ออกแบบและสร้าง เครื่องหั่นเผือกให้เป็นแผ่นบาง

Design and Construction of Taro Slicer

นายเสริมศักดิ์ แสนมีสุข รหัส 48364210

นายโสภาค เอกอนันตไชย รหัส 48364241

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 25 ต.ค. 2554
เลขทะเบียน 1669148
เลขเรียกหนังสือ ม/ร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ส๗๔ ๑

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล 2553

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองโครงงาน

หัวข้อโครงงาน : ออกแบบและสร้าง เครื่องหั่นเผือกให้เป็นแผ่นบาง

Design and Construction of Taro Slicer

ผู้ดำเนินโครงงาน : นายเสริมศักดิ์ แสนมีสุข รหัส 48364210

นายโสภาค เอกอนันตไชย รหัส 48364241

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน : ดร. ศลิษา วีรพันธุ์

ภาควิชา : ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา : 2553

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงงาน .....ประธานกรรมการ

(ดร. ศลิษา วีรพันธุ์)

.....กรรมการ

(ดร. ภาณุ พุทธวงศ์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ศิษฐ์ภัณฑ์ แคนลา)

หัวข้อโครงงาน	: ออกแบบและสร้าง เครื่องหั่นเผือกให้เป็นแผ่นบาง
ผู้ดำเนินโครงงาน	: นายเสริมศักดิ์ แสนมีสุข รหัส 48364210
	นายโสภาค เอกอนันตไชย รหัส 48364241
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน	: ดร. ศลิษา วีรพันธุ์
ภาควิชา	: ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา	: 2553

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องหั่นเผือกให้เป็นแผ่นบาง โดยโครงงานนี้จะแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนแรกจะทำการทดสอบกายภาพของเผือกด้วยเครื่องทดสอบสมบัติทางกายภาพของผักและผลไม้ เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเผือก และนำไปใช้ในการออกแบบเครื่องหั่นเผือก ส่วนที่สองจะเป็นการออกแบบเครื่องหั่นเผือกให้เป็นแผ่นบาง โดยมีการออกแบบและได้ทำการเลือกแบบที่เป็นต้นแบบเพียง 2 อันและทำการเลือกแบบที่ดีที่สุด โดยทำการปรับปรุงทุกส่วนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น คือ วิเคราะห์เมทริกซ์ในการตัดสินใจ (Decision Matrix) มีการกำหนดขอบเขตไว้ คือ ความปลอดภัย การบำรุงรักษา ความสะดวกในการใช้งาน ราคาถูก เพื่อที่จะได้สร้างเครื่องหั่นเผือกให้มีประสิทธิภาพที่สุด ส่วนที่สามเป็นการทดสอบเครื่องหั่นเผือกเมื่อสร้างเสร็จแล้ว คือ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องหั่นเผือกให้ได้ตามขอบเขตที่ตั้งไว้

จากผลการทดสอบพบว่าเครื่องหั่นเผือกสามารถหั่นเผือกได้ 38 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ชิ้นเผือกมีความหนาเฉลี่ย 1.97 มิลลิเมตร และคิดเป็นความเสียหายได้ 0.56 %

Project Title : Design and Construction of Taro Slicer

Name : Mr. Soemsak saenmeesuk Code 48364210

Mr.Sophak Ekanantachai Code 48364241

Project Advisor : Dr. Salisa veeraphan

Department : Mechanical Engineering

Academic : 2009

Abstract

The objective of this project is to develop a taro slicer for this project will be divided operations into three main parts;first, the experiment is conducted to find the physical properties of taro;second,the taro slicer is developed in response to the requirement analysed.By decision matrix, the best model is selected a built.Lastly, the machine is tested for its operational capacity, the quality of the sliced taro the product failure ratio.

It has been found that the machine can process taro at 38 kg/hr, approximately the average thickness is 1.97 mm and its failure ratio is 0.56%.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินโครงงาน ขอแสดงความขอบคุณแก่ผู้ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนในการทำโครงงานนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อันได้แก่

1. คณะเกษตรศาสตร์ ที่ช่วยสนับสนุนอุปกรณ์ เพื่อใช้ในการทดสอบโครงงาน
2. อาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
3. อาจารย์ศลิษา วีรพันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่เป็นผู้ผลักดันให้โครงงานนี้เกิดขึ้น และให้คำปรึกษาตลอด
4. อาจารย์ปัญญวัฒ ลำเพาพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ช่วยชี้แนะข้อผิดพลาดต่างๆที่เกิดขึ้นขณะดำเนินโครงงาน

ซึ่งได้ให้ความช่วยเหลือและแนะนำแนวทางต่างๆ ในการทำโครงงานเป็นอย่างดี ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับปัญหาต่างๆ ในการทำโครงงาน และการทำงานในส่วนใดที่ได้ทำโดยการใช้วิธีที่ยุ่งยาก อาจารย์สามารถแนะนำให้ใช้วิธีที่ง่ายและสะดวกกว่า หรือแม้แต่ค้นหาวิธีที่ถูกต้องและเป็นประโยชน์ต่อโครงงานมากที่สุดให้ รวมถึงเอกสารที่อาจารย์เห็นว่าอาจก่อประโยชน์ในการทำโครงงานมาให้ได้ศึกษาเพิ่มเติม ซึ่งมีประโยชน์ต่อคณะผู้ดำเนินโครงงานเป็นอย่างยิ่ง โดยความรู้ที่ได้สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาที่พบได้ ทำให้โครงงานสำเร็จลงได้ด้วยดี ทางคณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง

คณะผู้ดำเนินโครงงาน

สารบัญ

บทที่	หน้า
ใบรับรองโครงงาน	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ช
ลำดับสัญลักษณ์	ญ
1. บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบข่ายของโครงงาน	2
1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงาน	3
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 แผนผังการดำเนินงาน	4
2. หลักการและทฤษฎี	6
2.1 กระบวนการออกแบบ	6
2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเผือก	8
2.3 ข้อมูลจากกลุ่มเป้าหมาย	9
2.4 เครื่องหั่นชนิดต่างๆที่มีอยู่ในท้องตลาด	9
2.5 แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด	11
หลักการหาแรงเฉือน	11
หลักการหาโมเมนต์ดัด	12
2.6 วัสดุเพลา	12
2.7 ขนาดของเพลา	13

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3. การดำเนินงานออกแบบเครื่องหั่นเผือก	14
3.1 กระบวนการออกแบบและพัฒนาเครื่องหั่นเผือก	14
User requirement	14
Design Specification	15
Concept design	16
3.2 ผลการทดลองการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเผือก	19
ตารางแสดงผลการทดลอง	19
แผนภูมิแสดงการทดสอบค่าแรงสูงสุด	20
วิเคราะห์ผลการทดลองค่าแรงสูงสุด	20
3.3 ลักษณะการหั่นของใบมีดรูปแบบต่างๆ	21
3.4 สร้างแบบร่าง	22
เครื่องหั่นเผือกแบบที่ 1	22
เครื่องหั่นเผือกแบบที่ 2	24
3.5 เมทริกซ์ในการตัดสินใจ	26
วิเคราะห์เมทริกซ์ในการตัดสินใจ	26
สรุปเมทริกซ์ในการตัดสินใจ	27
3.6 คำนวณเพื่อออกแบบชิ้นส่วนที่ใช้ในเครื่องหั่น	28
ระบบส่งกำลัง	28
เพลา	30
โครงสร้าง	33
4 การสร้างและทดสอบเครื่องหั่นเผือก	34
4.1 การสร้างเครื่องหั่นเผือก	34
4.2 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องหั่นเผือก	40
4.3 สรุปผลการทดสอบ	42
4.4 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน	44
สรุปผลการทดสอบ	42
การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน	44

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5. สรุปผลการสร้างและทดสอบ	46
5.1 สรุปผลการออกแบบ และสร้างเครื่องหั่นเผือก	46
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	47
5.3 ข้อเสนอแนะ	47
เอกสารอ้างอิง	48
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ทำการทดลองทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเผือก	49
ภาคผนวก ข แบบเครื่องหั่นเผือกที่ทำการสร้าง	53
ภาคผนวก ค ข้อมูลและภาพจากการทดสอบเครื่องหั่นเผือก	60
ภาคผนวก ง ภาพโครงร่างเครื่องหั่นเผือกต้นแบบ	79
ประวัติผู้ทำโครงงาน	85

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์	6
รูปที่ 2.2 แสดงสัดส่วนของต้นทุนที่ใช้ในการออกแบบ	7
รูปที่ 2.3 กระบวนการออกแบบ	7
รูปที่ 2.4 รูปแรงเฉือนและโมเมนต์ดัด	11
รูปที่ 2.5 ลักษณะของโมเมนต์รอบจุด A ที่มีค่าเป็น +	12
รูปที่ 2.6 ลักษณะของโมเมนต์รอบจุด A ที่มีค่าเป็น -	12
รูปที่ 3.1 กระบวนการออกแบบเครื่องหั่นเผือก	14
รูปที่ 3.2 แสดง Flow-Function ของเครื่องหั่นเผือก	17
รูปที่ 3.3 กราฟบันทึกการทดลองของ Max.Load	20
รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะการหั่นของใบมีดรูปแบบต่างๆ	21
รูปที่ 3.5 เครื่องหั่นเผือกแบบที่ 1	22
รูปที่ 3.6 เครื่องหั่นเผือกแบบที่ 2 ด้านนอก	24
รูปที่ 3.7 แสดงแรงภาระที่เกิดกับเพลา	30
รูปที่ 3.8 แสดง Shear Force diagram and Bending Moment diagram	31
รูปที่ 3.9 โครงสร้างเครื่องหั่นเผือก	33
รูปที่ 4.1 ชุดใบมีด (เปิดฝาครอบ)	34
รูปที่ 4.2 ชุดใบมีด (ปิดฝาครอบ)	35
รูปที่ 4.3 เพลา	35
รูปที่ 4.4 เพลาประกอบกับชุดใบมีด	36
รูปที่ 4.5 มอเตอร์	36
รูปที่ 4.6 ฉลากแสดงคุณสมบัติของมอเตอร์	37
รูปที่ 4.7 วงล้อสายพาน	37
รูปที่ 4.8 ช่องใส่เผือก	38
รูปที่ 4.9 ช่องทางออกของเผือก	38
รูปที่ 4.10 โครงสร้างเครื่องหั่นเผือก	39

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4.11 โครงสร้างที่รับน้ำหนักส่วนประกอบของเครื่องหั่นเผือก	39
รูปที่ 4.12 เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	40
รูปที่ 4.13 เครื่องวัดความเร็วรอบ	41
รูปที่ 4.14 กิโลช่างน้ำหนัก	41
รูปที่ 4.15 กราฟแสดงจุดคุ้มทุน	45
รูปที่ ก.1 เครื่องทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ (Instron 4411)	50
รูปที่ ก.2 เผือกขนาด 1×1 , 2×2 และ2×3cm.	50
รูปที่ ก.3 ใบมีดกำลังหั่นชิ้นเผือกเพื่อวัดค่า	51
รูปที่ ก.4 ขณะทำการทดลอง	51
รูปที่ ก.5 กราฟบันทึกการทดลองของ Max.Load	52
รูปที่ ค.1 เครื่องหั่นเผือก	73
รูปที่ ค.2 ขณะลำเลียงเผือกเข้าสู่ใบมีด	73
รูปที่ ค.3 ขณะหั่นเผือก	74
รูปที่ ค.4 ขณะหั่นเผือกอีกมุม	74
รูปที่ ค.5 ทดสอบหั่นเผือก	75
รูปที่ ค.6 ขณะทดสอบประสิทธิภาพของเครื่อง	75
รูปที่ ค.7 ขณะทดสอบครั้งสุดท้าย	76
รูปที่ ค.8 ชิ้นงานที่ได้	76
รูปที่ ค.9 ชิ้นเผือกที่ได้จากการทดสอบ	77
รูปที่ ค.10 ใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์วัดความหนาของชิ้นเผือก	77
รูปที่ ค.11 ชิ้นเผือกที่ได้จากการหั่นครั้งสุดท้าย	78
รูปที่ ค.12 สุ่มใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์วัดความหนาของชิ้นเผือก	78
รูปที่ ง.1 แบบร่างโครงสร้างเครื่องหั่น	80
รูปที่ ง.2 แบบร่างช่องใส่เผือก	81
รูปที่ ง.3 แบบร่างเพลาต้นแบบ	82
รูปที่ ง.4 แบบร่างวงล้อสายพาน	83
รูปที่ ง.5 แบบร่างชุดใบมีด	84

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1.1 การเพิ่มมูลค่าของการแปรรูปเผือก	1
ตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดของกระบวนการออกแบบ	8
ตารางที่ 2.2 ขนาดระบุของเพลาตามมาตรฐาน ISO/R 775-1969	13
ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของความต้องการของผู้ใช้	15
ตารางที่ 3.2 แสดงค่าแรงสูงสุดที่ใช้หั่นเผือกที่ความเร็ว 50 และ 100 mm/min.	19
ตารางที่ 3.3 แสดงการเปรียบเทียบแบบที่ 1 กับแบบที่ 2	26
ตารางที่ 4.1 ตารางสรุปผลการทดลอง	43
ตารางที่ 4.2 แสดงวัสดุอุปกรณ์และราคา	43
ตารางที่ 4.3 รายการค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการผลิตเครื่องหั่นเผือกให้เป็นแผ่นบาง	44
ตารางที่ ก.1 ตารางแสดงค่าแรงสูงสุดที่ใช้หั่นเผือกที่ความเร็ว 50 และ 100 mm/min.	51
ตารางที่ ค.1 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 1	61
ตารางที่ ค.2 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 2	64
ตารางที่ ค.3 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 3	67
ตารางที่ ค.4 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 4	70

ลำดับสัญลักษณ์

ลักษณะ	ความหมาย	หน่วย
Max.Load	แรงสูงสุด	kfg
I_x	โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน X-X	N.m
J	โมเมนต์ความเฉื่อยเชิงขั้วรอบแกนศูนย์ถ่วง	N.m
Z=I/C	โมดุลัสหน้าตัดของรูปเหลี่ยมรอบแกน X-X	m
Z'=J/C	โมดุลัสหน้าตัดเชิงขั้ว	m^2
S_y	Yield Strength	MPa
S_u	Tensile Strength	MPa
S_n	Endurance Strength	MPa
C_R	Approximate Reliability Factors	-
C_S	Size Factors	-
F_r	ทอร์กจากชุดใบมีด	N.m
M	โมเมนต์	N.m
D	เส้นผ่านศูนย์กลาง	m
A	พื้นที่	m^2
L	ความยาวจริงของเพลา	m
T	ทอร์ก	N.m

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

จากข้อมูลที่ได้จากการสอบถามกลุ่มแม่บ้าน อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ที่รวมกลุ่มกันแปรรูปเผือกด้วยการทำเผือกฉาบจำหน่ายพบว่า มีการผลิตอยู่ที่ประมาณ 50-70 กิโลกรัมต่อวัน

ในการใช้แรงงานคนหั่น หนึ่งคนใน 1 ชั่วโมง จะหั่นได้ประมาณ 3 กิโลกรัม ฉะนั้นในการหั่นเผือก 70 กิโลกรัม จะต้องใช้แรงงาน คนหั่นถึง 5 คน ใช้เวลาในการหั่นประมาณ 5 ชั่วโมง ซึ่งส่งผลทำให้ใช้เวลาในการหั่นมากและเสียค่าใช้จ่าย ในการจ้างคนงานสูง

เผือกสดมีราคาขายอยู่ที่ประมาณ กิโลกรัมละ 22 บาท ซึ่งกลุ่มแม่บ้านจะต้องการเผือกในการนำมาแปรรูปอยู่ที่ประมาณ 70 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นค่าใช้จ่ายสำหรับวัตถุดิบ 1540 บาทต่อวันโดยประมาณ ในส่วนของค่าจ้างแรงงานคนที่ใช้ในการหั่นเผือก 5 คนต่อวัน อยู่ที่ชั่วโมงละ 10 บาท คิดเป็นค่าจ้างทั้งหมด 250 บาท รวมค่าใช้จ่ายจากค่าวัตถุดิบ(เผือกสด) กับค่าจ้างหั่นเผือกแล้ว ประมาณ 1800 บาทต่อวัน

ประโยชน์ของการออกแบบและสร้างเครื่องหั่นเผือก คือ เพื่อที่จะเพิ่มปริมาณการผลิตและขยายตลาดการจำหน่ายผลิตภัณฑ์แปรรูปเผือกฉาบของกลุ่มแม่บ้าน โดยออกแบบและสร้างเครื่องหั่นเผือกให้มีกำลังการผลิตอยู่ที่ประมาณ 40 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และยังเป็นการลดรายจ่ายจากการจ้างแรงงานคนที่ใช้ในการหั่น ซึ่งจะเป็นการเพิ่มรายรับให้กับกลุ่มแม่บ้านมากกว่าเดิมอีกด้วย

ตารางที่1.1 การเพิ่มมูลค่าของการแปรรูปเผือก

ประเภทของเผือก	ราคาเฉลี่ย(บาท/กิโลกรัม)
เผือกหัว	22
อาหารสัตว์	30
เผือกเส้น	140
เผือกฉาบ	180
แยมเผือก	200

(ข้อมูลจาก กลุ่มแม่บ้าน อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์)

จากตารางจะเห็นได้ว่าการนำเผือกมาแปรรูปในลักษณะต่างๆ เช่น เผือกฉาบ เผือกเส้น แยมเผือก และอาหารสัตว์ เป็นต้น เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบได้สูงสุดถึง 180 บาทต่อกิโลกรัม ทำให้กลุ่มแม่บ้านมีรายได้จากการนำเผือกมาแปรรูปในรูปแบบต่างๆ ดังข้อมูลข้างต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1. ออกแบบ เครื่องหั่นเผือก เพื่อเป็นเครื่องทุ่นแรงและเพิ่มปริมาณการผลิตแทนการใสเผือก ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานคน ในการนำเผือกมาแปรรูปในการประกอบอาหาร เช่น เผือกฉาบ เผือกอบ เป็นต้น ซึ่งลักษณะของเผือกที่หั่นออกมาได้จะมีลักษณะเป็นแว่นบางๆ คล้ายกับการใส

1.2.2. เพื่อเป็นเครื่องที่ใช้ในการประกอบอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้ สอดคล้องกับโครงการ วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (Small and Medium Enterprises : SME) ซึ่งรวมถึงอุตสาหกรรมขนาดเล็กด้วย

1.2.3. สามารถใช้งานง่ายและดูแลรักษาได้อย่างสะดวก

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1. ทำการทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพของเผือกด้วยเครื่องทดสอบสมบัติทางกายภาพของวัสดุอาหาร

1.3.2. ออกแบบเครื่องหั่นเผือกเพื่อ

1.3.2.1) ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

1.3.2.2) หั่นเผือกออกมาเป็นแว่นบางๆ มีความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร

1.3.2.3) มีกำลังผลิตประมาณ 40 กิโลกรัม ต่อ ชั่วโมง

1.3.2.4) ขนาดกะทัดรัดสามารถใช้งานและดูแลทำความสะอาดได้อย่างสะดวก

1.3.3. ได้แบบร่างของเครื่องหั่นเผือกโดยใช้โปรแกรมสร้างภาพ 3 มิติ

1.3.4. สร้างเครื่องหั่นเผือกที่ได้จากการออกแบบข้างต้นแล้วนำมาทดสอบ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1. สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องหั่นเผือกที่จะทำการออกแบบและสอบถามความต้องการจากกลุ่มผู้ใช้เครื่องหั่นเผือกโดยตรง

1.4.2. ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเผือกโดยเครื่องทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผักและผลไม้ (Instron) เพื่อนำค่าได้ไปใช้ในการออกแบบ

1.4.3. วางแผนการทำงานตามกระบวนการออกแบบข้างต้น

1.4.4. ออกแบบเครื่องหั่นเผือกและสร้างเครื่องหั่นเผือกตามแบบที่ได้จากการออกแบบ

1.4.5. ทดสอบและสรุปผล

1.4.6. นำเสนอโครงงาน

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1. ได้แบบเครื่องมือในการแปรรูปเผือกที่สามารถหั่นเผือกตามข้อกำหนด

1.5.2. ได้เครื่องมือที่ราคาไม่แพงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมือทั่วไปที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด

1.1 แสดงการดำเนินงานของโครงงาน

No.	Tasks	ปี 51 เทอม 1	ปี 51 เทอม 2	ปี 52 เทอม 1	ปี 52 เทอม 2	ปี 52 เทอม 3	ปี 53 เทอม 1	ปี 53 เทอม 2	ปี 53 เทอม 3
		มิ.ย. – ต.ค.	พ.ย. – มี.ค.	มิ.ย. – ต.ค.	พ.ย. – มี.ค.	เม.ย. – พ.ค.	มิ.ย. – ต.ค.	พ.ย. – มี.ค.	เม.ย.
1.	**สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องหั่นเผือกที่จะทำการออกแบบ**								
	1.1 สืบค้นข้อมูลจาก Internet								
	1.2 ข้อมูลเครื่องหั่น , เครื่องตัด ที่มีอยู่ในท้องตลาด								
	1.3 สืบค้นข้อมูลของเผือก								
	1.4 สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวกับการตัด , การหั่น , การลดขนาด								
	1.5 ศึกษาความต้องการของท้องตลาด								
	1.6 นำข้อมูลทั้งหมดมาเขียนข้อเสนอโครงงาน (Proposal)		1						
2.	**ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเผือก**		2						
3.	**ออกแบบและวางแผนการทำงาน**								
	3.1 เขียนแบบโครงสร้างของเครื่องหั่นเผือก								
	3.2 ออกแบบชุดใบมีดที่ใช้หั่นที่เหมาะสม								
	3.3 ออกแบบชุดส่งกำลัง								
	3.4 คำนวณเกี่ยวกับต้นกำลังที่เลือกใช้								
	3.5 เลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องหั่น								
	3.6 ประมาณค่าใช้จ่าย					3			
4.	**สร้าง**								
	4.1 เลือกซื้อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้าง								
	4.2 ดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้าง								
	4.3 ประกอบชิ้นส่วนตามที่ออกแบบ							4	
5.	**ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่อง**								
	5.1 ความสม่ำเสมอของเผือกที่หั่น (ความหนาและขนาด)								
	5.2 ปริมาณของเผือกที่หั่นได้ (มากกว่าหรือเท่ากับ 40 kg/hr)								
	5.3 การสิ้นเปลืองพลังงานและค่าใช้จ่ายในการใช้งาน								
	5.4 ตรวจสอบความเรียบร้อย								5

หมายเหตุ (1) Proposal (2) ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

(3) เครื่องหั่นเผือก (4) ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่อง

No.	Tasks	ปี 51 เทอม 1	ปี 51 เทอม 2	ปี 52 เทอม 1	ปี 52 เทอม 2	ปี 52 เทอม 3	ปี 53 เทอม 1	ปี 53 เทอม 2	ปี 53 เทอม 3
		มิ.ย. – ต.ค.	พ.ย. – มี.ค.	มิ.ย. – ต.ค.	พ.ย. – มี.ค.	เม.ย. – พ.ค.	มิ.ย. – ต.ค.	พ.ย. – มี.ค.	เม.ย.
6.	**สรุปผลและนำเสนอโครงงาน**								
	6.1 เขียนวิทยานิพนธ์								
	6.2 ทำ Presentation								
	6.3 นำเสนอโครงงาน								6
7.	**แก้ไขรายงานวิทยานิพนธ์**								7

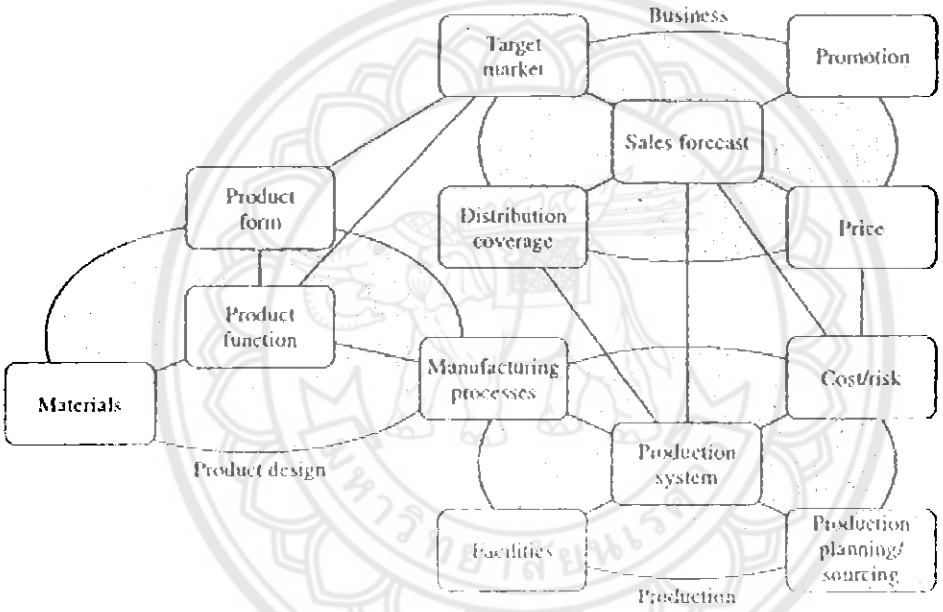
<u>หมายเหตุ</u> (5) ข้อสรุปสิ่งที่ต้องปรับปรุงและแก้ไข (6) สอบ Project (7) แก้ไขรายงานวิทยานิพนธ์

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 กระบวนการออกแบบ

สี่ตัวแปรสำคัญที่มีต่อผลิตภัณฑ์ประกอบไปด้วย การกำหนดเงื่อนไข, วัสดุ, รูปแบบและกระบวนการผลิต โดยที่ตัวแปรเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับความคิดของผู้ออกแบบเป็นหลัก ดังรูปที่แสดงถึงกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์เป็นวงรี ที่ขยายออกไปอย่างละเอียดในด้านต่างๆดังรูป1.1

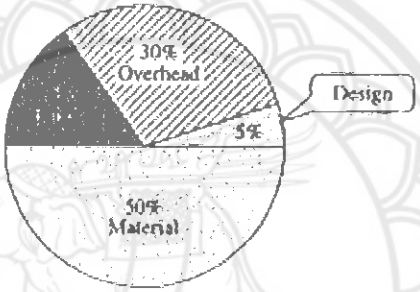


รูปที่ 2.1 แสดงปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ [6]

รูปแบบผลิตภัณฑ์และเงื่อนไขการทำงานของผลิตภัณฑ์นี้ยังมีความสำคัญต่อธุรกิจเพราะลูกค้าในกลุ่มเป้าหมายที่อยู่ในท้องตลาดจะพิจารณาด้วยการคำนึงถึงรูปแบบผลิตภัณฑ์และเงื่อนไขการทำงานของผลิตภัณฑ์เป็นอันดับแรก ส่วนเป้าหมายของเรื่องกลุ่มตลาดเป้าหมายจะสนใจเรื่องธุรกิจเพียงอย่างเดียวเท่านั้น และเป้าหมายของธุรกิจคือการสร้างรายได้เพื่อให้ตรงกับการประมาณการยอดขายเอาไว้ให้ใกล้เคียงมากที่สุด ธุรกิจจะขึ้นอยู่ไม่เพียง แต่ในรูปแบบผลิตภัณฑ์และเงื่อนไขต่างๆของผลิตภัณฑ์เท่านั้น แต่จะขึ้นอยู่กับความสามารถทางด้านต่างๆของบริษัทผู้ผลิตอีกด้วย ซึ่งจากรูป1.1 แสดงให้เห็นถึงรูปวงรีที่เกี่ยวข้องกับการผลิต ซึ่งกระบวนการผลิต(production system) จะเป็นศูนย์รวมปัจจัยสำคัญ และจะสังเกตว่า

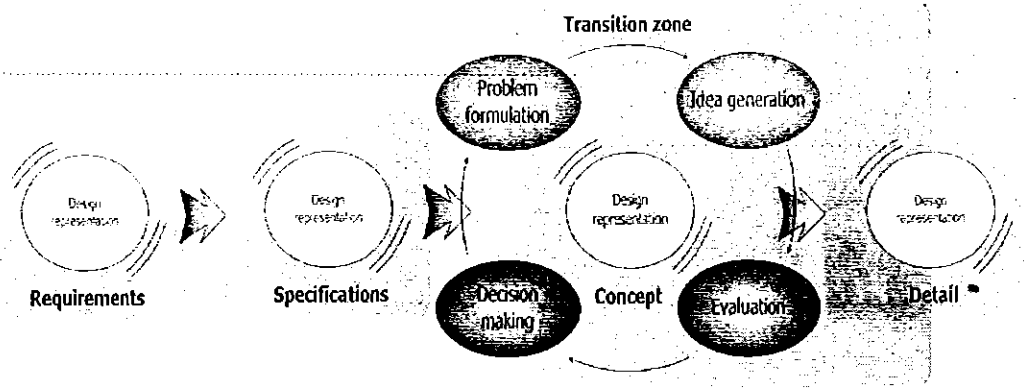
ทั้งการออกแบบผลิตภัณฑ์(production design) และตัวผลิตภัณฑ์(production) ล้วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการการผลิตทั้งสิ้น ในการเลือกรูปแบบต่างๆและวัสดุจากเงื่อนไขการทำงานของผลิตภัณฑ์จะส่งผลโดยตรงถึงกระบวนการผลิตและกระบวนการนี้จะส่งผลต่อค่าใช้จ่ายและด้วยเหตุนี้จึงส่งผลถึงราคาผลิตภัณฑ์ด้วย

ตัวชี้วัดต่อกระบวนการออกแบบ จะมี 3 ตัวชี้วัดสำคัญที่จะส่งผลถึงประสิทธิภาพของกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ คือ ต้นทุนของผลิตภัณฑ์, คุณภาพของผลิตภัณฑ์, เวลาที่ใช้ในการส่งเข้าสู่ท้องตลาด ในกระบวนการออกผลิตภัณฑ์ทุกๆกระบวนการบางส่วนประกอบเล็กๆในผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ล้วนส่งผลถึงผลิตภัณฑ์ทั้งสิ้น ในส่วนของลูกค้าทุกๆเป้าจะมีความต้องการให้ผลิตภัณฑ์ที่ออกมา มีราคาถูก, มีคุณภาพสูง , ใช้เวลาในการผลิตน้อย



รูปที่ 2.2 แสดงสัดส่วนของต้นทุนที่ใช้ในการออกแบบ [6]

ราคาต้นทุนการผลิตที่แท้จริงของผลิตภัณฑ์จะเป็นส่วนเล็กๆของกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ดังที่แสดงให้เห็นในรูป 1.2 ซึ่งจากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่า 5% ของราคาในการผลิตเท่านั้นสำหรับการออกแบบเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งในส่วนของกระบวนการทางอุตสาหกรรมจะมีมากหลายส่วน แต่ในที่สุดแล้วราคาของผลิตภัณฑ์จากการออกแบบจะเป็นส่วนเล็กๆเมื่อเทียบกับต้นทุนที่ใช้ในกระบวนการผลิตเท่านั้น



รูปที่ 2.3 กระบวนการออกแบบ [6]

ตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดของกระบวนการออกแบบ

User Requirement (วิเคราะห์ตามความต้องการของผู้ใช้)	เป็นความต้องการที่รวบรวมจากผู้ใช้ระบบโดยตรง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึง และความต้องการของผู้ใช้จะต้องทำออกมาให้ผู้ใช้เข้าใจได้โดยง่ายเป็นหลัก
Design Specification (กำหนดคุณลักษณะของเครื่อง)	เป็นคุณลักษณะเฉพาะในการออกแบบ ซึ่งการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะในลักษณะของรูปร่าง และมิติต่างๆ นั้น ได้มาจากการนำข้อมูลที่ได้มาจาก User Requirement มาวิเคราะห์แล้วจึงกำหนดคุณลักษณะ
Concept Design (คิดแบบร่าง)	ขั้นตอนการออกแบบขั้นแรก โดยเริ่มต้นจากการร่างแบบเบื้องต้น จากนั้นก็พัฒนาแก้ไขปรับปรุงทีละส่วน ซึ่งมาจากการนำข้อมูลทั้งหมดมาออกแบบ
Detail Design (ลงรายละอียดเพื่อผลิต)	การออกแบบรายละเอียด ขั้นตอนนี้ส่วนที่มีความสำคัญกับสิ่งที่ทำการออกแบบจะต้องมีการละเอียดมากในการวิเคราะห์ การพิจารณาในขั้นตอนต่างๆ

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเผือก

เผือกเป็นพืชตระกูลหัวชนิดเดียวกันกับมันฝรั่ง, มันสำปะหลัง, มันเทศ และบุก เผือกมีชื่อภาษาอังกฤษว่า ทาโร (Taro) นอกจากชื่อนี้ยังมีชื่ออื่นอีก คือโอลด์โคโคแยม (Old Cocoyam)

ลักษณะทั่วไปของเผือก

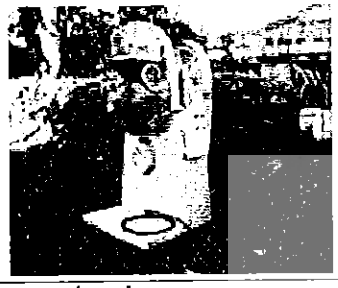
- เป็นพืชที่มีอายุมากกว่า 1 ปีขึ้นไป (perennial)
- หัวเผือกเป็นลำต้นที่เกิดอยู่ใต้ดิน ประกอบด้วย หัวใหญ่ 1 หัว และมีหัวเล็กๆ แตกออกรอบๆ ขนาดรูปร่างของหัว
- สีของเนื้อเผือก มีความแตกต่างกันออกไปตามพันธุ์
- หัวใหญ่มีน้ำหนักตั้งแต่หนักกว่า 450 กรัม ถึงหนักกว่า 3.5 กิโลกรัม หัวเล็กหนักตั้งแต่น้อยกว่า 28 กรัม ถึง 450 กรัม
- เนื้อเผือกมีสีต่างกันตั้งแต่สีขาว เหลือง ส้ม จนถึงแดงหรือม่วง

2.3 ข้อมูลจากกลุ่มเป้าหมาย

เผือกสามารถนำมาแปรรูปก่อนนำมาประกอบอาหารในลักษณะต่างๆ ในปัจจุบันได้หลากหลายรูปแบบ การผลิตเผือกโดยใช้วิธีการฉาบในแต่ละครั้งจากข้อมูลที่ได้จากการสอบถามกลุ่มแม่บ้านอำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์พบว่า กลุ่มนี้ผลิตอยู่ที่ประมาณครั้งละ 50-70 กิโลกรัม ในการใช้แรงงานคนหั่นหนึ่งคนใน 1 ชั่วโมง จะหั่นได้ประมาณ 3 กิโลกรัม ฉะนั้นในการหั่นเผือก 70 กิโลกรัม จะต้องใช้แรงงานคนหั่นถึง 5 คน ใช้เวลาในการหั่นเกือบ 5 ชั่วโมง ซึ่งส่งผลทำให้ใช้เวลาในการหั่นมากและเสียค่าใช้จ่ายในการจ้างคนงานสูง โดยค่าจ้างคนงานอยู่ที่ชั่วโมงละ 10 บาท ดังนั้นการนำเครื่องหั่นเผือกไปใช้แทนแรงงานคนจะทำให้สามารถประหยัดเวลาในการทำงานและค่าแรงได้

2.4 เครื่องหั่นชนิดต่างๆที่มีอยู่ในท้องตลาด

มีเครื่องหั่นมากมายหลายชนิดที่วางจำหน่ายอยู่ตามท้องตลาด ซึ่งมีความสามารถในการหั่นที่แตกต่างกันออกไป เช่น หั่นเป็นสไลด์บางๆ หั่นเป็นรูปลูกเต๋า หั่นเป็นเส้นยาวๆ เป็นต้น ซึ่งความสามารถเหล่านี้ก็จะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เครื่องหั่นเหล่านั้นมีราคาที่สูงมาก ซึ่งเริ่มต้นตั้งแต่ราคาประมาณ 15,000 – ราคาไม่ต่ำกว่า 100,000 บาท ทำให้ผู้บริโภคที่จะสามารถใช้เครื่องหั่นที่มีอยู่ ตามท้องตลาดได้นั้นต้องลงทุนสูงมากในการซื้ออุปกรณ์เครื่องใช้ จนทำให้บางกลุ่มยังใช้แรงงานคน อยู่ในการหั่นเพราะต้นทุนต่ำ และสามารถสื่อสารกันได้ง่ายอีกด้วย

เครื่องหั่น	ความสามารถในการหั่น	การทำงานของเครื่อง	ความเร็วในการหั่น	ต้นกำลัง	ราคา
เครื่องหั่นขิง 	หั่นได้รูปแบบเดียวคือแบบเป็นแผ่น แต่สามารถกำหนดความหนาของขิงที่หั่นได้	การทำงานของเครื่องใช้หลักการแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ ใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลัง ส่งกำลังผ่านชุดส่งกำลังที่มีสายพานและพุลเล่ย์	200 kg / hr	มอเตอร์ขนาด 1.5 แรงม้า	99,261 บาท
เครื่องหั่นผักและผลไม้	หั่นได้หลากหลายรูปแบบ อาทิเช่น แบบสไลด์ แบบลูกเต๋า แบบเส้น เป็นต้น นอกจากนั้นยังสามารถกำหนดความหนาในการหั่นได้ถึง 11 ระดับอีกด้วย	ใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลัง ส่งกำลังผ่านด้วยโซ่และเฟือง ทำให้มีความทนทานกว่าการใช้สายพานและพุลเล่ย์ ใช้สายพานลำเลียงในการลำเลียงชิ้นงานเข้าสู่การหั่น	300 – 3000 kg / hr	มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า	ไม่ต่ำกว่า 100,000 บาท
เครื่องสไลด์เนื้อ	สไลด์เนื้อออกมาเป็นแผ่นหนาบาง ตามการปรับระยะความห่างของใบมีดตามต้องการ	การทำงานของเครื่องใช้มอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ขับเคลื่อนใบมีดที่หมุนในแนวเอียงแต่จะตั้งฉากกับแท่นใส่เนื้อซึ่งต้องอาศัยแรงคนในการกดชิ้นเนื้อเข้าหาใบมีดด้วย	25 kg / hr	มอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้า	25,000 บาท

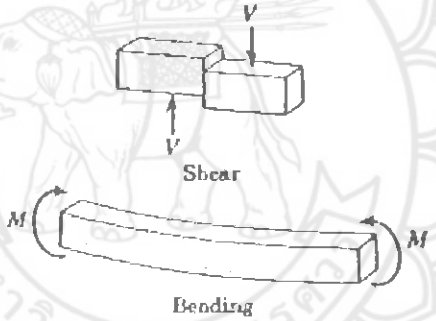
ที่มา : www.slicermachine.com แสดงรายละเอียดเครื่องหั่นชนิดต่างๆ

2.5 แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด

ในการออกแบบเพลาเพื่อการใช้งานลักษณะต่างๆ จำเป็นต้องทราบแรงเฉือน (shear force) และโมเมนต์ดัด (bending moment) ที่เกิดขึ้นในส่วนต่างๆของเพลา ดังนั้นเราจึงแสดงค่าแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในส่วนต่างๆของเพลาโดยการใช้แผนภาพเรียกว่า แผนภาพแรงเฉือน (shear force diagram) และแสดงค่าโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นในส่วนต่างๆของเพลาโดยการใช้แผนภาพเรียกว่า แผนภาพโมเมนต์ดัด (bending moment diagram)

แรงเฉือน คือ แรงกระทำในทิศทางตั้งฉากกับชิ้นงาน แรงเฉือนจะเป็นแรงที่พยายามทำให้ชิ้นงานขาดในแนวที่แรงกระทำ เครื่องหมายของแรงเฉือน

โมเมนต์ดัด คือ โมเมนต์ที่ทำให้ชิ้นงานเกิดการโก่ง อาจจะเกิดขึ้นจากแรงที่กระทำในทิศทางตั้งฉากกับชิ้นงาน หรือเกิดจากโมเมนต์ใด ๆ ที่กระทำต่อชิ้นงานเครื่องหมายของโมเมนต์เป็น + คือโมเมนต์ดัดใด ๆ ที่พยายามทำให้คานเกิดการแอ่นลงตรงกลาง



รูปที่ 2.4 รูปแรงเฉือนและโมเมนต์ดัด

2.5.1 หลักการหาแรงเฉือน

2.5.1.1 หลักการหาแรงเฉือนที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานใด ๆ มีขั้นตอนดังนี้

2.5.1.1.1 หาค่าของแรงทุกแรงที่กระทำต่อชิ้นงาน

2.5.1.1.2 เขียนรูปอิสระของแรงที่กระทำต่อชิ้นงาน

หลักการหาแรงเฉือนดังกล่าวมาแล้วเป็นหลักใหญ่ ๆ ซึ่งในทางปฏิบัติจริง ๆ มีข้อปลีกย่อยแตกต่างกันไป เพื่อจะให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นจะแสดงในตัวอย่าง

2.5.1.2 หลักการเขียนไดอะแกรมของแรงเฉือน มีดังนี้

2.5.1.2.1 เครื่องหมายของแรงในไดอะแกรมคือ

แรงที่มีทิศทางขึ้น ข้างบน มีเครื่องหมาย +

แรงที่มีทิศทาง ลงล่าง มีเครื่องหมาย -

2.5.1.2.2 บริเวณใดที่ไม่มีแรงกระทำ ถือว่าเส้นของไดอะแกรมอยู่ในแนวราบ

2.5.1.2.3 แรงที่แระทำต่อจุดใด ๆ บนชิ้นงาน จะแสดงออกในไดอะแกรมเป็นเวคเตอร์แนวดิ่ง

2.5.1.2.4 แรงกระจายที่กระทำต่อชิ้นงานจะแสดงออกในไดอะแกรมเป็นเส้นตรงที่มีความลาดเอียง โดยมีขนาดแรงที่กระจายนั้น

2.5.2 หลักการหาโมเมนต์ดัด

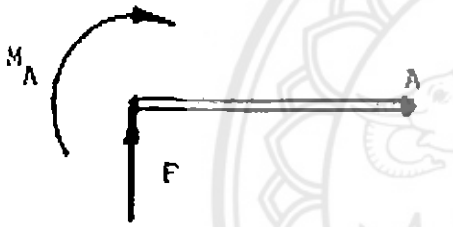
2.5.2.1 หลักการหาโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานใด ๆ มีขั้นตอนดังนี้

2.5.2.1.1 หาค่าของแรงทุกแรงที่กระทำต่อชิ้นงาน

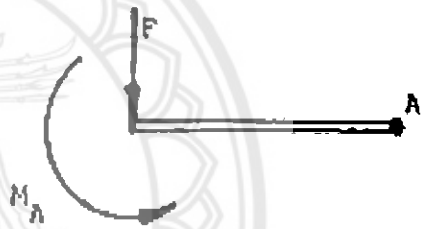
2.5.2.1.2 หาค่าโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้น ณ ตำแหน่งต่าง ๆ บนชิ้นงาน

2.5.2.2 หลักการเขียนไดอะแกรมของโมเมนต์ดัด มีดังนี้

2.5.2.2.1 เครื่องหมายของโมเมนต์ดัดชนิดตามเข็มนาฬิกาในไดอะแกรม ที่พิจารณาจากแรง ทางด้านซ้ายของไดอะแกรมจะมีค่าเป็น + เช่น



รูปที่ 2.5 ลักษณะของโมเมนต์รอบจุด A ที่มีค่าเป็น +



รูปที่ 2.6 ลักษณะของโมเมนต์รอบจุด A ที่มีค่าเป็น -

2.2 หาผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำรอบจุดต่าง ๆ บนชิ้นงาน

2.3 เขียนกราฟของค่าโมเมนต์ที่จุดต่าง ๆ จะได้ไดอะแกรมของโมเมนต์ดัด

2.6 วัสดุเพลา

วัสดุที่ใช้สำหรับทำเพลาทั่วไปคือเหล็กกล้าละมุน(mild steel) แต่ถ้าต้องการให้มีความเหนียวและความทนทานต่อแรงกระตุกต่อแรงเป็นพิเศษแล้วมักจะใช้เหล็กกล้าผสมโลหะอื่นทำเพลา เช่น AISI, 1020, 1040, 1347, 2330, 3140, 4150, 4340 เป็นต้น เพลาที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่า 90 mm มักจะกลึงมาจากเหล็กกล้าคาร์บอนซึ่งผ่านการรีดร้อน อย่างไรก็ตามเพื่อให้เพลามีราคาถูกที่สุด ผู้ออกแบบควรพยายามเลือกใช้เหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาก่อนที่จะเลือกใช้เหล็กกล้าชนิดอื่น

2.7 ขนาดของเพลา

เพื่อให้เพลามีมาตรฐานเหมือนกัน องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดขนาดมาตรฐานของเพลาซึ่งเป็นขนาดระบุ(nominal size) ใน ISO/R 775-1969 เอาไว้สำหรับให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ทั้งนี้เพื่อให้สามารถหาซื้อได้ทั่วไป นอกจากนี้ยังเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดของแบริ่งที่ใช้รองรับเพลาด้วย ขนาดระบุของเพลาดูได้จากตารางที่ 2.1

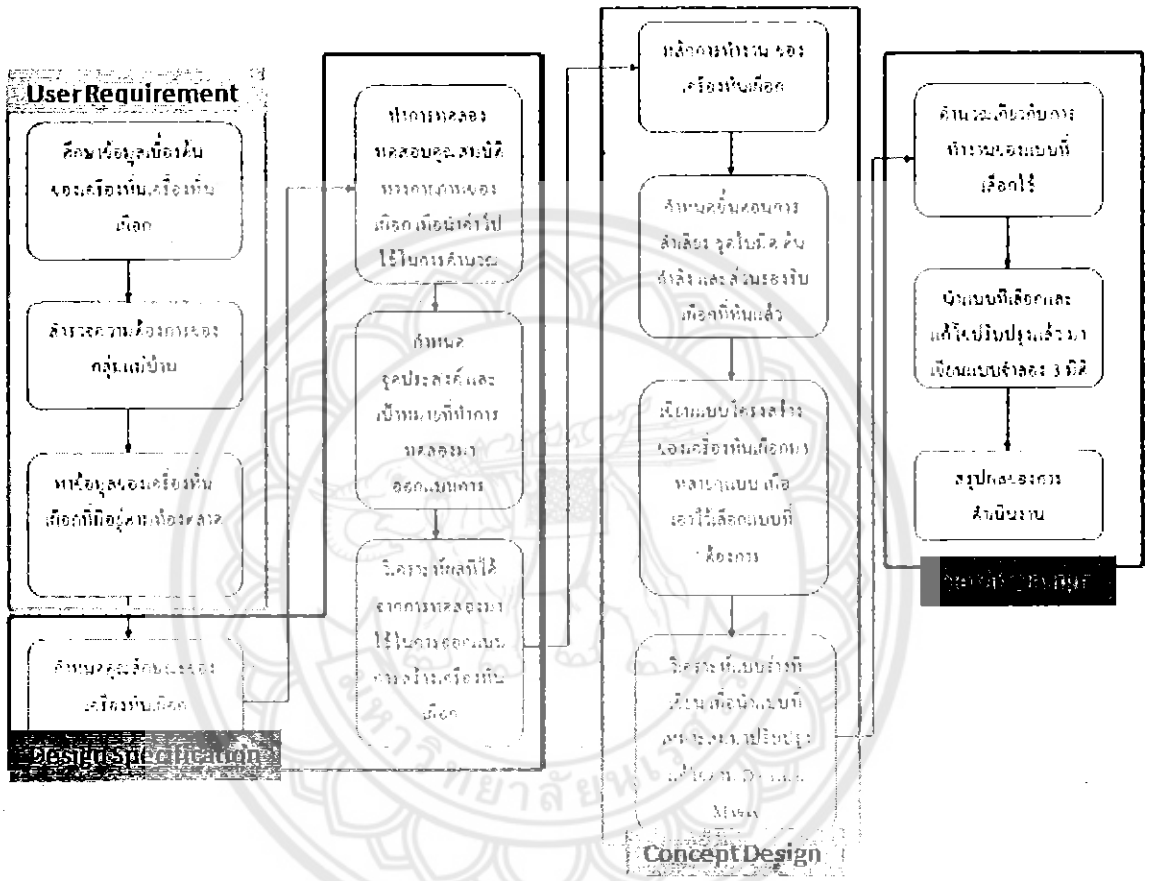
ตาราง 2.2 ขนาดระบุของเพลาตามมาตรฐาน ISO/R 775-1969

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

บทที่ 3

การดำเนินงานออกแบบเครื่องหั่นเผือก

3.1 กระบวนการออกแบบและพัฒนาเรื่องหั่นเผือก



รูปที่ 3.1 กระบวนการออกแบบเครื่องหั่นเผือก

3.1.1 User requirement เป็นความต้องการที่รวบรวมจากผู้ใช้ระบบโดยตรง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญ และความต้องการของผู้ใช้จะต้องทำออกมาให้ผู้ใช้เข้าใจได้โดยง่าย ประกอบขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1) ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของเครื่องหั่นเผือกและศึกษาคุณสมบัติของเผือก

2) สำรวจความต้องการของกลุ่มแม่บ้าน

3) ศึกษาข้อมูลของเครื่องหั่นชนิดต่างๆที่มีอยู่ในท้องตลาด

4) สรุปความต้องการของผู้ใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของความต้องการของผู้ใช้

User requirement (ความต้องการของผู้ใช้)	1.หั่นออกมาเป็นแผ่นบาง
	2. ใช้เวลาน้อยได้ปริมาณมากขึ้น
	3. ใช้กับอาหารได้
	4. ราคาถูก
	5. ใช้งานสะดวดปลอดภัย
	6. ดูแลรักษาง่าย

3.1.2 Design Specification เป็นขั้นตอนที่กำหนดความสามารถหรือสิ่งที่เครื่องที่จะทำการออกแบบให้ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ โดยวิเคราะห์จากความต้องการของผู้ใช้และแปลความหมายออกมาเป็นปริมาณที่วัดค่าได้ ซึ่งแสดงในตาราง

3.1.2.1 ระบุความต้องการของผู้ใช้ให้เป็นปริมาณที่วัดค่าได้

- ความหนาของชิ้นผือกที่หั่นแล้ว ประมาณ 2 มิลลิเมตร(mm.)

- ใช้เวลาน้อย ได้ปริมาณมากขึ้น คือ มีอัตราการผลิตอยู่ที่ประมาณ 40 กิโลกรัม ต่อ ชั่วโมง

- ใช้กับอาหารได้ คือ ใช้วัสดุที่เป็น Food grade

- ใช้งานปลอดภัย คือ แยกส่วนชุดใบมีดและช่องใส่เผือกออกเป็นคนละส่วนกันเพื่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน

- ดูแลรักษาง่าย คือ สามารถถอดประกอบแยกชิ้นส่วน เช่น ในส่วนที่สัมผัสอาหาร

- ราคาถูก คือ ราคาถูกกว่าเครื่องหั่นที่มีขายอยู่ทั่วไปตามห้องตลาดที่ประมาณ 25,000 บาท

จากการสำรวจกลุ่มแม่บ้านในท้องถิ่น ที่ทำการประกอบอาชีพแปรรูปผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเผือก พบว่า ส่วนใหญ่ใช้แรงงานคนมากกว่าการใช้เครื่องอำนวยความสะดวก เพราะเครื่องอำนวยความสะดวกในการหั่นที่มีอยู่ในท้องตลาดมีราคาสูง และมีการใช้งานที่เข้าใจยาก ทำให้มีความคิดในการออกแบบ

เครื่องหั่นเผือก ที่มีราคาต่ำกว่าเครื่องหั่นที่มีอยู่ตามท้องตลาด และสามารถใช้งานได้สะดวกกว่าเครื่องหั่นตามท้องตลาด

จากการสำรวจกลุ่มแม่บ้าน พบว่า การใช้แรงงานคนในการหั่นเผือกนั้นมีข้อเสีย ดังต่อไปนี้

1. ในการใช้แรงงานคนหั่นหนึ่งคนใน 1 ชั่วโมง จะสามารถหั่นได้ประมาณ 3 กิโลกรัมเท่านั้น
2. ในการหั่นเผือกให้ได้ปริมาณตามที่ต้องการ จำเป็นต้องใช้แรงงานคนมากขึ้นตามไปด้วย ทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูงในการจ้างแรงงาน
3. ผู้สูงอายุถ้าหั่นเผือกเป็นเวลานาน อาจทำให้เกิดปัญหาสุขภาพได้

ซึ่งจากการสำรวจกลุ่มแม่บ้าน ทำให้สามารถกำหนดเงื่อนไขในการออกแบบเครื่องหั่นเผือก ได้ดังนี้

1. ต้องการเครื่องหั่นเผือกที่สามารถหั่นเผือกได้ประมาณ 40 กิโลกรัม ต่อ ชั่วโมง
2. สามารถใช้งานได้สะดวก และทำความสะอาดง่าย
3. ประหยัดเวลาในกระบวนการผลิตได้มากขึ้น และลดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงาน

3.1.3 Concept design คือ ขั้นตอนที่พัฒนาแบบร่างของเครื่องหั่นเผือกและเลือกแบบที่มีแนวโน้มจะตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ดีที่สุดไปพัฒนาต่อ

Concept design ประกอบไปด้วย 3 กิจกรรม คือ

3.1.3.1 วิเคราะห์ระบบย่อยๆของเครื่องหั่นเผือกโดยใช้ flow – function

3.1.3.2 พัฒนาแบบร่าง

3.1.3.3 พิจารณาเลือกแบบที่มีแนวโน้มจะตอบสนองความต้องการของผู้ใช้มากที่สุดโดยใช้ Decision metrix

รูปที่ 3.2 แสดง Flow-Function ของเครื่องหั่นเผือก

3.1.3.1. Flow – Function แสดงระบบย่อยๆ ในเครื่องหั่นเผือก ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ตามรูปที่ 3.2

1) ส่วนลำเลียงเผือกเข้าเครื่องหั่น	การลำเลียงที่ใช้สำหรับเครื่องหั่นเผือกทั่วไปที่มีอยู่ในท้องตลาดมีอยู่หลากหลายรูปแบบ เช่น สายพานลำเลียง เป็นต้น แต่สำหรับเครื่องหั่นเผือกที่ทำการออกแบบมีเป้าหมายเพื่อใช้งานสำหรับกลุ่มแม่บ้านจึงไม่จำเป็นต้องมีการลำเลียงที่มีการทำงานที่ซับซ้อน ซึ่งจะทำให้มีราคาสูงและการบำรุงรักษาที่ยุ่งยากมากขึ้นตามไปด้วย ทำให้ส่วนของการลำเลียงจึงเป็นหน้าที่ของผู้ใช้งานในการนำเผือกเข้าสู่ตัวเครื่อง
2)ชุดใบมีดที่ใช้ในการหั่นถอดประกอบได้อย่างสะดวก	การเข้าสู่กระบวนการตัดนั้น ต้องการให้ได้ผลออกมาให้มีลักษณะเป็นแผ่นบาง เพื่อที่จะสามารถนำไปประกอบอาหารได้ทันที ซึ่งเป็นการประหยัดเวลาอย่างมากในขั้นตอนการหั่น ซึ่งถ้าหากเปรียบเทียบกับใช้แรงงานของคนแล้วได้ผลดีกว่ามาก ไม่ว่าจะเป็นการประหยัดค่าจ้างแรงงานและความเร็วที่ใช้ในการผลิตที่เร็วขึ้นกว่าเดิม ทำให้สามารถเพิ่มยอดการผลิตได้อย่างดีอีกด้วย ทั้งนี้กระบวนการตัดนี้

	ควรที่จะมีการทำงานที่ไม่ซับซ้อน เพื่อที่จะสะดวกในการดูแลรักษาของผู้ใช้อีกด้วย จึงออกแบบให้มีการถอดชุดใบมีดที่ใช้ในการหั่นได้อย่างสะดวกเพื่อสำหรับการทำความสะอาดและการบำรุงรักษา
3) ต้นกำลังขับชุดใบมีด	ในการคำนวณหาขนาดของต้นกำลังที่ใช้มีความสัมพันธ์กับจะต้องทราบภาระ(Load)ซึ่งเกิดขึ้นจากการหั่นเสียก่อน ซึ่งภาระคือแรงที่ใช้ในการหั่นและความเร็วที่ใช้ในการหั่นจะทราบค่าจากการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของพืชผล
4) เพิ่มเติมส่วนการรองรับ	การรองรับที่ออกแบบมาเพื่อกลุ่มแม่บ้านนั้นควรที่จะไม่มีความซับซ้อน โดยการนำภาชนะมารองรับหลังจากที่ผ่านกระบวนการตัดมาแล้วบริเวณที่ช่องทางออก โดยอาศัยแรงโน้มถ่วงในการทำให้ผักที่ถูกหั่นแล้วเคลื่อนที่ออกมา

3.2 ผลการทดลองการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเผือก

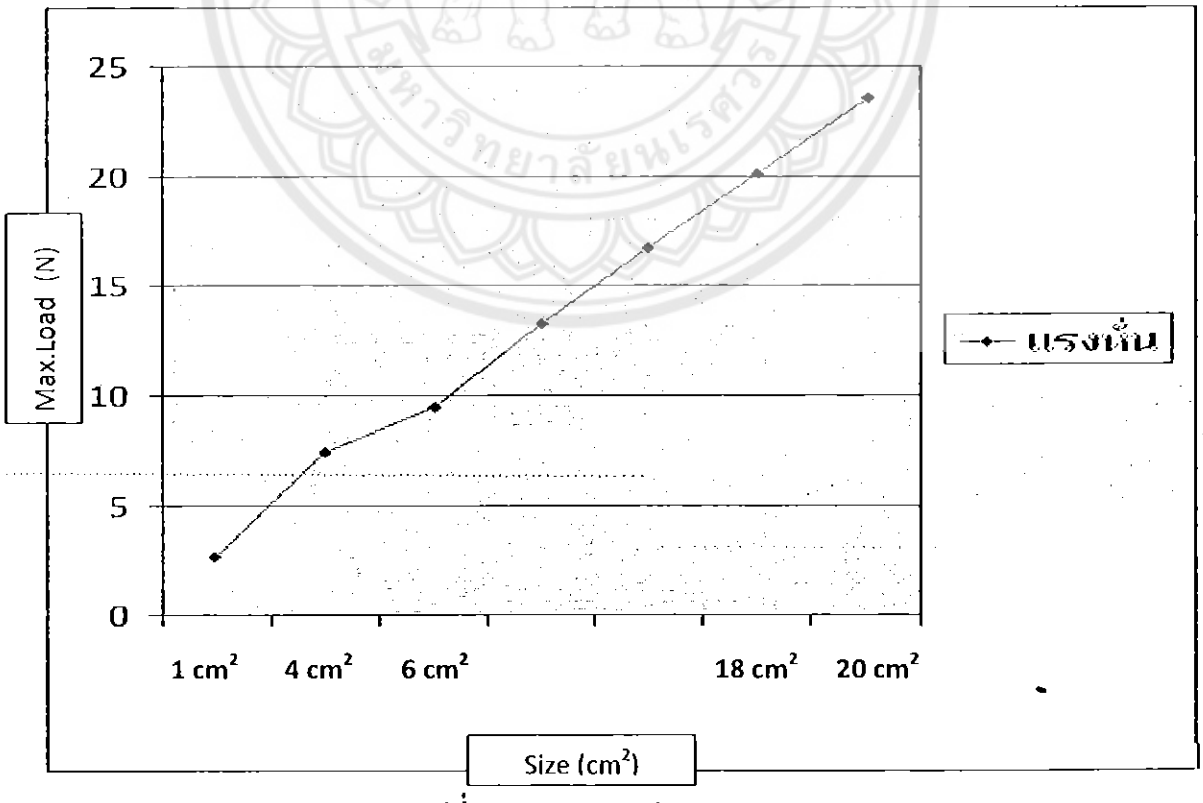
จากการทดสอบการหั่นเผือกที่มีขนาด 1x1 cm. 2x2 cm. และ 2x3 cm. ที่มีความเร็วในการหั่น 50 และ 100 mm/min. โดยใช้เครื่องทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผักและผลไม้ (Instron) ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

ตารางแสดงผลการทดลอง

ตาราง 3.2 แสดงค่าแรงสูงสุดที่ใช้หั่นเผือกที่ความเร็ว 50 mm/min. และ 100 mm/min.

ขนาด (cm.)	ค่าเฉลี่ยของแรงที่ใช้สูงสุด (N) ที่ความเร็ว	
	50 mm/min.	100 mm/min.
1×1	2.606	2.628
2×2	7.318	7.395
2×3	8.385	9.433

แผนภูมิแสดงการทดสอบค่าแรงสูงสุด



รูปที่ 3.3 กราฟแสดงค่า Max.Load

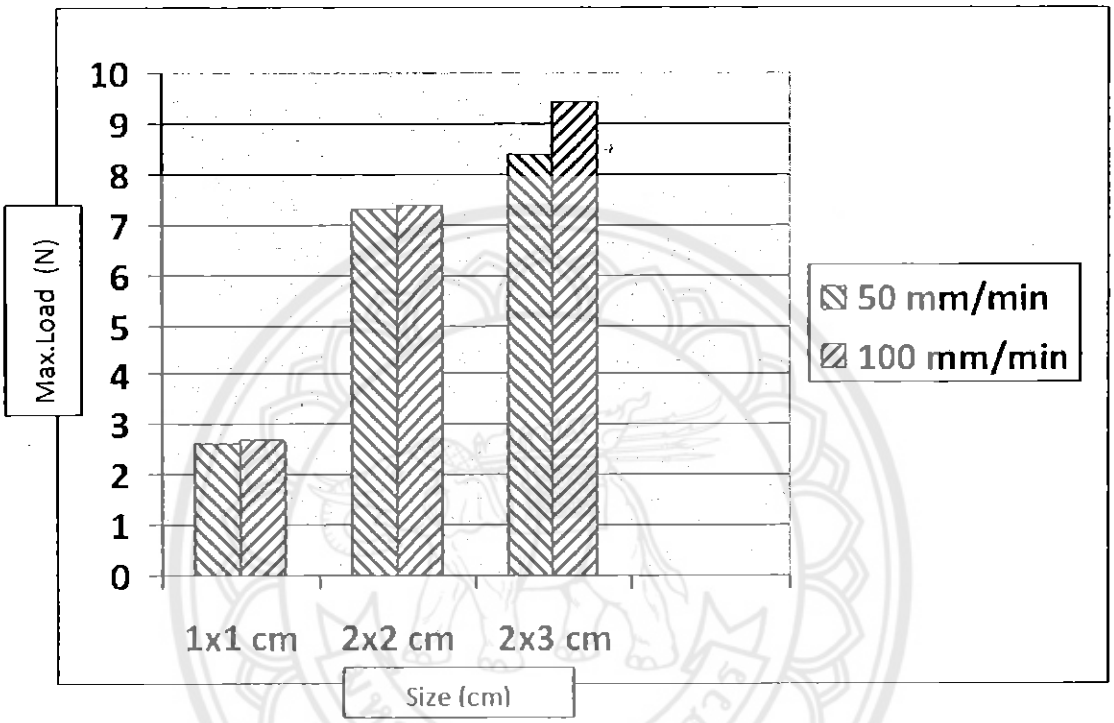
เปรียบเทียบ Max.Load ระหว่างความเร็ว 50 กับ100 mm/min.

กำหนดให้ ทแยงซ้าย แทนความเร็ว 50 mm/min. ทแยงขวา แทนความเร็ว 100 mm/min.

จุดที่1 แทนขนาด 1x1 cm

จุดที่ 2 แทนขนาด 2x2 cm

จุดที่ 3 แทนขนาด 2x3 cm

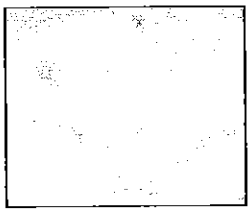


รูปที่ 3.4 กราฟบันทึกการทดลองของ Max.Load

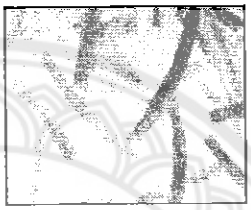
วิเคราะห์ผลการทดลองค่าแรงสูงสุด

จากการทดสอบ Max.Load (N) เป็นค่าที่แสดงขนาดของแรงสูงสุดที่ใช้ในการหั่นแต่ละครั้ง ซึ่งผลการทดสอบที่ออกมาจะเห็นได้ว่า เมื่อชิ้นเผือกขนาด 1 cm^2 ได้ค่าแรงหั่นสูงสุดที่ 2.62 N จะได้แรงหั่นต่อพื้นที่เท่ากับ 2.62 N/cm^2 ขนาด 4 cm^2 ได้ค่าแรงหั่นสูงสุดที่ 7.39 N จะได้แรงหั่นต่อพื้นที่เท่ากับ 1.84 N/cm^2 และขนาด 6 cm^2 ได้ค่าแรงหั่นสูงสุดที่ 9.43 N จะได้แรงหั่นต่อพื้นที่เท่ากับ 1.57 N/cm^2 ดังนั้นค่า Max.Load แปรผันกับพื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้น คือ เมื่อพื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้น แรงที่กระทำก็จะลดลงตามไปด้วย ซึ่งมีความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง และเส้นผ่านศูนย์กลางของเผือกเฉลี่ยวัดได้ 4.90 cm เพราะฉะนั้นได้พื้นที่หน้าตัด 18.86 cm^2 ได้เป็น 3 เท่าของพื้นที่หน้าตัดเดิม จะได้แรงหั่นเท่ากับ 20.1 N ดังนั้นได้แรงหั่นต่อพื้นที่เท่ากับ 1.06 N/cm^2 และเพื่อเพิ่มความปลอดภัย แรงหั่นที่ใช้ในการคำนวณจึงเพิ่มขึ้นเท่ากับ 27 N.

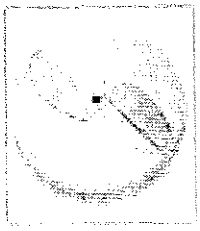
3.3 ลักษณะการหั่นของใบมีดรูปแบบต่างๆ

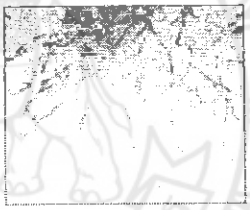


ชิ้นงานที่ผ่านการหั่นจะมีความหนามากเป็นพิเศษเนื่องจากมุมการเอียงของใบมีดที่หั่นทำให้ช่องที่ชิ้นงานจะออกมามีพื้นที่มากขึ้น

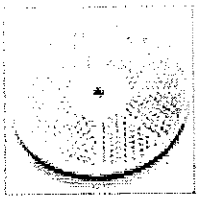


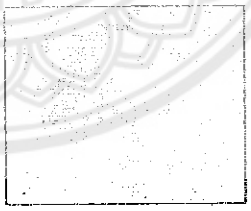
ชิ้นงานที่ผ่านการหั่นจะมีลักษณะเป็นเส้นที่มีความหนาเนื่องจากช่องที่ออกมามีหลายช่องในใบมีดและยังมีมุมเอียงที่ทำให้เกิดความหนาอยู่



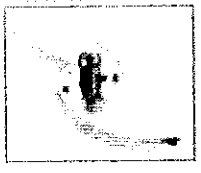


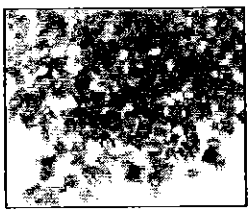
ชิ้นงานที่ผ่านการหั่นจะมีลักษณะเป็นฝอยเนื่องจากความเร็วที่ใช้ในการตัดใบมีดสูง





ใบมีดลักษณะนี้มีการออกแบบมาให้มีลักษณะเฉพาะตัว ชิ้นงานที่หั่นออกมามีลักษณะคล้ายการบด ซอยให้มีขนาดเล็กมากๆ





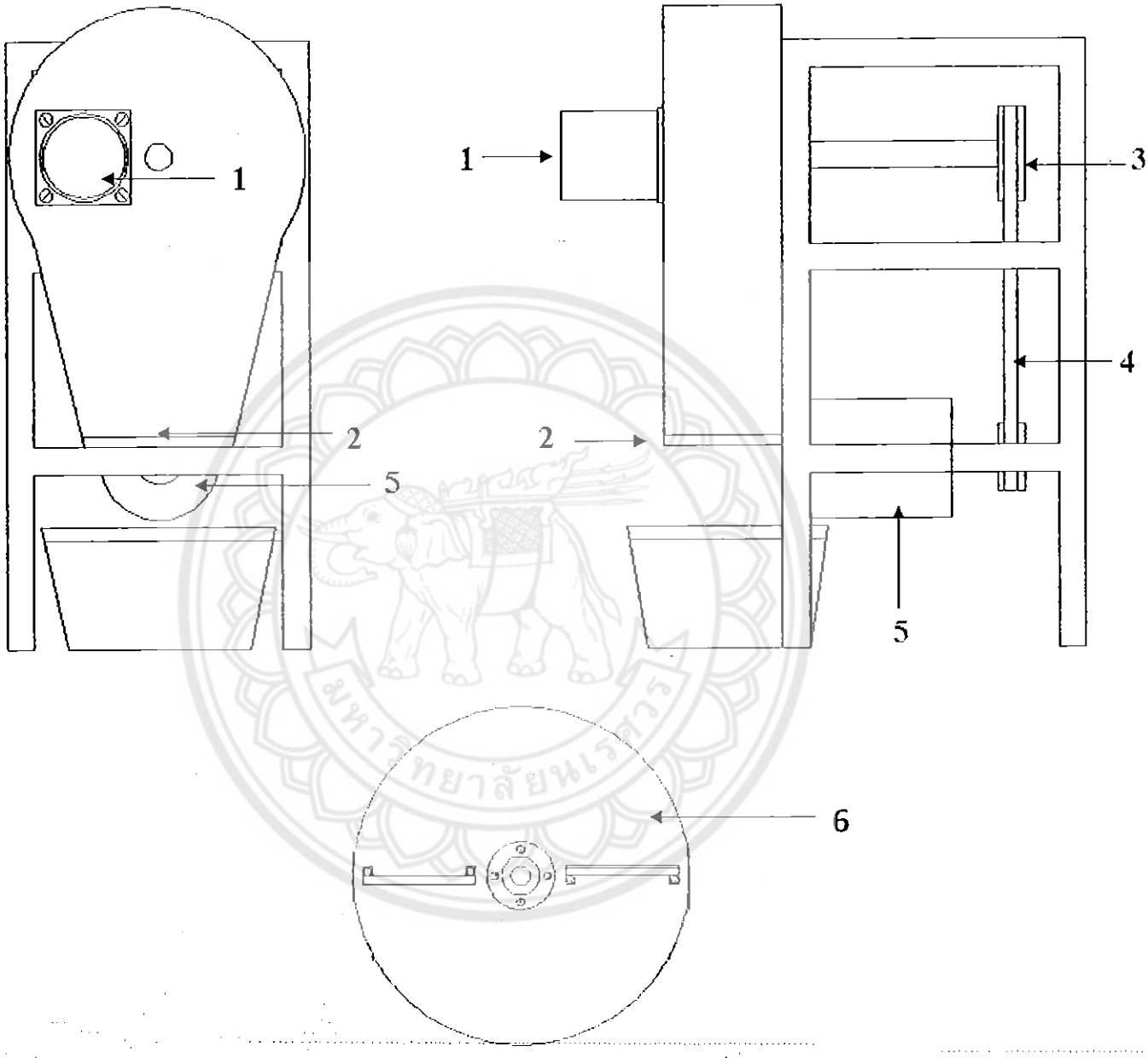
ใบมีดลักษณะนี้เหมาะกับการซอยพืชที่มีความแข็งแรงน้อย เช่น หอมผักชี เป็นต้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ความเร็วในการหั่นสูง

รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะการหั่นของใบมีดรูปแบบต่างๆ

ที่มา : www.slicermachine.com แสดงรายละเอียดชุดใบมีด

3.4 สร้างแบบร่าง

เครื่องหั่นเผือกแบบที่ 1



รูปที่ 3.6 เครื่องหั่นเผือกแบบที่ 1

หมายเลข 1 ช่องสำหรับใส่เผือก

หมายเลข 2 ช่องทางออกของเผือกที่ถูกหั่นแล้ว

หมายเลข 3 วงล้อสายพาน

หมายเลข 4 สายพาน

หมายเลข 5 มอเตอร์

หมายเลข 6 ชุดใบมีด 2 มิติ

การทำงานของเครื่องหั่นเผือกแบบที่ 1 คือ นำเผือกที่ต้องการหั่นใส่ไปที่ช่องสำหรับใส่เผือก (หมายเลข 1) จากนั้นเผือกจะถูกหั่นโดยชุดใบมีดที่มีต้นกำลังมาจากมอเตอร์(หมายเลข 5) ส่งผ่านกำลังด้วยสายพาน(หมายเลข 4) สู่เพลาที่ไปขับชุดใบมีดที่ใช้หั่นเผือก สุดท้ายเผือกที่ถูกหั่นจะออกมาทางช่องทางออก (หมายเลข 2)

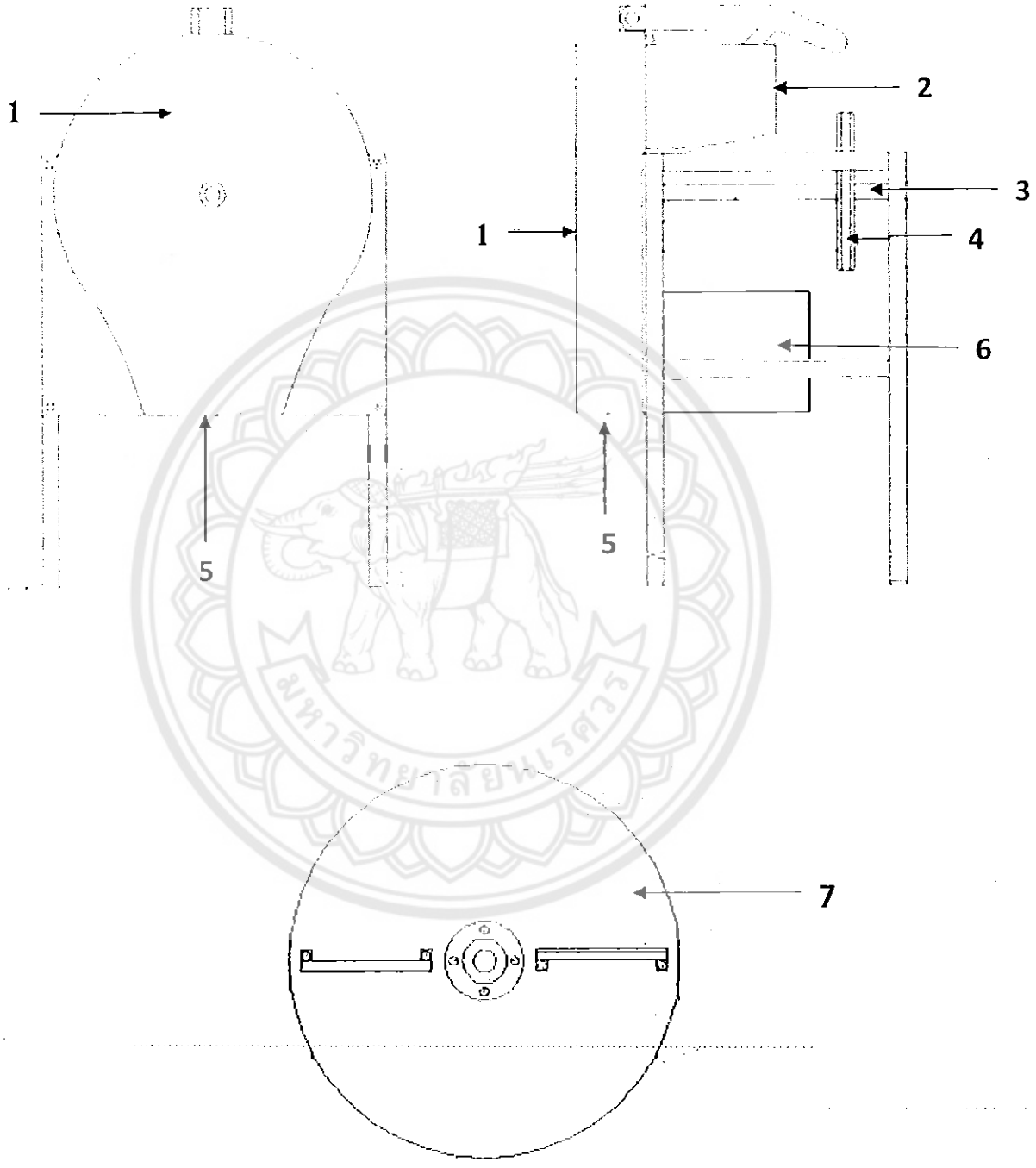
ข้อดี

เครื่องหั่นเผือกแบบที่ 1 คือ ออกแบบให้มีการใช้งานที่ง่าย ไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับใช้งานกับทุกกลุ่มเป้าหมาย และทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดี

ข้อเสีย

ปัญหาที่พบของเครื่องหั่นแบบที่ 1 คือ มีโครงสร้างสูง ฐานแคบ ทำให้เกิดความสั่นคลอนขณะเครื่องหั่นทำงาน และระยะห่างระหว่างมอเตอร์กับเพลามีมากเกินความจำเป็น ทำให้ต้องปรับปรุงออกแบบ เครื่องหั่นให้มีความสมดุลมากยิ่งขึ้น

เครื่องหั่นเผือกแบบที่ 2



รูปที่ 3.7 เครื่องหั่นเผือกแบบที่ 2 ด้านนอก

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

หมายเลข 1 เคส (Case)

หมายเลข 2 ช่องสำหรับใส่เผือก

หมายเลข 3 เพลา

หมายเลข 4 วงล้อสายพาน

หมายเลข 5 ช่องทางออกของเผือกที่ถูกหั่นแล้ว

หมายเลข 6 มอเตอร์

หมายเลข 7 ชุดใบมีด 2 มิติ

การทำงานของเครื่องหั่นแบบที่ 2 คือ นำเผือกที่ต้องการหั่นใส่ไปที่ช่องสำหรับใส่เผือก(หมายเลข 2) ซึ่งเป็นแบบคันโยกที่ใช้ลำเลียงเผือกเข้าหาชุดใบมีด จากนั้นเผือกจะถูกหั่นโดยชุดใบมีดที่มีต้นกำลังมาจากมอเตอร์ ส่งผ่านกำลังด้วยวงล้อสายพาน(หมายเลข 4) ผ่านสายพานสู่เพลา(หมายเลข 3)ที่ไปขับชุดใบมีดที่ใช้หั่นเผือก สุดท้ายเผือกที่ถูกหั่นจะออกมาทางช่องทางออก(หมายเลข 5)

ข้อดี

แบบที่ 2 นี้ปรับปรุงมาจากแบบที่ 1 คือ เพิ่มความทนทานแข็งแรง ออกแบบโครงสร้างให้มีความมั่นคง และมีประสิทธิภาพดี แบบที่ 2 มีส่วนที่ถูกออกแบบให้มีความแตกต่างจากแบบที่ผ่านมา คือ ช่องสำหรับใส่เผือก ซึ่งช่องสำหรับใส่เผือกของเครื่องหั่นเผือกแบบที่ 2 ลักษณะเป็นการใช้คันโยกผลักดันเผือกเข้าไปหาชุดใบมีด จะมีลักษณะคล้ายๆกับคันโยกเครื่องคั้นน้ำส้ม ช่องสำหรับใส่เผือกของเครื่องหั่นเผือกแบบที่ 2 จะถูกออกแบบให้ติดตั้งอยู่ด้านบนของโครงสร้าง

ข้อเสีย

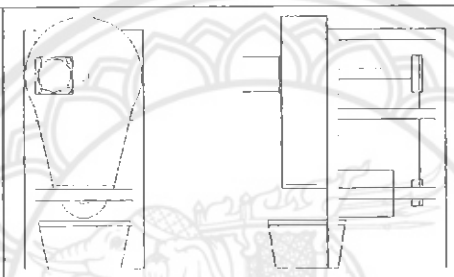
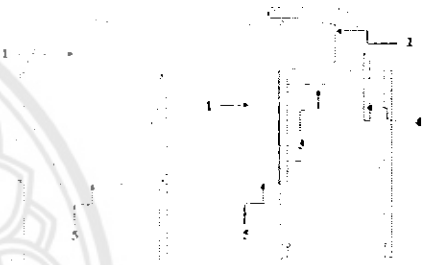
ปัญหาที่พบของเครื่องหั่นเผือกแบบที่ 2 ก็เป็นเรื่องช่องใส่เผือกเพราะถ้าหากจุดยึดติดไม่แข็งแรงพอแล้ว จะทำให้การทำงานของเครื่องมีปัญหาตามมาด้วย แต่ส่วนที่เพิ่มเติมมาก็คือ ชิ้นส่วนด้านในของชุดใบมีดเพิ่มมากขึ้น เนื่องด้วยโครงสร้างของเครื่องหั่นแบบที่ 2 ต้องมีความแข็งแรงมาก ทำให้ค่าใช้จ่ายมีราคาสูงขึ้นตามไปด้วย

1696148
ส.
ร๗๔ค
๒๕๕๗

3.5 เมทริกซ์ในการตัดสินใจ (Decision Matrix)

ทำการออกแบบเพื่อเปรียบเทียบความเหมาะสมของแนวคิดแต่ละแนว ว่าน่าจะตอบสนองความต้องการได้ดีมากน้อยเพียงไร โดยใช้แบบที่ 1 เป็นแบบอ้างอิง เครื่องหมาย + แสดงคุณภาพที่ดีกว่า เครื่องหมาย – แสดงคุณลักษณะที่ด้อยกว่า และนำคะแนนที่รวมได้มาพิจารณาต่อไป

ตารางที่ 3.3 แสดงการเปรียบเทียบแบบที่ 1 กับแบบที่ 2

		
ความปลอดภัย	0	+1
การบำรุงรักษา	0	-1
ความสะดวกในการใช้งาน	0	0
ความทนทาน	0	-1
ราคาถูก	0	-1
รวม(20)	0	-2

3.5.1 วิเคราะห์เมทริกซ์ในการตัดสินใจ

ความปลอดภัย	เพื่อความปลอดภัย เครื่องหั่นเผือกแบบที่ 1 เป็นแบบอ้างอิง และเครื่องหั่นเผือกแบบที่ 2 ได้ เครื่องหมาย + เพราะเครื่องหั่นเผือกแบบที่ 1 มีช่องใส่เผือกที่มีความเสี่ยงต่อผู้ใช้ในขณะนำเผือกเข้าสู่ชุดใบมีดได้ ส่วนเครื่องหั่นเผือกแบบที่ 2 มีคันโยกในการลำเลียงเผือกเข้าสู่ชุดใบมีดจึงมีความปลอดภัยมากกว่า

การบำรุงรักษา	เครื่องหั่นเผือกแบบที่ เป็นแบบอ้างอิง และเครื่องหั่นเผือกแบบที่ 2 ได้เครื่องหมาย - เนื่องจากเครื่องหั่นเผือกแบบที่ 1 มีโครงสร้างและกล่องที่มั่นคงกว่าเครื่องหั่นเผือกแบบที่ 2 และยังรวมถึงช่องใส่เผือกแบบคันโยกที่มีน้ำหนักมาก ติดอยู่เหนือจุดสูนย์กลางมวล ขณะใช้งานอาจมีผลต่อสมดุลของเครื่องได้
ความสะดวกในการใช้งาน	เครื่องหั่นเผือกแบบที่ 1 เป็นแบบอ้างอิง และเครื่องหั่นเผือกแบบที่ 2 ได้ เครื่องหมาย 0 เนื่องจากเครื่องหั่นเผือกทั้งสองแบบถูกออกแบบมาเพื่อให้มีความสะดวกสบายต่อผู้ใช้งาน
ความทนทาน	เครื่องหั่นเผือกแบบที่ 1 ได้ เป็นแบบอ้างอิง และเครื่องหั่นเผือกแบบที่ 2 ได้ เครื่องหมาย - เพราะเครื่องหั่นเผือกแบบที่ 2 จะมีจุดอ่อนอยู่ที่บริเวณคันโยกที่ยึดติดอยู่กับกล่องที่ถอดประกอบได้ทำให้จุดยึดของคันโยกมีไม่มั่นคง
ราคาถูก	เครื่องหั่นเผือกแบบที่ 1 ได้ เป็นแบบอ้างอิง และเครื่องหั่นเผือกแบบที่ 2 ได้เครื่องหมาย - เพราะเครื่องหั่นเผือกแบบที่ 1 มีการออกแบบให้รูปแบบที่ไม่แตกต่างจากเครื่องหั่นทั่วไปที่มีอยู่ตามท้องตลาดจึงลดปัญหาในการสร้างได้ ทำให้มีราคาที่ต่ำ ส่วนเครื่องหั่นเผือกแบบที่ 2 มีส่วนของคันโยกทำให้มีราคาแพงกว่าแบบที่1

3.5.2 สรุปเมทริกซ์ในการตัดสินใจ

จาก Decision Matrix ข้างต้นทำให้ได้แบบที่ควรนำไปพิจารณาออกแบบและปรับปรุงเพิ่มเติมต่อไปอย่างละเอียด คือเครื่องหั่นเผือกแบบที่ 1 ซึ่งเป็นแบบอ้างอิง ส่วนเครื่องหั่นเผือกแบบที่ 2 ได้คะแนน -2 เท่านั้น

เมื่อพิจารณาในเรื่องของความปลอดภัยพบว่าแบบที่ 2 ได้คะแนนเป็น +1 ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีกว่า ดังนั้น ส่วนที่ต้องปรับปรุงแก้ไขในแบบที่ 1 คือ เรื่องความปลอดภัยซึ่ง ความเสี่ยงต่อความไม่ปลอดภัยจะอยู่ตรงที่ช่องใส่เผือก ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงการใส่เผือกต่อไป เพื่อที่จะนำไปใช้งานได้อย่างปลอดภัยโดยไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน

3.6 คำนวณเพื่อออกแบบชิ้นส่วนที่ใช้ในเครื่องหั่น

จากแบบพบว่า เครื่องมีโครงสร้างไม่ซับซ้อน มีการคำนวณเพื่อตรวจสอบความสามารถในการรับภาระและตอบสนองต่อการใช้งานใน 3 ส่วนคือ

3.6.1 ระบบส่งกำลัง

3.6.1.1 ขนาดมอเตอร์ เลือกใช้มอเตอร์ขนาด 0.5 hp (0.3735 kW) มีความเร็วรอบ 1440 rpm เป็นมอเตอร์ที่มีกำลังที่เพียงพอที่จะทำงานในลักษณะนี้อย่างกว้างขวาง และทดรอบให้มีความเร็วรอบเท่ากับ 508 rpm เพื่อลดความเร็วให้ลดลง

$$\text{Torque Motor} = \frac{P}{\omega} = \frac{372.85\ watt}{53.2\ rad/s}$$

เพราะฉะนั้น ทอร์คจากมอเตอร์ = 7.02 N.m

แรงหั่นที่ต้องการที่ได้จากตาราง 3.2 การหั่นเผือกที่มีขนาดใหญ่สุดขนาด 6 cm^2 คือ 9.433 ต้องการให้มีแรงเพิ่มขึ้น 3 เท่าของค่าจริง เท่ากับ 27 N.

เส้นผ่านศูนย์กลาง จาน ชุดใบมีด เท่ากับ 36 cm.

Torque จากชุดใบมีด = F_1 = (27)(0.18) = 4.86 N.m

3.6.1.2 วงล้อสายพาน

การคำนวณหาความเร็วรอบของเพลา

$$n_1 \times d_1 = n_2 \times d_2$$

โดยที่ d_1 = เส้นผ่านศูนย์กลางของวงล้อสายพานลิ่มขับ , mm

d_2 = เส้นผ่านศูนย์กลางของวงล้อสายพานลิ่มตาม , mm

n_1 = ความเร็วรอบของมอเตอร์ขับ , rpm

n_2 = ความเร็วรอบของเพลา , rpm

$$\text{ความเร็วรอบของเพลา } (n_2) = \frac{n_1 \times d_1}{d_2}$$

$$= \frac{1440 \times 35}{100} \text{ (ขนาดวงล้อสายพานที่ใช้ 3.5 และ 10 เซนติเมตร)}$$

$$= 508 \text{ rpm}$$

เลือกใช้พุลเล่ย์ที่มีอัตราการทด

$$m_\omega = \frac{n_1}{n_2}$$

$$= \frac{1440}{508}$$

$$= 2.83$$

3.6.1.3 สายพาน

จากการออกแบบจะพบว่าตำแหน่งที่เหมาะสม ในการวางมอเตอร์เบื้องวางแล้วจะให้ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของวงล้อสายพาน c = 173.5 mm. ดังนั้น ความยาวพิตช์โดยประมาณของสายพาน ซึ่งคำนวณจากสมการ

$$L_p \cong 2C + 1.57(\mathrm{D_p} + d_p) + \frac{(D_p+d_p)^2}{4c} \quad [5]$$

$$\cong 2(173.5) + 1.57(160 + 50) + \frac{(160+50)^2}{4(173.5)}$$

$$\cong 694.14 \text{ mm.}$$

ความเร็วของสายพาน

$$V_b = \frac{\pi \cdot D_p \cdot n}{(1000)(60)}$$

$$V_b = \frac{\pi \cdot 160 \cdot 1450}{(1000)(60)}$$

$$= 12.15 \text{ m/s}$$

แรงดึงในสายพานขณะส่งกำลัง

$$F = \frac{W_p}{V_b}$$

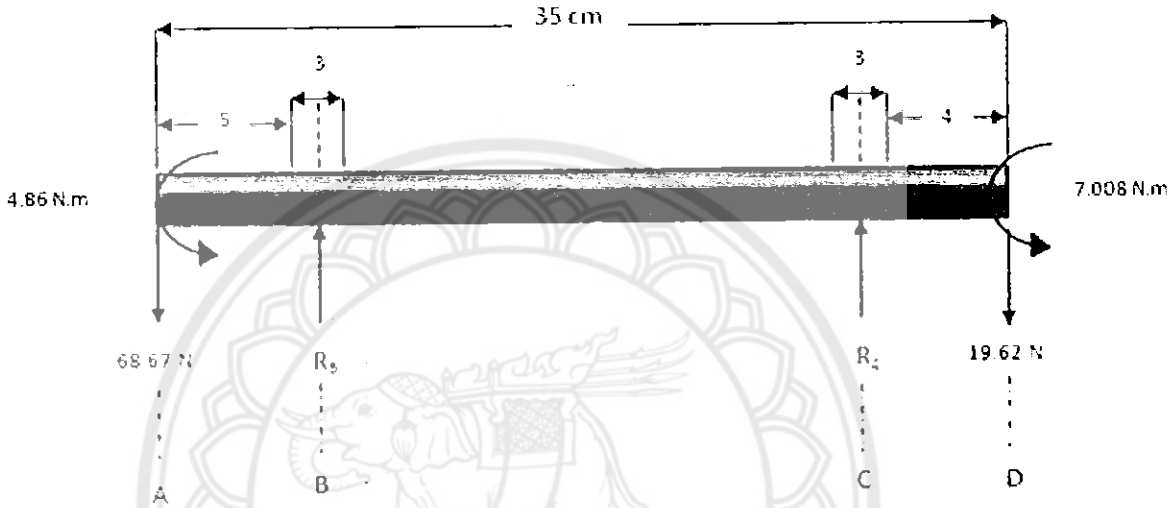
$$F = \frac{1 \times 1000}{12.15}$$

$$= 82.3 \text{ N}$$

3.6.2 เพลา

ภาระที่เพลาต้องรองรับ น้ำหนักของชุดใบมีด เท่ากับ 7 กิโลกรัม หรือ 68.67 N.

น้ำหนักของบุลเล่ย์เท่ากับ 2 กิโลกรัม หรือ 19.62 N.



รูปที่ 3.8 แสดงแรงภาระที่เกิดกับเพลา

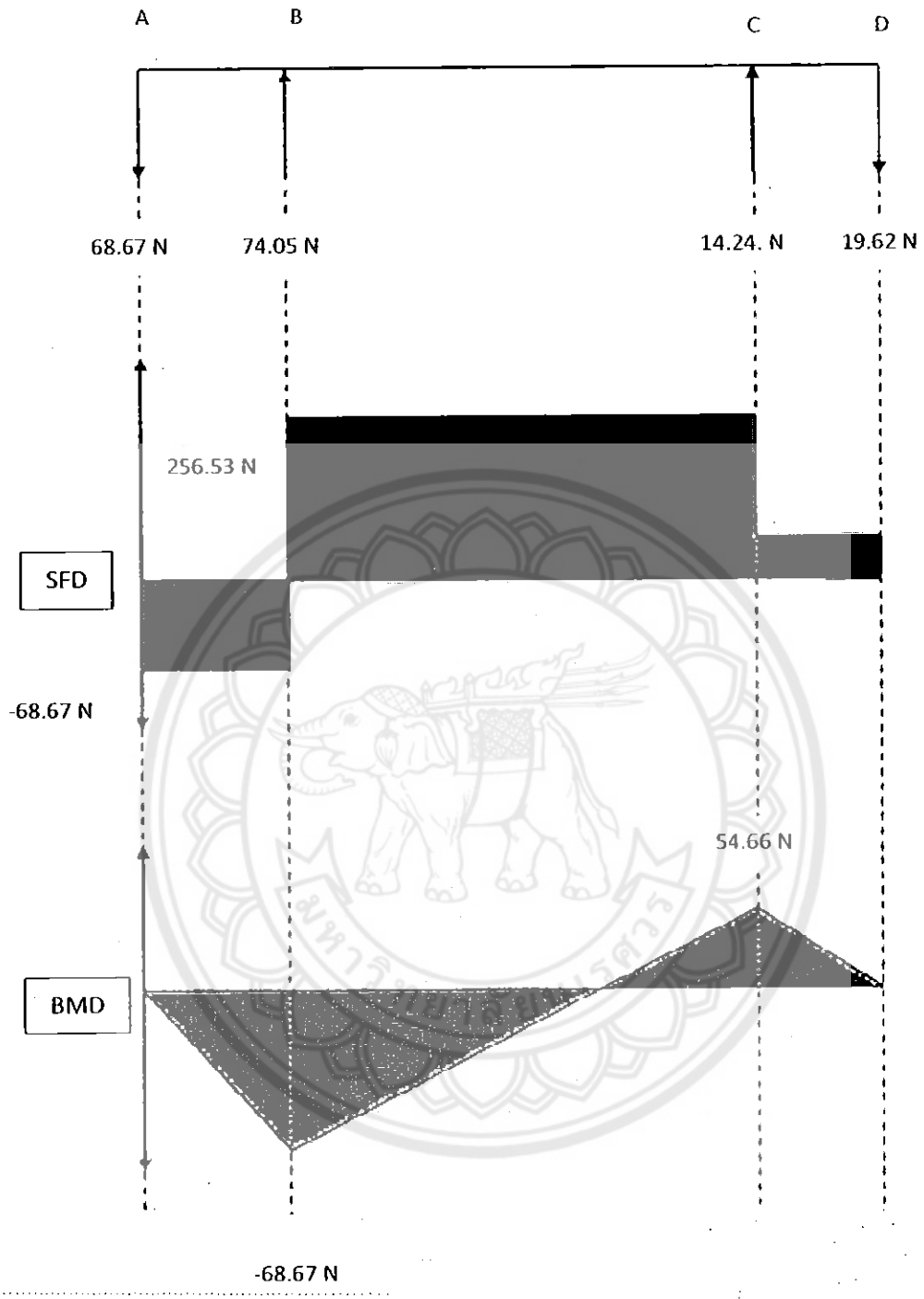
คำนวณแรงและโมเมนต์ โดยไม่คิดน้ำหนักของเพลา

$$\sum M_B = 0 \; ; \; 4.86 + 68.67(0.065) + R_C(0.23) - 19.62(0.285) + 7.008 = 0$$

เพราะฉะนั้น $R_C = 14.24$ N ↑

$$\sum F_y = 0 \; ; \; -68.67 + R_B + 14.24 - 19.62 = 0$$

เพราะฉะนั้น $R_B = 74.05$ N ↑



รูปที่ 3.9 แสดง Shear Force diagram และ Bending Moment diagram

จะเห็นได้ว่าโมเมนต์บิดสูงสุดเกิดขึ้นที่จุด B ดังนั้น ความเค้นสูงสุดเนื่องจากการบิดจะเกิดขึ้นที่จุดยึด Bearing โดย

$$\sigma = \frac{Md/2}{\frac{\pi d^4}{64}} = \frac{32M}{\pi d^3} = \frac{32(68.67\times10^3)}{\pi(25)^3}$$

$$= 44.77\ N/mm^2\ or\ 44.77\ MPa$$

และความเค้นเฉือนสูงสุดจะเกิดขึ้นบนเพลาบริเวณที่มีทอร์คมากระทำ

$$\tau = \frac{Td/2}{\frac{\pi d^4}{32}} = \frac{16T}{\pi d^3} = \frac{16(7.02\times10^3)}{\pi(25)^3}$$

$$= 2.288\ N/mm^2\ or\ 2.29\ MPa$$

$$\sigma_1 = \frac{\sigma}{2} + \sqrt{(\frac{\sigma}{2})^2 + \tau^2} = \frac{44.77}{2} + \sqrt{(\frac{44.77}{2})^2 + 2.29^2} = 44.89\ \text{MPa.}$$

$$\sigma_2 = -\frac{\sigma}{2} - \sqrt{(\frac{\sigma}{2})^2 + \tau^2} = -\frac{44.77}{2} - \sqrt{(\frac{44.77}{2})^2 + 2.29^2} = -44.89\ \text{MPa.}$$

หา Von – misses stress จากสูตร Mohr's Circle

$$\sigma' = \frac{\sigma_1+\sigma_2}{2} \pm \sqrt{\tau^2 + (\frac{\sigma_1-\sigma_2}{2})^2}$$

$$= \frac{44.89-44.89}{2} \pm \sqrt{(2.29)^2 + (\frac{44.89+44.89}{2})^2}$$

$$= 0 \pm \sqrt{5.2441 + 2015.1121}$$

$$= 44.95\ MPa$$

จากนั้นหาค่าความปลอดภัย(Safety Factor)เลือกทฤษฎีความเสียหายชนิด DE(Distorsion Energy)

$$\sigma' = \frac{S_y}{n}$$ (n = Safety Factor)

(S_y คือค่า Yield ของ 304 Stainless Steel = 276 MPa)

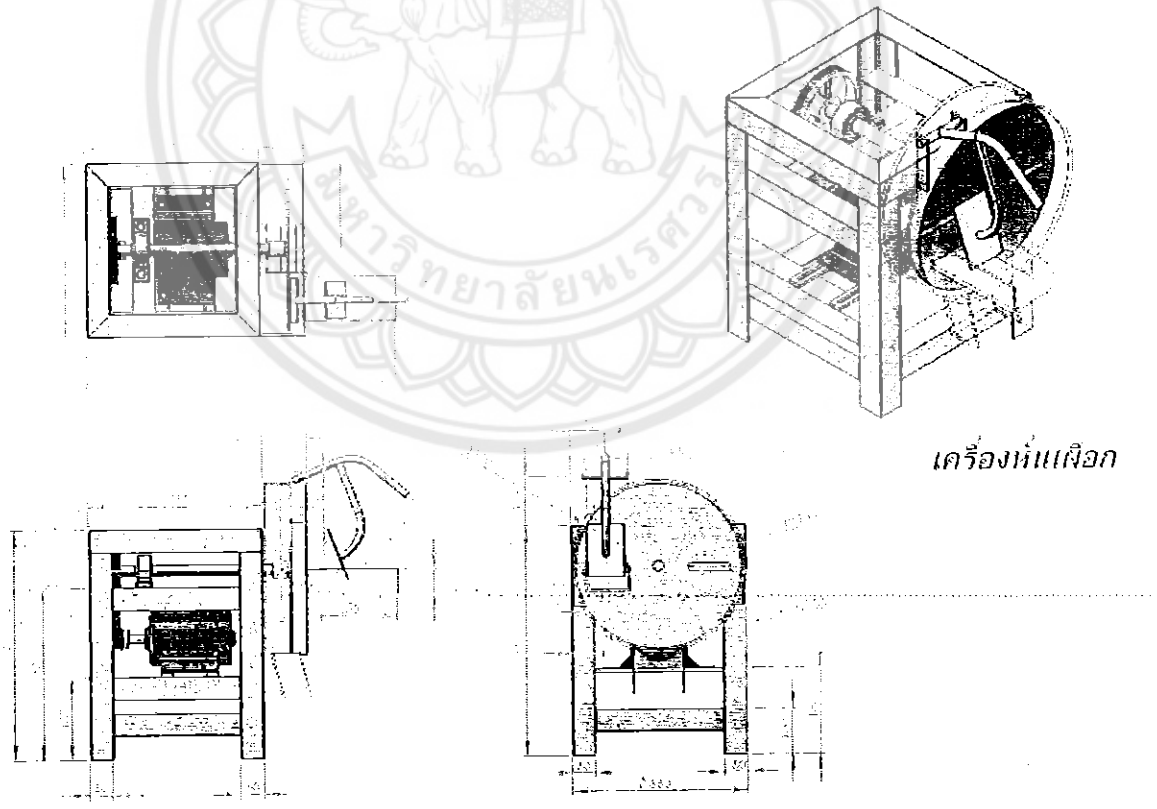
$$44.95 = \frac{276}{n}$$

$$n = \frac{276}{44.95} = 6.14$$

สรุปได้ว่า $n > 1$ หมายความว่าเพลาที่เราทำการออกมีแบบ มีค่าความปลอดภัยสูงกว่าค่าตั้งไว้คือ 1 จึงสามารถให้นำเพลาที่ทำการออกแบบไปใช้ได้อย่างปลอดภัย

3.6.3. โครงสร้าง

โครงสร้างเครื่องหั่นเผือกที่ออกแบบนั้นได้เลือกใช้เหล็กฉากในการรับน้ำหนักจากส่วนต่างๆของเครื่องหั่นซึ่งเหล็กฉากเป็นเหล็กที่สามารถนำไปใช้งานในลักษณะต่างๆได้อย่างอเนกประสงค์โดยออกแบบโครงสร้างให้มีความสมมาตรเพื่อความสมดุลของโครงสร้าง



รูปที่ 3.10 โครงสร้างเครื่องหั่นเผือก

บทที่ 4

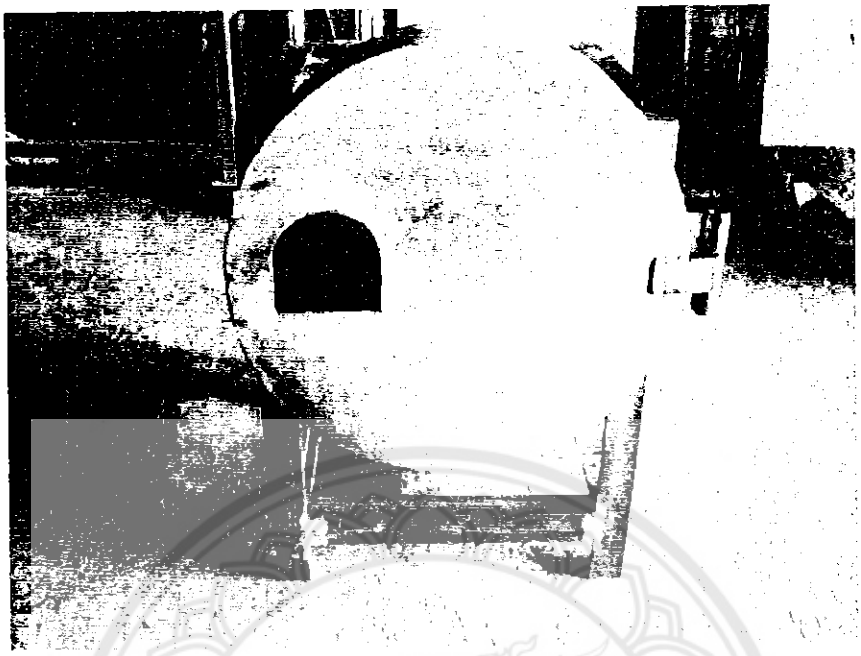
การสร้างและทดสอบเครื่องหั่นเผือก

4.1 การสร้างเครื่องหั่นเผือก

เครื่องหั่นเผือกประกอบไปด้วย ชุดใบมีด เพลา มอเตอร์ วงล้อสายพาน ช่องทางออก ช่องใส่เผือก และ โครงสร้างหลัก ดังนี้

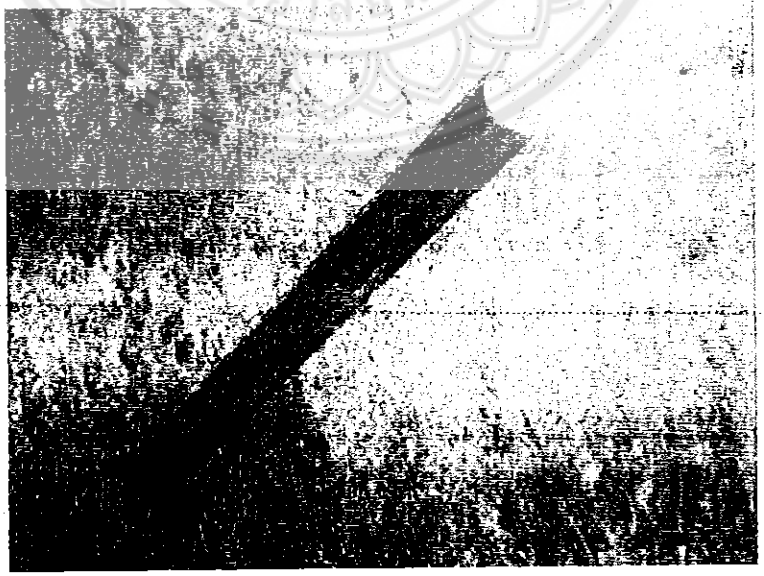
4.1.1 ชุดใบมีด คือ ชุดใบมีดนั้นเรากำหนดให้มี 2 ใบมีด ให้ได้ความหนาของเผือกประมาณ 2 มิลลิเมตร ดังนั้นเราจึงทำการออกแบบและสร้างได้ดังรูป

รูปที่ 4.1 ชุดใบมีด (เปิดฝาครอบ)

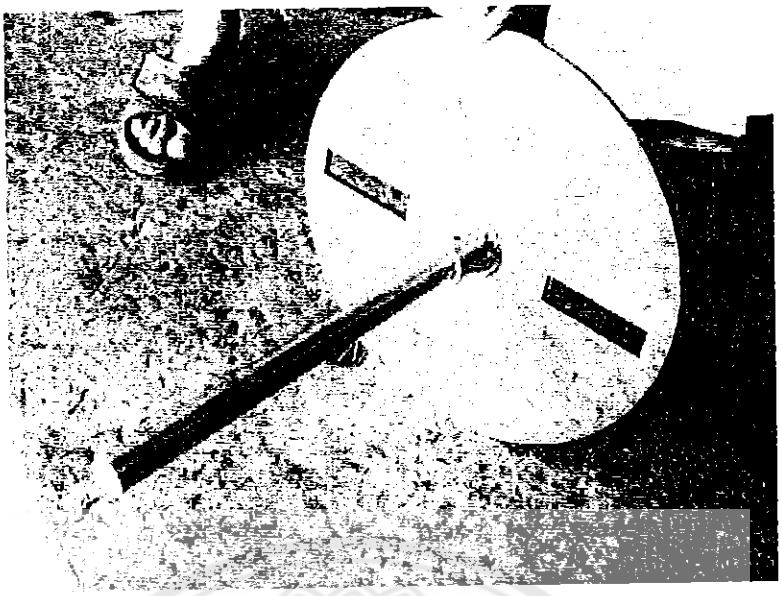


รูปที่ 4.2 ชุดใบมีด (ปิดฝาครอบ)

4.1.2 เพลา เราได้กำหนดที่จะใช้เพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 cm. ยาว 35 cm. ที่ให้มีขนาดเท่านี้ เพราะต้องการรักษาโครงสร้างของเครื่องหั่นเผือกให้มีขนาดเล็กลง ดังรูป



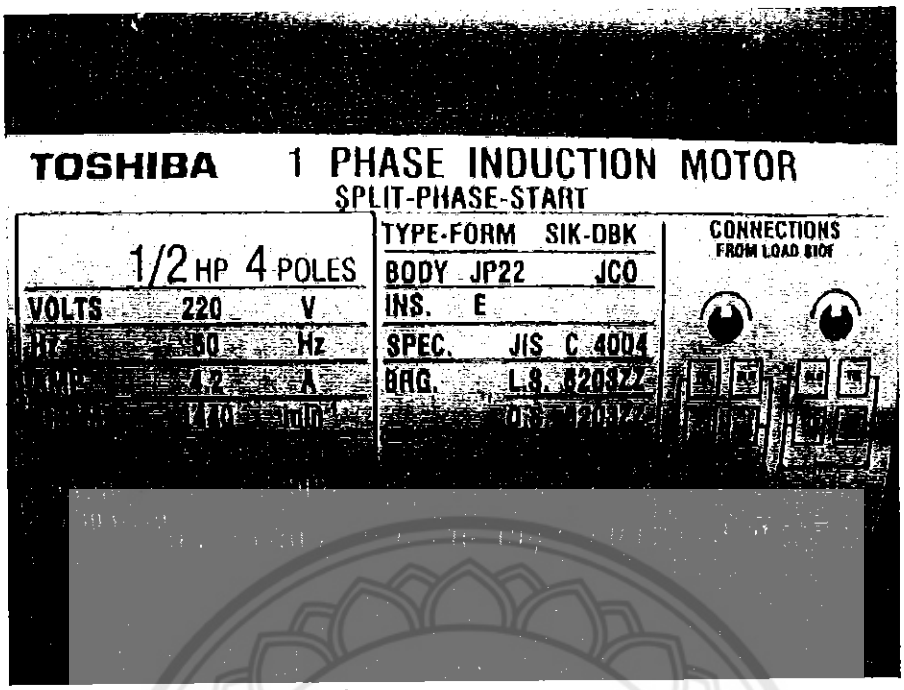
รูปที่ 4.3 เพลา



รูปที่ 4.4 เพลาประกอบกับชุดใบมีด

4.1.3 มอเตอร์ ที่เลือกใช้กับเครื่องหั่นเผือกเครื่องนี้ คือมอเตอร์ไฟฟ้า 1 PHASE INDUCTION MOTOR กำลัง ½ HP 4 POLES, VOLTS 220 V., Hz 50 Hz, AMP. 4.2 A, 1440 R.P.M. ดังรูป

รูปที่ 4.5 มอเตอร์

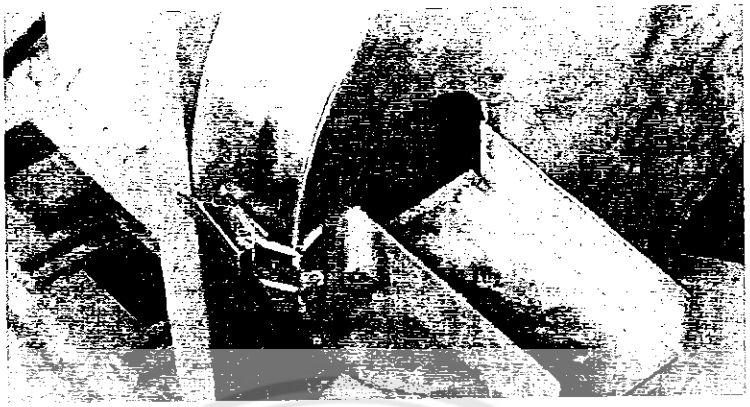


รูปที่ 4.6 ฉลากแสดงคุณสมบัติของมอเตอร์

4.1.4 วงล้อสายพาน กำหนดใช้ 2 ตัว ตัวที่ 1 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 cm. และตัวที่ 2 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 cm. ดังรูป

รูปที่ 4.7 วงล้อสายพาน

4.1.5 ช่องใส่เผือก ออกแบบมาเป็นรูปทรงเหลี่ยมตามภาพที่ 5 มีความยาว 20 cm.จากฝาปิด กว้าง 12 cm. เพื่อประโยชน์ในการใส่เผือกเข้าเครื่องหั่นเผือก

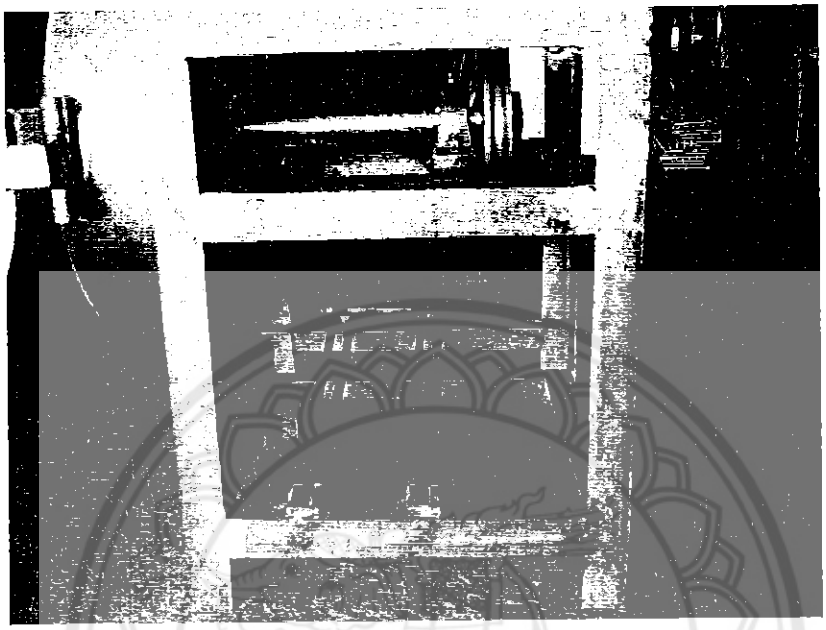


รูปที่ 4.8 ช่องใส่เผือก

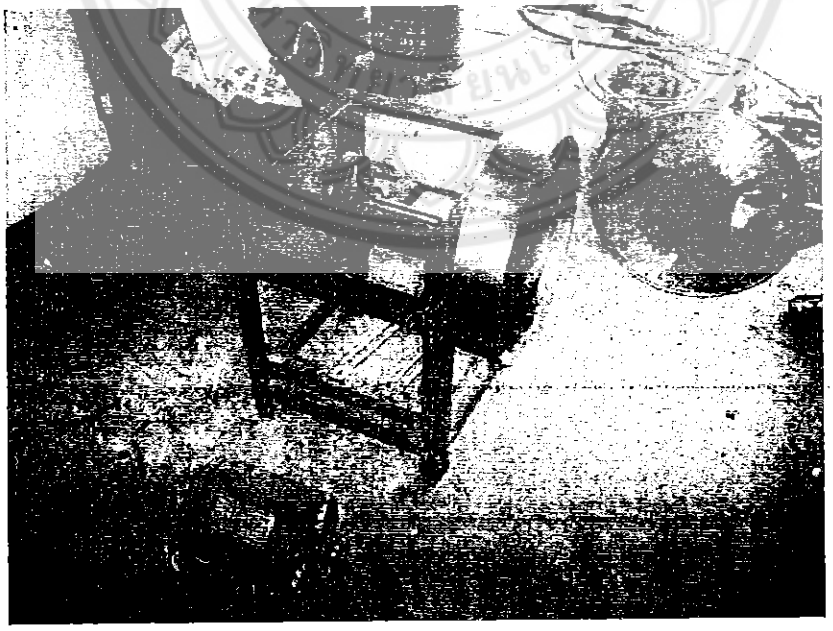
4.1.6 ช่องทางออกของเผือก ออกแบบให้มีขนาดกว้าง 12 cm. เพราะเมื่อเผือกที่ถูกหั่นแล้วจะไม่ไปค้างภาพในตัวเครื่อง คือ จะระบายออกได้ทันเวลา

รูปที่ 4.9 ช่องทางออกของเผือก

4.1.7 โครงสร้างของเครื่องหั่นเผือก เราทำการออกแบบโครงสร้างให้มีความแข็งแรง ทนต่อแรงสั่นและน้ำหนักต่างๆได้ดี โดยใช้วัสดุเป็นเหล็กสามเหลี่ยมมุมฉากทุกชิ้น คือ เสาทั้ง 4 เสา เราใช้ความสูง 50 cm. และชิ้นส่วนที่ทำเป็นฐานอีก 13 ชิ้น มีความยาว 38 cm. ดังนั้น เราจึงสร้างโครงสร้างขึ้นมา ดังรูป



รูปที่ 4.10 โครงสร้างเครื่องหั่นเผือก



รูปที่ 4.11 โครงสร้างที่รับน้ำหนักส่วนประกอบของเครื่องหั่นเผือก

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องหั่นเผือก

หลังจากที่ผ่านขั้นตอนการออกแบบและสร้างเครื่องหั่นเผือกมาแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหั่นเผือกว่ามีความสามารถตามขอบเขตและความคาดหวังที่ตั้งไว้ ข้างต้นเพียงใด โดยการทดลองนี้จะแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ครั้ง ทดสอบหั่นครั้งละ 4 กิโลกรัม แล้วทำการจับเวลาที่ใช้ในการหั่น รวมทดสอบหั่นเผือกทั้งหมด 16 กิโลกรัมจากนั้นจึงนำชิ้นเผือกที่ได้จากการหั่นมาหยิบสุ่มเพื่อวัดขนาดออกมา แล้วคำนวณออกมาเป็นค่าเฉลี่ย

4.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้

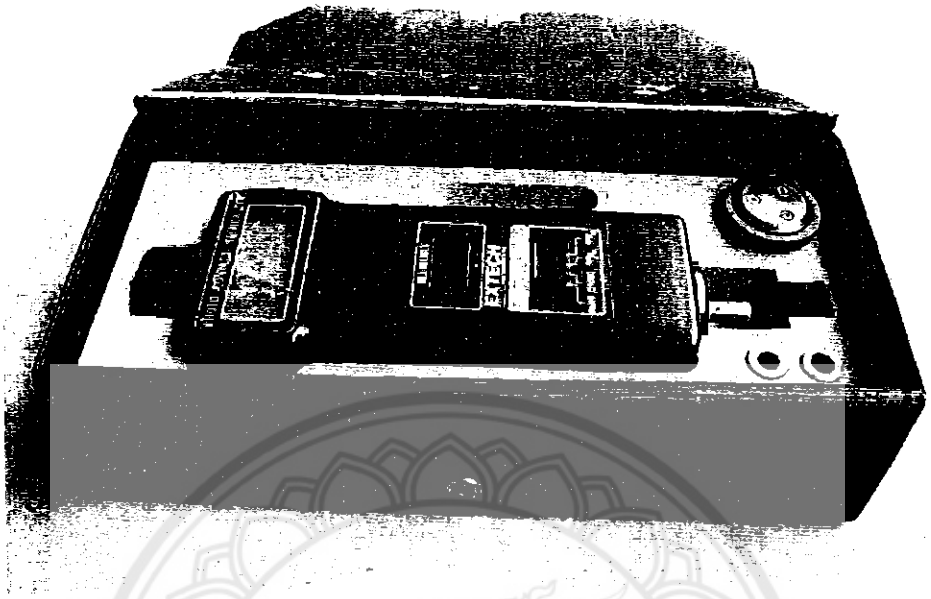
4.2.1.1 นาฬิกาจับเวลา

4.2.1.2 เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

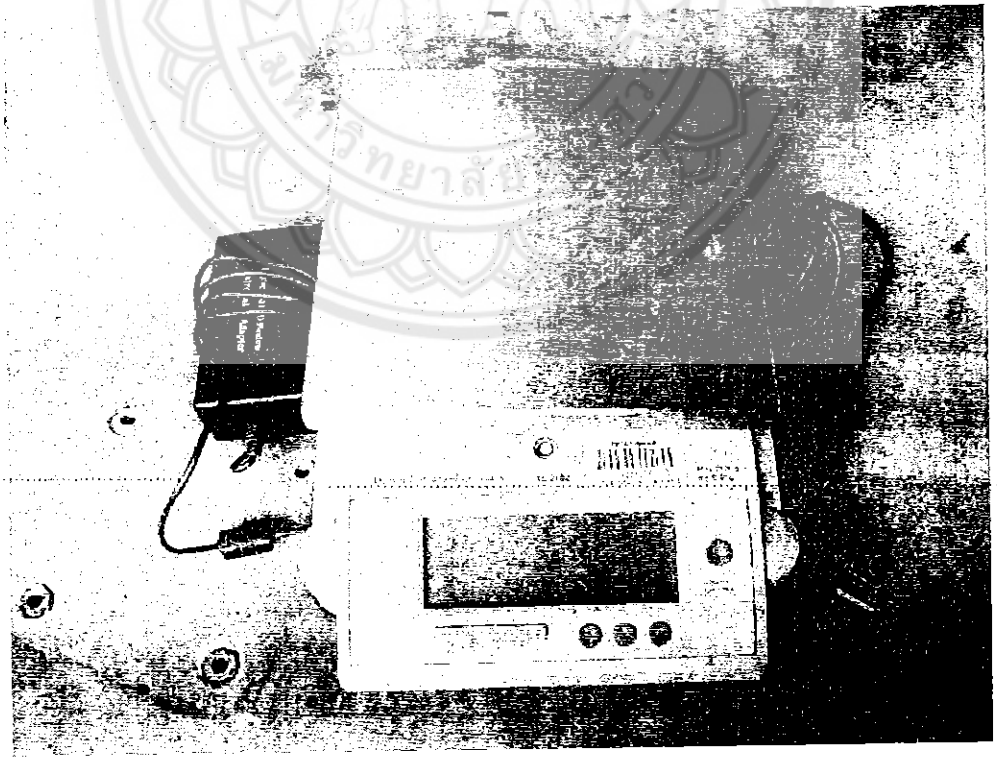
4.2.1.3 เครื่องวัดความเร็วรอบ

4.2.1.4 เครื่องชั่งน้ำหนัก

รูปที่ 4.12 เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์



รูปที่ 4.13 เครื่องวัดความเร็วรอบ



รูปที่ 4.14 เครื่องชั่งน้ำหนัก

4.3 สรุปผลการทดสอบ

ความเร็วที่ใช้ในการหั่น 508.5 RPM.

ความเสียหายเฉลี่ย 0.56 %

เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการหั่น 6.12 นาทีต่อการหั่น 4 กิโลกรัม

ความหนาของเผือกที่หั่นแล้วเฉลี่ย 1.97 มิลลิเมตร

จากผลการทดสอบจะเห็นว่า น้ำหนักเดิมของเผือกกับน้ำหนักเผือกที่ปอกเปลือกแล้ว จะมีน้ำหนักลดลงประมาณ 20 g. มีความยาวและความกว้างแตกต่างกันไป ตามลักษณะทางกายภาพของเผือก ทำการทดสอบทั้งหมด 4 ครั้ง ได้ผลการทดสอบดังนี้ ครั้งที่ 1 น้ำหนักเผือกที่ปอกเปลือกแล้วหนักรวม 4.27 กิโลกรัม ใช้เผือกทั้งหมด 32 หัว เมื่อทำการหั่นเผือกด้วยเครื่องหั่นเผือกแล้วสุ่มเผือกมาทำการวัดขนาดจำนวน 50 ชิ้น ได้ความหนาเฉลี่ย 1.94 มิลลิเมตร ใช้เวลาในการหั่น 7.10 นาที เสียหาย 0.08 กิโลกรัม คิดความเสียหายได้ 0.55 % ครั้งที่ 2 น้ำหนักเผือกที่ปอกแล้วหนักรวม 4.7 กิโลกรัม ใช้เผือกทั้งหมด 43 หัว เมื่อทำการหั่นเผือกด้วยเครื่องหั่นเผือกแล้วสุ่มเผือกมาทำการวัดขนาดจำนวน 50 ชิ้น ได้ความหนาเฉลี่ย 1.95 มิลลิเมตร ใช้เวลาในการหั่น 7.05 นาที เสียหาย 0.14 กิโลกรัม คิดความเสียหายได้ 0.65 % ครั้งที่ 3 น้ำหนักเผือกที่ปอกแล้วหนักรวม 4.57 กิโลกรัม ใช้เผือกทั้งหมด 32 หัว เมื่อทำการหั่นเผือกด้วยเครื่องหั่นเผือกแล้วสุ่มเผือกมาทำการวัดขนาดจำนวน 50 ชิ้น ได้ความหนาเฉลี่ย 2.01 มิลลิเมตร ใช้เวลาในการหั่น 6.26 นาที เสียหาย 0.12 กิโลกรัม คิดความเสียหายได้ 0.58 % ครั้งที่ 4 น้ำหนักเผือกที่ปอกเปลือกแล้วหนักรวม 4.41 กิโลกรัม ใช้เผือกทั้งหมด 28 หัว เมื่อทำการหั่นเผือกด้วยเครื่องหั่นเผือกแล้วสุ่มเผือกมาทำการวัดขนาดจำนวน 50 ชิ้น ได้ความหนาเฉลี่ย 1.96 มิลลิเมตร ใช้เวลาในการหั่น 6.50 นาที เสียหาย 0.10 กิโลกรัม คิดความเสียหายได้ 0.55 %

ดังนั้นจากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า จะใช้เวลาในการหั่นเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 6.12 นาทีต่อ 4 กิโลกรัม คิดเป็น 40 กิโลกรัม ใช้เวลาในการหั่นเฉลี่ย 1 ชั่วโมง 12 นาที ความหนาของเผือกที่หั่นแล้วเฉลี่ย 1.97 มิลลิเมตร ความเสียหายเฉลี่ย 0.56 % ดังนั้น น้ำหนักเฉลี่ย ความหนาเฉลี่ย และความเสียหายเฉลี่ย ได้ผลการทดสอบเป็นไปตามขอบเขตของชิ้นงาน

ตารางที่ 4.1 ตารางสรุปผลการทดลอง

	น้ำหนัก(กิโลกรัม)	เวลาที่ใช้(นาที)	ความหนาเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	เสียหาย(กิโลกรัม)
ทดสอบครั้งที่ 1	4.27	7.10	1.94	0.08
ทดสอบครั้งที่ 2	4.7	7.05	1.95	0.14
ทดสอบครั้งที่ 3	4.57	6.26	2.01	0.12
ทดสอบครั้งที่ 4	4.41	6.05	1.96	0.10
รวม	17.95	26.46	7.86	0.44
ค่าเฉลี่ย	4.49	6.615	1.97	0.11

ตาราง4.2 แสดงวัสดุอุปกรณ์และราคา

รายการ	หน่วยละ(บาท)	จำนวน	จำนวนเงิน (บาท)
สแตนเลสกลมหนา 3/8 × 15 inches	2800	1 แผ่น	2800
สแตนเลสกลมหนา 1/8 × 40cm	1000	2 แผ่น	2000
สแตนเลสม้วนกลม	1400	1 แผ่น	1400
เพลาสแตนเลส 1×15 inches	580	1 อัน	580
ลูกปืน UCP-205NTN	420	2 ตับ	700
วงล้อสายพาน	480	1 อัน	480
มอเตอร์พร้อมวงล้อสายพาน	2800	1 ลูก	2200
สายพาน	120	1 เส้น	120
ใบมีด	400	2 ใบ	500
เหล็กฉาก 1.5 × 3/16 inches	420	1 เส้น	420
สี	145	1 กล่อง	145
อลูมิเนียม	140	1 กล่อง	140
ค่าแรง	750	2 คน	1500
รวม			12985

ตารางที่ 4.3 รายการค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการผลิตเครื่องหั่นเผือกให้เป็นแผ่นบาง

ลำดับ	รายการค่าใช้จ่าย	ราคา	หมายเหตุ
1.	ค่าวัสดุ อุปกรณ์และค่าจ้างการสร้าง (M)	12,985 บาท/เครื่อง	อายุการใช้งาน 2 ปี (P)
2.	ค่าไฟฟ้า (E)	2,610 บาท/ปี	ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 5 บาท จำนวน 393 หน่วย (ทำงาน 4 ชั่วโมงต่อวัน และทำงาน 261 วันต่อปี)
3.	ค่าแรงงาน (L)	39,150 บาท/ปี	ค่าแรงงาน คนละ 150 บาทต่อวัน จำนวน 1 คน
4.	ค่าบำรุงรักษา (T)	500 บาท/ปี	ค่าบำรุงรักษาและอะไหล่สำรอง 1. สายพาน 2. เพลา 3. มอเตอร์ 4. ใบมีด (บำรุงรักษาทุกๆ 1 ปี)

4.4 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

กำหนดให้ 1. ราคาขายต่อกิโลกรัม เท่ากับ 40 บาท (S)

2. จำนวนการผลิตที่คุ้มทุน เท่ากับ Q กิโลกรัม

3. ค่า MARR 0.75% ต่อปี (A)

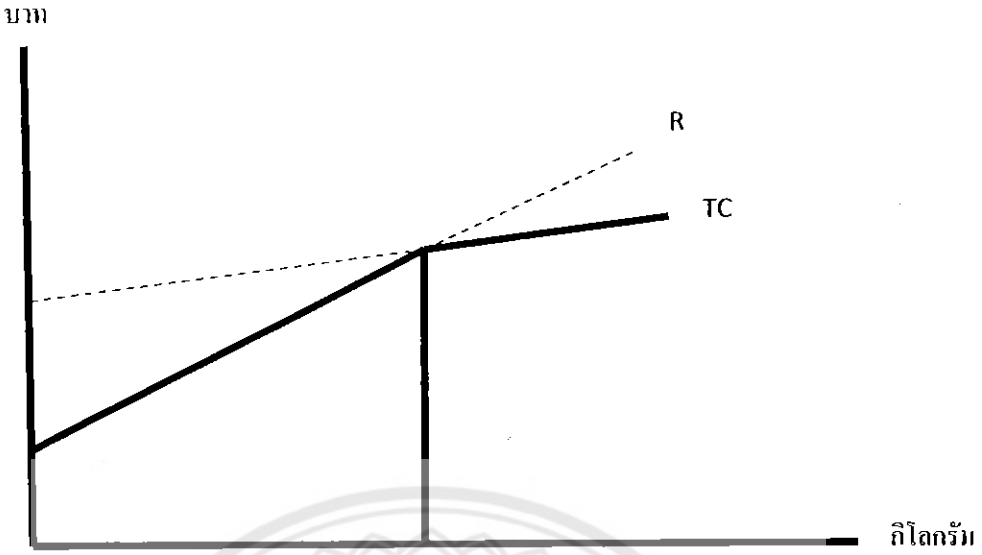
วิธีการคำนวณ

$M(A/P) + E + L + T = SQ$

$12,985(A/P;0.75\%,2) + 2,610 + 39,150 + 500 = 40Q$

$47129.375 = 40Q$

$\therefore \quad Q = 1178.23$



Q_{BE} = 1178 กิโลกรัมต่อปี

รูปที่ 4.15 กราฟแสดงจุดคุ้มทุน[1]

Q_{BE} = จุดคุ้มทุน (Breakeven Point)

TC = ส่วนของค่าใช้จ่าย (Total Cost)

R = ส่วนของรายได้ (Revenus)

ดังนั้น จำนวนการหั่นเผือกที่คุ้มทุนต่อการผลิตเครื่องหั่นเผือกใน 1 ปี เท่ากับ 1178 กิโลกรัม ทำงาน 261 วัน หรือผลิตวันละ 6 กิโลกรัมจึงจะคุ้มทุน แต่ถ้าทำงาน 261 วันในหนึ่งปี เครื่องหั่นเผือกหั่นได้ประมาณ 40 กิโลกรัมต่อวัน จะทำการผลิตเผือกได้ 10440 กิโลกรัมต่อปี และถ้าหั่นเผือกประมาณวันละ 40 กิโลกรัมต่อปี ก็จะคุ้มทุนในเวลา 30 วัน

พิจารณาให้เครื่องหั่นเผือกทำงานวันละ 5 ชั่วโมง หั่นเผือกได้ 200 กิโลกรัมต่อวัน เสียค่าแรงและค่าพลังงานไฟฟ้าที่ 160 บาท (ค่าไฟ 10 บาท ค่าแรง 150 บาท)

ในกรณีที่ใช้แรงงานคนหั่น ต้องการหั่นให้ได้ 200 กิโลกรัมต่อวัน ต้องใช้คนทั้งหมด 67 คนชั่วโมง (1 คนชั่วโมงละ 3 กก.) ต้องจ่ายค่าแรง 670 บาทต่อวัน (การจ้างงานวันละ 10 บาท)

เพราะฉะนั้นการมีเครื่องหั่นเผือกจึงมีความคุ้มค่ามากกว่าการจ้างแรงงาน เพราะการมีเครื่องหั่นเผือกจะมีค่าใช้จ่ายที่ 0.8 บาทต่อชั่วโมง แต่ถ้าหากใช้แรงงานคนแล้วจะเสียค่าใช้จ่ายที่ 3.35 บาทต่อชั่วโมง

บทที่ 5
สรุปผลการสร้างและทดสอบ

ในบทที่ 5 สรุปผลการศึกษานี้เป็นการสรุปการทำโครงงานออกแบบและสร้างเครื่องหั่นเผือกให้เป็นแผ่นบาง (Design and construction of Taro Slicer) รวมทั้งเสนอข้อเสนอแนะต่างของการออกแบบเครื่องหั่นเผือกให้เป็นแผ่นบาง

5.1 สรุปผลการออกแบบ และสร้างเครื่องหั่นเผือก

การออกแบบ และสร้างเครื่องหั่นเผือกให้เป็นแผ่นบาง โดยเมื่อนำเผือกมาทำการทดสอบหั่นด้วยเครื่อง ที่มีใบมีด 2 ใบ ที่ชุดใบมีด ทำการวางใบมีดเอียง 25 องศากับแนวระดับ ใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนเพลาเพื่อส่งแรงขับเคลื่อนไปยังชุดใบมีด เพื่อใช้ในการหั่นเผือก กำหนดไว้ว่าในเวลา 1 ชั่วโมงต้องหั่นเผือกให้ได้ประมาณ 40 กิโลกรัม และกำหนดความหนาของเผือกที่หั่นแล้วไว้ที่ประมาณ 2 มิลลิเมตร

จากการออกแบบเครื่องหั่นเผือก มีการออกแบบและได้ทำการเลือกแบบที่เป็นต้นแบบเพียง 2 อัน และทำการเลือกแบบที่ดีที่สุด โดยทำการปรับปรุงทุกส่วนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น คือ วิเคราะห์เมทริกซ์ในการตัดสินใจ (Decision Matrix) โดยมีการกำหนดขอบเขตตามความต้องการของผู้ใช้ คือ ความปลอดภัย การบำรุงรักษา ความสะดวกในการใช้งาน ราคาถูก เมื่อวิเคราะห์แล้วจึงได้แบบตามที่ต้องการดังที่แสดง คือ เลือกแบบที่ 1 แต่เรื่องความปลอดภัย เลือกแบบที่ 2 เป็นการเอาข้อดีของแบบที่ 2 มาใช้ประโยชน์ในการสร้างเครื่องหั่นเผือกให้มีประสิทธิภาพดีที่สุด แล้วจึงทำการสร้างเครื่องหั่นเผือกเป็นระยะเวลา 2 เดือน เพื่อให้มีขนาดและมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการ

เมื่อเครื่องหั่นเผือกสร้างเสร็จแล้ว จึงทำการทดสอบเครื่องหั่นเผือก พบว่าผลการทดสอบเป็นไปตามขอบเขตของโครงงาน และจากผลการทดสอบจะเห็นว่า เผือกจากน้ำหนักเดิมกับเผือกที่ปอกแล้ว จะมีน้ำหนักลดลงประมาณ 20 กรัม มีความยาวและความกว้างแตกต่างกันไป ตามลักษณะทางกายภาพของเผือก ทำการทดสอบทั้งหมด 4 ครั้ง ได้ผลการทดสอบดังนี้ ครั้งที่ 1 ได้ความหนาเฉลี่ย 1.94 มิลลิเมตร ใช้เวลาในการหั่น 7.10 นาที เสียหาย 0.08 กิโลกรัม คิดความเสียหายได้ 0.55 % ครั้งที่ 2 ได้ความหนาเฉลี่ย 1.95 มิลลิเมตร ใช้เวลาในการหั่น 7.05 นาที เสียหาย 0.14 กิโลกรัม คิดความเสียหายได้ 0.65 % ครั้งที่ 3 ได้ความหนาเฉลี่ย 2.01 มิลลิเมตร ใช้เวลาในการหั่น 6.26 นาที เสียหาย 0.12 กิโลกรัม คิดความเสียหายได้ 0.58 %

ครั้งที่ 4 ได้ความหนาเฉลี่ย 1.96 มิลลิเมตร ใช้เวลาในการหั่น 6.05 นาที เสียหาย 0.1 กิโลกรัม คิดความเสียหายได้ 0.55 %

ดังนั้นจากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า จะใช้เวลาในการหั่นเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 6.12 นาทีต่อ 4 กิโลกรัม คิดเป็น 38 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความหนาของเผือกที่หั่นแล้วเฉลี่ย 1.97 มิลลิเมตร ความเสียหายเฉลี่ย 0.56 % ดังนั้น น้ำหนักเฉลี่ย ความหนาเฉลี่ย และความเสียหายเฉลี่ย ได้ผลการทดสอบเป็นไปตามขอบเขตของชิ้นงาน

จำนวนการหั่นเผือกที่คุ้มทุนต่อการผลิตเครื่องหั่นเผือกใน 1 ปี เท่ากับ 1178 กิโลกรัม ทำงาน 261 วัน หรือผลิตวันละ 6 กิโลกรัมจึงจะคุ้มทุน และจะคุ้มทุนเร็วกว่าเดิมถ้าทำการผลิตที่ 40 กิโลกรัมต่อวัน

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ในการทดสอบเผือกมีการเน่าเสียพอสมควร ทำให้เกิดความเสียหายในการหั่นมากขึ้นกว่าเดิม และในการทดสอบนั้น เกิดปัญหาและอุปสรรค คือ เมื่อขณะทำการทดสอบ ตรงช่องทางออกของเผือกที่หั่นแล้วมีลักษณะเป็นมุมฉาก ทำให้เผือกเกิดการติดตรงช่องทางออกเป็นจำนวนมาก เป็นสาเหตุของการอุดตันของช่องทางออก โดยในขั้นต้นแก้ปัญหาด้วยการใช้มือดึงเผือกตรงมุมฉากของช่องทางออกเรื่อยๆ เพื่อทำให้การทดสอบเป็นไปอย่างราบรื่น

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบและสร้างเครื่องหั่นเผือกให้เป็นแผ่นบาง พบว่าเกิดปัญหาตรงช่องทางออกของเผือกขณะทำการทดลอง จึงมีความเห็นว่าควรแก้ไขตรงจุดนั้น โดยการออกแบบตรงจุดช่องทางออกให้มีขนาดกว้างขึ้น และมีความโค้งมน เพื่อไม่ให้ชิ้นเผือกไปติดตรงจุดนั้น และยังระบายชิ้นเผือกออกตรงช่องทางออกได้สะดวกยิ่งขึ้น และยังสามารถนำใบมีดในลักษณะอื่นๆมาทำการหั่นได้อีก เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่หลากหลายมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง,(2549), เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

[2] "ข้อมูลเรื่องสายพาน,http://www.utc.ac.th/~chaowalit/e-learning/index9.html,3 November 2010

[3] ประพันธ์ ศิริพลับพลา, ธงชัย ยันตรศรี และ ยศธนา คุณาทร,(2538), รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ การวิจัยและพัฒนาเครื่องล้างและปลอกเปลือกมันฝรั่ง. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[4] วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน,(2541), การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น

[5] ศุภชัย แก้ววงษ์, อนุรักษ์ ใจรักษ์ และ อนุวัตร หมื่นยงค์,(2544), เครื่องสับพืช. สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

[6] Ullman,David,(2006), The Mechanical Design Process. McGraw Hill Education.

ภาคผนวก ก

ทำการทดลองทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเผือก เพื่อนำค่าไปใช้ในการคำนวณ

จุดประสงค์ของการทดลอง

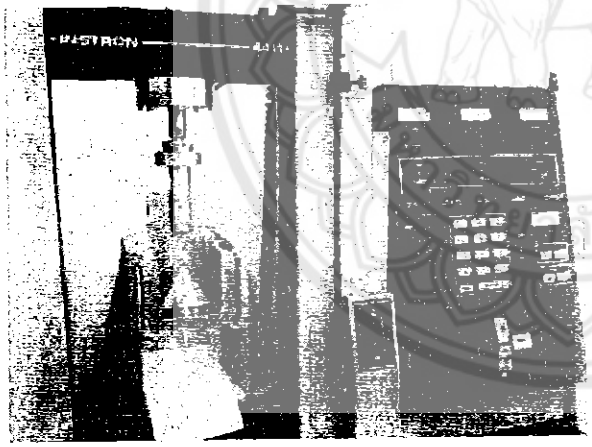
1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของเผือก
2. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความแข็งของเผือก และนำค่าที่ได้มาคำนวณเป็นค่าตั้งต้นในการกำหนดภาระของเครื่องหั่นเผือก

เป้าหมาย

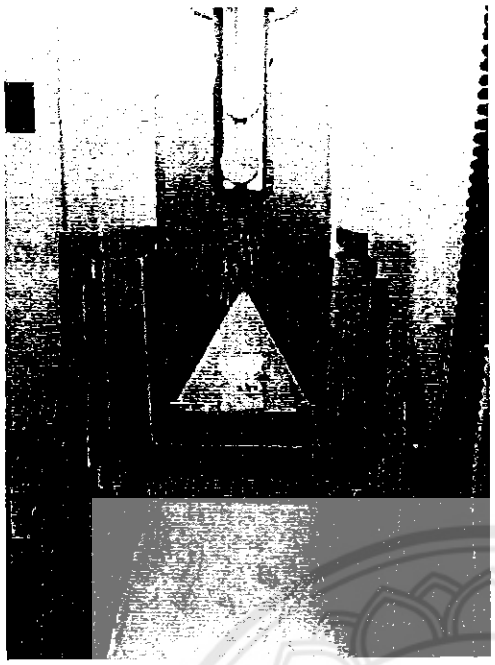
1. สามารถเข้าใจลักษณะทางกายภาพของเผือก และสามารถนำมาอธิบายคุณสมบัติได้
2. สามารถนำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ และนำผลการทดลองมาประยุกต์ ใช้ในการออกแบบเครื่องหั่นเผือกได้

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

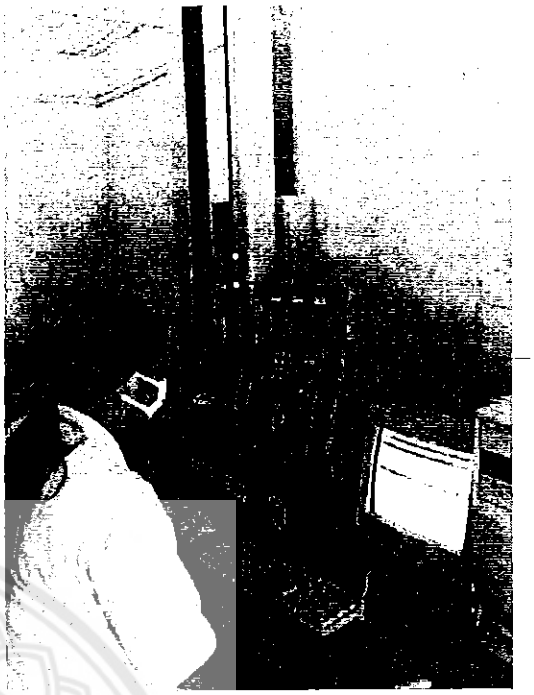
1. เครื่องทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ(Instron 4411)
2. เผือกขนาด 1×1 , 2×2 และ 2×3 cm.



รูปที่ ก.1 เครื่องทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ (Instron 4411) **รูป ก.2** เผือกขนาด 1×1 , 2×2 และ2×3cm.



รูป ก.3 ใบมีดกำลังหั่นชิ้นเผือกเพื่อวัดค่า



รูป ก.4 ขณะทำการทดลอง

ผลการทดลองการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเผือก

จากการทดสอบการหั่นเผือกที่มีขนาด 1x1 cm. 2x2 cm. และ 2x3 cm. ที่มีความเร็วในการหั่น 50 และ 100 mm/min. โดยใช้เครื่องทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผักและผลไม้ (Instron) ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

ตารางแสดงผลการทดลอง

ตาราง ก.1 ตารางแสดงค่าแรงสูงสุดที่ใช้หั่นเผือกที่ความเร็ว 50 mm/min. และ 100 mm/min.

ขนาด (cm.)	ค่าเฉลี่ยของแรงที่ใช้สูงสุด (N) ที่ความเร็ว	
	50 mm/min.	100 mm/min.
1×1	2.606	2.628
2×2	7.318	7.395
2×3	8.385	9.433

แผนภูมิแสดงการทดสอบค่าแรงสูงสุด

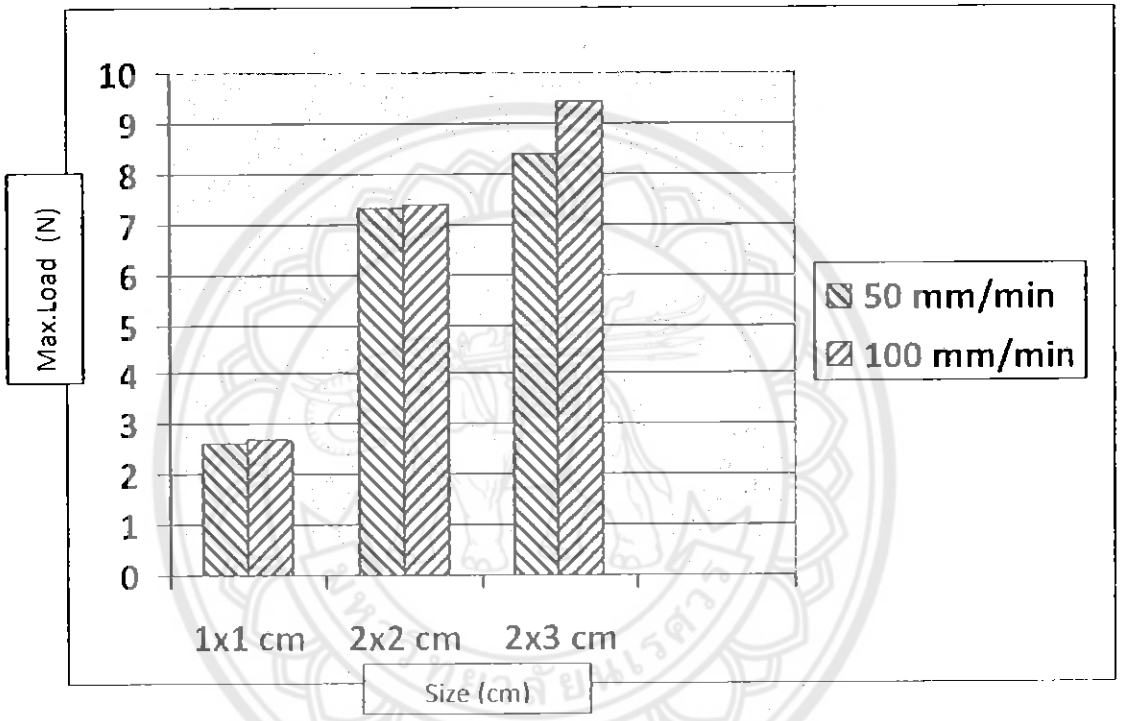
เปรียบเทียบ Max.Load ระหว่างความเร็ว 50 กับ100 mm/min.

กำหนดให้ ทแยงซ้าย แทนความเร็ว 50 mm/min. ทแยงขวา แทนความเร็ว 100 mm/min.

จุดที่1 แทนขนาด 1x1 cm

จุดที่ 2 แทนขนาด 2x2 cm

จุดที่ 3 แทนขนาด 2x3 cm



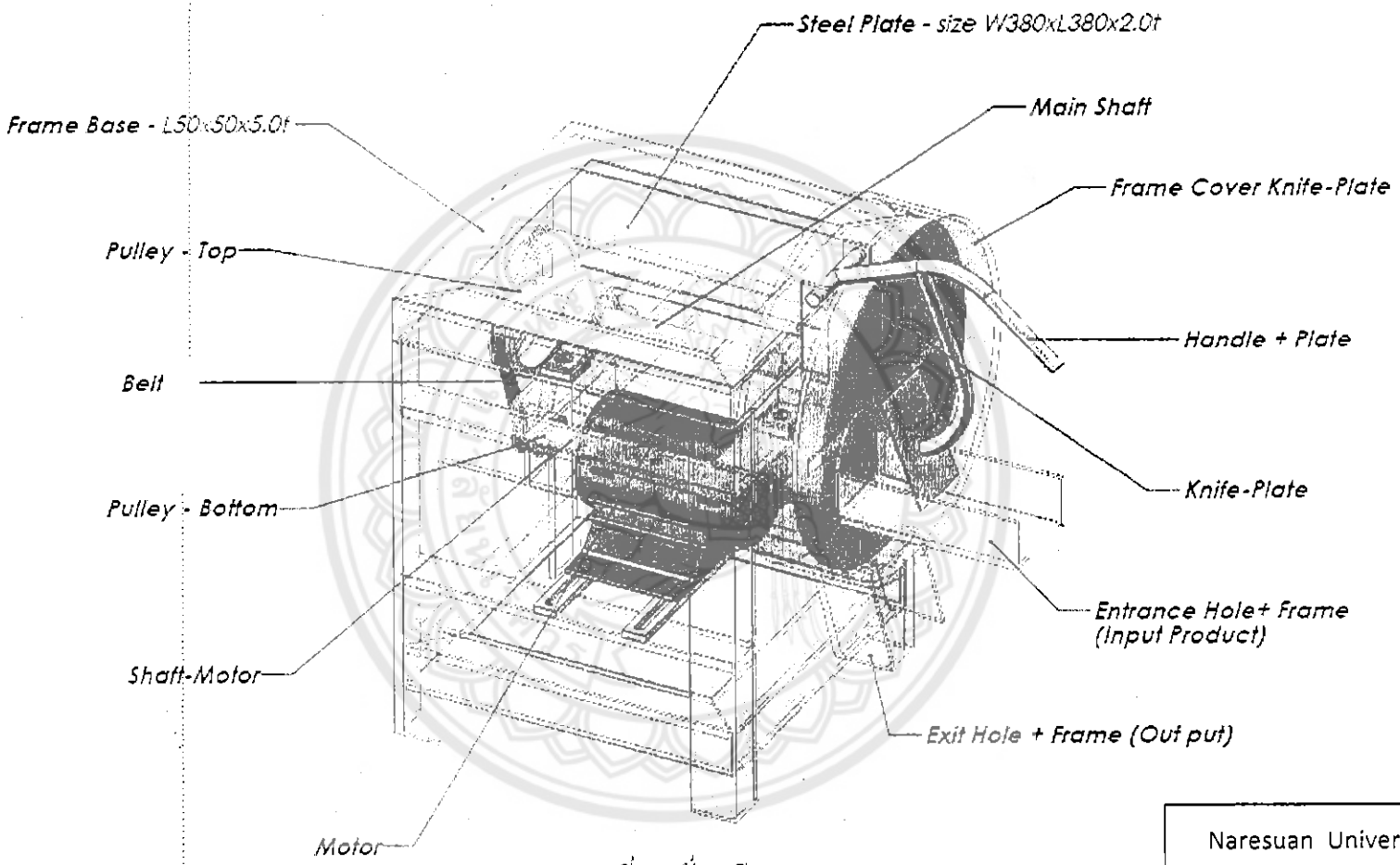
รูปที่ ก.5 กราฟบันทึกการทดลองของ Max.Load

วิเคราะห์ผลการทดลองค่าแรงสูงสุด

จากการทดลอง Max.Load (N) เป็นค่าที่แสดงขนาดของแรงสูงสุดที่ใช้ในการหั่นในแต่ละครั้ง ซึ่งจากผลการทดลองที่ออกมาเราจะเห็นได้ว่า เมื่อขนาดของชิ้นเผือกที่ใช้ในการทดลองไม่แตกต่างกันมาก เช่น ขนาด 1x1 cm. และ ขนาด 2x2 cm. เป็นต้น ค่าความเร็วที่ใช้ในการหั่นแต่ละครั้งไม่ว่าจะเป็น 50 mm/min. และ 100 mm/min. ให้ผลต่อค่า Max.Load (N) ที่เท่าๆกันแตกต่างกันน้อยมาก จนเมื่อชิ้นเผือกที่ใช้ในการทดลองขนาด 2x3 cm. จะเห็นได้ว่าค่า Max.Load (N) ที่ได้จะแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด จากผลการทดลองที่ได้จึงสรุปได้ว่า เมื่อขนาดของชิ้นงานที่ต้องการหั่นมีขนาดใหญ่มากขึ้น ความเร็วที่ใช้ในการหั่นแต่ละครั้งจะมีผลต่อขนาดของแรงที่ใช้ในการหั่นมากขึ้นเรื่อยๆ เพราะฉะนั้นค่า Max.Load (N) จึงมีความสำคัญมากที่จะนำไปใช้ในการคำนวณเพื่อออกแบบเครื่องหั่นต่อไป

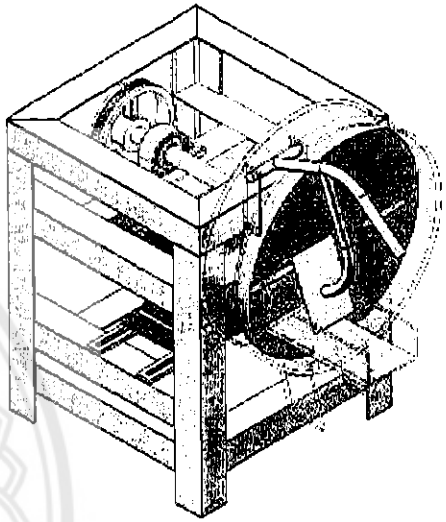
ภาคผนวก ข

แบบเครื่องหั่นผักที่ทำการสร้าง

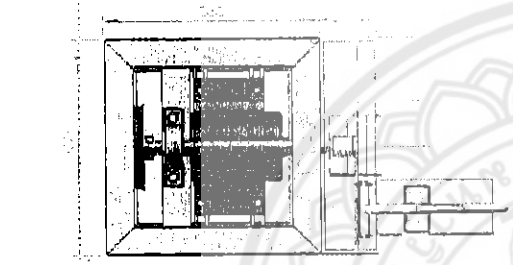


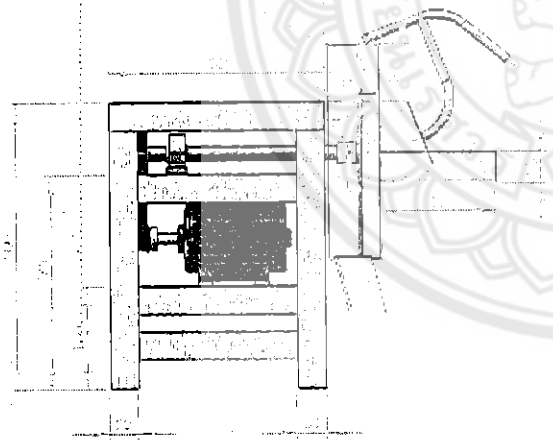
เครื่องหั่นเผือก

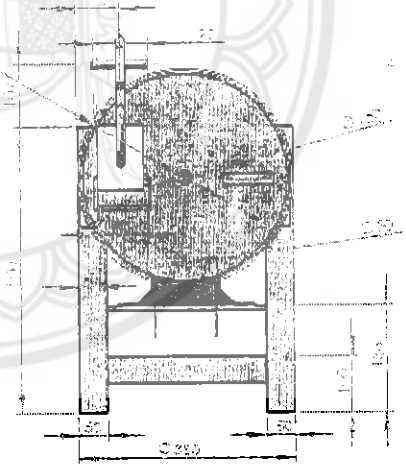
Naresuan University	
เครื่องหั่นเผือก	
SCALE 1:5	14 /02/2554
millimeter	Plate 1/6



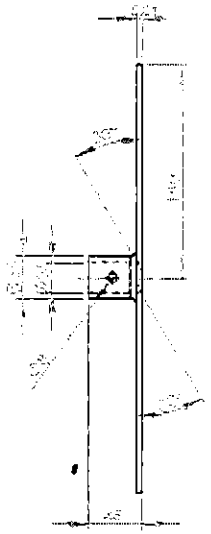
เครื่องหั่นเผือก

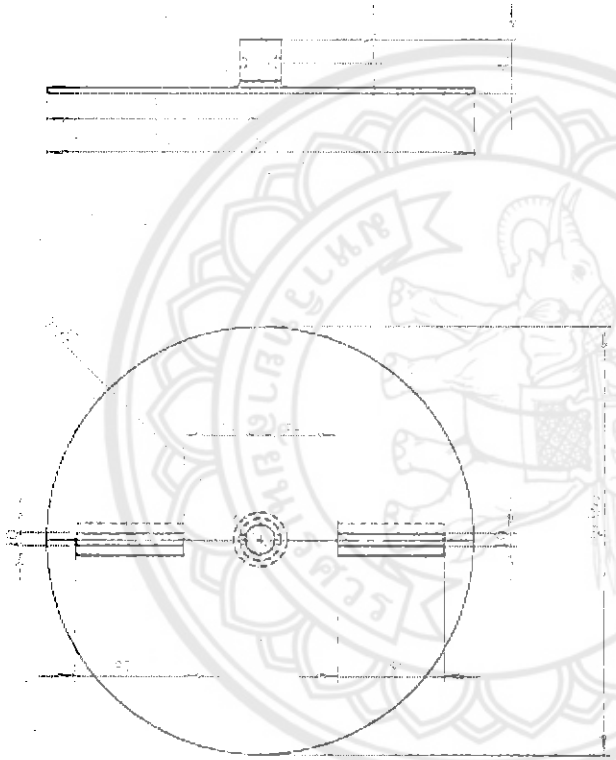


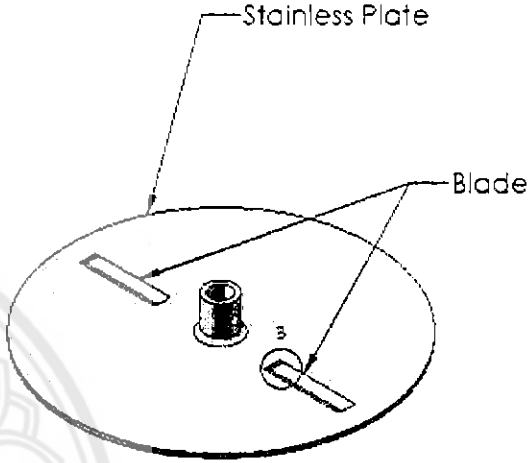




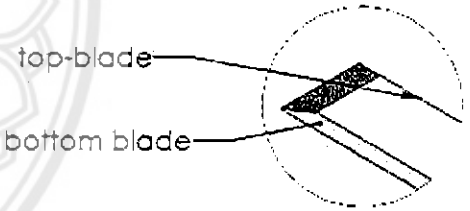
Naresuan University	
เครื่องหั่นเผือก	
SCALE 1:5	14 /02/2554
millimeter	Plate 2/6



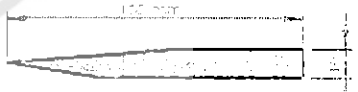




ใบมีดหั่นเผือก



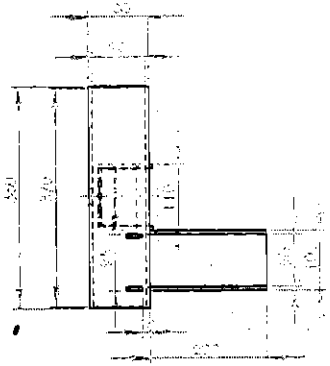
DETAIL B
SCALE 1 : 1

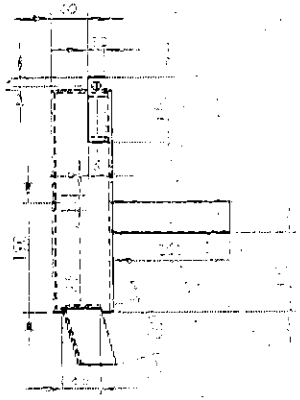


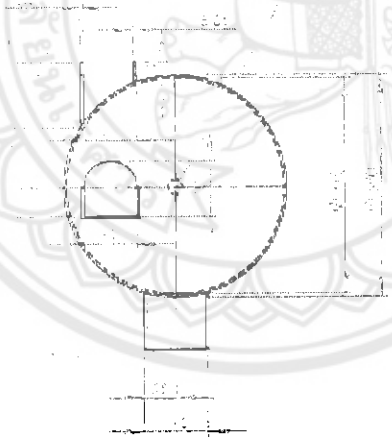
P1/B test Blade

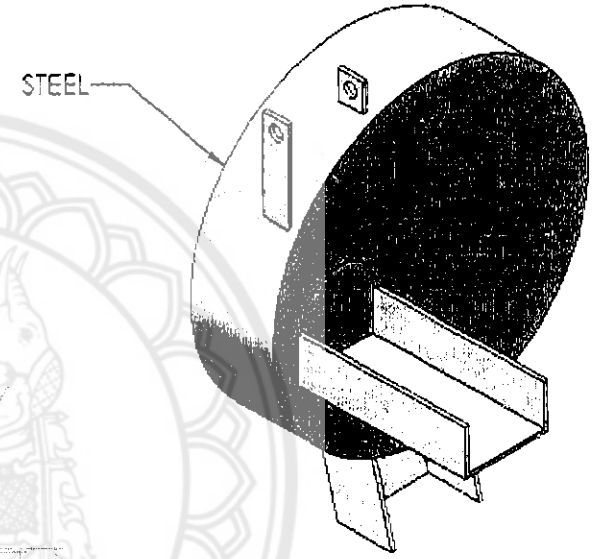
ลักษณะ Blade ที่ใช้สำหรับหั่นเผือก

Naresuan University	
ชุดใบมีด	
SCALE 1:5	14 /02/2554
millimeter	Plate 3/6



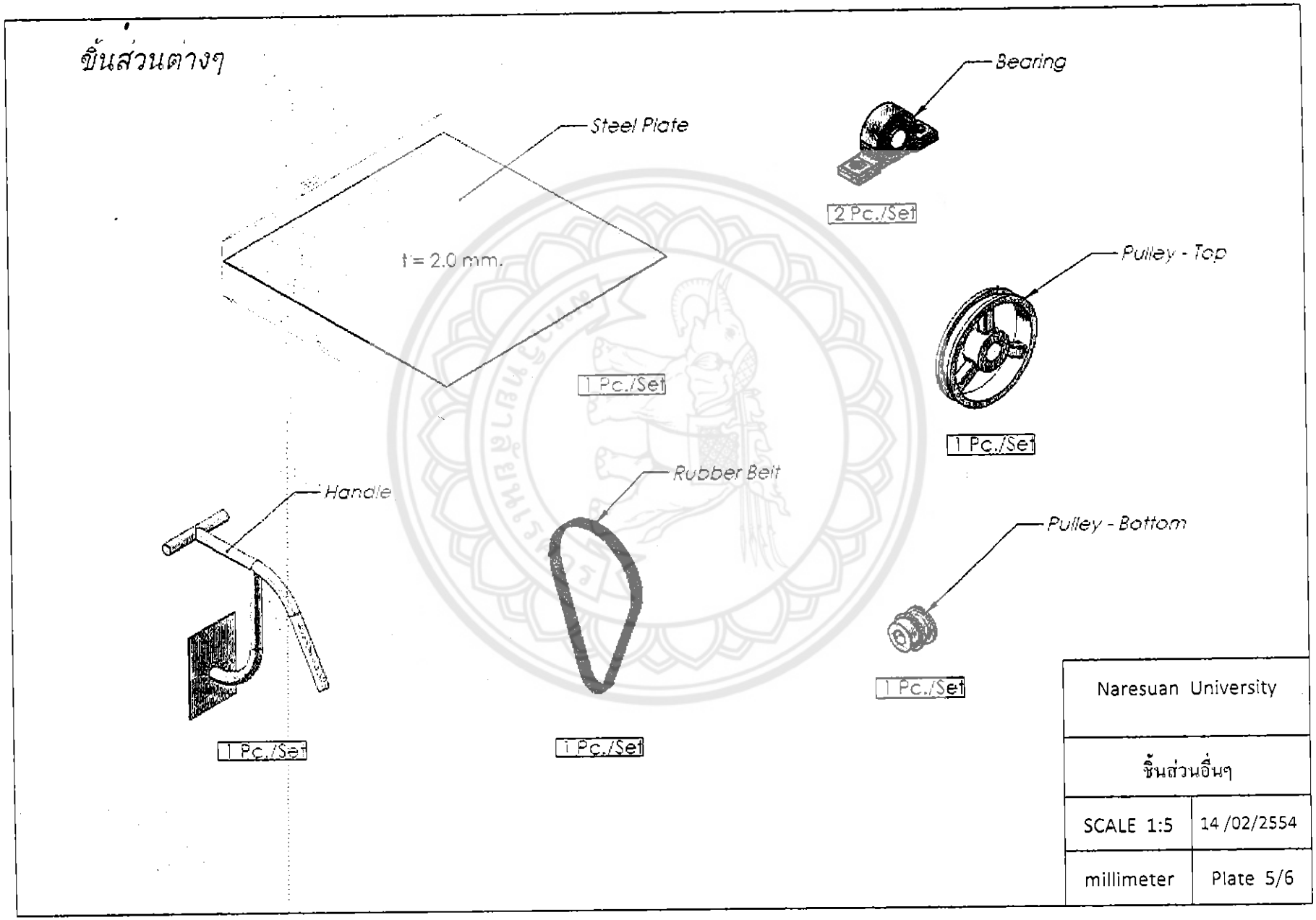


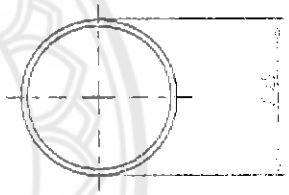


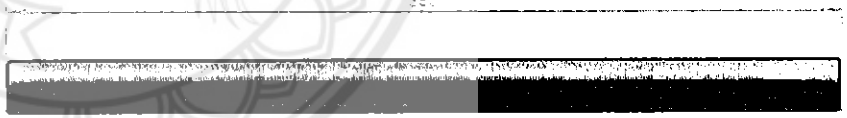


ตัวเครื่องหั่น

Naresuan University	
ฝาครอบเครื่องหั่นเผือก	
SCALE 1:5	14 /02/2554
millimeter	Plate 4/6


ชิ้นส่วนต่างๆ
Steel Plate
t = 2.0 mm.
1 Pc./Set
Bearing
2 Pc./Set
Pulley - Top
1 Pc./Set
Handle
1 Pc./Set
Rubber Belt
1 Pc./Set
Pulley - Bottom
1 Pc./Set
Naresuan University
ชิ้นส่วนอื่นๆ
SCALE 1:5
14 /02/2554
millimeter
Plate 5/6





BASE SHAFT

1 Pc./Set.

Naresuan University	
เพลา	
SCALE 1:5	14 /02/2554
millimeter	Plate 6/6

ภาคผนวก ค

ข้อมูลและภาพจากการทดลองทดสอบเรื่องหั่นเผือก

ตาราง ค.1 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 1

จำนวนเผือก	เผือกก่อนทั่น หนัก (g)	เผือกหลังทั่น หนัก (g)	กว้าง (cm.)	ยาว (cm.)
1.	210.35	192.50	5.98	12.33
2.	170.56	152.26	5.23	13.31
3.	237.44	219.38	6.81	12.03
4.	133.27	115.01	4.83	11.45
5.	195.83	176.33	5.4	15.16
6.	148.49	129.31	5.54	8.68
7.	142.54	124.42	5.22	12.89
8.	196.47	180.33	6.03	11.98
9.	100.05	88.17	4.48	11.56
10.	134.42	116.13	5.5	7.62
11.	152.78	133.38	5.62	10.33
12.	247.59	228.10	6.92	10.4
13.	153.47	134.71	5.3	13.72
14.	107.54	89.70	4.92	8.5
15.	145.39	127.42	5.43	9.1
16.	150.23	131.19	5.64	11.05

จำนวนเมือก	เมือกก่อนหั่น หนัก (g)	เมือกหลังหั่น หนัก (g)	กว้าง (cm.)	ยาว (cm.)
17.	150.23	130.07	5.37	9.5
18.	96.51	78.37	5.07	7.23
19.	125.75	108.50	5.1	8.92
20.	138.25	119.10	5.31	10.13
21.	178.36	157.97	6.1	8.3
22.	158.18	139.07	6.05	10.05
23.	142.36	123.19	5.02	13.4
24.	235.48	214.75	6.78	11.6
25.	131.63	112.54	5.4	9.72
26.	148.79	127.40	5.1	11.55
27.	125.44	109.52	4.82	9.12
28.	172.68	153.58	5.71	13.3
29.	134.23	110.59	4.95	10.3
30.	112.34	99.09	4.97	9.96
31.	80.45	60.09	3.97	9.04
32.	110.97	91.29	4.66	9.43
รวม	4868.07	4273.46	173.23	341.66
Max	247.59	228.1	6.92	15.16
Min	80.45	60.09	3.97	7.23

จำนวนเผือก	เผือกก่อนทั่น หนัก (g)	เผือกหลังทั่น หนัก (g)	กว้าง (cm.)	ยาว (cm.)
SD	295.0345	133.5456	5.413438	10.67688

สุ่มวัดความหนา 50 ชิ้นตัวอย่าง (mm.)				
2	2.1	2.2	1.8	1.9
2.3	1.4	2	2.2	1.9
1.7	1.5	1.8	1.9	2.2
1.9	1.7	1.9	1.7	2.1
1.9	2	1.7	2	2
2.1	1.8	2.2	2.1	2
1.8	2	1.8	2	2.1
2.1	2.1	1.9	1.9	1.8
1.7	2	2	2.1	2
1.9	2.2	2	2.1	2.2
19.4	18.8	19.5	19.8	20.2

ตาราง ค.2 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 2

จำนวนเผือก	เผือกก่อนหั่น หนัก (g)	เผือกหลังหั่น หนัก (g)	กว้าง (cm.)	ยาว (cm.)
1.	142.76	124.06	5.82	9.5
2.	101.48	85.30	5.08	7.16
3.	201.59	184.94	5.9	12.12
4.	136.74	118.96	5.85	9.52
5.	168.65	150.48	4.7	13.38
6.	150.97	131.88	4.8	14.42
7.	135.64	116.25	5.3	13.38
8.	182.57	163.03	5.6	14.2
9.	190.28	171.45	5.81	14.3
10.	145.19	126.30	6	6.72
11.	137.27	118.41	5.5	8.5
12.	111.24	92.90	5.4	7.92
13.	118.47	99.41	5.28	8.78
14.	100.37	81.92	4.26	13.07
15.	141.94	122.16	5.79	8.92
16.	137.43	112.42	4.73	12.02
17.	197.57	178.10	5.91	13.2

จำนวนเผือก	เผือกก่อนหั่น หนัก (g)	เผือกหลังหั่น หนัก (g)	กว้าง (cm.)	ยาว (cm.)
18.	171.16	153.22	5.73	8.98
19.	167.57	149.99	5.2	11.1
20.	99.45	78.43	4.18	9.62
21.	134.64	112.29	5.22	12.38
22.	157.68	139.11	5.81	11.74
23.	132.57	112.92	5.36	8.17
24.	193.86	173.68	6.23	10.68
25.	153.12	138.03	5.9	8.88
26.	135.13	106.05	5.02	10.44
27.	80.58	63.13	4.13	8.88
28.	111.50	91.23	4.9	8.71
29.	100.53	81.57	5.2	7.13
30.	93.06	74.03	4.66	6.46
31.	90.01	70.56	4.58	7.15
32.	91.09	73.73	4.88	7.5
33.	79.69	59.91	3.9	10.42
34.	101.89	82.15	4.92	7.18
35.	102.53	83.25	4.1	13.24
36.	177.47	157.46	5.08	11.89

จำนวนเมือก	เมือกก่อนทั่น หนัก (g)	เมือกหลังทั่น หนัก (g)	กว้าง (cm.)	ยาว (cm.)
37.	163.39	143.85	6.01	11.98
38.	109.29	89.02	5.51	6.52
39.	73.32	52.95	4.18	7.85
40.	90.65	71.97	4.11	8.9
41.	70.36	51.74	4.08	6.98
42.	71.07	51.65	4.32	6.81
43.	67.49	48.21	4.08	7.46
รวม	5519.26	4688.1	219.02	424.16
Max	201.59	184.94	6.23	14.42
Min	67.49	48.21	3.9	6.46
SD	128.3549	109.0256	5.093488	9.864186

สุ่มวัดความหนา 50 ชิ้นตัวอย่าง (mm.)				
2.1	1.8	1.9	2	2.1
2.1	2.1	1.8	2	2.1
1.6	2	1.9	1.9	2.2
1.5	1.6	2.3	1.9	1.9
2	2	2.1	1.9	1.8
1.9	1.8	1.8	2.1	2

สุ่มวัดความหนา 50 ชิ้นตัวอย่าง (mm.)				
1.9	1.7	2.2	2.1	1.9
1.8	2.2	1.7	2	2
2.4	1.9	2.3	2.2	2.1
2.3	1.9	2.1	1.9	1.9
19.6	19	20.1	20	20

ตาราง ค.3 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 3

จำนวนเผือก	เผือกก่อนหั่น หนัก (g)	เผือกหลังหั่น หนัก (g)	กว้าง (cm.)	ยาว (cm.)
1.	165.48	146.58	6.15	11.57
2.	115.65	99.86	5.2	8.02
3.	105.74	86.47	4.7	10.6
4.	225.70	207.44	6.5	12.8
5.	186.67	169.75	5.91	11.2
6.	177.49	158.85	5.6	10.57
7.	168.12	149.95	4.9	9.41
8.	194.34	175.94	5.97	9.16
9.	98.49	79.99	4.12	10.48

จำนวนเผือก	เผือกก่อนหั่น หนัก (g)	เผือกหลังหั่น หนัก (g)	กว้าง (cm.)	ยาว (cm.)
10.	112.46	96.44	5.11	8.38
11.	126.68	107.88	5.6	8.46
12.	252.59	233.58	6.97	9.48
13.	185.47	168.58	5.89	9.20
14.	162.64	142.09	5.19	11.47
15.	147.60	128.55	5.18	10.48
16.	152.05	133.89	5.23	11.58
17.	200.96	185.22	5.53	12.69
18.	140.68	121.16	5.3	9.28
19.	132.65	114.23	5.1	9.40
20.	170.47	150.64	5.32	9.18
21.	214.23	195.84	5.67	9.95
22.	183.65	164.77	5.45	8.95
23.	167.45	149.48	5.23	10.42
24.	158.78	139.78	5.15	8.58
25.	115.53	96.47	5.27	9.96
26.	164.14	147.36	5.49	10.59
27.	143.29	125.23	5.16	11.48
28.	176.94	157.54	5.59	11.58

จำนวนเผือก	เผือกก่อนทั่น หนัก (g)	เผือกหลังทั่น หนัก (g)	กว้าง (cm.)	ยาว (cm.)
29.	148.86	129.63	5.14	10.54
30.	186.47	168.43	5.3	10.34
31.	169.96	149.46	5.67	9.5
32.	100.07	87.54	4.7	9.6
รวม	5151.3	4568.62	173.29	324.9
Max	252.59	233.58	6.97	12.8
Min	98.49	79.99	4.12	8.02
SD	160.9781	142.7694	5.415313	10.15313

สุ่มวัดความหนา 50 ชิ้นตัวอย่าง (mm.)				
2	1.9	1.9	2.1	2.1
2.1	2.1	1.9	2	2.1
2.1	2.1	2.1	2	2
2.2	2	2.2	2.2	2
2.1	1.9	2.1	2.1	2.1
2.1	2.1	2	2.3	2.1
1.9	2.1	2	1.9	1.8
2	2.2	2.1	1.7	1.9

สุ่มวัดความหนา 50 ชิ้นตัวอย่าง (mm.)				
2	2.1	1.7	1.7	2.1
1.9	1.9	1.8	1.8	1.8
20.4	20.4	19.8	19.8	20

ตาราง ค.4 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 4

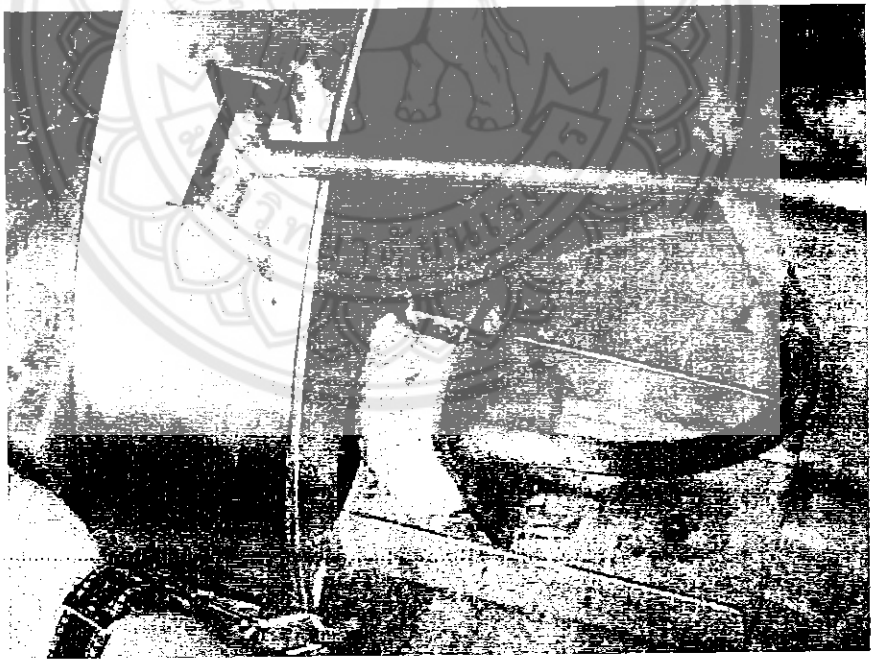
จำนวนเผือก	เผือกก่อนหั่น หนัก (g)	เผือกหลังหั่น หนัก (g)	กว้าง (cm.)	ยาว (cm.)
1.	214.58	195.47	5.98	10.85
2.	196.49	179.32	5.21	9.96
3.	110.36	90.23	4.97	8.72
4.	98.84	76.98	4.2	8.45
5.	223.16	204.88	6.53	11.94
6.	215.94	196.36	5.98	10.47
7.	163.72	146.59	5.11	9.47
8.	154.74	137.06	5.02	9.26
9.	110.55	90.45	4.9	8.74
10.	216.93	197.54	6.02	10.48
11.	204.05	185.37	5.59	9.84
12.	245.83	226.87	6.6	12.04

จำนวนเมือก	เมือกก่อนทิ้น หนัก (g)	เมือกหลังทิ้น หนัก (g)	กว้าง (cm.)	ยาว (cm.)
13.	216.04	198.54	6.22	11.93
14.	145.62	124.34	5.01	9.16
15.	187.73	168.55	5.34	9.39
16.	215.87	196.37	5.93	10.58
17.	216.09	197.74	5.95	10.49
18.	167.96	148.65	5.12	9.43
19.	110.59	90.56	4.95	8.51
20.	178.95	158.67	5.74	9.59
21.	201.86	189.43	5.86	9.83
22.	151.75	132.69	5.04	8.02
23.	189.54	173.56	5.09	9.19
24.	209.40	186.35	6.1	9.43
25.	168.02	143.73	4.87	8.48
26.	216.49	195.72	5.64	8.91
27.	119.43	96.46	4.96	8.83
28.	104.52	84.53	4.43	8.25
รวม	4955.05	4413.21	152.36	270.24
Max	245.83	226.87	6.6	12.04
Min	98.84	76.98	4.2	8.02

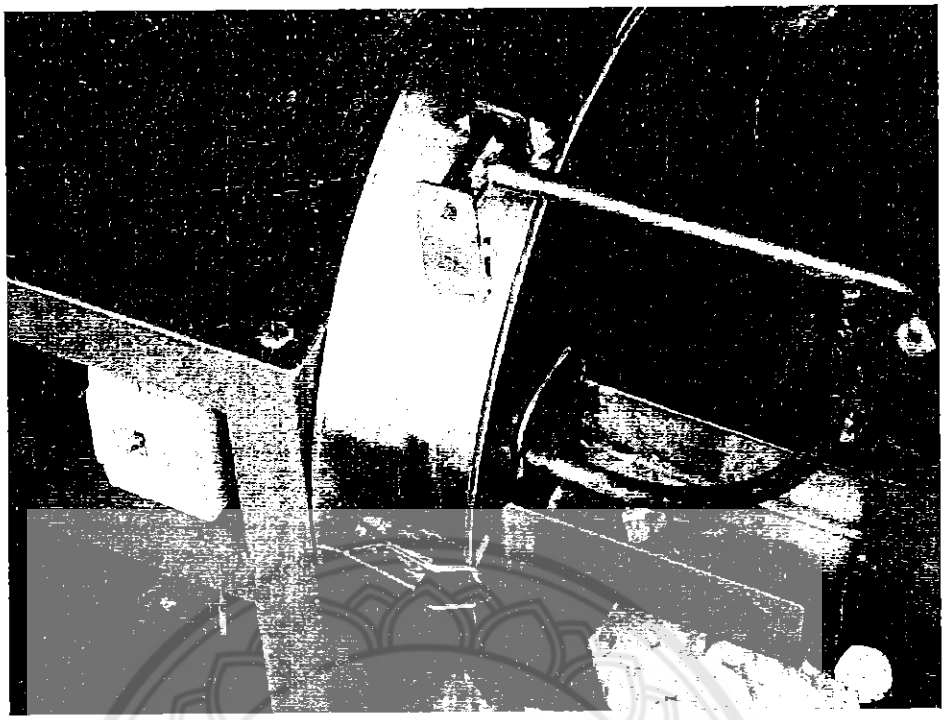
จำนวนเมือก	เมือกก่อนหั่น หนัก (g)	เมือกหลังหั่น หนัก (g)	กว้าง (cm.)	ยาว (cm.)
SD	176.9661	157.6075	5.441429	9.651429

สุ่มวัดความหนา 50 ชิ้นตัวอย่าง (mm.)				
1.9	2	1.8	2	1.9
1.7	2	1.9	2.2	2
1.9	2.1	2.2	2.3	1.8
2.2	1.9	2	2	2.1
2.1	1.7	2	1.7	2.1
2.1	2.3	1.6	1.9	2
1.8	1.6	2.1	1.9	1.9
2.1	2.1	2.2	1.8	2
2.1	2.1	1.9	2	1.9
2	2	2	2.1	2.1
19.9	19.8	19.7	19.9	19.8

รูปที่ ค.1 เครื่องหั่นเผือก



รูปที่ ค.2 ขณะลำเลียงเผือกเข้าสู่ใบมีด



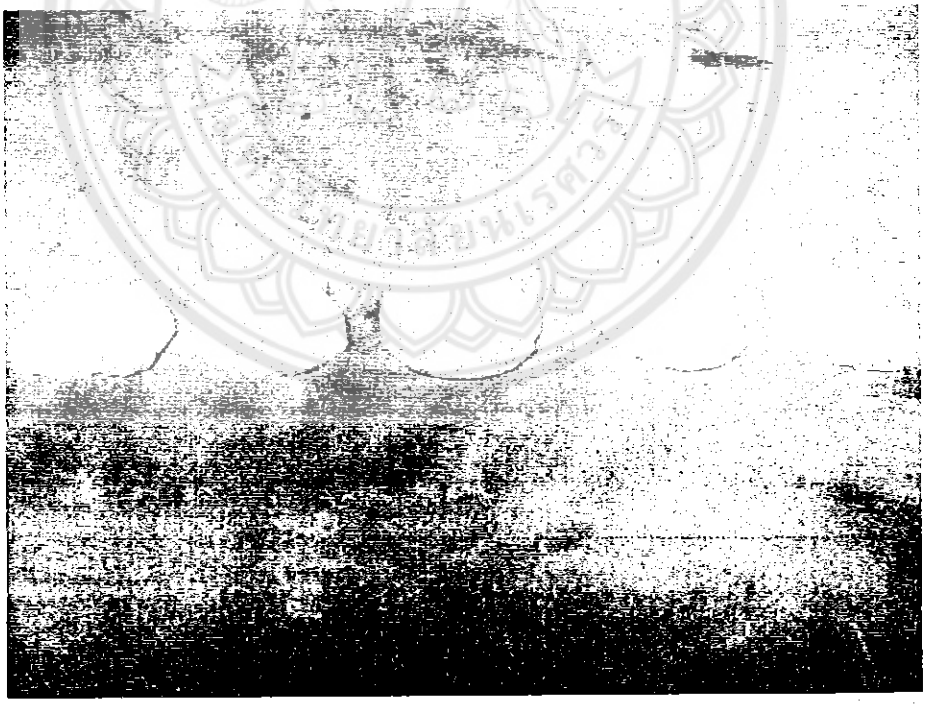
รูปที่ ค.3 ขณะหั่นเผือก

รูปที่ ค.4 ขณะหั่นเผือกอีกมุม

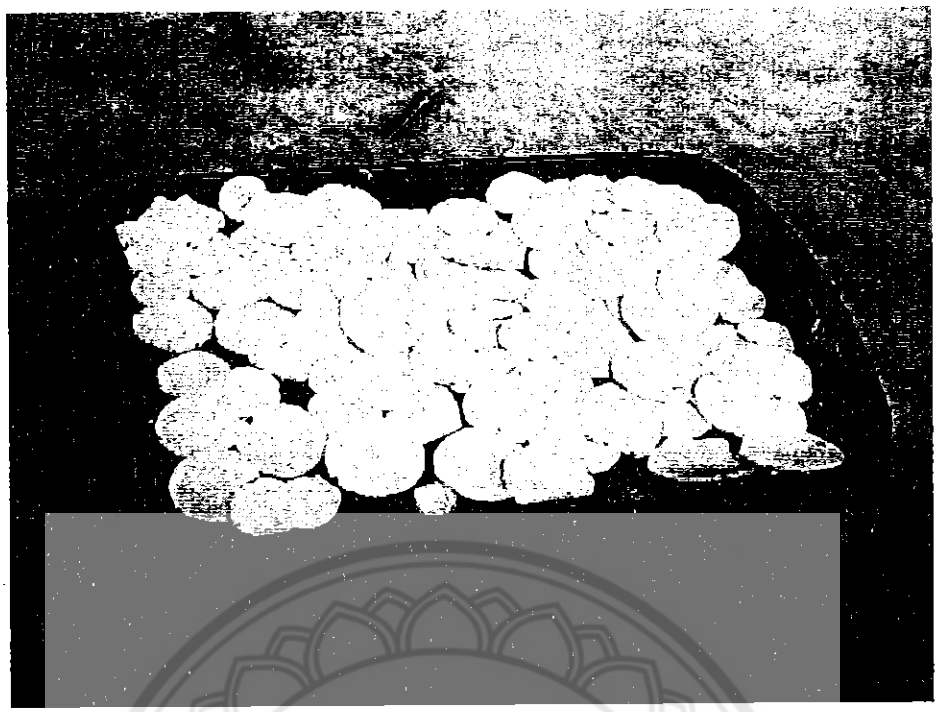
รูปที่ ค.5 ทดสอบหั่นเผือก

รูปที่ ค.6 ขณะทดสอบประสิทธิภาพของเครื่อง

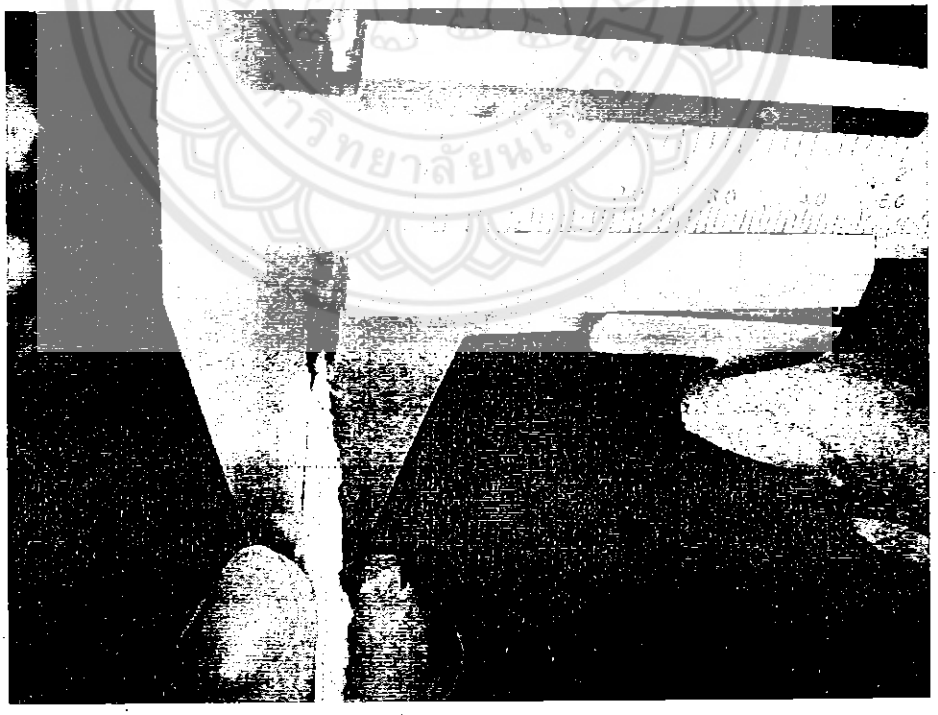
รูปที่ ค.7 ขณะทดสอบครั้งสุดท้าย



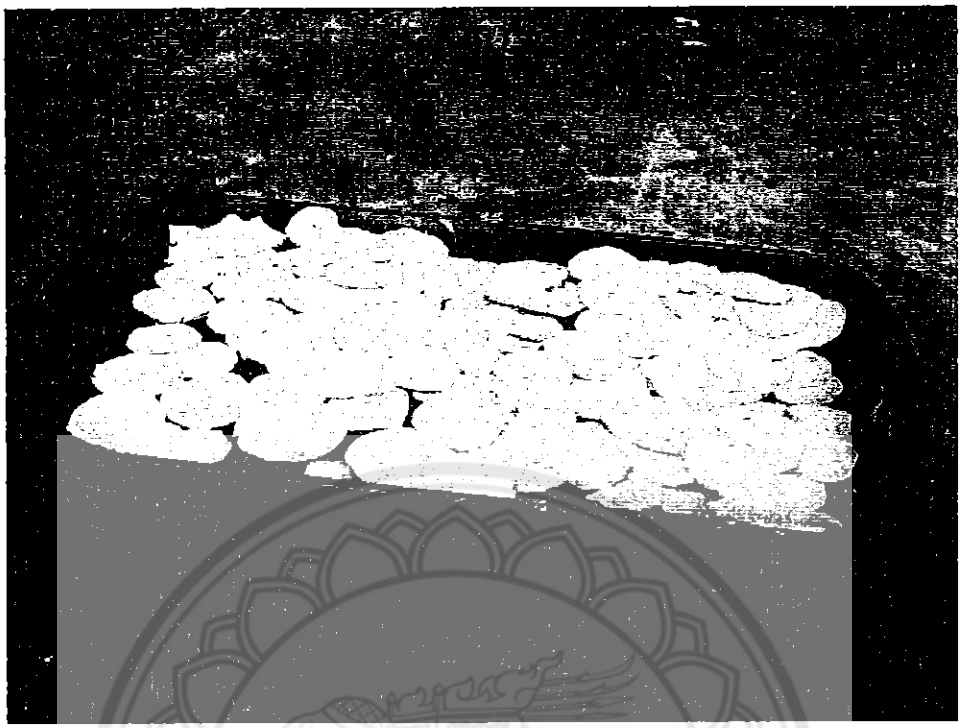
รูปที่ ค.8 ชิ้นงานที่ได้



รูปที่ ค.9 ชิ้นเผือกที่ได้จากการทดสอบ



รูปที่ ค.10 ใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์วัดความหนาของชิ้นเผือก



รูปที่ ค.11 ชิ้นเผือกที่ได้จากการหั่นครั้งสุดท้าย

รูปที่ ค.12 สุ่มใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์วัดความหนาของชิ้นเผือก

ภาคผนวก ง

ภาพแบบร่างเครื่องหั่นเผือกต้นแบบ

รูปที่ ง.1 แบบร่างโครงสร้างเครื่องหั่น

รูปที่ ง.2 แบบร่างช่องใส่เผือก

รูปที่ ง.3 แบบร่างเพลาต้นแบบ

รูปที่ ง.4 แบบร่างวงล้อสายพาน

รูปที่ ง.5 แบบร่างชุดใบมีด

ประวัติผู้ทำโครงงาน

1.นายเสริมศักดิ์ แสนมีสุข

เกิดวันที่ 3 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2529

สถานที่เกิด 50 หมู่ 1 ต. บ้านโคน อ. พิชัย จ. อุตรดิตถ์ 53120

ประวัติการศึกษา	ชั้นประถมศึกษา	โรงเรียนชุมชนบ้านโคน
	ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพิชัย
	ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนพิชัย

2.นายโสภาค เอกอนันตไชย

เกิดวันที่ 28 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2529

สถานที่เกิด 44/1 หมู่ 1 ต. วัดพริก อ. เมือง จ. พิษณุโลก 65230

ประวัติการศึกษา	ชั้นประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลโรจนวิทย์
	ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม
	ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม