



การศึกษา 2539

เครื่องทำขิงฝอยกึ่งอัตโนมัติ

SEMI AUTOMATIC GINGER SHREDDING MACHINE

โดย

นาย อุษัย ปัญญาสร้างสรรค์

นางสาว ธัญญรัตน์ ศิริกาญจนพงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

1. อาจารย์ สรรวริศ อุษวัฒนา

2. อาจารย์ มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์

วัน เดือน ปี..... 20 ก.ย. 2541
เลขทะเบียน..... 038064
เลขเรียกหนังสือ..... T.39084.๑ ๙81๑

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2539


ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องทำขึงฝอยกึ่งอัตโนมัติ

ผู้จัดทำ

1. นาย อุชัย ปัญญาสร้างสรรค์
2. นางสาว ธัญญรัตน์ ศิริกาญจนพงศ์


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ สรรวรรค์ อุ้ววัฒนา)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์)



เครื่องทำขึงฝอยกึ่งอัตโนมัติ

นาย อุษัย ปัญญาสร้างสรรค์

นางสาว ชัญญรัตน์ ศิริกาญจนพงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์

อาจารย์ สรรวริศ อู่วัฒนา

ปีการศึกษา 2539

บทคัดย่อ

เครื่องทำขึงฝอยกึ่งอัตโนมัติ สร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ใช้แทนแรงงานคน และประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย โดยมีส่วนประกอบของเครื่อง ดังนี้ คือ 1.) ใบมีดหมุนมีลักษณะเป็นทรงกระบอกหมุนได้ มีแฉกใบมีดและแผ่นใบมีดติดอยู่สองชุด ซึ่งส่วนของใบมีดนี้จะเป็นตัวหั่นขึงให้ออกมาเป็นเส้น 2.) มอเตอร์ ขนาด 1/4 แรงม้า ทำหน้าที่เป็นตัวขับเคลื่อนให้ใบมีดหมุนอีกต่อหนึ่ง 3.) แกนเพลลาหมุน ขนาด 1 นิ้ว 4.) แบริ่ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว 5.) สายพาน และ 6.) มู่เล่ ขนาด 2 นิ้ว / 14 มิลลิเมตร 1 ตัว และ 8 นิ้ว / 1 นิ้ว 1 ตัว หลักการทำงานของเครื่องคือ เมื่อป้อนขึงเข้าไปในเครื่องแล้วขึงจะผ่านใบมีด 2 ชุดคือแฉกใบมีดสำหรับทำการเดือนขึงให้เป็นแนวยาว แล้วจึงไปผ่านใบมีดปาดอีกทีหนึ่ง ก็จะได้ขึงเป็นเส้นตกลงมาทางด้านหน้าของตัวเครื่อง โดยที่เพลามีอัตราเร็วเท่ากับ 362.5 รอบ / นาที จากการทดสอบเครื่องพบว่า เมื่อใช้ขึงอ่อนสามารถหั่นขึงออกมาเป็นเส้นฝอยได้ แต่เมื่อใช้ขึงแก่ เครื่องไม่สามารถหั่นขึงให้เป็นเส้นได้ เนื่องจากใบมีดมีความคมไม่เพียงพอ นอกจากนั้นผลผลิตที่ได้เส้นฝอยนั้นยังอยู่ในอัตราที่ค่อนข้างต่ำ

SEMI AUTOMATIC GINGER SHREDDING MACHINE

UCHAI PANYASANGSAN

TANYARAT SIRIKANJANAPONG

SANWARIT AUIWATTANA ADVISOR

MARADEE PHONGPIPATPONG ADVISOR

Abstract

The Semi Automatic Gingers Shredding Machine was developed to use instead of human work , save cost and times. The components of this machine are 1) rotating knife which consists of 3 parts : a rotating cylinder , stripping knives and slicing knives which use to cut gingers in rodding shape 2) motor 1/4 HP which use to drive a shaft and a rotating knife 3) shaft with 1 inch diameter 4) bearing with 1 inch diameter 5) belt type B and 6) 2 inches/14 mm. and 8 inches/1 inch pulley. Firstly , ginger was fed into the hopper at the top of the machine, grooved by the stripping knives and sliced by the slicing knives. The product were shredded out and became in the rodding shape. The shredded ginger were collect in the inner of the rotating cylinder and moved out at the front of machine. From experiment , it was found that the ease of working depended on the knife shapeness and the maturity of ginger. The capacity of the output yield was relatively low.

สารบัญ

สารบัญ	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	2
ข้อมูลของชิง	2
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	3
แรงกระทำต่อชิง	3
ประโยชน์ใช้สอยของชิง	3
ตัวอย่างอุปกรณ์และกรรมวิธีในการลดขนาด	5
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	7
การคำนวณหาขนาดของเครื่อง	7
ขั้นตอนการสร้างเครื่อง	22
บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดสอบ	27
การทดสอบ	27
ผลการทดสอบ	28
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป	31
ภาคผนวก	33
กิตติกรรมประกาศ	34
เอกสารอ้างอิง	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบัน ปริมาณความต้องการบึงอ่อนสดหั่นฝอยที่วางขายตามท้องตลาดมีปริมาณมากขึ้น แต่กรรมวิธีการหั่นนั้นยังคงใช้แรงงานคนอยู่ ซึ่งการใช้แรงงานคนในการหั่นบึงฝอยนี้ ต้องใช้เวลาและแรงงานสูง จึงไม่เหมาะสมกับสภาวะการผลิที่เร่งรีบในยุคสมัยปัจจุบัน

จึงได้เกิดมีแนวความคิดที่จะประดิษฐ์เครื่องมือที่จะใช้เพื่อตอบสนองความต้องการที่เป็นอยู่ในสภาวะการผลิปัจจุบันและเพื่อสามารถรองรับความต้องการบึงสดหั่นฝอยที่มีปริมาณมากขึ้นเรื่อยๆในปัจจุบัน เครื่องมือที่ว่านี้คือ เครื่องทำบึงฝอยกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งจะสามารถใช้แทนแรงงานคนได้อีกทั้งยังได้เส้นบึงที่มีลักษณะที่สม่ำเสมอและต่อเนื่องสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที

วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาแนวทางการออกแบบและสร้างเครื่องทำบึงฝอยกึ่งอัตโนมัติ

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

ข้อมูลของขิง (3)

ชื่อท้องถิ่น : ขิงแดง ขลิงแกง(จันทบุรี) ขิงบ้าน ขิงแครง ขิงป่า ขิงเขา ขิงดอกเดียว(ภาคกลาง) ขิงเผือก(เชียงใหม่) สะเอ(กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน)

ชื่อสามัญ : GINGER , ZINGIBER

ชื่อวิทยาศาสตร์ : ZINGIBER OFFICINALE ROSE

วงศ์ : ZINGIBERACEAE

ส่วนที่ใช้ : เหง้า (RHIZOME) แก่และอ่อน ทั้งสดและแห้ง ราก

สารที่พบ : น้ำมันหอมระเหย มีประมาณ 0.5-4.4 % ประกอบด้วย TERPENE , ZINGIBERINE , CINEOL

คุณค่าทางอาหารของขิง

ตารางที่ 1 คุณค่าทางอาหารของขิง

คุณค่าทางอาหาร	คุณค่าทางอาหาร
น้ำ (ซี.ซี.)	82
กาก (เปอร์เซ็นต์)	2.1
โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	2.5
ไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	0.8
คาร์โบไฮเดรต (เปอร์เซ็นต์)	11.0
แคลเซียม (เปอร์เซ็นต์)	20.0
ไทอามีน (เปอร์เซ็นต์)	0.02
เหล็ก (เปอร์เซ็นต์)	2.5
ไรโบฟลาวิน (เปอร์เซ็นต์)	0.04
กรดแอสคอร์บิก (เปอร์เซ็นต์)	4.0
อินทอร์ตินามิต (เปอร์เซ็นต์)	0.8
วิตามินเอ (potency negligible)	-

ที่มา : คำนึ่ง คำอุคม “ การปลูกขิง ” สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม. กรุงเทพฯ. หน้า52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ขิง เป็นพืชไร่และยังจัดเป็นพืชผักประเภทหนึ่งชนิดล้มลุก

ลำต้น : มีลำต้นใต้ดินเรียกว่า เหง้าหรือแง่ง (RHIZOME) เจริญขึ้นเป็นกอ ลำต้นแท้มีลักษณะเป็นข้อๆ แข็ง มีสีเขียวหรือสีเหลืองอ่อน มีเยื่อและเกร็ดเล็กๆ ห่อหุ้ม จะแตกขนานไปกับพื้นดิน ลักษณะการแตกแขนงเป็นแบบนี้มีมือ คือ แง่งอันแรกจะเจริญและแตกแง่งย่อยๆ ต่อกันไป เหง้าหรือลำต้นใต้ดินนี้สามารถดำรงชีวิตข้ามฤดูหรือหลายฤดู ซึ่งต่างจากลำต้นเหนือดินที่มีอายุได้เพียงฤดูเดียวหรือประมาณ 8-12 เดือน ลำต้นส่วนเหนือดินเป็นลำต้นเทียม (CLUMP) ส่วนนี้ประกอบด้วยกาบใบซ้อนทับกันหลายๆชั้น เจริญจากตาที่ปรากฏอยู่บนแง่งขิง ลำต้นมีความสูงประมาณ 50-100 เซนติเมตร

พันธุ์ขิงที่นิยมปลูกในประเทศไทย แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ขิงใหญ่หรือขิงหยวกหรือขิงขาว ลักษณะแง่งใหญ่ ข้อห่าง เนื้อละเอียด มีเส้นน้อยมาก รสไม่เผ็ดจัด เมื่อบดเปลือกออกเนื้อในไม่มีสีหรือมีสีเหลืองเรื่อๆ ตาที่ปรากฏบนแง่งมีลักษณะกลมมน เหมาะสำหรับรับประทานเป็นขิงอ่อนหรือขิงคอง ขิงชนิดนี้มีจำหน่ายมากมายในท้องตลาด
2. ขิงเล็กหรือขิงเผ็ด บางแห่งเรียกขิงดำ ลักษณะเป็นแง่งเล็ก สั้น ข้อถี่ เนื้อมีเส้นมาก และรสค่อนข้างเผ็ด เมื่อบดเปลือกออกแล้วเนื้อมีสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเขียว ตาบนแง่งมีลักษณะแหลม นิยมใช้ทำยาสมุนไพรและทำขิงแห้งเพราะให้น้ำหนักดีกว่าขิงหยวก แต่ไม่นิยมปลูกขายในลักษณะของขิงอ่อน

ขิงในประเทศไทย ที่นิยมใช้กันมากคือ “ ขิงหยวก ” หรือ ขิงอ่อนนั่นเอง ซึ่งมีอายุการปลูกโดยเฉลี่ยประมาณ 90-100 วัน

หมายเหตุ ขิงที่ใช้สำหรับเครื่องทำขิงฝอยกึ่งอัตโนมัติ เป็นขิงประเภทที่ 1 คือขิงอ่อนนั่นเอง

แรงกระทำต่อขิง

การเฉือนขิงแก่ให้ขาดได้จะต้องใช้แรงเท่ากับ 13.12 N. สำหรับที่ผิว และต้องใช้แรง 36.75 N. สำหรับที่แกนกลาง

ประโยชน์ใช้สอยของขิง

1. ใช้ทำเครื่องคั้น เช่น น้ำขิง ขิงผงสำเร็จรูป
2. เป็นสมุนไพร ใช้เป็นยารักษาโรคได้ (สำหรับขิงแก่ ที่มีระยะเวลาปลูกนานกว่า 4 เดือน)

3. ใช้เป็นเครื่องปรุงแต่งรสชาติอาหาร และรับประทานสด เช่น บิงหั่นฝอยใช้โรยหน้าโจ๊ก (สำหรับบิงอ่อน) หรือบิงหั่นฝอยใช้โรยปลาแห้ง (สำหรับบิงแก่) หรือบิงหั่นฝอยใช้ทำผัดบิง และบิงที่ผ่านเป็นแผ่นบางสำหรับเป็นเครื่องเคียง

4. ใช้ทำบิงคอง (สำหรับบิงอ่อน)

สำหรับในประเทศไทย 90 % ของบิงที่ได้จากภาคเกษตรกรรมจะถูกส่งออกไปขายยังประเทศญี่ปุ่นในรูปของบิงคอง ส่วนอีก 10 % จะทำการแปรรูปในประเทศไทย

ปริมาณบิงสดที่ผลิตได้ต่อปีของประเทศไทย

ปี 35/36 มีปริมาณ 110000 ตัน

ปี 36/37 มีปริมาณ 150000 ตัน

ปี 37/38 มีปริมาณ 190000 ตัน

การกระจายของพื้นที่การปลูกบิง

การปลูกบิง ส่วนมากจะปลูกที่ 6 จังหวัดทางภาคเหนือ ซึ่งได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง พะเยา แม่ฮ่องสอน ภาคใต้จะปลูกมากที่สุดที่ชุมพร ภาคกลางที่นครปฐม ภาคอีสานที่ศรีสะเกษ

ขนาดของเส้นบิงโดยเฉลี่ยที่มีขายตามท้องตลาด

จากการวัดขนาดของเส้นบิงที่มีขายตามท้องตลาดสามารถหาค่าเฉลี่ยของด้านต่างๆ ได้

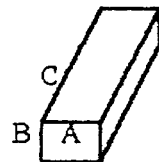
ดังนี้คือ $A = 2.36 \text{ mm}$. $B = 2.6 \text{ mm}$. และ $C = 36.72 \text{ mm}$.

หมายเหตุ

A = ด้านยาวที่ตรงหน้าตัด หน่วย มิลลิเมตร

B = ด้านสั้นที่ตรงหน้าตัด หน่วย มิลลิเมตร

C = ด้านที่ยาวที่สุด หน่วย มิลลิเมตร



ตัวอย่างอุปกรณ์และกรรมวิธีในการลดขนาด (5)

SHREDDING

ในการหั่น/บดวัสดุ (อาหาร) จะถูกทำให้มีขนาดเล็กลงโดยอุปกรณ์ที่มีความคม เพื่อประโยชน์ในการเพิ่มพื้นที่ผิวตัวเอง ซึ่งขนาดเฉลี่ยของแต่ละชิ้นขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องมือ และเวลาที่ใช้ในการหั่น การทำ SHREDDING นี้จะทำก่อนการอบแห้ง

SLICING (การแล่หรือฉีกให้เป็นแว่นหรือแผ่นบางๆ)

ผลไม้แผ่น มีความต้องการในการนำไปประกอบอาหารเป็นอาหารหวาน ซึ่งสามารถดึงดูดให้น่ารับประทานอีกทั้งยังมีขนาดที่สะดวกในการรับประทาน โดยทั่วไป ในการทำ SLICING จะใช้ใบมีดหมุน โดยใบมีดจะถูกตั้งไว้ตัดวัสดุที่เตรียมไว้บนสายพาน เพื่อให้เป็นแผ่นขนานที่มีความหนาตามต้องการ

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างที่ยาว เช่น แครอท จะต้องทำให้เป็นแผ่น (SLICE) ตามแนวขวาง ดังรูปที่ 1 ผลิตภัณฑ์จะถูกป้อนเข้าเครื่องทางด้านซ้ายสำหรับป้อน แล้ววัสดุจะตกลงมายังสายพานที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปตัววี แล้วถูกเคลื่อนเข้าสู่ส่วนของ SLICING WHEEL ใบมีดก็จะทำการตัดวัสดุนั้นด้วยอัตราเร็ว 29 เมตร / วินาที ก็จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาโดยเฉลี่ย 0-8 มิลลิเมตร และอาจหนาได้มากที่สุดถึง 54 มิลลิเมตร

ส่วนเนื้อสัตว์และผักที่เป็นเส้นใย ควรใช้ใบมีดหมุนในการตัดโดยใช้หลักการเดียวกันกับ CENTRIFUGAL SLICING ดังรูปที่ 2

ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ต้องผ่านให้เป็นแผ่นบางมากๆ เช่น มันฝรั่ง ซึ่งบางมากถึง 0-1 มิลลิเมตร ก็ควรใช้เครื่องมือที่มีใบมีดหมุนอยู่กับที่ 8 ใบรอบเส้นผ่านศูนย์กลาง ดังรูปที่ 3

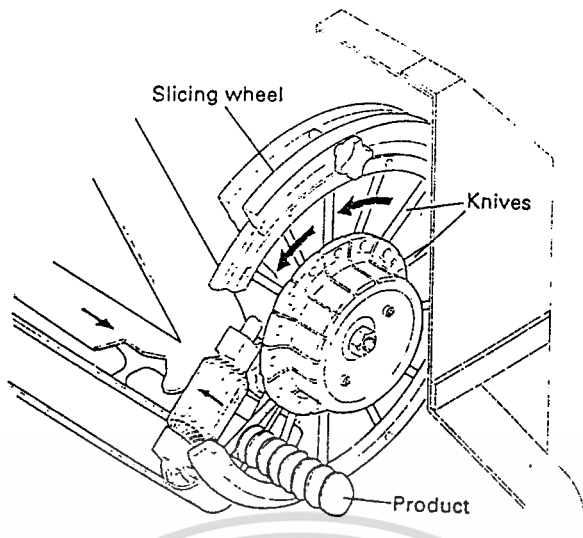
DICING (สี่เหลี่ยมลูกเต๋า)

เครื่องมือที่ทำให้วัสดุออกมาเป็นรูปลูกเต๋า โดยทั่วไปจะประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1. การทำให้เป็นแผ่นบาง (SLICE)
2. การทำให้เป็นเส้นยาว (STRIP)
3. การทำให้เป็นรูปลูกเต๋า (DICING)

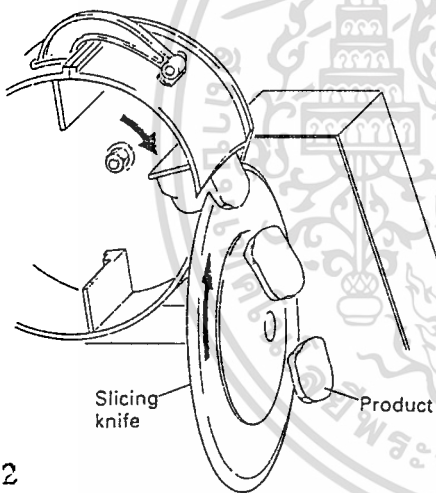
รูปที่ 4 เป็นเครื่องมือที่สามารถทำ DICING โดยทำให้วัสดุมีลักษณะที่ผิว 2 ด้านเรียบ และผิว 4 ด้านหยักเป็นรูปคลื่นได้ โดยเครื่องนี้จะเหมาะที่จะใช้กับผลไม้ที่นิ่มและสุกหรือผักที่มีหัวอยู่ใต้ดินซึ่งมีลักษณะที่เปราะ

รูปที่ 5 เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการทำ DICING ซึ่งแบบนี้จะเหมาะสำหรับการทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้นมีขนาดเล็กได้ถึง 1-6 มิลลิเมตร เช่นใช้ในการลดขนาดผลไม้แห้งหรือวัสดุอื่นๆที่มีความหนาที่เหมาะสม



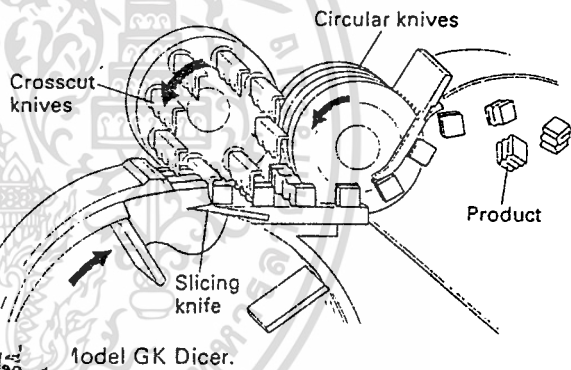
รูปที่ 1

รูปลักษณะ ในมีดต่างๆที่ใช้ในการหั่น



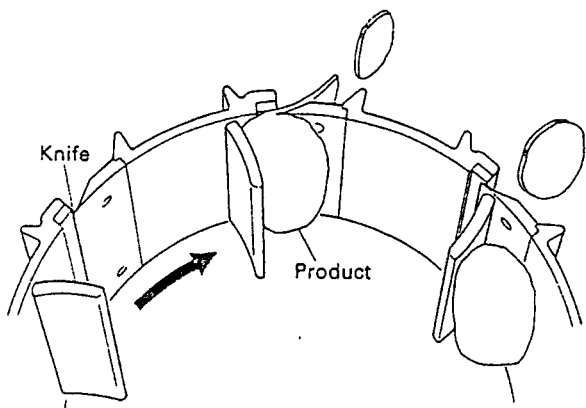
รูปที่ 2

Model S-A Slicer.



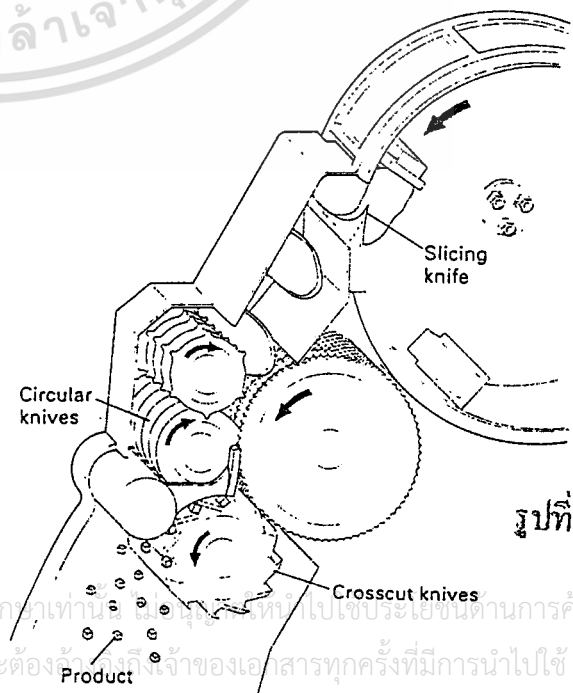
รูปที่ 4

Model GK Dicer.



รูปที่ 3

Model CC Slicer.



รูปที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง

การคำนวณหาขนาดของเครื่อง

ใช้มอเตอร์ 1/4 HP. = $764 * 1/4 = 186.5$ w.

$$f = 1450 \text{ rpm.} = 24.17 \text{ r/s}$$

ความเร็วรอบของเฟลา : $R_1/R_2 = f_2/f_1$

แทนค่า จะได้ $1/4 = f_2/24.17$

$$f_2 = 24.17 * 1/4 = 6.04 \text{ r/s}$$

ใช้ใบมีดจำนวน 2 ใบ จากการออกแบบ เมื่อขึงผ่าน 1 ใบมีด จะได้เส้นขึงออกมา 22 เส้น เพราะฉะนั้น เมื่อผ่าน 2 ใบมีดจะได้ขึงเส้น = 44 เส้น ต่อ การหมุน 1 รอบ

เพราะฉะนั้นจะได้ขึงฝอย = $44 * 6.04$

$$= 265.76 \text{ เส้น / วินาที หรือ ประมาณ 266 เส้น / วินาที}$$

$$= 95760 \text{ เส้น / ชั่วโมง}$$

ข้อมูลจากร้านทำขึงฝอย จะได้ขึงจำนวน 7285 เส้น ต่อ 1 กิโลกรัม

ขึง 7285 เส้น = 1 กิโลกรัม

เพราะฉะนั้น จะได้ = $95760 / 7285$

$$= 13.14 \text{ กิโลกรัม / ชั่วโมง / เครื่อง}$$

เนื่องจากขึงไม่ได้ผ่านใบมีดทุกใบ เพราะฉะนั้น จะได้เครื่องที่สามารถหั่นขึงได้จริงๆ เท่ากับ $13.14 * 0.8 = 10.56$ กิโลกรัม / ชั่วโมง / เครื่อง (ค่า 0.8 เป็น factor ที่นำมาคูณ เพื่อเพื่อความผิดพลาด)

ข้อมูลจากร้านทำขึงฝอย ที่ตลาดสี่มุมเมืองได้ว่า

แรงงานคน 1 คนหั่นขึงได้ = 20 กิโลกรัม / ชั่วโมง

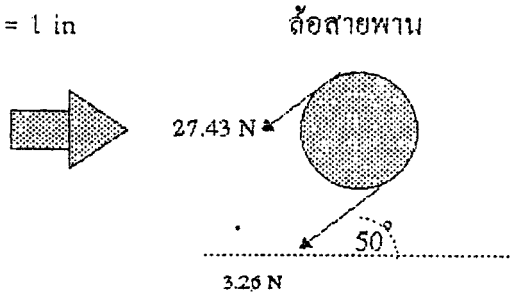
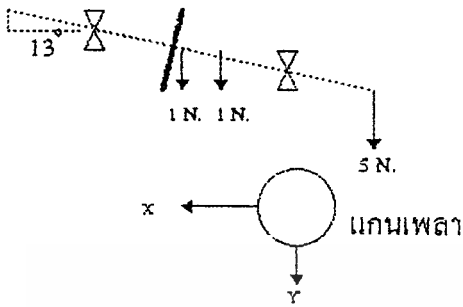
เพราะฉะนั้น เครื่องมีความสามารถ ใช้แทนคนได้ = $13.14 / 20$

$$= 0.66$$

หรือประมาณ 1 คน / เครื่อง

การหาขนาดเพลลา

เราเลือกใช้เพลลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง = 1 in



ใช้เพลลาต้นตาม Code ของ AMSE (สมาคมวิศวกรเครื่องกล แห่ง USA)

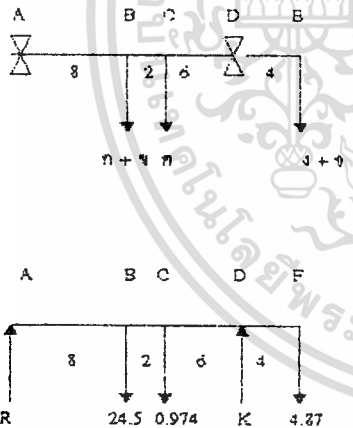
$$\text{จาก } d^3 = \left[\frac{16}{\pi} \left[(C_s T)^2 + (C_m M)^2 \right] \right]^{1/2}$$

เพลลาไม่มีร่องลิ้นใช้ 55 N/mm²

หาโมเมนต์ดัดสูงสุด

จากรูปแยกคิดเป็นสองแนว

1. คิดตามแนวแกน Y



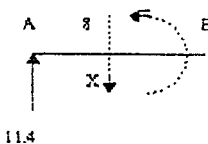
- ก. คือน้ำหนักมูเดิล (sin77 N)
- ข. คือแรงที่เกิดจากสายพานตึงมูเดิล (30.7 sin50 N)
- ค. คือน้ำหนักของเพลลา (sin77 N)
- ง. คือน้ำหนักของใบมีดหมุน (4.5 sin77 N)
- จ. คือแรงที่เกิดจากการกดในคอนบ่อน (0.5 sin77 N)

เทคโมเมนต์ที่จุด A

$$0 = 4.87(4+6+2+8) - K(6+2+8) + 0.974(2+8) + 24.5(8)$$

$$K = 18.946 \text{ N}$$

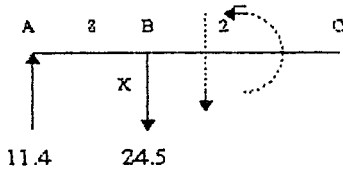
$$\text{เทค } \Sigma Y = 0 \text{ จะได้ } R = 11.4 \text{ N}$$



$$11.4X - M = 0$$

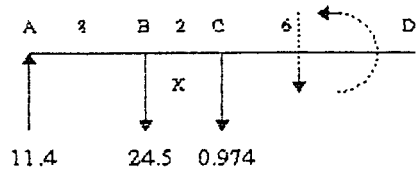
$$M = 11.4X$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



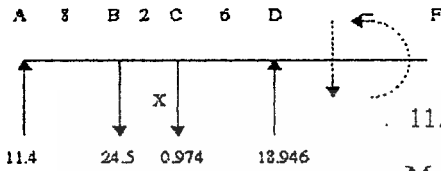
$$11.4X - 24.5(X-8) - M = 0$$

$$M = 196 - 13.1X$$



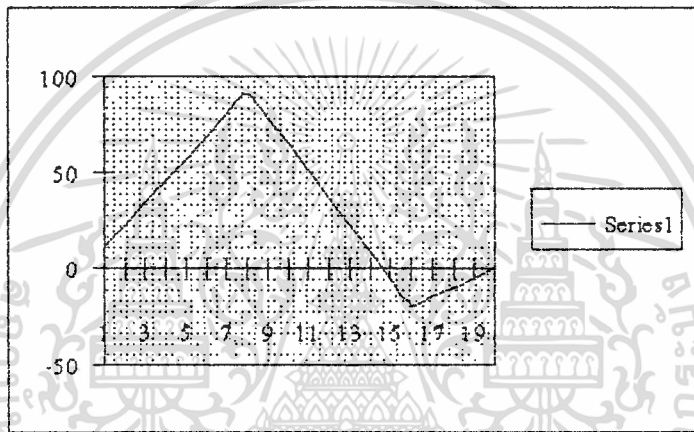
$$11.4X - 24.5(X-8) - 0.974(X-10) - M = 0$$

$$M = 205.74 - 14.074X$$



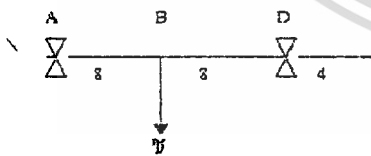
$$11.4X - 24.5(X-8) - 0.974(X-10) + 18.946(X-16) - M = 0$$

$$M = 4.872X - 97.4$$

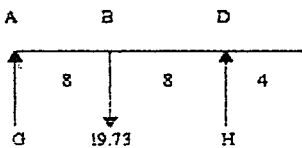


$$M_{max,Y} = 91.2 \text{ N.cm ที่จุด B}$$

2. คัดตามแนวแกน X



ช. คือแรงจากสายพานในแนวแกน X ($30.7\cos 50 \text{ N}$)



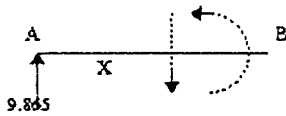
เทคโมเมนต์ที่จุด A

$$19.73 \cdot 8 - H \cdot 16 = 0$$

$$H = 9.865$$

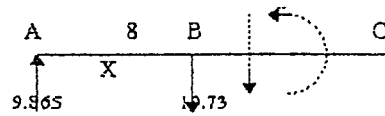
เทค $\sum Y = 0$ จะได้ $G = 9.865$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



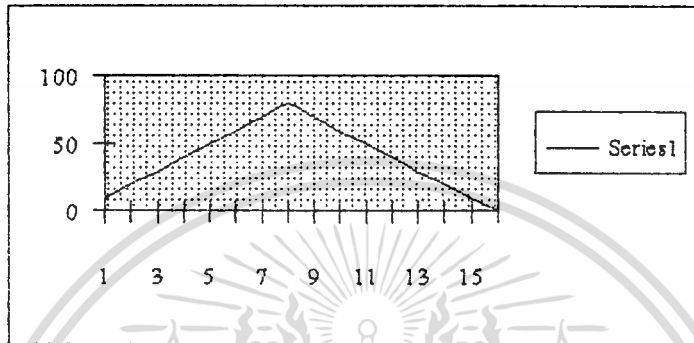
$$9.865 \cdot X - M = 0$$

$$M = 9.865X$$



$$9.865 \cdot X - 19.73 \cdot (X - 8) - M = 0$$

$$M = 157.84 - 9.865X$$



$M_{\max, X} = 78.92 \text{ N}\cdot\text{cm}$ ที่จุด B

จาก M_{\max} ของแกน X กับ แกน Y จะเห็นว่าที่จุด B นั้นให้ค่าสูงสุดเหมือนกัน ดังนั้น M_{\max} ของเพลานี้ที่เกิดขึ้นจริงคือ

$$\begin{aligned} M_{\max} &= [(M_{\max, Y})^2 + (M_{\max, X})^2]^{1/2} \\ &= [(91.2)^2 + (78.92)^2]^{1/2} \\ &= 120.6 \text{ N}\cdot\text{cm} = 1206 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

หาโมเมนต์บิดที่เกิดขึ้นในคาน

ใช้มอเตอร์ ขนาด 1/4 HP 1450 rpm

$$P = 2\pi yT \quad ; \quad P = (1/4 \text{ HP}) \cdot (745.7) = 186.425 \text{ W}$$

$$T_m = 186.425 / [2\pi(1450/60)]$$

$$T_{\text{เพลานี้}} = (R_m / R_{\text{เพลานี้}}) \cdot T_m$$

$$T_{\text{เพลานี้}} = (2/8) \cdot 1.228 = 4.912 \cdot 10^3 \text{ Nmm} \quad ; \quad C_m = 1.5 \quad ; \quad C_f = 1$$

เพราะฉะนั้นจะได้

$$\begin{aligned} d^3 &= [16/\pi(55)] \cdot [(1 \cdot 4912)^2 + (1.5 \cdot 1206)^2]^{1/2} \\ &= 484.71 \end{aligned}$$

$$d = 7.86 \text{ mm}$$

เราใช้เพลานขนาด 1 in. ซึ่งมากกว่า 14.12 mm

เพราะฉะนั้นสามารถใช้เพลานขนาด 1 in. ได้

หมายเหตุ เนื่องจากมีแบริ่งและเพลานขนาด 1 นิ้วอยู่แล้ว จึงใช้เพลานขนาด 1 นิ้วได้เลย

เอกสารนี้เป็นแรงที่ไปมัดหมุ่นใช้ในการหั่นขิงได้สูงสุดเท่ากับ 21.36 N. กรุณาให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9.1 ขนาดระบุของเพลตามาตรฐาน ISO/R775-1969

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

ตารางที่ 9.2 ค่าตัวประกอบความล้า

ชนิดของเพล	C_m	C_t
เพลอยู่นิ่ง :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5 - 2.0	1.5 - 2.0
เพลหมุน		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.5	1.0
แรงกระตุกอย่างเบา	1.5 - 2.0	1.0 - 1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0 - 3.0	1.5 - 3.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าจำกัดความของค่าต่างๆ

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของเพลลา

$\pi = 3.14$

τ = ความเค้นเฉือนใช้งาน

C_m = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการตัด

C_f = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด

T = โมเมนต์บิดที่เกิดขึ้นตรงเพลลา

M = โมเมนต์คดที่เกิดขึ้นในเพลลา

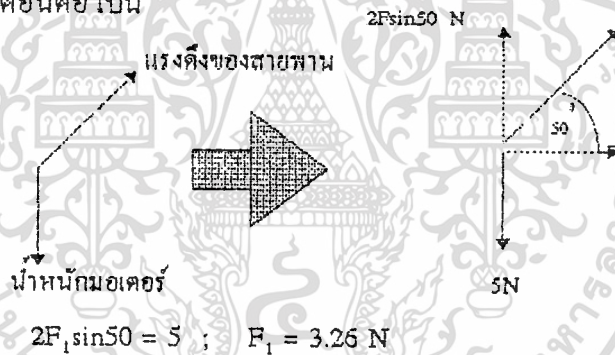
A, B, C, D = ระยะต่างๆบนเพลลา

R, F = แรงที่เกิดขึ้นตรงจุดรองรับแบบรีง

$1N$ = คือน้ำหนักของมูเล่,เพลลา

$5N$ = คือน้ำหนักของใบมีดหมุนรวมกับแรงที่ตกลงบนใบมีดหมุนตอน Feed

3.26 มาจากขั้นตอนต่อไปนี้



27.43 N มาจากขั้นตอนต่อไปนี้

$$T_m = 1.228 = F_2 * R \quad ; \quad F_2 = 1.228 / (2 * 2.54 * 10^{-2}) = 24.17$$

$$\text{ดังนั้นจะได้เป็น } 24.17 + 3.26 = 27.43 \text{ N}$$

การหาอายุใช้งานของแบริ่ง

ใช้บอลแบริ่งชนิด single-row deep groove อนุกรมมิติ 02 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1 in หมุนด้วยความเร็วรอบ 6.04 r/s

$$\text{จาก } P = XVF_r + YF_a$$

แรง R,K,G,H ที่เกิดขึ้นที่จุดรองรับ A,D ในขั้นตอนการหาเพลลา

แรงรวมที่เกิดขึ้นที่จุด A ในแนวตั้งฉากกับเพลลา = F_{ra}

$$\begin{aligned} F_{ra} &= (R^2 + G^2)^{1/2} \\ &= (11.4^2 + 9.865^2)^{1/2} \\ &= 15.1 \text{ N} \end{aligned}$$

แรงรวมที่เกิดขึ้นที่จุด D ในแนวตั้งฉากกับเพลลา = F_{rd}

$$\begin{aligned} F_{rd} &= (K^2 + H^2)^{1/2} \\ &= (18.946^2 + 9.865^2)^{1/2} \\ &= 21.36 \text{ N} \end{aligned}$$

แต่ในขั้นตอนการหาเพลลาไม่ได้หาแรงในแนวแกน

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น แรงในแนวแกน } (F_r) &= (\cos 77 + \cos 77 + 4.5 \cos 77 + 0.5 \cos 77) / 2 \\ &= 0.8 \text{ N} \end{aligned}$$

เนื่องจากต้องใช้ขนาดแบริ่งที่เหมือนกันจึงใช้ F_{rd} เป็นตัวคิด

จากตาราง 7.2 แบริ่งชนิดนี้มี

$$C_0 = 6.94 \text{ KN} ; C = 10.77 \text{ KN} \quad \text{วงในของแบริ่งหมุน } v = 1$$

$$\text{ดังนั้น } iF_r/C_0 = (1 \cdot 0.8) / 6.94 = 1.5 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{และ } F_r / (vF_{rd}) = 0.8 / (1 \cdot 21.36) = 0.037$$

จากตาราง 7.5 จะเห็นได้ว่า ค่า $e = 0.16$ ซึ่งมากกว่า $F_r / (vF_{rd})$

$$\text{จะได้ } X = 1 ; Y = 0$$

$$\text{จากสมการ } P = XvF_{rd} + YF_a$$

$$= 1 \cdot 1 \cdot 21.36$$

$$= 21.36 \text{ N}$$

$$\text{จากสมการ } L_{10} = (C/P)^k ; K = 3 \text{ สำหรับบอลแบริ่ง}$$

$$= 3.33 \text{ สำหรับโรลเลอร์แบริ่ง}$$

$$= (10.77 \cdot 10^3 / 21.36)^3$$

$$= 1.28 \cdot 10^8 \text{ ล้านรอบ}$$

$$= 1.28 \cdot 10^8 \cdot 10^6 / (6.04 \cdot 3600)$$

$$= 5.88 \cdot 10^9 \text{ hr}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเฉพาะเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตีแบบลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โวลต์เครื่อง

ตาราง 7.2 ภูมิภาคฐานและแรงประเมนของโวลต์เครื่อง (C₀, C เป็น kN)

ขนาด mm	ขนาด mm	ประเภท 02		ประเภท 02		ประเภท 02		ประเภท 02		จำนวน B mm	ประเภท 22	
		Self-aligning Ball Bearing	Single-Groove Deep-Groove Ball Bearing	Angular Contact Small Angle Ball Bearing	Angular Contact Steep Angle Ball Bearing	Cylindrical Roller Bearing	Spherical Roller Bearing	Double-Row Non-Filling Notch Ball Bearing				
		C ₀	C	C ₀	C	C ₀	C	C ₀	C		C ₀	C
4	13	-	0.57	1.19	-	-	-	-	-	14.3	3.56	5.52
5	16	-	0.94	1.85	-	-	-	-	-	15.9	5.56	8.10
6	19	0.53	0.94	1.85	-	-	-	-	-	15.9	6.36	9.03
7	22	0.66	1.35	2.51	3.27	5.52	-	-	-	17.5	8.19	11.30
8	-	0.66	1.35	2.51	3.31	5.87	4.09	6.54	-	20.6	11.30	15.17
9	26	0.93	1.96	3.49	4.45	7.34	5.23	8.19	-	20.6	12.73	16.46
10	30	1.34	1.96	3.58	6.18	9.83	7.25	11.00	-	23.8	18.33	22.87
12	32	1.48	3.05	5.25	6.94	10.77	8.72	12.55	7.70	27.0	24.92	30.57
15	35	2.01	3.31	5.87	10.00	14.95	12.55	17.34	11.08	30.2	28.61	34.17
17	40	2.43	3.51	6.54	13.66	19.76	17.09	22.96	15.08	30.2	32.57	38.36
20	47	3.18	4.45	7.34	15.66	22.43	21.27	27.41	18.64	33.3	36.18	41.03
25	52	4.03	6.18	9.83	17.84	25.19	24.21	30.79	21.23	36.5	45.83	50.73
30	62	5.83	8.19	11.30	19.80	27.01	26.03	32.31	22.74	38.1	56.51	61.41
35	72	6.68	10.55	14.95	25.05	33.38	32.97	39.96	28.79	39.7	62.30	66.75
40	80	8.59	13.40	20.60	30.94	40.36	40.72	48.50	35.54	41.3	75.20	77.00
45	85	9.61	15.53	23.14	34.13	44.05	44.95	52.51	41.83	44.3	81.43	85.00
50	90	10.55	17.22	23.85	37.42	48.06	49.40	57.40	45.84	49.2	86.77	87.66
55	100	13.40	18.78	26.65	41.16	50.73	56.51	62.30	48.95	52.6	98.34	100.60
60	110	15.53	21.40	29.86	44.50	56.07	62.74	69.86	54.73	55.6	127.30	127.30
65	120	17.22	30.35	33.82	56.07	64.08	72.53	78.76	62.74	60.0	127.30	127.30
70	125	18.78	33.54	37.82	60.52	73.87	85.44	92.56	74.31	60.0	127.30	127.30
75	130	21.40	43.79	43.79	69.42	83.66	100.00	100.00	77.87	60.0	127.30	127.30
80	140	23.54	48.95	48.95	69.42	83.66	100.00	100.00	77.87	60.0	127.30	127.30
85	150	28.43	43.79	43.79	69.42	83.66	100.00	100.00	77.87	60.0	127.30	127.30
90	160	31.77	43.79	43.79	69.42	83.66	100.00	100.00	77.87	60.0	127.30	127.30
95	170	36.85	48.95	48.95	69.42	83.66	100.00	100.00	77.87	60.0	127.30	127.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรลลิ่งแบร์ริง

ตาราง 7.4 มิติมาตรฐานและแรงประเมินของโรลลิ่งแบร์ริง (C₀, C เป็น kN)

ขนาด mm	O.D. D mm	ชนิด สโกล mm	ขนาด 10				ขนาด 30				ชนิด สโกล mm	ขนาด mm
			Single-Row Deep-Groove Ball Bearing		Angular Contact Small-Angle Ball Bearing		Double-Row Cylindrical Roller Bearing		Spherical Roller Bearing			
			C ₀	C	C ₀	C	C ₀	C	C ₀	C		
4												
5												
6												
7	19	0.30	-	1.51	-	-	-	-	-	10.86	16.42	
8	22	0.30	-	2.51	-	-	-	-	-	14.06	20.51	
9	24	0.30	-	2.60	-	-	-	-	-	19.62	27.01	
10	26	0.30	8	1.96	3.51	-	-	-	-	24.07	32.31	
12	28	0.30	8	2.22	3.92	-	-	-	-	28.97	37.96	
15	32	0.30	9	2.51	4.29	-	-	-	-	31.86	40.27	
17	35	0.30	10	2.78	4.63	-	-	-	-	42.45	52.51	
20	42	0.60	12	4.45	7.21	-	-	-	-	46.28	55.62	
25	47	0.60	12	4.94	7.74	-	-	-	-	50.28	58.74	
30	55	1	13	6.90	10.19	-	-	-	-	66.75	75.65	
35	62	1	14	8.50	12.28	10.90	14.46	20	19.62	66.75	75.20	
40	68	1	15	9.30	12.90	12.37	15.53	21	24.07	82.77	92.56	
45	75	1	16	12.15	16.15	14.95	18.42	23	28.97	89.44	97.01	
50	80	1	16	13.08	16.78	16.73	19.62	23	31.86	103.68	113.03	
55	90	1	18	17.00	21.76	22.12	25.81	26	42.45	111.25	118.81	
60	95	1	18	18.29	22.65	23.36	26.43	26	46.28	119.26	124.15	
65	100	1	18	19.62	23.50	25.01	27.99	26	50.28			
70	110	1	20	24.39	29.28	31.06	34.18	30	66.75			
75	115	1	20	26.12	30.39	34.35	36.22	30	66.75			
80	125	1	22	31.28	36.67	42.01	44.28	34	82.77			
85	130	1	22	33.55	38.09	44.10	45.39	34	89.44			
90	140	1.50	24	39.11	44.30	52.51	54.29	37	103.68			
95	145	1.50	24	41.87	46.72	55.18	55.62	37	111.25			
100	150	1.50	24	41.87	46.28	57.85	56.36	37	119.26			

* สำหรับ spherical roller สำหรับขนาด 30 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 120 mm
 † สำหรับ spherical roller สำหรับขนาด 31 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 110 mm
 ‡ สำหรับขนาด 20° ให้ดูค่าเป็นมุม small angle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 7.5 ตัวประกอบ X และ Y สำหรับบอลและโรลเลอร์แบร์ริง

Contact Angle α , deg	$\frac{f_1 F_L}{C_0}$	Single-Row Bearing ²		Double-Row Bearing ³				e	
		$F_a/VF_r > e$		$F_a/VF_r \leq e$		$F_a/VF_r > e$			
		X	Y	X	Y	X	Y		
Deep groove ball bearing ⁴									
	0.014		2.30				2.30	0.19	
	0.028		1.99				1.99	0.22	
	0.056		1.71				1.71	0.26	
	0.084		1.55				1.55	0.28	
	0.11	0.56	1.45	1.0	0	0.56	1.45	0.30	
	0.17		1.31				1.31	0.34	
	0.28		1.15				1.15	0.38	
	0.42		1.04				1.04	0.42	
	0.56		1.00				1.00	0.44	
Angular-Contact groove ball bearing ⁴									
	0.014		Use X, Y				2.78	3.74	0.23
	0.028		and e				2.40	3.23	0.26
	0.056		values				2.07	2.78	0.30
	0.085		appli-				1.87	2.52	0.34
5	0.11	0.56	cable	1.0		0.78	1.75	2.36	0.36
	0.17		to sin-				1.58	2.13	0.40
	0.28		gle-row				1.39	1.87	0.45
	0.42		deep				1.26	1.69	0.50
	0.56		groove				1.21	1.63	0.52
			bear-						
			ings						
	0.014		1.88				2.18	3.06	0.29
	0.029		1.71				1.98	2.78	0.32
	0.057		1.52				1.76	2.47	0.36
10	0.086	0.46	1.41	1.0		0.75	1.63	2.29	0.38
	0.11		1.34				1.55	2.18	0.40
	0.17		1.23				1.42	2.00	0.44
	0.29		1.10				1.27	1.79	0.49
	0.43		1.01				1.17	1.64	0.54
	0.57		1.00				1.16	1.63	0.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรลลิ่งแบร์ริง

ตาราง 7.5 ตัวประกอบ X และ Y สำหรับบอลและโรลเลอร์แบร์ริง (ต่อ)

Contact Angle α , deg	$\frac{iF_a^1}{C_o}$	Single-Row Bearing ² $F_a/VF_r > e$		Double-Row Bearing ³				e
		X	Y	$F_a/VF_r \leq e$		$F_a/VF_r > e$		
				X	Y	X	Y	
Angular-Contact groove ball bearing ⁴								
15	0.015		1.47		1.65		2.39	0.38
	0.029		1.40		1.57		2.28	0.40
	0.058		1.30		1.46		2.11	0.43
	0.087		1.23		1.38		2.00	0.46
	0.12	0.44	1.19	1.0	1.34	0.72	1.93	0.47
	0.17		1.12		1.26		1.82	0.50
	0.29		1.02		1.14		1.66	0.55
	0.44		1.00		1.12		1.63	0.56
	0.58		1.00		1.12		1.63	0.56
20		0.43	1.00	1.0	1.09	0.70	1.63	0.57
25		0.41	0.87	1.0	0.92	0.67	1.41	0.68
30		0.39	0.76	1.0	0.78	0.63	1.24	0.80
35		0.37	0.66	1.0	0.66	0.60	1.07	0.95
40		0.35	0.57	1.0	0.55	0.57	0.93	1.14
Self-aligning ball bearings								
		0.40	0.4 $\cot \alpha$	1.0	0.42 $\cot \alpha$	0.65	0.65 $\cot \alpha$	1.5 $\tan \alpha$
Roller-bearings, self-aligning, tapered ⁵								
$\alpha \neq 90$		0.4	0.4 $\cot \alpha$	1.0	0.45 $\cot \alpha$	0.67	0.67 $\cot \alpha$	1.5 $\tan \alpha$

ที่มา : Frank W. Wilson : Tool Engineers Handbook, 2nd, ed. McGraw-Hill Book Co.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



โรลสิ่งเบร้ง

ตาราง 7.11 แนวทางในการเลือกอายุใช้งานสำหรับเครื่องจักรกลชนิดต่าง ๆ

ชนิดของเครื่องจักรกล	อายุเป็นชั่วโมงทำงาน
เครื่องมือวัดและเครื่องมือที่ใช้ไม่บ่อยนัก ตัวอย่างเช่น เครื่องมือสำหรับห้องทดลอง อุปกรณ์สำหรับประตูเลื่อน	500
เครื่องยนต์ เครื่องบิน	500-2000
เครื่องจักรสำหรับใช้งานช่วงเวลาสั้น ๆ หรือทำงานเป็นพัก ๆ ตัวอย่างเช่น เครื่องมือต่าง ๆ รอกยกของในโรงงาน เครื่องจักรที่ทำงานโดยใช้มือจับ เครื่องจักรกล เวนเกษตร บันจันที่ใช้ในงานประกอบ เครื่องขนถ่าย บันจันที่ใช้ในงานหล่อ เครื่องจักรกลที่ใช้ในบ้าน	4000-8000
เครื่องจักรสำหรับใช้งานเป็นพัก ๆ แต่มีความสำคัญต่องานที่ทำมาก ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรสำรองของโรงต้นกำลัง อุปกรณ์ล่าเสียงในสายงานผลิต ลิฟท์ บันจันยกสินค้าทั่วไป เครื่องมือกลที่ใช้ไม่บ่อยนัก	8000-12 000
เครื่องจักรที่ใช้งาน 8 ชั่วโมง แต่ไม่ได้ทำงานเต็มที่ ตัวอย่างเช่น มอเตอร์ไฟฟ้า ชุดเฟืองทดสำหรับงานทั่วไป	12 000-20 000
เครื่องจักรที่ใช้งาน 8 ชั่วโมง แต่ทำงานเต็มที่ ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรกลในงานอุตสาหกรรมทั่วไป บันจันที่ใช้ยกของ ตลอดเวลา เครื่องเป่าลม เพลาส่งกำลัง	20 000-30 000
เครื่องจักรที่ใช้งานต่อเนื่อง (ทำงาน 24 ชั่วโมง) ตัวอย่างเช่น เครื่องแยกของ เครื่องอัดอากาศ นัม เพลาส่งกำลัง ลูกกลิ้งของสายพานล่าเสียง รอกในเหมืองแร่ มอเตอร์ไฟฟ้า	40 000-60 000
เครื่องจักรที่ใช้งานตลอด ชั่วโมง ละการทำงานมีความสำคัญมาก ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตกระดาษและเยื่อกระดาษ โรงไฟฟ้า นัมในเหมืองแร่ สถานีส่งน้ำประปา เครื่องจักรในเรือเดินสมุทร	100 000-200 000

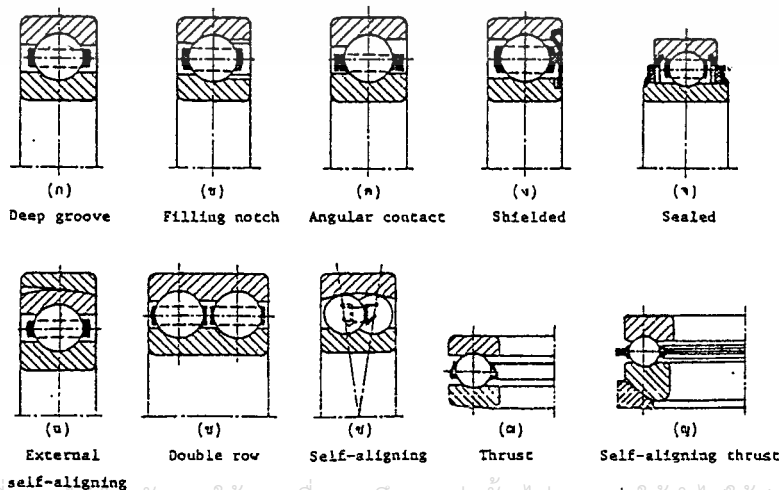
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง 038064ช

ทางสมาคม AFBMA ได้ตั้งนิยามและจัดตั้งวิธีการเลือกแบริ่งขึ้น ซึ่งมีดังต่อไปนี้คือ

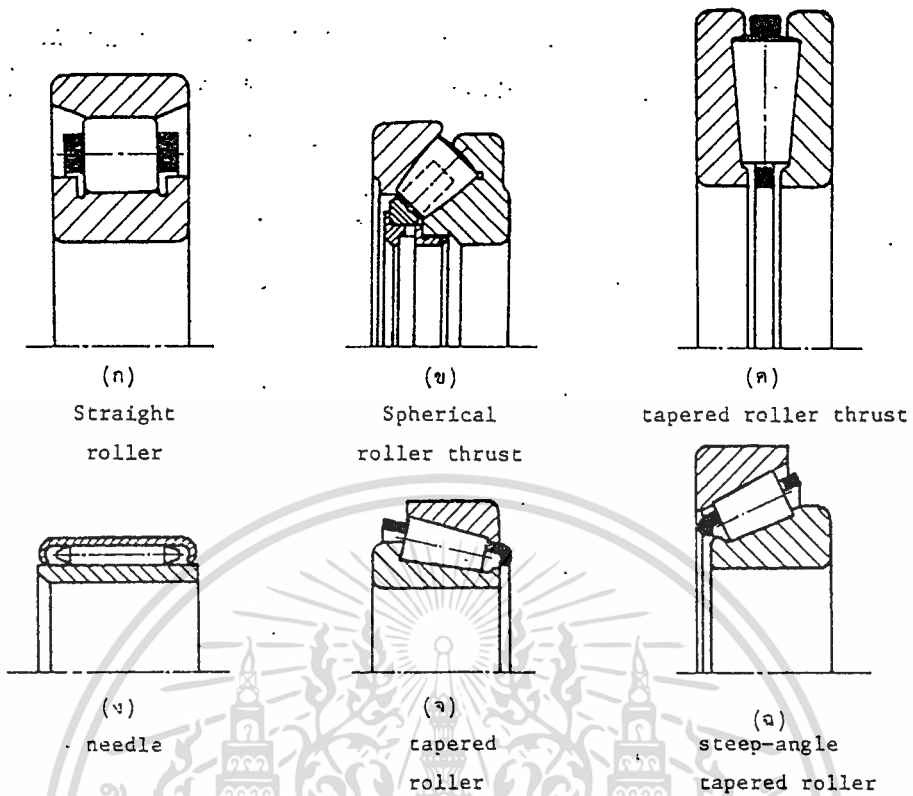
1. อายุใช้งานของโรลลิ่งแบริ่ง หมายถึง จำนวนซึ่งแบริ่งหมุนได้ก่อนที่จะเริ่มเกิดความล้าขึ้นในวงแหวนหรือลูกกลิ้ง
2. อายุประเมิน คือ โรลลิ่งแบริ่งจำนวนหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะเหมือนกันทุกประการ จำนวนรอบซึ่งแบริ่ง 90% จากจำนวนนี้สามารถหมุนได้โดยไม่เกิดความเสียหายเนื่องจากความล้า ใช้แทนด้วย L_{10}
3. แรงสถิตย์ประเมิน C_0 คูได้จากตาราง 7.6
4. แรงพลวัตประเมิน C คูได้จากตาราง 7.6
5. P คือ แรงสมมูลที่แบริ่งจะต้องรับขณะใช้งานจริง
6. V คือ ตัวประกอบการหมุน (rotation factor) : มีค่าเท่ากับ 1 เมื่อวงแหวนในหมุน และ 1.2 เมื่อวงแหวนนอกหมุน ถ้าเป็นบอลแบริ่งชนิด selfaligning ให้ใช้ค่าเท่ากับ 1 เสมอ
7. X คือ ตัวประกอบแรงในแนวรัศมี
8. Y คือ ตัวประกอบแรงรุน

หมายเหตุ

โดยทั่วไปแล้วโรลลิ่งแบริ่ง(rolling bearings) จะแบ่งออกได้เป็นสองพวกใหญ่ๆ คือ บอลแบริ่งซึ่งมีลูกกลิ้ง (rolling element) เป็นรูปทรงกลม และโรลเลอร์แบริ่ง (roller bearing) ซึ่งมีลูกกลิ้งเป็นรูปทรงกระบอกตรง (straight roller) หรือเป็นรูปทรงกระบอกเรียว (tapered roller) ก็ได้ โดยปกติแล้วแบริ่งเหล่านี้จะรับแรงได้ทั้งแรงในแนวรัศมีและแรงรุนได้ ยกเว้นโรลเลอร์แบริ่งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกตรงเท่านั้น แบริ่งทั้งสองพวกนี้ยังแยกออกเป็นชนิดต่างๆดังที่ได้แสดงไว้ในรูป 7.2 และ 7.3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานรูป 7.2 บนสปีดที่แตกต่างกัน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



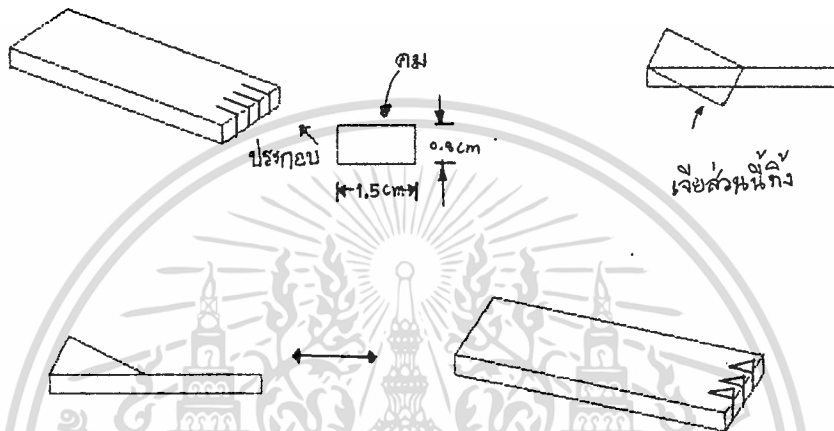
รูป 7.3 โรลเลอร์แบบริงชนิดต่าง ๆ

บอลแบบริงชนิดมีลูกกลิ้งหนึ่งแถวร่องลึก (single-row deep-groove) เป็นแบบริงชนิดที่มีการใช้งานมากที่สุด ประกอบด้วยร่องลึกเป็นทางกลิ้งสำหรับลูกกลิ้งทรงกลม ดังรูป 7.2(ก) สามารถรับแรงได้ทั้งในแนวรัศมีและในแนวแกน (แรงรุน) อัตราส่วนของแรงในแนวแกนต่อแรงในแนวรัศมีที่รับได้ประมาณ 0.7 และสามารถรับการเอียงแนวของเพลลาได้ประมาณ $\pm 0^{\circ}15'$

ขั้นตอนการสร้างเครื่อง

การสร้างเครื่องทำขิงฝอยกึ่งอัตโนมัติมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1. ทำชุด Stripping Knives โดยการนำ แผ่นสแตนเลสหนา 1 mm. กว้าง 0.8 ซม. มาลับให้คม แล้วตัดให้ยาว 1.5 ซม. จำนวนเท่ากับสแตนเลสที่ผ่าเป็นแนวยาว 1.5 ซม. แล้วนำมาเชื่อมติดกับสแตนเลสที่ผ่าด้วยเลื่อยเป็นทางไว้แล้วมีความกว้าง 16 ซม. ดังรูป ด้วยลวดเชื่อมอาร์กอน ทำเหมือนกัน 2 ชิ้น

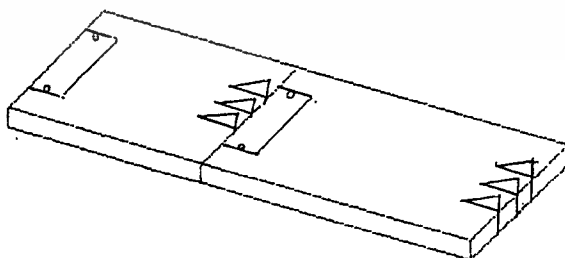


2. ตัดอีกส่วนของสแตนเลสให้เป็นช่องขนาด กว้าง 4.2 ซม. ยาว 9 ซม. ซึ่งจะได้ดัง

รูป



3. ทำใบมีดปาด โดยการนำแผ่นสแตนเลสหนา 1 mm. มาตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม กว้าง 4 ซม. ยาว 12 ซม. นำมาเจาะรูแล้วนำมาเชื่อมติดกัน แล้วนำมาประกอบกับอีกชุดหนึ่ง ดังรูป



4. นำแผ่นสแตนเลสหนา 1 mm. มาตัดเป็นรูปวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 47.5 cm. แล้วนำแผ่นที่ได้ในข้อ 3 มาประกอบกันโดยเชื่อมด้วยอาร์กอนให้เป็นวงกลมพร้อมทั้งพับขอบ ดังรูปBภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ชุดตัวขั้ววงล้อใบมีดมีดังนี้คือ

5.1 แบริ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ใช้สำหรับรองรับเพลาจำนวนสองตัว นำมาขันติดกับเหล็กแบนที่เชื่อมเตรียมไว้ก่อนแล้ว

5.2 เพลาลเหล็กคันขนาด 1 นิ้ว ยาว 22 ซม. นำมาต่อไว้กับแบริ่งโดยมีมุ่เลขขนาด 8 นิ้ว อยู่ตรงกลางระหว่างแบริ่งทั้งสองตัว ที่ปลายเพลาชื่อมเหล็กขนาด 2 นิ้ว ยาวด้านละ 7 นิ้ว เพื่อใช้ยึดกับใบมีดหมุน

5.3 สายพานชนิดบี ขนาด 47 นิ้ว ทำหน้าที่ส่งถ่ายกำลังจากมอเตอร์มายังเพลาล

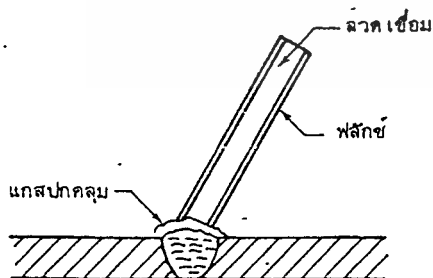
5.4 มอเตอร์ใช้ขนาด 1/4 แรงม้า 1450 รอบ / นาที นำมาประกอบกับมุ่เลขขนาด 2 นิ้ว โดยนำมอเตอร์มาติดกับโครงสร้างตรงเหล็กที่เตรียมไว้ แล้วทำการปรับให้สายพานตึง เมื่อสายพานตึงแล้วก็ขันน๊อตให้แน่น

6. โครงสร้างเครื่องทำจากเหล็กฉาก 1.5x1.5 นิ้ว นำมาเชื่อมเป็นโต๊ะ เหล็กฉาก 1x1 นิ้ว นำมาเชื่อมเป็นที่ติดตั้งมอเตอร์ซึ่งทำมุมกับแนวระดับ 77° จำนวน 4 เส้น เพื่อปรับให้มอเตอร์ดึงสายพานให้ตึงได้ เหล็กแบน 3 นิ้ว นำมาเชื่อมสำหรับเป็นที่รองรับ เพลาล แบริ่ง ถาดรองรับ เชื่อมด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้า แผ่นเหล็กหนา 1 mm. นำมาทำเป็นปล่องสำหรับใส่ขิงและบงวงล้อใบมีด แล้วนำมาติดโครงสร้างด้วยน๊อต ซึ่งจะได่ดังรูป A ที่ภาคผนวก

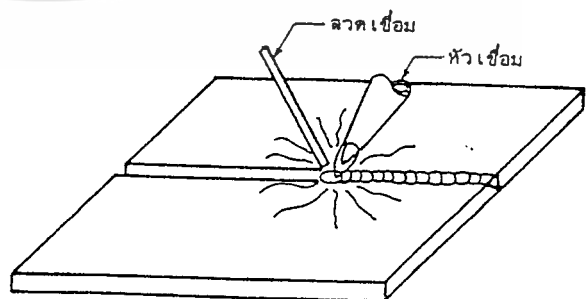
7. หุ้มโครงสร้างด้วยอลูมิเนียมหนา 1 mm. โดยใช้ตาไก่เป็นตัวยึด
วิธีการเชื่อม

การเชื่อมมีหลายวิธี ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีซึ่งมีการใช้งานกันมากทั่วไปเท่า

นั้น

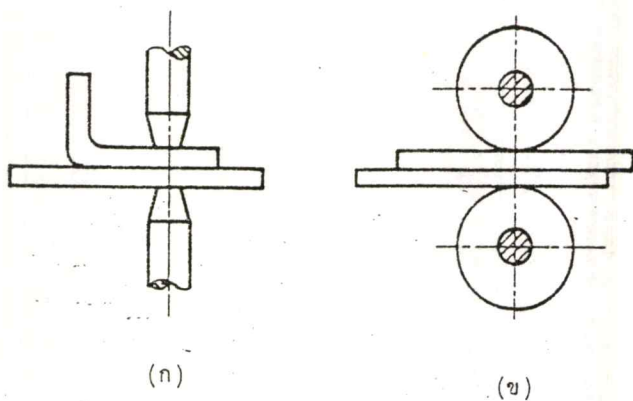


รูป 9.1 การเชื่อมไฟฟ้า

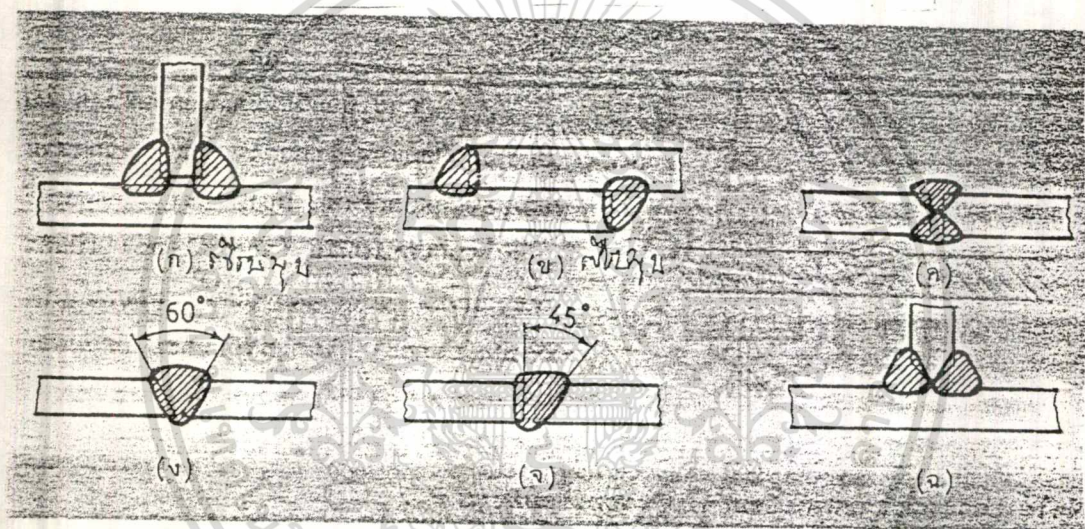


รูป 9.2 การเชื่อมแกส

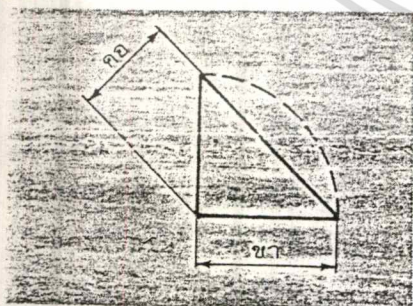
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



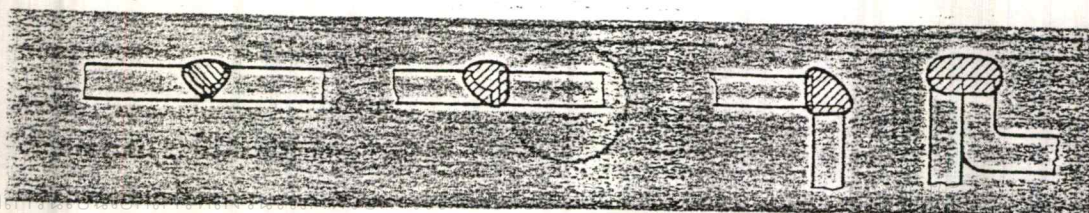
รูป 9.3 การเชื่อมด้วยความต้านทานไฟฟ้า



รูป 9.4 รอยเชื่อมชนิดต่าง ๆ



รูป 9.5 รอยเชื่อมมุม



รูป 9.6 รอยเชื่อมชนิดอื่น ๆ

1. การเชื่อมด้วยไฟฟ้า

การเชื่อมวิธีนี้มักเรียกกันทั่วไปว่า การเชื่อมไฟฟ้าโดยใช้ลวดเชื่อม (electrode) เป็นตัวนำไฟฟ้าและในขณะที่เดียวกันโลหะลวดเชื่อมก็จะละลายลงไป ณ รอยที่ต้องการเชื่อมด้วย ดังรูป 9.1 ลวดเชื่อมมักจะห่อหุ้มไว้ด้วยสารชนิดหนึ่งเรียกว่า ฟลักซ์ (flux) ซึ่งจะระเหยกลายเป็นแก๊สในขณะที่ทำการเชื่อม แก๊สนี้จะช่วยป้องกันมิให้เกิดออกซิเดชัน (oxidation) ที่รอยเชื่อม ซึ่งเป็นการช่วยให้คุณภาพของรอยเชื่อมดีขึ้น

2. การเชื่อมด้วยแก๊ส

การเชื่อมวิธีนี้มักเรียกกันทั่วไปว่าการเชื่อมแก๊ส ใช้การเผาไหม้ระหว่างส่วนผสมของแก๊สออกซิเจน กับไฮโดรเจน หรือออกซิเจนกับอะเซทิลีน (acetylene) เป็นตัวให้ความร้อน แก๊สทั้งสองชนิดนี้จะผสมกันในหัวเชื่อม (torch) ในการเชื่อมจะปรับส่วนผสมของแก๊สทั้งสองในอัตราส่วนหนึ่งต่อหนึ่ง ซึ่งจะได้อุณหภูมิสูงเพียงพอที่จะละลายโลหะได้ จากนั้นจึงทำการเผาชิ้นงานที่จะเชื่อมให้ร้อน แล้วจึงใช้เปลวไฟละลายลวดเชื่อมลงไปยังรอยเชื่อมดังรูป 9.2

3. การเชื่อมด้วยความต้านทานไฟฟ้า

การเชื่อมวิธีนี้ใช้แรงกดชิ้นส่วนตรงที่ต้องการจะเชื่อม จนกระทั่งเนื้อโลหะละลายติดกัน ถ้าแรงกดนี้มาจากอิเล็กโทรด (electrode) ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้าด้วย ดังในรูป 9.3(ก) รอยเชื่อมจะเป็นจุดเรียกว่าการเชื่อมจุด (spot weld) แต่ถ้าใช้ลวดกึ่งออกแรงกดและเป็นตัวนำไฟฟ้าด้วยในรูป 9.3(ข) รอยเชื่อมที่ได้จะเป็นเส้นแนวยาวเรียกว่า การเชื่อมแบบตะเข็บ (seam welding)

ชนิดของรอยเชื่อม

ชนิดของรอยเชื่อมที่นิยมใช้กันทั่วไปมีการเชื่อมมุม (fillet weld) และการเชื่อมต่อชน (butt weld) รูป 9.4(ก) และ (ข) เป็นการเชื่อมมุม ความหนาของรอยเชื่อมมุมไม่จำเป็นจะต้องเท่ากับความหนาของแผ่นโลหะ และโดยปกติแล้วผิวบนของรอยเชื่อมมุม จะมีลักษณะดังเส้นประในรูป 9.5 ส่วนเกินนี้เรียกว่าส่วนเสริม (reinforcement) ซึ่งถ้าไม่ต้องการให้มีก็อาจตะไบออกได้ ขนาดของรอยเชื่อมมุม จะบอกด้วยขนาดของขา (leg) ว่ามีความยาวเท่าใด ซึ่งโดยทั่วไปแล้วมักจะเชื่อมให้มีความยาวของขาเท่ากัน ส่วนขนาดของคอ (throat) เป็นขนาดที่จะใช้ในการคำนวณซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

รูป 9.4 (ค) (ง) (จ) และ (ฉ) เป็นการแสดงถึงรอยต่อชนชนิดต่างๆ ซึ่งมีตัวเสริมอยู่ด้วย

รูป 9.6 แสดงถึงการเชื่อมต่อชนิดอื่นๆ ที่อาจกระทำได้ แต่ถ้าไม่มีความจำเป็นแล้ว ควรใช้การเชื่อมต่อที่นิยมใช้กันทั่วไปดังในรูป 9.4 ในการบอกขนาดและชนิดของรอยเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มักจะใช้สัญลักษณ์พร้อมทั้งลูกศรชี้ลงบนแบบ สำหรับสัญลักษณ์ต่างๆ เหล่านี้ ผู้อ่านจะหาจุด
ได้จากเอกสารอ่านประกอบ ISO/R 606-1967(B) , “ short pitch Transmission precision Roller
Chains and Chain Wheels.”



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดสอบ

การทำงานของเครื่อง

1. การทำงานของชุดส่งกำลัง
เริ่มจากการป้อนไฟฟ้าให้มอเตอร์ทำงาน เพื่อส่งกำลังไปยังมู่เล่ และมู่เล่จะส่งกำลังไปยังสายพานและเพลาคือค่อหนึ่ง
2. การทำงานของชุดป้อนผลิตภัณฑ์และชุดใบมีด
เมื่อชุดส่งกำลังทำงาน ใบมีดหมุนก็จะทำการหั่นขิงให้เป็นเส้น และเส้นขิงที่ได้จะตกลงมาข้างล่างตรงด้านหน้าของเครื่อง

การทดสอบเครื่อง

วิธีการทดสอบ

แบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. การทดสอบหาความเร็วรอบของใบมีดหมุน
2. การทดสอบหาอัตราการป้อนขิงและหาผลผลิตที่ได้จากการหั่น
3. การทดสอบหาขนาดของเส้นขิงที่ได้

การทดสอบหาความเร็วรอบของใบมีดหมุน

มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1. หาอินเวอเตอร์มาต่อเข้ากับมอเตอร์
2. ปรับความเร็วรอบของใบมีดหมุน

การทดสอบหาอัตราการป้อนและผลผลิตที่ได้

มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1. ชั่งน้ำหนักขิงทั้งหมดที่จะทำการ Feed
2. ใส่ขิงลงไปในปล่อง แล้วเปิดเครื่องให้ทำงาน จนเครื่องหั่นขิงหมด จับเวลาทั้งหมดที่

ได้

3. ชั่งน้ำหนักของเส้นขิงทั้งหมดที่ได้

หมายเหตุ : เนื่องจากผลการทดสอบนี้ได้จากการทดสอบโดยใช้ขิงแก่และเมื่อทำการทดสอบแล้วพบว่าขิงที่ได้จะถูกหั่นได้เฉพาะที่บริเวณผิวเท่านั้น ส่วนที่ลึกลงไปจะไม่สามารถทำการหั่นได้เพราะขิงที่ได้จะไม่เป็นเส้นและมีลักษณะเป็นขุยติดอยู่ที่ร่องใบมีดและช่องทางออก

ปัญหาเกิดจากใบมีดมีความคมไม่เพียงพอ เนื่องจากการถอดใบมีดเพื่อลับคมใหม่นั้นกระทำได้ไม่ทั่วกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยากมากและ เพื่อให้การศึกษาเรื่องนี้สามารถดำเนินต่อไปได้ภายในระยะเวลาจำกัด จึงแก้ปัญหา โดยการเลือกใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงน้อยกว่าจึงเป็นตัวแทนเพื่อทดสอบการทำงานของชุดไบบิด ว่าสามารถใช้ในการหั่นเป็นเส้นฝอยได้หรือไม่ ในกรณีนี้จึงเลือกใช้หัวฝักกาดแทนจึงทำการ ทดสอบต่อไปขั้นตอนการทดสอบมีดังนี้คือ

1. ชั่งน้ำหนักหัวฝักกาดทั้งหมดที่จะทำการ Feed

2. ใส่หัวฝักกาดลงไปในปล่อง แล้วเปิดเครื่องให้ทำงาน จนเครื่องหั่นหัวฝักกาดจนหมด จับเวลาทั้งหมดที่ได้

3. ชั่งน้ำหนักของเส้นหัวฝักกาดทั้งหมดที่ได้

การทดสอบหาขนาดของเส้นหัวฝักกาดที่ได้

มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1. นำเส้นหัวฝักกาดที่ได้จากการทดสอบในตอนที 1 มาวัดขนาด คือ หน้าตัด และด้านที่ ยาวที่สุด

ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบที่ 1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบหาความเร็วรอบของไบบิดหมุน

ครั้งที่	ความเร็วรอบของไบบิด(rpm)	ลักษณะการสั่นของไบบิดและตัวเครื่อง
1	1450	- ตัวเครื่องสั่นอย่างรุนแรง - ไบบิดหมุนสั่นอย่างรุนแรงและไปตีกับโครงเหล็ก
2	200	- ตัวเครื่องไม่สั่น - ไบบิดหมุน สั่นแต่ไม่ตีกับโครงเหล็ก
3	300	- ตัวเครื่อง ไม่สั่น - ไบบิดหมุน สั่นแต่ไม่ตีกับโครงเหล็ก
4	350	- ตัวเครื่องไม่สั่น - ไบบิดหมุน สั่นแต่ไม่ตีกับโครงเหล็ก
5	370	- ตัวเครื่องไม่สั่น - ไบบิดหมุนเริ่มสั่นแรงขึ้นแต่ไม่ตีกับโครงเหล็ก
6	380	- ตัวเครื่องไม่สั่น - ไบบิดหมุนเริ่มสั่นแรงขึ้นบ้างครั้งที่ตีโครงเหล็ก

หมายเหตุ จากตารางความเร็วของไบบิดที่เหมาะสมคือ 370 rpm จึงใช้มูลทดสอบขนาด

เอกส 2 in ไป 8 in จะให้ความเร็วรอบของไบบิดหมุนเท่ากับ 362.5 rpm ขนาดให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบหาน้ำหนักของหัวผักกาดที่ Feed ได้ ในแต่ละช่วงเวลา

ครั้งที่	น้ำหนักของหัวผักกาด (กรัม)	เวลา (วินาที)	น้ำหนักของเส้นหัวผักกาดที่ได้ออก (กรัม)	น้ำหนักของหัวผักกาดที่กระเด็นออกและที่ไม่ถูกหั่น	ลักษณะของเส้นหัวผักกาดที่ได้
1	440	34.35	240	200	เป็นเส้นมีขนาดค่อนข้างเรียบ
2	480	38.5	256	224	เป็นเส้นมีขนาดค่อนข้างเรียบ
3	475	37.8	252	223	เป็นเส้นมีขนาดค่อนข้างเรียบ
ค่าเฉลี่ย	465	36.88	249.33	215.66	

จากผลการทดสอบที่ได้

น้ำหนักของหัวผักกาดที่ Feed ได้โดยเฉลี่ย = 465 กรัม

ระยะเวลาโดยเฉลี่ย = 36.88 วินาที

ในเวลา 36.88 วินาที หั่นหัวผักกาดได้ 465 กรัม

ถ้าเวลา 60 วินาที จะหั่นหัวผักกาดได้ $465 \times 60 / 36.88$

$$= 756.5$$

เพราะฉะนั้น อัตราการป้อนหัวผักกาด = 756.5 กรัม/ นาที

ประสิทธิภาพของเครื่อง = $\frac{\text{น้ำหนักเส้นหัวผักกาดที่หั่นได้}}{\text{น้ำหนักของหัวผักกาดที่ Feed}}$

$$= 249.33 / 465$$

$$= 0.54 * 100 = 54 \%$$

ผลการทดสอบที่ 3

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบหาขนาดของเส้นหัวผักกาดที่ได้

A	B	C	A	B	C	A	B	C
3.6	2.2	56.85	3.6	2	60	3.4	2.1	59
3.3	2.1	53.1	3.5	1.7	44	3.6	2.3	58.5
3.3	1.8	50.5	3.3	2	65.7	3.5	2.3	60.1
3.4	2.2	54.1	3.3	2	50.5	3.6	2.1	60.2
3	2.4	54.4	3	2.2	42	2.1	1.6	57
3.5	2.2	44	3.1	1.7	61.35	2.45	1.79	59
3.6	2	60	2.7	1.4	63	3.3	2.8	64
3.4	1.5	65	3	2.2	49.5	3.6	2.8	61
3	2.85	61	3.3	2	56.7	3	2	45
3.3	1.1	52.5	3.4	1.9	43.8	3.5	2	4.5
3.3	2.9	64.4	3.1	2.1	50.7	3.5	2	46.6
3.6	2.7	61.8	3.3	2	38.3	3.2	2.4	36.5
3.6	2.7	61.8	3.6	2.4	59.5	3.5	2.1	63.4
3.4	1.85	47.7	3.6	2.4	59.5	3.5	2.2	59.9
3.5	2.2	59.5	2.5	2.2	51.6	3.1	2	23.3
3.6	2.2	64	3.1	2	23.3	2.5	2	23.3
3.6	2.2	64	3.5	2.2	59.9	2.5	2.2	51.6
2	1.8	61.2	3.8	2.1	63.4	3.6	2.4	59.5
2	1.7	66.95	3.2	2.4	36.5	2.5	2.1	51.5
3.5	2.1	59.2	3.5	2	46.6	3.6	2.3	58.9
3.5	2.1	59.2	3.5	2	45	3.2	2.1	38.4
3.6	2	57.2	3	2	45	3	2.2	50.6
3.4	1.8	43.4	3.3	2.5	6	2.7	1.4	62
3.1	1.8	61.2	3	2.2	41	3.3	2.4	64
3.5	1.64	45	4	2.3	56.8	2.4	2	58

ได้ค่าเฉลี่ย A = 3.36 mm.

B = 2.13 mm.

C = 51.53 mm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดสอบและบทวิจารณ์

สรุปผลการทดสอบ

1. ชุดโบรมิคที่สร้างขึ้นสามารถใช้ได้กับขึงที่มีความแข็งไม่มาก เช่นขึงอ่อน แต่เมื่อขึงมีความแข็งเพิ่มขึ้น(แก่มากขึ้น) จะไม่สามารถใช้งานได้ เนื่องจากโบรมิคที่สร้างขึ้นไม่คมพอที่จะหั่นได้

2. เมื่อเปลี่ยนวัตถุดิบเป็นหัวผักกาด ซึ่งมีความแข็งน้อยเมื่อเทียบกับขึง เมื่อใช้ทดสอบการตัดเป็นเส้นฝอยของเครื่องนั้น ได้ผลสรุปดังนี้

2.1 ลักษณะของเส้นหัวผักกาดที่ได้ค่อนข้างเรียบ

2.2 ถ้าใช้หัวผักกาดมากก็จะต้องใช้เวลาในการหั่นมากขึ้น

2.3 หัวผักกาดที่ Feed เข้าเครื่องจะไม่ถูกหั่นให้เป็นฝอยจนหมด แต่จะกระเด็นออกมาและยังเหลือเป็นก้อนหัวผักกาดอยู่

2.4 อัตราการป้อนของหัวผักกาดเท่ากับ 756.5 กรัม / นาที

2.5 ผลผลิตที่ได้จากการหั่นหัวผักกาดเท่ากับ 54 %

จากผลการทดลองตอนที่ 2 เป็นการทดลองเพื่อหาขนาดของเส้นหัวผักกาดที่ได้ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ขนาดของด้านที่ยาวตรงหน้าตัด ด้านที่สั้นตรงหน้าตัดและด้านที่ยาวที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.36 , 2.13 และ 51.53 มิลลิเมตร ตามลำดับ

วิจารณ์ผลการทดสอบ

การสร้างเครื่องทำขึงฝอยกึ่งอัตโนมัตินี้ เมื่อทำการทดสอบแล้วพบว่า ในส่วนของโบรมิคมีความคมไม่เพียงพอที่จะใช้หั่นขึงได้แต่สามารถทำการหั่นวัสดุที่เหมาะสมได้เพียงบางประเภท เช่น หัวผักกาดแต่ถ้าใช้แรงกดไม่พอจะทำให้ได้วัสดุไม่เป็นเส้นและวัสดุที่ได้นี้ก็จะเป็นขี้ดอยู่ที่ช่องทางออกของวัสดุ

เครื่องนี้ได้ผลผลิตเท่ากับ 54 % ซึ่งถือว่าเกิดการสูญเสียมาก

ปัญหาที่พบในการทำงาน

1. โบรมิคไม่คม ทำให้เส้นวัสดุ (ขึง) ที่ได้ไม่สมบูรณ์ ซึ่งการลับคมโบรมิคกระทำได้อย่างยากเนื่องจาก โบรมิคได้ถูกนำมาประกอบแล้วและโบรมิคแต่ละใบก็มีขนาดเล็กมากจึงไม่สามารถหาวัสดุใดๆ มาทำการลับคมได้

2. ส่วนของโบรมิคหมุนเบี้ยว ทำให้เกิดความไม่สมดุล จึงมีวัสดุเพียงบางส่วนเท่านั้นที่ถูกหั่นให้เป็นเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่วารณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ไม่ได้ เมื่อความเร็วสูงจะทำให้เครื่องและใบมีดหมุนสั้นมาก จึงต้องใช้สายพานและมู่เล่เป็นตัวส่งกำลังและเป็นตัวทศรอบ
4. เส้นหัวผักกาดที่ได้จะไปเกาะติดอยู่ตามผนังใบมีดหมุนทำให้เกิดการอุดตัน
5. ความหนาของใบมีดหมุนตรงส่วนที่ชิดกับเพลาน้อยเกินไป
6. ต้องใช้แรงกดวัสดุ (หัวผักกาด) จึงจะออกมาเป็นเส้นได้

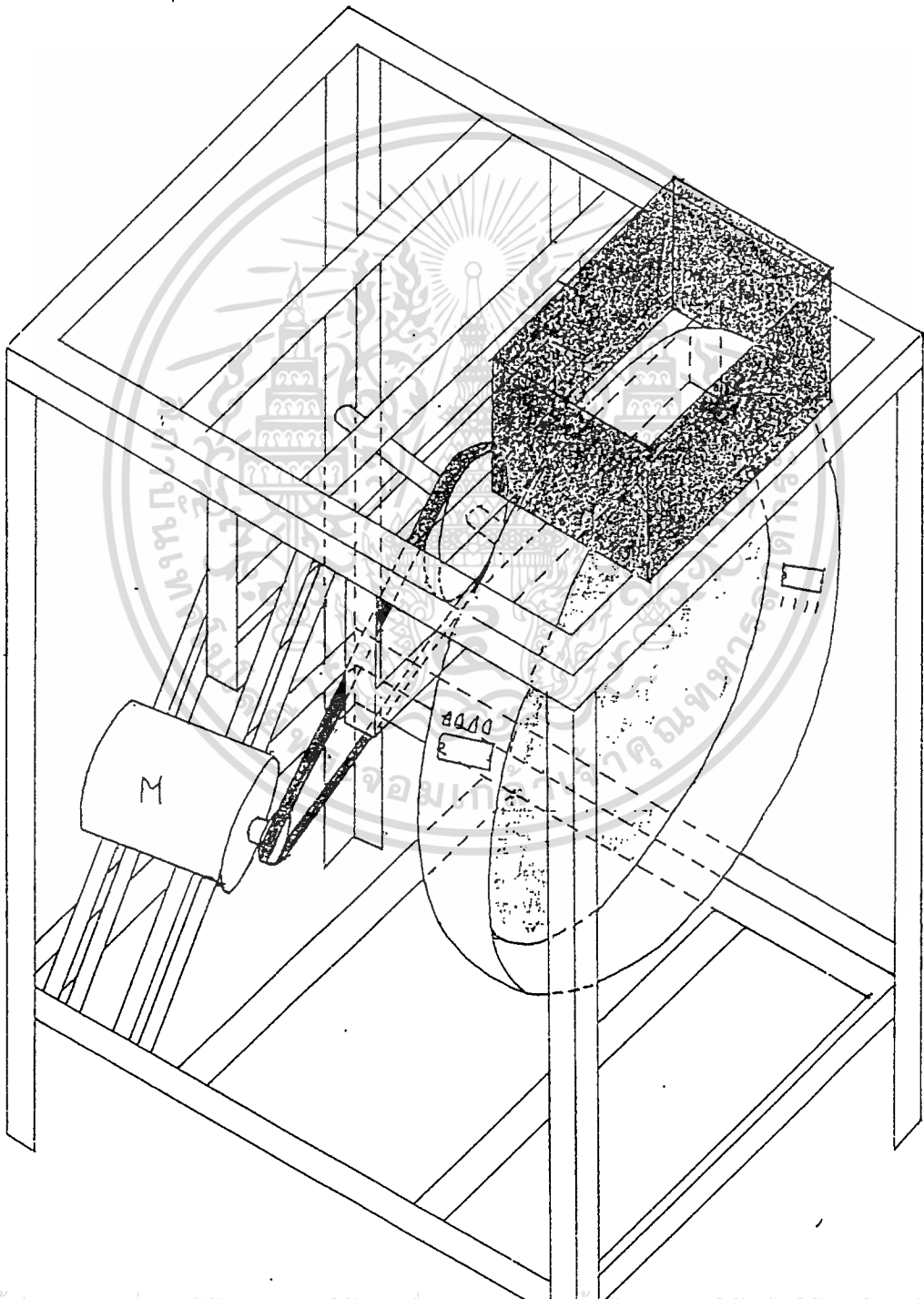
ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

1. ควรทำใบมีดให้มีความคมมากกว่านี้โดยการลับให้คมตั้งแต่ก่อนนำมาประกอบเป็นใบมีดหมุน (ในขั้นตอนของการสร้างเครื่องขั้นตอนที่ 1)
2. ควรทำส่วนของใบมีดหมุนให้สมดุลย์ โดยควรมีบล็อกสำหรับการตีขึ้นรูปแล้ววัดความเร็วรอบของใบมีดหมุนใหม่
3. ควรทำให้ความหนาของใบมีดหมุนตรงส่วนที่ชิดกับเพลามากขึ้น โดยในการตีขึ้นรูปตั้งแต่ตอนแรกควรใช้สแตนเลสที่มีความหนามากกว่า 1 mm.
4. รูเปิดทางออกของวัสดุแคบเกินไปทำให้ทำให้วัสดุไปติดค้างอยู่
5. มีเหล็กคั่นยื่นเข้าไปในช่องรูเปิดทางออก ทำให้วัสดุที่ได้ไปอุดตันตรงช่องทางออก ควรแก้ไขโดย คัดเหล็กคั่นนี้ออกไป และในตอนที่สร้างก็ต้องเจาะรูให้พอดีกับคมใบมีด



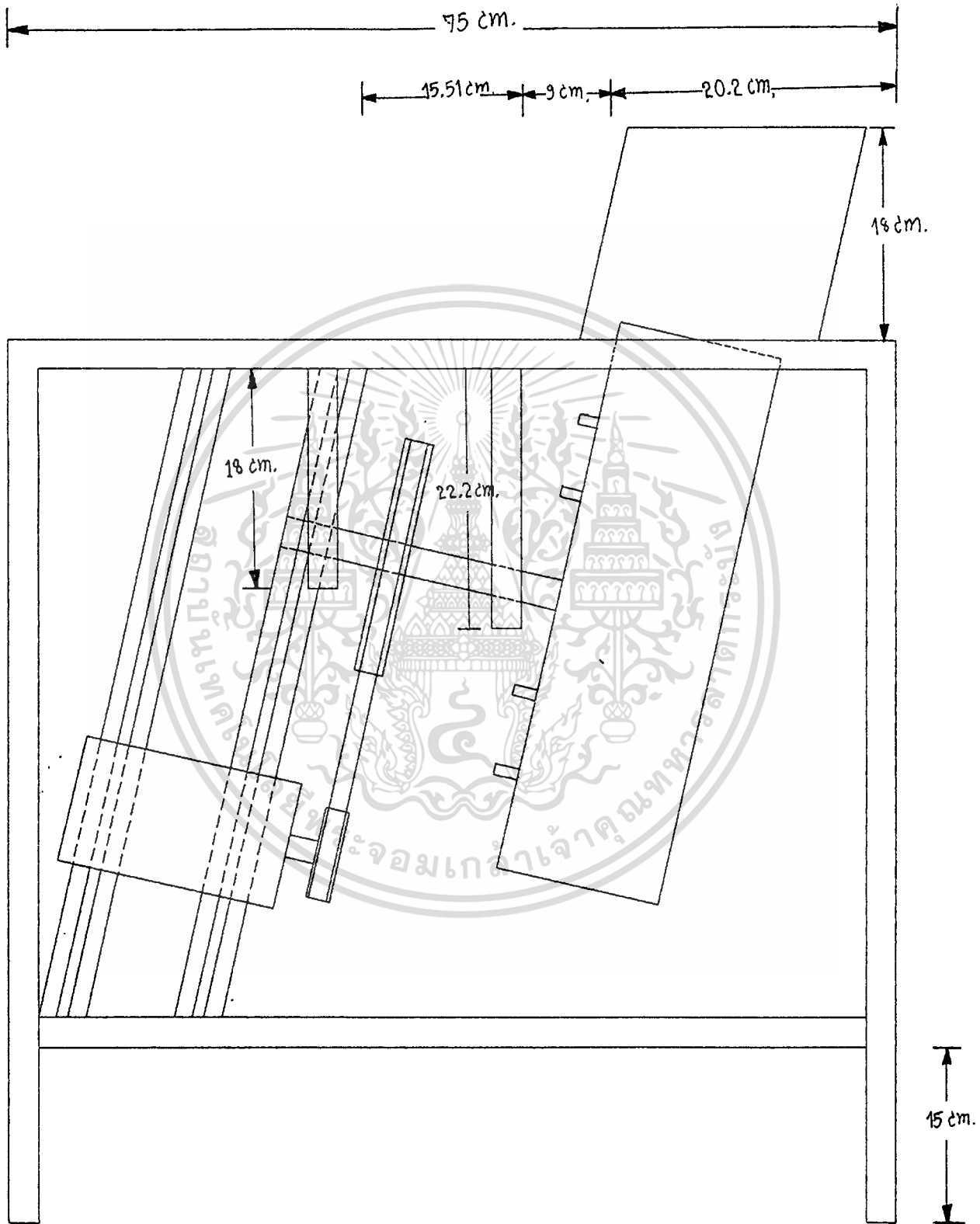
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป A เครื่องทำขิงฟอยกึ่งอัตโนมัติ



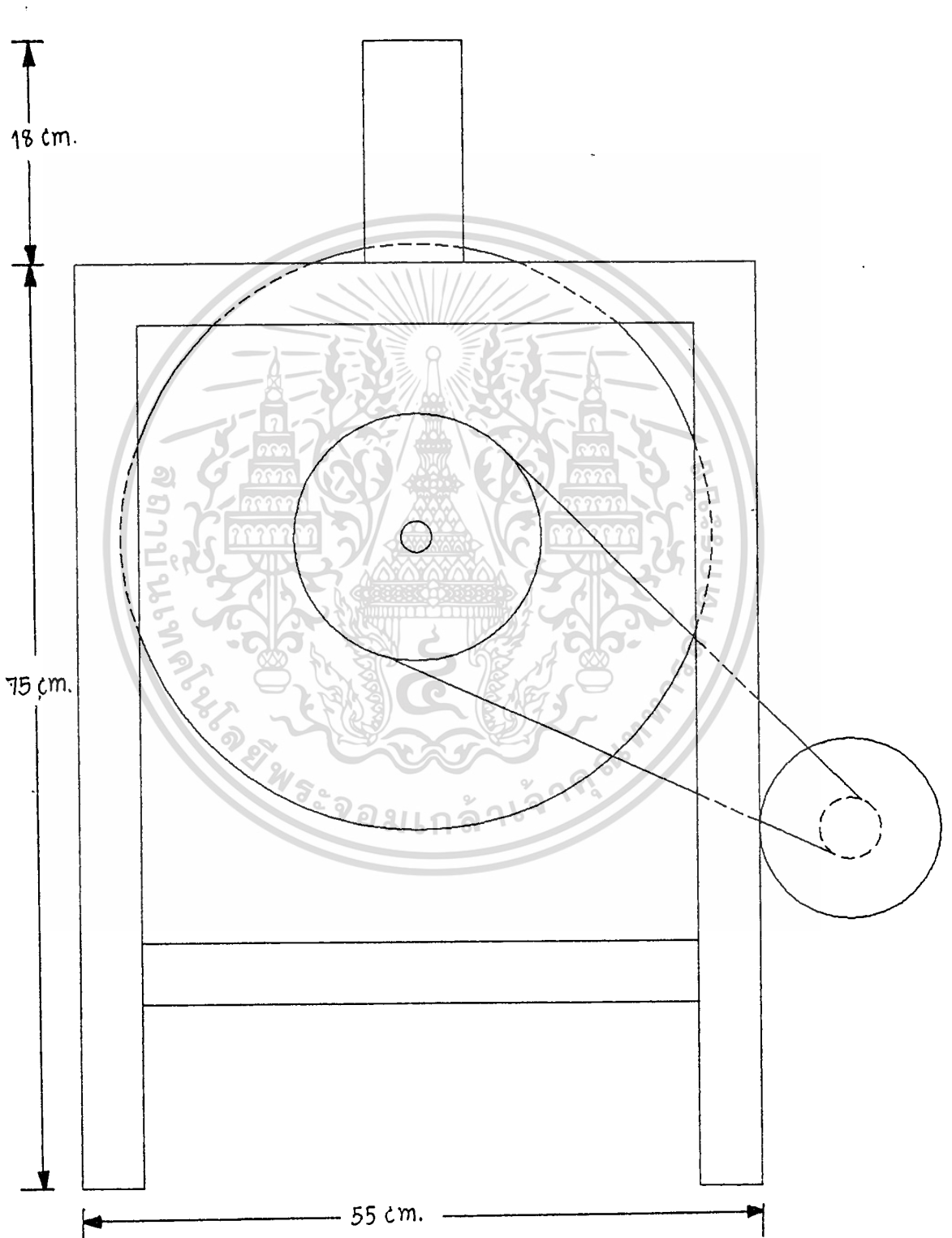
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป B ด้านข้างของเครื่อง



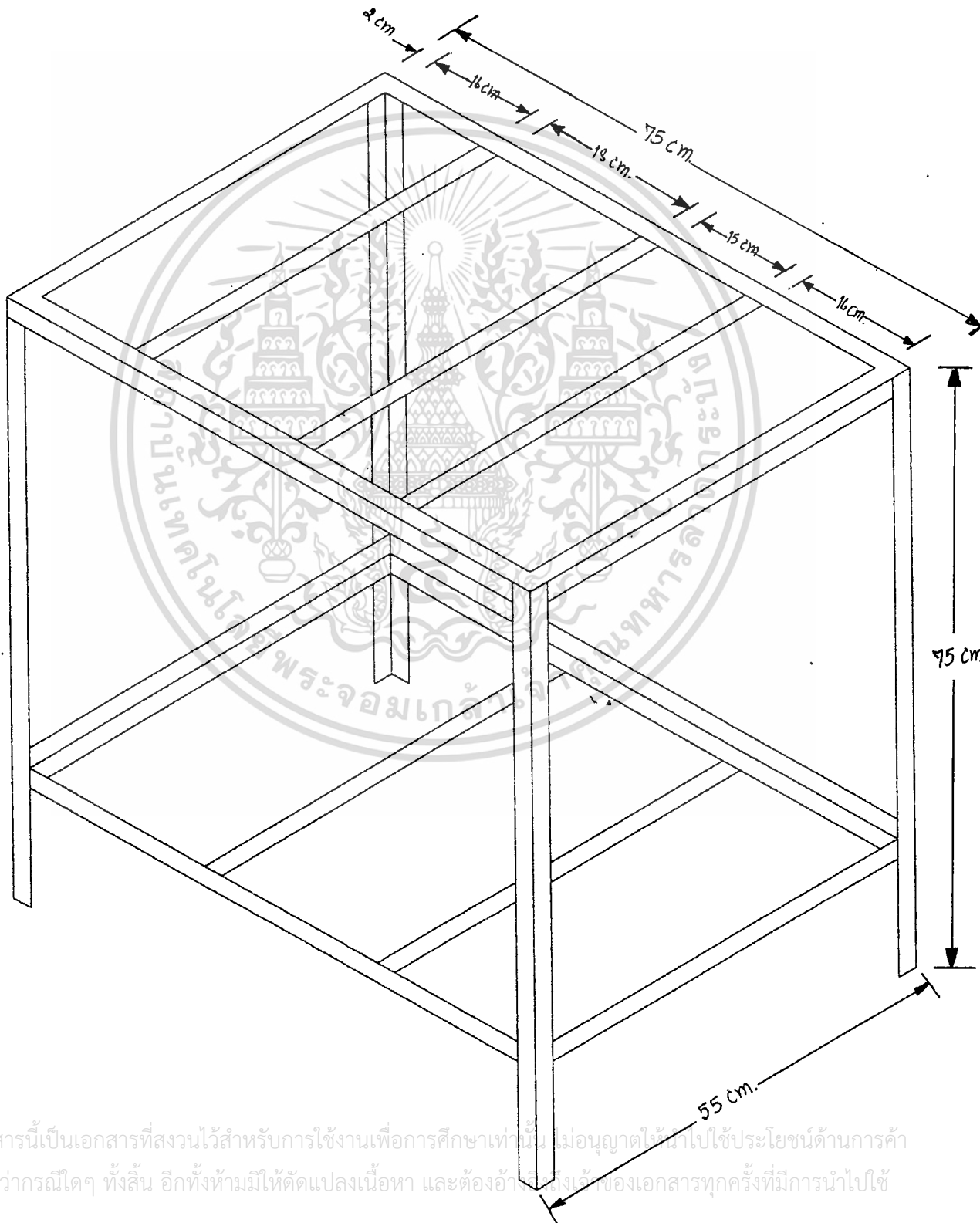
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป C ด้านหลังของเครื่อง



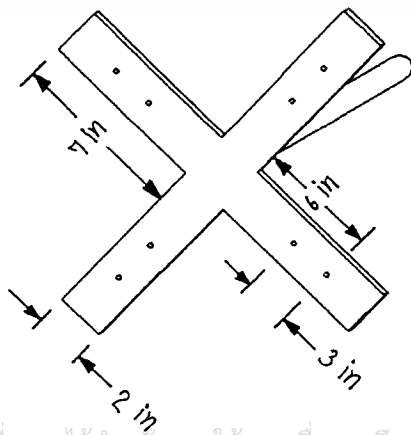
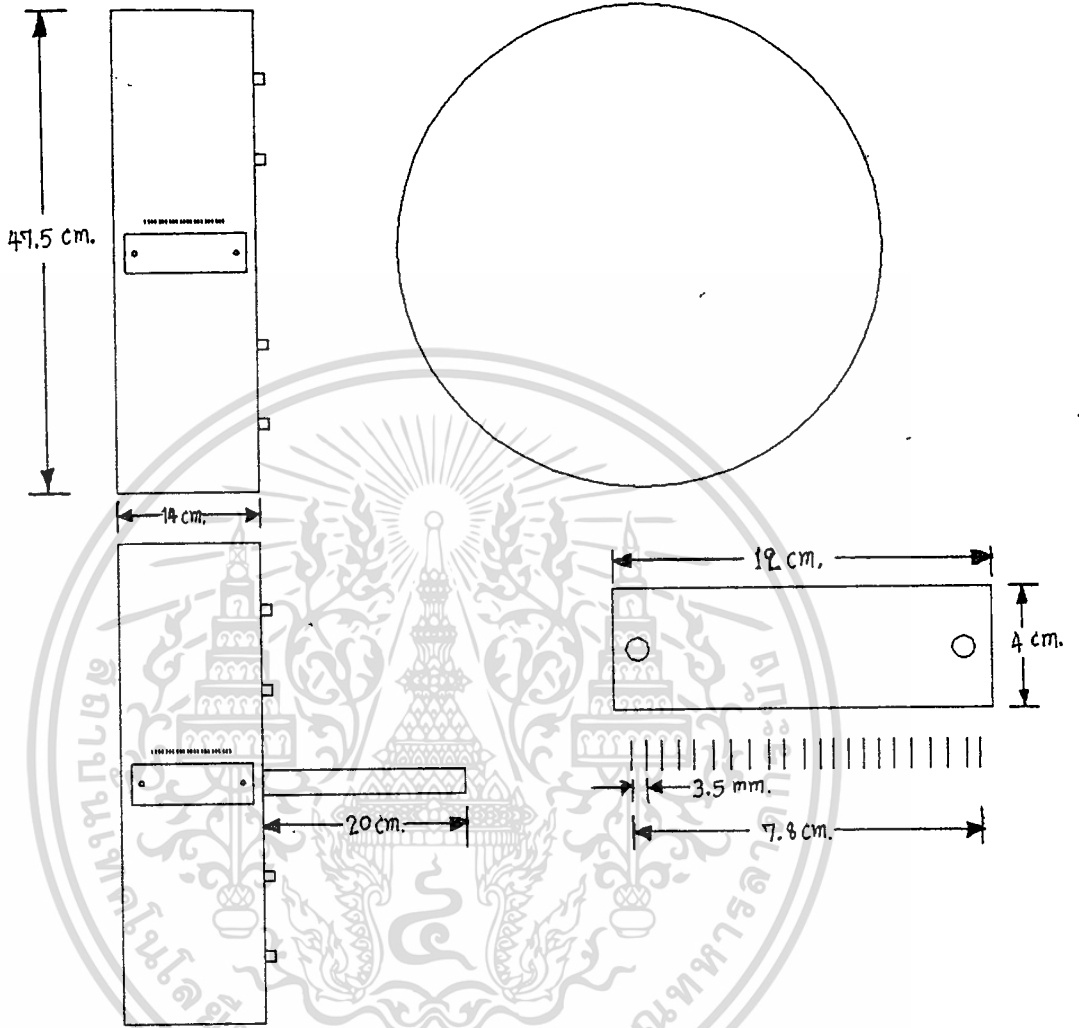
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป D โครงของเครื่อง



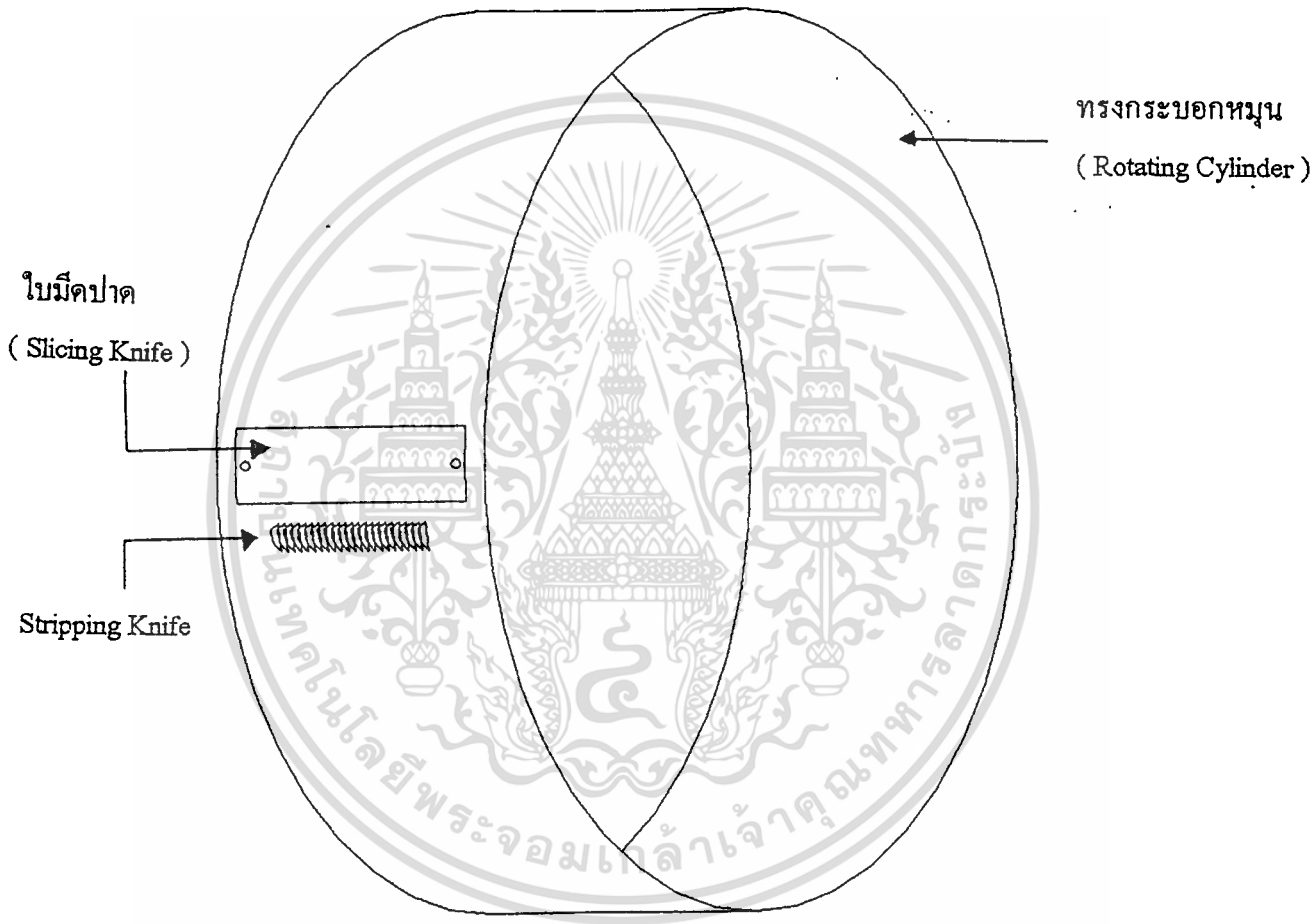
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป E ส่วนประกอบของใบมีดหมุน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป F ส่วนประกอบของใบมีดหมุน

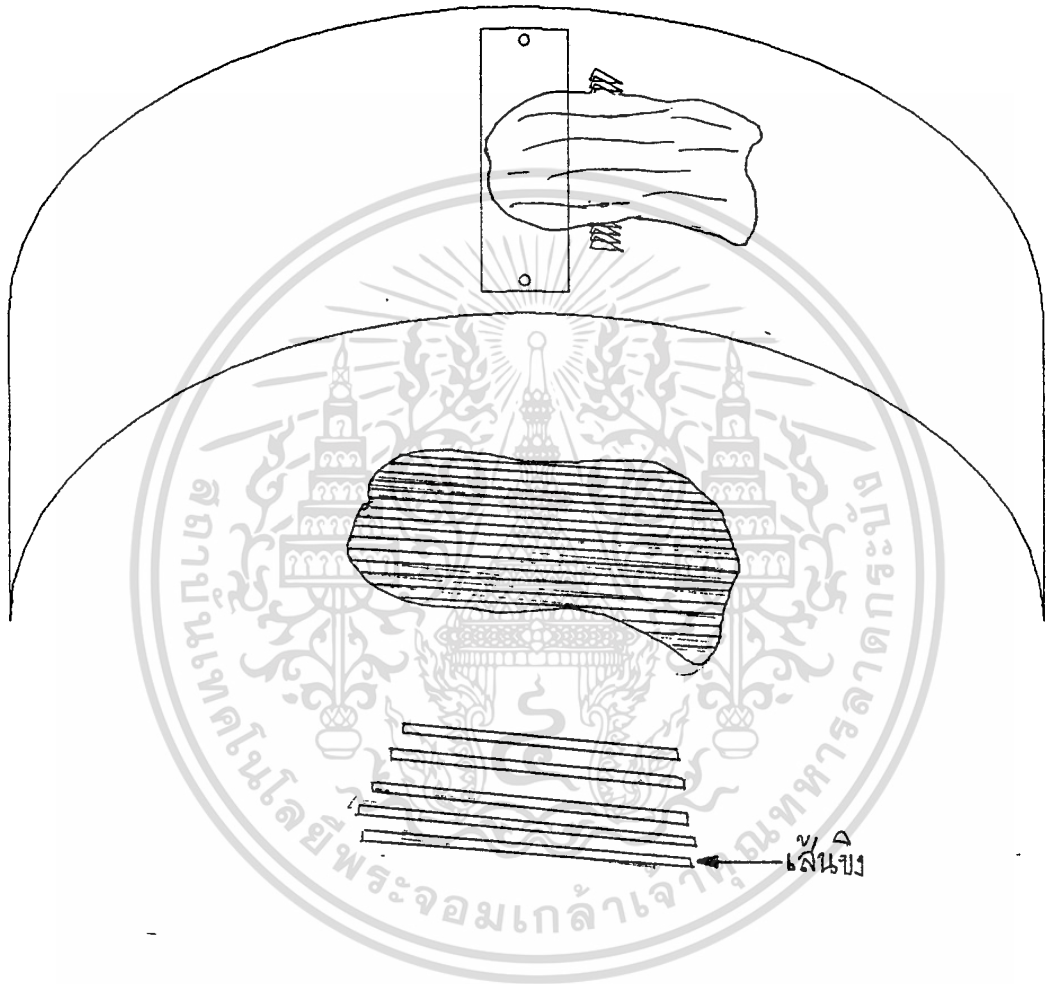


ขั้นตอนการทำงาน

1. เมื่อวัสดุผ่าน Stripping Knife จะเป็นรอยเส้นขาว
2. เมื่อวัสดุผ่านใบมีดปาด วัสดุจะถูกปาดออกมาเป็นเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป G ลักษณะการทำงานของใบมีดเมื่อผ่านวัสดุ

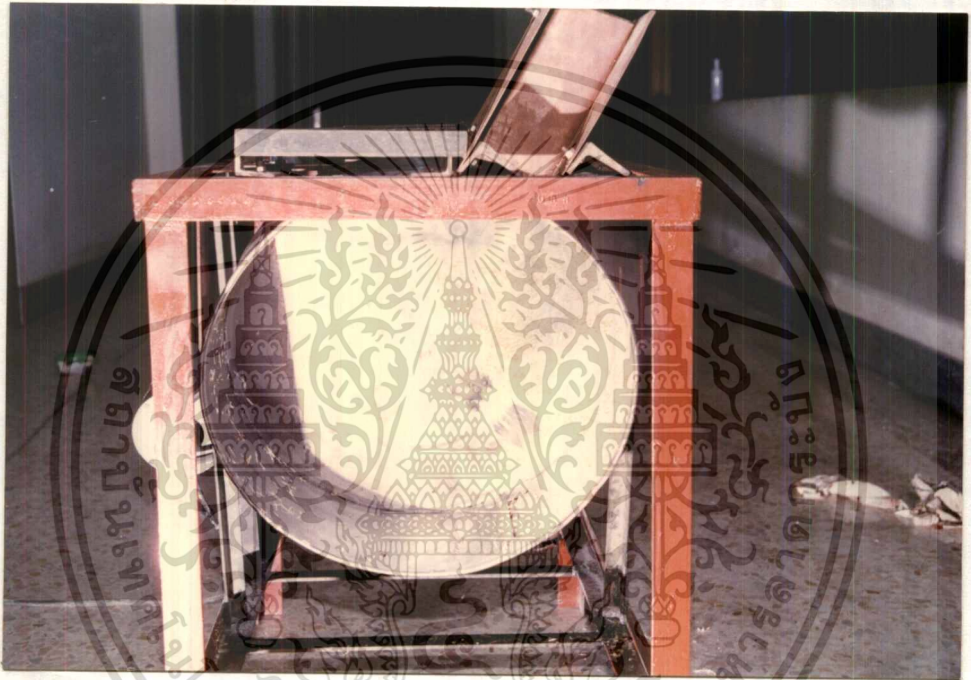


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป เครื่องทำขิงฝอยกึ่งอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ด้านหน้าเครื่องทำขึงฝอยกึ่งอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จขึ้นมาได้ด้วยความอนุเคราะห์ของหลายท่านที่ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทาง พร้อมทั้งให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ซึ่งทางผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณอย่างมาก ได้แก่

อาจารย์ มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์

อาจารย์ สรรวริศ กุ่ยวัฒนา

ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะแนวทางปฏิบัติ

เจ้าหน้าที่ประจำอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเกษตร

คุณ กมลวดี ศิริกาญจนพงศ์

ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะแนวทางในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการพิมพ์งาน

ขอขอบคุณเป็นอย่างมากสำหรับกำลังใจที่ได้จากเพื่อนๆทุกคน และสุดท้ายต้อง

ขอกราบขอบคุณ คุณพ่อและคุณแม่ที่ได้ให้กำลังใจและโอกาสในการศึกษา

ตลอดมา

ผู้จัดทำ

นาย ชุชัย ปัญญาสร้างสรรค์

นางสาว ธัญญรัตน์ ศิริกาญจนพงศ์

เอกสารอ้างอิง

1. ชาญ ถนัดงาน , วรวิทย์ อึ้งภากรณ์ “ การออกแบบเครื่องจักรกล” เล่ม 1 , 2533 , บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด , หน้า 228-235
2. ชาญ ถนัดงาน , วรวิทย์ อึ้งภากรณ์ “ การออกแบบเครื่องจักรกล” เล่ม 2 , 2533 , บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด , หน้า 140-169
3. รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ “ พืชเครื่องเทศและสมุนไพร “ , คาราวงเอกสารวิชาการ ฉบับที่ 59 หน่วยศึกษานิเทศน์ กรมการฝึกหัดครู , หน้า 43-48 ,
4. อุดม โกสัยสุก “ การปลูกผักกินดอกและกินหัว “ บริษัท อักษรบัณฑิต จำกัด , หน้า 18
5. R. Macrae , R. K. Robinson , M. J. Sadler , “ ENCYCLOPEDIA of FOOD SCIENCE FOOD TECHNOLOGY and NUTRITION “ Volume Two Catering-Down’s Syndrome หน้า 1181-1185 , ACADEMIC PRESS Harcourt Brace Jovanovich, Publishers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้