

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบู่ดำ

DESIGN AND FABRICATION OF JATROPHA CURCAS L. FRUIT AND
SEED SHELLING MACHAINE

นาย ยุทธศาสตร์ โคตรณรงค์

นาย วรภัทร ฉากเจริญสุข

นาย เอก เอี่ยมประชา

สพ.
๒/๓๖๕๗
๒๕๔๙

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72033
วัน,เดือน,ปี - 7 ต.ย. 2550

b. 117 62196
i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบู่ดำ
DESIGN AND FABRICATION OF JATROPHA CURCAS L. FRUIT AND
SEED SHELLING MACHAINE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบู่ดำ

Design and Fabrication of *Jatropha curcas* L. Fruit and Seed Shelling Machine


ผู้จัดทำ

1. นาย ยุทธศาสตร์ โคตรณรงค์ รหัสประจำตัว 47015497
2. นาย รวิภัทร ลากเจริญสุข รหัสประจำตัว 47015498
3. นาย เอก เข็มประชา รหัสประจำตัว 47015521



..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. ชีรพงศ์ ผลโพธิ์)



..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. ปานมนัส ศิริสมบุญ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดำ

นาย ยุทธศาสตร์ ไตรธรรมรงค์

นาย รวิภัทร ลากเจริญสุข

นาย เอก เอี่ยมประชา

อ. ชีรพงศ์ ผลโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. ปานมนัส ศิริสมบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ และสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดำ ซึ่งตัวเครื่องมีส่วนประกอบหลักอยู่ 3 ส่วน คือ ชุดกะเทาะเปลือกผลสับดำ ชุดคัดแยกเมล็ดสับดำ ชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดำ แต่ละส่วนมีการทำงานดังนี้ ชุดกะเทาะเปลือกผลสับดำใช้ถูกถึง 2 ลูกหมุนเข้าหากันเพื่อในการกะเทาะผลสับดำและเมื่อเมล็ดสับดำและเปลือกผลสับดำที่ถูกกะเทาะโดยถูกถึงออกมาจะตกลงที่ชุดคัดแยกเมล็ดสับดำ โดยใช้ตะแกรงรูดลมในการคัดแยกเมล็ดสับดำออกจากเปลือกผลสับดำ โดยที่เมล็ดสับดำจะถูกถ้ำเลียงโดยวางลงสู่ชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดซึ่งชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดนี้ใช้หลักการในการกะเทาะคือใช้จานหมุน ซึ่งมีลักษณะการทำงานคล้ายเครื่องโม่แป้งวางตัวอยู่ในแนวตั้ง การทดสอบชุดกะเทาะเปลือกผลสับดำ ชุดคัดแยกเมล็ดสับดำ ชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดำ ได้ผลดังนี้ 1) ชุดกะเทาะเปลือกผลสับดำ สภาวะที่ดีที่สุดคือที่ความเร็วรอบ 250 rpm ระยะห่าง 12 mm มีความสามารถในการกะเทาะเมล็ด 80.83 g/s และประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ด 48.94% 2) ชุดคัดแยกเมล็ดสับดำ สภาวะที่ดีที่สุดคือที่ความเร็วรอบ 175 rpm จะมีประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ด 46.03% ความสามารถในการคัดแยกเมล็ด 67.21g/s และการสูญเสียในการคัดแยกเมล็ด 4.140% 3) ชุดกะเทาะเมล็ดสับดำ สภาวะที่ดีที่สุดที่ความเร็วรอบ 110 rpm ระยะห่างจานกะเทาะ 8 mm จะได้ความสามารถในการกะเทาะเนื้อในเมล็ด 2.67 g/s และประสิทธิภาพการกะเทาะเนื้อในเมล็ด 9.61 %

DESIGN AND FABRICATION OF JATROPHA CURCAS L. FRUIT AND SEED
SHELLING MACHINE

Yüttasart Khotnarong

Ravipat Lapcharensuk

Aek Eiamprachia

Aj. Teerapong Pholpho

Advisor

Assoc. Prof. Dr. Panmanas Sirisomboon

2006

Abstract

This project aimed to design and fabricate the *Jatropha curcas* fruit and seed shelling machine. The machine composed of 3 main parts including the fruit shelling part, fruit seed separation part, and seed shelling part. The fruit shelling part used the two rollers turning in opposite direction to split the shell from the seed inside. The fruit shells and seeds fell onto the separation part. The seed moved through the round hole reciprocating tray and the fruit shell moved down from the tray to fruit shell correcting box. The seeds were conveyed by chute to the seed shelling part which had the vertical rotating and fixed round disks for seed shelling. The result from the performance test showed that 1) fruit shelling part worked well at 250 rpm roller speed and at 12 mm clearance between the two rollers with the capacity of 80.83 g/s and shelling efficiency of 48.94% 2) fruit shell separation part worked well at 175 rpm crank speed and 44 mm stroke giving seed separation efficiency of 46.03%, 61.21 g/s capacity and seed loss of 41.40 % and 3) seed shelling part worked well at 110 rpm disk rotation speed and 8 mm disk clearance giving capacity of 2.67 g/s and efficiency of 9.61%.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงมาได้โดยได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือ ท่านอาจารย์ที่สำคัญที่ขาดไปมิได้คือ รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบูรณ์ เกี่ยวกับ คำแนะนำดีๆ การตรวจทานที่ละเอียด หลักการเขียนรูปเล่ม และ อื่นๆ อีกมาก ที่สำคัญอีกท่าน คือ อาจารย์ ชีรพงษ์ ผลโพธิ์เกี่ยวกับ การออกแบบและการสร้าง หลักการทำงานของอุปกรณ์หลัก ใหญ่ๆ ของเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดทุเรียน

ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่เป็นกำลังใจ และ เป็นแรงผลักดัน ในการเรียน จนมาถึงวันนี้

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร และอาจารย์ในภาคทุกท่าน

ขอขอบคุณ พี่ติ๊ก พี่แปด ที่ให้ความสะดวกในเรื่องต่างๆมากมายและการทำเอกสารต่างๆ

ขอขอบคุณ แจ็ค สำหรับ งานกลึง งานเชื่อม และ ไม้คบุก และ เพื่อน 3 km ที่กล่าวมาไม่หมดในการมอบสิ่งๆ รอยยิ้ม กำลังใจ และอีกมากมายที่หาซื้อไม่ได้ในท้องตลาด

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ซ้อป ทั้ง 3 ท่านที่ช่วยในการเบิกจ่ายเครื่องมือ และ คำแนะนำในกรณีเล็กน้อยในการใช้เครื่องมือให้ปลอดภัย ตลอดจนคำแนะนำในการสร้างเครื่อง

ขอขอบคุณวิทยุในซ้อปที่มอบเสียงเพลงทั้งเพลงไทย ลูกทุ่ง เวลาชีวิตขาดสีสัน

ทางคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จะมีประโยชน์ กับใครสักคน ในสักวันหนึ่ง

นาย ยุทธศาสตร์ โคตรณรงค์

นาย รวิภัทร ตากเจริญสุข

นาย เอก เอี่ยมประชา

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	4
2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสบู่อัด	4
2.2 ข้อมูลด้านการสกัดน้ำมัน	4
2.3 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบและการสร้าง	5
2.3.1 คุณสมบัติทางกายภาพของผลสบู่อัดที่ใช้ในการออกแบบ	5
2.3.2 ถังบรรจุผลสบู่อัด	5
2.3.3 การหาลำดับชั้นของมอเตอร์	9
2.3.4 การออกแบบเพลลา	10
2.3.5 การเลือกใช้ใบเรียว	15
2.3.6 การใช้ตะแกรงในการคัดขนาด	16
2.3.7 รางเรียบตรง	19
2.4 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบู่อัด	21
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	22
3.1 การกำหนดวิธีกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบู่อัด	22
3.1.1 การกำหนดวิธีการกะเทาะเปลือกผล	22
3.1.2 การกำหนดวิธีการกะเทาะเปลือกเมล็ด	22
3.2 การออกแบบและคำนวณตามทฤษฎี	23
3.2.1 การออกแบบถังบรรจุ	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

3.2.2	การวิเคราะห์แรงที่กระทำต่อลูกกอล์ฟ	24
3.2.3	การออกแบบเพลาลูกกอล์ฟ	27
3.2.4	การคำนวณกำลังขับลูกกอล์ฟ	33
3.2.5	การคำนวณแรงและทอร์กที่กระทำบนจานกะเทาะ	33
3.2.6	การออกแบบเพลาจานกะเทาะ	35
3.2.7	การออกแบบชุดคัตแบกโดยใช้ตะแกรง	41
3.2.8	การออกแบบรางเรียบตรง	42
3.3	การออกแบบเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำ	43
3.3.1	แบบชุดกะเทาะเปลือกผลสับดูดำ	43
3.3.2	แบบชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดูดำ	43
3.4	แผนผังการประกอบชิ้นส่วนเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำ	48
3.5	ขั้นตอนการสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำ	50
3.5.1	ตั้งบรรจุก้อนดูดำ	50
3.5.2	ชุดลูกกอล์ฟ	50
3.5.3	โครงรองรับลูกกอล์ฟ	51
3.5.4	ชุดตะแกรงคัตแบก	52
3.5.5	รางเรียบตรง	53
3.5.6	จานกะเทาะ	54
3.5.7	ฝาครอบจานกะเทาะ	55
3.4.8	โครงรองรับชุดจานหมุน	55
บทที่ 4	การทดสอบ	57
4.1	การทดสอบสมรรถนะการกะเทาะของชุดกะเทาะเปลือกผลสับดูดำ	57
4.2.1	วัตถุประสงค์	57
4.2.2	วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้	57
4.2.3	ขั้นตอนการทดสอบ	57
4.2.4	ผลการทดสอบ	58
4.2.5	สรุปผลการทดสอบ	58
4.2	การทดสอบสมรรถนะชุดคัตแบกเมล็ดสับดูดำ	60
4.3.1	วัตถุประสงค์	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2	วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้	60
4.3.3	ขั้นตอนการทดสอบ	60
4.3.4	ผลการทดสอบ	61
4.3.5	สรุปผลการทดสอบ	62
4.3	การทดสอบสมรรถนะการกะเทาะของชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดู	63
4.4.1	วัตถุประสงค์	63
4.4.2	วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้	63
4.4.3	ขั้นตอนการทดสอบ	63
4.4.4	ผลการทดสอบ	64
4.4.5	สรุปผลการทดสอบ	64
บทที่ 5	สรุปผลการทดลอง	66
5.1	สรุปผลการทดลองและ วิเคราะห์ผล	66
5.2	ข้อเสนอแนะ	67
5.2.1.	ชุดกะเทาะเปลือกผลสับดู	67
5.2.2	ชุดคัดแยกผลสับดูออกจากเปลือก	67
5.2.3	ชุดกะเทาะผลสับดู	67
เอกสารอ้างอิง		68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญัตราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของผลสุบุดำที่จำเป็นในการออกแบบ	6
ตารางที่ 2.2 ขนาดระบอบของเพลตามาตรฐาน ISO/R775 – 1969	11
ตารางที่ 2.3 ค่าตัวประกอบความถี่	14
ตารางที่ 3.1 อธิบายชิ้นส่วนในแผนผังแสดงขั้นตอนการประกอบ เครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสุบุดำ	49
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดกะเทาะผลสุบุดำ	59
ตารางที่ 4.2 ค่าประสิทธิภาพการกะเทาะผล, ความสามารถในการกะเทาะผล ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดกะเทาะผลสุบุดำ	59
ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยของค่าประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ด, ความสามารถในการกะเทาะเมล็ด ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดกะเทาะผลสุบุดำ	59
ตารางที่ 4.4 ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดคัดแยกเมล็ดสุบุดำ	62
ตารางที่ 4.5 ค่าประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ด, การสูญเสียในการคัดแยกเมล็ด, ความสามารถในการ คัดแยกเมล็ด ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดคัดแยกเมล็ดสุบุดำ	62
ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยของค่าประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ด, การสูญเสียในการคัดแยกเมล็ดความสามารถในการคัดแยกเมล็ด ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดคัดแยกเมล็ดสุบุดำ	62
ตารางที่ 4.7 แสดงข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดกะเทาะเมล็ดสุบุดำ	65
ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยของค่าประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ด, ความสามารถในการกะเทาะเมล็ด ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดคัดแยกเมล็ดสุบุดำ	65

สารบัญรูปภาพ

	หน้าที่
รูปที่ 2.1 ภาพด้านหน้าของถังบรรจุโดยมีความลึกถึงเท่ากับ	7
รูปที่ 2.2 ลักษณะการไหลของวัสดุออกจากถัง	8
รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์การไหลกับความเสียดทานของวัสดุกับผนัง และมุมเอียงของถังบรรจุ	9
รูปที่ 2.4 เพลายู่ภายใต้แรงต่าง ๆ	12
รูปที่ 2.5 ตะแกรงรูปทรงต่างๆ	16
รูปที่ 2.6 Horizontal reciprocating motion	17
รูปที่ 2.7 Inclined reciprocating motion	18
รูปที่ 2.8 Combined horizontal and reciprocating motion	18
รูปที่ 2.9 Horizontal rotary motion	18
รูปที่ 2.10 หน้าตัดของราง	19
รูปที่ 2.11 วัสดุบนพื้นเอียง	20
รูปที่ 3.1 เครื่องสี่ขา	22
รูปที่ 3.2 เครื่องจำลองการกะเทาะเปลือกเมล็ด	23
รูปที่ 3.3 ไดอะแกรมการรับแรงของผลสุ่มค่า	25
รูปที่ 3.4 ปริมาตรของสุ่มค่าในถังบรรจุส่วนที่เป็นภาชนะต่อลูกกลิ้ง	26
รูปที่ 3.5 ชั้นส่วนต่างๆ ของชุดลูกกลิ้งที่มีแรงกระทำต่อเพลลา	27
รูปที่ 3.6 ไดอะแกรมการแสดงแรงของล้อขับลูกกลิ้ง	28
รูปที่ 3.7 ไดอะแกรมการแสดงแรงของล้อขับลูกกลิ้ง	29
รูปที่ 3.8 ไดอะแกรมการรับแรงของเพลลาในแนวตั้ง	30
รูปที่ 3.9 ไดอะแกรมการรับแรงของเพลลาในแนวนอน	30
รูปที่ 3.10 กราฟแสดงแรงเฉือนและ โมเมนต์ค้ำค้ำที่เกิดกับเพลลาลูกกลิ้งในแนวตั้ง	31
รูปที่ 3.11 กราฟแสดงแรงเฉือนและ โมเมนต์ค้ำค้ำที่เกิดกับเพลลาลูกกลิ้งในแนวระดับ	32
รูปที่ 3.12 ไดอะแกรมการรับแรงของเมล็ดสุ่มค่า 1 เมล็ด	34
รูปที่ 3.13 การเรียงตัวกันของเมล็ดสุ่มค่าบนงาน	35
รูปที่ 3.14 ชั้นส่วนต่างๆ ของชุดงานกะเทาะที่มีแรงกระทำต่อเพลลา	36
รูปที่ 3.15 ไดอะแกรมแสดงแรงที่กระทำต่อล้อขับงาน	37
รูปที่ 3.16 ไดอะแกรมการรับแรงของเพลลาในแนวนอน	38
รูปที่ 3.17 กราฟแสดงแรงเฉือนและ โมเมนต์ค้ำค้ำที่เกิดกับเพลลาในงานในแนวตั้ง	39

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ 3.18	กราฟแสดงแรงเดือนและ โมเมนต์ดัดที่เกิดกับเพลางานในแนวระดับ	40
รูปที่ 3.19	การวัดความกว้างเมล็ดสับดูค่าและเปลือกผลสับดูค่า	41
รูปที่ 3.20	การทดลองหามุมเอียงของตะแกรง	42
รูปที่ 3.21	มุมของรางเรียบตรง	43
รูปที่ 3.22	ชุดกะเทาะเปลือกผลสับดูค่า	44
รูปที่ 3.23	ลักษณะเพลาลูกกลิ้ง	45
รูปที่ 3.24	ชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดูค่า	46
รูปที่ 3.25	จานกะเทาะ	47
รูปที่ 3.26	แผนผังแสดงขั้นตอนการประกอบเครื่องกะเทาะเปลือกผล และเปลือกเมล็ดสับดูค่า	48
รูปที่ 3.27	ถังบรรจุผลสับดูค่า	50
รูปที่ 3.28	ชุดลูกกลิ้ง	51
รูปที่ 3.29	โครงรองรับลูกกลิ้ง	52
รูปที่ 3.30	ชุดตะแกรงคัดแยก	53
รูปที่ 3.31	รางเรียบตรง	54
รูปที่ 3.32	โครงรองรับชุดจานกะเทาะ	56

บทที่ 1

ที่มาและความสำคัญ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากพลังงานเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาเศรษฐกิจและด้านอื่นๆของประเทศ พลังงานจากน้ำมันถูกนำมาใช้อย่างฟุ่มเฟือยและมีแนวโน้มที่จะเป็นปัญหาต่อไปในระยะยาว จึงมีการศึกษาถึงทางเลือกของพลังงานทดแทนต่างๆ ปัจจุบันทั้งภาครัฐและเอกชนได้ส่งเสริมให้เกิดการศึกษาอย่างจริงจัง โดยเฉพาะการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งจะถูกผลิตโดยวัตถุดิบและกรรมวิธีต่างกัน

สนุ่นดำ (*Jatropha curcas* L) เป็นพืชทนแล้ง ปลูกในบริเวณแถบ อเมริกา เอเชียตะวันออกเฉียงใต้, อินเดีย และ แอฟริกา [1] ต้นสนุ่นดำเป็นพืชที่พุ่มใหญ่แต่ต้นเล็กสามารถปลูกได้หลายพื้นที่ มีความต้องการปุ๋ยและน้ำน้อยสามารถเติบโตพื้นที่เสื่อมสภาพได้

ประโยชน์สำคัญของเมล็ดสนุ่นดำคือสามารถทำเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลได้ [2] รายงานว่าค่าพลังงานรวมของเมล็ดสนุ่นดำที่ความชื้น 0 % เท่ากับ 4980.3 cal/g (20.85 MJ/kg) ซึ่งสูงกว่าค่าความร้อนของถ่านหินลิกไนต์และสามารถเปรียบเทียบกับได้กับซังข้าวโพดที่ความชื้น 10 % ค่าความร้อนรวมของน้ำมันสนุ่นดำเท่ากับ 9036.1 cal/g (37.83 MJ/kg) ซึ่งสูงกว่าค่าความร้อนของถ่านหินแอนทราไซต์ น้ำมันที่ได้จากเมล็ดสนุ่นดำสามารถใช้แทนน้ำมันดีเซลได้ 3 วิธี [3] คือ 1) ใช้น้ำมันสนุ่นดำบริสุทธิ์โดยตรง 2) ใช้น้ำมันสนุ่นดำผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่างๆ 3) ใช้น้ำมันสนุ่นดำไปทำไบโอดีเซล

น้ำมันสนุ่นดำมีค่าความร้อนและซีเทนนับเบอ์เทียบได้กับดีเซลแต่มีค่าความหนาแน่นมากกว่า ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงเครื่องยนต์ ในการนำไปทำไบโอดีเซล เมธิลเอสเทอร์ ของน้ำมันสนุ่นดำมีความเหมาะสมตามมาตรฐานของ อเมริกา, เยอรมัน และยุโรป [4]

ในการสกัดน้ำมันมีขั้นตอนต่อไปนี้ 1) กระเทาะเปลือกผลออก 2) กระเทาะเปลือกเมล็ดออก 3) นำไปตากแดดหรือลดความชื้นลง 4) นำไปหีบน้ำมัน จะเห็นได้ว่าการกระเทาะเปลือกผลและกระเทาะเปลือกเมล็ดมีความสำคัญมากเพราะเปลือกเหล่านี้ทำให้อัตรากาการระเหยน้ำออกจากเนื้อในเมล็ดช้ามาก และถ้าหีบน้ำมันทั้งเปลือกหุ้มเมล็ดจะทำให้น้ำมันถูกดูดซับไว้ที่เปลือกหุ้มเมล็ดส่วนหนึ่ง นอกจากนี้ไม่ควรใช้การกระเทาะด้วยมือโดยตรงเพราะยางของสนุ่นดำมีพิษต่อร่างกายคน ในปัจจุบันยังไม่มีเครื่องกระเทาะเปลือกผลและเปลือกหุ้มเมล็ดสนุ่นดำ การกระเทาะยังคงทำด้วยมือซึ่งทำให้กระบวนการช้ามาก หากมีการพัฒนาเครื่องกระเทาะเปลือกผลและเปลือกหุ้มเมล็ดสนุ่นดำจะทำให้กระบวนการรวดเร็วขึ้นและการผลิตน้ำมันจากสนุ่นดำดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นโครงการนี้จึงมีความคิด

ในการออกแบบและสร้างเครื่องกระเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสนุ่นดำ เพื่อสนับสนุนการนำน้ำมันเอ็กสตรานเป็นเอ็กสตรานที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับผูกพันไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สบู่ดำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนน้ำมันดีเซลซึ่งเมื่อปีการศึกษา 2548 คณะนักศึกษาและ อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบังได้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผล เมล็ด และเมล็ดในสบู่ดำ [5] ได้แก่ ขนาด รูปร่าง ความหนาแน่นเนื้อ ความหนาแน่นรวม ความพรุน ความชื้น สัมประสิทธิ์ความเสียดทานบนพื้นผิว ต่างๆ มุมกองพื้น แรงกดแตก ความแข็ง พลังงานที่ใช้เพื่อการกดแตก พื้นที่ผิวและพื้นที่ผิวจำเพาะ เป็นต้น เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการกะเทาะ เปลือกผลและกะเทาะเปลือกเมล็ด การอบแห้งและการหีบน้ำมัน ดังนั้นจึงมีการทำโครงการเรื่อง การ ออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบู่ดำต่อเนื่องจากโครงการเดิม

1.2 วัตถุประสงค์

- (1) เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบู่ดำที่มีความสามารถในการกะเทาะ
- (2) เพื่อให้การกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบู่ดำเป็นไปได้ง่ายและสะดวกรวดเร็วและง่ายต่อการนำมาสกัดน้ำมัน

1.3 ขอบเขตการศึกษา

เป็นการสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบู่ดำที่มีระบบการคัดแยกเปลือกผลและเปลือกเมล็ดออกจากเนื้อในเมล็ด

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ได้เครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบู่ดำที่มีประสิทธิภาพในการกะเทาะเพื่อสนับสนุนการใช้ น้ำมันสบู่ดำทดแทนน้ำมันดีเซลซึ่งเป็นการแก้ปัญหาพลังงานของชาติและทำให้เศรษฐกิจดีขึ้น

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- (I) รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลสบู่ดำและวิธีการกะเทาะเปลือกและกะเทาะเปลือกหุ้มเมล็ดพืชอื่นที่คล้ายคลึงกับสบู่ดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ออกแบบเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสนุ่นดำที่มีความสามารถในการกะเทาะที่เหมาะสม

(3) สร้างเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสนุ่นดำตามแบบ

(4) ทดสอบเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสนุ่นดำ

(5) ปรับปรุงเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสนุ่นดำ

(6) สรุปผลและเขียนรายงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสบู่ดำ [6]

สบู่ดำ (*Jatropha*) เป็นพืชที่มีแหล่งกำเนิดในอเมริกากลางคาดว่าเข้ามาในประเทศไทยเมื่อปลายกรุงศรีอยุธยา สบู่ดำมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Jatropha Curcas* Linn เป็นไม้ผลยืนต้นความสูง 2-7 เมตร เจริญเติบโตง่าย ทนต่อสภาพแห้งแล้งได้สามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย

เมล็ดสบู่ดำสามารถนำมาสกัดเพื่อเอาน้ำมันใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลของเกษตรกรได้

2.2 ข้อมูลด้านการสกัดน้ำมัน [6]

การสกัดน้ำมันออกจากเมล็ดสบู่ดำอาจทำได้หลายวิธีตามศักยภาพของผู้ใช้จุดประสงค์ คือ เอาน้ำมันที่มีอยู่ในเมล็ดร้อยละ 35 ของน้ำหนักเมล็ด ออกมาใช้ประโยชน์ ในปัจจุบันศักยภาพของเครื่องสกัดน้ำมันสบู่ดำที่มีอยู่สามารถสกัดได้ปริมาณร้อยละ 25 ของน้ำหนักเมล็ดสบู่ดำจำนวน 4 กิโลกรัม สามารถนำมาสกัดเป็นน้ำมันสบู่ดำได้จำนวน 1 กิโลกรัม เหลือเป็นกากเมล็ดจำนวน 3 กิโลกรัม ด้วยขั้นตอนการสกัดแบบง่าย ดังนี้

- (1) นำสบู่ดำที่แก่ (สีเหลืองจนถึงสีดำ) มากะเทาะเปลือกออก
- (2) นำเมล็ด ไปล้างทำความสะอาดและผึ่งให้แห้ง
- (3) บดเมล็ดให้แตกหยาบ ๆ แล้วนำไปให้ความร้อนด้วยการตาก หรือ ใช้ตู้อบแสงอาทิตย์

เข้าเครื่องสกัดแบบเกลียวเร่งและแม่แรง

- (4) นำน้ำมันสบู่ดำที่ได้จากการสกัดทิ้งให้ตกตะกอน 1-2 วัน และผ่านการกรองที่ดีและนำไปใช้

2.3 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบและการสร้าง

2.3.1 คุณสมบัติทางกายภาพของผลสบูดำที่ใช้ในการออกแบบ

คุณสมบัติทางกายภาพของผลสบูดำที่จำเป็นในการนำมาใช้ในการออกแบบนั้นได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.1

2.3.2 ถังบรรจุผลสบูดำ [7]

ในการออกแบบถังบรรจุนั้นสิ่งที่สำคัญนั้นคือความสูงของถังและปริมาตรความจุของถังบรรจุเนื่องจากการได้ปริมาตรของถังที่แน่นอนนั้นทำให้ประหยัดวัสดุและปริมาณการถ่ายเทผลสบูดำสู่กระบวนการการกะเทาะเปลือกผลที่แม่นยำ

เมื่อพิจารณาการบรรจุผลสบูดำลงในถังบรรจุโดยมีมวลตามที่ต้องการนั้นสามารถนำมาหาปริมาตรบรรจุรวมของถังบรรจุได้ดังนี้

$$V_{\text{total}} = \frac{m}{\rho_{\text{bulk}}} \quad (2.1)$$

เมื่อ V_{total} = ปริมาตรรวมของผลสบูดำที่ใส่ในถังบรรจุ

m = มวลของผลสบูดำที่ป้อนให้ถังบรรจุ

ρ_{total} = ความหนาแน่นรวมของผลสบูดำ

จากนั้นจึงมาพิจารณาปริมาตรบรรจุผลสบูดำลงในถังบรรจุโดยแบ่งถังบรรจุออกเป็น 3 ส่วนดังแสดงในรูปที่ 2.1

(1) ส่วนด้านบนของถังบรรจุ (V_1)

ส่วนด้านบนนั้นพิจารณาได้เป็นส่วนที่เกิดการกองของผลสบูดำซึ่งการกองที่เกิดขึ้นนั้นจะเกิดมุมของการกองขึ้นและมุมที่เกิดขึ้นนี้คือ มุมกองพื้น (Angle of repose) หมายถึง มุมที่กองวัสดุทำกับพื้นราบดังแสดงในรูปที่ 2.1 ค่าของมุมกองพื้นนั้นสามารถนำมาหาค่าความสูงของกองได้จาก

$$h_1 = \frac{a}{2} \tan \theta \quad (2.2)$$

เมื่อ h_1 = ความสูงของกองผลสบูดำด้านบนของถังบรรจุ

a = ความกว้างของถังบรรจุผลสบูดำ

θ = มุมกองพื้นของวัสดุ

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของผลสุ่มดำที่จำเป็นในการออกแบบ [5]

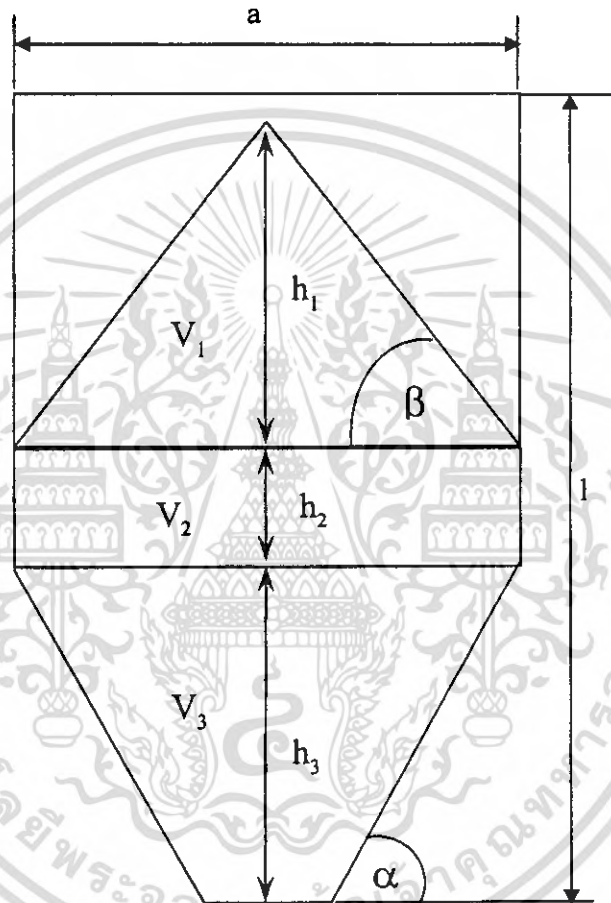
คุณสมบัติทางกายภาพ	ผลสุ่มดำ	เมล็ดสุ่มดำ	เนื้อในเมล็ดสุ่มดำ
มวลสุ่มดำ 1000 หน่วย (g)	14560.9±2415.4	1322.4±14.6	688.1±5.7
สัดส่วนเมล็ด (%)	24.53		
สัดส่วนเนื้อในเมล็ด (%)	12.63		
สัดส่วนเปลือกเมล็ด (%)	11.90		
สัดส่วนเปลือกผล (%)	75.47		
ความยาวด้านที่ยาวที่สุด (a) (mm)	33.36±1.58	21.02±1.03	15.45±0.54
ความยาวที่ตั้งฉากกับด้าน a (b) (mm)	30.05±1.08	9.58±0.28	7.42±0.33
ความยาวที่ตั้งฉากกับด้าน a,b, c (mm)	31.51±0.97	11.97±0.30	10.25±0.36
เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (mm)	31.60±1.01	13.40±0.36	10.55±0.34
ความเป็นทรงกลม	0.95±0.03	0.64±0.03	0.68±0.01
ความหนาแน่นรวม (g/cm ³)	0.47±0.00	0.45±0.01	0.42±0.01
ความหนาแน่นเนื้อ (g/cm ³)	0.95±0.02	1.04±0.04	1.02±0.05
ความพรุน (%)	50.53	56.73	58.82
พื้นที่ผิว (mm ²)	3139.21±197.41	534.12±31.81	306.48±22.08
พื้นที่ผิวจำเพาะ (cm ² /cm ³)	0.90±0.07	1.91±0.12	2.12±0.08
สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานสถิตบนพื้นผิวต่างๆ:			
ไม้	0.50±0.05	0.49±0.03	0.72±0.06
เหล็ก	0.64±0.05	0.46±0.01	0.73±0.03
แอสตนเลส	0.46±0.02	0.49±0.04	0.65±0.02
มุมกองพื้น			
แบบบรรจุ	53.53±1.72	54.00±5.13	60.23±6.16
แบบถ่ายเท	42.91±0.67	37.76±2.85	42.92±0.82
คุณสมบัติเชิงกล	ผลสุ่มดำ	เมล็ดสุ่มดำ	เนื้อในเมล็ดสุ่มดำ
แรงกดแตก (N)	135.39±54.86	146.63±14.82	67.72±19.03
ช่องว่างที่กดแตก (mm)	4.36±1.42	2.10±0.19	1.74±0.37
ความแข็ง (N/mm)	30.58±5.88	69.98±6.22	38.52±5.59
พลังงานที่ใช้ในการกดแตก (N mm)	300.88±237.84	124.44±19.95	51.61±26.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กองของผลสบูดำเป็นรูปทรงเมือทราบค่า h_1 , แล้วจะสามารถนำมาคำนวณค่าปริมาตรของกองผลสบูดำได้จาก

$$V_1 = \frac{1}{3}abh_1 \quad (2.3)$$

เมื่อ b = ความยาวของถึงบรรจุดผลสบูดำ



รูปที่ 2.1 ภาพด้านหน้าของถึงบรรจุดโดยมีความลึกถึงเท่ากับ b

(2) ส่วนกลางของถึงบรรจุด (V_2)

แต่เนื่องจากปริมาตรของถึงบรรจุดผลสบูดำในส่วนกลางถึงนี้จำเป็นต้องหาเป็นส่วนสุดท้ายเพราะจะเป็นส่วนเหลือจากปริมาตรรวมลบปริมาตรส่วนบนถึงรวมทั้งปริมาตรส่วนล่างถึงโดยที่

$$V_2 = V_{\text{total}} - (V_1 + V_3) \quad (2.4)$$

เมื่อ V_2 = ปริมาตรของถึงบรรจุดผลสบูดำในส่วนกลางถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

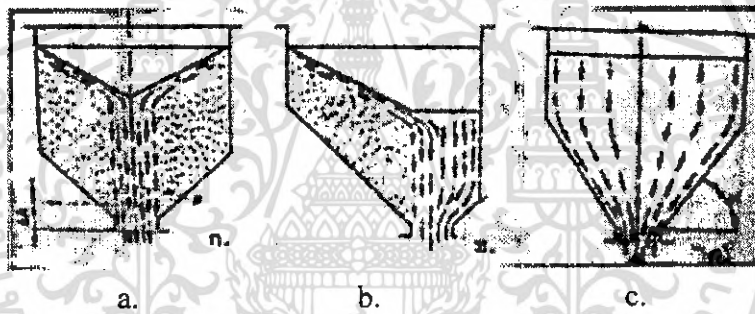
จากนั้นเมื่อได้ V_3 (ซึ่งในตอนนี้เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมรูปบาศก์) แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาความสูงถึงบรรจุผลสบูดำในส่วนกลางถึง (h_2) ได้จาก

$$h_2 = \frac{V_2}{(ab)} \quad (2.5)$$

เมื่อ h_2 = ความสูงถึงบรรจุผลสบูดำในส่วนกลางถึง

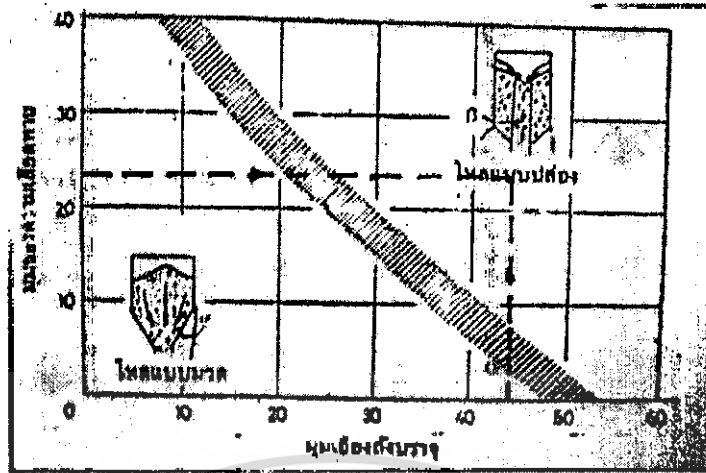
(3) ส่วนด้านล่างของถังบรรจุ (V_3)

ในส่วนด้านล่างของถังนี้เป็นส่วนที่เกิดการไหลออกของผลสบูดำผ่านช่องเปิดเข้าสู่ลูกกลิ้งนั้นสามารถกำหนดมุมเอียงของถังได้โดยที่ถ้ามุมเอียงของถังที่กระทำกับแนวนราบ (α) มีค่าน้อยลักษณะการไหลเป็นแบบปล่อง (funnel flow) (รูปที่ 2.2 a.) โดยวัสดุไหลเป็นแนวเหนือช่องเปิดขึ้นไปและการไหลของวัสดุจะไหลจากชั้นบนก่อนแต่เมื่อมุมเอียงมีค่าสูงขึ้นการไหลของมวลวัสดุทั้งหมด (mass flow) จะไหลลงสู่ช่องเปิด (รูปที่ 2.2 c.) ส่วนในรูปที่ 2.2 b. แสดงการไหลของวัสดุที่มีการไหลทั้ง 2 แบบ คือการไหลแบบปล่องและการไหลแบบมวลของวัสดุทั้งหมด



รูปที่ 2.2 ลักษณะการไหลของวัสดุออกจากถัง [7]

ซึ่งรูปแบบการไหลของวัสดุขึ้นอยู่กับความเอียงของถังบรรจุและค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (Coefficient of Static friction on various surfaces) ของวัสดุกับผนังของถังบรรจุ ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์การไหลกับความเสียดทานของวัสดุกับผนังและมุมเอียงของกังหัน [7]

เมื่อสามารถที่จะกำหนดมุมเอียงของกังหันได้แล้วค่ามุมเอียงที่ได้นั้นสามารถนำมาคำนวณหาความสูงของกังหันผลสรุปค่าในส่วนด้านล่าง (h_3) ได้จาก

$$h_3 = \left(\frac{a-c}{2}\right)\tan\alpha \tag{2.6}$$

- เมื่อ h_3 = ความสูงของกังหันผลสรุปค่าในส่วนล่างกังหัน
- c = ความกว้างของช่องเปิดของกังหันผลสรุปค่า
- α = มุมเอียงของกังหันผลสรุปค่า

ปริมาตรส่วนล่างของกังหันสามารถหาได้โดยพิจารณา รูปที่ 2.3 จะได้ปริมาตรในส่วนล่างของกังหันดังนี้

$$V_3 = 2\left(\frac{1}{2}\left(\frac{a-c}{2}\right)h_3b\right) + (ch_3b) \tag{2.7}$$

เมื่อ V_3 = ปริมาตรกังหันผลสรุปค่าในส่วนล่างกังหัน

เมื่อได้ค่าปริมาตรและความสูงของทั้งสามส่วนมาแล้วจึงนำค่าทั้งหมดไปใช้งานจริง โดยในการออกแบบอาจจะมีการเพิ่มความสูงของกังหันให้มากกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณเพื่อเป็นการรองรับปริมาณของผลสรุปค่าที่อาจจะสูงกว่าปริมาณที่ป้อนในทางตัวเลขได้

2.3.3 การหาค่ากำลังขับของมอเตอร์

การหาค่ากำลังขับมอเตอร์นั้นเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการออกแบบ เพราะจะนำค่าที่ได้ไปเลือกขนาดของมอเตอร์ที่ใช้โดยสมการที่ใช้เป็นดังนี้

$$W_p = \frac{2\pi nT}{60} \tag{2.8}$$

เมื่อ W_p = กำลังขับ (watt)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

n = ความเร็วรอบที่ใช้งาน (rpm)

T = แรงบิดที่เกิดขึ้น (N/m)

จากสมการข้างต้นหน่วยที่ได้เป็น watt ถ้าต้องการหากำลังขับในหน่วยแรงม้าสามารถหาได้ ดังนี้

$$HP = \frac{W_P}{745} \quad (2.9)$$

เมื่อ HP = กำลังขับ (hp)

2.3.4 การออกแบบเพลลา [8]

เพลลาเป็นส่วนที่มีไอ้อยู่ในเครื่องจักรเกือบทุกชนิด ทำหน้าที่ในการส่งถ่ายกำลังหรือทำให้เกิดหมุนระหว่างชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่อง ขณะใช้งานเพลลาจะอยู่ภายใต้ภาระการกระทำชนิดต่าง ๆ เช่น แรงกด แรงดึง โมเมนต์คด และโมเมนต์บิดซึ่งอาจมีทั้งแรงสถิตและแรงแบบวัฏจักร ทำให้เกิดการล้าได้เพลลาอาจมีชื่อเรียกแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งานดังนี้ คือ

เพลลา (Shaft) เป็นชิ้นส่วนที่หมุนและใช้ในการส่งกำลัง

แกน (Axle) เป็นชิ้นส่วนลักษณะเดียวกับเพลลาแต่ไม่หมุน ส่วนมากเป็นตัวรองรับชิ้นส่วนที่ส่วนนั้นจะหมุนหรือไม่ก็ตาม

สปินเดิล (Spindle) เป็นเพลลาขนาดสั้น เช่น เพลลาที่หัวแท่นกลึง (Head-Stock spindle) เป็นต้น

สตับชาฟ (Stub Shaft) เป็นเพลลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องจากเครื่องขนต์มอเตอร์ หรือเครื่องต้นกำลังอื่น ๆ มีขนาด รูปร่าง และส่วนยื่นออกมา สำหรับใช้ต่อกับเพลลาอื่น ๆ

เพลลาแนว (Line Shaft) หรือเพลลาส่งกำลัง (Power transmission shaft) หรือเพลลาเมน (Main shaft) เป็นเพลลาซึ่งต่อตรงจากเครื่องต้นกำลัง ใช้ในการส่งกำลังไปยังเครื่องจักรกลอื่น ๆ โดยเฉพาะ

แจ็กชาฟ (Jack shaft) เป็นเพลลาขนาดสั้นที่ต่อระหว่างเครื่องต้นกำลังกับเพลลาเมนหรือเครื่องจักรกล

เพลลาอ่อน (Flexible shaft) เป็นเพลลาที่สามารถอ่อนตัวหรือโค้งได้เพลลาประเภทนี้ทำด้วยสายลวดใหญ่ (Cable) ลวดสปริงหรือลวดเหนียว (Wire rope) ใช้ในการส่งกำลังในลักษณะที่แกนหมุนทำมุมกันได้แต่ส่งกำลังได้น้อย

เพลลาอาจรับแรงดึงแรงกดแรงบิด หรือแรงอัด หรือแรงหลายอย่างรวมกันก็ได้ ดังนั้นการคำนวณจึงต้องใช้ความเค้นผสมเข้ามาช่วย แรงเหล่านี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทำให้เพลลาเสียหายได้ เพราะความล้า ฉะนั้นจึงต้องมีการออกแบบเพลลาให้มีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการใช้งานในลักษณะนี้ นอกจากนี้เพลลายังต้องมีความแข็งเกร็ง (Rigidity) เพียงพอเพื่อลดมุมบิดภายในเพลลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้อยู่ในขีดที่จำกัดที่พอเหมาะ ระยะโก่ง (Deflection) ของเพลาก็เป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดขนาดเพลานี้ เพราะถ้าเพลามีระยะโก่งมากก็จะเกิดการแกว่งขณะหมุนได้

(1) วัสดุเพลานี้

ในการเลือกวัสดุและวิธีที่ใช้ในการทำเพลานี้ นักออกแบบจะต้องคำนึงถึงสภาพการใช้งานและภาระที่เพลานี้ต้องรับเป็นหลักโดยทั่วไปแล้ว จะพิจารณาเลือกวัสดุและวิธีการผลิตเพลานี้ตามขนาดระบุเพลานี้

วัสดุที่ใช้ทำเพลานี้ทั่วไปคือ เหล็กกล้าละมุน (Mild steel) แต่ถ้าต้องการให้มีความเหนียวและความทนทานเป็นพิเศษ มักจะใช้เหล็กกล้าผสมโลหะอื่นทำเพลานี้ เช่น AISI 3140, 1347, 4150, 4340 เป็นต้น เพลานี้ที่มีขนาดเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 90 mm. มักจะกลึงมาจากเหล็กกล้าคาร์บอน ซึ่งผ่านการรีดร้อนอย่างไรก็ตามเพื่อให้เพลานี้มีราคาถูกที่สุดผู้ออกแบบควรวางแผนเลือกใช้เหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาก่อนที่จะเลือกใช้เหล็กกล้าคาร์บอนชนิดอื่น

(2) ขนาดของเพลานี้

เพื่อให้เพลานี้มีมาตรฐานเหมือนกัน องค์กรมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดขนาดมาตรฐานของเพลานี้ซึ่งมีขนาดระบุ (Nominal size) ใน ISO/R 775-1969 เอาไว้สำหรับให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถเลือกได้ทั่วไป นอกจากนี้ยังเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดของแปรงที่ใช้รองรับเพลานี้ด้วยขนาดระบุของเพลานี้แสดงไว้ในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ขนาดระบุของเพลานี้ตามมาตรฐาน ISO/R775 – 1969 [8]

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	

(3) หลักพิจารณาในการออกแบบเพลานี้

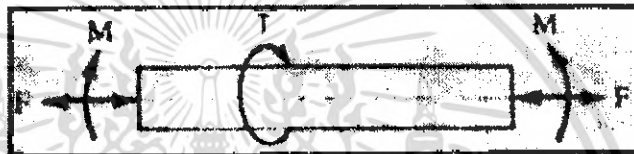
การคำนวณหาขนาดเพลานี้ที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน ดังนั้น มุมบิดของเพลานี้ที่เกิดขึ้นในขณะที่ใช้งานจะต้องมีค่าไม่มากกว่าที่กำหนดไว้ นั่นคือ เพลานี้จะต้องมีความแข็งแรงอยู่ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในพิกัดที่ต้องการ ถ้ามุมบิดมากไปนอกจากจะเสียความเที่ยงตรงทางด้านตำแหน่งแล้วยังอาจก่อให้เกิดการสั่นสะเทือนมีผลให้เฟืองและเบร้งที่รองรับเพลายู่เกิดความเสียหายได้ง่ายขึ้น

ในทางปฏิบัติแล้วมักจะให้มุมบิดของเพลานี้ในเครื่องจักรทั่วไปไม่เกิน 0.3 ต่อความยาวเพลานี้ 1 เมตร สำหรับเพลาส่งกำลังทั่วไปอาจจะให้มุมบิดได้ถึง 10 ต่อความยาวเพลานี้ 20 เท่า ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเพลานี้

(4) การออกแบบเพลานี้ตามโค้ดของ ASME

ก่อนปี พ.ศ. 2497 ได้มีการยอมรับวิธีการคำนวณหาขนาดของเพลาส่งกำลังซึ่งกำหนดเป็นโค้ด (code) โดยสมาคมวิศวกรเครื่องกลแห่งสหรัฐอเมริกา ASME ก็ยังมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป



รูปที่ 2.4 เพลานี้ภายใต้แรงต่าง ๆ [8]

วิธีการดังกล่าวนี้ใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุดและไม่พิจารณาถึงความล้าหรือความเค้นหนาแน่นที่เกิดขึ้นบนเพลานี้ ซึ่งเป็นการออกแบบโดยวิธีสถิตศาสตร์ (Static design method) ในการหาสมการสำหรับออกแบบเพลานี้ให้พิจารณาเพลานี้ในรูปที่ 2.5

ให้เพลานี้เป็นกลมและกลวง โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในและภายนอกเท่ากับ d_i และ d_o ตามลำดับ ความเค้นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนเพลานี้ดังต่อไปนี้ คือ

ความเค้นดึงหรือกด

$$\sigma_a = \frac{4F}{\pi(d_o^2 - d_i^2)} \quad (2.10)$$

ความเค้นดัด

$$\sigma_b = \frac{Mc}{I} = \frac{32Md}{\pi(d_o^4 - d_i^4)} \quad (2.11)$$

ความเค้นเฉือน

$$\tau_{xy} = \frac{Tr}{J} = \frac{16Td}{\pi(d_o^4 - d_i^4)} \quad (2.12)$$

ในกรณีที่เป็แรงกดอาจมีผลจากการโค้งงอ (Buckling) ได้ ดังนั้นสมการ (2.10) จะกลายเป็น

$$\sigma_a = \frac{4\alpha\alpha}{\pi(d_o^2 - d_i^2)} \quad (2.13)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพลาส่วนมากจะอยู่ภายใต้ความเค้นที่เป็นวัฏจักร เพราะเพลามนอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้นแรงที่กระทำอาจเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาก็ได้ ดังนั้นเพลาก็เกิดความเสียหายเนื่องจากความล้าเป็นส่วนใหญ่สำหรับวิธีการคำนวณ ASME ใช้วิธีการแบบสถิติศาสตร์ ดังนั้นต้องมีตัวประกอบความล้า (Fatigue factor) มาเกี่ยวข้องด้วย

เมื่อ C_m = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการตัด

C_t = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด

ดังนั้นสมการ (2.11) และ (2.12) จึงกลายเป็น

$$\sigma_b = \frac{32C_m M d}{\pi(d^4 - d_i^4)} \quad (2.14)$$

$$\tau_{xy} = \frac{16C_t T d}{\pi(d^4 - d_i^4)} \quad (2.15)$$

ความเค้นกดหรือความเค้นดึงรวม คือ

$$\sigma = \sigma_a + \sigma_b \quad (2.16)$$

จากทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด

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

แทนค่าสมการลงในสมการข้างบนและจัดรูปใหม่จะได้

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau(1-K^4)} \left[(C_t T)^2 + \left[\frac{\alpha F d (1+K^2)}{8} + C_m M \right]^2 \right]^{1/2} \quad (2.17)$$

โดยที่ $k = d_i/d$

กรณีไม่มีแรง f กระทำอยู่ด้วยสมการ (8) จะลดรูปลดลงเหลือเพียง

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau(1-K^4)} \left[(C_t T)^2 + (C_m M)^2 \right]^{1/2} \quad (2.18)$$

ในกรณีของเพลาดัน $k = d_i/d = 0$ เมื่อแทนค่าลงในสมการ (9) ก็จะได้สมการ

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau} \left[(C_t T)^2 + (C_m M)^2 \right]^{1/2} \quad (2.19)$$

ค่าตัวประกอบความล้าสามารถเลือกใช้ตามลักษณะของแรงที่มากระทำ ซึ่งหาได้จากตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ค่าตัวประกอบความถี่[8]

ชนิดของแรง	C_m	C_t
เพลายู่ง :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5-2.0	1.5-2.0
เพลามวน :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.5	1.0
แรงกระตุกอย่างเบา	1.5-2.0	1.0-1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0-3.0	1.5-3.0

สำหรับตัวประกอบความถี่ของ ASME ได้แนะนำให้ใช้ดังนี้

$$\alpha = 1 \text{ เมื่อ } F \text{ เป็นแรงดึง} \quad (2.20)$$

$$\alpha = \frac{1}{1 - 0.0044(L/K)} \text{ เมื่อ } \frac{L}{K} \leq 115 \quad (2.21)$$

$$\alpha = \frac{\sigma_y(L/K)^2}{\pi^2 n E} \quad (2.22)$$

เมื่อ $n = 1.00$ เมื่อปลายเป็นแบบ SS

$n = 2.25$ เมื่อปลายเป็นแบบ CC

$n = 1.6$ เมื่อปลายถูกขึ้นเป็นบางส่วน (partially nestrairde)

L = ความยาวจริงของเพล

นอกจากนี้ค่าของ ASME ยังได้ระบุเอาไว้ว่า เพลซึ่งมีโซ่อยู่ในงานธรรมดาทั่วไปควรมีค่าความเค้นเฉือนใช้งานดังนี้

$$\tau_d = 55 \frac{N}{mm^2} \text{ สำหรับเพลที่ไม่มีร่องลิ่ม}$$

$$\tau_d = 41 \frac{N}{mm^2} \text{ สำหรับเพลที่มีร่องลิ่ม}$$

แต่ถ้ากำหนดวัสดุของเพลที่บอกถึงหมายเลขของโลหะหรือส่วนผสมของโลหะให้ใช้ค่าความเค้นเฉือนใช้งานจากสมการ (14) โดยเลือกใช้ค่าน้อยมาคำนวณคือ

$$\tau_d = 0.3\sigma_y \text{ หรือ } \tau_d = 0.18\sigma_u \quad (2.23)$$

และถ้าเพลามีร่องลิ่มให้ลดค่าความเค้นเฉือนการใช้งานโดยใช้เพียง 75% ของค่าสมการ (2.23)

(5) ความแข็งเกร็งทางด้านการบิด

สำหรับเพลที่มีขนาดสม่ำเสมอ มุมบิดเป็น rad จะหาค่าได้จากสมการ

$$\theta = \frac{TL}{GJ} \quad (2.24)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับเพลากลมคั่น $J = \frac{\pi}{32} d^4$ ดังนั้นจึงหาค่ามุมบิดเป็นองศาได้จากการสมการ

$$\theta = \frac{584TL}{Gd^4} \quad (2.25)$$

ถ้าเป็นเพลากลมกลวง

$$\theta = \frac{584TL}{(1-K^4)Gd^4} \quad (2.26)$$

ฉะนั้นถ้าต้องการให้เพลามีความแข็งแรงตามลักษณะการใช้งานแล้วก็ควรจะใช้สมการข้างบนนี้ตรวจสอบมุมบิดให้อยู่ในค่าที่ต้องการ

2.3.5 การเลือกใช้แบริ่ง [9]

แบริ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของเครื่องจักรที่ต้องการ การหล่อลื่น และแทบจะกล่าวได้ว่าเครื่องจักรเกือบทุกเครื่องจะต้องมี แบริ่ง "แบริ่ง" คือสิ่งที่ช่วยรองรับหรือช่วยยึดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรที่มีการหมุนให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง แบริ่ง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

(1) แบริ่งกาบ (Plain bearings)

มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกกลวง โดยมีแกนหมุนอยู่ภายใน ส่วนของแกนหมุนหรือเพลาคี่หมุนอยู่ภายใน ส่วนของแกนหมุนหรือเพลาคี่หมุนอยู่ในแบริ่งเรียกว่า เจอร์นอล (Journal) ส่วนรูปทรงกระบอกกลวงเรียกว่า เจอร์นอลแบริ่ง (Journal bearing) ซึ่งมักทำด้วยโลหะหรือส่วนผสมของโลหะที่มีเนื้ออ่อนกว่าเจอร์นอล แบริ่งกาบ ยังสามารถแบ่งออกเป็น ทรัสต์แบริ่ง (Trust Bearing) ซึ่งตัวเจอร์นอลได้รับแรงกดและหมุนอยู่ภายในเจอร์นอลแบริ่ง กับ ไกด์แบริ่ง (Guide Bearing) ซึ่งตัวเจอร์นอลเคลื่อนที่กลับไปกลับมาตามแนวยาวของเจอร์นอลแบริ่ง แบริ่งกาบ โดยทั่วไปจะใช้ น้ำมัน เป็นตัวหล่อลื่นมากกว่าจาระบี และมักใช้จาระบี ในกรณีที่แบริ่งไม่มีระบบป้องกันหรือซีลที่เพียงพอสำหรับ น้ำมัน ในขณะที่ตัวเจอร์นอลหมุนอยู่ภายใน แบริ่ง น้ำมันจะถูกเหวี่ยงเข้ามาเป็นฟิล์มป้องกันไม่ให้ผิวของเจอร์นอลและแบริ่งมาสัมผัสกัน ความหนืดของน้ำมัน ไม่ควรจะต่ำเกินไปจนฟิล์ม น้ำมัน ไม่สามารถแยกผิวสัมผัสทั้งสองออกจากกันได้ ความหนืดของน้ำมันหล่อลื่น สูงขนาด น้ำมันหล่อลื่น ลูกสูบ การเลือกความหนืดของ น้ำมัน ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบ, แรงกดและอุณหภูมิในขณะที่ใช้งาน

(2) แบริ่งลูกปืน (Rolling Bearing)

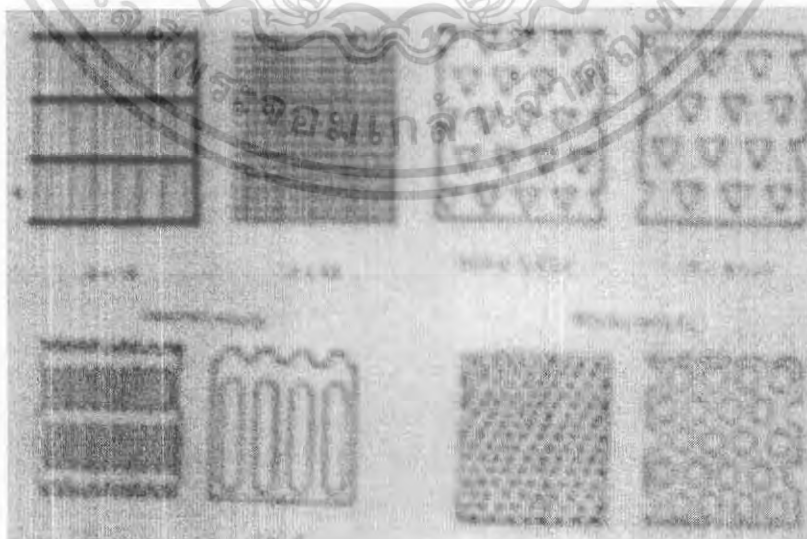
การเคลื่อนไหวยของ แบริ่งกาบ จะเกิดในลักษณะเลื่อนสัมผัส (Sliding) ของผิวสัมผัสทั้งสอง ซึ่งจะทำให้เกิดแรงเสียดทานขึ้น แรงเสียดทาน นี้สามารถลดลงได้โดยการเปลี่ยนการเคลื่อนไหวยแบบเลื่อนสัมผัส (Rolling) โดยการติดตั้งวงแหวนซึ่งประกอบด้วย ลูกปืน ที่ทำด้วยโลหะแข็ง อาจจะมึลักษณะกลมเหมือนลูกบอล หรือเป็นแบบลูกกลิ้งเคลื่อนที่อยู่ระหว่างวงแหวนชั้นในและชั้นนอก ในทางทฤษฎีการหมุนสัมผัสกันนั้นไม่จำเป็นต้องอาศัย น้ำมันหล่อลื่น แต่ในทางปฏิบัติแล้วแบริ่งลูกปืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังมี การเคลื่อนไหวแบบเลื่อนสัมผัสอยู่บ้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบร์ริงลูกปืนบางชนิดจะเกิดการบิดเมื่อได้รับแรงกด นอกจากนี้ยังเกิดการเลื่อนสัมผัสระหว่างตัวลูกปืนกับตัววัสดุที่ยึดลูกปืนนั้น ดังนั้นการหล่อลื่นจึงยังเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อลดแรงเสียดทานที่เกิดจากการเลื่อนสัมผัส เป็นเกราะหรือซีล ป้องกันความชื้น การกัดกร่อน ตลอดจนสิ่งสกปรกต่างๆที่จะเข้าไปในแบร์ริงแบร์ริงลูกปืนส่วนใหญ่จะใช้จาระบี เป็นตัวหล่อลื่น จาระบียังทำหน้าที่เป็นซีลป้องกันไม่ให้ความชื้นหรือสิ่งสกปรกต่างๆ เข้าไปทำความเสียหายแก่ลูกปืน การเลือกชนิดของจาระบี ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบแรงกด และอุณหภูมิของแบร์ริงในขณะที่ใช้งาน โดยทั่วไปมักใช้ จาระบี เอนกประสงค์ ที่ทำด้วยสบู่ลิเทียมในงานบางประเภท อาจมีความต้องการ จาระบี ที่สามารถทนต่ออุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำคือ ไม่เหลวและไม่ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันในขณะที่ใช้งานภายใต้อุณหภูมิค่าเช่น จาระบีสำหรับเครื่องบิน เป็นต้น ในบางสภาวะ จาระบี ยังต้องมีคุณสมบัติทนต่อการถูกชะล้างโดยน้ำและน้ำมันจะต้องไม่แยกตัวออกจาระบีเป็นชั้น แบร์ริงลูกปืนหมุนรอบจัดซึ่งมีอุณหภูมิเกิดขึ้นสูง จำเป็นต้องใช้ น้ำมัน ในการหล่อลื่น ขณะเดียวกันก็ช่วยระบายความร้อนอีกด้วย แบร์ริงเหล่านี้มักเป็นแบบปิด แห่อยู่ในอ่างน้ำมันหรือใช้วิธีฉีดพ่นหรือหยคน้ำมันก็ได้

2.3.6 การใช้ตะแกรงในการคัดขนาด [10]

โดยทั่วไป โครงสร้างตะแกรงจะเป็นแผ่นโลหะเจาะรูไว้ หรืออาจจะเป็นลวดถัก ช่องเปิด อาจจะเป็นรูวงกลม รูปไข่ หรือรูปสามเหลี่ยม ดังแสดงในรูปที่ 2.5 ตะแกรงมีขนาดและรูปร่างที่ต่างกันขึ้นอยู่กับความต้องการทางห้องทดลองหรือวัตถุประสงค์การใช้งานเฉพาะอย่าง



รูปที่ 2.5 ตะแกรงรูปทรงต่างๆ [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) ตะแกรงที่เจาะรู (Perforated Metal Screens)

รูเปิดรูปวงกลม เป็นตะแกรงที่มีรูเปิดเป็นรูปวงกลม การบอกขนาดจะวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (mm หรือ นิ้ว) ของพื้นที่เปิด ตัวอย่างเช่น ตะแกรงรูปกลมขนาด 1/18 คือตะแกรงที่เจาะรู 1/18 นิ้ว

รูเปิดรูปวงรี เป็นตะแกรงที่มีชื่อเรียกว่า วงรี หรือ slot โดยจะมีทั้งด้านกว้างและด้านยาวของช่องเปิดโดยที่จะระบุความกว้างของช่องเปิดก่อน เช่น 1.8×20 โดยทั่วไปตะแกรงชนิดนี้จะวางตามแนวเดียวกับทิศทางการไหลของเมล็ด

รูเปิดรูปสามเหลี่ยม การบอกขนาดของตะแกรงชนิดนี้ใช้ระบบที่ความยาวด้านในแต่ละด้านของสามเหลี่ยมต้องเท่ากัน เช่น ตะแกรงสามเหลี่ยมขนาด 9 mm หมายถึง ตะแกรงรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าที่แต่ละด้านยาว 9 mm

(2) การเคลื่อนที่ของวัสดุ

การเคลื่อนที่ของวัสดุขึ้นกับความถี่ของการสั่นสะเทือนซึ่งมีด้วยกัน 3 ระบบ ดังนี้

1. Reciprocatory ก็คือการเคลื่อนที่ในแนวอนหรือการเคลื่อนที่ในระนาบเอียง ทั้งนี้ขึ้นกับระนาบ การเคลื่อนที่ของวัสดุ ซึ่งแบ่งออกได้ดังนี้

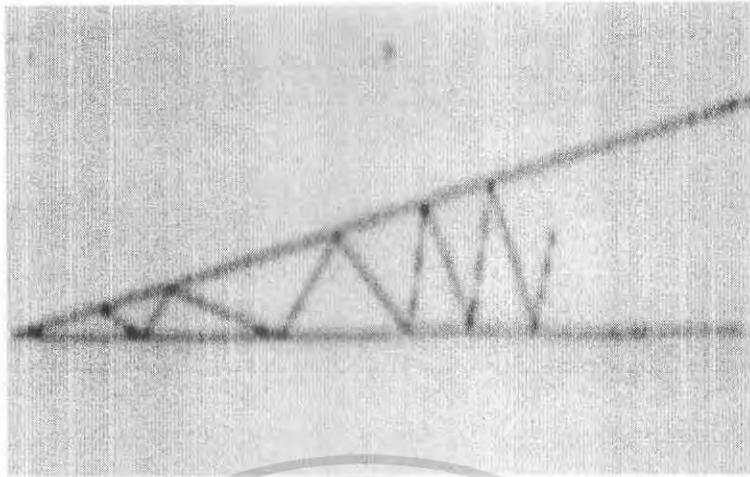
Horizontal reciprocating motion การเคลื่อนที่แบบนี้ได้นำลูกเบี้ยวมาต่อขนานกับชุดตะแกรงโดยทิศทางการเคลื่อนที่จะต้องขนานกับทิศทางการเข้าออกด้วย การเคลื่อนที่ในแนวตั้งมีเล็กน้อยเพื่อช่วยในการเคลื่อนที่ของวัสดุขนาดใหญ่มากแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 Horizontal reciprocating motion [10]

Inclined reciprocating motion ตะแกรงสามารถเคลื่อนที่ในมุมเอียงได้โดยใช้ลูกเบี้ยวเป็นตัวควบคุม โดยที่การเคลื่อนที่จะมีในแนวตั้งและแนวราบ การเคลื่อนที่ในแนวตั้งช่วยยกวัสดุขึ้นจากผิวของตะแกรงเพียงเล็กน้อยเพื่อช่วยในการเคลื่อนที่ของวัสดุ ซึ่งแสดงในรูปที่ 2.7

72033



รูปที่ 2.7 Inclined reciprocating motion [10]

2. Combined horizontal and reciprocating motion การเคลื่อนที่ในแบบนี้ต้องเปลี่ยนจากการขับเคลื่อนในแนวนอนด้วยลูกเบี้ยวมาเป็นแบบ โรตารีซึ่งช่วยทั้งการเคลื่อนที่ในแนวตั้งและแนวนอนที่ตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของวัสดุรูปแบบในการเคลื่อนที่จะคล้ายรูปไข่ แสดงในรูปที่ 2.8 การเคลื่อนที่แบบนี้ช่วยกระจายวัสดุให้ออกไปด้านข้างของตะแกรง และจะไม่เคลื่อนที่กลับหรือออกไปโดยทันที แต่จะเคลื่อนที่จากด้านหนึ่งของตะแกรงไปสู่อีกด้านหนึ่งของตะแกรง



รูปที่ 2.8 Combined horizontal and reciprocating motion [10]

3. Horizontal rotary motion การเคลื่อนที่จะหมุนเป็นวงกลมในแนวนอน วงกลมแต่ละวงจะซ้อนกันจากจุดที่ป้อนวัสดุไปยังทางออกแสดงในรูปที่ 2.9 Amplitude และความถี่ของการเคลื่อนที่ถูกรควบคุมโดยการทำงานของลูกเบี้ยว

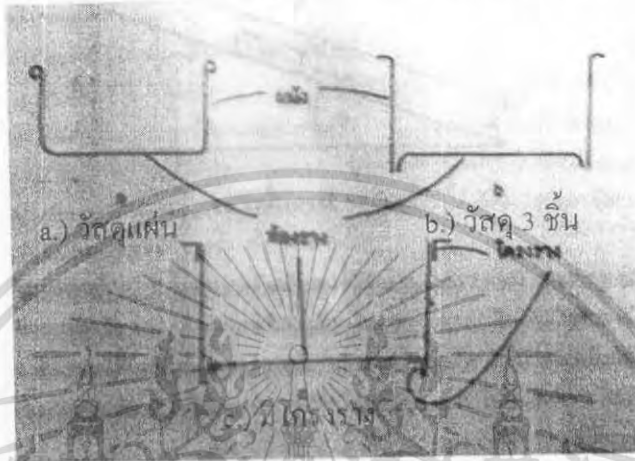


รูปที่ 2.9 Horizontal rotary motion [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7 รางเรียบตรง [11]

รางเรียบตรง นิยมใช้ป้อนวัสดุในระยะทางสั้น ๆ ระยะทางรางเรียบ มักจะไม่เกิน 4.5 เมตร รางเรียบตรงส่วนใหญ่จะขึ้นรูป หรือเชื่อมโดยมีลักษณะหน้าตัดดังรูปที่ 2.9 ซึ่งแสดงเป็นหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า นอกจากนี้อาจมีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู หรือครึ่งวงกลมก็ได้

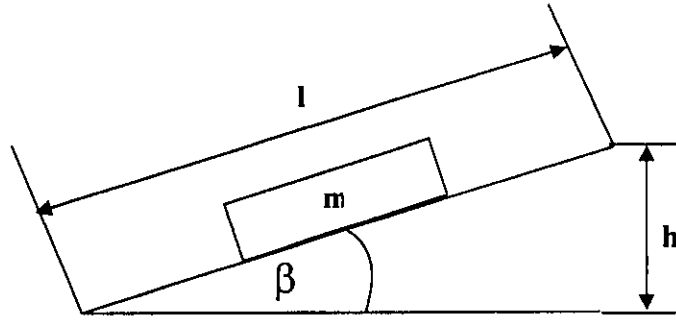


รูปที่ 2.10 หน้าตัดของราง [11]

รางมีองค์ประกอบทั่วไปได้แก่ 1) ท่อราง (Bed) 2) พนง (Guard) 3) โครงราง (Structural) 4) ส่วนรองรับน้ำหนัก (Support) เป็นต้น (ดูรูปที่ 2.9) กรณีเป็นรางเปิด จะสังเกตได้ว่าที่ขอบรางจะมีการเสริมแรงไม่ให้ขอบรางเปิด โดยการม้วน (รูปที่ 2.9a) พับ (รูปที่ 2.9b) หรือมีโครงเหล็กฉากเสริม (รูปที่ 2.9c) ส่วนรางปิดนั้นอาจจะทำโดยใช้แผ่นวัสดุแผ่นปิดรางดังรูปที่ 2.9b และ c แล้วใช้น็อตร้อยเป็นระยะได้หรืออาจเป็นท่อลักษณะหน้าตัดต่าง ๆ เช่นสี่เหลี่ยมหรือกลมได้ใช้ในการลำเลียงวัสดุผงละเอียด วัสดุที่ปนเปื้อนไม่ได้ หรือมีฝุ่นมาก

(1) การคำนวณมุมเอียงของราง

ใช้หลักกลศาสตร์ของวัสดุบนพื้นเอียงและกฎการคงพลังงาน ถ้าให้วัสดุที่จะลำเลียงมีมวล m สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานเป็น μ มุมของรางเป็น β และรางมีความยาว l มีความสูงในการขนถ่าย h ความเร็วของวัสดุที่ตำแหน่งเริ่มต้นและสุดท้าย เป็น v_1 และ v_2 ตามลำดับ



รูปที่ 2.11 วัสดุบนพื้นเอียง[11]

จากกฎการคงพลังงาน จะเห็นว่าพลังงานของวัสดุที่ตำแหน่งที่ 1 เท่ากับพลังงานที่ตำแหน่งที่ 2 บวกกับพลังงานที่สูญเสียไปในระหว่างเคลื่อนที่ พลังงานที่ตำแหน่งที่ 1 เท่ากับพลังงานศักย์ บวกพลังงานจลน์เริ่มต้นที่ตำแหน่งที่ 1 พลังงานที่ตำแหน่งที่ 2 เท่ากับ พลังงานจลน์ที่ตำแหน่งที่ 2 เมื่อพลังงานศักย์ตำแหน่งที่ 2 เท่ากับศูนย์ เนื่องจากเส้นอ้างอิงผ่านตำแหน่งที่ 2 พอดี ส่วนพลังงานที่สูญเสียไประหว่างเคลื่อนที่ได้แก่ พลังงานที่เอาชนะแรงเสียดทาน ดังนั้น จะได้

$$mgh = mg\mu l \cos\beta + \frac{m(v_2^2 - v_1^2)}{2} \quad (2.27)$$

ดังนั้น มุมเอียงของราง คำนวณได้จาก

$$\tan\beta = \frac{2gh\mu}{(2gh + v_1^2 - v_2^2)} \quad (2.28)$$

หากรู้ความเร็วเริ่มต้นของวัสดุ และมุมเอียงของราง จะสามารถคำนวณหาความเร็วสุดท้ายของวัสดุได้จาก

$$v_2 = \sqrt{2gh(1 - \mu \cot\beta) + v_1^2} \quad (2.29)$$

เมื่อ v_1 และ v_2 นั้นคือความเร็วของวัสดุคงที่ จะได้

$$\tan\beta_0 = \mu \quad (2.30)$$

เมื่อ $v_1 > v_2$ วัสดุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งจะได้ $\beta > \beta_0$

และเมื่อ $v_1 < v_2$ วัสดุเคลื่อนที่ด้วยความหน่วงจะได้ $\beta < \beta_0$

เนื่องจากใช้แรงโน้มถ่วงของโลกทำให้วัสดุเคลื่อนที่ จึงสามารถควบคุมความเร็วได้น้อย และวัสดุมีความเร่งเพิ่มขึ้นมากถ้ารางยาวมาก หากมุมเอียงของรางเหมาะสมกับวัสดุที่มีน้ำหนักเบาสุด จะทำให้วัสดุที่มีน้ำหนักมากไหลลงอย่างรวดเร็ว

2.4 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสนุ่นดำ [12]

ความสามารถในการกะเทาะ(Capacity) ประสิทธิภาพการกะเทาะ (Shelling efficiency) ประสิทธิภาพการคัดแยก (Separation efficiency) การสูญเสียในการคัดแยก (Separation loss) และการเสียหายของเนื้อในเมล็ด (Kernel damage) ซึ่งการหาค่าต่างๆได้ดัดแปลงจากงานของ Akubuo [12] ดังนี้

ความสามารถในการกะเทาะ(Capacity) = ปริมาณเนื้อในเมล็ดที่กะเทาะได้ภายใน 1 ชั่วโมง

$$\text{ประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ด} = \frac{X1 + X2}{X1 + X2 + X3} \times 100$$

$X1$ = น้ำหนักเมล็ดที่ช่องทางออกของเมล็ด

$X2$ = น้ำหนักเมล็ดที่ช่องทางออกเปลือกผล

$X3$ = น้ำหนักเมล็ดที่ไม่ได้รับการกะเทาะที่ช่องทางออกต่างๆ

$$\text{ประสิทธิภาพการกะเทาะเนื้อในเมล็ด} = \frac{W1 + W2}{W1 + W2 + W3} \times 100$$

$W1$ = น้ำหนักเนื้อในเมล็ดที่ช่องทางออกเนื้อในเมล็ด

$W2$ = น้ำหนักเนื้อในเมล็ดที่ช่องทางออกเปลือกหุ้มเมล็ด

$W3$ = น้ำหนักเนื้อในเมล็ดที่ไม่ได้รับการกะเทาะที่ช่องทางออกต่างๆ

$$\text{ประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ด} = \frac{X1}{X1 + X2 + X3 + X4 + X5} \times 100$$

$X4$ = น้ำหนักเปลือกผลทั้งหมด

$X5$ = น้ำหนักเปลือกหุ้มเมล็ดและเนื้อในเมล็ด

$$\text{ประสิทธิภาพการคัดแยกเนื้อในเมล็ด} = \frac{W1}{W1 + W2 + W3 + W4} \times 100$$

$W4$ = น้ำหนักเปลือกหุ้มเมล็ด

$$\text{การสูญเสียในการคัดแยกเมล็ด} = \frac{X2}{X1 + X2 + X3 + X4 + X5} \times 100$$

$$\text{การสูญเสียในการคัดแยกเนื้อในเมล็ด} = \frac{W2}{W1 + W2 + W3 + W4} \times 100$$

$$\text{การเสียหายของเนื้อในเมล็ด} = \frac{W6}{W1 + W2 + W3} \times 100$$

$W6$ = น้ำหนักเนื้อในเมล็ดที่เสียหาย

นอกจากนี้จะต้องหาการสิ้นเปลืองพลังงานโดยวัดกระแสไฟฟ้าที่ป้อนเข้าสู่มอเตอร์และคำนวณการสิ้นเปลืองพลังงานจากสูตร ดังต่อไปนี้

การสิ้นเปลืองพลังงาน = กระแสไฟฟ้าที่ป้อนเข้าสู่มอเตอร์ \times ศักย์ไฟฟ้า(220V) \times Power factor

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้าง

3.1 การกำหนดวิธีกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับคั่ว

ขั้นตอนการออกแบบแบ่งออกเป็น

3.1.1 การกำหนดวิธีการกะเทาะเปลือกผล

ในส่วนของเปลือกผลของสับคั่วนั้น ได้ทดสอบโดยการใส่เครื่องสีข้าวที่มีกระบวนการในการสีข้าวโดยใช้ลูกกลิ้ง 2 ลูกดังแสดงในรูปที่ 3.1



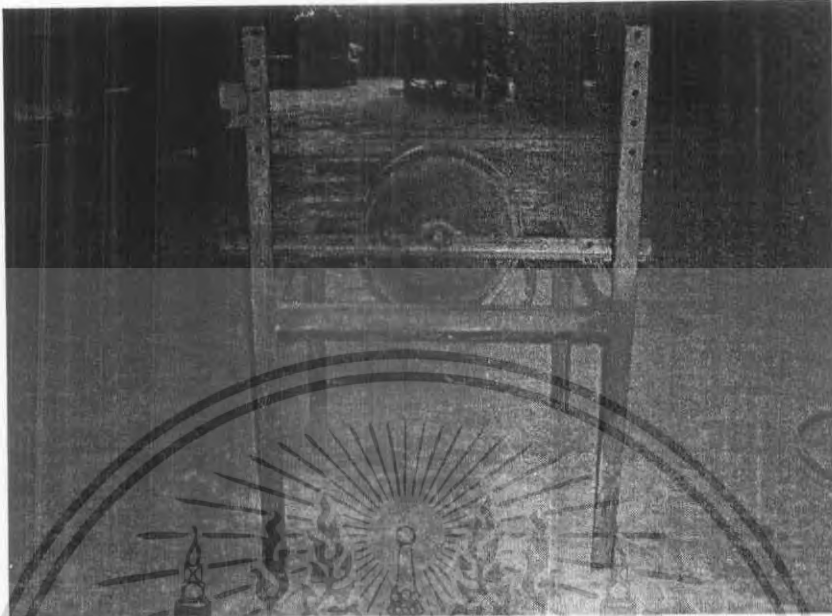
รูปที่ 3.1 เครื่องสีข้าว

จากการทดสอบการใช้ลูกกลิ้งกะเทาะเปลือกผลสับคั่วสามารถกะเทาะเปลือกผลออกได้โดยเมล็ดสับคั่วไม่เสียหาย จึงสามารถสรุปได้ว่าวิธีการกะเทาะเปลือกผลคือการใช้ลูกกลิ้ง

3.1.2 การกำหนดวิธีการกะเทาะเปลือกเมล็ด

ในกระบวนการกะเทาะเปลือกเมล็ดนั้นวิธีที่นำมาศึกษานั้นคือการใช้งานหินซึ่งลักษณะคล้ายกับเครื่องโม่แป้ง ในขั้นตอนนี้ได้มีการสร้างแบบจำลองของชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดซึ่งมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 เครื่องจำกดของเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ด

จากการทดสอบการใช้งานหุมนกะเทาะเปลือกเมล็ดสบูดำสามารถกะเทาะเปลือกเมล็ดออกได้ โดยเนื้อในเมล็ดสบูดำค่อนข้างสมบูรณ์ จึงสามารถสรุปได้ว่าวิธีกะเทาะเปลือกเมล็ดคือการใช้งานกะเทาะ

3.2 การออกแบบและคำนวณตามทฤษฎี

3.2.1 การออกแบบถังบรรจุ

$$\begin{aligned}
 \text{มวลที่ป้อนให้เครื่อง} & m = 5\text{kg} = 5000 \text{ g} \\
 \text{ผลสบูดำมีความหนาแน่นรวม} & \rho = 0.47 \text{ g/cm}^3 \\
 \text{ปริมาตรรวมของถังบรรจุ}(V_{\text{total}}) & = (5000\text{g})/(0.47 \text{ g/cm}^3) \\
 & = 10638.3 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

ส่วนที่ 1 ผลสบูดำที่อยู่ด้านบน

ผลสบูดำมีมุมกึ่งพื้น 53.53° (Filling Method)

$$\therefore \text{ความสูง} \quad h = \frac{a}{2} \tan \theta$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 10 \tan 53.53$$

$$= 13.5 \text{ cm}$$

ปริมาตรผลสบูดำส่วนบนตั้ง $V_1 = \frac{1}{3}abh_1$

$$= \frac{1}{3} \times 20 \times 30 \times 13.529$$

$$= 2705.8 \text{ cm}^3$$

ส่วนที่ 2 ผลสบูดำที่กองอยู่ด้านล่างตั้ง

เมื่อ ผลสบูดำมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน = 0.64

จาก มุมเสียดทาน = $\tan^{-1} 0.64$

$$= 32.61^\circ$$

ออกแบบให้มีมุมเอียง 60° (การไหลแบบมวล)

จาก $h_3 = \left(\frac{a-c}{2}\right)\tan\alpha$

$$= 7.5 \tan 60^\circ$$

$$= 13.5 \text{ cm}$$

ปริมาตรส่วนที่เป็นสามเหลี่ยม 2 รูป

จาก $V_3 = 2\left(\frac{1}{2}\left(\frac{a-c}{2}\right)h_3b\right) + (ch_3b)$

$$= 2\left(\frac{1}{2} \times 13.5 \times 7.5 \times 30\right) + (2025)$$

$$= 5062.5 \text{ cm}^3$$

ส่วนที่ 3 ผลสบูส่วนกลางตั้ง

จาก $V_2 = V_{\text{total}} - (V_1 + V_3)$

$$= 10638.298 - (2705.8 + 5062.5) \text{ cm}^3$$

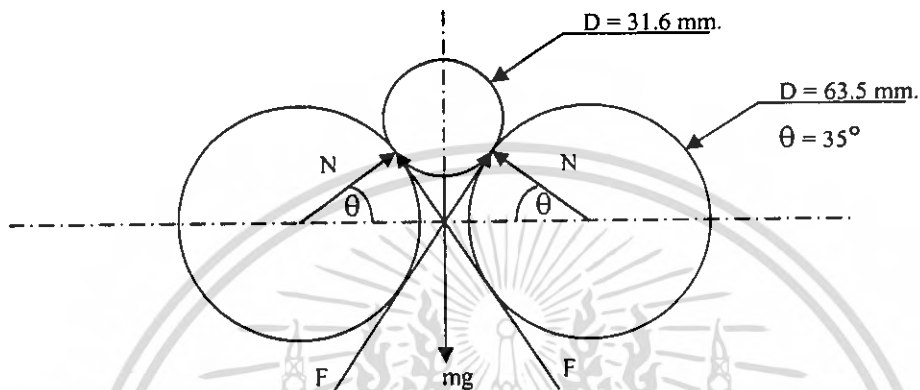
$$= 2869.998 \text{ cm}^3$$

3.2.2 การวิเคราะห์แรงที่กระทำต่อลูกกิ้ง

1. เมล็ดจะผ่านระยะระหว่างลูกกิ้งทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ออกแบบให้ช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งสามารถปรับระยะได้
3. ผิวของลูกกลิ้งออกแบบให้เป็นลายเพื่อให้เกิดการเสียดสีมากขึ้น
4. ทำให้เมสตีควัดแตกหรือกแบน
5. ขนาดของวัสดุส่วนใหญ่จะได้ตามที่ต้องการ



รูปที่ 3.3 ไดอะแกรมการรับแรงของผลสนับค้ำ

(1) หาแรง N จากสมการ $\sum F = 0$

เมื่อพิจารณาในแนวแกน Y

จาก $\sum F_y = 0$

จะได้ $N \sin \theta + N \cos \theta - mg + F \cos \theta + F \cos \theta = 0$

$$2N \sin \theta + 2F \cos \theta = mg$$

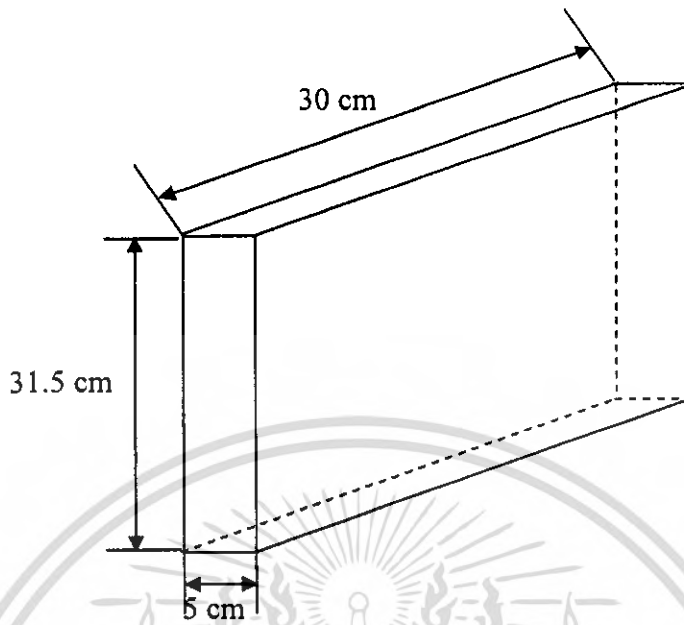
เนื่องจาก $F = \mu N$

แทนค่า $F = \mu N$ ในสมการ

$$2N \sin \theta + 2\mu N \cos \theta = mg$$

\therefore

$$N = \frac{mg}{2(\sin \theta + \mu \cos \theta)} \quad (3.1)$$



รูปที่ 3.4 ปริมาตรของสนุดำในดังบรรจุส่วนที่เป็นภาระต่อลูกกลิ้ง

(2) หาค่า m จากสมการ ρ, V

คิดที่จุดปล่อยสนุดำ มี Diamansion $(5 \times 30 \times 31.3)$ cm

ดังนั้น

$$V = (5 \times 30 \times 31.3) \text{ cm} \\ = 4695 \text{ cm}^3$$

จาก

$$m = \rho V \\ = (0.47 \text{ g/cm}^3)(4695 \text{ cm}^3) \\ = 2.207 \text{ kg}$$

เมื่อ $g =$ ค่าแรงโน้มถ่วงของโลกซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.81 m/s^2

$\mu = 0.64$ คิดที่ค่า μ มากที่สุด $= 1$

$\theta = 35^\circ$ จากการวัด

คิดมวลตลอดความยาวลูกกลิ้งที่ลงได้ 9 ผล

$$m = \frac{2.207 \text{ kg}}{9} \\ = 0.245 \text{ kg}$$

แทนค่าในสมการที่ 1

$$N = \frac{(0.245 \text{ kg})(9.81 \text{ m/s}^2)}{2[\sin 35 + (1)\cos 35]} \\ = 0.86 \text{ N}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

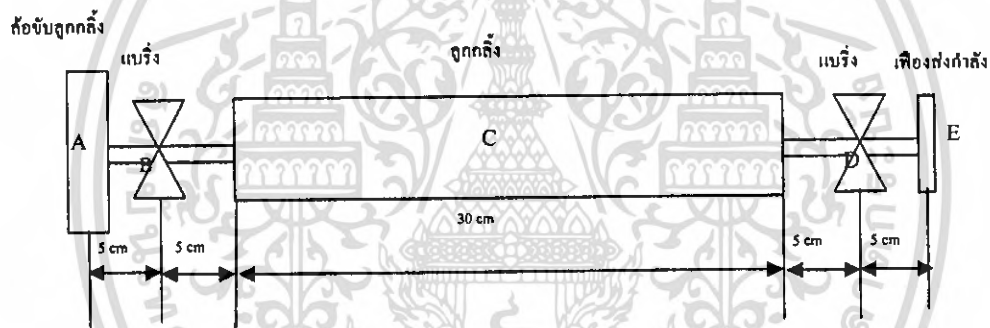
$$\begin{aligned} \text{จาก} & F = \mu N \\ \text{แทนค่า} & F = (1)(0.86\text{N}) \\ & = 0.86 \end{aligned}$$

พิจารณาผลลบลูกจำนวน 9 ผลบนลูกกลิ้ง

$$\begin{aligned} \text{จะได้} & F = (9)(0.86\text{N}) \\ & = 7.74 \text{ N} \end{aligned}$$

3.2.3 การออกแบบเพลาลูกกลิ้ง

หลังจากที่คำนวณแรงที่กระทำต่อลูกกลิ้งได้แล้ว จากนั้นจึงทำการพิจารณาแรงที่กระทำต่อเพลาลูกกลิ้งเพื่อจะหาขนาดของเพลาลูกกลิ้งซึ่งส่วนต่างๆ ของชุดลูกกลิ้งที่มีแรงกระทำต่อเพลา ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ชิ้นส่วนต่างๆ ของชุดลูกกลิ้งที่มีแรงกระทำต่อเพลา

(1) แรงที่จุด A (ล้อยับลูกกลิ้ง)

$$\text{จาก} \quad F_{A2} = F_{A1} e^{\mu\beta}$$

เมื่อ $F_{A1} = 7.74 \text{ N}$ (แรงดึงสายพานด้านออกซึ่งมีค่าเท่ากับแรงที่ผลลบลูกกระทำต่อ

เพลา)

$$\mu = 0.35 \quad (\text{สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของสายพานกับล้อยับ})$$

$$\beta = \pi \quad (\text{มุมสัมผัสระหว่างล้อยับกับสายพาน} = 180^\circ)$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} \quad F_{A2} &= (7.74)e^{(0.35)(\pi)} \\ &= 23.24 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\text{จาก} \quad T_A = (F_{A2} - F_{A1})R_A$$

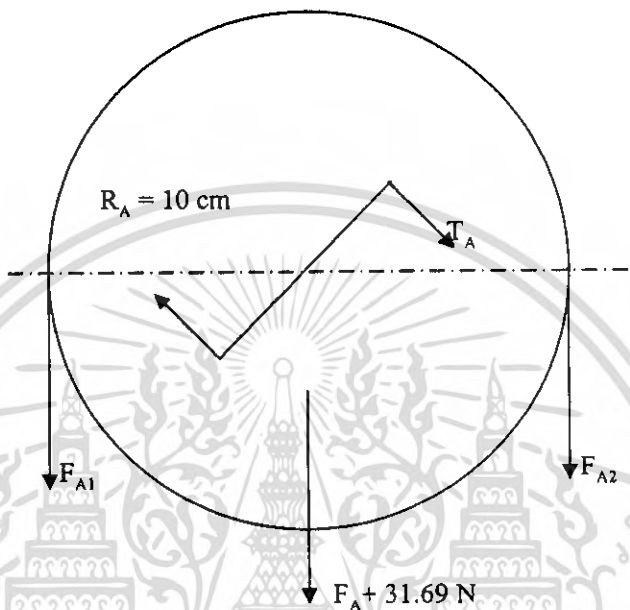
$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} \quad T_A &= (23.24 - 7.74)(100) \\ &= 1550 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$\text{และ} \quad F_A = F_{A1} + F_{A2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่า $F_A = 24.79 \text{ N}$
 เมื่อน้ำหนักพู่ล้อย = 31.69 N (จากการชั่ง)

∴ ผลรวมแรงที่กระทำในแนวตั้ง = $24.79 + 31.69$
 = 56.48 N



รูปที่ 3.6 โค้ดอะแกรมการแสดงแรงของล้อขับเคลื่อน

(2) แรงที่กระทำที่จุด E (เฟืองส่งกำลัง)

จาก $F_{E2} = F_{E1} e^{\mu\beta}$
 เมื่อ $\mu = 0.35$ (สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของสายพานกับล้อขับ)
 $\beta = \pi$ (มุมสัมผัสระหว่างล้อขับกับสายพาน = 180°)

แทนค่า $F_{E2} = F_{E1} e^{\mu\beta}$
 $F_{E2} = 3F_{E1}$ (3.2)

แรงบิดล้อขับเคลื่อนมีค่าเท่ากับแรงบิดของเฟืองส่งกำลัง ($T_E = 1550 \text{ N.mm}$)

จาก $T_E = (F_{E2} - F_{E1})R_E$
 แทนค่า $1550 = (F_{E2} - F_{E1}) 30$
 $F_{E2} - F_{E1} = 51.66$ (3.3)

นำสมการที่ (3.2) มาแทนใน (3.3)

จะได้ $3F_{E1} - F_{E1} = 51.66$
 $F_{E1} = 25.83 \text{ N}$

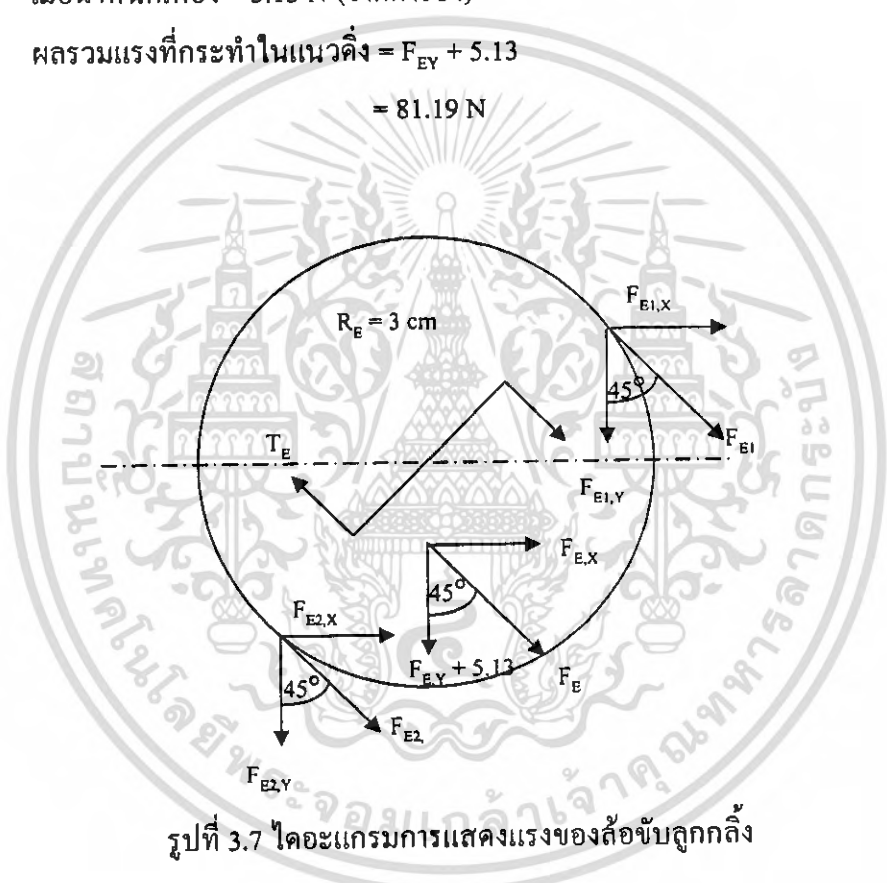
และ $F_{E2} = 77.49 \text{ N}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก $F_E = F_{E2} + F_{E1}$
 แทนค่า $F_E = 77.49 + 25.83$
 $= 103.32 \text{ N}$
 โดยที่ $F_{EX} = F_E \sin 45^\circ$
 $= 73.06 \text{ N}$ (แรงในแนวระดับ)
 และ $F_{EY} = F_E \cos 45^\circ$
 $= 73.06 \text{ N}$

เมื่อน้ำหนักเฟือง = 5.13 N (จากการชั่ง)

\therefore ผลรวมแรงที่กระทำในแนวตั้ง = $F_{EY} + 5.13$
 $= 81.19 \text{ N}$



รูปที่ 3.7 ไคอะแกรมการแสดงแรงของล้อขับเคลื่อนลูกกลิ้ง

(3) แรงที่กระทำที่จุด C

แรงที่กระทำที่จุด C = น้ำหนักผลสบู่ดำที่เรียงตัวบนลูกกลิ้ง + น้ำหนักลูกกลิ้ง

เมื่อ น้ำหนักลูกกลิ้ง = 51.01 N (จากการชั่ง)

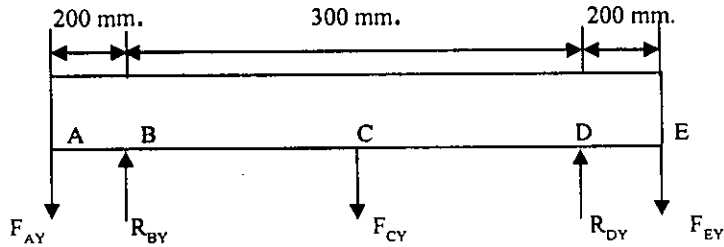
น้ำหนักผลสบู่ดำที่เรียงตัวอยู่บนลูกกลิ้ง = 7.74 N (จากการคำนวณ)

\therefore แรงที่กระทำที่จุด C = $51.01 + 7.74$
 $= 58.75 \text{ N}$

(4) หาแรงปฏิกิริยาที่จุด B,D

แรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ในวงจำกัดเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 โคออร์เดเกตการรับแรงของเพลาในแนวตั้ง

พิจารณาจากรูปที่ 3.8

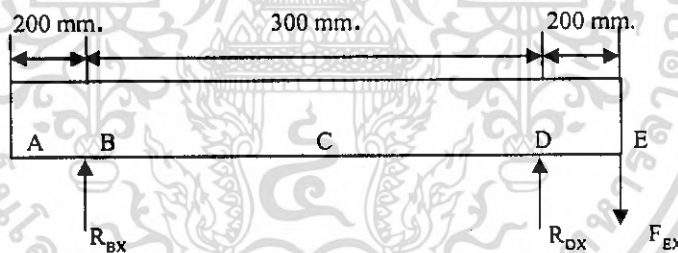
จาก $\sum M_B = 0$
 จะได้ $(56.48)(50) + (58.752)(200) + R_{DY}(400) - (78.19)(450) = 0$

$$R_{DY} = 110.28 \text{ N}$$

จาก $\sum F_Y = 0$
 จะได้ $R_{BY} - 56.42 - 58.75 + 110.28 - 78.19 = 0$

$$R_{BY} = 83.14 \text{ N}$$

แรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแนวระดับ



รูปที่ 3.9 โคออร์เดเกตการรับแรงของเพลาในแนวนอน

จาก $\sum M_B = 0$
 จะได้ $R_{DX}(400) - (78.19)(450) = 0$

$$R_{DX} = 87.96 \text{ N}$$

จาก $\sum F_Y = 0$

จะได้ $R_{BX} + 87.96 - 78.19 = 0$

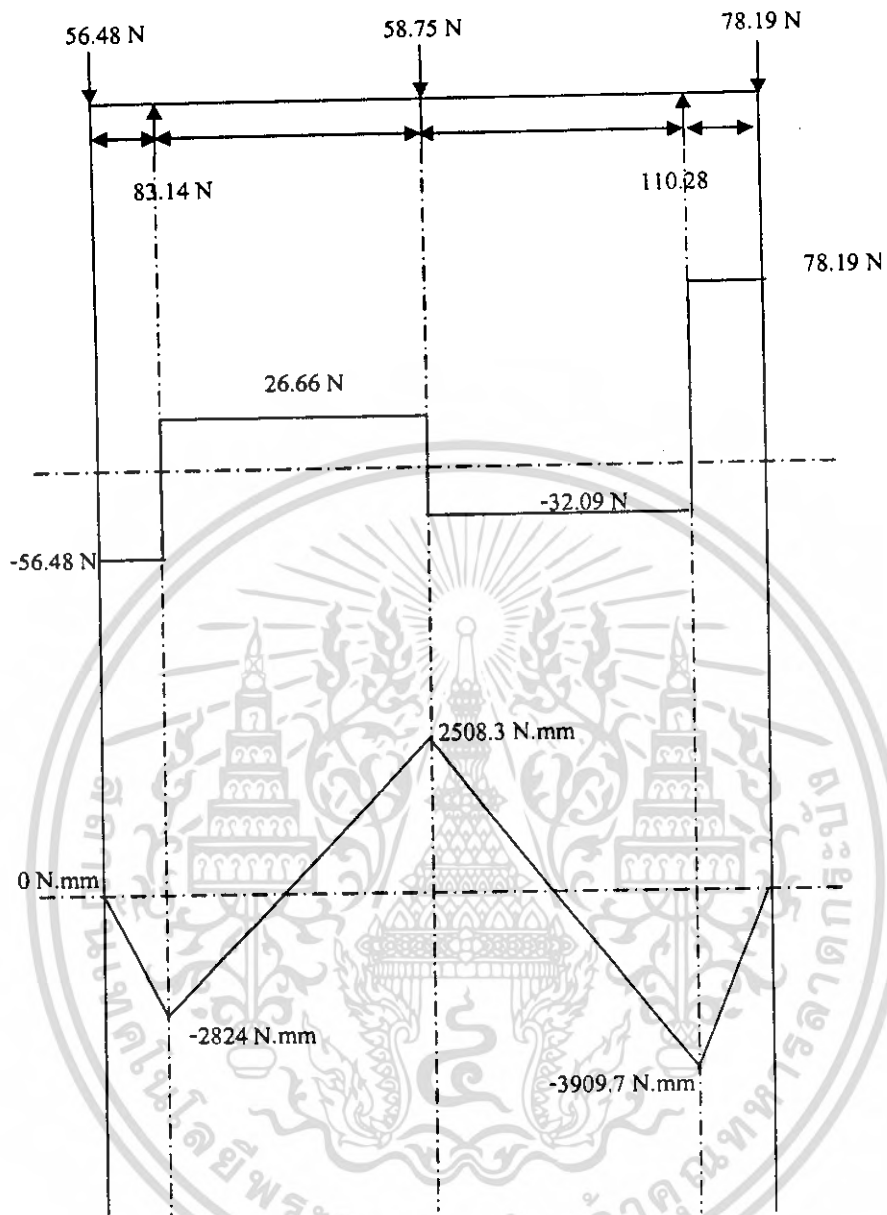
$$R_{BX} = 9.77 \text{ N}$$

(5) หาแรงเฉือนและโมเมนต์คัต

แรงเฉือนและโมเมนต์คัตที่เกิดกับเพลาทั้งในแนวตั้งและแนวระดับได้แสดงไว้ใน

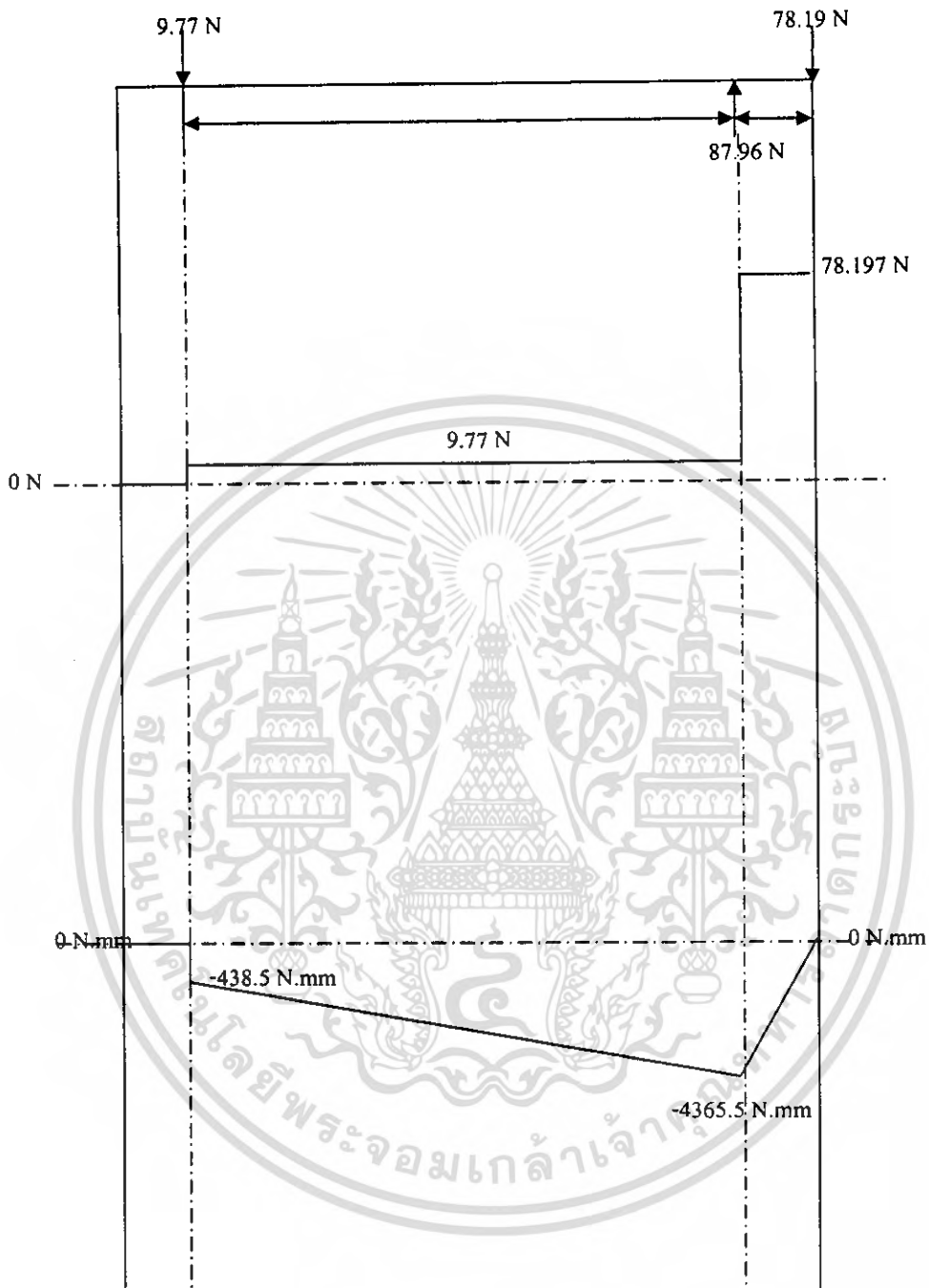
รูปที่ 3.10 และ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 กราฟแสดงแรงเฉือนและ โมเมนต์คัตที่ เกิดกับเพลา ลูกกลิ้ง ในแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 กราฟแสดงแรงเฉือนและ โมเมนต์คัตที่เกิดกับเพลาถูกตั้งในแนวระดับ

จากรูปที่ 3.10 และ 3.11 โมเมนต์คัตสูงสุดเกิดขึ้นที่จุด D

$$\begin{aligned} \text{จาก } M_D &= \sqrt{(4365.5)^2 + (3909.7)^2} \\ &= 5860.32 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

และ ทอร์กสูงสุดที่เกิดขึ้น = 1550 N.mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก
$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau} [(C_t T)^2 + (C_m M)^2]^{\frac{1}{2}}$$

กำหนดให้ $\tau = 55 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$

$C_t = 1$

$C_m = 1.5$

แทนค่า
$$d^3 = \frac{16}{\pi(55)} [(1)(1550))^2 + ((1.5)(5860.32))^2]^{\frac{1}{2}}$$

$d = 9.38 \text{ mm}$

จากค่า d ที่คำนวณได้นำไปเลือกใช้เพลานขนาด 25.4 mm.

3.2.4 การคำนวณกำลังขับเคลื่อน

จากสูตร
$$W_p = \frac{2\pi n T}{60}$$

เมื่อ $T =$ โมเมนต์บิด

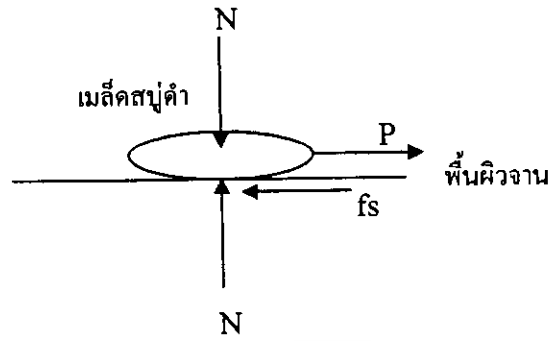
$n =$ จำนวนรอบ โดยเลือกใช้ 100 rpm

แทนค่า
$$\begin{aligned} W_p &= \frac{2\pi(100)(1.55\text{Nm})}{60} \\ &= 16.23 \text{ watt} \\ &= 0.021 \text{ hp} \end{aligned}$$

3.2.5 การคำนวณแรงและทอร์กที่กระทำบนจานกะเทาะ

ไดอะแกรมของแรงเสียดทานที่เมสส์สปริงค่า 1 เมสส์กระทำบนจานกะเทาะ ได้แสดงในรูป

ที่ 3.11



รูปที่ 3.12 ไคอะแกรมการรับแรงของเหล็กสบูดำ 1 เมตร

พิจารณาแรงเสียดทานของเหล็กสบูดำ 1 เมตรกระทำกับงาน

จากรูป $P = F_s$

เมื่อ $P =$ แรงที่เหล็กสบูดำกระทำกับงาน

จาก $f_s = N\mu_s$

เมื่อ $N = 146.63$ (แรงกดแตกจากตารางที่ 2.1)

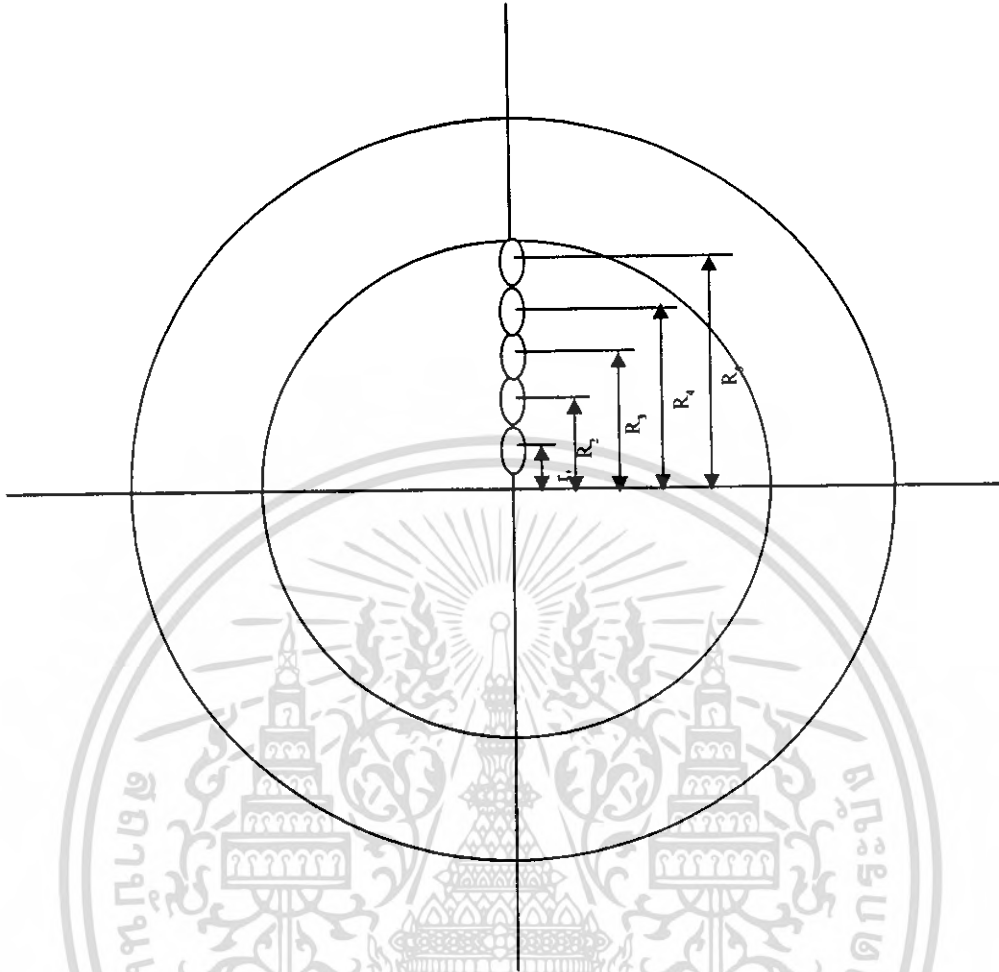
$\mu_s = 0.46$ (สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างเหล็กสบูดำกับงานจากตารางที่ 2.1)

แทนค่า $f_s = (146.63)(0.46)$

$$= 67.45 \text{ N}$$

$$P = 67.45 \text{ N}$$

กำหนดให้เหล็กสบูดำถูกป้อนเข้าในงานทางช่องที่ละ 5 เมตร โดยแต่ละเมตรมีความยาวด้านที่ยาวที่สุดเท่ากับ 21.2 mm (จากตารางที่ 2.1) และเรียงตัวบนงาน ดังรูปที่ 3.12

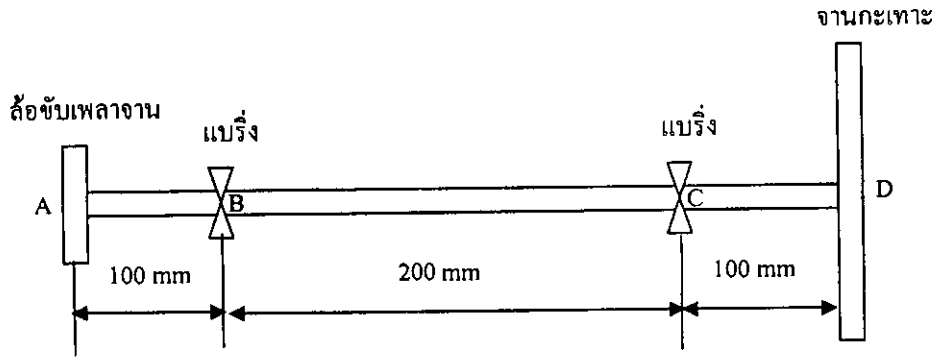


รูปที่ 3.13 การเรียงตัวกันของเมล็ดสปริงดำนงาน

จากรูปที่ 3.12 ทอร์กที่เกิดที่งาน = $P(R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5)$
 แทนค่า = $67.45(10.6 + 31.8 + 53 + 74.2 + 95.4)$
 = 6434.73 N.mm

3.2.6 การออกแบบเพลลาจางนกะเทาะ

หลังจากที่คำนวณแรงที่กระทำต่องานได้แล้ว จากนั้นจึงทำการพิจารณาแรงที่กระทำต่อเพลลาจางนเพื่อจะหาขนาดของเพลลาจางนซึ่งส่วนต่างๆ ของชุดจางนกะเทาะที่มีแรงกระทำต่อเพลลา ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.14 ชิ้นส่วนต่างๆ ของชุดงานกะเทาะที่มีแรงกระทำต่อเพล

(1) แรงที่จุด A (ล้อยับเพลางาน)

แรงที่กระทำต่อล้อยับเพลางานสามารถแสดง ได้ดังรูปที่ 3.14

จาก

$$F_{A2} = F_{A1} e^{\mu\beta}$$

เมื่อ $F_{A1} = 67.45 \text{ N}$ (แรงดึงสายพานด้านนอกซึ่งมีค่าเท่ากับแรงที่เมลีสลอปู่กระทำต่อ

เพล)

$\mu = 0.35$ (สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของสายพานกับล้อยับ)

$\beta = \pi$ (มุมสัมผัสระหว่างล้อยับกับสายพาน = 180°)

แทนค่า

$$\begin{aligned} F_{A2} &= (67.45) e^{(0.35)(\pi)} \\ &= 202.54 \text{ N} \end{aligned}$$

จาก

$$T_A = (F_{A2} - F_{A1}) R_A$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} T_A &= (202.45 - 67.45)(100) \\ &= 13509 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

และ

$$F_A = F_{A1} + F_{A2}$$

แทนค่า

$$F_A = 269.99 \text{ N}$$

จะได้

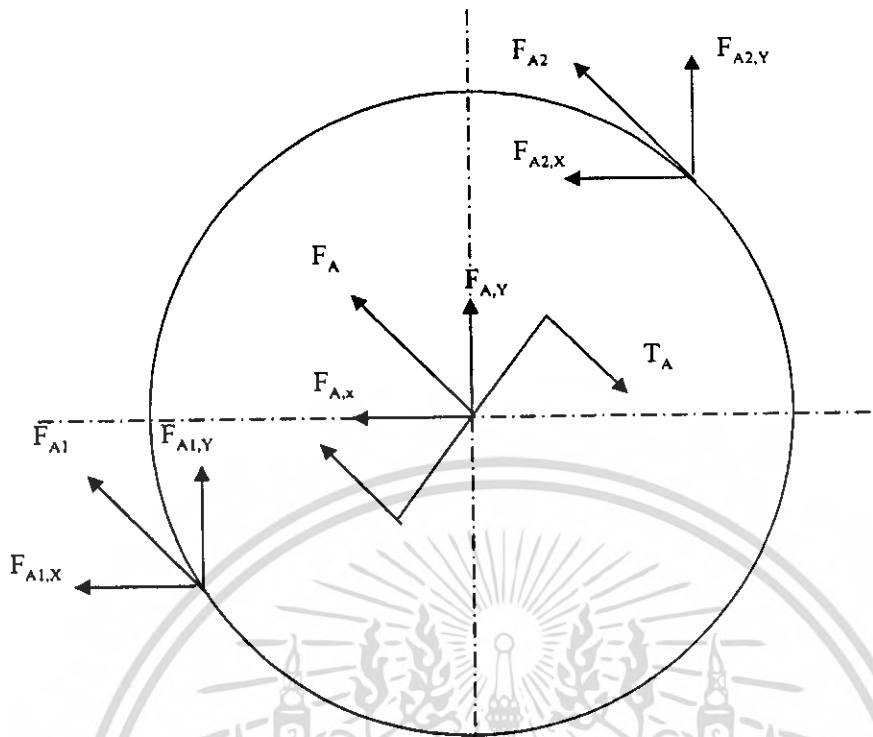
$$\begin{aligned} F_{AX} &= 269.99 \sin 45^\circ \\ &= 190.92 \text{ N (แรงในแนวระดับ)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{AY} &= 269.99 \cos 45^\circ \\ &= 190.92 \text{ N} \end{aligned}$$

เมื่อน้ำหนักพู่ล้อยับ = 31.69 N (จากการชั่ง)

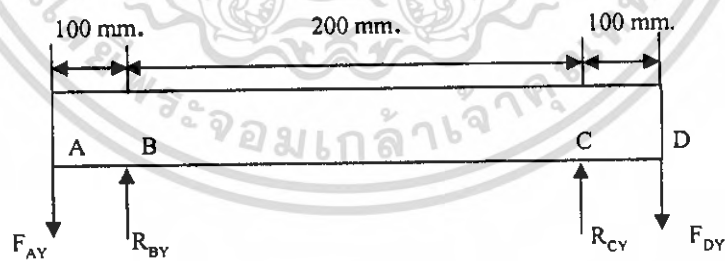
$$\begin{aligned} \therefore \text{ผลรวมแรงที่กระทำในแนวตั้ง} &= 190.92 + 31.69 \\ &= 222.61 \text{ N} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 ไดอะแกรมแสดงแรงที่กระทำต่อล้อขับเคลื่อน

- (2) หาแรงปฏิกิริยาที่จุด B,C
แรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแนวดิ่ง



รูปที่ 3.15 ไดอะแกรมการรับแรงของเพลานในแนวดิ่ง

พิจารณาจากรูปที่ 3.15

จาก

$$\sum M_B = 0$$

จะได้

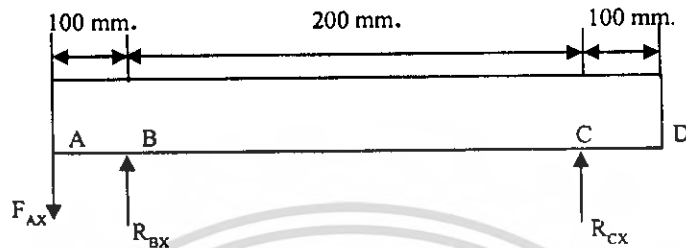
$$(222.61)(100) + R_{Dy}(200) - (67.45)(300) = 0$$

$$R_{Cy} = -10.13 \text{ N}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก $\sum F_y = 0$
 จะได้ $R_{By} - 222.16 - 10.13 - 67.45 = 0$
 $R_{By} = 299.74 \text{ N}$

แรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแนวระดับ



รูปที่ 3.16 โค้ดเอกรวมการรับแรงของเพลาในแนวนอน

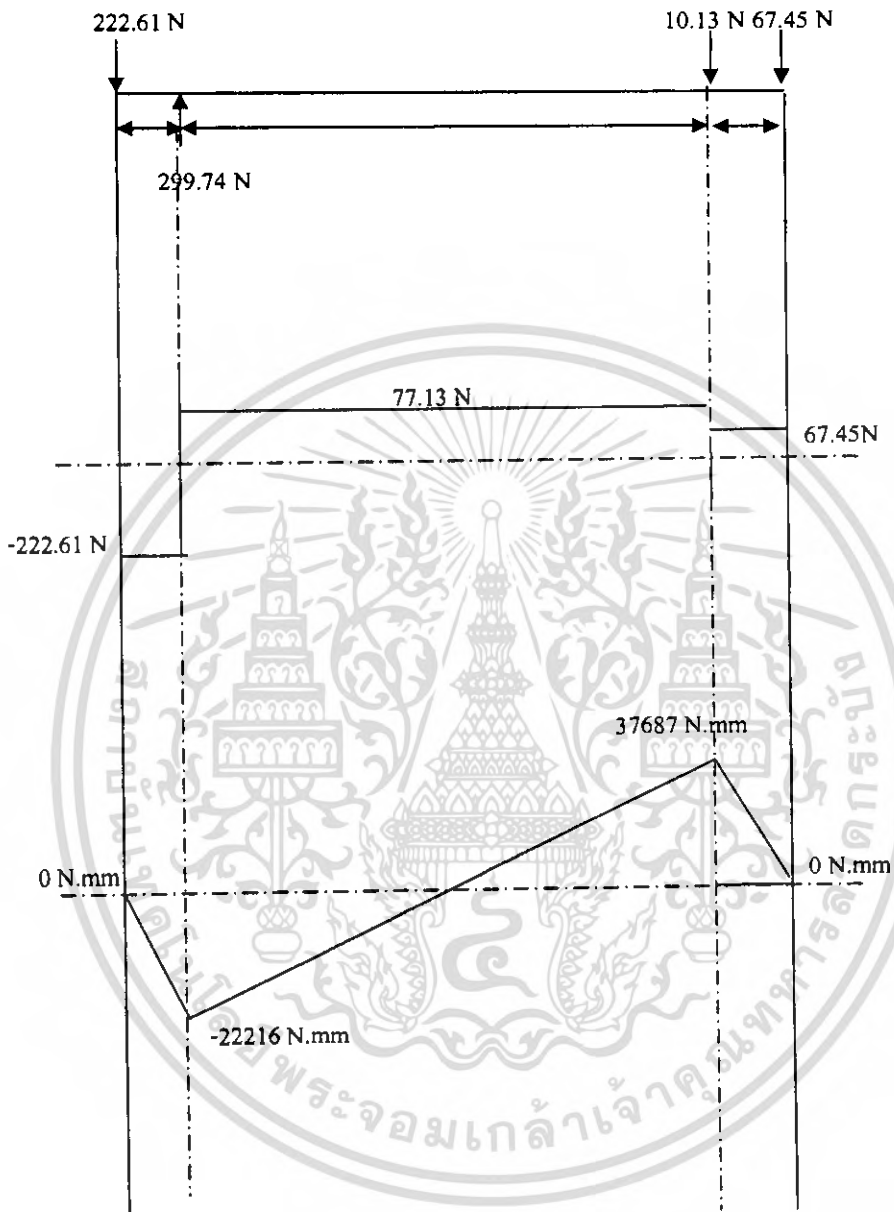
จาก $\sum M_B = 0$
 จะได้ $R_{Dx}(200) - (190.92)(100) = 0$
 $R_{Cx} = 95.46 \text{ N}$

จาก $\sum F_y = 0$
 จะได้ $R_{Bx} + 95.46 - 190.92 = 0$
 $R_{Bx} = 95.46 \text{ N}$

(3) หาแรงเฉือนและโมเมนต์คัต

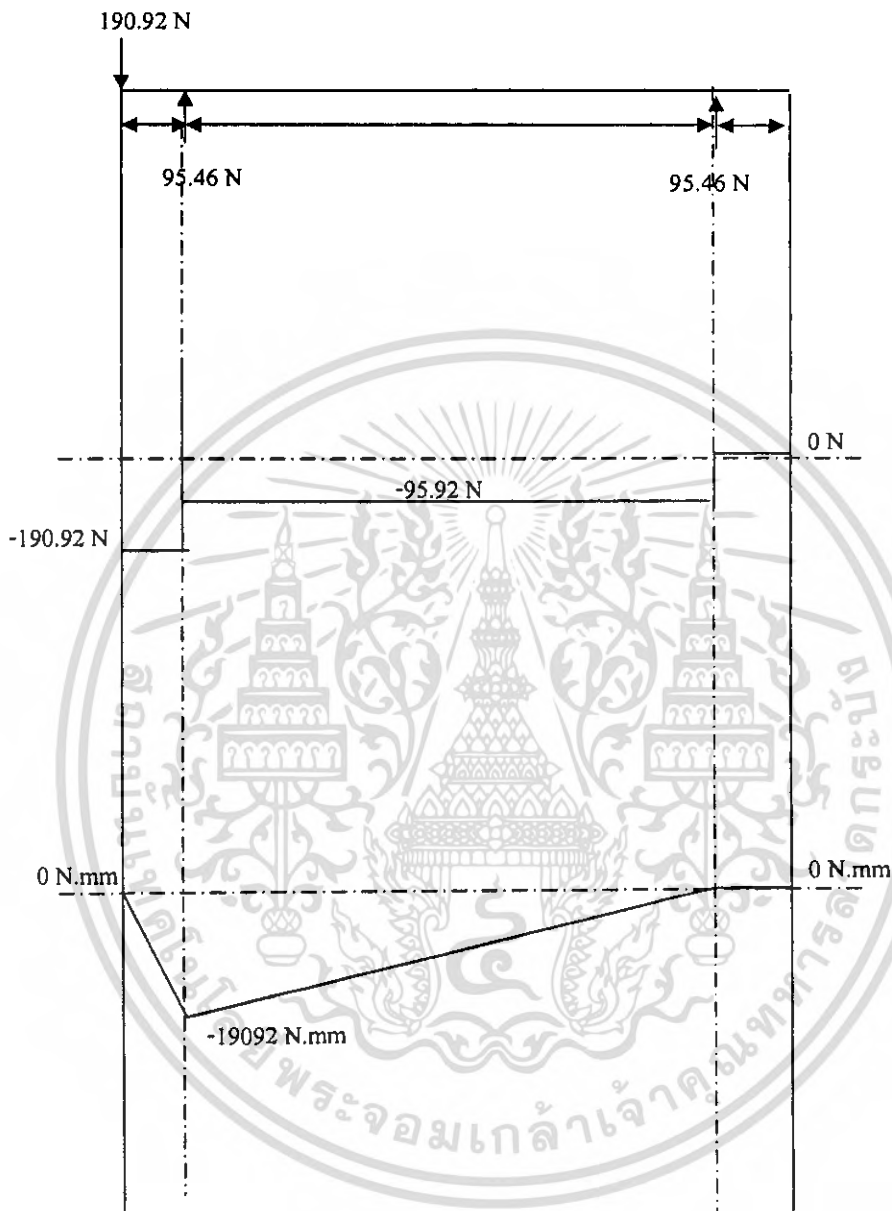
แรงเฉือนและ โมเมนต์คัตที่เกิดกับเพลาทั้งในแนวตั้งและแนวระดับได้แสดงไว้ใน

รูปที่ 3.17 และ 3.18



รูปที่ 3.17 กราฟแสดงแรงเฉือนและ โมเมนต์ดัดที่เกิดกับเพลงานในแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 กราฟแสดงแรงเฉือนและโมเมนต์คัตที่เกิดขึ้นกับเพลางานในแนวระดับ

จากรูปที่ 3.17 และ 3.18 โมเมนต์คัตสูงสุดเกิดขึ้นที่จุด B

$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad M_D &= \sqrt{(22216)^2 + (19092)^2} \\ &= 29292.58 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

และ ทอร์กสูงสุดที่เกิดขึ้น = 13509 N.mm

$$\text{จาก} \quad d^3 = \frac{16}{\pi \tau} [(C_T T)^2 + (C_M M)^2]^{1/2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{กำหนดให้ } \tau = 55 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$C_f = 1$$

$$C_m = 1.5$$

$$\text{แทนค่า } d^3 = \frac{16}{\pi(55)} \left[((1)(13509))^2 + ((1.5)(29292.58))^2 \right]^{1/2}$$

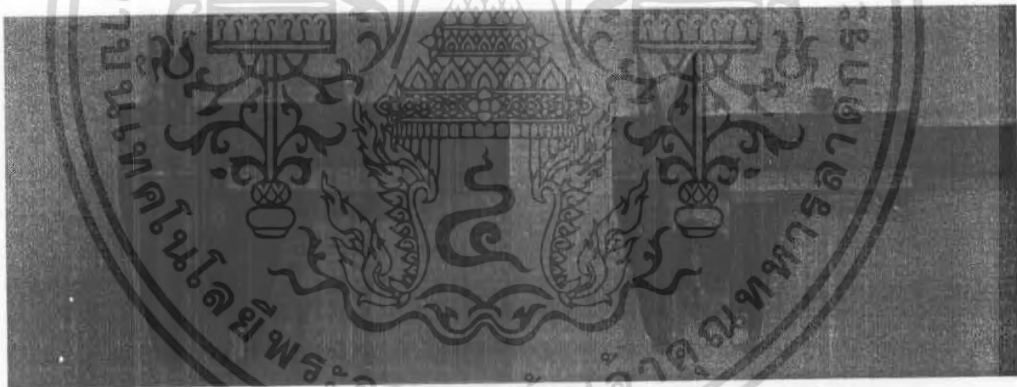
$$d = 16.2 \text{ mm}$$

จากค่า d ที่คำนวณได้นำไปเลือกใช้เพลขนาด 19.5 mm.

3.2.7 การออกแบบชุดคัตแยกโดยใช้ตะแกรง

(1) การกำหนดขนาดช่องเปิดของตะแกรง

ขนาดช่องเปิดของตะแกรงนั้นหามาจากการวัดขนาดความกว้างของเมล็ดสบูดำและขนาดความกว้างของเปลือกผลสบูดำซึ่งได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.15 ซึ่งขนาดช่องเปิดนั้นจะต้องกำหนดให้เมล็ดสบูดำผ่านช่องเปิดได้แต่เปลือกของสบูดำต้องอยู่บนตะแกรง



รูปที่ 3.19 การวัดความกว้างเมล็ดสบูดำและเปลือกผลสบูดำ

ขนาดที่ได้จากการวัดนั้นเป็น ดังนี้

ขนาดความกว้างของเมล็ดสบูดำ คือ 11.85 mm.

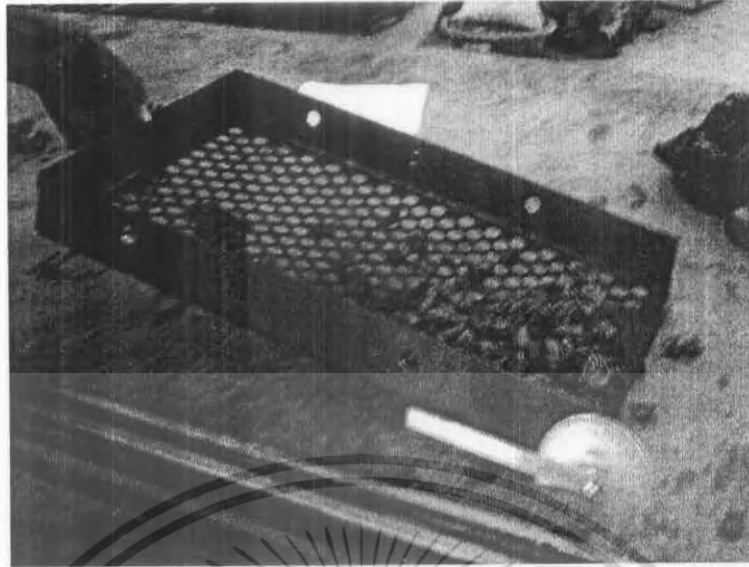
ขนาดความกว้างของเปลือกผลสบูดำ คือ 19.95 mm.

จากขนาดที่วัดได้จึงกำหนดช่องเปิดตะแกรง เท่ากับ 15.6 mm.

(2) การกำหนดมุมเอียงของตะแกรง

มุมเอียงของตะแกรงนั้นหามาจากโดยวิธีการทดลองหามุมเสียดทานของเปลือกผลกับผิวตะแกรงซึ่งวิธีทดลองนั้นแสดงในรูปที่ 3.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 การทดลองหามุมเอียงของตะแกรง

จากการทดลองนั้นสามารถกำหนดมุมเอียงที่เหมาะสมได้เท่ากับ 15 องศา

(3) ลักษณะการเคลื่อนที่ของวัสดุ

การเคลื่อนที่ของวัสดุบนตะแกรงจะเป็นแบบ Horizontal reciprocating motion โดยมี การต่อลูกเบี่ยงขนานกับตะแกรงค้ำ

3.2.5 การออกแบบรางเรียบตรง

(1) การหามุมเอียงของราง (β)

จาก
$$\tan\beta = \frac{2gh\mu}{(2gh + v_1^2 - v_2^2)}$$

กำหนดให้ $h = 0.24$ m.

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\mu = 0.46 \quad (\text{สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างเม็ดสับดูดำกับแผ่นเหล็กจากตารางที่ 2.1})$$

$$v_1 = 0 \text{ m/s.}$$

$$v_2 = 0.5 \text{ m/s.}$$

แทนค่า
$$\beta = \tan^{-1} \frac{2(9.81)(0.24)(0.46)}{(2(9.81)(0.24) + 0^2 - 0.5^2)}$$

$$\beta = 25.91^\circ$$

พิจารณาการเคลื่อนที่ของวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ลงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่า $\beta_0 = \tan^{-1}(0.46)$
 $\beta_0 = 24.702^\circ$

ค่า $v_1 > v_2$ และ $\beta > \beta_0$ สรุปได้ว่า วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง

(2) การหาความยาววางเรียบตรง (1)

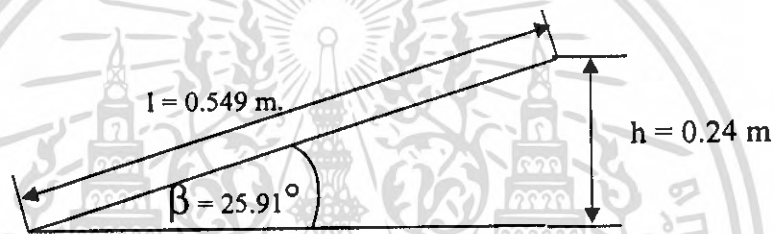
จากรูปที่ 3.7 หาความยาวตะแกรงได้จากทฤษฎีของตรีโกณ ดังนี้

จาก $\sin\beta = \frac{h}{l}$

แทนค่า $l = \frac{0.24}{\sin 25.91^\circ}$

$$l = 0.549 \text{ m.}$$

$$= 54.925 \text{ cm.}$$



รูปที่ 3.21 มุมของวางเรียบตรง

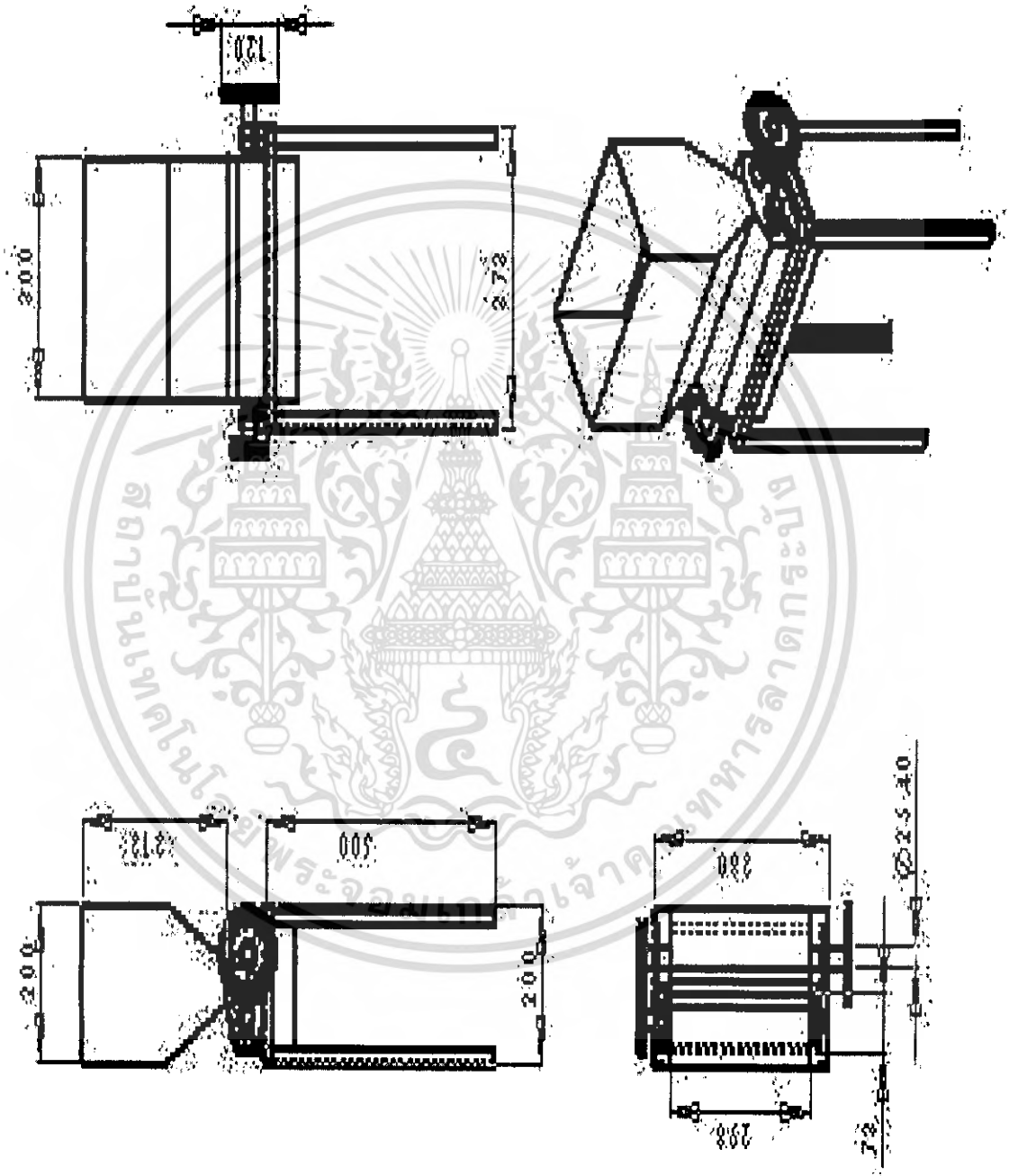
3.3 การออกแบบเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบูดำ

3.3.1 แบบชุดกะเทาะเปลือกผลสบูดำ

แบบชุดกะเทาะเปลือกผลสบูดำที่ได้ออกแบบนั้นได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.22 และลักษณะถูกกลิ้งได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.23

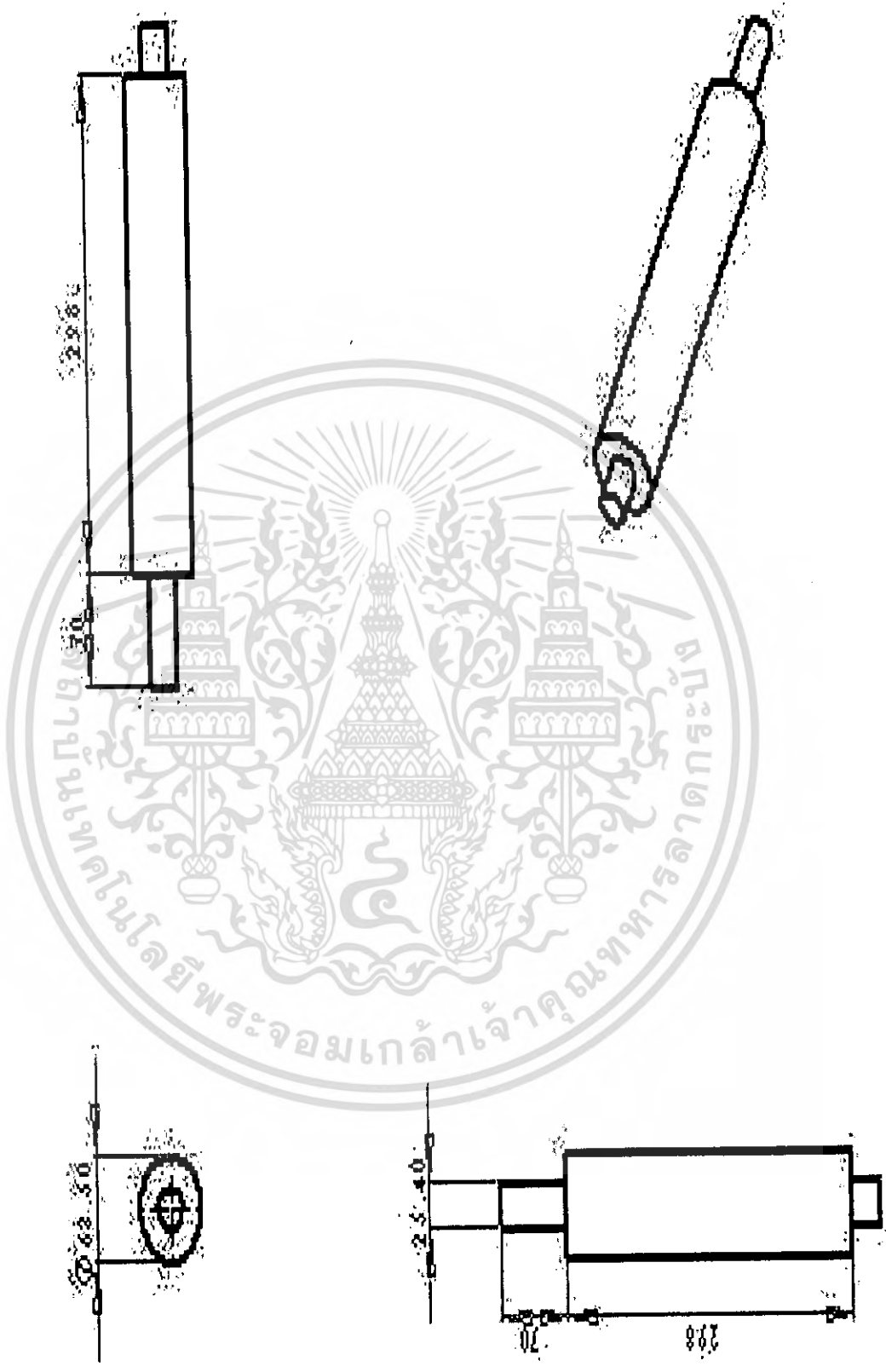
3.3.2 แบบชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสบูดำ

แบบชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสบูดำที่ได้ออกแบบนั้นได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.24 และลักษณะงานได้แสดงในรูปที่ 3.25



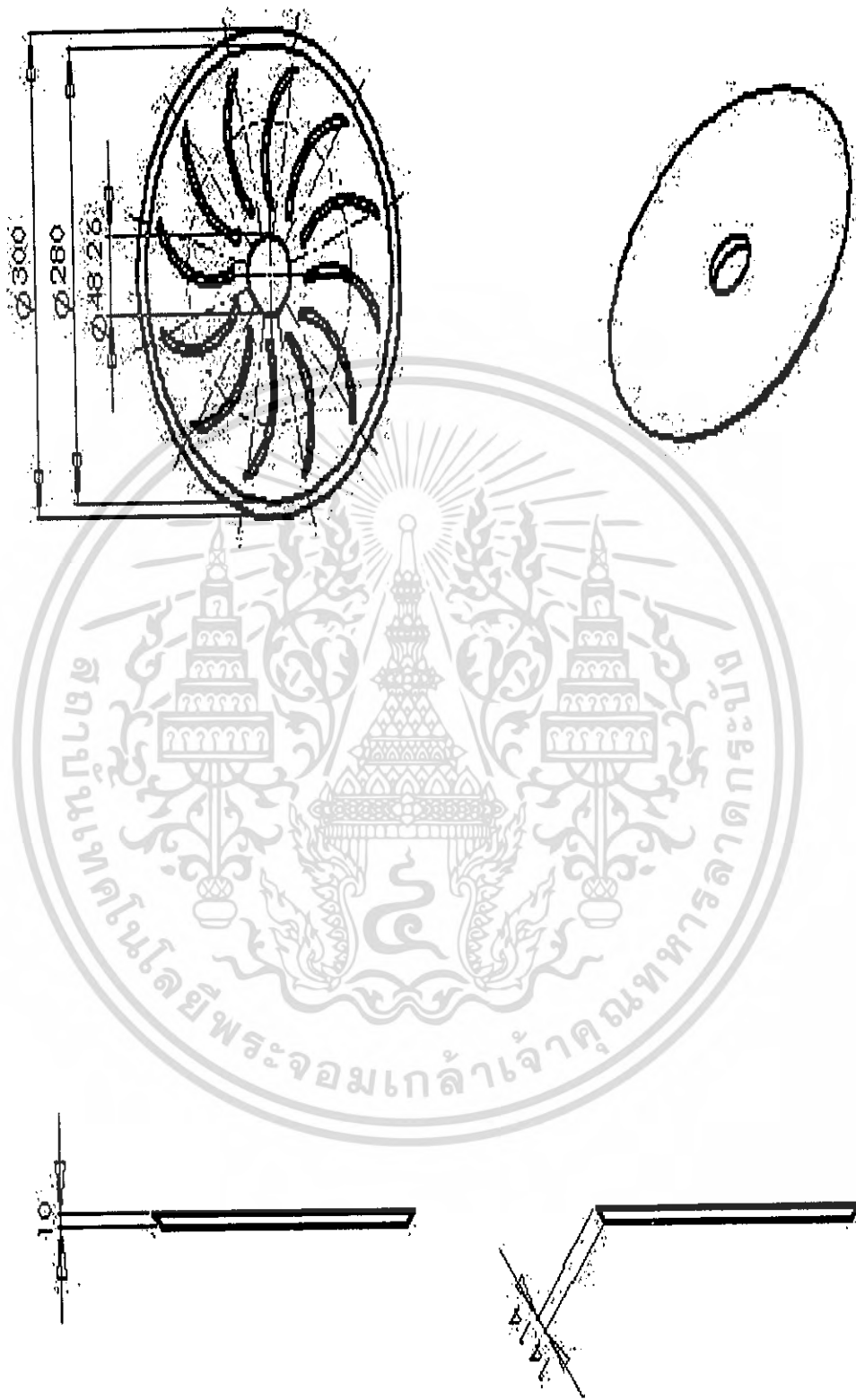
รูปที่ 3.22 ชุดกะเทาะเปลือกผลส้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 ลักษณะเพลาถูกดึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

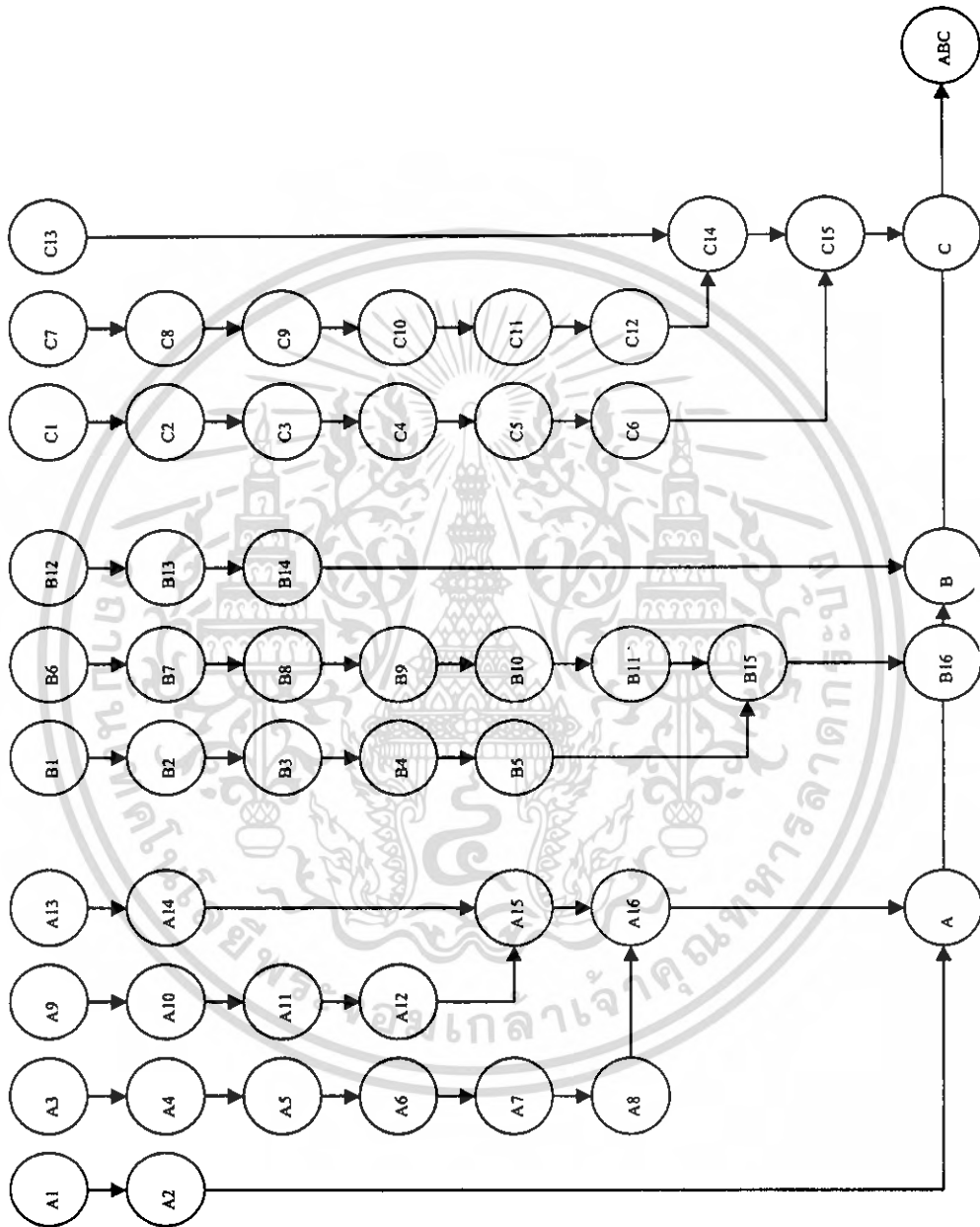


รูปที่ 3.25 อานกะทะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 แผนผังการประกอบชิ้นส่วนของเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำ

การประกอบเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำมีขั้นตอนดังแสดงต่อไปนี้



รูปที่ 3.26 แผนผังแสดงขั้นตอนการประกอบเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 อธิบายชิ้นส่วนในแผนผังแสดงขั้นตอนการประกอบเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับคั่ว

ABC – เครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับคั่ว		
A - ชุดกะเทาะเปลือกผลสับคั่ว	B - ชุดคัดแยกเมล็ดสับคั่ว	C - ชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับคั่ว
A1 - ตั้งป้อนผลวัสดุ	B1 - คานขีดยัดชุดตะแกรงคัดแยก	C1 - งานกะเทาะ
A2 - ขาขีดยัดป้อนผลวัสดุ	B2 - แขนตะแกรง	C2 - แผ่นยาง
A3 - ลูกกลิ้งกะเทาะผลสับคั่ว	B3 - ลูกป้อน	C3 - แผ่นขีดยาง
A4 - เพลาลูกกลิ้ง	B4 - สกรูขีดยัดตะแกรงกับแขนตะแกรง	C4 - เพลางาน
A5 - ฝาครอบลูกกลิ้ง	B5 - ตะแกรงคัดแยก	C5 - แบริ่งลูกป้อน
A6 - แบริ่งลูกป้อน	B6 - เพลาส่งกำลัง	C6 - พู่เลย์
A7 - เฟืองส่งกำลัง	B7 - แบริ่งลูกป้อน	C7 - ทางลงของเมล็ดสับคั่วสู่งาน
A8 - พู่เลย์ขับเพลาลูกกลิ้ง	B8 - ชุดลูกเบี้ยว	C8 - ฝาครอบงาน
A9 - เฟืองกลับทางลูกกลิ้ง	B9 - แขนขับเคลื่อนตะแกรง	C9 - นีตขีดยัดฝาครอบงาน
A10 - ตัวปรับความตึงโซ่	B10 - ลูกป้อน	C10 - ทางออกของเมล็ดสับคั่ว
A11- แกนสวมเฟืองกลับทาง	B11 - พู่เลย์	C11 - ขาขีดยัดฝาครอบงาน
A12 - โซ่	B12 - คานรองรับรางเรียบตรง	C12 - นีตขาขีดยัดฝาครอบงาน
A13 - โครงชุดกะเทาะเปลือกผลสับคั่ว	B13 - รางเรียบตรง	C13 - โครงชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับคั่ว
A14 - สกรูยึดส่วนต่าง ๆ	B14 - สกรูยึดรางกับคาน	C14 - โครงชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับคั่วที่ติดตั้งชุดฝาครอบงาน
A15 - โครงชุดกะเทาะเปลือกผลสับคั่วที่ติดตั้งชุดส่งกำลังลูกกลิ้ง	B15 - ชุดตะแกรงคัดแยกเมล็ดสับคั่ว	C15 - โครงชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับคั่วที่ติดตั้งชุดฝาครอบงานและชุดงานกะเทาะ
A15 - โครงชุดกะเทาะเปลือกผลสับคั่วที่ติดตั้งชุดส่งกำลังลูกกลิ้งและชุดลูกกลิ้ง	B16 - โครงชุดกะเทาะเปลือกผลสับคั่วที่ติดตั้งชุดตะแกรงคัดแยก	
A15 - ชุดกะเทาะเปลือกผลสับคั่วที่เสร็จ		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ขั้นตอนการสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำ

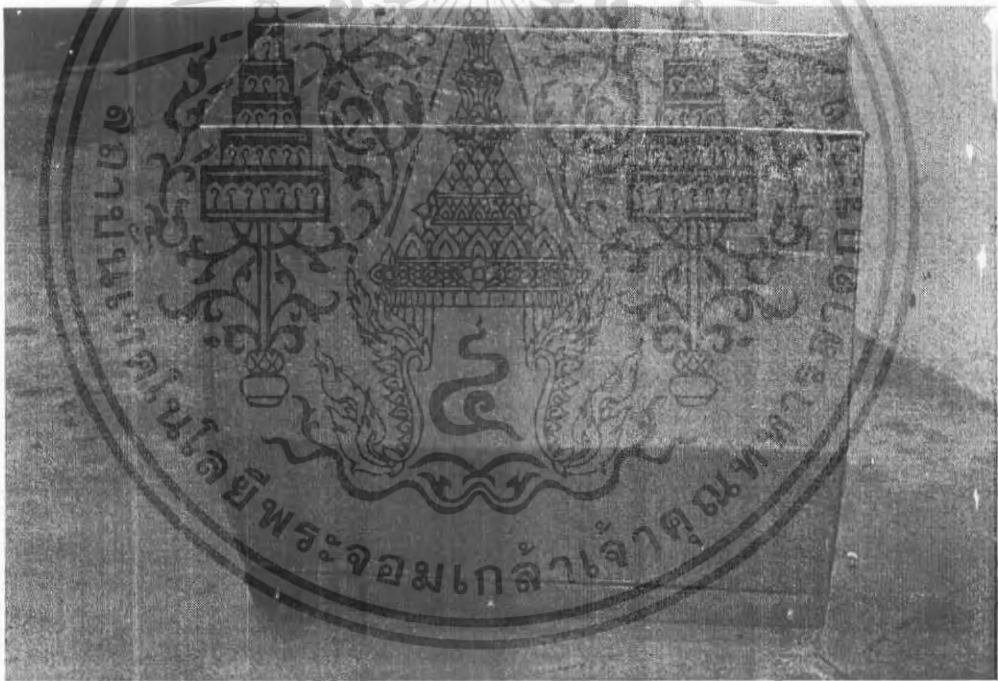
3.4.1 ถังบรรจุสับดูดำ

(1) วัสดุที่ใช้ในการสร้าง

1. แผ่นเหล็กหนา 1.2 mm. ขนาด 50 × 50 cm.

(2) ขั้นตอนการสร้าง

1. นำขนาดต่าง ๆ ที่ได้จากการคำนวณถ่ายขนาดลงบนแผ่นเหล็ก
2. ตัดแผ่นเหล็กและพับตามรูปร่างที่ออกแบบ
3. ประกอบถัง โดยการเชื่อม



รูปที่ 3.27 ถังบรรจุผลสับดูดำ

3.4.2 ชุดลูกกลิ้ง

(1) วัสดุที่ใช้ในการสร้าง

1. ท่อเหล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 in ยาว 30 cm. จำนวน 2 ท่อน
2. เพลขนาด 1 in ยาว 50 cm. จำนวน 1 ท่อน และยาว 60 cm. จำนวน 1 ท่อน
3. ฝาครอบลูกกลิ้งจำนวน 4 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แบร้งลูกปืนสวมเพลลา 1 in จำนวน 4 ตัว

(2) ขั้นตอนการสร้าง

1. นำท่อเหล็กที่เตรียมไว้เป็นลูกกลิ้งมาขึ้นสายทั้ง 2 ท่อน เพื่อให้เกิด พิกชั้น
2. นำฝาครอบและเพลลาสวมเข้ากับท่อเหล็กทั้ง 2 ท่อน



รูปที่ 3.28 ชุดลูกกลิ้ง

3.4.3 โครงรองรับลูกกลิ้ง

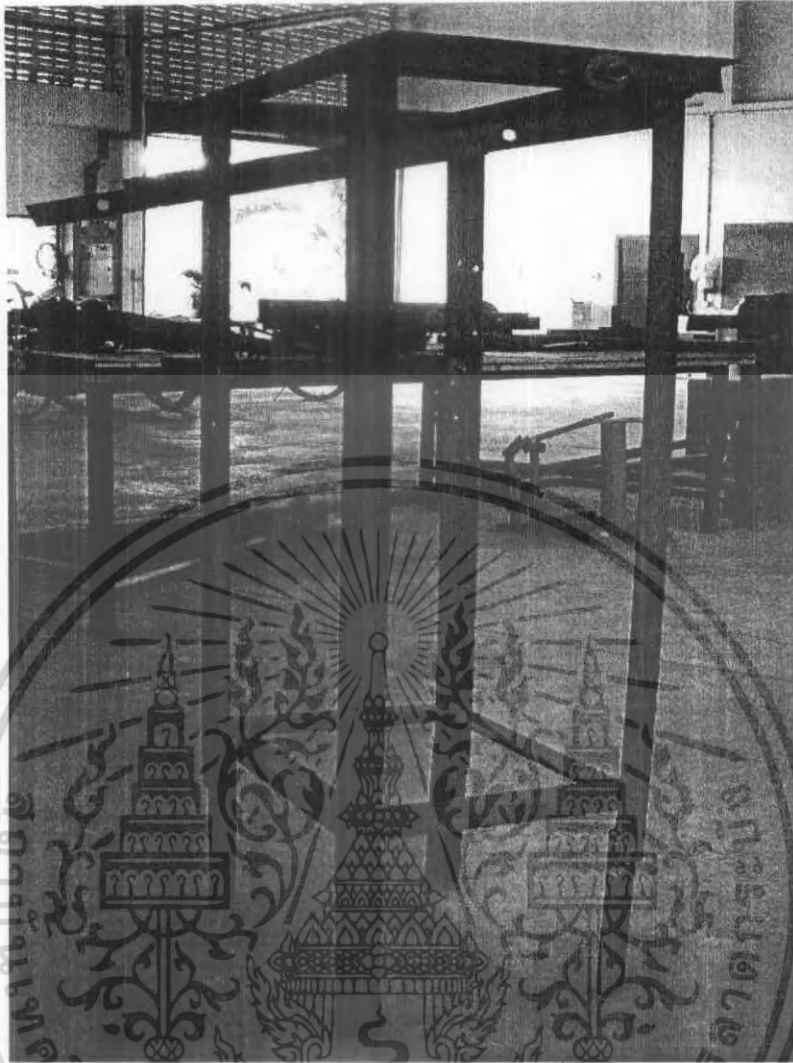
(1) วัสดุที่ใช้ในการสร้าง

1. เหล็กฉากตัว L ขนาด 3.7×32.4 mm ยาว 6 m. จำนวน 1 เส้น

(2) ขั้นตอนการสร้าง

1. ตัดเหล็กตามขนาดที่ได้ออกแบบไว้
2. ประกอบโครงตามแบบที่ได้ออกแบบไว้โดยใช้การเชื่อมติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.29 โครงรองรับลูกกึ่ง

3.4.4 ชุดตะแกรงกึ่งแยก

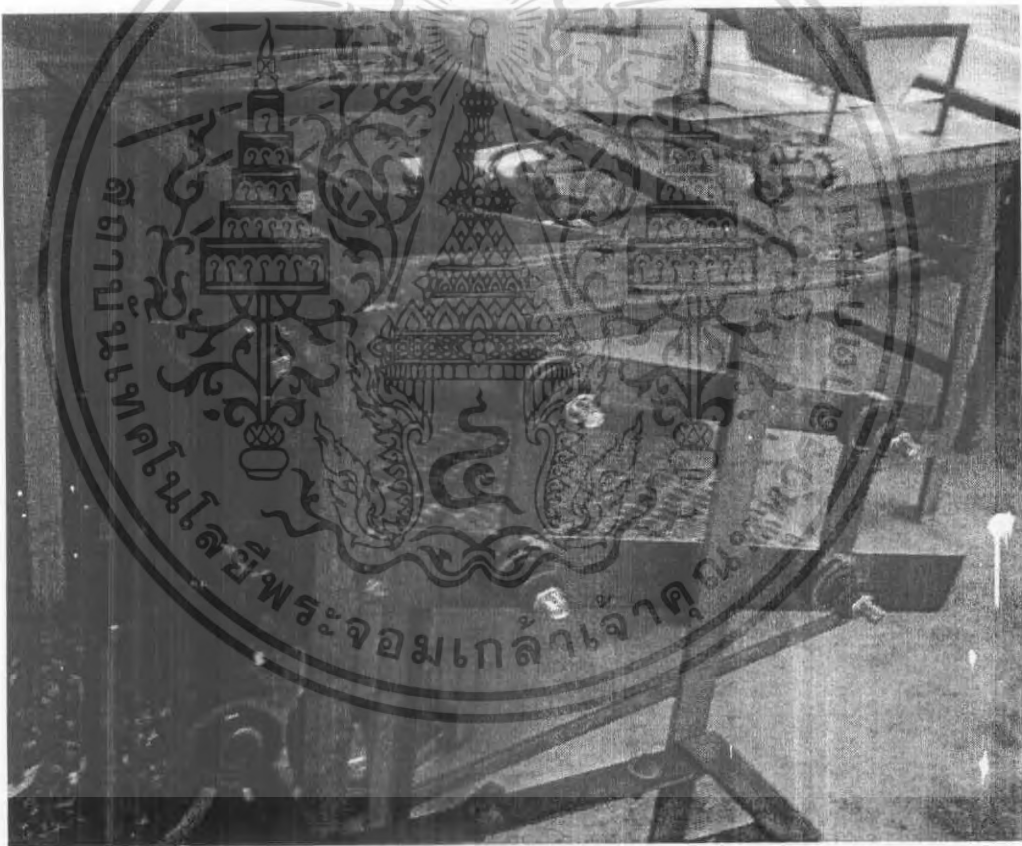
(1) วัสดุที่ใช้ในการสร้าง

1. เหล็กแผ่นหนา 1.2 mm. ขนาด 42.3×62.8 cm.²
2. ลูกปิ่น จำนวน 10 ตัว
3. ท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ in ยาว cm.
4. เหล็กฉากตัว L ขนาด 3.7×32.4 mm. ยาว 6 m. จำนวน 1 เส้น
5. เหล็กแผ่นกลมหนา 6.7 mm. เส้นผ่านศูนย์กลาง 87.2 mm.
6. เพลายาวขนาด 6/8 in ยาวเท่ากับ 40 cm.
7. แบริ่งสวมเพลย 6/8 in. จำนวน 4 ตัว

(2) ขั้นตอนการสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. นำเหล็กแผ่นที่เตรียมไว้มาเจาะทำเป็นตะแกรงโดยขนาดของช่องเปิดที่เจาะเท่ากับ 15.6 mm.
2. ตัดเหล็กเส้นยาวเท่ากับ 52.8 mm เพื่อทำเป็นคานแขวนตะแกรงจำนวน 2 ท่อน จากนั้นนำไปเชื่อมติดกับโครง
3. นำท่อเหล็กที่เตรียมไว้ตัดเป็นท่อนเพื่อทำปลอกสวมลูกป็นและนำลูกป็นมาบีบอัดเข้าปลอกที่ทำไว้
4. ทำแขนตะแกรงโดยตัดเหล็กเส้นยาว 9 cm จำนวน 4 ท่อน และยาว 9 cm จำนวน 1 ท่อนจากนั้นนำมาเชื่อมติดกับปลอกลูกป็น
5. นำเหล็กแผ่นกลมมาทำเป็นลูกเบี้ยว
6. ประการชุดตะแกรงเข้ากับโครงรองรับชุดลูกกลิ้ง



รูปที่ 3.30 ชุดตะแกรงคัดแยก

3.4.5 รางเรียบตรง

(1) วัสดุที่ใช้ในการสร้าง

1. แผ่นเหล็ก หนา 1.2 mm. ขนาด $42.3 \times 54.925 \text{ cm}^2$ จำนวน 1 แผ่น
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เหล็กฉากตัว L ขนาด 3.7×32.4 mm. ยาว 54.925 cm. จำนวน 2 เส้น

(2) ขั้นตอนการสร้าง

1. ยึดเหล็กเส้นที่เตรียมไว้เข้ากับ โครงชุกะเทาะเปลือกผลเพื่อเป็น โครงของรางโดยให้เอียงเท่ากับมุมของรางที่ได้จากการออกแบบ

2. ตัดเหล็กแผ่นที่เตรียมไว้ให้ได้ขนาด mm. จากนั้นนำมาพับขอบขึ้นและนำมาเจาะรูสำหรับสวมน็อตยึดกับ โครงราง

3. ประกอบรางเข้ากับ โครงราง



รูปที่ 3.31 รางเรียบตรง

3.4.6 จานกะเทาะ

(1) วัสดุที่ใช้ในการสร้าง

1. เหล็กแผ่นกลม หนา 10 mm. เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 cm. จำนวน 2 แผ่น

2. แผ่นยาง หนา mm. เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 cm. จำนวน 2 แผ่น

3. เพลา ขนาด 6/8 in ยาว 30 cm. จำนวน 1 ท่อน

4. แบริ่งสวมเพลา 6/8 นิ้ว จำนวน 2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสาร (2) ขั้นตอนการสร้างใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. นำเหล็กแผ่นที่เตรียมไว้ที่เตรียมไว้ทำงานกะเทาะมาปาดให้ขอบนอกลาดเอียง และนำแผ่นยางมาติดที่หน้าสัมผัสที่เหลื่อ
2. นำเพลลาที่เตรียมไว้มาเชื่อมติดกับงานกะเทาะที่เตรียมไว้
3. ยึดเบร้งกับ โครงชุดกะเทาะ
4. ประกอบชุดงานกะเทาะเข้ากับเบร้ง

3.4.7 ผาครอบงานกะเทาะ

(1) วัสดุที่ใช้ในการสร้าง

1. เหล็กแผ่นหนา 1.2 mm. ขนาด 1×1 m. จำนวน 1 แผ่น
2. เหล็กฉากตัว L ขนาด 3.7×32.4 mm. ยาว 2 m. จำนวน 1 เส้น
3. ชุดบานพับจำนวน 1 ชุด

(2) ขั้นตอนการสร้าง

1. ตัดเหล็กแผ่นตามแบบที่ได้เขียนไว้จากนั้นนำมาพับเข้ารูปและเชื่อมตะเข็บ
2. นำเหล็กเส้นมาตัดทำเป็นโครงยึดผาส่วนนอกและประกอบผาเข้ากับโครงยึด ส่วนผาส่วนในยึดกับ โครงงานกะเทาะ
3. ติดบานพับผา

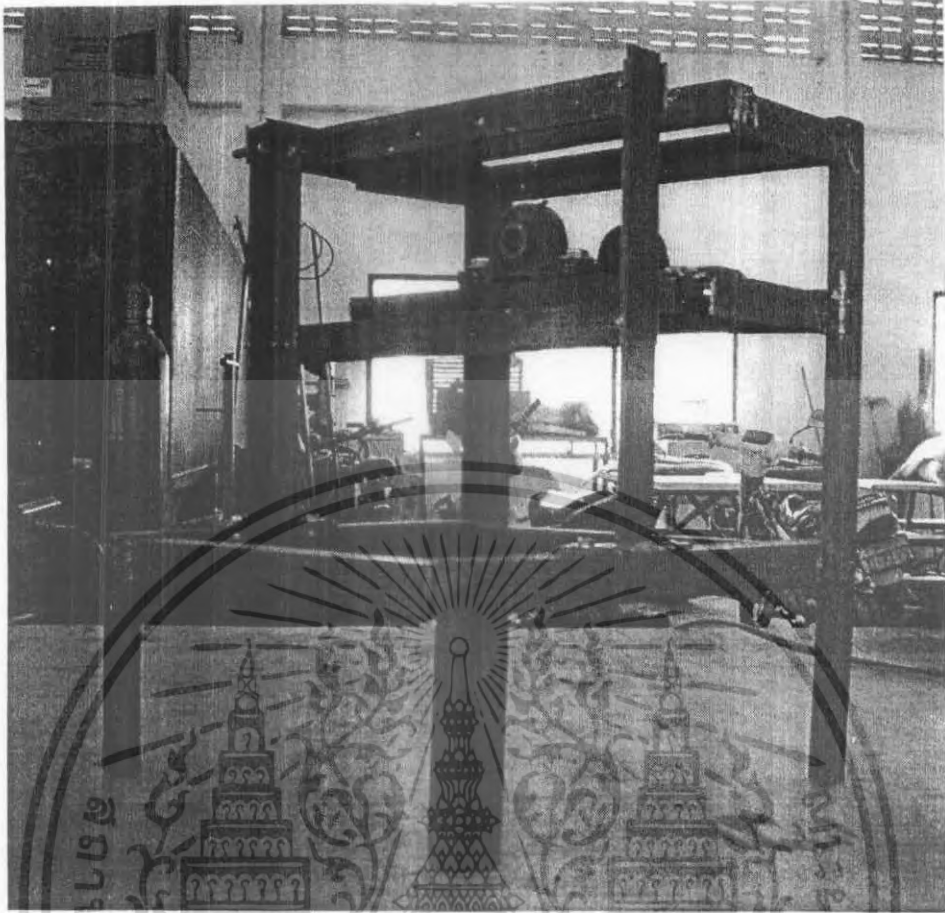
3.4.8 โครงรองรับชุดงานหมุน

(1) วัสดุที่ใช้ในการสร้าง

1. เหล็กฉากตัว L ขนาด 3.7×32.4 mm. ยาว 3 m. จำนวน 1 เส้น

(2) ขั้นตอนการสร้าง

1. ตัดเหล็กเส้นให้ได้ขนาดตามแบบ
2. นำมาเชื่อมติดกันตามแบบ



รูปที่ 3.32 โครงรองรับชุดจานกะเทาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดสอบ

4.1 การทดสอบสมรรถนะการกะเทาะของชุดกะเทาะเปลือกผลสตงูคำ

4.1.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบหาความเร็วใช้งานที่คัตที่ชุดของลูกกลิ้ง
2. เพื่อทดสอบหาระยะห่างที่คัตที่ชุดของลูกกลิ้ง

4.1.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. สตงูคำจำนวน 12 kg
2. เครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสตงูคำ
3. มอเตอร์ Mitsubishi รุ่น SF – JR ขนาด 0.5 แรงม้า จำนวน 1 เครื่อง
4. เครื่องทดรอบมอเตอร์รุ่น AF-500 จำนวน 1 เครื่อง
5. เครื่องวัดรอบ DIGICON รุ่น DT – 235T จำนวน 1 เครื่อง
6. นาฬิกาจับเวลา Q&Q จำนวน 1 เรือน
7. เครื่องชั่ง Digital SHIMADZU BX 300 จำนวน 1 เครื่อง
7. เวอร์เนีย MITUTOYO จำนวน 1 ชุด
8. ถุงพลาสติกขังน้ำหนักแล้ว 1 ชุด
9. ตะกร้าเอนกประสงค์ 1 ชุด

4.1.3 ขั้นตอนการทดสอบ

1. เก็บตัวอย่างผลสตงูคำที่เตรียมไว้ใช้ในการทดสอบจำนวน 30 ผล เพื่อนำมาทดลองหาค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต, ทดลองหาค่าความชื้นของผลสตงูคำ และบันทึกผลการทดลอง
2. เตรียมผลสตงูคำที่จะใช้ในการทดสอบโดยชั่งน้ำหนักเฉลี่ยที่ 250 g
3. ปรับความเร็วรอบใช้งานที่ 200 ระยะห่างลูกกลิ้งที่ 11 mm
4. ทดสอบชุดกะเทาะเปลือกผลสตงูคำโดยการทดลองบรรจุให้มีอัตราการไหลคงที่
5. จับเวลาการกะเทาะ บันทึกผล
6. ชั่งน้ำหนักน้ำหนักเมล็ดคัต บันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ชั่งน้ำหนักน้ำหนักเมล็ดแตก บันทึกผล
8. ชั่งน้ำหนักน้ำหนักเมล็ดที่ไม่ได้รับการกะเทาะ บันทึกผล
9. ชั่งน้ำหนักน้ำหนักเปลือกผลทั้งหมด บันทึกผล
10. ชั่งน้ำหนักน้ำหนักผลที่ไม่แตกทั้งหมด บันทึกผล
11. ทำซ้ำข้อ 2-10 โดยกำหนดระยะห่างลูกกลิ้งเท่ากับ 12, 10 mm. และความเร็วยรอบ

เท่ากับ 250 rpm และ 300 rpm

12. นำไปคำนวณหาความสามารถในการกะเทาะเมล็ด และ ประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ด

4.1.4 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.1-4.3

4.1.5 สรุปผลการทดสอบ

จากการทดลองที่สถานะที่เหมาะสมที่สุดของชุดกะเทาะเปลือกผลสับคือที่ความเร็วยรอบ 250 rpm ระยะห่างลูกกลิ้ง 12 mm มีค่าความสามารถในการกะเทาะเมล็ด 80.83 g/s และประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ด 48.94%

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดกะเทาะผลสับคั่ว

	ครั้งที่ 1						ครั้งที่ 2					
	200	250			300	350	200	250			300	350
ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (rpm)	200	11	12	13	12	12	200	11	12	13	12	12
ระยะห่างลูกกลิ้ง (mm)	12	11	12	13	12	12	12	11	12	13	12	12
เวลาที่ใช้ในการกะเทาะ (sec)	5.96	1.54	3.03	2.66	4.66	2.21	5.71	2.30	3.15	2.64	4.23	2.22
น้ำหนักสับคั่วที่ป้อนเข้าเครื่อง (g)	250.00	250.97	250.00	250.00	250.37	250.00	251.85	250.56	249.33	247.88	249.98	251.38
น้ำหนักเมล็ดดี (g)	89.68	74.35	108.35	90.13	94.79	87.64	104.17	97.29	99.02	96.02	104.03	95.02
น้ำหนักเมล็ดแตก (g)	21.09	34.79	19.27	11.94	20.51	27.31	16.16	30.62	17.73	10.89	18.58	19.36
น้ำหนักเมล็ดที่ไม่ได้รับการกะเทาะ (g)	36.48	40.49	35.77	55.79	32.97	29.87	29.50	20.45	28.93	23.15	3.55	32.33
น้ำหนักเปลือกผลทั้งหมด (g)	49.23	64.26	72.59	53.57	57.98	51.95	58.03	69.55	59.63	55.37	52.54	58.83
น้ำหนักผลที่ไม่แตกทั้งหมด (g)	42.08	31.48	38.04	35.42	41.86	56.58	43.72	30.56	45.39	61.33	57.95	45.88

ตารางที่ 4.2 ค่าประสิทธิภาพการกะเทาะผล, ความสามารถในการกะเทาะผล ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดกะเทาะผลสับคั่ว

	การทดสอบครั้งที่ 1						การทดสอบครั้งที่ 2					
	200	250			300	350	200	250			300	350
ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (rpm)	200	11	12	13	12	12	200	11	12	13	12	12
ระยะห่างลูกกลิ้ง (mm)	12	11	12	13	12	12	12	11	12	13	12	12
ความสามารถในการกะเทาะเมล็ด (g/s)	41.95	162.97	82.51	93.98	53.73	113.12	44.11	108.94	79.15	93.89	59.10	113.23
ประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ด (%)	44.30	43.49	51.05	40.83	46.05	45.98	47.78	51.05	46.83	43.13	49.05	45.50

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยของค่าประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ด, ความสามารถในการกะเทาะเมล็ด ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดคัดแยกเมล็ดสับคั่ว

	ค่าเฉลี่ย					
	200	250			300	350
ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (rpm)	200	11	12	13	12	12
ระยะห่างลูกกลิ้ง (mm)	12	11	12	13	12	12
ความสามารถในการกะเทาะเมล็ด (g/s)	43.03	135.95	80.83	93.94	56.41	113.18
ประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ด (%)	46.04	47.27	48.94	41.98	47.55	45.74

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบสมรรถนะชุดคัดแยกเมล็ดสับุดำ

4.2.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสมกับการใช้งานของชุดคัดแยก
2. เพื่อทดสอบขนาดของรูตะแกรงว่ามีขนาดเหมาะสมหรือไม่
3. เพื่อทดสอบหามุมเอียงของตะแกรงว่ามีความเหมาะสมหรือไม่

4.2.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. สับุดำจำนวน 12 kg
2. เครื่องคัดแยกเมล็ดสับุดำ
3. มอเตอร์ Mitsubishi รุ่น SF – JR ขนาด 0.5 แรงม้า จำนวน 1 เครื่อง
4. เครื่องทอรอบมอเตอร์รุ่น AF-500 จำนวน 1 เครื่อง
5. เครื่องวัดรอบ DIGICON รุ่น DT – 235T จำนวน 1 เครื่อง
6. นาฬิกาจับเวลา Q&Q จำนวน 1 เรือน
7. เครื่องชั่ง Digital SHIMADZU BX 300 จำนวน 1 เครื่อง
8. เวอร์เนีย MITUTOYO จำนวน 1 ชุด
9. ถูพลาสติกที่ผ่านการชั่งน้ำหนักแล้ว 1 ชุด
10. ตะกร้าเอนกประสงค์ 1 ชุด

4.2.3 ขั้นตอนการทดสอบ

1. นำตัวอย่างที่ได้ทำการทดสอบจากเครื่องกะเทาะเปลือกผลนำมาคลุกเข้าด้วยกันแล้วทำการชั่งน้ำหนัก บันทึกผล
2. ปรับตั้งค่าความเร็วรอบของชุดลูกเบี้ยวเข้าตะแกรงโดยดอนที่ 1 ทำการปรับไปที่ 125 rpm
3. นำตัวอย่างจากข้อที่ 1. เทลงบนตะแกรงคัดแยก จับเวลา
4. ชั่งน้ำหนักเมล็ดดี, น้ำหนักเมล็ดแตก, น้ำหนักเปลือกผล และน้ำหนักอื่นๆ ที่ช่องทางออกเมล็ดบันทึกผล
5. ชั่งน้ำหนักเปลือกผล, น้ำหนักเมล็ดดี, น้ำหนักเมล็ดแตก และน้ำหนักอื่นๆ ที่ช่องทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ชั่งน้ำหนักเปลือกผลที่ติดบนตะแกรง, เมล็ดที่ค้างบนตะแกรงและน้ำหนักอื่นๆ ที่ค้างบนตะแกรง บันทึกผล
7. ทำซ้ำ ข้อ 1-6 โดยทำการเปลี่ยนความเร็วรอบไปที่ 150 rpm และ 175 rpm
8. นำไปคำนวณหาประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ด การสูญเสียในการคัดแยกเมล็ด และความสามารถในการคัดแยกเมล็ด

4.2.4 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.4-4.6

4.2.5 สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าถ้ามีความเร็วรอบสูงมากเกินไป และ ระยะชักที่มากนั้น จะทำให้เครื่องสั่นอย่างแรงและถ้ามีความเร็วรอบช้าเกินไป จะทำให้ไม่เกิดการคัดแยกในกระบวนการนี้ ซึ่งค่าที่ได้จากการทดลองที่ดีที่สุดคือที่ 150 rpm มีการสูญเสียในการคัดแยกเมล็ดเฉลี่ย 3.14 % ประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ดเฉลี่ย 45.23 % และ ความสามารถในการคัดแยกเมล็ดเฉลี่ย 74.32 g/s

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดคัดแยกเมล็ดสับคั่ว

การทดสอบ	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2		
	ความเร็วรอบของตะแกรง (rpm)	125	150	175	125	150
เวลาที่ใช้ในการคัดแยก (sec)	3.35	3.47	3.90	3.78	3.22	3.52
น้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด (g)	250.57	249.91	251.41	250.58	246.71	246.21
น้ำหนักเมล็ดคั่วที่ช่องทางออกของเมล็ด (g)	81.79	86.82	92.25	64.03	83.85	91.67
น้ำหนักเมล็ดแตกที่ช่องทางออกของเมล็ด (g)	13.03	18.34	18.22	16.90	35.52	26.81
น้ำหนักเปลือกผลที่ช่องออกเมล็ด (g)	0.00	0.00	1.38	0.00	0.00	1.30
น้ำหนักอื่นๆที่ช่องออกเมล็ด (g)	7.98	10.57	13.72	7.20	12.19	10.39
น้ำหนักเปลือกผลที่ช่องเปลือกผล (g)	14.33	59.20	112.14	14.04	89.79	95.47
น้ำหนักเมล็ดคั่วที่ช่องทางออกเปลือกผล (g)	1.15	10.85	10.41	0.00	2.96	8.02
น้ำหนักเมล็ดแตกที่ช่องทางออกเปลือกผล (g)	0.71	0.83	0.42	0.00	0.99	1.74
น้ำหนักอื่นๆที่ช่องออกเปลือกผล (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
น้ำหนักเปลือกผลที่ติดบนตะแกรง (g)	63.61	46.02	0.52	107.32	19.91	5.27
น้ำหนักเมล็ดที่ค้างอยู่บนตะแกรง (g)	27.03	2.73	0.50	37.80	0.00	0.00
น้ำหนักอื่นๆที่ค้างอยู่บนตะแกรง (g)	42.53	3.91	1.17	3.31	0.00	0.00

ตารางที่ 4.5 ค่าประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ด, การสูญเสียในการคัดแยกเมล็ด, ความสามารถในการคัดแยกเมล็ด ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดคัดแยกเมล็ดสับคั่ว

การทดสอบ	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2		
	ความเร็วรอบของตะแกรง (rpm)	125	150	175	125	150
ประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ด (%)	15.93	42.08	43.94	32.29	48.38	48.12
การสูญเสียในการคัดแยกเมล็ด (%)	0.87	4.67	4.31	0.00	1.60	3.96
ความสามารถในการคัดแยกเมล็ด(g/s)	74.80	72.02	64.46	66.29	76.62	69.95

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยของค่าประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ด, การสูญเสียในการคัดแยกเมล็ด, ความสามารถในการคัดแยกเมล็ด ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดคัดแยกเมล็ดสับคั่ว

การทดสอบ	ค่าเฉลี่ย		
	ความเร็วรอบของตะแกรง (rpm)	125	150
ประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ด (%)	24.11	45.23	46.03
การสูญเสียในการคัดแยกเมล็ด (%)	0.44	3.14	4.14
ความสามารถในการคัดแยกเมล็ด(g/s)	70.54	74.32	67.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดสอบสมรรถนะการกะเทาะของชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดูดำ

4.3.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาความเร็วรอบที่มีประสิทธิภาพสูงสุดของงานกะเทาะ
2. เพื่อหาระยะห่างที่ดีที่สุดของชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดูดำ

4.3.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. สับดูดำจำนวน 12 kg
2. เครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำ
3. มอเตอร์ Mitsubishi รุ่น SF – JR ขนาด 0.5 แรงม้า จำนวน 1 เครื่อง
4. เครื่องทดรอบมอเตอร์รุ่น AF-500 จำนวน 1 เครื่อง
5. เครื่องวัดรอบ DIGICON รุ่น DT – 235T จำนวน 1 เครื่อง
6. นาฬิกาจับเวลา Q&Q จำนวน 1 เรือน
7. เครื่องชั่ง Digital SHIMADZU BX 300 จำนวน 1 เครื่อง
8. เวอร์เนีย MITUTOYO จำนวน 1 ชุด
9. ถังพลาสติกชั่งน้ำหนักแล้วจำนวน 1 ชุด
10. ตะกร้าเอนกประสงค์ 1 ชุด

4.3.3 ขั้นตอนการทดสอบ

1. นำเมล็ดสับดูดำที่มีลักษณะสมบูรณ์ชั่งน้ำหนักประมาณ 125 g จำนวน 6 ถัง
2. ปรับความเร็วรอบชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดูดำที่ 80 rpm ระยะห่างงานกะเทาะ 8 mm
3. นำเมล็ดสับดูดำโยนใส่ถาดเอียงอย่างสม่ำเสมอ จับเวลาการกะเทาะ
4. ชั่งน้ำหนักเมล็ดที่ไม่ได้รับการกะเทาะ บันทึกผล
5. ชั่งน้ำหนักเนื้อในเมล็ดที่สมบูรณ์ บันทึกผล
6. ชั่งน้ำหนักเนื้อในเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ บันทึกผล
7. ชั่งน้ำหนักเมล็ดที่แตกหัก บันทึกผล
8. ชั่งน้ำหนักเปลือกเมล็ด บันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. คำนวณหาความสามารถในการกะเทาะเนื้อในเมล็ด และ ประสิทธิภาพการกะเทาะเนื้อในเมล็ด

4.3.4 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.7-4.8

4.3.5 สรุปผลการทดสอบ

ในชุดกะเทาะนี้ค่าที่ได้มานั้นแสดงให้เห็นว่า ชุดกะเทาะแบบจานหมุนนั้นมี ประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ เนื่องจากการออกแบบเดิมจะใช้การ Milling แต่เนื่องจากใช้ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงจึงเลือกใช้แผ่นยางซึ่งค่าที่ได้นั่นคือความเร็วรอบงานกะเทาะ 110 rpm ประสิทธิภาพการกะเทาะเนื้อในเมล็ด 9.61% ความสามารถในการกะเทาะเนื้อในเมล็ด 2.67 g/s



ตารางที่ 4.7 แสดงข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดกะเทาะเมล็ดสับดูค่า

ระยะห่างงานกะเทาะ (mm)	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2		
	8			8		
ความเร็วรอบ(rpm)	80	110	150	80	110	150
เวลาที่ใช้ในการกะเทาะ (sec)	23.23	48.27	44.85	24.03	44.97	40.69
น้ำหนักเมล็ดสับดูที่ป้อนเข้าเครื่อง (g)	124.152	123.052	124.008	124.917	125.251	125.203
น้ำหนักเมล็ดที่ไม่ได้รับการกะเทาะ (g)	97.458	72.248	85.865	74.824	73.828	88.492
น้ำหนักเนื้อในเมล็ดที่สมบูรณ์ (g)	4.564	6.393	5.673	2.547	7.654	5.949
น้ำหนักเนื้อในเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ (g)	6.969	14.866	7.264	8.858	5.928	8.555
น้ำหนักเมล็ดที่แตกหัก(g)	4.35	9.838	8.2	12.198	15.14	5.686
น้ำหนักเปลือกเมล็ด (g)	10.926	17.502	14.341	20.605	22.84	13.327

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ด, ความสามารถในการกะเทาะเมล็ด ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดคัดแยกเมล็ดสับดูค่า

ระยะห่างงานกะเทาะ (mm)	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2		
	8			8		
ความเร็วรอบงานกะเทาะ (rpm)	80	110	150	80	110	150
ความสามารถในการกะเทาะเนื้อในเมล็ด (g/s)	5.34	2.55	2.76	5.20	2.79	3.08
ประสิทธิภาพการกะเทาะเนื้อในเมล็ด (%)	4.68	8.85	6.61	3.40	10.37	6.72

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ด, ความสามารถในการกะเทาะเมล็ด ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดคัดแยกเมล็ดสับดูค่า

ระยะห่างงานกะเทาะ (mm)	ค่าเฉลี่ย		
	8		
ความเร็วรอบงานกะเทาะ (rpm)	80	110	150
ความสามารถในการกะเทาะเนื้อในเมล็ด (g/s)	5.27	2.67	2.92
ประสิทธิภาพการกะเทาะเนื้อในเมล็ด (%)	4.04	9.61	6.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และ วิจารณ์ผล

5.1 สรุปผลการทดลองและ วิจารณ์ผล

เครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสนุ่ดำ ได้แบ่งกระบวนการเป็น 3 ออกเป็นกระบวนการ คือ

(1) ชุดกะเทาะเปลือกผลสนุ่ดำ

จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าตัวแปรหลักของการกะเทาะในชุดนี้คือ ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง กับความเร็วรอบของลูกกลิ้ง จะเห็นได้ว่าที่ ที่ความเร็วรอบ 250 rpm ที่ระยะห่างลูกกลิ้ง 12 mm ความสามารถในการกะเทาะเมล็ด 80.83 g/s และ ประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ด 48.94% ต่างกับที่ความเร็วรอบ 200 rpm และ 300 rpm ซึ่งจะมีค่าประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ดต่ำลง

(2) ชุดคัดแยกผลสนุ่ดำออกจากเปลือก

จากการทดลองชุดคัดแยกเราสามารถปรับค่าได้เพียงค่าเดียวคือ ความเร็วรอบจากผลการทดลองจะเห็นได้ชัดเจนว่า ขนาดของรูตะแกรงนั้นมีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงพอที่จะทำให้เมล็ดสนุ่ดำลอดไปได้ และค่าความเร็วรอบของตะแกรงถ้ามีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 125 rpm แล้วนั้นจะทำให้ชุดคัดแยกไม่เกิดการคัดแยกเนื่องจากมีความเร็วรอบไม่เพียงพอที่จะทำให้เปลือกของสนุ่ดำเคลื่อนที่ลงมาทางด้านช่องทางออกของเปลือกเนื่องจากเวลากะเทาะนั้นทั้งเปลือกและเมล็ดของสนุ่ดำจะตกลงมาพร้อมกัน จึงเกิดการขัดตัวได้ และจากการทดลองที่ความเร็วรอบที่เหมาะสมคือที่ 175 rpm จะมีประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ด 46.03%, การสูญเสียในการคัดแยกเมล็ด 4.14% และ ความสามารถในการคัดแยกเมล็ด 67.21 g/s

(3) ชุดกะเทาะผลสนุ่ดำ

ในชุดกะเทาะชุดนี้ค่าที่ได้มานั้นแสดงให้เห็นว่า ชุดกะเทาะแบบจานหมุนนั้นมี ประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ เนื่องจากการออกแบบเดิมจะใช้การ Milling แต่เนื่องจากใช้ค่าใช้จ่ายค่อนข้างแพงจึงเลือกใช้แผ่นยาง และเนื่องจากความผิดพลาดของตัวผู้ทดลอง ในการออกแบบให้จานกะเทาะมีมุมเอียงทางด้านข้างเพื่อที่จะให้เมล็ดสนุ่ดำตกลงมาได้นั้น จึงทำให้เมล็ดสนุ่ดำจำนวนมาก ถอดผ่านตรงมุมเอียงตรงนั้นไปไม่ผ่านหน้าสัมผัสที่สร้างขึ้นเพื่อการกะเทาะค่าที่ได้จึงมีค่าประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำคือ ที่ความเร็ว 110 rpm ประสิทธิภาพการกะเทาะเนื้อในเมล็ด 9.61 % และ ความสามารถในการกะเทาะเนื้อในเมล็ด 2.67 %

5.2 ข้อเสนอนณะ

5.2.1 ชุดกะเทาะเปลือกผลสบูดำ

(1) เนื่องจากลูกกลิ้งที่เส้นผ่านศูนย์กลางเพียง 6 mm ซึ่งจะทำให้หน้าสัมผัส และระยะเวลาที่สบูดำถูกลูกกลิ้งอัดนั้นน้อยตามลงไปด้วยจึงจะดีกว่าถ้าลูกกลิ้งจะมีขนาดใหญ่ขึ้น

(2) ความเร็วรอบสัมพันธ์ระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองยังไม่ดีพอที่เพลาส่งกำลังหมุน 100 rpm เพลาดำจะหมุน 80 rpm ซึ่งถือว่ามากควรลดความเร็วรอบเพลาดำลงไปอีก

5.2.2 ชุดคัดแยกผลสบูดำออกจากเปลือก

(1) เนื่องจากมุมเอียงมีค่ามากไปทำให้เวลาในการกลิ้งไปมาเพื่อที่จะทำให้สบูดำลอดลงไปนั้นน้อย ดังนั้นจึงควรให้มุมเอียงมีค่าน้อยมากกว่านี้

(2) ระยะชักที่มากไปทำให้เครื่องสั่นมากจึงควรลดระยะชักลง โดยอาจจะสไลด์รูที่ชุดข้อเหวี่ยงให้สามารถปรับระยะชักได้

5.2.3 ชุดกะเทาะผลสบูดำ

(1) เนื่องจากมีที่ขอบงานมีลักษณะเป็นสโกล ดังนั้นเมล็ดสบูดำจะมีแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางอาจทำให้วิ่งออกไปตามขอบสโกล และ ไม่ได้รับการกะเทาะได้จึงต้องทำตัวขวางไว้เพื่อที่จะไม่ให้เมล็ดสบูดำหลุดออกจากชุดที่เตรียมไว้เพื่อการกะเทาะอันเนื่องมาจากแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

(2) หน้าสัมผัสที่เป็นยางนั้นอาจเปลี่ยนทำการเสาะร่องเพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้กับหน้าสัมผัสยาง

(3) บริเวณช่องทางลงของเมล็ดสบูดำไปยังชุดกะเทาะเมล็ดมีพื้นที่น้อยมาก อาจจะทำขึ้นใหม่เพื่อรองรับกับปริมาณการกะเทาะที่มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. Schmook B. and Seralta-Peraza L., 1997. *J. curcas*: distribution and uses in the Yucatan Peninsula of Mexico. In: G.M. Gübitz, M. Mittelbach and M. Trabi, Editors, *Biofuels and industrial products from Jatropha curcas*, DBV Graz , pp. 53–57.
2. Augustus G. D. P. S., Jayabalan M. and Seiler G. J., 2002. Evaluation and bioinduction of energy components of *Jatropha curcas*. *Biomass and Bioenergy* 23(3):161-164.
3. Narayana Reddy J. and Ramesh A., in press. Parametric studies for improving the performance of a *Jatropha* oil-fuelled compression ignition engine *Renewable Energy*.
4. Mohibbe Azam M., Amtul Waris and Nahar N.M., 2005. Prospects and potential of fatty acid methyl esters of some non-traditional seed oils for use as biodiesel in India. *Biomass and Bioenergy* 29(4): 293-302.
5. เฉลิมรัฐ พลดงนอก, โชติ หงษ์มาและวิโรจน์ นัทธิธัญญวามิชย์, 2548. การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผล เมล็ด และเมล็ดในสปีด้าที่การอบต่างๆและการนึ่งและคุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันสปีด้าที่ได้. ปรินญาณิพนธ์สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
6. ข้อมูลเบื้องต้นสปีด้าพืชพลังงานทดแทนทางเลือกใหม่ของเกษตรกร 2548. ส่วนส่งเสริมวิศวกรรมเกษตร สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร.
7. ปานมนัส สิริสมบุญ, พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, สาทิปรัตนภาสกร 2538. สมบัติทางกายภาพและวิศวกรรมของชีววัสดุ. วิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
8. วรวิทย์ อังภากร, ชาญ ถนังงาน 2548. การออกแบบเครื่องจักรกล. กรุงเทพฯ บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด .
9. <http://www.pt.ac.th/ptweb/prajead/force/force.htm>
10. ชีรพงษ์ ผลโพธิ์, เอกสารประกอบการสอนวิชาการกระบวนการทางวิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
11. ปานมนัส สิริสมบุญ 2547. วิศวกรรมการขนถ่ายวัสดุ. กรุงเทพฯ แผนกตำรา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
12. Akubuo C.O., 2002. Performance evaluation of a local maize sheller. *Biosystems Engineering* 83(1):77-83.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้