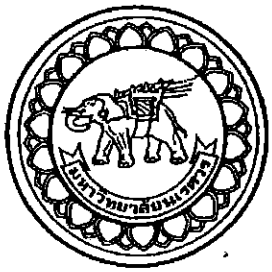


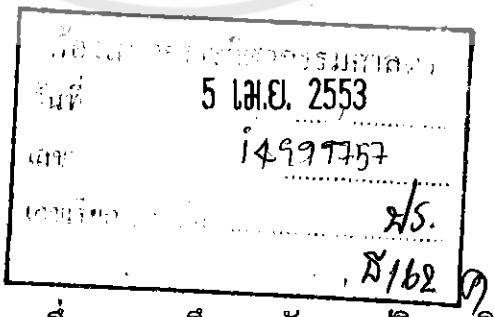
เครื่องแกะกระเทียม

Garlic Peeler

นายธนะรัตน์ ปินใจ รหัส 46380313

นายธนาศักดิ์ คำแสน รหัส 47380231

นายธรรมรัตน์ ไข่แก้ว รหัส 47380233



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2550

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน เครื่องแกะกระเทียม(Garlic Peeler)

ผู้ดำเนินโครงงาน นายธนะรัตน์ ปินใจ รหัส 46380313

นายธนาศักดิ์ คำแสน รหัส 47380231

นายธรรมรัตน์ ไข่แก้ว รหัส 47380233

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแห

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2551

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ

(ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแห)

.....กรรมการ

(ดร.ชัยรัตน์ พินทอง)

.....กรรมการ

(อาจารย์ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์)

หัวข้อโครงงาน	เครื่องแกะกระเทียม
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายธนะรัตน์ ปินใจ รหัส 46380313
	นายธนาศักดิ์ คำแสน รหัส 47380231
	นายธรรมรัตน์ ไข่แก้ว รหัส 47380233
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแห
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2550

บทคัดย่อ

โครงงานฉบับนี้เป็นการออกแบบเครื่องแกะกระเทียม โดยได้ออกแบบและสร้างเครื่องขึ้นมานำเทคโนโลยีที่ให้ความสะดวกต่อการนำมาใช้ในการแกะกระเทียมและการคัดแยกขนาด เครื่องแกะกระเทียมใช้ต้นกำลังขับเป็นมอเตอร์ 1.5 HP ส่งกำลังด้วยชุดสายพานและชุดล้อสายพานทำงานโดยการป้อน กระเทียมเข้าชุดแกะกลีบ จากนั้นกระเทียมจะผ่านไปยังชุดคัดขนาดซึ่งสามารถคัดได้ 3 ขนาด ผลที่ได้คือมีกำลังในการผลิตสูงขึ้น และสามารถลดเวลาและแรงงานในการทำงาน รวมทั้งลดต้นทุนในการผลิตได้ดียิ่งขึ้น ในกระบวนการแรกหัวกระเทียมจะถูกแปรสภาพเป็นกลีบกระเทียม จะมีการทำงานประมาณ 23.25 กก./ชม. และเปอร์เซ็นต์กระเทียมที่ได้ ในสภาพดี 97.75 เปอร์เซ็นต์ เครื่องแกะกระเทียมต้นแบบที่ประดิษฐ์ได้สามารถแกะกระเทียมได้เร็วกว่าการแกะด้วยมือประมาณ 8 เท่า โดยกลีบกระเทียมที่ได้มีลักษณะเหมาะสมในการนำไปขยายพันธุ์หรือนำไปรับประทานซึ่งเครื่องแกะกระเทียมนี้สามารถนำไปใช้ในการเกษตรและอุตสาหกรรมอาหารได้

Project title	Garlic Peeler.	
Name	Mr.Thanarut Pinjai	ID. 46380313
	Mr.Thanasuk kumsan	ID. 47380231
	Mr.Trummarud Kaikeaw	ID. 47380233
Project advisor	Dr. Akaraphunt Vongkunghae	
Major	Electrical Engineering.	
Department	Electrical and Computer Engineering.	
Academic year	2007	

Abstract

This project is a designing and building a garlic peeler. The peeler is able to sorting the peeler garlic cloves into 3 sizes. Its capacity is about 20 Kg/hr or 8 times faster than hand peeling method. The percentage of damaged clove is 97.75 when use this machine to peel the garlic. This prototype machine has a high potential to use in food production businesses.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องเครื่องแกะกระเทียม ซึ่งจะไม่มีทางสำเร็จไปได้ถ้าไม่ได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแห อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้ให้ความรู้ ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือแก่คณะผู้จัดทำเป็นอย่างดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้และให้คำสั่งสอนจนคณะผู้จัดทำมีความรู้ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดทำ โครงงานในครั้งนี้

และที่สำคัญที่สุดขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้เลี้ยงดูและอบรมสั่งสอนแก่คณะผู้จัดทำจนทำให้คณะผู้จัดทำทุกคนมีวันนี้ได้ ซึ่งเป็นพระคุณอันหาที่เปรียบไม่ได้

ท้ายนี้คณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามมา ณ ที่นี้ ที่ มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล เป็นที่ปรึกษาในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำ จึงขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำโครงงาน

นายธนะรัตน์ ปินใจ รหัส 46380313

นายธนาศักดิ์ คำแสน รหัส 47380231

นายธรรมรัตน์ ไข่แก้ว รหัส 47380233

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญรูป ..... ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน 2

1.4 กิจกรรมการดำเนินงาน 2

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.6 งบประมาณ 2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี

2.1 อุปกรณ์หลัก ๆของเครื่องแกะกระเทียม 3

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้า 4

2.3 สานพาน 7

2.4 แบกริ่ง 9

2.5 พูเล่ย์ หรือ ล้อช่วยแรง 10

2.6 ทฤษฎีระบบส่งกำลังด้วยสายพาน 12

2.7 ชนิดของวัสดุที่นำมาทดสอบและทำแกนบีบอัด 16

บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน 18

3.2 วัสดุที่ใช้ในการประดิษฐ์เครื่องแกะกระเทียม 18

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประดิษฐ์ 18

3.4 การประดิษฐ์ส่วนประกอบของเครื่องแกะกระเทียม 19

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5 ส่วนประกอบของเครื่องแกะกระเทียม 30
3.6 การศึกษาส่วนประกอบที่เหมาะสมของเครื่องแกะกระเทียม 30
3.7 ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องแกะกระเทียม 31
3.8 หลักการทำงาน 31

บทที่ 4 ผลการทดลอง
4.1 การทดลอง การสร้างเครื่องแกะกระเทียม 37
4.2 การทดลองศึกษาหาส่วนประกอบที่เหมาะสม ในการประกอบเครื่องแกะกระเทียม 39
4.3 การทดลองวัสดุที่เหมาะสมในการรองแป้นบีบ 40
4.4 การทดลองวัสดุที่เหมาะสมในการใช้พันแกนบีบอัด 40
4.5 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องแกะกระเทียม 41
4.6 การเปรียบเทียบความสมบูรณ์ของกลีบกระเทียม ที่แกะด้วยเครื่องแกะกระเทียม 42

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง
5.1 สรุปผลการทดลอง 43
5.2 ปัญหาที่พบขณะดำเนินโครงงาน 43
5.3 ข้อเสนอแนะ 43

เอกสารอ้างอิง 44
ภาคผนวก 45
ภาคผนวก ก 46
ภาคผนวก ข 48
ภาคผนวก ค 53
ประวัติผู้เขียนโครงงาน 61

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงสมบัติชนิดของยาง 16

2.2 แสดงสมบัติเชิงกลของเหล็กคาร์บอน(plain-carbon) 17

4.1 แสดงส่วนประกอบและหน้าที่ของส่วนประกอบต่าง ๆ ในการทำงาน 39

4.2 แสดงผลการศึกษาระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างแกนบีบอักกับแป้นรองบีบ 40

4.3 เปรียบเทียบลักษณะของกลีบกระเทียมเมื่อใช้วัสดุต่างกันรองแป้นบีบ
โดยควบคุมวัสดุที่ใช้หุ้มแกนบีบอัด 41

4.4 เปรียบเทียบลักษณะของกลีบกระเทียมเมื่อใช้วัสดุต่างกันพันแกนบีบอัด
โดยควบคุมวัสดุที่ใช้รองแป้นบีบ 41

4.5 แสดงการเปรียบเทียบผลของการแกะกระเทียม
ระหว่างเครื่องแกะกระเทียมกับการแกะด้วยมือ 42

4.6 แสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องแกะกระเทียม
ในการแกะกระเทียม 1 กิโลกรัม 43

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 มอเตอร์	3
2.2 สายพาน	3
2.3 ล้อขับสายพาน	3
2.4 แบริ่งหรือตลับลูกปืน	4
2.5 โรเตอร์เป็นแบบกรงกระรอก	6
2.6 สเตเตอร์ประกอบด้วยขดลวด 2 ชุด คือ ชุดสตาร์ทและชุดรัน	6
2.7 ฝาปิดหัวท้ายประกอบด้วย ปลอกทองเหลือง(Bush)หรือตลับลูกปืน(Ball bearing)สำหรับรองรับเพลา	7
2.8 คาปาซิเตอร์หรือคอนเดนเซอร์ (Capacitor or Condenser)	7
2.9 สายพานชนิดต่างๆ	9
2.10 แบริ่งกาบ	12
2.11 แบริ่งลูกปืน	12
2.12 พูเล่ย์ หรือ ล้อช่วยแรง	12
2.13 แสดงรูปพูเล่ย์แบนขนาด 5, 8, 10 นิ้ว	13
2.14 แสดงล้อมีสายพานใส่อยู่	14
2.15 สายพานหลายทด	15
2.16 คำนวณโครงสร้างระบบทดความเร็วรอบ	16
3.1 แสดงขนาดและตำแหน่งของตะแกรงชั้นที่ 1	20
3.2 ตะแกรงชั้นที่1เมื่อประกอบเสร็จ	20
3.3 รูปแบบการเจาะและตัวยึด	21
3.4 แผ่นรองแกนบีบเมื่อประกอบเสร็จ	21
3.5 แสดงขนาดและตำแหน่งของตะแกรงชั้นที่ 2	22
3.6 แสดงขนาดและตำแหน่งของตะแกรงชั้นที่ 3	23
3.7 แสดงรูปแบบชั้นต่างเมื่อเราประกอบเข้ากับโครงเหล็ก	24
3.8 เมื่อใส่ตระแกรงชั้นที่ 2 และ 3 แล้วพร้อมตำแหน่งที่ใส่พูเล่ย์	25
3.9 เมื่อใส่ตระแกรงชั้นที่ 2 และ 3 แล้วพร้อมตำแหน่งที่ใส่พูเล่ย์ของอีกด้าน	25

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.10 ตำแหน่งการประกอบพูเล่ย์	26
3.11 ตำแหน่งการประกอบลูกเบี้ยว	27
3.12 ช่องให้เปลือกกระเทียมออก	28
3.13 ช่องเทกระเทียม	28
3.14 รูปโดยรวมของเครื่องแกะกระเทียม	29
3.15 ตำแหน่งของส่วนต่างๆ	32
3.16 หลักการทำงานของชั้นที่ 1	33
3.17 หลักการทำงานของชั้นที่ 2	34
3.18 หลักการทำงานของชั้นที่ 3	35
3.19 ทิศทางการไหลของกระเทียม	36
4.1 เครื่องแกะกระเทียมที่สำเร็จแล้ว	38
4.2 กระเทียมที่ผ่านการแกะด้วยเครื่อง	42

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

กระเทียมเป็นพืชเศรษฐกิจของหลายๆ จังหวัด โดยเฉพาะหลาย ๆจังหวัดทางภาคเหนือ ที่ปลูกกระเทียมกันมาก วิธีการที่จะนำกระเทียมไปขยายพันธุ์ในแต่ละปีนั้น เกษตรกรจะต้องนำกระเทียมมาแกะเพื่อแบ่งกระเทียมออกเป็นกลีบๆ โดยที่กลีบกระเทียมแต่ละกลีบนั้นไม่ต้องปอกเปลือกออก เมื่อได้แกะกระเทียมเพื่อแยกกลีบกระเทียมออกจากหัวกระเทียมแล้วนั้น เกษตรกรก็จะนำกลีบกระเทียมมาคัดแยกขนาด เพื่อเลือกกลีบกระเทียมที่มีขนาดเหมาะสม ไม่เล็กจนเกินไป เพราะว่าถ้านำกลีบกระเทียมขนาดเล็กไปขยายพันธุ์กระเทียมที่ได้จะมีขนาดลำต้นเล็กไม่แข็งแรง หัวมีขนาดเล็ก ขายไม่ได้ราคา อย่างไรก็ตามในการแกะกระเทียมเกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีการแกะด้วยมือ ซึ่งต้องใช้เวลามากในการที่จะแกะกระเทียมเพื่อให้ได้ปริมาณเพียงพอต่อการนำไปปลูกในแต่ละครั้ง ถึงแม้ว่าในหลายๆ ที่นั้นได้มีการนำเครื่องแกะกระเทียมมาใช้ในโรงงานที่รับซื้อกระเทียมแต่เป็นการแกะกระเทียมเพื่อส่งโรงงานแปรรูปกระเทียมใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เท่านั้น กลีบกระเทียมที่ได้จากการใช้เครื่องดังกล่าวนี้มีคุณภาพที่ไม่เหมาะสมสำหรับการนำไปขยายพันธุ์เพราะว่ากลีบกระเทียมที่ได้มีลักษณะช้ำและแตก จากปัญหาดังกล่าวคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องแกะกระเทียมที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมสำหรับแกะกระเทียมเพื่อนำไปขยายพันธุ์ ซึ่งจะช่วยประหยัดเวลาในการแกะกระเทียมและช่วยลดต้นทุนในการผลิต

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องแกะกระเทียมที่สามารถแกะกระเทียมได้เร็วมากกว่าการแกะด้วยมือ และได้ กลีบกระเทียมที่มีลักษณะเหมาะสมในการนำไปขยายพันธุ์

1.2.2 สร้างเครื่องแกะกระเทียมขึ้นมาเพื่อประหยัดเวลาในการแกะกระเทียมและประหยัดแรงงานอีกด้วย

1.2.3 เพื่อนำความรู้ที่ได้มาเผยแพร่ให้กับบุคคลที่สนใจเพื่อศึกษาและพัฒนาต่อไป

1.2.4 เพื่อศึกษาลดภาระค่าใช้จ่ายให้แก่เกษตรกร

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องแกะกระเทียม เพื่อ นำมาออกแบบเครื่องแกะกระเทียม

1.3.2 ทำการสร้างเครื่องแกะกระเทียมขึ้นมา

1.3.3 ทดสอบการทำงานพร้อมปรับปรุงแก้ไขและสรุปผลใช้ทำงาน

1.3.4 สรุปผลและนำเสนอ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินการ

1.4.1 ศึกษาข้อมูลการแกะกระเทียม

1.4.2 ศึกษาเกี่ยวกับกับวัสดุที่จะนำมาสร้างเครื่องแกะกระเทียม

1.4.3 เลือกวัสดุที่มีความประหยัด และเหมาะสำหรับการใช้งานได้ดีที่สุด

1.4.4 ออกแบบเครื่องแกะกระเทียมที่มีลักษณะเหมาะสมแก่การนำไปขยายพันธุ์

1.4.5 ทำการสร้างเครื่องแกะกระเทียมพร้อมทดลองใช้จริง

1.4.6 ทำการเปรียบเทียบคุณภาพการแกะระหว่างใช้เครื่องกับการแกะด้วยมือ

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 มีความรู้ความเข้าใจในหลักการทำงานของเครื่องแกะกระเทียม

1.5.2 สามารถสร้างเครื่องแกะกระเทียมที่มีคุณภาพมากกว่าการแกะมือ

1.5.3 ได้กระเทียมที่แกะแล้วเหมาะแก่การนำไปขยายพันธุ์

1.5.4 คาดว่าเครื่องแกะกระเทียมจะสามารถแกะกระเทียมได้ 1.5 กิโลกรัมต่อนาที

1.5.5 สามารถใช้งานได้โดยคนเพียงคนเดียวและมีความปลอดภัย

1.6 งบประมาณที่ใช้

1. ค่ามอเตอร์	5,000 บาท
2. ค่าวัสดุ	6,000 บาท
3. ค่าหนังสือประกอบทำโครงงาน	1,000 บาท
4. ค่าปริ้นท์งาน	1,000 บาท
รวมเป็นเงิน	13,000 บาท

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

การทำงานของเครื่องแกะกระเทียมมอเตอร์จะเป็นเครื่องต้นกำลังและจะใช้สายพานเป็นตัวส่งกำลังไปยังแกนบีบอัดกระเทียมและขับแกนบีบอัดวิ่งมีล้อช่วยแรงทำให้แกนบีบอัดหมุนเพื่อบีบกระเทียมที่ป้อนเข้าไปจากนั้นกระเทียมที่ถูกบีบอัดจันแตกออกเป็นกลีบๆจะถูกลำเลียงไปในส่วนที่คัดแยกต่อไป

2.1 อุปกรณ์หลัก ๆของเครื่องแกะกระเทียมประกอบไปด้วย

มอเตอร์

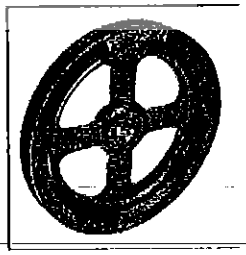
ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังในการส่งแรงไปที่แกนบีบและยังใช้ในส่วนของการลำเลียงและคัดแยก

รูปที่ 2.1 มอเตอร์

ล้อขับสายพานและสายพาน

ทำหน้าที่ถ่ายกำลังจากมอเตอร์ไปยังแกนบีบ โดยที่มอเตอร์จะติดตั้งล้อและสายพานเพื่อเป็นการทดรอบให้ต่ำลงเพื่อช่วยในแรงบีบของแกนบีบด้วย

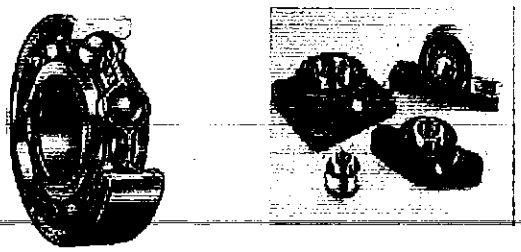
รูปที่ 2.2 สายพาน



รูปที่ 2.3 ล้อขับสายพาน

แบริ่งหรือตลับลูกปืน

ทำหน้าที่ช่วยในการหมุนของแกนบีบลดแรงเสียดทาน



รูปที่ 2.4 แบริ่งหรือตลับลูกปืน

แกนบีบ

แกนบีบจะได้รับแรงมาจากมอเตอร์ ต้นกำลังจะติดตั้งบนตลับลูกปืนและมีล้อช่วยแรงติดอยู่ด้วย

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นเครื่องจักรกลชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลในรูปของการหมุน ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้มอเตอร์ไฟฟ้าโดยทั่วไปประกอบด้วยขดลวดสองชุด ซึ่งลำเลียงกระแสไฟฟ้าที่ทำให้เกิดแรงสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขดลวดชุดนอกตรึงอยู่กับที่เรียกว่าสเตเตอร์ ส่วนขดลวดชุดในหมุนได้เรียกว่า อาร์มาเจอร์

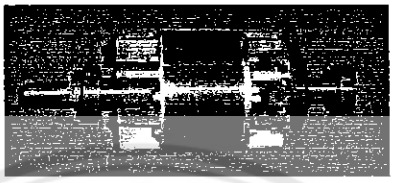
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับคาปาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor motor)

คาปาซิเตอร์เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสที่มีลักษณะคล้ายสปลิทเฟสมอเตอร์มากต่างกันตรงที่มีคาปาซิเตอร์เพิ่มขึ้นมา ทำให้มอเตอร์แบบนี้มีคุณสมบัติพิเศษกว่าสปลิทเฟสมอเตอร์ คือมีแรงบิดขณะสตาร์ทสูงใช้กระแสขณะสตาร์ทน้อยมอเตอร์ชนิดนี้มีขนาดตั้งแต่ 1/20 แรงม้าถึง 10 แรงม้ามอเตอร์นี้นิยมใช้งานเกี่ยวกับปั๊มน้ำ เครื่องอัดลม ตู้แช่ ตู้เย็น ฯลฯ

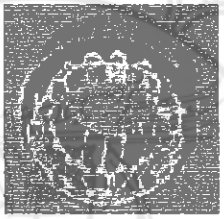
ส่วนประกอบของคาปาซิเตอร์มอเตอร์

มีส่วนประกอบส่วนใหญ่เหมือนกับแบบสปลิทเฟสเกือบทุกอย่าง คือ

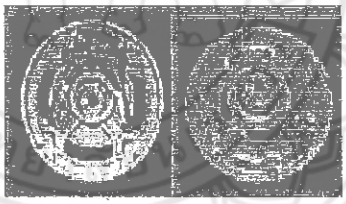
1. โรเตอร์เป็นแบบกรงกระรอก
2. สเตเตอร์ประกอบด้วยขดลวด 2 ชุด คือ ชุดสตาร์ทและชุดรัน
3. ฝาปิดหัวท้ายประกอบด้วย ปลอกทองเหลือง (Bush)
   หรือตลับลูกปืน (Ball bearing)สำหรับรองรับเพลา
4. คาปาซิเตอร์หรือคอนเดนเซอร์ (Capacitor or Condenser)



รูปที่ 2.5 โรเตอร์เป็นแบบกรงกระรอก



รูปที่ 2.6 สเตเตอร์ประกอบด้วยขดลวด2 ชุด คือ ชุดสตาร์ทและชุดรัน



รูปที่ 2.7 ฝาปิดหัวท้ายประกอบด้วย ปลอกทองเหลือง(Bush)
หรือตลับลูกปืน(Ball bearing) สำหรับรองรับเพลา

รูปที่ 2.8 คาปาซิเตอร์หรือคอนเดนเซอร์ (Capacitor or Condenser)

ที่ใช้กับมอเตอร์แบบเฟสเดียวมี 3 ชนิดคือ

1. แบบกระดาษหรือPaper capasitor
2. แบบเติมน้ำมันหรือ Oil -filled capasitor
3. แบบน้ำยาไฟฟ้าหรือElectrolytic capasitor

ชนิดของคาปาซิเตอร์มอเตอร์

คาปาซิเตอร์มอเตอร์แบ่งออกเป็น 3 แบบคือ

1. คาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ (Capacitor start motor)
2. คาปาซิเตอร์รันมอเตอร์ (Capacitor run motor)
3. คาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ (Capacitor start and run motor)

หลักการทำงานของคาปาซิเตอร์มอเตอร์

ลักษณะโครงสร้างทั่วไปของคาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์เหมือนกับสปลิทเฟส แต่วงจรขดลวดสตาร์ทพันด้วยขดลวดใหญ่ขึ้นกว่าสปลิทเฟส และพันจำนวนรอบมากขึ้นกว่าขดลวดชุดรัน แล้วต่อตัวคาปาซิเตอร์ (ชนิดอิเล็กโทรไลต์) อนุกรมเข้าในวงจรขดลวดสตาร์ท มีสวิตช์แรงเหวี่ยงศูนย์กลางตัดตัวคาปาซิเตอร์และขดสตาร์ทออกจากวงจร

1. คาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ (Capacitor start motor)

การทำงานของคาปาคาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์เหมือนกับแบบสปลิทเฟสมอเตอร์ แต่เนื่องด้วยขดลวดชุดสตาร์ทต่ออนุกรมกับคาปาซิเตอร์ ทำให้กระแสที่ไหลเข้าในขดลวดสตาร์ทถึงจุดสูงสุดก่อนขดลวดชุดรัน จึงทำให้กระแสในขดลวดสตาร์ทนำหน้าขดลวดชุดรันซึ่งนำหน้ามากกว่าแบบสปิทเฟสมอเตอร์ คาปาซิเตอร์มอเตอร์จึงมีแรงบิดขณะสตาร์ทสูงมากสำหรับมอเตอร์ชนิดคาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ หลังจากสตาร์ทแล้วมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบถึง 75 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วสูงสุดสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีจากศูนย์กลาง คาปาซิเตอร์จะถูกตัดจากวงจร

2. คาปาซิเตอร์รันมอเตอร์ (Capacitor run motor)

ลักษณะโครงสร้างทั่วไปของคาปาซิเตอร์รันมอเตอร์เหมือนกับชนิดคาปาซิเตอร์สตาร์ทแต่ไม่มี สวิตช์แรงเหวี่ยง ตัวคาปาซิสเตอร์จะต่ออยู่ในวงจรตลอดเวลา ทำให้ค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ดีขึ้นและโดยที่คาปาซิสเตอร์ต้องต่อถาวรอยู่ขณะทำงานดังนั้นคาปาซิเตอร์ประเภทน้ำมันหรือกระดาษฉาบโลหะ แต่สำหรับมอเตอร์ชนิดคาปาซิเตอร์รัน คาปาซิเตอร์จะต่ออยู่นวงจรตลอดและเนื่องจากขดลวดชุดสตาร์ทใช้งานตลอดเวลา การออกแบบจึงต้องให้กระแสผ่านขดลวดน้อยกว่าแบบคาปาซิสเตอร์สตาร์ท โดยการลดค่าของคาปาซิสเตอร์ลง ดังนั้นแรงบิดจึงลดลงกว่าแบบคาปาซิสเตอร์สตาร์ทแต่ยังสูงกว่าแบบสปลิทเฟสมอเตอร์

ที่ใช้กับมอเตอร์แบบเฟสเดียวมี 3 ชนิดคือ

1. แบบกระดาษหรือPaper capasitor
2. แบบเติมน้ำมันหรือ Oil -filled capasitor
3. แบบน้ำยาไฟฟ้าหรือElectrolytic capasitor

ชนิดของคาปาซิเตอร์มอเตอร์

คาปาซิเตอร์มอเตอร์แบ่งออกเป็น 3 แบบคือ

1. คาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ (Capacitor start motor)
2. คาปาซิเตอร์รันมอเตอร์ (Capacitor run motor)
3. คาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ (Capacitor start and run motor)

หลักการทำงานของคาปาซิเตอร์มอเตอร์

ลักษณะโครงสร้างทั่วไปของคาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์เหมือนกับสปลิทเฟส แต่วงจรขดลวดสตาร์ทพันด้วยขดลวดใหญ่ขึ้นกว่าสปลิทเฟส และพันจำนวนรอบมากขึ้นกว่าขดลวดชุดรัน แล้วต่อตัวคาปาซิเตอร์ (ชนิดอิเล็กโทรไลต์) อนุกรมเข้าในวงจรขดลวดสตาร์ท มีสวิตช์แรงเหวี่ยงศูนย์กลางตัดตัวคาปาซิเตอร์และขดสตาร์ทออกจากวงจร

1. คาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ (Capacitor start motor)

การทำงานของคาปาคาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์เหมือนกับแบบสปลิทเฟสมอเตอร์ แต่เนื่องด้วยขดลวดชุดสตาร์ทต่ออนุกรมกับคาปาซิเตอร์ ทำให้กระแสที่ไหลเข้าในขดลวดสตาร์ทถึงจุดสูงสุดก่อนขดลวดชุดรัน จึงทำให้กระแสในขดลวดสตาร์ทนำหน้าขดลวดชุดรันซึ่งนำหน้ามากกว่าแบบสปิทเฟสมอเตอร์ คาปาซิเตอร์มอเตอร์จึงมีแรงบิดขณะสตาร์ทสูงมากสำหรับมอเตอร์ชนิดคาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ หลังจากสตาร์ทแล้วมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบถึง 75 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วสูงสุดสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีจากศูนย์กลาง คาปาซิเตอร์จะถูกตัดจากวงจร

2. คาปาซิเตอร์รันมอเตอร์ (Capacitor run motor)

ลักษณะโครงสร้างทั่วไปของคาปาซิเตอร์รันมอเตอร์เหมือนกับชนิดคาปาซิเตอร์สตาร์ทแต่ไม่มี สวิตช์แรงเหวี่ยง ตัวคาปาซิสเตอร์จะต่ออยู่ในวงจรตลอดเวลา ทำให้ค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ดีขึ้นและโดยที่คาปาซิสเตอร์ต้องต่อถาวรอยู่ขณะทำงานดังนั้นคาปาซิเตอร์ประเภทน้ำมันหรือกระดาษฉาบโลหะ แต่สำหรับมอเตอร์ชนิดคาปาซิเตอร์รัน คาปาซิเตอร์จะต่ออยู่นวงจรตลอดและเนื่องจากขดลวดชุดสตาร์ทใช้งานตลอดเวลา การออกแบบจึงต้องให้กระแสผ่านขดลวดน้อยกว่าแบบคาปาซิสเตอร์สตาร์ท โดยการลดค่าของคาปาซิสเตอร์ลง ดังนั้นแรงบิดจึงลดลงกว่าแบบคาปาซิสเตอร์สตาร์ทแต่ยังสูงกว่าแบบสปลิทเฟสมอเตอร์

3. คาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ (Capacitor start and run motor)

ลักษณะโครงสร้างของคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ชนิดนี้จะมีคาปาซิเตอร์ 2 ตัว คือคาปาซิเตอร์สตาร์ทกับคาปาซิสเตอร์รัน คาปาซิสเตอร์สตาร์ทต่ออนุกรมอยู่กับสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางหรือเรียกว่าเซ็นติฟูกัลสวิตช์ ส่วนคาปาซิเตอร์รันจะต่ออยู่กับวงจรตลอดเวลา คาปาซิสเตอร์ทั้งสองจะต่อขนานกัน ซึ่งค่าของคาปาซิเตอร์ทั้งสองนั้นมีค่าแตกต่างกัน มอเตอร์แบบคาปาซิสเตอร์สตาร์ทและรันได้มีการออกแบบมีแรงบิดขณะสตาร์ทสูงขึ้น โดยคาปาซิเตอร์รันต่อขนานกับคาปาซิสเตอร์สตาร์ทเมื่อมอเตอร์ไฟฟ้าหมุนไปได้ความเร็วรอบ 75 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วรอบสูงสุดส่วนคาปาซิเตอร์รันต่ออยู่ในวงจรตลอดเวลาจึงทำให้มอเตอร์ที่มีกำลังสตาร์ทสูงและกำลังหมุนดีด้วยดังแสดงรูปวงจรการทำงาน

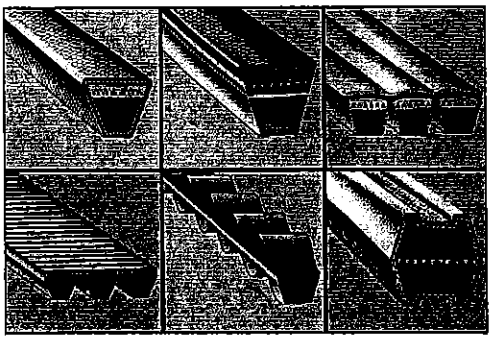
มอเตอร์ชนิดที่เลือกใช้

ได้เลือกคาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ (Capacitor start motor) เนื่องจากเป็นมอเตอร์ที่ใช้กระแสสลับเหมาะแก่การใช้ตามบ้านเรือนทั่วไป ตัวมอเตอร์สามารถทำงานเกินกว่าโหลดปกติและให้เพาเวอร์แฟกเตอร์ที่สูงกว่าทำให้เกิดประสิทธิภาพที่สูงกว่าในขณะที่มอเตอร์หมุนอยู่จะไม่กำเนิดเสียงที่ดังมากและหาได้ง่ายตามร้านมอเตอร์ทั่วไป

2.3 สายพาน

ชนิดของสายพาน

- **สายพานแบน (Flat belt)** นิยมใช้กันแพร่หลายโดยเฉพาะเมื่อระยะทางระหว่างจุดศูนย์กลางกว้างมาก เหมาะสำหรับการขับเป็นชุด สามารถทำงานได้ดีที่ความเร็วรอบสูงและส่งกำลังได้มาก ปกติทำด้วยหนังหรือเส้นใย แล้วเสริมด้วยยาง ส่วนมากมีข้อต่อ
- **สายพานตัววี (V-belt)** ทำด้วยใยผ้าและเชือกเสริมด้วยยางสามารถใช้กับล้อสายพานขนาดเล็กกว่าล้อสายพานที่ใช้กับสายพานแบน ที่ระยะระหว่างจุดศูนย์กลางสั้นกว่าและสามารถใช้รวมกันหลายเส้นได้ และไม่มีข้อต่อ
- **สายพานตัววีแบบหลายเส้น (Link V-belt)**ประกอบด้วยสายพานตัววีหลายเส้นต่อกันจนมีความยาวตามความต้องการด้วยโลหะ สามารถปรับความตึงได้ตามต้องการ
- **สายพานแบบฟันตรง (Timing belt)**สายพานแบบนี้ทั้งตัวสายพานและล้อสายพานจะมีฟันตรงเหมือนฟันเฟืองตรง ในขณะส่งสายพานจะไม่ **Slip** และ **Stretch** ดังนั้นจึงนิยมใช้ส่งกำลังที่อัตรารอบคงที่ มีความเร็วไม่จำกัดไม่มีแรงดึงในสายพาน ข้อเสียของสายพานแบบนี้คือราคาแพง ต้องทำให้ล้อสายพานเป็นร่องฟันเหมือนกันด้วย



รูปที่ 2.9 สายพานชนิดต่าง ๆ

คุณลักษณะของสายพาน โดยทั่วไป

1. ใช้กรณีที่ระยะระหว่างศูนย์กลางมาก
2. อัตราทดระหว่างเพลาไม่คงที่ เนื่องจากสายพานเกิด Slip และ Creep
3. เมื่อใช้สายพานแบน ถ้าปรับให้สายพานหย่อนหรือตึงได้ก็จะเป็นเหมือนครัทช์
4. ถ้าใช้สายพานตัววี อัตราทดรอบจะเปลี่ยนไป ถ้าเปลี่ยนระยะระหว่างขอบล้อสายพาน
5. สามารถทำให้มีการปรับระยะระหว่างศูนย์กลางของล้อสายพานได้
6. สามารถใช้ Step pullys เปลี่ยนความเร็วรอบได้ง่าย

ข้อดีและข้อเสียของการใช้สายพาน

ข้อดี
1. สามารถใช้แกนขับเพลาตัวกลางที่มีระยะห่างกัน
2. ทำงานได้ราบเรียบ ไม่มีกระตุก
3. ส่งกำลังได้จำกัดแต่ถ้ากำลังกินจะทำให้สายพานลื่นไถล
4. ง่ายต่อการออกแบบ
5. ราคาย่อมเยา

ข้อเสีย
1. มีขนาดใหญ่
2. ถ้าเกิดการลื่นไถลอัตราทดรอบจะไม่แน่นอน
   เพลาและแบริ่งจะต้องรับภาระหนัก อายุการใช้งานจะลดลง

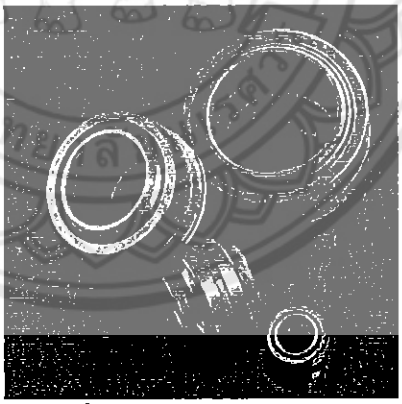
2.4 แบริ่ง

แบริ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของเครื่องจักรที่ต้องการ การหล่อลื่น และแถบจะกล่าวได้ว่าเครื่องจักรเกือบทุกเครื่องจะต้องมี แบริ่ง "แบริ่ง" คือ สิ่งที่ช่วยรองรับหรือช่วยยึดชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักรที่มีการหมุนให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง แบริ่ง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. แบริ่งกาบ (Plain bearings) มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกกลวงโดยมีแกนหมุนอยู่ภายใน ส่วนของแกนหมุนหรือเพลาที่หมุนอยู่ภายในแบริ่ง เรียกว่า เจอร์นอล (Journal) ส่วนรูปทรงกระบอกกลวงเรียกว่า เจอร์นอลแบริ่ง (Journal bearing) ซึ่งมักทำด้วยโลหะหรือส่วนผสมของโลหะที่มีเนื้ออ่อนกว่าเจอร์นอล

แบริ่งกาบยังสามารถแบ่งออกเป็นทรัสต์แบริ่ง(Trust Bearing)ซึ่งตัวเจอร์นอลได้รับแรงกดและหมุนอยู่ภายในเจอร์นอลแบริ่งกับไกด์แบริ่ง(Guide Bearing)ซึ่งตัวเจอร์นอลเคลื่อนที่กลับไปกลับมาตามแนวยาวของเจอร์นอลแบริ่ง

แบริ่งกาบโดยทั่วไปจะใช้ น้ำมัน เป็นตัวหล่อลื่นมากกว่า จาระบี และมักใช้ จาระบี ในกรณีที่แบริ่งไม่มีระบบป้องกันหรือซีลที่เพียงพอสำหรับน้ำมัน ในขณะที่ตัวเจอร์นอลหมุนอยู่ภายในแบริ่ง น้ำมันจะถูกเหวี่ยงเข้ามาเป็นฟิล์มป้องกันไม่ให้ผิวของเจอร์นอลและแบริ่งมาสัมผัสกัน ความหนืดของน้ำมัน ไม่ควรจะต่ำเกินไปจนฟิล์ม น้ำมัน ไม่สามารถแยกผิวสัมผัสทั้งสองออกจากกันได้ ความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นสูงขนาดน้ำมันหล่อลื่นลูกสูบการเลือกความหนืดของน้ำมันขึ้นอยู่กับความเร็วรอบแรงกดและอุณหภูมิในขณะที่ใช้งาน

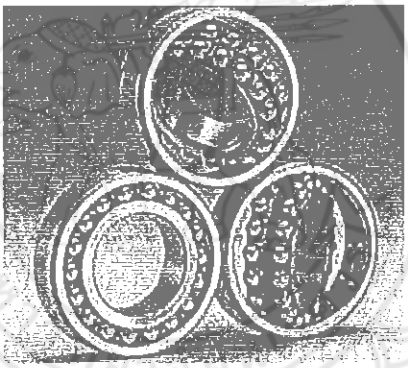


รูปที่ 2.10 แบริ่งกาบ

2. แบริ่งลูกปืน (Rolling Bearing) การเคลื่อนไหวของแบริ่งลูกปืนจะเกิดในลักษณะเลื่อนสัมผัส (Sliding) ของผิวสัมผัสทั้งสอง ซึ่งจะทำให้เกิดแรงเสียดทานขึ้น แรงเสียดทานนี้สามารถลดลงได้โดยการเปลี่ยนการเคลื่อนไหวแบบเลื่อนสัมผัส (Rolling) โดยการติดตั้งวงแหวนซึ่งประกอบด้วยลูกปืนที่ทำด้วยโลหะแข็งอาจจะมีลักษณะกลมเหมือนลูกบอล หรือเป็นแบบลูกกลิ้งเคลื่อนที่อยู่ระหว่างวงแหวนชั้นในและชั้นนอก ในทางทฤษฎีการหมุนสัมผัสนั้นไม่จำเป็นต้องอาศัยน้ำมันหล่อลื่น แต่ในทางปฏิบัติแล้วแบริ่งลูกปืนยังมีการเคลื่อนไหวแบบเลื่อนสัมผัสอยู่บ้าง

โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบริ่งลูกปืนบางชนิดจะเกิดการบิดเมื่อได้รับแรงกด นอกจากนี้ยังเกิดการเลื่อนสัมผัสระหว่างตัวลูกปืนกับตัววัสดุที่ยึดลูกปืนนั้น ดังนั้นการหล่อลื่นจึงยังเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อลดแรงเสียดทานที่เกิดจากการเลื่อนสัมผัสเป็นเกราะหรือซีล ป้องกันความชื้นการกัดกร่อนตลอดจนสิ่งสกปรกต่างๆ ที่จะเข้าไปในแบริ่ง แบริ่งลูกปืนส่วนใหญ่จะใช้จาระบีเป็นตัวหล่อลื่น จาระบียังทำหน้าที่เป็นซีลป้องกันไม่ให้ความชื้นหรือสิ่งสกปรกต่างๆ เข้าไปทำความเสียหายแก่ลูกปืน

การเลือกชนิดของจาระบีขึ้นอยู่กับความเร็วรอบแรงกด และอุณหภูมิของแบริ่งในขณะใช้งาน โดยทั่วไปมักใช้จาระบีเอนกประสงค์ที่ทำด้ายสบู่ลิเทียมในงานบางประเภทอาจมีความต้องการจาระบีที่สามารถทนต่ออุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำคือ ไม่เหลวและไม่ทำปฏิกิริยาอ๊อคซิเดชั่นในขณะที่ใช้งานภายใต้อุณหภูมิต่ำ เช่น จาระบีสำหรับเครื่องบิน เป็นต้น ในบางสภาวะจาระบียังต้องมีคุณสมบัติทนต่อการถูกชะล้างโดยน้ำและน้ำมันจะต้องไม่แยกตัวออกจาระบีเป็นต้น แบริ่งลูกปืนหมุนรอบจัดซึ่งมีความร้อนเกิดขึ้นสูงจำเป็นต้องใช้ น้ำมัน ในการหล่อลื่น ขณะเดียวกันช่วยระบายความร้อนอีกด้วย แบริ่งเหล่านี้มักเป็นแบบปิด แช่อยู่ในอ่างน้ำมันหรือใช้วิธีฉีดพ่นหรือหยดน้ำมันก็ได้



รูปที่ 2.11 แบริ่งลูกปืน

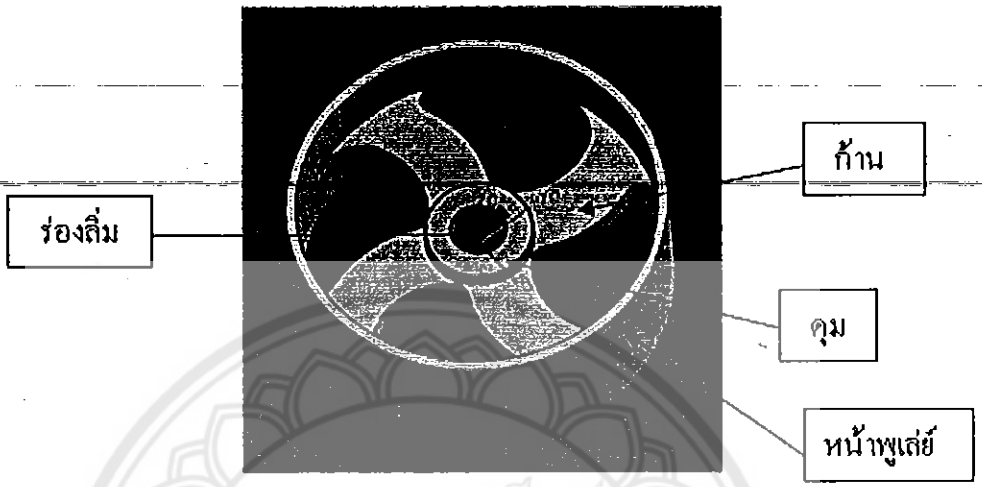
2.5 พูเล่ย์ หรือ ล้อช่วยแรง

พูเล่ย์ เป็นอุปกรณ์ส่งถ่ายกำลังจากต้นกำเนิดกำลังไปยังเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องการใช้กำลังงานจากแหล่งกำเนิด โดยพูเล่ย์จะหมุนรอบแกนเพลาที่อยู่กับที่ พูเล่ย์ในท้องตลาดมีมากมายหลายแบบ เช่น พูเล่ย์ที่ใช้ในรถยนต์ พูเล่ย์ที่ใช้ในโรงสีข้าว ใช้ในเครื่องจักรต่างๆ พูเล่ย์แต่ละตัวมีลักษณะการใช้งานที่แตกต่าง จึงมีรูปแบบที่แตกต่างกันด้วย

ในการออกแบบพูเล่ย์จึงต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งาน แรงที่กระทำ ความเค้นที่เกิดจากการใช้งาน เพื่อให้มีความทนทาน ลดความเสียหาย และใช้งานได้ยาวนาน ณ ที่นี้ได้ดำเนินการศึกษาพูเล่ย์แบน (พูเล่ย์ที่ใช้ในโรงสีข้าว)

ส่วนประกอบหลักๆ ของพูเล่ย์ มีอยู่ 3 ส่วน คือ

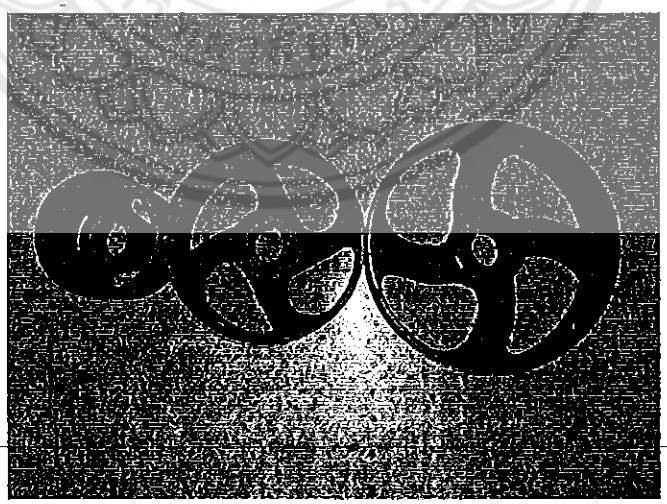
1. ดุมและร่องลิ่ม
2. ก้านพูเล่ย์
3. หน้าพูเล่ย์



รูปที่ 2.12 พูเล่ย์ หรือ ล้อช่วยแรง

ชนิด รูปแบบ และขนาดต่างๆ ของพูเล่ย์แบน

ในปัจจุบันนี้ พูเล่ย์แบนที่ขายอยู่ตามท้องตลาดมีอยู่ด้วยกันหลากหลายขนาด โดยในแต่ละขนาด จะมีไว้สำหรับการใช้งานที่แตกต่างกันไปตามลักษณะของงาน ซึ่งในที่นี้จะแสดงภาพของพูเล่ย์ขนาดต่างๆ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.13 แสดงรูปพูเล่ย์แบนขนาด 5, 8, 10 นิ้ว

2.6 ทฤษฎีระบบส่งกำลังด้วยสายพาน

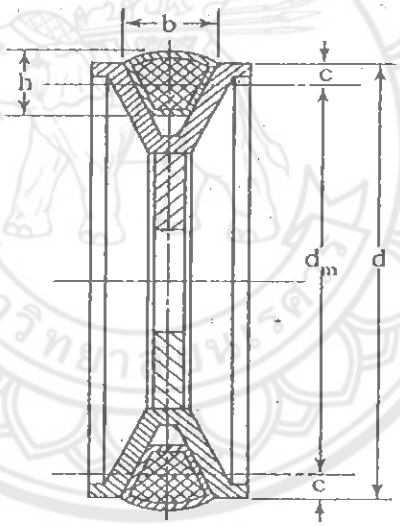
ในการส่งกำลังด้วยสายพานนั้น ที่ใช้งานกันอยู่มีหลายลักษณะ เช่น สายพานแบน สายพานลิ่ม สายพาน กลม และสายพานซี่ฟัน แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงสายพานลิ่มอย่างเดียว

สายพานคือสายส่งกำลังขับ คือส่งจากล้อขับไปหมุนล้อตาม ทั้งล้อขับและล้อตามจะต้องอยู่ในแนวเดียวกันจะเยื้องกันไม่ได้ เพราะว่า

- ถ้าเป็นสายพานแบน สายพานจะหลุดง่าย เป็นผลให้ส่งกำลังขับไม่ได้
- ถ้าเป็นสายพานลิ่ม อายุสายพานจะสั้น ทำให้ไม่มีการประหยัด

1. ระบบส่งกำลังด้วยสายพานลิ่มวี

สายพานลิ่มเป็นสายพานที่จับล้อได้แน่น เพราะเป็นมุมลิ่มจึงไม่สามารถเลื่อนถูไปกับล้อสายพานได้ สายพานแบบนี้มีประสิทธิภาพในการส่งกำลังสูงกว่าสายพานแบน แต่มีราคาแพงกว่า สายพานลิ่มวีจะพาดอยู่ บนล้อซึ่งเซาะขอบเป็นรูปตัววี



รูปที่ 2.14 แสดงล้อมีสายพานใส่อยู่

พิจารณารูปจะเห็นว่าสายพานต้องวางลึกลงไปในล้อหากจะใช้ค่า D หรือขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง ของล้อในการคำนวณเกี่ยวกับความเร็วและอัตราทด จะทำให้ได้ค่าคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ดังนั้นจึงใช้ค่า d_m

ดังนั้นจะได้ว่า $$d_m = d - 2c$$

สูตรการคำนวณความเร็วและอัตราทดของสายพานลิ่มจะมีดังนี้

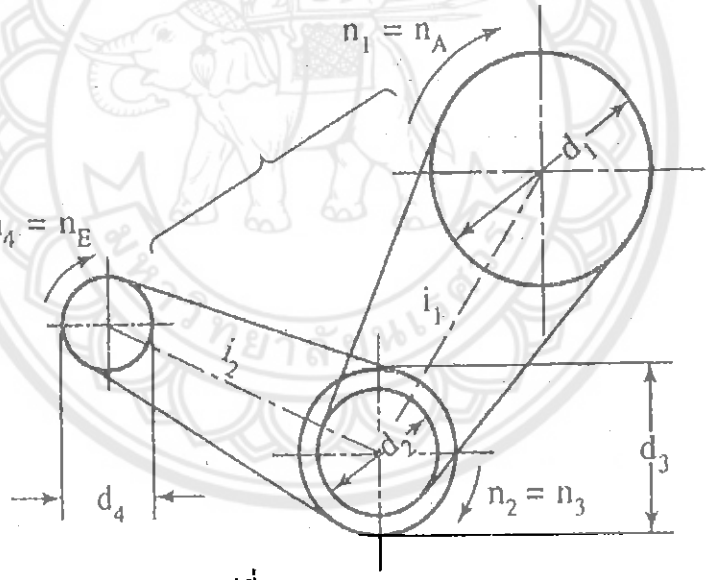
$$d_{m1} \times n_1 = d_{m2} \times n_2$$

และ $$I_1 = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_{m1}}{d_{m2}}$$

เมื่อ n คือ ความเร็วรอบ

I คือ อัตราทด

2. ระบบส่งกำลังด้วยสายพานหลายทด



รูปที่ 2.15 สายพานหลายทด

ในการหาอัตราทดรวมในการส่งกำลังด้วยสายพานหลายทดหรือหลายชั้นนั้นจะได้ว่าอัตราทดรวมทั้งหมด (J) เป็นอัตราส่วนระหว่างความเร็วรอบเริ่มต้น (n_A)กับความเร็วรอบสุดท้าย (n_E) หรือสามารถหาได้จากผลคูณของอัตราทด (I) แต่ละชั้น

เมื่อพิจารณาจากรูป 2.15 จะได้ว่า

$$J = \frac{n_A}{n_B}$$

และ $$J = I_1 \times I_2$$

แต่ $$I_1 = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_{m1}}{d_{m2}}$$

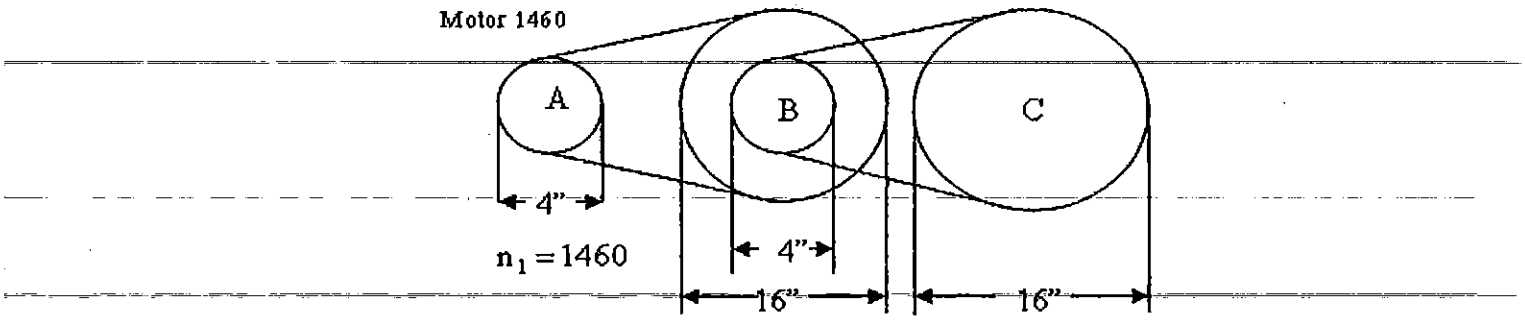
และ $$I_2 = \frac{n_3}{n_4} = \frac{d_{m3}}{d_{m4}}$$

ดังนั้น $$J = \frac{n_1}{n_2} \times \frac{n_3}{n_4}$$

แต่ $n_1 = n_2$ เพราะว่าอยู่ในแกนเดียวกัน

นั่นคือ $$J = \frac{n_1}{n_4} \times \frac{n_A}{n_E} = \frac{d_2 \times d_4 \ldots}{d_1 \times d_3 \ldots}$$

ตัวอย่างการคำนวณ



รูปที่ 2.16 คำนวณโครงสร้างระบบทดความเร็วรอบ

เมื่อพิจารณาโครงสร้างและคุณสมบัติมอเตอร์ต่าง ๆ จะมีค่าดังนี้

$n_1 = 1460$ rpm , $d_1 = 4"$, $d_2 = 16"$, $d_3 = 4"$, $d_4 = 16"$

หาความเร็วรอบ

จาก $$\frac{n_A}{n_B} = \frac{d_2 \times d_4}{d_1 \times d_3}$$

แทนค่า $$\frac{1460}{n_B} = \frac{16 \times 16}{4 \times 4}$$

$$n_E = \frac{1460 \times 4 \times 4}{16 \times 16} = 91.25 \text{rpm}$$

ความเร็วรอบของพูเล่ย์ตัวสุดท้ายหรือตัวบนสุดจากรูป เท่ากับ 91.25 รอบต่อนาที

หาอัตราทดรวม

แทนค่า $$J = \frac{n_A}{n_B}$$

$$J = \frac{1460}{91.25} = 16$$

นั่นคือ อัตราทดรวม (J) = 16 เท่า

2.7 ชนิดของวัสดุที่นำมาทดสอบและทำแกนบีบอัด

พลาสติก คุณสมบัติ คือ สามารถเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นอ่อนนุ่มได้เมื่อได้รับความร้อน มีความเหนียวหยืดหยุ่นได้ดี สามารถโค้งได้ง่าย ทนแรงกระแทกสูงได้

ยาง คุณสมบัติ คือ สามารถยืดหยุ่นได้อย่างน้อยสุดสองเท่าของตัวมันเอง มีความอ่อนนุ่ม ความยืด ความหนืด มีช่องว่างมากกว่าพลาสติกสามารถรับพลังงานในการพยายามกระทำเสียทรงได้ยางสามารถแบ่งออกเป็นหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นยางที่ได้จากธรรมชาติ เช่นยางพาราเป็นต้น และปัจจุบันยางสังเคราะห์เข้ามามีบทบาทมากซึ่งคุณสมบัติบางประการของยางชนิดต่าง ได้แสดงไว้ในตาราง

ตารางที่ 2.1 แสดงสมบัติชนิดของยาง

ชนิดของยาง	แรงดึง Tensile strength (Kpsi)	การขยาย Elongation (%)	ความหนาแน่น Density (g/cm^3)
ยางธรรมชาติ	2.5-3.5	50-850	0.93
ยางสังเคราะห์	0.2-3.5	400-600	0.94
ยางไนไทรส์	0.5-0.9	450-700	1.0
นีดอพรีน	3.0-4.0	800-900	1.25

เหล็ก คุณสมบัติของเหล็กนั้นมีความพิเศษคือความแข็ง เหล็กจะมีความแข็งแรงมากเมื่อเทียบกับวัสดุต่างๆ สามารถหาได้ง่าย ทนต่อความร้อนได้สูง และเมื่อได้รับความร้อนสามารถยืดหยุ่นได้ดี ทนต่อการกัดกร่อน ของกรดและด่างได้ เหล็กนั้นถือได้ว่าเป็นวัสดุได้รับความนิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมตลอดจนงานก่อสร้างทั่วไปดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 2.2 แสดงสมบัติเชิงกลของเหล็กคาร์บอน (plain – carbon)

Chemical complsition (Wt%)	แรงดึง (Tensile strength)		แรงกด (Yield strength)	
	(Ksi)	(Mpa)	(Ksi)	(Mpa)
0.10C ,0.40Mn	40-60	276-414	26-45	179-310
0.20C ,0.45Mn	65	448	48	331
0.40C ,0.45Mn	90	621	60	414
0.60C ,0.65Mn	118	814	70	483
0.80C ,0.80Mn	140	967	85	586
0.95C ,0.40Mn	140	966	83	573

จากตารางจะเห็นได้ว่าคุณสมบัติบางประการของเหล็กคาร์บอน เช่นความแข็ง การทนต่อแรงกระทำจะมีค่ามากตามปริมาณส่วนผสมของคาร์บอนในเหล็กนั้นๆ กล่าวคือยิ่งในเหล็กมีคาร์บอนผสมมากเหล็กก็จะยิ่งมีความแข็ง และทนต่อแรงกระทำไม่ว่าจะเป็นแรงกดอัดหรือแรงดึงได้มาก

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาการแกะกระเทียมด้วยแรงงานคน
2. ศึกษาการทำงานของเครื่องโม่มะพร้าว
3. เขียนแบบโครงสร้างของเครื่องแกะกระเทียม
4. จัดหาอุปกรณ์ และวัสดุที่ใช้ในการประดิษฐ์
5. ลงมือสร้างเครื่องแกะกระเทียม
6. ทดสอบประสิทธิภาพ และการทำงานของเครื่องแกะกระเทียม

3.2 วัสดุที่ใช้ในการประดิษฐ์เครื่องแกะกระเทียม

1. มอเตอร์ ขนาด 1.5 Hp 220 V
2. พัดลม ขนาด 200 W
3. สายไฟ
4. สวิตซ์ไฟ
5. ปลั๊กสองขา
6. สังกะสี
7. ไม้อัด
8. เหล็กเส้น
9. เหล็กแป๊บ
10. เหล็กฉาก
11. จาระบี
12. พูเล่ย์สายพานเดี่ยว
13. พูเล่ย์สายพานคู่
14. พูเล่ย์ข้อเหวี่ยง
15. ลูกปืนตุ๊กตา
16. น๊อต
17. ลูกพรีเวท
18. สายพาน เบอร์ B40 2 เส้น
19. สายพาน เบอร์ B36 2 เส้น
20. สายพาน เบอร์ B29 1 เส้น
21. สายพาน เบอร์ B81 1 เส้น

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประดิษฐ์

1. เครื่องตัดเหล็กไฟฟ้า
2. เครื่องเชื่อมเหล็กไฟฟ้า
3. สว่านไฟฟ้า
4. ค้อน
5. ตลับเมตร
6. ไม้ฉาก
7. เครื่องเจียเหล็ก
8. เครื่องเจียเหล็ก
9. กรรไกรตัดเหล็ก
10. ตัวเจาะรีเวท
11. ประแจเบอร์ 14, 16 และ 18

แบบโครงสร้างของเครื่องแกะกระเทียม

3.4 การประดิษฐ์ส่วนประกอบของเครื่องแกะกระเทียม

ก. การประดิษฐ์โครงเครื่องแกะ

1. ตัดเหล็กฉากความยาว 130 เซนติเมตร จำนวน 4 ท่อน (สูง)
2. ตัดเหล็กฉากความยาว 73.5 เซนติเมตรจำนวน 6 ท่อน (ยาว)
3. ตัดเหล็กฉากความยาว 51 เซนติเมตร จำนวน 6 ท่อน (กว้าง)
4. นำเหล็กที่ตัดมาเชื่อมกัน

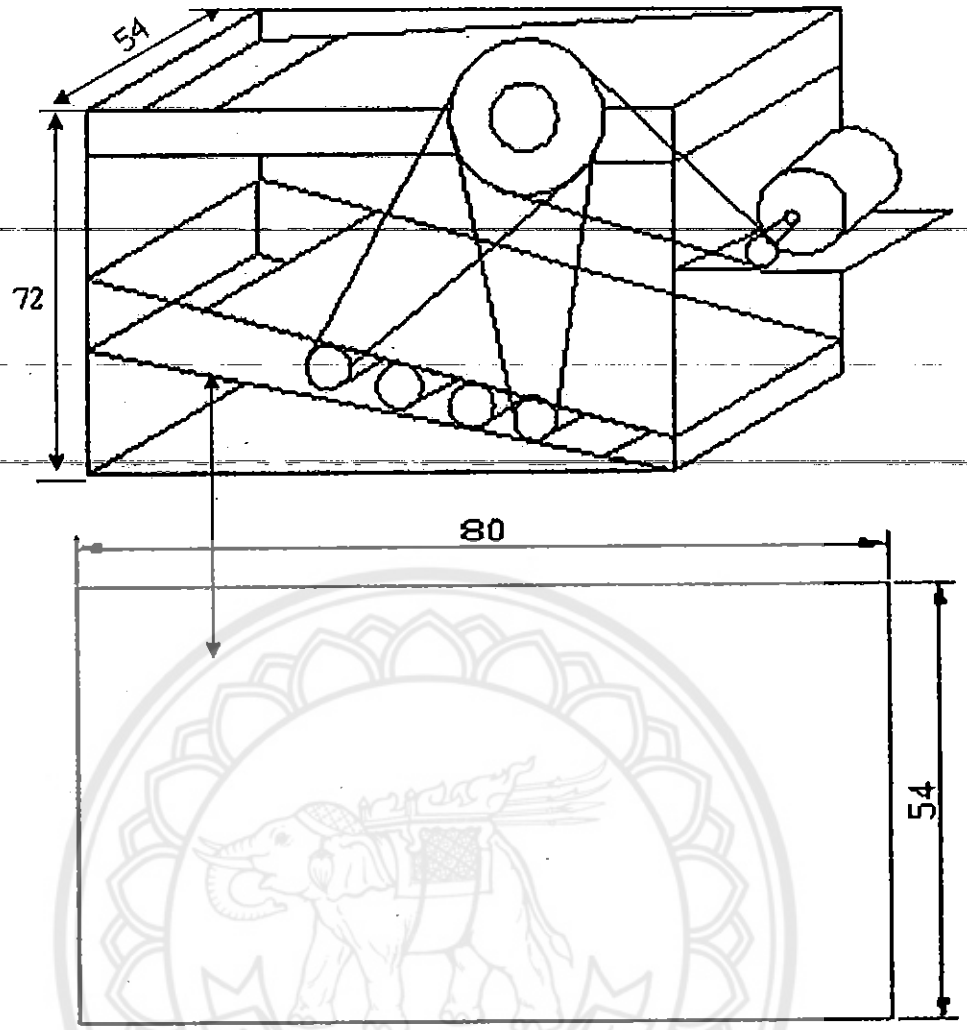
ข. การประดิษฐ์ตะแกรงชั้นที่1 แกนบีบ

- ชั้นรองแกนบีบ

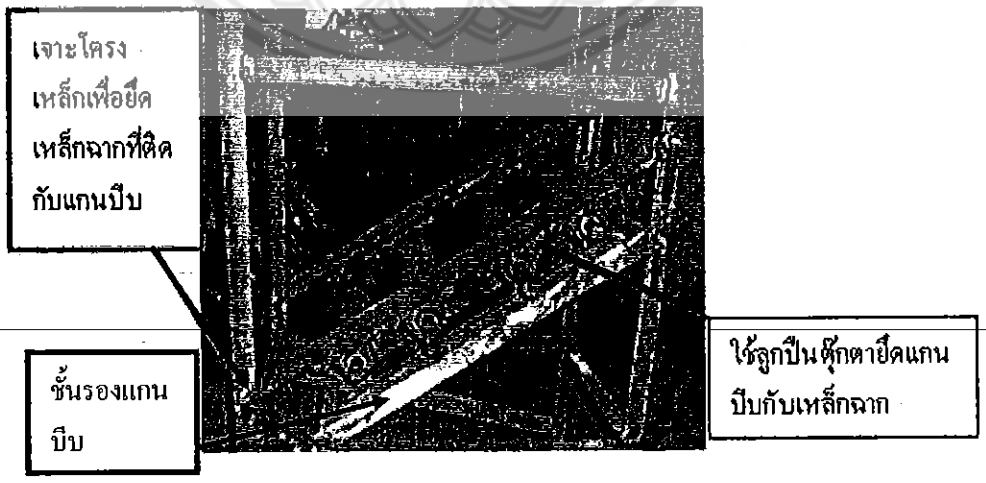
1. ตัดเหล็กฉากยาว 66 เซนติเมตร จำนวน 4 อัน และยาว 64 เซนติเมตร จำนวน 2 อัน
2. ตัดแผ่นไม้อัด ยาว 64 เซนติเมตรกว้าง 54 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น
3. นำเหล็กฉากในข้อ 1 มาเชื่อมเป็นกรอบสี่เหลี่ยมแล้วนำแผ่นไม้อัดไว้มายึด ติด ดังรูปที่ 3.2 และ 3.4

- แกนบีบ

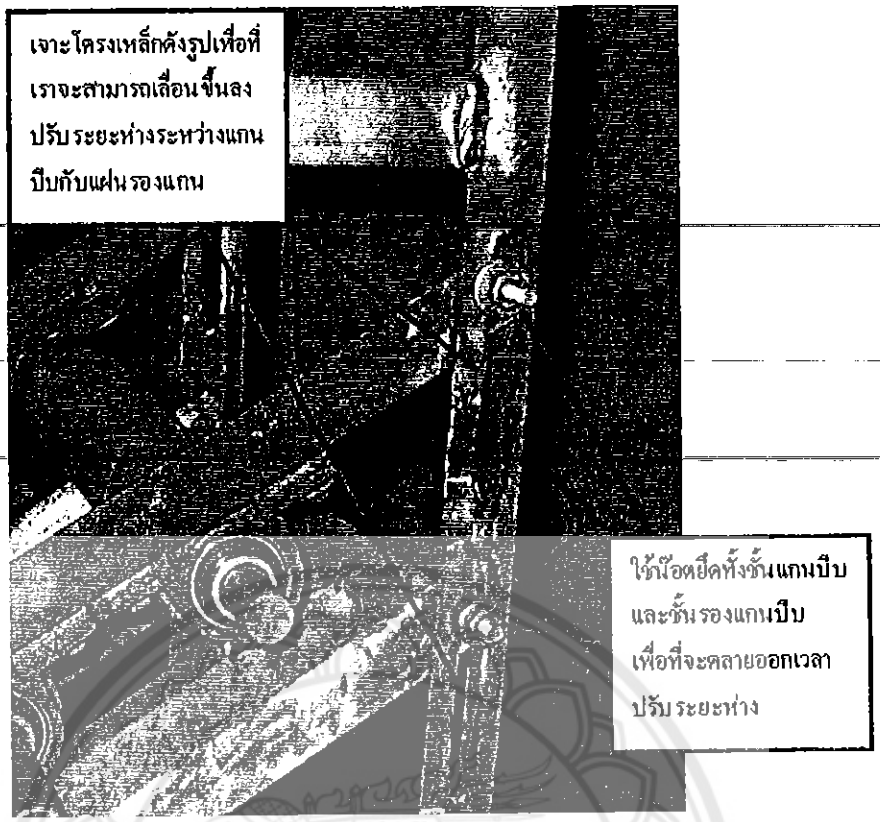
1. ตัดเหล็กฉาก ยาว 80 เซนติเมตร จำนวน 2 อัน และยาว 64 เซนติเมตร จำนวน 2 อัน
2. ตัดเหล็กแป๊บขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ยาว 45 เซนติเมตรจำนวน 4 ท่อน
3. ตัดเหล็กเพลากลมตันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้วยาว 60 เซนติเมตรจำนวน 4 ท่อน
4. ตัดเหล็กแผ่นกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว จำนวน 8 อัน เจาะรูปตรงกลางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว เชื่อมปิดหัวท้ายเหล็กแป๊บ
5. นำเหล็กเส้นสอดเข้ารูของเหล็กแป๊บที่เจาะไว้เชื่อมติดกันจะได้แกนบีบจำนวน 4 อัน
6. นำแกนทั้ง 4 เชื่อมต่อกับเหล็กฉากที่ตัดไว้ ด้วยลูกปืนตุ๊กตา ดังรูปที่ 3.2 และ 3.7



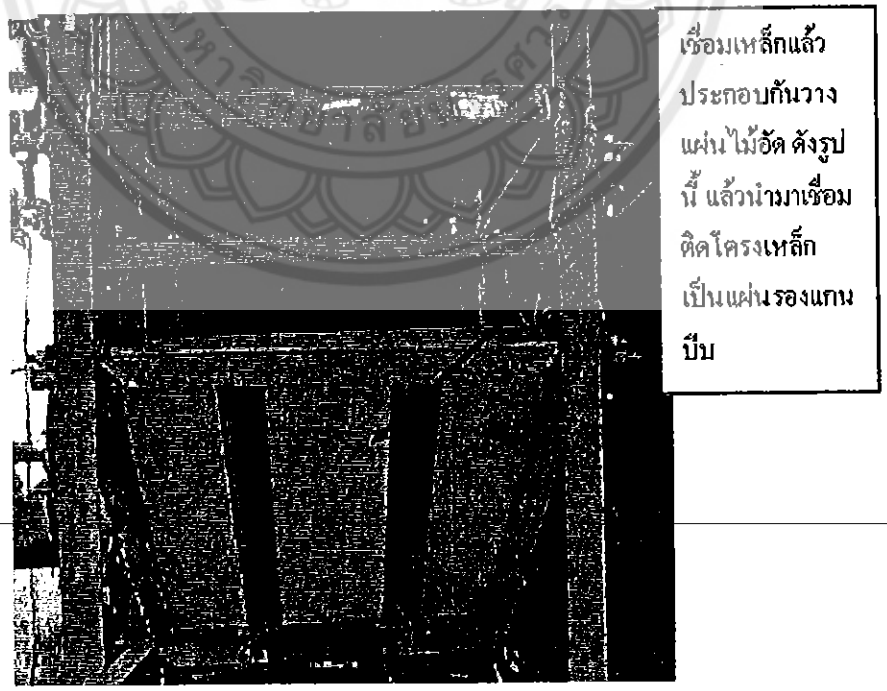
รูปที่ 3.1 แสดงขนาดและตำแหน่งของตะแกรงชั้นที่ 1



รูปที่ 3.2 ตะแกรงชั้นที่1เมื่อประกอบเสร็จ



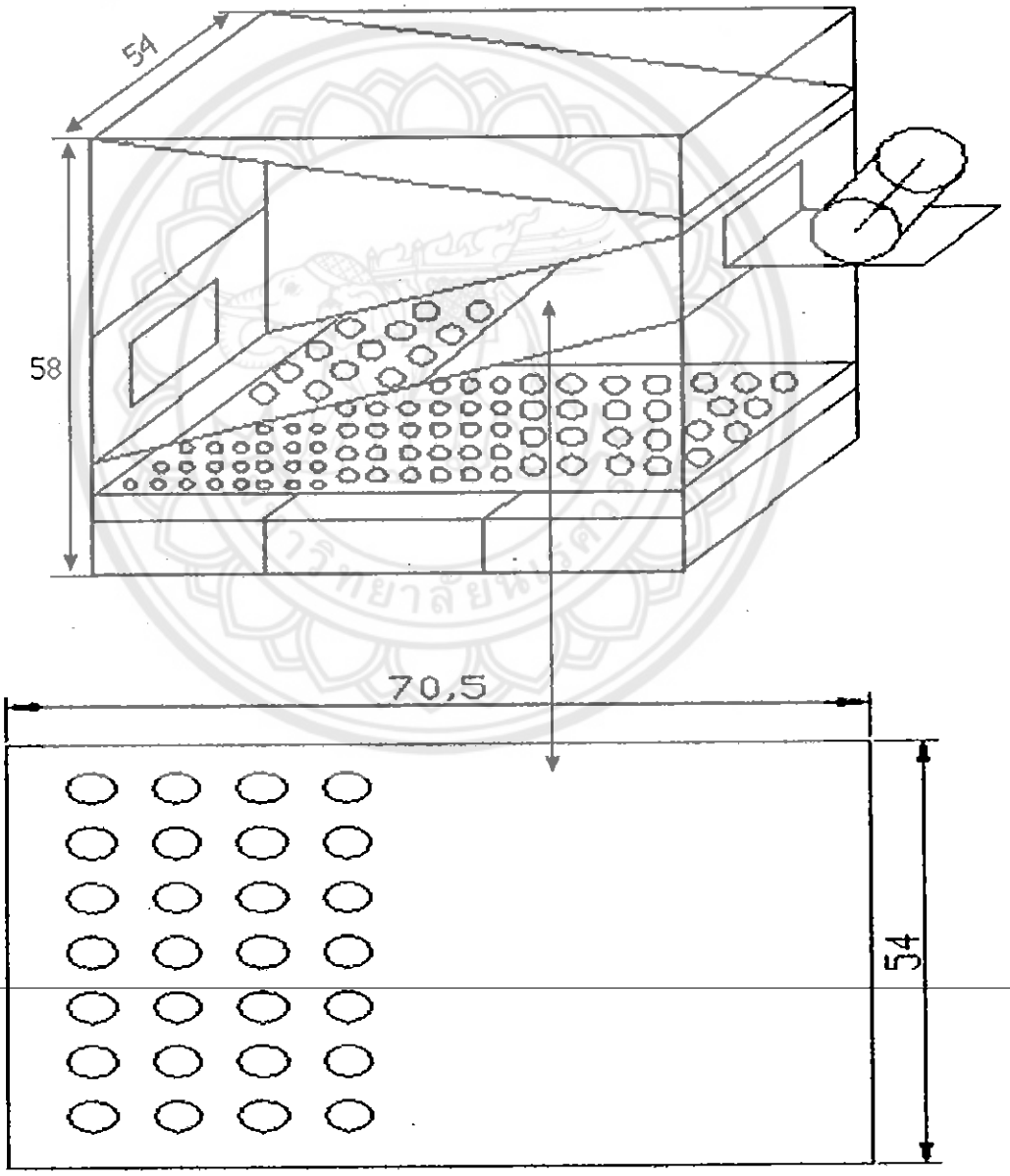
รูปที่ 3.3 รูปแบบการเจาะและตัวยึด



รูปที่ 3.4 แผ่นรองแกนบีบเมื่อประกอบเสร็จ

ค. การประดิษฐ์ตะแกรงชั้นที่ 2

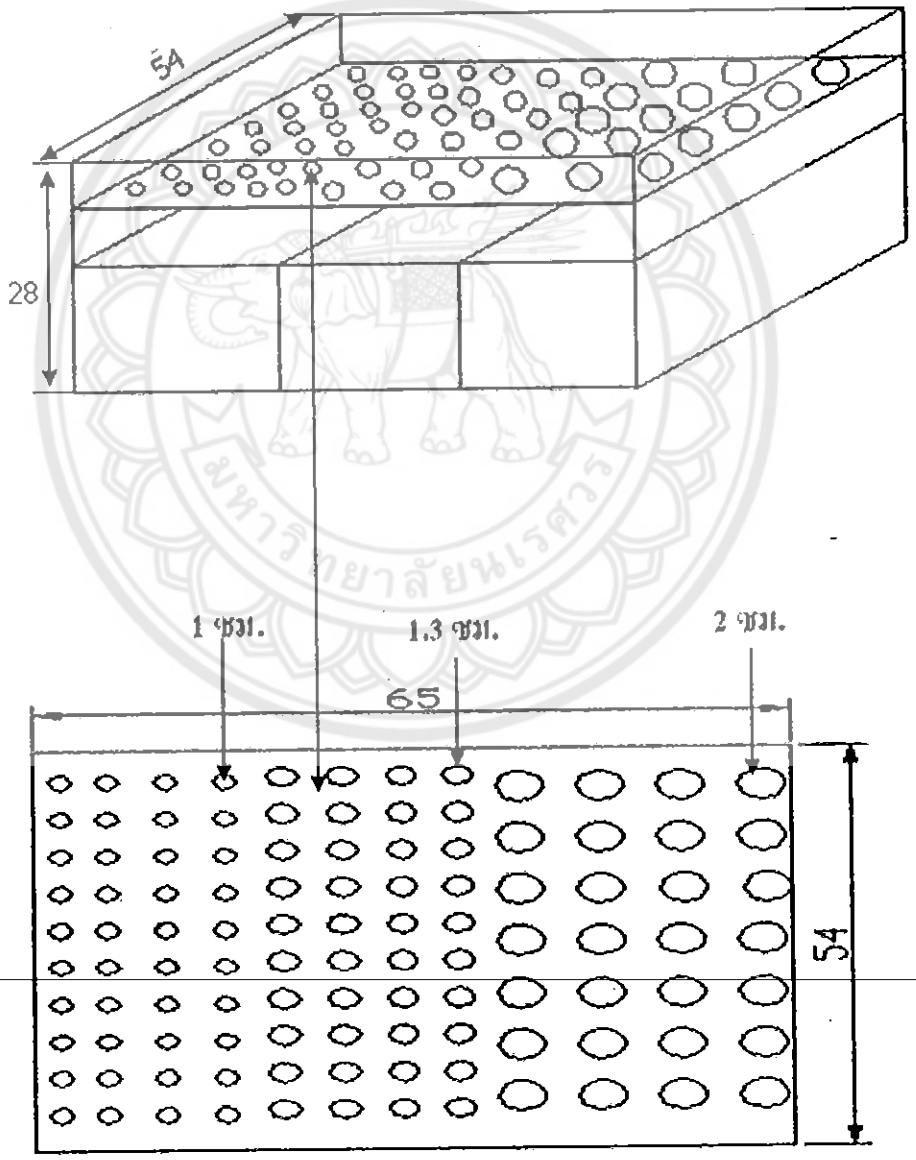
1. ตัดเหล็กฉาก ยาว 70.5 เซนติเมตร จำนวน 2 อัน และยาว 54 เซนติเมตร จำนวน 2 อัน
2. ตัดสังกะสี 54×70เซนติเมตร จำนวน และเจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว บนพื้นที่ 20×54 เซนติเมตร ของปลายด้านหนึ่ง
3. นำเหล็กฉากในข้อ 1 มาเชื่อมเป็นกรอบสี่เหลี่ยมแล้วสังกะสียึดติดโดยใช้น็อต จำนวน 6 ตัว ดังรูปที่ 3.8และ 3.9



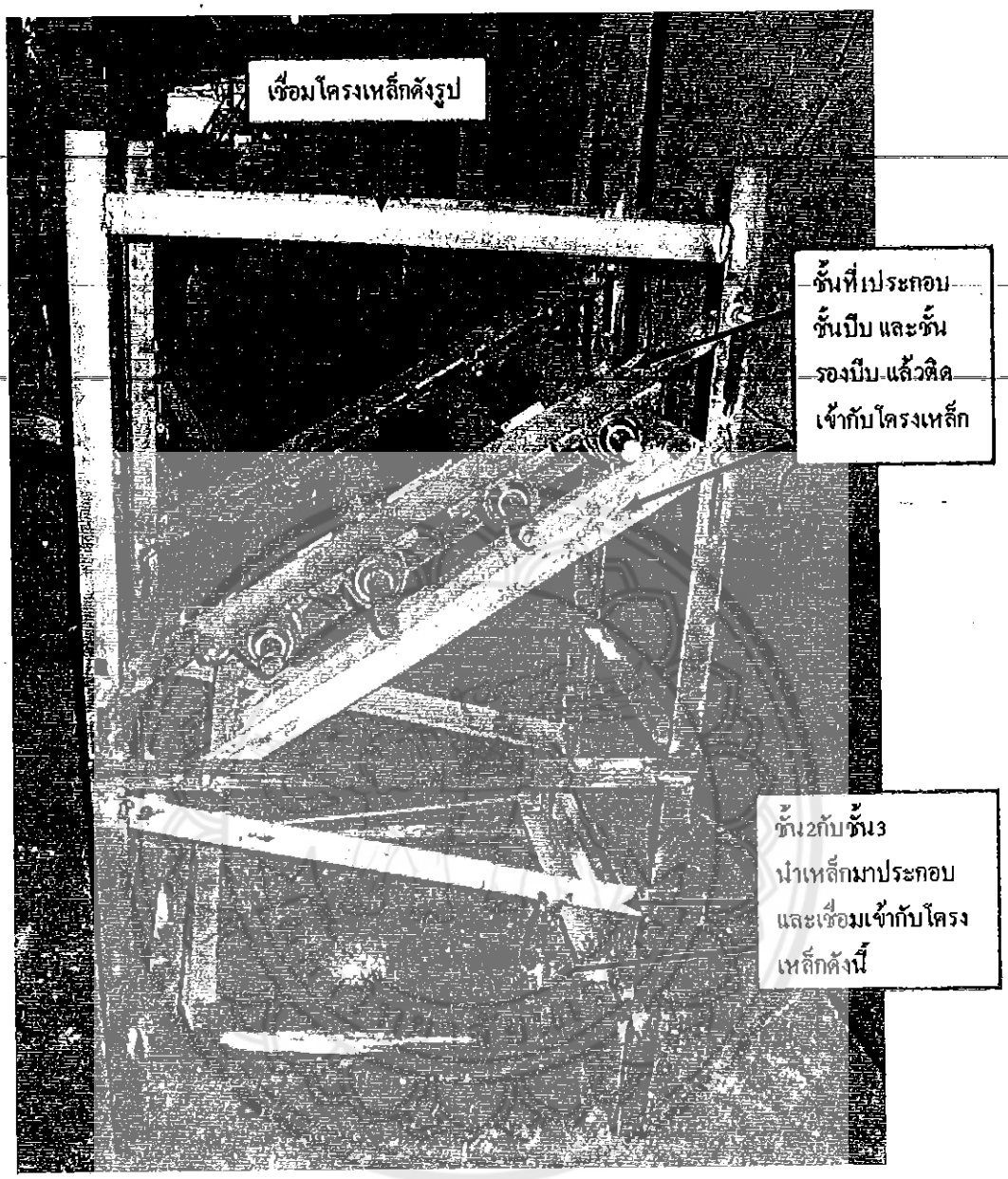
รูปที่ 3.5 แสดงขนาดและตำแหน่งของตะแกรงชั้นที่2

ง. การประดิษฐ์ตะแกรงชั้นที่ 3

1. ตัดเหล็กฉาก ยาว 65 เซนติเมตร จำนวน 2 อัน และยาว 54 เซนติเมตร จำนวน 2 อัน
2. ตัดแผ่นสังกะสีขนาด 63×53 เซนติเมตร และแบ่งพื้นที่เป็น 3 ส่วนเท่า ๆ กัน ใช้ดอก สว่านไฟฟ้า 3 ขนาด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร 1.3 เซนติเมตร และ 1 เซนติเมตร เจาะรูแต่ละส่วนตามลำดับ
3. นำเหล็กฉากในข้อ 1 มาเชื่อมเป็นกรอบสี่เหลี่ยมแล้วนำแผ่นสังกะสีที่เจาะรูไว้มายึดติดโดยใช้วีเวท ดังรูปที่ 3.8 และ 3.9



รูปที่ 3.6 แสดงขนาดและตำแหน่งของตะแกรงชั้นที่3

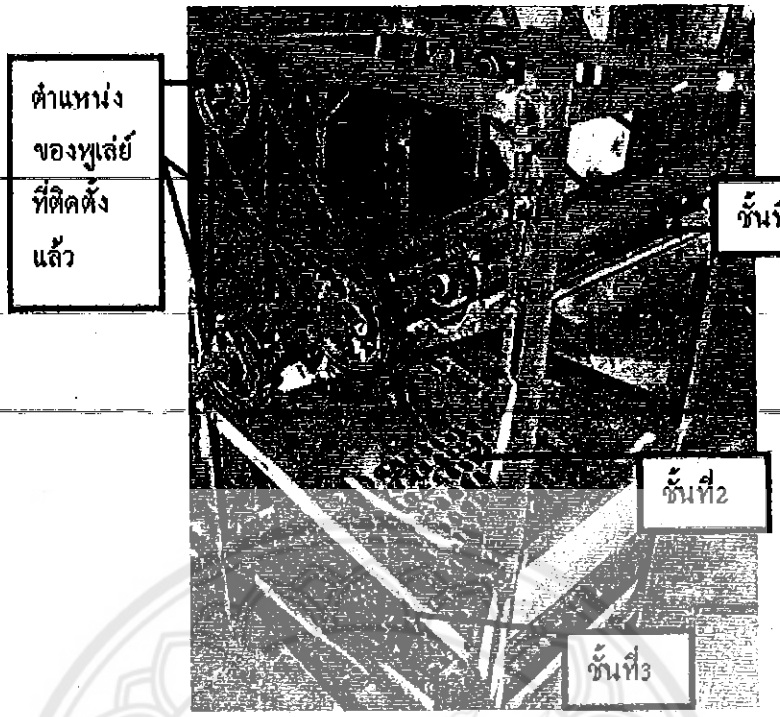


รูปที่ 3.7 แสดงรูปแบบชั้นต่างเมื่อเราประกอบเข้ากับโครงเหล็ก

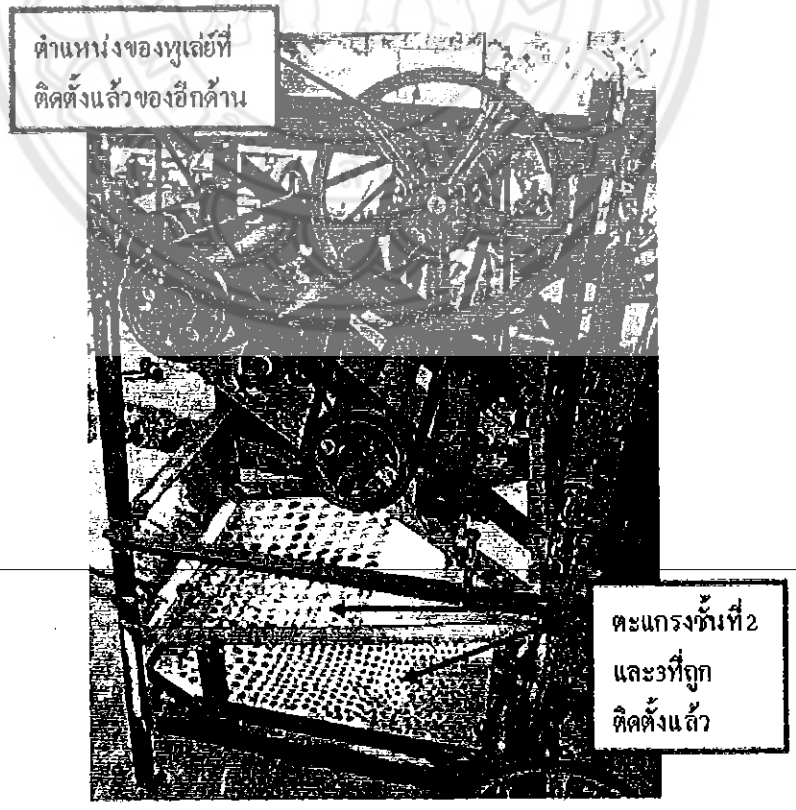
ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

14799757

ส/ร.
ส162ด
2550



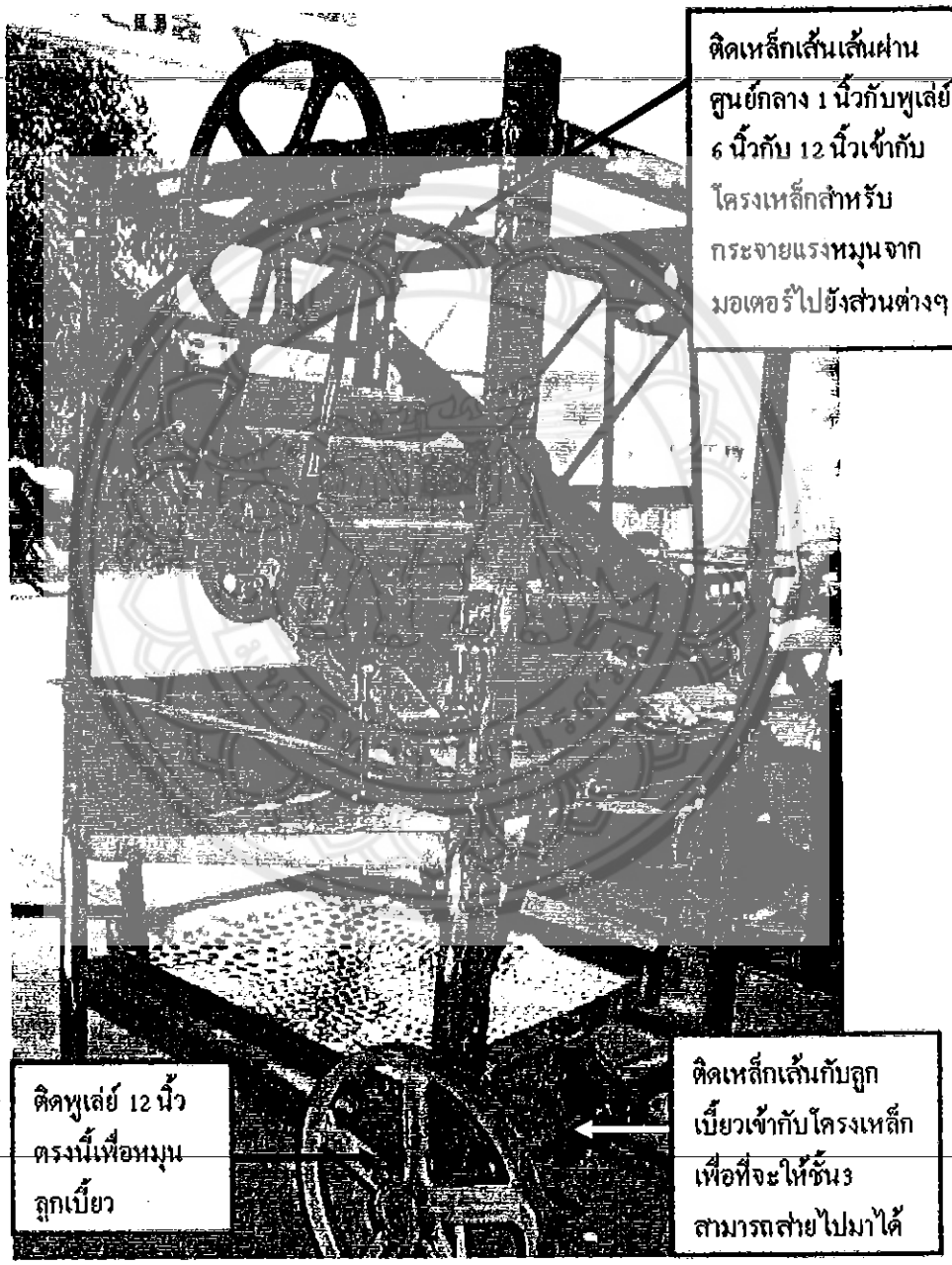
รูปที่ 3.8 เมื่อใส่ตระแกรงชั้นที่2 และ3 แล้วพร้อมตำแหน่งที่ใส่พูเล่ย์



รูปที่ 3.9 เมื่อใส่ตระแกรงชั้นที่2 และ3 แล้วพร้อมตำแหน่งที่ใส่พูเล่ย์ของอีกด้าน

จ. พูเล่ย์

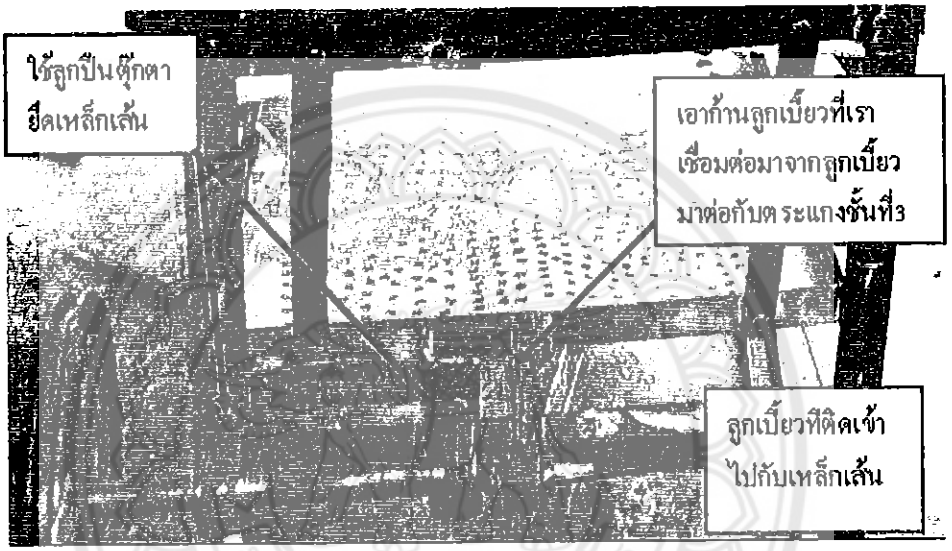
1. ตัดเหล็กเพลาตันเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ยาว 70 เซนติเมตร 1เส้น
2. ติดเหล็กเส้นจากข้อ 1 เข้ากับด้านบนของโครงเหล็กดังรูปที่ ยึดติดด้วยลูกปืนตุ๊กตา
3. นำพูเล่ย์ 6 นิ้ว 4 อันและ12 นิ้ว 1อัน ติดเข้ากับเหล็กเส้นจากข้อ 2 ดังรูปที่ 3.10
4. นำพูเล่ย์ 6 นิ้ว 4 อันติดเข้ากับแกนบีบข้างละ 2 อันดังรูปที่ 3.8และ 3.9



รูปที่ 3.10 ตำแหน่งการประกอบพูเล่ย์

ฉ.ลูกเบี้ยว

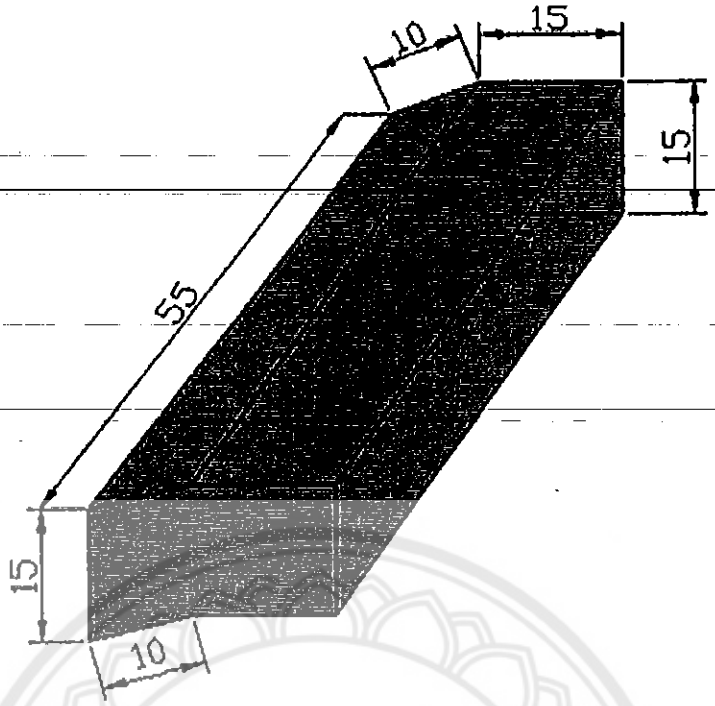
1. ตัดเหล็กเพลาเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ยาว 60 เซนติเมตร 1เส้น
2. ติดเหล็กเส้นจากข้อ 1 เข้ากับด้านบนของโครงเหล็กดังรูปที่ ยึดติดด้วยลูกปืนตุ๊กตา
3. ติดลูกเบี้ยวเข้ากับปลายด้นหนึ่งดังรูปที่ 3.11
4. ติดพูเล่ย์ 12 นิ้วเข้ากับอีกปลายด้านหนึ่งดังรูปที่ 3.10



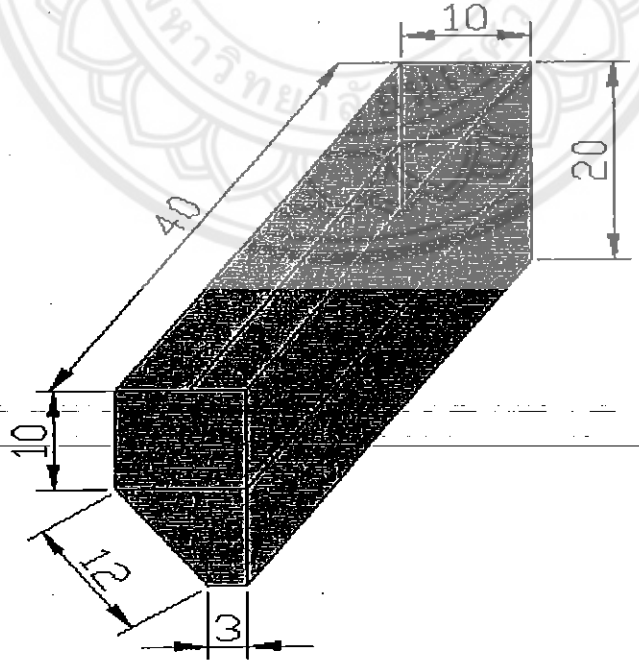
รูปที่ 3.11 ตำแหน่งการประกอบลูกเบี้ยว

ช. การประดิษฐ์ช่องเทกระเทียม และ ช่องให้เปลือกกระเทียมออก

1. ตัดสังกะสีเป็นแผ่นหักมุมและใช้รีเวทต่อเป็นกล่อง ปากกล่องมีขนาด 15×55เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.12
2. ตัดเหล็กฉาก ยาว 89 เซนติเมตร จำนวน 2 อัน และยาว 50 เซนติเมตร จำนวน 2 อัน แล้วเชื่อมเป็นกรอบสี่เหลี่ยม
3. ตัดไม้อัด ขนาด 10×89 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น ขนาด 10×50 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น และขนาด 50×89 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น
4. นำไม้อัดขนาด 50×89 เซนติเมตร มาตัดเป็นช่องสี่เหลี่ยมขนาด10×40 เซนติเมตร โดยห่างจากปลาย 8 เซนติเมตร
5. นำไม้อัดในข้อ 3 และข้อ 4 มายึดติดกับเหล็กฉากโดยใช้น็อตดังรูปที่ 3.13

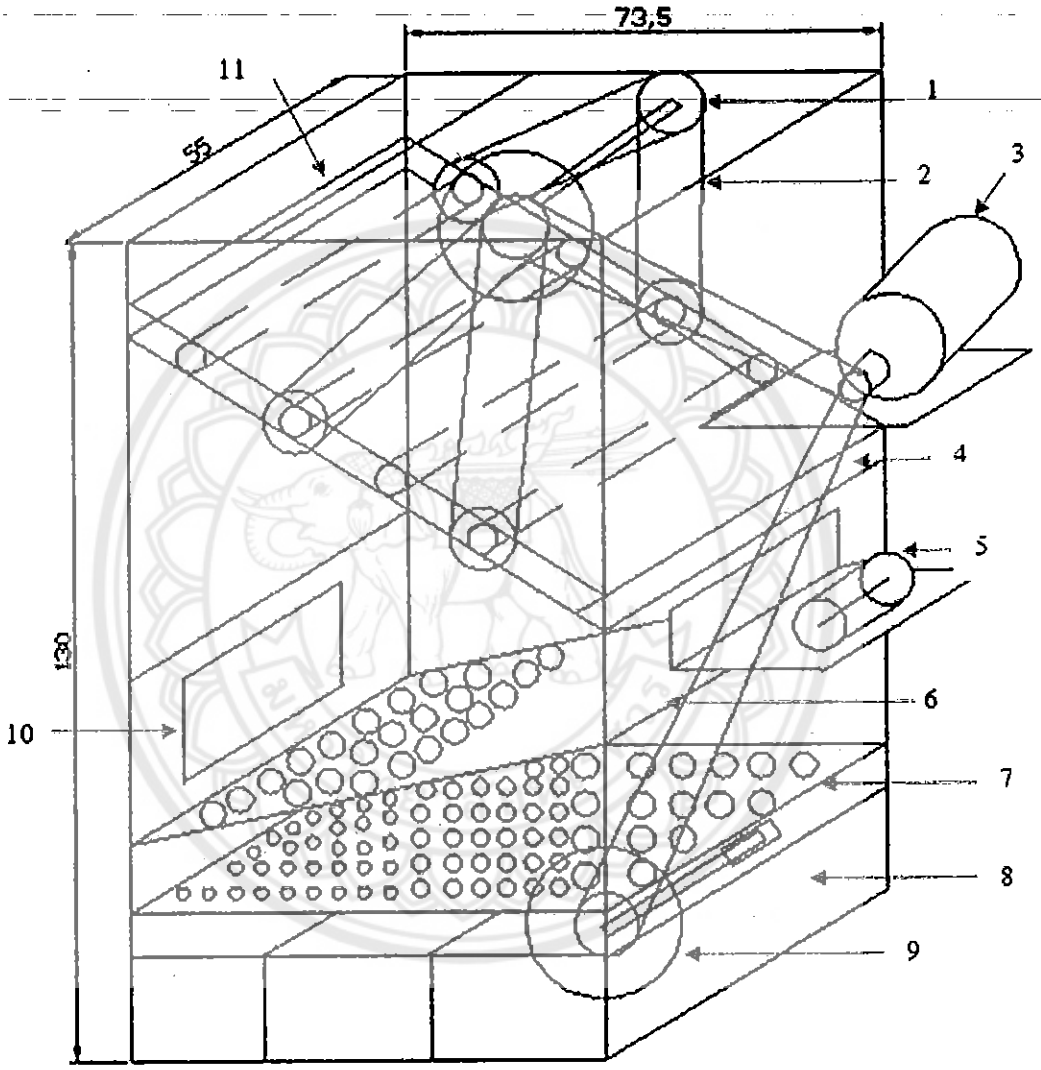


รูปที่ 3.12 ช่องให้เปลือกกระเทียมออก



รูปที่ 3.13 ช่องเทกระเทียม

ส่วนประกอบเครื่องแกะกระเทียม



รูปที่ 3.14 รูปโดยรวมของเครื่องแกะกระเทียม

3.5 ส่วนประกอบของเครื่องแกะกระเทียม

หมายเลข 1 พูเล่ย์ 6 นิ้ว

หมายเลข 2 สายพาน

หมายเลข 3 มอเตอร์

หมายเลข 4 ตะแกรงชั้นที่ 1 (แกนบีบ)

หมายเลข 5 พัดลม

หมายเลข 6 ตะแกรงชั้นที่ 2 (ชั้นลำเลียงกระเทียม)

หมายเลข 7 ตะแกรงชั้นที่ 3 (คัดแยกเมล็ด)

หมายเลข 8 กล่องเก็บกระเทียม

หมายเลข 9 พูเล่ย์ 12 นิ้ว

หมายเลข 10 ช่องให้เปลือกกระเทียมออก

หมายเลข 11 ช่องเทกระเทียม

3.6 การศึกษาส่วนประกอบที่เหมาะสมของเครื่องแกะกระเทียม

การทดลองที่ 1 ศึกษาระยะห่างระหว่างแกนบีบอัดกับแป้นบีบที่เหมาะสม

1. ปรับระยะห่างระหว่างแกนบีบกับแป้นบีบที่ระยะห่างที่ต่างกัน
2. ทดลองนำกระเทียมลงแกะในเครื่อง สังเกตกลีบกระเทียมที่ได้

การทดลองที่ 2 ศึกษาวัสดุที่ใช้รองแป้นบีบอัด

1. ยางในรถยนต์ทากาวติดแป้นบีบแล้วทิ้งไว้รอจนแห้งสนิท
2. นำแป้นบีบที่ติดยางในรถยนต์ประกอบลงในตัวเครื่อง ทดสอบเครื่องแกะกระเทียม สังเกตลักษณะของกระเทียมที่ได้ หลังจากการแกะ จากปริมาณการแกะทั้งหมด 1 กิโลกรัม
3. ทำซ้ำในข้อ 1-2 แต่เปลี่ยนยางในรถยนต์เป็นแผ่นยางพาราแทน

การทดลองที่ 3 ศึกษาวัสดุที่เหมาะสมในการพันรอบแกนบีบอัด

1. นำยางในรถยนต์ทากาวแล้วพันรอบแกนบีบอัด
2. นำแป้นบีบที่ติดยางในรถยนต์ประกอบลงในตัวเครื่อง ทดสอบเครื่องแกะกระเทียม กิโลกรัม สังเกตลักษณะของกระเทียมที่ได้ หลังจากการแกะ จากปริมาณการแกะทั้งหมด 1 กิโลกรัม
3. ทำซ้ำในข้อ 1-2 แต่เปลี่ยนยางในรถยนต์เป็น ยางในรถยนต์และแผ่นยางพาราแทน

3.7 ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องแกะกระเทียม

การทดลองที่ 1 การเปรียบเทียบอัตราในการแกะกระเทียมระหว่างเครื่องแกะกระเทียมกับการแกะด้วยมือ

1. แกะกระเทียมด้วยมือในเวลา 1 นาที เมื่อครบ 1 นาทีแล้วนำกระเทียมที่แกะได้มาชั่งแล้วบันทึกผล โดยทำการทดลองซ้ำให้ครบ 10 ครั้ง
2. แกะกระเทียมด้วยเครื่องโดยใช้เวลา 1 นาที จากนั้นนำกระเทียมที่แกะได้มาชั่งแล้วบันทึกผล
3. เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการแกะด้วยมือและการแกะด้วยเครื่องแกะกระเทียม

การทดลองที่ 2 การเปรียบเทียบความสมบูรณ์ของกลีบกระเทียมที่แกะด้วยแรงงานคนและแกะด้วยเครื่องแกะกระเทียม

1. ชั่งกระเทียม 1 กิโลกรัม นำไปแกะด้วยเครื่องแกะกระเทียม แล้วจับเวลาที่ใช้ในการแกะ
2. นำกระเทียมที่แกะได้มาชั่ง แล้วบันทึกผล
3. นำกระเทียมที่แกะได้ทั้งหมดมาคัด แยกกลีบที่แตกและช้ำ ออกจากกลีบกระเทียมที่สมบูรณ์ นำมาชั่ง แล้วบันทึกผล
4. เปรียบเทียบปริมาณกลีบกระเทียมที่สมบูรณ์กับกลีบกระเทียมที่แตก และช้ำ

3.8 หลักการทำงาน

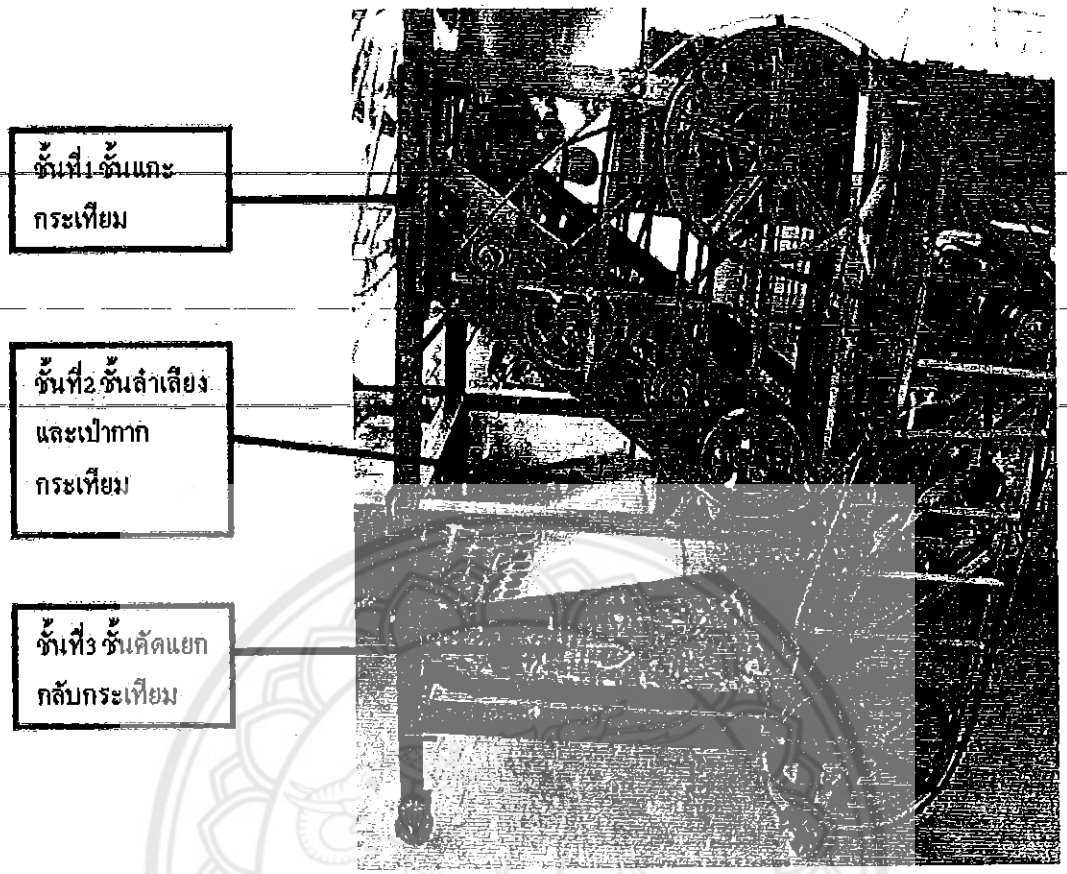
เครื่องแกะแกะกระเทียมที่ได้ออกแบบขึ้นจะแบ่งหน้าที่การทำงานออกเป็น 3 ชั้นคือ

1 .ชั้นแกะกระเทียม

2. ชั้นลำเรียงและเป่าเอาเศษกากและเปลือกกระเทียมออก

3. ชั้นคัดขนาดกลับกระเทียม

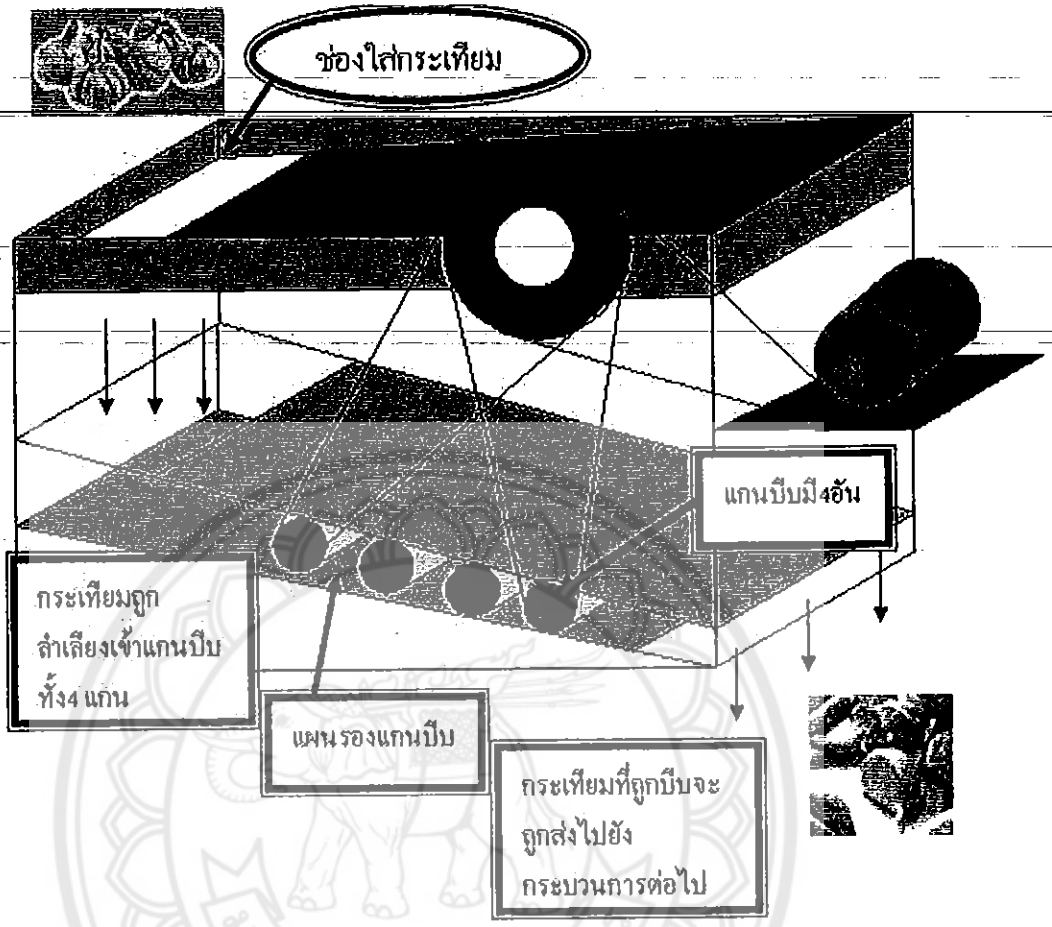
ซึ่งทั้ง3ชั้นที่กล่าวมาจะอยู่ในตำแหน่งดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ตำแหน่งของส่วนต่างๆ

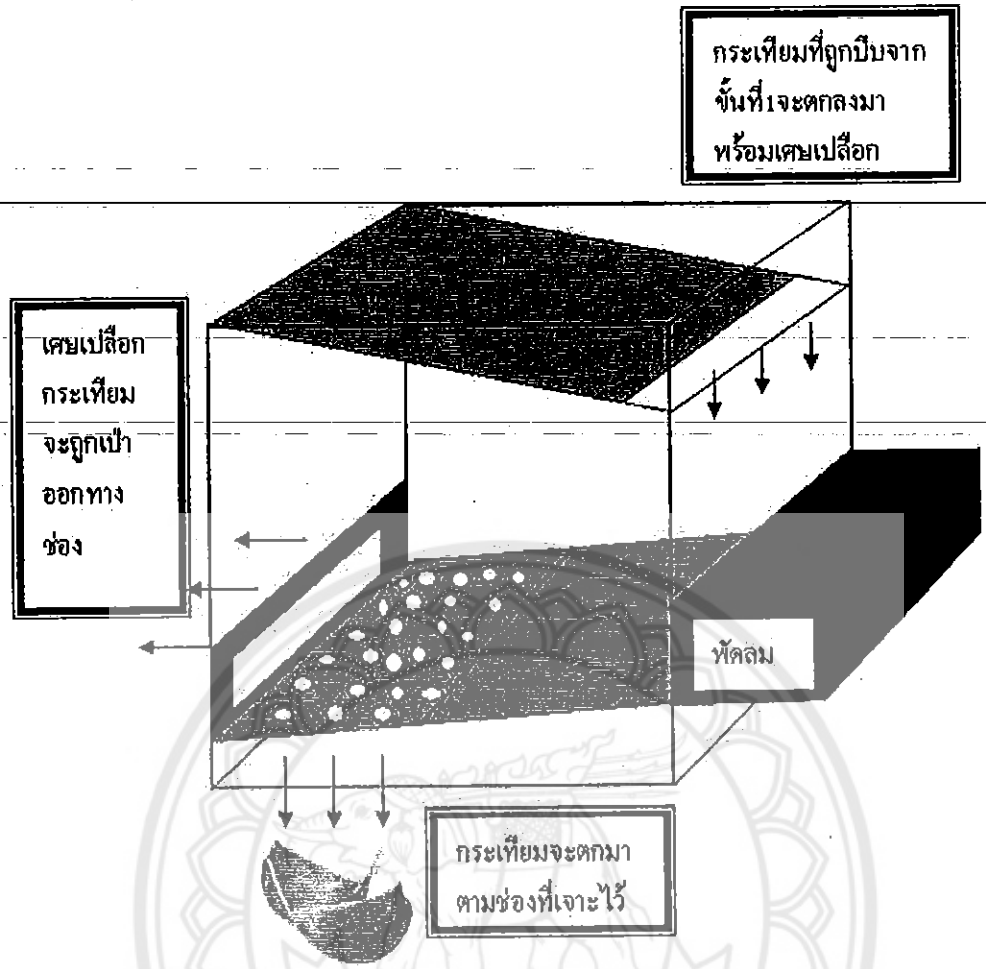
อธิบายบายหลักการทำงานเป็นชั้นๆ

- ชั้นแกะจะอยู่ด้านบนของเครื่อง โดยจะมีช่องเทบังคับทิศทางให้กระเทียมลงสู่ช่องแกะ เมื่อกระเทียมเข้าสู่ช่องแกะ กระเทียมจะถูกบีบโดยแกนบีบซึ่งมีลักษณะเป็นเหล็กกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว ยาว 45 เซนติเมตรซึ่งติดกับผนังของชุดแกะ ซึ่งแกนบีบและแผ่นรองที่ใช้บีบจะบุแผ่นยางพาราบางหนา 5 มิลลิเมตร เมื่อกระเทียมถูกแกะออกเป็นกลีบแล้ว กระเทียมจะไหลลงไปสู่ชั้นต่อไปโดยแรงหมุนของแกนบีบที่หมุนจากแรงมอเตอร์ที่ส่งผ่านแรงโดยพูเล่ย์ดังรูป 3.16



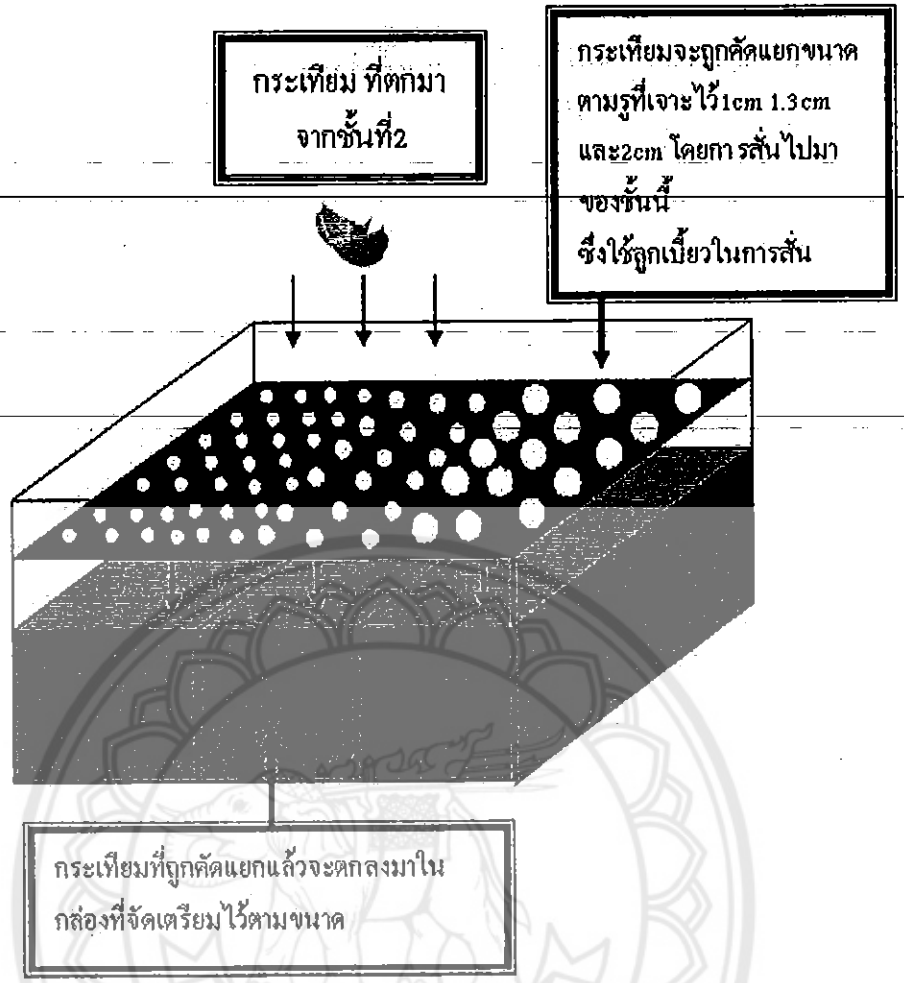
รูปที่ 3.16 หลักการทำงานของชั้นที่ 1

- ชั้นพัดลมทำความสะอาดจะอยู่ชั้นที่2 เมื่อกระเทียมถูกบีบจากชั้น1ตกลงทางช่องลง ซึ่งจะมีทั้งกลีบเทียมและเศษเปลือกติดมาด้วยจะตกผ่านช่องพัดลมเป่าเปลือก เศษเปลือกที่ติดมาจะมีน้ำหนักที่เบากว่ากลีบกลีบเทียมจะถูกเป่าออกไปทางช่องที่ปลายอีกด้านจะเหลือแค่กลีบกระเทียมซึ่งจะไหลลงมาตามมุมที่เอียงและการสั่นของเครื่องตกลงสู่ชั้นถัดไปโดยรูที่เจาะไว้ดังรูป 3.17



รูปที่ 3.17 หลักการทำงานของชั้นที่ 2

- ชั้นคัดแยกขนาดจะอยู่ชั้นที่3 เมื่อกลับกระเทียมที่ตกจากชั้น2 นั้นจะมีขนาดที่ไม่เท่ากันจึงต้องทำการคัดแยกขนาด ซึ่งชั้นนี้จะมีการเจาะรู 1 เซนติเมตร 1.3 เซนติเมตร และ 2 เซนติเมตร ตามลำดับจะทำการสั่นชั้นนี้โยกไปมาโดยการใช่ลูกเบี้ยวที่ใช้แรงหมุนมาจากมอเตอร์ จากนั้นกระเทียมจะถูกแยกขนาดและตกลงมาในกล่องที่เตรียมไว้ ดังรูป 3.18

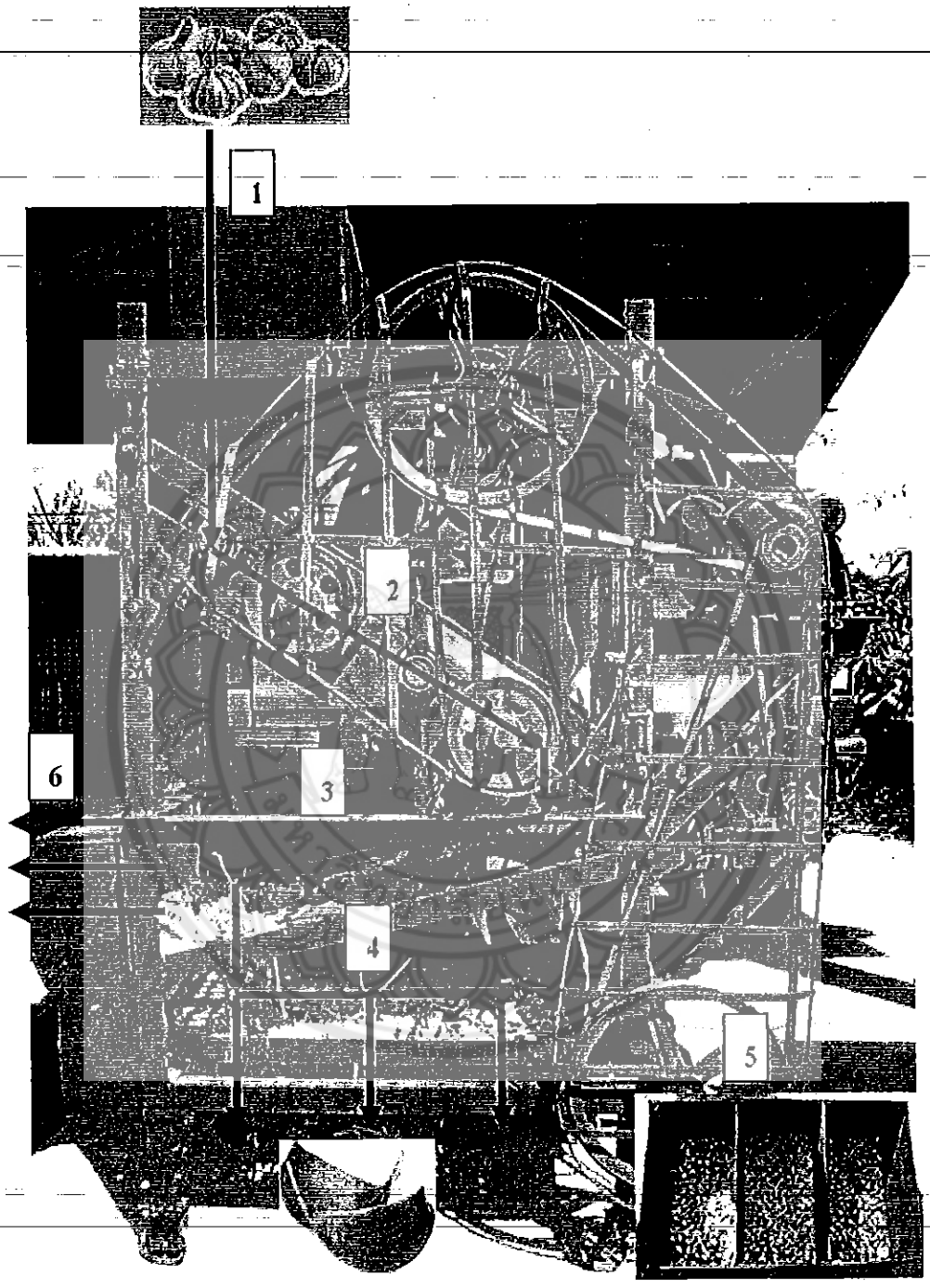


รูปที่ 3.18 หลักการทำงานของชั้นที่ 3

อธิบายการทิศทางของการไหลของกระเทียม

1. เราจะใส่กระเทียมลงในช่องใส่ด้านบน
2. กระเทียมที่ถูกใส่ลงมาจะลงมาชั้นแกะกระเทียมซึ่งกระเทียมจะถูกบีบละไหลลงมาตามช่อง
3. กระเทียมที่ไหลจากชั้นบีบจะตกลงมาชั้นที่ลำเลียงซึ่งจะมีเศษเปลือกกระเทียมลงมาด้วยก็จะถูกเป่าออกไปโดยพัดลม ส่วนกระเทียมก็จะตกลงมาอีกชั้น
4. เม็ดกระเทียมที่ได้จากชั้นลำเลียงและเป่าเศษเปลือกเพื่อทำการคัดแยกเมล็ดโดยการส่ายของชั้นคักแยก
5. กระเทียมที่ถูกคัดขนาดแล้วจะตกลงมาในกล่องที่จัดเตรียมไว้
6. เปลือกกระเทียมที่ถูกเป่าจะออกทางช่องนี้

เมื่อเราใส่กระเทียมลงไปกระเทียมจะไหลไปตามทิศทางดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 ทิศทางการไหลของกระเทียม

หมายเหตุ

สามารถดูรูปประกอบการสร้างเครื่องแกะกระเทียมเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ค

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การทดลอง การสร้างเครื่องแกะกระเทียม

รูปที่ 4.1 เครื่องแกะกระเทียมที่สำเร็จแล้ว

ผลการทดลองที่ 4.1 การศึกษาหน้าที่ต่างๆและส่วนประกอบของเครื่องแกะกระเทียม

ตารางที่ 4.1 แสดงส่วนประกอบ และหน้าที่ของส่วนประกอบต่าง ๆ ในการทำงาน

ชื่อส่วนประกอบที่ประดิษฐ์ขึ้นมา	ลักษณะส่วนประกอบที่ได้	หน้าที่และการทำงาน
ตะแกรงชั้นที่ 1 (แกนบีบอัด)	ได้แกนบีบอัด 4 ท่อน ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว	บีบและอัดหัวกระเทียมให้กลีบกระเทียมแยกออกจากกัน
ตะแกรงชั้นที่ 2	ได้ตะแกรงที่มีรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ซม. กระจายทั่วแผ่น	แยกกลีบกระเทียมออกจากขั้วกระเทียม
ตะแกรงชั้นที่ 3	ได้ตะแกรงที่มีรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 ซม. 1.3 ซม. และ 2.0 ซม. เรียงตามลำดับ	คัดแยกขนาดของกระเทียม 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ปานกลาง และขนาดใหญ่
กล่องเก็บกระเทียม	กล่องขนาด 42 × 66 ซม.	เก็บกระเทียมที่คัดแยกแล้ว
ช่องเทกระเทียม	ช่องเทกระเทียมขนาด 26 × 54 ×10 ซม.	เป็นช่องสำหรับเทกระทียมลงสู่ตัวเครื่องช่วยให้กระเทียมลำเลียงไปตามขั้นตอน

4.2 การทดลองศึกษาหาส่วนประกอบที่เหมาะสมในการประกอบเครื่องแกะกระเทียม

ผลการทดลองที่ 4.2 การศึกษาระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างแกนบีบอัดกับแป้นรองบีบ

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการศึกษาระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างแกนบีบอัดกับแป้นรองบีบ

แกนบีบอัดที่	ระยะห่างระหว่างแกนบีบอัดกับแป้นรองบีบ (เซนติเมตร)	ผลการทดลองที่สังเกตได้
1	4.0	กระเทียมลอดผ่านแกนบีบอัดไปได้
	3.0	บีบกระเทียมได้พอดี กระเทียมไม่ช้ำ ไม่แตก
	2.5	บีบกระเทียมมากเกินไปกระเทียมเริ่มมีรอยช้ำ
2	3.0	กระเทียมลอดผ่านแกนอัดบีบไปได้
	2.5	บีบกระเทียมได้พอดี กระเทียมไม่ช้ำ ไม่แตก
	2.0	บีบกระเทียมมากเกินไปกระเทียมเริ่มมีรอยช้ำ
3	2.0	บีบกระเทียมได้พอดี กระเทียมไม่ช้ำ ไม่แตก
	1.5	บีบกระเทียมมากเกินไปกระเทียมเริ่มมีรอยช้ำ
4	1.5	บีบกระเทียมมากเกินไปกระเทียมเริ่มมีรอยช้ำ
	1.0	บีบกระเทียมได้พอดี กระเทียมไม่ช้ำ ไม่แตก

จากตารางจะได้ค่าระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างแกนบีบกับแป้นรองบีบ ที่ทำให้ได้กลีบกระเทียมที่สมบูรณ์ ในแต่ละแกนบีบอัด ดังต่อไปนี้ แกนบีบอัดที่ 1, 2, 3 และ 4 ระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างแกนบีบกับแป้นรองบีบ เป็น 3.0, 2.5, 2.0 และ 1.0 ตามลำดับ

4.3 การทดลองวัสดุที่เหมาะสมในการรองแป้นบีบ

ผลการทดลองที่ 4.3 การศึกษาการใช้วัสดุที่เหมาะสมในการรองแป้นบีบ

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบลักษณะของกลีบกระเทียมเมื่อใช้วัสดุต่างกันรองแป้นบีบ โดยควบคุมวัสดุที่ใช้หุ้มแกนบีบอัด

วัสดุที่ใช้	ลักษณะของกลีบกระเทียมที่แกะได้				
	แตก (kg)	ช้ำ (kg)	ถลอก (kg)	ติดขั้ว (kg)	สมบูรณ์ (kg)
ยางในรถยนต์	0.35	0.07	0.22	0.13	0.23
แผ่นยางพารา	0.24	0.05	0.08	0.06	0.57

จากตารางพบว่าเมื่อใช้วัสดุที่ใช้รองแป้นบีบ แล้วลักษณะของกลีบกระเทียมที่แกะได้มีลักษณะสมบูรณ์ คือ แผ่นยางพารา 57% รองลงมาคือ ยางในรถยนต์ 23 %

4.4 การทดลองวัสดุที่เหมาะสมในการใช้พันแกนบีบอัด

ผลการทดลองที่ 4.4 การศึกษาการใช้วัสดุที่เหมาะสมในการใช้พันแกนบีบอัด

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบลักษณะของกลีบกระเทียมเมื่อใช้วัสดุต่างกันพันแกนบีบอัดโดยควบคุมวัสดุที่ใช้รองแป้นบีบ

วัสดุที่ใช้	ลักษณะของกลีบกระเทียมที่แกะได้				
	แตก (kg)	ช้ำ (kg)	ถลอก (kg)	ติดขั้ว (kg)	สมบูรณ์ (kg)
ยางในรถยนต์	0.30	0.13	0.28	0.10	0.19
แผ่นยางพารา	0.25	0.05	0.10	0.06	0.54

จากตารางพบว่าเมื่อใช้วัสดุพันแกนบีบอัด แล้วลักษณะของกลีบกระเทียมที่แกะได้ มีลักษณะสมบูรณ์คือ แผ่นยางพารา 54 % รองลงมาคือ ยางในรถยนต์ 19%

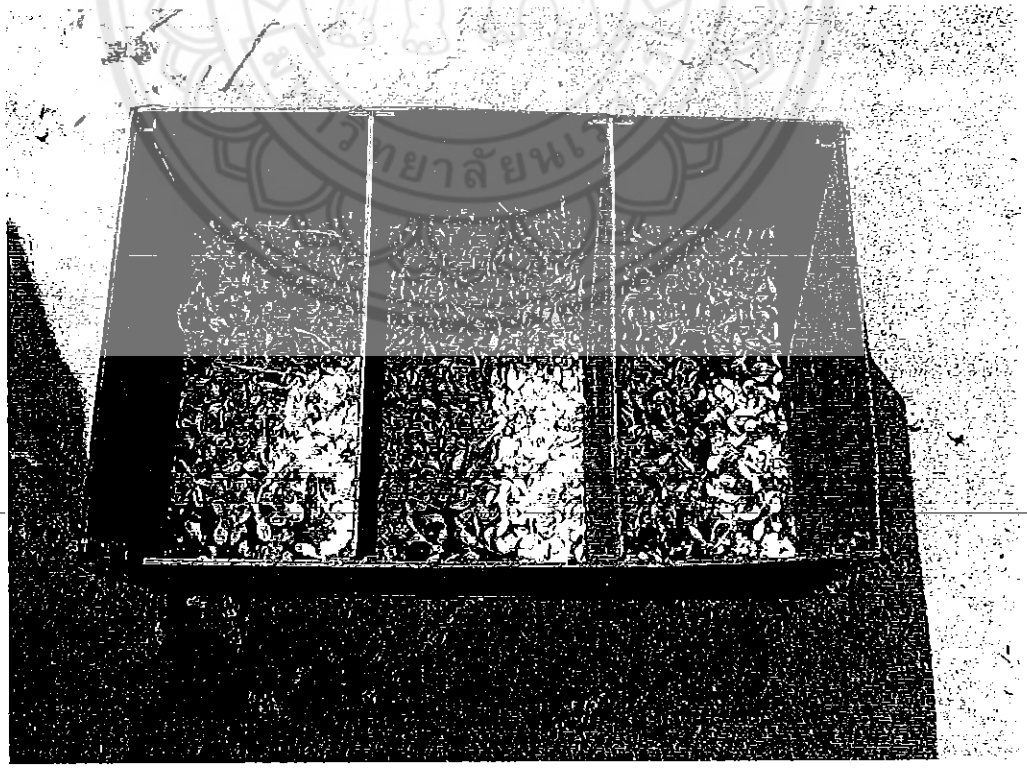
4.5 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องแกะกระเทียม

ผลการทดลองที่ 4.5 การเปรียบเทียบอัตราในการแกะกระเทียมระหว่างเครื่องแกะกับการแกะด้วยมือ

ตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบผลของการแกะกระเทียมระหว่างเครื่องแกะกับการ แกะด้วยมือ

วิธีการ	ปริมาณกระเทียมที่แกะได้ (กิโลกรัม / นาที)										
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10	เฉลี่ย
แกะด้วยมือ	0.23	0.20	0.19	0.18	0.24	0.18	0.21	0.20	0.18	0.19	0.20
แกะด้วยเครื่อง	1.75	1.62	1.86	2.00	1.69	1.76	1.98	1.56	1.63	2.04	1.78

จากตารางพบว่าเครื่องแกะกระเทียมสามารถแกะกระเทียมมีอัตราเร็วเฉลี่ย 1.78 กิโลกรัมต่อนาที และแรงงานที่แกะด้วยมือมีอัตราเร็วเฉลี่ย 0.20 กิโลกรัมต่อนาที เมื่อเทียบกับแรงงานที่แกะด้วยมือ นั้นเครื่องแกะกระเทียมสามารถแกะกระเทียมได้เร็วกว่าประมาณ 8 เท่า



รูปที่ 4.2 กระเทียมที่ผ่านการแกะด้วยเครื่อง

4.6 การเปรียบเทียบความสมบูรณ์ของกลีบกระเทียมที่แกะด้วยเครื่องแกะกระเทียม

ผลการทดลองที่ 4.6 การเปรียบเทียบความสมบูรณ์ของกลีบกระเทียมที่แกะด้วยเครื่องแกะกระเทียม

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องแกะกระเทียมในการแกะกระเทียม 1 กิโลกรัม

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระเทียมที่แกะได้ทั้งหมด		ลักษณะกระเทียมที่เครื่องแกะกระเทียมแกะได้			
				กระเทียมที่กลีบสมบูรณ์		กระเทียมที่แตกและช้ำ	
		ปริมาณ (กรัม)	คิดเป็น %	ปริมาณ (กรัม)	คิดเป็น %	ปริมาณ (กรัม)	คิดเป็น %
1	2.14	620	100	610	98.38	10	1.62
2	2.62	670	100	650	97.02	20	2.98
3	2.94	700	100	680	97.14	20	2.86
4	2.29	640	100	630	98.43	10	1.57
5	2.75	610	100	600	98.36	10	1.64
6	2.67	660	100	640	96.96	20	3.04
7	2.01	680	100	660	97.06	20	2.94
8	2.86	710	100	700	98.59	10	1.41
9	3.04	650	100	640	98.46	10	1.54
10	2.51	720	100	700	97.22	20	2.78
เฉลี่ย	**2.58**	**666**	**100**	**651**	**97.75**	**15**	**2.25**

จากตารางจะได้ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องแกะกระเทียมในการแกะกระเทียม 1 กิโลกรัม ใช้เวลาในการแกะ 2.58 นาที โดยที่ได้กลีบกระเทียมที่สมบูรณ์คิดเป็น 97.75 % และกลีบกระเทียมที่แตกและ ช้ำ 2.25 % จากกระเทียมที่แกะได้ทั้งหมด

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

เครื่องแกะกระเทียมได้ถูกพัฒนาขึ้น โดยอาศัยหลักการทำงานระหว่างมอเตอร์ไฟฟ้ากับพูเล่ย์ และสายพาน เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนแกนบีบอัดกระเทียมให้แตกเป็นกลีบย่อย โดยที่ควบคุมขนาดของมอเตอร์ให้คงที่ ซึ่งในการทดลองนี้เลือกใช้มอเตอร์ที่มีอยู่แล้ว ซึ่งมีขนาดเท่ากับ 1.5 hp (แรงม้า)

จากการทดลองแปรระยะห่างระหว่างแกนบีบอัดทั้ง 4 แกน กับแป้นบีบของเครื่องแกะกระเทียม พบว่า ระยะห่างที่เหมาะสมที่จะทำให้ได้กลีบกระเทียมที่สมบูรณ์ไม่ช้ำไม่แตกของแกนบีบอัดที่ 1 ,2 ,3 และ 4 กับแป้นบีบ ได้ผลตามลำดับดังนี้ คือ 3, 2.5, 2 และ 1 เซนติเมตร และจากการทดลอง การใช้วัสดุที่เหมาะสมในการรองแป้นบีบและพันรอบแกนบีบสามารถป้องกันการช้ำการถลอกเป็นแผลของกลีบกระเทียมได้ ซึ่งจากการทดลองพบว่ายางในรถยนต์กับยางพารา โดยยางพาราให้ผลการทดลองที่ดีที่สุด ซึ่งการใช้สภาวะที่เหมาะสมดังกล่าว เครื่องแกะกระเทียมสามารถแกะกระเทียมได้ด้วยอัตราเร็วประมาณ 1 กิโลกรัมต่อเวลาเฉลี่ย 2.58 นาที และได้กลีบกระเทียมสมบูรณ์ร้อยละ 97.75 ของกลีบกระเทียมที่ได้ทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพโดยรวม เครื่องแกะกระเทียมต้นแบบที่ประดิษฐ์ได้สามารถแกะกระเทียมได้เร็วกว่าการแกะด้วยมือประมาณ 8 เท่า โดยกลีบกระเทียมที่ได้มีลักษณะเหมาะสมในการนำไปขยายพันธุ์หรือนำไปรับประทานได้

5.2 ปัญหาที่พบขณะดำเนินโครงงาน

5.2.1 แผ่นยางพาราที่นำมาพันแกนบีบและแป้นรองนั้นหาซื้อได้ยาก

5.2.2 ถ้านำกระเทียมที่ไม่ได้ตัดแกนออกใส่ลงไปในเครื่องนั้น จะทำให้แกนไปอุดช่องเป่าเปลือก กระเทียม

5.2.3 พัดลมที่ใช้เป่าเศษเปลือกกระเทียมไม่ค่อยหมดเนื่องจากพัดลมมีแรงเป่าไม่ค่อยแรง

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรนำกระเทียมแห้งแล้วในการใช้เครื่องแกะเนื่องจากถ้าใช้กระเทียมที่ยังไม่แห้งจะทำให้กระเทียมช้ำมาก

5.32 ควรใช้พัดลมที่มีความแรงพอสมควรเนื่องจากถ้าพัดลมไม่แรงจะทำให้เป่าเศษเปลือกออกไม่หมด

เอกสารอ้างอิง

[1] นายมงคล ทองสงคราม. หนังสือเครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับ (ALTERNATING CURRENT MACHINES)

[2] อาจารย์ ธนาทรัพย์ สุวรรณลักษณ์ . "เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับมอเตอร์" [Online] . Available:http://edu.e-tech.ac.th/mdec/learning/e-web/sara04.htm

[3] "หลักการทำงานของเครื่องแกะกระเทียม"[Online] . Available: http://3w.doae.go.th/webboard/viewtopic.php?p=16757&sid=3b252b518c62f035a2cdab634f7bf040

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

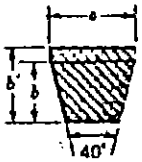
ตาราง ก1 ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับสายพานชนิดต่าง ๆ

ชนิดของสายพานและล้อ	ค่า ส.ป.ส. f
Leather on cast iron	0.30
Steel	0.40
Wood pulley	0.45
Molded paper Or plastic	0.40-0.55
Rubber on steel	0.35
Cuuton-convas on steel	0.30

ตาราง ก 2 คุณสมบัติต่าง ๆ ของสายพานวี

Type Section symbol	Crossection dimension			Rate power		Minimum grooved pulley diameter mm	Weight per metre length kl
	Width mm	Thickness. mm	Area mm	kW	HP		
A	13	8	80	75-5	1-5	75	.106
B	17	11	140	2-15	3-20	125	.189
C	22	14	230	73-75	10-100	200	.313
D	32	19	475	22-150	30-20	355	.596
E	38	23	695	30-190	40-250	500	-

ตาราง ก 3 การเลือกสายพาน



HEAVY-DUTY CONVENTIONAL V-BELT SECTIONS

Belt designation	Width, a in (mm)	Single belt thickness, b in (mm)	Joined multiple belt thickness, b' in (mm)	Power range per belt hp (kW)	Typical standard sheave sizes in (mm)
Inch series					
A	0.50	0.31	0.41	0.2–5	2.6 up by 0.2 increments
B	0.66	0.41	0.50	0.7–10	4.6 up by 0.2 increments
C	0.88	0.53	0.66	1–21	7.0 up by 0.5 increments
D	1.25	0.75	0.84	2–50	12.0 up by 0.5 increments
E	1.50	0.91	1.03	4–80	18.0 up by 1.0 increments
SI series					
13C	(13)	(8)	(10)	(0.1–3.6)	(65 up by 5 increments)
16C	(16)	(10)	(13)	(0.5–72)	(115 up by 5 increments)
22C	(22)	(13)	(17)	(0.7–15.0)	(180 up by 10 increments)
32C	(32)	(19)	(21)	(1.3–39.0)	(300 up by 20 increments)

ในเครื่องแกะกระเทียมนี้ได้เลือกใช้สายพาน ชนิดBทั้งหมด เนื่องจากสายพานชนิดนี้มีความแข็งแรงทนทานต่อแรงเสียดทานเหมาะแก่การใช้ในเครื่องจักรนี้

ตาราง ก 4 แนวทางการเลือกอายุการใช้งานแบริ่งสำหรับเครื่องจักรชนิดต่าง ๆ

ชนิดของเครื่องจักรและความต้องการ	อายุการใช้งาน(hr)
เครื่องจักรที่ใช้บ่อย เช่นอุปกรณ์ที่ใช้เปิด-ปิด ประตู และหน้าต่าง เป็นต้น	500
เครื่องยนต์เครื่องบินและกลไกที่มีน้ำหนักเบาคล้ายคลึงกัน	500–2000
เครื่องจักรที่ใช้งานเป็นช่วง ๆ เช่น รอกยกน้ำหนัก เครื่องจักรกลการเกษตร และเครื่องจักที่ใช้ในบ้าน	4000–8000
เครื่องจักรที่ใช้งานเป็นพัก ๆ (ที่มีความสำคัญมากเช่น เครื่องปั่นไฟสำรอง อุปกรณ์ขนถ่าย เครื่องจักรในห้องเครื่องมือต่าง ๆ เป็นต้น)	8000–14000
เครื่องจักรที่ใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง เช่น เครื่องจักรที่ใช้งานผลิตชุดเฟืองทดอีปกรณ์ขนถ่ายและเครื่องมือกลในงานผลิต	14000–30000
เครื่องจักรที่ใช้งานต่อเนื่อง (ใช้งานตลอด24 ชั่วโมง) เช่น ปั๊ม เครื่องอัดอากาศ มอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ใช้ขับเรือดำน้ำ	50000–60000
เครื่องจักรที่ใช้งานต่อเนื่องและต้องการความเชื่อมั่นสูง เช่น เครื่องจักรมนโรงต้นกำลัง ประปา ชุดเฟืองทดและเพลาขับเรือ เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง	100000–200000

ภาคผนวก ข

รายละเอียดมอเตอร์ที่ใช้ในเครื่องแกะกระเทียม

CAPACITOR START MORTOR

รหัสมอเตอร์ YC90L-4

1.5 HP 1.1 kW

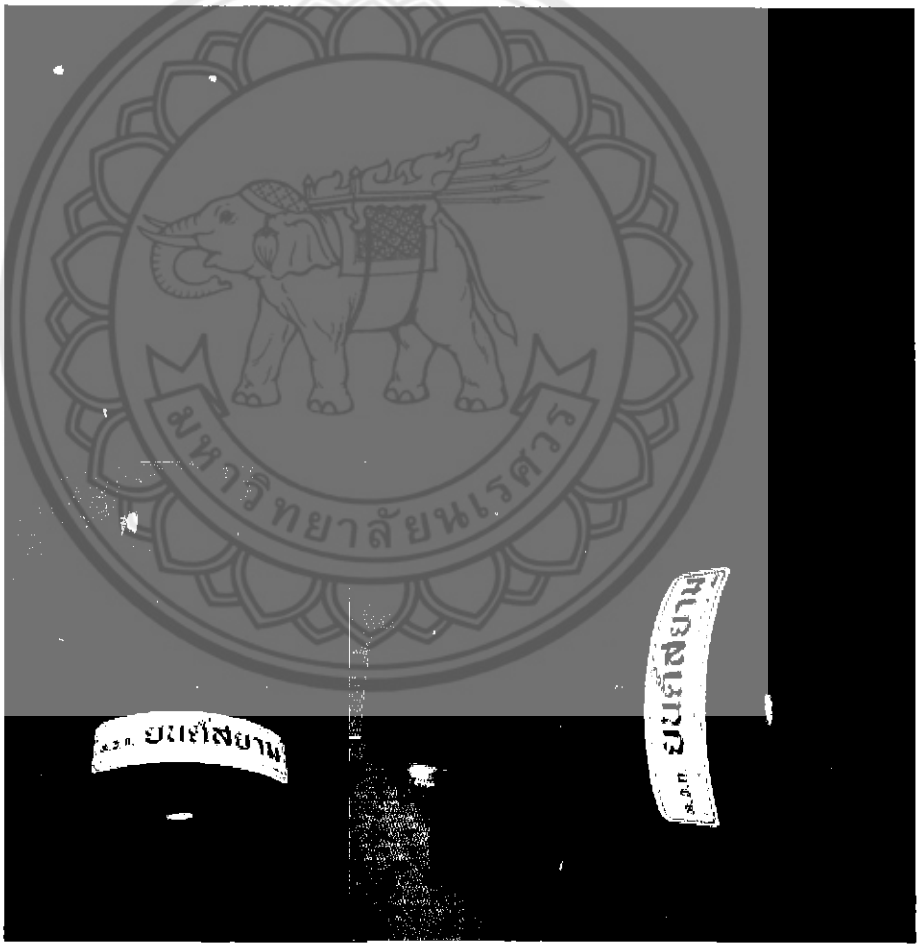
250 uF{250 V}

35 uF (450 V) 50 Hz

5.6 A

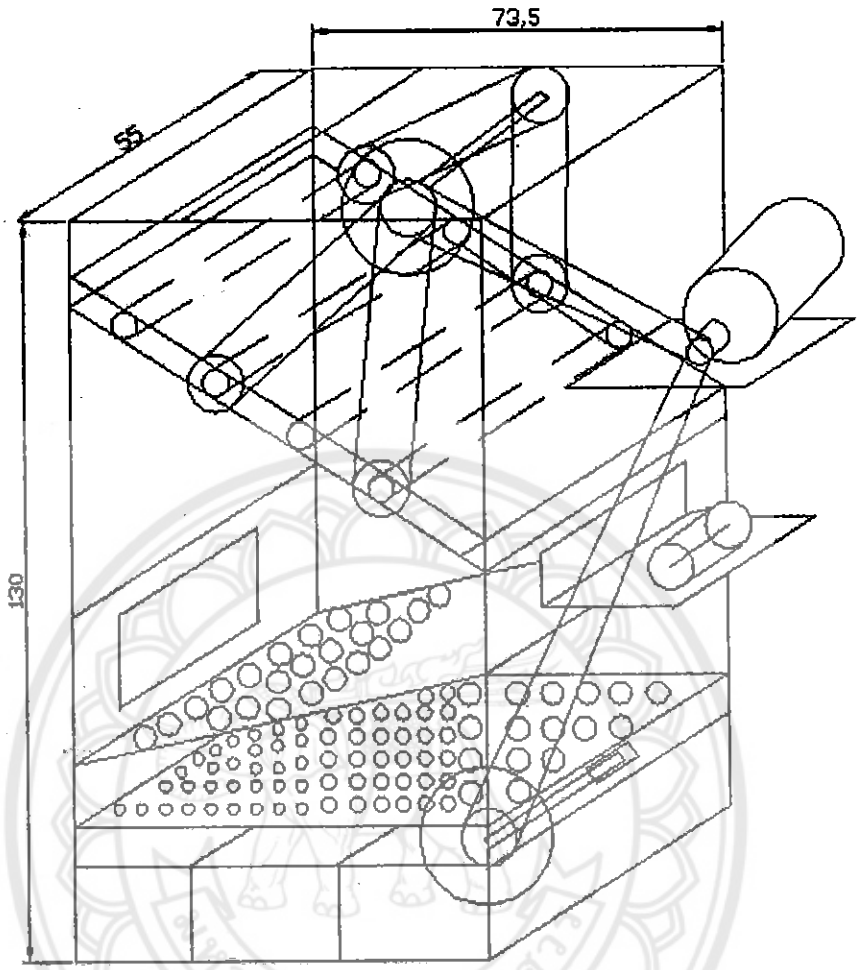
1420 r/min

220 V

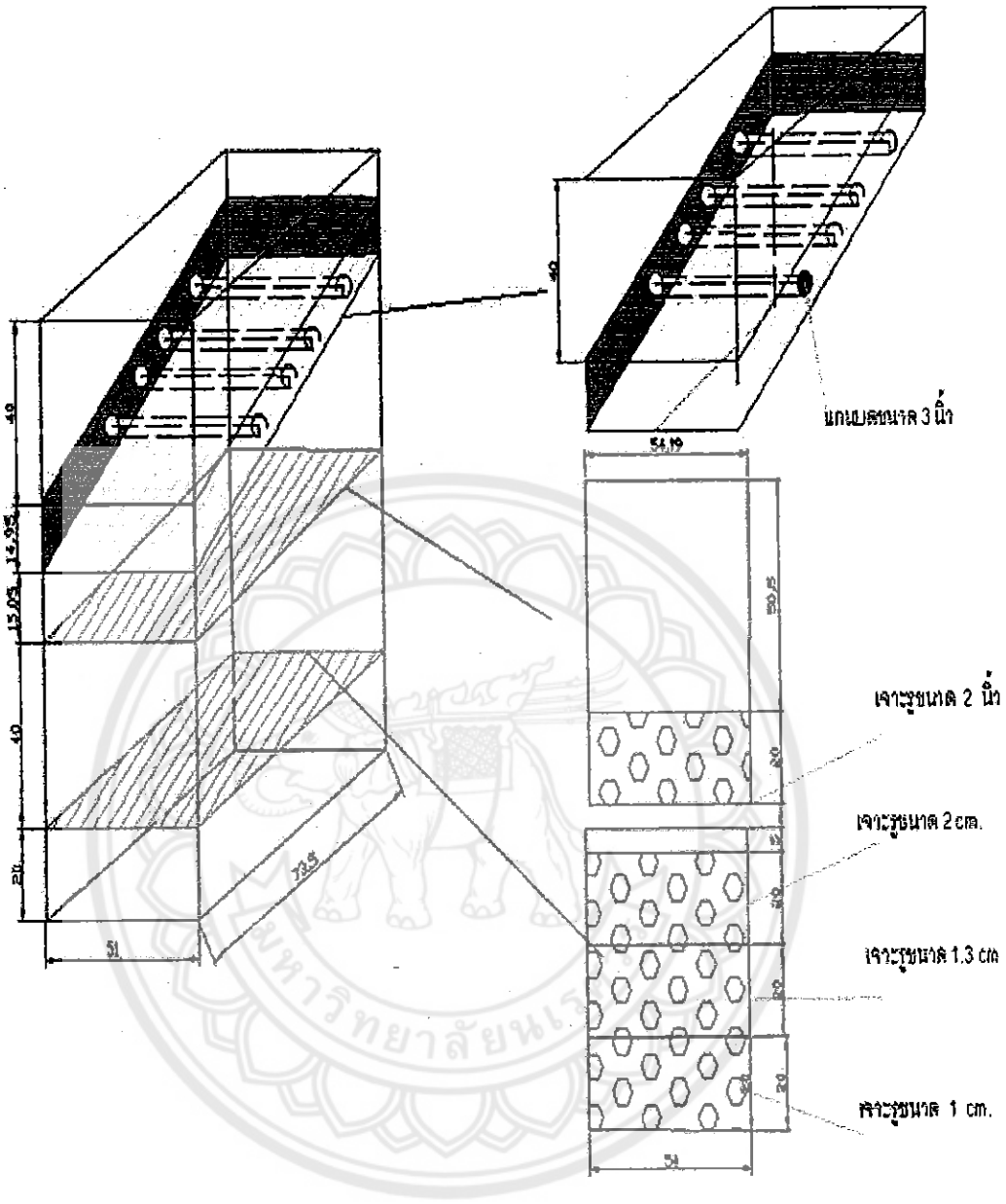


รูปที่ ข 1 มอเตอร์ที่ใช้ในเครื่องแกะกระเทียมนี้

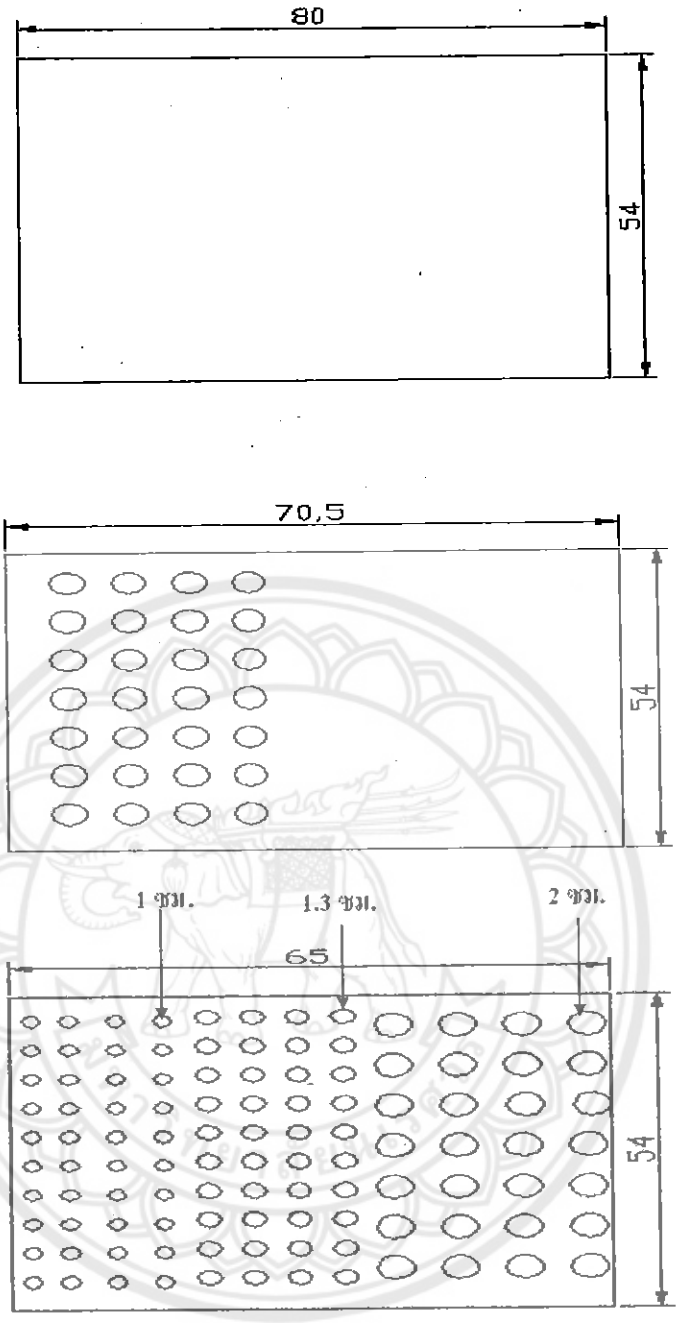
แบบเครื่องแกะกระเทียม



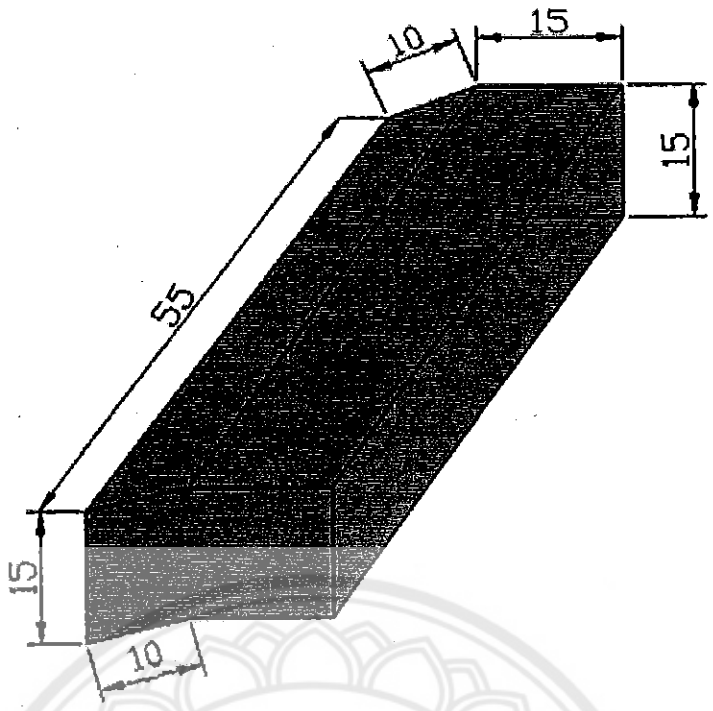
รูปที่ ข 2 แบบโดยรวมของเครื่องแกะกระเทียม



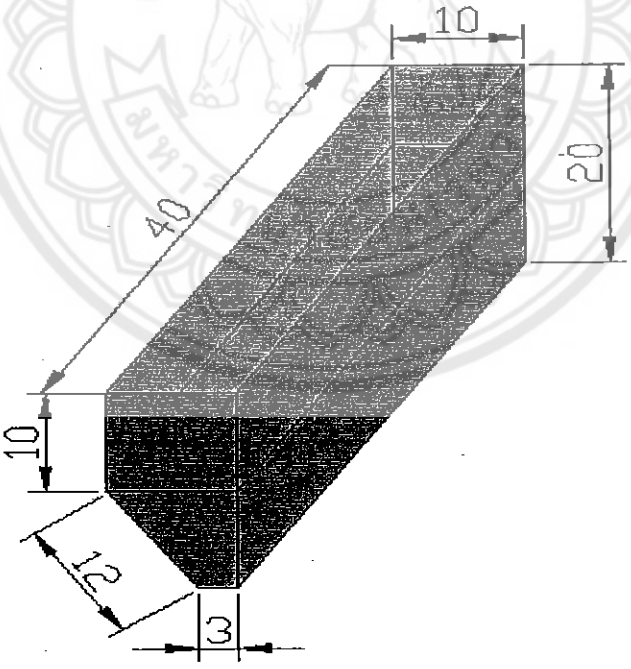
รูปที่ ข 3 แบบตำแหน่งแต่ละชั้นของส่วนต่างๆ



รูปที่ ข 4 ขนาดของตะแกรงแต่ละชั้น



รูปที่ ข 5 แบบและขนาดช่องให้เปลือกกระเทียมออก

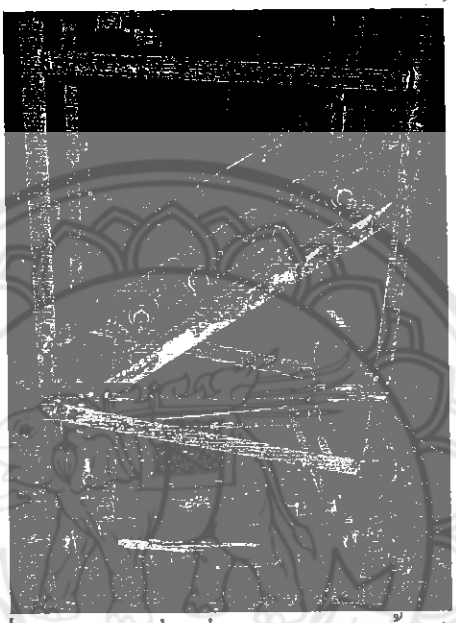


รูปที่ ข 6 แบบและขนาดช่องเทกระเทียม

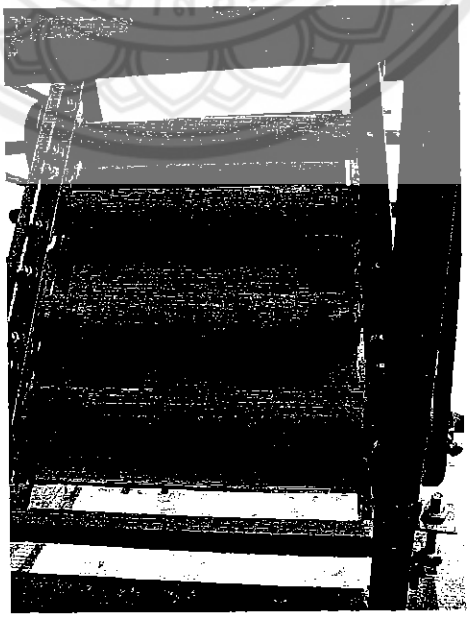
ภาคผนวก ค

รูปภาพโดยรวมของเครื่องแกะกระเทียม

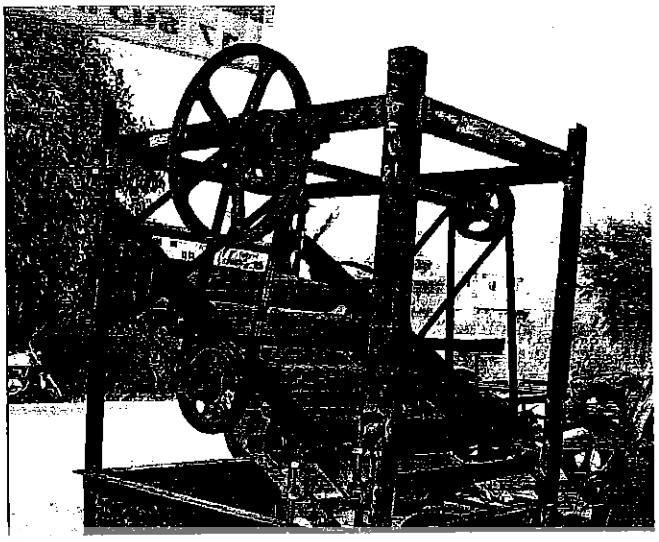
ในการสร้างเครื่องแกะอันดับแรกเราต้องสร้างโครงขึ้นมาก่อน จากนั้นเราจะนำแต่ละชั้นประกอบเข้าไป ขั้นต่อมาก็จะนำพูเล่ย์มาติดเข้าไป จากนั้นก็ติดมอเตอร์สายพาน และพัดลมเข้าไป แล้วทำการทดลองประสิทธิภาพของเครื่องต่อไป ดังรูปที่แสดงในภาคผนวก ค นี้



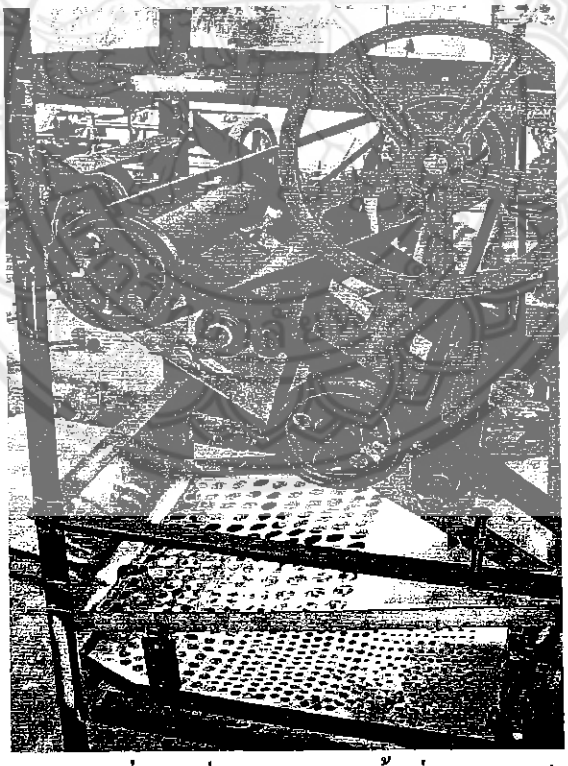
รูปที่ ค 1 โครงเครื่องที่ประกอบแต่ละชั้นเข้าไป



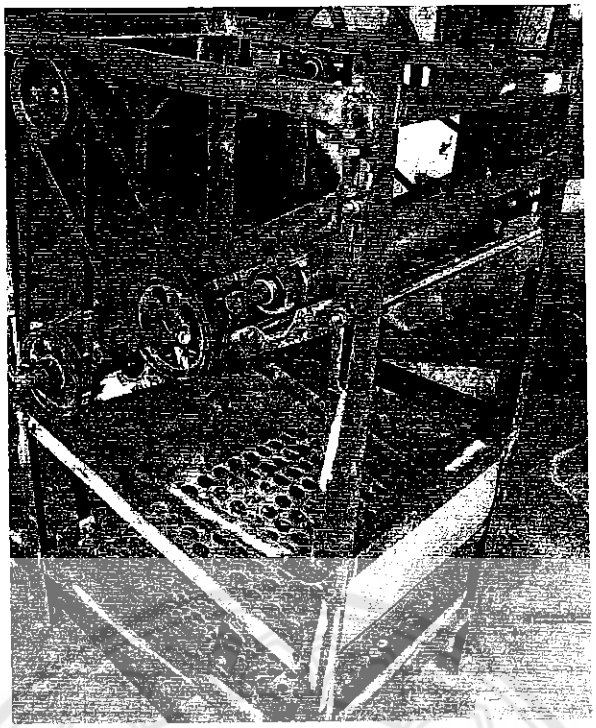
รูปที่ ค 2 ชั้นแกนบีบที่ใส่ชั้นรองแกนบีบแล้ว



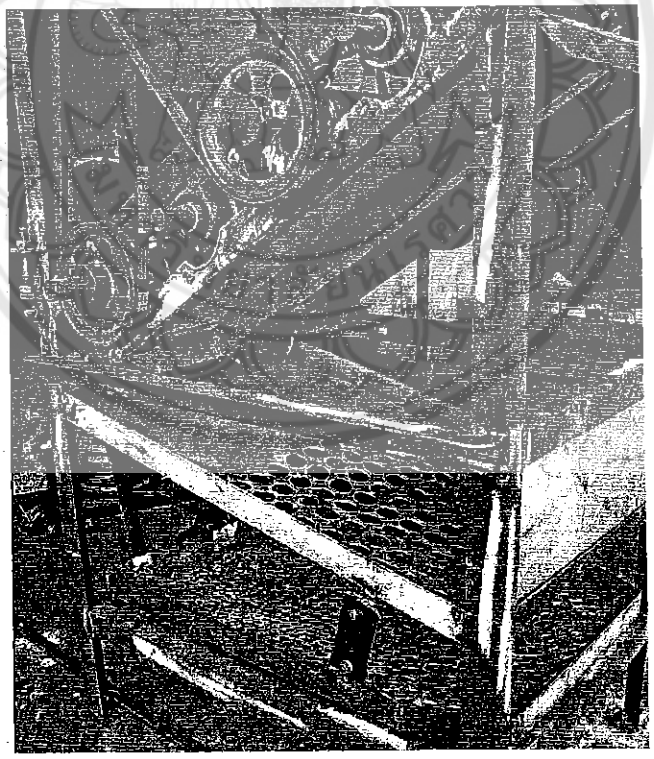
รูปที่ ค 3 ชั้นแกนบีบที่ใส่พูเล่ย์เข้าไป



รูปที่ ค 4 เมื่อใส่ตระแกรงชั้นที่2 และ3 แล้ว

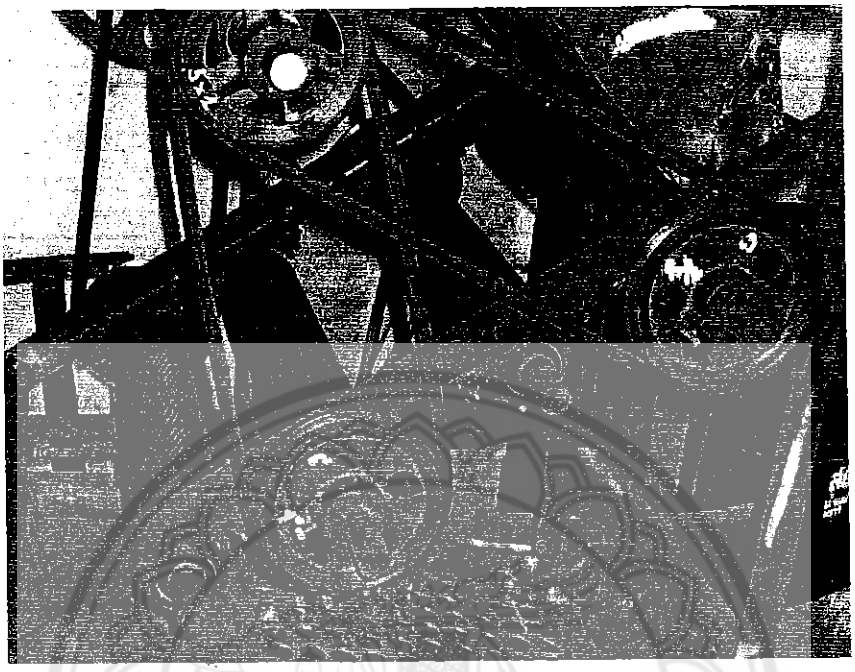


รูปที่ ค 5 อีกด้านเมื่อใส่ตระแกรงชั้นที่2 และ3 แล้ว

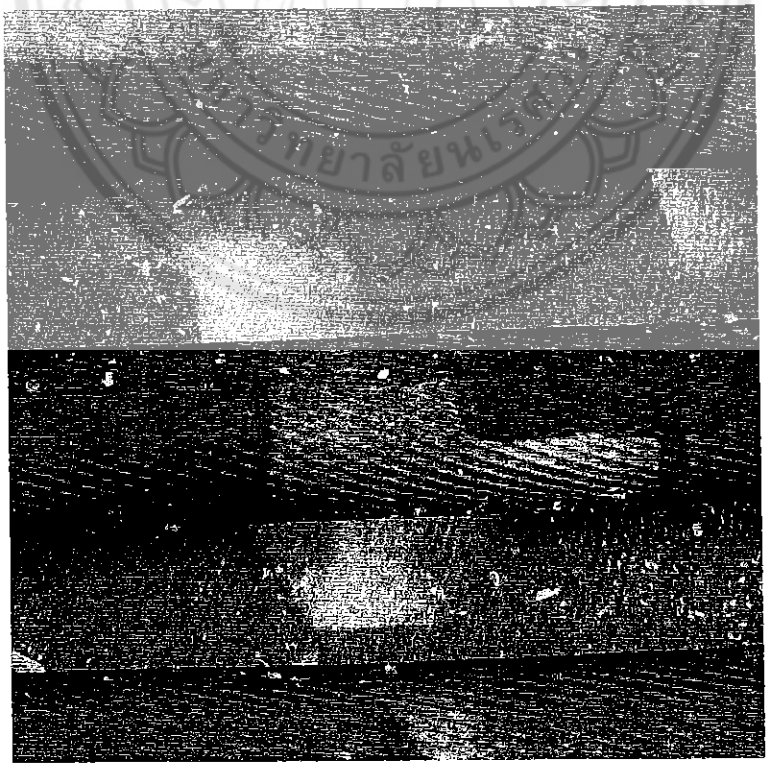


รูปที่ ค 6ด้านใต้ของแผ่นรองแกนบีบ

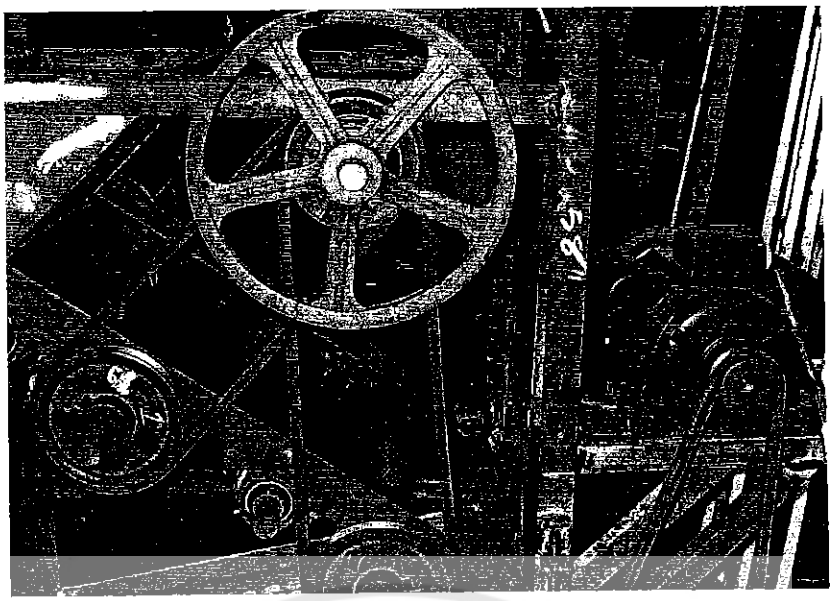
จากการทดลองเราได้ทดสอบใช้แผ่นยางชนิดต่างๆหลายชนิด แต่แผ่นยางที่มีประสิทธิภาพที่สุดคือแผ่นยางพาราดังนั้นเราจึงใช้แผ่นยางพาราในเครื่องแกะกระเทียมนี้ จะ ติดไว้ที่แกนบีบและแผ่นรองแกนบีบดังรูป ค.7และ ค 8



รูปที่ ค 7 แกนบีบที่พันยางพาราแล้ว

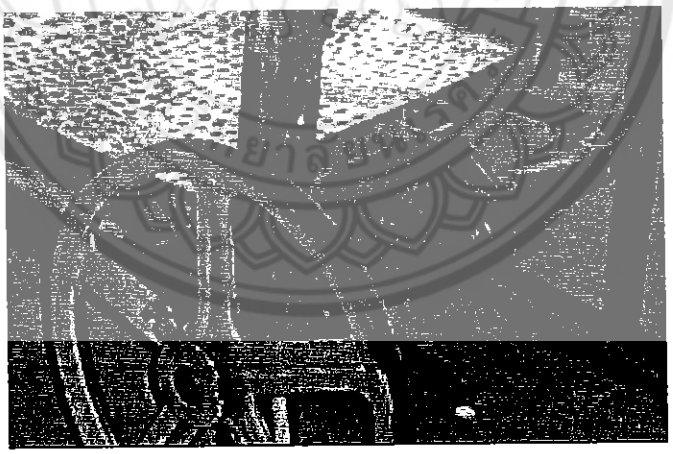


รูปที่ ค 8 ทั้งแกนและแป้นรองแกนบีบติดด้วยยางพารา

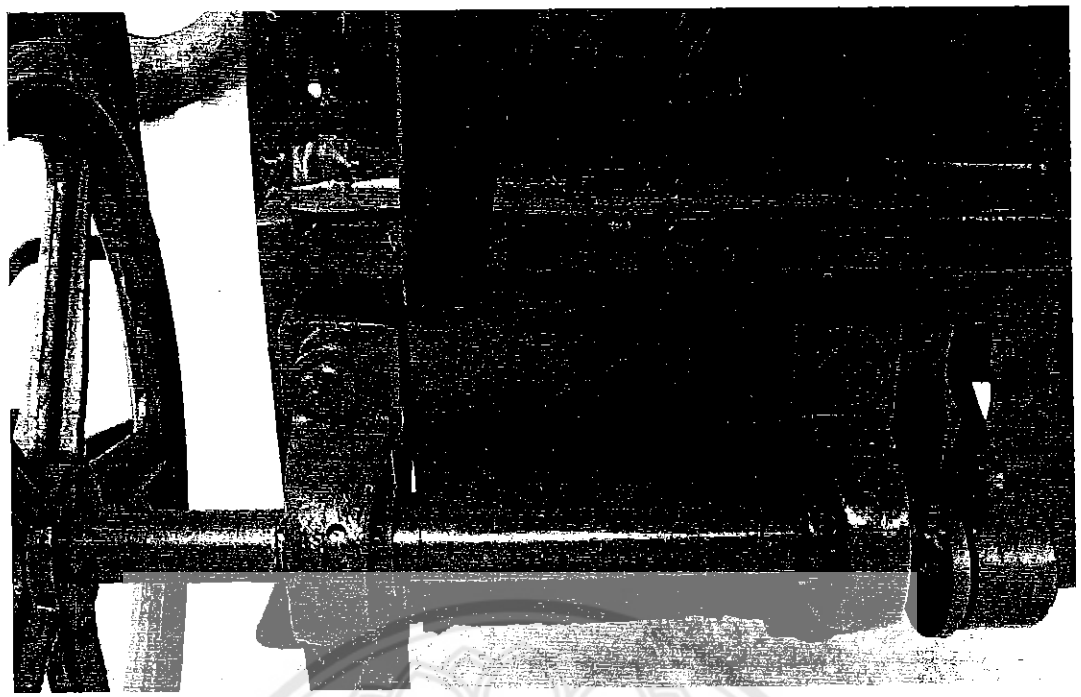


รูปที่ ค 9 ติดมอเตอร์เข้าไป

เพื่อจะให้ชั้นที่3 สั่นไปมาเวลาคัดแยกขนาดเราจึงติดลูกเบี้ยวซึ่งใช้แรงจากมอเตอร์ผ่านพูเลย์ขนาด 12 นิ้ว ช่วยหมุนลูกเบี้ยว จะติดตั้งไว้ในตำแหน่ง ดังรูปที่ ค 10 และ ค 11

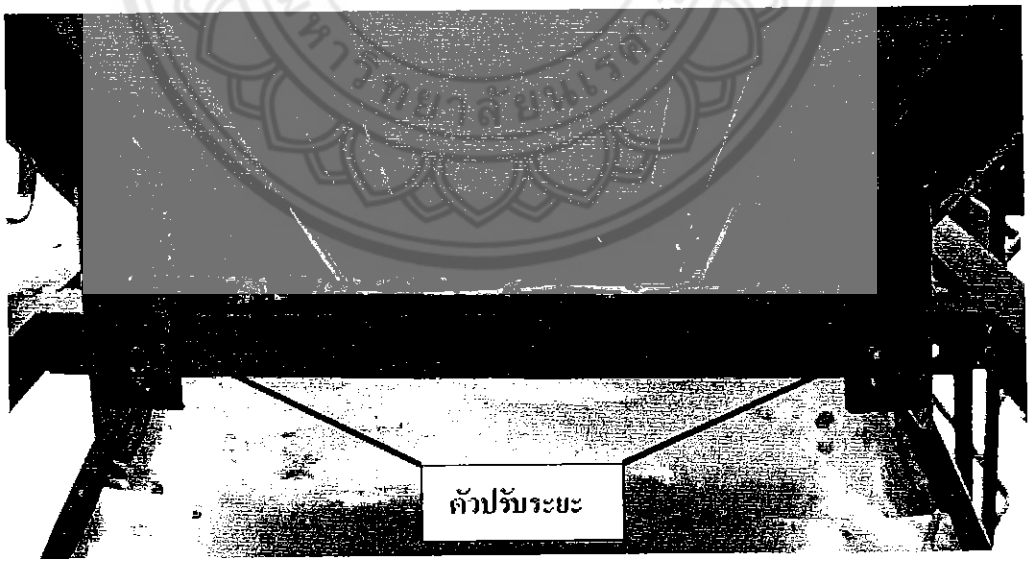


รูปที่ ค 10 ติดลูกเบี้ยวเพื่อให้ชั้นล่างส่ายไปมา



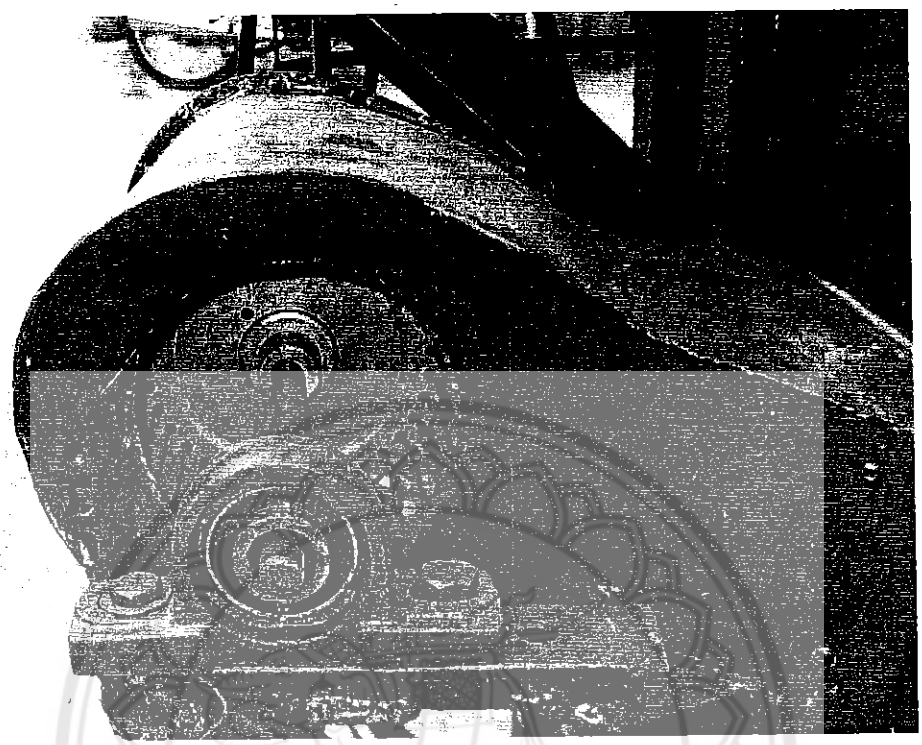
รูปที่ ค 11 ติดลูกเบี้ยวที่ติดตั้งเสร็จแล้ว

เราอาจเชื่อมเหล็กยาวประมาณ 10 เซนติเมตร เข้าไปที่ด้านใต้ของแผ่นรองแกนบีบเพื่อช่วยพยุงน้ำหนักเวลาที่แกนบีบบีบกระเทียมแต่ควรเจาะรู ดังรูปเพื่อที่เวลาปรับระยะจะสามารถคลายนอตและปรับขึ้นลงได้

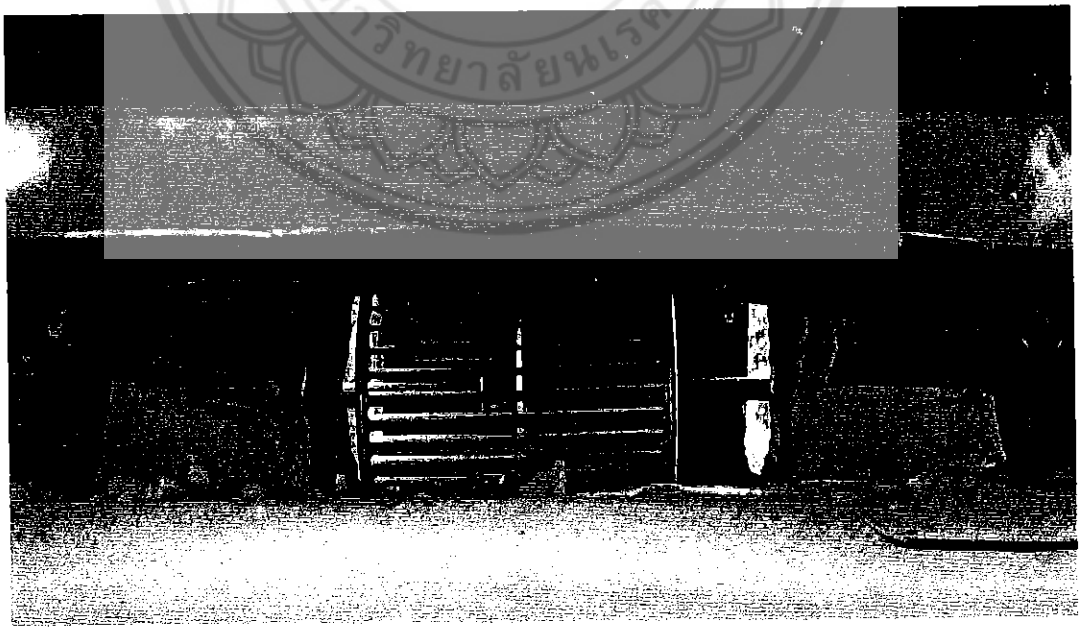


รูปที่ ค 12 ติดตั้งตัวปรับระยะห่างระว่างแกนบีบที่ใต้แผ่นรองแกนบีบเพื่อเหมาะสมแก่การแกะกระเทียมพันธุ์ต่างๆ

เราสามารถนำพัดลมชนิดอื่นมาใช้ได้แต่ในที่นี้เราได้ทำพัดลมขึ้นมาเอง เพื่อประหยัดงบประมาณในการสร้างพัดลมที่สร้างขึ้นมานี้จะใช้แรงจากมอเตอร์ผ่านพูเล่ย์มาช่วยในการหมุนมีรูปร่างดังรูปที่ ค 13 และ ค 14

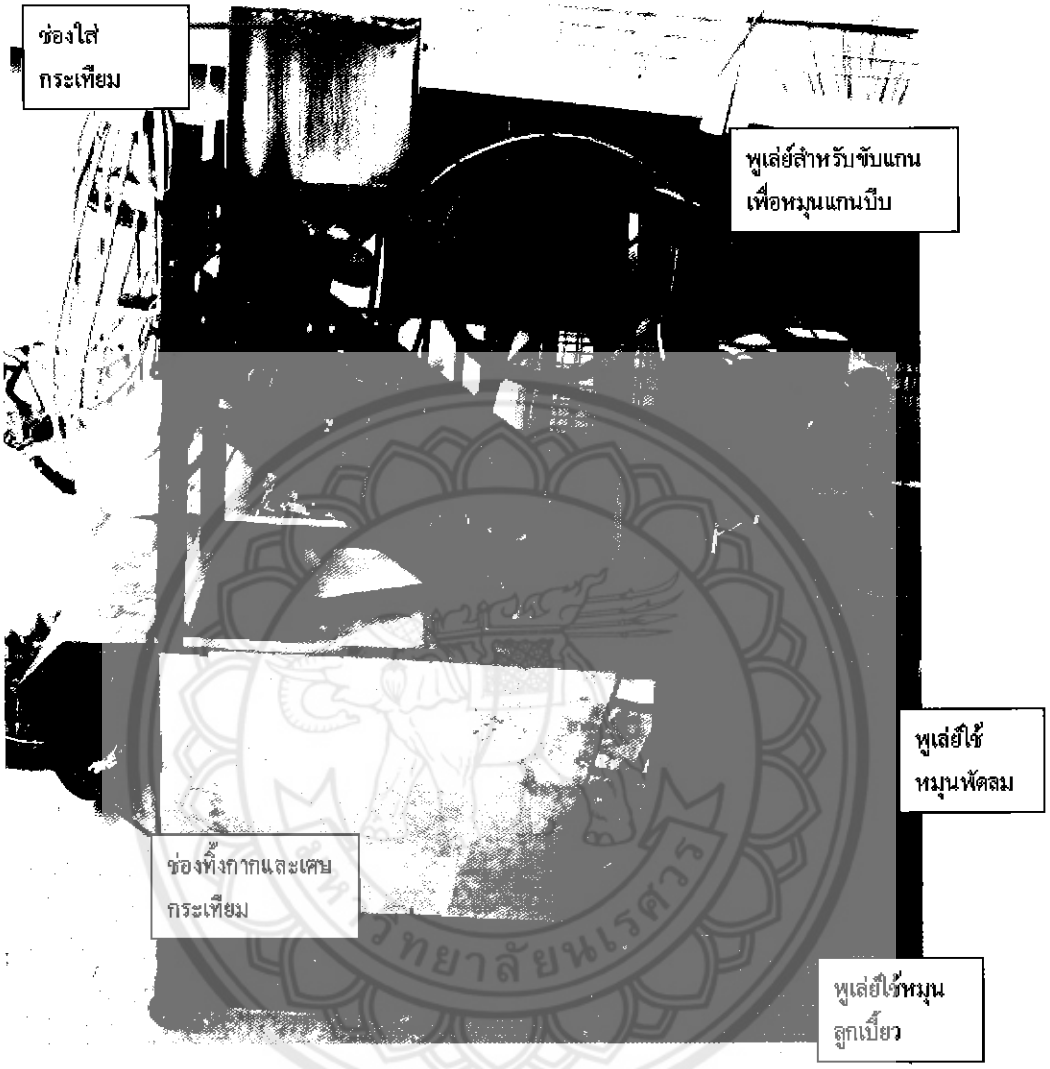


รูปที่ ค 13 ติดพัดลมสำหรับเป่ากากและเศษกระเทียม



รูปที่ ค 14 ช่องสำหรับให้พัดลมเป่ากากและเศษกระเทียมอยู่ระหว่างชั้นบีบกับชั้นลำเลียง

เมื่อทดลองประสิทธิภาพว่าเครื่องสามรถทำงานได้ดีแล้ว ก็อาจจะสร้างกรงเหล็กเพื่อครอบการทำงานของพูเล่ย์และฝาปิดด้านข้างเพื่อความปลอดภัยในการใช้งานดังรูป ค 12



รูปที่ ค 12 รูปสำเร็จและส่วนประกอบต่างๆ

หมายเหตุ

มีวีดีโอการทำงานของเครื่องแกะกระเทียมแนบมาในแผ่น ซีดีรอม (CDROM)

ประวัติผู้เขียนโครงงาน

ชื่อ นายธรรมรัตน์ ไข่แก้ว

ภูมิลำเนา 172 หมู่ 8 ต. เวียงใต้ อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน 58130

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนปายวิทยาคาร
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: noom131@hotmail.com

ชื่อ ธนะรัตน์ ปินใจ

ภูมิลำเนา 5 สิงหนาทบำรุง ซ. 3 ต.จองคำ อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน 58000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนห้องสอนศึกษา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: thanarut_pinjai@hotmail.com

ชื่อ นายธนาศักดิ์ คำแสน

ภูมิลำเนา 12 หมู่ 5 ต. ยม อ.ท่าวังผา จ.น่าน 55140

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนศรัทธาศิลาเพชรรังสรรค์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: jacker1tk@hotmail.com