



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การออกแบบและสร้างเครื่องปั่นใบสับปะรดต้ม
Design and Construction a Pineapple Leaves Boiled Blender Machine

โดย คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เดือนตุลาคม 2554

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การออกแบบและสร้างเครื่องปั่นใบสับประดัม

Design and Construction a Pineapple Leaves Boiled Blender Machine

คณะผู้วิจัย

- | | |
|------------------------------------|----------------|
| 1. นายรัชดาศักดิ์ สุเพ็งคำ | หัวหน้าโครงการ |
| 2. นายชัยรัตน์ นาคสุก | ผู้วิจัย |
| 3. ว่าที่ร้อยตรีเทอดศักดิ์ กลายสุข | ผู้วิจัย |
| 4. นายธีรยุทธ์ คงทอง | ผู้วิจัย |

ชุดโครงการสนับสนุนผู้ปฏิบัติการวิจัยในภาคอุตสาหกรรม

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

โครงการ การออกแบบและสร้างเครื่องปั่นใบสับประดัม
Design and Construction a Pineapple Leaves Boiled Blender Machine

สัญญาเลขที่ C53200__

1) ชื่อหัวหน้าโครงการ นายรัชดาศักดิ์ สุเพ็งคำ

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

E-mail _rachadasak@yahoo.co.th

2) ชื่อผู้วิจัย(นักศึกษา) 1. นายชัยรัตน์ นาคสุก

2. ว่าที่ร้อยตรีเทอดศักดิ์ กลายสุข

3. นายธีรยุทธ์ คงทอง

3) ชื่อ สหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงราย จำกัด สาขา นางแล ที่อยู่ 16 หมู่ 3 ตำบล นางแล
อำเภอ เมือง จังหวัดเชียงราย 57100 โทรศัพท์ 053-702-176, 053-776-557

บทคัดย่อ

สหกรณ์นางแล อ.เมือง จ.เชียงราย เป็นกลุ่มสหกรณ์ที่มีการปลูกสับปะรดกันอย่างแพร่หลาย และได้ นำเอาใบสับปะรดที่ทิ้งกลับมาเพิ่มมูลค่าด้วยการทำการดาะจากใบสับปะรดขึ้น แต่ด้วยการทำการดาะจากใบ สับปะรดนั้นต้องใช้จำนวนคนมาก และได้ผลผลิตน้อย ดังนั้นโครงการนี้จึงมีแนวคิดที่จะไปแก้ปัญหาในการผลิต แบบเดิมที่ซ้ำ และไม่มีความปลอดภัย จึงทำให้ในการศึกษาโครงการนี้ เริ่มจากการศึกษากระบวนการทำงาน ของแผน การผลิต จากนั้นเก็บข้อมูลเวลา และขั้นตอน ในการทำงานของกลุ่มแม่บ้าน แล้วนำมาวิเคราะห์

การดำเนินงานจะเริ่มจากศึกษาข้อมูลขั้นตอนการทำการดาะใบสับปะรด ปัญหาและสาเหตุที่เกิดจาก การผลิตแบบเดิม จนปริมาณกระดาะที่ผลิตได้ เพื่อนำมาออกแบบและสร้างเครื่องปั่นใบสับปะรดต้ม

จากการทดสอบระบบการทำงานของเครื่องปั่นใบสับปะรดต้มสามารถปั่นใบสับปะรดที่ผ่านการต้ม โดน ในการปั่นแต่ละครั้งจะใช้ใบสับปะรด 20 กิโลกรัม ต่อน้ำเปล่า 12 ลิตร ความเร็วรอบของชุดใบมีดที่เหมาะสม เท่ากับ 500 รอบต่อนาที และในการปั่นแต่ละครั้งจะใช้เวลาประมาณ 5 นาที ทั้งนี้เวลาในการปั่นยังขึ้นอยู่กับ การนำการดาะไปใช้งานด้วย เช่น ต้องการกระดาะที่มีผิวเรียบก็ใช้การทำงานที่สภาวะดังกล่าวได้เลย แต่ถ้า หากต้องการผิวกระดาะที่หยาบก็ต้องลดเวลาในการปั่นลงตามความเหมาะสม เครื่องสามารถทำงานเป็นไป ตามขั้นตอนและวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คือ จากเดิมที่ใช้คนในการผลิตเส้นใยใช้เวลา 60 นาทีต่อกิโลกรัม ส่วน เครื่องปั่นใบสับปะรดต้มใช้เวลาผลิตเส้นใย 0.25 นาทีต่อกิโลกรัม สามารถเพิ่มประสิทธิภาพจากเดิมได้ 99.58%

Abstract

Nanglae, Muang, Chiang Rai is a cooperative, the cooperative group, which has grown and spread to a pineapple. Pineapple leaves and bring them to add value by making paper from pineapple leaves up. However, by making paper from pineapple leaves a lot to many people. And low yields. So this project is a concept that is going to solve problems in production. Traditional slow. And no security. As a result of this project. The study of the production process of the plan of the storage time and steps in the work of women's groups. Then analyze.

Implementation will begin to study the process of making paper from pineapple leaves. Problems arising from the same manufacturer. The amount of paper produced. To design and make a fresh pot blender.

The test system of the blender blades spin a fresh pineapple is cooked through boiling. It in the blender each time using a fresh 20 kg of water, 12 liters of the speed of the blade is right at 500 rpm and spinning time it will take about 5 minutes, the time to churn it up. With the introduction of smallpox to use as the paper with a smooth, but the state said it. If you need a rough surface will reduce the time to spin down, as appropriate. The work is in accordance with the procedures and objectives set was originally used in the production of fiber, 60 minutes per kg. The machine leaves boiled pineapple fibers at 0.25 minutes per kilogram. Increase from the 99.58%.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ ด้วยความร่วมมือและการช่วยเหลือจากหลายฝ่าย และหลายหน่วยงานซึ่งทำให้ผู้ศึกษารู้สึกซาบซึ้ง และขอขอบพระคุณท่านที่ช่วยให้คำแนะนำ และท่านที่เกี่ยวข้องในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ดังนี้

ขอขอบคุณคุณวิรัตน์ จันเลน รวมทั้งผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่สามารถกล่าวนามทั้งหมดมาในที่นี้ได้ ที่ได้ให้ความร่วมมือ ให้ความรู้ ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการจัดทำ ปริญญานิพนธ์นี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ อาจารย์รัชดาศักดิ์ สุเพ็งคำ ,อาจารย์สมเกียรติ ทองแก้ว และคณาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้ให้คำแนะนำต่างๆจนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สมบูรณ์มากขึ้น

สุดท้ายขอขอบพระคุณผู้ปกครองของคณะผู้จัดทำทุกท่านที่ให้การสนับสนุนในการจัดสร้างเครื่องและจัดทำโครงการวิจัยสหกิจ ณ สถานประกอบการนี้ทั้งในด้านกำลังใจจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

นายชัยรัตน์	นาคสุข
ว่าที่ร้อยตรีเทอดศักดิ์	กลายสุข
นายธีรยุทธ์	คงทอง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมา/ความสำคัญ/ปัญหาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน	1
1.4 วิธีการดำเนินการ	2
1.5 แผนดำเนินโครงการ	2
1.6 ประโยชน์ที่จะได้จากโครงการ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 พันธสัปปะรด	3
2.2 กระดาษใบสัปปะรด	4
2.3 เหล็กกล้าไร้สนิม	6
2.4 มอเตอร์ไฟฟ้า	10
2.5 สายพานส่งกำลัง	14
2.6 เพลาส่งกำลัง	19
2.7 ตลับลูกปืน	24
2.8 ทฤษฎีเกี่ยวกับความเค้น	28
2.9 สวิตช์ปุ่มกด	30
บทที่ 3 การดำเนินงานโครงการ	
3.1 บทนำ	33
3.2 ขั้นตอนการศึกษาโครงการ	33
3.3 การสร้างเครื่อง	33
3.4 Flow Chart ขั้นตอนการดำเนินงาน	35
3.5 Flow Chart การสร้างเครื่อง	36
3.6 รายละเอียดข้อมูลของโครงการ	37
3.7 การดำเนินการสร้างเครื่อง	37

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การดำเนินงานโครงการ	
3.8 ปรับแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาและการดำเนินการทดลอง	42
3.9 ทดลองและหาประสิทธิภาพ	42
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์	
4.1 บทนำ	43
4.2 ขั้นตอนการเตรียมเครื่องก่อนใช้งาน	43
4.3 การเตรียมใบสับประรด	43
4.4 ขั้นตอนการทดสอบ	44
4.5 ผลการทดลอง	44
4.6 การคำนวณหาขนาดมอเตอร์	47
4.7 การคำนวณหาขนาดมู่เลย์ของชุดใบมีดปั่นที่ความเร็วรอบ 300, 500, 700	47
4.8 การเปรียบเทียบผล	49
4.9 สรุปผลการทดลอง	53
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 บทนำ	54
5.2 สรุปผลที่ได้จากโครงการ	54
5.3 ข้อเสนอแนะ	54
5.4 อุปสรรคในการดำเนินโครงการ	54
บรรณานุกรม	56
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ประวัติและความเป็นมาตำบลนางแล และสหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงราย จำกัด	58

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1-1 แผนดำเนินงานของโครงการในช่วง 5 เดือน	2
2-1 เปรียบเทียบลักษณะที่สำคัญของพันธุ์สับปะรดในไทย	4
2-2 ขนาดระบุของเพลามาตรฐาน ISO/R 775-1969	23
2-3 คุณสมบัติของเหล็กกล้าตามมาตรฐานเยอรมัน (DIN)	24
2-4 ตัวอย่างขนาดของตลับลูกปืนชนิดลูกกลิ้งกลม ตาม DIN 625	27
2-5 การเลือกแปรงที่เหมาะสม	28
3-1 แสดงรายละเอียดข้อมูลของเครื่องปั่นใบสับปะรดต้ม	37
4-1 แสดงผลการทดลองความเร็วรอบ เพื่อหาขนาดฟุ่เลย์ที่เหมาะสม	43
4-2 ผลการทดลองเครื่องปั่นใบสับปะรดต้ม ที่ขนาดฟุ่เลย์ Ø 12 นิ้ว	44
4-3 ผลการทดลองประสิทธิภาพที่เหมาะสมของเครื่องปั่นใบสับปะรดต้ม	45

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 พันธุ์ปัดดาเวีย	3
2-2 พันธุ์นางแล	4
2-3 กระดาษใบสับปะรด	5
2-4 มอเตอร์ไฟฟ้า	10
2-5 แสดงสเตเตอร์ยัดกับโครงสเตเตอร์	11
2-6 โรเตอร์แบบกรงกระรอก	12
2-7 เนมเพทมอเตอร์ 3 เฟส(220 V)	13
2-8 สายพานแบนแบบเปิด	15
2-9 สายพานแบนแบบเปิดมีล้อยกสายพาน	15
2-10 สายพานแบนแบบไขว้	15
2-11 สายพานแบนแบบกึ่งไขว้	16
2-12 สายพานแบนแบบไขว้มีล้อยกสายพาน	16
2-13 รูปหน้าตัดของสายพานลิ่มมาตรฐาน	17
2-14 หน้าตัดของสายพานลิ่มหน้าแคบ	17
2-15 การส่งกำลังด้วยอัตราทดหลายชั้น	18
2-16 สายพานลิ่ม	19
2-17 เฟลาส่งกำลังและส่วนประกอบอื่นๆ	20
2-18 เฟลารองรับภาระ	20
2-19 เฟลาต้นติดล้อยสายพาน	21
2-20 เฟลาต้นติดเฟืองไซ้(ก)	21
2-21 เฟลาต้นติดเฟืองไซ้(ข)	21
2-22 เฟลาหัวเครื่องกลึง	22
2-23 เฟลาหัวเครื่องเจาะ	22
2-24 เฟลาหัวเครื่องเจาะ	22
2-25 ตลับลูกปืนและส่วนประกอบ	25
2-26 ตลับลูกปืนชนิดกลม	25
2-27 ตลับลูกปืนตุ๊กตา	26
2-28 สวิตช์ปุ่มกดแบบธรรมดา	31
3-1 เครื่องปั่นใบสับปะรดต้ม	34
3-2 ขั้นตอนการดำเนินงาน	35
3-3 Flow Chart การสร้างเครื่อง	36
3-4 โครงสร้างเครื่อง	38
3-5 ถังปั่นใบสับปะรด	38
3-6 เฟลา	38

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3-7 ใบเลื่อยวงเดือน	39
3-8 แหวนขึ้นใบเลื่อย	39
3-9 แหวนล๊อคใบเลื่อย	39
3-10 ส่วนบนของชุดประคองเฟลา	40
3-11 ส่วนกลางของชุดประคองเฟลา	40
3-12 ส่วนล่างของชุดประคองเฟลา	41
3-13 ตัวประคองเฟลา	41
3-14 ชุดประคองเฟลาด้านนอกถึง	42
3-15 ตัวประคองเฟลาด้านนอกถึง	42
4-1 ส่วนโคนของใบสับประรด	45
4-2 ลักษณะเส้นใยที่เหมาะสม	46
4-3 เส้นใยที่เหมาะสมในแบบทำการดาษ(ก)	46
4-4 เส้นใยที่เหมาะสมในแบบทำการดาษ(ข)	46
4-5 ลักษณะเส้นใยแบบเดิม(ก)	50
4-6 ลักษณะเส้นใยแบบเดิม(ข)	51
4-7 ลักษณะเส้นใยที่ได้จากเครื่อง(ก)	51
4-8 ลักษณะเส้นใยที่ได้จากเครื่อง(ข)	51
4-9 ลักษณะเส้นใยที่ได้จากเครื่อง(ค)	52
4-10 ลักษณะเส้นใยที่ได้จากเครื่อง(ง)	52
4-11 ลักษณะเส้นใยที่ได้จากเครื่อง(จ)	52
ก-1 ตราเทศบาลตำบลนางแล	58
ก-2 ไร่สับประรดของกลุ่มสหกรณ์นางแล	60
ก-3 ใบสับประรด	61
ก-4 การตัดใบสับประรด	61
ก-5 ใบสับประรดที่ตัดแล้ว	62
ก-6 การชั่งใบสับประรด	62
ก-7 การต้มใบสับประรด	63
ก-8 การตากใบสับประรดออกจากหม้อต้ม	63
ก-9 บริเวณทำความสะอาดใบสับประรดที่ต้ม(การตีแบบหยาบ)	64
ก-10 การใช้เท้าในการเหยียบแล้วเทน้ำเป็นช่วงๆ (ก)	64
ก-11 การใช้เท้าในการเหยียบแล้วเทน้ำเป็นช่วงๆ (ข)	65
ก-12 ใบสับประรดที่ขึ้นใยแล้ว	65
ก-13 เส้นใยสับประรดหลังการเหยียบ	66
ก-14 ก้อนเส้นใย(มูลช้าง)	66

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ก-15 การละลายลงในแบบทำการพดษ	67
ก-16 แบบกระดษที่ตักหั่ง	67
ก-17 กระดษใบสัปะรด	68

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา/ความสำคัญ/ปัญหาของโครงการ

สหกรณ์การเกษตร คือ สหกรณ์ที่ผู้ประกอบอาชีพด้านการเกษตรร่วมกันจัดตั้งขึ้นด้วยความสมัครใจเพื่อแก้ไขปัญหาความเดือดร้อนในการประกอบอาชีพ เช่น การขาดแคลนเงินทุน เครื่องมือการเกษตร ตลอดจนการขายผลผลิตให้ได้ราคาดี โดยยึดหลักการช่วยเหลือตนเอง และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อให้มีฐานะและความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

โดยเฉพาะอย่างยิ่งในจังหวัดเชียงราย ซึ่งในปัจจุบันเกษตรกรนิยมปลูกสับปะรดเพิ่มมากขึ้นสายพันธุ์สับปะรดที่มีปลูกในประเทศไทยคือ สายพันธุ์ปัตตาเวีย สายพันธุ์นางแล สายพันธุ์ขาว สายพันธุ์ภูเกิดหลังจากที่เกษตรกรได้เก็บเกี่ยวผลผลิตเพื่อป้อนเข้าสู่โรงงานแล้ว จะมีการใช้รถไถสับฟืนไปสับปะรดทั้งเป็นจำนวนมากเป็นการสูญเสียโดยเปล่าประโยชน์ ดังนั้นจึงได้มีการส่งเสริมการทำกระดาะจากใบสับปะรดในระดับชุมชน ซึ่งกรรมวิธีขั้นตอนในการผลิตกระดาะเส้นใยใบสับปะรด นั้นถือว่าเป็นภูมิปัญญาชาวบ้าน โดยการนำเอาต้นสับปะรดที่ทิ้งแล้วมาปาดใบออกจากลำต้น แล้วนำใบสับปะรดไปล้างเศษดินหรือฝุ่นที่ติดอยู่จากนั้นนำมาหั่นตามแนวขวางของใบขนาด 10 – 15 เซนติเมตร แล้วนำไปต้มในน้ำ 20 ลิตรและผสมโซดาไฟ 1 กิโลกรัม ใช้เวลาต้ม 3 ชั่วโมง เมื่อต้มได้ที่แล้วเทน้ำออก ใช้ผ้าสะอาดล้างประมาณ 2 – 3 ครั้ง จากนั้นนำไปร่อนที่แบบตะแกรงเพื่อให้ได้ความเรียบและความหนาที่ต้องการ นำไปตากแดดให้แห้งแล้วแกะออกจากตะแกรงก็จะได้กระดาะเป็นแผ่น สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบ

จากการเข้าไปศึกษาการทำกระดาะจากใบสับปะรดของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรพบว่าในขั้นตอนการทำกระดาะส่วนใหญ่ยังต้องอาศัยแรงงานคนเป็นหลักในหลายๆ ขั้นตอนเนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กของชุมชนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนขั้นตอนการตีเส้นใยใบสับปะรดหลังจากผ่านขั้นตอนการต้มแล้วนั้นชาวบ้านใช้วิธีการเหยียบด้วยเท้าเป็นการตีแบบหยาบ จากนั้นจึงตีแบบละเอียดอีกครั้งโดยใช้มือตีเส้นใยก่อให้เกิดการบาดเจ็บแก่ผู้ปฏิบัติงานด้วย ดังนั้นจากเหตุผลดังกล่าว จึงเกิดแนวคิดในการพัฒนากระบวนการผลิตเส้นใยจากใบสับปะรด โดยการออกแบบและสร้างเครื่องปั่นใบสับปะรดต้ม เพื่อใช้ในการพัฒนากระบวนการผลิตกระดาะใบสับปะรด เพื่อช่วยลดแรงงานและช่วยลดขั้นตอนการตีเส้นใยใบจากสับปะรด เพื่อนำไปใช้ประโยชน์กับชุมชนที่มีการทำกระดาะจากใบสับปะรดเป็นหลัก ทั้งนี้เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 ออกแบบสร้างเครื่องปั่นใบสับปะรดต้ม เพื่อใช้ในการพัฒนากระบวนการผลิตกระดาะ ใบสับปะรด
- 1.2.2 ทดลองและหาประสิทธิภาพของเครื่องปั่นใบสับปะรดต้ม

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส 220 โวลต์
- 1.3.2 โครงสร้างของเครื่องมีขนาด 610 ม.ม. x 1100 ม.ม. x 1100 ม.
- 1.3.3 ใช้สแตนเลส เกรดออสเทนนิติก (AUSTENITIC) ทำตัวถัง
- 1.3.4 ใช้ใบสับปะรดต้มในการทดลองเครื่อง

1.3.5 สามารถผลิตเส้นใยสับปะรดได้ 20 กิโลกรัม/ชั่วโมง

1.3.6 ทดสอบและเก็บข้อมูล สหกรณ์นางแล อ.เมือง จ.เชียงราย

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตกระดาษสาจากกลุ่มเกษตรกร สถานประกอบการจริง

1.4.2 ศึกษาวิธีการปฏิบัติงานและทฤษฎีการสร้างเครื่อง

1.4.3 ออกแบบและสร้างเครื่องปั่นใบสับปะรดต้ม เพื่อใช้ในการพัฒนากระบวนการผลิตกระดาษสา

1.4.4 ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องปั่นใบสับปะรดต้ม เพื่อใช้ในการพัฒนา

1.4.5 กระบวนการผลิตกระดาษสาให้สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์การผลิต

1.4.6 ทดลองการทำงานกลับการผลิตจริง และบันทึกสรุปผลการดำเนินโครงการ

1.5 แผนดำเนินโครงการ

กิจกรรม	2553				2554
	เดือน	เดือน	เดือน	เดือน	เดือน
	1 (ก.ย.)	2 (ต.ค.)	3 (พ.ย.)	4 (ธ.ค.)	5 (ม.ค.)
1.ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องฯ	←→				
2.ศึกษารายละเอียดขั้นตอนการผลิตฯ	←→	←→			
3.ศึกษาเรียนรู้การทำงานขั้นตอนต่างๆ		←→			
4.ออกแบบและสร้างเครื่องปั่นใบสับปะรดต้ม			←→		
5.ทดลองการทำงาน และบันทึก			←→	←→	
6.ปรับปรุง และแก้ไข				←→	
7.สรุปผลการดำเนินการ					←→

ตารางที่ 1-3 แผนดำเนินงานของโครงการในช่วง 5 เดือน

1.6 ประโยชน์ที่จะได้จากโครงการ

1.6.1 ได้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตเครื่องปั่นใบสับปะรดต้ม

1.6.2 พัฒนาระบวนการอุปกรณ์ที่พัฒนาสร้างขึ้นใหม่มาช่วยลดแรงงานในการผลิต

1.6.3 ได้เส้นใยที่ใช้ทำกระดาษสา

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การที่จะดำเนินโครงการงานได้นั้นจะต้องศึกษาและวิเคราะห์ปัญหา และแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง ซึ่งต้องมีหลักทฤษฎีที่เกี่ยวข้องต่างๆมาประกอบการดำเนินงานเพื่อให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

2.1 พันธุ์สับปะรด

2.1.1 พันธุ์ปัตตาเวีย รู้จักแพร่หลายในนามสับปะรดศรีราชา และชื่ออื่นๆ เช่น ที่ปราณบุรีสามร้อยยอด ปลุกกันมากเพื่อโรงงานอุตสาหกรรม แหล่งปลูกที่สำคัญคือ ประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี เพชรบุรี ลำปาง และการปลุกกันทั่วไปเพื่อขายผลสด เพราะมีรสหวานน้ำมีน้ำมาก

ลักษณะทั่วไป ใบมีสีเขียวเข้ม และเป็นร่องตรงกลางผิวใบด้านบนเป็นมันเงา ส่วนใต้ใบจะมีสีออกเทาเงิน ตรงบริเวณกลางใบมักมีสีแดงอมน้ำตาล ขอบใบเรียบมีหนามเล็กน้อยบริเวณปลายใบ กลีบดอกสีม่วงอมน้ำเงิน ผลมีขนาดและรูปร่างต่างกันไป มีน้ำหนักผลอยู่ระหว่าง 2-6 กิโลกรัมแต่โดยปกติทั่วไปประมาณ 2.5 กิโลกรัม เปลือกผลเมื่อดิบสีเขียวคล้ำ เมื่อแก่จัดจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมส้มทางด้านล่างของผลประมาณครึ่งผล ก้านผลสั้นมีใส่ใหญ่เนื้อเหลืองอ่อนแต่จะเปลี่ยนเป็นสีเข้มในฤดูร้อน รสชาติดี ดังแสดงในภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 พันธุ์ปัตตาเวีย

2.1.2 พันธุ์นางแลหรือน้ำผึ้ง คล้ายพันธุ์ปัตตาเวียทั้งส่วนของต้น ใบ และขนาดของผลเล็ก รูปร่างกลม แหล่งปลูกที่พบคือ ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

ลักษณะทั่วไป คล้ายคลึงกับพันธุ์ปัตตาเวีย แต่มีรูปร่างของผลทรงกลมกว่าพันธุ์ปัตตาเวีย ตาหนูน เปลือกบางกว่าและรสหวานจัดกว่าพันธุ์ปัตตาเวีย ผลแก่มีเนื้อสีเหลืองเข้ม มีเยื่อใยน้อยเหมาะสำหรับบริโภคสด เป็นที่นิยมมากในภาคเหนือ ผลมีเปลือกบางมาก ขนส่งทางไกลไม่ดีนัก ดังแสดงในภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 พันธุ์นางแล

โดยทั้งหมดได้มีการเปรียบเทียบลักษณะที่สำคัญของพันธุ์สับปะรดดังแสดงในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 เปรียบเทียบลักษณะที่สำคัญของพันธุ์สับปะรดในไทย

พันธุ์	ลักษณะที่ดี	ลักษณะที่ไม่ดี
พันธุ์ปัตตาเวีย	คุณสมบัติในการบรรจุกระป๋องนับว่าดี ทนทานต่อความแห้งแล้งและขาดน้ำได้ดีกว่าพันธุ์อื่นๆ ขอบใบเรียบ เนื้อในสีเหลือง เนื้อนํารสหวาน	ไม่พบตะก้าง ไม่ทนต่อโรคมาก และต้นเนาไม่ทนต่อโรคผลแกน รูปทรงของผลขนาดใหญ่ไม่ดี
พันธุ์ภูเก็ต	รูปร่างทรงกระบอกสม่ำเสมอดี รสชาติดีเนื้อหวาน กรอบมีกลิ่นหอมเนื้อสีเหลืองจัด ดอบนองสารเร่งดอกได้ดี การบรรจุกระป๋องไม่ค่อยดีนัก	ผลดีขนาดเล็ก ตาลึก เนื้อมีช่องว่าง เป็นโพรง ในมีหนามมาก หน่อมาก เกินไปจนเป็นกอ
พันธุ์นางแล	ผลมีเปลือกบางมาก รสหวานแหลม เนื้อมีเยื่อใยน้อยสีเหลืองจัด ขอบใบมักเรียบ	ผลมีขนาดเล็ก ทรงกลม ผลย่อยนูน พองขนสงทางไกลไม่ค่อยดี
พันธุ์อินทรี	ทนต่อดินเหนียวและการระบายน้ำเลว ทนต่อโรคเน่าเปลือกผลหนา ทนต่อการขนส่ง เนื้อสีเหลือง	ไม่ค่อยทนแล้ง ผลขนาดเล็ก ตาเล็ก ตาลึกใบหนามาก เนื้อมีเยื่อใยมัก มีหลายจุก

2.2 กระดาษใบสับปะรด

กระดาษสาได้ที่เลื่องชื่อของจังหวัดเชียงราย เพราะนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทย และต่างประเทศที่ได้มีโอกาสไปท่องเที่ยวจังหวัดเชียงราย ได้ไปเห็นกรรมวิธีการผลิต และนำมาทำเป็นสิ่งของต่างๆ ที่สวยงาม แต่ในวันนี้ นักท่องเที่ยวได้มีโอกาสรู้จัก และซื้อหาผลิตภัณฑ์จากกระดาษทำมือขึ้นใหม่ คือ "กระดาษจากใบสับปะรด" แต่ก่อนนี้ใบสับปะรดไม่มีค่า ไม่มีใครนึกถึง แต่เมื่อถึงคราวที่เหล่าแม่บ้านหันมาหาอาชีพเสริม เพื่อหารายได้ให้แก่ครอบครัว ใบสับปะรดก็กลายเป็นของมีค่า และสำหรับจังหวัดเชียงราย ต้นสับปะรดมีอยู่ทั่วทั้งจังหวัด ใบสับปะรดจึงกลายเป็นของมีค่าที่หาได้ง่าย ด้วยใจใฝ่รู้ และความมีจินตนาการ เหล่าแม่บ้านสหกรณ์

นางแล อำเภอนางแล ที่ได้เคยมีโอกาสร่วมกลุ่ม จะนำมาคิดเพิ่มเติมค่าได้อย่างไร ใบสับปะรด ถูกเลือกขึ้นมาเปรียบเทียบกับกระดาศา โดยนำทั้งต้น ทั้งกอมาสับและต้ม ลองทำเยื่อกระดาศา และจากใบสับปะรดที่เคยตัดทิ้งไปเมื่อตัดผลแล้ว ก็กลายเป็นวัสดุตัวใหม่ที่นำมาซึ่งรายได้ ทั้งจากการจำหน่ายกระดาศา และการนำกระดาศามาผลิตเป็นสิ่งของเครื่องใช้ และของที่ระลึกต่างๆ มากมาย นำมาซึ่งชื่อเสียงของ สหกรณ์นางแล จ. เชียงราย นำมาซึ่งนักท่องเที่ยวที่ให้ความสนใจ เข้ามาเยี่ยมชมถึงในหมู่บ้าน มาดูกรรมวิธีการผลิต และท่องเที่ยววิถีชีวิตในชุมชนพร้อมกับผลิตภัณฑ์ของหมู่บ้าน กลับไปด้วยความอึดอเม และชื่นชมในงานฝีมือ "กระดาศาใบสับปะรด" ดังแสดงในภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 กระดาศาใบสับปะรด

2.2.1 จุดเด่นและจุดด้อย กระดาศาใบสับปะรด

จุดเด่น

1. มีลวดลายเฉพาะตัว กระดาศาจากใบสับปะรดโดยเฉพาะกระดาศาไม่ฟอกขาว จะมีลวดลายเฉพาะตัว แตกต่างจากกระดาศา มีความสวยงามแปลกตา ทำให้มีโอกาสด้านการตลาดสูง
2. มีต้นทุนการผลิตต่ำ ใบสับปะรดที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งไร้ค่าจากไร่สับปะรด ปัจจุบันหลังการเก็บเกี่ยวผลสับปะรด ใบสับปะรดจะถูกตัดทิ้งมากมาย บางส่วนถูกทำลายด้วยการเผาทิ้ง บางส่วนถูกเอากลับเป็นปุ๋ยพืชสด เพื่อการปลูกสับปะรดในรุ่นถัดไป ดังนั้นต้นทุนใบสับปะรดที่ในปัจจุบันถือว่าไม่มีต้นทุน หรือจะมีอยู่บ้าง ก็เป็นค่าจ้างแรงงานในการจัดเก็บ และค่าขนส่งเท่านั้น เมื่อเทียบกับปอสาที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาศา มีราคากิโลกรัมละ 18 - 21 บาท จึงถือว่ามีความได้เปรียบในต้นทุนการผลิตอย่างมาก
3. เป็นการรักษาสภาพแวดล้อม ในแง่ของการใช้วัตถุดิบจากส่วนเหลือของภาคการเกษตรซึ่งเป็นสิ่งไร้ประโยชน์ให้เกิดมูลค่าเพิ่ม แตกต่างจากการผลิตกระดาศาที่ต้องใช้ปอสา ซึ่งส่วนใหญ่ต้องหาจากป่าธรรมชาติ ถือว่าเป็นการทำลายสภาพแวดล้อมและความสมดุลทางธรรมชาติ
4. ช่วยแก้ไขปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิตกระดาศาด้วยมือ เนื่องจากมีการปลูกสับปะรดอยู่ทั่วประเทศ ซึ่งสามารถผลิตใบสับปะรดที่นำมาผลิตกระดาศาได้ประมาณปีละ 1 ล้านต้น ขณะเดียวกันปอสามีแนวโน้มราคาสูงขึ้น และต้องนำเข้าจากประเทศเพื่อนบ้าน เนื่องจากขาดแคลนไม่เพียงพอกับความต้องการ

จุดด้อย

1. เยื่อกระดาษจากใบสับปะรด มีการหดตัวสูง กระดาษจากใบสับปะรดที่ทำจากเยื่อสับปะรด 100% จะมีปัญหาความยับย่นไม่ราบเรียบ เนื่องจากเยื่อกระดาษจากใบสับปะรดมีอัตราการหดตัวสูง ยิ่งตากแดดจัดจะยิ่งหดตัวสูงมาก กระดาษที่ได้จะเล็กกว่าขนาดของกระดาษที่ทำด้วยตะแกรงขนาดเดียวกัน หากใช้เยื่อปอสาผสมในการผลิตกระดาษประมาณ 28-30% โดยน้ำหนักจะสามารถลดการหดตัวลงได้

2. การจัดเตรียมวัตถุดิบในการผลิต ปัจจุบันยังไม่สามารถดำเนินการจัดเตรียมใบสับปะรดตากแห้งได้สะดวก เนื่องจากโดยธรรมชาติใบสับปะรดมีสารชนิดหนึ่งเรียกว่า“ไทรโคโหม”ปกคลุมใบอยู่ ช่วยลดการคายน้ำของใบสับปะรด เป็นพืชที่มีความทนต่อความแห้งแล้ง สามารถเจริญเติบโตในสภาพขาดน้ำได้ การตากใบสับปะรดให้แห้งจึงต้องใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์ การผลิตในปัจจุบันจึงเป็นการผลิตด้วยการใช้ใบสับปะรดสด การผลิตจึงต้องอยู่ใกล้กับแหล่งปลูกสับปะรดเพื่อสะดวกในการจัดหาและขนส่งใบสับปะรดมาผลิตกระดาษ จึงเป็นปัญหาในการหาวัตถุดิบในการผลิต เนื่องจากการเก็บเกี่ยวผลสับปะรดจะมีฤดูกาลเก็บเกี่ยว เมื่อหมดฤดูการเก็บเกี่ยวผลแล้ว ทำให้หาใบสับปะรดได้ยาก ดังนั้นจะต้องมีการศึกษาและจัดเตรียมสำหรับการใช้ใบสับปะรดแห้ง เพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิต เป็นการลดต้นทุนการผลิต

2.3 เหล็กกล้าไร้สนิม

เหล็กกล้าไร้สนิมหรือ สแตนเลส นั้น ในทางโลหะกรรมถือว่าเป็นโลหะผสมเหล็ก ที่มีโครเมียมอย่างน้อยที่สุด 10.5% เนื่องจากโลหะผสมดังกล่าวไม่เป็นสนิมอันเนื่องมาจากการทำปฏิกิริยากันระหว่าง ออกซิเจนในอากาศกับโครเมียมในเนื้อสแตนเลส เกิดเป็นฟิล์มบางๆเคลือบผิวไว้ ทำหน้าที่ป้องกันการเกิดความเสียหายให้กับตัวเนื้อสแตนเลสได้เป็นอย่างดี ปกป้องการเกิด (Corrosion) และไม่ซารุดหรือสึกกร่อนง่ายอย่างโลหะทั่วไป สำหรับในสหรัฐอเมริกาและในหลายประเทศ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมการบิน นิยมเรียกโลหะนี้ว่า (Corrosion Resistant Steel) เมื่อไม่ได้รับบุชต์ว่าเป็นโลหะผสมชนิดใด และคุณภาพระดับใด แต่ในท้องตลาดเราสามารถพบเห็น สแตนเลสเกรด 18-8 มากที่สุด ซึ่งเป็นการระบุถึง ธาตุที่เจือลงในเนื้อเหล็กคือ โครเมียม และนิกเกิล ตามลำดับ สแตนเลสประเภทนี้จัดเป็น (Commercial Grade) คือมีใช้ทั่วไปหาซื้อได้ง่าย มักใช้ทำเครื่องใช้ทั่วไป ซึ่งเราสามารถจำแนกประเภทของสแตนเลสได้จากเลขรหัสที่กำหนดขึ้นตามมาตรฐาน AISI เช่น 304 304L 316 316L เป็นต้น

ซึ่งส่วนผสมจะเป็นตัวกำหนดเกรดของสแตนเลส ซึ่งมีความต้องการในการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป สแตนเลสกับการเกิดสนิม ปกติ (Stainless Steel) จะไม่เป็นสนิมเพราะที่ผิวของมันจะมีฟิล์มโครเมียมออกไซด์ บางๆ เคลือบผิวอยู่อันเนื่องมาจากการทำปฏิกิริยากันระหว่าง Cr ใน (Stainless Steel) กับ ออกซิเจนในอากาศ การทำให้ (Stainless Steel) เป็นสนิมคือการถูกทำลายฟิล์มโครเมียมออกไซด์ ที่เคลือบผิวออกไปในสภาวะที่ (Stainless Steel) สามารถเกิดสนิมได้ ก่อนที่ฟิล์มโครเมียมออกไซด์จะก่อตัวขึ้นมาอีกครั้งเช่น ถ้าสแตนเลสถูกทำให้เกิดรอยขีดข่วน แล้วบริเวณรายนั้นมีความชื้น ซึ่งสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยากับธาตุเหล็กก่อนที่ฟิล์มโครเมียมออกไซด์จะก่อตัวขึ้นมา ก็จะเป็นสาเหตุให้เกิดสนิมขึ้นได้

2.3.1 ประเภทของสแตนเลส โดยทั่วไปจะไม่ทราบว่สแตนเลสมีกี่ประเภท และมักจะมีการเข้าใจผิดว่าสแตนเลสแท้ต้องแม่เหล็กดูดไม่ติด แต่จริงๆแล้วการที่แม่เหล็กจะดูดติดหรือไม่ติดนั้นขึ้นอยู่กับประเภทของสแตนเลส สแตนเลสแบ่งออกเป็นกลุ่มพื้นฐาน ได้ 5 กลุ่มคือ ออสเทนนิติก, เฟอริติกดูเพล็กซ์, มาร์เทนซิติก และ กลุ่มเพิ่มความแข็งโดยวิธีการตกผลึก

2.3.1.1 กลุ่มออสเทนนิติก (Austenitic) หรือสแตนเลสตระกูล 300 เป็นเกรดที่ใช้กันแพร่หลายมากที่สุดถึง 70% มีคุณสมบัติแม่เหล็กดูดไม่ติด (Non-Magnetic) มีส่วนผสมของโครเมียม 16% คาร์บอนอย่างมากที่สุด 0.15% มีส่วนผสมของธาตุ निकเกิล 8% เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติในการทำการประกอบ (Fabrication) และเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน เกรดที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายและนิยมเรียก 18/10 คือการที่มีส่วนผสมของโครเมียม 18% และนิกเกิล 10%

2.3.1.2 กลุ่มเฟอร์ริติก (Ferritic) แม่เหล็กดูดติด (Magnetic) มีธาตุคาร์บอนผสมปริมาณที่ต่ำ และมีโครเมียมเป็นธาตุผสมหลักที่สำคัญอาจอยู่ระหว่าง 10.5%-27% และมีนิกเกิลเป็นส่วนผสมอยู่น้อยมากหรือไม่เลย

2.3.1.3 กลุ่มมาร์เทนซิติก (Martensitic) แม่เหล็กดูดติด (Magnetic) มีส่วนผสมของโครเมียม 12-14% และมีธาตุคาร์บอนผสมอยู่ปานกลาง มีโมลิบดีนัมเป็นส่วนผสมอยู่ประมาณ 0.2-1% ไม่มีนิกเกิล สแตนเลสตระกูลนี้สามารถปรับความแข็งแรงได้โดยการให้ความร้อนแล้วทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็ว (Quenching) และอบคืนตัว (Tempering) สามารถลดความแข็งแรงได้ คล้ายกับเหล็กกล้าคาร์บอน และพบการใช้งานที่สำคัญในการผลิตเครื่องตัด, อุตสาหกรรมเครื่องบินและงานวิศวกรรมทั่วไป

2.3.1.4 กลุ่มเพิ่มความแข็งแรงโดยการตกผลึก (Precipitation Hardening) เกรดที่เป็นที่รู้จักในตระกูลนี้ คือ 17-4H ซึ่งมีส่วนผสมของโครเมียม 17% และนิกเกิล 4% สามารถเพิ่มความแข็งแรงได้โดยกลไกเพิ่มความแข็งแรงจากการตกผลึก (Precipitation hardening mechanism) โดยสามารถเพิ่มความแข็งแรงสูงมาก มีค่าความเค้นพิสูจน์ (Proof Stress) อยู่ระหว่าง 1,000 ถึง 1,500 เมก้าปาสกาล (MPa) ขึ้นอยู่กับชนิดและกรรมวิธีปรับปรุงคุณสมบัติด้วยความร้อน (Heat Treatment) กลุ่มดูเพล็กซ์ (Duplex) มีโครงสร้างผสมระหว่างโครงสร้างเฟอร์ริติก และออสเทนนิติก มีโครเมียมเป็นธาตุผสมอยู่ระหว่าง 19-28% และโมลิบดีนัมสูงกว่า 5% และมีนิกเกิลน้อยกว่าตระกูลออสเทนนิติกพบว่ามีการใช้งานมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบรรยากาศแวดล้อมของคลอไรด์

2.3.2 ประโยชน์ของการใช้งานสแตนเลส

2.3.2.1 ใช้ในสิ่งแวดล้อมที่กัดกร่อน (Corrosive Environment)

2.3.2.2 งานอุณหภูมิเย็นจัด ป้องกันการแตกเปราะ

2.3.2.3 ใช้งานอุณหภูมิสูง (High Temperature) ป้องกันการเกิดคราบออกไซด์ (Scale) และยังคงความแข็งแรง

2.3.2.5 มีความแข็งแรงสูงเมื่อเทียบกับมวล (High Strength vs. Mass)

2.3.2.6 งานที่ต้องการสุขอนามัย (Hygienic Condition) ต้องการความสะอาดสูง

2.3.2.7 งานด้านสถาปัตยกรรม (Aesthetic Appearance) ไม่เป็นสนิม ไม่ต้องทาสี

2.3.2.8 ไม่ปนเปื้อน (No Contamination) ป้องกันการทำ ปฏิกิริยากับสารเร่งปฏิกิริยา

2.3.2.9 ต้านทานการขัดถูแบบเปียก (Wet abrasion Resistance)

2.3.3 การเลือกใช้หรือซื้อสแตนเลส ผู้ซื้อหรือผู้ใช้ควรมีความรู้พื้นฐานเล็กน้อยในเรื่องดังต่อไปนี้

2.3.3.1 ความรู้เกี่ยวกับวัสดุ คือ ความรู้จะช่วยการตัดสินใจไม่เกิดปัญหาผิดพลาดและประหยัดราคา

2.3.3.2 ความรู้เรื่องเกรดของวัสดุ คือ เลือกใช้เกรดวัสดุถูกต้อง ลดความเสี่ยง ช่วยลดหรือประหยัดจากการใช้วัสดุราคาแพงได้

2.3.3.3 ความรู้ในการออกแบบ คือ การออกแบบที่ดีจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการประกอบ

2.3.3.4 ความรู้ในการตกแต่งผิว คือ การตกแต่งผิวทำให้ดู สวยงามและมีราคาเพิ่มขึ้น

2.3.3.5 การประยุกต์ใช้ในงานตกแต่งหรืองานเครื่องใช้ภายในบ้าน ใช้เป็นอุปกรณ์

2.3.3.6 เครื่องใช้ในบ้านจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงหรือแก้ไข

2.3.4 ผิวของสเตนเลส

2.3.4.1 รีตร้อนหรือรีตเย็น/อบอ่อน (No.1) หรือปรับปรุงด้วยความร้อน คราบออกไซด์ไม่ได้ขจัดออก / ใช้งานในสภาพที่รีตออกมาโดยทั่วไปจะใช้งานที่ทนความร้อน 2D- สภาพผิว 2Dหลังจากการรีตเย็นโดยลดความหนาแน่น ผ่านการอบอ่อนและการกัดผิวโดยกรดลักษณะผิวสีเทาเงินเรียบ

2.3.4.2 2B- ผิว 2D ที่ผ่านลูกรีดขนาดใหญ่มากัดทับปรับความเรียบ เพิ่มความเงาผิวเงาสะท้อนปานกลาง ผลิตโดยวิธีการรีตเย็น ตามด้วยการร่อนนำอ่อนขจัดคราบออกไซด์ และนำไปรีดเบาๆ ผ่านไปยังลูกกลิ้งขัด ซึ่งเป็นวิธีการทั่วไปของการรีตเย็น ผิวที่ได้ส่วนมากจะอยู่ในระดับ 2B

2.3.4.3 BA-ผ่านกระบวนการรีตเย็นด้วยความหนาแน่นลงที่ละเอียดๆ ผ่านการอบอ่อนด้วยก๊าซไฮโดรเจน เพื่อป้องกันกันการออกซิเดชันกับออกซิเจนในอากาศ ผิวมันเงา สะท้อนความเงาได้ดี ผิวผลิตภัณฑ์สเตนเลสจะกระทำด้วยวิธีนี้ ซึ่งจะมีเครื่องหมาย BA หรือ No.2BA, A ซึ่งผิวอบอ่อนเงา จะมีลักษณะเงากระจก ซึ่งเริ่มต้นจากการรีตเย็น อบอ่อนในเตาควบคุมบรรยากาศ ผิวเงาที่เห็นจะเป็นการขัดผิวด้วยลูกกลิ้งขัดผิว หรือเจียรนัยผิวตามเกรดที่ต้องการ ผิวอบอ่อนเงาส่วนมากจะใช้กับงานสถาปัตยกรรม ที่ต้องการผิวสะท้อน ผิวอบอ่อนสีน้ำตาลจะไม่สะท้อนแสงเหมือนกับ No.8จะใช้กับงานที่เป็นขอบ ชิ้นส่วนทางสถาปัตยกรรม ภาชนะในครัว อุปกรณ์ในกระบวนการผลิตอาหาร

2.3.4.4 สภาพผิว 2B No.4, Hair Line- ที่ผ่านการขัดถูด้วยกระดาษทรายเบอร์ 120-220 โดยค่าความหยาบขึ้นอยู่กับแรงกด, ขนาดของอนุภาคเม็ดทราย และระยะเวลาการใช้งานของกระดาษทราย ผิว No.4 เป็นสภาพผิวที่สนองต่อการนำไปใช้งานทั่วไป เช่นร้านอาหาร อุปกรณ์เครื่องใช้ในครัว อุปกรณ์รีดนม

2.3.4.3 (No.8-) สภาพผิว 2B, BAขัดด้วยผ้าขัดอย่างละเอียดมากตามลำดับเช่น#1000ผ้าขนสัตว์ โดยมีผงขัดอะลูมิเนียมและโครเมียมออกไซด์ ผิว No.8 ส่วนมากจะเป็นผิวเงาสะท้อนคล้ายกระจกเงา ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะเป็นสเตนเลสชนิดแผ่นโดยผิวจะถูกขัดด้วยเครื่องขัดละเอียดนำไปใช้กับงานตกแต่งทางด้านสถาปัตยกรรม และงานที่เน้นความสวยงาม

2.3.5 การกัดกร่อน สเตนเลสเป็นวัสดุที่ทนและต้านทานการกัดกร่อน อย่างไรก็ตามมีสเตนเลสหลายตระกูลที่สามารถต้านทานการกัดกร่อนได้ดีเลิศ ในประเด็นการใช้งานที่ต่างกัน ซึ่งต้องเลือกไปใช้ในงานผลิตหรืองานประกอบโครงสร้าง ในงานอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างระมัดระวัง

2.3.5.1 การกัดกร่อนทั่วไป (General Corrosion) เป็นการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นตลอดทั่วผิวหน้า (Uniform Attack) การกัดกร่อนแบบนี้มีอันตรายน้อยเพราะสามารถวัด และทำนายการกัดกร่อนที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าได้ การกัดกร่อนแบบนี้จะเกิดขึ้นกับสเตนเลสในสิ่งที่แวดล้อมที่มีผลต่อการกัดกร่อนในอัตราที่ต่ำมาก

2.3.5.2 การกัดกร่อนเนื่องจากความต่างศักย์ไฟฟ้า (Galvanic Corrosion) เป็นการกัดกร่อนที่เกิดจากโลหะ 2 ชนิดที่มีศักย์ทางไฟฟ้าแตกต่างกันมาอยู่ติดกันจมอยู่ในสารละลายที่มีฤทธิ์กัดกร่อนเดียวกัน สเตนเลสจะเป็นโลหะที่มีศักย์สูงกว่า ดังนั้นอัตราการกัดกร่อนแบบกัลวานิกมักจะเพิ่มขึ้นในสเตนเลส

2.3.5.3 การกัดกร่อนแบบสึกกร่อนเนื่องจากการไหลของสารละลายที่มีฤทธิ์กัดกร่อนสูง (Erosion Corrosion) การกัดกร่อนเนื่องจากการขัดถู (Abrasion Corrosion) การกัดกร่อนแบบ (Erosion/Abrasion) เป็นปฏิกิริยาที่เกิดร่วมกันระหว่างการสึกหรอทางกลกับการกัดกร่อนจากสารละลาย , ผง หรือเศษที่หลุดมาจากการขัดถู จะแขวนลอยอยู่ในสารละลาย และไหลด้วยความเร็วสูงจะทำให้ผิวหน้าสัมผัสมี

อัตราการกัดกร่อนสูง สแตนเลสจะมีความต้านทานการกัดกร่อนแบบสีกกร่อนๆ หรือแบบขัตุสูงเนื่องจากมีฟิล์มถาวรที่ยึดแน่น และสร้างทดแทนขึ้นที่ผิวหน้าสม่ำเสมอ

2.3.5.4 การกัดกร่อนตามขอบเกรน (Intergranular Corrosion) C. ทำให้ขอบเกรนมีปริมาณโครเมียมลดลง มีความต้านทานการกัดกร่อนตามแนวขอบเกรนต่ำ แก้ไขโดยการเลือกใช้วัสดุเกรด “L” หรือเกรดที่ช่วยให้โครงสร้างเสถียร (Stabilized Grade) และต้องระวังไม่ให้เกิดการกัดกร่อนตามขอบเกรนระหว่างการเชื่อมประกอบโครงสร้าง 850° การกัดกร่อนตามขอบเกรนเกิดขึ้นเนื่องจากเกิดการตกผลึกของโครเมียมคาร์ไบด์บริเวณขอบเกรน ที่อุณหภูมิสูงประมาณ 450°

2.3.5.5 การกัดกร่อนแบบสนิมขุม (Pitting Corrosion) การกัดแบบเป็นจุดหรือแบบสนิมขุมเป็นการกัดกร่อนเฉพาะที่เป็นอันตรายมาก ซึ่งมีผลทำให้เกิดการกัดกร่อนที่ผิวหน้าเป็นรูเล็กๆ หรือเป็นรูทะลุตลอดเนื้อวัสดุ แต่สามารถวัดการสูญเสียเนื้อวัสดุได้น้อย สิ่งแวดล้อมที่มีการกัดกร่อนแบบสนิมขุม ส่วนมากจะเป็นสารละลายที่มีออกซิเจนอิสระ จะเป็นตำแหน่งที่ฟิล์มถาวรจะถูกทำลายได้ง่ายที่สุดในสิ่งแวดล้อมเช่นนี้ ควรจะเลือกใช้วัสดุด้วยความระมัดระวัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสารละลายของกรดที่มีอุณหภูมิสูง ถ้าเงื่อนไขที่จะทำให้เกิดการกัดกร่อนแบบสนิมขุมไม่สามารถแก้ไขได้ ให้แก้ไขโดยการเลือกใช้โลหะผสมที่ต้านทานการกัดกร่อนสูงกว่า เช่น สแตนเลสเกรดดูเพล็กซ์ และเกรดอื่นๆ ที่สามารถแก้ไขได้

2.3.5.6 การกัดกร่อนในพื้นที่อับหรือถูกปิด (Crevice Corrosion) การกัดแบบนี้เกิดขึ้นที่ผิวหน้าส่วนที่ถูกปิด หรือก้นของสแตนเลส มีผลทำให้ปิดกั้นออกซิเจนไม่สามารถเข้าไปทำปฏิกิริยาออกซิเดชันสร้างฟิล์มออกไซด์ได้ ทำให้ฟิล์มป้องกันมีแนวโน้มที่จะแตกหรือถูกทำลายลงในพื้นที่อับนี้ ดังนั้นในสภาวะการใช้งานต้องหลีกเลี่ยงการมีพื้นที่อับ

2.3.5.7 การกัดกร่อนในสภาพแวดล้อมที่มีจุลชีพ (Microbiologically Induced Corrosion: MIC) การกัดกร่อนที่เป็นผลมาจากจุลชีพ เกิดจากแบคทีเรียที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมเกาะติดที่ผิวหน้าของสแตนเลสทำให้บริเวณนั้น ปิดกั้นออกซิเจน ดังนั้นเงื่อนไขในการกัดกร่อนจึงคล้ายกับแบบ Crevice แบคทีเรียจึงทำให้สถานการณ์ การกัดกร่อนเลวร้ายลง

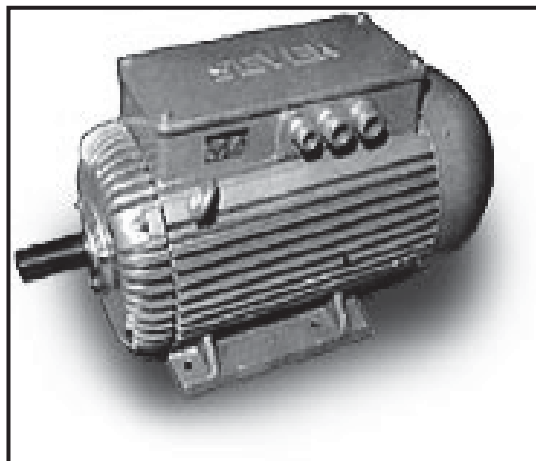
2.3.6 เกร็ดความรู้ในการใช้สแตนเลส

2.3.6.1 ค่าการนำความร้อน (Thermal Conductivity) สแตนเลสทุกชนิดจะมีค่าการนำความร้อนต่ำกว่าเหล็กกล้าคาร์บอนมาก สแตนเลสเกรดที่มีส่วนผสมโครเมียมอย่างเดียว (Plain Chromium Steel) มีค่าการนำความร้อน $\pm 1/3$ และเกรดออสเทนนิติกมีค่าการนำความร้อน $\pm 1/4$ ของเหล็กกล้าคาร์บอนทำให้มีผลต่อการใช้งานที่อุณหภูมิสูง เช่นมีผลต่อการควบคุมปริมาณความร้อนเข้าระหว่างการเชื่อม, ต้องให้ความร้อนเป็นระยะเวลานานขึ้น เมื่อต้องทำงานขึ้นรูปร้อน

2.3.6.2 สัมประสิทธิ์การขยายตัว (Expansion Coefficient) สแตนเลสเกรดที่มีส่วนผสมโครเมียมอย่างเดียวมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวคล้ายกับเหล็กกล้าคาร์บอน แต่เกรดออสเทนนิติกจะมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวสูงกว่าเหล็กกล้าคาร์บอน $1\frac{1}{2}$ เท่า การที่สแตนเลสมีการขยายตัวสูงแต่มีค่าการนำความร้อนต่ำทำให้ต้องหามาตรการป้องกันเพื่อหลีกเลี่ยงผลเสียหายที่ตามมาเช่น ใช้ปริมาณความร้อนในการเชื่อมต่ำ, กระจายความร้อนออกโดยใช้แท่งทองแดงรองหลัง, การจับยึดป้องกันการบิดงอปัจจัยเหล่านี้ต้องพิจารณาการใช้งานร่วมกันของวัสดุ เช่นท่อแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) ระหว่างเปลือกโครงสร้างเหล็กกล้าคาร์บอนและท่อออสเทนนิติกเป็นต้น

2.4 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นเครื่องกลเพื่อเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ด้วยส่วนหมุนได้ที่พันด้วยขดลวดเป็นกระบวนการย้อนกลับของไดนาโม หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามักเป็นส่วนประกอบสำคัญใน เครื่องกล เครื่องจักรอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนเช่นเครื่องสูบน้ำ เครื่องอัดลม พัดลม เครื่องลำเลียง เครื่องเล่นแผ่นดิสก์ ฯลฯ มอเตอร์ไฟฟ้าดังแสดงในภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 มอเตอร์ไฟฟ้า

ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งออกตามการใช้ของกระแสไฟฟ้าได้ 2 ชนิดดังนี้

2.4.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) หรือเรียกว่าดีซี. มอเตอร์ (D.C. MOTOR) เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมเพราะมีคุณสมบัติที่ดีเด่นในด้านการปรับความเร็วได้ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดจนถึงสูงสุด นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานทอผ้า โรงงานเส้นใยโพลีเอสเตอร์ โรงงานถลุงโลหะ เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนรถไฟไฟฟ้า ซึ่งสามารถแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงออกได้เป็นสามชนิดดังนี้

2.4.1.1 มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่าซีรียส์มอเตอร์ (Series Motor)

2.4.1.2 มอเตอร์แบบอนุขนานหรือเรียกว่าชันท์มอเตอร์ (Shunt Motor)

2.4.1.3 มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่าคอมปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor)

2.4.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor) หรือเรียกว่า เอซี มอเตอร์ (A.C. MOTOR) มอเตอร์ที่ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล ส่วนที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าคือขดลวดในสเตเตอร์และส่วนที่ทำหน้าที่ให้พลังงานกล คือ ตัวหมุนหรือโรเตอร์ ซึ่งเมื่อขดลวดในสเตเตอร์ได้รับพลังงานไฟฟ้าก็จะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาในตัวที่อยู่กับที่หรือสเตเตอร์ ซึ่งสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนี้จะมีการเคลื่อนที่หรือหมุนไปรอบๆ สเตเตอร์ เนื่องจากการต่างเฟสของกระแสไฟฟ้าในขดลวดและการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้า ในขณะที่สนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ไปสนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ไปสนามแม่เหล็กจากขั้วเหนือก็จะพุ่งเข้าหาขั้วใต้ ซึ่งจะไปติดกับตัวนำที่เป็นวงจรมัดหรือขดลวดกรงกระรอกของตัวหมุนหรือโรเตอร์ ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของกระแสไฟฟ้าขึ้นในขดลวดของโร

เตอร์ ซึ่งสนามแม่เหล็กนี้จะเคลื่อนที่ตามทิศทางการเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์ ก็จะทำให้โรเตอร์ของมอเตอร์เกิดพลังงานกลสามารถนำไปขับเคลื่อนที่ต้องการหมุนได้

2.4.2.1 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือมอเตอร์อะซิงโครนัส และมอเตอร์ซิงโครนัส ซึ่งที่กล่าวนี้จะเป็นมอเตอร์อะซิงโครนัส ที่เรียกว่ามอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำ ซึ่งจะมีขนาดตั้งแต่เล็ก ๆ ไปจนถึงขนาดหลายร้อยแรงม้า มอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำมีทั้งที่เป็นมอเตอร์ชนิด 1 เฟสและชนิดที่เป็นมอเตอร์ 3 เฟส มอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำนี้นั้นส่วนมากแล้วจะหมุนด้วยความเร็วคงที่แต่ก็มีบางชนิดที่สามารถเปลี่ยนแปลงความเร็วได้ เช่น มอเตอร์สลิงหรือมอเตอร์ชนิดขดลวดพัน ซึ่งจะเป็นมอเตอร์ชนิด 3 เฟส

2.4.2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดเหนี่ยวนำเป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล ในการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลนี้ โรเตอร์ไม่ได้รับพลังงานไฟฟ้าโดยตรงแต่จะได้อาการเหนี่ยวนำ ดังนั้นจึงเรียกว่ามอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

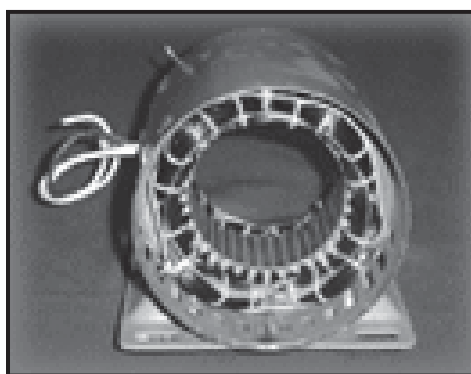
ก. มอเตอร์ชนิดกรงกระรอก ซึ่งมีทั้งที่เป็นมอเตอร์ 3 เฟส และชนิดที่เป็น 1 เฟส

ข. มอเตอร์ชนิดขดลวดพันหรือชนิดดาวด์หรือมอเตอร์สลิงซึ่งจะเป็นมอเตอร์ชนิด 3 เฟส โดยทั่วไป มอเตอร์ทุกประเภทจะมีส่วนประกอบหลักหรือส่วนประกอบเบื้องต้นคล้ายกันคือสเตเตอร์หรือตัวที่อยู่กับที่และโรเตอร์หรือตัวหมุน แต่จะแตกต่างกันในเรื่องของรายละเอียดของส่วนประกอบปลีกย่อยอื่นๆ

2.4.2.3 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

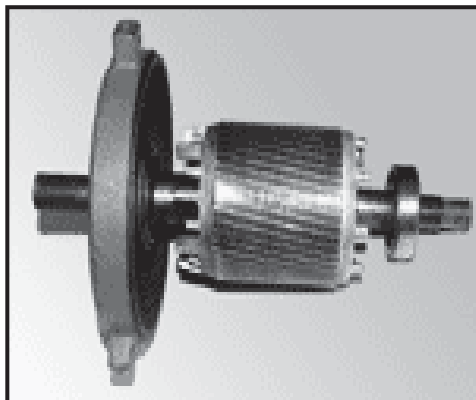
ก. สเตเตอร์หรือที่อยู่กับ (Stator) จะเป็นส่วนที่อยู่กับที่ซึ่งจะประกอบด้วย

1) โครงของมอเตอร์ แกนเหล็กสเตเตอร์ และขดลวด (Frame or Yoke) จะทำด้วยเหล็กหล่อทรงกระบอกกลวง ฐานส่วนล่างจะเป็นขาตั้ง มีกล่องสำหรับต่อสายไฟอยู่ด้านบนหรือด้านข้าง โครงจะทำหน้าที่ยึดแกนเหล็กสเตเตอร์ให้แน่นอยู่กับที่ผิวด้านนอกของโครงมอเตอร์ จะออกแบบให้มีลักษณะเป็นครีป เพื่อช่วยในการระบายความร้อน ดังแสดงในภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 แสดงสเตเตอร์ยึดกับโครงสเตเตอร์

2) แกนเหล็กที่ตำแหน่ง (Stator Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางๆ มีลักษณะกลม เจาะตรงกลางและเจาะร่องภายในโดยรอบ แผ่นเหล็กชนิดนี้เรียกว่า ลามิเนท ซึ่งจะถูกล้อมด้วยซิลิกอน เหล็กแต่ละแผ่นจะมีความหนาประมาณ 0.025 นิ้ว หลังจากนั้นจึงนำไปอัดเข้าด้วยกันจนมีความหนาที่เหมาะสมเรียกว่าแกนเหล็กสเตเตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 โรเตอร์แบบกรงกระรอก

ข. โรเตอร์หรือตัวหมุน (Rotor) มอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำจะมีโรเตอร์ 2 ชนิด คือ โรเตอร์แบบกรงกระรอกและโรเตอร์แบบขดลวดพันหรือแบบวาวด์ ซึ่งจะมีส่วนประกอบดังนี้คือแกนเหล็ก โรเตอร์ขดลวด ใบพัด และเพลลา ดังจะได้กล่าวรายละเอียดต่อไป

1) โรเตอร์แบบกรงกระรอก (Squirrel Cage Rotor) จะประกอบด้วยแผ่นเหล็กบางๆ ที่เรียกว่าแผ่นเหล็กลามิเนต ซึ่งจะเป็นแผ่นเหล็กชนิดเดียวกับสเตเตอร์ มีลักษณะเป็นแผ่นกลมๆ เซาะร่องผิวภายนอกเป็นร่องโดยรอบ ตรงกลางเจาะรูสำหรับสวมเพลลา และจะเจาะรูรอบๆ รูตรงกลางที่สวมเพลลาทั้งนี้เพื่อช่วยในการระบายความร้อน และยังทำให้โรเตอร์มีน้ำหนักเบาลงเมื่อนำแผ่นเหล็กไปสวมเข้ากับแกนเพลลาแล้วจะได้เป็นแกนเหล็กโรเตอร์ หลังจากนั้นก็จะใช้แท่งตัวทองแดงหรือแท่งอะลูมิเนียมหล่ออัดเข้าไปในร่องของแกนเหล็กสเตเตอร์เข้าไปวางทั้งสองด้านด้วยวงแหวนตัวนำทั้งนี้เพื่อให้ขดลวดครบวงจรไฟฟ้าหรืออาจนำแกนเหล็กสเตเตอร์เข้าไปในแบบพิมพ์แล้วฉีดอะลูมิเนียมเหลวเข้าไปในร่อง ก็จะได้อะลูมิเนียมอัดแน่นอยู่ในร่องจนเต็มและจะได้ขดลวดตัวนำแบบกรงกระรอกฝังอยู่ในแกนเหล็ก ขดลวดในโรเตอร์นั้นจะเป็นลักษณะของตัวนำที่เป็นแท่งซึ่งอาจใช้ทองแดง หรืออะลูมิเนียมประกอบเข้าด้วยกันเป็นลักษณะคล้ายกรงนกหรือกรงกระรอก

2) โรเตอร์แบบขดลวดพันหรือแบบวาวด์ (Wound Rotor) โรเตอร์ชนิดนี้จะมีส่วนประกอบคล้ายๆ กับโรเตอร์แบบกรงกระรอก คือ มีแกนเหล็กที่เป็นแผ่น ลามิเนตอัดเข้าด้วยกันแล้วสวมเข้าที่เพลลา แต่จะแตกต่างกันตรงที่ขดลวด จะเป็นเส้นลวดชนิดที่หุ้มด้วยน้ำยาฉนวนอีนาเมลพันลงไปในร่องสลิตของโรเตอร์จำนวน 3 ชุด ซึ่งจะมีลักษณะเหมือนกับที่พันบนสเตเตอร์ของมอเตอร์ 3 เฟสแล้วต่อวงจรขดลวดเป็นแบบสตาร์ โดยนำปลายทั้ง 3 ที่เหลือต่อเข้ากับวงแหวนตัวนำทั้งนี้เพื่อให้สามารถต่อวงจรของขดลวดของโรเตอร์เข้ากับตัวต้านทานที่ปรับค่าได้ที่อยู่ภายนอกตัวมอเตอร์ เพื่อการปรับค่าความต้านทานของโรเตอร์ ซึ่งจะสามารถควบคุมความเร็วของโรเตอร์ได้

3) ฝาครอบ (End Plate) ส่วนมากจะทำด้วยเหล็กหล่อ เจาะรูตรงกลางและคว้านเป็นรูปกลมใหญ่เพื่ออัดแบร็งหรือตลับลูกปืนรองรับแกนเพลลาของโรเตอร์

4) ฝาครอบใบพัด (Fan End Plate) จะมีลักษณะเป็นแผ่นเหล็กเหนียวขึ้นรูปให้มีขนาดสวมฝาครอบได้พอดี มีรูเจาะเพื่อระบายอากาศ และยึดติดกับฝาครอบด้านที่มีใบพัดส่วนใหญ่จะมีในมอเตอร์ 3 เฟสและมอเตอร์ 1 เฟสขนาดใหญ่

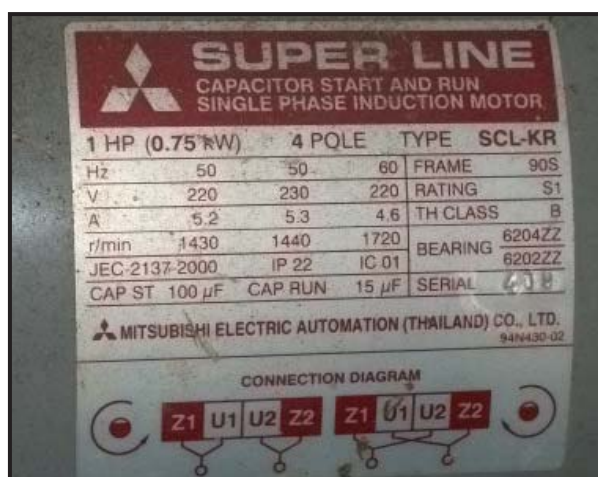
5) ใบพัด (Fan) จะทำด้วยเหล็กหล่อ มีลักษณะเท่ากันทุกครีบจะสวมยึดอยู่บนเพลาด้านตรงข้ามกันกับเพลางาน ใบพัดนี้จะช่วยในการระบายอากาศและความร้อนได้มากทีเดียวใบพัดนี้ส่วนใหญ่จะมีในมอเตอร์ 3 เฟสและมอเตอร์ 1 เฟสขนาดย่อยถึงขนาดใหญ่เช่นเดียวกับฝาครอบใบพัด

6) สลักเกลียว (Bolt) จะทำด้วยเหล็กเหนียวจะมีลักษณะเป็นเกลียวตลอดถ้าเป็นมอเตอร์ 3 เฟส จะประกอบด้วยสลักเกลียว 8 ตัว ทำหน้าที่ยึดฝาครอบให้ติดกับโครงถ้ำเป็นมอเตอร์ 1 เฟสขนาดเล็ก เช่น มอเตอร์สปลิตเฟสจะเป็นสลักเกลียวยาวตลอดความยาวของตัวมอเตอร์ ทำเกลียวเฉพาะด้านปลายและมีนอตขันยึดไว้ ดังนั้นจึงมีเพียง 4 ตัว

2.4.2.4 การเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้าได้รับการออกแบบสร้างที่พิกัด(Rated) ซึ่งกำหนดจากสภาวะการทำงานมาตรฐานซึ่งระบุค่าตัวแปรต่างๆ อยู่บนเนมเพลท(Nameplate) ซึ่งเป็นแผ่นป้ายติดอยู่บนตัวมอเตอร์แต่ละตัว ทั้งนี้เนมเพลทจะแจ้งถึงพารามิเตอร์การทำงานของมอเตอร์ และแจ้งข้อมูลที่สำคัญต่อผู้ใช้งาน เพื่อให้เลือกใช้งานมอเตอร์ได้เหมาะสมกับภาระที่ต้องขับเคลื่อน ยกตัวอย่างเช่น หากมอเตอร์ขนาด 30 แรงม้า(Horse Power – HP) ถูกนำไปใช้งานขับภาระที่เกิน หรือถูกใช้งานในระดับแรงดันไฟฟ้าที่ต่ำกว่าพิกัด จะส่งผลให้มอเตอร์กินกระแสไฟฟ้าสูงกว่าปกติ เพื่อที่จะสามารถขับภาระเกินนี้ได้ส่งผลให้เกิดความร้อนในขดลวดทองแดงมาก และเมื่อทำงานอยู่ในสภาวะเกินกว่าที่ระบุไว้ในเนมเพลท ก็จะทำให้มอเตอร์มีอายุการใช้งานสั้นลง และการเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้าที่ถูกต้องควรคำนึงปัจจัยเบื้องต้น ต่างๆ ดังนี้

ก. แรงม้าที่ต้องการใช้ สามารถดูจากรายละเอียดของเครื่องจักรที่มอเตอร์ไฟฟ้านำไปต่อพ่วง แรงม้านั้นห้ามเลือกต่ำกว่าที่เครื่องจักรนั้นต้องการ

ข. แรงดันไฟฟ้า ควรตรวจสอบจุดที่จะนำมอเตอร์ไปใช้งานว่ามีแรงดันไฟฟ้าเท่าไร เช่น 380 โวลต์ 3 เฟสหรือ (สามสาย) 220 โวลต์ 1 เฟสหรือ 2 สายภาษาช่างจะเรียกว่า สามสาย หรือสองสายในกรณี 3 เฟส, ควรตรวจสอบว่าเป็นชนิดแรงดัน 220/380 V (แรงดันไฟฟ้า ต่ำ) หรือ 380/660 V (แรงดันไฟฟ้าสูง) ดังแสดงในภาพที่ 2-7



ภาพที่ 2-7 เมเนมเพลทมอเตอร์ 3 เฟส(220 V)

การคำนวณหากำลังของมอเตอร์

เมื่อต้องการจะคำนวณหามอเตอร์จะได้ F นิวตัน ที่กระทำสัมผัสกับเพลลาทำให้เพลลาหมุนด้วยความเร็วรอบ n รอบต่อนาที ขณะที่เพลลาหมุนไป 1 รอบสามารถหาค่าต่างๆ ได้ดังนี้การคำนวณหาระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ ขณะที่เพลลาหมุนไป 1 รอบ

$$T = F \times R \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

เมื่อ

T	=	แรงบิด (N-m)
F	=	แรงที่กระทำ (N)
R	=	รัศมีของจุดที่ต้องการหา (mm)

เพราะฉะนั้น การคำนวณหากำลังมอเตอร์สามารถคำนวณหาได้

$$P = \frac{2\pi Tn}{60} \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

เมื่อ	P	คือ	กำลังที่เพลารับแรงจากมอเตอร์มีหน่วยเป็น วัตต์(w)หรือกิโลวัตต์ (KW)
	T	คือ	โมเมนต์แรงบิด มีหน่วยเป็น นิวตันเมตร
	N	คือ	ความเร็วรอบของเพลลา มีหน่วยเป็นรอบต่อนาที rpm (1 รอบ = 2 เเรเดียน)
	r	คือ	รัศมีของเพลามีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

2.5 สายพานส่งกำลัง

การส่งกำลังด้วยสายพาน อาศัยหลักการส่งกำลังด้วยความฝืดของสายพาน กับล้อสายพาน หรือที่เรียกว่าแรงเสียดทาน แบ่งตามลักษณะหน้าตัดของสายพานได้หลายชนิด คือสายพานกลม สายพานแบน สายพานลิ้ม และสายพานฟันเฟือง ซึ่งส่งกำลังโดยอาศัยหลักการทางกลใน การส่งกำลังเหมือนแบบเฟือง หรือ โซ่ส่งกำลัง

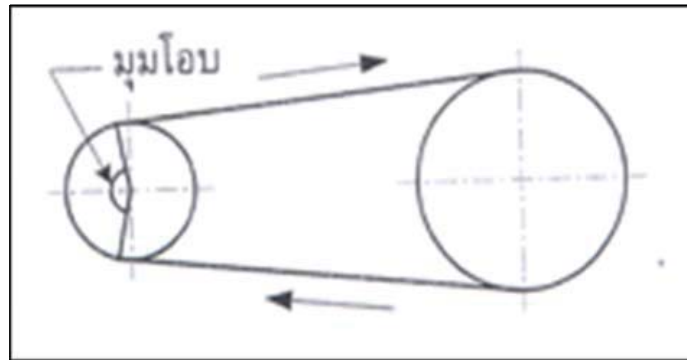
ข้อดี สามารถส่งถ่ายกำลังที่มีระยะห่างระหว่างเพลลาทั้งสองได้มากกว่าการส่งกำลังด้วยเฟืองมีการยืดหยุ่นตัวได้ดีทำให้การส่งกำลังไม่เกิดเสียงดัง ราคาถูก หาซื้อได้ง่าย เพราะว่ามีขนาดมาตรฐาน และมีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป

ข้อเสีย สายพานส่วนใหญ่ไม่เหมาะสำหรับงานที่ต้องการอัตราทดแน่นอน (ยกเว้นสายพานฟันเฟืองมีอัตราทดแน่นอน) มีความแข็งแรงน้อยกว่าเฟืองไม่เหมาะสำหรับงานบางสภาวะ เช่น การใช้งานอยู่ในน้ำมัน

2.5.1 ลักษณะของสายพาน

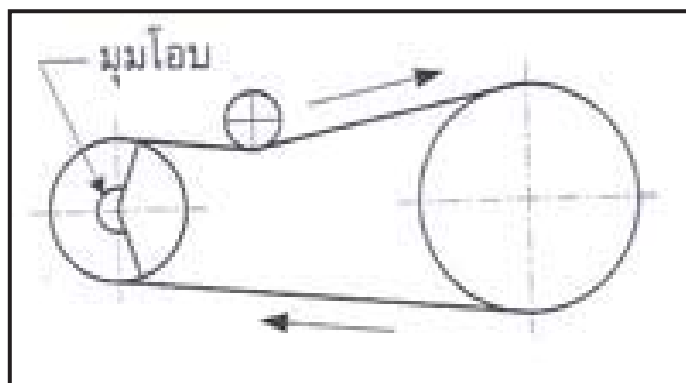
2.5.1.1 สายพานแบน เป็นสายพานที่ใช้กับงานส่งกำลัง ที่มีระยะห่างในการส่งกำลังมากๆ และเป็นงานที่สามารถสั่นไถลได้ จะเห็นได้ในเครื่องมือกลสมัยก่อนๆเช่น เครื่องกลึงรุ่นเก่าลักษณะการส่งกำลังมีอยู่สองรูปแบบ คือ การกำลังแบบแกนเพลลาขนานกัน มี 3 ลักษณะ

ก. สายพานแบนแบบเปิด (Open Drive) ใช้ส่งกำลังแบบเพลลาขนานกันด้านหย่อนของสายพานจะอยู่ด้านบน ด้านตึงจะอยู่ด้านล่าง เพื่อทำให้เกิดมุมโอป หรือมุมสัมผัสมากขึ้นทำให้โอกาสสั่นไถลมีน้อย ดังแสดงในภาพที่ 2-8



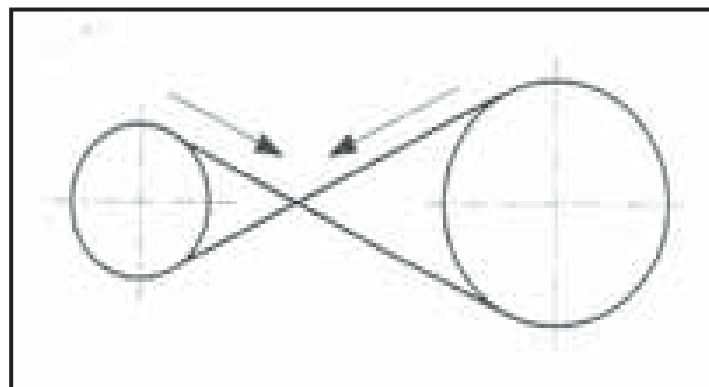
ภาพที่ 2-8 สายพานแบบแบบเปิด

ข. สายพานแบบแบบเปิดมีล้อยกดสายพาน เหมือนสายพานแบบแบบแรกแต่ต่างกันตรงที่มีล้อยกดสายพานมาช่วยกด เพื่อทำให้เกิดมุมโอบมากขึ้นป้องกันการลื่นไถลของสายพานดังแสดงในภาพที่ 2-9



ภาพที่ 2-9 สายพานแบบแบบเปิดมีล้อยกดสายพาน

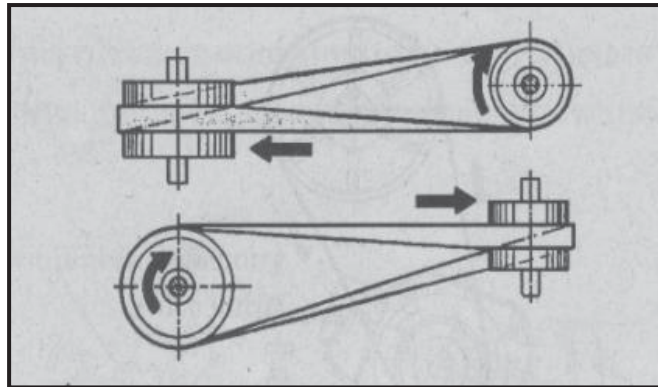
ค. สายพานแบบไขว้ (Cross Belt Drive) ในการส่งกำลังทิศทางในการหมุน ของล้อขับ และล้อตามจะหมุนกลับทิศทางกัน มีข้อดีคือมีมุมโอบมาก แต่มีข้อเสียคือสายพานจะเสียดสีกันตรงกลางลักษณะการส่งกำลังของสายพานแบบแบบเปิดมีล้อยกดสายพาน ดังแสดงในภาพที่ 2-10



ภาพที่ 2-10 สายพานแบบแบบไขว้

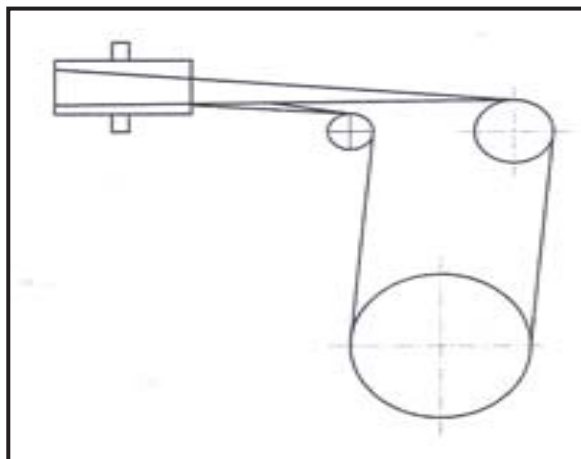
2.5.1.2 การส่งกำลังแบบแกนเฟลาตัดกัน การส่งกำลังแบบแกนเฟลาตัดกัน มี 2 ลักษณะคือ

ก. สายพานแบบแบบกึ่งไขว้ (Quarter Twist Drive) ใช้ส่งกำลังแบบแกนเฟลาทำมุมตั้งฉากกัน มีข้อดีคือสามารถส่งกำลังโดยไม่ต้องมีล้อกดสายพาน แต่มีข้อเสียคือถ้าพูลเลย์ทั้งสองมีระยะเยื้องกันมากสายพานอาจจะหลุดจากล้อสายพาน ดังแสดงในภาพที่ 2-11



ภาพที่ 2-11 สายพานแบบแบบกึ่งไขว้

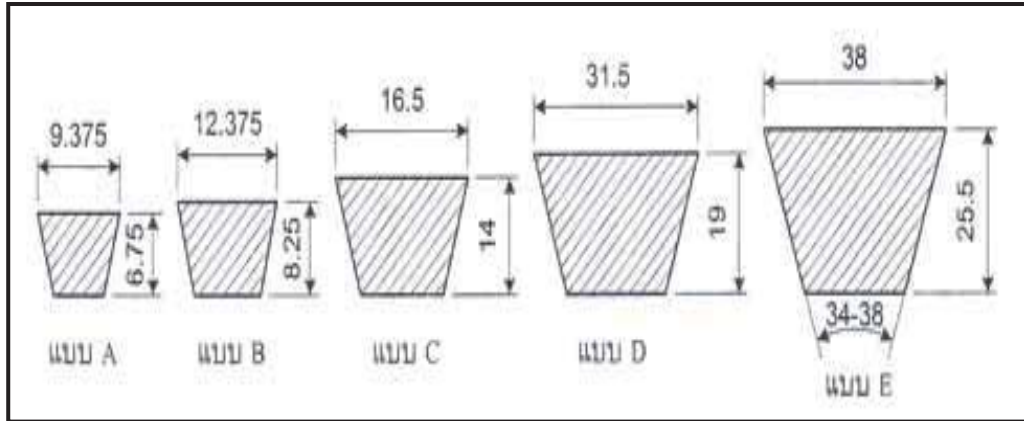
ข. สายพานแบบแบบกึ่งไขว้มีล้อกดสายพาน (Quarter Twist Drive With Idlers) ใช้ส่งกำลังแบบแกนเฟลาทำมุมตั้งฉากกัน แต่จำเป็นต้องมีล้อกดสายพานมาช่วยเพื่อป้องกันสายพานหลุดออกจากล้อสายพาน ดังแสดงในภาพที่ 2-12



ภาพที่ 2-12 สายพานแบบแบบไขว้มีล้อกดสายพาน

2.5.1.3 สายพานลิ่มหรือสายพานตัววี มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ปัจจุบันนิยมใช้กันมากในงานเครื่องมือกล เพราะว่าหาง่ายราคาถูก โอกาสในการลื่นไถลมีน้อย ใช้อยู่สองแบบ คือสายพานลิ่มมาตรฐาน เป็นสายพานลิ่มที่มีใช้อยู่ทั่วไป มีหน้าตัดของสายพานที่ใช้อยู่เป็นประจำ คือมีหน้าตัดเป็นแบบ A B C D และ E ส่วนสายพานลิ่มอีกชนิดหนึ่ง คือสายพานลิ่มหน้าแคบนิยมใช้ในเครื่องมือกลที่ส่งกำลังจากมอเตอร์

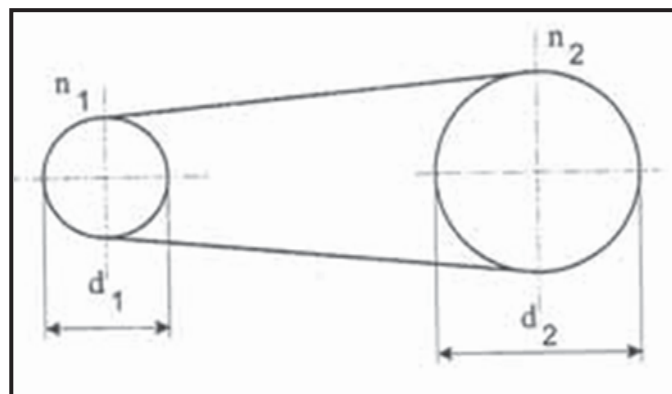
ของเครื่องจักรกล มีหน้าตัดแบบ SPZ SPA SPB และ SPC หรือแบบ 3V 5V และ 8V เป็นสายพานหน้าแคบแบบระบบนิวส์ ดังแสดงในภาพที่ 2-13



ภาพที่ 2-13 รูปหน้าตัดของสายพานลิ้มมาตรฐาน

2.5.2 อัตราทดจากการส่งกำลังด้วยสายพาน ส่งกำลังด้วยสายพานที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไปมีสายพานแบน สายพานลิ้ม และสายพานฟัน ซึ่งมีวิธีการคำนวณหาอัตราทดดังนี้

2.5.2.1 อัตราทดของสายพานแบน เป็นสายพานที่มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมสามารถส่งกำลังได้แบบทดชั้นเดียวและส่งกำลังแบบทดสองชั้น มีวิธีการคำนวณดังนี้ ด้วยอัตราทดชั้นเดียวของการส่งกำลัง ดังแสดงในภาพที่ 2-14



ภาพที่ 2-14 หน้าตัดของสายพานลิ้มหน้าแคบ

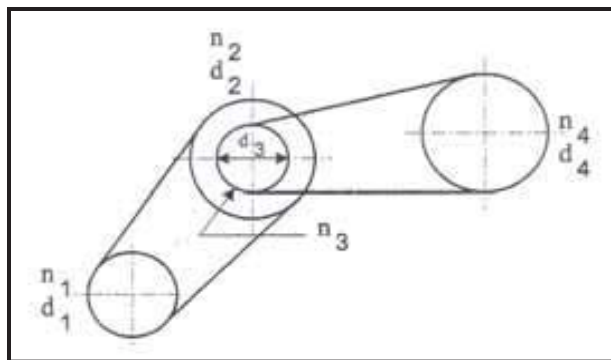
การคำนวณหาอัตราส่งกำลังของสายพาน สายพานมีอัตราความเร็วรอบ เรียกว่าอัตราส่งถ่าย (i) และอัตราการคำนวณหาอัตราการส่งถ่ายสามารถคำนวณได้จาก สมการที่ 2.3

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2} \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

เมื่อ

- d_1 คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูลีย์ตัวขับ (มิลลิเมตร)
- d_2 คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูลีย์ตัวตาม (มิลลิเมตร)
- n_1 คือ ความเร็วรอบของพูลีย์ตัวขับ (รอบต่อนาที)
- n_2 คือ ความเร็วรอบของพูลีย์ตัวตาม (รอบต่อนาที)

2.5.2.2 การส่งกำลังด้วยอัตราทดหลายชั้น หมายถึงการส่งกำลังที่มีชุดล้อขับและล้อตามสองชุด คือ มีล้อสายพานทั้งหมด 4 ตัว คือ d_1, d_2, d_3 และ d_4 ส่วนความเร็วรอบก็จะมี 4 ตัวเหมือนกัน คือ n_1, n_2, n_3 และ n_4 แต่ n_2 จะเท่ากับ n_3 เพราะอยู่บนเพลาดียวกัน สาเหตุที่ต้องใช้อัตราทดหลายชั้นเพราะว่าการส่งกำลังมีอัตราทดสูง ถ้าส่งด้วยอัตราทดชั้นเดียว ล้อตามของสายพานจะมีขนาดใหญ่มาก ดังแสดงในภาพที่ 2-15



ภาพที่ 2-15 การส่งกำลังด้วยอัตราทดหลายชั้น

สูตรในการหาอัตราทด

อัตราทดคู่ที่ 1 $I_1 = \frac{n_1}{n_2}$ หรือ $= \frac{d_2}{d_1}$ (2.4)

อัตราทดคู่ที่ 2 $I_2 = \frac{n_3}{n_4}$ หรือ $= \frac{d_4}{d_3}$ (2.5)

อัตราทดรวม สูตร $I_{รวม} = I_1 \times I_2$ (2.6)

อัตราทดรวม สูตรที่ 2 $I_{รวม} = \frac{n_1}{n_4}$ (2.7)

อัตราทดรวม สูตรที่ 3 $I_{รวม} = \frac{d_2}{d_1} \times \frac{d_4}{d_3}$ (2.8)

2.5.2.3 อัตราทดของสายพานลิ้มหรือสายพานตัววี มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูแสดงในภาพที่ 2-16 และมีวิธีการคำนวณดังนี้

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_{m2}}{d_{m1}} \dots\dots\dots(2.9)$$

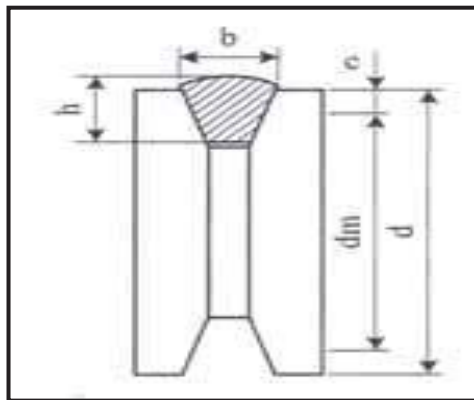
เมื่อกำหนด

$$d_{m1} = \text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของล้อขับ (มม.)}$$

$$= d_1 - 2C$$

$$d_{m2} = \text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของล้อตาม (มม.)}$$

$$= d_2 - 2C$$



ภาพที่ 2-16 สายพานลิ้ม

2.6 เพลาส่งกำลัง

เพล (Shaft) คือ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ทำงาน หรือใช้ส่งกำลังจากจุดหนึ่งไปยังจุดอื่นๆ ตัวอย่างเช่น พัดลมระบายอากาศ (Ventilating Fan) จะประกอบด้วย ใบพัดที่ติดตั้งอยู่บนเพลและที่ปลายเพลทั้งสองด้านจะถูกรองรับไว้ด้วยรองลื่น (Bearing) ถ้าเป็นพัดลมชนิดที่ทิศทางการไหลของอากาศไหลตามแนวรัศมี พัดลมของเครื่องปรับอากาศ จะมีเสื้อ (Casing) หุ้มอยู่ภายนอกอีกชั้นหนึ่งเพื่อบังคับให้ลมไหลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่ปลายเพลด้านใดด้านหนึ่งจะมีล้อสายพาน (Pulley) ยึดติดอยู่เพื่อรับการส่งกำลังการหมุนจากต้นกำลังที่อาจจะเป็น มอเตอร์ฯ มาทำให้พัดลมหมุน หรือติดตั้งต้นกำลังขับเคลื่อนที่ปลายเพลก็ได้ เนื่องจากว่าเพลเป็นส่วนที่มีใช้อยู่ในเครื่องจักรเกือบทุกชนิดดังนั้นจึงสมควรที่จะพิจารณาถึงการออกแบบเพล โดยเฉพาะ เพลอาจจะมีการเรียกแตกต่างกันไปตามลักษณะของการใช้งานดังต่อไปนี้

ก. เพล (Shaft) เป็นชิ้นส่วนหมุนและใช้ในการส่งกำลัง

ข. แกน (Axe) เป็นชิ้นส่วนลักษณะเดียวกันกับเพลแต่ไม่หมุน ส่วนมากเป็นตัวรับชิ้นส่วนที่หมุนเช่น ล้อ ล้อสายพาน เป็นต้น อย่างไรก็ตามทั้งเพลานิยมเรียกกันว่าเพลไม่ว่าชิ้นนั้นจะหมุนหรือไม่หรือไม่ก็ตาม

ค. สปินเดิล (Spindle) เป็นเพลขนาดเล็กที่ไม่หมุนเช่น เพลที่หัวแกนกลึง (Head stock) เป็นต้น

ง. สตั๊ปชาฟต์ (Stub Shaft) บางครั้งเรียกว่า (Headshaft) เป็นเพลที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องกับเครื่องยนต์ มอเตอร์ หรือเครื่องต้นกำลังอื่นๆ มีขนาดรูปร่าง และส่วนยื่นออกมาสำหรับใช้ต่อกับเพลอื่นๆ

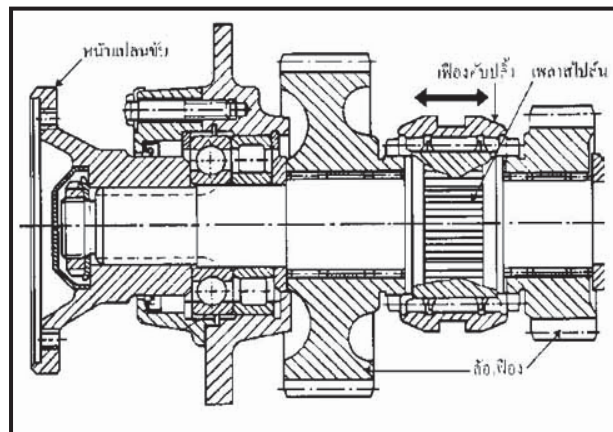
จ. เพลแนว หรือเพลาส่งกำลัง หรือเพลหลัก เป็นเพลที่ต่อเครื่องต้นกำลัง และใช้ในการส่งกำลังไปยังเครื่องจักรกลอื่นๆ โดยเฉพาะ

ฉ. แจ็คชาฟต์ หรือเคาน์เตอร์ชาฟต์ เป็นเพลาขนาดสั้นที่ต่อระหว่างเครื่องต้นกำลังกับเพลาเมนหรือเครื่องจักรกล

ซ. เพลาอ่อน เป็นเพลาที่สามารถอ่อนตัว หรือโค้งได้เพราะประเภนี้ทำด้วยลวดใหญ่ ลวดสปริงหรือลวดเกลียว ใช้ในการส่งกำลังในลักษณะที่แกนหมุนได้ แต่ส่งกำลังได้น้อย

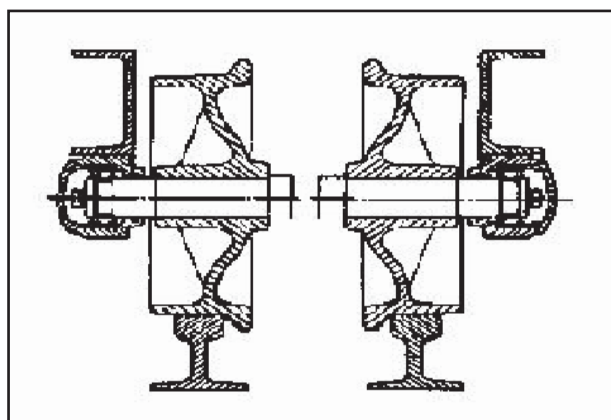
2.6.1 ชนิดของเพลา เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่หมุนได้ เพลาจะรับโมเมนต์บิดที่ถ่ายทอดมาจากกล่องเฟืองล้อสายพาน หรือคลัตช์ เพลาจึงสามารถรับภาระบิดและภาระตัด จึงมีการแบ่งเพลาออกเป็น 2 อย่าง คือ เพลาส่งกำลัง และเพลารองรับภาระ

2.6.1.1 เพลาส่งกำลัง (Transmission Shafts) เพลาชนิดนี้ใช้เฉพาะการบิดหรืออาจรับทั้งการบิดและการดัดผสมกันได้ การส่งกำลังจะถ่ายทอดผ่านเพลาโดยอาศัยแผ่นประกบต่อเพลา (Coupling) ผ่านเฟือง ผ่านล้อสายพาน (Pulley) ผ่านสายพาน จานโซ่ หรือโซ่เป็นต้นดังแสดงในภาพที่ 2-17



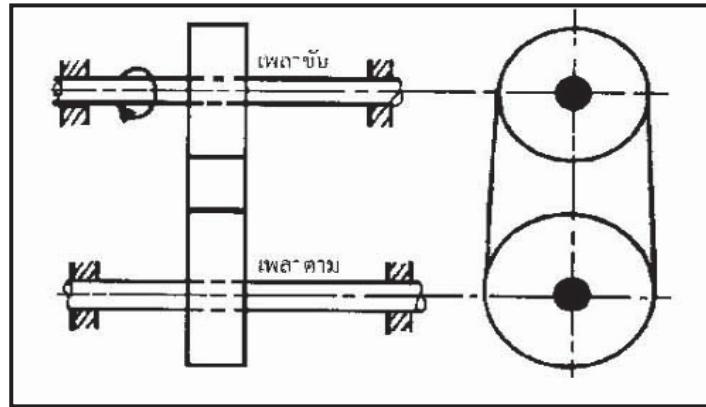
ภาพที่ 2-17 เพลาส่งกำลังและส่วนประกอบอื่นๆ

2.6.1.2 เพลารองรับภาระ เป็นเพลาชิ้นส่วนเครื่องจักรกลเช่นกัน ขณะใช้งานเพลาชนิดนี้อาจหมุนหรือไม่ก็ได้ แต่ที่สำคัญเพลาชนิดนี้ไม่ได้ส่งกำลังจะทำหน้าที่เป็นตัวรองรับชิ้นส่วนอื่นให้หมุน เช่น เพลา ลูกกรอกสายพาน เพลา ลูกกรอกสายพานเพลา ลูกล้อสลิงต่างๆ ซึ่งเป็นเพลาที่รับภาระน้ำหนักของอุปกรณ์อื่นที่กดทับทำให้สภาพการเสียหายของเพลาเกิดการดัดงอเป็นส่วนใหญ่ เช่น เพลา ล้อรถไฟเป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 2-18

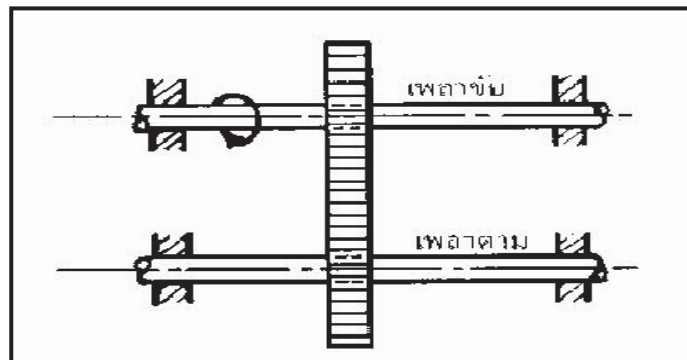


ภาพที่ 2-18 เพลารองรับภาระ

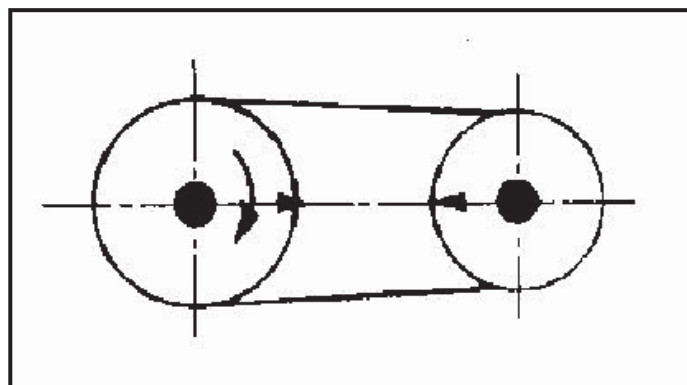
2.6.2 ลักษณะของเฟลาเฟลาที่ใช้งานเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ใช้กันทั่วไป จะมีลักษณะเป็นเฟลาผิวเรียบไม่มีปาดใดๆหรืออาจกลึงมาให้มีปาดเล็กน้อยเพื่อการประกอบกับชิ้นส่วนอื่นเช่น เฟลาล้อสายพาน เฟลาของล้อเฟือง เฟลาเฟืองโซ่ ดังแสดงในภาพที่ 2-19 ถึง ภาพที่ 2-21



ภาพที่ 2-19 เฟลาตันดัดล้อสายพาน

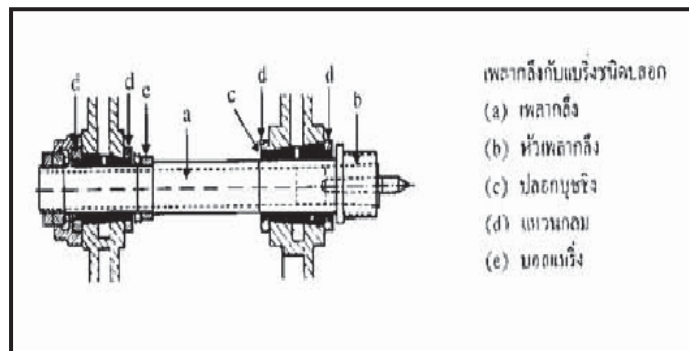


ภาพที่ 2-20 เฟลาตันดัดเฟืองโซ่(ก)

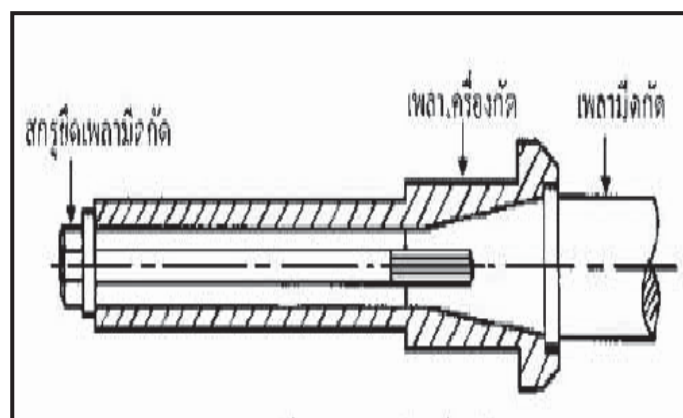


ภาพที่ 2-21 เฟลาตันดัดเฟืองโซ่(ข)

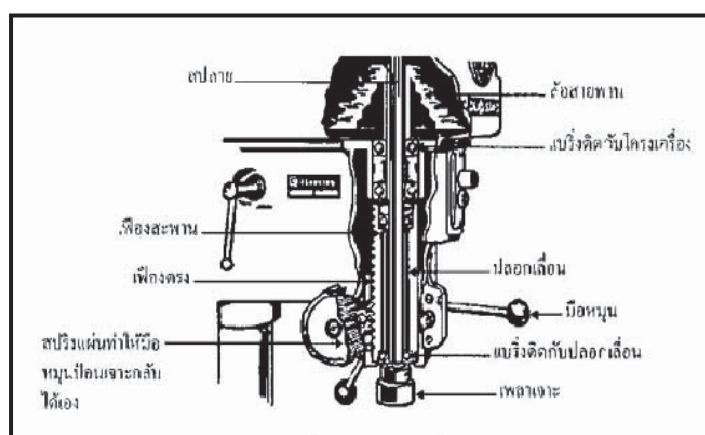
2.6.3 เพลากลวง เป็นเพลากที่ผู้ออกแบบได้ออกแบบมาเพื่อต้องการลดน้ำหนัก ซึ่งจะมีน้ำหนักเบาว่าเพลาดันประมาณ 25% ใช้เพลาคู่มือกวด เพลาคู่มือเจาะ ลักษณะของเพลามีผิวเรียบ และใช้ทำเพลาชับเพื่อง่ายรถยนต์ แต่ลักษณะเพลาชับเพื่อง่ายรถยนต์ผิวของเพลาก็จะไม่เรียบดังแสดงในภาพที่ 2-22 ถึง ภาพที่ 2-24



ภาพที่ 2-22 เพลาคู่มือเครื่องกวด



ภาพที่ 2-23 เพลาคู่มือเครื่องเจาะ



ภาพที่ 2-24 เพลาคู่มือเครื่องเจาะ

2.6.4 หน้าที่ใช้ทำงานของเพลาส่งกำลังชนิดนี้มีหน้าที่ส่งถ่ายกำลังจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งโดยผ่านชั้นส่วนอื่นต่างๆดังนี้ เช่น ส่งถ่ายกำลังมาจากเฟืองมาจากล้อสายพาน (Pulley) มาจากพุลเลย์มาจากคลัตช์ ซึ่งชั้นส่วนต่างๆ เหล่านี้ได้ต้นกำลังมาจากมอเตอร์ หรือเครื่องยนต์

2.6.5 วัสดุที่ใช้ทำเพลาทัวไป คือเหล็กกล้าละมุน (Mild Steel) แต่ถ้าต้องการให้มีความเหนียว และมีความทนทานต่อแรงกระตุกเป็นพิเศษมักจะใช้เหล็กกล้าผสมโลหะชนิดอื่นทำเพล่า เช่น AISI 1347 3140 4150 4340 เป็นต้น เพล่าที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่า 90 mm มักจะกลึงมาจากเหล็กกล้าคาร์บอนซึ่งผ่านการรีดร้อน อย่างไรก็ตามต้องการให้เพล่ามีราคาถูกที่สุด ผู้ออกแบบควรพยายามเลือกใช้เหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาก่อนที่จะเลือกใช้เหล็กกล้าชนิดอื่นๆ

2.6.6 ขนาดของเพล่าเพื่อให้เพล่ามีมาตรฐานเหมือนกัน องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดขนาดมาตรฐานของเพล่าซึ่งเป็นขนาดระบุ (Nominal Size) ใน ISO/R775-1969 เอาไว้สำหรับผู้ออกแบบจะเลือกใช้ทั้งนี้เพื่อสามารถซื้อทั่วไปได้ นอกจากนี้ยังเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดของแบริ่งที่ใช้รองรับเพล่าด้วยขนาดระบุของเพล่า ดังแสดงในตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 ขนาดระบุของเพลามาตรฐาน ISO/R 775-1969

ขนาดระบุของเพลามาตรฐาน ISO/R 775-1969					
ลำดับที่	ขนาดระบุ (มม.)	ลำดับที่	ขนาดระบุ (มม.)	ลำดับที่	ขนาดระบุ (มม.)
1	6	16	55	31	160
2	7	17	60	32	170
3	8	18	65	33	180
4	9	19	70	34	190
5	10	20	75	35	200
6	12	21	80	36	220
7	14	22	85	37	240
8	18	23	90	38	260
9	20	24	95	39	280
10	25	25	100	40	300
11	30	26	110	41	320

ตารางที่ 2-2 ขนาดระบุของเพลามาตรฐาน ISO/R 775-1969 (ต่อ)

ขนาดระบุของเพลามาตรฐาน ISO/R 775-1969					
ลำดับที่	ขนาดระบุ (มม.)	ลำดับที่	ขนาดระบุ (มม.)	ลำดับที่	ขนาดระบุ (มม.)
12	35	27	120	42	340
13	40	28	130	43	360
14	45	29	140	44	380
15	50	30	150	45	400

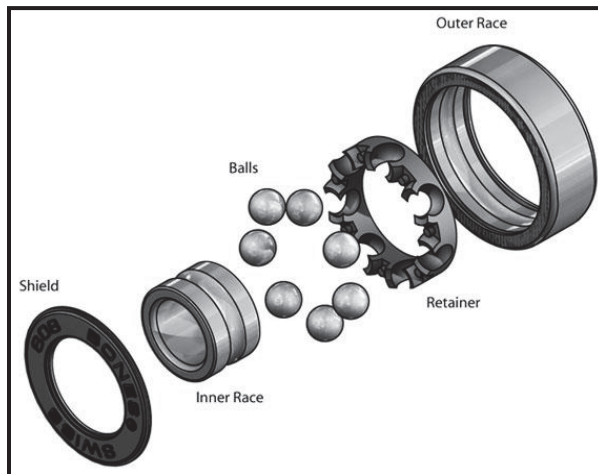
ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติของเหล็กกล้าตามมาตรฐานเยอรมัน (DIN)

Material	Elastics Modulus MN/m ²	Tensile Strength σ_u MN/m ²	Yield Strength σ_y MN/m ²	Shear Strength MN/m ²	Modulus Rigidity
St 37	210,000	370	240	140	80,000
St 42	210,000	420	250	160	80,000
St 50	210,000	500	300	200	80,000
St 52	210,000	520	320	200	80,000

2.7 ตลับลูกปืน

2.7.1 ชนิดของตลับลูกปืน

2.7.1.1 ตลับลูกปืนที่ใช้เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันตามรูปร่างของลูกปืนหรือลูกกลิ้งที่อยู่ภายใน โดยที่ทั่วไปลูกปืนหนึ่งตัวจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 2-25



ภาพที่ 2-25 ตลับลูกปืนและส่วนประกอบ

2.7.1.2 ตลับลูกปืนชนิดลูกกลิ้งกลมร่องลึกแถวเดียว (Grooved Ball Bearing) เป็นตลับที่มีลูกกลิ้งซึ่งภายในแบบแถวเดียวหรือสองแถวก็ได้แล้วแต่การใช้งาน ตลับลูกปืนชนิดนี้เหมาะสำหรับภาระปานกลางตามแนวรัศมี และรับภาระต่ำตามแนวแกน และสำหรับความเร็วรอบสูง ตลับลูกปืนนี้มีลักษณะรูปร่าง ดังแสดงในภาพที่ 2-26



ภาพที่ 2-26 ตลับลูกปืนชนิดกลม

2.7.1.3 ตลับลูกปืนตึกตา (Bearing Units) ตลับลูกปืนตึกตาประกอบด้วย ตลับลูกปืนเม็ดกลมรับแรงในแนวรัศมี ซีลกันฝุ่นและตัวเสื้อที่มีทั้งชนิดเหล็กหล่อคุณภาพสูง (High-Grade Cast Iron) และชนิดเหล็กแผ่นปั๊มขึ้นรูป (Press Steel) สำหรับโครงสร้างและลักษณะรูปร่างนั้น มีมากมายหลายชนิดสามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม ผิวด้านนอกของตลับลูกปืน และผิวด้านในของตัวเสื้อตึกตาออกแบบให้มีลักษณะโค้งมน เพื่อให้ตลับลูกปืนภายในสามารถปรับแนวในการรับ ภาระได้อุปกรณ์กันฝุ่นที่ติดตั้งอยู่กับตลับปืนประกอบด้วยแผ่นซีล 2 ชั้น ชั้นในเป็นยางสังเคราะห์เสริมด้วยแผ่นเหล็ก (Synthetic Rubber Seal) ชั้นนอกเป็นฝาเหล็ก (Slinger) ดังแสดงในภาพที่ 2-27



ภาพที่ 2-27 ตลับลูกปืนตึกตา

2.7.2 วัสดุที่ใช้ทำตลับลูกปืน

ตลับลูกปืนที่ใช้เป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลทำจากวัสดุที่มีคุณภาพสูงเพื่อให้สามารถใช้งานได้ดีและคงทนถาวรได้ยาวนาน ดังนั้นวัสดุที่ใช้ทำตลับลูกปืน ได้แก่ รางและลูกกลิ้งของตลับลูกปืนส่วนมากจะทำด้วยเหล็กที่มีคาร์บอนสูง ผสมกับโครเมียม จากนั้นใช้กรรมวิธีทางความร้อนช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับวัสดุเพื่อเพิ่มอายุการใช้งาน และทนต่อการสึกหรอได้ดี

2.7.3 การใช้งานของตลับลูกปืน

ตลับลูกปืนแต่ละชนิดมีความสามารถในการใช้การใช้งานแตกต่างกัน เช่นความสามารถในการรับภาระโหลดในแนวรัศมี ความสามารถในการด้านความเร็ว ความสามารถในการด้านความถี่ความสามารถในการสั่นสะเทือนและส่งผลดัง ดังรายละเอียด

2.7.3.1 การรับภาระโหลดในแนวรัศมี ตลับลูกปืนที่ใช้กับเครื่องจักรกลรัศมีที่มีมุมสัมผัสระหว่างลูกกลิ้งและรางสามารถรับภาระโหลดในแนวแกนได้บ้างเช่นกัน สำหรับแบบรางลึกและแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกเรียวที่มีมุมสัมผัสมากสามารถรับภาระโหลดในแนวแกนได้บ้าง ส่วนแบบที่สามารถปรับตัวเองได้นั้น ลูกกลิ้งกลมหรือทรงกระบอกกลม สามารถจัดตำแหน่งของตัวเองตามการโก่งตัวของเพลลาแต่ชนิดนี้สามารถรับภาระโหลดในแนวแกนได้น้อยกว่าแบบที่กล่าวมาแล้ว

2.7.3.2 ด้านความเร็ว ตลับลูกปืนมีขีดจำกัดทางด้านความเร็ว คือ ตัวเลขที่ได้จากผลคูณระหว่างความโตของเพลากับความเร็ว และชนิดของตลับลูกปืน แต่ส่วนมากตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งกลมที่รางลึกหรือสัมผัสได้นั้น ลูกกลิ้งกลมหรือทรงกระบอกกลม สามารถจัดตำแหน่งของตัวเองตามการโก่งตัวของเพลลาแต่ชนิดนี้สามารถรับภาระโหลดในแนวแกนได้น้อยกว่าแบบที่กล่าวมาแล้ว

2.7.3.3 ด้านความถี่ คลลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งหรือลูกกลิ้งทรงกระบอกกลมจะมีค่าความถี่จะเป็นแฟคเตอร์ที่สำคัญที่ต้องพิจารณาในขณะออกแบบ

2.7.3.4 การสั่นสะเทือนและการส่งผลดัง องค์ประกอบที่สำคัญของตลับลูกปืน คือ ความกลมของลูกกลิ้ง ความบริสุทธิ์ของน้ำมันหล่อลื่น และตัวประกอบอื่นๆ ที่รองลงมา เช่น ความถูกต้องในการประกอบ ความละเอียดในการผลิต

2.7.4 การพิจารณาใช้แปรง

2.7.4.1 ขนาด ทิศทาง และชนิดของภาระที่มากกระทำต่อแปรง

ก. ทิศทางของแรง

ข. แรงในการรับ (แปรงทั้งหมดสามารถรับแรงในแนวรัศมีได้ ยกเว้นแปรงบางรุ่น)

ค. แรงในแนวแกน (เหมาะกับแปรงที่รุ่นที่สามารถรับแรงในแนวแกนได้เป็นอย่างดี)

ง. แรงรวม (ซึ่งจะประกอบด้วยแรงในแนวทั้งสองทิศทาง)

จ. แรงตัด (แรงที่กระทำกับแนวเยื้องต่อแนวแปรงจะทำให้เกิดแรงบิดที่แปรง)

2.7.4.2 ความเร็ว จะมีผลต่อความร้อนที่เกิดขึ้นกับแปรง ซึ่งจะมีความสัมพันธ์ต่อสารหล่อลื่น และวัสดุที่ใช้ทำ

2.7.4.3 อายุการใช้งานของตลับแปรงที่ต้องการ คือจำนวนรอบ ซึ่งแปรงจะหมุนก่อนเกิดการเสียหาย เนื่องจากเกิดความล้าขึ้นที่วงแหวน หรือลูกกลิ้ง

2.7.4.4 อุณหภูมิภายนอกและผลต่างของอุณหภูมิ ซึ่งจะมีผลทำให้แปรงเกิดความร้อนที่สูงได้

2.7.4.5 ความเที่ยงตรงของแปรงที่ต้องการ สำหรับงานที่ต้องการความละเอียดในการใช้งานที่มีความเร็วสูง เช่น งานที่เกี่ยวข้องกับงานกลึง

2.7.4.6 ระดับความดังของเสียงที่เกิดขึ้น ซึ่งในงานบางอย่างต้องการสมาธิในการทำงาน

2.7.4.7 การยึดของแปรงและการประกอบของชิ้นส่วนเครื่องจักรกล แปรงที่สามารถแยกส่วนได้ จะทำให้สามารถติดตั้งและถอดออกได้ง่าย

2.7.4.8 ความแข็งแรง ความแข็งแรงบอถึงขนาดการยุบตัวของแปรงขณะรับแรง

2.7.4.9 พิกัดช่องว่างสำหรับแปรง สำหรับใช้ในการติดตั้งโดยทั่วไปจะกำหนดขนาดรูของ แปรงเป็นมิติหลักในการใช้งาน ส่วนกรณีที่ช่องว่างจำกัดหรือมีพื้นที่น้อย และความสูงที่น้อยควรเลือกใช้แปรงในการใช้งานเพราะสามารถรับแรงในแนวแกนและแรงในแนวรัศมี

โดยได้มีวิธีการเลือกแปรงและชนิดลูกปืน ตามมาตรฐาน DIN 625 ดังแสดงในตารางที่ 2-4 และ ตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-4 ตัวอย่างขนาดของตลับลูกปืนชนิดลูกกลิ้งกลม ตาม DIN 625

เบอร์ (No.)	ขนาดโตนอก (D)	ขนาดรูใน (d)	ความหนา (B)	รัศมีขอบมุม (R)
6206	62	30	16	1.5
6207	72	35	17	2
6208	80	40	18	2
6209	85	45	19	2
6210	90	50	20	2
6250	52	25	15	1.5

ตารางที่ 2-5 การเลือกแปรงที่เหมาะสม

แปรง ที่เหมาะสมกับ งาน	แปรงเม็ดกลมร่องลึก		แปรงเม็ด กลมปรับ แนวได้	แปรงเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุม		แปรงกันรุน ทิศทางเดียว
	แถวเดียว	สองแถว		แถวเดียว	สองแถว	
แรงในแนวรัศมี	--	++	+++	++	++	+++
แรงในแนวแกน	+	--	--	++	+++	+
	สองทิศทาง			ทิศทางเดียว	สองทิศทาง	
รับแรงทั้งสอง ลักษณะ	--	--	--	+++	++	+++
แรงในเม้นต์บิด	--	--	+	--	o	--
ความเร็วสูง	+	+++	+++	+	+	+
ความแม่นยำ	+	++	+++	++	+	+
ความแข็งแรง	+	++	+++	++	+++	++
ทำงานเงียบ	o	++	++	+	+	+
ความเสียดทานต่ำ	+	++	++	+	+	+
สามารถยอมรับ การเยื้องแนว ในขณะทำงาน	--	o	--	o	o	+++
สามารถยอมรับ การความ ผิดพลาดในการตั้ง ศูนย์	--	o	--	o	o	++
ชุดแปรงกำหนด ตำแหน่ง	+	--	--	++	+++	++
ชุดแปรงที่ไม่ กำหนดตำแหน่ง	--	+++	+++	--	+	+
การเคลื่อนที่ใน แนวแกนขงแป รง	--	+++	+++	--	--	--

หมายเหตุ : + พอใช้ ++ ดี +++ ดีเยี่ยม o ไม่ดี -- ไม่เหมาะ

2.8 ทฤษฎีเกี่ยวกับความเค้น

ความเค้นคือ แรงที่กระทำหารด้วยพื้นที่หน้าตัดที่รับแรงนั้น ความเค้นแบ่งออกได้ดังนี้
ความเค้นดึง (Tensile Stress)

$$\sigma_t = \frac{F}{A} \quad \dots\dots\dots(2.13)$$

ความเค้นกด (Compressive Stress)

$$\sigma_c = \frac{F}{A} \quad \dots\dots\dots(2.14)$$

ความเค้นเฉือน (Shear Stress)

$$\tau = \frac{F}{A} \quad \dots\dots\dots(2.15)$$

ในที่นี้ F แรงที่กระทำ มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

2.8.1 ความเค้นเฉือนเนื่องจากการบิด

ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล เช่น เฟลาจะอยู่ภายใต้การบิดเนื่องจากการถ่ายทอดทอร์ก (Torque) ความเค้นเฉือนจะเกิดขึ้นที่เนื้อวัสดุ ความเค้นเฉือนจะเกิดขึ้นมากที่สุดที่ผิวด้านนอก สูตรคำนวณมีดังนี้

$$\tau = \frac{Tc}{J} \quad \dots\dots\dots(2.16)$$

เมื่อ τ ความเค้นเฉือน

T = ทอร์ก

C = ระยะจากแกนสะเทินไปยังจุดพิจารณา

J = โมเมนต์ความเฉื่อยเชิงขั้วของพื้นที่หน้าตัด

ในกรณีที่เฟลาทรงกระบอกรัศมี r ความเค้นเฉือนสูงสุดจะเกิดขึ้นที่ผิวด้านนอกของเฟลาจากสูตร

$$\tau = \frac{Tr}{J} \quad \dots\dots\dots(2.17)$$

เฟลาทรงกระบอกเมื่อถูกกระทำด้วยทอร์ก มุมบิดของเฟลาคำนวณได้จากสูตร

$$\theta = \frac{TL}{GJ} \quad \dots\dots\dots(2.18)$$

เมื่อ θ = มุมบิด มีหน่วยเป็นเรเดียน (rad) (1 เรเดียน = 57.3 องศา)

G = โมดูลัสเฉือน

L = ความยาวของเฟลา

2.8.2 การถ่ายทอดกำลัง คือ กำลังที่ถ่ายทอดผ่านเฟลาสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$P = 2\pi nT \quad \dots\dots\dots(2.19)$$

เมื่อ P = กำลัง (Watt)

n = อัตราความเร็ว (rpm)

$$T = \text{ทอร์ค (N-m)}$$

$$\text{หรือ } P = \frac{TN}{9.55} \quad \dots\dots\dots(2.20)$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } P &= \text{กำลัง (Watt)} \\ n &= \text{อัตราเร็วรอบ (rpm)} \\ T &= \text{ทอร์ค (N-m)} \end{aligned}$$

สำหรับหน่วยอังกฤษใช้สูตร

$$P = \frac{TN}{63,000} \quad \dots\dots\dots(2.21)$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } P &= \text{กำลังแรงม้า (Hp)} \\ T &= \text{ทอร์ค (lb-in)} \\ N &= \text{อัตราเร็วรอบ (rpm)} \end{aligned}$$

2.9 สวิตช์ปุ่มกด (Push Button Switch)

อุปกรณ์ที่มีหน้าสัมผัสอยู่ภายในการเปิดปิดหน้าสัมผัส ได้โดย ใช้มือกดใช้ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ สวิตช์ปุ่มกดที่ใช้ในการเริ่มเดิน (Start) เรียกว่าสวิตช์ปกติเปิด (Normally Open) หรือที่เรียกว่าเอ็น โอ (N.O.) สวิตช์ปุ่มกดหยุดการทำงาน (Stop) เรียกว่าสวิตช์ปกติปิด (Normally Close) หรือที่เรียกว่าเอ็น ซี

2.9.1 โครงสร้างภายนอกของสวิตช์ปุ่มกด

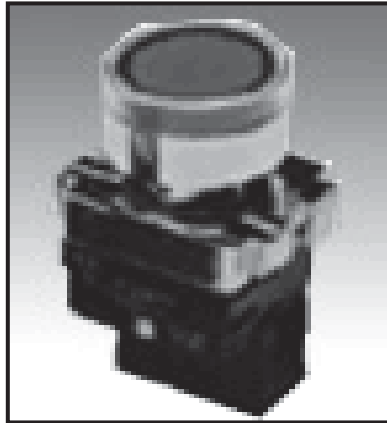
- ก. ปุ่มกด ทำด้วยพลาสติก อาจเป็นสี เขียวแดงหรือเหลืองขึ้นอยู่กับ การนำไปใช้งาน
- ข. แหวนล็อก
- ค. ยางรอง
- ง. ชุดกลไกหน้าสัมผัส

2.9.2 สรุปการทำงานของสวิตช์ปุ่มกด

ใช้นิ้วกดที่ปุ่มกดทำให้มีแรงดันหน้าสัมผัสให้เคลื่อนที่หน้าสัมผัสที่ปิดจะเปิดส่วนหน้า สัมผัสที่เปิดจะปิด เมื่อปล่อยนิ้วออกหน้าสัมผัส จะกลับสภาพเดิม ด้วยแรงสปริงการนำไปใช้งานใช้ในการควบคุมการเริ่มเดิน และหยุดหมุนมอเตอร์

2.9.3 ชนิดของสวิตช์ปุ่มกด สวิตช์ปุ่มกดที่นิยมใช้มีอยู่ด้วยกันหลายชนิดเช่น

2.9.3.1 สวิตช์ปุ่มกดแบบธรรมดา ใช้ในงานเริ่มเดิน (Start) และหยุดหมุน (Stop) สวิตช์สีเขียวใช้ในการสตาร์ท หน้าสัมผัส เป็นชนิดปกติเปิด (Normally Open) สวิตช์สีแดงใช้ในการหยุดการทำงานหน้าสัมผัส เป็นชนิดปกติปิด (Normally Close) ดังแสดงในภาพที่ 2-28



ภาพที่ 2-28 สวิตช์ปุ่มกดแบบธรรมดา

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินงานโครงการสร้างเครื่องปั่นใบสับประดัม ในส่วนต่างๆ ของเครื่องโดยนำเอาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ และคำนวณ มาประยุกต์ใช้ในการ สร้างเครื่องเครื่องปั่นใบสับประดัม ซึ่งขั้นตอนต่างๆในกระบวนการทำนี้มีความสำคัญในการทำงาน เพื่อช่วยในการดำเนินงาน

3.2 ขั้นตอนการศึกษาโครงการ

กำหนดหัวข้อโครงการเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา หัวหน้าแผนก และเสนอสอบหัวข้อต่อคณะกรรมการกลางของคณะ วิศวกรรมศาสตร์ เพื่ออนุมัติโครงการต่อไป

ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเอกสารทางวิชาการและภาคินพนธ์ที่เกี่ยวข้อง โดยนำข้อมูลที่ได้มารวบรวมเขียนโครงการ

3.3 การสร้างเครื่อง

ในการออกแบบและเตรียมการเพื่อสร้างเครื่องปั่นใบสับประดัม ได้คำนึงถึงผู้ใช้งานเป็นหลักคือคำนึงถึงหลักความปลอดภัยในการใช้งาน การหาวัสดุมาทดแทนตอนเสียหาย คือ เมื่อเกิดการชำรุดขึ้นกับตัวเครื่องสามารถหาอะไหล่ที่มีอยู่ทั่วไปในท้องถิ่นได้ ตลอดจนถึงค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องก็มีราคาพอเหมาะสมสามารถจัดสร้างได้

โดยในการสร้างเครื่องปั่นใบสับประดัม ทางคณะผู้จัดทำ ได้ข้อสรุปแนวคิดดังนี้

3.3.1 เป็นเครื่องที่มีขนาดที่เหมาะสม

3.3.2 เครื่องจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ โครงสร้างเครื่องปั่นใบสับประดัม

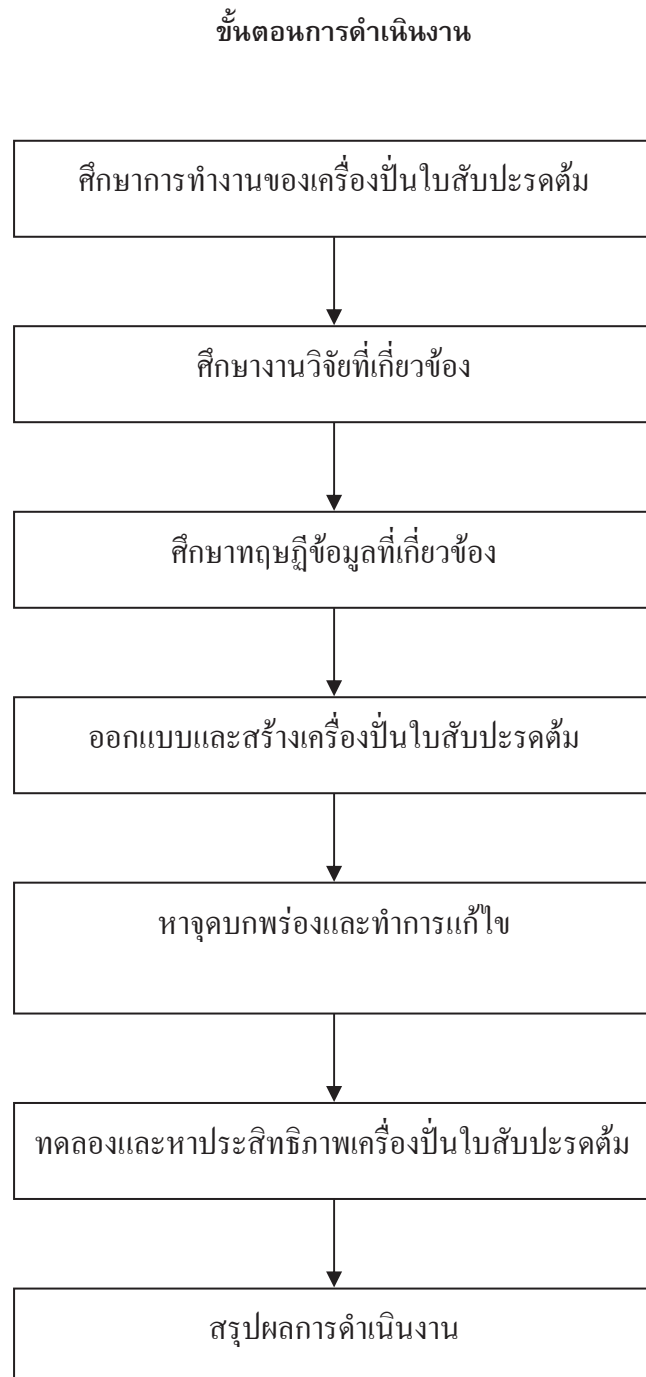
3.3.3 เป็นเครื่องที่ใช้งานได้ง่าย ไม่ซับซ้อน และปลอดภัยในการใช้งาน

3.3.4 เครื่องใช้การบำรุงรักษาที่ไม่ยุ่งยาก



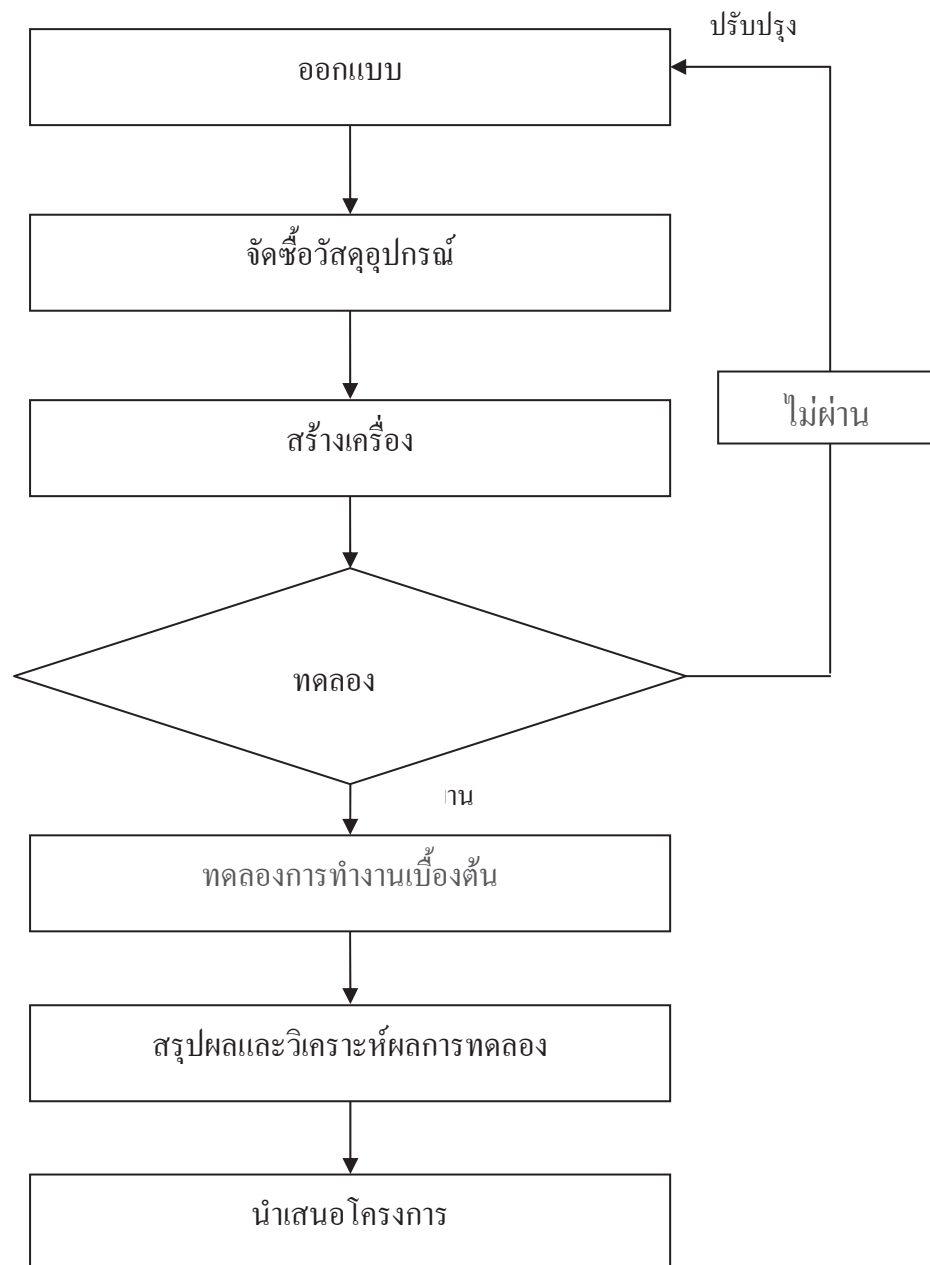
ภาพที่ 3-1 เครื่องปั่นโบสลับประดตัม

3.4 Flow Chart ขั้นตอนการดำเนินงาน



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.5 Flow Chart การสร้างเครื่อง



ภาพที่ 3-3 Flow Chart การสร้างเครื่อง

3.6 รายละเอียดข้อมูลของโครงงาน ดังแสดงในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แสดงรายละเอียดข้อมูลของเครื่องปั่นใบสับประดัม

การเปรียบเทียบความจำเป็นในการทำโครงงาน		ความจำเป็น	
สิ่งที่ควรคำนึง	คุณลักษณะ	สิ่งที่ต้องมี	สิ่งที่ควรมี
1. หน้าที่	ปั่นใบสับประดัม	/	
2. ความสามารถ	สามารถปั่นใบสับประดัม	/	
3. คุณสมบัติของเครื่อง	มีขนาดของเครื่องที่เหมาะสม		/
	การใช้งานไม่ยุ่งยาก	/	
	การบำรุงรักษาทำได้ง่าย	/	
	มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน	/	
	มีความสะอาด	/	
4. ต้นกำลัง	ใช้มอเตอร์ 1 เฟส 220 โวลต์	/	
5. รูปร่างของเครื่อง	มีขนาดความ กว้าง x ความยาว x ความสูง ประมาณ 61 x 110 x 110 เซนติเมตร		/

3.7 การดำเนินการสร้างเครื่อง

การดำเนินการสร้างได้ดำเนินการสร้างตามแผนการเตรียมและออกแบบ เนื่องจากส่วนประกอบได้แยกเป็นกลุ่มแล้ว ในการประกอบเข้าด้วยกันบางชิ้นต้องร่วมศูนย์ และบางชิ้นต้องยึดชิ้นส่วนมาตรฐานเป็นหลัก ดังนั้นขั้นตอนการสร้างจึงต้องแยกรายการออกมาเป็นชุด และบางชิ้นส่วนต้องแยกไปสร้างโดยกระบวนการเฉพาะ การดำเนินการสร้างมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1) โครงสร้างเครื่อง
- 2) ถังปั่นใบสับประดัม
- 3) ชุดใบเลื่อย
- 4) ชุดประกอบเพลาด้านในถัง
- 5) ชุดประกอบเพลาด้านนอกถัง

3.7.1 โครงสร้างเครื่อง

ในการสร้างโครงเครื่องเพื่อประกอบและจับยึดกับชุดการทำงานอื่นๆ ของเครื่องปั่นใบสับประดัม โดยในสร้างโครงเครื่องใช้เหล็กกล่องขนาด 20 x 20 x 23 มิลลิเมตร ตัดตามแบบแล้วนำมาประกอบเพื่อให้เกิดเป็นโครงของเครื่องซึ่งมีขนาดยาว 500 มิลลิเมตร สูง 600 มิลลิเมตร ในส่วนของฐานที่ใช้เพื่อจับยึดกับตัวถังด้านบนมีขนาด Ø 300 มิลลิเมตร และ 610 x 1100 มิลลิเมตร ดังแสดงภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 โครงสร้างเครื่อง

3.7.2 ถังปั่นใบสับปะรด

ตัวถังปั่นใบสับปะรดทำจากสแตนเลส มีขนาด $\varnothing$ 300 มิลลิเมตร และ 610 x 1100 มิลลิเมตร โดยตัวถังมีความสูง 500 มิลลิเมตร ดังแสดงภาพที่ 3-5



ภาพที่ 3-5 ถังปั่นใบสับปะรด

3.7.3 ชุดใบเลื่อย

3.7.3.1 เพลา ขนาด 480 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงนอก 24.5 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใน 30 มิลลิเมตร เซาะร่องทั้งสองด้านของเพลา ลึก 3 มิลลิเมตร ขนาดความกว้าง 5 มิลลิเมตร ยาว 30 มิลลิเมตร ดังแสดงภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3-6 เพลา

3.7.3.2 ใบเลื่อยวงเดือนขนาด $\varnothing 8$ นิ้ว หรือ (203.2) x 30 มิลลิเมตร มี 40 ฟันเลื่อยจำนวน 16ใบ
ดังแสดงภาพที่ 3-7



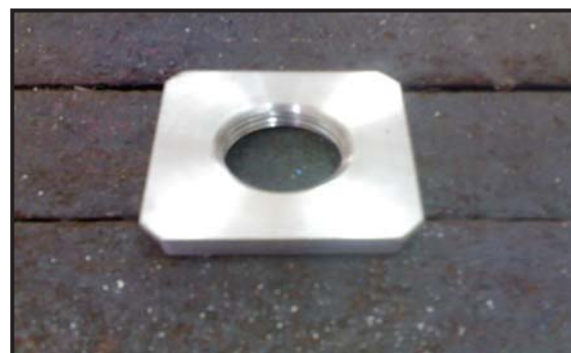
ภาพที่ 3-7 ใบเลื่อยวงเดือน

3.7.3.3 แหวนชั้นใบเลื่อย ทำจากอลูมิเนียม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงนอก 76.2 มิลลิเมตร
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใน 30 มิลลิเมตร ดังแสดงภาพที่ 3-8



ภาพที่ 3-8 แหวนชั้นใบเลื่อย

3.7.3.4 แหวนล็อกใบเลื่อย ทำจากเหล็ก ขนาด 55 x 55 มิลลิเมตร หนา เส้นผ่านศูนย์กลางรู 10
มิลลิเมตร ดังแสดงภาพที่ 3-9



ภาพที่ 3-9 แหวนล็อกใบเลื่อย

3.7.4 ชุดประกอบเพลาด้านในถึง

มีส่วนประกอบสำคัญอยู่ 4 ส่วนซึ่งสามารถถอดประกอบได้ดังนี้

3.7.4.1 ส่วนบนของชุดประกอบเพล่า ทำด้วยสแตนเลสกล่องขนาด 25 x 25 มิลลิเมตร ยาว 100 มิลลิเมตร และแผ่นสแตนเลสขนาดกว้าง 40 มิลลิเมตร ยาว 45 มิลลิเมตรหนา 2 มิลลิเมตร และขนาดกว้าง 70 มิลลิเมตร ยาว 160 มิลลิเมตรหนา 2 มิลลิเมตร ดังแสดงภาพที่ 3-10



ภาพที่ 3-10 ส่วนบนของชุดประกอบเพล่า

3.7.4.2 ส่วนกลางของชุดประกอบเพล่า ทำด้วยสแตนเลสกล่องขนาด 25 x 25 มิลลิเมตร ยาว 250 มิลลิเมตร ขนาด 9 x 9 มิลลิเมตร ยาว 200 มิลลิเมตร และแผ่นสแตนเลสขนาดกว้าง 70 มิลลิเมตร ยาว 200 มิลลิเมตรหนา 2 มิลลิเมตร ดังแสดงภาพที่ 3-11



ภาพที่ 3-11 ส่วนกลางของชุดประกอบเพล่า

3.7.4.3 ส่วนล่างของชุดประกอบเพล่า จะยึดติดไว้กับตัวถังเพื่อให้เป็นฐานของชุดประกอบเพล่า ทำด้วยสแตนเลสกล่องขนาด 25 x 25 มิลลิเมตร ยาว 80 มิลลิเมตร และแผ่นสแตนเลส ขนาดกว้าง 70 มิลลิเมตร ยาว 200 มิลลิเมตรหนา 2 มิลลิเมตร ดังแสดงภาพที่ 3-12



ภาพที่ 3-12 ส่วนล่างของชุดประกอบเพลา

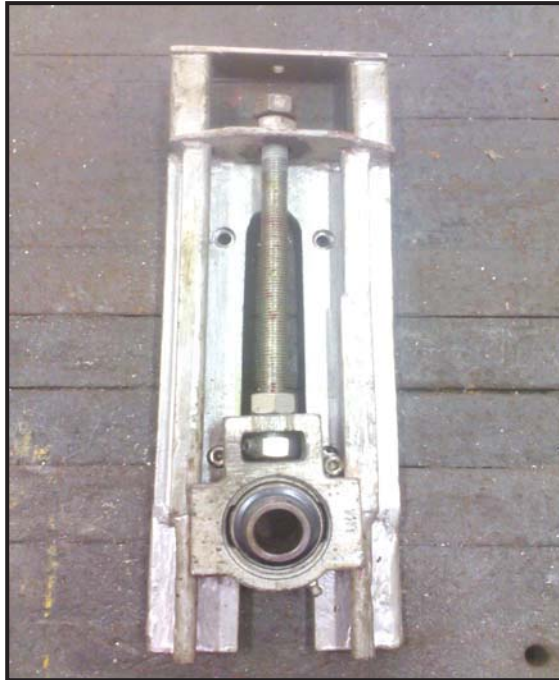
3.7.4.4 ตัวประกอบเพลา ทำด้วยเหล็กขนาดกว้าง 30 มิลลิเมตร ยาว 100 มิลลิเมตร สูง 100 มิลลิเมตร ด้านข้างทั้งสองด้านเจาะรูลึก 5 มิลลิเมตร ขนาดกว้าง 10 มิลลิเมตร ยาว 100 มิลลิเมตร รูรับเพลา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร ดังแสดงภาพที่ 3-13



ภาพที่ 3-13 ตัวประกอบเพลา

3.7.5 ชุดประกอบเพลาด้านนอกถัง

3.7.5.1 ทำด้วยเหล็กกล่องขนาด 25 x 25 มิลลิเมตร ยาว 50 มิลลิเมตร และ 9 x 9 มิลลิเมตร ยาว 50 มิลลิเมตร และแผ่นเหล็ก ขนาดกว้าง 40 มิลลิเมตร ยาว 300 มิลลิเมตรหนา 6 มิลลิเมตร ดังแสดงภาพที่ 3-14



ภาพที่ 3-14 ชุดประกอบเพลาด้านนอกถึง

3.7.5.2 ตัวประกอบเพล่า ทำด้วยเหล็กขนาดกว้าง 30 มิลลิเมตร ยาว 100 มิลลิเมตร สูง 100 มิลลิเมตร ด้านข้างทั้งสองด้านเจาะรูสลัก 5 มิลลิเมตร ขนาดกว้าง 10 มิลลิเมตร ยาว 100 มิลลิเมตร รูรับเพล่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร ดังแสดงภาพที่ 3-15



ภาพที่ 3-15 ตัวประกอบเพลาด้านนอกถึง

3.8 ปรับแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาและการดำเนินการทดลอง
บันทึกผลการปฏิบัติงานและผลที่ได้รับ

3.9 ทดลองและหาประสิทธิภาพ

ทดลองใช้จริงแล้วบันทึกผลการปฏิบัติงานจนได้ผลลัพธ์ตามที่พอใจของจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

บทที่ 4

วิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

4.1 บทนำ

ขั้นตอนการทดลองและวิเคราะห์นี้เป็นการทดลองเพื่อหาความสามารถและประสิทธิภาพทำงานเครื่องปั่นใบสับปะรดตามพื้นฐานของกระบวนการผลิตด้านวิศวกรรม ว่าเป็นไปตามขอบเขตและวัตถุประสงค์ของโครงการหรือไม่ ดังนั้น เมื่อดำเนินการสร้างเสร็จแล้วต้องมีการทดลองการทำงานก่อนการใช้งานจริงซึ่งรายละเอียดและผลของการทดลองแสดงดังหัวข้อต่อไปนี้

4.2 ขั้นตอนการเตรียมเครื่องก่อนใช้งาน

4.2.1 ตรวจสอบระบบควบคุมและระบบส่งกำลัง

- 1) ตรวจสอบความสมบูรณ์ของปลั๊กไฟ
- 2) ตรวจสอบการทำงานของชุดมอเตอร์
- 3) ตรวจสอบฟิวส์ส่งกำลังขับเคลื่อนใบเลื่อย

4.2.2 ตรวจสอบสภาพเครื่องให้อยู่ในสภาวะพร้อมใช้งาน

- 1) ตรวจสอบชุดใบเลื่อยว่าอยู่ในสภาวะพร้อมใช้งานหรือไม่
- 2) ตรวจสอบฝาครอบฟิวส์ว่าชำรุดหรือไม่
- 3) ตรวจสอบฝาครอบชุดใบเลื่อยว่าชำรุดหรือไม่

4.3 การเตรียมใบสับปะรด

ใบสับปะรดที่ใช้ทดสอบ ต้องล้างด้วยน้ำสะอาดแล้วนำไปชั่งเพื่อใช้ทดสอบครั้งละ 20 กิโลกรัม และนำไปต้มในน้ำ 18 ลิตร(มวลของน้ำเท่ากับ 1 ดังนั้น 18 ลิตร = 18 กิโลกรัม) ผสมกับโซดาไฟ 0.8ลิตร ใช้เวลาในการต้ม 1 ชั่วโมง 30 นาที

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองความเร็วรอบ เพื่อหาขนาดฟิวส์ที่เหมาะสม

ความเร็วรอบ	ขนาดฟิวส์	ใบสับปะรด(ก่อนการต้ม) กิโลกรัม	เวลานับที่เส้นใยเหมาะสม(นาที)	เส้นใยสับปะรด กิโลกรัม
300	Ø 20	20	15	11.3
500	Ø 12	20	7	10.6
700	Ø 8	20	5	8

สรุปจากตาราง ได้เลือกใช้ฟิวส์ขนาด Ø 12 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 500 รอบต่อนาที เพราะใช้เวลาในการปั่นใบสับปะรด 7 นาที เพื่อได้เส้นใยที่เหมาะสม และได้เส้นใย 10.6 กิโลกรัม

4.4 ขั้นตอนการทดสอบ

- 4.4.1 เตรียมใบสับปะรดที่ต้มแล้ว
- 4.4.2 เปิดสวิตช์ให้เครื่องทำงาน
- 4.4.3 ใส่ใบสับปะรดเข้าไปในเครื่องเพื่อทำการปั่น
- 4.4.4 ทำการจับเวลา
- 4.4.5 บันทึกผลการทดสอบ

4.5 ผลการทดลอง

ผลการทดลองครั้งที่ 1

ในการทดลองเครื่องปั่นใบสับปะรดต้ม ทางคณะผู้จัดทำโครงการได้ทำการทดสอบ การปั่นใบสับปะรดต้ม เพื่อหาเวลาที่ใช้ในการปั่นที่เหมาะสม และปริมาณน้ำที่ใช้ในการปั่น เพื่อให้ได้เส้นใยที่ดีกว่าเส้นใยแบบเดิม โดยจะทำการทดสอบจำนวน 15 ครั้ง จากนั้นบันทึกค่าลงในตาราง

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองเครื่องปั่นใบสับปะรดต้ม ที่ขนาดพู่เล่ย์ Ø 12 นิ้ว

ครั้งที่	เวลาการปั่น (นาที)	ปริมาณน้ำ (ลิตร)	ลักษณะของเส้นใย	หมายเหตุ
1	1	15	ไม่ละเอียด	ส่วนโคนของใบ
2	1.30	15	ไม่ละเอียด	ส่วนโคนของใบ
3	2	14	ไม่ละเอียด	ส่วนโคนของใบ
4	2.30	14	ไม่ละเอียด	ส่วนโคนของใบ
5	3	13	ไม่ค่อยละเอียด	มีเศษโคนของใบเหลือ
6	3.30	13	ไม่ค่อยละเอียด	มีเศษโคนของใบเหลือ
7	4	12	ละเอียด	มีเศษโคนของใบเหลือ
8	4.30	12	ละเอียด	มีเศษโคนของใบเหลือ
9	5	12	ละเอียด	เนื้อเส้นใยเหมาะสม
10	5.30	12	ละเอียด	เนื้อเส้นใยเหมาะสม
11	6	12	ละเอียด	เนื้อเส้นใยเหมาะสม
12	6.30	12	ละเอียดมาก	เนื้อเส้นใยไม่เกาะติดแบบ
13	7	12	ละเอียดมาก	เนื้อเส้นใยไม่เกาะติดแบบ
14	7.30	12	ละเอียดมาก	เนื้อเส้นใยไม่เกาะติดแบบ
15	8	12	ละเอียดมาก	เนื้อเส้นใยไม่เกาะติดแบบ

จากตารางสรุปได้คือ ผลทดลองช่วงเวลาที่ใช้ในการปั่นที่เหมาะสมนั้น อยู่ที่ 5 นาที ถึง 6 นาที และปริมาณน้ำที่ใช้ในการปั่นจะอยู่ที่ 12 ลิตร



ภาพที่ 4-1 ส่วนโคนของใบสับปะรด

ผลการทดลองครั้งที่ 2

หลังจากทราบช่วงเวลาที่ใช้ในการปั่นที่เหมาะสมแล้ว อยู่ที่ 5 นาที ถึง 6 นาที และ ปริมาณน้ำที่ใช้ในการปั่นจะอยู่ที่ 12 ลิตร แล้วทำการทดสอบอีกครั้งโดยเลือกเวลาที่น้อยที่สุดมาใช้ในการทดสอบที่ 5 นาที และ ปริมาณน้ำที่ใช้ในการปั่นจะอยู่ที่ 12 ลิตร ใบสับปะรดต้ม 20 กิโลกรัม โดยทำการทดสอบจำนวน 15 ครั้ง จากนั้นบันทึกค่าลงในตาราง

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองประสิทธิภาพที่เหมาะสมของเครื่องปั่นใบสับปะรดต้ม

ครั้งที่	เวลาการปั่น (นาที)	ปริมาณน้ำ (ลิตร)	ลักษณะของเส้นใย	หมายเหตุ
1	5.05	12	ละเอียด	เนื้อเส้นใยเหมาะสม
2	5.02	12	ละเอียด	เนื้อเส้นใยเหมาะสม
3	5.04	12	ละเอียด	เนื้อเส้นใยเหมาะสม
4	5.01	12	ละเอียด	เนื้อเส้นใยเหมาะสม
5	5.00	12	ละเอียด	เนื้อเส้นใยเหมาะสม
6	5.00	12	ละเอียด	มีเศษโคนใบเหลือ
7	5.03	12	ละเอียด	เนื้อเส้นใยเหมาะสม
8	5.00	12	ละเอียด	เนื้อเส้นใยเหมาะสม
9	5.05	12	ละเอียด	เนื้อเส้นใยเหมาะสม
10	5.00	12	ละเอียด	เนื้อเส้นใยเหมาะสม
11	5.00	12	ละเอียด	มีเศษโคนใบเหลือ
12	5.00	12	ละเอียด	เนื้อเส้นใยเหมาะสม
13	5.01	12	ละเอียด	เนื้อเส้นใยเหมาะสม
14	5.01	12	ละเอียด	เนื้อเส้นใยเหมาะสม
15	5.00	12	ละเอียด	เนื้อเส้นใยเหมาะสม
$\Sigma \bar{x}$	5.01	12		

จากตารางสรุปได้คือ เวลาเฉลี่ยที่ใช้ขึ้นอยู่กับ 5.01 นาที ต่อการปั่น 1 ครั้ง และปริมาณน้ำที่ใช้ขึ้นอยู่กับ 12 ลิตร เส้นใยที่ได้จะละเอียด ดังแสดงในภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 ลักษณะเส้นใยที่เหมาะสม



ภาพที่ 4-3 เส้นใยที่เหมาะสมในแบบทำการด้าย(ก)



ภาพที่ 4-4 เส้นใยที่เหมาะสมในแบบทำการด้าย(ข)

4.6 การคำนวณหาขนาดมอเตอร์

สัญลักษณ์

- P คือ กำลังที่เฟลาได้รับแรงจากมอเตอร์มีหน่วยเป็น วัตต์(w)หรือกิโลวัตต์ (KW)
T คือ โมเมนต์แรงบิด มีหน่วยเป็น นิวตันเมตร
N คือ ความเร็วรอบของเฟลา มีหน่วยเป็น rpm/min
r คือ รัศมีของเฟลามีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

กำหนดให้

$$N = 1430 \text{ rpm/min}$$

$$T = 0.45$$

$$1\text{HP} = 0.746 \text{ kW}$$

จากสมการที่ 2.2

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

แทนค่า

$$P = \frac{2 \times \pi \times 4.5 \times 1430}{60}$$

$$P = 673.53 \text{ W}$$

$$P = 0.6735 \text{ kW}$$

$$\text{HP} = \frac{0.6735}{0.746}$$

$$\text{HP} = 0.91$$

ดังนั้น จึงเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า(HP)

4.7 การคำนวณหาขนาดมู่เลย์ของชุดใบมีดปั่นที่ความเร็วรอบ 300, 500, 700

สัญลักษณ์

N_1 คือ ความเร็วรอบตัวขับ หน่วยเป็น รอบ(rpm)

N_2 คือ ความเร็วรอบตัวตาม หน่วยเป็น รอบ(rpm)

d_1 คือ ขนาดพู่เลย์ของมอเตอร์ หน่วยเป็น มม.(mm)

d_2 คือ ขนาดพู่เลย์ของชุดใบมีดปั่น หน่วยเป็น มม.(mm)

1นิ้ว คือ 2.54 cm

4.7.1 หาความเร็วรอบที่ 300

กำหนดให้

N_1 คือ 1430 rpm

N_2 คือ 300 rpm

d_1 คือ 101.6 mm (4 inch)

d_2 คือ ? mm

จากสมการที่ 2.3
$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

แทนค่า
$$d_2 = \frac{N_1 \times d_1}{N_2}$$

$$d_2 = \frac{1430 \times 101.6}{300}$$

$$d_2 = 484.29 \text{ mm}$$

$$d_2 = 48.429 \text{ cm}$$

$$d_2 = 19.06 \text{ inch}$$

ดังนั้น จึงเลือกใช้ฟูลเลย์ที่ขนาด Ø 20 inch.

4.7.2 หาความเร็วรอบที่ 500

กำหนดให้

N_1 คือ 1430 rpm

N_2 คือ 500 rpm

d_1 คือ 101.6 mm (4 inch)

d_2 คือ ? mm

จากสมการที่ 2.3
$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

แทนค่า
$$d_2 = \frac{N_1 \times d_1}{N_2}$$

$$d_2 = \frac{1430 \times 101.6}{500}$$

$$d_2 = 290.58 \text{ mm}$$

$$d_2 = 29.058 \text{ cm}$$

$$d_2 = 11.44 \text{ inch}$$

ดังนั้น จึงเลือกใช้ปั๊มเลยที่ขนาด Ø 12 inch.

4.7.3 หาคความเร็วรอบที่ 700

กำหนดให้

$$N_1 \text{ คือ } 1430 \text{ rpm}$$

$$N_2 \text{ คือ } 700 \text{ rpm}$$

$$d_1 \text{ คือ } 101.6 \text{ mm (4 inch)}$$

$$d_2 \text{ คือ } ? \text{ mm}$$

จากสมการที่ 2.3

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

แทนค่า

$$d_2 = \frac{N_1 \times d_1}{N_2}$$

$$d_2 = \frac{1430 \times 101.6}{700}$$

$$d_2 = 207.55 \text{ mm}$$

$$d_2 = 20.755 \text{ cm}$$

$$d_2 = 8.17 \text{ inch}$$

ดังนั้น จึงเลือกใช้ปั๊มเลยที่ขนาด Ø 8 inch.

4.8 การเปรียบเทียบผล

4.8.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่าง(ใช้เท้าเหยียบและเครื่องปั่นใบสับปะรด)

การใช้เท้าเหยียบ

1 วัน เหยียบใบสับปรดได้ 60 กิโลกรัมจากการต้มใบสับปรดได้ 60 กิโลกรัม/วัน (ทำงาน 6 ชั่วโมง = 360 นาที/วัน)

$$\begin{aligned} *1 \text{ กิโลกรัมใช้เวลา} &= 360/60 \text{ นาที/กิโลกรัม} \\ &= 60 \text{ นาที/กิโลกรัม} \end{aligned}$$

การทำงานของเครื่องปั่นใบสับปรดต้ม

ปั่น 20 กิโลกรัม ใช้เวลา 5.01 นาที (จับเวลา)

$$\begin{aligned} *1 \text{ กิโลกรัมใช้เวลา} &= 5.01/20 \text{ นาที/กิโลกรัม} \\ &= 0.25 \text{ นาที/กิโลกรัม} \end{aligned}$$

ประสิทธิภาพในการทำงานที่เพิ่มขึ้น

$$= \frac{\text{เวลาเดิม} - \text{เวลาใหม่} \times 100}{\text{เวลาเดิม}}$$

$$= \frac{60 - 0.25 \times 100}{60}$$

$$\text{ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น} = 99.58 \%$$



ภาพที่ 4-5 ลักษณะเส้นใยแบบเดิม(ก)



ภาพที่ 4-6 ลักษณะเส้นใยแบบเดิม(ข)



ภาพที่ 4-7 ลักษณะเส้นใยที่ได้จากเครื่อง(ก)



ภาพที่ 4-8 ลักษณะเส้นใยที่ได้จากเครื่อง(ข)



ภาพที่ 4-9 ลักษณะเส้นใยที่ได้จากเครื่อง(ค)



ภาพที่ 4-10 ลักษณะเส้นใยที่ได้จากเครื่อง(ง)



ภาพที่ 4-11 ลักษณะเส้นใยที่ได้จากเครื่อง(จ)

4.9 สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบระบบการทำงานของเครื่องปั่นใบสับปรดัมสามารถปั่นใบสับปรดัมที่ผ่านการต้ม โดนในการปั่นแต่ละครั้งจะใช้ใบสับปรด 20 กิโลกรัม ต่อน้ำเปล่า 12 ลิตร ความเร็วรอบของชุดใบมีดที่เหมาะสมเท่ากับ 500 รอบต่อนาที และในการปั่นแต่ละครั้งจะใช้เวลาประมาณ 5 นาที ทั้งนี้เวลาในการปั่นยังขึ้นอยู่กับ การนำการดาษาไปใช้งานด้วย เช่น ต้องการกระดาษาที่มีผิวเรียบก็ใช้การทำงานที่สภาวะดังกล่าวได้เลย แต่ถ้าหากต้องการผิวกระดาษาที่หยาบก็ต้องลดเวลาในการปั่นลงตามความเหมาะสม เครื่องสามารถทำงานเป็นไปตามขั้นตอนและวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คือ จากเดิมที่ใช้คนในการผลิตเส้นใยใช้เวลา 60 นาทีต่อกิโลกรัม ส่วนเครื่องปั่นใบสับปรดัมใช้เวลาผลิตเส้นใย 0.25 นาทีต่อกิโลกรัม สามารถเพิ่มประสิทธิภาพจากเดิมได้ 99.58%

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 บทนำ

จากทดลองเครื่องปั่นใบสับประดัดม ผลที่ได้จากเครื่องในการเก็บข้อมูลแต่ละครั้ง และทำการเก็บข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพความสามารถในการปั่นใบสับประดัดม โดยดูจากตารางและกราฟแสดงประสิทธิภาพของเครื่องปั่นใบสับประดัดม ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปอ้างอิง สำหรับผู้ที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องปั่นใบสับประดัดม

5.2 สรุปผลที่ได้จากโครงการ

ผลทดลองระบบการทำงานของเครื่องปั่นใบสับประดัดมสามารถปั่นใบสับประดัดมผ่านการต้ม โดนในการปั่นแต่ละครั้งจะใช้ใบสับประดัด 20 กิโลกรัม ต่อน้ำเปล่า 12 ลิตร ความเร็วรอบของชุดใบมีดที่เหมาะสมเท่ากับ 500 รอบต่อนาที และในการปั่นแต่ละครั้งจะใช้เวลาประมาณ 5 นาที ทั้งนี้เวลาในการปั่นยังขึ้นอยู่กับการนำการคายไปใช้งานด้วย เช่น ต้องการกระดาศที่มีผิวเรียบก็ใช้การทำงานที่สภาวะดังกล่าวได้เลย แต่ถ้าหากต้องการผิวกระดาศที่หยาบก็ต้องลดเวลาในการปั่นลงตามความเหมาะสม เครื่องสามารถทำงานเป็นไปตามขั้นตอนและวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คือ จากเดิมที่ใช้คนในการผลิตเส้นใยใช้เวลา 60 นาทีต่อกิโลกรัม ส่วนเครื่องปั่นใบสับประดัดมใช้เวลาผลิตเส้นใย 0.25 นาทีต่อกิโลกรัม สามารถเพิ่มประสิทธิภาพจากเดิมได้ 99.58 %

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาสร้างเครื่องปั่นใบสับประดัดม นั้น ทางคณะผู้จัดทำดำเนินการสร้างเครื่อง ได้มีข้อเสนอแนะถึงผู้สนใจที่จะนำ เครื่องดีและปั่นใบสับประดัดนี้ไปปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.3.1 พัฒนาช่องไหลของเส้นใยให้ใหญ่ขึ้น

5.4 อุปสรรคในการดำเนินโครงการ

อุปสรรคที่เกิดขึ้นขณะทำโครงการ ทั้งที่เกิดขึ้นจากคณะผู้จัดทำหรือปัญหาจากส่วนอื่นๆ แต่อุปสรรคที่เกิดขึ้นก็สามารถทำโครงการสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และได้รวบรวมปัญหาไว้ดังนี้

5.4.1 ปัญหาการเปลี่ยนและแก้ไขแบบจากการที่ออกแบบไว้แล้วข้างต้น

5.4.2 วัสดุที่ใช้ไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ออกแบบไว้

5.4.3 ใบสับประดัดในการทดสอบไม่เพียงพอเพราะหมดฤดูกาลปลูก

บรรณานุกรม

- จำรูญ ตันติพิศาลกุล (2542). การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 2. กรุงเทพมหานคร
บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด,
ธิดาเดียว มยุรีสุวรรณ. (2545). การออกแบบเครื่องจักรกล 1. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร
บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด,
จักร จักกะพาก และ ยาซุมะสะ โคงะ. (2538). เครื่องจักรกลการเกษตร. กรุงเทพมหานคร
สำนักงานดวงกมล,
วันชัย ธิวัชรนิช. การศึกษาการทำงานหลักการและกรณีศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร
: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
ชาญ ถนัดงาน และ วรวิทย์ ภากรณ์. (2544) การออกแบบเครื่องจักรกล. . กรุงเทพมหานคร
: บริษัท เอช-เอ็น กรุ๊ป จำกัด,

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ประวัติและความเป็นมาตำบลนางแล และสหกรณ์
การเกษตรเมืองเชียงราย จำกัด

1. ประวัติและความเป็นมาของ ตำบลนางแล

ตำบลนางแล เป็นตำบลที่แยกมาจากตำบลบ้านดู่ ประมาณ พ.ศ.2457 ประมาณ พ.ศ.2457 และได้รับการยกฐานะเป็น อบต.เมื่อ 30 ม.ค. 2539 ต.นางแล มีชื่อเสียงในด้านการเกษตร โดยเฉพาะ สับประรดพันธุ์นางแล (พันธุ์น้ำผึ้ง) หรือเรียกกันติดปากว่า"สับประรดนางแล"เป็นสับประรดที่มีขนาดใหญ่ สีเหลืองสด กลิ่นหอม รสชาติหวานน้ำแตกต่างจากสับประรดที่ปลูกในพื้นที่อื่น ซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะจึงเป็นที่กล่าวขานของผู้ที่ได้ชิมสับประรดนางแล เพราะมีรสชาติไม่เหมือนสับประรดพันธุ์อื่นๆ สับประรดนางแลยังถือว่าเป็นเอกลักษณ์ของชาวตำบลนางแลและชาวจังหวัดเชียงราย ดังคำขวัญเดิมของจังหวัดเชียงรายที่ว่า

"เหนือสุดในสยาม อร่ามดอยตุง ผดุงวัฒนธรรม
เลิศล้ำข้าวสาร หอมหวานลิ้นจี่ สตรีโสภา
ชาเลิศรส สับประรดนางแล แหล่งแพร่ปลาบึก"

ตำบลนางแลได้รับการยกฐานะเป็นองค์การบริหารส่วนตำบล เมื่อวันที่ 30 มกราคม พ.ศ.2539 และประกาศของกระทรวงมหาดไทย เป็น อบต.ขนาดเล็ก มีสมาชิกสภาทั้งหมด 32 คน มีเขตการปกครองทั้งหมด 16 หมู่บ้าน และได้ยกฐานะเป็นเทศบาลตำบลนางแล ในวันที่ 17 กรกฎาคม 2551 โดยมีสมาชิกทั้งหมด 12 คน แบ่งเขตการปกครองเป็น 2 เขต ครอบคลุมการดูแล 16 หมู่บ้านทั่วทั้งตำบล

ตำบลนางแลเป็นตำบลที่เป็นเส้นทางผ่านไปสู่แหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของ จ.เชียงราย เช่น แม่สาย เชียงแสน และแม่สะลอง เป็นต้น เหมาะแก่การลงทุน เพราะสภาพพื้นที่อยู่ในเขตของแผนพัฒนาสี่เหลี่ยมเศรษฐกิจ นอกจากเป็นแหล่งเกษตรที่สำคัญของจังหวัดเชียงรายแล้ว ต.นางแล ยังมีน้ำตกนางแลใน อ.สันทรายงาม อยู่ในตำบล เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจของนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทย และชาวต่างประเทศ ปัจจุบัน อบต.นางแล ได้ดำเนินการปรับปรุงบางส่วนแล้ว เพื่อจะให้มีความสะดวก และบริการนักท่องเที่ยวในอนาคตต่อไป



ภาพที่ ก-1 ตราเทศบาลตำบลนางแล

2. ประวัติความเป็นมา สหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงราย จำกัด

2.1 ประเภทและที่ตั้งสำนักงาน

ชื่อ สหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงราย จำกัด

ประเภท สหกรณ์การเกษตร

ที่ตั้งสำนักงานใหญ่ เลขที่ 4 ถนนเชียงราย-พาน หมู่ที่ 1 ตำบลสันทราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

ที่ตั้งสำนักงานสาขา

สาขาที่ 1 สาขาสันทราย เลขที่ 4 ถนนเชียงราย-พาน หมู่ที่ 1 ตำบลสันทราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

สาขาที่ 2 สาขาห้วยสัก เลขที่ 348 ถนนเชียงราย-เทิง หมู่ที่ 1 ตำบลห้วยสัก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

สาขาที่ 3 สาขานางแล เลขที่ 16 ถนนเชียงราย-แม่จัน หมู่ที่ 3 ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

สาขาที่ 4 สาขาบัวสลี เลขที่ 228 ถนนเชียงราย-พาน หมู่ที่ 6 ตำบลบัวสลี อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย

ท้องที่ดำเนินการ อำเภอเมือง อำเภอเวียงชัย อำเภอแม่ลาว และอำเภอเวียงเชียงรุ้ง

2.2 ประวัติการจัดตั้งสหกรณ์

ได้มีการจัดตั้งสหกรณ์ขึ้นเป็นครั้งแรกในท้องที่อำเภอเมืองเชียงรายเมื่อปี พ.ศ. 2486 เป็นสหกรณ์ที่เรียกกันครั้งนั้นว่า สหกรณ์ประเภทหาทุน ได้รับการจดทะเบียนครั้งแรก จำนวน 3 สหกรณ์ มีสมาชิกแรกตั้ง จำนวน 56 คน สหกรณ์รุ่นแรกนี้ได้แก่

สหกรณ์ สันโค้ง ไม่จำกัด

สหกรณ์ ป่าก่อ ไม่จำกัด

สหกรณ์ หอนงบัว ไม่จำกัด

ต่อมาได้มีการจัดตั้งสหกรณ์หาทุนขึ้นใน พ.ศ. 2490 จำนวน 5 สหกรณ์ พ.ศ. 2491 จำนวน 19 สหกรณ์ พ.ศ. 2492 จำนวน 26 สหกรณ์ พ.ศ. 2494 จำนวน 21 สหกรณ์ พ.ศ. 2495 จำนวน 4 สหกรณ์ จำนวน 30 สหกรณ์ รวมเป็นสหกรณ์ทั้งสิ้น จำนวน 108 สหกรณ์ ต่อมาในปี พ.ศ. 2510 สหกรณ์ได้เลิกชำระบัญชีจำนวน 5 สหกรณ์ คงเหลือสหกรณ์ จำนวน 103 สหกรณ์

2.3 ประวัติการควบคุมสหกรณ์เข้ากัน

เมื่อพระราชบัญญัติสหกรณ์ พ.ศ. 2511 ซึ่งบัญญัติให้สหกรณ์ ชนิดเดียวกันตั้งแต่สองสหกรณ์ขึ้นไป อาจควบคุมเข้ากันได้ ได้ประกาศใช้แล้ว สหกรณ์ประเภทหาทุน จำนวน 102 สหกรณ์ในอำเภอเมืองเชียงราย ได้มีมติควบคุมเข้ากันกับสหกรณ์อื่นในอำเภอเมืองเชียงรายเป็น สหกรณ์ การเกษตรชนิดไม่จำกัด รวม 4 สหกรณ์ คือ

2.3.1 สหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงรายหนึ่ง ไม่จำกัด จดทะเบียนเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2513 จากสหกรณ์หาทุน จำนวน 24 สหกรณ์ ต่อมาสหกรณ์ได้ ลงมติให้เปลี่ยนเป็นสหกรณ์ชนิดจำกัด และนายทะเบียนสหกรณ์ได้รับจดทะเบียน เมื่อวันที่ 15 ม.ค. 2514

2.3.2 สหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงรายสอง ไม่จำกัดจดทะเบียนเมื่อวันที่ 1 พ.ย.2513 จาก สหกรณ์ หาดุนจำนวน 29 สหกรณ์ ต่อมาสหกรณ์ได้มี มติให้เปลี่ยนเป็นสหกรณ์ชนิดจำกัด และนาย ทะเบียนสหกรณ์ได้รับจดทะเบียนเมื่อวันที่ 1 มี.ค. 2514

2.3.3 สหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงรายสาม ไม่จำกัด จดทะเบียน เมื่อวันที่ 16 ธ.ค. 2513 จาก สหกรณ์หาดุนจำนวน 25 สหกรณ์ ต่อมาสหกรณ์ได้ มีมติให้เปลี่ยนเป็นสหกรณ์ชนิดจำกัด แะนายทะเบียน สหกรณ์ได้รับจดทะเบียนเมื่อวันที่ 15 เม.ย. 2514

2.3.4 สหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงรายสี่ ไม่จำกัดจดทะเบียนเมื่อวันที่ 1ม.ค. 2514 จาก สหกรณ์ หาดุนจำนวน 24 สหกรณ์ ต่อมาสหกรณ์ได้มี มติให้เปลี่ยนเป็นสหกรณ์จำกัด และนายทะเบียนเมื่อวันที่ 28 เม.ย. 2514 ต่อมาสหกรณ์การ เกษตรเมืองเชียงรายหนึ่ง-สอง-สาม-และสี่ จำกัด ต่างได้มีมติให้ควบคุมสหกรณ์ เข้าด้วยกันเป็นสหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงราย จำกัด และนายทะเบียนสหกรณ์ได้รับจดทะเบียนเป็นสหกรณ์ การเกษตรเมืองเชียงราย จำกัด เมื่อวันที่ 1 สิงหาคม 2517 ตามความในมาตรา 86 แห่งพระราชบัญญัติ สหกรณ์ พ.ศ. 2511

2.4 ขั้นตอนการผลิตกระดาษสับประดของกลุ่มสหกรณ์นางแล แสดงในภาพดังนี้

2.4.1 กลุ่มสหกรณ์นางแล ได้เพาะปลูกสับประดพันธุ์นางแล กันเป็นจำนวนมาก ดังแสดงใน ภาพที่ ก-2



ภาพที่ ก-2 ไร่สับประดของกลุ่มสหกรณ์นางแล

2.4.2 หลังจากเก็บเกี่ยวสับปะรดแล้ว กลุ่มสหกรณ์ก็จะตัดใบสับปะรดไว้เพื่อทำกระดานสับปะรดต่อไป ดังแสดงในภาพที่ ก-3



ภาพที่ ก-3 ใบสับปะรด

2.4.3 นำใบสับปะรดมาตัดที่ขนาด 10-15 ซม. เพื่อเตรียมสำหรับการต้ม ดังแสดงในภาพที่ ก-4 และภาพที่ ก-5



ภาพที่ ก-4 การตัดใบสับปะรด



ภาพที่ ก-5 ใบสับปะรดที่ตัดแล้ว

2.4.4 ชั่งใบสับปะรดที่ตัดแล้วครั้งละ 30 กก. ต่อการต้ม 1 หม้อ ดังแสดงในภาพที่ ก-6



ภาพที่ ก-6 การชั่งใบสับปะรด

2.4.4 ในการต้มใบสับปะรดแต่ละครั้งจะใช้ปริมาณน้ำ 20 ลิตรผสมโซดาไฟ 8 ชีด และใช้เวลาการต้มใบสับปะรดที่ 3 ชม.ดังแสดงในภาพที่ ก-7 และภาพที่ ก-8



ภาพที่ ก-7 การต้มใบสับปะรด



ภาพที่ ก-8 การตักใบสับปะรดออกจากหม้อต้ม

2.4.5 หลังจากตกใบสับปรดต้มออกมาแล้วก็นำมาที่บริเวณทำความสะอาดเพื่อทำการล้างและ
เหยียบให้เส้นใย(ตีแบบหยาบ).ดังแสดงในภาพที่ ก-9 ถึงภาพที่ ก-12



ภาพที่ ก-9 บริเวณทำความสะอาดใบสับปรดที่ต้ม(การตีแบบหยาบ)



ภาพที่ ก-10 การใช้เท้าในการเหยียบแล้วเทน้ำเป็นช่วงๆ (ก)



ภาพที่ ก-11 การใช้เท้าในการเหยียบแล้วเทน้ำเป็นช่วงๆ (ข)



ภาพที่ ก-12 โปสับปะรดที่ขึ้นไยแล้ว

2.4.6 เมื่อได้เส้นใยแล้วทำการปั้นเป็นก้อน ก้อนละประมาณ 1 ชีด เพื่อนำไปใส่ในแบบทำ
กระดาษเพื่อทำกระดาษสับปรดต่อไป.ดังแสดงในภาพที่ ก-13 และภาพที่ ก-14



ภาพที่ ก-13 เส้นใยสับปรดหลังการเหยียบ



ภาพที่ ก-14 ก้อนเส้นใย(มูลช้าง)

2.4.7 นำเส้นใยก้อนมาละลายลงในแบบกระดาษที่อยู่ในน้ำ เพราะน้ำจะทำให้เส้นใยกระจายตัวได้ทั่วแบบ หลังจากเส้นใยกระจายทั่วแบบแล้วก็ยกขึ้นจากน้ำ นำออกไปตากแบบ ดังแสดงในภาพที่ ก-15 และภาพที่ ก-16



ภาพที่ ก-15 การละลายลงในแบบทำการกระดาษ



ภาพที่ ก-16 แบบกระดาษที่ตากแห้ง

2.4.8 เมื่อกระดาษแห้งแล้วทำการลอกออกจากแบบกระดาษ เพื่อจะได้กระดาษสับปะรดที่สมบูรณ์ แล้วพร้อมที่จะทำการแปรรูปหรือส่งขายต่อไป ดังแสดงในภาพที่ ก-15



ภาพที่ ก-17 กระดาษใบสับปะรด