มที่ผ่านความร้อนก่อนนั้นจะเห็นได้ว่ามีค่าการค่า % กรดไขมันจะลดน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกันที่ระยะเวลาหลังจากการบีบน้ำมันปลั้มแล้วที่ระยะเวลาเท่ากัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าถ้าปลั้มที่ผ่านความร้อนก่อนมาทำการบีบอัดน้ำมันปลั้มนั้น % กรดไขมันในปลั้มจะมีน้อยกว่าผลปลั้มที่ไม่ผ่านความร้อนเลย

5.6 การส่งปลั้มน้ำมันไปวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำมันที่ได้จากการบีบเย็น, [4]

นำตัวอย่างที่ได้จากกระบวนการบีบแบบเย็นไปวิเคราะห์หาปริมาณวิตามิน E โดยใช้วิธีวิเคราะห์ตามมาตรฐาน AOCS Ce 8-89 Reap proved 1997 และวิเคราะห์หาค่ากรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acids.: as Oleic acid) 9 มาตรฐาน ISO 660, 1996 ได้ค่าดังตารางข้างล่าง

ตารางที่ 5.5 ปริมาณวิตามิน E และ ค่าFFA

รายการวิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์		ค่าจากน้ำมันปาล์มใน ปัจจุบัน
	ผลปาล์ม 1 วัน	ผลปาล์ม 7 วัน	
Alpha-tocopherol	194.31 (15.96 %)	146.17 (12.23 %)	21 %
Alpha-tocotrienol	143.27 (11.76 %)	199.15 (16.67 %)	23 %
Gamma-tocopherol	245.60 (20.17 %)	253.27 (21.12 %)	(ไม่ข้อมูล)
Gamma-tocotrienol	468.55 (38.48 %)	443.43 (37.13%)	45 %
Delta-tocopherol	165.66 (13.60 %)	152.26 (12.75 %)	11 %
Total (PPM.)	1217.39	1194.28	600-1000
Free fattyacid (as oleic acid)	30.88 %	31.80 %	1194.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะของเปลือกปาล์มที่ผ่านเครื่องบดแยกนั้น มีเส้นใยปนมากับเนื้อและมีลักษณะเหนียว จึงสรุปในการบีบอัดดังต่อไปนี้

1.1 การอัดจะใช้แรงอัดแบบสกรูเกลียวอัด

1.2 การบีบเปลือกปาล์มที่ผ่านการบดแยกจากเมล็ดนั้นเปลือกปาล์มจะมีเส้นใยปนมากับเนื้อและมีลักษณะเหนียว

จากการทดลองในตอนต้นพบว่าการอัดด้วยสกรูเกลียวอัดนั้นต้องใช้แรงบิดมาก ดังนั้นทางทีมงานจึงเลือกมอเตอร์ที่จะใช้ขับเคลื่อนเป็นแบบมอเตอร์ที่มีเกียร์ทด เนื่องจากจะมีแรงบิดมากที่จะสามารถบีบอัดน้ำมันปาล์ม ได้มีประสิทธิภาพสูงสุด มีข้อสรุปดังนี้

1. การทดลองที่ความเร็วรอบต่าง ๆ นั้นจะทำให้ได้ความเร็วรอบที่เหมาะสมที่จะใช้ในการบีบอัดเปลือกปาล์มบดละเอียดให้ได้ปริมาณน้ำมันสูงสุด

2. ทดลองระยะปรับที่หัวบีบอัดเพื่อจะได้ระยะหัวบีบอัดที่เหมาะสมกับความเร็วรอบของเครื่องบีบอัด

3. การทดลองหาปริมาณการเกิดกรดไขมันหลังจากการบีบน้ำมันปาล์มแล้ว

6.2 สรุปจากผลการทดลอง

การทดสอบเครื่องบีบอัดน้ำมันปาล์ม โดยนำเปลือกปาล์มที่ผ่านจากเครื่องบดแยกเปลือกปาล์มออกจากเมล็ดนำมาทดสอบที่ความเร็วรอบต่างๆและจับเวลาทุก 5 นาทีจำนวน 5 ครั้ง โดยการปรับระยะหัวบีบอัดห่างจากเปลือกเป็นระยะ 2 mm พบว่าจากการทดลองเครื่องมีประสิทธิภาพที่ความเร็วรอบที่ 98 rpm ได้ประมาณเท่ากับ 380.5 กรัม เป็นปริมาณที่มากกว่าที่รอบต่างๆ

การทดสอบเครื่องบีบอัดน้ำมันปาล์ม โดยนำเปลือกปาล์มที่ผ่านจากเครื่องบดแยกเปลือกปาล์มออกจากเมล็ดนำมาทดสอบที่ความเร็วรอบเหมือนกันและจับเวลาที่เท่ากัน โดยที่ระยะหัวบีบอัดมีการเปลี่ยนแปลงจาก 2 mm เป็นห่างจากเปลือกเป็นระยะ 3 mm พบว่าจากการทดลองเครื่องมีประสิทธิภาพที่ความเร็วรอบที่ 98 rpm ได้ประมาณเท่ากับ 336.46 กรัม เป็นปริมาณที่มากกว่าที่รอบต่างๆ

จากผลการทดลองเครื่องบีบอัดน้ำมันปาล์ม (โดยใช้เปลือกปาล์มที่ผ่านจากการบดด้วยเครื่องบดแยกเปลือกปาล์มออกจากเมล็ดในปริมาณที่เท่ากับ 1 กิโลกรัม) นำมาทดสอบที่ความเร็วรอบเหมือนกัน โดยที่ระยะหัวบีบอัดห่างจากเปลือกเป็นระยะ 2 mm พบว่าจากการทดลองเครื่องมีประสิทธิภาพที่ความเร็วรอบที่ 76 rpm ได้ประมาณเท่ากับ 285.64 กรัม เป็นปริมาณที่มากกว่าที่รอบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองเครื่องบีบอัดน้ำมันปาล์ม (โดยใช้เปลือกปาล์มที่ผ่านจากการบดด้วยเครื่องบดละเอียดในปริมาณที่เท่ากับ 1 กิโลกรัม) นำมาทดสอบที่ความเร็วรอบเหมือนกัน โดยที่ระยะหัวบีบอัดมีการเปลี่ยนแปลงจาก 2 mm เป็นห่างจากเล็กลงเป็นระยะ 3 mm พบว่าจากการทดลองเครื่องมีประสิทธิภาพที่ความเร็วรอบที่ 85 rpm ได้ประมาณเท่ากับ 370.08 กรัม เป็นปริมาณที่มากกว่าที่รอบต่างๆ สรุปจากผลการทดลอง เครื่องมีประสิทธิภาพที่ความเร็วรอบที่ 85 rpm โดยการปรับระยะหัวบีบอัดห่างจากเล็กลงเป็นระยะ 3 mm ทำให้ได้น้ำมันปาล์มในปริมาณที่มากที่สุดจากการทดลอง ซึ่งทีมงานเลือกใช้ที่ตำแหน่งนี้ในการบีบอัดน้ำมันปาล์ม

จากผลการทดลองการบีบอัดเปลือกปาล์มที่ผ่านจากเครื่องบดละเอียดมาแล้วมาบีบอัดที่ระยะหัวบีบอัดที่ระยะ 1 mm จะทำให้กากไม่ไหลออก และที่ระยะหัวบีบอัดที่ระยะ 4 mm จะทำให้ได้ปริมาณน้ำมันปาล์มน้อยมากเนื่องจากกากมีการไหลออกเต็มที่

จากผลการทดลองน้ำมันปาล์มที่ไม่ผ่านความร้อนและปาล์มที่ผ่านความร้อนจะไม่มีผลต่อเครื่องบีบอัดน้ำมันปาล์มแต่จะมีผลต่อกรดไขมันอิสระ(FFA)เปอร์เซ็นต์กรดไขมันจะแตกต่างกันและการเกิดกรดไขมันจะทำให้ปริมาณคลอเลสเตอรอลเพิ่มขึ้น

6.3 ข้อเสนอแนะในการทำงาน

- ควรปรับระยะหัวบีบอัดให้เหมาะสม
- ต้องป้อนเปลือกปาล์มที่ได้จากการแยกเปลือกจากเมล็ดปาล์มในขณะที่การอัดเนื่องจากเปลือกปาล์มมีลักษณะเหนียว

6.4 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องจักร

1. ควรดูจากระเบียงคอกจอก เพื่อเป็นการหล่อลื่นเพื่องคอกจอกระหว่างการทำงาน
2. หลังใช้ทุกครั้งควรทำความสะอาดกระบออัด เพื่อไม่ให้เกิดการอุดตันของเศษเปลือกปาล์มที่นำมาบีบอัด
3. ใส่จากระเบียงคอกจอกทุกครั้งก่อนใช้งาน

บรรณานุกรม

- [1] เรื่องปาล์มน้ำมัน และ Natural Palm Oil ใน www.google.com
- [2] การออกแบบเครื่องจักรกล 1,2 เรียบเรียงโดย ศ.ดร. วรวิทย์ อึ้งภากรณ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ รศ.ชาญ ถนัดงาน ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ หจก. เอช.เอ็น. การพิมพ์, 2521
- [3] รศ.ดร. สักดา ไตรศักดิ์, ปฏิบัติการเคมีทั่วไป
- [4] สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
- [5] R.C. HIBBELER Mechanics of materials
- [6] See J. Off. Anal. Cham. 59:658 (1976) regarding the ruggedness of this method



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ขนาดเพลามาตรฐาน ISO/ R775-1969

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 ก.2 ค่าตัวประกอบความล้า

ชนิดของแรง	C_m	C_t
เพลายูนิ่ง :		
แรงสั่นสะเทือนหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5-2.0	1.5-2.0
เพลามุม :		
แรงสั่นสะเทือนหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.5	1.0
แรงกระตุกอย่างเบา	1.5-2.0	1.0-1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0-3.0	1.5-3.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 มิติมาตรฐานและแรงประมินของโรลิ่งเบริง (C_o, C เป็น kN)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 มิติมาตรฐานและแรงประเมนของโรลลิ่งเบริง (C_0, C เป็น kN)

ขนาด mm	ขนาด นิ้ว	ชนิด	ขนาดมาตรฐาน											
			ประเภท 10				ประเภท 11							
			Single-row Deep Groove Ball Bearing		Angular Contact Ball Bearing		ประเภท 1	Double-row Cylindrical Roller Bearing		Spherical Roller Bearing		ประเภท 2	ประเภท 11	
			C_0	C	C_0	C		C_0	C	C_0	C		C_0	C
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
22														
24														
26														
28														
30														
32														
35														
37														
40														
42														
45														
48														
50														
52														
55														
58														
60														
62														
65														
68														
70														
72														
75														
78														
80														
85														
90														
95														
100														

1) สำหรับ spherical roller bearing มีขนาดโดยประมาณ 120 มม.
 2) สำหรับ spherical roller bearing มีขนาดโดยประมาณ 160 มม.
 3) $\alpha = 20^\circ$ สำหรับมุมมุมเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 ตัวประกอบ X และ Y สำหรับบอลและโรลเลอร์เบริง

ขนาดของ Ankle of ball	ขนาดของ Ankle of roller	ขนาดของ Groove		ขนาดของ Groove			
		Groove width		Groove depth		Groove radius	
		mm	in	mm	in	mm	in
Inner race of ball bearing							
5	0.015		2.30			2.30	0.19
	0.028		1.99			1.99	0.22
	0.045		1.71			1.71	0.26
	0.062		1.55			1.55	0.28
	0.11	0.436	1.44	1.0	0.36	1.45	0.30
	0.17		1.61			1.51	0.36
	0.23		1.5			1.45	0.38
	0.27		1.01			1.04	0.42
	0.36		1.00			1.00	0.44
Angular-contact groove ball bearing							
5	0.015		2.78			2.78	0.23
	0.028		2.40			2.40	0.26
	0.051		2.07			2.07	0.30
	0.08		1.8			1.8	0.35
	0.11	0.436	1.6	1.0	0.78	2.36	0.36
	0.17		1.58			2.15	0.40
	0.23		1.39			1.87	0.45
	0.27		1.26			1.69	0.50
	0.36		1.21			1.63	0.52
10	0.014		2.15			2.05	0.29
	0.023		1.91			2.08	0.32
	0.051		1.52			2.47	0.36
	0.086	0.46	1.41	1.0	1.05	2.29	0.36
	0.11		1.24			2.18	0.40
	0.17		1.25			2.00	0.46
	0.23		1.10			1.79	0.49
	0.27		1.01			1.64	0.54
	0.37		1.00			1.63	0.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 ตัวประกอบ X และ Y สำหรับบอลและโรลเลอร์เบริง (ต่อ)

Contact Angle α , deg	$\frac{1}{C_0} \frac{r_1}{C_0}$	Single-Row Bearing ²		Double-Row Bearing ³				e
		$F_a/W_F > e$		$F_a/W_F \leq e$		$F_a/W_F > e$		
		X	Y	X	Y	X	Y	
Angular-Contact groove ball bearing⁴								
15	0.015		1.47		1.65		2.39	0.38
	0.029		1.40		1.57		2.20	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	0.53
	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	0.97	1.0	0.92	0.67	1.51	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	0.95	1.14
Self-aligning ball bearings								
		0.40	0.4 cot α	1.0	1.42 cot α	0.65	0.65 cot α	1.5 tan α
Roller-bearings, self-aligning, tapered⁵								
$\alpha \neq 90$		0.4	0.4 cot α	1.0	0.65 cot α	0.67	0.67 cot α	1.5 tan α

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.8 แรงประเมนและตัวประกอบ X และ Y สำหรับ

Single-row, spherical roller bearing

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.9 แรงประเมนและตัวประกอบ X และ Y สำหรับ

Single-row, spherical roller bearing

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.10 ค่าตัวประกอบ Y สำหรับ
double-row, spherical roller bearing

รูปร่าง	อนุกรม 22			อนุกรม 23			อนุกรม 30			อนุกรม 31			อนุกรม 32		
	e	$\frac{F_a}{VF} \leq e$	$\frac{F_a}{VF} > e$	e	$\frac{F_a}{VF} \leq e$	$\frac{F_a}{VF} > e$	e	$\frac{F_a}{VF} \leq e$	$\frac{F_a}{VF} > e$	e	$\frac{F_a}{VF} \leq e$	$\frac{F_a}{VF} > e$	e	$\frac{F_a}{VF} \leq e$	$\frac{F_a}{VF} > e$
		Y	Y		Y	Y		Y	Y		Y	Y		Y	Y
40	-	-	-	0.40	1.70	2.53									
45	0.28	2.39	3.56	0.39	1.74	2.59									
50	0.26	2.57	3.83	0.39	1.73	2.57									
55	0.26	2.64	3.93	0.38	1.75	2.62									
60	0.26	2.58	3.84	0.38	1.79	2.66									
65	0.26	2.55	3.80	0.37	1.84	2.74									
70	0.25	2.69	4.00	0.36	1.86	2.77									
75	0.24	2.82	4.20	0.38	1.79	2.67									
80	0.24	2.84	4.24	0.36	1.86	2.76									
85	0.24	2.80	4.17	0.36	1.86	2.77									
90	0.25	2.69	4.00	0.36	1.89	2.82									
95	0.26	2.57	3.83	0.36	1.86	2.77									
100	0.27	2.54	3.79	0.37	1.83	2.72									
110	0.27	2.46	3.66	0.36	1.90	2.82	-	-	-	0.31	2.15	3.20	0.34	1.98	2.95
120	0.27	2.50	3.72	0.35	1.92	2.85	0.24	2.90	4.16	0.31	2.16	3.22	0.35	1.91	2.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.11 ค่าตัวประกอบ Y สำหรับ
double-row, spherical roller bearing (ต่อ)

ขนาด	ขนาด 22			ขนาด 23			ขนาด 30			ขนาด 31			ขนาด 32		
	e	$\frac{F_a}{VF} \leq e$	$\frac{F_a}{VF} > e$	e	$\frac{F_a}{VF} \leq e$	$\frac{F_a}{VF} > e$	e	$\frac{F_a}{VF} \leq e$	$\frac{F_a}{VF} > e$	e	$\frac{F_a}{VF} \leq e$	$\frac{F_a}{VF} > e$	e	$\frac{F_a}{VF} \leq e$	$\frac{F_a}{VF} > e$
		Y	Y		Y	Y		Y	Y		Y	Y		Y	Y
130	0.28	2.64	3.63	0.35	1.91	2.84	0.25	2.76	4.11	0.30	2.25	3.35	0.36	1.89	2.81
140	0.27	2.48	3.69	0.34	1.87	2.79	0.24	2.82	4.20	0.30	2.28	3.40	0.35	1.93	2.87
150	0.27	2.48	3.71	0.36	1.89	2.81	0.24	2.86	4.26	0.32	2.13	3.17	0.36	1.90	2.83
160	0.28	2.44	3.63	0.35	1.90	2.83	0.24	2.84	4.22	0.32	2.14	3.19	0.36	1.89	2.81
170	0.28	2.42	3.60	0.35	1.92	2.87	0.25	2.75	4.09	0.31	2.19	3.26	0.36	1.89	2.81
180	0.27	2.51	3.73	0.35	1.95	2.91	0.25	2.66	3.96	0.31	2.15	3.20	0.36	1.88	2.80
190	0.27	2.48	3.70	0.34	1.96	2.91	0.25	2.74	4.05	0.32	2.10	3.13	0.35	1.92	2.85
200	0.27	2.46	3.67	0.35	1.95	2.90	0.25	2.67	3.98	0.32	2.11	3.14	0.36	1.90	2.83
220	0.27	2.48	3.70	0.33	2.03	3.02	0.25	2.67	3.97	0.32	2.13	3.17	0.36	1.88	2.86
240	0.27	2.47	3.68	-	-	-	0.24	2.74	4.13	0.31	2.17	3.24	-	-	-
260	-	-	-	-	-	-	0.25	2.74	4.03	-	-	-	-	-	-
280	-	-	-	-	-	-	0.24	2.81	4.17	-	-	-	-	-	-
300	-	-	-	-	-	-	0.24	2.79	4.15	-	-	-	-	-	-

* สำหรับขนาดอื่นใช้ค่า $\frac{F_a}{VF} \leq e, X = 1.00$ และ $\frac{F_a}{VF} > e, X = 0.67$

ที่มา : Bearing Technical Journal, FMC Corp., Link-Belt Bearing Division, Indianapolis, Ind., 1970.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.12 แนวทางในการเลือกอายุใช้งานสำหรับเครื่องจักรกลชนิดต่าง

ชนิดของเครื่องจักรกล	อายุเป็นชั่วโมงทำงาน
เครื่องมือวัดและเครื่องมือที่ใช้ไม่บ่อยนัก ตัวอย่างเช่น เครื่องมือสำหรับห้องทดลอง อุปกรณ์สำหรับประตูลื่น	500
เครื่องยนต์ เครื่องบิน	500-2,000
เครื่องจักรสำหรับใช้งานช่วงเวลานั้น ๆ หรือทำงานเป็นพัก ๆ ตัวอย่างเช่น เครื่องมือต่าง ๆ รอคอยของในโรงงาน เครื่องจักรที่ทำงานโดยใช้มือจับ เครื่องจักรกล เกราะเขตรื่นจันทน์ที่ใช้ในงานประกอบ เครื่องขุดด้วย บันจันทน์ที่ใช้ในงานหล่อ เครื่องจักรกลที่ใช้ในบ้าน	4000-8000
เครื่องจักรสำหรับใช้งานเป็นพัก ๆ แต่มีความสำคัญต่องานที่ทำมาก ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรสำรองของโรงต้นกำเนิด อุปกรณ์สำรองในสายงานผลิต ฉันทน์ บันจันทน์ยกสินค้าทั่วไป เครื่องมือกลที่ใช้ไม่บ่อยนัก	8000-12 000
เครื่องจักรที่ใช้งาน 8 ชั่วโมง แต่ไม่ทำงานเต็มที่ ตัวอย่างเช่น มอเตอร์ไฟฟ้า ชุดเครื่องมือสำหรับงานทั่วไป	12 000-20 000
เครื่องจักรที่ใช้งาน 8 ชั่วโมง แต่ทำงานเต็มที่ ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรกลในงานอุตสาหกรรมทั่วไป บันจันทน์ใช้ยกของตลอดเวลา เครื่องเป่าลม เหล็กกล้า	20 000-30 000
เครื่องจักรที่ใช้งานต่อเนื่อง (ทำงาน 24 ชั่วโมง) ตัวอย่างเช่น เครื่องแยกของ เครื่องอัดอากาศ บีบ เหล็กกล้า-สัง อุปกรณ์ของสายพานลำเลียง รอกใบเหมืองแร่ มอเตอร์ไฟฟ้า	40 000-60 000
เครื่องจักรที่ใช้งานตลอด ชั่วโมง ละการดำเนินงานมีความสำคัญมาก ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตกระดาษและเยื่อกระดาษ โรงไฟฟ้า บีบในเหมืองแร่ สถานีส่งน้ำประปา เครื่องจักรในเรือเดินสมุทร	100 000-200 000

ที่มา : นิติตาเลือกและข้อมูลทางวิศวกรรมทั่วไปของ SKF Industries, Phila., Pa.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.15 ตัวประกอบของเฟือง

คุณภาพของเฟือง	N s
เฟืองขึงตัวกลายอย่างหยาบ	1.05 1.10
เฟืองที่โตทั่วไป	1.10 1.30

ตารางที่ ก.16 ตัวประกอบรูปแบบของลูอิส

อัตราทด	อัตราทด 1.00				อัตราทด 1.25				อัตราทด 1.50				อัตราทด 1.75				อัตราทด 2.00			
	อัตราทด	อัตราทด	อัตราทด	อัตราทด	อัตราทด	อัตราทด	อัตราทด	อัตราทด	อัตราทด	อัตราทด	อัตราทด	อัตราทด	อัตราทด	อัตราทด	อัตราทด	อัตราทด	อัตราทด	อัตราทด	อัตราทด	
10	0.175	0.054	0.008	0.002	0.261	0.071	0.011	0.003	0.347	0.096	0.014	0.004	0.433	0.121	0.017	0.005	0.519	0.146	0.020	0.006
11	0.187	0.057	0.008	0.002	0.279	0.074	0.011	0.003	0.365	0.099	0.014	0.004	0.451	0.124	0.017	0.005	0.537	0.149	0.020	0.006
12	0.199	0.060	0.008	0.002	0.297	0.077	0.011	0.003	0.383	0.102	0.014	0.004	0.469	0.127	0.017	0.005	0.555	0.152	0.020	0.006
13	0.211	0.063	0.008	0.002	0.315	0.080	0.011	0.003	0.401	0.105	0.014	0.004	0.487	0.130	0.017	0.005	0.573	0.155	0.020	0.006
14	0.223	0.066	0.008	0.002	0.333	0.083	0.011	0.003	0.419	0.108	0.014	0.004	0.505	0.133	0.017	0.005	0.591	0.158	0.020	0.006
15	0.235	0.069	0.008	0.002	0.351	0.086	0.011	0.003	0.437	0.111	0.014	0.004	0.523	0.136	0.017	0.005	0.609	0.161	0.020	0.006
16	0.247	0.072	0.008	0.002	0.369	0.089	0.011	0.003	0.455	0.114	0.014	0.004	0.541	0.139	0.017	0.005	0.627	0.164	0.020	0.006
17	0.259	0.075	0.008	0.002	0.387	0.092	0.011	0.003	0.473	0.117	0.014	0.004	0.559	0.142	0.017	0.005	0.645	0.167	0.020	0.006
18	0.271	0.078	0.008	0.002	0.405	0.095	0.011	0.003	0.491	0.120	0.014	0.004	0.577	0.145	0.017	0.005	0.663	0.170	0.020	0.006
19	0.283	0.081	0.008	0.002	0.423	0.098	0.011	0.003	0.509	0.123	0.014	0.004	0.595	0.148	0.017	0.005	0.681	0.173	0.020	0.006
20	0.295	0.084	0.008	0.002	0.441	0.101	0.011	0.003	0.527	0.126	0.014	0.004	0.613	0.151	0.017	0.005	0.699	0.176	0.020	0.006
21	0.307	0.087	0.008	0.002	0.459	0.104	0.011	0.003	0.545	0.129	0.014	0.004	0.631	0.154	0.017	0.005	0.717	0.179	0.020	0.006
22	0.319	0.090	0.008	0.002	0.477	0.107	0.011	0.003	0.563	0.132	0.014	0.004	0.649	0.157	0.017	0.005	0.735	0.182	0.020	0.006
23	0.331	0.093	0.008	0.002	0.495	0.110	0.011	0.003	0.581	0.135	0.014	0.004	0.667	0.160	0.017	0.005	0.753	0.185	0.020	0.006
24	0.343	0.096	0.008	0.002	0.513	0.113	0.011	0.003	0.599	0.138	0.014	0.004	0.685	0.163	0.017	0.005	0.771	0.188	0.020	0.006
25	0.355	0.099	0.008	0.002	0.531	0.116	0.011	0.003	0.617	0.141	0.014	0.004	0.703	0.166	0.017	0.005	0.789	0.191	0.020	0.006
26	0.367	0.102	0.008	0.002	0.549	0.119	0.011	0.003	0.635	0.144	0.014	0.004	0.721	0.169	0.017	0.005	0.807	0.194	0.020	0.006
27	0.379	0.105	0.008	0.002	0.567	0.122	0.011	0.003	0.653	0.147	0.014	0.004	0.739	0.172	0.017	0.005	0.825	0.197	0.020	0.006
28	0.391	0.108	0.008	0.002	0.585	0.125	0.011	0.003	0.671	0.150	0.014	0.004	0.757	0.175	0.017	0.005	0.843	0.200	0.020	0.006
29	0.403	0.111	0.008	0.002	0.603	0.128	0.011	0.003	0.689	0.153	0.014	0.004	0.775	0.178	0.017	0.005	0.861	0.203	0.020	0.006
30	0.415	0.114	0.008	0.002	0.621	0.131	0.011	0.003	0.707	0.156	0.014	0.004	0.793	0.181	0.017	0.005	0.879	0.206	0.020	0.006
31	0.427	0.117	0.008	0.002	0.639	0.134	0.011	0.003	0.725	0.159	0.014	0.004	0.811	0.184	0.017	0.005	0.897	0.209	0.020	0.006
32	0.439	0.120	0.008	0.002	0.657	0.137	0.011	0.003	0.743	0.162	0.014	0.004	0.829	0.187	0.017	0.005	0.915	0.212	0.020	0.006
33	0.451	0.123	0.008	0.002	0.675	0.140	0.011	0.003	0.761	0.165	0.014	0.004	0.847	0.190	0.017	0.005	0.933	0.215	0.020	0.006
34	0.463	0.126	0.008	0.002	0.693	0.143	0.011	0.003	0.779	0.168	0.014	0.004	0.865	0.193	0.017	0.005	0.951	0.218	0.020	0.006
35	0.475	0.129	0.008	0.002	0.711	0.146	0.011	0.003	0.797	0.171	0.014	0.004	0.883	0.196	0.017	0.005	0.969	0.221	0.020	0.006
36	0.487	0.132	0.008	0.002	0.729	0.149	0.011	0.003	0.815	0.174	0.014	0.004	0.901	0.199	0.017	0.005	0.987	0.224	0.020	0.006
37	0.499	0.135	0.008	0.002	0.747	0.152	0.011	0.003	0.833	0.177	0.014	0.004	0.919	0.202	0.017	0.005	1.005	0.227	0.020	0.006
38	0.511	0.138	0.008	0.002	0.765	0.155	0.011	0.003	0.851	0.180	0.014	0.004	0.937	0.205	0.017	0.005	1.023	0.230	0.020	0.006
39	0.523	0.141	0.008	0.002	0.783	0.158	0.011	0.003	0.869	0.183	0.014	0.004	0.955	0.208	0.017	0.005	1.041	0.233	0.020	0.006
40	0.535	0.144	0.008	0.002	0.801	0.161	0.011	0.003	0.887	0.186	0.014	0.004	0.973	0.211	0.017	0.005	1.059	0.236	0.020	0.006
41	0.547	0.147	0.008	0.002	0.819	0.164	0.011	0.003	0.905	0.189	0.014	0.004	0.991	0.214	0.017	0.005	1.077	0.239	0.020	0.006
42	0.559	0.150	0.008	0.002	0.837	0.167	0.011	0.003	0.923	0.192	0.014	0.004	1.009	0.217	0.017	0.005	1.095	0.242	0.020	0.006
43	0.571	0.153	0.008	0.002	0.855	0.170	0.011	0.003	0.941	0.195	0.014	0.004	1.027	0.220	0.017	0.005	1.113	0.245	0.020	0.006
44	0.583	0.156	0.008	0.002	0.873	0.173	0.011	0.003	0.959	0.198	0.014	0.004	1.045	0.223	0.017	0.005	1.131	0.248	0.020	0.006
45	0.595	0.159	0.008	0.002	0.891	0.176	0.011	0.003	0.977	0.201	0.014	0.004	1.063	0.226	0.017	0.005	1.149	0.251	0.020	0.006
46	0.607	0.162	0.008	0.002	0.909	0.179	0.011	0.003	0.995	0.204	0.014	0.004	1.081	0.229	0.017	0.005	1.167	0.254	0.020	0.006
47	0.619	0.165	0.008	0.002	0.927	0.182	0.011	0.003	1.013	0.207	0.014	0.004	1.099	0.232	0.017	0.005	1.185	0.257	0.020	0.006
48	0.631	0.168	0.008	0.002	0.945	0.185	0.011	0.003	1.031	0.210	0.014	0.004	1.117	0.235	0.017	0.005	1.203	0.260	0.020	0.006
49	0.643	0.171	0.008	0.002	0.963	0.188	0.011	0.003	1.049	0.213	0.014	0.004	1.135	0.238	0.017	0.005	1.221	0.263	0.020	0.006
50	0.655	0.174	0.008	0.002	0.981	0.191	0.011	0.003	1.067	0.216	0.014	0.004	1.153	0.241	0.017	0.005	1.239	0.266	0.020	0.006
51	0.667	0.177	0.008	0.002	0.999	0.194	0.011	0.003	1.085	0.219	0.014	0.004	1.171	0.244	0.017	0.005	1.257	0.269	0.020	0.006
52	0.679	0.180	0.008	0.002	1.017	0.197	0.011	0.003	1.103	0.222	0.014	0.004	1.189	0.247	0.017	0.005	1.275	0.272	0.020	0.006
53	0.691	0.183	0.008	0.002	1.035	0.200	0.011	0.003	1.121	0.225	0.014	0.004	1.207	0.250	0.017	0.005	1.293	0.275	0.020	0.006
54	0.703	0.186	0.008	0.002	1.053	0.203	0.011	0.003	1.139	0.228	0.014	0.004	1.225	0.253	0.017	0.005	1.311	0.278	0.020	0.006
55	0.715	0.189	0.008	0.002	1.071	0.206	0.011	0.003	1.157	0.231	0.014	0.004	1.243	0.256	0.017	0.005	1.329	0.281	0.020	0.006
56	0.727	0.192	0.008	0.002	1.089	0.209	0.011	0.003	1.175	0.234	0.014	0.004	1.261	0.259	0.017	0.005	1.347	0.284	0.020	0.006
57	0.739	0.195	0.008	0.002	1.107	0.212	0.011	0.003	1.193	0.237	0.014	0.004	1.279	0.262	0.017	0.005	1.365	0.287	0.020	0.006
58	0.751	0.198	0.008	0.002	1.125	0.215	0.011	0.003	1.211	0.240	0.014	0.004	1.297	0.265	0.017	0.005	1.383	0.290	0.020	0.006
59	0.763	0.201	0.008	0.002	1.143	0.218	0.011	0.003	1.229	0.243	0.014	0.004	1.315	0.268	0.017	0.005	1.401	0.293	0.020	0.006
60	0.775	0.204	0.008	0.002	1.161	0.221	0.011	0.003	1.247	0.246	0.014	0.004	1.333	0.271	0.017	0.005	1.419	0.296	0.020	0.006
61	0.787	0.207	0.008	0.002	1.179	0.224	0.011	0.003	1.265	0.249	0.014	0.004	1.351	0.274	0.017	0.005	1.437	0.299	0.020	0.006
62	0.799	0.210	0.008	0.002	1.197	0.227	0.011	0.003	1.283	0.252	0.014	0.004	1.369	0.277	0.017	0.005	1.455	0.302	0.020	0.006
63	0.811	0.213	0.008	0.002	1.215	0.230	0.011	0.003	1.301	0.255	0.014	0.004	1.387	0.280	0.017	0.005	1.473	0.305	0.020	0.006
64	0.823	0.216	0.008	0.002	1.233	0.233	0.011	0.003	1.319	0.258	0.014	0.004	1.405	0.283	0.017	0.005	1.491	0.308	0.020	0.006
65	0.835	0.219	0.008	0.002	1.251	0.236	0.011	0.003	1.337	0.261	0.014	0.004	1.4							

ตารางที่ ก.17 ค่าความเค้นสถิตยงานสำหรับใช้กับสมการของลูอิส

วัสดุ	σ		HB
	ksi	N/mm ²	
เหล็กหล่อสีเทา			
ASTM 25	8	55	174
ASTM 35	12	82	212
ASTM 50	15	103	223
เหล็กกล้าหล่อ (คาร์บอนต่ำ)			
0.2% C ไม่ผ่านการวัดทางความร้อน	20	138	180
0.2% C WQT	25	172	250
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (forged)			
SAE 1020 case hardened และ WQT	18	124	156
SAE 1030 ไม่ผ่านการวัดทางความร้อน	20	138	180
SAE 1035 ไม่ผ่านการวัดทางความร้อน	23	159	190
SAE 1040 ไม่ผ่านการวัดทางความร้อน	25	172	202
SAE 1045 ไม่ผ่านการวัดทางความร้อน	30	207	215
SAE 1045 ชุบแข็งและ WQT	32	220	205
SAE 1050 ชุบแข็งและ WQT	35	241	223
เหล็กกล้าผสม			
SAE 2320 case hardened และ WQT	50	345	225
SAE 2345 ชุบแข็งและ WQT	50	345	475
SAE 3115 case hardened และ WQT	37	255	212
SAE 3145 ชุบแข็งและ WQT	53	365	475
SAE 3245 ชุบแข็งและ WQT	65	448	475
SAE 4340 ชุบแข็งและ WQT	65	448	475
SAE 4640 ชุบแข็งและ WQT	55	379	475

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.18 ตัวประกอบของแรงกระแทก

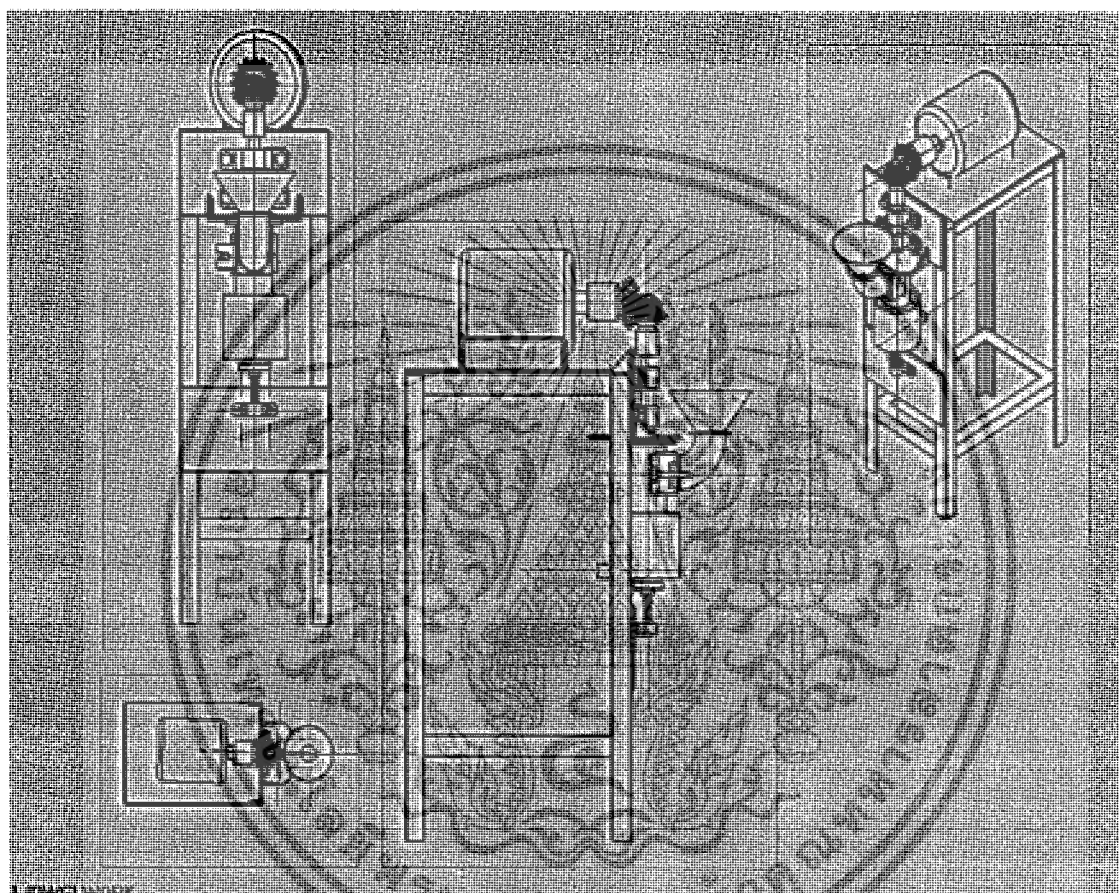
ชนิดของแรง	R _s		
	บอลแบ่ง	โรลเลอร์แบ่ง	ตัวอย่าง
แรงเรียบล้าเสมอ	1.0	1.0	มอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องอัดอากาศ
แรงกระแทกเล็กน้อย	1.5	1.0	เครื่องตัดโลหะ ปั๊ม
แรงกระแทกอย่างหนัก	2.0-3.0	1.3-2.0	เครื่องบดแร่ เครื่องเข็บ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

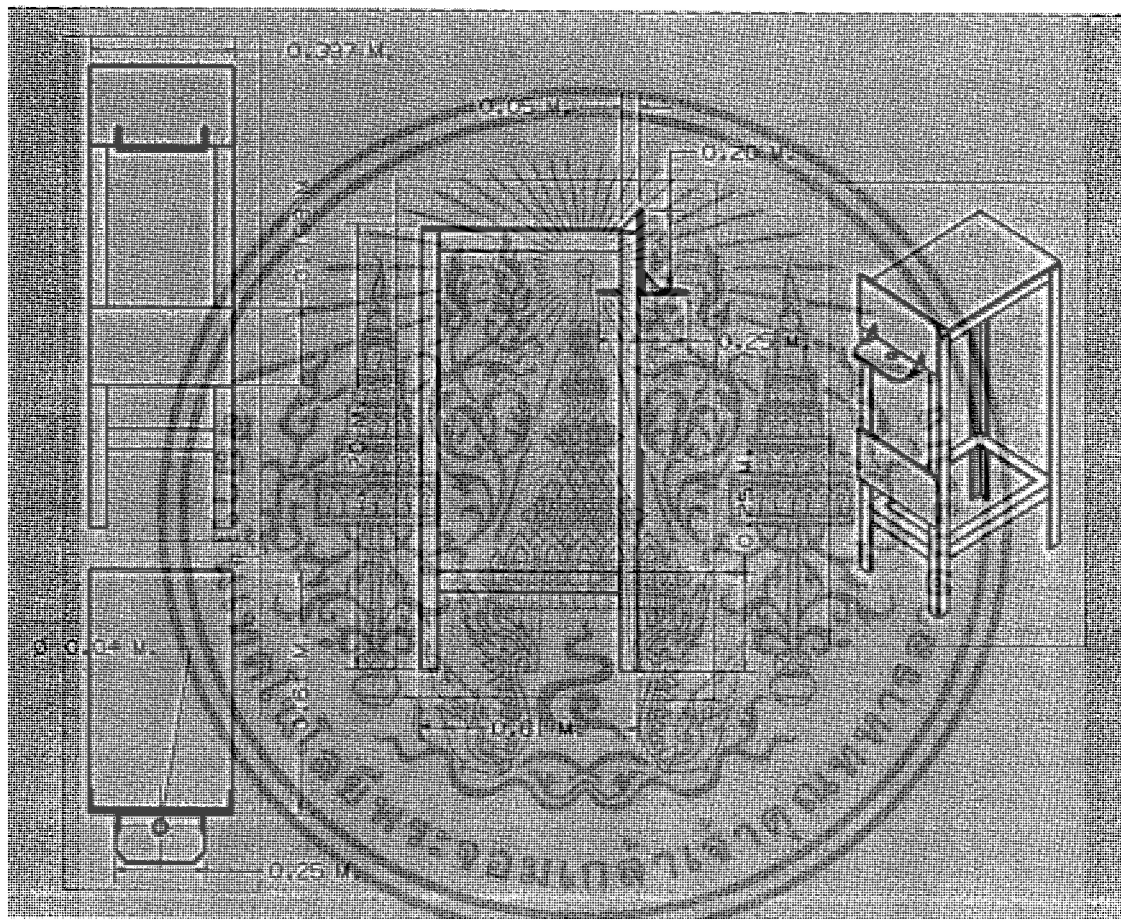


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



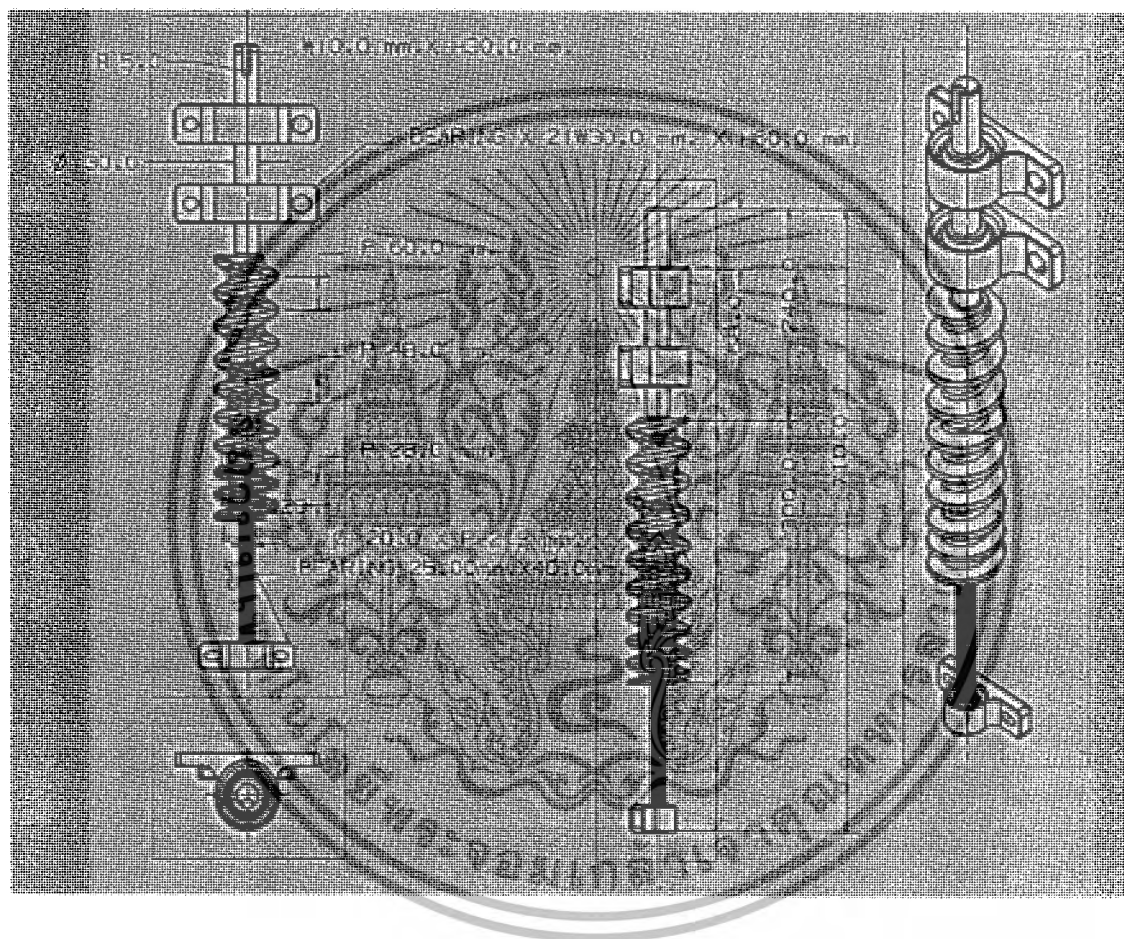
ข.1 เครื่องบีบอัดน้ำมันปาล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



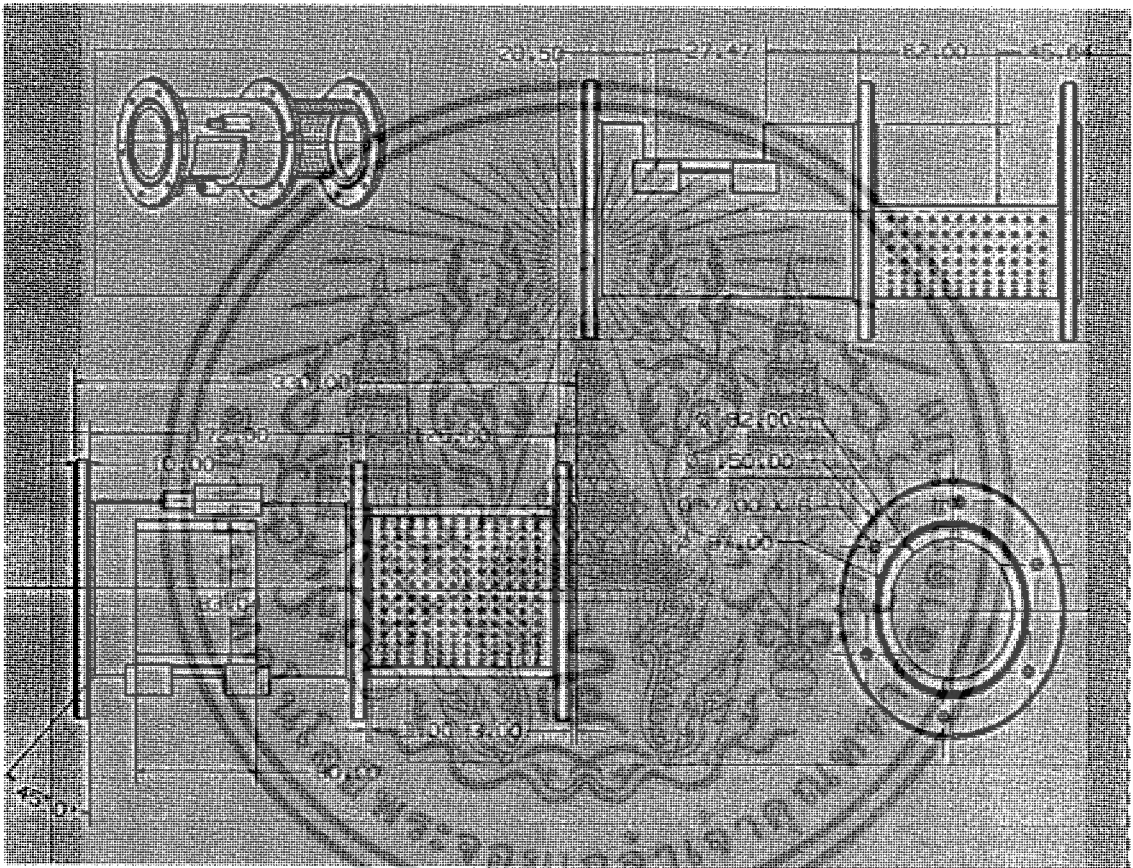
ข.2 ส่วนโครงสร้างเครื่องบีบน้ำมันปาล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



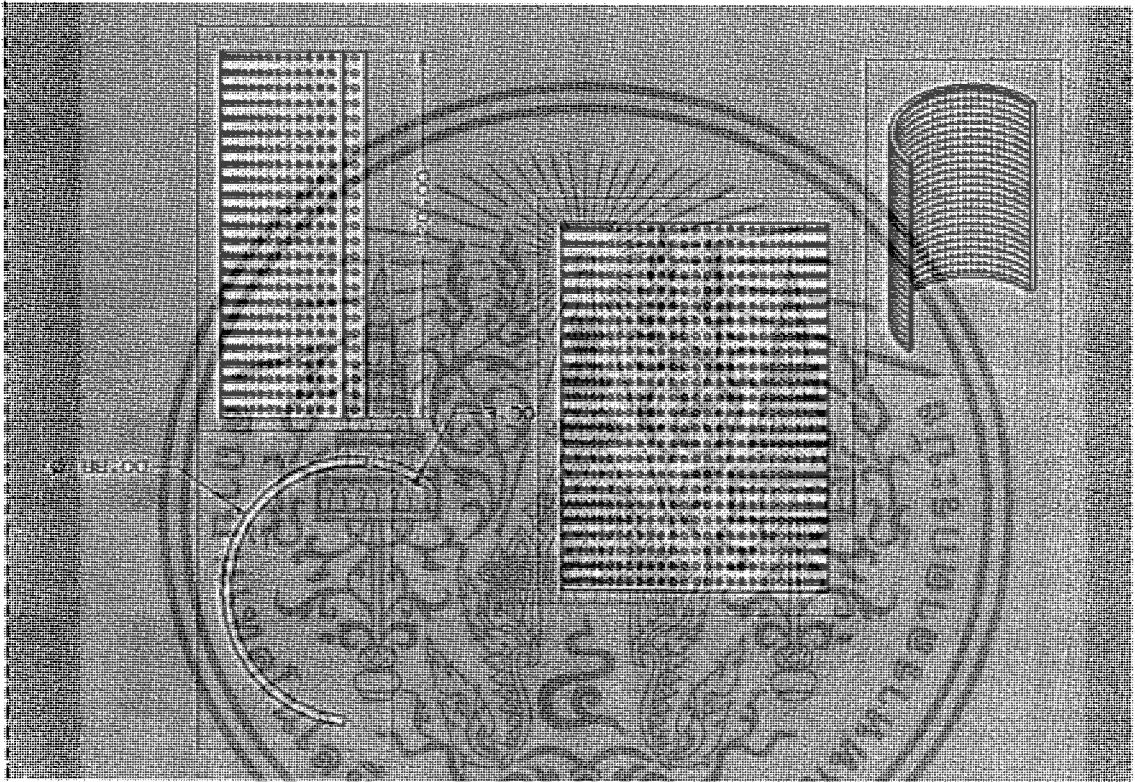
ข.3 สกรูเกลียวอัดและตำแหน่งยึดแบริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



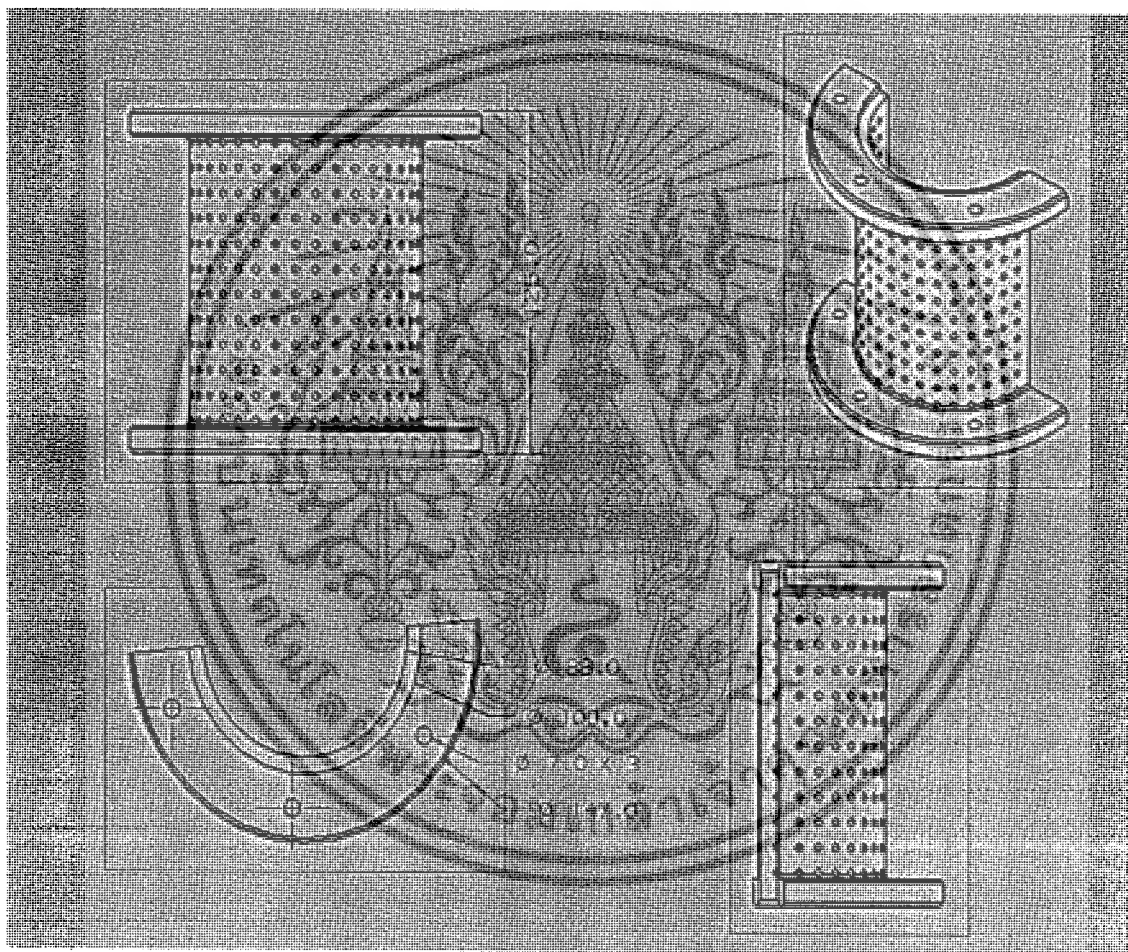
ข.4 กระบอกบีบอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



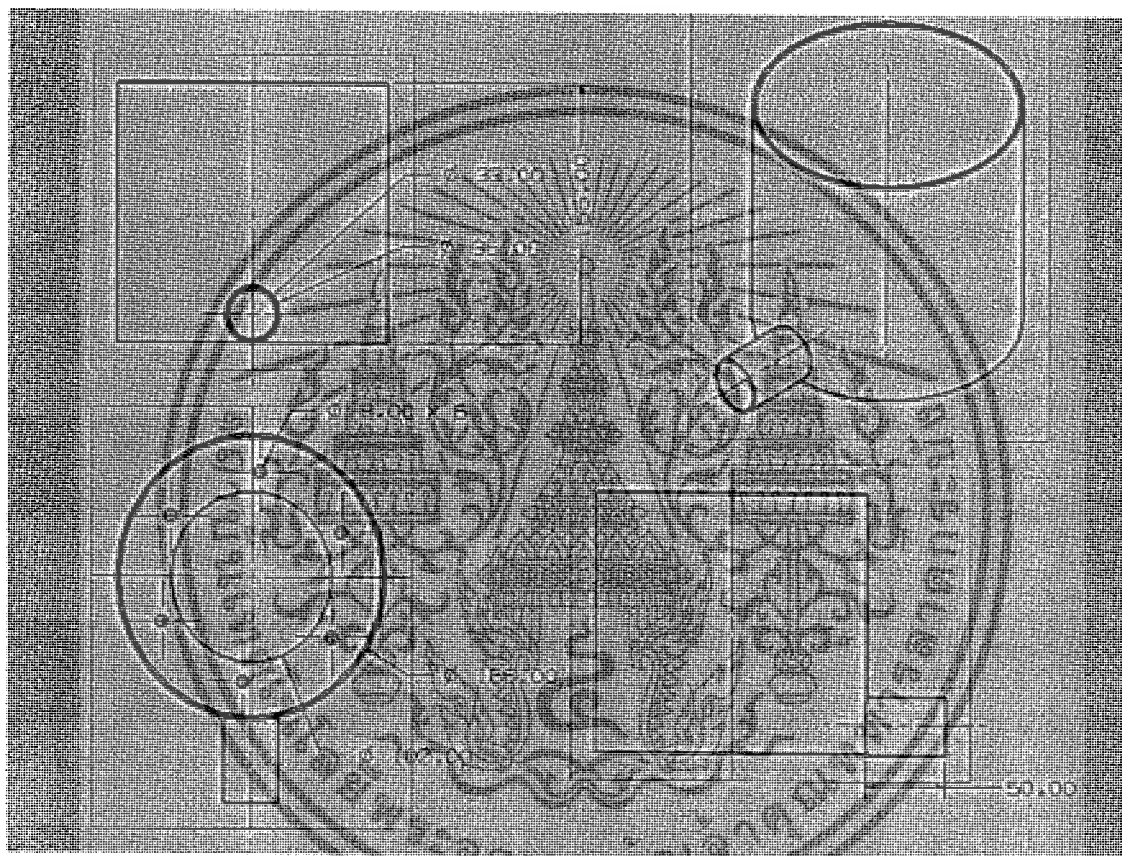
ข.5 ตะแกรงกรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



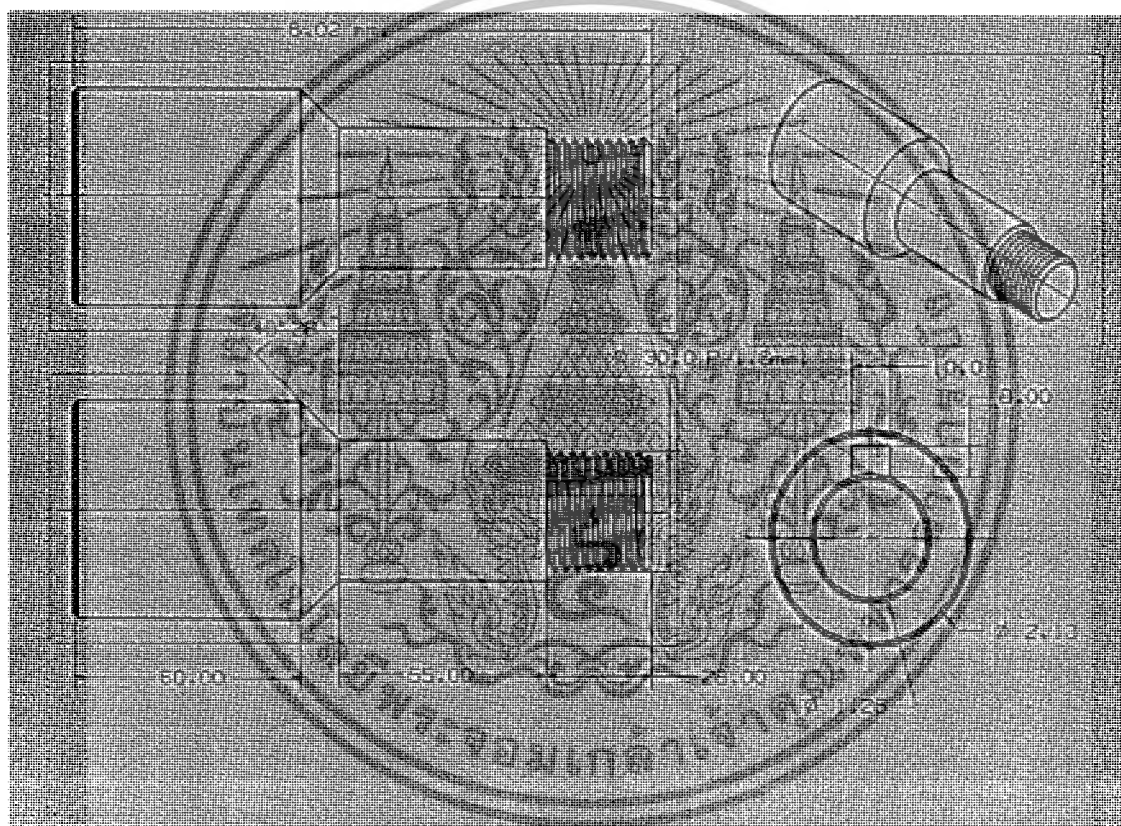
ข.6 รูช่องทางออกของน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



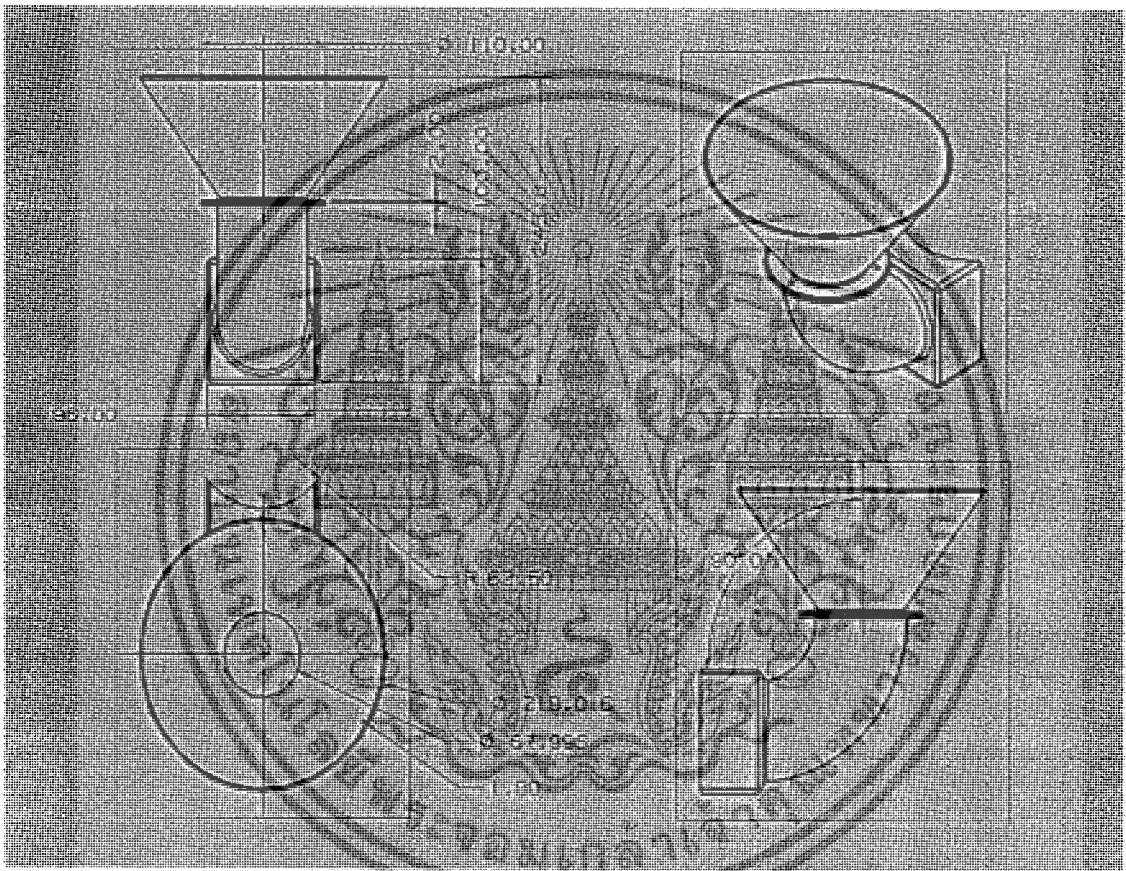
ข.7 ครอบรองรับน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ข.9 ข้อต่อเฟืองขับเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ข.10 กรวยใส่ปาล์มที่บดละเอียดแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้