

6000 20032



รายงานโครงการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์

การออกแบบและสร้างเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว DESIGN AND CONSTRUCTION OF DUST AND FIBERS FROM COCONUT HUSKS

พิชญา พิศสุวรรณ

Pichaya Pitsuwan

064421

จักรนรินทร์ ฉัตรทอง

Jaknarin Chatthong

633.1046

วรพงศ์ บุญช่วยแทน

Worapong Boonchouytan

W 323

2555

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนโครงการพัฒนาโครงการงาน/สิ่งประดิษฐ์
จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2555

หนังสือนี้เป็นสมบัติของห้องสมุด
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา
ผู้ใดพบเห็น กรุณาส่งคืน สำนักหอสมุด

การออกแบบและสร้างเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว

พิชญา พิศสุวรรณ¹ จักรนรินทร์ ฉัตรทอง¹ และ วรพงศ์ บุญช่วยแทน¹

บทคัดย่อ

โครงการตั้งประดิษฐ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าวแบบกึ่งอัตโนมัติ เพื่อลดเวลาในกระบวนการผลิตขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว และสามารถสร้างมูลค่าให้กับเปลือกมะพร้าว โดยคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน และคุณภาพของขุยและเส้นใยเป็นสำคัญ หลักการทำงาน คือ ใช้มอเตอร์ 3 แรงม้า พลูเลข 6 ต่อ 8 นิ้ว ความเร็วรอบอยู่ที่ประมาณ 1080 รอบต่อนาที เป็นเครื่องต้นกำลัง การทำงานของเครื่องแบ่งออกเป็น 4 ชุดหลักๆ คือ ชุดต้นกำลัง ชุดส่งกำลัง ชุดใบตี และช่องลำเลียงเส้นใย โดยชุดใบตีอาศัยหลักการตีเปลือกมะพร้าวด้วยฟันตีที่ทำจากเหล็กเพลาชุบแข็ง ซึ่งใช้หลักการฟันตีอิสระ 2 ช่องทางออก 1 ช่องทางวิ่ง โดยทดลองกับเปลือกมะพร้าว 3 ชนิด คือ เปลือกมะพร้าวแห้ง เปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ และเปลือกมะพร้าวสด ทดลองเปลือกมะพร้าวครึ่งละ 1 กิโลกรัม โดยย่อยอย่างต่อเนื่อง ผลการทดลองเปลือกมะพร้าวแห้งใช้เวลาเฉลี่ย 2.97 นาที โดยแยกเป็นขุยมีกำลังการผลิต 8.68 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เป็นเส้นใยกำลังการผลิต 8.08 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ผลการทดลองเปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ ใช้เวลาเฉลี่ย 1.12 นาที โดยแยกเป็นขุยมีกำลังการผลิต 26.78 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เป็นเส้นใยมีกำลังการผลิต 14.46 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ผลการทดลองเปลือกมะพร้าวสด ใช้เวลาเฉลี่ย 0.32 นาที โดยแยกเป็นขุยมีกำลังการผลิต 93.75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แยกเป็นเส้นใยมีกำลังการผลิต 37.50 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และนอกจากจะย่อยเปลือกมะพร้าวได้แล้วยังสามารถย่อยรวงข้าว และทะลายปาล์มได้

คำสำคัญ: มะพร้าว ขุยมะพร้าว เส้นใยมะพร้าว

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.เมือง จ.สงขลา 90000

DESIGN AND CONSTRUCTION OF DUST AND FIBERS FROM COCONUT HUSKS

Pichaya Pitsuwan Jaknarin Chatthong¹ and Worapong Boonchouytan¹

Abstract

This project artifact purposed to design and build the semi-auto coconut husk flaking and the peel-off coconut fiber machine. To save the time in the production of coconut flake and fiber process, to make more valuable to coconut coir, to consider safety of workers and to give the importance of coconut flake and fiber quality, this experiment was used 3 horsepower motor, pulley 6 : 8 inch, speed 1080 rpm for a source power. The working of machine separated into 4 parts: a prime power system, a power transmission system, a cutting teeth and fiber lane. The spin head was made of strong steel cutting teeth, round shape. There were 2 lanes for free cutting teeth movement and a lane for carrying. There were 2 kinds of coconut bark: dry coconut bark peeling off and soaking in the water, fresh coconut bark 1 kilo per an experiment test. The result of experiment showed that the dry coconut bark spend 2.97 minutes to digest, the production capacity of coconut flake was 26.78 kilograms per an hour, the production capacity of coconut fiber was 14.46 kilograms per an hour. For the result of experiment of fresh coconut bark. The fresh coconut bark spend 0.32 minutes to digest, the production capacity of coconut flake was 93.75 kilograms per an hour, the production capacity of coconut fiber was 37.50 kilograms per an hour. Moreover this machine could digest spike.

Keywords: Coconut, Coconut Husk, Coconut Fiber

¹ Faculty of Engineering Industrial Engineering. University of Technology Srivijaya. Muang Songkhla 90000.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยในชั้นเรียนนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความร่วมมือ ร่วมใจหลายฝ่าย และประการสำคัญ รายงานวิจัยในชั้นเรียนนี้ ได้รับการสนับสนุนทุนโครงการพัฒนาโครงการ/สิ่งประดิษฐ์นักศึกษา วิศวกรรมศาสตร์ จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณเงิน รายได้ ประจำปี พ.ศ. 2555

ขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ เครื่องจักร วัสดุที่ใช้ในการ ปฏิบัติและโรงงานปฏิบัติการพื้นฐานทางวิศวกรรม (โรงงานอาคาร 11)

ขอขอบคุณคณาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมทุกท่าน ที่กำลังใจและแนะนำแนวทาง จนรายงานวิจัยในชั้นเรียนนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

พิชญา พิศสุวรรณ
จักรนรินทร์ ฉัตรทอง
วรพงศ์ บุญช่วยแทน



สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อ | จ |
| กิตติกรรมประกาศ | ง |
| สารบัญ | จ |
| สารบัญตาราง | ช |
| สารบัญรูป | ช |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 2 |
| 1.3 ขอบเขต | 2 |
| 1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ | 2 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 3 |
| 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 3 |
| 2.2 ผลของมะพร้าว | 6 |
| 2.3 คุณภาพของใยมะพร้าว | 7 |
| 2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสร้างเครื่อง | 7 |
| 2.5 สายพาน | 9 |
| 2.6 การออกแบบเพลลา | 14 |
| 2.7 ระบบรองถื่น | 22 |
| 2.8 มอเตอร์ | 24 |
| 2.9 ลิ้ม | 27 |
| 2.10 การเชื่อมต่อ | 29 |
| 2.11 การยึดด้วยสลักเกลียว | 33 |
| บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน | 35 |
| 3.1 แผนการดำเนินงาน | 35 |
| 3.2 การคำนวณและการออกแบบเครื่องจักร | 37 |
| 3.3 ขั้นตอนการดำเนินการ | 46 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|---|------|
| 3.4 วิธีการทดสอบและปรับปรุง | 54 |
| 3.5 วัสดุคิบบที่ใช้ในการทดลอง | 56 |
| บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์ | 60 |
| 4.1 การทดลอง | 60 |
| 4.2 ผลการทดลอง | 65 |
| 4.3 ประสิทธิภาพของเครื่องแยกขุขและเส้นใยเปลือกมะพร้าว | 69 |
| 4.4 เปรียบเทียบเครื่องที่สร้างขึ้นและเครื่องตามท้องตลาดและวิเคราะห์หา ระยะคินทุนของเครื่องแยกขุขและเส้นใยเปลือกมะพร้าว | 71 |
| บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ | 77 |
| 5.1 สรุปผลการทดลอง | 77 |
| 5.2 ปัญหาและอุปสรรค | 78 |
| 5.3 ข้อเสนอแนะ | 78 |
| บรรณานุกรม | 80 |
| ภาคผนวก ก | 82 |
| คู่มือการใช้และบำรุงรักษาเบื้องต้นของเครื่องแยกขุขและเส้นใยเปลือก มะพร้าว | 83 |
| ภาคผนวก ข | 88 |
| วัสดุคิบบที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง | 89 |
| ภาคผนวก ค | 90 |
| แบบเครื่องแยกขุขและเส้นใยเปลือกมะพร้าว | 91 |

สารบัญตาราง

| ตาราง | หน้า | |
|-------|--|----|
| 2.1 | เปรียบเทียบการใช้งานและคุณภาพของสายพาน | 10 |
| 2.2 | ขนาดระบุของเพลตามมาตรฐาน ISO/R 775-1969 | 16 |
| 2.3 | ค่าตัวประกอบความล้า | 20 |
| 2.4 | เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย แบร็งกลูกกลิ้งและแบร็งปลอก | 23 |
| 3.1 | แผนการดำเนินงานของโครงการ | 35 |
| 3.2 | แสดงรายการวัสดุและชิ้นส่วนมาตรฐาน | 46 |
| 3.3 | ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลอง | 59 |
| 4.1 | ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวแห้ง ความเร็วรอบ 1450 รอบต่อนาที | 60 |
| 4.2 | ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ ความเร็วรอบ 1450 รอบต่อนาที | 61 |
| 4.3 | ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวสด ความเร็วรอบ 1450 รอบต่อนาที | 61 |
| 4.4 | ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวแห้ง ความเร็วรอบ 725 รอบต่อนาที | 62 |
| 4.5 | ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ ความเร็วรอบ 725 รอบต่อนาที | 62 |
| 4.6 | ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวสด ความเร็วรอบ 725 รอบต่อนาที | 62 |
| 4.7 | ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวแห้ง ความเร็วรอบ 1080 รอบต่อนาที | 63 |
| 4.8 | ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ ความเร็วรอบ 1080 รอบต่อนาที | 63 |
| 4.9 | ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวสด ความเร็วรอบ 1080 รอบต่อนาที | 64 |
| 4.10 | ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวแห้ง ความเร็วรอบ 1080 รอบต่อนาที | 66 |
| 4.11 | ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ ความเร็วรอบ 1080 รอบต่อนาที | 66 |
| 4.12 | ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวสด ความเร็วรอบ 1080 รอบต่อนาที | 67 |
| 4.13 | ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว | 69 |
| 4.14 | รอบเวลาการทำงานของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว | 70 |
| 4.15 | แสดงประสิทธิภาพเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าวที่สร้างขึ้น และประสิทธิภาพของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าวตามท้องตลาด | 72 |
| 4.16 | อัตราค่าไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย | 72 |

สารบัญรูป

| รูปที่ | | หน้า |
|--------|---|------|
| 2.1 | การกระทำของแรงในระบบการส่งกำลังด้วยสายพานลิ้ม | 11 |
| 2.2 | ส่วนประกอบสายพาน | 11 |
| 2.3 | ล้อยสายพานลิ้มแบบต่างๆ | 12 |
| 2.4 | การพิจารณาเพลลา | 17 |
| 2.5 | ลักษณะเพลลาที่ถูกกระทำด้วยโมเมนต์บิด | 21 |
| 2.6 | รูปแบบของระบบรอกลิ้น | 23 |
| 2.7 | โครงสร้างของมอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสสลับ | 24 |
| 2.8 | หลักการการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง | 25 |
| 2.9 | โครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรง | 26 |
| 2.10 | หลักการการทำงานของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไม่มีแปรงสัผัส | 26 |
| 2.11 | หลักการการทำงานของสเตปปีงมอเตอร์ | 27 |
| 2.12 | ส่วนประกอบที่ใช้คู่กับลิ้ม | 28 |
| 2.13 | การกำหนดขนาดของลิ้มส่งกำลัง | 28 |
| 2.14 | ลักษณะการใช้งานของลิ้มอัดปลายมนโค้ง | 29 |
| 2.15 | ส่วนต่างๆ ของการเชื่อมแบบหุ้มฟลักซ์ | 30 |
| 2.16 | ระยะอาร์คของลวดเชื่อมและชิ้นงาน | 31 |
| 2.17 | มุมระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน | 32 |
| 2.18 | การใช้สลักเกลียว แหวนรองและเป็นเกลียวในการจับยึดชิ้นงาน | 33 |
| 2.19 | ภาพประกอบสุดท้ายของการใช้สลักเกลียว แหวนรอง และเป็นเกลียวในการจับยึดชิ้นงาน | 34 |
| 3.1 | ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน | 36 |
| 3.2 | แรงดึงที่เกิดขึ้นบนล้อยสายพาน | 37 |
| 3.3 | ลักษณะระยะและแรงที่กระทำกับเพลลา | 40 |
| 3.4 | FBD ระยะและแรงที่กระทำกับเพลลา | 40 |
| 3.5 | ลักษณะตัวถังเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว | 48 |
| 3.6 | ลักษณะชุดส่งกำลัง | 49 |
| 3.7 | ลักษณะช่องใส่เปลือกมะพร้าว | 49 |

สารบัญรูป (ต่อ)

| รูปที่ | | หน้า |
|--------|---|------|
| 3.8 | ลักษณะช่องส่งเส้นใยมะพร้าวหลังจากการตี | 50 |
| 3.9 | ลักษณะช่องส่งขุยมะพร้าวหลังจากการตี | 50 |
| 3.10 | ลักษณะการ์ดป้องกันสายพาน | 51 |
| 3.11 | ลักษณะชุดใบตี | 52 |
| 3.12 | ลักษณะช่องลำเลียงเส้นใย | 53 |
| 3.13 | ลักษณะของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว | 53 |
| 3.14 | ลักษณะการรั่วของขุยทางขอบของตัวถังเครื่องแบบเดิมและแบบปรับปรุง | 54 |
| 3.15 | ปรับขนาดเครื่องให้มีขนาดเล็กกว่าเดิมของเครื่องแบบเดิมและแบบปรับปรุง | 55 |
| 3.16 | ปรับขนาดทางลงของเปลือกมะพร้าวแบบเดิมและแบบปรับปรุง | 55 |
| 3.17 | ลักษณะตัวล้อยของฝาครอบเปรียบเทียบแบบเดิมและแบบปรับปรุง | 56 |
| 3.18 | ลักษณะเปลือกมะพร้าวที่นำมาทำการทดลองแยกขุยและเส้นใย | 56 |
| 3.19 | ลักษณะเปลือกมะพร้าวแห้งและเปลือกมะพร้าวสด | 57 |
| 3.20 | ลักษณะการตรวจสอบชุดใบตีขุยและเส้นใย | 57 |
| 3.21 | ลักษณะการใส่เปลือกมะพร้าวลงในเครื่อง | 58 |
| 3.22 | ลักษณะขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าวหลังจากการตี | 58 |
| 4.1 | เปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์กับความเร็วยรอบในการตีเปลือกมะพร้าว | 64 |
| 4.2 | ลักษณะเปลือกมะพร้าวที่ทำการทดลองทั้ง 3 ชนิด | 65 |
| 4.3 | ลักษณะเส้นใยเปลือกมะพร้าวแห้ง | 66 |
| 4.4 | ลักษณะเส้นใยเปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ | 67 |
| 4.5 | ลักษณะเส้นใยเปลือกมะพร้าวสด | 68 |
| 4.6 | แสดงการเปรียบเทียบปริมาณของเปลือกมะพร้าวแห้งมะพร้าวแห้งแช่น้ำและมะพร้าวสด | 68 |
| 4.7 | กราฟแสดงรอบเวลาการทำงานของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว | 71 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

มะพร้าวจัดเป็นพืชที่มีความสัมพันธ์กับเศรษฐกิจและสังคมไทยชนิดหนึ่ง ซึ่งนอกจากจะสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกแล้วยังก่อให้เกิดอุตสาหกรรมแปรรูปต่อเนื่องเป็นสินค้าส่งออกสร้างรายได้ให้แก่ประเทศ อีกทั้งยังเป็นส่วนหนึ่งในวิถีชีวิตคนไทย [1] ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีปริมาณต้นมะพร้าวมากเป็นอันดับ 6 ของโลกและผลผลิตที่ได้คือ 1500 เมตริกตัน หรือประมาณ 1500 ล้านตันต่อปี พบว่าในปี 2551 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมะพร้าว 1.54 ล้านไร่มีผลผลิตรวม 1.48 ล้านตัน มูลค่าผลผลิตรวม 7111 ล้านบาท ปลูกมากในภาคใต้โดยเฉพาะพื้นที่ติดชายฝั่งทะเลซึ่งไม่มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นแต่มีแนวโน้มคงที่ ยกตัวอย่างเช่นในปี พ.ศ. 2534 มีพื้นที่ปลูก 1128701 ไร่ และลดเหลือเพียง 1059909 ไร่ โดยคิดเป็นผลผลิตที่ได้ 1199041 ตันต่อปี [2] และภาคกลางตามลำดับโดยจังหวัดที่มีผลผลิตมากที่สุด 5 อันดับแรกได้แก่ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร ชลบุรี สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช คิดเป็น 73 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณผลผลิตทั้งประเทศ ประโยชน์จากมะพร้าวมีอย่างมากมายทั้งในด้านอุตสาหกรรมอาหาร และหัตถกรรม งานฝีมือ สิ่งประดิษฐ์ การเกษตร และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เพราะมะพร้าวสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้แทบทุกส่วนก็ว่าได้ จากที่ได้อธิบายสามารถชี้ได้ว่าประชากรภายในประเทศส่วนใหญ่ได้ใช้ประโยชน์จากมะพร้าวในด้านต่างๆ อย่างมากมาย และราคาปัจจุบันของมะพร้าวผลใหญ่ทั้งเปลือก ราคาผลละ 16.00 บาท มะพร้าวเป็นพืชที่ใช้ประโยชน์ได้หลากหลายรูปแบบเช่นน้ำมะพร้าว ประโยชน์คือ เป็นเครื่องดื่ม เป็นส่วนผสมของขนมหวาน และเนื้อมะพร้าว ประโยชน์คือ ทำน้ำกะทิ ทำน้ำมันมะพร้าว ทานเป็นอาหารว่าง และกะลามะพร้าว ประโยชน์คือ ทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น จวก ซ้อน กำไล เครื่องประดับ และถ่าน เป็นต้น

ส่วนเปลือกมะพร้าวพบว่าในปัจจุบันได้มีการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ และบางส่วนก็จำหน่ายให้แก่ผู้รับซื้อหรือโรงงานเพื่อจะนำไปแปรรูปต่อ ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ ขุยและเส้นใย ส่วนขุยมะพร้าวได้มีการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร เช่น ทำเป็นปุ๋ยหมัก กระจายต้นไม้ และเพาะเห็ด ส่วนเส้นใยเปลือกมะพร้าวได้นำไปใช้ในด้านอุตสาหกรรมสิ่งทอ เช่น ที่นอน เพื่อสุขภาพ พรมเช็ดเท้า และไม้กวาด เป็นต้น จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร และศูนย์สารสนเทศ กระทรวงพาณิชย์ พบว่าในปี พ.ศ. 2550 ถึงปี พ.ศ. 2552 ปริมาณการส่งออกเส้นใย

กาบมะพร้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ดังนั้นผู้ทำโครงการเล็งเห็นถึงความสำคัญของการใช้ประโยชน์จากเส้นใยกาบมะพร้าวจึงมีแนวคิดในการสร้างเครื่องแยกขุยมะพร้าวและเส้นใยแบบกึ่งอัตโนมัติขึ้นเพื่อลดเวลาในกระบวนการผลิต และลดการใช้ปริมาณแรงงานคนให้ดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงคุณภาพและความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องแยกขุย และเส้นใยเปลือกมะพร้าวแบบกึ่งอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขต

1.3.1 สร้างเครื่องแยกขุย และเส้นใยเปลือกมะพร้าวแบบกึ่งอัตโนมัติจำนวน 1 เครื่อง

1.3.2 สามารถย่อยเปลือกมะพร้าวโดยแยกขุย และเส้นใยได้อย่างต่อเนื่องโดยใช้หลักการฟันตีอสิระ ทางออกของเส้นใยออกแบบเป็นช่องลำเลียงมีทั้งหมด 3 ห้อง ส่วนใบพัดทำหน้าที่สร้างลมเพื่อดูดเส้นใยออก

1.3.3 ใช้มอเตอร์ 3 เฟส 3 แรงม้า ความเร็วรอบ 1450 รอบต่อนาที เป็นเครื่องต้นกำลัง

1.3.4 กาบมะพร้าวที่ใช้ในการย่อยจะต้องเป็นกาบของมะพร้าวที่ได้จากผลสุกและผลมะพร้าวสด เปลือกมะพร้าว 1 ลูก ควรจะแบ่งออกประมาณ 8 ส่วน แต่ถ้าเปลือกมะพร้าวหนามาก ควรจะแบ่งเป็น 10 ส่วน

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 ได้เครื่องแยกขุย และเส้นใยเปลือกมะพร้าวแบบกึ่งอัตโนมัติ สามารถแยกเป็นขุยลักษณะเป็นผงละเอียด และแยกเป็นเส้นใยลักษณะเป็นเส้นตรงยาว ความยาวอยู่ที่ประมาณ 2-10 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับความหนาของเปลือกมะพร้าว

1.4.2 สามารถนำความรู้ที่เรียนมานำไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบเครื่องจักรได้

1.4.3 สามารถเพิ่มผลผลิตในกระบวนการย่อยเปลือกมะพร้าวและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเปลือกมะพร้าวได้

1.4.4 สามารถประยุกต์ใช้สำหรับการย่อยข้าว และทะเลาะปาล์มได้

บทที่ 2

งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการออกแบบและสร้างเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว โดยเบื้องต้นจะต้องทราบถึงกรรมวิธีในขั้นตอนการผลิตเพื่อจะนำมาประยุกต์และออกแบบการทำงานของเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในการออกแบบและสร้างเครื่องจักรนั้นจำเป็นต้องให้ความสำคัญในเรื่องของความปลอดภัยต่อทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคเป็นสำคัญ รวมทั้งการออกแบบรูปร่างและชิ้นส่วนต่างๆ จะต้องคำนึงต้นทุนในการผลิต และการบำรุงรักษาที่เหมาะสม เพื่อให้เครื่องจักรนั้นสามารถทำงานในเชิงอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ทำโครงการนี้ได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงการนี้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากเปลือกมะพร้าว ไม่ว่าจะเป็นเส้นใยหรือขุยมะพร้าว สามารถจะนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ดังนั้นจึงได้มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับการแยกเส้นใยมะพร้าวกับขุยมะพร้าวไว้ดังนี้

จักรพงษ์ เรืองวิไล ชัยเพชร ทองทิพย์ และธีรวัฒน์ เสนี [3] ได้ออกแบบสร้างเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว ใช้มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า ใช้สายพานกับล้อสายพานส่งกำลังให้ชุดใบตีหมุน การทำงานของเครื่องแบ่งออกเป็น 3 ชุดหลัก คือ ชุดต้นกำลัง ชุดส่งกำลัง ชุดใบตี ผลการทดสอบเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว โดยใช้เปลือกมะพร้าวแห้งและเปลือกมะพร้าวเปียก ทดสอบเปลือกมะพร้าวครั้งละ 1 กิโลกรัม โดยย่อยอย่างต่อเนื่อง ผลการทดลองเปลือกมะพร้าวแห้งใช้เวลาเฉลี่ย 3.27 นาที แยกเป็นขุยมะพร้าว 15.04 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เป็นเส้นใยมีกำลังการผลิต 1.83 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ผลการทดลองเปลือกมะพร้าวเปียก ใช้เวลาเฉลี่ย 3.08 นาที แยกเป็นขุยมะพร้าว 16.75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เป็นเส้นใยมีกำลังการผลิต 1.94 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

จิรยุทธ์ โชติกุล [4] ได้ออกแบบสร้างเครื่องตีขุยมะพร้าวจากการทดสอบการคัดแยกขุยมะพร้าวและเส้นใยมะพร้าว โดยใช้เครื่องตีขุยมะพร้าวจำนวน 5 ครั้ง พบว่าเครื่องตีขุยมะพร้าวสามารถคัดแยกขุยและเส้นใยมะพร้าวในอัตราส่วนของเปลือกมะพร้าว 1 กิโลกรัม สามารถแยกขุยได้ในปริมาณ 0.4 กิโลกรัม และเส้นใยในปริมาณ 0.5 กิโลกรัม ใช้เวลาประมาณ 4 นาที คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของขุยและเส้นใยรวมกันหลังจากการตีด้วยเครื่องประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อ

เปรียบเทียบกับน้ำหนักเปลือกมะพร้าวก่อนนำเข้าตีด้วยเครื่องตีขุยมะพร้าว ในส่วนน้ำหนักที่ขาดหายไปประมาณ 0.1 กิโลกรัม เกิดจากการฟุ้งกระจายเป็นฝุ่นและตกค้างภายในเครื่อง

ชนะรัตน์ ชนภักดี และสุชาติ กลิ่นรอด [5] ได้ออกแบบและสร้างเครื่องตีขุยมะพร้าว ขนาดของเครื่อง กว้าง 1600 มิลลิเมตร ยาว 1200 มิลลิเมตร สูง 1200 มิลลิเมตร สามารถผลิตได้ทั้งขุยและเส้นใยมะพร้าวในเครื่องเดียว โดยอาศัยหลักการตีเปลือกมะพร้าวด้วยใบตี ที่ทำจากแผ่นเหล็กชุบแข็ง ซึ่งจะใช้การหมุนตีแบบเหวี่ยงหนีศูนย์กลางการตีขุยและเส้นใยจะใช้ก้ามมะพร้าวน้ำหนักประมาณ 2 กิโลกรัม ไล่ลงไปในถังแล้วจึงหมุนตี ขณะที่หมุนต้อนั้นขุยจะตกผ่านตะแกรงลงไป ในขณะที่ร่องรับและจะใช้เวลาในการตีประมาณ 2 นาที จากนั้นจึงเปิดประตูก้นเพื่อให้เส้นใยที่ได้หล่นลงไป ในถังสัดซึ่งเป็นถังตะแกรงรูปทรงกรวย ที่มีด้นกำลังขับเป็นชุดเดียวกัน เพื่อทำการสัดขุยที่ตกค้างออกไป จากนั้นเส้นใยจะไหลออกไป ทางปากถังได้เอง เมื่อทำการทดลองผลิตจริง สามารถผลิตขุยและเส้นใยมะพร้าวรวมกันแล้วได้ประมาณ 10 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

กิตติชาติ โหมาศวิน โสภภาพรรณ แสงศัพท์ และสิงห์ อินทรชูโต [6] ศึกษาการนำเส้นใยมะพร้าวมาพัฒนาเป็นฉนวนดูดซับเสียงเพื่อใช้ในอาคาร การวิจัยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนคือ ขั้นแรกการขึ้นรูปแผ่นใยมะพร้าว ขนาดกว้าง 0.50 เมตร ยาว 0.50 เมตร จากเส้นใยความยาว 8 นิ้ว 2 นิ้ว และ 1/2 นิ้ว และใช้วัสดุประสาน คือ กาวลาเท็กซ์ กาวผง และน้ำเปล่า โดยผสมในอัตราส่วนเส้นใยมะพร้าว 15 ส่วน ต่อ กาวลาเท็กซ์ 20 ส่วน ต่อ กาวผง 7 ส่วนต่อน้ำเปล่า 6 ส่วน พบว่าเส้นใยมะพร้าวความยาว 1/2 นิ้ว มีคุณสมบัติยึดเกาะขึ้นรูปได้ดี ขั้นที่สอง เป็นการศึกษาการยึดติดของแผ่นเส้นใยมะพร้าวกับยางพารา โดยวิธีการประสานแบบทาด้านหลังและแบบแช่แผ่นใยมะพร้าวลงในน้ำยางพารา ซึ่งพบว่าวิธีแช่แผ่นเส้นใยมะพร้าวลงในน้ำยางพารามีการยึดติดกันได้ดีและมีความหนาและเรียบสม่ำเสมอทั้งทั้งแผ่น ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบหาความสามารถในการดูดซับเสียงของแผ่นเส้นใยมะพร้าวร่วมกับยางพาราที่ความหนา 2 นิ้ว 3 นิ้ว และ 4 นิ้ว โดยเปรียบเทียบกับวัสดุดูดซับเสียงในห้องตลาดได้แก่ ยิปซัมบอร์ดอะคูสติคบอร์ด และฉนวนใยแก้ว พบว่าแผ่นเส้นใยมะพร้าวร่วมกับยางพาราหนา 2 นิ้ว มีค่าเฉลี่ยการดูดซับเสียงที่ใกล้เคียงกับแผ่นฉนวนใยแก้ว แต่ดีกว่าแผ่นยิปซัมบอร์ด และอะคูสติคบอร์ด และมีค่าเฉลี่ยการดูดซับเสียงดีกว่าแผ่นใยมะพร้าวหนา 2 นิ้ว ที่ไม่ได้ใช้ยางพาราร่วมด้วย

โกสินทร์ สิริวิชญ์ วรรณษา เปลี่ยนสมบูรณ์ และศันสนะ เจริญสวัสดิ์ [7] ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเส้นใยมะพร้าว และเส้นใยแก้วได้ทำการทดลองแยกเส้นใยมะพร้าวโดยการนำก้ามมะพร้าวมาต้มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 นาที ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ก้ามมะพร้าวจะแยกออกเป็นเส้นใยมะพร้าวและสะอาดที่สุด จากนั้นจึงนำเส้นใยมะพร้าวมาทำการทดลองฟอกขาว ด้วยสารละลาย

ไฮโดรเจนออกไซด์ที่มีความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 นาที ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส สีของเส้นใยมะพร้าวจะเป็นสีน้ำตาลอ่อนและสะอาดมากที่สุด หลังจากนั้นจึงนำเส้นใยมะพร้าวมาผสมกับเส้นใยแก้วในแผ่นยิปซัมตามอัตราส่วนของเส้นใยมะพร้าวต่อเส้นใยแก้ว ตามลำดับ ซึ่งแผ่นยิปซัมที่ได้ถูกทดสอบหาค่าแรงกดมากค่าโมดูลัสแตกร้าว ความคงทนต่อการลुकติดไฟ และความสามารถในการเป็นฉนวนกันความร้อนของแผ่นยิปซัม ผลการทดสอบพบว่า แผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเส้นใยมะพร้าวกับเส้นใยแก้ว มีค่าเฉลี่ยแรงกดมากอยู่ในช่วง 146.27-332.66 นิวตัน และมีค่าเฉลี่ยโมดูลัสแตกร้าวอยู่ในช่วง 3.22-7.23 เมกะปาสคาล มีความคงทนต่อการลुकติดไฟอยู่ในช่วง 10-15 นาที และความสามารถในการเป็นฉนวนกันความร้อนของแผ่นยิปซัมอยู่ในช่วง 34.00-34.73 องศาเซลเซียส

G.C. Mohan Kumar and Member Iaeng [8] งานวิจัยฉบับนี้ศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของเส้นใยซึ่งสกัดได้จากหมาก เปรียบเทียบกับเส้นใยซึ่งได้จากเส้นใยเปลือกมะพร้าวเส้นใยจากหมากจะถูกนำมาผ่านขบวนการทางเคมีเพื่อทำให้เส้นใยมีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น องค์ประกอบของเส้นใยจากหมากจะถูกทำให้เป็นแผ่นบางๆ และนำไปเปรียบเทียบกับเส้นใยจากข้าวโพดชนิดดี และเส้นใยจากพลาสติกพอร์มาลดีไฮด์เส้นใยเหล่านี้จะถูกทำให้เป็นแผ่นบางๆ เพื่อนำมาศึกษาองค์ประกอบ เปรียบเทียบความแตกต่างด้านคุณสมบัติของเส้นใยธรรมชาติกับเส้นใยของพลาสติกพอร์มาลดีไฮด์ เช่น การทดสอบแรงดึง (Tensile Test) การทดสอบการดูดซับความชื้น และการทดสอบการย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ คุณสมบัติเหล่านี้จะถูกนำมาศึกษาเปรียบเทียบและวิเคราะห์ระหว่างองค์ประกอบของเส้นใยหมากและองค์ประกอบของพลาสติกพอร์มาลดีไฮด์

Rozli Zulkifli and others [9] งานวิจัยฉบับนี้ศึกษาคุณสมบัติของเสียงจากเส้นใยธรรมชาติ 2 ชนิด ได้แก่ เส้นใยเปลือกมะพร้าวและเส้นใยปาล์มน้ำมันขั้นตอนการทดสอบจะเตรียมแผ่นเส้นใยเปลือกมะพร้าวทาเคลือบด้วยยางคิบและแผ่นเส้นใยปาล์มน้ำมันที่ทำหับด้วยพอลิไวนิลแอซีเตต (Polyvinylacetate : PVA) นำทั้ง 2 เส้นใยมาผ่านแรงอัดด้วยเครื่องไฮโดรลิกแรงดันสูงเป็นเวลา 30 นาที จนกลายเป็นแผ่นเส้นใย ความหนาแน่นของแผ่นเส้นใยเปลือกมะพร้าวอยู่ที่ 74 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่ความหนาแน่นของเส้นใยน้ำมันปาล์มอยู่ที่ 130 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นำแผ่นเส้นใยทั้ง 2 ชนิดที่นำมาทดสอบนี้ในห้องทดสอบเสียง ของคณะวิศวกรรมและประดิษฐ์กรรม เพื่อสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัย Kebangsaan ประเทศมาเลเซีย ภายใต้มาตรฐานควบคุม ISO 354 (1985) เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง จากนั้นนำมาตัดสินใจผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเส้นใยเปลือกมะพร้าวให้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงอยู่ที่ 0.50 ค่าสัมประสิทธิ์ดูดซับเสียงนี้อยู่ในเกณฑ์ดีสำหรับค่าความถี่สูง แต่อยู่ในระดับต่ำสำหรับค่าความถี่ที่ต่ำกว่า สำหรับเส้นใยปาล์มน้ำมันให้ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์ดูดซับเสียงที่ 0.64 เส้นใยน้ำมันปาล์มแสดงค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ

เสียงที่ดีสำหรับค่าความถี่ที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความถี่ที่ต่ำกว่า เส้นใยจากปาล์มน้ำมัน แสดงค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงได้ค่าความหนาแน่นที่สูงกว่า เส้นใยทั้งสองมีค่าความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์เป็นวัสดุดูดซับเสียงได้สูงจริง

Aline Colares do Vale, Michéle Dal Toe Casagrande and Jorge Barbosa Soares [10] เทคโนโลยีส่วนผสมจากยางมะตอย (Asphalt Materials) ได้พัฒนาในช่วง 30 ปีที่ผ่านมาในประเทศยุโรปและอเมริกาเหนือ สำหรับชั้นผิวหน้ามีการเพิ่มส่วนผสมของยางมะตอยเพื่อเสริมความทนทานในการใช้งานให้มากยิ่งขึ้น เช่น ส่วนผสมอย่าง SMA หรือ Stone Matrix Asphalt (ผิวทางแบบสโตนมาสติกแอสฟัลต์) ส่วนประกอบ SMA นั้น มีเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมของคอนกรีตปริมาณสูง โดยทั่วไปคิดเป็น 70-80 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาไว้สัมผัสอากาศเพียง 4 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประกอบของ SMA เกาะแน่นสูงมีการเปลี่ยนแปลงช้าคิดเป็นอัตรา 6-7 เปอร์เซ็นต์ เส้นใยที่ใช้ยางมะตอยมีอุณหภูมิอัดแน่นสูง งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอวิธีการคำนวณการใช้เส้นใยมะพร้าวเป็นส่วนประกอบ โดยอาศัยการหาค่าเฉลี่ยในห้องทดลองเพื่อหาค่าอัตราการไหลมาวิเคราะห์ผล อีกทั้งหาค่าคุณสมบัติเชิงกลในส่วนประกอบ เช่น ความต้านทานต่อแรงดึง โครงสร้างยึดหยุ่น การยึดอายุการใช้งาน ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองจะนำมาเปรียบเทียบส่วนประกอบเส้นใยเพื่อพิจารณา ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เส้นใยมะพร้าวมีค่าสัมพันธ์กับอัตราการไหลแต่ไม่สอดคล้องกับคุณสมบัติเชิงกล

2.2 ผลมะพร้าว

ผลมะพร้าวจะมีขนาดโตหลังจากที่มีการผสมเกสรแล้ว 6 เดือน และหลังจากนั้นอีก 6 เดือน ผลก็จะสุกแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยว ลักษณะของผลเป็นแบบรูปทรงกลม ขนาดของผลสีของผล จะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะประจำพันธุ์ ผลของมะพร้าวพบกันมากในเขตภาคใต้ของประเทศไทย เช่น จังหวัดชุมพร จังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดปัตตานี มะพร้าวสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ

2.2.1 กลุ่มต้นสูง พันธุ์มะพร้าวในกลุ่มนี้มีมะพร้าวใหญ่กลาง กะทิ ปากจก น้ำตาล พวงร้อย เปลือกหวาน มะพร้าวแพรว หัวลิง ซอ กลุ่มนี้มีลักษณะของขนาดต้นใหญ่ หลังปลูกต้องใช้เวลานานจึงจะตกผล ผลขนาดใหญ่ ตกผลไม่คกนั้ก พื้นที่ปลูกมากมีแถบ ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี โดยทั่วไปแล้วครอบครัวคนไทยจะปลูกมะพร้าวใหญ่ไว้รอบบ้าน

2.2.2 กลุ่มต้นเตี้ย พันธุ์มะพร้าวในกลุ่มนี้มีมะพร้าวขนาดเล็ก หมูสีเขียว ทุงเคล็ด ปะทิว น้ำหอม หมูสีเหลือง ไฟ ต้นคก น้ม กะทิ นาฬิกา กลุ่มนี้มีขนาดลำต้นเล็ก หลังปลูก 2-3 ปี ก็ให้ผลได้ผลมีขนาดไม่ใหญ่นัก แต่ติดผลดก ปีหนึ่งอาจเก็บเกี่ยวได้ 120 ผลต่อต้น ทุกวันนี้การนำมะพร้าวมาเป็นอุตสาหกรรม

2.3 คุณภาพของใยมะพร้าว

เส้นใยมะพร้าวที่มาจากผลมะพร้าวอ่อนจะมีสีเหลืองทอง และเส้นใยที่มาจากผลมะพร้าวแก่จะมีสีน้ำตาลไหม้ เราสามารถแบ่งคุณภาพของใยมะพร้าวออกเป็น 2 ระดับคือ

2.3.1 ใยมะพร้าวคุณภาพต่ำ มีลักษณะเป็นปุ่มปมขรุขระ มีเศษกาบใยปะปนอยู่บ้าง ความยาวเส้นใยไม่แน่นอน เส้นใยคุณภาพต่ำนี้ มีชื่อในภาษาอังกฤษคือ Bristle Fiber แปลว่า เส้นใยที่ขรุขระ

2.3.2 ใยมะพร้าวคุณภาพสูง มีลักษณะเป็นเส้นใยเรียบเสมอ ความยาวเส้นใยประมาณ 2-10 เซนติเมตร เส้นใยสำหรับทำที่นอนและแม้ว่าจะมีการนำใยมะพร้าวไปใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย แต่กว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ของอุตสาหกรรมใยมะพร้าวในประเทศไทย คือการนำใยมะพร้าวมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในสินค้าประเภทที่นอนเพื่อสุขภาพ เช่นเตียงนอนของโรงพยาบาล และที่นอนเพื่อผู้ที่มีความผิดปกติของกระดูกสันหลัง ซึ่งเป็นสาเหตุของอาการปวดหลัง การพัฒนาของที่นอนใยมะพร้าวเริ่มขึ้นในประเทศไทยกว่า 30 ปีมาแล้ว

คุณสมบัติหลักของที่นอนใยมะพร้าวที่สามารถรักษา และบรรเทาอาการปวดหลังคือ ที่นอนที่ผลิตด้วยใยมะพร้าวล้วนจะมีความหนาแน่นสูง จึงไม่จมลงตามน้ำหนักตัว แต่ยังคงความนุ่มนวล และสอดคล้องร่างกายของผู้นอน ได้เป็นอย่างดี แม้จะผ่านการใช้งานที่ยาวนานที่นอนใยมะพร้าวกียังคงรูป ไม่ยุบตัว เหมือนกับที่นอนประเภทอื่น และเนื่องจากที่นอนใยมะพร้าว มีโครงสร้างของเส้นใยธรรมชาติที่สานกันอยู่อย่างหนาแน่นและไม่เป็นระเบียบ จึงทำให้เกิดช่องว่างขนาดเล็ก ระหว่างเส้นใยจำนวนมาก ช่องว่างเล็กๆ เหล่านี้เป็นสาเหตุให้ที่นอนใยมะพร้าวมีคุณสมบัติในการหมุนเวียนถ่ายเทอากาศสูง ทำให้สามารถระบายความร้อนในสภาพอากาศร้อน ได้อย่างดีเยี่ยม ที่นอนใยมะพร้าวจึงเป็นที่นอน ที่เหมาะสำหรับประเทศที่มีภูมิอากาศร้อนเช่นประเทศไทย [11]

2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างเครื่อง

การออกแบบรูปร่างและชิ้นส่วนต่างๆ เครื่องจักรกลจะต้องคำนึงความสะดวก ต้นทุนในการผลิต การบำรุงรักษาและองค์ประกอบต่างๆ ที่จะมีผลให้เครื่องจักรนั้นสามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีหลักการในการออกแบบดังนี้

2.4.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบ

1) รับรู้ความต้องการ การออกแบบเริ่มต้นขึ้นจากวิศวกรได้รับรู้ความต้องการหรืออาจได้รับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ในด้านการใช้งานและคุณภาพของผลิตภัณฑ์

2) ลักษณะจำเพาะ รวบรวมรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการออกแบบให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งอาจประกอบไปด้วยคุณลักษณะ ขนาด ราคา จำนวนที่ต้องการผลิต อายุการใช้งาน อุณหภูมิขณะใช้งาน ความเชื่อถือได้และสิ่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงได้บ้าง

3) ศึกษารายละเอียดต่างๆ เพื่อแยกแยะถึงสิ่งที่จะก่อให้เกิดความเสียหายหรือความล้มเหลวทั้งทางด้านเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์

4) สังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ ซึ่งจะเป็นขั้นตอนที่ทำทนายและน่าสนใจที่สุดในการออกแบบเพราะถ้าไม่มีขีดจำกัดอันใดแล้ว ผู้ออกแบบจะทำหน้าที่เป็นวิศวกร นักประดิษฐ์และจิตรกรในเวลาเดียวกัน ซึ่งในขณะนี้เขาจะเป็นนักสร้างสรรค์

5) ออกแบบเบื้องต้นและปรับปรุง เป็นการออกแบบให้เหมาะสมกับลักษณะจำเพาะและความต้องการหลายวิธีที่จะต้องตัดสินใจเลือกเอาวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นแบบเบื้องต้นและปรับปรุงต่อไป

6) ออกแบบรายละเอียด เกี่ยวข้องกับขนาดจริงและขนาดของส่วนประกอบอื่นๆ ทั้งหมดทั้งที่จะผลิตขึ้นเองหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จที่จะซื้อมาใช้ ซึ่งประกอบเข้าด้วยกันเป็นระบบ ดังนั้นจึงต้องมีแบบรายละเอียดของชิ้นส่วนทุกชิ้นแสดงรูปด้านต่างๆ เท่าที่จำเป็น

7) สร้างต้นแบบและทดสอบ

8) ออกแบบสำหรับผลิต ในขั้นนี้จะพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงบางอย่างเพื่อความเหมาะสมของวิธีการผลิตที่ดีที่สุด

9) ส่งผลิตภัณฑ์ออก โดยปกติมักจะผลิตขึ้นงานต้นแบบและทดสอบอีกครั้ง ถ้ามีปัญหาที่แก้ไขไม่ได้ก็จะส่งกลับไปยังแผนกออกแบบเบื้องต้นและปรับปรุง

2.4.2 วัสดุที่ใช้ในเครื่องจักรกล วัสดุที่ใช้ในเครื่องจักรกลส่วนใหญ่มักเป็นโลหะ ในจำพวกโลหะด้วยกันเหล็กจะถูกนำมาใช้มากที่สุดเหตุผลที่เหล็กถูกนำมาใช้มากที่สุดเนื่องจากหาได้ง่าย ราคาถูก มีความแข็งแรงสูง ปรับแต่งได้ง่าย และทำให้ได้คุณสมบัติที่จำเป็นตามที่ต้องการได้โดยการขึ้นทางรูปความร้อน ในการออกแบบจริงนั้นสามารถพิจารณาว่าวัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นเหล็กได้เลย แต่ถึงแม้วัสดุจะเป็นเหล็กก็ตาม ถ้าใส่ส่วนผสมชนิดต่างๆ ในปริมาณที่แตกต่างกันก็จะได้วัสดุที่มีคุณสมบัติต่างกัน ซึ่งวัสดุที่ถูกใช้มากที่สุดคือเหล็กกล้าละมุน (SS400) โครงแผ่นกระดานหรือวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างทั่วไปนั้นส่วนใหญ่สามารถใช้เหล็กกล้าละมุนได้ ในกรณีของแกนเพลลาหรือส่วนที่ต้องการความแข็งแรงเป็นพิเศษจะใส่คาร์บอน ประมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ลงในเนื้อเหล็กทำให้ได้เป็นเหล็กคาร์บอนสามารถขึ้นรูปทางความร้อนได้โดยการชุบแข็งหรืออบนึ่งเพื่อเพิ่มความแข็งแรงได้และหากต้องการที่จะเพิ่มความแข็งแรงให้มากขึ้นอีกก็สามารถทำได้โดยผสมโครเมียมลงไปในความสามารถในการเพิ่มความแข็งแรงได้โดยการเพิ่มสารประกอบต่างๆ ลงไปหรือการขึ้นรูปด้วย

ความร้อนจึงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของเหล็ก ในกรณีที่ต้องการความเบา เช่น ชิ้นส่วนเครื่องบินควรใช้วัสดุอลูมิเนียม ซึ่งในอะลูมิเนียมสามารถเพิ่มความแข็งแรงและความแข็งแกร่งได้ โดยการใส่สารประกอบหรือการขึ้นรูปความร้อนได้เช่นเดียวกัน

2.5 สายพาน (Belt)

การส่งกำลังด้วยสายพานเป็นการส่งกำลังจากเพลานึง ไปยังอีกเพลานึงผ่านล้อสายพาน (Pulley) โดยอาศัยความฝืดของล้อสายพานกับสายพานยึดหยุน การส่งกำลังกระทำได้ง่าย และราคาไม่แพงมีใช้กันแพร่หลาย เช่น เครื่องสูบน้ำ เครื่องรถไถนา เครื่องเลื่อย เครื่องเจาะ เป็นต้น

2.5.1 คุณสมบัติของสายพานส่งกำลังประเภทต่างๆ จะมีลักษณะดังต่อไปนี้

1) สายพานกลม มีลักษณะเหมือนโอลิง ทำจากยางหรือหนังสัตว์ การส่งกำลังของสายพานอาศัยความฝืดที่เกิดจากร่องล้อสายพานสัมผัสกับล้อสายพาน การส่งกำลังของสายพานเป็นสายพานที่ออกแบบส่งกำลังเบาๆ เช่น จักรเย็บผ้า เครื่องเล่นเทปเสียง เครื่องฉายหนัง เครื่องเจียรไนพลอย เป็นต้น

2) สายพานแบน เป็นสายพานผ้าใบและใยสังเคราะห์ มีความคงทนต่องานดึง และเกาะแน่นได้ดีกับล้อสายพาน การส่งถ่ายกำลังจะต้องอาศัยความฝืดที่เกิดจากผิวนอกของล้อสายพาน สัมผัสท้องสายพาน สายพานแบนสามารถส่งกำลังได้มาก และสามารถส่งกำลังไปยังจุดต่างๆ ที่อยู่ห่างไกลได้ เพราะเกินขอบเขตความยาวของสายพานลิ่ม

3) สายพานลิ่ม มีรูหน้าตัดเป็นรูปตัววี ที่เรียกว่า V-Belt เป็นมุมเพิ่มประสิทธิภาพการส่งถ่ายกำลังของสายพาน อาศัยความฝืดที่เกิดจากขอบร่องลิ่มล้อสายพานกับผิวลิ่มล้อสายพาน

4) สายพานหลายลิ่ม มีลักษณะเป็นสายพานลิ่มธรรมดาหลายอันหลังติดกันเป็นแพ หลังสายพานจึงมีโครงสร้างเหมือนสายพานแบนขนาดกลาง ช่องล้อสายพานต้องมีขนาดที่เที่ยงตรงกับสายพาน และล้อสายพานต้องตั้งให้ได้ศูนย์กลางพอดี เพราะสายพานหลายลิ่มยึดหยุนแนวขอบไม่ได้ สายพานหลายลิ่มส่งกำลังได้มากมีความคงทนต่อการสึกหรอและคงทนต่อความร้อนได้ดี

5) สายพานฟันเฟือง ออกแบบพัฒนาจากข้อดีของโซ่ เฟืองและสายพานแบน มารวมอยู่ด้วยกัน เส้นใยโครงสร้างสายพานจะใช้วัสดุที่เป็นลวดเหล็กคุณภาพสูงนำมาวางเรียงแนวเฉียง เพื่อให้คงทนต่อการตัดเฉือนและความเร็วสูงๆ สามารถรับโหลดได้มากและส่งกำลังได้เที่ยงตรง

6) สายพานข้อต่อ สายพานข้อต่อเป็นสายพานข้อสั้นๆ หลายๆ ข้อร้อยด้วยสกรูหรือหมุดโลหะให้เป็นแบบวงสายพานลิ่ม การส่งกำลังอาศัยความฝืดที่สัมผัสร่องล้อสายพานที่เป็นตัววีเหมือนสายพานลิ่ม

จากคุณสมบัติของสายพานชนิดต่างๆ ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถเปรียบเทียบการใช้งาน และคุณภาพของสายพาน ดังตารางที่ 2.1

ตาราง 2.1 เปรียบเทียบการใช้งานและคุณภาพของสายพาน [12]

| คุณสมบัติ | สายพานแบน | สายพานลิ่ม | สายพานลิ่มข้อ | สายพานฟันเฟือง |
|----------------------------|-----------|---------------|---------------|----------------|
| โหลดแรงกดและแรงดึงเพลา | สูงมาก | ต่ำ | ต่ำ | ต่ำมาก |
| ความต้านทานต่อแรงกระตุก | ดี | ดี | ดี | พอใช้ |
| ประสิทธิภาพทางกล | ดี | ดี | ดี | ดีที่สุด |
| การไม่ได้ศูนย์ของล้อสายพาน | ไม่มี | มีได้เล็กน้อย | มีได้เล็กน้อย | ยอมไม่ได้ |
| การไถลลื่น | มีบ้าง | มีเล็กน้อย | มีเล็กน้อย | ไม่มี |
| ราคาต้นทุน | ต่ำ | ต่ำ | ปานกลาง | ปานกลาง |
| ความต้านทานต่อสภาพอากาศ | ดี | ดี | พอใช้ | ดี |
| การบำรุงรักษา | มีบ้าง | แทบไม่มี | มีบ้าง | ไม่มีเลย |

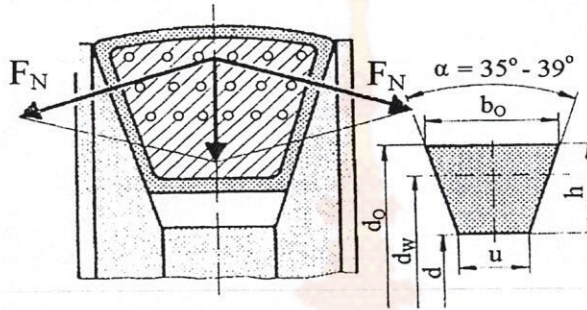
2.5.2 อัตราทด (i) คืออัตราส่วนความเร็วที่ล้อสายพานซึ่งวัดเป็นอัตราส่วน ระหว่างความเร็วรอบของล้อสายพานขับต่อความเร็วรอบของล้อสายพานตาม โดย

$$n_1 D_1 = n_2 D_2 \quad (2.1)$$

| | | | |
|-------|-------|-----|--|
| เมื่อ | n_1 | คือ | ความเร็วรอบของล้อสายพานขับ มีหน่วยเป็นรอบต่อนาที |
| | n_2 | คือ | ความเร็วรอบของล้อสายพานตาม มีหน่วยเป็นรอบต่อนาที |
| | D_1 | คือ | ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตัวขับ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร |
| | D_2 | คือ | ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตัวตาม มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร |

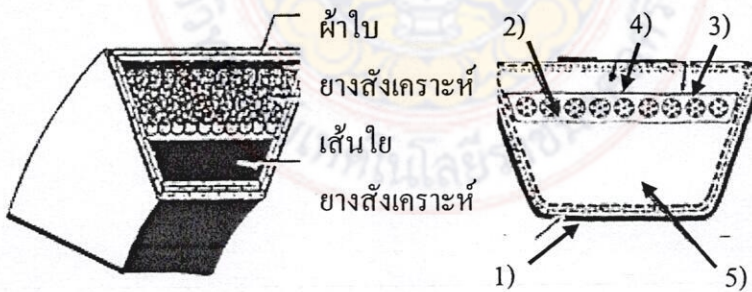
2.5.3 การส่งกำลังด้วยสายพานลิ่ม สายพานลิ่มมีรูปหน้าตัดเป็นรูปตัววี สำหรับเพิ่มประสิทธิภาพการส่งถ่ายกำลังของสายพาน มีใช้กันแพร่หลายในเครื่องทุ่นแรงงานเกษตรและงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีลักษณะการส่งกำลังดังนี้

1) สายพานขนาดเล็กที่ต้องใช้ล้อยอกสายพาน ใ้ถูกสายพานลิ่มเข้าแทนที่หมด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานเครื่องมือกล และงานสร้างยานยนต์ต่างๆ เมื่อเทียบกับสายพานแบนแล้ว ถ้ามีแรงกดสายพานเท่าๆ กันสายพานลิ่มจะรับ โหลดได้มากกว่าเป็นสามเท่า วิ่งเงียบกว่าและไม่มีระยะสิ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การกระทำของแรงในระบบการส่งกำลังด้วยสายพานลิ่ม [12]

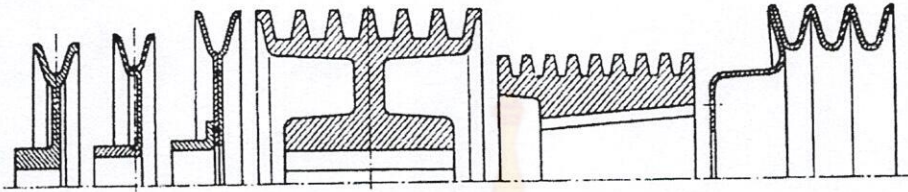
2) โครงสร้างสายพานลิ่ม สายพานลิ่มจะประกอบไปด้วยยางสังเคราะห์เส้นใยเสริมแรงหรือเทตตรอน และห่อหุ้มผ้าใบทั้ง 4 ด้าน สายพานลิ่มเป็นสายพานแบบไม่มีรอยต่ออ่อนตัวได้ดี ทนแรงดึงสูง ดังแสดงในรูปที่ 2.2 หมายเลข 1) ผิวนอกส่วนที่สัมผัสกับร่องล้อสายพาน หมายเลข 2) เส้นเชือกภายใน หมายเลข 3) ยางหุ้มเส้นเชือก หมายเลข 4) ยางส่วนบน หมายเลข 5) ยางส่วนล่าง เป็นส่วนรับแรงกด



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบสายพานลิ่ม [12]

3) ล้อยอกสายพาน ล้อยอกสายพานส่วนใหญ่ทำด้วยเหล็กหล่อผิวลื่นเซรามหรือปัมขึ้นแผ่นเหล็ก ล้อยอกสายพานจะถ่ายเทความร้อนได้ดี หากเป็นล้อยอกสายพานคุณภาพสูงที่ใช้ในเครื่องจักรกลหรือเครื่องยนต์ ต้องกำหนดทั้งคุณสมบัติของวัสดุ พิกัดเนื้อเหล็กหล่อ และพิกัดขนาด

ต่างๆ นับ 10 จุด ล้อสายพานลิ่มที่ส่งกำลังน้อย เช่น เครื่องเจียรไนเสียง ใช้ล้อสายพานเหล็กแผ่น ขึ้นรูปหรือพลาสติก มีน้ำหนักน้อยและแข็งแรงเพียงพอ ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ล้อสายพานลิ่มแบบต่างๆ [12]

2.5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดและกำลัง ลักษณะการใช้งานโดยทั่วไปของเพลาก็คือ การใช้ส่งกำลังจากส่วนหนึ่ง ไปอีกส่วนหนึ่ง กำลัง (Power) คือ อัตราการทำงานดังนั้นกำลังที่เกิดจากแรงบิดหรือโมเมนต์บิด (Touque : T) ก็คือ พิจารณาแรง F นิวตัน กระทำสัมผัสกับเพลาหมุนด้วยความเร็วรอบ หน่วยรอบต่อวินาที ระยะทางที่เคลื่อนที่เท่ากับ $2\pi r$

$$\begin{aligned} \text{งานในการหมุน 1 รอบ} &= \text{แรง} \times \text{ระยะทาง} \\ \text{โมเมนต์บิด (T)} &= F \times r \end{aligned} \quad (2.2)$$

$$P = T \omega \quad (2.3)$$

เมื่อ F คือ แรงที่มากกระทำ (นิวตัน)

R คือ ระยะทาง (มิลลิเมตร)

P คือ กำลังที่ส่ง (วัตต์)

ω คือ ความเร็วเชิงมุม (เรเดียนต่อวินาที)

$$\text{แต่ } \omega = \frac{2\pi N}{60} \quad (2.4)$$

$$\therefore P = \frac{2\pi T N}{60} \quad (2.5)$$

เมื่อ N คือ ความเร็วรอบของเพลา (รอบต่อนาที)

T คือ โมเมนต์บิด (นิวตันเมตร)

2.5.5 กลศาสตร์ของสายพานลึ้ม ในการขับเคลื่อนด้วยสายพานลึ้ม แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากระหว่างผิวสัมผัส เป็นแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากระหว่างผิวสัมผัสของสายพานกับร่องบนล้อสายพาน ดังนั้นสมการ $fF_n = DF$ ของสายพานแบน ในกรณีของสายพานลึ้มจะกลายเป็น

$$fF_n = DF$$

สายพานขับเคลื่อนอัตราส่วนความเร็ว M_ω เรียกว่าอัตราทดดังนี้

$$M_\omega = \frac{D_2}{D_1} = \frac{\text{rpm}_1}{\text{rpm}_2}$$

อัตราส่วนดึงของสายพานจากสูตร

$$\frac{T_1}{T_2} = 2.5$$

$$T_1 = 2.5T_2$$

064421

แรงที่สายพานกดเพลา

$$F = T_1 + T_2$$

การคำนวณความยาวของสายพาน ความยาวของสายพานเปิด (Open Belts) อาจประมาณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$L = 2C + 1.57(D_1 + D_2) + \frac{D_2 + D_1}{4C} \quad (2.6)$$

เมื่อ L คือ ความยาวพิตช์ของสายพาน

C คือ ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของล้อขับเคลื่อน

D_1 คือ เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของล้อขับเคลื่อน

D_2 คือ เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของล้อตาม

กำหนดระยะ C นับว่ามีความยืดหยุ่นมากพอสมควร ผู้ผลิตรายหนึ่งน่าจะควรจะใช้ค่า C ประมาณ $0.7 (D_p + D_p) < C < 2 (D_p + d_p)$ การกำหนดค่า C ควรเผื่อระยะปรับความห่างของเพลาทิ้งสองด้วยเพื่อให้ความตึงของสายพานเพียงพอ เนื่องจาก C อาจเป็นพิกัดจำกัด (Limiting) ได้

2.6 การออกแบบเพลลา (Shaft Design)

การพิจารณาในการออกแบบการคำนวณหาขนาดของเพลลาที่พอเหมาะ ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน ในบางครั้งการหาขนาดเพลลาเพื่อให้เพลลาทนต่อแรงที่มากระทำอย่างเดียวนั้นไม่เป็นการเพียงพอ เช่น ในกรณีของเพลลาลูกเบี้ยว (Cam Shaft) ในเครื่องยนต์สันดาปภายใน ต้องการให้มีตำแหน่งเที่ยงตรง ดังนั้นมุมบิดของเพลลาที่เกิดขึ้นในขณะที่ใช้งานจะต้องมีค่าไม่มากกว่าที่กำหนดไว้เบื้องต้น นั่นคือ เพลลาจะต้องมีความแข็งแรงอยู่ในพิกัดที่ต้องการ ถ้ามุมบิดมากไปนอกจากจะเสียความเที่ยงตรงทางด้านตำแหน่งแล้วยังอาจจะก่อให้เกิดความสั่นสะเทือน ซึ่งมีผลทำให้เฟืองและแบร์ริงที่รองรับเพลลาอยู่เกิดความเสียหายได้ง่ายขึ้น ความแข็งแรงที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ ความแข็งแรงทางด้านระยะโค้ง เพราะจะต้องใช้ระยะโค้งของเพลลาที่อยู่ภายใต้แรงภายนอกเป็นตัวสำคัญในการกำหนดระยะเบียด (Clearance) ระหว่างล้อสายพานเฟือง โครงของเครื่องจักร ตลอดจนการเลือกชนิดของแบร์ริงสำหรับรองรับเพลลาให้เหมาะสมถ้าหากเพลลามีระยะโค้งมากเกินไปจะทำให้ความยาวของฟันเฟืองส่วนที่สัมผัสหรือขบกันลดลง เป็นผลให้อัตราส่วนการขบ (Contact Ratio) ของเฟืองลดลงด้วยการส่งกำลังของเฟืองไม่ราบเรียบเท่าที่ควร การเลือกแบร์ริงมารองรับเพลลาที่เหมือนกันจำเป็นต้องเลือกแบร์ริงชนิดที่อนุญาตให้มีการเอียงแนวสำหรับการใช้งานได้พอเหมาะกะบะระยะโค้งของเพลลาที่จะเกิดขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นแบร์ริงแบบธรรมดา หรือแบร์ริงแบบปรับตัวแนวเองได้ (Self-Aligning Bearing) ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับค่าระยะโค้งเป็นสำคัญ

2.6.1 การพิจารณาถึงการออกแบบเพลลาอาจจะมีชื่อเรียกแตกต่างกัน ตามลักษณะการใช้งานดังต่อไปนี้

- 1) เพลลา (Shaft) เป็นชิ้นส่วนที่หมุนและใช้ในการส่งกำลัง
- 2) แกน (Axle) เป็นชิ้นส่วนลักษณะเดียวกับเพลลาแต่ไม่หมุน ส่วนมากเป็นตัวรองรับชิ้นส่วนที่หมุน เช่น ล้อ ล้อสายพาน เป็นต้น อย่างไรก็ตามทั้งเพลลาและแกนก็นิยมเรียกรวมกันว่าเพลลา ไม่ว่าชิ้นส่วนนั้นจะหมุนหรืออยู่นิ่งก็ตาม
- 3) สปินเดิล (Spindle) เป็นเพลลาขนาดสั้นที่ไม่หมุน เช่น เพลลาที่หัวแท่นกลึง (Head-Stock Spindle) เป็นต้น

4) สตัมป์ชาฟ (Stub Shaft) บางครั้งเรียก เฮดชาฟ (Head Shaft) เป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องกับเครื่องยนต์ มอเตอร์หรือเครื่องต้นกำลังอื่นๆ มีขนาดรูปร่างและส่วนยื่นออกมาสำหรับใช้ต่อกับ เพลาอื่นๆ

5) เพลาแนว (Line Shaft) หรือเพลาส่งกำลัง (Power Transmission Shaft) หรือเพลาเมน (Main Shaft) เป็นเพลาซึ่งต่อตรงจากเครื่องต้นกำลัง และใช้ในการส่งกำลังไปยังเครื่องจักรกลอื่นๆ โดยเฉพาะ

6) แจ็คชาฟ (Jackshaft) หรือเค้านเตอร์ชาฟ (Counter Shaft) เป็นเพลาขนาดสั้นที่ต่อระหว่างเครื่องต้นกำลังกับเพลาเมนหรือเครื่องจักรกล

7) เพลาอ่อน (Flexible Shaft) เป็นเพลาที่สามารถอ่อนตัวหรืองอโค้งได้ เพลาประเภทนี้ทำด้วยสายลวดใหญ่ (Cable) ลวดสปริงหรือลวดเกลียว (Wire Rope) ใช้ในการส่งกำลังในลักษณะที่แกนหมุนทำมุมได้แต่ส่งกำลังได้น้อย เพลาอาจจะรับแรงดึง แรงกด แรงบิดหรือแรงคดหรือแรงหลายอย่างรวมกันก็ได้ ดังนั้นการคำนวณจึงต้องใช้ความเค้นผสมเข้าช่วย แรงเหล่านี้ยังอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดตลอดเวลาทำให้เพลาเสียหายเพราะความล้าได้ ฉะนั้นจึงต้องออกแบบเพลาให้มีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการใช้งานในลักษณะนี้ นอกจากนี้เพลาจะต้องมีความแข็งแรง (Rigidity) เพียงพอเพื่อลดมุมบิดภายในเพลาให้อยู่ในขีดจำกัดที่พอเหมาะ ระยะโก่ง (Deflection) ของเพลาก็เป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดขนาดของเพลาเช่นเดียวกัน เพราะถ้าเพลามีระยะโก่งมากก็จะเกิดการแกว่งขณะหมุนทำให้เกิดความเร็ววิกฤต (Critical Speed) ของเพลาลดลงซึ่งอาจทำให้เพลาเกิดการสั่นอย่างรุนแรงในขณะที่ความเร็วของเพลาเข้าใกล้ความเร็ววิกฤตนี้ได้ระยะโก่งนี้ยังมีผลต่อการเลือกชนิดของที่รองรับเพลา เช่น บอลแบร์ริง (Ball Bearing) ก็ต้องมีการเอียงแนว (Misalignment) ในการใช้งานที่พอเหมาะกับเพลา

8) วัสดุเพลา วัสดุที่ใช้สำหรับทำเพลาทั่วไปคือ เหล็กกล้าละมุน (Mild Steel) แต่ถ้าต้องการให้มีความเหนียวและความทนทานต่อแรงกระชุกเป็นพิเศษ แล้วมักจะใช้เหล็กกล้าผสมโลหะอื่นทำเพลาเช่น AISI 1347 3140 4150 และ 4340 เพลาที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่า 90 มิลลิเมตร มักจะกลึงมาจากเหล็กกล้าคาร์บอนซึ่งผ่านการรีดร้อนอย่างไรก็ตามเพื่อให้เพลา มีราคาถูกที่สุด ผู้ออกแบบควรพยายามเลือกใช้เหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดา ก่อนที่จะเลือกใช้เหล็กกล้าชนิดอื่น

9) ขนาดของเพลา เพื่อให้เพลา มีมาตรฐานเหมือนกัน องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดขนาดมาตรฐานของเพลาซึ่งเป็นขนาดระบุ (Nominal Size) ใน ISO/R 775-1969 เอาไว้สำหรับให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถหาซื้อได้ทั่วไป นอกจากนี้ยังเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดของแบร์ริงที่ใช้รองรับเพลาด้วยขนาดระบุของเพลาได้ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตาราง 2.2 ขนาดระบุของเพลตามาตรฐาน ISO/R 775-1969 [13]

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

10) การพิจารณาในการออกแบบ การคำนวณหาขนาดของเพลที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน ในบางครั้งการหาขนาดเพลเพื่อให้เพลทนต่อแรงที่มากกระทำอย่างเดียวนั้นไม่เป็นการเพียงพอ เช่น ในกรณีของเพลลูกเบี้ยว (Cam Shaft) ในเครื่องยนต์สันดาปภายในต้องการให้มีตำแหน่งเที่ยงตรง ดังนั้นมุมบิดของเพลที่เกิดขึ้นในลักษณะใช้งานต้องมีค่าไม่มากกว่าที่กำหนดไว้เป็นต้น นั่นคือ เพลจะต้องมีความแข็งแรงอยู่ในพิสัยที่ต้องการ ถ้ามุมบิดมากไปนอกจากจะเสียความเที่ยงตรงทางด้านตำแหน่งแล้ว ยังอาจจะก่อให้เกิดความสั่นสะเทือนซึ่งมีผลทำให้เฟืองและแบร็งที่รองรับเพลอยู่เกิดความเสียหายได้ง่ายขึ้น อาจจะทำให้มีมุมบิดได้ถึง 1 องศา ต่อความยาวเพล 20 เท่า ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพล ในกรณีของเพลลูกเบี้ยวสำหรับ เครื่องยนต์สันดาปภายในแล้ว จะให้มีมุมบิดได้ไม่เกิน 0.5 องศา ตลอดความยาวของเพล

ความแข็งแรงที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ ความแข็งแรงทางด้านระยะ โกงเพราะจะต้องใช้ระยะ โกงของเพลที่อยู่ภายใต้แรงภายนอกเป็นตัวสำคัญ ในการกำหนดระยะเบียด (Clearance) ระหว่างล้อสายพานเฟือง โครงของเครื่องจักร ตลอดจนการเลือกชนิดของแบร็งสำหรับรองรับเพล

ให้เหมาะสม การเลือกแบริงมารองรับเพลาก็เช่นกัน จำเป็นจะต้องเลือกแบริงชนิดที่อนุญาตให้มีการเอียงแบบธรรมดาหรือแบริงแบบปรับแนวโน้มได้เอง (Self Aligning Bearing) ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับค่าระยะโก่งเป็นสำคัญ

ระยะโก่งดั่งที่กล่าวมานี้ก็ไม่มีมาตรฐานกำหนดเป็นแนวทางไว้โดยทั่วไปแล้วผู้ออกแบบอาจจะถือค่าต่อไปนี้เป็นแนวทางในการกำหนดความแข็งแรงทางด้านระยะโก่งได้ดังนี้ คือ

สำหรับเพลารองรับจักรกลทั่วไป ค่าระยะโก่งระหว่างจุดที่รองรับด้วยแบริงควรจะไม่เกิน 0.08 มิลลิเมตรต่อเมตร

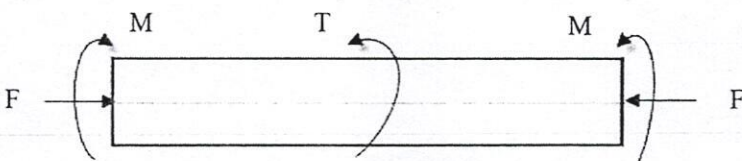
สำหรับเพลามีเฟืองตรง (Spur Gear) คุณภาพคืออยู่ด้วย ระยะโก่ง ณ ตำแหน่งที่มีเฟืองขบกันไม่ควรเกิน 0.125 มิลลิเมตร และความลาดเอียงของเพลานี้ไม่ควรจะน้อยกว่า 0.0286 องศา

สำหรับเพลามีเฟืองคอกจอก (Bevel Gear) คุณภาพดีคืออยู่ ระยะโก่ง ณ ตำแหน่งที่มีเฟืองขบกันไม่ควรเกิน 0.075 มิลลิเมตร

จากเหตุผลดั่งที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าขนาดของเพลานั้นหาได้โดยใช้ความแข็งแรงที่ต้องการแทนที่จะเป็นความแข็งแรงในการรับแรงภายนอกก็ได้ การหาระยะโก่งของเพลามีขนาดเท่ากันตลอดอาจทำได้โดยใช้วิธีที่ได้เรียนรู้มาในวิชากลศาสตร์วัสดุ เช่น วิธีการอินทิเกรตสองครั้ง (Double Integration) วิธีพื้นที่โมเมนต์คัต (Moment Area) เป็นต้น

สำหรับเพลามีขนาดไม่เท่ากันตลอด (Stepped Shaft) การใช้วิธีดั่งที่กล่าวมาแล้วอาจจะล่าช้าและเสียเวลา โดยเฉพาะวิธีการอินทิเกรตสองครั้งเพราะต้องใช้สภาพของขอบเขต (Boundary Condition) ใหม่ทุกครั้งทีเพลายื่นขนาด วิธีที่นิยมใช้กันคือ วิธี Graphical Integration และ Numerical Integration

11) การออกแบบเพลาดังกล่าวของ ASME ก่อนปี พ.ศ. 2479 ได้มีการยอมรับวิธีการคำนวณขนาดของเพลาส่งกำลังซึ่งกำหนดเป็นรหัส (Code) โดยสมาคมวิศวกรเครื่องกลแห่งสหรัฐอเมริกา (ASME) ถึงแม้ว่าล่วงเลยมานานแล้วก็ตาม วิธีการออกแบบเพลาดังกล่าวของ ASME ก็ยังมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน วิธีการดังกล่าวนี้ใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุดและไม่พิจารณาถึงความล้าหรือความเค้นหนาแน่นที่เกิดบนเพลานี้ ซึ่งเป็นการออกแบบโดยวิธีสถิตยศาสตร์ (Static Design Method) การหาสมการสำหรับออกแบบเพลานี้ให้พิจารณาเพลาดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การพิจารณาภาระที่มากระทำต่อเพลานี้

เพลาคือแบบกลมและกลวง โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน และภายนอกเท่ากับ d และ D ตามลำดับ ความเค้นต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนเพลามีดังต่อไปนี้ คือ

$$\text{ความเค้นดึงหรือกด} \quad \sigma_a = \frac{4F}{\pi(D^2 - d^2)} \quad (2.7)$$

$$\text{ความเค้นดัด} \quad \sigma_b = \frac{MC}{I} = \frac{32MD}{\pi(D^4 - d^4)} \quad (2.8)$$

$$\text{ความเค้นเฉือน} \quad \tau_{xy} = \frac{Tr}{J} = \frac{16TD}{\pi(D^4 - d^4)} \quad (2.9)$$

ในกรณีที่เป็นแรงกดอาจมีผลจากการ โกงงอ (Buckling) ได้ดังนี้ สมการจะกลายเป็น

$$\sigma_b = \frac{32C_m MD}{\pi(D^4 - d^4)} \quad (2.10)$$

เพลาส່วนมากจะอยู่ภายใต้ความเค้นที่เป็นวัฏจักรทั้งนี้ เพราะเพลามุนอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้นแรงที่จะกระทำอาจเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาได้ ดังนั้นเพลาก็เกิดความเสียหายเนื่องมาจากความล้าเป็นส่วนใหญ่ สำหรับวิธีการคำนวณของ ASME ใช้วิธีการแบบสถิติศาสตร์ ดังนั้นจึงต้องมีตัวประกอบความล้า (Fatigue Factor) มาเกี่ยวข้องด้วย

| | | | |
|-------|-------------|-----|--|
| เมื่อ | C_m | คือ | ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด |
| | C_t | คือ | ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด |
| | σ_a | คือ | ความเค้นดึงหรือกด (นิวตันต่อตารางเมตร) |
| | σ_b | คือ | ความเค้นดัด (นิวตันต่อตารางเมตร) |
| | τ_{xy} | คือ | ความเค้นเฉือน (นิวตันต่อตารางเมตร) |
| | C | คือ | ระยะจากแกนสะเทิน (N.A) ถึงผิวนอก (มิลลิเมตร) |
| | D | คือ | ความโตผ่านศูนย์กลางภายในของเพลาคือ (มิลลิเมตร) |
| | r | คือ | รัศมีของหน้าตัดวงกลม (มิลลิเมตร) |
| | F | คือ | แรงในแนวแกน (นิวตัน) |

| | |
|---|--|
| I | คือ โมเมนต์ความเฉื่อยของหน้าตัด (มิลลิเมตร ⁴) |
| M | คือ โมเมนต์คดที่หน้าตัดวิกฤต (นิวตันเมตร) |
| T | คือ โมเมนต์บิด (นิวตันเมตร) |
| J | คือ โมเมนต์เฉื่อยเชิงมุมของพื้นที่หน้าตัด (เมตร ⁴) |

ดั่งสมการและจึงกลายเป็น

$$\sigma_b = \frac{32C_m M}{\pi d^3} \quad (2.11)$$

$$\tau_{xy} = \frac{16C_t T}{\pi d^3} \quad (2.12)$$

ความเค้นกดหรือความเค้นดึงรวม คือ

$$\sigma = \sigma_a + \sigma_b \quad (2.13)$$

จากทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด

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

ในกรณีเพลาดัน $K = d_i / d = 0$ เมื่อแทนค่า ก็จะได้สมการที่มีรูปลักษณ์กับหนังสือกลศาสตร์วัสดุทั่วไป คือ

$$d = \left\{ \frac{5.1}{\tau_p} \left[(C_m M)^2 + (C_t T)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}} \quad (2.14)$$

ค่าตัวประกอบความล้า สามารถเลือกใช้ตามลักษณะของแรงที่มากระทำ ซึ่งหาได้จากดั่งแสดงในตารางที่ 2.3

ตาราง 2.3 ค่าตัวประกอบความล้า [13]

| ชนิดของแรง | | C_m | C_t |
|------------|-------------------------------|-----------|-----------|
| เพลายูนิ่ง | แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ | 1.0 | 1.0 |
| | แรงกระตุก | 1.5 - 2.0 | 1.5 - 2.0 |
| เพลามุม | แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ | 1.5 | 1.0 |
| | แรงกระตุกอย่างเบา | 1.5 - 2.0 | 1.0 - 1.5 |
| | แรงกระตุกอย่างแรง | 2.0 - 3.0 | 1.5 - 3.0 |

นอกจากนี้โค้ดของ ASME ยังได้ระบุเอาไว้ว่า เพลาซึ่งมีใช้ในงานธรรมดาทั่วไปควรมีค่าความเค้นเฉือนใช้งานได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\tau_d &= 55 \text{ นิวตันต่อมิลลิเมตร สำหรับเพลที่ไม่มีร่องลิ้ม} \\ \tau_d &= 41 \text{ นิวตันต่อมิลลิเมตร สำหรับเพลที่มีร่องลิ้ม}\end{aligned}$$

แต่ถ้ากำหนดวัสดุของเพลที่บอกถึงหมายเลขของโลหะหรือส่วนผสมของโลหะให้ใช้ค่าความเค้นเฉือนใช้งาน โดยเลือกใช้น้อยมากำนวน คือ

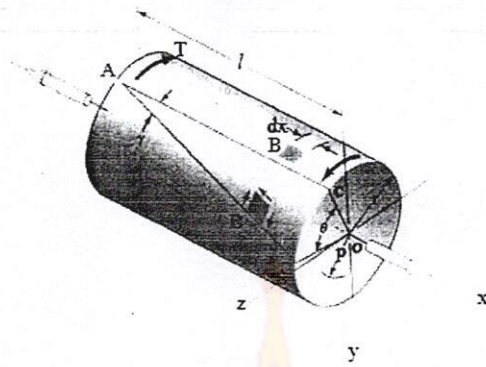
$$\tau_d = 0.3 \sigma_y = 0.18 \sigma_u \quad (2.15)$$

และถ้าเพลามีร่องลิ้มให้ลดค่าความเค้นเฉือนใช้งานโดยใช้เพียง 75 เปอร์เซ็นต์

12) ความแข็งเกร็งทางการบิด สำหรับเพลที่มีขนาดสม่ำเสมอบิดเป็นเรเดียนต์ (rad) ดังแสดงในรูปที่ 2.5 จะหาค่าได้จากสมการ

$$\theta = \frac{TL}{GJ} \quad (2.16)$$

เมื่อ J คือ โมเมนต์ความเฉื่อยเชิงขั้วของพื้นที่หน้าตัด (Polar Second Moment of Area)



รูปที่ 2.5 ลักษณะเพลลาที่ถูกกระทำด้วยโมเมนต์บิด [13]

สำหรับเพลลากลมตัน

$$J = \frac{\pi}{32} D^4 \quad (2.17)$$

ดังนั้นจึงหาค่ามุมบิดเป็นองศาได้จากสมการ

$$\theta = \frac{584TL}{GD^4} \quad (2.18)$$

ถ้าเป็นเพลลากลมกลวง

$$J = \frac{\pi}{32} (D^4 - d^4) \quad (2.19)$$

ถ้าความเค้นเฉือนของเพลลาตันและเพลลากลวงมีดังนี้คือ

จาก $\tau = \frac{Tr}{J} \quad (2.20)$

เมื่อ $r = \frac{D}{2}$

$$\text{เพลาดัน} \quad \tau = \frac{16T}{\pi D^3} \quad (2.21)$$

$$\text{เพลากลวง} \quad \tau = \frac{16TD}{\pi(D^4 - d^4)} \quad (2.22)$$

ฉะนั้นถ้าต้องการให้เพลามีความแข็งแรงเกร็งตามลักษณะการใช้งานแล้วก็ควรที่จะใช้สมการข้างบนนี้ตรวจสอบคูลูมบิคให้อยู่ในค่าที่ต้องการ

2.7 ระบบรองลิ้น

เป็นชิ้นส่วนทางกล สำหรับทำหน้าที่รองรับชิ้นส่วนที่มีการหมุนเคลื่อนที่เพื่อให้เกิดการหมุนอย่างเที่ยงตรงอยู่ในทิศทางที่กำหนด และให้มีแรงเสียดทานน้อยที่สุด ตลอดจนทำหน้าที่รองรับหรือถ่ายทอดแรงที่กระทำ เช่น จากเพลลาหรือแกนเข้าสู่ตัวโครงเครื่องรูปแบบของระบบรองลิ้น แบ่งออกเป็นลักษณะหลักๆ ดังนี้

2.7.1 แบริ่งปลอก (Journal Bearing) เป็นลักษณะปลอกบุทสวมอัดเข้ากับตัวเรือน ความเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวเพลลาและแบริ่งเป็นแบบ ความเสียดทานเลื่อน (Sliding Friction) ลักษณะสร้างเป็นปลอกกรุปวงแหวนสวมเข้ากับตัวเรือน แบริ่งชนิดนี้มีรูปทรงที่ง่ายต่อการผลิตและหากมีการหล่อลิ้นเพียงพอสามารถใช้งานที่ความเร็วรอบสูงๆ ได้ดี โดยไม่จำกัดอายุการใช้งาน และจากพื้นที่สัมผัสจำนวนมากของ แบริ่งจะช่วยซึมซับแรงสั่นสะเทือนได้ดี ขณะทำงานเสียงจึงเงียบเบา วัสดุทำแบริ่งปลอก ที่เหมาะสมควรมีคุณสมบัติดังนี้

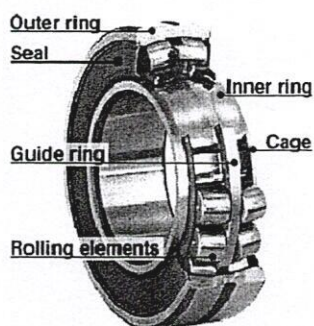
- 1) มีคุณสมบัติลื่นตัวดี การสูญเสียแรงเสียดทานมีค่าน้อย
- 2) ทนทานต่อการสึกหรอ ถึงแม้จะมีการหมุนใช้งานเป็นระยะเวลาานาน ๆ
- 3) มีความแข็งแรงสูงและเพียงพอต่อการรับแรงกด
- 4) ด้านทานต่อการกัดกร่อน หากมีการสัมผัสกับสารหล่อลิ้นชนิดต่าง ๆ
- 5) เป็นตัวนำความร้อนได้ดี เพื่อระบายความร้อนที่เกิดจากแรงเสียดทานได้อย่างรวดเร็ว

รวดเร็ว

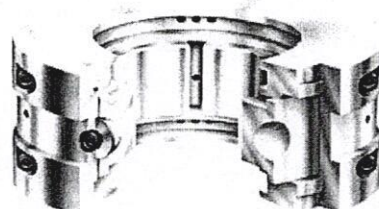
6) เนื้อวัสดุอ่อน เพื่อยอมให้เศษผงหรือเศษโลหะที่มากับน้ำมันหล่อลิ้นสามารถแทรกตัวลงไปได้เพื่อมิให้เป็นอันตรายต่อผิวของเพลลา

2.7.2 แบริ่งลูกกลิ้ง (Rolling Bearing) ลักษณะแบริ่งแบ่งออกเป็นเม็ดลูกกลิ้งรูปทรงต่าง ๆ เช่น เม็ดกลม เม็ดทรงกระบอก เม็ดรีเวว เม็ดโค้ง เป็นต้น เพื่อลดแรงเสียดทานให้น้อยลง ความเสียดทานที่เกิดขึ้นเป็นแบบ ความเสียดทานหมุน แบริ่งลูกกลิ้งเหมาะสำหรับรองรับโหลดไม่

มากนัก ในช่วงเริ่มหมุนจะมีความฝืดน้อยถ้าใช้งานในความเร็วดำ อายุการใช้งานของแบริ่งลูกกลิ้งจะสูงขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.6



ก) แบริ่งลูกกลิ้ง (Rolling Bearing)



ข) แบริ่งปลอก (Journal Bearing)

รูปที่ 2.6 รูปแบบของระบบรองรับ [14]

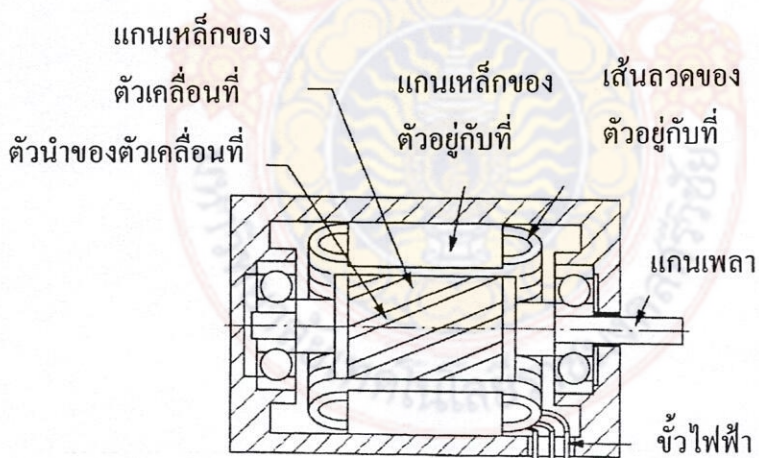
ตาราง 2.4 เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย แบริ่งลูกกลิ้งและแบริ่งปลอก [15]

| แบริ่งลูกกลิ้ง | แบริ่งปลอก |
|---|---|
| 1. แรงเสียดทานขณะเริ่มต้นและขณะทำงานแตกต่างกันเล็กน้อย | 1. แรงเสียดทานขณะเริ่มต้นสูงมากและขณะทำงาน โดยทั่วไปจะสูงกว่าแบริ่งลูกกลิ้ง |
| 2. สารหล่อลื่นที่กักไว้ภายในด้วยกันรั่วตลอดอายุการใช้งาน | 2. สารหล่อลื่นเดิมจากภายนอกเป็นครั้งคราว |
| 3. ความหนืดของสารหล่อลื่นที่ใช้ไม่ขึ้นอยู่กับโหลด | 3. ความหนืดของสารหล่อลื่นที่ใช้จะขึ้นอยู่กับโหลด |
| 4. อายุการใช้งานขึ้นอยู่กับโหลดและความเร็วรอบการหมุน | 4. ไม่จำกัดอายุการใช้งานหากได้รับการหล่อลื่นที่ถูกต้องขณะใช้งาน |
| 5. มีเสียงรบกวน | 5. ไม่มีเสียงรบกวน |
| 6. แบบเม็ดทรงกลมและทรงกระบอก จะต้องการเนื้อที่ในแนวรัศมีมาก | 6. ต้องการเนื้อที่ในแนวรัศมีน้อย |
| 7. ราคาแพง | 7. ราคาถูก |
| 8. ไม่ต้องเสียเวลาบำรุงรักษาบ่อย | 8. ต้องเสียเวลาบำรุงรักษาบ่อย |

2.8 มอเตอร์

เป็นแหล่งกำเนิดกำลังงานให้แก่เครื่องจักรกลที่นิยมใช้มากที่สุด ถูกนำมาใช้ในหุ่นยนต์ เครื่องจักรในกระบวนการผลิต รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ ชนิดของมอเตอร์ แบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ดังนี้

2.8.1 มอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสสลับ เป็นมอเตอร์ที่นิยมใช้มากที่สุดเพื่อเป็นแหล่งกำเนิดกำลังงานของเครื่องจักรกล โครงสร้างเป็นดังแสดงในรูปที่ 2.7 จากการไหลผ่านของไฟฟ้ากระแสสลับรอบแกนที่อยู่นิ่งติดกับตัวโครงของมอเตอร์ (Stator) จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนวนเกิดขึ้น สนามแม่เหล็กหมุนวนที่เกิดขึ้นนี้จะเหนี่ยวนำให้เกิดแรงดันไฟฟ้า ในแกนเหล็กของตัวเคลื่อนที่ (Rotor) ทำให้ตัวเคลื่อนที่หมุนวนตามสนามแม่เหล็ก การทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนวนจะใช้ไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 3 เฟส ส่วนใหญ่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน เช่น ตู้เย็น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องซักผ้า โดยทั่วไปจะใช้ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส ดังนั้นมอเตอร์ที่ใช้จึงเป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว ในกรณีนี้จะติดตั้งขดลวดชุดที่ 2 ที่ตัวอยู่กับที่ เพื่อให้เฟสของไฟฟ้ากระแสสลับที่ผ่านขดลวดชุดที่ 2 นี้ไหลช้าลงจึงเกิดการหมุนเหมือนการใช้สนามแม่เหล็กหมุนวนแบบ 2 เฟส

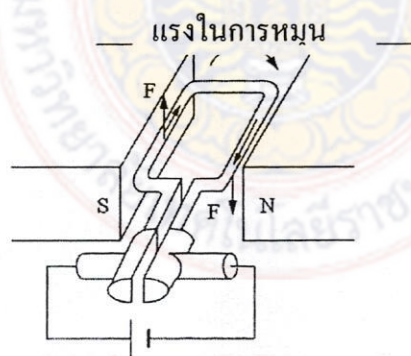


รูปที่ 2.7 โครงสร้างของมอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสสลับ [16]

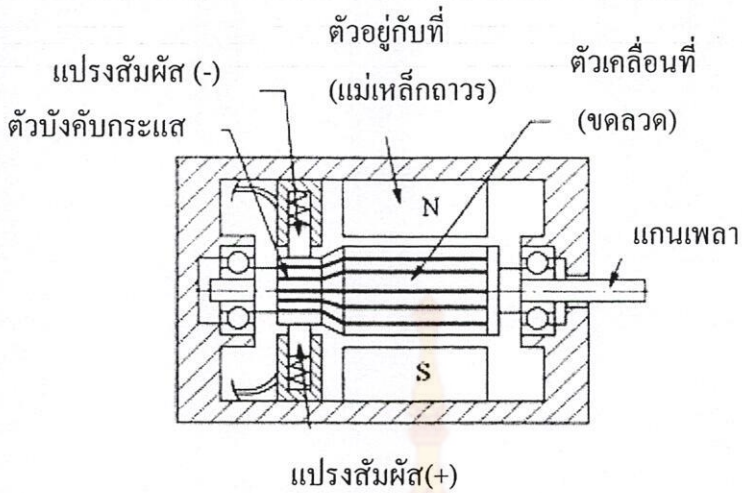
2.8.2 มอเตอร์ซิงโครนัสกระแสสลับตัวเคลื่อนที่ ของมอเตอร์ซิงโครนัสไฟฟ้ากระแสสลับจะทำจากแม่เหล็กถาวร เมื่อมีแรงดันระหว่างสนามแม่เหล็กหมุนวนและแม่เหล็กถาวรบนตัวเคลื่อนที่ทำให้มอเตอร์สามารถหมุนได้ หากเปรียบเทียบกับมอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสสลับแล้วจะมี

การสิ้นไถลน้อยกว่า จุดเด่นของมอเตอร์ซิงโครนัสกระแสสลับ คือ ความเร็วรอบของการหมุนจะเท่ากับความเร็วรอบของสนามแม่เหล็กหมุนวน

2.8.3 มอเตอร์กระแสตรง หลักการของมอเตอร์กระแสตรง ตัวอยู่กับที่ซึ่งอยู่ภายนอกจะเป็นแม่เหล็กถาวร การหมุนเกิดจากการปล่อยไฟฟ้ากระแสตรงผ่านตัวบังค้ำทิศทางของกระแส (Commutator) แล้วส่งเข้าสู่ขดลวดของตัวเคลื่อนที่ ดังแสดงในรูปที่ 2.8 การทำงานจะเป็นไปตามกฎของเฟรมมิ่ง คือ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำไฟฟ้าที่อยู่ในสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดแรงกระทำที่ตัวนำไฟฟ้า เมื่อขดลวดของตัวเคลื่อนที่หมุนจะก่อให้เกิดปริมาณกำลังไฟฟ้าแปรผันกับความเร็วนับรอบของการหมุน วงจรของมอเตอร์กระแสตรงเทียบเท่ากับการต่อแหล่งกำเนิดไฟตรงเข้ากับตัวต้านทานและแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำ โครงสร้างพื้นฐานมอเตอร์กระแสตรง ดังแสดงในรูปที่ 2.9 ความเร็วรอบของมอเตอร์ในกรณีที่แหล่งจ่ายไฟมีความต่างศักย์คงที่นั้น ความเร็วรอบจะแปรผกผันกับแรงบิด หากภาระแรงบิดสูงขึ้นจะทำให้ความเร็วรอบลดลง แต่หากภาระแรงบิดต่ำลง ความเร็วรอบจะสูงขึ้น ดังนั้นจึงสามารถสร้างแรงบิดสูงได้ที่ความเร็วรอบต่ำๆ เมื่อเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า จะส่งผลทำให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดเกิดการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นในสภาวะที่ภาระแรงไม่คงที่ที่จะสามารถควบคุมได้ด้วยการปรับเปลี่ยนความต่างศักย์ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าจุดเด่นของมอเตอร์กระแสตรง คือ ส่วนประกอบของตัวควบคุมจะง่ายและสามารถควบคุมได้ดี ส่วนข้อด้อยเกิดจากการใช้ตัวบังค้ำกระแสและแปรงสัมผัส ทำให้มีการสึกหรอของแปรง และมีฝุ่นผงจากการสึกหรอจึงต้องมีการบำรุงรักษาด้วย

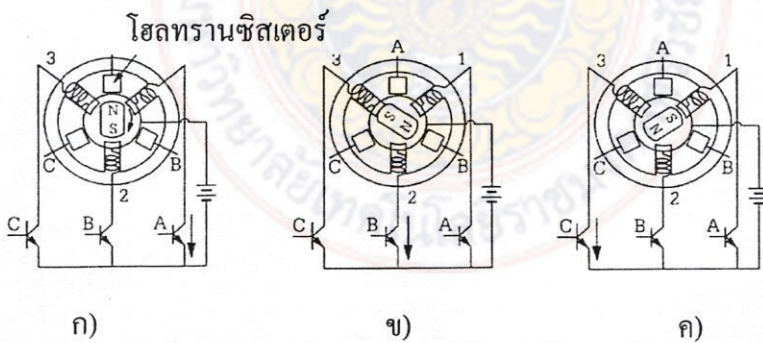


รูปที่ 2.8 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง [16]



รูปที่ 2.9 โครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรง [16]

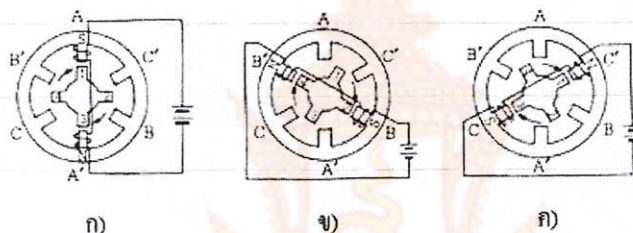
2.8.4 มอเตอร์กระแสตรงชนิดไม่มีแปรงสัผัส จะใช้ระบบการควบคุมสวิตช์แบบอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหการสัมผัสกันระหว่างตัวควบคุมกระแสและแปรงสัผัสของมอเตอร์กระแสตรง หลักการทำงานดังแสดงในรูปที่ 2.10 ตัวเคลื่อนที่จะเป็นแม่เหล็กถาวรและจะปล่อยกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวอยู่กับที่ โครงสร้างจะมีลักษณะคล้ายมอเตอร์ซิงโครนัสกระแสสลับต่างกันที่ป้อนไฟฟ้กระแสตรงเข้าสู่ตัวอยู่กับที่ จะใช้โซลทรานซิสเตอร์หรือไฟโตรีทรานซิสเตอร์ วัตตำแหน่งของตัวเคลื่อนที่ แล้วเปิด-ปิด กระแสที่เข้าสู่ตัวเคลื่อนที่



รูปที่ 2.10 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไม่มีแปรงสัผัส [16]

2.8.5 สเตปปีงมอเตอร์ (พัลส์มอเตอร์) สเตปปีงมอเตอร์เป็นมอเตอร์ที่ใช้การปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าในขดลวดของตัวอยู่กับที่ให้เกิดสนามไฟฟ้าต่อกันไปเป็นลำดับก่อให้เกิดแรงดึงกับขั้วของตัวเคลื่อนที่ทำให้เกิดการหมุน ดังแสดงในรูปที่ 2.11 จะเกิดสนามไฟฟ้าตามลำดับจาก ก)

> ข) > ค) ทำให้เกิดแรงดึงระหว่างตำแหน่ง A กับขั้วที่ 2 และตำแหน่ง C กับขั้วที่ 3 ทำให้ตัวเคลื่อนที่หมุนเป็นมุมครึ่งละ 30 การปล่อยกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านขดลวดของตัวเคลื่อนที่เป็นลำดับจะใช้วงจรมอเตอร์ จึงสามารถกำหนดการหมุนของตัวเคลื่อนที่ได้ตามจำนวนพัลส์ จำนวนรวมของพัลส์จะกำหนดมุมทั้งหมดที่หมุนไป ส่วนความถี่ของพัลส์จะใช้กำหนดความเร็วในการหมุน เนื่องจากสามารถควบคุมได้โดยใช้พัลส์ร่วมกับอุปกรณ์ดิจิทัลได้ง่าย สามารถบังคับมุมของการหมุนความเร็ว ทิศทางการหมุน ไป-กลับ เคลื่อนที่หรือหยุดได้อย่างแม่นยำ รวดเร็ว ไม่จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับความเร็วหรืออุปกรณ์ตรวจจับอื่นๆ และไม่ใช้การป้อนกลับแบบที่ใช้ใน เซอร์โวมอเตอร์ วงจรสำหรับควบคุมจึงง่าย ถ้าหากปล่อยกระแสไฟเข้าไปตลอดเวลาก็สามารถหยุดตัวเคลื่อนที่ไว้ ณ ตำแหน่งนั้นได้



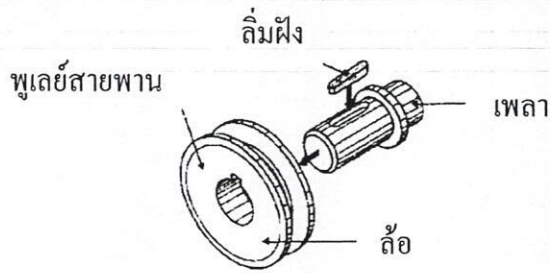
รูปที่ 2.11 หลักการทำงานของสเตปปีงมอเตอร์ [16]

วิธีการเลือกขนาดมอเตอร์ การเลือกขนาดมอเตอร์ในเบื้องต้นต้องทำความเข้าใจก่อนว่าต้องการคุณสมบัติใดของมอเตอร์เพื่อใช้ในเครื่องจักรกลที่กำลังออกแบบ เงื่อนไขที่สำคัญสำหรับการเลือกมอเตอร์ คือ ขนาดของภาระแรง เพื่อใช้ในการเลือกขนาดของมอเตอร์และเงื่อนไขในการควบคุม เริ่มแรกจะต้องพิจารณาว่าต้องการกำลังขาออกของมอเตอร์เท่าใด ดังนั้นจึงต้องพิจารณาจากภาระแรงบิดในสภาพการทำงานปกติ และแรงบิดที่ใช้ในการเพิ่มหรือลดความเร็ว

2.9 ลิ้ม

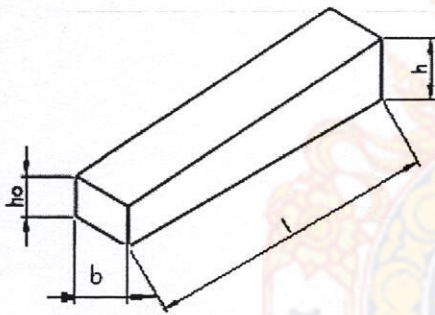
เป็นเครื่องมือกลพื้นฐาน โดยหลักการ คือ การใช้พื้นเอียงในการแยกของสองสิ่งออกจากกัน การให้แรงในแนวตั้งฉากกับส่วนหัว จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแรงตั้งฉากไปแนวแรงในแนวตั้งฉากกับพื้นเอียง

2.9.1 ประเภทของลิ้ม ลิ้มที่ใช้ประกอบระหว่างเพลากับชิ้นส่วนอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นเฟืองพู่เล่ย์หรือล้อสายพานต่างๆ ลิ้มมีหลายประเภทขึ้นอยู่กับการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 2.12

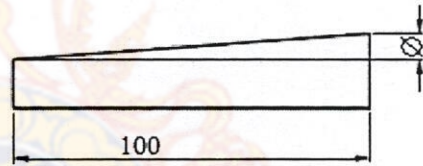


รูปที่ 2.12 ส่วนประกอบที่ใช้คู่กับลิม [12]

1) ลิมส่งกำลัง ลิมประเภทนี้มีหน้าที่ส่งกำลังระหว่างล้อกับเพลลาในเครื่องจักรกลใหญ่ที่ใช้ล้อยายพาน ใช้เฟือง ใช้คลัตช์ หรือเครื่องจักรกลเกษตรก็ใช้ลิมส่งกำลัง ลิมชนิดนี้ถอดประกอบง่าย ลิมส่งกำลังมีความลาด 1 : 100 หมายความว่า ความยาวทั้งหมดของลิม 100 มิลลิเมตร ความสูงของลิมจะลดลง 1 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.13



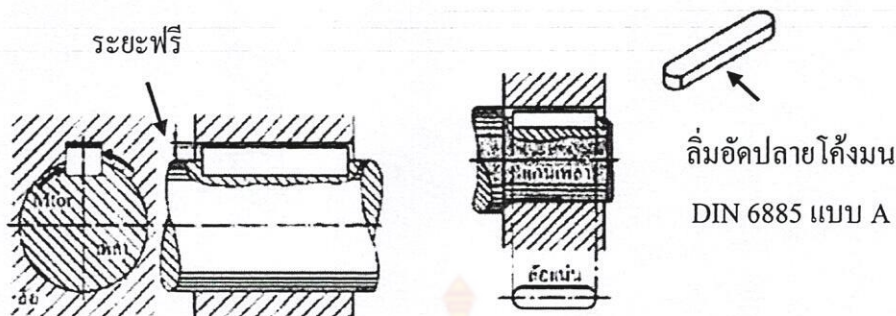
ก) การกำหนดขนาดของลิม



ข) ความยาวของอัตราลาด 1 : 100

รูปที่ 2.13 การกำหนดขนาดของลิมส่งกำลัง [12]

2) ลิมอัด ลิมประเภทนี้ไม่มีความลาดตามแนวยาวจะขนานตามแนวยาวตลอดลำตัว ดังนั้นแรงที่ขับซี่ล้อ หรือเพลลาให้หมุนนั้นจะกระทำผ่านผิวด้านข้างของลิมผิวด้านข้างของลิมจะรับภาระเนื่อง แต่ข้อดีคือระหว่างล้อกับเพลลาจะไม่มีการเอียงศูนย์ ลิมประเภทนี้เหมาะสำหรับเพลลาที่หมุน ดังแสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ลักษณะการใช้งานของลิ่มอัดปลายมนโค้ง [12]

3) ลิ่มราบ เป็นลิ่มส่งกำลังตามมาตรฐาน DIN 6883 มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าก่อนประกอบยึดต้องกัดหรือไสให้ผิวเพลาพอที่จะให้ลิ่มประกอบได้ ประหยัดค่าใช้จ่ายในการผลิตและผิวราบนี้มีผลต่อความแข็งแรงของเพลา น้อยรับแรง โมเมนต์ได้น้อยกว่าลิ่มผึ้ง

2.9.2 การคำนวณเกี่ยวกับลิ่ม ขนาดความกว้างของลิ่มสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยทั่วไปจะเท่ากับหนึ่งในสี่ของความโตเพลา การออกแบบถ้าไม่รวมความหนาแน่นแล้ว จะได้สมการความสัมพันธ์ของความแข็งแรงของลิ่มและเพลา คือ

$$\frac{b d l S_s}{2} = \frac{\pi d^3 S_s}{16} \quad (2.23)$$

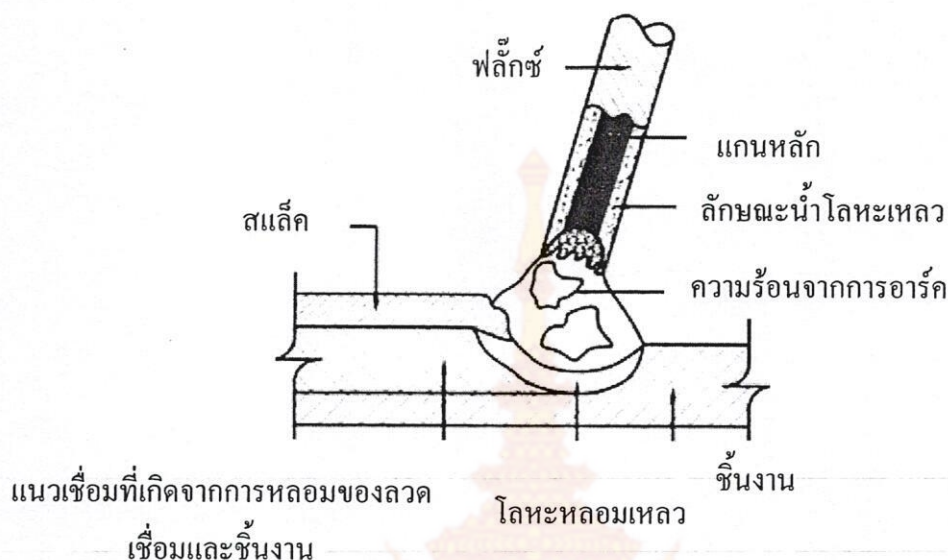
$$b = \frac{d}{4} \quad (2.24)$$

$$l = 1.57d \quad (2.25)$$

2.10 การเชื่อมต่อ (Welding Joints)

เป็นวิธีการต่อชิ้นงานเข้าด้วยกันซึ่งนิยมใช้กันมากในงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนต่างๆ สำหรับรอยเชื่อมซึ่งต้องรับแรงสูงนั้นนิยมใช้วิธีการเชื่อมด้วยไฟฟ้า (Arc Welding) การเชื่อมด้วยไฟฟ้าการเชื่อมวิธีนี้มักเรียกกันทั่วไปว่าการเชื่อมไฟฟ้าโดยใช้ลวดเชื่อม (Electrode) เป็นตัวนำไฟฟ้าและในขณะที่เดียวกันลวดเชื่อมก็จะละลายลงไป ณ รอยที่ต้องการเชื่อมด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.15 ลวดเชื่อมมักจะห่อหุ้มไว้ด้วยสารชนิดหนึ่งเรียกว่า ฟลักซ์ (Flux) ซึ่งจะระเหยกลายเป็นแก๊ส

ในขณะที่ทำการเชื่อม แก๊สนี้จะช่วยป้องกันมิให้เกิดออกซิเดชัน (Oxidation) ที่รอยเชื่อมซึ่งเป็นการช่วยให้คุณภาพของรอยเชื่อมดีขึ้น



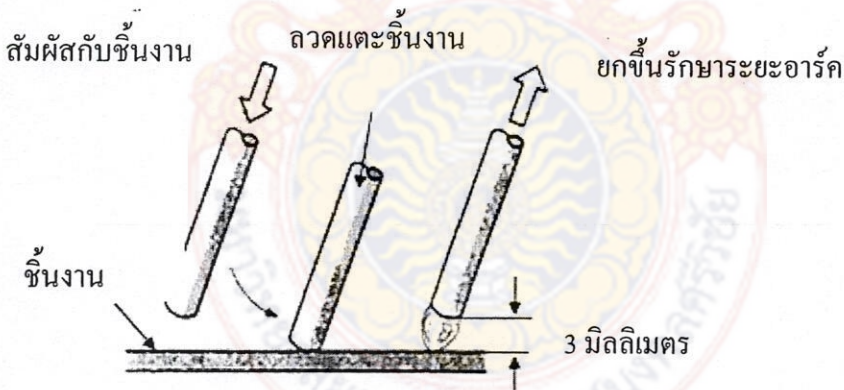
รูปที่ 2.15 ส่วนต่างๆ ของการเชื่อมแบบหุ้มฟลักซ์ [17]

องค์ประกอบของงานเชื่อมไฟฟ้า (Factor Involve Welding) องค์ประกอบ 5 ข้อ หรือ 5 C จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาไว้เป็นพื้นฐานในเชื่อมเพื่อให้ได้แนวเชื่อมที่สมบูรณ์โดยมีรายละเอียดในการนำมาพิจารณาดังนี้

2.10.1 การเลือกลวดเชื่อมให้ถูกต้องเหมาะสมกับโลหะงาน (Correct Electrode) ซึ่งก่อนจะเลือกลวดเชื่อมนั้น จะต้องพิจารณาและตรวจสอบส่วนผสมของโลหะที่จะนำมาเชื่อมก่อน เมื่อทราบว่าโลหะที่นำมาเชื่อมนั้นเป็นโลหะอะไร ใช้ทำงานอะไรอยู่ มีส่วนผสมของธาตุอะไรบ้าง ถ้าไม่ทราบข้อมูลอาจต้องเจียรไนเพื่อวิเคราะห์ประกายไฟว่าเป็นเหล็กชนิดใด จากนั้นจึงพิจารณาเลือกลวดเชื่อมมาใช้ ซึ่งลวดเชื่อมเติมลงไปจะต้องมีส่วนผสมของธาตุ เช่นเดียวกับชิ้นงานจึงจะสามารถหลอมละลายเข้าเป็นเนื้อเดียวกันอย่างสมบูรณ์ เช่น ถ้าเป็นการเชื่อมเหล็กหล่อก็ควรเลือกใช้ลวดเชื่อมเหล็กหล่อมาเชื่อม ถ้านำลวดเชื่อมเหล็กเหนียวมาทำการเชื่อม เนื้อโลหะจะผสมรวมกันไม่ได้ เป็นผลให้แนวเชื่อมแตกร้าว เมื่อเป็นเช่นนี้ก่อนที่ช่างเชื่อมจะลงมือทำการเชื่อมจำเป็นอย่างมากที่จะต้องศึกษาให้รู้แน่ชัดเสียก่อน ก่อนที่จะตัดสินใจเลือกลวดเชื่อม นอกจากนี้การเลือกขนาดความโตของลวดเชื่อม ให้เหมาะสมกับกำลังของเครื่องก็มีความจำเป็นเช่นเดียวกันเพราะถ้าเครื่องเชื่อมขนาดเล็กมีกำลังน้อย ผู้เชื่อมเลือกใช้ลวดเชื่อมขนาดความโต 4-5 มิลลิเมตร ทำให้กระแสไฟไม่พอ แนวเชื่อมไม่เกิดการซึมลึกร่องของรอยต่อก็เช่นเดียวกัน รอยต่อเล็กควรใช้ลวด

ขนาดเล็ก ถ้าร่องรอยต่อกว้างก็ควรเลือกใช้ลวดเชื่อมที่มีขนาดโต ช่างเชื่อมที่ขาดการพิจารณาในการเลือกลวดเชื่อมก็เท่ากับเป็นการทำงานที่ล้มเหลวตั้งแต่ยังไม่ได้เชื่อม

2.10.2 การใช้ระยะอาร์คที่เหมาะสม (Correct Length) ระยะอาร์ค ก็คือ ระยะห่างระหว่างปลายลวดเชื่อมกับหน้าของชิ้นงานขณะเกิดการอาร์ค ระยะอาร์คนี้ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสถานการณ์ขณะทำการเชื่อม บางครั้งมีผู้เชี่ยวชาญในการเชื่อมบอกว่า ระยะอาร์คที่เหมาะสม คือ เท่ากับความโตของเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเชื่อม ถ้าใช้ลวดเชื่อมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.6 มิลลิเมตร ระยะอาร์คจะเท่ากับ 2.6 มิลลิเมตร ถ้าใช้ลวดเชื่อมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.2 มิลลิเมตร ระยะอาร์คจะเท่ากับ 3.2 มิลลิเมตร แต่บางตำราบอกว่าระยะอาร์คที่เหมาะสมนั้นประมาณ 3 มิลลิเมตร ทั้งนี้ขณะทำการเชื่อมผู้ปฏิบัติไม่สามารถวัดระยะได้ โดยผู้ที่ฝึกเชื่อมจนกระทั่งชำนาญแล้ว จะควบคุมระยะอาร์คโดยการฟังเสียง และดูการกระเด็นของเม็ดโลหะ ซึ่งอุณหภูมิขณะทำการเชื่อมประมาณ 1000 องศาฟาเรนไฮต์ ถ้าระยะอาร์คสูงมากเกินไปจะทำให้เนื้อโลหะกระเด็นออกมาจำนวนมากและความร้อนแผ่กระจาย ทำให้แนวเชื่อมมีลักษณะกว้างการซึมลึกน้อย แต่ถ้าปรับระยะอาร์คนั้นมากเกินไป ทำให้ความร้อนไม่เพียงพอ แนวเชื่อมหนาและการซึมลึกน้อย หรือถ้าระยะอาร์คสั้นลงไปอีกจะทำให้เกิดการติดระหว่างลวดเชื่อมกับแนวเชื่อมได้



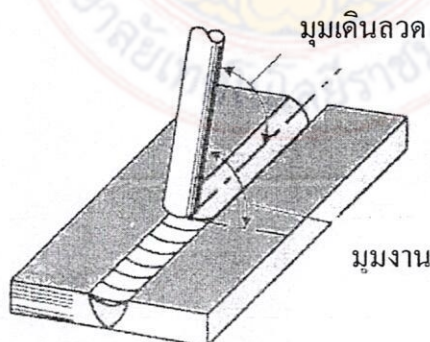
รูปที่ 2.16 ระยะอาร์คของลวดเชื่อมและชิ้นงาน [17]

2.10.3 ปรับกระแสไฟเหมาะสมกับงาน (Correct Current) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกองค์ประกอบหนึ่ง ทั้งนี้เนื่องจากชิ้นงานที่เชื่อมจะหลอมละลายมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับการใช้กระแสไฟ ดังนั้น ผู้เชื่อมจึงจำเป็นต้องศึกษาเรื่องกระแสไฟ กรณีลวดเชื่อมที่มีส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่กำหนดไว้จะใช้กระแสไฟเท่าไรในการเชื่อมซึ่งผู้เชื่อมสามารถศึกษาข้อมูลได้จากคู่มือหรือมาตรฐานของลวดเชื่อมที่พิมพ์ไว้ข้างกล่องลวดเชื่อมการปรับกระแสไฟใช้ในการเชื่อมนั้นต้อง

สัมพันธ์กับขนาดของลวดเชื่อม ความหนาของชิ้นงานเชื่อม อัตราการป้อนลวดเชื่อม และการเดินลวดเชื่อมด้วย ถ้ากล่าวถึงในลักษณะของการซึมลึกถึงแม้จะปรับกระแสไฟเท่ากัน แต่การเชื่อมกลับข้างกันของการเชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมกระแสตรง เช่น การเชื่อมอาร์คกินลึก เป็นการเชื่อมอาร์คกินน้อยทำให้ผลการซึมลึกแตกต่างกันตามทิศทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กโทรด ขนาดของกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อมที่เหมาะสมที่สุดไม่มีผู้ใดจะกำหนดได้ เพราะการเชื่อมจะให้ได้คุณภาพนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง ดังนั้นค่าที่กำหนดไว้จึงเป็นค่าโดยประมาณ เช่น ควรใช้ตั้งแต่ 80-120 แอมป์ เป็นต้น เพื่อให้ช่างเชื่อมเลือกใช้ตามความเหมาะสม

2.10.4 ควบคุมความเร็วที่ถูกต้องและสม่ำเสมอ (Correct Travel Speed) การควบคุมความเร็วต้องสัมพันธ์กับกระแสไฟและขนาดของแนวเชื่อมที่ต้องการ กล่าวคือ ถ้าใช้กระแสไฟสูง ถ้าเดินลวดเชื่อมช้าจะทำให้เกิดการหลอมละลายมากเกิดแนวเชื่อมกว้าง ถ้าเดินลวดเชื่อมเร็วจะได้แนวเชื่อมแคบลง หรืออีกกรณีหนึ่ง ถ้ากระแสไฟสูงจะต้องเคลื่อนที่เร็วขึ้น ถ้ากระแสไฟต่ำควรเคลื่อนที่ให้ช้าลง

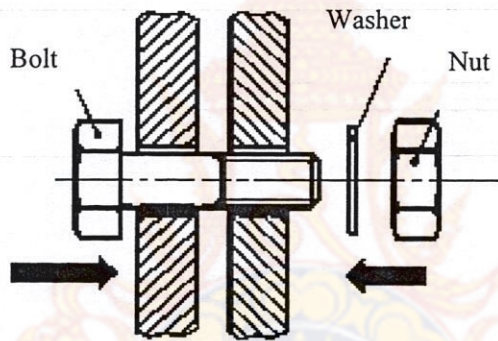
2.10.5 ลวดเชื่อมทำมุมกับชิ้นงานถูกต้อง (Correct Angle of Electrode) มุมของลวดเชื่อมที่กระทำต่อชิ้นงานนั้น มีผลต่อการส่งผ่านน้ำโลหะไปยังบ่อหลอมละลายการทำมุมลวดเชื่อมไม่ถูกต้องจะมีผลทำให้แนวเชื่อมไม่สมบูรณ์ เช่น การซึมลึกไม่ดี เกิดรอยเว้าที่ขอบงาน (Undercut) ดังนั้น ผู้เชื่อมจึงต้องคำนึงถึงมุมในการเชื่อมตลอดเวลา มุมในการเชื่อมจะประกอบด้วย 2 มุม คือ มุมเดินลวด (Travel Angle) และมุมงาน (Work Angle) มุมเดินลวด จะมีทิศทางไปทางเดียวกับการเดินแนวเชื่อม โดยปกติลวดเชื่อมจะทำมุมกับชิ้นงานประมาณ 65 ถึง 75 องศา มุมงาน จะมีทิศทางขวางกับการเดินแนวเชื่อม หรือมุมที่ลวดทำมุมกับชิ้นงานโดยมองจากด้านข้าง เช่น กรณีทำราบลวดเชื่อมจะทำมุมกับชิ้นงาน 90 องศา ดังแสดงในรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 มุมระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน [17]

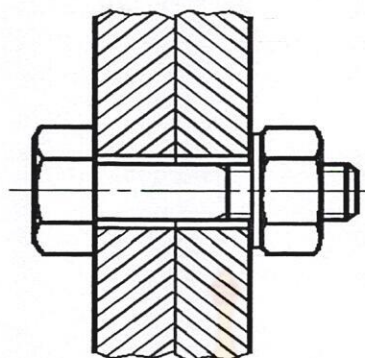
2.11 การยึดด้วยสลักเกลียว

การใช้งานที่ถูกต้องของสลักเกลียว และแป้นเกลียว การจับยึดชิ้นส่วนเข้าด้วยกันโดยใช้สลักเกลียว และแป้นเกลียว นั้น จะต้องเจาะรูบนชิ้นส่วนทั้งสองก่อน ซึ่ง โดยปกติแล้วจะเจาะรูให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าขนาด (Major Diameter) ของสลักเกลียวเล็กน้อยเพื่อให้สามารถสอดสลักเกลียวผ่านชิ้นงานเหล่านั้นไปได้โดยสะดวก เมื่อสอดสลักเกลียวไปแล้ว ก่อนที่จะล็อกชิ้นงานด้วยแป้นเกลียว ก็จะนิยมสวมแหวนรอง (Washer) เข้าไปก่อน จากนั้นขันแป้นเกลียวเข้าไปจนสุดเพื่อล็อกชิ้นงานทั้งสองเข้าด้วยกัน แหวนรองที่ใส่เข้าไปนั้นจะช่วยแป้นเกลียวในการกระจายแรงที่ใช้ในการจับยึดชิ้นงานเข้าด้วยกัน ทำให้การจับยึดนั้นดีขึ้น



รูปที่ 2.18 การใช้สลักเกลียว แหวนรองและแป้นเกลียวในการจับยึดชิ้นงาน [18]

เมื่อประกอบชิ้นส่วนดังที่กล่าวข้างต้นเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะเห็นได้ว่าภาพสุดท้ายของการประกอบดังแสดงในรูปที่ 2.19 การเขียนภาพประกอบของสลักเกลียว แหวนรอง และแป้นเกลียว นั้นต้องให้ความระมัดระวังในเรื่องของการซ้อนทับกันของชิ้นงานเมื่อประกอบเสร็จสิ้นแล้ว จากรูปที่ 2.19 จะเห็นว่าบางส่วนของเกลียวบนลำตัวของสลักเกลียว นั้นถูกทับด้วยแหวนรองและแป้นเกลียว ทำให้เวลาเขียนแบบนั้นไม่ต้องเขียนเกลียวของสลักเกลียวในบริเวณดังกล่าว จุดที่ต้องระมัดระวังที่ตำแหน่งหนึ่ง คือ บริเวณรอยต่อของชิ้นส่วนทั้งสองชิ้น จากรูปจะเห็นว่ารอยต่อของชิ้นส่วนที่มาประกอบกันนั้นจะถูกลำตัวของสลักเกลียวบังไปบางส่วน



รูปที่ 2.19 ภาพประกอบสุดท้ายของการใช้สลักเกลียว แหวนรอง และแป้นเกลียว
ในการจับยึดชิ้นงาน [18]

สำหรับการใช้งานสลักเกลียว และแป้นเกลียวที่ถูกต้องนั้น คือ ควรเลือกความยาวในส่วนลำตัวของสลักเกลียวให้เหมาะสมไม่ยาวจนเกินความจำเป็น หรือสั้นจนเกินไปจนทำให้แป้นเกลียวไม่สามารถขันได้จนเต็มเกลียว ซึ่งความยาวที่เหมาะสม คือ ยาวเลยแป้นเกลียวเมื่อขันแป้นเกลียวจนแน่นสนิทแล้วประมาณ 3-4 เท่า ของระยะพิตช์ ส่วนความยาวของเกลียวนั้นก็ควรมากพอ โดยเพื่อระยะให้ลึกเข้าไปในชิ้นงานเล็กน้อยประมาณ 2-3 เท่าของระยะพิตช์ เพื่อให้แน่ใจได้ว่ามีเกลียวเหลือพอที่จะขันแป้นเกลียวให้แน่นได้

ข้อแนะนำในการใช้งานสลักเกลียวกับแป้นเกลียวข้อต่อไป คือ ไม่ควรให้ส่วนที่เป็นเกลียวบนลำตัวของสลักเกลียวนั้นผ่านบริเวณที่เป็นรอยต่อของชิ้นงานที่มาประกอบกัน เพราะส่วนที่เป็นเกลียวบนลำตัวของสลักเกลียวนั้นจะมีความแข็งแรงน้อยกว่าบริเวณที่ไม่ได้ทำเกลียว จึงไม่เหมาะที่จะนำมารับแรงเฉือน ณ บริเวณรอยต่อของชิ้นงานสุดท้าย คือ ไม่ควรเจาะรูของชิ้นงานที่จะสอดสลักเกลียวนั้นใหญ่เกินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Major Diameter) ของสลักเกลียวมากเกินไป เพราะจะทำให้การจับยึดนั้นไม่มั่นคงเท่าที่ควร ซึ่งถ้าจะให้การจับยึดมั่นคงก็ต้องเลือกใช้สลักเกลียวที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ตามรูที่เจาะด้วย ทำให้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นสำหรับขนาดของ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

ในการดำเนินโครงการจะต้องมีการวางแผนงานตามขั้นตอนต่างๆ ไว้ล่วงหน้าก็เพื่อจะเป็นตัวกำหนดระยะเวลาที่จะใช้ในการทำงาน ซึ่งในการดำเนินงานได้มีการวางแผนและกำหนดหัวข้อในการดำเนินการซึ่งประกอบไปด้วย การวางแผนและการเตรียมการ การออกแบบและการคำนวณ การจัดเตรียมอุปกรณ์ และการดำเนินการสร้าง

3.1 แผนการดำเนินงาน

ในการออกแบบสร้างเครื่องติชขุและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าวแบบกึ่งอัตโนมัติได้มีแผนการดำเนินงาน ดังแสดงในตารางที่ 3.1

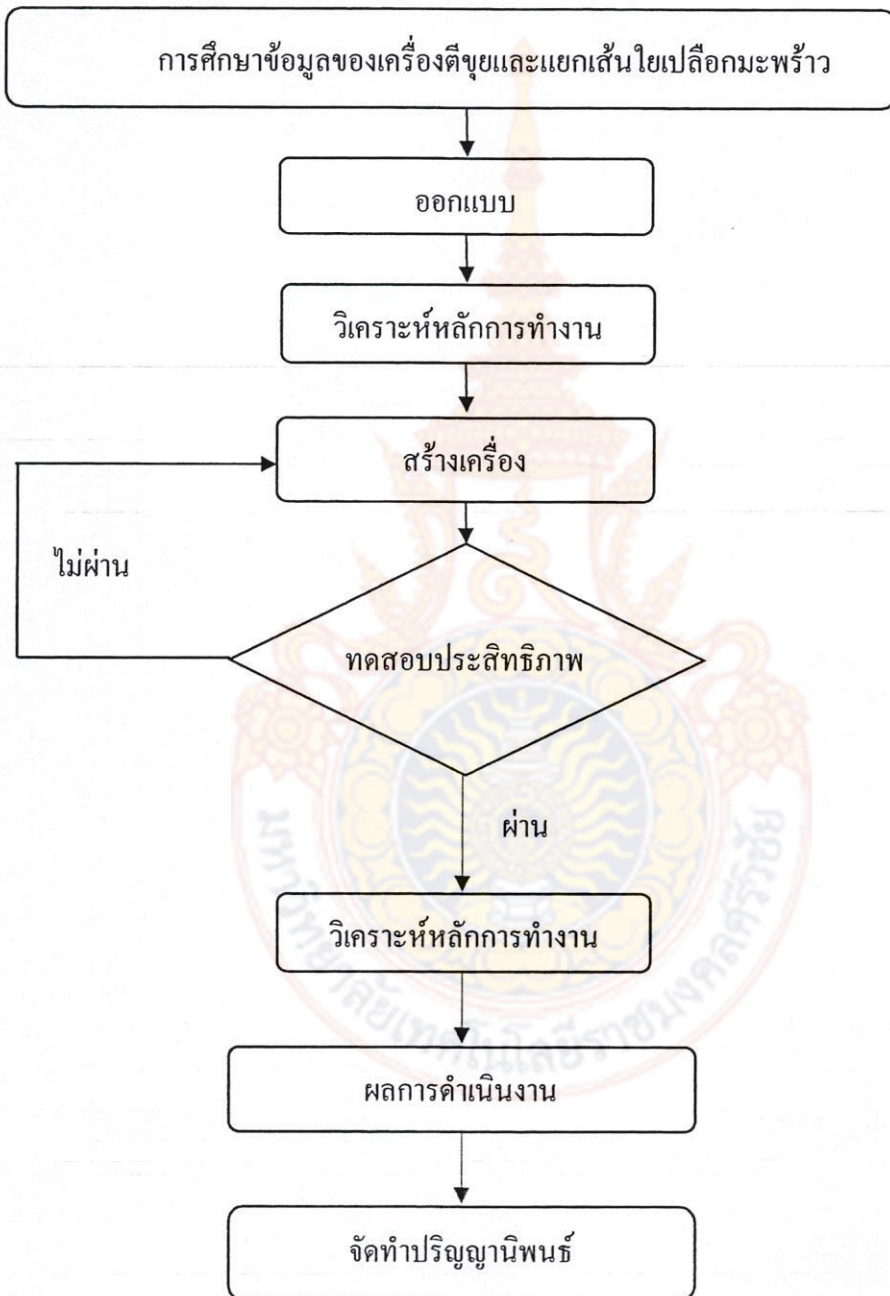
ตาราง 3.1 แผนการดำเนินของโครงการ

| ขั้นตอนดำเนินงาน | ระยะเวลา | 2554 | | | | 2555 | | | | | | | |
|--|----------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|-------|------|------|------|
| | | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. | มิ.ย. | ก.ค. | ส.ค. | ก.ย. |
| 1. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | P | | | | | | | | | | | | |
| | A | | | | | | | | | | | | |
| 2. ออกแบบเครื่องติชขุและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าว | P | | | | | | | | | | | | |
| | A | | | | | | | | | | | | |
| 3. สร้างเครื่องติชขุและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าว | P | | | | | | | | | | | | |
| | A | | | | | | | | | | | | |
| 4. ดำเนินการทดลอง และบันทึกข้อมูล | P | | | | | | | | | | | | |
| | A | | | | | | | | | | | | |
| 5. วิเคราะห์ และปรับปรุงแก้ไข | P | | | | | | | | | | | | |
| | A | | | | | | | | | | | | |
| 6. ประเมินประสิทธิภาพของเครื่อง | P | | | | | | | | | | | | |
| | A | | | | | | | | | | | | |
| 7. จัดทำรูปเล่ม | P | | | | | | | | | | | | |
| | A | | | | | | | | | | | | |

P แสดงแผนการดำเนินงาน

A แสดงการดำเนินงานจริง

จากตาราง 3.1 ได้แสดงถึงแผนการดำเนินงานและการดำเนินงานจริงซึ่งกิจกรรมบางอย่างการดำเนินการจะไม่เป็นไปตามแผน เนื่องจากกิจกรรมต้องใช้เวลาและต้องมีการแก้ไขปรับปรุงไปด้วยพร้อมกันทำให้การทำงานเกิดความล่าช้ากว่าแผนที่ได้วางไว้

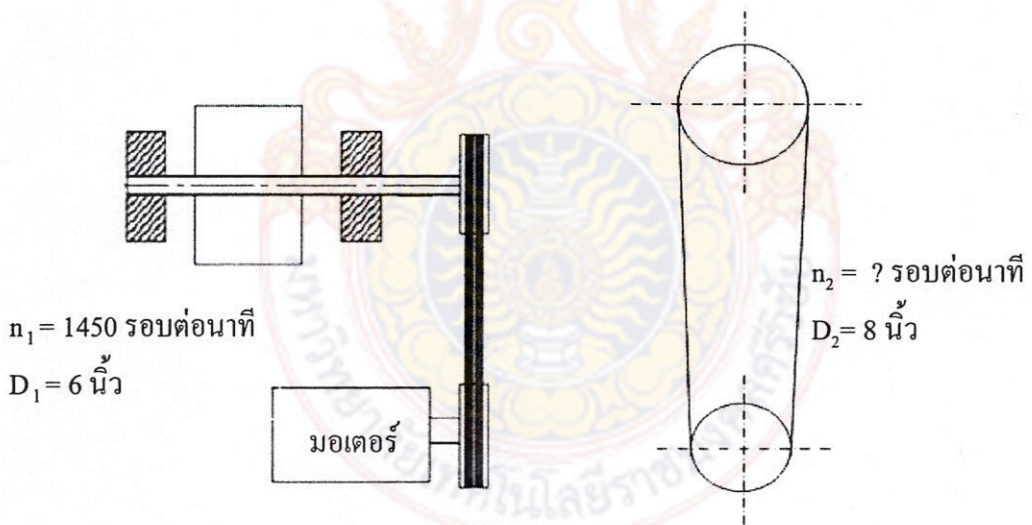


รูปที่ 3.1 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.2 การคำนวณและการออกแบบเครื่องจักร

จากการศึกษาและทดลองหาแนวทางในการการออกแบบเครื่อง ให้มีประสิทธิภาพในการทำงาน สามารถใช้งานได้สะดวก มีความปลอดภัยและง่ายต่อการบำรุงรักษา โดยอาศัยมอเตอร์เป็นตัวต้นกำลังใช้สายพานเป็นตัวส่งกำลังในการขับเคลื่อนซึ่งเพลาคงอยู่กับชุดใบตี่ จากหลักการดังกล่าว จึงนำไปสู่กระบวนการออกแบบและคำนวณชิ้นส่วนต่างๆ โดยได้รวบรวม รายละเอียดต่างๆ ที่ต้องการใช้ในการออกแบบทั้งทางด้านเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์เพื่อเป็น ข้อมูลและแนวทางการตัดสินใจสร้างชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักรให้ได้ตามวัตถุประสงค์และขอบเขตที่ตั้งไว้ เช่น คุณสมบัติของวัสดุ ขนาด ภาระต่างๆ ที่กระทำต่อชิ้นส่วน ความสามารถในการรับแรง ราคา อายุการใช้งาน เป็นต้น โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

3.2.1 การคำนวณหาความเร็วรอบและความเร็วในการตีเปลือกมะพร้าว ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่มีกำลังขับ 3 แรงม้า (Hp) ด้วยความเร็วรอบ 1450 รอบต่อนาที เป็นต้นกำลัง เพลางานหมุน 1 รอบเท่ากับใบตี่ 4 ครั้ง โดยมีระบบส่งกำลัง ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แรงดึงที่เกิดขึ้นบนล้อสายพาน

กำหนดให้ n_i = ความเร็วรอบของล้อสายพาน i
 D_i = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพาน i

จากการคำนวณหาอัตราทดดังสมการ 2.1 ทำการคำนวณหาความเร็วรอบจะได้

$$n_1 D_1 = n_2 D_2$$

หาความเร็วรอบที่เกิดขึ้นบนเพลาส่งกำลัง จากอัตราทดระหว่างล้อสายพาน (D_1) และล้อสายพาน (D_2) จะได้ว่า

$$\begin{aligned} 1450 \text{ (6 นิ้ว)} &= n_2 \text{ (8 นิ้ว)} \\ n_2 &= 1087.5 \text{ รอบต่อนาที} \end{aligned}$$

ดังนั้นความเร็วรอบจึงเท่ากับความเร็วรอบของมอเตอร์ คือ 1087.5 รอบต่อนาที
การหาจำนวนครั้งในการตีเปลือกมะพร้าว

$$\begin{aligned} \text{กำหนดให้ } n_i &= \text{ความเร็วรอบของล้อสายพาน } i \\ t &= \text{ใบตี 4 ครั้งต่อรอบ} \end{aligned}$$

จากการคำนวณหาความเร็วรอบของเพล

$$n_2 = 1087.5 \text{ รอบต่อนาที}$$

ความเร็วในการหมุนตีเปลือกมะพร้าว เพลงานหมุน 1 รอบเท่ากับใบตี 4 ครั้ง
ดังนั้น จำนวนครั้งในการตีเปลือกมะพร้าว

$$\begin{aligned} &= n_2 t \\ &= 1087.5 (4) \\ &= 4350 \text{ ครั้งต่อนาที} \end{aligned}$$

หากำลัง (Power) ของมอเตอร์ จะได้ว่า

$$\begin{aligned} P &= 3 \text{ แรงม้า} \\ &= 3 (746) \text{ วัตต์} \\ \therefore P &= 2238 \text{ วัตต์} \end{aligned}$$

หาค่าทอร์ก (T_1) ที่มอเตอร์ จากสมการที่ 2.5 จะได้

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{2\pi T_1 N}{60} \\
 T_1 &= \frac{60P}{2\pi N} \\
 &= \frac{60(2238)}{2\pi(1087.5)} \\
 \therefore T_1 &= 19.66 \text{ นิวตันเมตร}
 \end{aligned}$$

หาค่าแรงดึงในสายพาน (F) ที่มอเตอร์ จากสมการที่ 2.2 จะได้

$$\begin{aligned}
 T &= F \times r \\
 F &= \frac{T}{r} \\
 F &= \frac{19.66}{0.203} \\
 \therefore F &= 96.85 \text{ นิวตัน}
 \end{aligned}$$

แรงดึงในสายพาน (F) ของพูลเลย์มอเตอร์และพูลเลย์เพลาจะมีค่าแรงดึงในสายพานเท่ากัน
หาค่า T_2 ที่พูลเลย์เพลา

$$\begin{aligned}
 T_2 &= F \times r \\
 &= 96.85(0.203) \\
 &= 19.66 \text{ นิวตันเมตร} \\
 \therefore T_2 &= 19660 \text{ นิวตันมิลลิเมตร}
 \end{aligned}$$

3.2.2 การคำนวณหาความยาวสายพาน

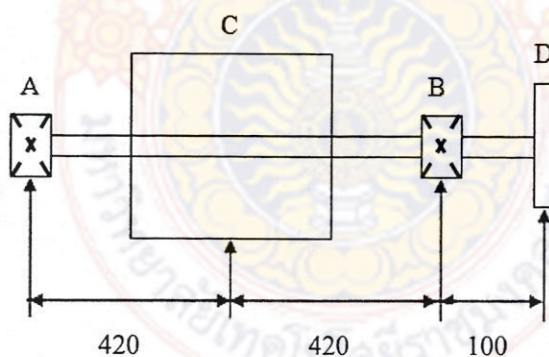
ความยาวของสายพานแบบเปิด (Open Belts) จากสมการที่ 2.6 จะได้
ค่าของตัวแปรที่กล่าวมาข้างต้น $C = 27.5$ $D_1 = 6$ $D_2 = 8$

$$\begin{aligned} L &= 2C + 1.57(D_1 + D_2) + \frac{D_2 + D_1}{4C} \\ L &= 2(27.5) + 1.57(6+8) + \frac{(8+6)}{4(27.5)} \\ &= 77 \text{ นิ้ว} \end{aligned}$$

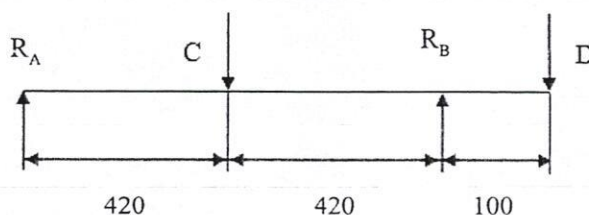
3.2.3 การออกแบบเพลาส่งกำลัง

การคำนวณหาขนาดของเพลาดำตามโค้ด (ASME Code) เพลามีล้อสายพานขนาด 203 มิลลิเมตร มีน้ำหนัก 4 กิโลกรัม ขับโดยสายพานในแนวตั้ง

- A คือ ตำแหน่งของแบร็ริง
- B คือ ตำแหน่งของแบร็ริง
- C คือ ตำแหน่งของชุดใบตี
- D คือ ตำแหน่งของพูลเลย์



รูปที่ 3.3 ลักษณะระยะและแรงที่กระทำกับเพล



รูปที่ 3.4 FBD ระยะและแรงที่กระทำกับเพล

$$\text{แรงที่จุด C} = 20 \times 9.81 = 196.20 \text{ นิวตัน}$$

$$\text{แรงที่จุด D} = 96.85 \text{ นิวตัน}$$

$$\text{น้ำหนักของล้อยางพาน} = 2 \times 9.81 = 19.62$$

หาแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งที่จุด A และที่จุด B

$$0 = 196.20 + 96.85 + R_A + R_B$$

$$0 = 293.05 + R_A + R_B$$

$$R_B = 293.05 + R_A$$

หาโมเมนต์รวมที่เกิดขึ้นที่จุด B (M_B)

$$0 = (196.20)(0.42) + (96.85)(0.42) - 0.84 R_A$$

$$0 = 123.08 - 0.84 R_A$$

$$R_A = \frac{123.08}{0.84}$$

$$R_A = 146.52 \text{ นิวตัน}$$

$$R_B = 293.05 - R_A$$

$$= 293.05 - 146.52$$

$$R_B = 146.53 \text{ นิวตัน}$$

หาโมเมนต์คัตในแนวตั้งที่จุด C

$$M_C = 0.42 R_A + 0.42 R_B$$

$$= (0.42 \times 146.52) + (0.42 \times 146.53)$$

$$M_C = 123.08 \text{ นิวตันเมตร}$$

หาโมเมนต์คัตในแนวตั้งที่จุด D

$$M_D = 0.1 R_B$$

$$= (0.1 \times 146.53)$$

$$M_D = 14.65 \text{ นิวตันเมตร}$$

ดังนั้น โมเมนต์ดัดสูงสุดเกิดขึ้นที่จุด C มีค่าเท่า 123.08 นิวตันเมตร และทอร์ค (T) เกิดจากการส่งกำลังด้วยสายพานคือ

$$\begin{aligned} T &= F \times r \\ &= 96.85 \times 0.203 \\ T &= 19.66 \text{ นิวตันเมตร} \end{aligned}$$

กำหนดหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลลา (d) จากสมการที่ 2.14

$$d = \left\{ \frac{5.1}{\tau_p} \left[(C_m M)^2 + (C_t T)^2 \right]^{1/2} \right\}^{1/3}$$

จากตารางที่ 2.3 เพลลาเป็นเพลลาหมุนมีภาระสม่ำเสมอ เลือกใช้ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด (C_m) และประกอบความล้าเนื่องจากการบิด (C_t) ดังนี้

$$\begin{aligned} C_m &= 1.5 \\ C_t &= 1 \end{aligned}$$

เพลลาที่มีร่องลิ้นและการกลึงตกบ่า ค่าความเค้นจะเหลือแค่ 75 เปอร์เซ็นต์ และเพลลาออกแบบใช้วัสดุเหล็ก AISI 1020 HD มีค่า $S_y = 207$ เมกะปาสกาล ดังนี้

$$\begin{aligned} \tau_p &= (0.75)(0.3) S_y \\ &= (0.75)(0.3)(207) \\ \tau_p &= 46.58 \text{ เมกะปาสกาล} \end{aligned}$$

ดังนั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลลาส่งกำลัง คือ

$$\begin{aligned} d &= \left\{ \frac{5.1}{46.58 \times 10^6} \left[(1.5 \times 123.08)^2 + (1 \times 19.66)^2 \right]^{1/2} \right\}^{1/3} \\ &= 0.027 \end{aligned}$$

$$d = 27 \text{ มิลลิเมตร}$$

คำนวณหาค่าความปลอดภัย (N) จากสมการที่ 2.14

$$d = \left\{ \frac{5.1 \times N}{\tau_p} \left[(C_m M)^2 + (C_t T)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}}$$

$$0.038 = \left\{ \frac{5.1 \times N}{46.58 \times 10^6} \left[(1.5 \times 123.08)^2 + (1 \times 19.66)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}}$$

$$\therefore N = 2.9$$

จากการคำนวณข้างต้นเพลาส่งกำลังมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 27 มิลลิเมตร แต่เลือกใช้เพลานาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38 มิลลิเมตร เนื่องจากสามารถเลือกใช้วัสดุมาตรฐานที่มีตามท้องตลาดได้ง่ายกว่า และประกอบกับชิ้นส่วนอื่นได้ง่ายขึ้นและจะได้ค่าความปลอดภัยมากกว่าเพลานาขนาด 27 มิลลิเมตร ถึง 2.9 เท่า

3) การคำนวณหาขนาดของลิมที่ยึดติดเพลลา โดยใช้เหล็กเพลลา St 37 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38 มิลลิเมตร ใช้ลิมที่เหล็กมจัตุรัส เหล็ก St 37 และหาขนาดความกว้าง (b) ความสูง (h) และความยาวของลิม (l) ได้ดังนี้

จากสมการที่ 2.24 หาขนาดความกว้างของลิม

$$b = \frac{d}{4}$$

$$= \frac{38}{4}$$

$$\therefore b = 9.50 \text{ มิลลิเมตร}$$

ลิมที่ได้ มีขนาดกว้าง (b) เท่ากับ 10 มิลลิเมตร ความสูง (h) เท่ากับ 10 มิลลิเมตร หาขนาดความยาวของลิม (l) จากสมการที่ 2.25

$$l = 1.57 d$$

$$l = 1.57 (38)$$

$$\therefore \text{ลึมห่าว (l)} = 59.66 \text{ มิลลิเมตร}$$

ดังนั้นความยาวของลึมห่าวที่ได้จากการคำนวณ มีขนาดความยาว 59.66 มิลลิเมตร

สรุปได้ว่าการออกแบบเพลลาของเครื่องตีขุยและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าวใช้เพลลาขนาด 38 มิลลิเมตร จะได้ขนาดความกว้างของลึมห่าวเท่ากับ 10 มิลลิเมตร ความสูง 10 มิลลิเมตร และขนาดความยาวลึมห่าวเท่ากับ 60 มิลลิเมตร ตามมาตรฐานของลึมหวีเหล็กและลึมหวีหัว (มาตรฐาน TGL 9497)

จากสมการที่ 2.5

$$P = \frac{2\pi T N}{60}$$

คำนวณ โมเมนต์บิด

$$T = \frac{60P}{2\pi n}$$

$$= \frac{60(2.24)10^3}{2(3.14)(1080)}$$

$$T = 19.80 \text{ นิวตันเมตร}$$

คำนวณค่า τ และ σ โดยที่ $\tau = \tau_d$, $\sigma = \sigma_d$

วัสดุเพลลา AISI 1040 CD $S_y = 490$ เมกะปาสกาล $S_u = 586$ เมกะปาสกาล

$$S_{sy} = 0.5s_y = 0.5(490) = 245 \text{ เมกะปาสกาล}$$

วัสดุลึมหวี AISI 1020 CD $S_y = 352$ เมกะปาสกาล $S_u = 421$ เมกะปาสกาล

$$S_{sy} = 0.5s_y = 0.5(352) = 176 \text{ เมกะปาสกาล}$$

วัสดุพูลล์และเพลลาที่มีความแข็งแรงค่าวัสดุลึมหวี AISI 1020 CD

เนื่องจากการส่งกำลังมีแรงกระตุกเล็กน้อยให้ตัวประกอบความปลอดภัยเท่ากับ 1.75 ดังนั้น ความเค้นในการออกแบบ τ_d คือ

$$\tau_d = \frac{s_{sy}}{n} = \frac{176}{1.75} = 101 \text{ เมกะปาสกาล}$$

$$\sigma_d = \frac{s_y}{n} = \frac{352}{1.75} = 201 \text{ เมกะปาสกาล}$$

$\tau = \tau_d$ เลือกใช้ขนาดลิ้ม $b \times h$ จากตารางเท่ากับ 10×10 ดังนั้น

$$\tau_d = \frac{2T}{bdl}$$

$$101 = \frac{2(19.80)10^3}{10(38)l}$$

$$l = 103.2 \text{ มิลลิเมตร}$$

$\sigma_c = \tau_d$ ค้างไว้

$$\sigma_d = \frac{4T}{dhl}$$

$$201 = \frac{4(19.80)10^3}{38(10)l}$$

$$l = 129.60 \text{ มิลลิเมตร}$$

ขนาดของลิ้มที่ใช้คือ $b \times h = 10 \times 10$ มิลลิเมตร ยาว 125 มิลลิเมตร

3.2.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ ในส่วนของการดำเนินการสร้างเครื่องจะประกอบไปด้วย เครื่องมือ เครื่องจักรที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับดังนี้

- 1) เครื่องกลึง เซอร์ริสัน รุ่น เอ็ม 300อาร์ (Harrison Model M 300R)
- 2) เครื่องกัด โอברי ซีสโตเชอร์ รุ่น เอฟจี 32 (Obracci Stroje Model FG 32)
- 3) เครื่องเลื่อย ฮอโตมาร์ รุ่น อี 250 (Automa Model E 250)
- 4) เครื่องเชื่อมไฟฟ้า ไคชิ รุ่น ดี เอ.-ซี.ดี. 400 (Daichi Model DA.-C.D. 400)
- 5) เครื่องมือกลพื้นฐาน มีดังต่อไปนี้

- กลุ่มเครื่องมือ ได้แก่ ตะไบ เลื่อย ค้อน สกัด ประแจปากตาย ประแจเลื่อน ประแจแอล คีมถี้ออก ปากแจจับยึด

- กลุ่มเครื่องมือกล ได้แก่ เครื่องเจียรระโนมือ สว่านมือ

- กลุ่มเครื่องมือวัด ได้แก่ เวอร์เนียคาลิปเปอร์ เวอร์เนียไฮเกด ตลับเมตร จาก ฟุตเหล็ก

- กลุ่มอุปกรณ์ป้องกัน ได้แก่ ถุงมือหนัง แวนตา หน้ากากเชื่อม

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

จากการคำนวณและการออกแบบชิ้นส่วนต่างๆ ในขั้นตอนการผลิตและสร้างเครื่อง จะผลิตตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ และได้ทำการจัดซื้อจัดหาวัสดุและชิ้นส่วนต่างๆ จากท้องตลาด ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตาราง 3.2 แสดงรายการวัสดุและชิ้นส่วนมาตรฐาน

| ที่ | รายการ | วัสดุ | ขนาด | จำนวน |
|-----|---------------|-------|-----------------------|-----------|
| 1 | มอเตอร์ | - | AC 220 โวลต์ 3 แรงม้า | 1 ตัว |
| 2 | ลิ้ม | - | 1/4×1/4×1 นิ้ว | 2 ตัว |
| 3 | กระดาษทราย | - | เบอร์ 240 | 2 แผ่น |
| 4 | สกรูหนอน | - | M10×1.0×20 | 69 ตัว |
| 5 | สกรูหนอน | - | M10×1.0×30 | 1 ลูก |
| 6 | เบรกเกอร์ | - | 3 เฟส 30 แอมป์ | 1 ตัว |
| 7 | แบร์ริง | - | UCP 208 | 2 ตัว |
| 8 | สกรูหัวจม | - | M 10×1.0×40 | 8 ตัว |
| 9 | กาวยาง | - | - | 1 กระป๋อง |
| 10 | ปะเก็นยาง | - | 3/8 | 1 เส้น |
| 11 | บุช | - | 1 นิ้ว×2.5 นิ้ว | 2 ตัว |
| 12 | บุช | - | 2 นิ้ว×1 นิ้ว | 3 ตัว |
| 13 | บุช | - | 2.5 นิ้ว × 1 นิ้ว | 3 ตัว |
| 14 | เหล็กเพลลาขาว | - | 5/8 นิ้ว | 1 ท่อน |
| 15 | ล้อ | - | Ø 200 | 4 ตัว |
| 16 | แคล้ม | - | - | 6 ตัว |
| 17 | ซีลยาง | - | 1 นิ้ว | 1 เมตร |

ตาราง 3.2 แสดงรายการวัสดุและชิ้นส่วนมาตรฐาน (ต่อ)

| ที่ | รายการ | วัสดุ | ขนาด | จำนวน |
|-----|---------------------|-------|--------------------|-----------|
| 18 | ลวดเชื่อม | - | RB -26 × 2.6 | 2 ก่อ่ง |
| 19 | ใบเจียรระไน | - | 4 นิ้ว | 5 ใบ |
| 20 | เหล็กฉาก | St 37 | L 50×50×4 (2 นิ้ว) | 1 ท่อน |
| 21 | เหล็กฉาก | St 37 | L 50×50×4 | 3 ท่อน |
| 22 | เหล็กเพลลา | St 37 | Ø 40×12.4 | 1 ท่อน |
| 23 | เหล็กเพลลา | St 37 | Ø 20×5.5 | 1 ท่อน |
| 24 | เหล็กแผ่น | St 37 | 4×8×3 | 1 แผ่น |
| 25 | ตู้ไฟ | - | 115×165×100 | 1 ตัว |
| 26 | สายพาน | - | 78 นิ้ว | 2 เส้น |
| 27 | สายพาน | - | 65 นิ้ว | 2 เส้น |
| 28 | น๊อต | - | M12×1.75×30 | 2 ตัว |
| 29 | พูลเลย์ | - | 4 นิ้ว × 1 นิ้ว | 1 ตัว |
| 30 | พูลเลย์ | - | 6 นิ้ว × 1 นิ้ว | 1 ตัว |
| 31 | พูลเลย์ | - | 8 นิ้ว × 1 นิ้ว | 1 ตัว |
| 32 | แผ่นตัดกลม | - | 38 นิ้ว | 3 แผ่น |
| 33 | น๊อต | - | M10×1.0×40 | 20 ตัว |
| 34 | แหวน | - | 5/8 นิ้ว | 20 ตัว |
| 35 | สีรองพื้นสีน้ำ(เทา) | - | - | 1 กระป๋อง |
| 36 | สีพ่นลายค้อน(เขียว) | - | - | 1 กระป๋อง |
| 37 | ทินเนอร์ | - | - | 1 แกลลอน |
| 38 | โซ่ | - | 1 เมตร | 1 เส้น |
| 39 | ท่อ PVC | - | 20 มิลลิเมตร | 1 อัน |
| 40 | ท่อ PVC (โค้ง) | - | - | 5 อัน |
| 41 | ท่ออ่อน | - | - | 1 เส้น |
| 42 | ตะปูเกลียว | - | 0.5 นิ้ว | 1 กุ้ง |
| 43 | ปลั๊กเพาเวอร์ | - | 3P 16A | 2 ตัว |
| 44 | แปลงลวดขัด | - | 2 นิ้ว | 1 ตัว |

เมื่อดำเนินการจัดซื้อจัดหาวัสดุและชิ้นส่วนต่างๆ ตามที่ต้งกาในส่วนของการดำเนินการสร้างเครื่องจักรจะประกอบไปด้วย

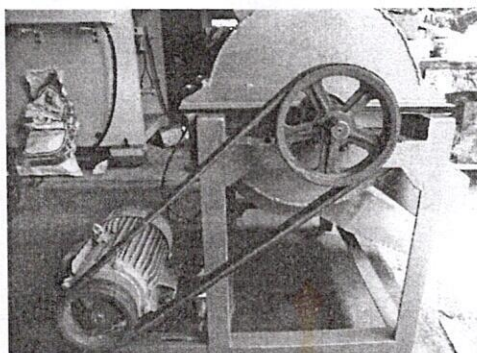
3.3.1 ส่วนประกอบของเครื่องตีขุยและแยกเส้นใยจากเปลือกมะพร้าว สามารถแยกเป็นชุดชิ้นส่วนต่างๆ ได้ดังนี้

1) ตัวถังเครื่องตีขุยและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าว ลักษณะเป็นถังทรงกระบอก แนวนอนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 500 มิลลิเมตร ยาว 800 มิลลิเมตร และมีช่องใส่เปลือกมะพร้าว ส่วนของโครงเครื่องมีความกว้าง 560 มิลลิเมตร ยาว 890 มิลลิเมตร ความสูงประมาณ 700 มิลลิเมตร และมีช่องทางออกของขุยและเส้นใยมะพร้าวยึดติดอยู่กับโครงเครื่อง เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ลักษณะตัวถังเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว

2) ชุดส่งกำลัง ใช้มอเตอร์ขนาด 3 เฟส 3 แรงม้า เป็นตัวส่งกำลังและมีพูลเลย์ขนาด 6 นิ้ว เป็นตัวขับโดยมีพูลเลย์ 8 นิ้ว เป็นตัวตามได้มีการจับยึดมอเตอร์เข้ากับฐานเครื่อง ส่งกำลังด้วยสายพานขนาดร่อง B 78 นิ้ว จำนวน 2 เส้น ซึ่งทำให้ชุดใบตีมีความเร็วรอบประมาณ 1080 รอบต่อนาที เพื่อให้ระบบส่งกำลังทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ลักษณะชุดส่งกำลัง

3) ช่องใส่เปลือกมะพร้าว ออกแบบเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมยึดติดกับฝาครอบด้านบนเพื่อใส่เปลือกมะพร้าวได้สะดวกและมีฝาปิดกว้าง 170 มิลลิเมตร ยาว 190 มิลลิเมตร ปิดด้านบน เพื่อป้องกันการกระเด็นของเปลือกมะพร้าวระหว่างการตีและความสูงของทางลง สูง 430 มิลลิเมตร ทำมุมเอียงประมาณ 60 องศา กับฝาครอบด้านบน ดังแสดงในรูปที่ 3.7



ก) ด้านข้างของช่องใส่เปลือกมะพร้าว

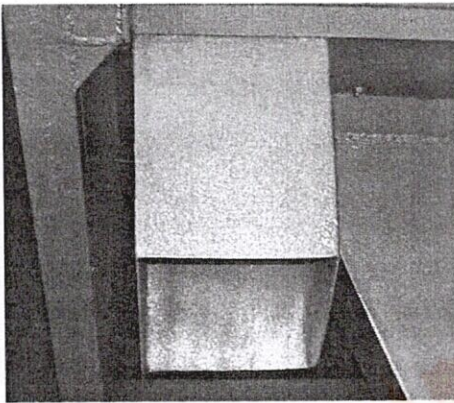
ข) ฝาปิดของช่องใส่เปลือกมะพร้าว



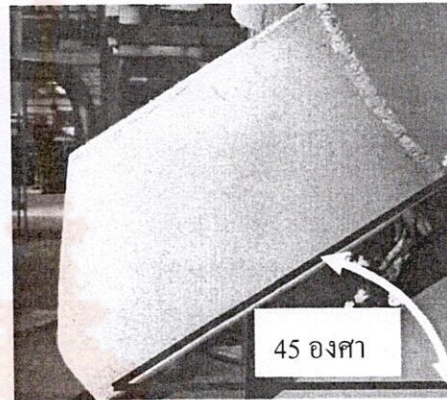
ค) ช่องใส่เปลือกมะพร้าว

รูปที่ 3.7 ลักษณะช่องใส่เปลือกมะพร้าว

4) ช่องส่งเส้นใยมะพร้าว ออกแบบเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมเพื่อเส้นใยมะพร้าวสามารถไหลลงในภาชนะรองรับได้สะดวกหลังจากผ่านการตีขนาดของช่องส่งเส้นใยมะพร้าว กว้าง 160 มิลลิเมตร สูง 170 มิลลิเมตร ยาว 260 มิลลิเมตร ทำมุมเอียงประมาณ 45 องศา กับตัวถังของเครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 3.8



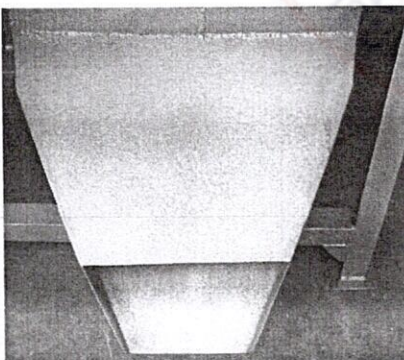
ก) ช่องส่งเส้นใยมะพร้าว



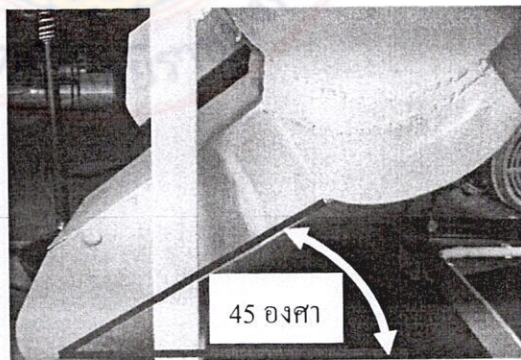
ข) ด้านข้างของช่องส่งเส้นใยมะพร้าว

รูปที่ 3.8 ลักษณะช่องส่งเส้นใยมะพร้าวหลังจากการตี

5) ช่องส่งขุยมะพร้าวหลังจากการตี ได้มีการออกแบบให้ขุยมะพร้าวสามารถไหลออกได้สะดวกหลังจากผ่านการตีขนาดของช่องส่งเส้นใยมะพร้าวขนาดของปากทางลง กว้าง 200 มิลลิเมตร ยาว 440 มิลลิเมตร สูง 140 มิลลิเมตร ทำมุมเอียงประมาณ 45 องศา กับตัวเครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 3.9



ก) ช่องส่งขุยมะพร้าว



ข) ด้านข้างของช่องส่งขุยมะพร้าว

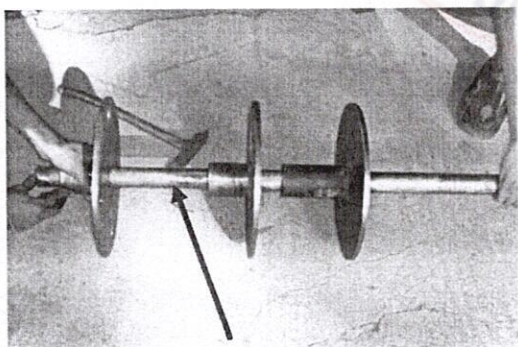
รูปที่ 3.9 ลักษณะช่องส่งขุยมะพร้าวหลังจากการตี

6) การ์ดป้องกัน เป็นอุปกรณ์ในการป้องกันสายพานเพื่อป้องกันอันตรายระหว่างการทำงาน โดยมีขนาด กว้าง 240 มิลลิเมตร ยาว 860 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.10

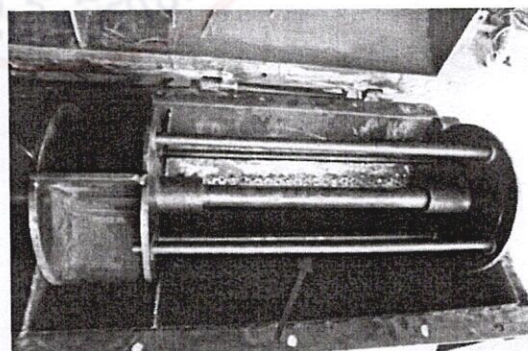


รูปที่ 3.10 ลักษณะการ์ดป้องกันสายพาน

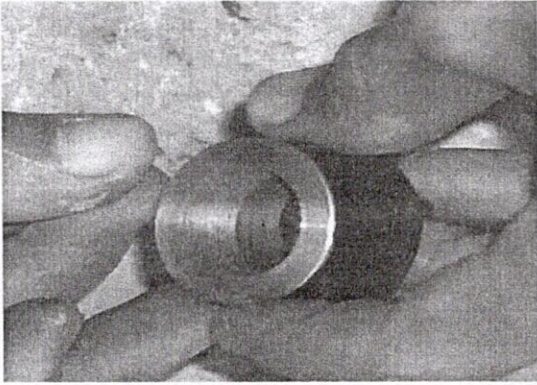
7) ชุดใบตีแบ่งออกเป็น เพลาหลัก เพลารอง ฟันตี ปลอกสวม และใบพัด เพลาหลักจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38 มิลลิเมตร ยาว 1000 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.11 ก) เพลารองมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 21 มิลลิเมตร ยาว 530 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.11 ข) ฟันตียาว 70 มิลลิเมตร เชื่อมติดกับปลอกขนาด 40 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.11 ง) และปลอกกันระหว่างฟันตีปลอกสวมสั้นจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 21 มิลลิเมตร ยาว 20 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.11 ค) และปลอกสวมยาวจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 21 มิลลิเมตร ยาว 40 มิลลิเมตร และใบพัดมีจำนวน 4 ใบขนาดกว้าง 120 มิลลิเมตร ยาว 170 มิลลิเมตร หนา 5 มิลลิเมตร โดยเชื่อมติดกับบูชและหน้าแปลน ทำหน้าที่สร้างลมเพื่อดูดเส้นใย ดังแสดงในรูปที่ 3.11 จ)



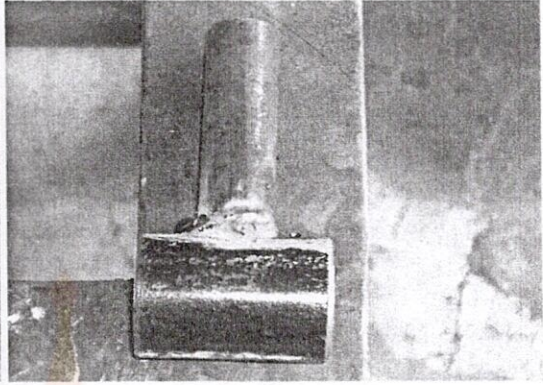
ก) เพลาหลัก



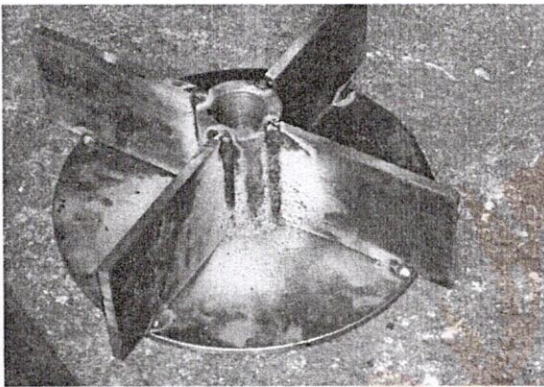
ข) เพลารอง



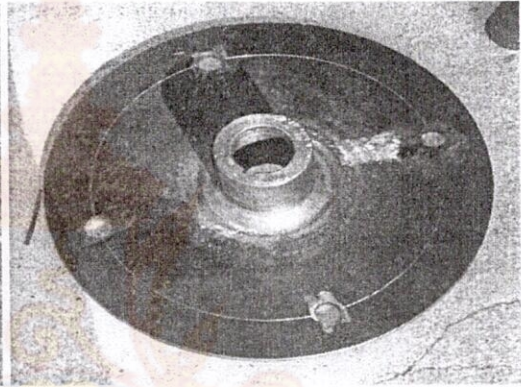
ค) ปลอกสวม



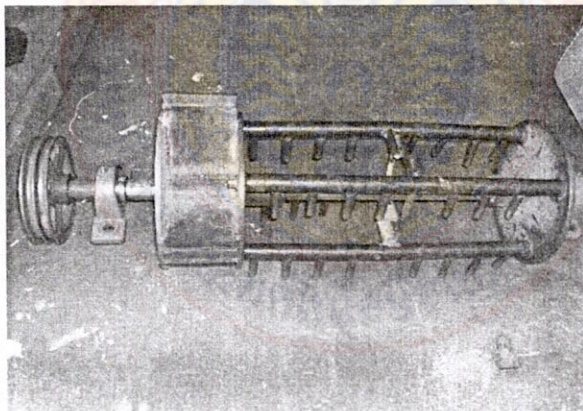
ง) ฟันตี



จ) ชุดใบพัด



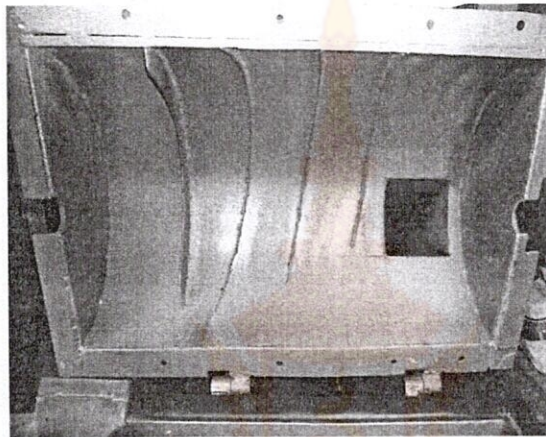
ฉ) แผ่นตัดกลม



ช) ชุดใบตี

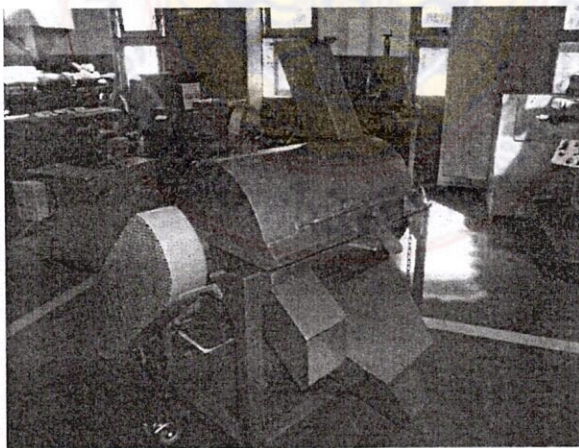
รูปที่ 3.11 ลักษณะชุดใบตี

8) ช่องลำเลียงเส้นใย ออกแบบลักษณะเป็นการกั้นเป็นห้องโดยจะมีทั้งหมด 3 ห้อง และเชื่อมแผ่นเหล็กกันบนกับฝาครอบบน มีระยะห่างระหว่างห้อง 150 มิลลิเมตร ทำมุมเอียง ประมาณ 30 องศา กับฝาครอบบนด้านใน เมื่อเครื่องทำการตีเปลือกมะพร้าวจากนั้นจะได้เส้นใย เส้นใยจะถูกเหวี่ยงโดยฟันตีและจะถูกลำเลียงไปยังห้องต่างๆที่กั้นไว้และจะเข้าสู่ห้องใบพัดเพื่อทำการตีออกไป ดังแสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ลักษณะช่องลำเลียงเส้นใย

9) เครื่องแยกชุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าวจากการประกอบ ดังแสดงในรูปที่ 3.13

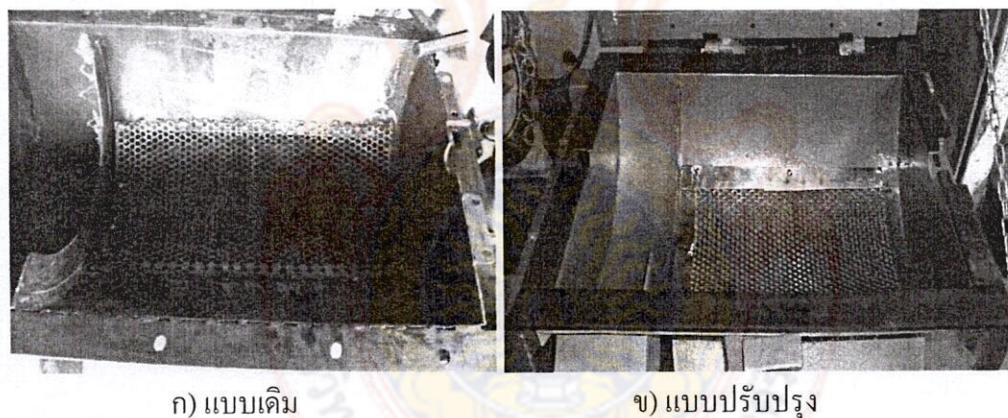


รูปที่ 3.13 ลักษณะของเครื่องแยกชุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว

3.4 วิธีการทดสอบและปรับปรุง

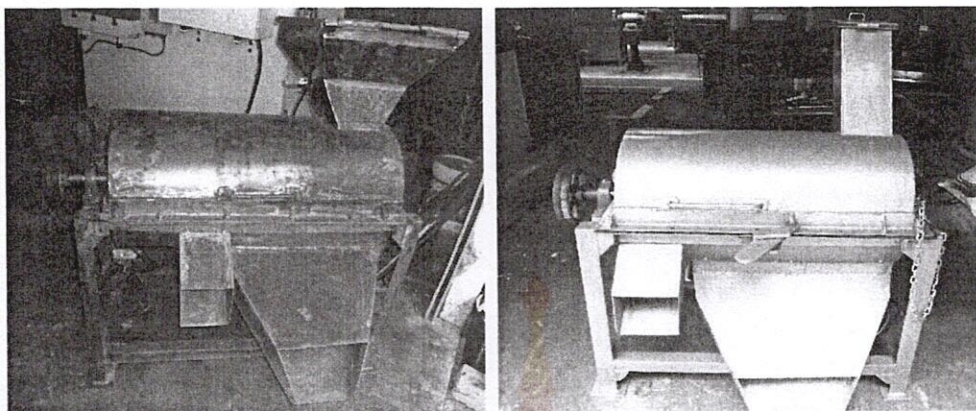
ในการทดสอบและปรับปรุงแก้ไขเครื่อง ได้มีการดำเนินการปรับปรุงซึ่งจะมีสาเหตุที่ต้องปรับปรุงและผลการทดสอบดังนี้

3.4.1 การทดสอบเครื่องตีχυและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าวเบื้องต้น ภายหลังจากขั้นตอนการดำเนินการสร้างชิ้นส่วนต่าง ๆ และนำมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในการทดสอบการทำงานเพื่อตรวจสอบกลไกการทำงานของเครื่องตีχυและแยกเส้นใยจากเปลือกมะพร้าวเบื้องต้นพบว่าจุดบกพร่องคือมีการรั่วไหลของχυมะพร้าว เนื่องจากยางที่ติดไปมีขนาดเล็กและบางเกินไป ประกอบกับฝาครอบบนและฝาครอบล่างเมื่อปิดแล้วเกิดช่องว่าง จึงทำการปรับแก้โดยออกแบบเพื่อป้องกันการรั่วไหลของχυมะพร้าว โดยใช้ยางติดที่บริเวณขอบของตัวถังเครื่องตีχυและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าว ส่งผลให้χυมะพร้าวมีการรั่วไหลลดลงและทำให้ปริมาณχυมะพร้าวเพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 ลักษณะการรั่วของχυทางขอบของตัวถังเครื่องแบบเดิมและแบบปรับปรุง

3.4.2 การออกแบบและสร้างเครื่องเบื้องต้นนั้นมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก ทำให้เพลารองเกิดการโค้งงอ สั่นสะเทือน เสียงดัง และการเคลื่อนย้ายไม่สะดวก จึงทำการปรับแก้โดยออกแบบให้มีขนาดเล็กกลง ใส่อล้อเพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้ายมากยิ่งขึ้น ส่งผลทำให้การโค้งงอของเพลาลดลง และลดการสั่นเทือนของเครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 3.15

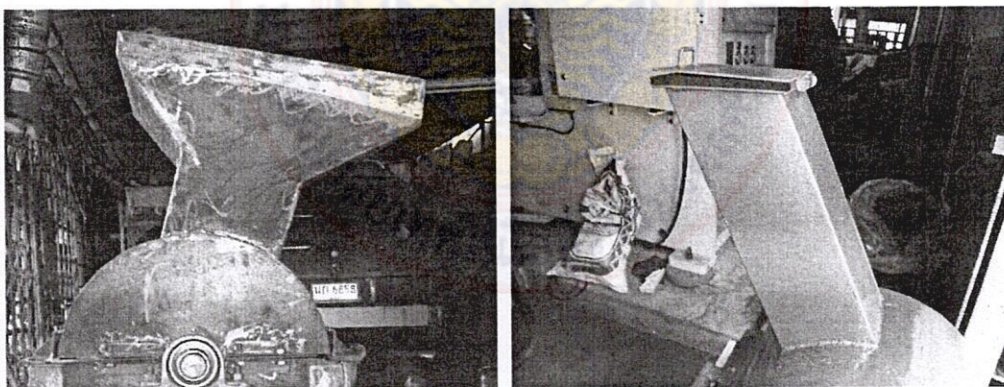


ก) แบบเดิม

ข) แบบปรับปรุง

รูปที่ 3.15 ปรับขนาดเครื่องให้มีขนาดเล็กลงกว่าเดิมของเครื่องแบบเดิมและแบบปรับปรุง

3.4.3 ขนาดของช่องใส่เปลือกมะพร้าวที่ใหญ่ เมื่อทำการทดลองการตีเปลือกมะพร้าวทำให้มีการตีขึ้นของขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าวบางส่วนตรงบริเวณช่องใส่เปลือกมะพร้าว ส่งผลทำให้เกิดการฟุ้งกระจายเป็นฝุ่นออกมาภายนอก จึงทำการปรับแก้โดยออกแบบเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมลดขนาดให้เล็กลง และทำช่องใส่เปลือกมะพร้าวให้มีรูปทรงเอียงเพื่อสามารถลำเลียงเปลือกมะพร้าวได้ง่ายป้องกันการตีขึ้นพร้อมทำฝาปิดเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจาย ส่งผลทำให้มีการฟุ้งกระจายลดลง และสะดวกต่อการใส่เปลือกมะพร้าวมากยิ่งขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.16

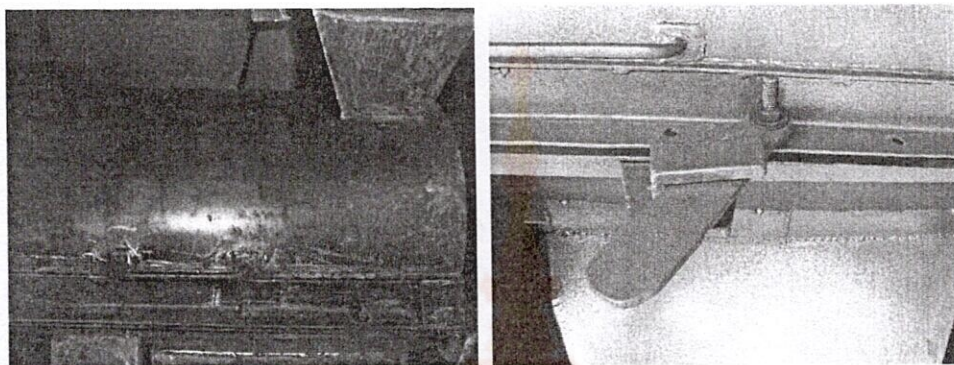


ก) แบบเดิม

ข) แบบปรับปรุง

รูปที่ 3.16 ปรับขนาดทางลงของเปลือกมะพร้าวแบบเดิมและแบบปรับปรุง

3.4.4 การปิดล็อกตัวถังของเครื่อง เกิดปัญหาคือถ้าต้องการเปิดเช็คหรือตรวจสอบฟันตีภายในของเครื่องจะใช้เวลาในการเปิดฝาครอบเครื่องนาน จึงทำการปรับแก้โดยออกแบบเป็นตัวล็อกเพื่อสะดวกมากยิ่งขึ้นในการตรวจเช็คชุดใบตีและง่ายในการปฏิบัติงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.17



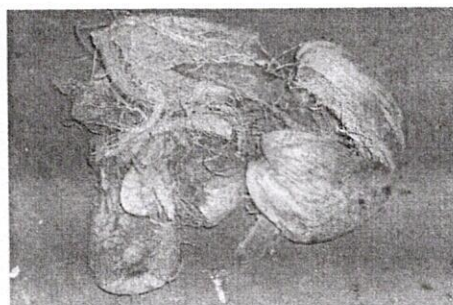
ก) แบบเดิม

ข) แบบปรับปรุง

รูปที่ 3.17 ลักษณะตัวปิดล็อกของฝาครอบเปรียบเทียบแบบเดิมและแบบปรับปรุง

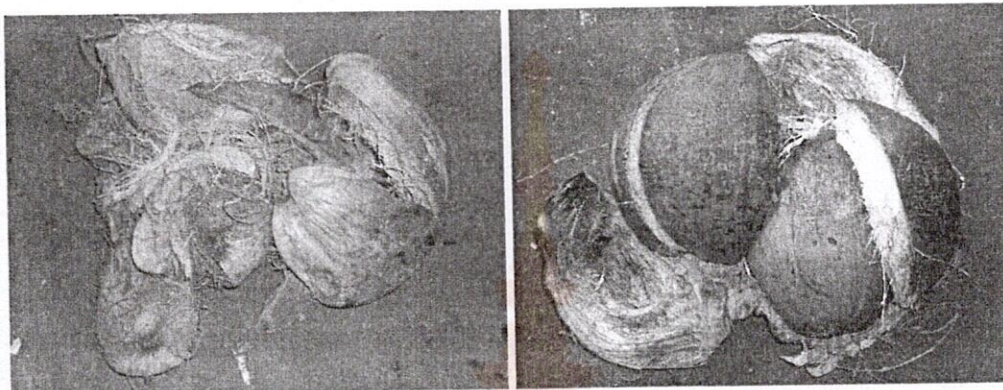
3.5 วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการทดลอง

3.5.1 วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการทดลอง วัสดุที่ใช้ในการทดลองจะใช้เปลือกมะพร้าวสุกมาทำการตีขุยและแยกเส้นใย แต่ในการทดลองจะมีข้อจำกัดของเปลือกมะพร้าวในส่วนองมะพร้าว 1 ลูก จะแบ่งออกเป็นประมาณ 8 ส่วน หรือถ้าเปลือกมะพร้าวมีขนาดความหนาตามาก ดังแสดงในรูปที่ 3.18 ก็ควรจะต้องแบ่งประมาณ 10 ส่วน ถ้าไม่ทำการแบ่งเปลือกมะพร้าวหรือใส่เปลือกมะพร้าวที่มีความหนาตามากเกินไปอาจจะทำให้เปลือกมะพร้าวไปติดอยู่กับช่วงเพลารองจะทำให้เครื่องทำงานหนักได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 ลักษณะเปลือกมะพร้าวที่นำมาทำการทดลองแยกขุยและเส้นใย

เครื่องที่สร้างขึ้นมีความจุเปลือกมะพร้าวในการทดลองได้ครั้งละ 1 กิโลกรัม โดยทำการทดลองวัตถุดิบเปลือกมะพร้าว 3 ชนิด คือ เปลือกมะพร้าวแห้ง เปลือกมะพร้าวเปียกและเปลือกมะพร้าวสด ดังแสดงในรูปที่ 3.19



ก) เปลือกมะพร้าวแห้ง

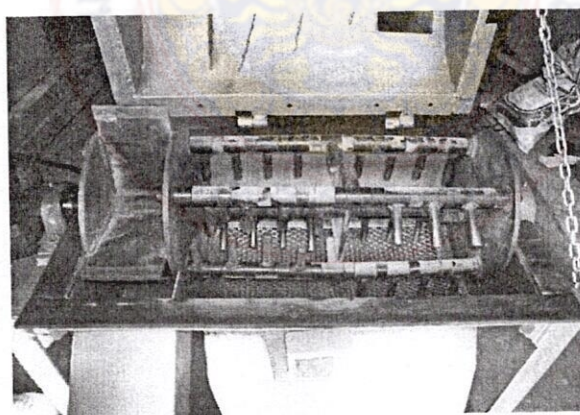
ข) เปลือกมะพร้าวสด

รูปที่ 3.19 ลักษณะเปลือกมะพร้าวแห้งและเปลือกมะพร้าวสด

3.5.2 การทดลองเครื่องตีχυและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าว มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

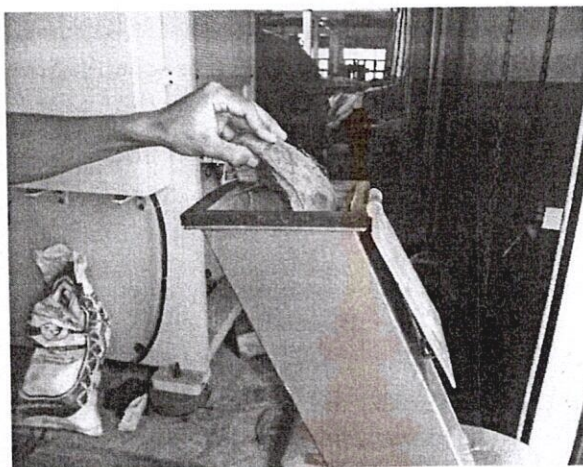
- 1) ตรวจสอบเครื่อง ตรวจสอบชุดใบตีχυและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าว ดังแสดงใน

รูปที่ 3.20



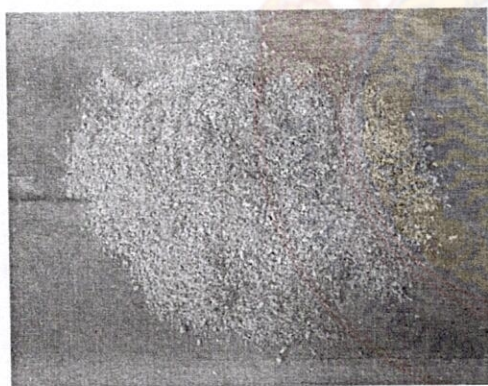
รูปที่ 3.20 ลักษณะการตรวจสอบชุดใบตีχυและเส้นใย

2) นำเปลือกมะพร้าวที่จะทำการแยกขุยและเส้นใย ใส่องลงในช่องใส่เปลือกมะพร้าว
 ดังแสดงในรูปที่ 3.21

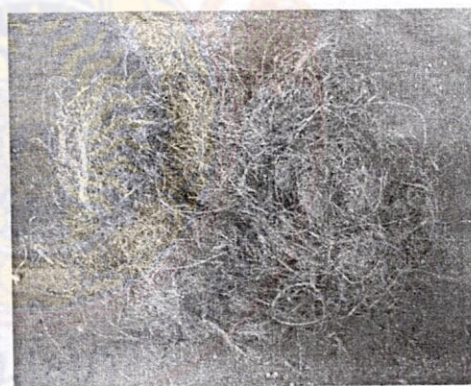


รูปที่ 3.21 ลักษณะการใส่เปลือกมะพร้าวลงในเครื่อง

3) ทำการรองรับขุยและเส้นใย ดังแสดงในรูปที่ 3.22



ก) ขุยเปลือกมะพร้าว



ข) เส้นใยเปลือกมะพร้าว

รูปที่ 3.22 ลักษณะขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าวหลังจากการตี

4) ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลอง

ตาราง 3.3 ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลอง

| ครั้งที่ | เปลือกมะพร้าว (กิโลกรัม) | เวลา (นาที) | เปลือกที่แยกได้ (กิโลกรัม) | | เส้นใยค้าง เครื่อง |
|----------|-----------------------------|----------------|----------------------------|--------|-----------------------|
| | | | ขุย | เส้นใย | |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| เฉลี่ย | | | | | |



บทที่ 4

ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์

จากการออกแบบและสร้างเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว ในผลการทดลองจะประกอบไปด้วย การหาประสิทธิภาพของเครื่องตีขุยและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าวแบบกึ่งอัตโนมัติ สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

4.1 การทดลอง

การหาอัตราส่วนในการทดลอง เครื่องที่สร้างขึ้นมีความจุเปลือกมะพร้าวในการทดลองได้ครั้งละ 1 กิโลกรัม ทำการทดลองใช้พลูเล่ย์ 3 ชุด คือขนาด 4 ต่อ 4 นิ้ว ความเร็วรอบประมาณ 1450 รอบต่อนาที พลูเล่ย์ขนาด 4 ต่อ 8 นิ้ว ความเร็วรอบประมาณ 725 รอบต่อนาที และพลูเล่ย์ขนาด 6 ต่อ 8 นิ้ว ความเร็วรอบประมาณ 1080 รอบต่อนาที โดยทำการทดลองกับวัตถุดิบเปลือกมะพร้าว 3 ชนิด คือ เปลือกมะพร้าวแห้ง เปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ และเปลือกมะพร้าวสด ผลการทดลองที่ความเร็วรอบประมาณ 1450 รอบต่อนาที ดังแสดงในตารางที่ 4.1 4.2 และ 4.3

ตาราง 4.1 ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวแห้ง ความเร็วรอบประมาณ 1450 รอบต่อนาที

| ครั้งที่ | เปลือกมะพร้าว (กิโลกรัม) | เวลา (นาที) | เปลือกที่แยกได้ (กิโลกรัม) | | เส้นใยค้าง เครื่อง |
|----------|-----------------------------|----------------|----------------------------|--------|-----------------------|
| | | | ขุย | เส้นใย | |
| 1 | 1 | 2.41 | 0.41 | 0.40 | 0.19 |
| 2 | 1 | 2.44 | 0.42 | 0.40 | 0.18 |
| 3 | 1 | 2.58 | 0.41 | 0.40 | 0.19 |
| เฉลี่ย | | 2.48 | 0.41 | 0.40 | 0.19 |

ตาราง 4.2 ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ ความเร็วรอบประมาณ 1450 รอบต่อนาที

| ครั้งที่ | เปลือกมะพร้าว (กิโลกรัม) | เวลา (นาที) | เปลือกที่แยกได้ (กิโลกรัม) | | เส้นใยค้าง เครื่อง |
|----------|-----------------------------|----------------|----------------------------|--------|-----------------------|
| | | | ชุย | เส้นใย | |
| 1 | 1 | 1.91 | 0.42 | 0.40 | 0.18 |
| 2 | 1 | 1.94 | 0.45 | 0.41 | 0.14 |
| 3 | 1 | 1.98 | 0.43 | 0.40 | 0.17 |
| เฉลี่ย | | 1.94 | 0.43 | 0.40 | 0.16 |

ตาราง 4.3 ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวสด ความเร็วรอบประมาณ 1450 รอบต่อนาที

| ครั้งที่ | เปลือกมะพร้าว (กิโลกรัม) | เวลา (นาที) | เปลือกที่แยกได้ (กิโลกรัม) | | เส้นใยค้าง เครื่อง |
|----------|-----------------------------|----------------|----------------------------|--------|-----------------------|
| | | | ชุย | เส้นใย | |
| 1 | 1 | 0.21 | 0.43 | 0.41 | 0.16 |
| 2 | 1 | 0.24 | 0.45 | 0.40 | 0.15 |
| 3 | 1 | 0.28 | 0.44 | 0.40 | 0.16 |
| เฉลี่ย | | 0.24 | 0.44 | 0.40 | 0.16 |

สรุปผลการทดลอง ลักษณะของเส้นใยเปลือกมะพร้าวทั้ง 3 ชนิด พบว่าเส้นใยเปลือกมะพร้าวแห้งมีลักษณะม้วนงอ และเส้นใยก็ขาดปะปนไปกับชุยมะพร้าวซึ่งคุณภาพของเส้นใยที่ไม่สามารถนำไปใช้งานมีเพียงส่วนน้อยมากที่ใช้งานได้ ส่วนชุยที่ได้มีการปะปนกับเส้นใยมาก เปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ พบว่าลักษณะของเส้นใยขาดไปกับชุยมะพร้าวและมีการม้วนงอของเส้นใยลดลงแต่มีเพียงส่วนเล็กๆที่เกิดการม้วนงอคุณภาพที่ได้ดีกว่าเส้นใยเปลือกมะพร้าวแห้ง เปลือกมะพร้าวสด พบว่าลักษณะของเส้นใยมีการม้วนงอส่วนชุยไม่ไปติดอยู่กับเส้นใยเปลือกมะพร้าวแต่มีเส้นใยบางส่วนก็ขาดปะปนไปกับชุยมะพร้าวคุณภาพที่ได้ดีกว่าเส้นใยเปลือกมะพร้าวทั้ง 2 ชนิดที่กล่าวมาเพราะมีความสะอาด ผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 725 รอบต่อนาที ดังแสดงในตารางที่ 4.4 4.5 และ 4.6

ตาราง 4.4 ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวแห้ง ความเร็วรอบประมาณ 725 รอบต่อนาที

| ครั้งที่ | เปลือกมะพร้าว (กิโลกรัม) | เวลา (นาที) | เปลือกที่แยกได้ (กิโลกรัม) | | เส้นใยค้าง เครื่อง |
|----------|-----------------------------|----------------|----------------------------|--------|-----------------------|
| | | | ขุย | เส้นใย | |
| 1 | 1 | 3.71 | 0.43 | 0.38 | 0.19 |
| 2 | 1 | 3.94 | 0.45 | 0.37 | 0.18 |
| 3 | 1 | 3.98 | 0.41 | 0.39 | 0.20 |
| เฉลี่ย | | 3.87 | 0.43 | 0.40 | 0.19 |

ตาราง 4.5 ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ ความเร็วรอบประมาณ 725 รอบต่อนาที

| ครั้งที่ | เปลือกมะพร้าว (กิโลกรัม) | เวลา (นาที) | เปลือกที่แยกได้ (กิโลกรัม) | | เส้นใยค้าง เครื่อง |
|----------|-----------------------------|----------------|----------------------------|--------|-----------------------|
| | | | ขุย | เส้นใย | |
| 1 | 1 | 2.81 | 0.42 | 0.40 | 0.18 |
| 2 | 1 | 2.94 | 0.44 | 0.40 | 0.16 |
| 3 | 1 | 2.88 | 0.45 | 0.40 | 0.15 |
| เฉลี่ย | | 2.88 | 0.44 | 0.40 | 0.16 |

ตาราง 4.6 ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวสด ความเร็วรอบประมาณ 725 รอบต่อนาที

| ครั้งที่ | เปลือกมะพร้าว (กิโลกรัม) | เวลา (นาที) | เปลือกที่แยกได้ (กิโลกรัม) | | เส้นใยค้าง เครื่อง |
|----------|-----------------------------|----------------|----------------------------|--------|-----------------------|
| | | | ขุย | เส้นใย | |
| 1 | 1 | 1.03 | 0.42 | 0.39 | 0.19 |
| 2 | 1 | 1.08 | 0.45 | 0.37 | 0.18 |
| 3 | 1 | 1.11 | 0.43 | 0.39 | 0.18 |
| เฉลี่ย | | 1.07 | 0.43 | 0.38 | 0.18 |

สรุปผลการทดลอง ลักษณะของเส้นใยเปลือกมะพร้าวทั้ง 3 ชนิดพบว่าเส้นใยเปลือกมะพร้าวแห้ง ลักษณะเป็นเส้นตรงยาวมีการม้วนงอเล็กน้อย ส่วนขุยที่ได้มีการปะปนกับเส้นใยมาก ส่วนเส้นใยที่ได้ไม่มีการขาดปะปนไปกับขุย เปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำลักษณะของเส้นใยเป็นเส้นตรงยาว ไม่มีการม้วนงอ ส่วนขุยติดอยู่กับเส้นใยมาก เปลือกมะพร้าวสดลักษณะของเส้นใยเป็นเส้นตรงยาวขุยที่ได้เป็นผงละเอียดพร้อมใช้งาน ผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 1080 รอบต่อนาที ดังแสดงในตารางที่ 4.7 4.8 และ 4.9

ตาราง 4.7 ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวแห้ง ความเร็วรอบประมาณ 1080 รอบต่อนาที

| ครั้งที่ | เปลือกมะพร้าว (กิโลกรัม) | เวลา (นาที) | เปลือกที่แยกได้ (กิโลกรัม) | | เส้นใยค้าง เครื่อง |
|----------|-----------------------------|----------------|----------------------------|--------|-----------------------|
| | | | ขุย | เส้นใย | |
| 1 | 1 | 3.09 | 0.40 | 0.41 | 0.19 |
| 2 | 1 | 3.03 | 0.41 | 0.40 | 0.19 |
| 3 | 1 | 2.88 | 0.42 | 0.41 | 0.17 |
| เฉลี่ย | | 3.00 | 0.41 | 0.41 | 0.18 |

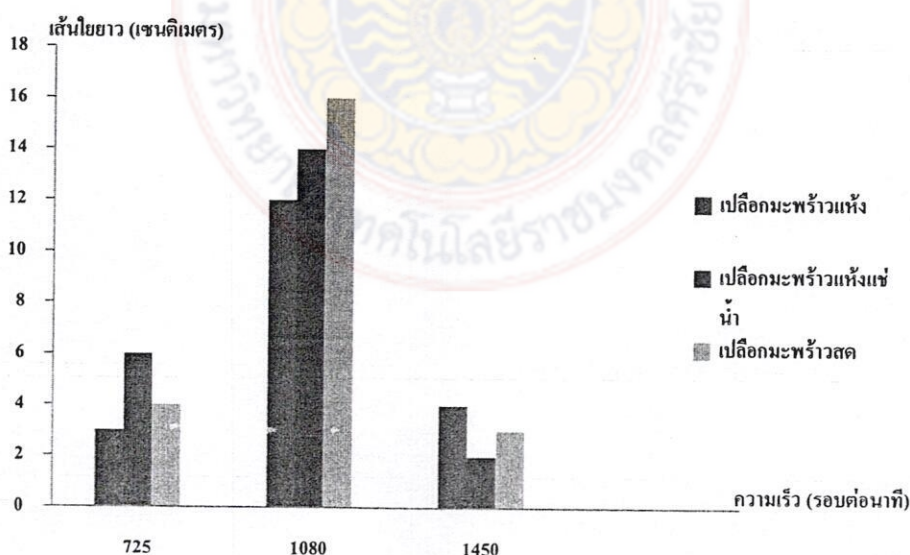
ตาราง 4.8 ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ ความเร็วรอบประมาณ 1080 รอบต่อนาที

| ครั้งที่ | เปลือกมะพร้าว (กิโลกรัม) | เวลา (นาที) | เปลือกที่แยกได้ (กิโลกรัม) | | เส้นใยค้าง เครื่อง |
|----------|-----------------------------|----------------|----------------------------|--------|-----------------------|
| | | | ขุย | เส้นใย | |
| 1 | 1 | 1.41 | 0.44 | 0.40 | 0.16 |
| 2 | 1 | 1.44 | 0.45 | 0.40 | 0.15 |
| 3 | 1 | 1.38 | 0.44 | 0.40 | 0.16 |
| เฉลี่ย | | 1.41 | 0.44 | 0.40 | 0.16 |

ตาราง 4.9 ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวสด ความเร็วรอบประมาณ 1080 รอบต่อนาที

| ครั้งที่ | เปลือกมะพร้าว (กิโลกรัม) | เวลา (นาที) | เปลือกที่แยกได้ (กิโลกรัม) | | เส้นใยค้าง เครื่อง |
|----------|-----------------------------|----------------|----------------------------|--------|-----------------------|
| | | | ขุย | เส้นใย | |
| 1 | 1 | 0.39 | 0.48 | 0.23 | 0.29 |
| 2 | 1 | 0.44 | 0.49 | 0.20 | 0.31 |
| 3 | 1 | 0.38 | 0.47 | 0.21 | 0.32 |
| เฉลี่ย | | 0.40 | 0.48 | 0.21 | 0.31 |

สรุปผลการทดลอง ลักษณะของเส้นใยเปลือกมะพร้าวทั้ง 3 ชนิด พบว่าเส้นใยเปลือกมะพร้าวแห้งมีลักษณะเป็นเส้นตรงยาว และเส้นใยไม่ขาดปะปนไปกับขุยมะพร้าวซึ่งคุณภาพของเส้นใยที่ได้สามารถนำไปใช้งานได้ ส่วนขุยที่ได้ไม่มีการปะปนกับเส้นใยลักษณะของขุยมะพร้าวเป็นผงละเอียด เปลือกมะพร้าวแห้งน้ำพบว่าลักษณะของเส้นใยเป็นเส้นตรงยาว ขุยมีการติดกับเส้นใยเล็กน้อย เส้นใยบางส่วนขาดปะปนกับขุยมะพร้าว ลักษณะของขุยมะพร้าวเป็นผงละเอียดปะปนกับเส้นใยบางส่วน เปลือกมะพร้าวสดพบว่าลักษณะของเส้นใยไม่มีการม้วนงอเป็นเส้นตรงยาว ส่วนขุยที่ได้ไม่ติดอยู่กับเส้นใยเปลือกมะพร้าว ลักษณะของขุยเป็นผงละเอียด คุณภาพที่ได้ดีกว่าเปลือกมะพร้าวทั้ง 2 ชนิดที่กล่าวมาเพราะมีความสะอาดและพร้อมใช้งานได้



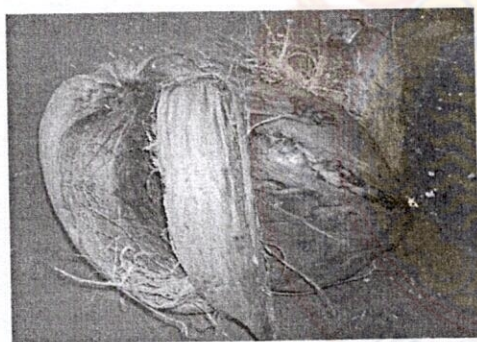
รูปที่ 4.1 เปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์กับความเร็วยรอบในการตีเปลือกมะพร้าว

เมื่อทำการเปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ของเส้นใยเปลือกมะพร้าวแห้ง เปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ และเปลือกมะพร้าวสดโดยใช้ความเร็วรอบในการทดลอง 3 ระดับ จะได้ผลดังกราฟ รูปที่ 4.1

จากกราฟ สรุปว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบคุณภาพผลิตภัณฑ์ของเส้นใยเปลือกมะพร้าวทั้ง 3 ชนิด ที่ความเร็วรอบ 3 ระดับ พบว่าความสามารถที่ความเร็วรอบ 1080 รอบต่อนาที เหมาะสมกับเปลือกมะพร้าวทั้ง 3 ชนิด กล่าวคือลักษณะเส้นใยที่ได้มีคุณภาพสูง เส้นตรงยาวพร้อมใช้งานมากกว่าความเร็วรอบในระดับอื่น จึงเลือกทำการทดลองที่ความเร็วรอบ 1080 รอบต่อนาที เพื่อทำการทดลองต่อไป

4.2 ผลการทดลอง

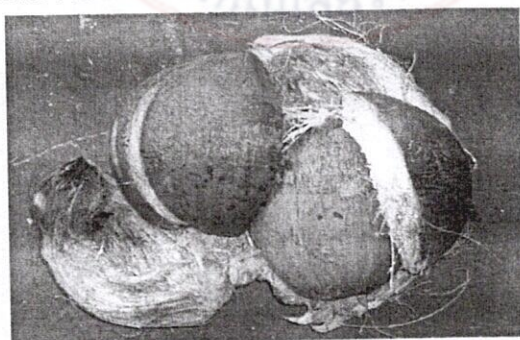
การทดลองแยกชุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว จะมีวิธีการทดลองโดยเริ่มจากการนำเปลือกมะพร้าวที่เตรียมไว้มาทำการแยกชุยและเส้นใย ซึ่งเปลือกมะพร้าวที่ทำการทดลองมี 3 แบบ คือ เปลือกมะพร้าวแห้ง เปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ และเปลือกมะพร้าวสด โดยใช้พู่เล็ยขนาด 6 ต่อ 8 นิ้ว ที่ความเร็วรอบประมาณ 1080 รอบต่อนาที ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.10 4.11 และ 4.12



ก) เปลือกมะพร้าวแห้ง



ข) เปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ



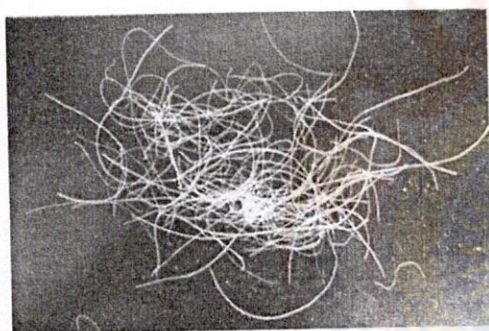
ค) เปลือกมะพร้าวสด

รูปที่ 4.2 ลักษณะเปลือกมะพร้าวที่ทำการทดลองทั้ง 3 ชนิด

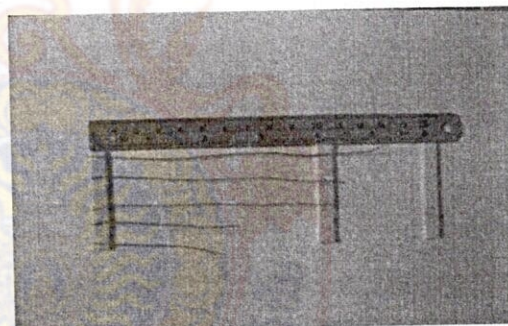
ตาราง 4.10 ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวแห้ง ความเร็วรอบประมาณ 1080 รอบต่อนาที

| ครั้งที่ | เปลือกมะพร้าว (กิโลกรัม) | เวลา (นาที) | เปลือกที่แยกได้ (กิโลกรัม) | | เส้นใยค้าง เครื่อง |
|----------|-----------------------------|----------------|----------------------------|--------|-----------------------|
| | | | ขุย | เส้นใย | |
| 1 | 1 | 3.01 | 0.42 | 0.40 | 0.18 |
| 2 | 1 | 2.94 | 0.45 | 0.40 | 0.15 |
| 3 | 1 | 2.98 | 0.43 | 0.40 | 0.17 |
| เฉลี่ย | | 2.97 | 0.43 | 0.40 | 0.16 |

จากตารางสามารถสรุปได้ว่าเครื่องสามารถแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าวแห้ง ได้ขุยจำนวน $\frac{0.43}{2.97} \times 60 = 8.68$ กิโลกรัมต่อชั่วโมง ลักษณะของขุยเป็นผงละเอียดพร้อมใช้งาน เป็นเส้นใยจำนวน $\frac{0.56}{2.97} \times 60 = 11.31$ กิโลกรัมต่อชั่วโมง ลักษณะของเส้นใยเป็นเส้นตรงยาว ความยาวของเส้นใยอยู่ที่ประมาณ 5-10 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับชนิดของเปลือกมะพร้าว ดังแสดงในรูปที่ 4.3



ก) เส้นใยเปลือกมะพร้าวแห้ง



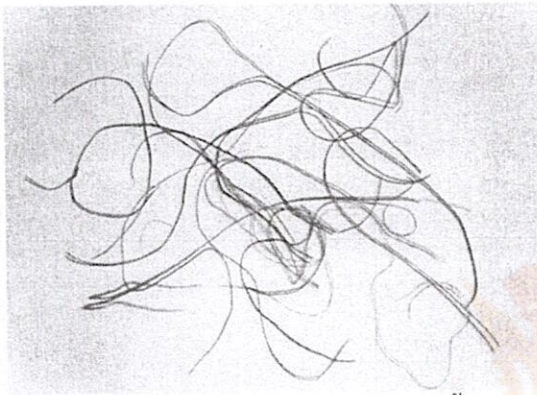
ข) ความยาวของเส้นใยเปลือกมะพร้าวแห้ง

รูปที่ 4.3 ลักษณะเส้นใยเปลือกมะพร้าวแห้ง

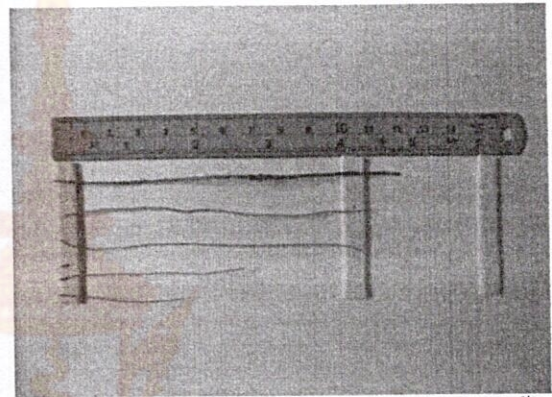
ตาราง 4.11 ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ ความเร็วรอบประมาณ 1080 รอบต่อนาที

| ครั้งที่ | เปลือกมะพร้าว (กิโลกรัม) | เวลา (นาที) | เปลือกที่แยกได้ (กิโลกรัม) | | เส้นใยค้าง เครื่อง |
|----------|-----------------------------|----------------|----------------------------|--------|-----------------------|
| | | | ขุย | เส้นใย | |
| 1 | 1 | 1.14 | 0.50 | 0.28 | 0.22 |
| 2 | 1 | 1.20 | 0.50 | 0.26 | 0.24 |
| 3 | 1 | 1.29 | 0.50 | 0.28 | 0.22 |
| เฉลี่ย | | 1.12 | 0.50 | 0.27 | 0.22 |

จากตารางสามารถสรุปได้ว่าเครื่องสามารถแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ ได้ขุย จำนวน $\frac{0.50}{1.12} \times 60 = 26.78$ กิโลกรัมต่อชั่วโมง ลักษณะของขุยเป็นผงละเอียด การนำไปใช้ควรรนำไปตากแห้งก่อน เป็นเส้นใยจำนวน $\frac{0.49}{1.12} \times 60 = 26.25$ กิโลกรัมต่อชั่วโมง ลักษณะของเส้นใยที่ได้เป็นเส้นตรงยาว ขุยไม่ปะปนกับเส้นใยส่วนเส้นใยที่ได้ความยาวอยู่ที่ประมาณ 4-12 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับชนิดของเปลือกมะพร้าว ดังแสดงในรูปที่ 4.4



ก) เส้นใยเปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ



ข) ความยาวของเส้นใยเปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ

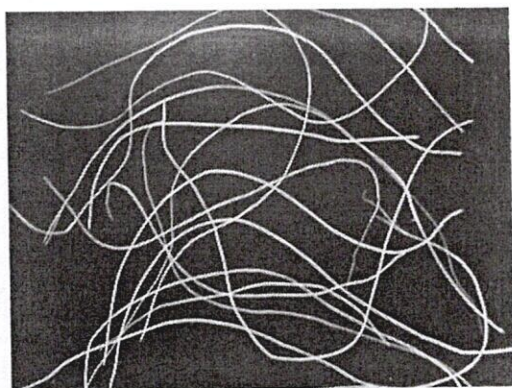
รูปที่ 4.4 ลักษณะเส้นใยเปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ

ตาราง 4.12 ผลการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวสด ความเร็วรอบประมาณ 1080 รอบต่อนาที

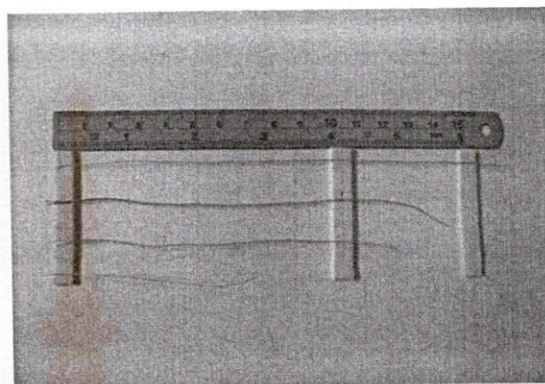
| ครั้งที่ | เปลือกมะพร้าว (กิโลกรัม) | เวลา (นาที) | เปลือกที่แยกได้ (กิโลกรัม) | | เส้นใยค้าง เครื่อง |
|----------|-----------------------------|----------------|----------------------------|--------|-----------------------|
| | | | ขุย | เส้นใย | |
| 1 | 1 | 0.35 | 0.50 | 0.20 | 0.30 |
| 2 | 1 | 0.32 | 0.50 | 0.21 | 0.29 |
| 3 | 1 | 0.31 | 0.50 | 0.20 | 0.30 |
| เฉลี่ย | | 0.32 | 0.50 | 0.20 | 0.30 |

จากตารางสามารถสรุปได้ว่าเครื่องสามารถแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ ได้ขุย จำนวน $\frac{0.50}{0.32} \times 60 = 93.75$ กิโลกรัมต่อชั่วโมง ลักษณะของขุยเป็นผงละเอียดขนาดของขุยค่อนข้างใหญ่ขึ้นอยู่กับลักษณะของเปลือกมะพร้าว การนำไปใช้ควรมีการตากแห้งก่อน เป็นเส้นใย

จำนวน $\frac{0.50}{0.32} \times 60 = 93.75$ กิโลกรัมต่อชั่วโมง ลักษณะของเส้นใยเป็นเส้นตรงยาวความยาวของเส้นใยอยู่ที่ประมาณ 7-16 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.5



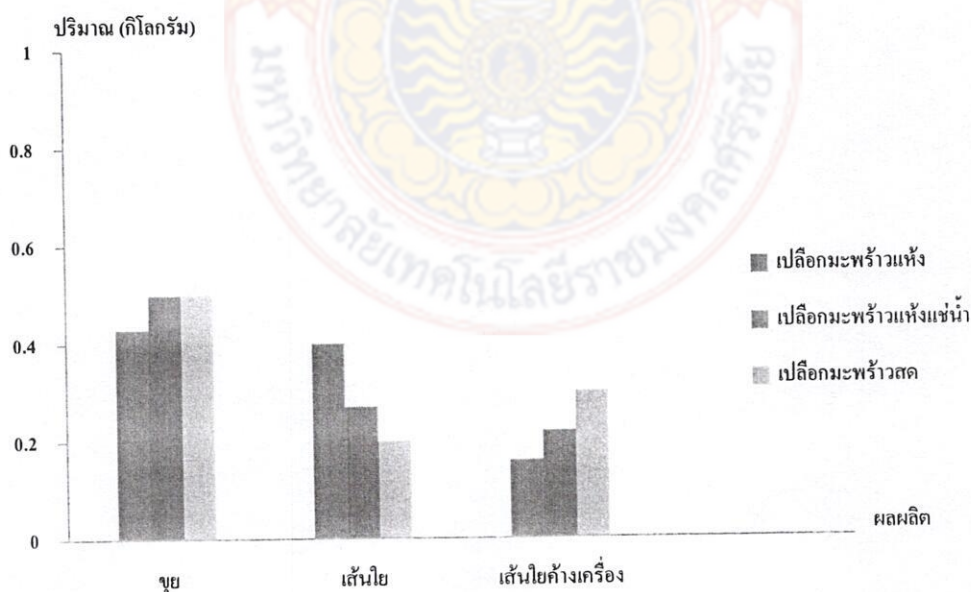
ก) เส้นใยเปลือกมะพร้าวสด



ข) ความยาวของเส้นใยเปลือกมะพร้าวสด

รูปที่ 4.5 ลักษณะเส้นใยเปลือกมะพร้าวสด

เมื่อทำการเปรียบเทียบการแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าวแห้ง การแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ และการแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าวสด จะได้ผลดังแสดงในกราฟรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณของเปลือกมะพร้าวแห้งมะพร้าวแห้งแช่น้ำและมะพร้าวสด

จากกราฟ สรุปว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบการแยกขุยและเส้นใยที่ได้จากเปลือกมะพร้าวแห้ง เปลือกมะพร้าวแช่น้ำ และเปลือกมะพร้าวสด พบว่าเปลือกมะพร้าวสดให้ผลผลิตของขุยและเส้นใยที่ดีกว่าเปลือกมะพร้าวแห้งและเปลือกมะพร้าวแช่น้ำ เพราะเปลือกมะพร้าวสดมีปริมาณของเส้นใยที่มากกว่าเมื่อบวกกับเส้นใยที่ค้างเครื่อง จึงเลือกทำการทดลองเปลือกมะพร้าวสด

4.3 ประสิทธิภาพของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว

การทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว จำเป็นต้องมีการทดลองเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าวที่สร้างขึ้น เพื่อที่จะได้ทราบว่าเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว ที่สร้างขึ้นมานั้นมีประสิทธิภาพมากแค่ไหนเพื่อที่จะนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขต่อไป และจะได้ทราบถึงข้อบกพร่องของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว ที่สร้างขึ้นจากการทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว โดยใช้เปลือกมะพร้าวสดนำมาใช้ในการทดลอง ซึ่งได้ผลการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 4.13

ตาราง 4.13 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว

| ครั้งที่ | เปลือกมะพร้าว (กิโลกรัม) | เวลา (นาที) | เปลือกที่แยกได้ (กิโลกรัม) | | เส้นใยค้าง เครื่อง |
|----------|-----------------------------|----------------|----------------------------|--------|-----------------------|
| | | | ขุย | เส้นใย | |
| 1 | 5 | 4.29 | 3.20 | 1.50 | 0.30 |
| 2 | 5 | 3.50 | 3.20 | 1.51 | 0.29 |
| 3 | 5 | 4.01 | 3.15 | 1.55 | 0.30 |
| เฉลี่ย | | 3.93 | 3.18 | 1.52 | 0.30 |

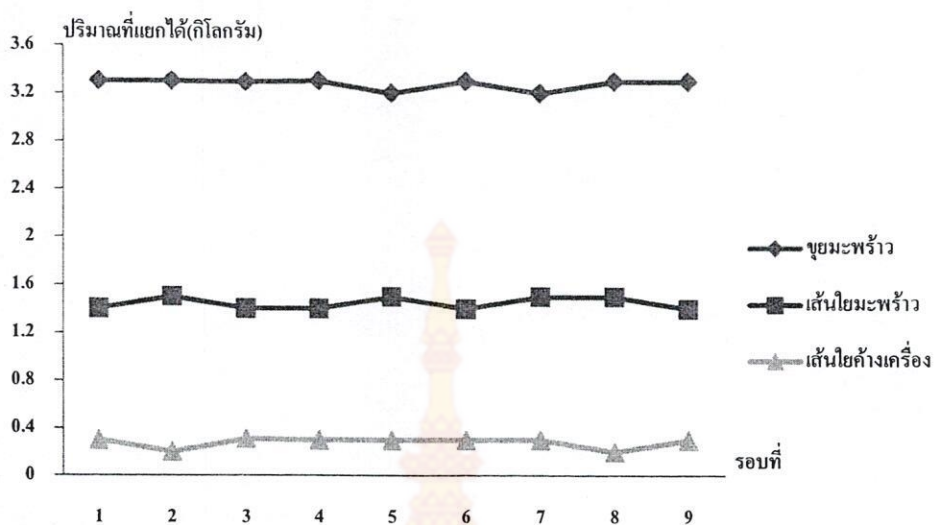
จากตาราง 4.13 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว ที่สร้างขึ้น จะสรุปได้ว่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าวประมาณ 3.93 นาที ได้ขุยมะพร้าว 3.18 กิโลกรัม เป็นเส้นใยได้ 1.52 กิโลกรัม และติดอยู่ในเครื่องประมาณ 0.3 กิโลกรัม ลักษณะของขุยที่ได้จากการย่อยมีลักษณะเป็นผงละเอียดและเส้นใยมีลักษณะเป็นเส้นตรงมีขนาดความยาวประมาณ 7-15 เซนติเมตร

จากผลการทดลองเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว ปรากฏว่าเครื่องสามารถทำงานได้ ต่อเนื่อง 1 ชั่วโมง จะได้รอบการทำงาน 9 รอบ โดยใช้เวลารอบละ 4 นาที โดยทำการทดลองแยก เปลือกมะพร้าว 5 กิโลกรัมต่อครั้ง ซึ่งจะได้ผลการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตาราง 4.14 รอบเวลาการทำงานของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว

| รอบที่ | เปลือกมะพร้าว (กิโลกรัม) | เวลา (นาที) | เปลือกที่แยกได้ (กิโลกรัม) | | เส้นใยค้าง เครื่อง |
|--------|-----------------------------|----------------|----------------------------|--------|-----------------------|
| | | | ขุย | เส้นใย | |
| 1 | 5 | 4.23 | 3.30 | 1.40 | 0.30 |
| 2 | 5 | 4.25 | 3.30 | 1.50 | 0.20 |
| 3 | 5 | 4.22 | 3.29 | 1.40 | 0.31 |
| 4 | 5 | 4.23 | 3.30 | 1.40 | 0.30 |
| 5 | 5 | 4.28 | 3.20 | 1.50 | 0.30 |
| 6 | 5 | 4.15 | 3.30 | 1.40 | 0.30 |
| 7 | 5 | 4.21 | 3.20 | 1.50 | 0.30 |
| 8 | 5 | 4.22 | 3.30 | 1.50 | 0.20 |
| 9 | 5 | 4.38 | 3.30 | 1.40 | 0.30 |
| เฉลี่ย | 5 | 4.24 | 3.28 | 1.44 | 0.28 |

จากผลการทดลอง สรุปว่าเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว ที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ต่อเนื่อง 1 ชั่วโมง รอบเวลาการทำงาน 9 รอบ ใช้เวลาเฉลี่ยรอบละ 6 นาที เปลือกมะพร้าวที่ใช้ในการทดลอง 5 กิโลกรัมต่อครั้ง รอบที่ 1 ที่เป็นขุย 3.30 กิโลกรัม ที่เป็นเส้นใย 1.40 กิโลกรัม และที่เส้นใยค้างอยู่ในเครื่องประมาณ 0.30 กิโลกรัม รอบที่ 2 ที่เป็นขุย 3.30 กิโลกรัม ที่เป็นเส้นใย 1.50 กิโลกรัม และที่เส้นใยค้างอยู่ในเครื่องประมาณ 0.20 กิโลกรัม รอบที่ 3 ที่เป็นขุย 3.29 กิโลกรัม ที่เป็นเส้นใย 1.40 กิโลกรัม และที่เส้นใยค้างอยู่ในเครื่องประมาณ 0.31 กิโลกรัม จะเห็นว่าขุยและเส้นใยที่ได้จากรอบที่ 1 น้อยกว่าที่ได้จากรอบที่ 2 และ 3 เนื่องจากการย่อยรอบที่ 1 เศษเปลือกมะพร้าวได้ค้างอยู่ที่ส่วนต่างๆ ของเครื่องและเมื่อทำการย่อยในรอบต่อไปจะมีการนำเศษขุยและเส้นใยในรอบก่อนที่ติดอยู่ในส่วนต่างๆ ของเครื่องออกมาด้วย ซึ่งจากผลการทดลองแบบต่อเนื่องสามารถดูได้จากกราฟแผนภูมิเชิงเส้น ดังแสดงในรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงรอบเวลาการทำงานของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว

จากกราฟแผนภูมิเชิงเส้น สรุปว่าเมื่อทำการแยกขุยและเส้นใยแบบต่อเนื่องที่ได้จากการแยก จะเพิ่มขึ้น สังเกตได้จากรอบเวลาการทำงานรอบที่ 1 ที่เป็นขุย 3.20 กิโลกรัม ที่เป็นเส้นใย 1.20 กิโลกรัม รอบที่ 2 ที่เป็นขุย 3.50 กิโลกรัม ที่เป็นเส้นใย 1.40 กิโลกรัม และรอบต่อไป ขุยที่ได้จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.28 กิโลกรัม และเส้นใยที่ได้จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.72 กิโลกรัม

4.4 เปรียบเทียบเครื่องที่สร้างขึ้นและเครื่องตามท้องตลาดและวิเคราะห์หาระยะคืนทุนของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว

ชนิด A คือ เครื่องที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็น 1 ทางวิ่ง 2 ช่องทางออกโดยใช้ขนาดของมอเตอร์ 3 แรงม้า เป็นต้นกำลัง ราคาเครื่องอยู่ที่ประมาณ 30,000 บาท ลักษณะการทำงานของเครื่องเป็นการย่อยต่อเนื่องโดยใช้หลักการฟันตีอิสระ วัตถุประสงค์ที่ใช้อยู่เป็นเปลือกมะพร้าว 3 ชนิด ได้แก่ เปลือกมะพร้าวแห้ง เปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำและเปลือกมะพร้าวสด ความเร็วรอบที่ใช้ประมาณ 1080 รอบต่อนาที

ชนิด B คือ เครื่องตามท้องตลาดทั่วไปมีลักษณะเป็น 1 ช่องทางออกขุย ส่วนเส้นใยจะใช้หลักการเปิดฝาเพื่อนำเส้นใยออกมาโดยออกแบบเป็นลักษณะฟันตีแบบพิกัด ซึ่งขนาดของมอเตอร์ที่ใช้ 10 แรงม้า เป็นเครื่องต้นกำลัง ราคาของเครื่องอยู่ที่ประมาณ 70,000 บาท วัตถุประสงค์ที่นำมาทดลองคือเปลือกมะพร้าวแห้งโดยมีการฉีกให้ละเอียดก่อนนำมาทำการทดลอง ดังแสดงในตารางที่

ตาราง 4.15 แสดงประสิทธิภาพของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าวที่สร้างขึ้น และประสิทธิภาพของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าวตามท้องตลาด

| ชนิดของ เครื่อง | ความเร็วในการย่อย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) | กำลังขับ (แรงม้า) | ราคาเครื่อง (บาท) | ค่าไฟฟ้า (บาทต่อชั่วโมง) |
|--------------------|---|----------------------|----------------------|-----------------------------|
| A | 70.74 | 3 | 30,000 | 8.23 |
| B | 30 | 10 | 70,000 | 26.11 |

* หมายเหตุ

A เครื่องตีขุยและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าวที่สร้างขึ้น

B เครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าวตามท้องตลาด

อัตราค่าไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย ซึ่งมีผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามีอัตรา ดังแสดงในตารางที่ 4.6 ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม

ตาราง 4.16 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย [19]

| จำนวนหน่วย (กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง) | ช่วงหน่วยการใช้ (หน่วย) | อัตราค่าไฟฟ้า (หน่วยละ) |
|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 5 หน่วย แรก | 1-5 | 4.96 บาทต่อหน่วย |
| 10 หน่วยต่อไป | 1-5 | 0.7124 บาทต่อหน่วย |
| 10 หน่วยต่อไป | 16-25 | 0.8993 บาทต่อหน่วย |
| 10 หน่วยต่อไป | 26-35 | 1.1516 บาทต่อหน่วย |
| 65 หน่วยต่อไป | 36-100 | 1.5348 บาทต่อหน่วย |
| 50 หน่วยต่อไป | 151-400 | 1.6282 บาทต่อหน่วย |
| 250 หน่วยต่อไป | 101-150 | 2.1329 บาทต่อหน่วย |
| เกินกว่า 400 หน่วย | 401เป็นต้นไป | 2.4226 บาทต่อหน่วย |

* หมายเหตุ

ถ้าไม่มีการใช้กระแสไฟฟ้าจะต้องเสียค่าบำรุง 4.67 บาท

เครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว ใช้มอเตอร์ 1 ตัว 3 แรงม้า (1 แรงม้า) เท่ากับ 746 วัตต์

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นหาค่ากำลังมอเตอร์} &= 746 \times 3 \text{ วัตต์} \\ &= 17904 \text{ วัตต์} \end{aligned}$$

การหาค่าจำนวนหน่วย โดยเครื่องทำงานวันละ 8 ชั่วโมง

$$\begin{aligned} \text{จำนวนหน่วยหรือยูนิท} &= \frac{\text{กำลังไฟฟ้า} \times \text{จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า}}{1000} \times \text{ชั่วโมงใช้งานใน 1 วัน} \\ &= \frac{17904 \times 1}{1000} \times 8 \\ &= 143.23 \text{ หน่วยต่อวัน} \\ \text{ในการทำงาน 1 เดือน} &= 143.23 \times 30 \\ &= 4296.9 \text{ หน่วยต่อเดือน} \end{aligned}$$

เนื่องจากค่าไฟหน่วยละ 2.978 บาท (กรณีเกิน 401 หน่วย)

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นหาค่าไฟฟ้าพื้นฐาน} &= \text{ค่ายูนิท} \times \text{ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย} \\ &= 143.23 \times 0.099 \\ &= 14.17 \text{ หน่วยต่อวัน} \end{aligned}$$

ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิตได้จากบิลการไฟฟ้า คือ 0.8688 บาทต่อหน่วย

$$\begin{aligned} \text{โดยหาค่า } Ft &= \text{ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิต} \times \text{จำนวนหน่วย} \\ &= 0.8688 \times 143.23 \\ &= 124.43 \text{ บาทต่อวัน} \\ \text{คิดเป็นเงิน} &= \text{ค่า } Ft + \text{ค่าไฟฟ้าพื้นฐาน} \\ &= 124.43 + 14.17 \\ &= 138.60 \text{ บาทต่อวัน} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 เปอร์เซ็นต์} &= 138.60 \times 0.07 \\ &= 9.702 \text{ บาทต่อวัน} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าไฟฟ้าทั้งหมด} &= 138.60 + 9.702 \\ &= 148.30 \text{ บาทต่อวัน} \end{aligned}$$

น้ำหนักมะพร้าวสดที่ทำการย่อย 5 กิโลกรัม จะได้ขุย 3.28 กิโลกรัม เส้นใย 1.72 กิโลกรัม ใช้เวลาในการย่อย 4.24 นาที

การคำนวณหาระยะกินทุน

$$\begin{aligned} \text{ขุยมะพร้าวที่ย่อยได้} &= \frac{3.28}{4.24} \times 60 \\ &= 46.41 \text{ กิโลกรัมต่อชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เส้นใยมะพร้าวที่ย่อยได้} &= \frac{1.72}{4.24} \times 60 \\ &= 24.33 \text{ กิโลกรัมต่อชั่วโมง} \end{aligned}$$

ราคาเปลือกมะพร้าว 0.5 บาทต่อกิโลกรัม

ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการตีเปลือกมะพร้าว 18.53 บาทต่อชั่วโมง

น้ำหนักของขุยรวมเส้นใยเปลือกมะพร้าวจะได้

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนัก} &= 46.41 + 24.33 \\ &= 70.74 \text{ กิโลกรัมต่อชั่วโมง} \end{aligned}$$

ทำการย่อยจำนวนรอบ 9 รอบ ย่อยรอบละ 5 กิโลกรัม

$$\begin{aligned} \text{เปลือกมะพร้าวก่อนย่อย} &= 9 \times 5 \\ &= 45 \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

เครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง สามารถย่อยขุยมะพร้าวได้ 46.41 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และเส้นใย 24.33 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยขุยกิโลกรัมละ 10 บาท เส้นใย กิโลกรัมละ 10 บาท

$$\begin{aligned} \text{คิดเป็นจำนวนเงินขุย} &= 46.41 \times 10 \\ &= 464.10 \text{ บาทต่อชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{คิดเป็นจำนวนเงินเส้นใย} &= 24.33 \times 10 \\ &= 243.30 \text{ บาทต่อชั่วโมง} \end{aligned}$$

คิดค่าไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ 1 ตัว จำนวน 17904 วัตต์ คิดค่าไฟฟ้าเป็น 148.30 บาทต่อวันค่า โสหุ้ย น้ำมันหล่อลื่น จาระบี ฯลฯ ประมาณ 5 บาทต่อวัน อัตราค่าจ้างแรงงานคนขึ้นตำประมาณ 180 บาทต่อวัน และค่าเสื่อมราคาของเครื่องซึ่งมีระยะเวลาการใช้งานประมาณ 5 ปี และค่าเครื่อง ตีขุยและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าวแบบกึ่งอัตโนมัติเท่ากับ 30,000 บาท

ดังนั้นค่าเสื่อมราคาของเครื่องคิดเป็นจำนวนเงิน

$$\begin{aligned}
 &= \frac{30,000}{5} \\
 &= 6,000 \text{ บาทต่อปี} \\
 &= 16.44 \text{ บาทต่อวัน}
 \end{aligned}$$

จากรายได้จากการทำงานของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว หลังหักค่าไฟฟ้า ค่า
 โสหุ้ย ค่าแรงงานคน และค่าเสื่อมราคาของเครื่องตีขุยและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าวแบบ
 กึ่งอัตโนมัติ จะได้

$$\begin{aligned}
 &= 707.40 - (148.30 + 5 + 180 + 16.44) \\
 &= 357.66 \text{ บาทต่อวัน}
 \end{aligned}$$

คิดระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว ราคาเครื่อง 30,000 บาท

ดังนั้นระยะเวลาในการคืนทุน คือ

$$\begin{aligned}
 \text{ระยะคืนทุน} &= \frac{30,000}{357.66} \\
 &= 83.87 \text{ วัน} \\
 \text{หรือประมาณ} &= 84 \text{ วัน}
 \end{aligned}$$

จากการวิเคราะห์ผลการดำเนินงานข้างต้นจึงสรุปได้ว่าแรงงานคน 1 คน ทำงานได้วันละ 8
 ชั่วโมงต่อวัน สามารถย่อยเป็นขุย 46.41 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และเป็นเส้นใย 24.33 กิโลกรัมต่อ
 ชั่วโมง เมื่อรวมขุยและเส้นใยใน 1 วันการทำงาน คิดเป็นจำนวนเงินทั้งหมด 707.4 บาทต่อวัน เมื่อ
 หักค่าใช้จ่าย ค่าโสหุ้ย ค่าจ้างแรงงานคน และค่าเสื่อมราคาของเครื่องเรียบร้อยแล้วใน 1 วันการ
 ทำงานจะอยู่ที่ 357.78 บาทต่อวัน ซึ่งมีระยะเวลาคืนทุนของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว
 อยู่ที่ประมาณ 84 วัน

นอกจากนี้เมื่อเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว เปรียบเทียบกับเครื่องตามท้องตลาดทั่วไปพบว่าสามารถลดค่าใช้จ่าย ลดกำลังการผลิต และเพิ่มความสามารถในกระบวนการผลิตมากยิ่งขึ้น



สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบและสร้างเครื่องแยกขุยและเส้นใยจากเปลือกมะพร้าวแบบกึ่งอัตโนมัติ มีรายละเอียดดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว สามารถสรุปผลการสร้างเครื่องตีขุยและแยกเส้นใยจากเปลือกมะพร้าวและข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงพัฒนาให้เครื่องมีประสิทธิภาพในการทำงานดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

การทดลองแยกขุยและเส้นใยจากเปลือกมะพร้าวด้วยเครื่องตีขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว โดยใช้วัตถุคืบ 3 ชนิดในการทดลองคือ เปลือกมะพร้าวแห้ง เปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ และเปลือกมะพร้าวสด ที่นำมาทำการทดลองที่ความเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 725 1080 และ 1450 รอบต่อนาที ตามลำดับ พบว่าที่ความเร็วรอบ 725 รอบต่อนาที ลักษณะของขุยเป็นผลละเอียดไม่มีการปะปนของเส้นใย แต่เส้นใยที่ได้ไม่สะอาดพอ เนื่องจากมีการปะปนของเปลือกมะพร้าวที่ตีไม่ออกหรือมีกามะพร้าวติดอยู่ที่บริเวณเส้นใย ความเร็วรอบที่ 1080 รอบต่อนาที พบว่าลักษณะของขุยเป็นผลละเอียดไม่มีการปะปนกับเส้นใย และเส้นใยที่ได้มีคุณภาพสูงพร้อมใช้งาน และที่ความเร็วรอบ 1450 พบว่าลักษณะของขุยเป็นผลละเอียดแต่ขุยที่ได้มีการปะปนกับเส้นใยเล็กๆ มากเนื่องจากเส้นใยที่ขาด ส่งผลทำให้ความยาวของเส้นใยลดลง ดังนั้นที่ความเร็วรอบ 1080 รอบต่อนาที เหมาะสมกับเปลือกมะพร้าว 3 ชนิด โดยสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

5.1.1 เปลือกมะพร้าวแห้งใช้เวลา 2.97 นาที ได้ปริมาณขุยและเป็นเส้นใย 0.40 กิโลกรัม เส้นใยค้ำเครื่องอยู่ที่ 0.16 ถ้าคิดเป็นชั่วโมงการทำงานจะได้เป็นขุยมะพร้าว 8.68 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และแยกเส้นใย 11.31 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความยาวของเส้นใยเส้นใยเปลือกมะพร้าวแห้งอยู่ที่ 5-15 เซนติเมตร เปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ ใช้เวลา 1.12 นาที โดยแยกเป็นขุย 0.50 กิโลกรัม แยกเป็นเส้นใย 0.27 กิโลกรัม และเส้นใยค้ำเครื่องอยู่ที่ 0.22 ถ้าคิดเป็นชั่วโมงเป็นชั่วโมงการทำงานจะได้ขุยมะพร้าว 26.78 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และแยกเป็นเส้นใย 26.25 กิโลกรัมต่อชั่วโมงความยาวของเส้นใยเปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ อยู่ที่ 4-12 เซนติเมตร ขึ้น และเปลือกมะพร้าวสดใช้เวลา 0.32 นาที โดยแยกเป็นขุย 0.50 กิโลกรัม แยกเป็นเส้นใย 93.75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความยาวของเส้นใยเปลือกมะพร้าวสดอยู่ที่ 7-17 เซนติเมตร จะเห็นได้ว่าคุณภาพของขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว 3 ชนิด จะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาในการตี ชนิด และพันธุ์มะพร้าว

5.1.2 เครื่องติดยุขและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าวแบบกึ่งอัตโนมัติสามารถย่อยเปลือกมะพร้าวได้ 3 ชนิด ซึ่งคุณภาพของขุยและเส้นใยจะขึ้นอยู่กับชนิด และพันธุ์มะพร้าว

5.1.3 จากการทดลองเวลาที่เหมาะสมในการเดินเครื่องให้มีความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายน้อยที่สุด โดยใช้เวลาประมาณ 40-50 นาที พักเครื่องครั้งละ 5 นาที แล้วหยอดน้ำมันหล่อลื่นที่ชุดไบต์ และชุดส่งกำลัง จะทำให้เครื่องสามารถใช้งานได้โดยไม่ทำให้มอเตอร์เกิดการเสียหายขึ้นได้

5.1.4 เครื่องติดยุขและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าวแบบกึ่งอัตโนมัติมีการใช้งานที่ไม่ยุ่งยาก ขั้นตอนการใช้จะมีเพียงการป้อนเปลือกมะพร้าวลงเครื่อง แล้วเครื่องจะทำการแยกเปลือกมะพร้าวจนหมด แล้วนำขุยและเส้นใยที่แยกเสร็จมาใส่ถัง โดยไม่ต้องหยุดการทำงานของเครื่อง หรือจะปิดการทำงานของเครื่องเพื่อการประหยัดพลังงาน โดยไม่มีอันตรายต่อผู้ใช้งาน

5.1.5 เครื่องติดยุขและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าวแบบกึ่งอัตโนมัติสามารถคืนทุนภายในระยะเวลา 84 วัน

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ในการออกแบบเครื่องติดยุขและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าวแบบกึ่งอัตโนมัติมีปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นดังนี้

5.2.1 ในการออกแบบเครื่องติดยุขและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าวแบบกึ่งอัตโนมัติมีลักษณะของงานจะเป็นชิ้นส่วนประกอบทั้งหมด ชิ้นส่วนบางชิ้นที่สร้างขึ้นเองจะมีความละเอียดและเที่ยงตรงในระดับหนึ่ง ซึ่งความสามารถของเครื่องจักรประกอบกับประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงานเอง ไม่สามารถทำได้ตรงตามแบบที่ต้องการ ดังนั้นจึงส่งผลให้เกิดปัญหาต่องานประกอบต่อไป

5.2.2 ในการออกแบบและสร้างเครื่อง เนื่องจากการฟุ้งกระจายของฝุ่นซึ่งสืบเนื่องมาจากกระบวนการติดยุขและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าว ซึ่งการฟุ้งกระจายบางส่วนก็ได้มีการปรับแก้ไปแล้ว โดยการใช้เปลือกมะพร้าวสด เปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ และปรับขนาดของช่องใส่เปลือกมะพร้าวให้เล็กลง แต่ยังคงมีการฟุ้งกระจายอยู่ในส่วนที่ไม่สามารถป้องกันได้ จึงให้เป็นการป้องกันส่วนบุคคลแทนเพื่อสะดวกในการปฏิบัติงาน

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการได้รับคำแนะนำจากคณะอาจารย์ที่ปรึกษาในการออกแบบสร้างเครื่องติดยุขและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าวแบบกึ่งอัตโนมัติ เพื่อให้เครื่องมีประสิทธิภาพสูงสุดที่จะนำไปสู่การทำงานจริง พบว่าควรมีการศึกษาเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

5.3.1 ควรมีการออกแบบระบบป้องกันเปลือกมะพร้าว และปรับปรุงให้ใช้ภายในครัวเรือนได้ เนื่องจากในการออกแบบเบื้องต้นใช้ขนาดของมอเตอร์ 3 เฟส แต่มีข้อคำนึงว่าถ้าใช้เครื่องต้นกำลังขนาด 2 เฟส (220 โวลต์) จะทำให้เครื่องต้นกำลังมีขนาดใหญ่และค่าใช้จ่ายสูงขึ้น

5.3.2 ควรมีการออกแบบและติดตั้งเครื่องจักรในบริเวณที่ติดต่อกันเพื่อสะดวกต่อกระบวนการผลิตและประยุกต์ให้ใช้กับครัวเรือน เพื่อลดเวลาในการผลิตลง และเพิ่มความสะดวกในการปฏิบัติงาน

5.3.3 รูปทรงของเครื่องควรจะปรับปรุงให้ทันสมัยและสะดวกต่อการปฏิบัติงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.3.4 ในการปฏิบัติงานควรมีอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เช่น สวมใส่ที่ป้องกันฝุ่น ป้องกันเสียงดัง เพื่อสะดวกในการปฏิบัติงานและป้องกันฝุ่นละอองเข้าสู่ร่างกาย



บรรณานุกรม

- [1] ข้อมูลพืชชนิดต่าง ๆ. (2554). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.giswebr06.idd.go.th/iddweb/knowledge/plant/coconut/index.asp>. (วันที่สืบค้นข้อมูล : 1 ตุลาคม 2554).
- [2] ข้อมูลการส่งออกมะพร้าว. (2554). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.otp.moc.go.th/save_file. (วันที่สืบค้นข้อมูล : 2 ตุลาคม 2554).
- [3] จักรพงษ์ เรืองวิไล, ชัยเพชร ทองทิพย์ และธีรวัฒน์ เสนี. (2553). **ออกแบบสร้างเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว**. : สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตสงขลา.
- [4] จิรยุทธ์ โชติกุล. (2553). **ออกแบบและสร้างเครื่องตีขุยมะพร้าว**. : ภาควิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ.
- [5] ชนระรัตน์ ชนภักดี และสุชาติ กลิ่นรอด. (2543). **ออกแบบและสร้างเครื่องตีขุยมะพร้าว**. : ภาควิชาเทคโนโลยีเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ.
- [6] กิตติชาติ โหมาศวิน โสภภาพรรณ แสงศัพท์ และสิงห์ อินทรชูโต. (2549). **การนำเส้นใยมะพร้าวมาพัฒนาเป็นฉนวนดูดซับเสียงเพื่อใช้ในอาคาร**. : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ และคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- [7] โกสินทร์ สัทธวงษ์ วรรณมา เปลี่ยนสมบูรณ์ และศันสนะ เจริญสวัสดิ์. (2548). **การผลิตแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเส้นใยมะพร้าวและเส้นใยแก้ว**. : ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ปทุมธานี.
- [8] G.C. Mohan Kumar and Member Iaeng. (2000). **The Study of Short Areca Fiber Reinforced PF Composites**. [Online]. Abstract from : www.iaeng.org/.../WCE2008. (วันที่สืบค้นข้อมูล : 29 กันยายน 2554).
- [9] Rozli Zulkifli and others (2006). **Comparison of Acoustic Properties between Coir Fibre and OilPalm Fibre**. [Online]. Abstract from : www.eurojournals.com/ejsr. (วันที่สืบค้นข้อมูล : 1 ตุลาคม 2554).
- [10] Aline Colares do Vale, Michéle Dal Toe Casagrande and Jorge Barbosa Soares. (2006). **The application of coconut fibers in sma mixtures**. [Online]. Abstract from : www.det.ufc.br/index.php. (วันที่สืบค้นข้อมูล : 1 ตุลาคม 2554).

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [11] คุณภาพของใยมะพร้าว. (2554). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://mattress-material.blogspot.com/2010/05/coconut-fiber.html> (วันที่สืบค้นข้อมูล : 2 ตุลาคม 2554).
- [12] อ่ำพล ชื่อดตรง. (2536). **ชิ้นส่วนเครื่องกล**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมทางวิชาการ.
- [13] วริทธิ์ อิงภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. (2521). **การออกแบบเครื่องจักรกล**. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- [14] Webb, S.L. (2010). **Machine Extrusion**. [Online]. Abstract from : www.allproducts.com/machine/yei/ine.html. (วันที่สืบค้นข้อมูล : 3 ตุลาคม 2554).
- [15] อนันต์ วงศ์กระจ่าง. (2533). **การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล**. พิมพ์ กรุงเทพมหานคร : โอ เอส พรินต์ติ้ง เฮาส์.
- [16] มนุกิจ พานิชกุล. (2548). **แนวคิดและวิธีการออกแบบเครื่องจักรกล**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- [17] ประภาส เกตุไทย. (2545). **งานเชื่อมโลหะ**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- [18] **การยัดด้วยสลักเกลียว**. (2555). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://h-arom.com/lesson2/9wood/4knowpermtan/01.html> (วันที่สืบค้นข้อมูล : 1 มกราคม 2555).
- [19] **อัตราค่าไฟฟ้าการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค**. (2543). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : www.eppo.go.th/power/pw-Rate-PEA.html (วันที่สืบค้นข้อมูล : 13 มกราคม 2555).

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้และการบำรุงรักษาเบื้องต้นของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว



วิธีการใช้เครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว

เครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าวสร้างขึ้นเพื่อใช้แยกขุยและเส้นใย ซึ่งมีรายละเอียดของเครื่องดังนี้

1. ส่วนประกอบหลักของเครื่องตีขุยและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าวแบบกึ่งอัตโนมัติ
2. ข้อกำหนดของเครื่องตีขุยและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าวแบบกึ่งอัตโนมัติ
3. วิธีการใช้และการทำงาน
4. ข้อควรระวัง
5. อุปกรณ์ป้องกันอันตราย
6. การบำรุงรักษา

1. ส่วนประกอบหลักของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว

- 1.1 ตัวเครื่อง
- 1.2 ชุดส่งกำลัง
- 1.3 การ์ด
- 1.4 ชุดใบตี

2. ข้อกำหนดของเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว

2.1 เครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกแนวนอน กว้าง 560 มิลลิเมตร ยาว 890 มิลลิเมตร สูง 700 มิลลิเมตร

2.2 ชุดส่งกำลัง ใช้มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า 220 โวลต์ 1080 รอบต่อนาที ส่งกำลังด้วยสายพาน โดยจะติดตั้งด้านข้างของเครื่อง

2.3 การ์ด เป็นอุปกรณ์ป้องกันสายพานเพื่อป้องกันอันตรายจากเครื่องจักรขณะปฏิบัติงาน

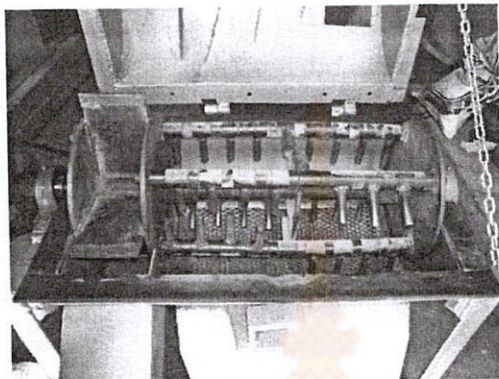
2.4 ชุดใบตี ออกแบบเป็นเพลากลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 540 มิลลิเมตร และก้านตี ทำจากเหล็กเพลาดัน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร มีความยาว 65 มิลลิเมตร ยึดติดอยู่กับเพลากลม จำนวน 34 ก้าน

3. วิธีการใช้และการทำงาน

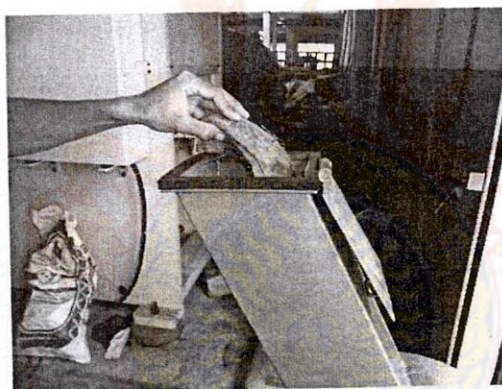
3.1 ทดสอบความเรียบร้อยของเครื่องให้อยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้งาน เช่น

- 1) สังเกตความตึงของสายพาน ควรจะมีลักษณะที่พอดี

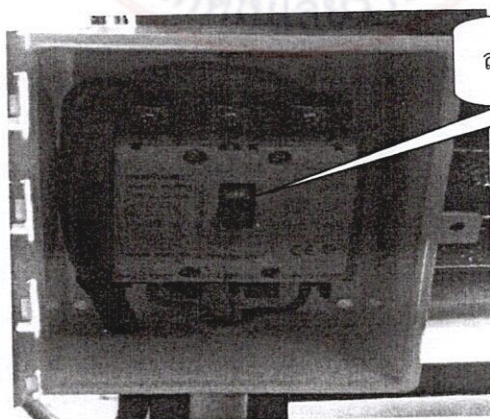
- 2) ตรวจสอบว่ามีเศษวัสดุ เศษหิน ว่าติดอยู่ในเครื่องหรือไม่
- 3.2 ตรวจสอบเช็คเครื่องและตรวจสอบชุดใบตีขุยและเส้นใยให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน



- 3.3 นำเปลือกมะพร้าวที่เตรียมไว้ ใสลงในเครื่อง

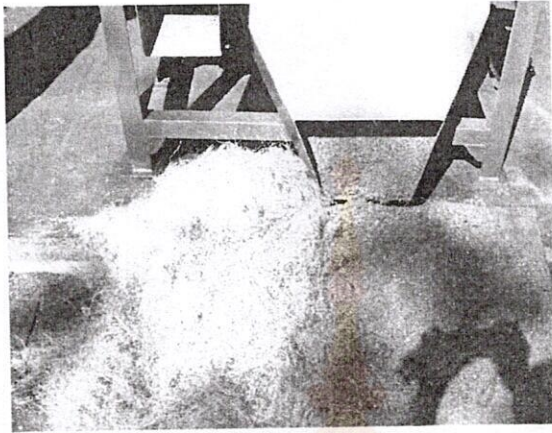


- 3.4 เริ่มเดินเครื่อง โดยการเปิดสวิทช์ ของเครื่องตีขุยและแยกเส้นใยเปลือกมะพร้าว



สวิทช์เปิดเครื่อง

3.5 เครื่องทำการตีก็จะได้ขุยและเส้นใยออกอย่างอัตโนมัติ



4. ข้อควรระวัง

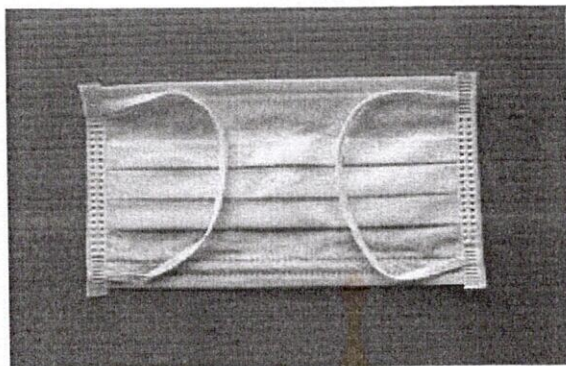
- 4.1 ในการปฏิบัติงานควรแต่งกายให้รัดกุม เพราะชิ้นส่วนของเครื่องหมุนด้วยความเร็ว
- 4.2 อย่าสัมผัสเบร้ง และเพลงานในขณะที่เครื่องกำลังทำงาน
- 4.3 ถ้าเกิดผิดปกติในขณะที่ทำงาน ให้ปิดสวิตซ์ เพื่อหยุดการทำงานของเครื่อง

5. อุปกรณ์ป้องกันอันตราย

- 5.1 ในการปฏิบัติงานควรสวมใส่แว่นตา เพื่อป้องกันฝุ่นละอองจากการปฏิบัติงาน



- 5.2 ในการปฏิบัติงานควรสวมใส่ผ้าปิดจมูก เพื่อป้องกันฝุ่นละอองจากการปฏิบัติงาน

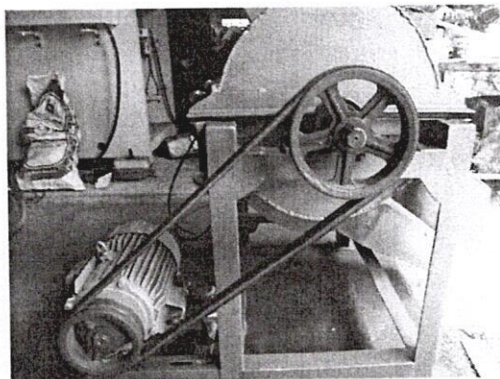


5.3 ในการปฏิบัติงานควรสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียง เพื่อกันความดังของเสียง ที่จะมากระทบต่อแก้วหู กระดูกหู เพื่อป้องกันอันตรายที่มีต่อระบบการได้ยิน

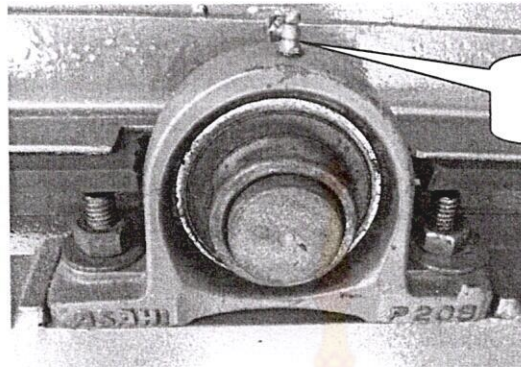


6. การบำรุงรักษา

6.1 ตรวจสอบเช็คความตึง หย่อนของสายพาน สายพานควรจะมี ความพอดีไม่ตึงและหย่อนจนเกินไป

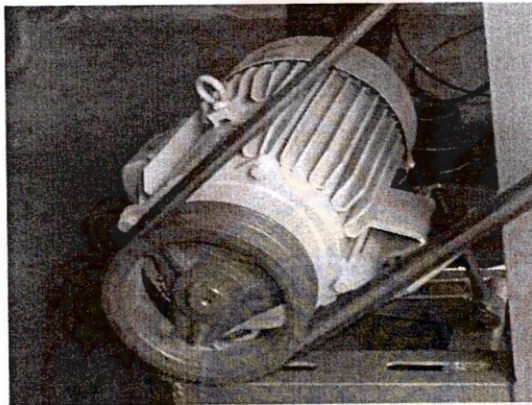


6.2 อัดจาระบีหล่อลื่นที่ชิ้นส่วนต่างๆ เช่น แบริ่ง



รูอัดจาระบี

6.3 เช็คการทำงานของมอเตอร์ว่าอยู่ในสภาพที่พร้อมจะใช้งานหรือไม่



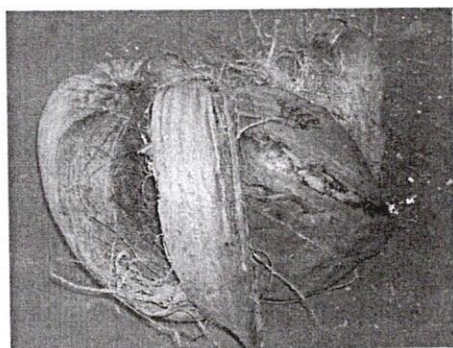
ภาคผนวก ข

วัตถุที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง



วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองครั้งนี้จะใช้เปลือกมะพร้าวแห้ง เปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ และเปลือกมะพร้าวสด โดยการทดลองจะใช้เปลือกมะพร้าวน้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัมต่อครั้ง เพื่อทำการทดลอง



ก) ลักษณะของเปลือกมะพร้าวแห้ง



ข) ลักษณะของเปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ



ค) ลักษณะของเปลือกมะพร้าวสด

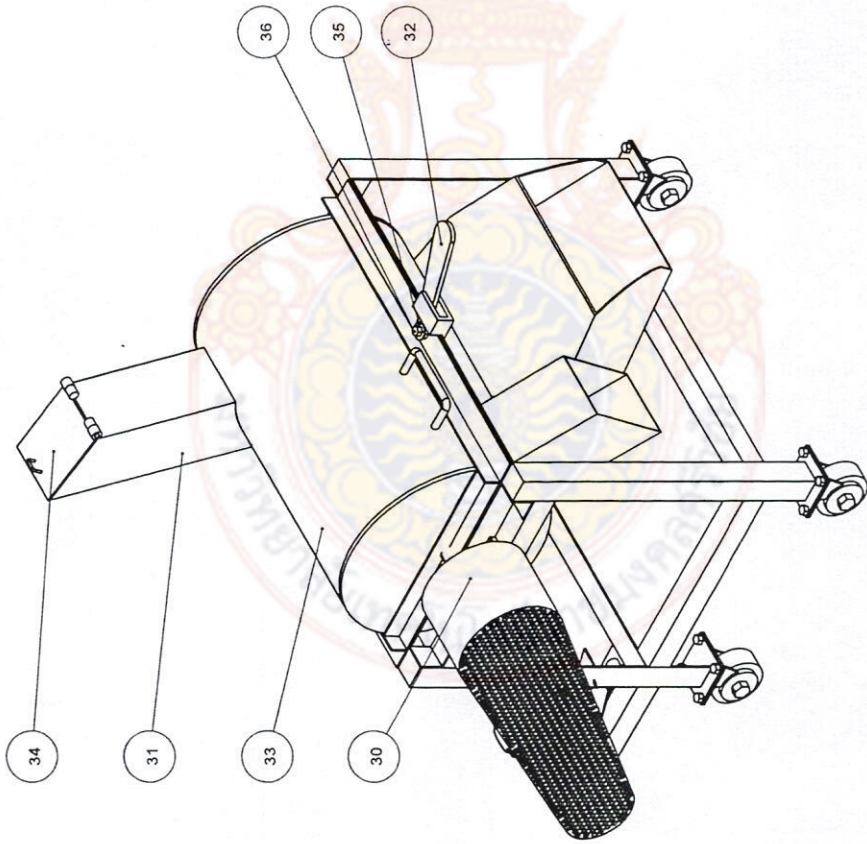
รูปที่ ข.1 เปลือกมะพร้าวที่ทำการทดลองทั้ง 3 ชนิด

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว
2. เปลือกมะพร้าวแห้ง เปลือกมะพร้าวแห้งแช่น้ำ และเปลือกมะพร้าวสด
3. นาฬิกาจับเวลา
4. ตาชั่ง
5. กะละมัง
6. ตารางบันทึกผล

ภาคผนวก ก
แบบเครื่องแยกขุยและเส้นใยเปลือกมะพร้าว

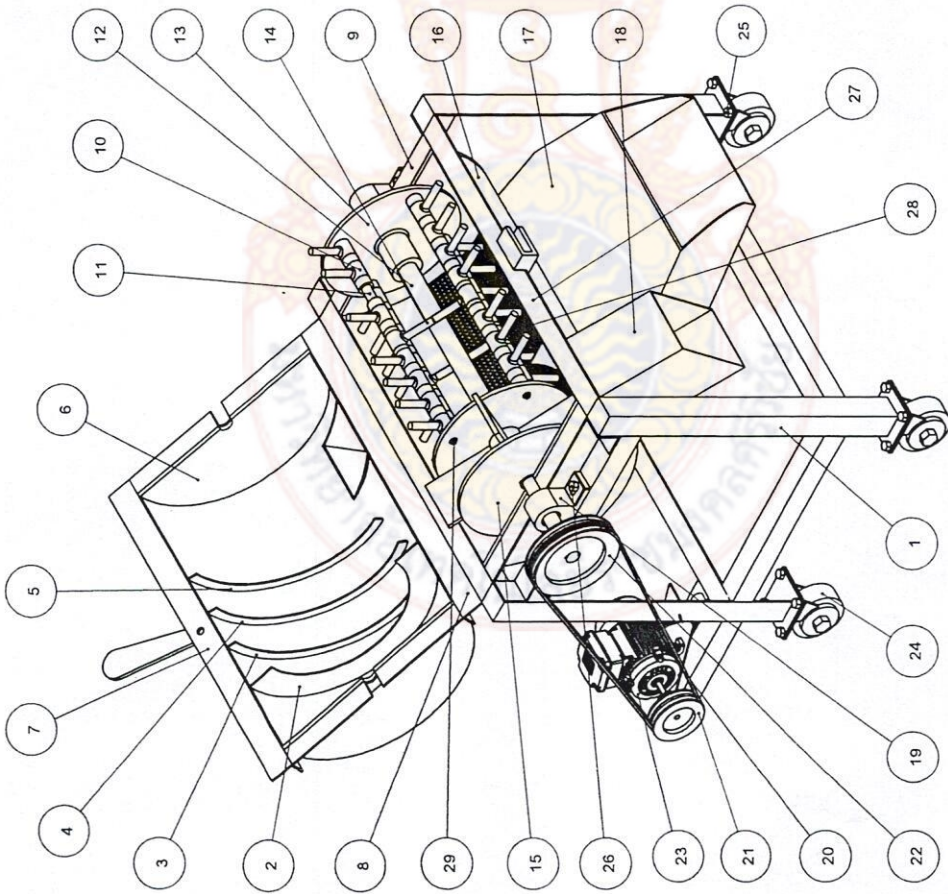




| Pos | Part Name and Remark | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
|-----|--|---------------|-------------|-----|-------------|
| 36 | Hex Bolt and Nut | M15x 1.5x25 | Standard | 1 | - |
| 35 | Washer | Ø 15 | Standard | 1 | - |
| 34 | Cap plate | 150x192 | Metal Sheet | 1 | 001-34 |
| 33 | Cover(Upper) | 456x684 | Metal Sheet | 1 | 001-33 |
| 32 | Handle lock | 10x245 | Steel | 1 | 001-32 |
| 31 | Coconutshell insert | 150x395 | Metal Sheet | 1 | 001-31 |
| 30 | Garud Pulley | 180x627 | Metal Sheet | 1 | 001-30 |
| A/1 | Semi-Automatic Fiber Coconut shell and Separate Dust | 807x1092x1235 | Steel | 1 | 001-A/1 |

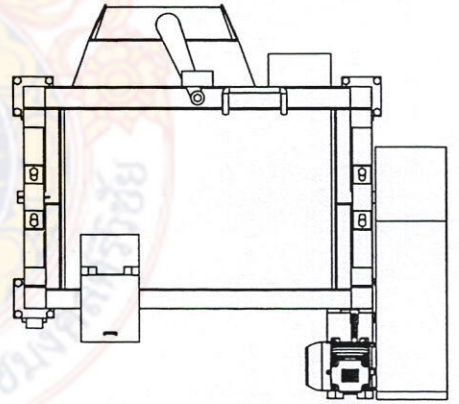
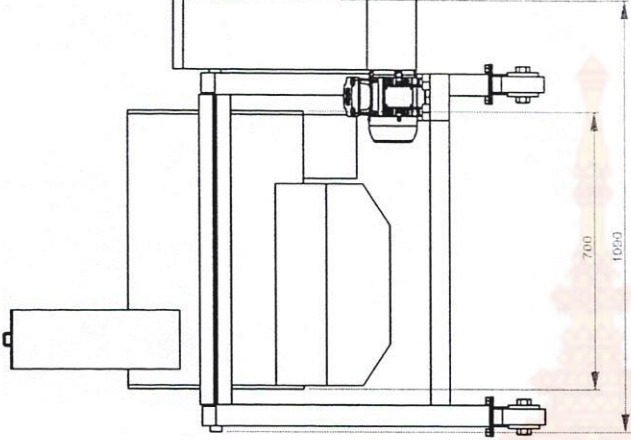
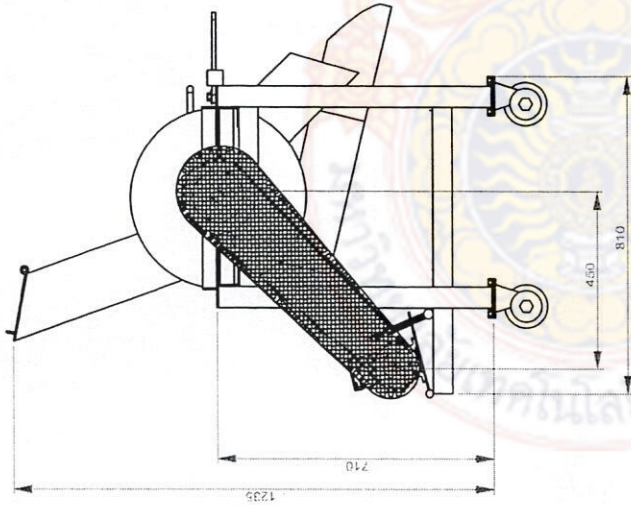
| Pos | Part Name and Remark | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
|-----|----------------------|--|----------|-----|-------------|
| | Scale : 1:10 | | | | |
| | Draw | C. Apiwat | | | |
| | Checked | C. Jakmann | | | |
| | Checked | | | | |
| | Title : | | | | |
| | | Semi-Automatic Fiber Coconut shell and Separate Dust | | | |

| Part | Allowance |
|---------|-----------|
| Fitting | |



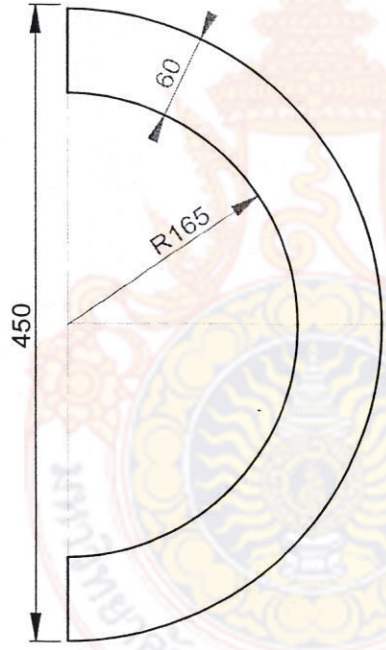
| Pos | Part Name and Remark | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
|-----|--|---------------|------------------|-----|-------------|
| A/2 | Semi-Automatic Fiber Coconut shell and Separate Dust | 807x1092x1235 | Steel | 1 | 001-A/2 |
| 29 | Socket head cap screw | M10x1.5x15 | Standard | 8 | - |
| 28 | Perforated | 511x210 | Perforated Sheet | 1 | 001-28 |
| 27 | Lower Structure(Front) | 50x50x4x782 | Equal Angles | 1 | 001-27 |
| 26 | Hex Bolt and Nut | M12x1.5x15 | Standard | 4 | - |
| 25 | Hex Bolt and Nut | M10x1.5x15 | Standard | 16 | - |
| 24 | Wheel | 4" | Standard | 4 | - |
| 23 | Motor 3Hp 3Phase | 380 V | Standard | 1 | - |
| 22 | Pulley 8" | B 204.6 | Standard | 1 | - |
| 21 | Pulley 6" | B 152.4 | Standard | 1 | - |
| 20 | V-Belt | B 65 | Standard | 2 | - |
| 19 | Pillow Block | UCP208 | Standard | 2 | - |
| 18 | Funnel Fiber | 160x300x160 | Metal Sheet | 1 | 001-18 |
| 17 | Funnel Dust | 504x700x138 | Metal Sheet | 1 | 001-17 |
| 16 | Cover(Lower) | 684x456 | Metal Sheet | 1 | 001-16 |
| 15 | Propeller | Ø 300x119 | Steel | 1 | 001-15 |
| 14 | Fixed Shaft | Ø 15x140 | Steel | 2 | 001-14 |
| 13 | Base Plate | Ø 300x85 | Steel | 2 | 001-13 |
| 12 | Shaft | Ø 40x1010 | Steel | 1 | 001-12 |
| 11 | Shaft Crusher Teeth | Ø 20.5x532 | Steel | 4 | 001-11 |
| 10 | Crusher Teeth | Ø 32x40x100 | Steel | 34 | 001-10 |
| 9 | Upper&Lower Structure(Side) | 50x50x4x782 | Equal Angles | 4 | 001-09 |
| 8 | Upper&Lower Structure(Back) | 50x50x4x782 | Equal Angles | 2 | 001-08 |
| 7 | Upper Structure(Front) | 50x50x4x782 | Equal Angles | 1 | 001-07 |
| 6 | Side Plate | 225x450x9 | Metal Sheet | 2 | 001-06 |
| 5 | Frame Block Shell(Third) | 20x450x3 | Metal Sheet | 1 | 001-05 |
| 4 | Frame Block Shell(Second) | 20x450x3 | Metal Sheet | 1 | 001-04 |
| 3 | Frame Block Shell(First) | 20x450x3 | Metal Sheet | 1 | 001-03 |
| 2 | Plate Block Shell | 60x450x3 | Metal Sheet | 1 | 001-02 |
| 1 | Machine Structure | 782x900x708 | Equal Angles | 1 | 001-01 |

| Pos | Part Name and Remark | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
|---|----------------------|--|----------|-----|-------------|
| Scale: 1:10 | | C.Apiwat | | | |
| Draw | | C.Jakkarn | | | |
| Gen. Tolerances ISO 2768 | | Checked | | | |
| | | Checked | | | |
| Title: | | Semi-Automatic Fiber Coconut shell and Separate Dust | | | |
| Fitting | | Allowance | | | |
| | | | | | |
| Rajamangala University of Technology Srivijaya | | | | | |
| Drawing No. 001-A/2 | | | | | |



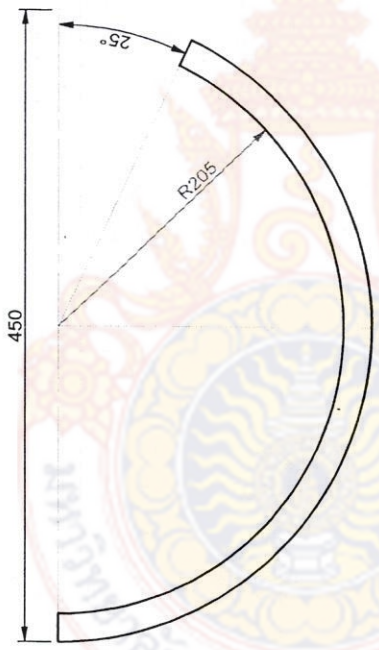
| | | | | | | | | |
|-----------------|----------------------|--|---------|---|-----|--|-------------|---------|
| A/3 | | Semi-Automatic Fiber Coconut shell and Separate Dust Machine | | 810x1050x1235 | | Steel | 1 | 001-A/3 |
| Pos | Part Name and Remark | Draw | Checked | Dimension | Req | Material | Drawing No. | |
| Scale: | 1:13 | C. Apiwat | Checked | | | | | |
| Gen. Tolerances | ISO 2768 | C. Jaknarin | Checked | | | | | |
| Fitting | Allowance | Title: | | Semi-Automatic Fiber, Coconut shell and Separate Dust Machine | | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | |
| | | Drawing No. | | | | 001-A/3 | | |

2



Thickness: 3 mm.

| | | | | | |
|-------------------------------|----------------------|---|---|-----|-------------|
| 2 | Plate Block Shell | 60x450x3 | Metal Sheet | 1 | 001-02 |
| Pos | Part Name and Remark | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
| Scale : 1:5 | Draw | | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | |
| Gen. Tolerances ISO 2768 : | Checked | C-APIWAT | | | |
| | Checked | C.Jaknarin | | | |
| Fitting | Allowance | Drawing No. 001-02 | | | |
| | | Title : Semi-Automatic Fiber, Coconut shell and Separate Dust Machine | | | |



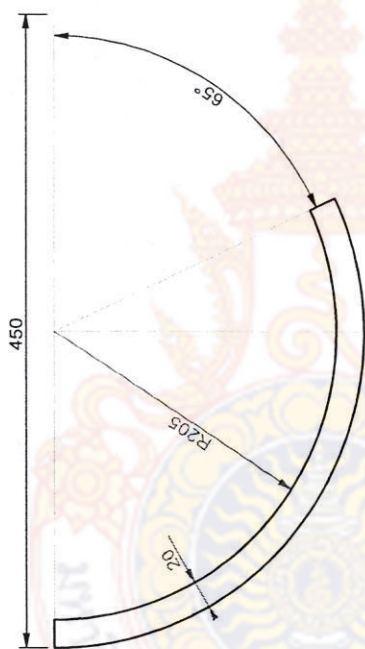
Thickness: 3 mm.

| | | | | | | | |
|-------------------------------|----------------------|--|-----------|---|-------------|-------------|--------|
| 3 | | Frame Block Shell(First) | | 20x450x3 | Metal Sheet | 1 | 001-03 |
| Pos | Part Name and Remark | | Dimension | Material | Req | Drawing No. | |
| Scale : 1:5 | Draw | | | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | | |
| Gen. Tolerances ISO 2768 : | Checked | C.Apiwat | | | | | |
| | Checked | C.Jaknarin | | | | | |
| Fitting | Allowance | Title : | | Drawing No. | | 001-03 | |
| | | Semi-Automatic Fiber,Coconut shell and Separate Dust Machine | | | | | |



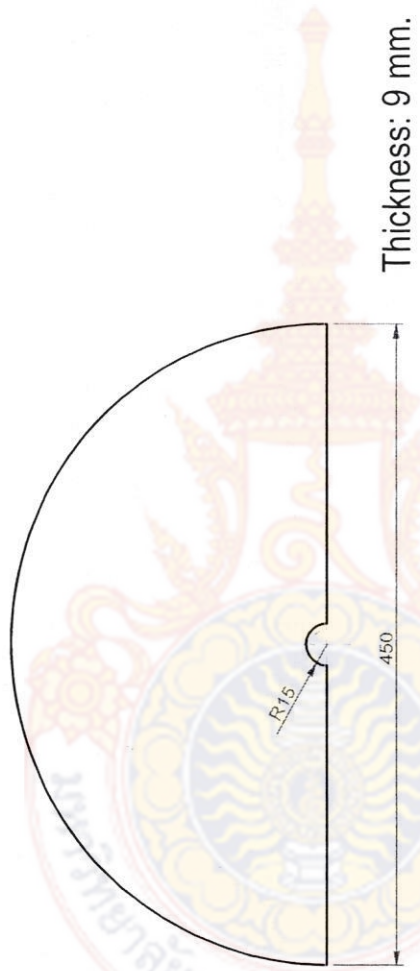
Thickness: 3 mm.

| | | | | | |
|-------------------------------|---------------------------|--|---|-----|-------------|
| 4 | Frame Block Shell(Second) | 20x450x3 | Metal Sheet | 1 | 001-04 |
| Pos | Part Name and Remark | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
| Scale : 1:5 | Draw | | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | |
| Gen. Tolerances ISO 2768 : | Checked | C.Apiwat | | | |
| | Checked | C.Jaknarin | | | |
| Fitting | Allowance | Title : | Drawing No. | | |
| | | Semi-Automatic Fiber, Coconut shell and Separate Dust Machine | 001-04 | | |



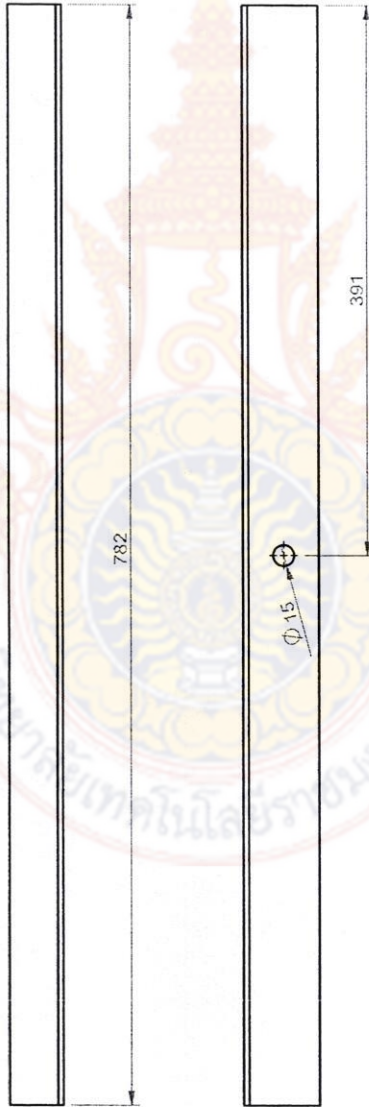
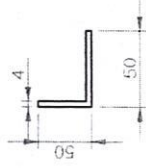
Thickness: 3 mm.

| | | | | | | |
|---------|-------------------------------|---|------------|---|-----|-------------|
| 5 | Frame Block Shell(Third) | | 20x450x3 | Metal Sheet | 1 | 001-05 |
| | Pos | Part Name and Remark | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
| | Scale : 1:5 | Draw | C-APIWAT | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | |
| | Gen. Tolerances ISO 2768 : | Checked | C.Jaknarin | | | |
| | | Checked | | | | |
| Fitting | Allowance | Title : | | Drawing No. | | |
| | | Semi-Automatic Fiber,Coconut shell and Separate Dust Machine | | 001-05 | | |

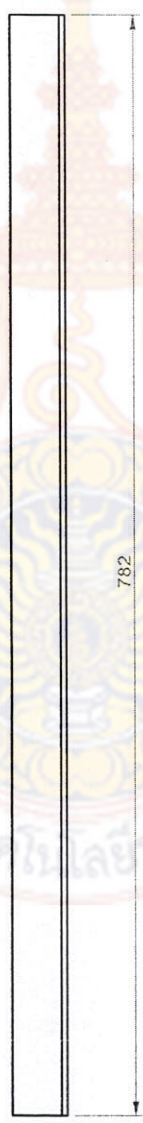
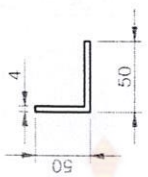


| | | | | | |
|-------------------------------|----------------------|---|---|-----|-------------|
| 6 | Side Plate | 225x450x9 | Metal Sheet | 1 | 001-06 |
| Pos | Part Name and Remark | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
| Scale : 1:5 | Draw | | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | |
| Gen. Tolerances ISO 2768 : | Checked | C.Apiwat | | | |
| | Checked | C.Jaknarin | | | |
| Fitting | Allowance | Title : | | | Drawing No. |
| | | Semi-Automatic Fiber, Coconut shell and Separate Dust Machine | | | 001-06 |

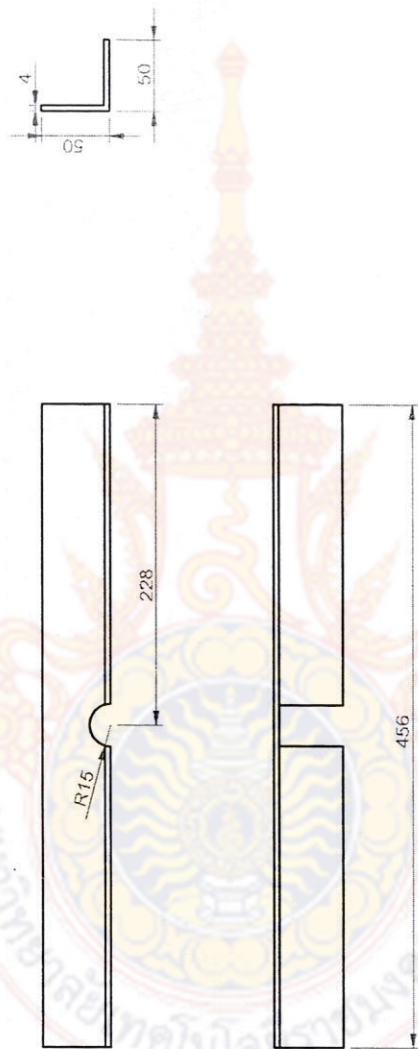
7



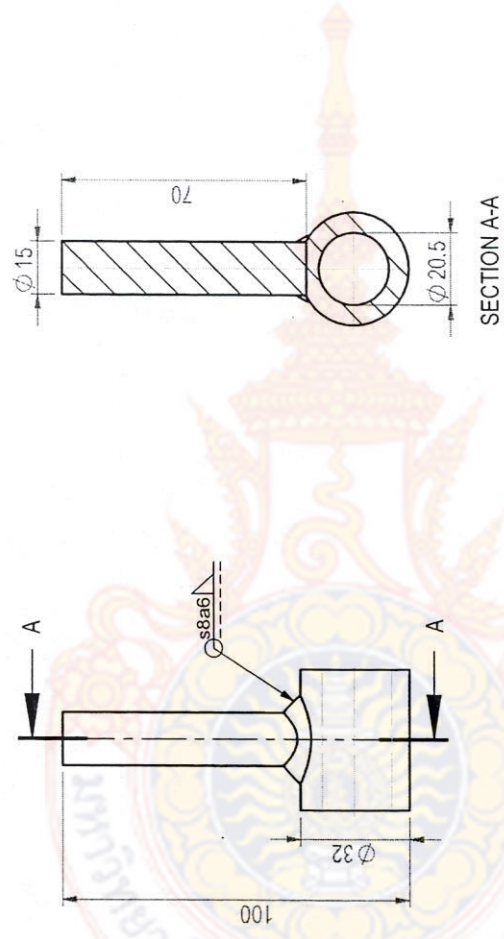
| | | | | | |
|-------------------------------|------------------------|--|---|-----|-------------|
| 7 | Upper Structure(Front) | 50x50x4x782 | Equal Angle | 1 | 001-07 |
| Pos | Part Name and Remark | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
| Scale : 1:5 | Draw | | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | |
| Gen. Tolerances ISO 2768 : | Checked | C-APIWAT | | | |
| | Checked | C-Jaknarin | | | |
| Fitting | Allowance | Title : | Drawing No. | | |
| | | Semi-Automatic Fiber, Coconut shell and Separate Dust Machine | 001-07 | | |



| | | | | | | |
|---------|-------------------------------|--|-------------|---|-----|-------------|
| 8 | Upper&Lower Structure(Back) | | 50x50x4x782 | Equal Angle | 1 | 001-08 |
| | Pos | Part Name and Remark | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
| | Scale : 1:5 | Draw | | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | |
| | Gen. Tolerances ISO 2768 : | Checked | C.Apiwat | | | |
| | | Checked | C.Jaknarin | | | |
| Fitting | Allowance | Title : Semi-Automatic Fiber,Coconut shell and Separate Dust Machine | | Drawing No. 001-08 | | |

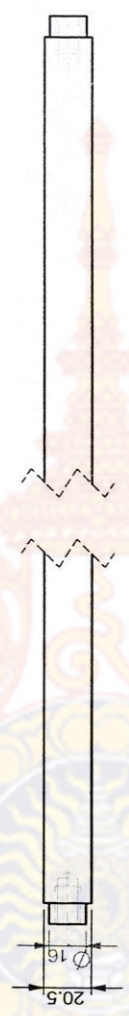


| | | | | | |
|---------|-------------------------------|---|---|-------------|-------------|
| 9 | Upper&Lower Structure(Side) | 50x50x4x782 | Equal Angle | 1 | 001-09 |
| | Pos | Part Name and Remark | Material | Req | Drawing No. |
| | Scale : 1:5 | Draw | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | |
| | Gen. Tolerances ISO 2768 : | Checked | | | |
| | | Checked | | | |
| Fitting | Allowance | Title : | | Drawing No. | |
| | | Semi-Automatic Fiber, Coconut shell and Separate Dust Machine | | 001-09 | |

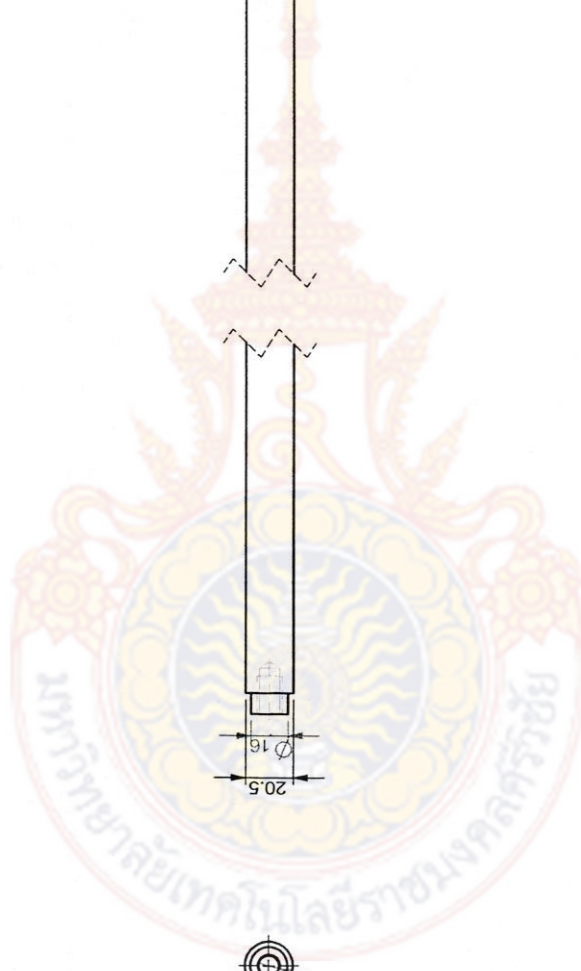


SECTION A-A

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|----------------------|--|---|--|-------------|--|--------------------------|--|-------------|--|
| 10 | | Crusher Teeth | | Ø 32x40x100 | | Steel | | 34 | | 001-10 | |
| Pos | | Part Name and Remark | | Dimension | | Material | | Req | | Drawing No. | |
| Scale : 1:2 | | Draw | | C-APIWAT | | Rajamangala | | University of Technology | | Srivijaya | |
| Gen. Tolerances ISO 2768 : | | Checked | | C-Jaknarin | | Srivijaya | | | | | |
| | | Checked | | | | | | | | | |
| Fitting | | Title : | | Semi-Automatic Fiber, Coconut shell and Separate Dust Machine | | Drawing No. | | 001-10 | | | |
| Allowance | | | | | | | | | | | |



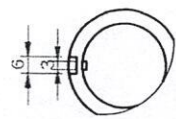
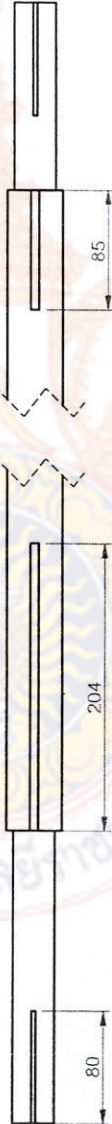
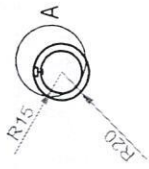
2 x ϕ 8.8 \sqrt 23.8
 M10x1.25 - 6H \sqrt 20



| | | | | | |
|-------------------------------|---|-----------------|-------------|-----|-------------|
| 11 | Crusher Teeth Shaft | ϕ 20.5x532 | Steel | 4 | 001-11 |
| Pos | Part Name and Remark | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
| Scale : 1:3 | Draw | | | | |
| Gen. Tolerances ISO 2768 : | Checked | | | | |
| | Checked | | | | |
| | C-Apiwat | | | | |
| | C-Jaknarin | | | | |
| Fitting | Allowance | | | | |
| | Title : | | | | |
| | Semi-Automatic Fiber, Coconut shell and Separate Dust Machine | | | | |
| | | | Drawing No. | | |
| | | | | | 001-11 |

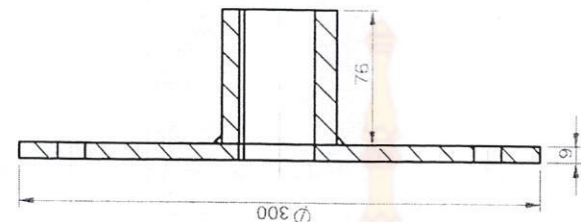
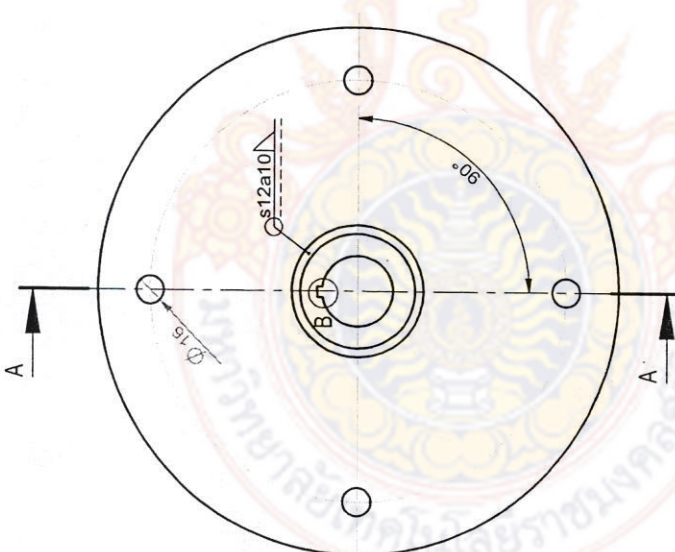
Rajamangala University of Technology
 Srivijaya

12



DETAIL A
SCALE 2 : 5

| | | | | | | |
|----|----------------------------|---|-----------|---|-----|-------------|
| 12 | Pos | Shaft | Ø 40x1010 | Steel | 1 | 001-12 |
| | Part Name and Remark | Draw | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
| | Scale : 1:3 | C.Apiwat | | | | |
| | Gen. Tolerances ISO 2768 : | Checked | | | | |
| | | Checked | | | | |
| | Allowance | Title : | | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | |
| | Fitting | Semi-Automatic Fiber, Coconut shell and Separate Dust Machine | | Drawing No. 001-12 | | |

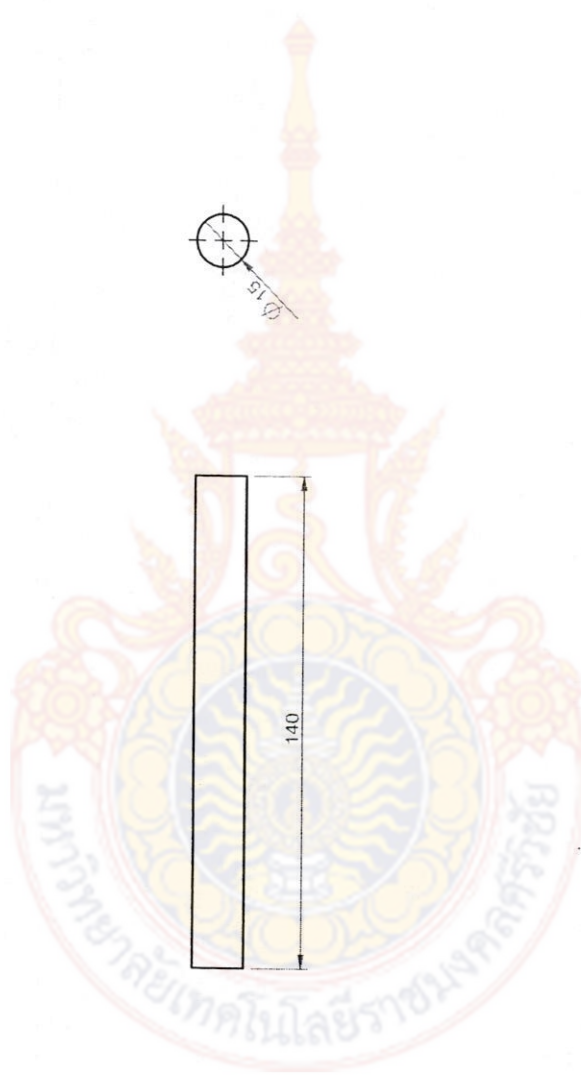


SECTION A-A
SCALE 1 : 4

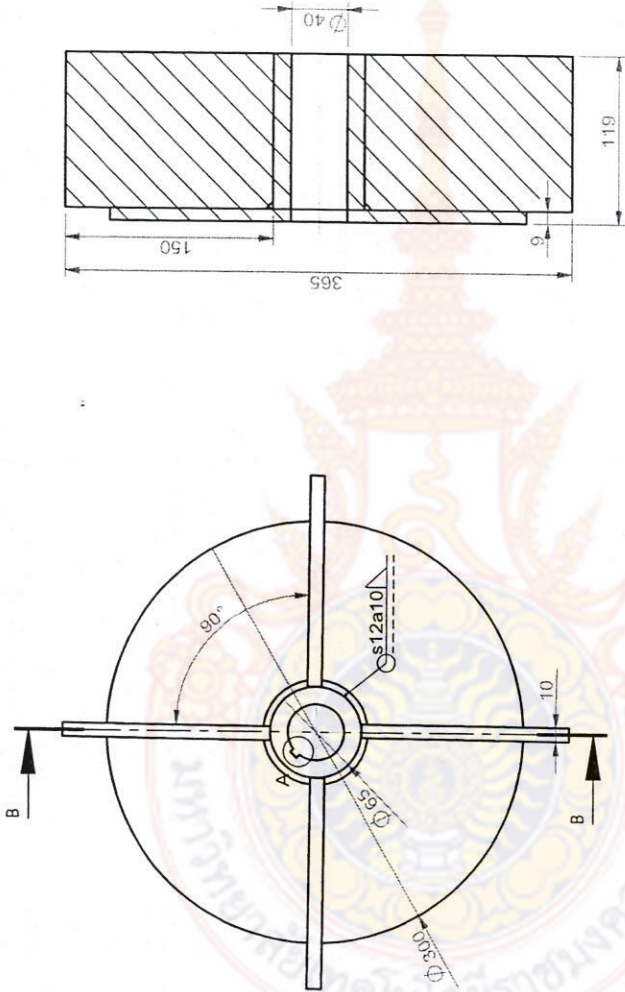
DETAIL B
SCALE 1 : 2

13

| | | | | | |
|----------------------------|----------------------|--|----------|-----|-------------|
| 13 | Base Plate | Ø 300x85 | Steel | 2 | 001-13 |
| Pos | Part Name and Remark | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
| Scale : 1:3 | Draw | | | | |
| Gen. Tolerances ISO 2768 : | Checked | | | | |
| | Checked | | | | |
| | | | | | |
| Fitting | Allowance | Title : Semi-Automatic Fiber, Coconut shell and Separate Dust Machine | | | |
| | | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | | |
| | | Drawing No. 001-13 | | | |



| | | | | | |
|-------------------------------|----------------------|---|---|-------------|-------------|
| 14 | Fixedshaft | Ø 15x140 | Steel | 2 | 001-14 |
| Pos | Part Name and Remark | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
| Scale : 1:2 | Draw | | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | |
| Gen. Tolerances ISO 2768 : | Checked | C.Apiwat | | | |
| | Checked | C.Jaknarin | | | |
| Fitting | Allowance | Title : | | Drawing No. | |
| | | Semi-Automatic Fiber,Coconut shell and Separate Dust Machine | | 001-14 | |

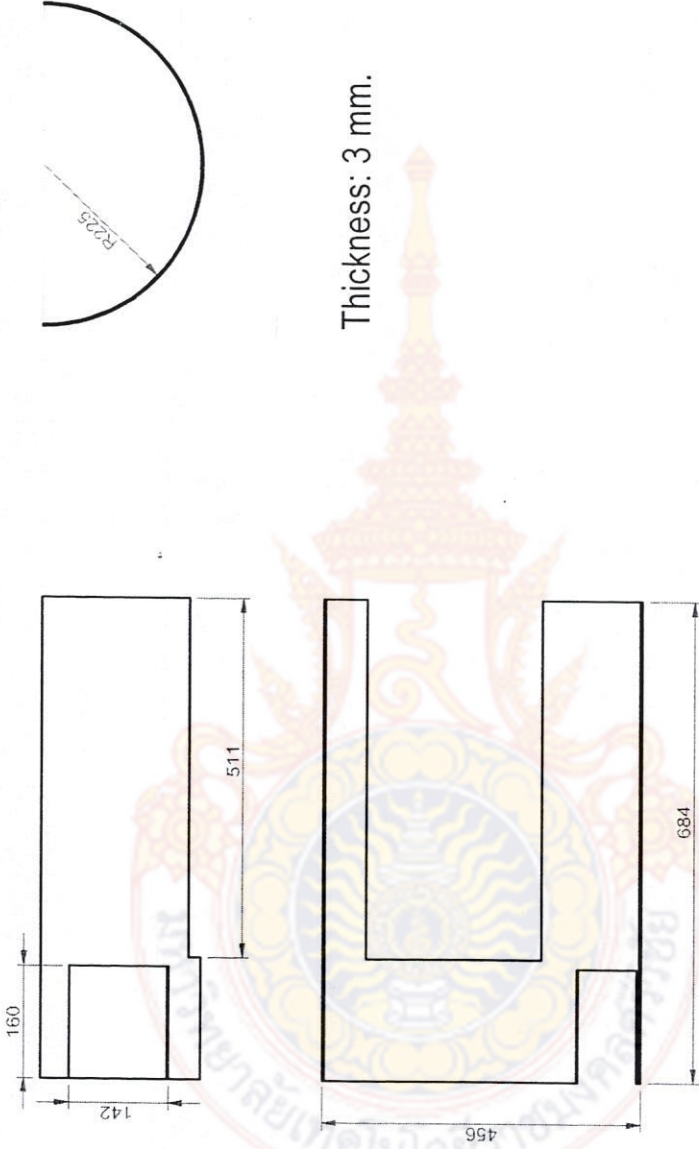


SECTION B-B

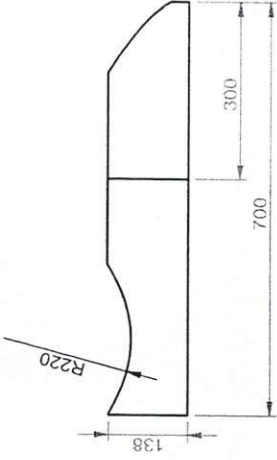
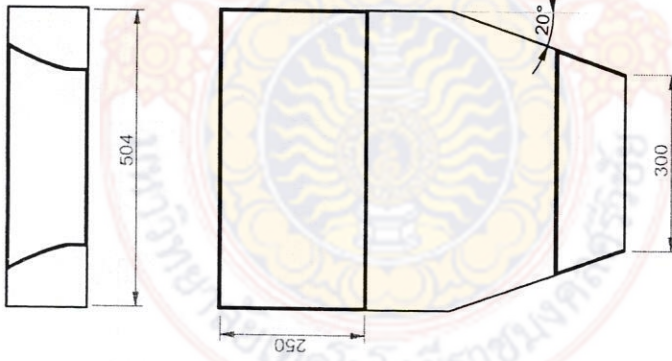


DETAIL A
SCALE 2 : 5

| | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--|------------|---|-------|---|--------|
| 15 | Pos | Propeller | | Ø 300x119 | Steel | 1 | 001-15 |
| | | Part Name and Remark | Material | | | | |
| Scale : 1:5 | | Draw | C.Apiwat | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | | |
| Gen. Tolerances ISO 2768 : | | Checked | C.Jaknarin | | | | |
| ISO 2768 : | | Checked | | | | | |
| Fitting | Allowance | Title : | | Drawing No. | | | |
| | | Semi-Automatic Fiber, Coconut shell and Separate Dust Machine | | 001-15 | | | |

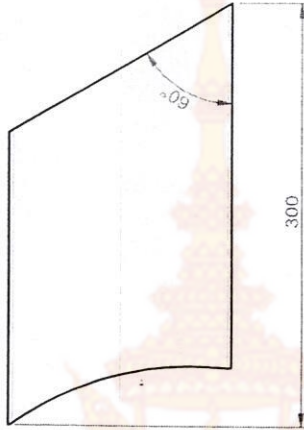


| | | | | | | |
|-------------------------------|----------------------|--------------|---|---|-----|-------------|
| 16 | | Cover(Lower) | 684x456 | Metal Sheet | 1 | 001-16 |
| Pos | Part Name and Remark | | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
| Scale : | 1:10 | | | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | |
| Gen. Tolerances ISO 2768 : | Draw | C.Apiwat | | | | |
| | Checked | C.Jaknarin | | | | |
| | Checked | | | | | |
| Fitting | Allowance | Title : | | Drawing No. | | |
| | | | Semi-Automatic Fiber,Coconut shell and Separate Dust Machine | | | |
| | | | 001-16 | | | |



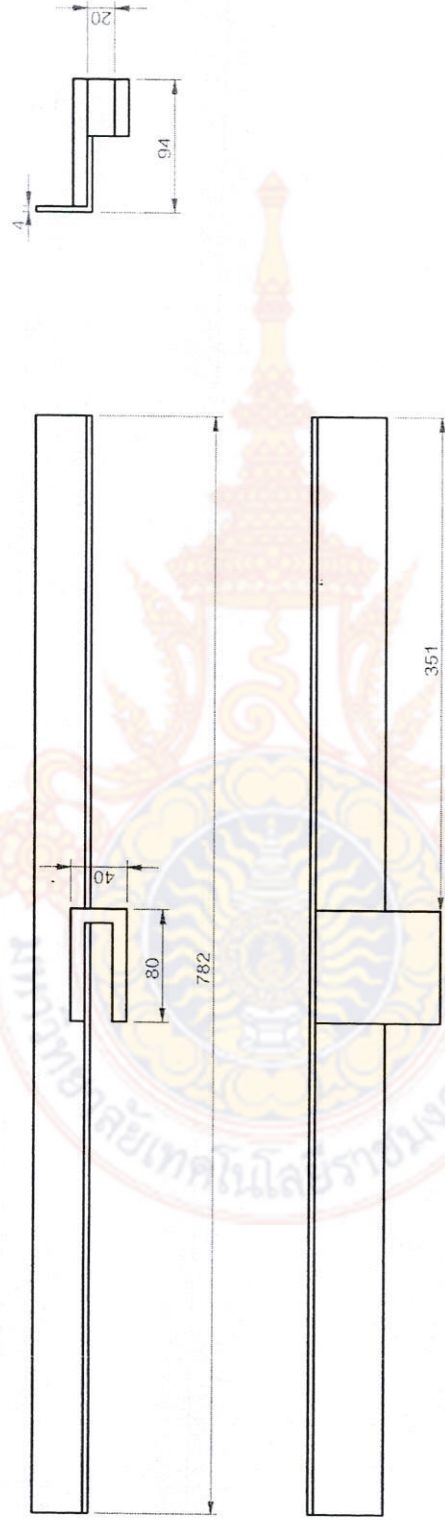
Thickness: 3 mm.

| | | | | | | | |
|---------|-----------|---|--|-------------|-------------|-----|-------------|
| | | 17 | Funnel Dust | 504x700x138 | Metal Sheet | 1 | 001-17 |
| Fitting | Allowance | Scale : 1:12 Gen. Tolerances ISO 2768 : | Part Name and Remark Draw Checked Checked Title : Semi-Automatic Fiber, Coconut shell and Separate Dust Machine | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
| | | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | | | | |
| | | Drawing No. | | | | | |
| | | 001-17 | | | | | |



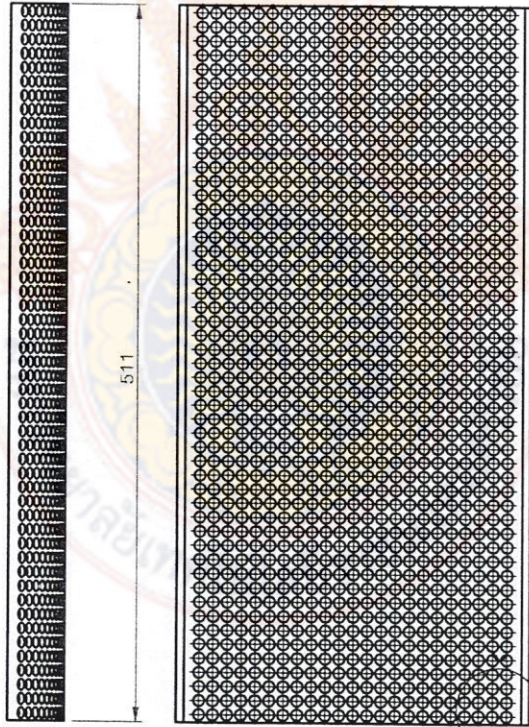
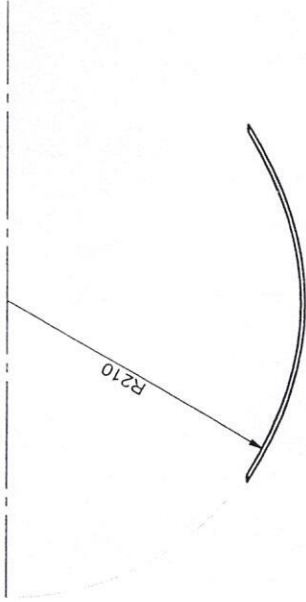
Thickness: 2 mm.

| | | | | | |
|----------------------------|----------------------|-------------|---|-----|-------------|
| 18 | Funnel Fiber | 160x300x160 | Metal Sheet | 1 | 001-18 |
| Pos | Part Name and Remark | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
| Scale : 1:5 | Draw | C.Apiwat | | | |
| Gen. Tolerances ISO 2768 : | Checked | C.Jaknarin | | | |
| | Checked | | | | |
| | | | | | |
| Fitting | Allowance | | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | |
| | | | Drawing No. | | |
| | | | 001-18 | | |
| | | | Title : Semi-Automatic Fiber, Coconut shell and Separate Dust Machine | | |

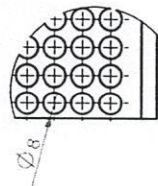


| | | | | | |
|----------------------------|------------------------|---|---|--------------------|-------------|
| 27 | Lower Structure(Front) | 50x50x4x782 | Equal Angle | 1 | 001-27 |
| Pos | Part Name and Remark | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
| Scale : 1:5 | Draw | C.Apiwat | | | |
| Gen. Tolerances ISO 2768 : | Checked | C.Jaknarin | | | |
| | Checked | | | | |
| | Title : | | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | |
| Fitting | Allowance | Semi-Automatic Fiber, Coconut shell and Separate Dust Machine | | Drawing No. 001-27 | |

28



Thickness: 2 mm.



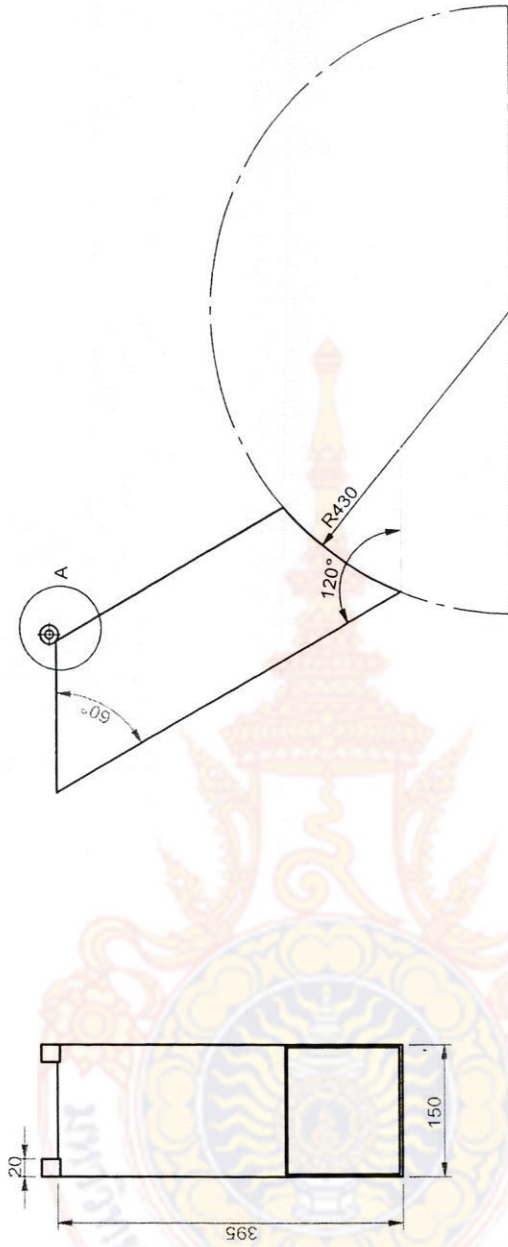
DETAIL C
SCALE 2 : 5

| | | | | | |
|-------------------------------|----------------------|-----------|--|-----|-------------|
| 28 | Perforated | 511x210 | Perforated Sheet | 1 | 001-28 |
| Pos | Part Name and Remark | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
| Scale : 1:5 | Draw | | | | |
| Gen. Tolerances ISO 2768 : | Checked | | | | |
| | Checked | | | | |
| | | | | | |
| Fitting | Allowance | | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | Drawing No. | | |
| | | | 001-28 | | |
| | | | Title : Semi-Automatic Fiber, Coconut shell and Separate Dust Machine | | |

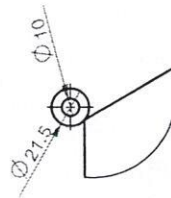


Thickness: 2 mm.

| | | | | | |
|----------------------------|----------------------|---|---|-----|-------------|
| 30 | Gard Pulley | 180x627 | Metal Sheet | 1 | 001-30 |
| Pos | Part Name and Remark | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
| Scale : 1:10 | Draw | | | | |
| Gen. Tolerances ISO 2768 : | Checked | C-Apiwat | | | |
| | Checked | C-Jaknarin | | | |
| Fitting | Allowance | Title : | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | |
| | | Semi-Automatic Fiber, Coconut shell and Separate Dust Machine | Drawing No. 001-30 | | |

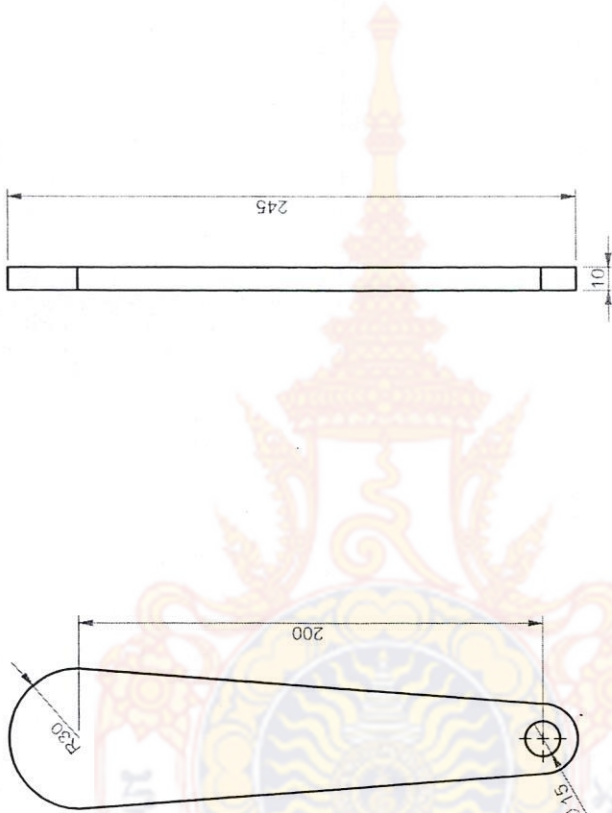


Thickness: 3 mm.



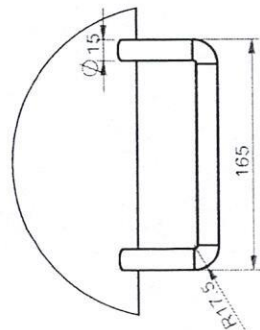
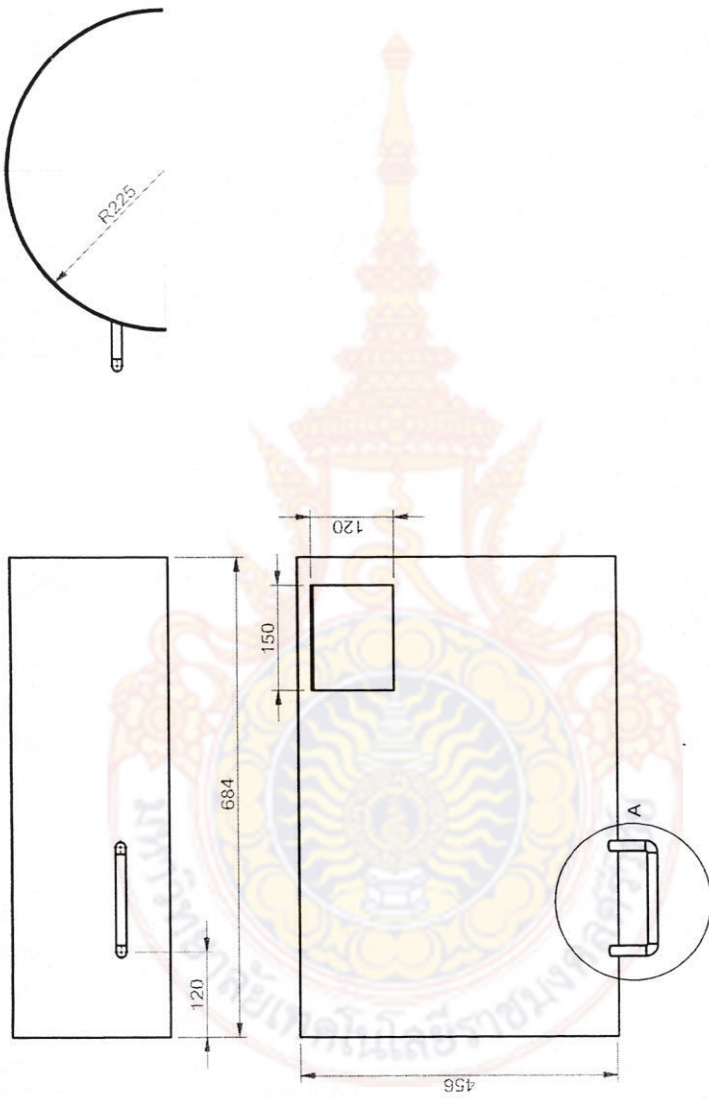
DETAIL A
SCALE 1 : 4

| | | | | | |
|----------------------------|----------------------|--|-------------|-----|-------------|
| 31 | Coconut shell Insert | 150x395 | Metal Sheet | 1 | 001-31 |
| Pos | Part Name and Remark | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
| Scale : 1:8 | Draw | | | | |
| Gen. Tolerances ISO 2768 : | Checked | C..Apiwat | | | |
| | Checked | C..Jaknarin | | | |
| Fitting | Allowance | Title : Semi-Automatic Fiber, Coconut shell and Separate Dust Machine | | | |
| | | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | | |
| | | Drawing No. 001-31 | | | |



| | | | | | |
|-------------------------------|----------------------|--|---|-----|-------------|
| 32 | Handle lock | 10x245 | Steel | 1 | 001-32 |
| Pos | Part Name and Remark | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
| Scale : 1:3 | Draw C..Apiwat | | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | |
| Gen. Tolerances ISO 2768 : | Checked C..Jakkarnin | | | | |
| | Checked | | | | |
| Fitting | Allowance | Title : Semi-Automatic Fiber Coconut shell and Separate Dust Machine | | | |
| | | Drawing No. 001-32 | | | |

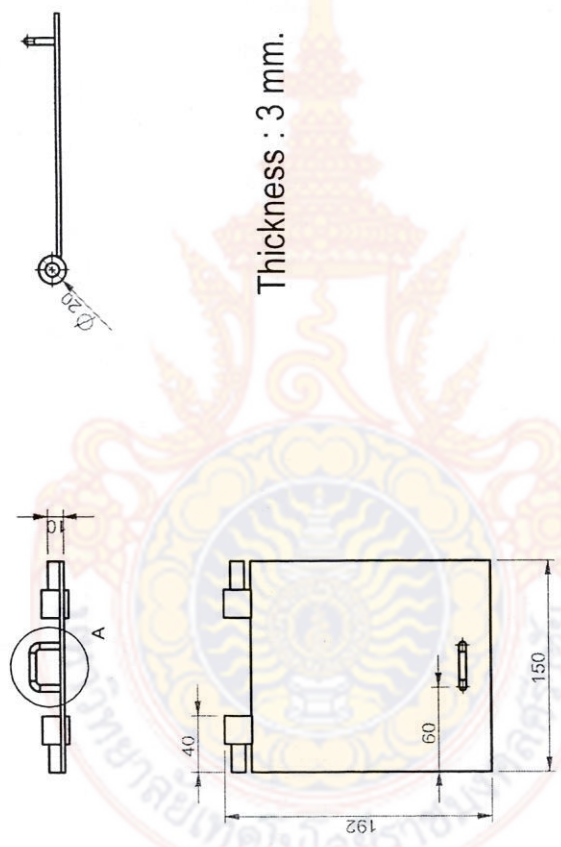
33



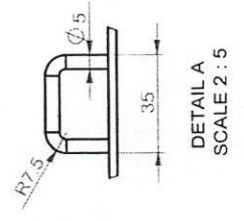
DETAIL A
SCALE 1 : 5

| | | | | | |
|-------------------------------|----------------------|--|---|-----|-------------|
| 33 | Cover(Upper) | 456x684 | Metal Sheet | 1 | 001-33 |
| Pos | Part Name and Remark | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
| Scale : 1:10 | Draw | C..Apiwat | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | |
| Gen. Tolerances ISO 2768 : | Checked | C..Jaknarin | | | |
| | Checked | | | | |
| | Allowance | Title : Semi-Automatic Fiber Coconut shell and Separate Dust Machine | | | |
| Fitting | Drawing No. 001-33 | | | | |

34



Thickness : 3 mm.



| | | | | | |
|-------------------------------|----------------------|---|---|-----|-------------|
| 34 | Cap Plate | 150x192 | Metal Sheet | 1 | 001-34 |
| Pos | Part Name and Remark | Dimension | Material | Req | Drawing No. |
| Scale : 1:5 | Draw | C..Apiwat | Rajamangala University of Technology Srivijaya | | |
| Gen. Tolerances ISO 2768 : | Checked | C..Jaknarin | | | |
| | Checked | | | | |
| Fitting | Allowance | Title : | | | Drawing No. |
| | | Semi-Automatic Fiber, Coconut shell and Separate Dust Machine | | | 001-34 |