สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบและพัฒนาเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าว

The design and development of coconut oil screw press machine

โดย

ณัฐวุฒิ ตระการสุข

ณิชา รัตนกานตะดิลก

ปิฎก สุขสวัสดิ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 81763
วัน,เดือน,ปี 24 มิ.ย. 2551

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การออกแบบและพัฒนาเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าว

The design and development of coconut oil screw press machine

ผู้จัดทำ

1. นาย ณัฐวุฒิ ตระการสุข รหัส 47010241

2. นางสาว ณิชา รัตนกานตะดิลก รหัส 47010246

3. นาย ปิฎก สุขสวัสดิ์ รหัส 47010451

อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. จำลอง ปราบแก้ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบและพัฒนาเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าว

1. นาย ณัฐวุฒิ ตระการสุข 47010241
2. นางสาว ณิชา รัตนกานตะดิลก 47010246
3. นาย ปิฎก สุขสวัสดิ์ 47010451
รศ. จำลอง ปราบแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

มะพร้าวจัดเป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในประเทศไทย และปริมาณการบริโภคน้ำมันพืชของคนไทยโดยเฉลี่ยมีมากขึ้นเรื่อยๆ เป็นผลมาจากการที่คนไทยได้เปลี่ยนค่านิยมจากการบริโภคน้ำมันสัตว์มาเป็นน้ำมันพืชกันมากขึ้น โดยเหตุผลทาง ด้านสุขภาพ มีปริมาณมากเพียงพอและมีราคาไม่สูง ในโครงงานนี้จึงได้เลือกพัฒนาการบีบอัดน้ำมันมะพร้าวโดยใช้สลักเกลียวซึ่งขับเคลื่อนด้วยชุดเฟืองและมอเตอร์ส่งกำลัง เนื่องมาจากมีประสิทธิภาพในการผลิตทั้งทางด้านปริมาณ ความเร็ว และความสะดวกสบายสูงกว่าวิธีอื่นๆ โดยจะมุ่งเน้นการพัฒนาในด้านการเพิ่มความสามารถในการบีบน้ำมัน ให้ประหยัดเวลาและแรงงานมากที่สุด วิธีการบีบอัดน้ำมันโดยใช้สลักเกลียวนั้น อาศัยแรงอัดไปทำให้น้ำมันที่อยู่ในวัตถุดิบไหลออกมา ในขณะเดียวกันก็ทำให้ผนังเซลล์ของพืชน้ำมันแตกตัวออกมา โดยใช้สกรูอัดที่มีมอเตอร์ขนาด 2 แรงม้าเป็นต้นกำลังเป็นตัวบีบเนื้อมะพร้าวตากแห้งสับละเอียดและน้ำมันจะไหลออกทางรูที่เจาะไว้ในกระบอกอัด ส่วนกากจะไหลออกไปทางหัวบีบที่ปลายกระบอก และออกมาทางช่องทางออกของกาก จากการทดสอบได้อัตราการผลิตน้ำมันมะพร้าวของเครื่องคือ 530 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง มีความเร็วรอบที่เหมาะสมในการใช้งานที่ 176 รอบต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The design and development of coconut oil screw press machine

Nattawut Trakarnsook

Nicha Rattanakantadilok

Pidok Sooksawas

Assist.Prof.Chamlong Prabkaew Advisor

Abstract

Coconut plays important role in Thailand's economy and our population consumed more and more vegetable oil every year consequence of people have changed their trend of consuming oil from animal to vegetable oil because of more awareness of good health and affordable price. This paper deals with development of an oil-screw press which is driven by gears and transmission motors, since this method gives better performance comparing to other methods. Focusing on improving oil-extracting performance, using minimum time and least labor works. In oil-screw press method, pressure from screw is applied to crunch the nut, its cell membrane would be broken, and the oil would leak out from the punctured holes around the press cylinder. While the cake would then be pressed to the other end of the cylinder and comes out to the waste silo. From the result of the test, the production rate is 530ml per hour with appropriate operate speed at 176 rpm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างเอาใจใส่และคำแนะนำอย่างดีจาก อาจารย์ จำลอง ปราบแก้วอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่คอยให้ความรู้และคำแนะนำต่างๆและเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยให้ความช่วยเหลือทั้งด้านอุปกรณ์ ความรู้และคำแนะนำ และขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกๆคน ที่ได้คอยให้ความช่วยเหลือ ทั้งแรงกาย แรงใจ และคอยแนะนำข้อมูลดีๆอย่างเต็มใจ

และที่ขาดไม่ได้คือบุคคลที่สำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ได้ คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่งซึ่งได้อบรมเลี้ยงดูข้าพเจ้ามาเป็นอย่างดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา และคณาจารย์ที่เคยประสาทวิชาให้กับคณะผู้จัดทำ จนมีทุกวันนี้

ณัฐวุฒิ ตระการสุข
ณิชา รัตนกานตะดิลก
ปิฎก สุขสวัสดิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญภาพ VIII

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 วิธีการดำเนินโครงงาน 2

บทที่ 2 ข้อมูลเบื้องต้นและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะพร้าว(Coconut) 4

2.2 ประโยชน์ของน้ำมันมะพร้าว 5

2.3 องค์ประกอบหลักๆของน้ำมันมะพร้าวและสรีระวิทยา 6

2.4 การสกัดน้ำมันในอุตสาหกรรม 7

2.4.1 วิธีการสกัดน้ำมันพืชโดยวิธีธรรมชาติ 7

2.4.2 วิธีการสกัดน้ำมันพืชโดยใช้สารเคมีเป็นตัวทำละลาย (Solvent Extraction) 9

2.5 การบีบอัดน้ำมันในอุตสาหกรรม 10

2.5.1 Cold Pressing 11

2.5.2 Hot Pressing 11

บทที่ 3 การผลิตน้ำมันมะพร้าวแบบบีบเย็น

3.1 การผลิตน้ำมันมะพร้าวแบบบีบเย็น(Cold Pressed Coconut Oil Production) 14

3.2 หลักการที่สำคัญของการผลิตน้ำมันมะพร้าวบีบเย็น 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ทฤษฎีและการคำนวณเพื่อออกแบบเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าว

4.1 ส่วนประกอบของตัวเครื่องที่ออกแบบ 19

4.2 การออกแบบและการคำนวณ 20

4.2.1 การออกแบบสกรูอัด 20

4.2.1.1 ลักษณะของสกรูส่งกำลัง(Power Screw) 22

4.2.1.2 กลศาสตร์ของเกลียวส่งกำลัง(The Mechanics Of Power Screw) 24

4.2.2 การคำนวณหาโมเมนต์บิดรวมที่ต้องใช้ในการบีบน้ำมัน 26

4.2.3 การคำนวณหาขนาดของกำลังมอเตอร์เกียร์ที่ต้องใช้ 28

4.2.4 การหาอัตราการป้อนวัตถุดิบและอัตราการผลิต 28

4.2.5 มอเตอร์(Motor)

4.2.5.1 มอเตอร์แบ่งออกได้ดังนี้ 30

4.2.5.2 มอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟส(Three Phase Motor) 30

4.2.5.3 ข้อพิจารณาในการเลือกใช้มอเตอร์ 33

4.2.5.4 ข้อควรคำนึงถึงในการเลือกใช้มอเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานจริง 33

4.2.5.5 การบำรุงรักษามอเตอร์ 34

4.2.6 ระบบควบคุมมอเตอร์(Motor Control) 35

4.2.7 การออกแบบและคำนวณหาขนาดของเพลา 41

4.2.7.1 การออกแบบเพลา 41

4.2.7.2 การหาขนาดของเพลา 44

4.2.8 การเลือกใช้ลิ่ม 45

4.2.9 คำนวณหาขนาดสลักเกลียวที่ใช้ยึดระหว่างเพลาและสกรู 47

4.2.10 คำนวณหาขนาดสลักเกลียวยึดหน้าแปลน 48

บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง

5.1 การทดลองเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าว 50

5.1.1 การทดลองโดยการเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์เกียร์ 50

5.2 ผลการทดลอง 51

5.3 การทดสอบคุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าว 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง 57

6.2 สรุปผลการทดลอง 57

6.3 วิจารณ์ผลการทดลอง 58

6.4 ปัญหาที่พบในการทดลอง 58

6.5 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่อง 58

บรรณานุกรม 59

ภาคผนวก 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้าที่

ตารางที่ 2.1 ปริมาณของคลอเรสเตอรอลในน้ำมันบางส่วน โดยเทียบอัตราส่วนคลอเรสเตอรอล(ส่วนต่อล้าน) 6

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบการบีบน้ำมันแบบเย็นกับอุตสาหกรรมสกัดน้ำมัน โดยการหมักและเหวี่ยง 12

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบเครื่องบีบเย็นที่ผลิตในท้องตลาดกับเครื่องที่เราผลิตขึ้น 13

ตารางที่ 4.1 ค่าcoefficient of friction 26

ตารางที่ 4.2 แสดงผลที่เกิดกับมอเตอร์ 38

ตารางที่ 4.3 รูปแบบควบคุมการเปิด-ปิดสวิตช์ 3 แบบ 39

ตารางที่ 4.4 ค่าตัวประกอบความล้า 43

ตารางที่4.5 ขนาดระบุของเพลามาตรฐาน ISO/R775-1969 44

ตารางที่ 4.6 ขนาดลิ่มมาตรฐานที่ใช้กับเพลาขนาดต่างๆ 46

ตารางที่ 5.1 ปริมาณน้ำมันที่ได้ในแต่ละครั้งที่ความเร็วรอบต่างๆกัน 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้าที่

รูปที่ 1.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการทำงาน 3
รูปที่ 2.1 ต้นมะพร้าว 4
รูปที่ 2.2 การเคี่ยวน้ำมัน 7
รูปที่ 2.3 ภาชนะสำหรับหมัก 8
รูปที่ 2.4 เครื่องบีบอัดแบบไฮดรอลิค(Hydraulic presses) 8
รูปที่ 2.5 เครื่องบีบอัดแบบสกรูอัด(Screw Presses) 9
รูปที่ 2.6 การสกัดน้ำมันพืชโดยใช้ตัวทำละลาย 10
รูปที่ 2.7 การบีบอัดน้ำมันแบบ Cold Pressing 11
รูปที่ 2.8 การบีบอัดน้ำมันแบบ Hot Pressing 11
รูปที่ 3.1 แผนภูมิของกระบวนการบีบน้ำมันมะพร้าว 16
รูปที่ 3.2 แผนภูมิของกระบวนการบีบน้ำมันออกจากเมล็ดพืช 18
รูปที่ 4.1 แสดงถึงแบบร่างของตัวเครื่องบีบน้ำมันพร้อมแสดงตำแหน่งของส่วนประกอบ 19
รูปที่ 4.2 รูปของตัวเครื่องบีบน้ำมันที่ได้ประกอบขึ้นพร้อมแสดงตำแหน่งต่างๆของตัวเครื่อง 20
รูปที่ 4.3 เกลียวหนอนที่นิยมใช้งานทั้งสองแบบ 21
รูปที่ 4.4 สกรูอัดที่ออกแบบให้มีความลึกร่องสกรูไม่เท่ากัน 21
รูปที่ 4.5 สกรูอัดที่มีความลึกร่องสกรูไม่เท่ากัน 22
รูปที่ 4.6 แสดงมุมหลีด 23
รูปที่ 4.7 Force Diagram ที่กระทำกับเกลียวในขนาดที่เกลียวเคลื่อนไป 24
รูปที่ 4.8 แรง P ที่กระทำในภาพตัดขวางของเกลียว 24
รูปที่ 4.9 เกลียวสีเหลี่ยมคางหมู 25
รูปที่ 4.10 มอเตอร์ไฟฟ้า 29
รูปที่ 4.11 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟส 30
รูปที่ 4.12 รูปการต่อแบบสตาร์ 31
รูปที่ 4.13 รูปการต่อเข้ากับระบบแหล่งจ่าย 3 เฟส 32
รูปที่ 4.14 การต่อแบบเดลต้า 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้าที่
รูปที่ 4.15 รูปต่อคอยล์เป็นกลุ่ม	32
รูปที่ 4.16 ชุดควบคุมการทำงานของมอเตอร์	35
รูปที่ 4.17 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์	35
รูปที่ 4.18 การเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงไปเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ	36
รูปที่ 4.19 แสดงการเปิด-ปิดสวิตซ์ที่ต่างกัน	36
รูปที่ 4.20 แสดงการใช้ทรานซิสเตอร์แทนสวิตซ์	37
รูปที่ 4.21 วงจรกระแสอินรัช	39
รูปที่ 4.22 วงจรเบรกคืนพลังงาน	40
รูปที่ 4.23 เพลาที่อยู่ภายใต้แรงต่างๆ	42
รูปที่ 4.24 แสดงตำแหน่งของแรงที่กระทำกับเพลา	44
รูปที่ 4.25 สลักเกลียวยึดหน้าแปลน	48
รูปที่ 5.1 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับปริมาณน้ำมันที่ได้จากสกรูบีบในแต่ละช่วงเวลา	52
รูปที่ 5.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบหาค่ากรดไขมันอิสระ	53
รูปที่ 5.3 แสดงการนำน้ำมันมะพร้าวไปแยกตะกอน โดยเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง	53
รูปที่ 5.4 นำน้ำมันมะพร้าวไปใส่ขวดทดลอง โดยใช้ปริมาณน้ำมัน 20 ml.	54
รูปที่ 5.5 ใส่เอทานอล(C_2H_5OH)ปริมาณ 20 ml.ลงไปในขวดน้ำมันมะพร้าว	54
รูปที่ 5.6 ต้มน้ำมันมะพร้าวที่ผสมเอทานอลจนเดือด	55
รูปที่ 5.7 หยิดฟีนอล์ฟทาลีนจำนวน 4-5หยดลงไปในขวด	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

พืชที่ให้น้ำมันที่เพาะปลูกในปัจจุบันมีอยู่หลายสิบชนิด แต่เมื่อพิจารณาถึงพื้นที่เพาะปลูกและผลิตผลจากทั่วโลกแล้วอาจจัดลำดับความสำคัญได้ดังนี้ คือ ถั่วเหลือง ฝ้าย ถั่วลิสง เมล็ดทานตะวัน เมล็ดจากต้นป่าน มะพร้าว และปาล์มน้ำมัน ในปี พ.ศ.2530 ทั่วโลกผลิตน้ำมันพืชได้ 52 ล้านตัน น้ำมันพืชที่ผลิตได้ทั้งหมดใช้บริโภคภายในประเทศผู้ผลิต 35 ล้านตัน เหลือส่งออกจำหน่ายในตลาดโลก 17 ล้านตัน คาดว่าในอนาคตการผลิตน้ำมันพืชจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เพื่อสนองความต้องการของประชากรที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น

สำหรับประเทศไทยพืชน้ำมันที่สำคัญได้แก่ ปาล์ม ถั่วเหลือง มะพร้าว ถั่วลิสง งา และเมล็ดละหุ่ง ในปี พ.ศ. 2520 ประเทศไทยสามารถผลิตน้ำมันพืชได้ในปริมาณ 78,000 ตัน และเพิ่มขึ้นเป็น 252,100 ตัน ในปี พ.ศ. 2531 มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 12 ต่อปี โดยน้ำมันปาล์มมีส่วนแบ่งร้อยละ 50 รองลงไป ได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันมะพร้าว ซึ่งมีส่วนแบ่งร้อยละ 20 และ 15 ตามลำดับ

ในด้านการบริโภคในประเทศก็มีปริมาณเพิ่มขึ้นเช่นกัน เช่น ในปี พ.ศ. 2520 มีปริมาณการใช้น้ำมันพืช 95,000 ตัน ซึ่งเป็นการนำเข้ามา จากต่างประเทศจำนวน 16,000 ตัน ในปี พ.ศ. 2530 ปริมาณการใช้น้ำมันพืชเพิ่มขึ้นเป็น 255,000 ตัน หรือเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 8.8 ต่อปี แต่เนื่องจากมีการผลิตน้ำมันพืชภายในประเทศเพิ่มขึ้น การนำเข้าจึงเหลือเพียง 3,000 ตัน และคาดว่าในเวลาต่อไปประเทศไทยจะผลิตน้ำมันพืชได้เพียงพอสำหรับการใช้ในประเทศ และอาจเหลือส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ

การบริโภคน้ำมันพืชของคนไทยโดยเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน เป็นผลมาจากการที่คนไทยได้เปลี่ยนค่านิยมจากการบริโภคน้ำมันสัตว์มาเป็นน้ำมันพืชกันมากขึ้น โดยเหตุผลทางด้านสุขภาพ และน้ำมันพืชมีปริมาณมากพอ อีกทั้งมีราคาไม่สูงนัก

ในการบีบน้ำมันออกจากเนื้อมะพร้าวนั้นมีด้วยกันอยู่หลายวิธี เช่น การบีบอัดน้ำมันโดยใช้คันโยก การสกัดด้วยตัวทำละลาย การบีบอัดโดยใช้ไฮดรอลิค แต่ในโครงงานนี้เราเลือกพัฒนาการบีบอัดน้ำมันพืชโดยใช้สกรูอัดซึ่งขับเคลื่อนด้วยเพลาส่งกำลัง และมอเตอร์เกียร์ เนื่องมาจากมีประสิทธิภาพในการผลิตทั้งทางด้านปริมาณ ความเร็ว และความสะดวกสบายสูงกว่าวิธีอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องบีบน้ำมันพืช ที่ให้ปริมาณและคุณภาพของน้ำมันพืชมากกว่าการใช้วิธีบีบน้ำมันพืชวิธีดั้งเดิม

1.2.2 ออกแบบและพัฒนาเครื่องบีบน้ำมันพืชที่ให้ความคุ้มค่าในการนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรม

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 พัฒนาเครื่องบีบน้ำมันพืชโดยการออกแบบปรับเปลี่ยนชุดเกลียวอัดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบีบอัดน้ำมัน

1.3.2 ออกแบบและคำนวณเพื่อเลือกใช้ชิ้นส่วนต่างๆของเครื่อง

1.3.3 ทำการหาความสัมพันธ์ของอัตราความเร็วในการหมุนของสกรูบีบที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการบีบน้ำมัน

1.4 วิธีการดำเนินโครงงาน

1.4.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลของเครื่องบีบน้ำมันชนิดต่างๆทั้งวิธีการทำงานของเครื่องชนิดต่างๆ และคุณลักษณะ เฉพาะของเครื่องบีบน้ำมันแต่ละชนิด

1.4.2 ดำเนินการออกแบบตัวสกรูบีบน้ำมันและคำนวณหาส่วนประกอบต่างๆของตัวเครื่องบีบน้ำมัน

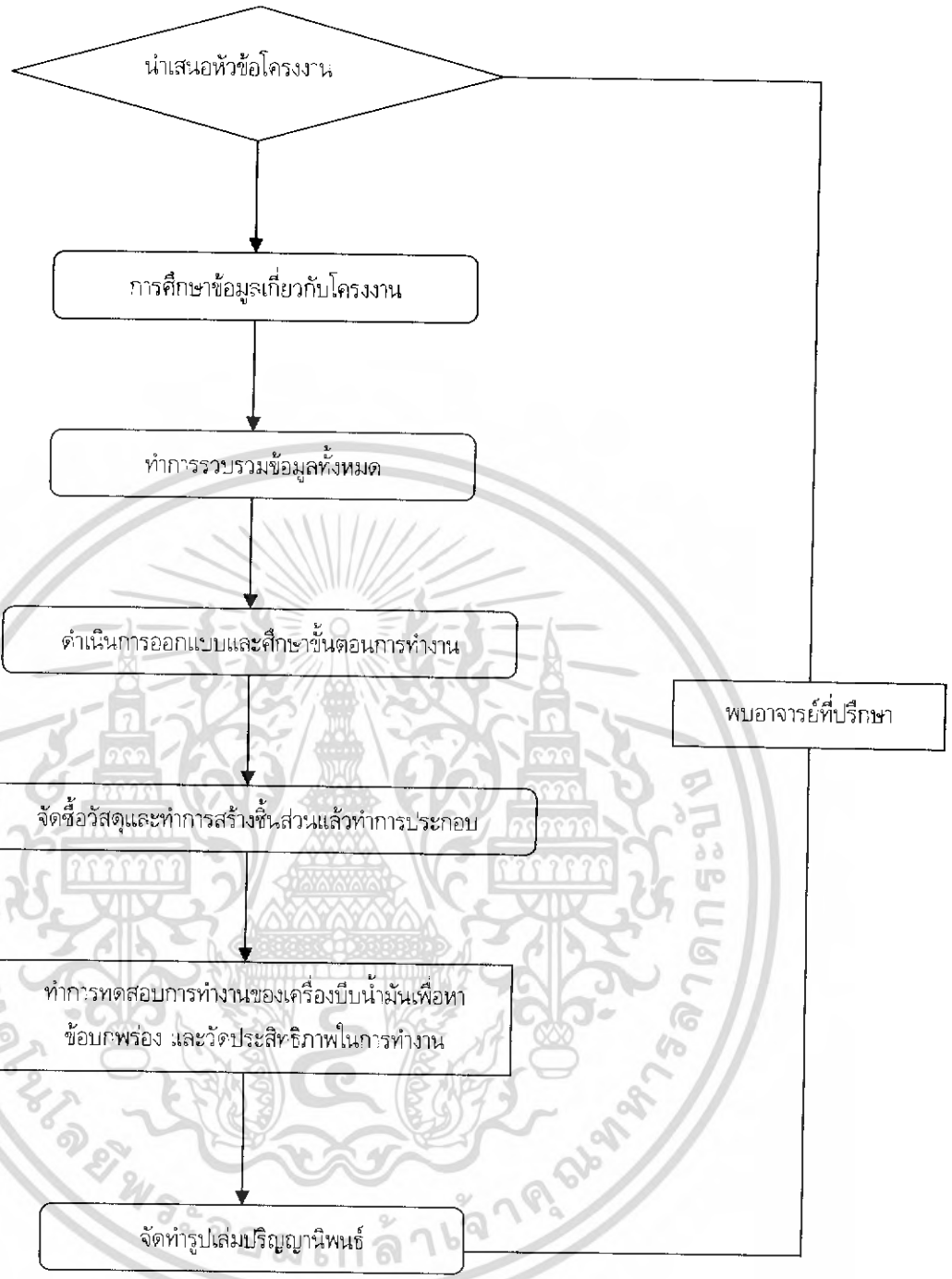
1.4.3 เขียนแบบชิ้นส่วนต่างๆของตัวเครื่องที่ได้ออกแบบไว้

1.4.4 ดำเนินการจัดซื้อวัสดุ

1.4.5 ทำการสร้างชิ้นส่วนแต่ละชิ้นตามแบบที่ได้เขียน แล้วนำชิ้นส่วนแต่ละชิ้นมาประกอบกันตามแบบที่เขียนขึ้น

1.4.6 ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องบีบน้ำมันเพื่อหาข้อบกพร่องแล้วทำการแก้ไข เพื่อวัดประสิทธิภาพในการทำงานของตัวเครื่อง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองและปัญหาที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



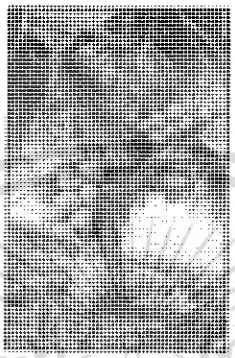
รูปที่ 1.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ข้อมูลเบื้องต้นและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะพร้าว (Coconut)



รูปที่ 2.1 ต้นมะพร้าว

มะพร้าว (Coconut) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Cocos nucifera Linn. เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากคนไทยรู้จักใช้เนื้อมะพร้าวในการบริโภคเป็นอาหารทั้งคาวและหวานในชีวิตประจำวัน ซึ่งจากสำนักงานสถิติแห่งชาติได้เคยสำรวจพบว่า ประชากรไทย 1 คนจะบริโภคเนื้อมะพร้าวประมาณปีละ 8,273.2 กรัม หรือประมาณ 18 ผล/คน/ปี ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยมีพลเมืองประมาณ 70 ล้านคน จะใช้ผลมะพร้าวประมาณ 990 ล้านผล หรือประมาณ 65% ของผลผลิตทั้งหมด ส่วนที่เหลือประมาณ 35% ของผลผลิตทั้งหมด หรือ 489 ล้านผล ใช้ในรูปของอุตสาหกรรมหรือส่งออกต่อไป ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มอุตสาหกรรมมะพร้าวใหญ่ ๆ ได้ 2 กลุ่ม คือ

1. ผลิตภัณฑ์แปรรูปเพื่อการบริโภค เช่น อุตสาหกรรมมะพร้าวแห้งอุตสาหกรรมน้ำมันมะพร้าว อุตสาหกรรมกะทิเข้มข้น อุตสาหกรรมมะพร้าวขูดแห้ง อุตสาหกรรมน้ำตาลมะพร้าว

2. ผลิตภัณฑ์เพื่ออุตสาหกรรมและอุปโภค เช่น อุตสาหกรรมเส้นใยมะพร้าว อุตสาหกรรมแท่งเพาะชำ อุตสาหกรรมเผาถ่านจากกะลามะพร้าว อุตสาหกรรมแปรรูปมะพร้าว

ผลผลิตมะพร้าวแต่ละปีจะมีมูลค่าไม่ต่ำกว่าปีละ 2,700 ล้านบาท คิดแล้วเป็นมูลค่ามหาศาล ซึ่งเราไม่ควรที่จะละเลย และควรเร่งหาทางในการส่งเสริมและพัฒนามะพร้าวต่อไป มะพร้าวสามารถขึ้นได้ในทุกจังหวัดทั่วประเทศ แต่ขึ้นได้ดีในดินที่มีสภาพเป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อย (pH ระหว่าง 6-7) ลักษณะดินร่วน หรือร่วนปนทราย มีการระบายน้ำดี มีฝนตกกระจายสม่ำเสมอแทบทุกเดือน อากาศอบอุ่น หรือค่อนข้างร้อน และมีแสงแดดมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคที่มีการปลูกมะพร้าวมากและปลูกเป็นอาชีพ คือ ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันตก

ภาคใต้ : จังหวัดสุราษฎร์ธานี ชุมพร นครศรีธรรมราช ฯลฯ

ภาคตะวันออก : จังหวัดชลบุรี ระยอง ฯลฯ

ภาคตะวันตก : จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สมุทรสงคราม ฯลฯ

2.2 ประโยชน์ของน้ำมันมะพร้าว

น้ำมันมะพร้าวสามารถช่วยลดคลอเลสเตอรอลชนิดอันตรายหรือ LDL และเพิ่มคลอเลสเตอรอลชนิดดี หรือ HDL ซึ่งเสริมสร้างสุขภาพร่างกายและหัวใจให้ดีขึ้นด้วยโดยข้อยืนยันประการหนึ่งก็คือ รายงานขององค์การสหประชาชาติเมื่อปี 2541 ระบุว่า ประเทศศรีลังกา ซึ่งเป็นประเทศหนึ่งที่ประชากรบริโภคมะพร้าวทั้งในรูปของกะทิหรือน้ำมันมะพร้าวมากที่สุด ปรากฏว่าอัตราประชากรเสียชีวิตจากโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตันเพียง 1 ในแสนคน ในขณะที่ประเทศอื่นๆ ซึ่งไม่นิยมบริโภคน้ำมันมะพร้าวหรือกะทิมีอัตราประชากรเสียชีวิตจากโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน 18-187 ใน 1 แสนคน โดยในบรรดาน้ำมันจากพืชด้วยกันนั้นน้ำมันมะพร้าวมีคอเลสเตอรอลต่ำสุด ในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (Virgin coconut oil) ที่ไม่ผ่านกระบวนการทางเคมียังมีวิตามินอีที่เป็นสารต่อต้านการเติมออกซิเจน หรือเป็นตัวป้องกันเซลล์ในร่างกายไม่ให้ถูกเติมออกซิเจนและเป็นตัวต้านอนุมูลอิสระ (Freeradicals) ซึ่งเกิดจากมลพิษในสิ่งแวดล้อม หรือเกิดจากอาหาร เครื่องดื่ม การสูบบุหรี่ รังสี ความเครียด เป็นต้น

นอกจากนี้ในวิตามินอีที่ได้จากน้ำมันมะพร้าวยังมีสารโทโคไทรอีนอล ซึ่งเป็นรูปของวิตามินอีที่มีอานุภาพสูงกว่าสารโทโคเฟอรอล ซึ่งมีอยู่ในวิตามินอีทั่วไป ด้วยเหตุนี้น้ำมันมะพร้าวจึงมีสารที่ต่อต้านอนุมูลอิสระอย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีการนำน้ำมันมะพร้าวไปเป็นส่วนประกอบของเครื่องสำอางหลายชนิด เช่น ครีม หรือ โลชั่นทาผิว จะทำให้ผิวนุ่มเนียน ไม่แตกแห้ง ป้องกันฝ้ากระและทำให้ปราศจากริ้วรอยเหี่ยวย่น เพราะวิตามินอีในน้ำมันมะพร้าวมีประสิทธิภาพมากกว่าในเครื่องสำอางอื่นทั่วไป ด้วยเหตุที่น้ำมันมะพร้าวมีสารปฏิชีวนะโมโนลอริน และสารโทโคมันมะพร้าวมีสารปฏิชีวนะโมโนลอริน และสารโทโคไทรอีนอลจากวิตามินอีดังที่กล่าวมาแล้ว เมื่อใช้น้ำมันมะพร้าวชะโลมผม จะทำให้ผมตกเป็นเงางาม เส้นผมมีคุณภาพดีและช่วยรักษาสุขภาพของหนังศีรษะป้องกันการเกิดรังแค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 องค์ประกอบหลักของน้ำมันมะพร้าวและสรีระวิทยา

1. เป็นกรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) กรดไขมันอิ่มตัวในน้ำมันมะพร้าวส่วนใหญ่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอน ๘-๑๔ ตัวทำให้โมเลกุลมีความยาวของเส้นขนาดปานกลาง กรดไขมันสำคัญที่มีได้แก่ กรดคาปริก (Capric Acid-C10), กรดลอริก(Lauric Acid-C12) และกรดไมริสติค (Myristic Acid-C14) และอื่นๆ อีกทั้งยังประกอบด้วยกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวอีก 2 ประเภทแต่มีอยู่เพียง 9% เช่น โอเลอิค ลินโอเลอิคและพาล์มมิโทเลอิค เป็นต้น

2. มีกรดลอริคสูงมาก น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันพืชชนิดเดียวในโลกที่มีกรดลอริคอยู่ในปริมาณที่สูงมาก 48-53% กรดนี้เองที่ทำให้น้ำมันมะพร้าวมีคุณสมบัติพิเศษในการเสริมสุขภาพและความงามของมนุษย์ กรดคาปริคที่มีอยู่ 6-7% ก็ช่วยเสริมประสิทธิภาพของกรดลอริค

3. มีวิตามินอีที่มีประสิทธิภาพสูง น้ำมันมะพร้าวที่สกัดโดยการบีบเย็น(cold press) ที่ไม่ได้ผ่านกระบานการRDB จะยังคงวิตามินอีไว้ได้สูง และด้วยเหตุที่มีวิตามินอีสูงจึงทำให้น้ำมันมะพร้าวโดดเด่นกว่าน้ำมันชนิดอื่นๆ

4. เปลี่ยนเป็นพลังงานได้อย่างรวดเร็วและเพิ่มอัตราเมตาบอลิสซึม ร่างกายของมนุษย์สามารถเปลี่ยนน้ำมันมะพร้าวให้เป็นพลังงานได้อย่างรวดเร็ว ความที่มีโมเลกุลขนาดกลาง (C8 - C14) เมื่อเราบริโภคเข้าร่างกายมันจะผ่านจากกระเพาะไปยังลำไส้แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานที่ดับอย่างรวดเร็ว (ประมาณภายใน 1 ชั่วโมง) ทำให้ไม่มีไขมันเหลือสะสมในร่างกาย และน้ำมันมะพร้าวยังไปเร่งอัตราการเผาผลาญอาหารให้เป็นพลังงานมีผลทำให้เกิดความร้อนสูงในร่างกาย จึงไปช่วยนำไขมันที่ร่างกายสะสมไว้ในส่วนต่างๆออกมาใช้เป็นพลังงานไปในตัว ทำให้กระฉับกระเฉงและไม่อ้วน จึงช่วยในการลดน้ำหนักและลดความอ้วน

ตารางที่ 2.1 ปริมาณของคลอเรสเตอรอลในน้ำมันบางส่วน โดยเทียบอัตราส่วนคอเรสเตอรอล

ชนิดของน้ำมัน	อัตราส่วนคลอเรสเตอรอล(ppm)
น้ำมันมะพร้าว	14
น้ำมันปาล์ม	18
น้ำมันถั่วเหลือง	28
น้ำมันข้าวโพด	50
เนยเหลว	3150
น้ำมันหมู	3500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกทั้งกรดต่างๆที่มีอยู่ในน้ำมันมะพร้าวมีประโยชน์ต่อสุขภาพและช่วยสร้างภูมิคุ้มกันโดย กรดลอริคที่บริโภคเข้าไปจะเปลี่ยนเป็นโมโนกลีเซอไรด์ที่มีชื่อว่าโมโนลอรินซึ่งเป็นสารตัว เดียวกับที่มีอยู่ในน้ำนมมารดาที่ไปช่วยสร้างภูมิคุ้มกันให้กับทารกแรกเกิดและดื่มน้ำนมมารดาเป็น หลัก และโมโนลอรินยังเป็นสารปฏิชีวนะที่มีคุณสมบัติฆ่าทำลายเชื้อโรคเกือบทุกชนิดได้ดีกว่า ยาปฏิชีวนะที่ใช้อยู่ในปัจจุบันไม่ก่อให้เกิดหรือเพิ่มอาการดื้อยาของเชื้อโรคและสารปฏิชีวนะใน น้ำมันมะพร้าวไม่เป็นพิษต่อมนุษย์และถูกสร้างขึ้นในร่างกายของมนุษย์เองและยังไม่มีอันตรายต่อ แบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ในลำไส้

2.4 การสกัดน้ำมันในอุตสาหกรรม

การสกัดแยกน้ำมันเป็นวิธีที่นิยมใช้กับเมล็ดพืชน้ำมัน โดยวิธีการแยกน้ำมันมันใน อุตสาหกรรมหลากหลายประเภทซึ่งจำแนกได้ดังนี้

2.4.1 วิธีการสกัดน้ำมันพืชโดยวิธีธรรมชาติ

เป็นวิธีที่ไม่มีการใช้สารเคมีในการสกัด มีวิธีดังนี้

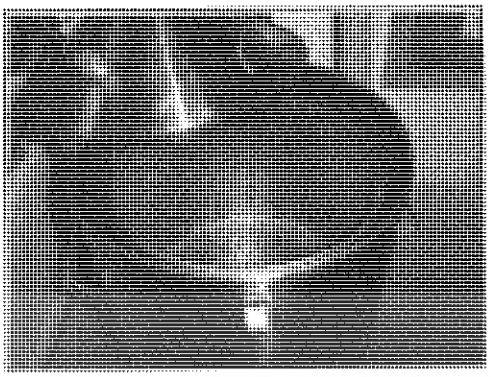
1. วิธีการเคี่ยว(Rendering) เป็นการนำเอาวัตถุดิบ เช่น เนื้อมะพร้าว เนื้อปาล์ม มาเคี่ยวแห้ง หรือเคี่ยวเปียก โดยการใช้ความร้อนปานกลางเคี่ยวจนน้ำมันแยกตัวออกมา ลอยตัวเหนือน้ำหรือ เคี่ยวจนน้ำระเหยออกหมด ก็จะได้น้ำมันพืชออกมา น้ำมันชนิดนี้คุณภาพของน้ำมันยังไม่ค่อยดีนัก เนื่องจากผ่านความร้อนเป็นเวลานาน กลิ่นไม่หอมมาก บางครั้งมีกลิ่นไหม้ปนมากับน้ำมัน สภาพ ของน้ำมันเปลี่ยนไป เช่น เหม็นหืนเร็ว เมื่อนำมาทาตัวจะเหนียวเหนอะหนะ ซึมผ่านผิวหนังได้ยาก กว่าน้ำมันที่สกัดโดยไม่ผ่านความร้อน

รูปที่ 2.2 การเคี่ยวน้ำมัน

2. วิธีการหมัก (Fermentation) ใช้กับการสกัดน้ำมันมะพร้าวโดยการคั้นน้ำกะทิจากเนื้อ มะพร้าวแห้งในอัตราส่วนเนื้อมะพร้าวขูด 1 ส่วน ต่อน้ำ 1 ส่วน โดยใช้น้ำอุ่นๆ เมื่อได้กะทิออก มาแล้วนำใส่แก้วทรงสูง ปิดฝาด้วยพลาสติกรัดยาง ตั้งทิ้งไว้ น้ำมันจะแยกตัวออกจากน้ำ ลอยตัวอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

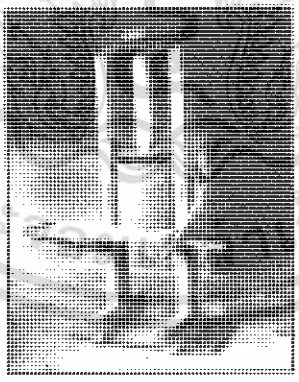
ด้านบน จากนั้นตักน้ำมันออกมากรองด้วยผ้าขาวบางหรือกระดาษกรอง การสกัดน้ำมันมะพร้าวด้วยวิธีนี้จำได้น้ำมันออกมา 20-40%



รูปที่ 2.3 ภาชนะสำหรับหมัก

3. วิธีการสกัดโดยใช้การบีบอัด(Oil Press) การสกัดน้ำมันโดยใช้การบีบอัด วิธีการนี้อาศัยแรงอัดบีบไปทำให้น้ำมันที่อยู่ในเมล็ดวัตถุดิบไหลออกมา ในขณะเดียวกันก็จะทำให้ผนังเซลล์ของพืชน้ำมันแตกตัวออกมา ทำให้น้ำมันไหลออกมา อุปกรณ์บีบอัดที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันมีทั้งแบบท่อน-ชุง (ปัจจุบันมีใช้งานอยู่น้อยมาก), แบบไฮดรอลิค (Hydraulic presses) และแบบเกลียวอัด (Screw presses)

3.1 วิธีการบีบอัดด้วยเครื่องไฮโดรลิก (Hydraulic Press) เป็นการใช้แรงบีบ ใช้ได้กับพืชน้ำมันที่มีเปลือกนิ่ม ไม่แข็งเกินไป เช่น ถั่วเหลือง รำข้าว ถั่วลิสง น้ำมันที่ได้จะมีคุณภาพดี อาจต้องนำวัตถุไปอบหรือดากแดดก่อนเพื่อกระตุ้นน้ำมันให้บีบออกง่าย แต่จะได้น้ำมันน้อย คือ ประมาณ 20-30% เมื่อได้ยังต้องนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง

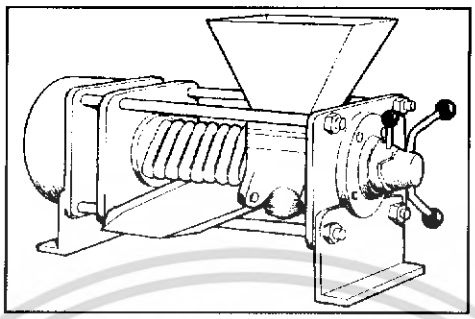


รูปที่ 2.4 เครื่องบีบอัดแบบไฮดรอลิค (Hydraulic presses)

3.2 วิธีบีบอัดโดยเครื่องสกรูเพรส (Screw Press) ใช้กับพืชน้ำมันเปลือกแข็ง หรือพืชน้ำมันที่ไม่สามารถบีบได้โดยใช้เครื่องไฮโดรลิก เช่น เมล็ดงา เมล็ดทานตะวัน น้ำมันจะถูกบีบออกมาโดยแรงบดไประหว่างสกรูในแนวนอน จนได้น้ำมันออกมา น้ำมันประเภทนี้จัดเป็นน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพดี เพราะไม่ผ่านความร้อนเลย แต่จะมีความร้อนเกิดขึ้นจากแรงเสียดสีระหว่างการบด ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ประมาณ 30-40% มากกว่าการสกัดด้วยไฮโดรลิก เมื่อได้น้ำมันจะต้องนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง ยังคงมี สี กลิ่น รส ตามธรรมชาติ



รูปที่ 2.5 เครื่องบีบอัดแบบสกรูอัด(Screw presses)

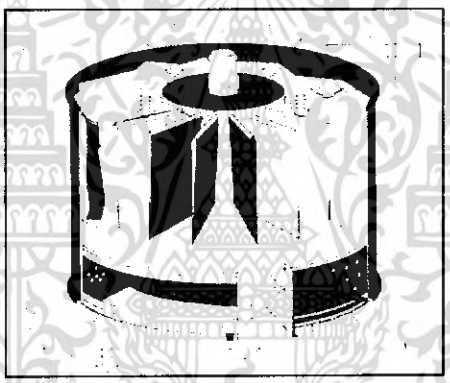
โดยทั่วๆไปโรงงานส่วนใหญ่จะใช้เครื่องบีบน้ำมันแบบเกลียวอัด เนื่องมาจากการบีบน้ำมันโดยใช้เกลียวอัดมีประสิทธิภาพในการผลิตทั้งทางด้านปริมาณ ความเร็ว และความสะดวกสบายสูงกว่าแบบไฮดรอลิค แต่การควบคุมน้ำมันให้ได้น้ำมันที่มีคุณภาพดีทำได้ยากลำบากกว่าแบบไฮดรอลิค เนื่องจากในขณะใช้การบีบแบบเกลียวอัดจะเกิดความร้อนขึ้น ซึ่งในแบบไฮดรอลิคความร้อนจะเกิดขึ้นน้อยกว่ามาก ด้วยสาเหตุนี้สีของน้ำมันที่บีบได้จากเครื่องบีบแบบเกลียวอัดส่วนใหญ่จึงมีสีที่เข้มกว่าสีของน้ำมันที่บีบอัดจากเครื่องบีบแบบไฮดรอลิค และน้ำมันที่ได้ออกมาจากการบีบแบบเกลียวอัดจะมีกากเล็กๆและน้ำปนออกมาด้วย จึงต้องกำจัดออกโดยการทิ้งไว้ให้น้ำแยกชั้นออกมา และสิ่งสกปรกตกตะกอนในถังพักหรือใช้การหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่องเหวี่ยง จากนั้นจึงจะสามารถนำน้ำมันดิบที่ได้ไปทำให้บริสุทธิ์เพื่อนำไปใช้งานได้

2.4.2 วิธีการสกัดน้ำมันพืชโดยใช้สารเคมีเป็นตัวทำละลาย (solvent extraction)

การสกัดโดยวิธีธรรมชาติ เช่น การบีบอัด จะได้น้ำมันออกมาน้อย ยังคงมีน้ำมันที่เหลือในกากอยู่มาก ดังนั้นในทางอุตสาหกรรมจึงมีการนำเอาตัวทำละลายมาช่วยในการสกัด เพื่อให้ได้น้ำมันออกมาให้มากที่สุด ส่วนใหญ่การใช้ตัวทำละลายจะสกัดได้มากกว่า 90% ของปริมาณที่มีอยู่ในวัตถุดิบ การสกัดน้ำมันพืชโดยใช้ตัวทำละลาย เป็นการสกัดที่ใช้ในโรงงานผลิตน้ำมันพืชทั่วไป โดยการนำวัตถุดิบที่เป็นส่วนของพืชที่ให้น้ำมันมาย่อยขนาดลง อาจนำไปตากแดดหรืออบเพื่อไล่ความชื้นก่อนแล้วจึงแช่ลงไปในตัวทำละลาย ตัวทำละลายมีอยู่หลายชนิด ได้แก่ อีเทอร์ เบนซิน และที่นิยมใช้มากที่สุดคือเฮกเซน จะได้สารละลายที่เป็นส่วนผสมของน้ำมันพืชและเฮกเซนออกมา จากนั้นจึงนำเอาไปแยกตัวทำละลายออกจากน้ำมันโดยการระเหยใช้ความร้อน เพื่อไม่ให้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฮกเซนเหลือตกค้างอยู่ น้ำมันที่ได้เป็นน้ำมันดิบที่ยังมีสิ่งเจือปนอยู่หลายอย่าง เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต กรดไขมันอิสระ กลีเซอไรด์ น้ำมันหอมระเหย ซึ่งการผลิตในโรงงานจะนำไปกลั่นเพื่อเอาสิ่งเจือปนเหล่านี้ออกไปก่อน โดยการสกัดยางเหนียว โดยใช้กรดฟอสฟอลิค และใช้โซดาไฟหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์กำจัดกรดไขมันอิสระ ทำการฟอกสีโดยใช้ผงถ่านแล้วกรองออก กำจัดกลิ่นโดยใช้ไอน้ำที่มีอุณหภูมิ 220-270 องศาเซลเซียส ภายใต้สูญญากาศเป็นเวลา 2 ชั่วโมง กลิ่นต่างๆ จะถูกดูดออกไป น้ำมันพืชที่สกัดด้วยวิธีนี้ เรียกว่า น้ำมันพืชผ่านกรรมวิธี (Processed oil) ใส มีสีเหลืองอ่อนหรือแก่ ไม่มีรส ไม่มีกลิ่น แทบจะไม่เหลือคุณสมบัติทางกายภาพเดิมของสี กลิ่น รส อยู่เลย และสารอาหารจะหายไปในระหว่างการผลิต เป็นน้ำมันที่ผลิตโดยทั่วไป เพราะเป็นวิธีการสกัดที่ให้น้ำมันปริมาณมาก มีอายุทนนาน ไม่เหม็นหืน ตั้งวางขายบนชั้นได้นานแต่ถ้าพิจารณาตามกระบวนการผลิตจะเห็นว่าคุณสมบัติทางเคมีก็เปลี่ยนไปมาก ดังนั้นจึงไม่เหมาะกับการบริโภคแนวแมคโครไบโอติค เพราะไม่มีคุณค่าทางอาหาร แล้วยังเป็นอันตรายต่อสุขภาพเพราะผ่านสารเคมี



รูปที่ 2.6 การสกัดน้ำมันพืชโดยใช้ตัวทำละลาย

2.5 การบีบอัดน้ำมันในอุตสาหกรรม

การบีบน้ำมันเป็นวิธีการที่นิยมใช้กับเมล็ดพืชน้ำมัน ซึ่งเครื่องบีบน้ำมันมีหลายชนิดและหลายกระบวนการมีทั้งBatch pressing และ Continuous pressing ซึ่งอาจเป็น Cold pressing หรือ Hot pressing ก็ได้

ข้อแตกต่างระหว่างการสกัดน้ำมันแบบร้อนและแบบเย็น

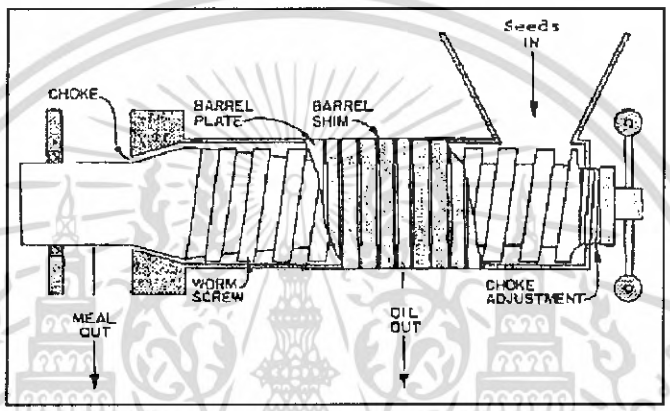
การสกัดน้ำมันมะพร้าวแบบร้อนนั้น มีข้อเสียคือมีสารที่เป็นประโยชน์บางตัวต้องถูกทำลายไปเพราะความร้อน รวมทั้งยังมีมลภาวะทางกลิ่นตามมา เช่น เหม็นหืน อีกทั้งน้ำมันที่ได้นั้นจะยังมีความสกปรกอยู่ ต้องนำเอามาฟอกใหม่โดยใช้สารเคมี ส่วนการสกัดน้ำมันมะพร้าวแบบเย็นนั้นน้ำมันที่ได้ออกมาจะมีความบริสุทธิ์และยังสามารถคงคุณสมบัติน้ำมันมะพร้าวไว้อย่างครบถ้วน และยังช่วยลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์รวมถึงมีส่วนประกอบกรดไขมันในอัตราส่วนที่ดีกว่าการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สกัดร้อน รวมทั้งต้นทุนการผลิตของการสกัดน้ำมันมะพร้าวแบบเย็นนั้น มีต้นทุนการผลิตในส่วนของเทคโนโลยีต่ำกว่าการสกัดแบบร้อน

2.5.1 Cold Pressing

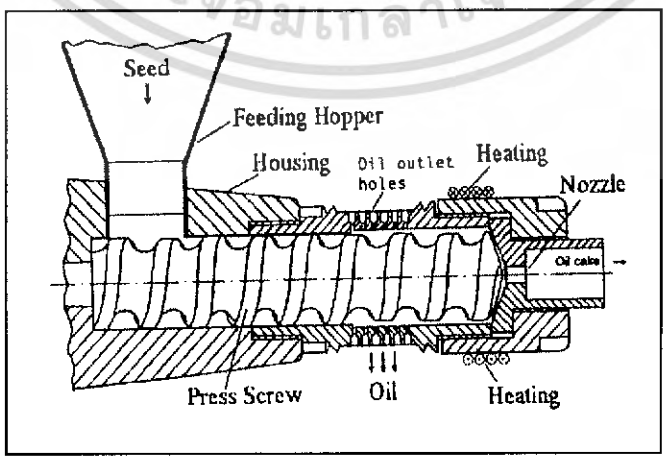
นิยมใช้กับเมล็ดพืชที่มีปริมาณน้ำมันสูง เช่น งา ถั่วลิสง ถั่วเหลือง มะกอก และมะพร้าว ผลปาล์ม เป็นต้น แรงกดที่ให้แก่เนื้อเยื่อของเมล็ดพืชจะทำให้ผนังเซลล์แตกบีบเอาน้ำมันแยกออกมาได้ น้ำมันที่ได้นี้จะสามารถนำไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการที่ทำให้เป็นน้ำมันบริสุทธิ์



รูปที่ 2.7 การบีบอัดน้ำมันแบบ Cold pressing

2.5.2 Hot Pressing

มีประสิทธิภาพดีกว่า cold pressing กากที่เหลือจาก cold pressing จะนำมาทำต่อโดยใช้ hot pressing ซึ่งอาจจะเป็นเครื่องบีบแบบไฮดรอลิก(Hydraulic Batch Press) หรือเครื่องอัดแบบสกรู (Continuous Screw Press) หรือ Expeller การสกัดแยกน้ำมันโดยวิธีเหล่านี้ใช้ความดันประมาณ 1-15 ตันต่อตารางนิ้ว และจะมีน้ำมันหลงเหลืออยู่ในกากเพียง 2-4 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น



รูปที่ 2.8 การบีบอัดน้ำมันแบบ Hot pressing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบการบีบน้ำมันแบบเย็นกับอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันโดยการหมักและการเหวี่ยง

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบการบีบน้ำมันแบบเย็นกับอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันโดยการหมักและการเหวี่ยง

	การบีบน้ำมันแบบเย็น(Screw Press)	สารสกัดน้ำมันโดยการหมัก (Fermentation)	การสกัดน้ำมันโดยการเหวี่ยง(Centrifuge)
ต้นทุนการผลิต	ปานกลาง	ต่ำ	สูงมาก
ระยะเวลาเตรียมวัตถุดิบ	4 – 5 ชั่วโมง	ประมาณ 1 ชั่วโมง	ประมาณ 2 ชั่วโมง
ระยะเวลาการดำเนินการการผลิตน้ำมันต่อครั้ง	1.5 ชั่วโมง	2 – 3 วัน	12 – 18 ชั่วโมง
การควบคุมอุณหภูมิขนาดปฏิบัติการ	ค่อนข้างง่าย เพราะต้องการให้อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส	ง่าย เพราะไม่ต้องการการควบคุมอุณหภูมิ	ยาก เพราะต้องควบคุมอุณหภูมิให้ไม่เกิน 25 องศาเซลเซียส ซึ่งต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง
กำลังการผลิตต่อวัน	สูง	ต่ำ	ปานกลาง
ปริมาณน้ำมันที่ได้ต่อปริมาณวัตถุดิบ	30 – 40 %	20 – 40 %	30 – 40 %
คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้	ดี	ค่อนข้างดี	ดีมาก
การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์	ง่าย	ยาก ไม่สม่ำเสมอ	ง่าย
ระเวลาการทำการกับผลิตภัณฑ์ที่ได้เพื่อให้ได้น้ำมันที่บริสุทธิ์	ใช้เวลาน้อย	ใช้เวลาน้อย	ใช้เวลาน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบเครื่องบีบเย็นที่ผลิตในท้องตลาดกับเครื่องที่เราผลิตขึ้น

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบเครื่องบีบเย็นที่ผลิตในท้องตลาดกับเครื่องที่เราผลิตขึ้น

	เครื่องที่ผลิตใน ท้องตลาด I	เครื่องที่ผลิตใน ท้องตลาด II	เครื่องที่เราผลิตขึ้น
ขนาด Motor	3 HP 380 Volt ไฟ 3 เฟส	1 HP 380 Volt ไฟ 3 เฟส	2 HP 380 Volt ไฟ 3 เฟส
การส่งกำลัง	มอเตอร์ขับสายพาน ไปยังเฟืองทดต่อไป เกลียวอัด	มีการใช้ชุดเกียร์ทดใน การส่งกำลัง	ต่อตรงมอเตอร์เข้าสู่ตัว เกลียวอัด
เครื่องปรับความเร็ว รอบ	-	-	มี
Heater	-	มี	-
อุณภูมิที่ปฏิบัติการ	-	50 – 60 องศาเซลเซียส	-
ลักษณะหัวบีบ	ปกติติดกับตัวเครื่อง	ติดกับตัวเครื่องสามารถ ปรับระยะการบีบได้	ปกติติดกับตัวเครื่อง
ความเร็วรอบเครื่องที่ ดีที่สุดที่ใช้ในการบีบ	15 rpm.	50-90 rpm.	176 rpm.
จำนวนครั้งที่ทำการ บีบ	3	1	1
ลักษณะการบีบ	บีบด้วยScrew Press 2 ครั้ง และ Hydraulic Press 1 ครั้ง	บีบด้วย Screw Press 1 ครั้ง	บีบด้วย Screw Press 1 ครั้ง
%ปริมาณน้ำมันที่ได้ ต่อวัตถุดิบ 1 กก.	40 %	20 - 25%	25 -30%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การผลิตน้ำมันมะพร้าวแบบบีบเย็น

(Cold Pressed Coconut Oil Production)

3.1 การผลิตน้ำมันมะพร้าวแบบบีบเย็น (Cold Pressed Coconut Oil Production)

ในปี 2545 ประเทศไทยมีปริมาณผลผลิตมะพร้าวเท่ากับ 1.42 ล้านตัน โดยที่ปริมาณมะพร้าวผลร้อยละ 10 จะถูกนำไปแปรรูปเป็นน้ำกะทิ เพื่อใช้ในการประกอบอาหารร้อยละ 60 ของผลผลิตถูกนำไปบริโภคสด และนำไปเป็นส่วนประกอบในการทำขนม ในขณะที่ประมาณร้อยละ 30 ของมะพร้าวผลทั้งหมด ถูกนำมาใช้แปรรูปเป็นน้ำมันมะพร้าว น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ร้อยละ 10 ถูกส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ และอีกประมาณร้อยละ 90 ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมน้ำมัน ปรุงอาหาร เคมีภัณฑ์ และอุตสาหกรรมอาหาร

การผลิตน้ำมันมะพร้าวทั่วๆไปในทางอุตสาหกรรม จะเริ่มจากการนำเนื้อมะพร้าวออกจากผลมะพร้าว ทำการตากแห้งหรืออบแห้ง จากนั้นจึงบดย่อยเนื้อมะพร้าวแห้งให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วบีบน้ำมันออกด้วยเครื่องบีบแบบเกลียวอัดน้ำมัน น้ำมันที่ได้มักจะมีเศษเนื้อมะพร้าวแห้งปะปนมาด้วย ต้องนำไปกรองเพื่อให้ได้น้ำมันมะพร้าวดิบสีน้ำตาลเข้มใสปราศจากเศษเจือปน สำหรับกากเนื้อมะพร้าวที่บีบน้ำมันออกแล้วจะถูกส่งขายเป็นอาหารสัตว์ กระบวนการกลั่นน้ำมันให้บริสุทธิ์มี 2 วิธี คือ ทางเคมีและทางกายภาพ ถ้าเป็นทางเคมีจะใช้ด่าง เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ทำปฏิกิริยากับกรดไขมันอิสระในปริมาณที่พอเหมาะกับปริมาณกรดไขมันอิสระที่มีอยู่ จากนั้นจึงล้างสบู่ และด่างที่เติมมากเกินพอออกจนน้ำมันมีสภาพเป็นกลาง แต่วิธีนี้มีการสูญเสียน้ำมันสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อน้ำมันมะพร้าวดิบมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูง จากนั้นจึงทำการฟอกสีและดูดกลิ่นตามลำดับ

ส่วนการทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีทางกายภาพ บางครั้งเรียกว่า การกลั่นให้บริสุทธิ์ เป็นกรรมวิธีที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ทำได้โดยนำน้ำมันมะพร้าวดิบจากกระบวนการสกัด มาทำการกำจัดยางเหนียวด้วยกรดฟอสฟอริกฟอกสีด้วยผงฟอกสี จากนั้นจึงส่งน้ำมันเข้าสู่กระบวนการกลั่นที่อุณหภูมิสูงและความดันต่ำกว่าบรรยากาศ เพื่อแยกกรดไขมัน กลิ่น และสีออก และกรองอีกครั้ง จึงได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่รอการจำหน่ายต่อไป จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรระบุว่ามะพร้าวผล 1 กิโลกรัม จะให้เนื้อมะพร้าว 0.25 กิโลกรัม ซึ่งคิดเป็นเนื้อมะพร้าวแห้ง 0.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิโลกรัม เมื่อนำเนื้อมะพร้าวแห้ง 1 กิโลกรัมมาผ่านกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวดิบจะให้ผลผลิตของน้ำมันมะพร้าวดิบเท่ากับ 0.55 กิโลกรัม

3.2 หลักการที่สำคัญของการผลิตน้ำมันมะพร้าวบีบเย็น

น้ำมันมะพร้าวบีบเย็น (Virgin coconut oil, cold pressed coconut oil) หมายถึง น้ำมันมะพร้าวที่ผลิตจากเนื้อมะพร้าวสดภายใต้กระบวนการที่ใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส เพื่อให้ได้น้ำมันมะพร้าวที่มีปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ต่ำ เพื่อป้องกันการเหม็นหืนของน้ำมันเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน น้ำมันมะพร้าวคุณภาพสูงจะมีลักษณะของกลิ่นและรสที่แตกต่างจากน้ำมันมะพร้าวซึ่งผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ด้วยสารเคมี กรรมวิธีผลิตน้ำมันมะพร้าวคุณภาพสูงในปัจจุบันมีรายละเอียดดังนี้

1. Traditional hand pressed method

เป็นวิธีการผลิตน้ำมันมะพร้าวในระดับครัวเรือนแบบดั้งเดิม การผลิตเริ่มต้นโดยบีบน้ำกะทิจากเนื้อมะพร้าวขูดที่เก็บเกี่ยวมาเป็นเวลาไม่เกิน 24 ชั่วโมง องค์ประกอบในน้ำกะทิประกอบด้วยน้ำมัน น้ำ โปรตีน และอื่นๆ จากนั้นหมักน้ำกะทิเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง น้ำมันจะแยกชั้นออกจากชั้นน้ำ ให้ความร้อนแก่น้ำมันเพื่อกำจัดความชื้นและกรอง ข้อเสียของวิธีการนี้ คือ การผลิตจะเป็นในระดับกำลังการผลิตขนาดเล็ก ทำให้การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้สม่ำเสมอเป็นไปได้ยาก

2. Centrifuge process

การผลิตน้ำมันมะพร้าวด้วยวิธีนี้จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงกว่าวิธีข้างต้น เนื่องจากไม่มีการให้ความร้อนแก่น้ำมันในขั้นตอนการผลิต หลักการคือนำน้ำกะทิมาเหวี่ยงแยกของแข็งและน้ำออกจากชั้นน้ำมัน ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์ คือ ชั้นน้ำมันที่อยู่ด้านบน วิธีการนี้จะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง เนื่องจากต้องใช้อุปกรณ์เหวี่ยงแยก ซึ่งมีราคาแพง การแยกน้ำมันออกจากน้ำและองค์ประกอบอื่นๆ ในน้ำกะทิ นอกจากการหมัก และเหวี่ยงแยก ในข้อ 1 และ 2 แล้ว ยังสามารถใช้การต้ม การแช่เย็น และการใช้เอนไซม์ได้ด้วย

3. Direct Micro Expeller (DME)-Fresh dry process

เป็นการบีบน้ำมันโดยเครื่องบีบแบบสกรู (screw type press) จากเนื้อมะพร้าวสดที่ผ่านการขูดและอบแห้ง เนื้อมะพร้าวขูดควรผ่านการอบแห้งใน 4 ชั่วโมง หลังจากกระเทาะเปลือก เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของแบคทีเรีย ซึ่งทำให้คุณภาพของน้ำมันมะพร้าวด้อยลง กรณีที่ใช้กระบวนการ low pressure oil extraction จะใช้เนื้อมะพร้าวขูดแห้งที่มีความชื้น 10-12% ทำให้น้ำมันมะพร้าวที่บีบได้มีองค์ประกอบของน้ำที่มาจากความชื้นในเนื้อมะพร้าวประมาณ 10% ของน้ำมันที่ผลิตได้ วางทิ้งไว้ให้น้ำมันและน้ำแยกชั้น โดยอาจใช้ความร้อนในการกำจัดปริมาณน้ำที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหลืออยู่ ระยะเวลาดำเนินงานประมาณ 1.5 ชั่วโมงต่อครั้งในการผลิต และoil extraction efficiency (OEE) มากกว่า85% ของปริมาณน้ำมัน

กรรมวิธีผลิตน้ำมันมะพร้าวบีบเย็นที่ทางคณะผู้จัดทำโครงงานจัดทำขึ้นนั้น เป็นวิธีการบีบน้ำมันโดยเครื่องบีบแบบสกรู (Screw press type) จากเนื้อมะพร้าวสดที่ผ่านการสับละเอียดและอบแห้ง โดยเนื้อมะพร้าวสับจะผ่านการอบแห้งทันทีหลังจากกะเทาะเปลือก เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของแบคทีเรียซึ่งจะทำให้คุณภาพของน้ำมันมะพร้าวลดลง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้น้ำมันมีสีเหลืองเนื้อมะพร้าวหลังอบแห้งจะมีความชื้น 10-20% จุดสำคัญของขั้นตอนการผลิตน้ำมันมะพร้าวด้วยวิธีการนี้ คือ ระยะเวลาและอุณหภูมิในการอบแห้งและปริมาณความชื้นของเนื้อมะพร้าวหลังอบแห้ง เมื่อนำเนื้อมะพร้าวขูด 1 กิโลกรัม มาผ่านกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบีบเย็นด้วยวิธีการข้างต้น จะให้ผลผลิตของน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 0.25 กิโลกรัม

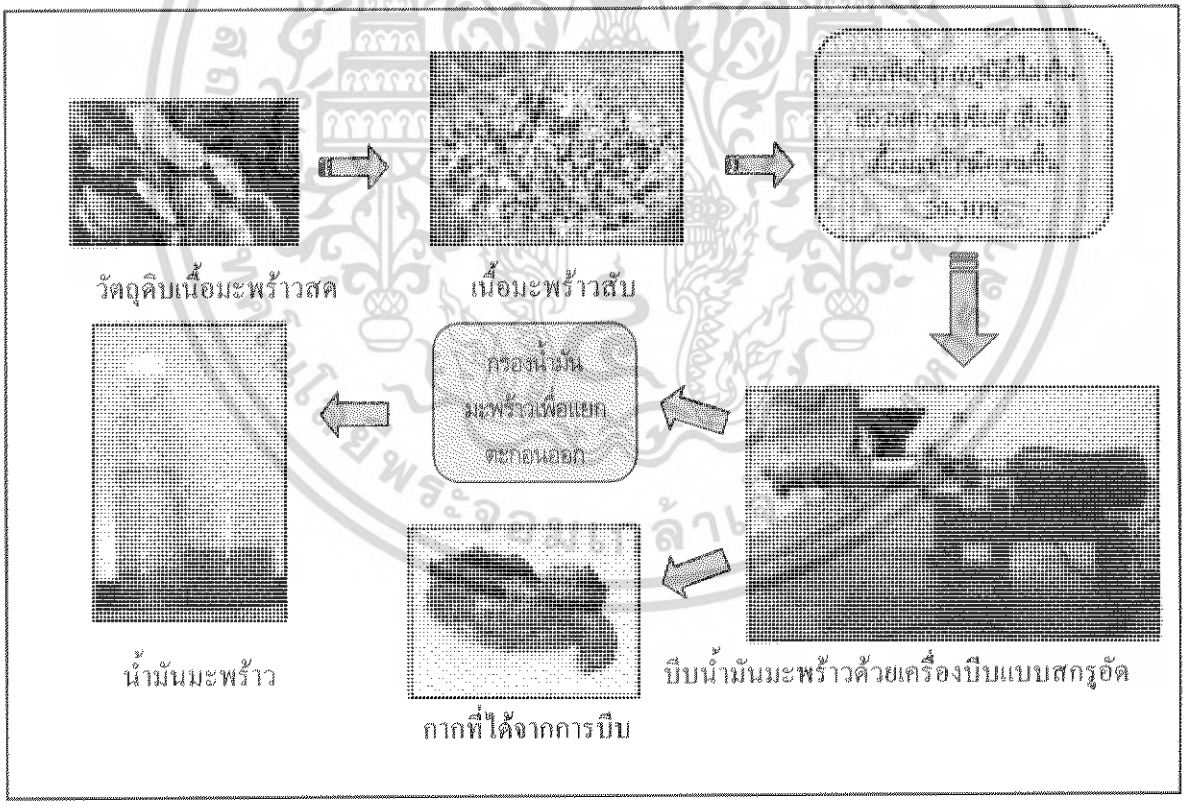
ขั้นตอนที่สำคัญของการผลิต มีดังนี้

1.การเตรียมวัตถุดิบ

2.การอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ

3.การบีบสกัดน้ำมัน

4.การกรองเพื่อแยกกากและเนื้อมะพร้าวออกจากน้ำมันมะพร้าว



รูปที่ 3.1 แผนภูมิของกระบวนการบีบน้ำมันมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการผลิตทุกขั้นตอนจะมีผลต่อคุณภาพของน้ำมันมะพร้าวที่ผลิตได้ ไม่ว่าจะเป็นการเตรียมวัตถุดิบ เวลาในการอบแห้ง ปริมาณความชื้นของเนื้อมะพร้าวแห้งก่อนเข้าขั้นตอนการบีบน้ำมัน ดังนั้นการควบคุมคุณภาพของน้ำมันมะพร้าวจึงต้องควบคุมขั้นตอนการผลิตทั้งหมด

ขั้นตอนของการผลิตน้ำมันมะพร้าวโดยการบีบเย็นแบบสกรูอัด

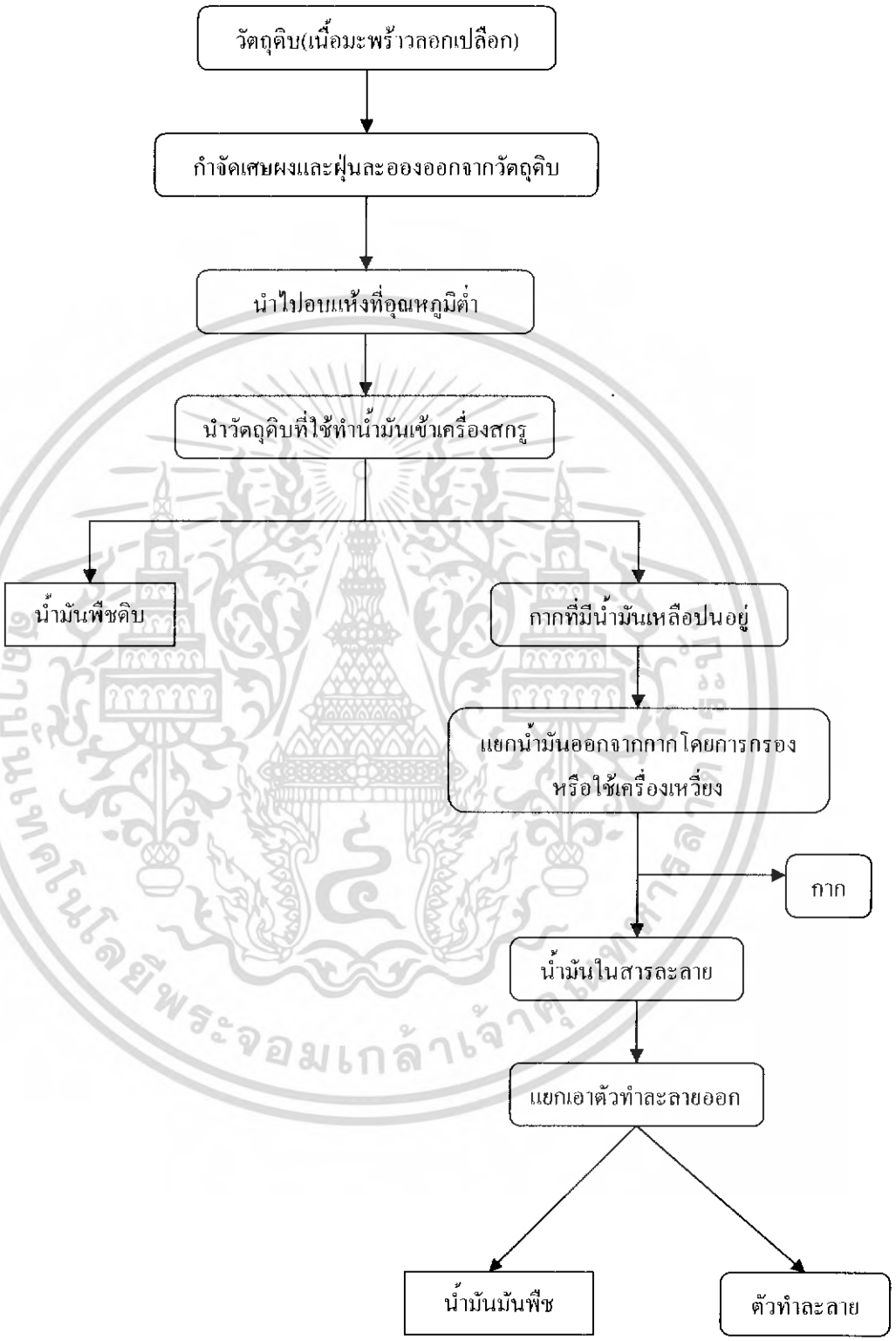
1. การเตรียมวัตถุดิบ ควรเลือกใช้เนื้อมะพร้าวที่ผ่านการกะเทาะเปลือกใหม่เป็นวัตถุดิบเพื่อป้องกันปัญหาการเกิดสีน้ำตาลจากการทำงานของเอมไซม์ เมื่อเนื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ทำให้อาหารเน่าเสียเกิดการเจริญเติบโต จะทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่ดีในน้ำมันมะพร้าวที่ผลิตได้

2.การอบแห้ง การอบแห้งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้น้ำในเนื้อมะพร้าวเกิดการระเหยโดยใช้ความร้อน อุณหภูมิที่เหมาะสมในการตากเนื้อมะพร้าวสับ คือ 50-60 องศาเซลเซียส โดยระยะเวลาในการอบขึ้นอยู่กับความชื้นสุดท้ายของเนื้อมะพร้าวที่ต้องการนำเข้าเครื่องบีบน้ำมัน

3.**การบีบน้ำมัน** เนื้อมะพร้าวก่อนเข้าเครื่องบีบน้ำมันแบบเกลียวอัด จะต้องตรวจดูความชื้น ความชื้นที่เหมาะสมในการบีบ คือ 10-20 % เพราะถ้าความชื้นสูงจะทำให้อัตราส่วนของน้ำมันต่ำลง ในขณะที่ความชื้นต่ำเกินไปจะทำให้เกิดความร้อนสะสม และเกิดการไหม้ของกากเนื้อมะพร้าวในส่วนของช่องบีบ ซึ่งส่งผลให้น้ำมันมะพร้าวที่ผลิตได้มีสีเหลือง และมีกลิ่นไหม้

81763
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภาพของกระบวนการในการบีบน้ำมันโดยวิธีใช้การบีบแบบสกรูอัด



รูปที่3.2 แผนภูมิของกระบวนการบีบน้ำมันออกจากเมล็ดพืช

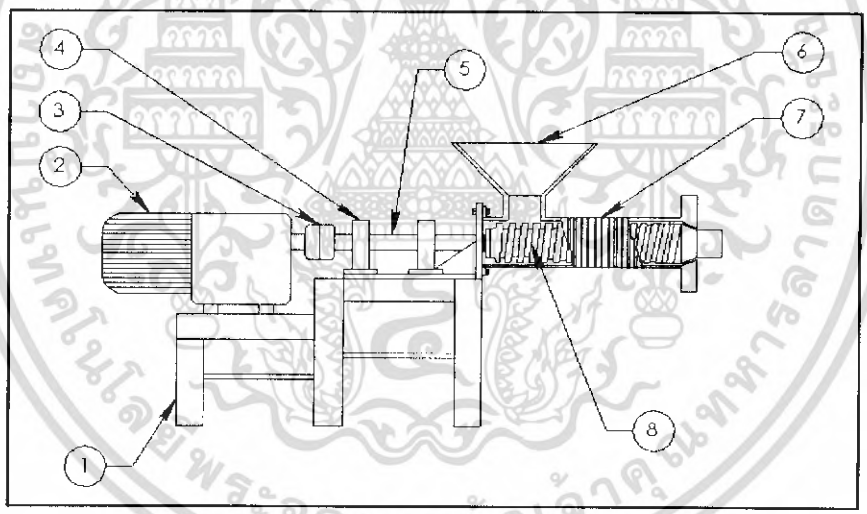
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ทฤษฎีและการคำนวณเพื่อออกแบบเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าว

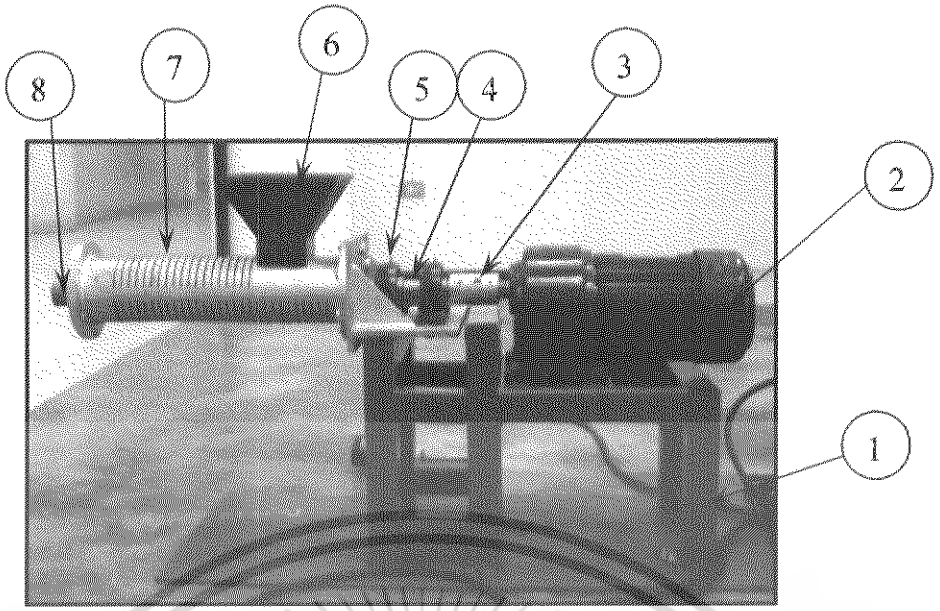
หลักการทำงานของเครื่องบีบน้ำมันที่เราออกแบบนั้นจะเริ่มทำงานเมื่อเปิดสวิตซ์ ตัวมอเตอร์จะเริ่มหมุนแล้วส่งแรงขับผ่านประกับเพลาไปยังเพลาส่งกำลังซึ่งเชื่อมติดและส่งกำลังให้กับสกรูบีบ โดยสกรูบีบจะหมุนอยู่ภายใต้ปลอกหุ้มสกรูบีบซึ่งมีหน้าที่ช่วยในการบีบน้ำมันจากเมล็ดวัตถุดิบ ซึ่งเมื่อเราใส่เนื้อวัตถุดิบลงไปทางช่องใส่วัตถุดิบ สกรูบีบก็จะทำการลำเลียงเมล็ดวัตถุดิบไปตามร่องฟันของสกรูในขณะที่ลำเลียงก็จะเกิดการบีบน้ำมันขึ้นพร้อมๆกัน และน้ำมันที่บีบได้จะไหลออกทางช่องทางออกของน้ำมัน ส่วนกากก็จะบีบที่ช่องทางออกของกากโดยใช้วิธีการอั้นของกาก

4.1 ส่วนประกอบของตัวเครื่องที่ออกแบบ



รูปที่ 4.1 แสดงถึงแบบร่างของตัวเครื่องบีบน้ำมันพร้อมแสดงตำแหน่งของส่วนประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 รูปของตัวเครื่องบีบน้ำมันที่ได้ประกอบขึ้นพร้อมแสดงตำแหน่งต่างๆของตัวเครื่อง

จากรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องบีบน้ำมันตามหมายเลขที่แสดงไว้มีดังนี้

1. ฐานโครงเครื่อง
2. มอเตอร์เกียร์ขนาด 2 แรงม้า
3. ประกับเพลา
4. เพลาส่งกำลัง
5. แบริ่งที่เพลา
6. ช่องใส่วัตถุดิบ
7. ปลอกหุ้มสกรู
8. สกรูบีบน้ำมัน

4.2 การออกแบบและการคำนวณ

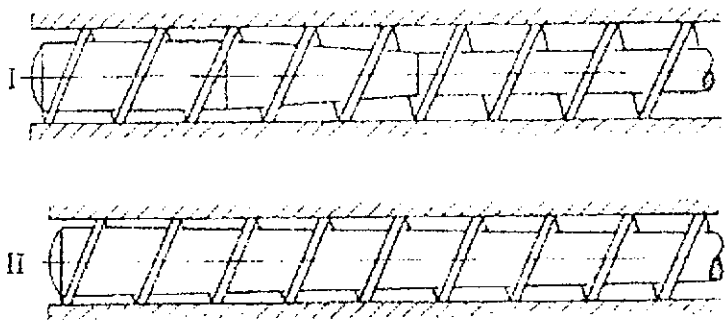
4.2.1 การออกแบบสกรูอัด

เกลียวหนอน เป็นส่วนสำคัญที่สุดของเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าว โดยจะออกแบบให้มีขนาดความกว้างของแกนค่อยๆ โตขึ้นเพื่อที่จะใช้ในการอัดบีบเนื้อมะพร้าวอบแห้ง ซึ่งเกลียวหนอนที่ใช้นิยมใช้งานกันมีอยู่ 2 แบบ คือ

1). เกลียวหนอนแบบ 3 ตอน

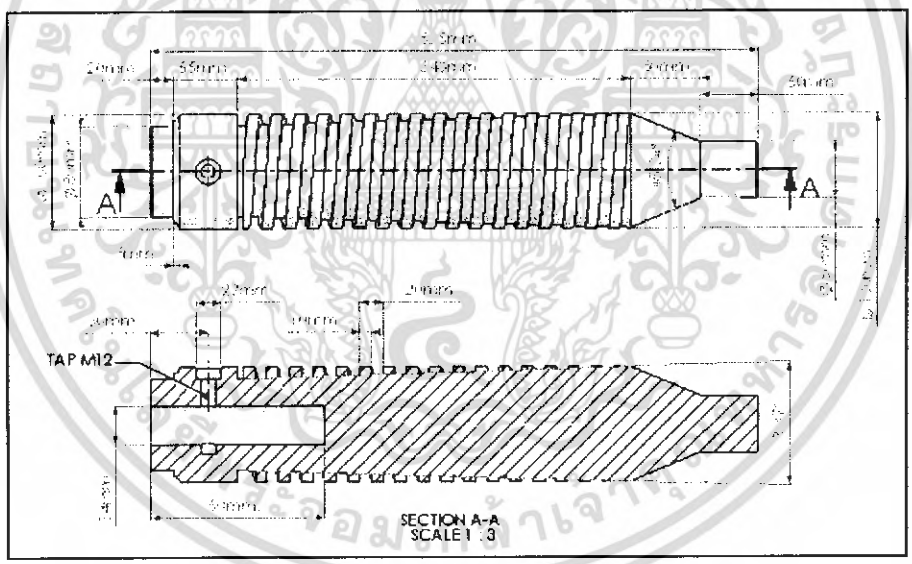
2). เกลียวหนอนแบบแกนโตขึ้นเป็นลำดับ(Core Progressive Worm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



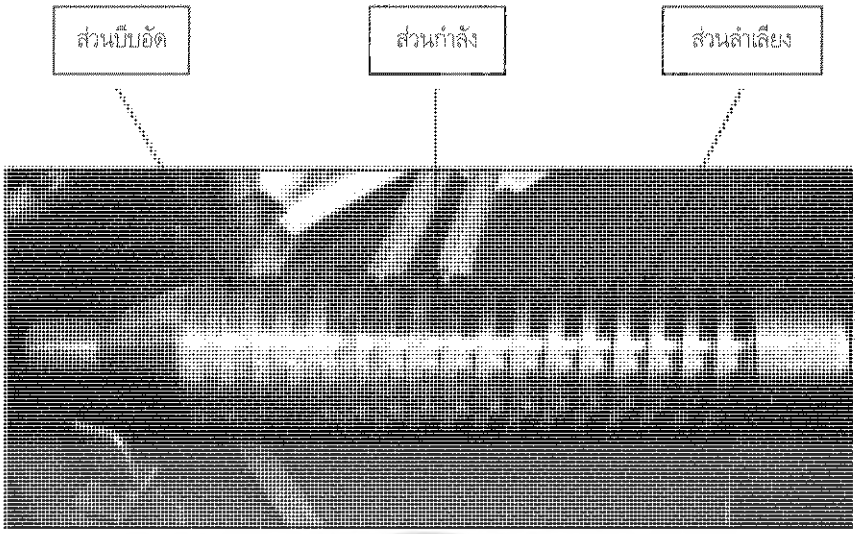
รูปที่ 4.3 เกลียวหนอนที่นิยมใช้งานทั้งสองแบบ

ในการออกแบบสกรูอัดจะใช้หลักการออกแบบเหมือนกับสกรูส่งกำลัง โดยออกแบบให้สกรูมีความลึกของร่องสกรูไม่เท่ากัน ร่องสกรูในช่วงแรกของการลำเลียงร่องของสกรูจะมีความลึกและต่อมาความลึกของร่องสกรูจะค่อยๆน้อยลงทำให้เกลียวมีลักษณะเรียวขึ้น เพื่อทำให้เกิดการบีบอัดในการลำเลียงของสกรู



รูปที่ 4.4 สกรูอัดที่ออกแบบให้มีความลึกร่องสกรูไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 สกรูอัดที่มีความลึกของร่องสกรูไม่เท่ากัน

4.2.1.1 ลักษณะของสกรูส่งกำลัง (Power Screw)

เป็นชิ้นส่วนที่ใช้ในเครื่องจักรกลเพื่อทำหน้าที่เปลี่ยนการเคลื่อนที่เชิงมุมไปเป็นการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง และยังเป็นตัวส่งกำลังในเครื่องจักรกล เช่น เกลียวนำในเครื่องกลึง แม่แรง(screw jack) เครื่องอัดแบบสกรูอัด(screw press) เป็นต้น

คำจำกัดความที่เกี่ยวข้องกับเกลียวของสกรูส่งกำลัง

ก่อนที่จะกำหนดค่าเฉพาะต่างๆของสกรู ต้องทราบถึงคำจำกัดความของค่าเฉพาะเหล่านั้นเสียก่อน

ระยะพิตช์;p เป็นระยะทางที่วัดตามแนวแกนของสกรูจากจุดหนึ่งบนเกลียวหนึ่ง ไปยังจุดเดียวกันของเกลียวที่อยู่ถัดไป

ระยะนำเกลียว(lead); l_e เป็นระยะทางที่สกรูเคลื่อนที่ได้ตามแนวแกนของสกรู ในขณะที่สกรูหมุนไปหนึ่งรอบ จะมีค่าเท่ากับระยะพิตช์เมื่อเป็นสกรูหนึ่งปาก และเป็นสองเท่าของระยะพิตช์เมื่อเป็นสกรูสองปาก ตามสมการ

$$l_e = np \qquad (4.1)$$

เมื่อ n เท่ากับจำนวนปากของเกลียว

เส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่(major diameter); d เป็นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่วัดจากยอดฟันเกลียวด้านหนึ่งไปยังยอดฟันเกลียวอีกด้านหนึ่ง หรือมีค่าเท่ากับขนาดกำหนดของเกลียว เช่น M38x5 หมายถึง เกลียวเมตริกมี d=38 mm มีระยะพิตช์ 5 mm

เส้นผ่านศูนย์กลางน้อย(minor diameter); d_r เป็นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่วัดจากโคนเกลียวด้านหนึ่งไปยังโคนเกลียวอีกด้านหนึ่ง หรือตามสมการ

$$d_r = d_o - p \qquad (4.2)$$

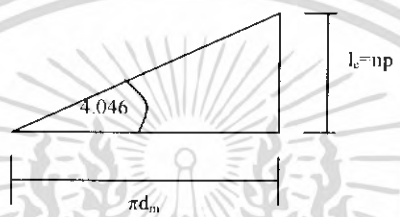
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย(mean diameter); d_m เป็นขนาดเส้นผ่านศูน์กลางวัดที่เส้นพิตช์ด้านหนึ่งไปยังเส้นพิตช์อีกด้านหนึ่ง หรือตามสมการ

$$d_m = d_o - \frac{p}{2} \qquad (4.3)$$

มุมฮีลิกซ์หรือมุมหลีด(helix or lead angle); α เป็นมุมระหว่างระนาบที่สัมผัสกับความเอียงของเกลียวและระนาบที่ตั้งฉากกับแกนของสกรู เมื่อนำส่วนที่สกรูเคลื่อนที่ไปในขณะที่หมุนหนึ่งรอบมาคลี่ออก จะได้ลักษณะดังรูปที่ 4.6 และมุมหลีดคือ

$$\tan\alpha = \frac{l_e}{\pi d_m} \qquad (4.4)$$



รูปที่ 4.6 แสดงมุมหลีด

ดังนั้น ออกแบบให้

ระยะพิตช์ของสกรู	20	mm.
เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวนอก	100	mm.
เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวใน	80	mm.
ความกว้างช่องระหว่างฟัน	10	mm.
ความยาวสกรูเฉพาะส่วนที่มีฟันเกลียว	340	mm.
ความยาวสกรูทั้งหมด	525	mm.

สกรูที่ใช้เป็นสกรู 1 ปาก (n=1) ดังนั้นค่าหลีดของสกรูคือ l_e=np

ดังนั้น l_e=20 mm.

มุมฮีลิกซ์หรือมุมหลีด, α $\tan\alpha = \frac{l_e}{\pi d_m}$

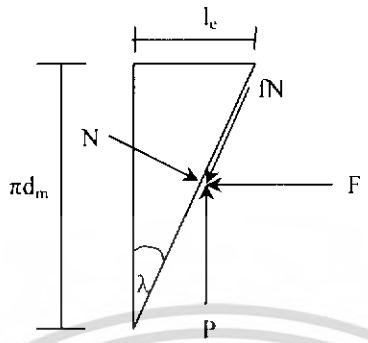
$$\tan\alpha = \frac{20}{\pi(90)}$$

$$\alpha = 4.046$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.2 กลศาสตร์ของเกลียวส่งกำลัง (The mechanics of power screws)

พิจารณาเกลียวปากเดียวในระยะพิตช์ เพื่อคำนวณหาโมเมนต์บิดที่ต้องใช้ในการบีบน้ำมัน



รูปที่ 4.7 Force Diagram ที่กระทำกับเกลียวในขณะที่เกลียวเคลื่อนไป

เมื่อพิจารณาผลรวมของแรงตามแนวแกนเกลียวที่เกิดจากแรง F ที่วัตถุกดกับแกนอัด แรง P ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปข้างหน้า และแรงเสียดทานของเกลียวที่เกิดจากสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวเกลียว (fN) นอกจากนี้ยังมีแรงปกติ(N) กระทำตั้งฉากกับผิวเกลียว เมื่อทำการสมดุลแรง จะได้ว่า

$$\sum F_H = 0 \;\; ; \;\; P - N\sin\lambda - \mu\cos\lambda = 0$$
$$\sum F_V = 0 \;\; ; \;\; F + \mu\sin\lambda - N\cos\lambda = 0$$

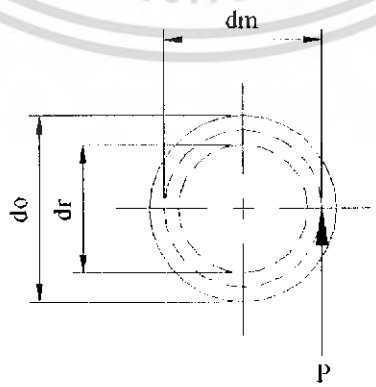
เมื่อเราไม่สนใจกับแรงปกติ (N) จะสามารถหาแรง P ได้

$$P = \frac{F(\sin\lambda + f\cos\lambda)}{(\cos\lambda - f\sin\lambda)}$$

กำจัด $\cos\lambda$ และ $\sin\lambda$ ให้หมดไปโดยใช้ความสัมพันธ์ของ $\tan\lambda = \frac{l}{\pi d_m}$ จะได้ว่า

$$P = \frac{F\left[\left(l/\pi d_m\right) + f\right]}{1 - \left(fl/\pi d_m\right)}$$

เนื่องจาก $P.d_m = Torque$ จากการออกแบบเกลียว จากรูป



รูปที่ 4.8 แรง P ที่กระทำในภาคตัดขวางของเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นแรงบิด T ที่ต้องใช้ในการบีบน้ำมัน จะได้ว่า

$$T = F\frac{d_m}{2}\left[\frac{l+\pi f d_m}{\pi d_m - fL}\right]$$

เมื่อไม่คิดค่าความฝืด $\mu = 0$ แล้ว T_o คือโมเมนต์บิดที่ต้องการกดของเกลียวเท่านั้น

$$T_o = \frac{FL}{2\pi}$$

เมื่อ e เป็นประสิทธิภาพของเกลียว จะได้ว่า

$$e = \frac{T_o}{T} = \frac{Fl}{2\pi T}$$

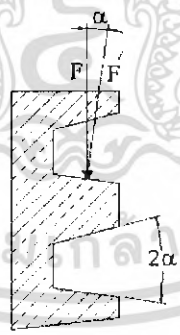
สมการดังกล่าวใช้สำหรับเกลียวสี่เหลี่ยม (Square threads)

สำหรับเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู (Acme threads) นั้นผิวของเกลียวจะเอียง แรงกระทำ (Load) ก็จะเอียงทำมุมกับแนวแกนเกลียวอันเนื่องมาจากมุม λ (Lead angle) และมุม 2α (Thread angle) เมื่อเกลียวมีมุม α มีค่าน้อยก็ไม่สนใจนำมาคิดและจะคิดเฉพาะผลที่เกิดจาก Thread angle เท่านั้น ผลที่เกิดจากมุม α จะทำให้เกิดแรงเสียดทานเพิ่มขึ้น

ดังนั้นจากสมการ 1 ค่า μ จะต้องหารด้วย $\cos\alpha$ จะได้ว่า

$$T = \frac{Fd_m}{2}\left[\frac{l+\pi f d_m/\cos\alpha}{\pi d_m - fL/\cos\alpha}\right] \text{ หรือ } T = \frac{Fd_m}{2}\left[\frac{l+\pi f d_m(\sec\alpha)}{\pi d_m - fL(\sec\alpha)}\right]$$

ค่าที่ได้เป็นค่าโดยประมาณเท่านั้น เพราะผลที่เกิดจากมุม λ ได้ตัดทิ้งไปแล้ว ซึ่งในการออกแบบเกลียวส่งกำลังแบบสี่เหลี่ยมคางหมูจะมีประสิทธิภาพไม่เท่าเกลียวสี่เหลี่ยมจตุรัส เพราะเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูจะมีความฝืดมากขึ้นเนื่องจากมุม α แต่มักนิยมใช้เพราะง่ายต่อการสร้าง



รูปที่ 4.9 เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การคำนวณหาโมเมนต์บิดรวมที่ต้องใช้ในการบีบน้ำมัน

ดังนั้นจากค่าเฉพาะต่างๆของสกรู และแรงที่ใช้บีบน้ำมันมะพร้าวให้มีน้ำมันจากการทดสอบกับเครื่องกดแบบไฮดรอลิก Winner workshop press มีค่าประมาณ 3 kg/cm^2 = 29.43 N/cm^2 = 294,300 N/m^2

เนื่องจาก พื้นที่ผิวปลอกเฉลี่ยที่มีการบีบอัด เท่ากับ $\frac{2\pi rl}{2} = \frac{2\pi(0.05)(0.525)}{2}$

$= 0.0825m^2$

ดังนั้นแรงที่ใช้บีบน้ำมันเท่ากับ 24.3 kN.

จากสมการ $T = F\frac{d_m}{2}\left[\frac{l + \pi f d_m}{\pi d_m - fl}\right]$

T คือแรงบิดที่เราต้องการในการเอาชนะแรงเสียดทานของเกลียว และเพื่อเคลื่อนให้วัตถุดิบเคลื่อนไปข้างหน้า

จากเงื่อนไขของการเกิด self-locking จะได้ว่า $f > \tan\lambda$

$f > \frac{l}{\pi d_m} = 0.085$

จากตารางค่าcoefficient of friction, f สำหรับวัสดุที่ใช้ทำสกรูเกลียวและปลอกสกรู

ตารางที่4.1 ค่าcoefficient of friction

Screw Material	Nut Material			
	Steel	Bronze	Brass	Cast Iron
Steel,dry	0.15-0.25	0.15-0.23	0.15-0.19	0.15-0.25
Steel,machine oil	0.11-0.17	0.10-0.16	0.10-0.15	0.11-0.17
Bronze	0.08-0.12	0.04-0.06	—	0.06-0.09

เนื่องจากเราใช้ Cast iron ในการทำสกรูเราเลือกใช้ f ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานเท่ากับ 0.11

$$T = (24.3\times10^3)\times0.045\left[\frac{0.020 + \pi(0.11)(0.090)}{\pi(0.090) - (0.11)(0.020)}\right]$$

= 182.15 N.m

คำนวณหาแรงบิดในการขับน้ำหนักของสกรูและเพลา

เนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำสกรูและเพลาคือเหล็ก(Cast iron) มีน้ำหนักจำเพาะเท่ากับ 70.6 KN/m^3

- น้ำหนักสกรูหาได้จาก

ปริมาตรสกรูโดยประมาณ $= \left(\pi\times\frac{0.1^2}{4}\right)\times0.525$

$= 4.123\times10^{-3}m^3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักของสกรู $= 70.6 \times 4.123 \times 10^{-3}$

$= 0.291kN = 29.66kg$

- น้ำหนักของเพลาหาได้จาก

ปริมาตรของเพลา $= \pi \times \frac{(35 \times 10^{-3})^2}{4} \times 0.35$

$= 3.367 \times 10^{-4} m^3$

น้ำหนักเพลา $= 70.6 \times 3.367 \times 10^{-4}$

$= 0.0237$ kN

$= 2.423$ kg

แรงบิดสำหรับขับน้ำหนักเพลาและสกรูจากสมการ $T = I\alpha$

เพลาหมุนด้วยความเร็วรอบจาก 0-60 รอบ/นาที ใช้เวลา = 0.5 วินาที

$$\alpha = \frac{\omega}{t} = \frac{60 \times 2\pi}{60 \times 0.5} = 12.566 rad/s^2$$

สำหรับสกรู

$$I = \frac{mr^2}{2} = \frac{29.66 \times 0.05^2}{2}$$

$$= 3.7 \times 10^{-2}$$

$$T = I\alpha = 3.7 \times 10^{-2} \times 12.566 = 0.465\ Nm$$

สำหรับเพลา

$$I = \frac{mr^2}{2} = \frac{2.423 \times 0.0125^2}{2}$$

$$= 1.892 \times 10^{-4}$$

$$T = I\alpha = 1.892 \times 10^{-4} \times 12.566 = 2.38 \times 10^{-3} Nm$$

ดังนั้น T ที่ใช้ขับเพลาและสกรู $= 0.465 + (2.38 \times 10^{-3})$

$= 0.467$ N.m

ดังนั้นโมเมนต์บิดรวมทั้งหมดที่ต้องใช้ในการบีบน้ำมัน คือ $T_{total} = 182.15 + 0.467 = 182.617$ N.m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การคำนวณหาขนาดของกำลังมอเตอร์เกียร์ที่ต้องใช้

จากสมการการหากำลังมอเตอร์เราใช้ค่าโมเมนต์บิดรวมที่ใช้ในการบีบน้ำมัน (182.617N.m) มาคำนวณ

$$W_P = \frac{2\pi TN}{60}$$

$$= \frac{2\pi \times 182.617 \times 60}{60} = 1147.42 \text{ W}$$

เนื่องจาก 1 hp = 745.7 W (2 hp = 1491.4 W)

แต่ค่ากำลังงานที่คำนวณได้ข้างต้นยังไม่รวมภาระที่เกิดจากวัตถุดิบ และภาระการสูญเสียต่างๆที่เกิดตอนปฏิบัติงานจริงของเครื่อง จึงเลือกใช้มอเตอร์เกียร์ขนาด 2 แรงม้า(hp)

เมื่อคิดให้มอเตอร์ทำงานมีประสิทธิภาพเพียง 85% จะทำงานได้ 0.85(1491.4)=1267.69 ก็ยังเพียงพอในการใช้บีบน้ำมัน

ดังนั้นแรงบีบของสกรูที่ได้จากกำลังของมอเตอร์ 2 แรงม้า

$$T_R = F_{rm}\left(\frac{1+\pi f d_m}{\pi d_m - fl}\right)$$

$$54.743 = F(0.045)\left[\frac{(0.020)+(\pi \times 0.11 \times 0.090)}{(\pi \times 0.090)-(0.11 \times 0.020)}\right]$$

$$54.743 = F(0.045)(0.182)$$

$$F = 6684.126\,N$$

$$F = 6.684\,kN$$

4.2.4 การหาอัตราการป้อนวัตถุดิบและอัตราการผลิต

เราสามารถหาอัตราการป้อนวัตถุดิบต่อชั่วโมงได้จากความเร็วรอบที่สกรูอัดให้ประสิทธิภาพในการบีบน้ำมันสูงที่สุด ซึ่งจะทำให้เราได้ปริมาณน้ำมันจากการบีบมากที่สุด

อัตราการป้อนวัตถุดิบ

$$\dot{M} = \gamma\left(60 \times \frac{\pi D^2}{4} \times p \times N \times F \times k\right)$$

$\dot{M}$ คือ อัตราการป้อนวัตถุดิบ, Kg/hr

γ คือ น้ำหนักจำเพาะของวัตถุ, kN/m^3

D คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเกลียวหนอนของสกรู, m

p คือ ระยะพิตช์เกลียวหนอนของสกรู, m

N คือ ความเร็วรอบของสกรูหนอน, rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F คือ แฟกเตอร์ความเต็มรางตัวสกรู

กรณีวัตถุดิบนั้นหนักและผิวแข็งคม F = 0.125

กรณีวัตถุดิบนั้นหนักและไม่แข็งคมมากนัก F = 0.25

กรณีวัตถุดิบนั้นเบาและไม่แข็งคมมากนัก F = 0.32

กรณีวัตถุดิบนั้นเบาและไม่แข็งคมเลย F = 0.5

k คือ แฟกเตอร์ลดปริมาณการลำเลียงอันเนื่องมาจากชุดสกรูตั้งเอียง (สกรูตั้งแนวระนาบ k =1)

$$\dot{M} = 5\left(60 \times \frac{\pi 0.1^2}{4} \times 0.01 \times 176 \times 0.5 \times 1\right)$$

$$\dot{M} = 5 \times 0.414 = 2.07 \text{ kg/hr}$$

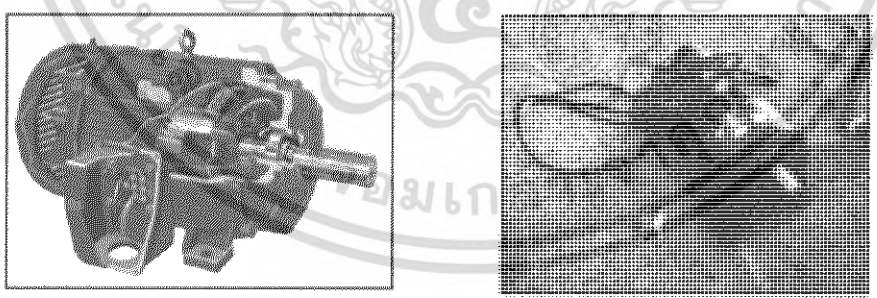
ดังนั้น อัตราการป้อนวัตถุดิบ คือ 2.07 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

อัตราการผลิตน้ำมัน

อัตราการผลิตคิดได้จากปริมาณน้ำมันที่บีบออกมาได้ต่อปริมาณวัตถุดิบที่ได้ป้อนเข้าไป โดยทางผู้จัดทำได้ทำการป้อนเนื้อมะพร้าวสับที่ผ่านการอบแห้งแล้วจำนวน 2 กิโลกรัมใน ระยะเวลา 1 ชั่วโมง โดยใช้ความเร็วรอบของสกรูที่ให้ประสิทธิภาพในการบีบน้ำมันสูงสุด (ที่176rpm) แล้ววัดปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่ออกมาจากเครื่องบีบน้ำมัน ได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าว ทั้งหมด 530 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง

ดังนั้น อัตราการผลิตน้ำมันของเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าว คือ 530 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง

4.2.5 มอเตอร์ (MOTOR)



รูปที่ 4.10 มอเตอร์ไฟฟ้า

ในปัจจุบันนี้โรงงานต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงงานอุตสาหกรรมนิยมใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ เพราะในปัจจุบันนี้มีไฟฟ้ากระแสสลับใช้กันอยู่อย่างกว้างขวาง แต่ทั้งนี้ก็ยังใช้ไฟฟ้ากระแสตรงอยู่บ้าง เพราะในงานบางอย่างก็จำเป็นต้องใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เช่น มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สตาร์ทรถยนต์ รถจักรดีเซล รถราง มอเตอร์กว้านสมอ มอเตอร์ที่กล่าวมานี้จะมีขนาดต่างๆกัน ตั้งแต่ขนาด 1/100 กำลังม้าจนกระทั่งถึงหลายๆพันกำลังม้า

4.2.5.1 มอเตอร์แบ่งออกได้ดังนี้

(ก.) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor หรือ D.C. Motor)

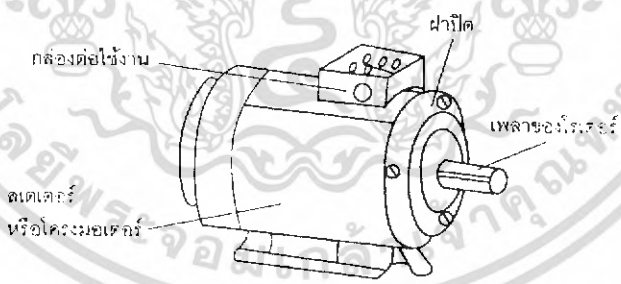
(ข.) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor หรือ A.C. Motor)

มอเตอร์ คือ เครื่องที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า(Electrical Energy) ให้เป็นพลังงานกล (Mechanical Energy) พลังงานไฟฟ้าไม่ได้นำเข้าสู่โรเตอร์ของมอเตอร์โดยตรง แต่ได้จากการเหนี่ยวนำหรือที่เรียกกันว่า อินดั๊กชั่น(induction) ดังนั้นเราจึงเรียกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับว่า อินดั๊กชั่นมอเตอร์

4.2.5.2 มอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟส (Three Phase Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสเป็นมอเตอร์ที่ใช้กับระบบไฟฟ้าสามเฟส จะมีสายไฟฟ้าต่อเข้ากับมอเตอร์ 3 สายขึ้นไป มอเดอร์ไฟฟ้าสามเฟสจะมีขนาดตั้งแต่ ½ แรงม้าไปจนถึง 400 แรงม้าขึ้นไป มอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสใช้กันมากตามโรงงานต่างๆ ใช้กับเครื่องเลื่อยไม้ เครื่องรีด เครื่องบีบ และเครื่องบดต่างๆรวมถึงใช้กับเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่

ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสที่สำคัญมีอยู่ 3 ส่วน คือ สเตเตอร์ โรเตอร์ และฝาปิดทั้งสองข้าง



รูปที่ 4.11 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟส

1. สเตเตอร์ มอเตอร์สามเฟสสเตเตอร์จะเหมือนกับสเตเตอร์ของมอเตอร์สปลิทเฟสและคาพาซิเตอร์ที่เป็นมอเตอร์หนึ่งเฟสทุกประการ แต่ขดลวดที่พันไว้ที่สเตเตอร์แทนที่จะมีขดสตาร์ทและขดรันเหมือนมอเตอร์หนึ่งเฟสนั้น มอเตอร์สามเฟสจะมีเฉพาะขดรันอย่างเดียวและมีขดลวดแยกกันอยู่เป็น 3 ชุด คือ ขดลวดเป็นเฟส A เฟส B และเฟส C

2. โรเตอร์ ซึ่งเป็นตัวหมุนของมอเตอร์สามเฟสแยกเป็นประเภทใหญ่ๆได้ 2 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบวาวด์โรเตอร์ และแบบสควิเรลเคจ

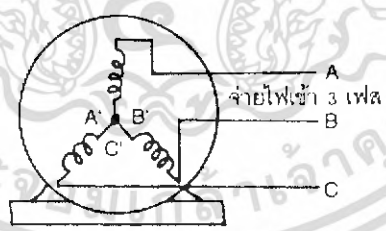
2.1 แบบวาวด์โรเตอร์ (Wound Rotor) คือโรเตอร์ที่มีลวดอาบน้ำยาหรือลวดหุ้มด้ายพันอยู่มีวงแหวนหรือสลิปริง (Slip Ring) อยู่ 3 วง ขดลวดที่พันโรเตอร์จะพันเป็น 3 เฟส ต่อเป็นแบบสตาร์ ปลายของคอยล์ทั้ง 3 เฟส ต่อออกมาเข้าสลิปริงทั้งสาม จะมีแปรงถ่าน 3 ชุด และต่อสายไปเข้าตัวควบคุมกระแสหรือรีโอสตัต (Rheostat) รีโอสตัตจะมีลวดความต้านทาน 3 ชุด แต่ละชุดมีไว้สำหรับแต่ละเฟสของคอยล์ โรเตอร์ และสวิตช์สำหรับเลือกหาความต้านทานควบคุมมอเตอร์ให้เริ่มหมุนช้าๆจนกระทั่งหมุนเร็วสูงสุดเมื่อมอเตอร์เริ่มหมุน ความต้านทานทั้ง 3 ชุด จะต่ออันดับกับขดลวดทั้ง 3 เฟสของโรเตอร์ ขณะมอเตอร์เริ่มหมุนไปจะค่อยๆลดความต้านทานทั้ง 3 ชุดทีละน้อยๆ พร้อมๆกัน ทำให้ความเร็วของมอเตอร์เพิ่มขึ้น เมื่อมอเตอร์หมุนไปเต็มที่ ความต้านทานทั้ง 3 ชุดจะถูกตัดออกหมดและคอยล์ทั้ง 3 เฟสจะถูกลัดวงจรกันไว้ตรงจุดรีโอสตัต แบบวาวด์โรเตอร์จะมีในมอเตอร์สามเฟสขนาดใหญ่

2.2 แบบสควิเรลเคจ (Squirel Cage) โรเตอร์แบบนี้เหมือนโรเตอร์ของสปลิทเฟสและคาพาซิเตอร์ มอเตอร์ขนาดเล็กจะมีโรเอตร์แบบสควิเรลเคจ บางทีจะออกแบบให้มีสควิเรลเคจ 2 ชุด หรือ 2 ชั้น เพื่อให้มอเตอร์มีกำลังสตาร์ดสูง

2.3 ฝาปิดทั้งสองข้าง (End Plates) เป็นที่ติดตั้งลูกปืนเพื่อรองรับเพลาหรือแกนโรเตอร์เหมือนสปลิทเฟสหรือคาพาซิเตอร์มอเตอร์ แต่เนื่องจากมอเตอร์สามเฟสมีเฉพาะขดรันอย่างเดียว ที่ฝาปิดของมอเตอร์จึงไม่มีเซนตริฟิวกัลป์สวิตช์

การต่อมอเตอร์สามเฟสมีวิธีต่ออยู่ 2 แบบ คือ การต่อแบบสตาร์และการต่อแบบเดลตา

3. การต่อแบบสตาร์ ต้นคอยล์ของแต่ละเฟสต่อเข้ากับแหล่งจ่ายระบบไฟฟ้า 3 เฟส ส่วนปลายคอยล์ของทั้งสามเฟสต่อรวมกัน ดังรูป



รูปที่ 4.12 รูปการต่อแบบสตาร์

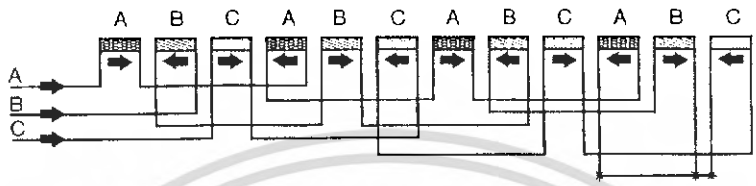
ถ้ามอเตอร์สามเฟสมี 36 ร่อง จะต่อคอยล์ของมอเตอร์สามเฟสเป็น 4 ขั้ว หรือ Pole ซึ่งมี 36 คอยล์ การต่อแบบสตาร์ให้ปฏิบัติดังนี้

ก. ต่อคอยล์ให้เป็นกลุ่ม (Group) แต่ละกลุ่มมี 3 คอยล์ ต่ออันดับกัน เมื่อต่อแล้วเหมือนกันทุกคอยล์พันวนไปทางเดียวกัน แยกเป็นกลุ่ม A,B,C ใช้ปลอกสีต่างๆกัน สีละหนึ่งเฟส ทำเป็นเครื่องหมายกำกับไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

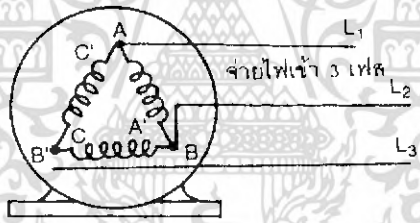
ข. ต่อเฟส A ทั้ง 4 กลุ่ม ให้ต้นต่อต้น ปลายต่อปลายของเฟส A โดยเอาปลายของกลุ่มที่ 1 ของเฟส A ต่อกับปลายกลุ่มที่ 2 ของเฟส A ต้นของกลุ่มที่ 2 ของเฟส A ต่อเข้ากับต้นของกลุ่มที่ 3 ของเฟส A และปลายของกลุ่มที่ 3 ของเฟส A ต่อเข้ากับปลายของกลุ่มที่ 4 การต่อคอยล์ของกลุ่มของเฟส C และเฟส B ก็ให้ต่อเหมือนเฟส A

ค. เมื่อต่อเฟส A,B,C เสร็จแล้วให้เอาปลายของทุกเฟสต่อรวมกันเป็นจุดต่อของสตาร์และต้นของ 3 เฟส ต่อเข้ากับระบบแหล่งจ่าย 3 เฟส ดังรูป



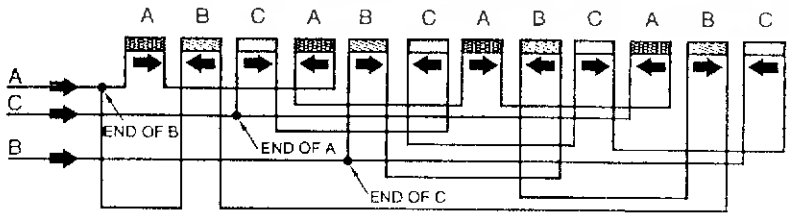
รูปที่ 4.13 รูปการต่อเข้ากับระบบแหล่งจ่าย 3 เฟส

4. การต่อแบบเดลตา ปลายคอยล์ของเฟส A ต่อเข้ากับต้นคอยล์ของเฟส B และปลายคอยล์ของเฟส B ต่อเข้ากับต้อนคอยล์ของเฟส C และปลายคอยล์ของเฟส C ต่อเข้ากับต้นคอยล์ของเฟส A จะต่อเป็นรูปสามเหลี่ยมและแหล่งจ่ายต่อเข้าสามเส้น ดับรูป



รูปที่ 4.14 การต่อแบบเดลตา

วิธีต่อคอยล์ให้เป็นกลุ่ม ต่อเชื่อระหว่างกลุ่มของแต่ละเฟสเหมือนกับการต่อแบบสตาร์ทุกประการแต่หลังจากการต่อแต่ละเฟสเสร็จแล้ว ก็ให้นำต้นและปลายของคอยล์ของแต่ละเฟสมาต่อกันให้เป็นแบบเดลตา ดังรูป



รูปที่ 4.15 รูปต่อคอยล์เป็นกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5.3 ข้อพิจารณาในการเลือกใช้มอเตอร์

ข้อพิจารณาในการเลือกกำหนดมอเตอร์เพื่อใช้งานคือต้องทราบปริมาณภาระหรือโหลดที่มอเตอร์นั้นจะต้องขับทั้งกำลังและทอร์ค ควรเลือกใช้มอเตอร์ขนาดและชนิดที่เป็นกำหนดมาตรฐาน เพราะสามารถจัดหาได้ง่ายกว่า ไม่ต้องซื้อหรือจัดหามาเก็บไว้มากมายโดยไม่จำเป็น

มอเตอร์เฟสเดียว ปกติจะมีขนาดไม่โตกว่า 250 วัตต์ หรือ 1/3HP มอเตอร์ที่ขนาดโตกว่านั้น ต้องเป็นมอเตอร์ไฟสามเฟส และที่นิยมใช้งานมากที่สุดคือมอเตอร์เหนี่ยวนำไฟสามเฟส

ระบบไฟฟ้าในประเทศไทยเป็นระบบเดียวกับยุโรป และแตกต่างจากระบบอเมริกัน ระบบของไทย คือ 380/222/50/3 และระบบสายส่งเป็น 22KV และ 3500โวลต์ ควรสั่งซื้อมอเตอร์มาใช้ให้ตรงกับจำนวนแรงดันและความถี่ของกระแสไฟฟ้าของไทย การที่ค่าแรงดันและความถี่เปลี่ยนไปจากค่าที่กำหนด จะมีอิทธิพลให้สมรรถนะกำลังของมอเตอร์เปลี่ยนแปลงได้มอเตอร์ที่เลือกกำหนดให้ใช้งานจะต้องทอร์คพอเพียงกับงาน แม้ว่าขณะใช้งานแรงดันอาจลดลงบ้าง มอเตอร์นั้นก็ยังจะต้องสามารถสตาร์ทและขับโหลดได้เสมอ

ข้อควรสังเกตอีกข้อหนึ่งคือบริษัทผู้ผลิตมอเตอร์มักจะกำหนดค่าสมรรถนะกำลังและทอร์คมาต่ำกว่าค่าจริงเสมอ เพื่อเป็นการประกันคุณภาพอย่างปลอดภัยไว้ก่อน ฉะนั้นเมื่อนำมาใช้งานจริงๆ มอเตอร์ตัวนั้นจะทำงานด้วยโหลดเพียงบางส่วนไม่ใช่ฟูลโหลดและด้วยประสิทธิภาพที่ลดลงกว่าค่าที่ควรเป็นจริง และโดยที่ค่าไฟฟ้าใช้งานมอเตอร์ตัวนี้ในปีหนึ่งๆรวมกันอาจมีค่าถึง 10 เท่าของราคามอเตอร์ ยิ่งมอเตอร์เดินด้วยโหลดน้อย และประสิทธิภาพต่ำ ค่าไฟฟ้าจะยิ่งแพงขึ้นไปอีกโดยไม่จำเป็น

เครื่องจักรที่มอเตอร์จะต้องขับก็จะต้องได้รับการพิจารณาว่าลักษณะโหลดเป็นอย่างไรด้วย บางครั้งเครื่องจักรนั้นๆอาจมีแรงผลักดันแบริ่งของมอเตอร์ หรือมีแรงสั่นสะเทือนสูงมาก หรือมีความร้อนสูง สิ่งพิเศษที่มากับโหลดเช่นนี้จะต้องปกปิดหรือป้องกันมิให้เป็นอันตรายแก่มอเตอร์นั้นๆได้

4.2.5.4 ข้อควรคำนึงถึงในการเลือกใช้มอเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานจริง

1.ต้องสามารถคำนวณและกำหนดลักษณะของโหลด ปริมาณภาระทั้งทอร์คและสมรรถนะกำลังที่ต้องใช้จริง รวมทั้งภาระที่ต้องเอาชนะแรงเสียดทานด้วย

2.ต้องทราบว่าแรงดันไฟฟ้าของไทยเป็นระบบสามเฟสสี่สาย ไฟระหว่างเฟสเป็น 380 โวลต์ ระบุว่าสายเฟสกับสายนิวตรอน 220 โวลต์เสมอ มอเตอร์ทั่วไปจะต้องใช้กับแรงดันดังกล่าว นอกจากนี้จะต้องทราบว่าควรใช้ระบบสตาร์ทและควบคุมมอเตอร์อย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5.5 การบำรุงรักษามอเตอร์

การบำรุงรักษามอเตอร์เพื่อให้มอเตอร์ซึ่งเป็นเครื่องกลราคาค่อนข้างสูงมีอายุการใช้งานได้นานตามเวลาอันสมควร ทั้งมอเตอร์หนึ่งเฟสและสามเฟส จึงต้องมีการบำรุงรักษาตลอดจนต้องมีการระวังในขณะใช้มอเตอร์ดังนี้

1. ก่อนที่จะใช้มอเตอร์ต้องตรวจดูให้แน่ใจก่อนว่าในแผ่นป้ายของมอเตอร์ที่บอกขนาดแรงดันกับแรงดันที่ใช้งานจริงตรงกันหรือไม่ ถ้าคลาดเคลื่อนแตกต่างกันมากเกินไปจะทำให้มอเตอร์ที่ใช้งานชำรุดเสียหายได้

2. การติดตั้งมอเตอร์ไม่ควรที่จะให้มอเตอร์ตากแดดหรือฝนมากเกินไป ถ้ามีน้ำเข้าไปในมอเตอร์และต้องถอดเพื่อทำให้แห้ง จะต้องตรวจสอบดูว่าขดลวดกับโครงมอเตอร์ลัดวงจรหรือกราวนด์ถึงกันหรือไม่

3. ในขณะที่มอเตอร์หมุน ถ้าต้องการให้มอเตอร์หยุดหมุนอย่าใช้มือจับที่เพลาเพื่อให้หยุด เพราะอาจเกิดอันตรายจากร่องสลักสำหรับใส่มูเล่ หลังจากหยุดจ่ายแรงดันให้มอเตอร์แล้ว ควรให้มอเตอร์หยุดหมุนเอง

4. ต่อสายลงดินที่โครงมอเตอร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับมอเตอร์ที่ทำงานในบริเวณที่เปียกชื้น

5. ในขณะเริ่มใช้งานมอเตอร์ไม่หมุนแต่เกิดมีเสียงดรางต้องหาทางตัดแหล่งจ่ายไฟเข้ามอเตอร์ เช่น ถอดปลั๊ก หรือยกคัทเอาท์ ทันที

6. ถ้ามอเตอร์หมุนด้วยความเร็วช้ากว่าปกติ ต้องยกคัทเอาท์หรือตัดแหล่งจ่ายไฟเข้ามอเตอร์ เพราะกระแสจะไหลในขดลวดและขดลวดจะไหม้ได้

7. ถ้าฟิวส์ขาดหรืออุปกรณ์ควบคุมกระแสไฟฟ้าเกินทำงานในขณะเริ่มใช้มอเตอร์ ให้ตรวจสอบการลัดวงจรของโครงมอเตอร์กับขดลวด หรือระหว่างขดลวดกับขดลวดด้วยกัน

8. ต้องติดตั้งมอเตอร์ไว้ในที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก

9. มอเตอร์ที่ใช้แปรงถ่านเมื่อแปรงถ่านเหลือสั้นเพียง ¼ นิ้ว ควรจัดการเปลี่ยนแปรงถ่านใหม่ การใช้แปรงถ่านที่ผิวหน้าเรียบจะช่วยลดการเกิดประกายไฟลง การเกิดประกายไฟอาจเป็นเพราะที่ยึดแปรงถ่านหลวมหรือขดลวดในอาร์เมเจอร์ลัดวงจรกับแกนของอาร์เมเจอร์

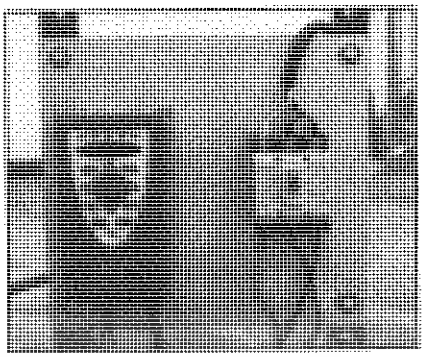
10. ถ้าจะหยอดน้ำมันหล่อลื่นในมอเตอร์ควรหยอดแต่น้อย และหยอดไว้ที่แบริงหรือเพลาเท่านั้น เพราะถ้าทากเกินไปจะทำให้ฉนวนที่อาบเส้นลวดไว้ลอกและลัดวงจรได้

11. ระวังอย่าปล่อยให้ชายเสื้อหรือแขนเสื้อเกะกะลุ่มล่ามในขณะที่วัดความเร็วรอบของมอเตอร์ เพราะจะเกิดอันตรายได้

12. มอเตอร์มีเสียงดรางในขณะเริ่มหมุนหลังจากเริ่มสตาร์ท แสดงว่าเซนตริฟิวกัลป์สวิตช์ไม่ทำงาน หรือไม่ตัดวงจร จะต้องปรับเซนตริฟิวกัลป์สวิตช์ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6 ระบบควบคุมมอเตอร์(Motor Control)



รูปที่ 4.16 ชุดควบคุมการทำงานของมอเตอร์

มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแปลงพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานกล โดยนำพลังงานที่ได้นี้ไปทำการขับเคลื่อนเครื่องจักรอื่นๆต่อไปความเร็วของมอเตอร์สามารถกำหนดได้โดย

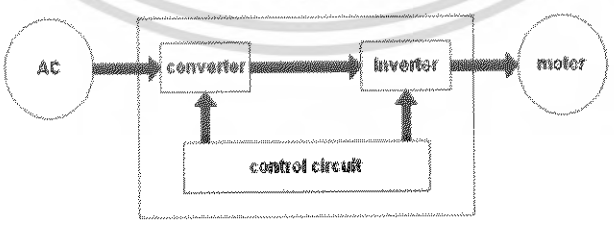
1. แรงบิดของโหลด
2. จำนวนขั้วของมอเตอร์
3. ความถี่ของแหล่งจ่ายไฟที่ใช้กับมอเตอร์
4. แรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์

ความเร็วของมอเตอร์สามารถหาได้จากสูตร ดังต่อไปนี้

ความเร็วรอบ N = {[120 * ความถี่ f (Hz)] / จำนวนขั้ว P} * (1-S)

โดยเทอม 1-S กำหนดโดยโหลด

จากสูตรข้างต้นจะพบว่า ถ้าความถี่ของแหล่งจ่ายไฟ เปลี่ยนแปลงไปก็มีผลทำให้มอเตอร์ มีความเร็วเปลี่ยนแปลงได้ด้วย แต่เมื่อทำการเปลี่ยนความถี่ โดยให้แรงดันคงที่ จะมีผลทำให้เกิดฟลักส์ แม่เหล็กเพิ่มมากขึ้นจนอิ่มตัว ซึ่งอาจทำให้มอเตอร์ ร้อนจนเกิดความเสียหายได้ ดังนั้นจึงต้องทำการเปลี่ยน แรงดันควบคู่ไปกับความถี่ด้วย และการที่จะเปลี่ยนแปลง ความถี่ของแหล่งจ่ายไฟสามารถทำได้โดย การใช้อินเวอร์เตอร์ ซึ่งมีหลักในการทำงานดังรูป



รูปที่ 4.17 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์

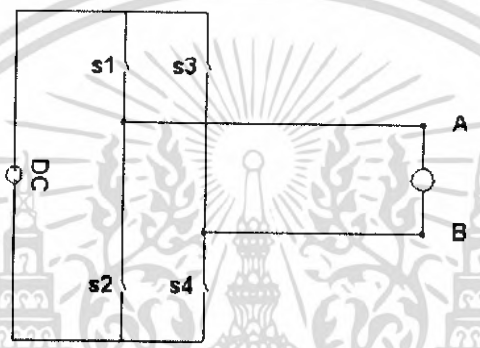
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปข้างต้น แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับไปยังคอนเวอร์เตอร์ ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง แล้วนำไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้ต่อเป็นอินพุตเข้าไปในวงจรอินเวอร์เตอร์ ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงนี้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่สามารถเลือกความถี่ได้ เพื่อไปควบคุมมอเตอร์ ให้มีความเร็วตามต้องการได้

หลักการทำงานของส่วนอินเวอร์เตอร์ และคอนเวอร์เตอร์ มีรายละเอียดดังนี้

ส่วนอินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์จะเปลี่ยนไฟฟ้า กระแสตรงเป็นกระแสสลับ โดยจะนำไฟฟ้ากระแสตรงต่อเข้ากับสวิตช์ 4 ตัว และทำการเปิด-ปิด สวิตช์ทั้ง 4 เป็นจังหวะทำให้ เกิดไฟฟ้ากระแสสลับ ดังรูป

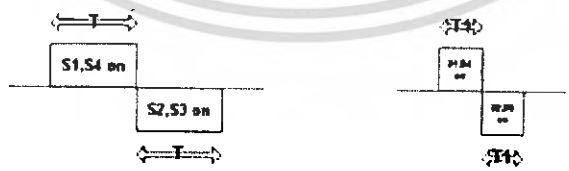


รูปที่ 4.18 การเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงไปเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ

จากรูป

- เมื่อปิดสวิตช์ S1 และ S4 ทำให้เกิดกระแสไหลในทิศทางจากจุด A ไปยังจุด B
- เมื่อปิดสวิตช์ S2 และ S3 ทำให้เกิดกระแสไหลในทิศทางจากจุด B ไปยังจุด A

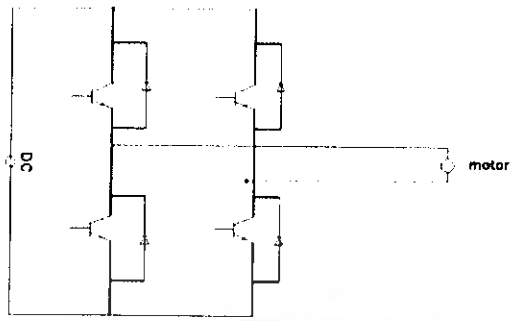
ดังนั้นถ้าเปิด-ปิดสวิตช์ S1 และ S4 สลับกับสวิตช์ S2 และ S3 จะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสสลับขึ้นนั่นเอง โดยถ้ามีการควบคุมเวลา ในการเปิด-ปิดสวิตช์ ที่ต่างกัน ก็จะได้ไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่แตกต่างกันไป



รูปที่ 4.19 แสดงการเปิด-ปิดสวิตช์ที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในความเป็นจริงแล้ว อินเวอร์เตอร์จะใช้ทรานซิสเตอร์แทนสวิตช์ เนื่องจากทรานซิสเตอร์สามารถ เปิด-ปิดได้ในความถี่ที่สูงกว่าสวิตช์ ดังรูป



รูปที่ 4.20 แสดงการใช้ทรานซิสเตอร์แทนสวิตช์

การเปลี่ยนขนาดแรงดัน ของอินเวอร์เตอร์ตามความถี่ โดยวิธีการแปรรูปคลื่นของแรงดันสามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

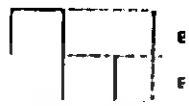
1. วิธีแปรขนาดแรงดันของไฟตรง (PAM : Pulae Amplitute Modulation)
2. วิธีแปรความกว้างของพัลส์ที่ใช้เปิด-ปิดทรานซิสเตอร์ (PWM : Pulae Width Modulation)
   - เป็น Square Wave
   - เป็น Sine Wave

โดยแต่ละวิธีจะทำให้เกิดผลต่อมอเตอร์ดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงผลที่เกิดต่อมอเตอร์

(E : แรงดันไฟตรง)

วิธีควบคุม	ความถี่ต่ำ (แรงดันต่ำ)	ความถี่สูง (แรงดันสูง)	จุดเด่น
วิธี PAM PULSE AMPLITUDE MODULATION			เสียงมอเตอร์เบา - ประสิทธิภาพดี - ควบคุมขนาดแรงดันที่คอนเวอร์เตอร์ - ผลตอบรับ
วิธี PWM PULSE WIDTH MODULATION			- ส่วนอินเวอร์เตอร์สามารถควบคุมความถี่และแรงดันได้ทั้งหมด - ได้ยินเสียงความถี่สูงจากมอเตอร์
วิธี PWM ที่ไม่แรงดัน เป็นรูปรายน์			- เดินมอเตอร์ได้เรียบที่ความเร็วต่ำ - ฮาร์โมนิคความถี่ต่ำมีขนาดเล็ก - ได้ยินเสียงความถี่สูงจากมอเตอร์

วิธี PWM แบบ Sine Wave นั้นจะมีการเปิด-ปิดทรานซิสเตอร์หลายๆครั้งในหนึ่งไซเคิล และการเปิด-ปิดในแต่ละครั้งจะใช้เวลาไม่เท่ากัน จำนวนการเปิด-ปิดใน 1 วินาที เรียกว่าความถี่แคเรียร์ (Carrier Frequency) ซึ่งวิธี PWM แบบ Sine Wave มีรูปแบบควบคุมการเปิด-ปิดสวิตช์ 3 แบบ ดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 รูปแบบควบคุมการเปิด-ปิดสวิตช์ 3 แบบ

รูปแบบการควบคุม		ความถี่ต่ำ	ความถี่สูง	จุดเด่น
แบบซิงโครนัส (SYNCHRONEOUS)	ความถี่แคเรียร์ แปรตามความถี่ขาออก	N = จำนวนฟันรองความถี่ขาออก	N = จำนวนฟันรองความถี่ขาออก	- สามารถควบคุมฮาร์โมนิคได้ - แรงดันขาออกสูงสุดเกือบเท่าแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ
แบบอะซิงโครนัส (ASYNCHRONEOUS)	ความถี่แคเรียร์คงที่ ไม่สัมพันธ์กับความถี่ขาออก	ความถี่แคเรียร์คงที่	ความถี่แคเรียร์คงที่	- เสียงรบกวนจากมอเตอร์ จะเป็นเสียงเดียว ไม่น่ารำคาญ
แบบผสม	ย่านความถี่ต่ำเป็น อะซิงโครนัส และ ย่านความถี่สูงเป็นซิงโครนัส	เหมือนแบบ อะซิงโครนัส	เหมือนแบบ อะซิงโครนัส	- สามารถควบคุมได้ดีทั้งย่านความถี่ต่ำตลอดจนถึงความถี่สูง

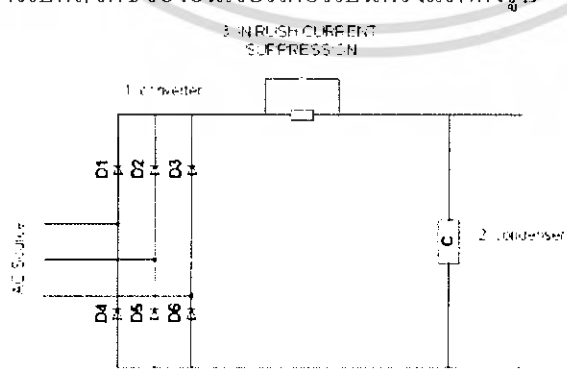
ส่วนคอนเวอร์เตอร์

คอนเวอร์เตอร์จะเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบไปด้วย

1. ส่วนของคอนเวอร์เตอร์ ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้าจากกระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยกลุ่มของไดโอด

2. ส่วนของคอนเดนเซอร์ ทำหน้าที่กรองกระแส(ลด ripple) โดยใช้ตัวเก็บประจุ

3. วงจรจำกัดกระแสอินรัช (IN RUSH CURRENT SUPPRESSION) ทำหน้าที่จำกัดกระแสขณะที่มีการเปิดสวิตช์ของอินเวอร์เตอร์เป็นครั้งแรกดังรูป



รูปที่ 4.21 วงจรกระแสอินรัช

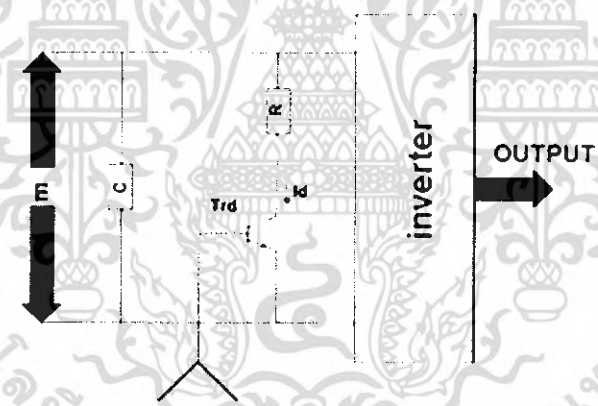
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมมอเตอร์

1. การสตาร์ท ทำได้โดยให้สัญญาณตั้งความถี่แก่อินเวอร์เตอร์ด้วยความถี่สตาร์ท มอเตอร์ก็จะผลิตแรงบิด จากนั้นอินเวอร์เตอร์จะค่อย ๆ เพิ่มความถี่ขึ้นไป จนกระทั่งแรงบิดของมอเตอร์สูงกว่าแรงบิดของ โหลด มอเตอร์จึงเริ่มหมุน

2. การเร่งความเร็วและการเดินเครื่องด้วยความเร็วคงที่ หลังจากสตาร์ทอินเวอร์เตอร์และมอเตอร์แล้ว ความถี่ขา ออกจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น จนถึงความถี่ที่ต้องการ ช่วงเวลาในการเพิ่มความถี่นี้คือเวลาการเร่งความเร็ว และเมื่อความ ถี่ขาออกเท่ากับความถี่ที่ต้องการ การเร่งความเร็วก็จบ อินเวอร์เตอร์จะเข้าสู่การทำงานในช่วงเวลาการเดินเครื่อง ด้วยความเร็วคงที่

3. การลดความเร็วทำได้โดยตั้งความถี่ให้ต่ำกว่าความถี่ขาออก อินเวอร์เตอร์จะลดความถี่ลงมาเรื่อย ๆ ตามช่วง เวลาการลดความเร็วที่ได้ตั้งไว้ ในขณะลดความถี่ ความเร็วรอบของมอเตอร์จะมีค่ามากกว่าความถี่ขาออกของอินเวอร์เตอร์ มอเตอร์จะทำงาน เหมือนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ผลิตไฟจ่ายกลับไปให้อินเวอร์เตอร์ (regeneration) ทำให้แรงดันไฟตรง (แรงดัน คร่อม คอนเดนเซอร์) มีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นภายในอินเวอร์เตอร์จะมีวงจรที่ทำหน้าที่รับพลังงานที่เกิดจากการ regeneration ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการเบรกมอเตอร์ วงจรนี้เรียกว่า วงจรเบรกคืนพลังงาน ดังรูป



รูปที่ 4.22 วงจรเบรกคืนพลังงาน

พลังงานที่เกิดจากการ regeneration จะป้อนกลับมาชาร์จประจุที่คอนเดนเซอร์ C ทำให้แรงดัน E มีค่าสูงขึ้น ถ้าแรงดันสูงกว่าค่าที่กำหนด ทรานซิสเตอร์ T ในวงจรเบรกจะทำงาน ทำให้มีกระแส I ไหล ผ่านตัวต้านทานเบรก R ทำให้ตัวต้านทานร้อน เป็นการเผาผลาญพลังงานที่เกิดจากการ regeneration และพลังงานที่เก็บสะสมใน คอนเดนเซอร์ C ก็จะถูกคายออกมาด้วย ทำให้แรงดัน E มีค่าลดลง เมื่อลดลงต่ำกว่าค่าที่กำหนด ทรานซิสเตอร์ T จะหยุดทำงาน กระแสเบรกก็จะหยุดไหล

ในช่วงการลดความเร็วจะทำงานในลักษณะนี้หลาย ๆ ครั้ง ถ้าพลังงานมีค่าน้อย (แรงบิดที่จำเป็นสำหรับการลด ความเร็วมีขนาดเล็ก) อัตราการใช้งานวงจรเบรกก็จะต่ำ บางครั้งอาจจะไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานเลยก็มี

อัตราการใช้งานวงจรเบรกนี้ ได้รับการออกแบบโดยการพิจารณาในแง่ของการระบายความร้อนไว้ที่ 2-3 % เท่านั้น ถ้ามีการใช้เบรกบ่อย หรือใช้เบรกนานเกินไป จะทำให้เกิดปัญหาการระบายความร้อนของตัวต้านทานและอาจทำให้ทรานซิสเตอร์เสื่อมได้

4. การหยุด อินเวอร์เตอร์จะลดความถี่ลงจนถึงระดับหนึ่ง และจะผลิตไฟตรงเข้าไปในมอเตอร์เพื่อทำงานเป็นเบรก จนมอเตอร์หยุด เรียกว่า การเบรกด้วยไฟตรง

แนวคิดในการเลือกขนาดอินเวอร์เตอร์ ถ้าคิดว่าอินเวอร์เตอร์ เหมือนกับแหล่งจ่ายไฟที่ใช้จ่ายพลังงานเพื่อขับมอเตอร์ ก็จะคิดว่ายิ่งเลือกอินเวอร์เตอร์ขนาดยิ่งใหญ่เท่าใดก็ยิ่งดี สามารถติดตั้งสวิทช์ที่เอาท์พุตของอินเวอร์เตอร์เพื่อเปิดปิดจ่ายกระแสให้มอเตอร์ได้ทันที เหมือนกับแหล่งจ่ายไฟ แต่แนวความคิดนี้ไม่ถูกต้องเนื่องจากต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง และอินเวอร์เตอร์มีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น

ในการเลือกขนาดอินเวอร์เตอร์ให้เหมาะสมกับมอเตอร์ จะต้องคำนึงถึงข้อต่างๆต่อไปนี้

1. ความสามารถในการขับมอเตอร์ขณะเร่งความเร็วและความเร็วรอบคงที่ ต้องพิจารณาว่าอินเวอร์เตอร์สามารถจ่ายกระแสที่มอเตอร์ต้องการได้หรือไม่

2. ความสามารถในการขับมอเตอร์ขณะลดความเร็ว ในขณะที่ลดความเร็วมอเตอร์จะทำงานเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและคืนพลังงานกลับไปให้อินเวอร์เตอร์ ดังนั้นอินเวอร์เตอร์ต้องมีความสามารถในการรับคืนและใช้พลังงานนี้ให้หมดไป

3. การเลือกขนาดอินเวอร์เตอร์ โดยดูจากขนาดและจำนวนมอเตอร์นั้น ให้เลือกอินเวอร์เตอร์ที่มีกระแส พิกัดมากกว่าผลรวมของกระแสมอเตอร์ทุกตัว

4.2.7 การออกแบบและคำนวณหาขนาดของเพลา

เพลา(Shaft) เป็นชิ้นส่วนที่หมุนและใช้ในการส่งกำลัง

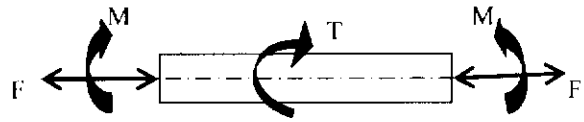
สตับชาฟต์(Stub Shaft) หรือบางครั้งเรียกเฮดชาฟต์(head shaft)เป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องกับเครื่องยนต์ มอเตอร์ หรือเครื่องต้นกำลังอื่นๆ มีขนาด รูปร่าง และส่วนที่ยื่นออกมาสำหรับใช้ต่อกับเพลาอื่นๆ

เพลาแนว(Line Shaft) หรือเพลาส่งกำลัง(power transmission shaft)เป็นเพลาซึ่งต่อตรงจากเครื่องส่งกำลัง และใช้ในการส่งกำลังไปยังเครื่องจักรกลอื่นๆ โดยเฉพาะ

4.2.7.1 การออกแบบเพลา

ในการออกแบบเพลานี้จะใช้หลักการออกแบบเพลาตามโค้ดของASME โดยวิธีนี้จะใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด และไม่พิจารณาถึงความล้าหรือความเค้นหนาแน่นที่เกิดขึ้นบนเพลา เป็นการออกแบบโดยวิธีสถิตยศาสตร์(static design method)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 เพลาที่อยู่ภายใต้แรงต่างๆ

พิจารณาจากรูปที่ 4.23 ให้เพลาเป็นแบบกลมและกลวง โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในและภายนอกเท่ากับ d_i และ d ตามลำดับ ความเค้นที่เกิดขึ้นบนเพลามีดังต่อไปนี้

ความเค้นดึงหรือกด $$\sigma_a = \frac{4F}{\pi(d^2 - d_i^2)} \quad (4.5)$$

ความเค้นดัด $$\sigma_b = \frac{Mc}{I} = \frac{32Md}{\pi(d^4 - d_i^4)} \quad (4.6)$$

ความเค้นเฉือน $$\tau_{xy} = \frac{Tr}{J} = \frac{16Td}{\pi(d^4 - d_i^4)} \quad (4.7)$$

และในกรณีที่เป็นแรงกด อาจมีผลจากการโก่งงอ (buckling)ได้ ดังนั้นสมการที่ (4.5) จะได้ว่า

$$\sigma_a = \frac{4\alpha F}{\pi(d^2 - d_i^2)} \quad (4.8)$$

เพลาส่วนมากจะอยู่ภายใต้ความเค้นที่เป็นวัฏจักร ทั้งนี้เพราะเพลาหมุนอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้นแรงที่กระทำอาจจะเปลี่ยนแปลงได้อยู่ตลอดเวลา ดังนั้นเพลาจึงเกิดความเสียหายเนื่องมาจากความล้าเป็นส่วนใหญ่ สำหรับวิธีการคำนวณของASMEใช้วิธีการแบบสถิตยศาสตร์ จึงต้องมีตัวประกอบความล้า(fatigue factor)มาเกี่ยวข้องด้วย

โดยให้ C_m = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด

C_t = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด

ดังนั้นสมการที่ (4.6) และสมการที่ (4.7) จะได้ว่า

$$\sigma_b = \frac{32C_m Md}{\pi(d^4 - d_i^4)} \quad (4.9)$$

และ $$\tau_{xy} = \frac{16C_t Td}{\pi(d^4 - d_i^4)} \quad (4.10)$$

ความเค้นกดหรือความเค้นดึงรวมคือ

$$\sigma = \sigma_a + \sigma_b \quad (4.11)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด

$$\tau = \left(\tau_{xy}^2 + \left(\frac{\sigma}{2} \right)^2 \right)^{1/2} \qquad (4.12)$$

แทนค่าสมการที่ (4.8),(4.9),(4.10)และสมการที่(4.11)ลงในสมการ(4.12) แล้วจัดรูปใหม่จะได้ว่า

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau\left(1-K^4\right)} \left((C_t T)^2 + \left(\frac{\alpha F d(1+K^2)}{8} + C_m M \right)^2 \right)^{1/2} \qquad (4.13)$$

โดยที่ $K = \frac{d_i}{d}$

ในกรณีที่ไม่มีแรง F กระทำอยู่ด้วย สมการที่(4.13) จะลดรูปเหลือเพียง

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau\left(1-K^4\right)} \left((C_t T)^2 + (C_m M)^2 \right)^{1/2} \qquad (4.14)$$

หรือในกรณีของเพลาตัน $K = \frac{d_i}{d} = 0$ เมื่อแทนค่าลงในสมการที่(4.14) ก็จะได้สมการที่ใช้กันทั่วไป ในวิชากลศาสตร์วัสดุ

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau} \left((C_t T)^2 + (C_m M)^2 \right)^{1/2} \qquad (4.15)$$

โดยค่าตัวประกอบความล้าสามาถเลือกใช้ตามลักษณะของแรงที่มากระทำ จากตาราง

ตารางที่ 4.4 ค่าตัวประกอบความล้า

ชนิดของแรง	C_m	C_t
เพลาอยู่นิ่ง :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้น	1.0	1.0
ช้าๆ	1.5 – 2.0	1.5 – 2.0
แรงกระตุก		
เพลาหมุน :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้น	1.5	1.0
ช้าๆ	1.5 – 2.0	1.0 – 1.5
แรงกระตุกอย่างเบา	2.0 – 3.0	1.5 – 3.0
แรงกระตุกอย่างแรง		

นอกจากนี้โค้ดของASME ยังได้ระบุเอาไว้ว่าเพลาซึ่งมีใช้อยู่ในงานธรรมดาทั่วไป ควรจะมีค่าความเค้นเฉือนใช้งานดังนี้

$\tau_d = 55 N/mm^2$ สำหรับเพลาที่ไม่มีร่องลิ่ม

$\tau_d = 41 N/mm^2$ สำหรับเพลาที่มีร่องลิ่ม

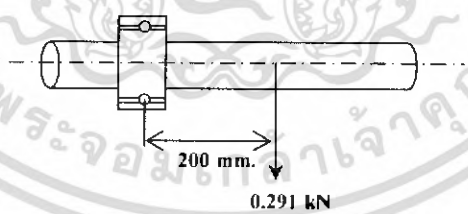
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7.2 การหาขนาดของเพลา

เพื่อให้เพลามีมาตรฐานเหมือนกัน องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดขนาดมาตรฐานของเพลาซึ่งเป็นขนาดระบุ(nominal size) ใน ISO/R 775-1969 เอาไว้สำหรับให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถหาซื้อได้ทั่วไป นอกจากนี้ยังเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดของแบริ่งที่ใช้รองรับเพลาด้วย โดยขนาดระบุของเพลาดูได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ขนาดระบุของเพลาตามมาตรฐาน 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	



รูปที่ 4.24 แสดงตำแหน่งของแรงที่กระทำกับเพลา

โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับเพลาเป็นโมเมนต์ที่เกิดจากน้ำหนักของสกรู

$$M = 0.291 \times 200 = 58.2 kN.mm$$

โมเมนต์บิดสูงสุดที่เกิดมาจากกำลังมอเตอร์ 2 แรงม้า

$$T = \frac{W_p \times 60}{2\pi N}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{1491\ .4 \times 60}{2\pi \times 60} = 237\ .36\ N.m$$

จากตารางค่าตัวประกอบความล้าสำหรับการออกแบบเพลา ได้ $C_m = 1.5$, $C_t = 1.0$
และสำหรับเพลาที่มีร่องลิ่มค่าความเค้นเฉือนสำหรับการออกแบบที่แนะนำ $\tau_d = 41N/mm^2$

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

$$d^3 = \frac{16}{\pi \times 41}\left[(1 \times 237360)^2 + (1.5 \times 58200)^2\right]^{1/2}$$

$$d^3 = 31{,}415.51$$

$$d = 31.6\ \text{m}$$

ดังนั้นจึงเลือกใช้เพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร ตามมาตรฐาน ISO/R775-1969

4.2.8 การเลือกใช้ลิ่ม

ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลและอุปกรณ์อื่นๆที่ใช้ส่งหรือรับกำลังจากเพลา โดยที่จะต้องยึดแน่นกับเพลาเพื่อให้หมุนไปพร้อมกับเพลา ชิ้นส่วนประเภทนี้อาจส่งแรงบิดและมีการถอดประกอบบ่อยครั้ง ดังนั้นจึงมักจะยึดติดกับเพลาโดยใช้ลิ่ม ลิ่มเป็นแท่งโลหะที่ใส่ไว้ในร่องของชิ้นส่วนทั้งสองที่ยึดอยู่ด้วยกันซึ่งเรียกว่าร่องลิ่ม ลิ่มทำหน้าที่ป้องกันการเกิดการหมุนสัมพัทธ์ขึ้นระหว่างชิ้นส่วนทั้งสอง ในบางครั้งยังอาจใช้ลิ่มทำหน้าที่กันมิให้เกิดการเคลื่อนที่ในแนวแกนของเพลาด้วย ลิ่มแบ่งออกเป็นหลายชนิด ดังนั้นการเลือกใช้และการติดตั้งจึงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น กำลังที่จะส่ง ชนิดของพิกัดความเผื่อ ความมั่นคงของรอยต่อ และราคา

การเลือกใช้ลิ่มต้องเลือกใช้ตามขนาดมาตรฐาน และต้องเลือกขนาดลิ่มให้สอดคล้องกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาที่ใช้งานกับลิ่มด้วย ดังตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ขนาดลิ่มมาตรฐานที่ใช้กับเพลาขนาดต่างๆ

ขนาดเพลา(d) mm	ลิ่ม สี่เหลี่ยมผืนผ้า ลิ่มสี่เหลี่ยมจัตุรัส ISO/R 773 ISO/R 774 b x h	ลิ่มแบน ISO 2491 ISO 2492 b x h	แซดเดิลคีย์ DIN 6881 b x h	ลิ่มวงเดือน ISO 3912		
				b x h x R	t	t
3-4				1.0 x 1.40 x 4	1.0	0.6
4-5				1.5 x 2.60 x 7	2.0	0.8
5-6				2.0 x 2.60 x 7	1.8	1.0
6-7	2 x 2			2.0 x 2.60 x 10	2.9	1.0
7-8	2 x 2			2.5 x 3.70 x 10	2.7	1.2
8-10	3 x 3			3.0 x 5.00 x 13	3.8	1.4
10-12	4 x 4			3.0 x 6.50 x 16	5.3	1.4
12-14	5 x 5	5 x 3		4.0 x 6.50 x 16	5.0	1.8
14-16	5 x 5	5 x 3		4.0 x 7.50 x 19	6.0	1.8
16-18	5 x 5	6 x 4		5.0 x 6.50 x 16	4.0	2.3
18-20	6 x 6	6 x 4		5.0 x 7.50 x 19	5.5	2.3
20-22	6 x 6	6 x 4		5.0 x 9.00 x 22	7.0	2.3
22-25	8 x 7	8 x 5	8 x 3.5	6.0 x 9.00 x 22	6.5	2.8
25-28	8 x 7	8 x 5	8 x 3.5	6.0 x 10.0 x 25	7.5	2.8
28-32	8 x 7	8 x 5	8 x 3.5	8.0 x 11.0 x 28	8.0	3.3
32-38	10 x 8	10 x 6	10 x 4.0	10.0 x 13.0 x32	10.0	3.3
38-44	12 x 8	12 x 6	12 x 4.0			
44-50	14 x 9	14 x 6	14 x 4.5			
50-58	16 x 10	16 x 7	16 x 5.0			
58-65	18 x 11	18 x 7	18 x 5.0			
65-75	20 x 12	20 x 8	20 x 6.0			
78-85	22 x 14	22 x 9	22 x 7.0			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

85-95	25 x 14	25 x 9	25 x 7.0			
95-110	28 x 16	28 x 10	28 x 7.5			
110-130	32 x 18	32 x 11	32 x 8.5			
130-150	36 x 20	36 x 12	36 x 9.0			
150-170	40 x 22	40 x 14				
170-200	45 x 25	45 x 16				
200-230	50 x 28	50 x 18				
230-260	56 x 32					
260-290	63 x 32					
290-330	70 x 36					
330-380	80 x 40					
380-440	90 x 45					
440-500	100 x50					

และความยาวของลิ่มที่ควรเลือกใช้ตามมาตรฐานระหว่างประเทศเป็น mm คือ

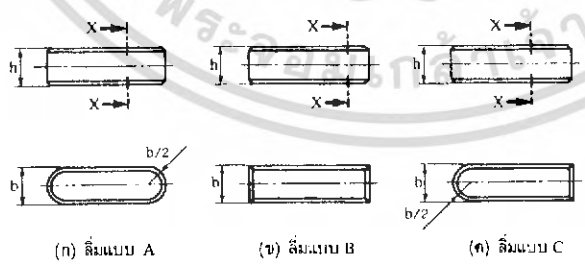
6 8 10 12 14 16 18 20 22 25 28 32 36 40

45 50 56 63 70 80 90 100 110 125 140 160 180 200

220 250 280 320 360 400

ดังนั้น จึงเลือกใช้ลิ่มสี่เหลี่ยมผืนผ้าISO/R773 ซึ่งมีขนาดความกว้าง 10 mm สูง 8 mm ความยาวลิ่มเท่ากับ 36 mm

ตามขนาดมาตรฐานระหว่างประเทศ



4.2.9 คำนวณหาขนาดสลักเกลียวที่ใช้ยึดระหว่างเพลาและสกรู

จากแรงบิดสูงสุด 237.36N.m

แรงเฉือนที่กระทำกับสลักเกลียว $F = \frac{T}{r}$

$$= \frac{237.36}{17.5x10^{-3}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 13.56 kN

เลือกใช้สกรูระดับขั้นความแข็ง6.9 มีความเค้นพิสูจน์ 540N/mm^2

การหาขนาดของสลักเกลียวหาได้จากสมการ

$$\sigma_{td} = \frac{F}{A_s}$$

โดยที่ σ_{td} คือค่าความเค้นใช้งาน

A_s คือพื้นที่รับความเค้น

จาก $\tau = 0.6\sigma = 0.6 \times 540 = 324 N/mm^2$

กำหนด ค่าความปลอดภัยเท่ากับ N=3

$$\sigma_{td} = \frac{324}{3} = 108 \quad N/mm^2$$

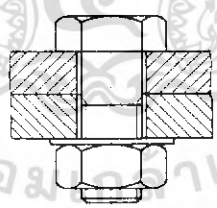
ดังนั้น $A_s = \frac{F}{\sigma_{td}} = \frac{13560}{108} = 125.55 mm^2$

เราจะหา diameter ของสลักเกลียวได้ดังนี้ $A_s = \frac{\pi d^2}{4}$

$$d = \sqrt{\frac{125.55 \times 4}{\pi}} = 12.643 mm^2$$

ดังนั้น เลือกใช้สลักเกลียวขนาด M12 x 1.5

4.2.10 คำนวณหาขนาดสลักเกลียวยึดหน้าแปลน



รูปที่ 4.25 สลักเกลียวยึดหน้าแปลน

ก่อนอื่นต้องหาแรงกดจากการอัดที่เกิดจากการบีบอัดของสกรูตามแนวแกน

จากโมเมนต์บิดที่ใช้สำหรับบีบอัด=T_{total}-$T_{ที่ใช้ขับเพลาและสกรู}$ = 237.36-0.467 = 236.893N.m

ดังนั้นจะหาแรงบีบได้จาก $T = F\frac{d_m}{2}\left[\frac{l + \pi f d_m}{\pi d_m - fl}\right]$

$$236.893 = F(0.045)\left[\frac{0.020 + \pi(0.11)(0.090)}{\pi(0.090) - (0.11)(0.020)}\right]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$236.893 = F(8.2 \times 10^{-3})$$

ดังนั้น แรงบีบที่ได้ $F = 28.9kN$

ใช้สลักเกลียวระดับชั้นความแข็ง 6.9 มีความเค้นพิสูจน์ 540 N/mm^2

กำหนด ค่าความปลอดภัยเท่ากับ N=3

$$\sigma_d = \frac{540}{3} = 180 \quad N / mm^2$$

ใช้สลักเกลียวยึดหน้าแปลนทั้งหมดจำนวน 6 ตัว

$$A_s = \frac{F}{\sigma_{td}} = \frac{28.9 \times 10^3}{180 \times 6} = 26.7mm^2$$

จึงเลือกใช้ สกรูขนาด M12 x 1.5 มาออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

เครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวแบบสกรูอัดนี้ได้ทำการออกแบบและดำเนินการสร้างขึ้นมาเพื่อทำการบีบอัดเพื่อสกัดเอาน้ำมันจากเนื้อมะพร้าว โดยน้ำมันมะพร้าวที่บีบอัดได้จะนำไปสกัดทางวิทยาศาสตร์ให้น้ำมันที่ออกมาเป็นน้ำมันที่คงคุณสมบัติเดิมๆไว้ซึ่งอาจจะนำน้ำมันที่ได้นี้ไปในการใช้ผลิตเชื้อเพลิงทดแทน(Bio Diesel) หรือนำไปเป็นส่วนประกอบของเครื่องสำอางหรือผลิตภัณฑ์อื่นๆตามความต้องการ โดยเครื่องที่ทางคณะผู้จัดทำได้สร้างขึ้นมานั้นจะสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์หรือไม่นั้นจำเป็นต้องมีการทดลองเพื่อเปรียบเทียบ โดยการทดสอบที่ความเร็วรอบของสกรูต่างๆเทียบกับระยะเวลาในการบีบน้ำมัน เพื่อจะหาประสิทธิภาพของเครื่องบีบอัดน้ำมันมะพร้าวเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการดำเนินการพัฒนาและปรับปรุงต่อไป

5.1 การทดลองเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าว

เนื่องจากเราได้มีการออกแบบให้มีโหลดการทำงานสูงสุด และใช้อินเวอร์เตอร์ในการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบในการทำงานของมอเตอร์ เพื่อที่จะมาขับมอเตอร์เกียร์ที่มีอัตราทดที่ 1:5 ดังนั้นเราจำเป็นต้องปรับตั้งค่าที่ตัวอินเวอร์เตอร์ให้ตรงกับค่าที่เราต้องการใช้ในการทดสอบก่อน จากนั้นจึงทำการหาความเร็วรอบที่เหมาะสมและให้ประสิทธิภาพสูงที่สุด

5.1.1 การทดลองโดยการเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์เกียร์

1.วิธีการทดลอง

การเตรียมอุปกรณ์

- ตัวปรับความเร็วรอบ(Inverter)
- เครื่องวัดความเร็วรอบ
- เนื้อมะพร้าวตากแห้งสับละเอียด
- นาฬิกาจับเวลา
- บีกเกอร์วัดปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทดลอง

- ใส่วัตถุดิบในปริมาณครั้งละ 1 กิโลกรัม
- ปรับที่ความเร็วรอบ
- จับเวลา(ที่เวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที, 20 นาที, 25 นาที, 30 นาที)

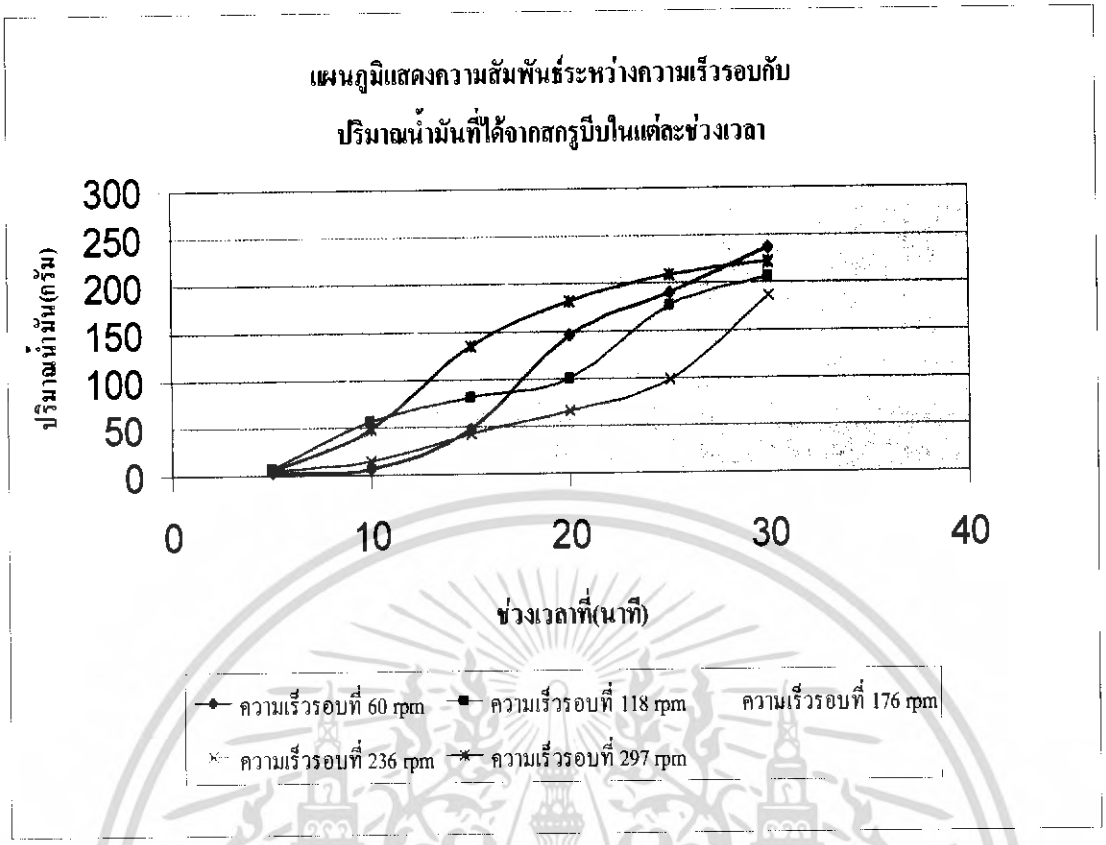
5.2 ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่ได้จากการป่นเนื้อมะพร้าว 1 กิโลกรัมที่ความเร็วรอบต่างๆ

ตารางที่ 5.1 ปริมาณน้ำมันที่ได้ในแต่ละครั้งที่ความเร็วรอบต่างๆกัน

ความเร็วรอบ (rpm)	ปริมาณวัตถุดิบ (Kg)	การจับเวลาที่ 5 นาที	การจับเวลาที่ 10 นาที	การจับเวลาที่ 15 นาที	การจับเวลาที่ 20 นาที	การจับเวลาที่ 25 นาที	การจับเวลาที่ 30 นาที
60 rpm	1	2.5 กรัม	7 กรัม	48 กรัม	146 กรัม	190 กรัม	236 กรัม
118 rpm	1	6 กรัม	56 กรัม	80 กรัม	100 กรัม	176 กรัม	206 กรัม
176 rpm	1	20 กรัม	120 กรัม	180 กรัม	232 กรัม	272 กรัม	284 กรัม
236 rpm	1	5 กรัม	14 กรัม	43 กรัม	66 กรัม	98 กรัม	186 กรัม
297 rpm	1	5 กรัม	48 กรัม	134 กรัม	181 กรัม	208 กรัม	221 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับปริมาณน้ำมันที่ได้จากสกรูบีบในแต่ละช่วงเวลา

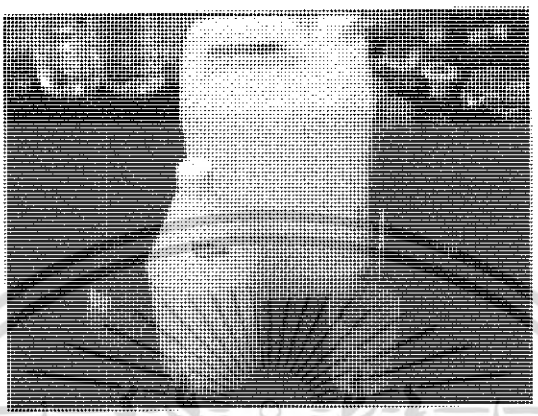
5.3 การทดสอบคุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าว

เราจะทดสอบคุณภาพของน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากเครื่องบีบเย็นแบบสกรูอัดโดยการหาค่ากรดไขมันอิสระ (Free Fatty acid of Coconut Oil) ได้ด้วยวิธีการไตเตรตเพื่อหาเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ

1. อุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลอง
   - เครื่องบีบน้ำมันแบบสกรูอัด
   - เครื่องปั่นเหวี่ยงเพื่อตกตะกอน(Centrifuge)
   - หลอดทดลอง
   - เครื่องชั่งสารแบบดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

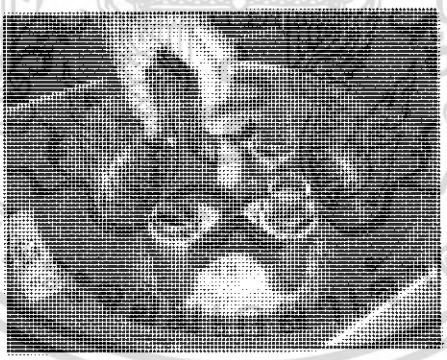
- อุปกรณ์ต้มน้ำมัน เช่น แผ่นเพลตให้ความร้อน
- โซเดียมไฮดรอกไซด์(NaOH) 0.102 โมลาร์
- เอทานอล(C_2H_5OH) 20 ml.
- อุปกรณ์ที่ใช้ไตเตรต เช่น ฟีนอล์ฟทาลีน



รูปที่ 5.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบหาค่ากรดไขมันอิสระ

2. ลำดับขั้นตอนการหากรดไขมันอิสระ

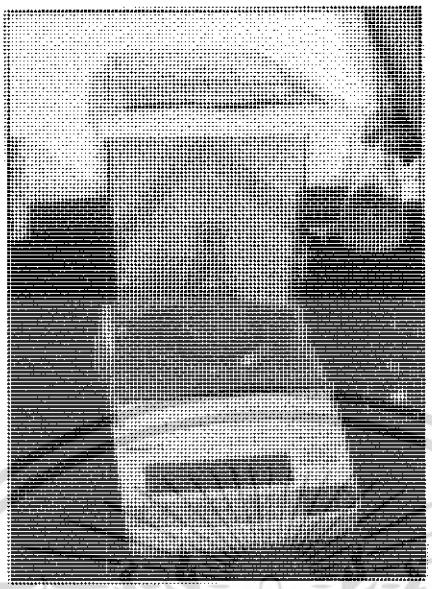
2.1 นำน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบด้วยเครื่องบีบแบบสกรูอัดปริมาณ 50 ml.มาเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงเพื่อตกตะกอน(Centrifuge) โดยใช้เวลาในการปั่นเหวี่ยง 60 นาที



รูปที่ 5.3 แสดงการนำน้ำมะพร้าวไปแยกตะกอน โดยเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง

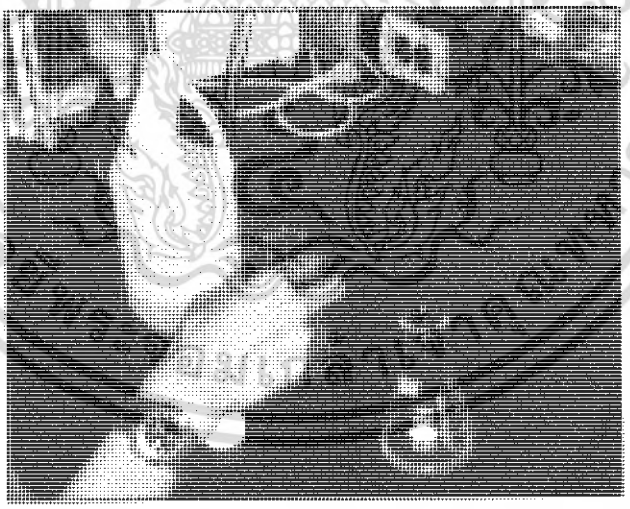
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 นำน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการแยกตะกอนไปใส่ขวดทดลองโดยใช้ปริมาณน้ำมัน 20 ml.



รูปที่ 5.4 นำน้ำมันมะพร้าวไปใส่ขวดทดลองโดยใช้ปริมาณน้ำมัน 20 ml.

2.3 ใส่เอทานอล(C_2H_5OH) ปริมาณ 20 ml ลงไปในขวดทดลองที่มีน้ำมันมะพร้าว 20 ml.



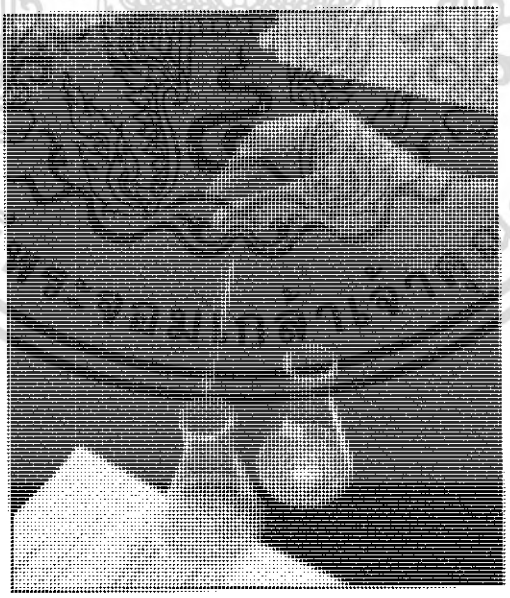
รูปที่ 5.5 ใส่เอทานอล(C_2H_5OH)ปริมาณ 20 ml.ลงไปในขวดน้ำมันมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 นำขวดทดลองที่ผสมน้ำมันมะพร้าวกับเอทานอลไปต้มที่แผ่นเพลตให้ความร้อนจนเดือด

รูปที่ 5.6 ต้มน้ำมันมะพร้าวที่ผสมกับเอทานอลจนเดือด

2.5 นำน้ำมันมะพร้าวที่ผสมกับเอทานอลซึ่งได้รับต้มจนเดือดแล้ว รอสักครู่จนเย็นตัวลงเล็กน้อย แล้วจึงหยดฟีนอล์ฟทาลีนจำนวน 4-5หยด ลงไปในขวดทดลอง



รูปที่ 5.7 หยดฟีนอล์ฟทาลีนจำนวน 4-5 หยด ลงไปในขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 นำน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากขั้นตอนที่2.5 ไปทำการไตเตรตด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์(NaOH) 0.102 โมลาร์ จนสีของน้ำมันมะพร้าวในขวดทดลองเปลี่ยนสีเป็นสีชมพูอ่อน จากนั้นอ่านค่าของโซเดียมไฮดรอกไซด์(NaOH) ที่ใช้ ซึ่งอ่านค่าได้ 2.35 ml. บันทึกผล

3. คำนวณหาค่ากรดไขมันอิสระของน้ำมันมะพร้าว (Free Fatty acid of Coconut Oil)

เราจะคำนวณหาค่ากรดไขมันอิสระของน้ำมันมะพร้าว (Free Fatty acid of Coconut Oil)ได้จากสูตร

$$\% \text{ Free Fatty Acid} = \frac{\text{ml. of alkali x N x 25.6}}{\text{Weight of oil}}$$

$$\% \text{ Free Fatty Acid} = \frac{\text{Volume of NaOH x N x 25.6}}{\text{Weight of oil}}$$

N คือ ค่าความเข้มข้นของสารที่ใช้ในการไตเตรต,โมลาร์

เมื่อเราใช้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวในการทดสอบเท่ากับ 20 ml. ปริมาณค่าของโซเดียม-ไฮดรอกไซด์(NaOH) ที่ใช้ ซึ่งอ่านค่าได้ 2.35 ml.

$$\% \text{ Free Fatty Acid} = \frac{2.3 \times 0.102 \times 25.6}{20}$$

$$\% \text{ Free Fatty Acid} = 0.3\%$$

จากผลการทดสอบคุณภาพน้ำมันมะพร้าวซึ่งได้จากการบีบเย็นด้วยวิธีการบีบแบบสกรูอัด เราจะพบว่าน้ำมันมะพร้าวที่ได้นั้นมีการสูญเสียคุณประโยชน์ไปเป็นส่วนน้อย จากค่าของ % Free Fatty Acid = 0.3 % ซึ่งมีค่าต่ำแสดงถึงคุณภาพของน้ำมันมะพร้าวที่ได้จัดเป็นน้ำมันมะพร้าวคุณภาพดี สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น การนำไปสกัดเป็นส่วนผสมของเชื้อเพลิงไบโอดีเซล หรือเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะรวมถึงคุณสมบัติของเนื้อมะพร้าวที่จะนำมาใช้บีบน้ำมันมะพร้าวนั้น เราควรเลือกใช้เนื้อมะพร้าวที่ผ่านการให้ความร้อนโดยผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ 50-60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง เพื่อกำจัดปริมาณของน้ำที่ยังเหลืออยู่ในเนื้อมะพร้าว ซึ่งจะทำให้น้ำมันมะพร้าวที่เราได้จากเครื่องบีบมีความบริสุทธิ์ของน้ำมันสูง

จากการทดลองในขั้นต้นพบว่าการบีบอัดน้ำมันด้วยสกรูอัดนั้นต้องใช้แรงบิดสูง ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงเลือกใช้มอเตอร์เกียร์ซึ่งต่อตรงกับเพลาด้วยคัปปลิ้ง แทนการใช้การขับเคลื่อนแบบสายพานซึ่งจะสูญเสียกำลังมากกว่า โดยมีข้อสรุปดังนี้

1. การทดลองบีบน้ำมันมะพร้าวที่ความเร็วรอบต่างๆกันนั้นจะทำให้ได้ความเร็วรอบที่เหมาะสมที่จะใช้ในการบีบอัดเนื้อมะพร้าวสับละเอียด เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำมันสูงที่สุดในช่วงเวลาสั้นที่สุด

2. การทดลองหาปริมาณการเกิดกรดไขมันอิสระในน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบเย็นเพื่อหาคุณภาพของน้ำมันที่ได้หลังการบีบ

6.2 สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบการบีบน้ำมันด้วยเครื่องบีบน้ำมันแบบสกรูอัด โดยใช้วัตถุดิบเป็นเนื้อมะพร้าวอบแห้งสับละเอียดซึ่งเราจะทดสอบที่ความเร็วรอบของสกรูต่างๆและจับเวลาและวัดปริมาณน้ำมันที่บีบได้ในทุกๆ 5 นาทีไปจนกระทั่งครบ 30 นาที พบว่า ที่ความเร็วรอบ176 rpmได้ปริมาณน้ำมันออกมามากที่สุด รองลงมาคือ 118 rpm ,60 rpm ,297 rpm และ 236 rpm ตามลำดับ และพิจารณาจากกราฟจะพบว่าการทดลองบีบน้ำมันที่รอบต่ำๆจะได้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยมากกว่าทดลองที่รอบสูง เป็นผลมาจากเมื่อความเร็วรอบของมอเตอร์สูง จะให้แรงบิดที่ต่ำ แต่เมื่อทำการทดลองที่รอบต่ำเกินไป (60 rpm) จะเห็นได้ว่าทั้งๆที่แรงบิดสูงแต่ประสิทธิภาพในการลำเลียงต่ำก็จะส่งผลให้ในดอนแรกได้ปริมาณน้ำมันต่ำกว่าที่ความเร็วรอบอื่นๆอย่างเห็นได้ชัด

ส่วนในการทดลองบีบน้ำมันที่รอบสูง ในตอนแรกการลำเลียงดีเกินไปประกอบกับแรงบิดน้อย ทำให้มะพร้าวที่ใส่ลงไปแรกๆจะไม่เกิดการอั้น จะถูกบีบออกไปทางช่องออกของกากเลย จึงทำให้ปริมาณน้ำมันในนาทีแรกๆต่ำ แต่เมื่อทดลองที่ความเร็วรอบสูงถึงจุดหนึ่ง(297rpm) มะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ใส่ลงไปจะถูกบดจนละเอียดเป็นฝอยตั้งแต่ต้นสกรู จึงทำให้บีบน้ำมันออกมาได้ง่าย ปริมาณน้ำมันจึงมากขึ้นมามากกว่าที่รอบต่ำบางรอบอีกครั้ง

6.3 วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่เก็บผลได้ อาจมีความผิดพลาดเล็กน้อยเนื่องมาจากวัตถุดิบทั้งหมดไม่ได้อบพร้อมกัน ทำการอบแบ่งเป็นชุดๆ จึงทำให้ปริมาณน้ำมันที่คงอยู่ในวัตถุดิบแตกต่างกันไปเล็กน้อย

6.4 ปัญหาที่พบในการทดลอง

1. ช่องทางออกของน้ำมันมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้กากของวัตถุดิบบางส่วนได้ถูกบีบอัดปนออกมากับน้ำมัน

2. เกิดการอุดตันของกากที่ถูกบีบอัดแล้ว ในบางส่วนของช่องทางออกของน้ำมัน

3. น้ำมันที่ได้จาการบีบอัดแล้วบางส่วนไหลปนออกมาทางช่องทางออกของกาก

4. ขณะทำการเดินเครื่องบีบน้ำมันที่ความเร็วรอบสูงๆ ตัวสกรูบีบจะมีการส่ายเล็กน้อย ทำให้การบีบน้ำมันทำได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ

5. หากเนื้อของวัตถุดิบมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงเกินไป จะทำให้เนื้อวัตถุดิบอัดตัวตามร่องสกรู ส่งผลให้น้ำมันที่บีบได้มีปริมาณน้อย

6.5 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่อง

1. ติดตั้งแผ่นตะแกรงที่มีรูพรุนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตรเข้าไปภายในปลอกหุ้มสกรูบีบเพื่อช่วยในการกรองกากออกจากน้ำมัน

2. ควรติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากช่องใส่วัตถุดิบ

3. หยอดน้ำมันหล่อลื่นที่แบริ่งทุกครั้งที่ใช้งาน

4. หลังการใช้งานทุกครั้งควรถอดปลอกหุ้มสกรูบีบมาทำความสะอาด เพื่อไม่ให้เกิดการอุดตันของกาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Joseph E. Shigley,Charles R. Mischke,Richard G. Budynas, "Mechanical Engineering Design", McGraw Hill 7th Edition

[2] R.C.HIBBELER, "Mechanics of Materials",4th ed.,Prentice Hall, 2000

[3] Ademola Oyinlola, "Development of a laboratory model screw press for peanut oil expression",Journal Of Food Engineering,Elsevier, 2004

[4]Akitayo B.A. Akiwumi,Michael W. Bassey, "A heat assisted palm oil screw press",Siera Leone

[5]วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, "การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม1", ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2522

[6]ฝ่ายสิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยาและพลังงาน, "การผลิตน้ำมันมะพร้าวบีบเย็นคุณภาพสูง", สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางค่าน้ำหนักจำเพาะปริมาณของวัตถุดิบ

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

ตารางค่าตัวประกอบความต้านของการออกแบบเพลา

ชนิดของเพลา	C_m	C_t
เพลาอยู่นิ่ง :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5-2.0	1.5-2.0
เพลาหมุน :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	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

ตารางแสดงค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาตามมาตรฐาน ISO/R775-1969

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลา 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
16	60	110	200	380
20	65	120	220	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางเกลียวเมตริกแบบมาตรฐานระหว่างประเทศ แบบเกลียวเหลี่ยม

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ		ระยะพิตช์ P	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ d_2, D_2	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อย		พื้นที่รับความเค้น (A_S) mm^2
ช่องที่ 1	ช่องที่ 2			d_1	D_1	
1.00		0.25	0.838	0.693	0.729	0.460
1.20		0.25	1.038	0.893	0.929	0.730
1.60		0.35	1.373	1.170	1.221	1.270
2.00		0.40	1.740	1.509	1.567	2.070
2.50		0.45	2.208	1.948	2.013	3.390
3.00		0.50	2.675	2.387	2.459	5.030
	3.50	0.60	3.110	2.764	2.850	6.780
4.00		0.70	3.545	3.141	3.242	8.780
	4.50	0.75	4.013	3.580	3.688	11.300
5.00		0.80	4.480	4.019	4.134	14.200
6.00		1.00	5.350	4.773	4.917	20.100
8.00		1.25	7.183	6.466	6.647	36.600
	(9)	1.25	8.188	7.466	7.647	48.100
10.00		1.50	9.026	8.160	8.376	58.000
	(11)	1.50	10.026	9.160	9.376	72.300
12.00		1.75	10.863	9.853	10.106	84.300
	14.00	2.00	12.701	11.546	11.835	115.000
16.00		2.00	14.701	13.546	13.835	157.000
	18.00	2.50	16.376	14.933	15.294	192.000
20.00		2.50	18.376	16.933	17.294	245.000
	22.00	2.50	20.376	18.933	19.294	303.000
24.00		3.00	22.051	20.319	20.752	353.000
	27.00	3.00	25.051	23.319	23.752	459.000
30.00		3.50	27.727	25.706	26.211	561.000
	33.00	3.50	30.727	28.706	29.211	694.000
36.00		4.00	33.402	31.093	31.670	817.000
	39.00	4.00	36.402	34.093	34.670	976.000
42.00		4.50	39.077	36.479	37.129	1120.000
	45.00	4.50	42.077	39.479	40.129	1300.000
48.00		5.00	44.752	41.866	42.587	1470.000
	52.00	5.00	48.752	45.866	46.587	1760.000
56.00		5.50	52.428	49.252	50.046	2030.000
	60.00	5.50	56.428	53.252	54.046	2360.000
64.00		6.00	60.103	56.639	57.505	2680.000
	68.00	6.00	64.103	60.639	61.505	3060.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางเกลียวเมตริกแบบมาตรฐานระหว่างประเทศ แบบเกลียวละเอียด

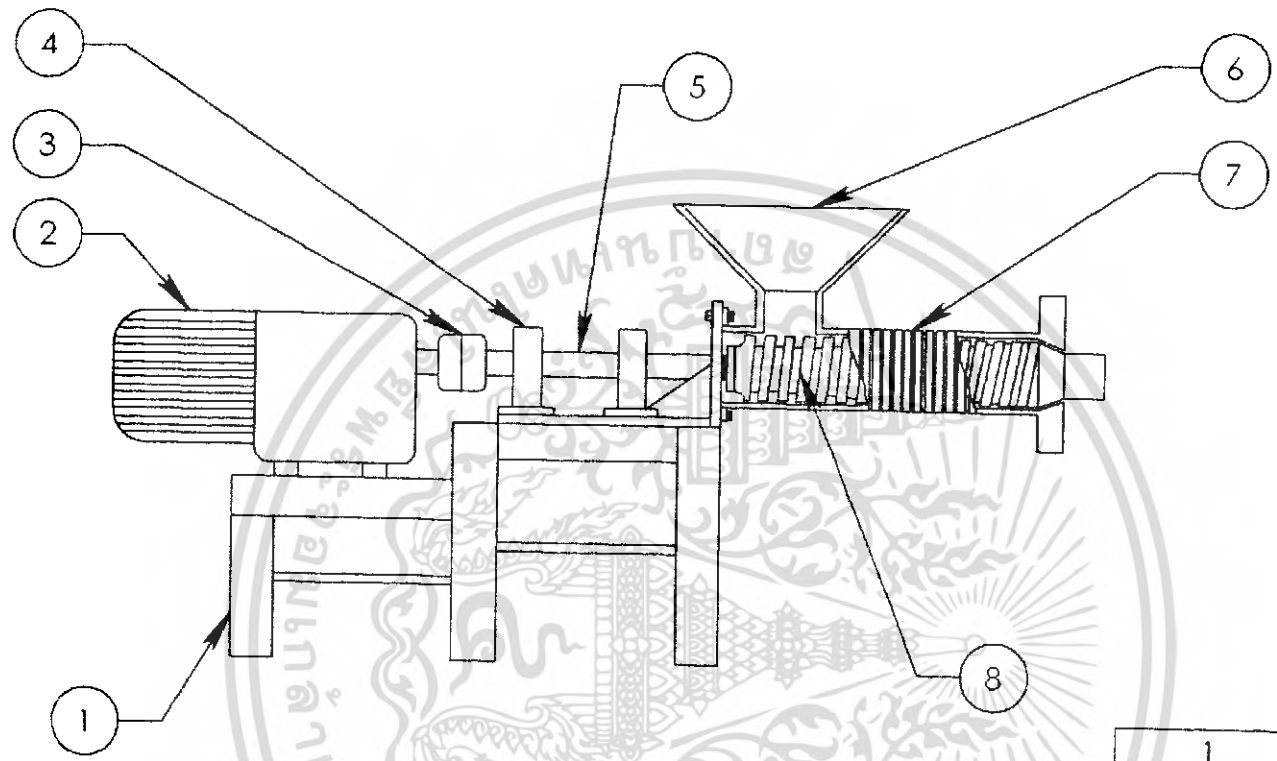
สัญลักษณ์ (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ × ระยะพิตช์ P)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ d_2	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อย d_3	พื้นที่รับความเค้น (A_s) mm^2
M8×1	7.35	6.773	39.2
M10×1	9.35	8.773	64.5
M12×1	11.35	10.773	98.1
M16×1	15.35	14.773	178.0
M20×1	19.35	18.773	285.0
M24×1	23.35	22.773	418.0
M30×1	29.35	28.773	663.0
M12×1.25	11.026	10.16	88.1
M16×1.5	15.026	14.16	167.0
M20×1.5	19.026	18.16	272.0
M24×1.5	23.026	22.16	401.0
M30×1.5	29.026	28.16	642.0
M36×1.5	35.026	34.16	940.0
M42×1.5	41.026	40.16	1290.0
M48×1.5	47.026	46.16	1710.0
M56×1.5	55.026	54.16	2340.0
M64×1.5	63.026	62.16	3080.0
M72×1.5	71.026	70.16	3910.0
M80×1.5	79.026	78.16	4850.0
M20×2	18.701	17.546	258.0
M24×2	22.701	21.546	384.0
M30×2	28.701	27.546	621.0
M36×2	34.701	33.546	915.0
M42×2	40.701	39.546	1260.0
M48×2	46.701	45.546	1670.0
M56×2	54.701	53.546	2300.0
M64×2	62.701	61.546	3030.0
M72×2	70.701	69.546	3860.0
M80×2	78.701	77.546	4790.0
M90×2	88.701	87.546	6100.0
M100×2	98.701	97.546	7560.0
M110×2	108.701	107.546	9180.0
M125×2	123.701	122.546	11900.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางขนาดลิ่มมาตรฐานที่ใช้กับเพลาขนาดต่างๆ

ขนาดเพลา(d) mm	ลิ่มสี่เหลี่ยมผืนผ้า ลิ่มสี่เหลี่ยมจัตุรัส ISO/R 773 ISO/R 774 b×h	ลิ่มแบน ISO 2491 ISO 2492 b×h	แชดเดิลคีย์* DIN 6881 b×h	ลิ่มงางเหลือน ISO 3912		
				b×h_1×R	t_1	t_2
3-4				1.0×1.40×4	1.0	0.6
4-5				1.5×2.60×7	2.0	0.8
5-6				2.0×2.60×7	1.8	1.0
6-7	2×2			2.0×3.70×10	2.9	1.0
7-8	2×2			2.5×3.70×10	2.7	1.2
8-10	3×3			3.0×5.00×13	3.8	1.4
10-12	4×4			3.0×6.50×16	5.3	1.4
12-14	5×5	5×3		4.0×6.50×16	5.0	1.8
14-16	5×5	5×3		4.0×7.50×19	6.0	1.8
16-18	5×5	6×4		5.0×6.50×16	4.0	2.3
18-20	6×6	6×4		5.0×7.50×19	5.5	2.3
20-22	6×6	6×4		5.0×9.00×22	7.0	2.3
22-25	8×7	8×5	8×3.5	6.0×9.00×22	6.5	2.8
25-28	8×7	8×5	8×3.5	6.0×10.0×25	7.5	2.8
28-32	8×7	8×5	8×3.5	8.0×11.0×28	8.0	3.3
32-38	10×8	10×6	10×4.0	10.0×13.0×32	10.0	3.3
38-44	12×8	12×6	12×4.0			
44-50	14×9	14×6	14×4.5			
50-58	16×10	16×7	16×5.0			
58-65	18×11	18×7	18×5.0			
65-75	20×12	20×8	20×6.0			
78-85	22×14	22×9	22×7.0			
85-95	25×14	25×9	25×7.0			
95-110	28×16	28×10	28×7.5			
110-130	32×18	32×11	32×8.5			
130-150	36×20	36×12	36×9.0			
150-170	40×22	40×14				
170-200	45×25	45×16				
200-230	50×28	50×18				
230-260	56×32					
260-290	63×32					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

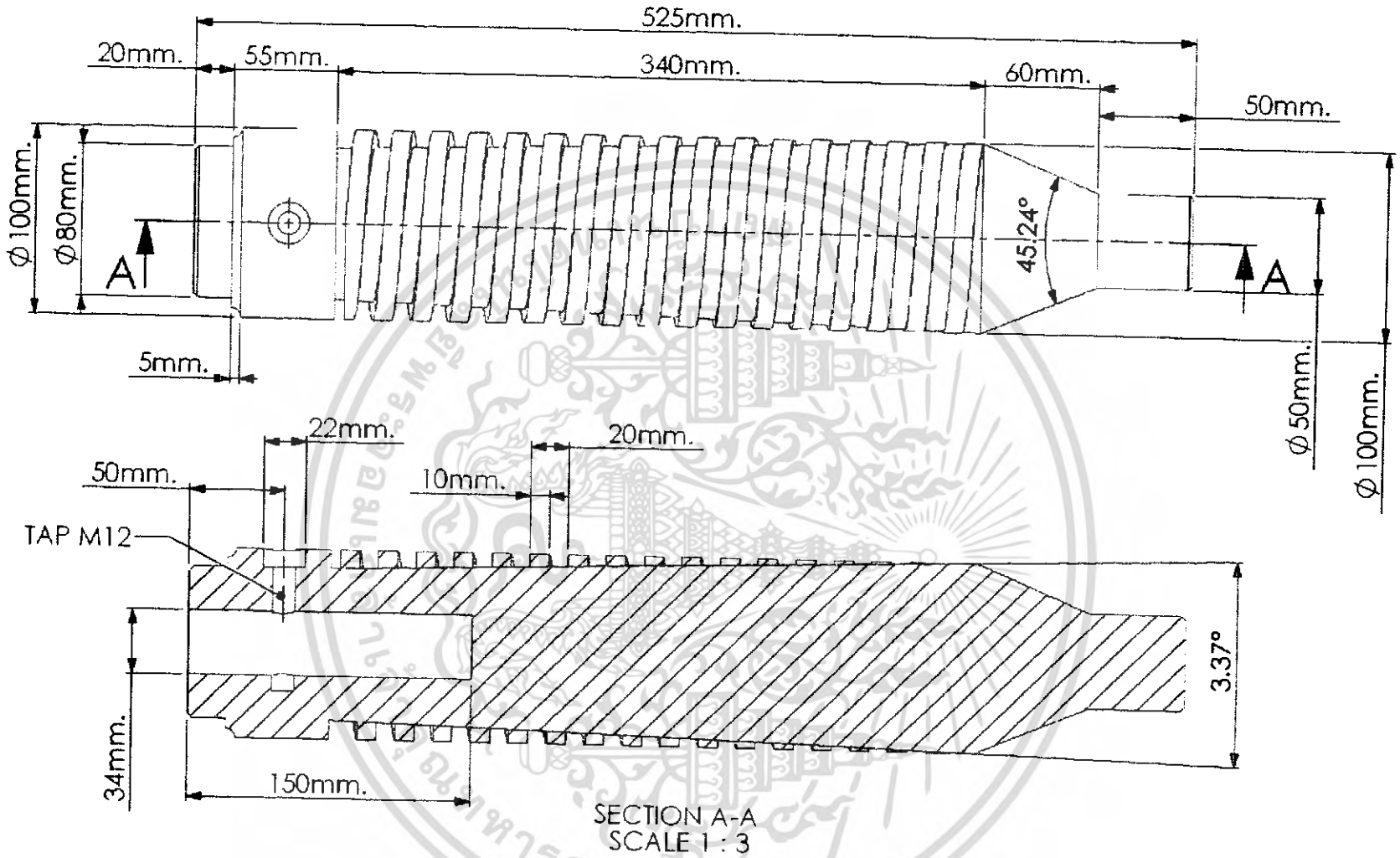


1	ฐานโครงเครื่อง
2	มอเตอร์เกียร์
3	ประกับเพลา
4	แบริ่ง
5	เพลาส่งกำลัง
6	ช่องใส่วัตถุดิบ
7	ปลอกหุ้มสกรูบีบ
8	สกรูบีบน้ำมัน

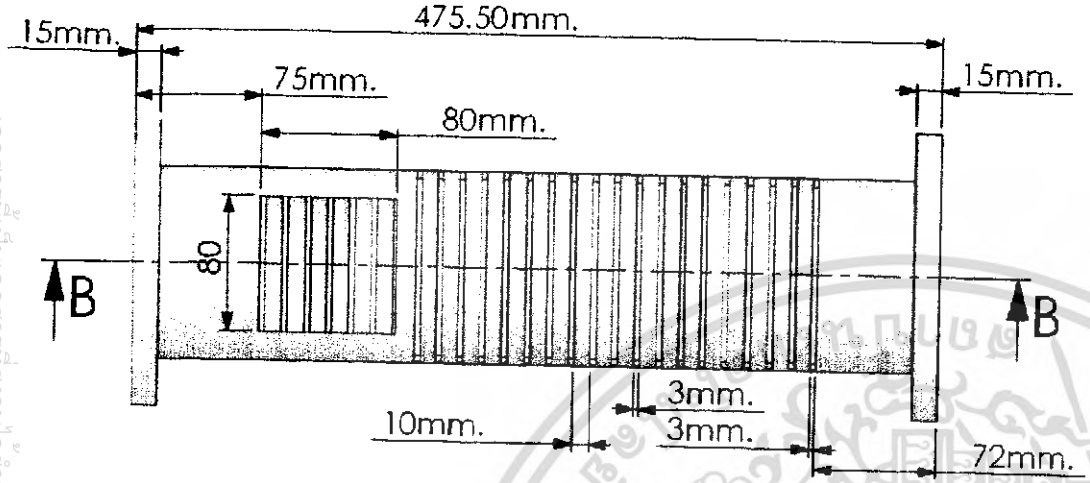
OIL SCREW PRESS MACHINE

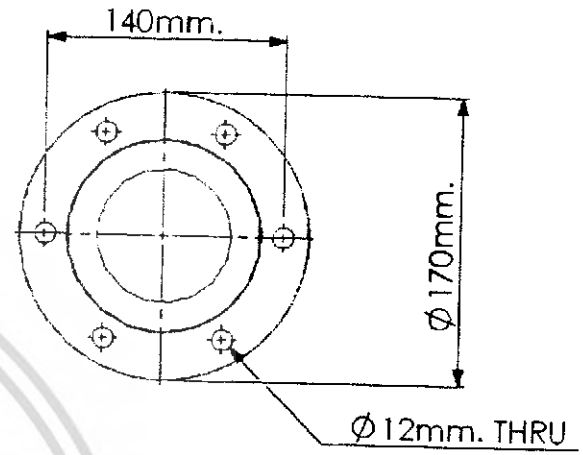
Date :

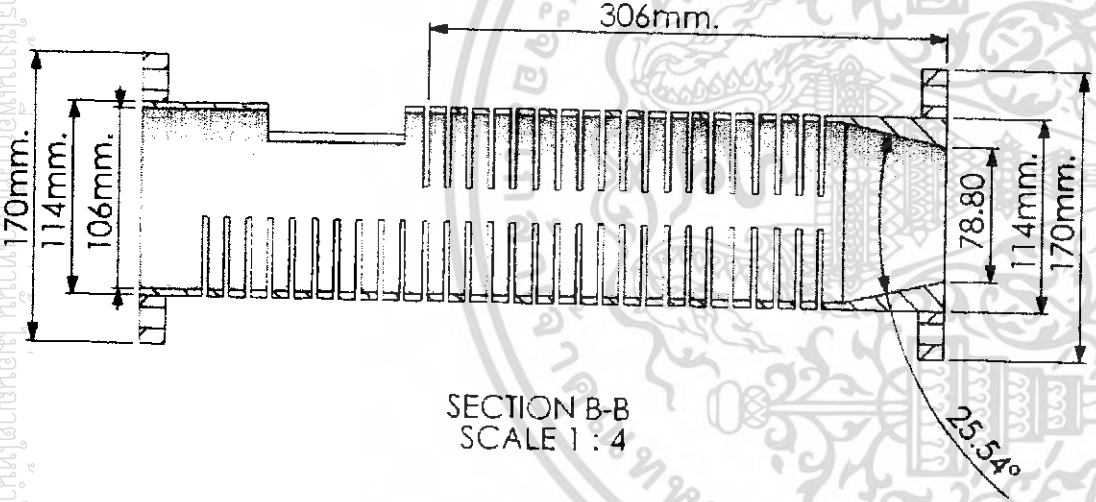
Drawing by T. Nattawut



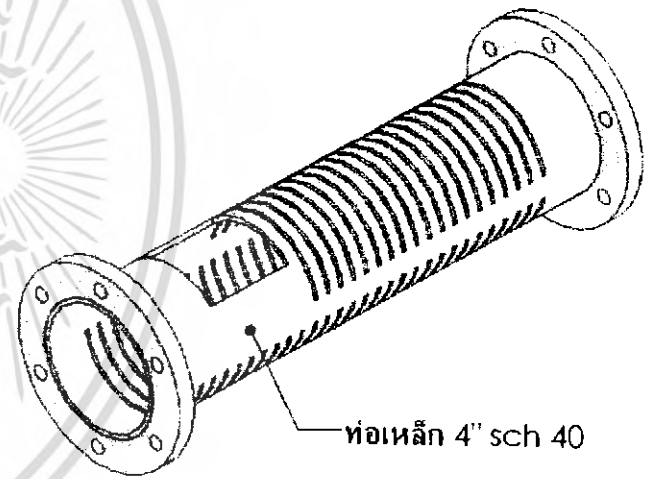
Material เหล็ก	**Screw Press**
Projection ISO-A	Date :
	Drawn By: T. Nattawut
	Sheet : 1



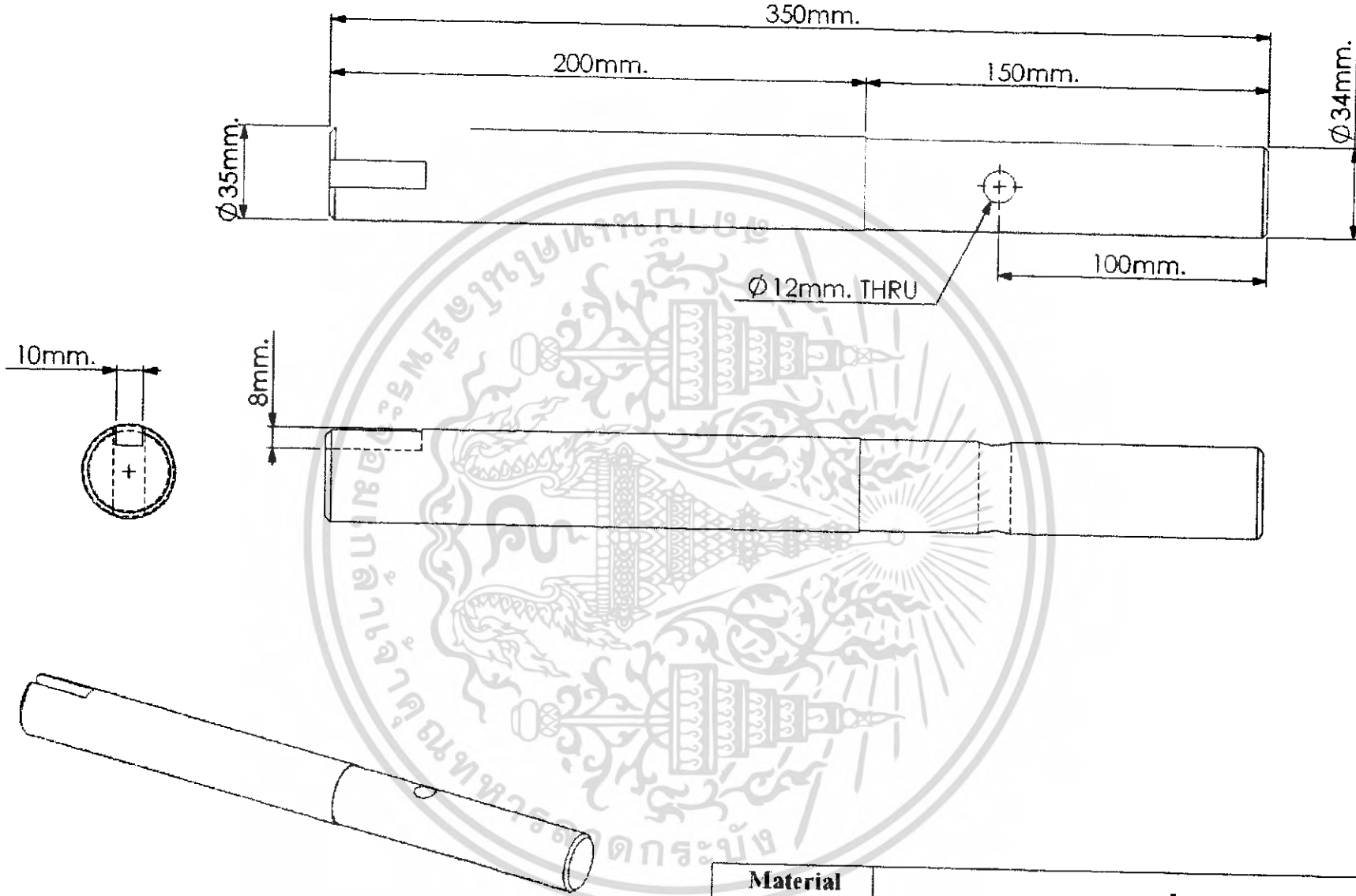




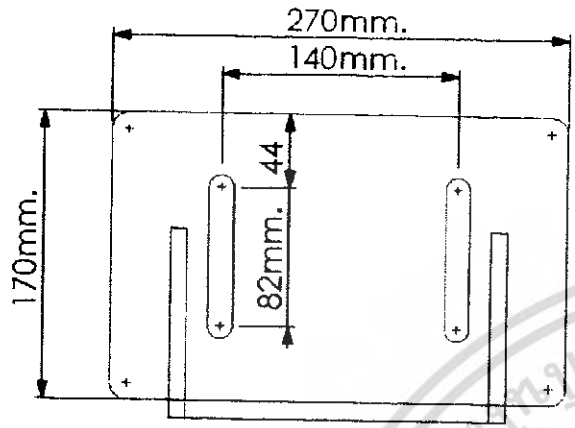
SECTION B-B
SCALE 1 : 4

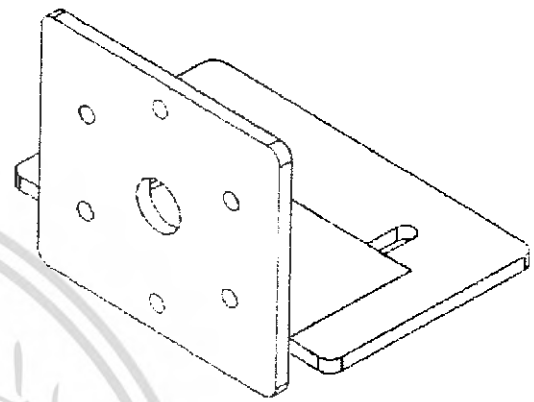


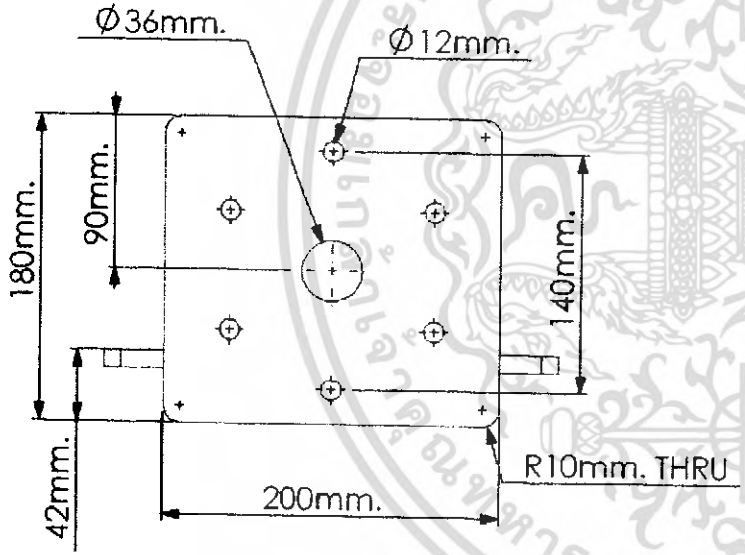
Material เหล็ก	**ปลอกหุ้มสกรูบีบ**
Projection ISO-A	Date :
	Drawn By: T. Nattawut
	Sheet : 2

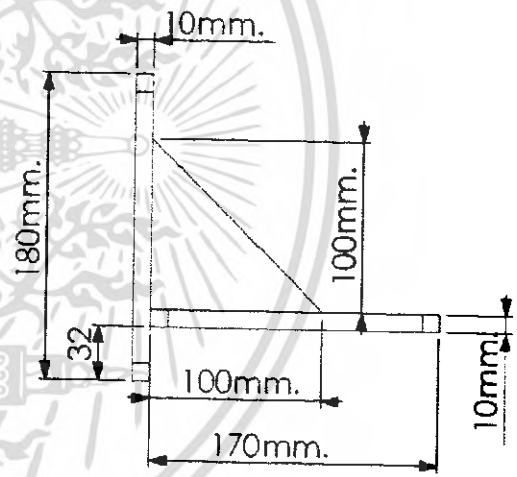


Material เหล็ก	เพลาส่งกำลัง
Projection ISO-A	Date :
Drawn By: T. Nattawut	Sheet : 3

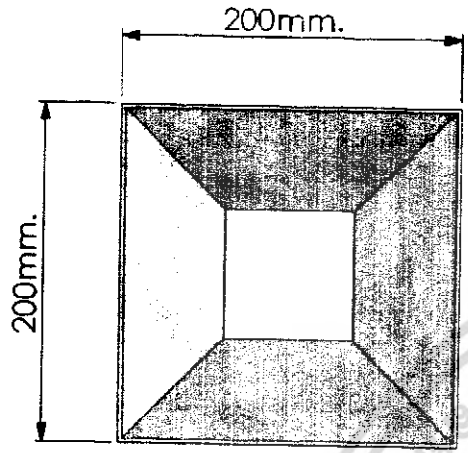


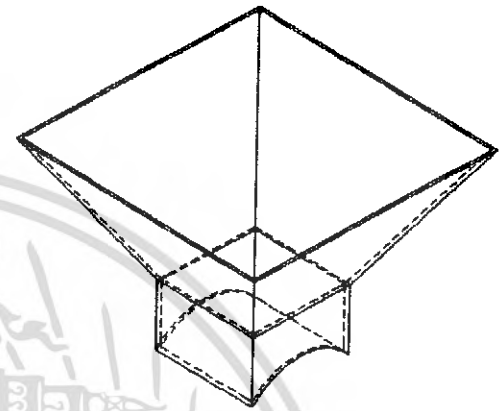


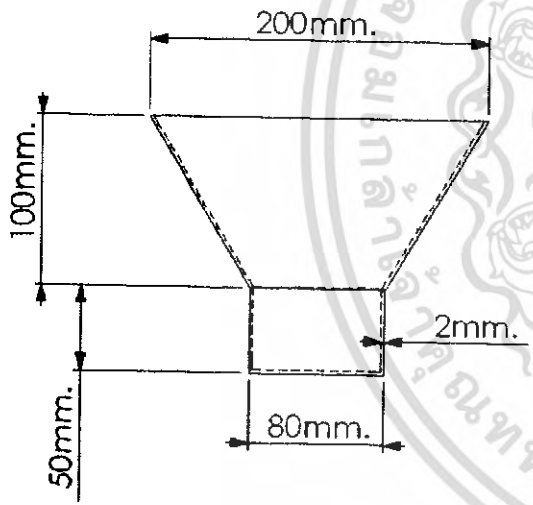


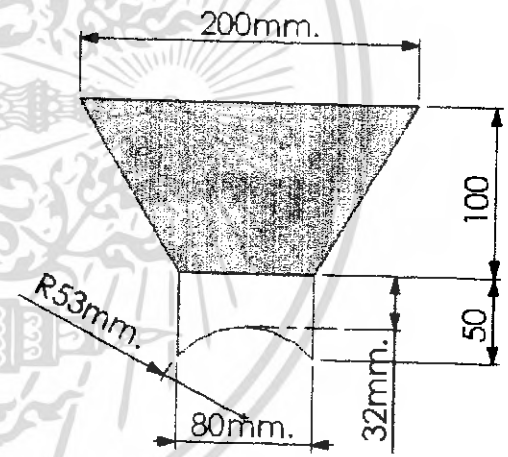


Material เหล็ก	**ที่ยึดปลอกหุ้มสกรูบีบ**
Projection ISO-A	Date :
	Drawn By: T. Nattawut — Sheet : 4

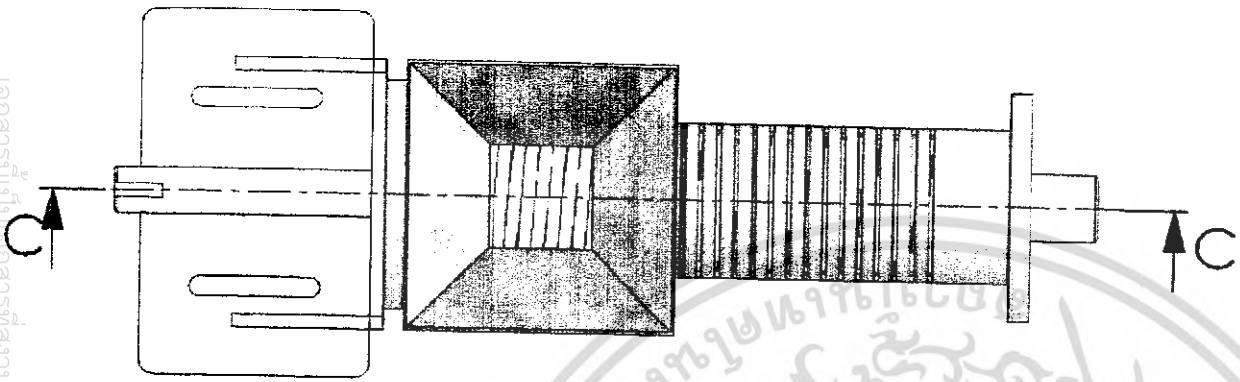


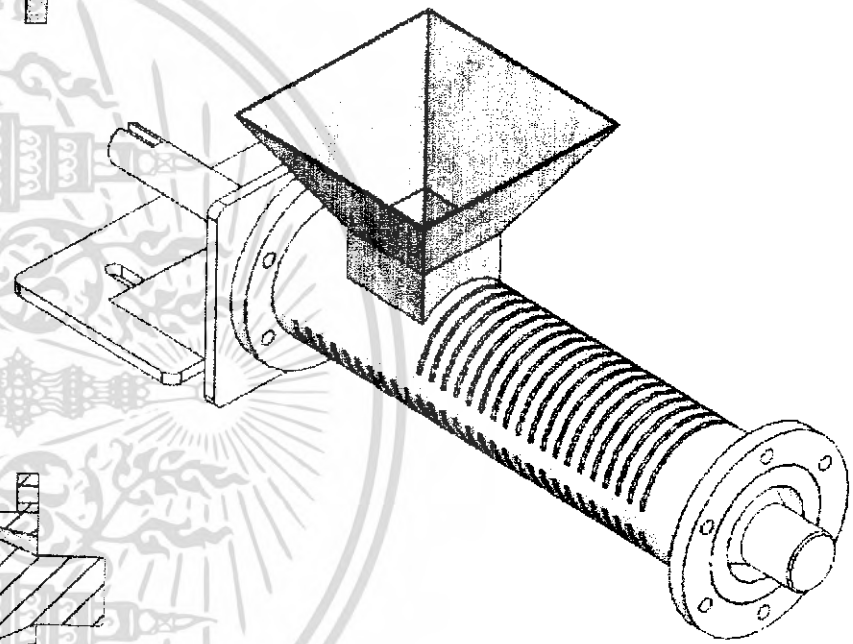


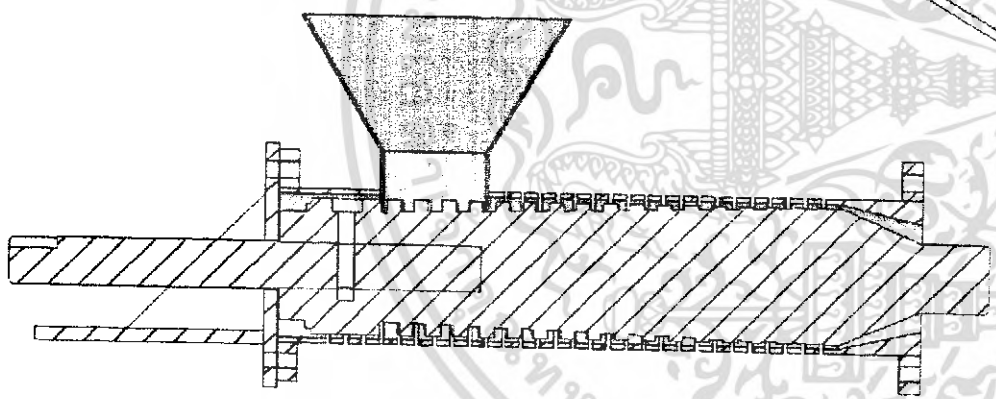




Material เหล็ก	**ช่องใส่วัตถุดิบ**
Projection ISO-A	**Date :**
	Drawn By: T. Nattawut — **Sheet : 5**

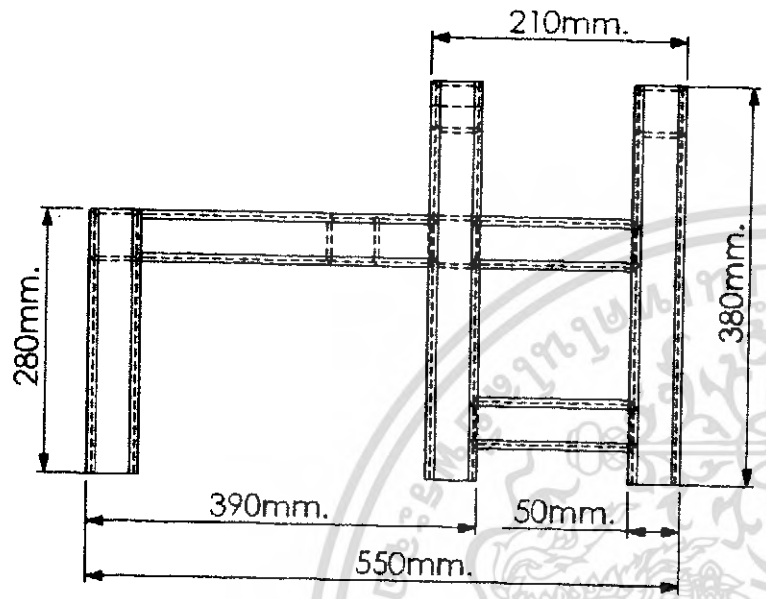


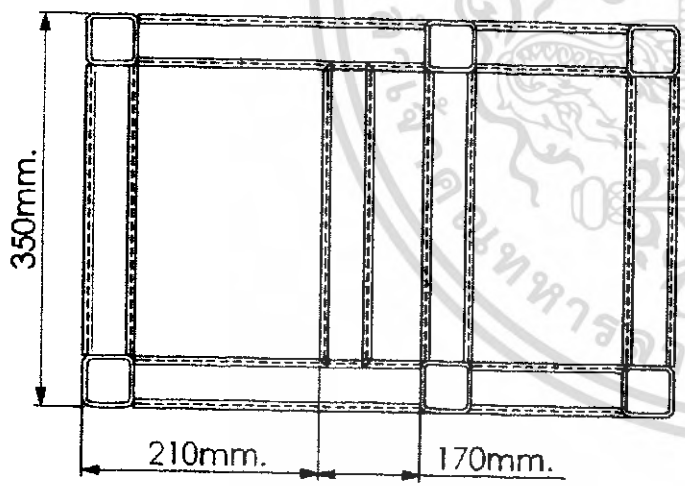


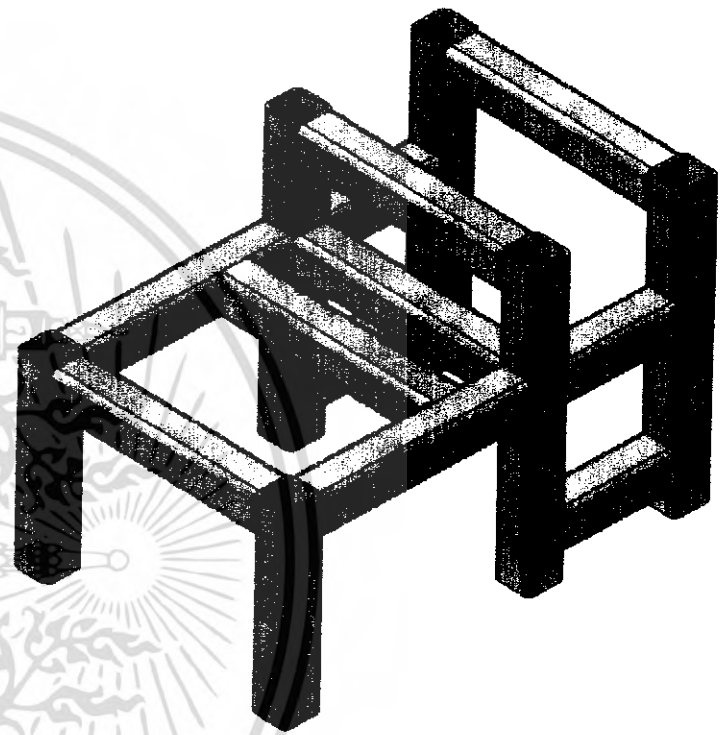


SECTION C-C
SCALE 1 : 5

Material เหล็ก	**ชุดสกรูบีบน้ำมัน**
Projection ISO-A	**Date :**
	Drawn By: T. Nattawut — **Sheet : 6**

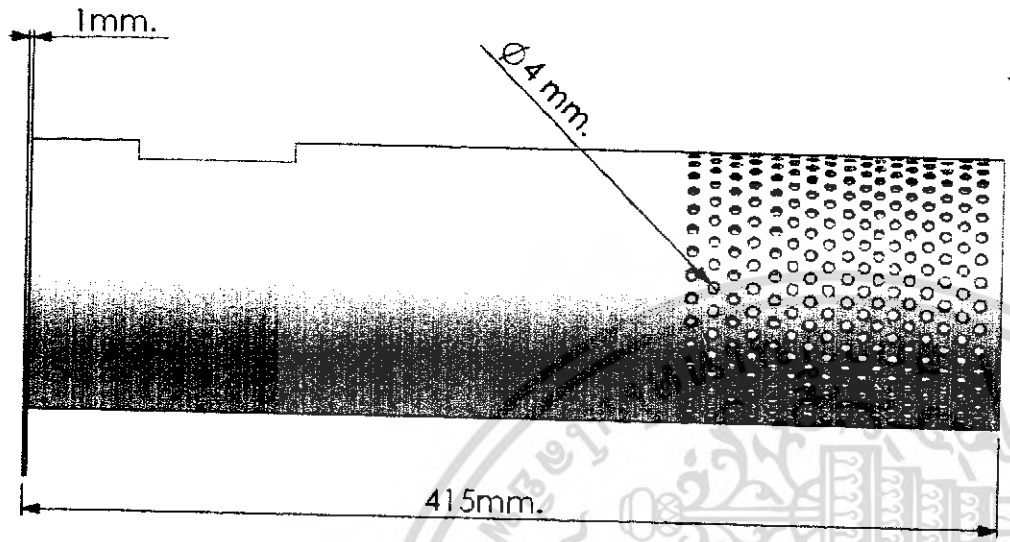


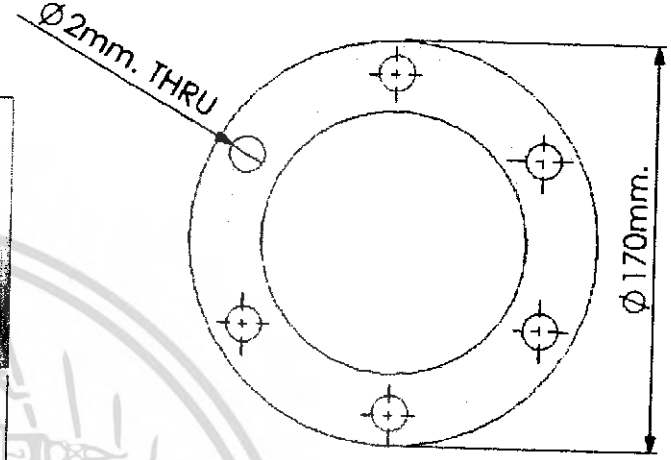


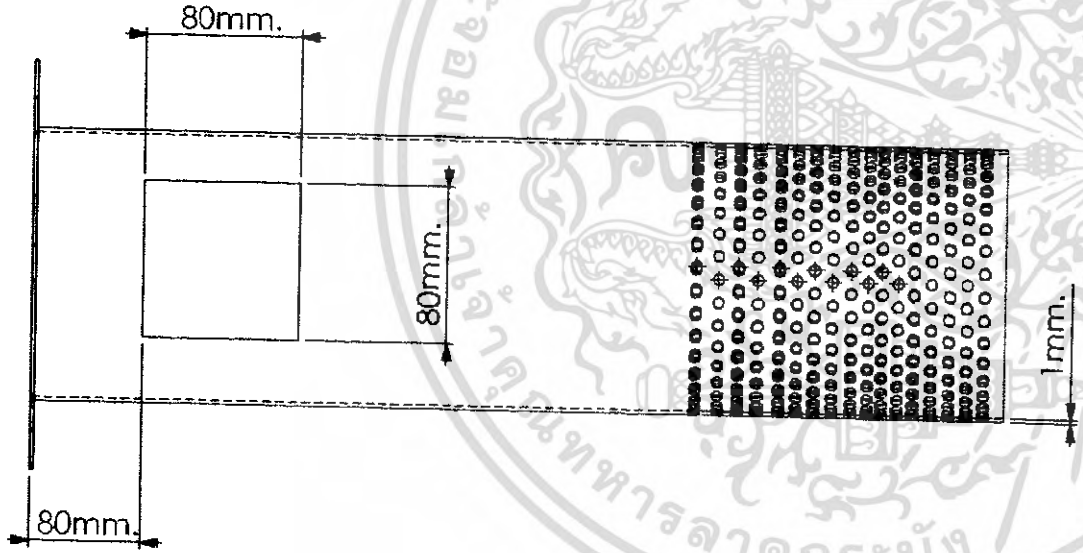


3D View

Material	**Machine Base**
Projection ISO-A	Date :
	Drawn By: T. Nattawut
	Sheet : 7







Material	ปลอกกรองกาก
Projection ISO-A	Date :
	Drawn By: T. Nattawut
	Sheet : 1

สืบค้นข้อมูลออนไลน์ของบทความและปริญญานิพนธ์ได้ที่
www.kmitl.info

บทความประกอบวิชา 01054025 โครงงาน2 ภาคเรียนที่ 2/2550 วันจันทร์ที่ 17 มีนาคม 2551

การออกแบบและพัฒนาเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าว[1]

ณัฐวุฒิ ตระการสุข[2], ณิชา รัตนกานตะดิลก[2], ปิฎก สุขสวัสดิ์[2], จำลอง ปราบแก้ว[3]

บทคัดย่อ

มะพร้าวจัดเป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในประเทศไทย และปริมาณการบริโภคน้ำมันพืชของคนไทยโดยเฉลี่ยก็มีมากขึ้นเรื่อยๆ เป็นผลมาจากการที่คนไทยได้เปลี่ยนค่านิยมจากการบริโภคน้ำมันสัตว์มาเป็นน้ำมันพืชกันมากขึ้น โดยเหตุผลทาง ด้านสุขภาพ มีปริมาณมากเพียงพอ และมีราคาไม่สูง ในโครงงานนี้จึงได้เลือกพัฒนาการบีบอัดน้ำมันมะพร้าวโดยใช้เกลียวอัดซึ่งขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์เกียร์เป็นตัวส่งกำลัง เนื่องมาจากมีประสิทธิภาพในการผลิตทั้งทางด้านปริมาณ ความเร็ว และความสะดวกสบายสูงกว่าวิธีอื่นๆ โดยจะมุ่งเน้นการพัฒนาในด้านการเพิ่มความสามารถในการบีบน้ำมัน ให้ประหยัดเวลาและแรงงานมากที่สุด วิธีการบีบอัดน้ำมันโดยใช้เกลียวอัดนั้น อาศัยแรงอัดไปทำให้น้ำมันที่อยู่ในวัตถุดิบไหลออกมา ในขณะเดียวกันก็ทำให้ผนังเซลล์ของพืชน้ำมันแตกตัวออกมา โดยใช้สกรูอัดที่มีมอเตอร์เป็นต้นกำลังเป็นตัวบีบเนื้อมะพร้าวและน้ำมันจะไหลออกทางรูที่เจาะไว้ในกระบอกอัด ส่วนกากจะไหลออกไปทางหัวบีบที่ปลายกระบอก และออกมาทางช่องทางออกของกาก

Abstract

coconut plays important role in Thailand's economy and our population consumed more and more vegetable oil every year consequence of people have changed their trend of consuming oil from animal to vegetable oil because of more awareness of good health and affordable price. This paper deals with development of an oil-screw press which is driven by gears and transmission motors, since this method gives better performance comparing to other methods. Focusing on improving oil-extracting performance, using minimum time and least labor works. In oil-screw press method, pressure from screw is applied to crunch the nut, its cell membrane would be broken, and the oil would leak out from the punctured holes around the press cylinder. While the cake would then be pressed to the other end of the cylinder and comes out to the waste silo.

Keywords: oil-extracting performance, cell membrane, cake

1. บทนำ

น้ำมันมะพร้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง ซึ่งเกษตรกรนิยมปลูกในเกือบทุกภาคของประเทศ โดยผลผลิตส่วนใหญ่จะใช้ในประเทศ โดยน้ำมันมะพร้าวที่สกัดได้จัดเป็นน้ำมันคุณภาพดี เป็นแหล่งที่มีไขมันไม่อิ่มตัวต่ำ ซึ่งทางการแพทย์และวิทยาศาสตร์พบว่าช่วยลดไขมันและคอเลสเตอรอลได้

ในการบีบน้ำมันออกจากเนื้อมะพร้าวนั้นมีด้วยกันอยู่หลายวิธี เช่น การบีบอัดน้ำมันโดยใช้คั้นโยก การสกัดด้วยตัวทำละลาย การบีบอัดโดยใช้ไฮโดรลิค แต่ในโครงงานนี้เราเลือกพัฒนาการบีบอัดน้ำมันพืชโดยใช้สกรูเกลียวอัดซึ่งขับเคลื่อนด้วยเพลาส่งกำลังและมอเตอร์เกียร์ เนื่องมาจากมีประสิทธิภาพในการผลิตทั้งทางด้านปริมาณ ความเร็ว และความสะดวกสบายสูงกว่าวิธีอื่นๆ

การบีบอัดน้ำมันโดยใช้สกรูเกลียวอัดนั้น อาศัยแรงอัดไปทำให้น้ำมันที่อยู่ในวัตถุดิบไหลออกมา ในขณะเดียวกันก็ทำให้ผนังเซลล์ของพืชน้ำมันแตกตัวออกมา โดยใช้สกรูอัดที่มีมอเตอร์เป็นต้นกำลังเป็นตัวบีบเมล็ดและน้ำมันจะไหลออกทางรูที่เจาะไว้ในปลอกหุ้มสกรูบีบ ส่วนกากที่เหลือจะไหลออกไปทางหัวบีบที่ปลายกระบอก และออกมาทางช่องทางออกของกาก

โดยโครงงานนี้ทางคณะผู้จัดทำ จะมุ่งเน้นการพัฒนาในด้านการเพิ่มความสามารถในการบีบน้ำมันโดยจะทำการปรับเปลี่ยนชุดเกลียวอัด และพัฒนาเครื่องบีบน้ำมันที่ประหยัดแรงงานและเวลาได้มากที่สุด เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรม

[1] ชื่ออังกฤษ "The design and development of coconut oil screw press machine"

[2] นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สจล. ห้อง 4G รหัส 47010241,47010246 และ 47010451 ตามลำดับ

[3] รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สจล , โทร 02-326-4197, อีเมล: kpchamlo@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์

α	มุมฮีลิกซ์	ρ	ความหนาแน่นของมวล
L	ความยาวของสกรู	l	ระยะพิตช์เกลียวหนอนสกรู
m	มวล	d	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลา
θ	มุมบิดของเพลา	d_m	เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของสกรู
D	เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวนอกของสกรู	N	จำนวนรอบการหมุนของเพลา
d	เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวในของสกรู	T_R	แรงบีบของสกรูที่ได้จากกำลังของมอเตอร์
V	ปริมาตรของน้ำมันพืช	T_{total}	โมเมนต์บิดที่ต้องใช้ในการบีบน้ำมัน
F	แรงบีบที่ใช้บีบน้ำมัน	W_p	กำลังงานที่ใช้

2. **วัตถุประสงค์ของโครงงาน**

2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องบีบน้ำมันพืช ที่ให้ปริมาณและคุณภาพของน้ำมันพืชมากกว่าการใช้วิธีบีบน้ำมันพืชวิธีดั้งเดิม

2.2 ออกแบบและพัฒนาเครื่องบีบน้ำมันพืชที่ให้ความคุ้มค่าในการนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรม

3. ขอบเขตของโครงงาน

3.1 พัฒนาเครื่องบีบน้ำมันพืช โดยการออกแบบปรับเปลี่ยนชุดเกลียวอัด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบีบอัดน้ำมัน

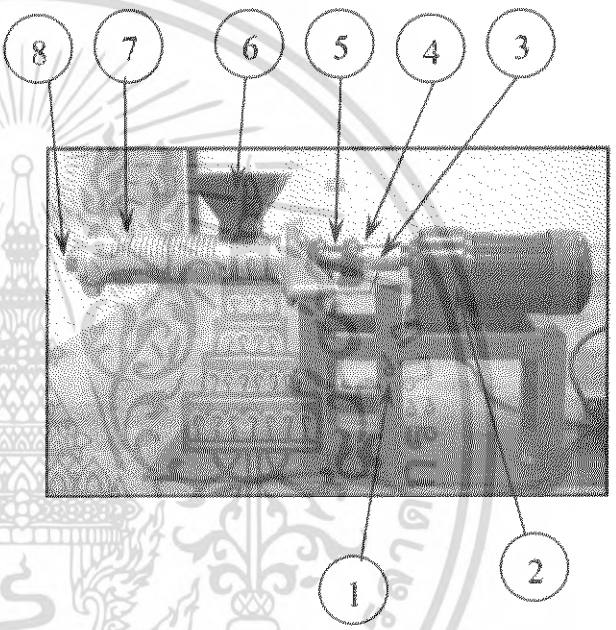
3.2 ออกแบบและคำนวณเพื่อเลือกใช้ชิ้นส่วนต่างๆของเครื่อง

3.3 ทำการหาความสัมพันธ์ของความเร็วรอบของสกรูบีบต่อปริมาณการบีบน้ำมันในช่วงเวลาที่กำหนด ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพในการบีบน้ำมัน

3.4 ทำการหาเปอร์เซนต์กรดไขมันอิสระในน้ำมันที่บีบได้

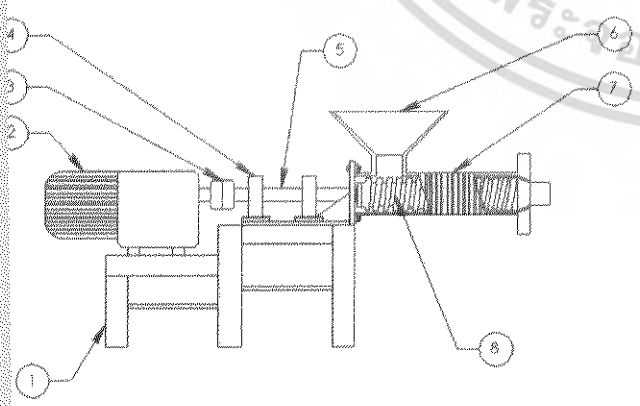
4. ทฤษฎีและการออกแบบเครื่องบีบน้ำมัน

4.1 ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่อง



ส่วนประกอบของเครื่องบีบน้ำมัน

1. ฐานโครงเครื่อง
2. มอเตอร์เกียร์ (gear motor)
3. ประกับเพลา(coupling)
4. แบริ่งที่เพลา
5. เพลาส่งกำลัง(driven shaft)
6. ช่องใส่วัตถุดิบ(hopper)
7. ปลอกหุ้มสกรูบีบ
8. สกรูบีบน้ำมัน(screw press)

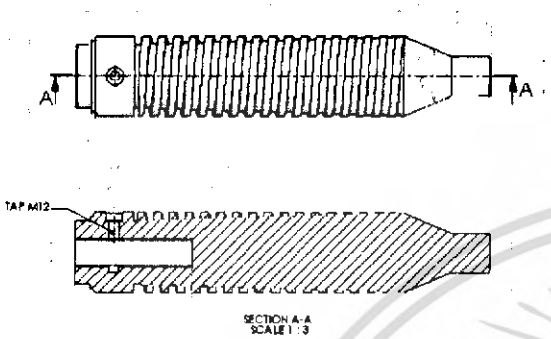


ในการออกแบบเครื่องบีบน้ำมันโดยใช้สกรูอัดจะมีมอเตอร์เกียร์เป็นตัวต้นกำลังโดยจะส่งกำลังผ่านทางประกับเพลาให้กับเพลาส่งกำลังซึ่งยึดติดอยู่กับสกรูบีบน้ำมันโดยตัวสกรูบีบน้ำมันจะหมุนอยู่ใต้ปลอกหุ้มสกรูบีบ เพื่อทำการบีบน้ำมันให้ออกจากเมล็ดและแยกกากออกมาทางช่องออกกากที่อยู่ตอนปลายของสกรูบีบ ทางคณะผู้จัดทำออกแบบโดยเน้นความเรียบง่ายในการสร้างและสามารถใช้งานได้ง่าย แม้แต่ผู้ที่ไม่เคยฝึกการใช้งานเครื่องมาก่อนก็สามารถใช้งานได้ โดยรายละเอียดที่ใช้ในการออกแบบเป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การออกแบบสกรูอัด

ในการออกแบบสกรูอัดจะใช้หลักการออกแบบเหมือนกับสกรูส่งกำลัง โดยออกแบบให้สกรูมีความลึกของร่องสกรูไม่เท่ากัน ร่องสกรูในช่วงแรกของการลำเลียงร่องของสกรูจะมีความลึก และต่อมาความลึกของร่องสกรูจะมีลักษณะเรียวขึ้น เพื่อทำให้เกิดการบีบอัดในการลำเลียงของสกรู ซึ่งมีอัตราส่วนการอัดประมาณ 10:1



ออกแบบให้

ระยะพิตช์ของสกรู	20	mm.
เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวนอก	100	mm.
เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวใน	80	mm.
ความกว้างช่องระหว่างฟัน	10	mm.
ความยาวสกรูเฉพาะส่วนที่มีฟันเกลียว	340	mm.
ความยาวสกรู	525	mm.

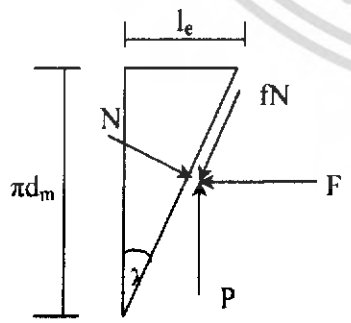
สกรูที่ใช้เป็นสกรู 1 ปาก (n=1) ดังนั้นค่าหลีดของสกรูคือ l_e=np

ดังนั้น l_e=20 mm.

มุมฮีลิกซ์หรือมุมหลีด, α → $\tan\alpha = \frac{l_e}{\pi d_m}$

$$\tan\alpha = \frac{20}{\pi(90)}$$

α = 4.046



รูปแสดงForce Diagram ที่กระทำกับเกลียวในขณะที่เกลียวเคลื่อนไป

$$\sum F_H = 0 \;:\; P - N\sin\lambda - \mu\cos\lambda = 0$$
$$\sum F_V = 0 \;:\; F + \mu\sin\lambda - N\cos\lambda = 0$$

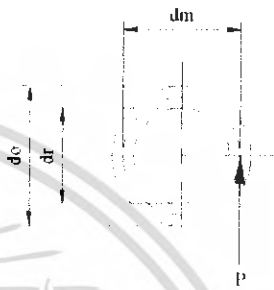
เมื่อเราไม่สนใจกับแรงปกติ (N) จะสามารถหาแรง P ได้

$$P = \frac{F(\sin\lambda + f\cos\lambda)}{(\cos\lambda - f\sin\lambda)}$$

กำจัด $\cos\lambda$ และ $\sin\lambda$ ให้หมดไปโดยใช้ความสัมพันธ์ของ

$\tan\lambda = \frac{l}{\pi d_m}$ จะได้ว่า $P = \frac{F\left[\left(l/\pi d_m\right) + f\right]}{1 - \left(fl/\pi d_m\right)}$

เนื่องจาก $P.d_m = Torque$ จากการออกแบบเกลียว จากรูป



รูปแสดงภาคตัดขวางของเกลียว

ดังนั้นแรงบิด T ที่ต้องใช้ในการบีบน้ำมัน จะได้ว่า

$$T = F\frac{d_m}{2}\left[\frac{l + \pi f d_m}{\pi d_m - fL}\right]$$

4.3 การคำนวณหาโมเมนต์บิดที่ต้องใช้ในการบีบน้ำมัน

ดังนั้นจากค่าเฉพาะต่างๆของสกรู และแรงที่ใช้บีบน้ำมันมะพร้าวให้มีน้ำมันจากการอ่านค่าการทดสอบทดสอบกับเครื่องกดแบบไฮดรอลิก Winner workshop press มีค่าประมาณ 3kg = 29.43N/cm^2 = 294,300N/m^2 และเนื่องจากพื้นที่หน้าตัดของเครื่องทดสอบเท่ากับ 0.007854 m^2 ดังนั้นแรงที่ใช้บีบน้ำมันเท่ากับ 7,704.774 N.

เนื่องจาก พื้นที่ผิวปลอกเฉลี่ยที่มีการบีบอัด เท่ากับ

$$\frac{2\pi rl}{2} = \frac{2\pi(0.05)(0.525)}{2}$$
$$= 0.0825m^2$$

ดังนั้นแรงที่ใช้บีบน้ำมันเท่ากับ 24.3 kN.

จากสมการ $T = F\frac{d_m}{2}\left[\frac{l + \pi f d_m}{\pi d_m - fl}\right]$

T คือแรงบิดที่เราต้องการในการเอาชนะแรงเสียดทานของเกลียว และเพื่อเคลื่อนให้วัตถุดิบเคลื่อนไปข้างหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางค่าcoefficient of friction, f สำหรับวัสดุที่ใช้ทำเสกรู เกลียวและปลอกสกรู

Screw Material	Material			
	Steel	Bronze	Brass	Cast Iron
Steel, dry	0.15-0.25	0.15-0.23	0.15-0.19	0.15-0.25
Steel, machine oil	0.11-0.17	0.10-0.16	0.10-0.15	0.11-0.17
Bronze	0.08-0.12	0.04-0.06	–	0.06-0.09

เนื่องจากเราใช้ Cast iron ในการทำสกรูเราเลือกใช้ f ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานเท่ากับ 0.11

$$T = (24.3\times10^{3})\times0.045\left[\frac{0.020+\pi(0.11)(0.090)}{\pi(0.090)-(0.11)(0.020)}\right]$$

$$= 182.15 \text{ N.m}$$

คำนวณหาแรงบิดในการขับน้ำหนักของสกรูและเพลา

เนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำสกรูและเพลาคือเหล็ก(Cast iron) มีน้ำหนักจำเพาะเท่ากับ 70.6 KN/m^3

- น้ำหนักสกรูหาได้จาก

$$\text{ปริมาตรสกรูโดยประมาณ} = \left(\pi\times\frac{0.1^2}{4}\right)\times0.525$$

$$= 4.123\times10^{-3}m^3$$

$$\text{น้ำหนักของสกรู} = 70.6\times4.123\times10^{-3}$$

$$= 0.291kN = 29.66kg$$

- น้ำหนักของเพลาหาได้จาก

$$\text{ปริมาตรของเพลา} = \pi\times\frac{(35\times10^{-3})^2}{4}\times0.35$$

$$= 3.367\times10^{-4}m^3$$

$$\text{น้ำหนักเพลา} = 70.6 \text{ x } 3.367 \text{ x } 10^{-4}$$

$$= 0.0237 \text{ kN.}$$

$$= 2.423 \text{ kg.}$$

แรงบิดสำหรับขับน้ำหนักเพลาและสกรูจากสมการ $T = I\alpha$

เพลาหมุนด้วยความเร็วรอบจาก 0-60 รอบ/นาที ใช้เวลา = 0.5 วินาที

$$\alpha = \frac{\omega}{t} = \frac{60\times2\pi}{60\times0.5} = 12.566rad/s^2$$

สำหรับสกรู

$$I = \frac{mr^2}{2} = \frac{29.66\times0.05^2}{2}$$

$$= 3.7\times10^{-2}$$

$$T = I\alpha = 3.7\times10^{-2}\times12.566 = 0.465\ Nm$$

สำหรับเพลา

$$I = \frac{mr^2}{2} = \frac{2.423\times0.0125^2}{2}$$

$$= 1.892\times10^{-4}$$

$$T = I\alpha = 1.892\times10^{-4}\times12.566 = 2.38\times10^{-3}\ Nm$$

ดังนั้น T ที่ใช้ขับเพลาและสกรู $= 0.465 + (2.38\times10^{-3})$

$= 0.467$ N.m

ดังนั้นโมเมนต์บิดที่ต้องใช้ในการบีบน้ำมัน คือ

$T_{total} = 182.15+0.467 = 182.617$N.m

4.4 การคำนวณหาขนาดของกำลังมอเตอร์เกียร์ที่ต้องใช้

จากสมการการหากำลังมอเตอร์ เราใช้ค่าโมเมนต์บิดรวมที่ใช้ในการบีบน้ำมันมาคำนวณ

$$W_P = \frac{2\pi TN}{60}$$

$$= \frac{2\pi\times182.617\times60}{60}$$

$$= = 1147.42 \text{ W}$$

เนื่องจากขนาดมอเตอร์ 1 hp = 745.7 W

แต่เนื่องจากค่ากำลังงานที่คำนวณได้ข้างต้นยังไม่รวมภาระที่เกิดจากวัตถุดิบจึงเลือกใช้มอเตอร์เกียร์ขนาด 2 แรงม้า(hp)

ดังนั้น 2 hp = 1491.4 W

โมเมนต์บิดสูงสุดของมอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า จากสมการ

$$T_{motor} = \frac{W_p\times60}{2\pi N}$$

$$= \frac{1491.4\times60}{2\pi\times60}$$

$$= 237.36 \text{ N.m}$$

แต่ค่ากำลังงานที่คำนวณได้ข้างต้นยังไม่รวมภาระที่เกิดจากวัตถุดิบ และภาระการสูญเสียต่างๆที่เกิดตอนปฏิบัติงานจริงของเครื่องจึงเลือกใช้มอเตอร์เกียร์ขนาด 2 แรงม้า(hp)

เมื่อคิดให้มอเตอร์ทำงานมีประสิทธิภาพเพียง 85% จะทำงานได้ 0.85(1491.4) =1267.69 ก็ยังเพียงพอในการใช้บีบน้ำมัน

คำนวณหาแรงบีบของสกรูที่ได้จากกำลังของมอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า จากค่าโมเมนต์บิดที่ใช้สำหรับบีบวัตถุดิบเพียงอย่างเดียว

$= T_{motor} - T_{total} = 237.36 - 182.617$N.m

$= 54.743$ N.m

ดังนั้นแรงบีบของสกรูที่ได้จากกำลังของมอเตอร์ 2 แรงม้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$T_R = F_{rm}\left(\frac{1+\pi f d_m}{\pi d_m - fl}\right)$$

$$54.743 = F(0.045)\left[\frac{(0.020)+(\pi\times 0.11\times 0.090)}{(\pi\times 0.090)-(0.11\times 0.020)}\right]$$

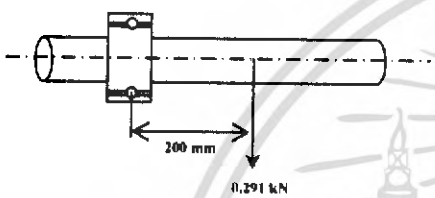
$$54.743 = F(0.045)(0.182)$$

$$F = 6684.126N$$

$$F = 6.684kN$$

แรงบีบของสกรูอัดที่ได้จากกำลังของมอเตอร์ 2 แรงม้า คือ 6.684 kN

4.9 คำนวณหาขนาดเพลา



โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับเพลาเป็นโมเมนต์ที่เกิดจากน้ำหนักของสกรูบีบ

$$M = 0.291\times 200 = 58.2kN.mm$$

โมเมนต์บิดที่เกิดมาจากกำลังมอเตอร์ 2 แรงม้า

$$T = \frac{W_p\times 60}{2\pi N} = \frac{1491.4\times 60}{2\pi\times 60} = 237.36\,N.m$$

โมเมนต์บิดสูงสุดที่เกิดมาจากกำลังมอเตอร์ มีค่าเท่ากับ 237.36 N.m

ตัวประกอบความล้าของเพลาหมุนที่มีแรงสม่ำเสมอ C_M=1.5, C_T=1.0

(จากตารางค่าตัวประกอบการล้าที่9.2 ในเล่มการออกแบบเครื่องจักรกล 1ของศ.ดร.วริทธิ์ อึ้งภากรณ์)

สำหรับเพลาที่มีร่องลิ่มค่าความเค้นเฉือนสำหรับการออกแบบที่แนะนำ

$$\tau_d = 41\frac{N}{mm^2}$$

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau}\left[(C_T T)^2 + (C_m M)^2\right]^{1/2}$$

$$= \frac{16}{\pi\times 41}\left[(1\times 237360)^2 + (1.5\times 58200)^2\right]^{1/2}$$

$$d^3 = 31415.51$$

$$d = 31.4mm$$

เลือกใช้เพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 35 mm.ตามมาตรฐาน ISO/R775-1969

จากขนาดเพลาที่ออกแบบขนาดเท่ากับ35 mm. เลือกใช้ลิ่มสี่เหลี่ยมผืนผ้าISO/R773 ซึ่งมีขนาดความกว้าง 10 mm. สูง 8 mm. ความยาวลิ่มเท่ากับ 36 mm. ตามขนาดมาตรฐานระหว่างประเทศ

4.10 คำนวณหาขนาดสลักเกลียวที่ใช้ยึดระหว่างเพลาและสกรูบีบ

แรงบิดสูงสุด T_{max}=237.36 N.m

แรงเฉือนที่กระทำกับสลักเกลียว $F = \frac{T}{r}$

$$= \frac{237.36}{17.5\times 10^{-3}}$$

$$= 13.56kN$$

เลือกใช้สกรูระดับชั้นความแข็ง 6.9 ความแข็ง = 540 N/mm^2

จาก $\sigma = \frac{F}{A_s}$ และ $\tau = 0.6\sigma$

$$\tau = 0.6\times 540 = 324\frac{N}{mm^2}$$

ค่าความปลอดภัย = 3

หาค่าความเค้นเฉือนที่ใช้สำหรับออกแบบ

$$\tau_d = \frac{324}{3} = 108\frac{N}{mm^2}$$

$$A_S = \frac{F}{\sigma} = \frac{13560}{108} = 125.56mm^2$$

จาก $\frac{\pi d^2}{4} = A_S$

$$d = \sqrt{\frac{125.56\times 4}{\pi}} = 12.64mm^2$$

เลือกใช้สลักเกลียวแบบเกลียวละเอียดขนาด M12x1.5

4.11 คำนวณขนาดสลักเกลียวยึดหน้าแปลน

ก่อนอื่นต้องหาแรงกดจากการอัดที่เกิดจากการบีบอัดของสกรูตามแนวแกน

จากโมเมนต์บิดที่ใช้สำหรับบีบอัด=T_{total}-$T_{ที่ใช้กับเพลาและลูกปืน}$

=237.36-0.467=236.893N.m

ดังนั้นจะหาแรงบีบได้จาก $T = F\frac{d_m}{2}\left[\frac{l+\pi f d_m}{\pi d_m - fl}\right]$

$$236.893 = F(0.045)\left[\frac{0.020+\pi(0.11)(0.090)}{\pi(0.090)-(0.11)(0.020)}\right]$$

$$236.893 = F(8.2\times 10^{-3})$$

ดังนั้น แรงบีบที่ได้ $F = 28.9kN$

ใช้สลักเกลียวระดับชั้นความแข็ง6.9 มีความเค้นพิสูจน์ 540N/mm^2

กำหนด ค่าความปลอดภัยเท่ากับN=3

$$\sigma_d = \frac{540}{3} = 180\ N/mm^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

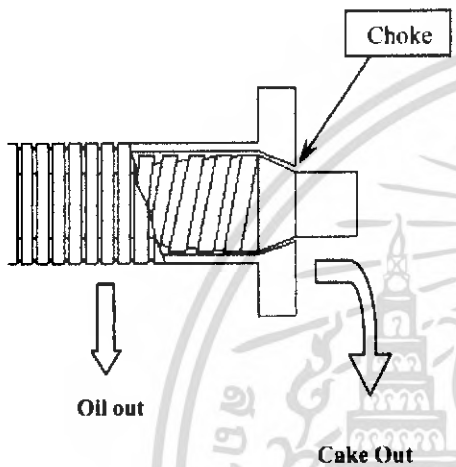
ใช้สลักเกลียวยึดหน้าแปลนทั้งหมดจำนวน 6 ตัว

$$A_s = \frac{F}{\sigma_{tu}} = \frac{28.9\times10^3}{180\times6} = 26.7mm^2$$

ขนาดสกรูจากตารางเกลียวเมตริกแบบมาตรฐานเท่ากับ จึงเลือกใช้ สกรูขนาด M8 x 1.5 มาออกแบบ

4.12 การออกแบบหัวบีบ

ที่ปลายกระบอกเป็นช่องทางออกของกาก มีลักษณะเป็นหัวบีบแบบอั้น ทำหน้าที่เป็นตัวที่ทำให้วัสดุเกิดการอั้นที่ปลายจึงทำให้เกิดการบีบน้ำมันขึ้น และกากจะถูกบีบออกไปที่ทางออกของกากอย่างต่อเนื่อง



รูปแสดงลักษณะของหัวบีบ

4.13 การทดลองเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าว

เนื่องจากเราได้มีการออกแบบให้มีโหลดการทำงานสูงสุด และเราใช้อินเวอร์เตอร์ในการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบในการทำงานของมอเตอร์ เพื่อที่จะมาขับมอเตอร์เกียร์ที่มีอัตราทดที่ 1:5 ดังนั้นเราจำเป็นต้องปรับตั้งค่าที่ตัวอินเวอร์เตอร์ให้ตรงกับค่าที่เราต้องการใช้ในการทดสอบก่อน จากนั้นจึงทำการหาความเร็วรอบที่เหมาะสมและให้ประสิทธิภาพสูงที่สุด

การทดลองโดยการเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์เกียร์

1.วิธีการทดลอง

การเตรียมอุปกรณ์

- ตัวปรับความเร็วรอบ(Inverter)
- เครื่องวัดความเร็วรอบ
- เนื้อมะพร้าวตากแห้งสับละเอียด
- นาฬิกาจับเวลา
- บีกเกอร์วัดปริมาตร

2. การทดลอง

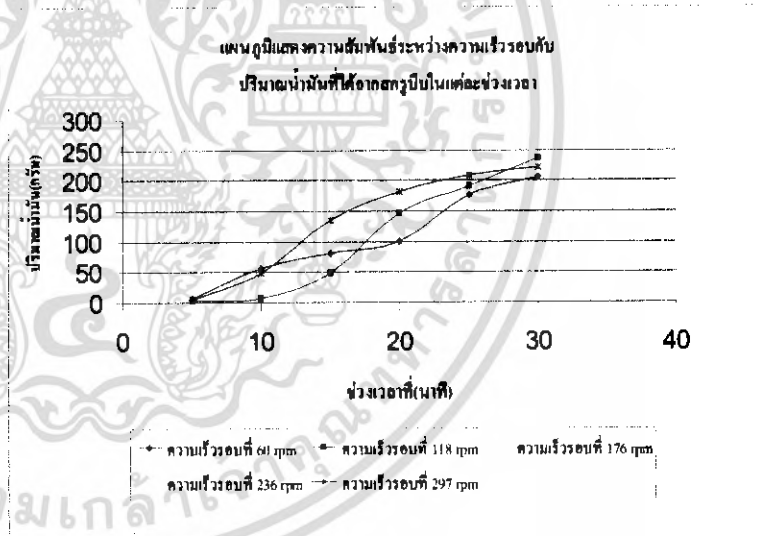
- ใส่วัตถุดิบในปริมาณครั้งละ 1 กิโลกรัม
- ปรับที่ความเร็วรอบ
- จับเวลา(ที่เวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที, 20 นาที, 25 นาที, 30 นาที)

5. **ผลการทดลอง**

ผลการทดลองที่ได้จากการป้อนเนื้อมะพร้าว 1 กิโลกรัม ที่ความเร็วรอบต่างๆ

ตารางที่5.1 ปริมาณน้ำมันที่ได้ในแต่ละครั้งที่ความเร็วรอบต่างๆกัน

ความเร็วรอบ (rpm)	ปริมาณวัตถุดิบ (Kg)	การจับเวลาที่ 5 นาที	การจับเวลาที่ 10 นาที	การจับเวลาที่ 15 นาที	การจับเวลาที่ 20 นาที	การจับเวลาที่ 25 นาที	การจับเวลาที่ 30 นาที
60 rpm	1	6 กรัม	56 กรัม	80 กรัม	100 กรัม	176 กรัม	206 กรัม
118 rpm	1	2.5 กรัม	7 กรัม	48 กรัม	146 กรัม	190 กรัม	236 กรัม
176 rpm	1	20 กรัม	120 กรัม	180 กรัม	232 กรัม	272 กรัม	284 กรัม
236 rpm	1	5 กรัม	14 กรัม	43 กรัม	66 กรัม	98 กรัม	186 กรัม
297 rpm	1	5 กรัม	48 กรัม	134 กรัม	181 กรัม	208 กรัม	221 กรัม



5.1 การทดสอบคุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าว

เราจะทดสอบคุณภาพของน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากเครื่องบีบเย็นแบบสกรูอัดโดยการหาค่ากรดไขมันอิสระ (Free Fatty acid of Coconut Oil)ได้ด้วยวิธีการไตเตรตเพื่อหาเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ

1. อุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลอง

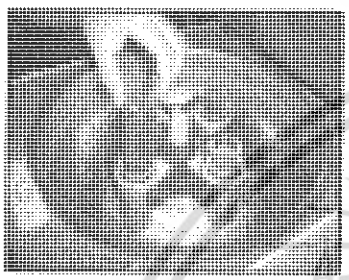
- เครื่องบีบน้ำมันแบบสกรูอัด
- เครื่องปั่นเหวี่ยงเพื่อตกตะกอน(Centrifuge)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

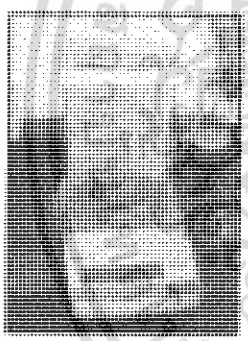
- หลอดทดลอง
- เครื่องชั่งสารแบบดิจิตอล
- อุปกรณ์ต้มน้ำร้อน เช่น แผ่นเพลตให้ความร้อน
- โซเดียมไฮดรอกไซด์(NaOH) 0.102 โมลาร์
- เอทานอล(C_2H_5OH) 20 ml.
- อุปกรณ์ที่ใช้ไตเตรต เช่น ฟีนอล์ฟทาลีน

2. ลำดับขั้นตอนการหากรดไขมันอิสระ

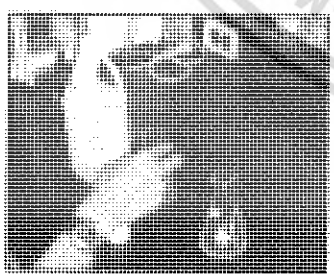
2.1 นำน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบด้วยเครื่องบีบแบบสกรูอัด ปริมาณ 50 ml.มาเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงเพื่อตกตะกอน(Centrifuge)โดยใช้เวลาในการปั่นเหวี่ยง 60 นาที



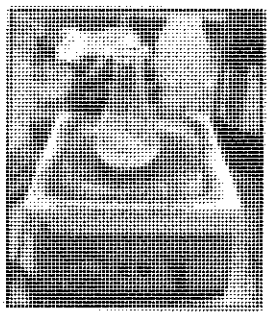
2.2 นำน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการแยกตะกอนไปใส่ขวดทดลองโดยใช้ปริมาณน้ำมัน 20 ml.



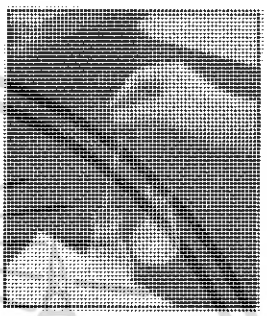
2.3 ใส่เอทานอล(C_2H_5OH)ปริมาณ 20 ml.ลงไปในขวดทดลองที่มีน้ำมันมะพร้าว 20 ml.



2.4 นำขวดทดลองที่ผสมน้ำมันมะพร้าวกับเอทานอลไปต้มที่แผ่นเพลตให้ความร้อนจนเดือด



2.5 นำน้ำมันมะพร้าวที่ผสมกับเอทานอลซึ่งได้รับต้มจนเดือดแล้ว รอสักครู่จนเย็นตัวลงเล็กน้อย แล้วจึงหยดฟีนอล์ฟทาลีนจำนวน 4-5หยด ลงไปในขวดทดลอง



2.6 นำน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากขั้นตอนที่2.5 ไปทำการไตเตรตด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์(NaOH) 0.102โมลาร์ จนสีของน้ำมันมะพร้าวในขวดทดลองเปลี่ยนสีเป็นสีชมพูอ่อน จากนั้นอ่านค่าของโซเดียม-ไฮดรอกไซด์(NaOH)ที่ใช้ ซึ่งอ่านค่าได้ 2.35 ml. บันทึกผล

3. คำนวณหาค่ากรดไขมันอิสระของน้ำมันมะพร้าว (Free Fatty acid of Coconut Oil)

เราจะคำนวณหาค่ากรดไขมันอิสระของน้ำมันมะพร้าว (Free Fatty acid of Coconut Oil)ได้จากสูตร

$$\% \text{ Free Fatty Acid} = \frac{\text{ml. of alkali x N x 25.6}}{\text{Weight of oil}}$$

$$\% \text{ Free Fatty Acid} = \frac{\text{Volume of NaOH x N x 25.6}}{\text{Weight of oil}}$$

N คือ ค่าความเข้มข้นของสารที่ใช้ในการไตเตรต,โมลาร์

เมื่อเราใช้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวในการทดสอบเท่ากับ 20 ml. ปริมาณค่าของโซเดียมไฮดรอกไซด์(NaOH)ที่ใช้ ซึ่งอ่านค่าได้ 2.35 ml.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\% \text{ Free Fatty Acid} = \frac{2.3 \times 0.102 \times 25.6}{20}$$

$$\% \text{ Free Fatty Acid} = 0.3\%$$

จากผลการทดสอบคุณภาพน้ำมันมะพร้าวซึ่งได้จากการบีบเย็นด้วยวิธีการบีบแบบสกรูอัด เราจะพบว่าน้ำมันมะพร้าวที่ได้นั้นมีการสูญเสียคุณประโยชน์ไปเป็นส่วนน้อย จากค่าของ % Free Fatty Acid = 0.3% ซึ่งมีค่าต่ำแสดงถึงคุณภาพของน้ำมันมะพร้าวที่ได้จัดเป็นน้ำมันมะพร้าวคุณภาพดี สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น การนำไปสกัดเป็นส่วนผสมของเชื้อเพลิงไบโอดีเซล หรือเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางค์

5.2 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะรวมถึงคุณสมบัติของเนื้อมะพร้าวที่จะนำมาใช้บีบน้ำมันมะพร้าวนั้น เราควรเลือกใช้เนื้อมะพร้าวที่ผ่านการให้ความร้อนโดยผ่านการอบที่อุณหภูมิต่ำ 50-60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง เพื่อกำจัดปริมาณของน้ำที่ยังเหลืออยู่ในเนื้อมะพร้าว ซึ่งจะทำให้น้ำมันมะพร้าวที่เราได้จากเครื่องบีบมีความบริสุทธิ์ของน้ำมันสูง

จากการทดลองในขั้นต้นพบว่าการบีบอัดน้ำมันด้วยสกรูอัดนั้นต้องใช้แรงบิดสูง ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงเลือกใช้มอเตอร์เกียร์ซึ่งต่อตรงกับเพลาด้วยคัปปลิ้ง แทนการใช้การขับเคลื่อนแบบสายพานซึ่งจะสูญเสียกำลังมากกว่า โดยมีข้อสรุปดังนี้

1. การทดลองบีบน้ำมันมะพร้าวที่ความเร็วรอบต่างๆกันนั้น จะทำให้ได้ความเร็วรอบที่เหมาะสมที่จะใช้ในการบีบอัดเนื้อมะพร้าวสับละเอียดเพื่อให้ได้ปริมาณน้ำมันสูงที่สุดในช่วงเวลาสั้นที่สุด

2. การทดลองหาปริมาณการเกิดกรดไขมันอิสระในน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบเย็น เพื่อหาคุณภาพของน้ำมันที่ได้หลังการบีบ

5.3 สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบการบีบน้ำมันด้วยเครื่องบีบน้ำมันแบบสกรูอัด โดยใช้วัตถุดิบเป็นเนื้อมะพร้าวอบแห้งสับละเอียดซึ่งเราจะทดสอบที่ความเร็วรอบของสกรูต่างๆและจับเวลาและวัดปริมาณน้ำมันที่บีบได้ในทุกๆ 5 นาทีไปจนกระทั่งครบ 30 นาที พบว่า ที่ความเร็วรอบ176rpm ได้ปริมาณน้ำมันออกมามากที่สุด รองลงมาคือ 118rpm 60rpm 297rpm และ236rpm ตามลำดับ และพิจารณาจากกราฟจะพบว่าการทดลองบีบน้ำมันที่รอบต่ำๆจะได้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยมากกว่าทดลองที่รอบสูง เป็นผลมาจากเมื่อความเร็วรอบของมอเตอร์สูง จะให้แรงบิดที่ต่ำ แต่เมื่อทำการทดลองที่รอบต่ำเกินไป 60rpm จะเห็นได้ว่าทั้งๆที่แรงบิดสูงแต่มีประสิทธิภาพการลำเลียงต่ำก็จะเป็นผลให้ในตอนแรกได้ปริมาณน้ำมันต่ำอย่างเห็นได้ชัด

การทดลองบีบน้ำมันที่รอบสูง ในตอนแรกการลำเลียงดีเกินไปประกอบกับแรงบิดน้อย ทำให้มะพร้าวที่ใส่ลงไปแรกๆจะไม่เกิดการอั้นจะถูกบีบออกไปทางช่องออกของกากเลย จึงทำให้ปริมาณน้ำมันในนาทีแรกๆต่ำ แต่เมื่อทดลองที่ความเร็วรอบสูงถึงจุดหนึ่ง(297rpm) มะพร้าวที่ใส่ลงไปจะถูกบดจนละเอียดเป็นฝอยตั้งแต่ต้นสกรู จึงทำให้บีบน้ำมันออกมาได้ง่าย ปริมาณน้ำมันจึงมากขึ้นมาอีกครั้ง

5.4 วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่เก็บผลได้ อาจมีการผิดพลาดเล็กน้อย เนื่องมาจากวัตถุดิบทั้งหมดไม่ได้อบพร้อมกัน ทำการอบแบ่งเป็นชุดๆ จึงทำให้ปริมาณน้ำมันที่คงอยู่ในวัตถุดิบแตกต่างกันไปเล็กน้อย

5.5 ปัญหาที่พบในการทดลอง

1. ช่องทางออกของน้ำมันมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้กากของวัตถุดิบบางส่วนได้ถูกบีบอัดปนออกมากับน้ำมัน

2. เกิดการอุดตันของกากที่ถูกบีบอัดแล้ว ในบางส่วนของช่องทางออกของน้ำมัน

3. น้ำมันที่ได้จากการบีบอัดแล้วบางส่วนไหลปนออกมาทางช่องทางออกของกาก

4. ขณะทำการเดินเครื่องบีบน้ำมันที่ความเร็วรอบสูงๆ ตัวสกรูบีบจะมีการสายเล็กน้อย ทำให้การบีบน้ำมันทำได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ

5. หากเนื้อของวัตถุดิบมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงเกินไป จะทำให้เนื้อวัตถุดิบอัดตัวตามร่องสกรู ส่งผลให้น้ำมันที่บีบได้มีปริมาณน้อย

5.6 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่อง

1. ติดตั้งแผ่นตะแกรงที่มีรูพรุนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตรเข้าไปภายในปลอกหุ้มสกรูบีบเพื่อช่วยในการกรองกากออกจากน้ำมัน
2. ควรติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากช่องใส่วัตถุดิบ
3. หยอดน้ำมันหล่อลื่นที่แบริ่งทุกครั้งที่ใช้งาน
4. หลังใช้งานทุกครั้งควรถอดปลอกหุ้มสกรูบีบมาทำความสะอาด เพื่อไม่ให้เกิดการอุดตันของกาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Joseph E. Shigley,Charles R. Mischke,Richard G. Budynas, "Mechanical Engineering Design", McGraw Hill 7th Edition
[2] R.C.HIBBELER, "Mechanics of Materials",4th ed.,Prentice Hall,2000
[3] Ademola Oyinlola, "Development of a laboratory model screw press for peanut oil expression",Journal Of Food Engineering,Elsevier,2004
[4]Akitayo B.A. Akiwumi,Michael W. Bassey, "A heat assisted palm oil screw press",Siera Leone
[5]วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, "การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม1", ซีเอ็ดยูเคชั่น ,2522
[6]ฝ่ายสิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยาและพลังงาน, "การผลิตน้ำมันมะพร้าวบีบเย็นคุณภาพสูง",สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้