เอกสารวิทยาเขตฯ
ห้ามนำออกจากห้องสมุด
ใช้เฉพาะ ชั้น 5 เท่านั้น

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญ

COIN PHASE SMALL BROWN RICE MILLING MACHINE

คณะผู้วิจัย

นายพิชัย จันทร์มณี
นายสมศักดิ์ วิเศษแสง
นายพรสวัสดิ์ ผดุง
นายดำรงฤทธิ์ ปิ่นประดับ

RMUTK - CARIT
3 2000 00095170 9

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากเงินงบประมาณแผ่นดินประจำปี
งบประมาณ พ. ศ. 2549
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

621.91
พ232ค
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 0995
วัน เดือน ปี 11 ก.พ. 2554

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญ

COIN PHASE SMALL BROWN RICE MILLING MACHINE

คณะผู้วิจัย

นายพิชัย จันทร์มณี
นายสมศักดิ์ วิเศษแสง
นายพรสวัสดิ์ ผดุง
นายดำรงฤทธิ์ ปิ่นประดับ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากเงินงบประมาณแผ่นดินประจำปี
งบประมาณ พ. ศ. 2549
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Coin Phase Small Brown Rice Milling Machine

by

Mr. Pichai Janmanee

Mr. Somsak Wisetaeng

Mr. Pornsawat Padung

Mr. Dumrongrit Pinpradab

This Research Report Collaboration of Budget Academic Year 2006

Rajamangala University of Technology Krungthep

บทคัดย่อ

โครงการงานวิจัยมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญ เพื่อนำไปใช้ในชุมชน และก่อให้เกิดประโยชน์ในการสีข้าวเปลือกของเกษตรกร โดยการออกแบบพัฒนาเครื่องสีข้าวแบบหยอดเหรียญนี้ เพื่อให้การทำงานเกิดความสะดวกในการปิดเปิดสวิทช์และช่วยลดต้นทุนตลอดจนช่วยให้ชุมชนหรือเกษตรกรใช้ในการสีข้าวแต่ละครั้งได้ และมีหลักการสีข้าวโดยอาศัยชุดระบบสายพานลำเลียงข้าวไปกะเทาะเปลือกด้วยลูกยางกะเทาะเปลือกซึ่งส่งกำลังจากมอเตอร์ผ่านสายพานและใช้ลมเป่าแยกแกลบด้วยระบบคะแกรงแยกข้าวเปลือกกับข้าวสาร

ผลการดำเนินการพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องแบบหยอดเหรียญสามารถหยอดเหรียญ 1, 5, 10, บาท เพื่อสีข้าวจ้าวและข้าวเหนียวที่ระดับความชื้น 12-14% ได้ประสิทธิภาพประมาณ 90% โดยสามารถหยอดเหรียญเพื่อการสีได้ 1 บาท / 5 min ซึ่งสีข้าวได้ 1 kg และ สามารถบรรจุข้าวเปลือกในการสีแต่ละครั้งได้สูงสุดประมาณ 10 kg โดยมีประสิทธิภาพในการสีข้าวจ้าวและข้าวเหนียวที่ระดับความชื้นระหว่าง 12-14% ได้ประมาณ 90% และ ทั้งนี้เครื่องสีข้าวนี้สามารถลดต้นทุนและก่อให้เกิดความสะดวกในการสีข้าวต่อเกษตรกรได้เป็นอย่างดี

Abstract

The objectiveness of research is development coin dropping small brown rice milling machine, to use in a community and make benefits. The Milling of hilling paddy for farmer by design and develop the machine for working comfortably and be more convenient, open and close by switch. It will reduce fund. Support the farmers for milling for hulling paddy each time. The principal is use system of a belt used for transmitting power to transport milled rice to peel form motor through a belt used for transmitting power and use wind to analyze husk by the system of sieve unhusked rice and milled rice.

The result is the machine can 1, 5, 10 bath coin. The potential of hulling paddy machine and damp and sticky rice between 2-14% about 5 minutes and able to drop coin 1 baht per min. Able to contain unhusked rice each time about 10 kilos. The potential of hulling paddy machine and damp and sticky rice between 2-14% about 5 minutes and able to drop coin 1 baht per min. Mill for hulling paddy for 1 kilogram. The machine able to reduce fund and convenient for farmers very very well

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีโดยได้รับการอนุเคราะห์จากบุคคลที่สำคัญหลายฝ่ายอย่างดียิ่ง ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ ที่ได้มอบทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภทงบประมาณการวิจัยจากเงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2549 แก่โครงการและขอขอบคุณแผนกวิจัยและฝึกอบรม ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกคนที่ได้เอื้อเฟื้อ อนุเคราะห์ด้านต่างๆ แก่การดำเนินการวิจัยนี้จนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย	ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฌ
รายการสัญลักษณ์และคำศัพท์	ญ
บทที่	
1. บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 วิธีการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ	2
1.6 ระยะเวลาการทำวิจัย 1 ปี	2
2. แนวคิดและทฤษฎีที่สำคัญ	
2.1 คำนำ	3
2.2 นิยามศัพท์ที่สำคัญ	3
2.3 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.4 ทฤษฎีที่สำคัญ	4
2.5 สรุป	73
3. วิธีดำเนินงาน	
3.1 คำนำ	74
3.2 การวางแผนการดำเนินงาน	74
3.3 วิธีการดำเนินงาน	74
3.4 สรุป	108

สารบัญ (ต่อ)

4. ผลการทดลอง

4.1 คำนำ 109

4.2 วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการทดลอง 109

4.3 สรุป 121

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 คำนำ 122

5.2 สรุปและอภิปรายผล 122

5.3 ข้อเสนอแนะ 123

เอกสารอ้างอิง 124

ภาคผนวก ก 125

ภาคผนวก ข 168

ภาคผนวก ค 171

สารบัญตาราง

ตารางที่

2.1 แสดงตารางเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการต่อข้าว 100 กรัม 7

2.2 แสดงตารางเปรียบเทียบประเภทเครื่องสีข้าว 28

2.3 แสดงมิติของลูกยางสีข้าวประเภทเหล็กหล่อ 29

2.4 แสดงมิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของลูกยางสีข้าว (ประเภทแกนตะแกรงรูกลม) 30

2.5 แสดงความดันไดนามิค (ความดันความเร็ว) ความเร็วลม 45

2.6 แสดงข้อได้เปรียบ ข้อจำกัด การใช้สายพานส่งกำลัง 50

2.7 แสดงข้อได้เปรียบ ข้อจำกัด การส่งกำลังด้วยสายพานลิ่ม 51

2.8 แสดงขนาดมาตรฐานสายพานหน้าแคบมาตรฐาน ISO และเมตริก 53

2.9 แสดงค่าพิกัดความเค้นดัดและความเค้นบิด 62

2.10 แสดงขนาดมาตรฐานเพลา 63

3.1 แสดงการตรวจสอบระบบการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญ 106

4.1 แสดงการปรับระยะห่างลูกกลิ้งกะเทาะเปลือกข้าว 1 มม./ข้าว 1 Kg 109

4.2 แสดงการปรับระยะห่างลูกกลิ้งกะเทาะเปลือกข้าว 1.5 มม./ข้าว 1 Kg 110

4.3 การปรับระยะห่างลูกกลิ้งกะเทาะเปลือกข้าว 2 มม./ข้าว 1 Kg 110

4.4 แสดงการสีข้าวปทุมธานี1 Kg ที่ค่าระดับความชื้น 12 % หยอดเหรียญ 1 บาท 111

4.5 แสดงการสีข้าวพิษณุโลก 1 Kg ที่ค่าระดับความชื้น 12 % หยอดเหรียญ 1 บาท 112

4.6 แสดงการสีข้าวสุพรรณบุรี1 Kg ที่ค่าระดับความชื้น 12 % หยอดเหรียญ 1 บาท 113

4.7 แสดงการสีข้าวชัยนาท 1 Kg ที่ค่าระดับความชื้น 12 % หยอดเหรียญ 1 บาท 114

4.8 แสดงการสีข้าวปทุมธานี 1 Kg ที่ค่าระดับความชื้น 14 % หยอดเหรียญ 1 บาท 115

4.9 แสดงการสีข้าวพิษณุโลก 1 Kg ที่ค่าระดับความชื้น 14 % หยอดเหรียญ 1 บาท 116

4.10 แสดงการสีข้าวสุพรรณบุรี 1 Kg ที่ค่าระดับความชื้น 14 % หยอดเหรียญ 1 บาท 117

4.11 แสดงการสีข้าวชัยนาท 1 Kg ที่ค่าระดับความชื้น 14 % หยอดเหรียญ 1 บาท 118

4.12 เปรียบเทียบการสีข้าวแต่ละชนิดโดยใช้ข้าวเปลือก1 Kg ที่ค่าระดับความชื้น 12 % หยอดเหรียญ 1 บาท 119

4.13 เปรียบเทียบการสีข้าวแต่ละชนิดโดยใช้ข้าวเปลือก1 Kg ที่ค่าระดับความชื้น 14 % หยอดเหรียญ 1 บาท 120

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงส่วนประกอบของเม็ดข้าว	17
2.2 แสดงขั้นตอนการสีข้าว	17
2.3 แสดงหลักการกะเทาะเปลือกโดยใช้ความเร็วลม	18
2.4 แสดงหลักการกะเทาะเปลือกโดยใช้จานกลมหมุน	18
2.5 แสดงหลักการกะเทาะเปลือกโดยใช้ลูกกลิ้ง	19
2.6 แสดงหลักการกะเทาะเปลือกโดยใช้ลูกกลิ้งหมุนในปลอกเหล็ก	19
2.7 แสดงเครื่องกะเทาะสีข้าวแบบเองเกิ้ลเบอร์ค (Engelberg)	20
2.8 แสดงเครื่องสีข้าวแบบอพอลโล่	21
2.9 แสดงเครื่องสีข้าวแบบใช้เหวี่ยงกระทบ	22
2.10 แสดงโครงสร้างของเครื่องกะเทาะเปลือกแบบจานสมัยใหม่	23
2.11 แสดงหลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องกะเทาะเปลือกแบบสายพานยางและลูกกลิ้งยาง	24
2.12 แสดงการประกอบลูกกลิ้ง	25
2.13 แสดงชุดเกลียวสำหรับปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง	26
2.14 แสดงเครื่องขัดข้าวแบบลมแรงดันสูง	27
2.15 แสดงมิติของลูกยางสีข้าวประเภทแกนเหล็กหล่อ	30
2.16 แสดงมิติของลูกยางสีข้าวประเภทตะแกรงรูลม	31
2.17 แสดงตะแกรงโยกแบบซิกแซก (Compartment Type)	35
2.18 แสดงโครงสร้างของใบพัดลมหลายใบ(แบบรองรับทั้งสองด้านมีทางดูดด้านเดียว)	38
2.19 แสดงใบพัดของพัดลมแบบหลายใบ	38
2.20 แสดงพัดลมภาระกำจัด	35
2.21 แสดงใบพัดลมแบบครีบ	40
2.22 แสดงพัดลมแบบไหลตรง	40
2.23 แสดงพัดลมแบบใบพัดหลายใบ	41
2.24 แสดงชนิดพัดลมโพลเพลเลอร์ (Propeller Fan)	41
2.25 แสดงชนิดพัดลมทิ้วแวนแอ็กเซียล (Tubeaxial Fan)	42
2.26 แสดงความดันอากาศ	43

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.27 แสดงแผนภูมิสมรรถนะการทำงานของพัดลม	44
2.28 แสดงคุณลักษณะการทำงานของพัดลมหลายใบพร้อมด้วยช่องทำงานที่ไม่แน่นอน	44
2.29 แสดงคุณลักษณะการทำงานของพัดภาระจำกัด(ไม่มีช่วงการทำงานที่แน่นอน)	46
2.30 คุณลักษณะการทำงานของพัดแบบกังหัน(มีช่วงการทำงานที่ไม่แน่นอน)	46
2.31 แสดงคุณลักษณะการทำงานเป็นฟังก์ชั่นของความเร็วรอบ	47
2.32 แสดงไดอาแกรมความเร็วลมดูดในท่อดูดที่ควรใช้	49
2.33 แสดงหน้าที่ส่วนประกอบของสายพานลิ่ม	52
2.34 แสดงสายพานลิ่มพิกัด ISO และเมตริก	53
2.35 แสดงรูปร่างลักษณะของเพลา	57
2.36 แสดงระบบส่งกำลังด้วยสายพาน	59
2.37 แสดงให้เห็นโมเมนต์ดัดซึ่งเกิดขึ้นจากแรงในแนวดิ่งมองจากภาพด้านบน	60
2.38 แสดงให้เห็นโมเมนต์ดัดซึ่งเกิดขึ้นจากแรงในแนวระดับมองจากภาพด้านบน	60
2.39 แสดงตลับลูกปืนชนิดต่างๆ	65
2.40 แสดงส่วนต่างๆ ของตลับลูกปืน	65
2.41 แสดงอายุการใช้งานของแบริ่งเส้นโค้งเบ้าซ้ายคล้ายการกระจายแบบไวบูล	66
2.42 แสดงชุดหยอดเหรียญ	71
2.43 แสดงวงจรควบคุม	62
3.1 แสดงพื้นที่ของเมล็ดข้าวที่ถูกเฉือน	76
3.2 แสดงการออกแบบวงจรควบคุมชุดหยอดเหรียญ	103
3.3 แสดงชุดกะเทาะเปลือกที่ปรับปรุงทางลงของข้าว	104
3.4 แสดงชุดพัดลมเป่าแยกแกลบ	104
3.5 แสดงชุดลิ้นปล่อยข้าวที่ตะแกรงคัดแยกข้าวเปลือก	104
3.6 แสดงภาชนะบรรจุข้าวเปลือกที่บอกเป็นระดับกิโลกรัมและลิ้นปิดเปิดปล่อยข้าว	105
3.7 แสดงการจัดเก็บชุดควบคุมและชุดทอนเหรียญไว้ในตู้ควบคุม	106
3.8 แสดงชุดหยอดเหรียญ	107
4.1 แสดงข้าวประทุมธานีที่ค่าระดับความชื้น 12 %	112
4.2 แสดงข้าวพิษณุโลกที่ค่าระดับความชื้น 12 %	113

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.3	แสดงข้าวสุพรรณบุรีที่ค่าระดับความชื้น 12 %	114
4.4	แสดงข้าวชัยนาทที่ค่าระดับความชื้น 12 %	115
4.5	แสดงข้าวประทุมธานีที่ค่าระดับความชื้น 14 %	116
4.6	แสดงข้าวพิษณุโลกที่ค่าระดับความชื้น 14 %	117
4.7	แสดงข้าวสุพรรณบุรีที่ค่าระดับความชื้น 14 %	118
4.8	แสดงข้าวชัยนาทที่ค่าระดับความชื้น 14 %	119
4.9	แสดงเปรียบเทียบข้าวสมบูรณ์กับข้าวหักของชนิดข้าวแต่ละชนิดที่ค่าระดับความชื้น 12 %	120
4.10	แสดงเปรียบเทียบข้าวสมบูรณ์กับข้าวหักของชนิดข้าวแต่ละชนิดที่ค่าระดับความชื้น 14 %	121

รายการสัญลักษณ์และคำศัพท์

P = กำลังมอเตอร์ (W)

T = แรงบิด (N-m)

N = ความเร็วรอบ (rpm)

n = จำนวนรอบ (rpm)

Lp = ความยาวพิตช์ของสายพาน (mm.)

C = ระยะห่างจุดศูนย์กลางพูเล่ย์ (mm.)

Dp,dp = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของพูเล่ย์ (mm.)

n_1 = ความเร็วรอบล้อขับ (mm.)

n_2 = ความเร็วรอบล้อตาม (mm.)

d_1 = เส้นผ่าศูนย์กลางล้อขับ (mm.)

d_2 = เส้นผ่าศูนย์กลางล้อตาม (mm.)

i = อัตราทด (mm.)

D = เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm.)

v = ความเร่ง (m / s)

a = ค่าความเร่งของล้อสายพาน

t = เวลา (min)

t_1 = แรงดึงของสายพานด้านตึง (N)

t_2 = แรงดึงของสายพานด้านหย่อน (N)

Fc = แรงที่ทำให้ล้อสายพานหมุน (N)

F = แรงที่สายพานกดเพลา (N)

Mr = โมเมนต์ดัดรวม (N/m)

M^2x = โมเมนต์ดัดในแนวแกน X (N)

M^2y = โมเมนต์ดัดในแนวแกน y (N)

σb = ความเค้นดัด (N/mm^2)

C = รัศมีของเพลา (mm.)

Tt = ความเค้นแรงบิด (N/mm^2)

r = รัศมีของเพลา (mm.)

รายการสัญลักษณ์และคำศัพท์ (ต่อ)

J	=	Polar Moment Inertia of Area (mm^4)
Sf	=	ค่าความปลอดภัย
σAS	=	ค่าความเค้นที่ยอมให้ใช้งานได้ของเพลาบริเวณที่ตรวจสอบ (N/mm^2)
σe	=	ค่าความเค้นรวมบริเวณตรวจสอบ (N/mm^2)
τ	=	เมื่อแรงเฉือนที่ใช้ในการกะเทาะเปลือกข้าว
P	=	แรงเฉือนสูงสุด (N)
A	=	พื้นที่ (mm^2)
b	=	ความสูงของพื้นที่ที่ถูกกระทำ (mm.)
V	=	ปริมาตรของเมล็ดข้าวที่ถูกกระทำ (mm^3)
d	=	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ดข้าว (mm.)
I	=	ขนาดความยาวของเมล็ด (mm.)
F_R	=	แรงเสียดทาน
F_n	=	แรงในแนวดิ่ง
μ	=	ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน
Q	=	ปริมาณอากาศ

Paddy or Rough Rice	=	ข้าวเปลือก
Brown Rice, Husked Rice	=	ข้าวกล้อง
Head Rice	=	ต้นข้าว
Whole Grain	=	ข้าวเต็มเมล็ด
Brokens	=	ข้าวหัก
Big Broken	=	ข้าวหักใหญ่
Small Broken	=	ปลายข้าว

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพกสิกรรมมีการปลูกข้าวกันอย่างกว้างขวางและบริโภคเป็นอาหารหลัก แต่การที่ผู้บริโภคข้าวสดใหม่และมีคุณค่าทางอาหารอย่างเพียงพอนั้นมีน้อยมากเพราะระยะเวลาที่ข้าวสีเสร็จออกจากโรงสีข้าวแล้วกว่าจะถึงผู้บริโภคใช้เวลาประมาณ 6-12 เดือน ทำให้ความสดใหม่และคุณค่าทางอาหารที่อยู่ในข้าวลดลง การเก็บข้าวเปลือกจะดีกว่าการเก็บข้าวสาร เพราะว่าเปลือกข้าวจะสามารถป้องกันแมลงจึงสามารถเก็บความสดของข้าวไว้ได้นาน อีกประการหนึ่งในปัจจุบันมีการบริโภคข้าวกล้องกันมากขึ้น ซึ่งตามหมู่บ้านในชนบทของไทยเรานั้นเกษตรส่วนมากจะเก็บข้าวเปลือกส่วนหนึ่งใส่ยุ้งฉางไว้สำหรับบริโภคภายในครอบครัว หากเกษตรกรต้องการข้าวสารก็จะทยอยนำข้าวเปลือกไปสีเป็นข้าวสารครั้งหนึ่งๆประมาณ 1-2 หาบต่อครอบครัว การสีข้าวสามารถกระทำได้โดยนำข้าวเปลือกไปสีที่โรงสีข้าวหมู่บ้าน ซึ่งเป็นโรงสีข้าวขนาดกลางและใหญ่ ซึ่งทำให้สูญเสียสารอาหารในเมล็ดข้าวและสูญเสียปริมาณข้าสารที่ควรจะได้รับ นั่นคือทางโรงสีจะหักค่าใช้จ่ายในการสีข้าวเป็นปลายข้าว รำข้าว และปริมาณข้าวสารประมาณหนึ่งในสี่ส่วนหรือมากกว่านั้น ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญ สำหรับใช้ในครัวเรือนโดยการออกแบบให้มีขนาดเล็กกะทัดรัด ด้วยการนำความรู้และเทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมมาทำการออกแบบเครื่องสีข้าวให้มีขนาดเล็กโดยมีหลักการทำงานด้วยชุดลูกยาง กะเทาะเปลือก คือให้ลูกยาง 2 ลูก หมุนด้วยความเร็วที่แตกต่างต่างกัน เมื่อทำการกะเทาะเปลือกแล้วมีระบบการแยกแกลบด้วยพัดลมดูดต่อจากนั้นข้าวที่ผ่านการแยกแกลบจะตกลงมาที่ชุดแยกข้าวและเปลือก ในการวิจัยนี้เพื่อจะได้ช่วยให้เกษตรกรได้รับประโยชน์จากข้าวสารมากขึ้นกว่าเดิม และเกิดความสะดวกในการสีข้าว ตลอดจนเป็นการพัฒนางานวิจัยที่เอื้อประโยชน์ต่อชุมชนได้เป็นอย่างดี

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญ

1.2.2 เพื่อลดเวลาในการสีข้าว

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ออกแบบและพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กประมาณ 400x500 x1000 Cm โดยใช้ระบบลูกยาง กะเทาะเปลือก และแยกแกลบ ด้วยระบบลมเป่า ผ่านระบบแยกข้าวแบบซิกแซ็ก

1.3.2 สามารถสีได้สูงสุดครั้งละไม่น้อยกว่า 8 กิโลกรัมต่อการเทข้าวเปลือกลงในโฮปเปอร์

1.3.3 สามารถเปิดปิดสวิทช์การทำงานด้วยระบบการหยอดเหรียญ ซึ่งสามารถหยอดเหรียญได้ ตั้งแต่เหรียญ 1, 5 และเหรียญ 10 บาท โดยสามารถสีข้าวได้ 1 บาท / เวลาไม่น้อยกว่า 5 นาที

1.3.4 สามารถสีข้าวได้ทั้งข้าวเหนียวและข้าวจ้าวที่อัตราความเร็วที่ไม่น้อยกว่า 1 กิโลกรัม/ 5 นาที

1.3.5 สามารถสีข้าวโดยใช้ระบบแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 V. 50 Hz เป็นต้นกำลังแหล่งจ่ายไฟฟ้า

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษารายละเอียดเนื้อหา และการจัดหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 ออกแบบระบบการทำงานเครื่องสีข้าวขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญโดยการกะเทาะเปลือกข้าวด้วยชุดลูกยางขนาดเล็ก

1.4.3 ดำเนินการสร้างเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญ

1.4.4 ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญด้วยระบบกะเทาะเปลือกโดยชุดลูกยาง และดำเนินแก้ไขปรับปรุง

1.4.5 ทดลองและจัดเก็บข้อมูล เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญ

1.4.6 วิเคราะห์ผลการทดลอง

1.4.7 สรุปผล และจัดทำรายงานการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

1.5.1 ได้ต้นแบบเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญ

1.5.2 ชุมชนได้รับความสะดวก และประหยัดในการสีข้าวเปลือก

1.5.3 เกษตรกรและบุคคลอื่นๆได้รับสารอาหารเพิ่มขึ้นที่มีอยู่ในข้าวกล้อง

1.5.4 ลดการสูญเสียปริมาณข้าวสารที่ได้จากการสีโดยโรงสีข้าว

1.6 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย 1 ปี

สถานที่ทำการวิจัย ทดลอง และเก็บข้อมูลดำเนินการโครงการวิจัย ที่สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิชาเทคโนโลยีการผลิต วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

บทที่ 2
แนวคิดและทฤษฎีที่สำคัญ

2.1 คำนำ

ในอดีตคนไทยยังคงใช้วิธีการตำข้าวกิน แต่ในปัจจุบันข้าวเปลือกจะผ่านขนวนการสีจากโรงงานสีข้าวมีตั้งแต่โรงสีข้าวขนาดเล็กไปจนถึงโรงสีข้าวขนาดใหญ่ โดยโรงสีข้าวขนาดเล็กส่วนใหญ่จะตั้งอยู่ในชนบท โรงสีประเภทนี้จะรับจ้างสีข้าวให้กับชาวนา ส่วนโรงสีข้าวขนาดข้าวใหญ่จะไม่รับสีข้าวจากชาวนาโดยจะรับซื้อข้าวเปลือกจากพ่อค้าคนกลางแล้วนำมาสีเป็นข้าวสารส่งให้พ่อค้าคนกลางต่อไปทั้งนี้ในการพัฒนาเครื่องสีข้าวให้มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องอาศัยทฤษฎีต่างๆ ที่สำคัญประกอบการออกแบบ

2.2 นิยามศัพท์ที่สำคัญ [1]

เครื่องสีข้าวขนาดเล็ก คือ การนำข้าวเปลือกไปกะเทาะกับลูกยางซึ่งลูกยางจะทำการเสียดสีกับข้าวเปลือกและเมื่อข้าวเปลือกหลุดออกเป็นแกลบจะได้ข้าวกล้องและรำข้าวหยาบ

ข้าวกล้อง (Brown Rice) คือ ข้าวที่ผ่านกรรมวิธีการสีข้าว โดยข้าวถูกขัดสีเพียงครั้งเดียว โดยมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวอยู่และเป็นแหล่งรวมสารอาหารที่มีคุณค่าอาหารที่มีประโยชน์สูง ข้าวขาว (Polished or Mild Rice) เป็นข้าวที่ผ่านกรรมวิธีขัดสีหลายครั้งทำให้เยื่อเมล็ด ข้าว (รำ) และจมูกข้าว (เอมบริโอ) หลุดออกไปเหลือเมล็ดข้าวสีขาว

2.3 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นายบันลือ ทิพย์พิมพ์วงศ์และนายศิริพงศ์ เสาร์วงศ์ [1] ได้วิจัยเรื่องเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กเมื่อ ปี พ.ศ. 2542 โดยที่จะสามารถสีข้าวซึ่งใช้ลักษณะในการกะเทาะเปลือกในแนวดิ่งมาเป็นหลักการในการกะเทาะเปลือกข้าวของเครื่องสีข้าวขนาดเล็กโดยมี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการกะเทาะเปลือกโดยใช้แผ่นยางและขั้นตอนการแยกแกลบโดยใช้ลม ผลการทดลองสีข้าวกล้องที่ความชื้น 8-14 % และให้แผ่นกะเทาะเปลือกหมุนด้วยความเร็ว 260 rpm / min ผลปรากฏว่าจะกะเทาะเปลือกข้าวได้ประมาณ 80 % และถ้านำไปกะเทาะอีกครั้งปรากฏว่าเปลือกที่เหลือให้หลุดออกได้มากขึ้นโดยที่เมล็ดข้าวที่กะเทาะเปลือกไปก่อนหน้านี้เสียหาย

คู่มือโรงสีข้าวงานอุตสาหกรรม (Rice Mill Technology) [2] ของกองช่าง กรมส่งเสริมสหกรณ์เล่ม 1 กองช่างได้รับมอบหมายให้เข้าไปช่วยเหลืองานในด้านเทคนิคต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโรงสีมากขึ้นทุกปี ๆ จนกระทั่งเกือบจะกล่าวได้ว่า ฝ่ายเครื่องกล กองช่าง มีบทบาทเกี่ยวกับโรงสีมากที่สุดในกรมส่งเสริมสหกรณ์ โดยเริ่มเข้าไปเกี่ยวข้องตั้งแต่เริ่มต้นการปลูกข้าว การเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา จนกระทั่งการแปรรูปข้าวเปลือกออกมาเป็นข้าวสาร ส่งให้ผู้บริโภคและส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ แต่ปรากฏว่า การสีข้าวในปัจจุบันของประเทศไทย ยังไม่มีโรงสีที่เป็นมาตรฐานและยังไม่เคยมีตำราเกี่ยวกับโรงสีมาก่อนเลย เพราะในภูมิภาคแต่ละแห่งการปลูกข้าวมีคุณภาพเหมือนกัน จึงเป็นการยากที่จะสร้างโรงสีข้าวให้เป็นแบบมาตรฐาน ฝ่ายเครื่องกลได้พิจารณาแล้วเห็นว่า ควรจะมีตำราเป็นแนวทางในการสร้างโรงสี การทำชิ้นส่วนต่างๆ ของโรงสี และการควบคุมการทำงานของโรงสีฉะนั้น จึงได้รวบรวมตำราเกี่ยวกับโรงสีขึ้นมา เพื่อเป็นคู่มือเพื่อให้รู้ และเข้าใจในเทคนิคต่างๆ ของโรงสี

2.4 ทฤษฎีที่สำคัญ

2.4.1 ทฤษฎีของและความหมายของข้าว

1) ความหมายของข้าว

ก) กุศล ประกอบการ [3] ได้ให้ความหมายของข้าวและส่วนต่างๆ ไว้ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ 2525 ไว้ดังนี้

- ข้าว คือ ชื่อไม้ล้มลุกชนิดหลายชนิดหลายสกุล ในวงศ์แกรมมิเนียม (Graminee) โดยเฉพาะชนิด โอไรซ่าสาทิวาลิ่น (Oryza Sativa Lin) ซึ่งใช้เมล็ดเป็นอาหารหลัก มีหลายพันธุ์ เช่น ข้าวจ้าว ข้าวเหนียว

- ข้าวเปลือก (Paddy or Rough Rice) คือ ข้าวที่ยังไม่ผ่านการสี

- ข้าวกล้อง (Brown Rice, Husked Rice) คือ ข้าวที่เอาแกลบออกแล้วยังมีรำติดอยู่

- ต้นข้าว (Head Rice) คือ เมล็ดข้าวที่มีบางส่วนจะเป็นหัวหรือท้าย หรือทั้งหัวทั้งท้ายของเมล็ด ได้หักและมีความยาวเหลืออยู่ตั้งแต่ 8 ส่วนใน 10 ส่วนขึ้นไป ตามมาตรฐานของชนิดข้าวที่กำหนดไว้ หรือส่วนทั้งหมดของข้าวกล้องหรือข้าวสารหรือเมล็ดข้าวที่มีความยาวเท่ากัน

- ข้าวเต็มเมล็ด (Whole Grain) คือ เมล็ดข้าวที่อยู่ในสภาพเต็มเมล็ด โดยมิได้มีส่วนใดหักออก

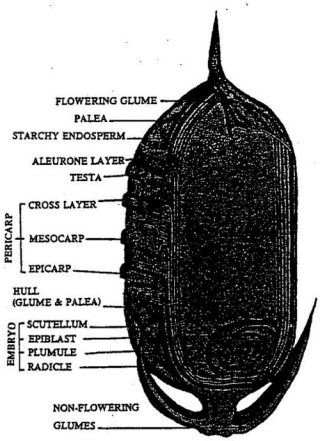
จะมีดอกข้าว เมื่อได้รับการผสมเกสรเรียกว่า "เมล็ดข้าวเปลือก" เมล็ดข้าวเปลือกจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนแรก คือส่วนที่เป็นคัพภะ (Embryo) เป็นส่วนที่งอกเป็นต้นข้าวต่อไป ส่วนที่ 2 เป็นแป้ง (Endosperm) ส่วนนี้เป็นส่วนที่มนุษย์ใช้บริโภค แปรรูปในการอุตสาหกรรม และเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย

- ข้าวเปลือก (Paddy or Rough Rice) คือ ข้าวที่ยังไม่ผ่านการสี
- ข้าวกล้อง (Brown Rice, Husked Rice) คือ ข้าวที่เอาแกลบออกแล้วยังมีรำ
- ต้นข้าว (Head Rice) คือ เมล็ดข้าวที่มีบางส่วนจะเป็นหัวหรือท้าย หรือทั้งหัวทั้งท้ายของเมล็ด ได้หักและมีความยาวเหลืออยู่ตั้งแต่ 8 ส่วนใน 10 ส่วนขึ้นไป ตามมาตรฐานของชนิดข้าวที่กำหนดไว้ หรือส่วนทั้งหมดของข้าวกล้องหรือข้าวสารหรือเมล็ดข้าวที่มีความยาวเท่ากัน
- ข้าวเต็มเมล็ด (Whole Grain) คือ เมล็ดข้าวที่อยู่ในสภาพเต็มเมล็ด โดยมิได้มีส่วนใดหักออก
- ข้าวหัก (Broken) คือ เมล็ดข้าวที่มีความยาวตั้งแต่ 2.5 ส่วนขึ้นไปของเมล็ดเต็ม ตามมาตรฐานของชนิดข้าวที่กำหนดไว้ แต่ไม่ถึงความยาวของข้าวหักใหญ่
- ข้าวหักใหญ่ (Big Broken) คือ เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 5 ส่วน ขึ้นไปของเมล็ดเต็ม ตามมาตรฐานของชนิดข้าวที่กำหนดไว้ แต่ไม่ถึงความยาวของต้นข้าว
- ปลายข้าว (Small Broken) คือ เมล็ดข้าวที่มีความยาวต่ำกว่า 2.5 ส่วนของข้าวเต็มเมล็ดและมีขนาดตามมาตรฐานของชนิดปลายข้าวที่กำหนดไว้

ก) <u>ลักษณะของข้าว</u> [3]

ข้าวที่กินกันทั่วๆ ไปในทุกวันนี้ คือ ข้าวจ้าวแบ่งออกเป็นข้าวกล้องและข้าวขาวโดยมีคุณค่าทางอาหารต่างกัน ข้าวกล้อง (Brown Rice) คือ ข้าวที่ผ่านกรรมวิธีการสีข้าว โดยข้าวถูกขัดสีเพียงครั้งเดียว คือเปลือกข้าว (แกลบ) จะถูกกะเทาะแตก และหลุดออกเท่านั้น โดยมีจมูกข้าว (เอมบริโอ) และเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว (รำ) อยู่และเป็นแหล่งรวมสารอาหารที่มีคุณค่าอาหารที่มีประโยชน์สูง ข้าวขาว (Polished or Mild Rice) เป็นข้าวที่ผ่านกรรมวิธีขัดสีหลายครั้งทำให้เยื่อเมล็ดข้าว (รำ) และจมูกข้าว (เอมบริโอ) หลุดออกไปเหลือเมล็ดข้าวสีขาว จมูกข้าวและรำ เป็น

ส่วนประกอบในเมล็ดข้าวที่มีโปรตีน ใยอาหาร ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุ ดังนั้นข้าวกล้องจึงมีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าข้าวขัดสีจนขาว



ภาพที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของเมล็ดข้าว

ข้าวกล้องเป็นอาหารที่มีวิตามิน เกลือแร่ และสารอาหารต่างๆ ที่สำคัญต่อร่างกายรวม 20 กว่าชนิด เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบีรวม ธาตุเหล็กพอสมควร แคลเซียม ทองแดง ไขมันโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และอื่นๆ

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการต่อข้าว 100 กรัม

สารอาหารหลักของข้าวกล้อง		สารอาหารหลักของข้าวขัดสี		คุณค่าทางโภชนาการ
คาร์โบไฮเดรต	25.1	คาร์โบไฮเดรต	79.4	- ให้พลังงานแก่ร่างกาย
โปรตีน	7.1	โปรตีน	6.7	- ทำให้ร่างกายแข็งแรงและช่วยในการเจริญเติบโต
ไขมัน	2.0	ไขมัน	0.8	- ทำให้ร่างกายอบอุ่น และช่วยละลายวิตามินชนิดที่ละลายในไขมันได้
ใยอาหาร	2.1	ใยอาหาร	0.7	- ช่วยขจัดของเสียและสิ่งที่เป็นพิษต่อร่างกาย
เกลือแร่		เกลือแร่		- ช่วยสร้าง รักษากระดูก และให้แข็งแรง
โซเดียม	84	โซเดียม	79	- ทำให้อวัยวะต่างๆ ของร่างกายทำงานได้เป็นปกติ
โพแทสเซียม	144	โพแทสเซียม	121	
แคลเซียม	9	แคลเซียม	6	
ฟอสฟอรัส	267	ฟอสฟอรัส	195	
แมกนีเซียม	60	แมกนีเซียม	27	
เหล็ก	1.3	เหล็ก	1.2	
สังกะสี	0.49	สังกะสี	0.48	
ทองแดง	0.11	ทองแดง	0.15	
วิตามิน		วิตามิน		
บี 1	0.11	บี 1	0.07	
บี 2	0.04	บี 2	0.02	
ไนอาซิน	5.40	ไนอาซิน	1.79	

ที่มา: ประพาศ วีรแพทย์. ความรู้เรื่องข้าว. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2531.

ข) ผลดีจากการกินข้าวกล้อง

คนที่กินข้างกล้องจะมีความรู้สึกอิ่มเร็ว และอิ่มนานกว่าข้าวขาว เพราะข้าวกล้องมีพวกสารอาหารมากกว่าข้าวขาว

- ป้องกันโรค เนื่องจากข้าวกล้องมีสารอาหารต่างๆ ที่ประโยชน์แก่ร่างกายมากกว่าข้าวขาวละสารอาหารที่มีอยู่ในข้าวกล้อง จะช่วยป้องกันโรค คือ โรคเหน็บชา โรคปากนกกระจอก โรคโลหิตจาง โรคนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ โรคทางระบบประสาทบางชนิด โรคเบื่ออาหาร โรคขาดโปรตีน โรคผิวหนังบางชนิด โรคลมชัก

ค) วิธีสังเกตข้าวกล้องที่มีคุณภาพ

ข้าวกล้องจะสีจากข้าวพันธุ์อะไรก็ได้มีชื่อเรียกต่างๆ กันแล้วแต่พันธุ์ข้าว เช่น ข้าวกล้องหอมมะลิแดง ข้าวกล้องสามพันธุ์ ข้าวสุพรรณบุรี ฯลฯ วิธีสังเกตข้าวกล้องมีดังนี้

- เมล็ดข้าวกล้องที่ดีต้องเป็นรูปวงรีไม่มีรอยแหว่งแสดงว่าจมูกข้าว(เอมบริโอ) ซึ่งเป็นส่วนที่มีประโยชน์มากไม่ได้ถูกขับทิ้งไป

- เมล็ดข้าวมีสีน้ำตาลหรือสีแดงติดอยู่มากน้อยแล้วแต่พันธุ์ของข้าว เพราะรำข้าวยังถูกขัดทิ้งไปจึงไม่ได้เป็นข้าวขาว

ง) คุณภาพและการตรวจสอบเมล็ดข้าว

ความนิยมบริโภคข้าวของคนไทยจะแตกต่างกันไปตามสภาพความเป็นอยู่ เช่น ภาคกลางและภาคใต้นิยมบริโภคข้าวจ้าว ส่วนภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมบริโภคข้าวเหนียว จากความนิยมบริโภคนี้ทำให้การกำหนดมาตรฐานเพื่อวัดคุณภาพของข้าวเปลือกนั้นเป็นไปได้ยาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับท้องถิ่นเป็นหลัก ดังนั้นในการซื้อขายข้าวหรือทำการวิเคราะห์วิจัย จำเป็นที่จะต้องกำหนดมาตรฐานคุณภาพข้าวไว้เพื่อเป็นหลักในการพิจารณา โดยการพิจารณาถึงคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของข้าว

ได้กล่าวถึงรายละเอียดเรื่องคุณภาพเมล็ดข้าว ไว้ในหนังสือคู่มือการเก็บข้อมูลพันธุ์ข้าวว่า คุณภาพเมล็ดข้าวประกอบด้วย คุณลักษณะทางกายภาพประกอบไปด้วยข้าวเต็มเมล็ด คือ เมล็ด

ข้าวกล้องหรือข้าวสารที่อยู่ในสภาพเต็มเมล็ด และต้นข้าว คือ เมล็ดข้าวกล้องหรือข้าวสารที่หัวหรือท้ายเมล็ดบางส่วนหักไป แต่เหลือความยาวไม่ต่ำกว่า 8 ใน 10 ส่วนของเมล็ด และคุณลักษณะการหุงต้มคือ การขยืดของเมล็ดข้าวเมื่อสุก , การคงตัวของแป้งสุก อุณหภูมิแป้งสุก, ความหอม และคุณภาพการรับประทาน สำนักงานงานส่งเสริมการเกษตรภาคเหนือ กล่าวไว้ในเอกสารวิชาการเรื่องคุณภาพข้าวว่าคุณภาพเมล็ดข้าวที่ใช้ในการประเมินราคา หมายถึงลักษณะต่างๆ ของเมล็ดข้าวเปลือกที่สามารถมองเห็นหรือชั่งตวงวัดได้ มีรายละเอียดดังนี้

สีของข้าวเปลือก พ่อค้ารับซื้อข้าวเปลือกจะกดราคารับซื้อ ถ้าข้าวเปลือกที่มาจำหน่ายมีเปลือกสีดำหรือสีน้ำตาลเข้ม

สีของข้าวกล้อง ข้าวกล้องไม่ควรมีสีแดงหรือดำปะปนรวมกับข้าวกล้องขาว เพราะไม่สามารถนำไปทำข้าวมาตรฐานสูงๆ ได้

ขนาดและรูปร่างเมล็ดในการรับซื้อเมล็ดข้าวที่ดีควรมีรูปร่างกลมและขนาดของเมล็ดยาวเพราะเมื่อนำไปสีเป็นข้าวสารจะได้ข้าวเต็มเมล็ดสูง

ลักษณะท้องไข่ในเมล็ด เป็นลักษณะจุดขาวๆ เหมือนชอล์กอยู่ตรงกลางเมล็ด ลักษณะท้องไข่จะมีผลทำให้เมล็ดเปราะหักง่ายเมื่อนำไปสีเป็นข้าวสาร

คุณภาพของการสีกี่ คือ การตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวและข้าวหัก เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวที่ทราบก็สามารถกำหนดราคารับซื้อข้าวเปลือกได้ซึ่งการหาเปอร์เซ็นต์ของต้นข้าวและการหาเปอร์เซ็นต์ของข้าวหักสามารถหาได้จากสมการดังนี้

เปอร์เซ็นต์ต้นข้าว = (ต้นข้าวทั้งหมด / ข้าวทั้งหมด) x 100..... (2.1)

เปอร์เซ็นต์ข้าวแตก = (ข้าวกล้องทั้งหมด / ข้าวทั้งหมด) x 100..... (2.2)

จ) การตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือก

ในการซื้อขายข้าวเปลือกจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือกเพื่อกำหนดราคาเสมอซึ่งราคาก็จะแตกต่างกันออกไปตามคุณภาพของข้าว การตรวจสอบสีข้าวเปลือก

ยึดหลักสำคัญในการพิจารณาเพื่อกำหนดราคาซื้อขายซึ่งในการทดสอบเครื่องสีข้าวจะใช้หลักในการพิจารณานี้เช่นกันซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- น้ำหนักข้าวเปลือก เป็นการพิจารณาเบื้องต้นโดยตวงข้าวเปลือก 1 ถังประมาณ 20 ลิตร ซึ่งจะมีน้ำหนักประมาณ 10-11 kg ซึ่งจัดว่าเป็นข้าวเปลือกคุณภาพดีแต่ถ้ามีน้ำหนักต่ำกว่า 10 kg ให้สันนิษฐานว่ามีสิ่งเจือปนหรือข้าวลีบอยู่มาก

1 <u>การแบ่งประเภทของข้าว</u>

การแบ่งประเภทของข้าว จะแบ่งการบริโภคหรือชนิดของแป้ง และแบ่งตามลักษณะการเจริญเติบโต ตามลักษณะพื้นที่ปลูก ได้ดังนี้

(1) การแบ่งตามชนิดของแป้ง ได้แก่

- ข้าวเหนียว (Glutinous Rice หรือ Waxy Rice) เมล็ดข้าวสารจะมีสีข้าวขุ่นเมื่อนึ่งจะได้ข้าวที่จับติดกันเหนียวแน่น ซึ่งประกอบด้วยแป้งอะไมโลเพ็คติน (Amyl pectin) ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ และแป้งอะไมโลส (Amylose) เพียงเล็กน้อย หรือบางครั้งไม่มีเลย

- ข้าวเจ้า (No glutinous Rice) เมล็ดข้าวสารมีสีขาวใส เมื่อหุงหรือนึ่งสุกแล้วข้าวสุกจะมีสีขาวขุ่นร่วนและมีความนุ่มมีแป้งอยู่ประมาณ 7 – 33 เปอร์เซ็นต์

(2) การแบ่งประเภทข้าวตามลักษณะพื้นที่เพาะปลูก ได้ดังนี้

- ข้าวไร่ เป็นที่ขึ้นได้ในที่ดอน หรือที่สูงตามไหล่เขา การปลูกข้าวไร่ ปลูกโดยวิธีหยอดเมล็ดแล้วใช้ดินกลบ ปลูกมากทางเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ซึ่งเป็นข้าวที่ไม่ต้องการใช้น้ำมาก อาศัยเพียงน้ำค้าง น้ำฝนและความชื้นในดินและเจริญเติบโตออกรวงได้ผลผลิตได้

- ข้าวนาสวนหรือข้าวนาดำ คือข้าวที่ขึ้นดีในนาที่มีน้ำขัง ระดับน้ำลึกไม่เกิน 1 เมตร เป็นข้าวที่นิยมปลูกกันทั่วทุกภาค ซึ่งส่วนมากเป็นข้าวนาดำ คิดเป็นพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ปลูกข้าวทั่วประเทศ

- ข้าวน้ำขึ้นหรือข้าวนาเมืองหรือข้าวฟองน้ำ คือข้าวที่สามารถขึ้นได้ในนาที่ลุ่มมีระดับน้ำลึกเกินกว่า 80 ซม. ขึ้นไปจนถึง 300 ซม. ส่วนมากเป็นนาหว่านคิดเป็นพื้นที่เพาะปลูกมีประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ ของภาคหรือที่ทำนาทั่วประเทศ

(3) การแบ่งตามลักษณะการเจริญเติบโตเกี่ยวกับแสงหรือความไวต่อช่วง

- ข้าวไวแสง (Photoperiod Sensitive Rice) เป็นพันธุ์ข้าวที่กำหนดการออกดอกที่แน่นอน เป็นข้าวไวแสง เป็นพืชวันสั้นออกดอกในเวลากลางวันสั้นกว่ากลางคืน การเพาะปลูกจะเริ่มในฤดูฝน เพื่อให้ออกดอกต้นฤดูหนาวซึ่งช่วงฤดูหนาวนี้จะเป็นช่วงกลางวันสั้นกว่ากลางคืน

- ข้าวไม่ไวแสง (Photoperiod Insensitive Rice) เป็นข้าวที่ออกดอกตามอายุ ปลูกได้ทั้งนาปีและนาปรัง เป็นพันธุ์ลูกผสม นิยมปลูกกันทั่วทุกภาค เป็นข้าวที่มีอายุประมาณ 110-150 วัน เช่น พันธุ์ กข. 1, กข. 2, กข. 3, กข. 7 และ กข. 9 (กรมวิชาการเกษตร, 2535)

- คุณลักษณะของข้าวที่นำมาทดสอบ

สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร ได้ให้คุณลักษณะของข้าวจ้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ไว้ดังนี้ข้าวจ้าวสุพรรณบุรี 1 เป็นข้าวจ้าวนาสวนไวต่อช่วงแสงมีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 120-125 วัน สามารถปลูกได้ทั้งนาปรังและนาปีมีความสูงของลำต้นประมาณ 125 cm มีลำต้นที่แข็งแรงไม่ ล้มง่ายมีใบสีเขียวเข้มข้น กาบใบและปล้องสีเขียว รวงยาวในส่วนของเมล็ดข้าวเปลือกมีความยาว 10.1 mm. และเมล็ดข้าวกล้อง 7.3 mm. และยังสามารถต้านทานต่อโรคข้าวและแมลงศัตรู ข้าวหลายชนิดด้วยกัน เช่น ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล, ต้านทานโรคไหม้, ต้านทานโรคใบหยิก, และต้านทานโรคในแห้ง ส่วนผลผลิตโดยรวมที่ได้ประมาณ 806 kg

2 <u>ความชื้นของข้าวเปลือกทำให้ข้าวเปลือกเสื่อมคุณภาพได้ 2 ลักษณะ คือ</u>

(1) ความชื้นสูงกระตุ้นให้ข้าวเปลือกหายใจมากขึ้น การหายใจเป็นกระบวนการสันดาปของคาร์โบไฮเดรทจากเมล็ดข้าวกับออกซิเจนในอากาศ ได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงานความร้อนออกมา โดยที่มวลแห้งของข้าวเปลือกหนัก 1 กรัม เมื่อถูกสันดาปจากกระบวนการหายใจจะได้คาร์บอนไดออกไซด์ 1.47 กรัม น้ำ 0.06 กรัม และพลังงานความร้อน 15.70 กิโลจูล (Norman Teter, 1987) ความชื้นที่สูงภายในเมล็ดจะทำให้อัตราการหายใจสูงตามการหายใจของเมล็ดทำให้เกิดความร้อนสะสมภายในกองข้าว ทำให้กองข้าวมีอุณหภูมิสูงขึ้น ความร้อนที่สะสมจะยิ่งสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษามากขึ้น ซึ่งจะทำให้ข้าวเปลือกมีคุณภาพลดลงในลักษณะการเกิดเมล็ดข้าวเหลือง

2.) ความชื้นภายในกองข้าวเปลือกทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโต และแพร่ขยายพันธุ์ขึ้นมา ซึ่งจะทำให้ข้าวเปลือกเสื่อมคุณภาพในลักษณะต่าง ๆ เช่น ข้าวฟันหนู ซึ่งเกิดแบคทีเรียที่มีอยู่ในดิน และติดในเมล็ด เชื้อนี้ทำให้เกิดสารพิษ Citrinin เป็นอันตรายแก่คนและสัตว์ในด้าน ผลกระทบของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษา Sompong Boonthumjinda 1987 ได้ศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาข้าวเปลือก ณ อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งมีผลโดยสรุปดังนี้

ข้าวเปลือกความชื้นสูงกว่า 24% มาตรฐานเปียก จะเริ่มเสื่อมคุณภาพหลังจากการเก็บ 1 วัน

ข้าวเปลือกความชื้นสูง 21 - 24% มาตรฐานเปียก จะเริ่มเสื่อมคุณภาพหลังจากการเก็บ 2 วัน

ข้าวเปลือกความชื้นสูง 15 - 21% มาตรฐานเปียก จะเริ่มเสื่อมคุณภาพหลังจากการเก็บ 4 วัน

3 <u>วิธีป้องกันการเสื่อมสภาพคุณภาพของข้าวเปลือก</u>

ป้องกันการเสื่อมสภาพคุณภาพของข้าวเปลือกได้พัฒนาเทคนิคในการเก็บรักษา อาจทำได้หลายวิธีดังนี้

1.) นำออกซิเจนที่มีอยู่ในระหว่างในเมล็ดข้าวเปลือกที่เก็บรักษาออก

2.) เพิ่มความเป็นกรดให้แก่เมล็ดข้าวเปลือกโดยใช้จุลินทรีย์

3.) ใช้กระบวนการทางเคมีเพิ่มหรือลดความเป็นกรด - ด่างเพื่อควบคุมจุลินทรีย์

4.) ลดความชื้น

5.) ลดอุณหภูมิเก็บรักษาให้เย็นลง

การป้องกันการเสื่อมคุณภาพของข้าวเปลือกโดยวิธีการนำออกซิเจนออก การเพิ่มความเป็นกรดให้แก่เมล็ด และการใช้กระบวนการทางเคมีนั้น เป็นวิธีการขั้นตอนในการปฏิบัติงานที่ซับซ้อนรวมทั้งต้องใช้วัสดุอุปกรณ์เฉพาะ ทำให้วิธีเหล่านี้ไม่เหมาะสมและไม่คุ้มการลงทุนที่จะใช้ในระดับไร่นา

การลดความชื้นข้าวเปลือกให้แห้งจนอยู่ในระดับที่ปลอดภัยจากจุลินทรีย์ คือประมาณ 14% มาตรฐานเปียก สามารถทำได้โดยการตากข้าวบนลาน ซึ่งการลดความชื้นนี้ไม่สามารถทำได้ผลดีในช่วงที่เก็บข้าวในฤดูฝน หรือเมื่อข้าวมีปริมาณมาก ๆ เพราะต้องใช้พื้นที่ในการตากข้าวมากตามไปด้วย การใช้เครื่องอบความชื้นนั้นสามารถทำงานได้ตลอดเวลาถึงแม้จะอยู่ในช่วงฤดูฝนแต่การใช้เครื่องอบความชื้นมีขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อนและราคาเครื่องสูง ซึ่งไม่คุ้มกับการลงทุนของเกษตรกรไทยที่มีพื้นที่ปลูกสำหรับแตะครัวเรือนไม่มากนัก หากมีข้าวเปลือกความชื้นสูงที่รอ

การอบความชื้นในปริมาณมาก เครื่องอบความชื้นไม่สามารถทำงานได้ทัน ต้องปล่อยให้ข้าวเปลือกเสื่อมคุณภาพไปในบางส่วน

4 ข้าวพันธุ์ดีที่รัฐบาลส่งเสริมให้ปลูก

ในการแบ่งข้าวหอมมะลิตามพันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกภายในประเทศ มีการจำแนกพันธุ์ปลูกดังนี้ (กรมวิชาการเกษตร, 2536)

- ข้าวพันธุ์ กข. เป็นข้าวเหนียว ที่มีความสูง 154 ซม. เป็นพันธุ์ที่ไวต่อแสง ปลูกได้เฉพาะนาปี ปลูกมากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ใบยาว สีเขียวเข้ม ใบธงตั้ง เมล็ดยาวเรียว เปลือกสีน้ำตาล เมล็ดข้าวกล้องยาว 7.23 มิลลิเมตร กว้าง 2.28 มิลลิเมตร หนา 1.77 มิลลิเมตร อายุที่เก็บเกี่ยวประมาณวันที่ 21 พฤศจิกายน ให้ผลผลิต 670 กิโลกรัมต่อไร่

- ข้าวพันธุ์เหนียวสันป่าตอง เป็นข้าวเหนียวที่มีความสูงประมาณ 150 ซม. เป็นพันธ์ข้าวที่ไวต่อแสง ปลูกมากในภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ ปลูกได้เฉพาะนาปี รูปร่างทรงกอแผ่เล็กน้อย สีฟางข้าวค่อนข้างอ่อน รวงยาว เมล็ดรูปร่างเรียว ข้าวเปลือกสีน้ำตาล เมล็ดข้าวกล้องยาว 7.20 มิลลิเมตร กว้าง 2.10 มิลลิเมตร หนา 1.30 มิลลิเมตร อายุการเกี่ยวนวันที่ 26 พฤศจิกายนให้ผลผลิตประมาณ 526 กิโลกรัมต่อไร่

- พันธุ์ข้าว กข. 8 เป็นข้าวเหนียวที่มีความสูงประมาณ 150 ซม. ปลูกได้เฉพาะนาปี ปลูกได้มากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นข้าวเหนียวลูกผสมระหว่างข้าวเหนียวสันป่าตองกับไออาร์ 262 ลักษณะใบสีเขียวเข้ม ใบธงตั้ง ฟางแข็งชูรวงอยู่เหนือใบเมล็ดข้าวกล้อง มีความยาว 7.10 มิลลิเมตร หนา 1.90 มิลลิเมตร มีเปอร์เซ็นต์แป้งอะไมโลสน้อยมาก

- พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวข้าวพันธ์พื้นเมือง เป็นพันธุ์ไวต่อช่วงแสง ปลูกแบบข้าวนาสวน ปลูกเฉพาะนาปี เป็นพันธุ์ข้าวที่เก็บได้จากรวบรวมพันธุ์ข้าวของชาวนา ใน อ.บางคล้า จ.ฉะเชิงเทรา ในปีพ.ศ. 2493 ถึงพ.ศ.2494แล้วนาไปคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์ และปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ที่สถานีทดลองข้าว เป็นข้าวที่มีลักษณะเด่นเป็นพิเศษคือ เมล็ดข้าวสารเรียวยาว ลักษณะลำต้นสีเขียวจาง ใบเขียวยาวค่อนข้างแคบฟางสีอ่อน ใบธงทำมุมกว้างกับรวง เมล็ดข้าวรูปร่างเรียว ข้าวเปลือกสีฟาง เมล็ดข้าวกล้องยาว 7.50 มิลลิเมตร กว้าง 2.10 มิลลิเมตร หนา 1.80 มิลลิเมตร อายุการเกี่ยวนวันที่ 25 พฤศจิกายนให้ผลผลิตประมาณ 363 กิโลกรัมต่อไร่

- พันธุ์ข้าว กข. 7 เป็นพันธุ์ข้าวต้นเตี้ยสูงประมาณ 115 ซม. ปลูกแบบข้าวนาสวน ปลูกได้ทุกภาคทั้งฤดูนาปีและนาปรัง ลักษณะทรงกอตั้งตรง ต้นและใบสีเขียวเข้ม เมล็ดยาวเรียว ข้าวเปลือกสีฟาง อายุการเก็บเกี่ยว 120-130 วัน ให้ผลผลิตประมาณ 672 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมวิชาการเกษตร , 2535)

- พันธุ์ข้าว กข.5 เป็นพันธุ์ข้าวเจ้าสูง 130 ซม. ปลูกได้ในฤดูนาปี ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ลำต้นและใบสีเขียวเข้ม ใบยาวค่อนข้างแคบ ใบธงทำมุมกว้างกับรวง เมล็ดรูปร่างเรียวขาวเปลือกสีฟาง ปลายใบบิดงอเล็กน้อย อายุการเก็บเกี่ยวประมาณวันที่ 10 พฤศจิกายน ให้ผลผลิต 560 กิโลกรัมต่อไร่ เมล็ดข้างกล้องยาว 7.50 มิลลิเมตร กว้าง 2.10 มิลลิเมตร หนา 1.70 มิลลิเมตร (กรมวิชาการเกษตร , 2535)

- พันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 90 เป็นพันธุ์ข้าวเจ้า ปลูกได้ทั้งนาปีและนาปรัง มีความสูงของลำต้นประมาณ 130 ซม. อายุการเกี่ยวประมาณ 125 วัน ให้ผลผลิตประมาณ 700 กิโลกรัมต่อไร่ ลักษณะเปลือกสีฟาง เมล็ดข้าวกล้องยาวขนาด 7.50 มิลลิเมตร รูปร่างเรียว นำมาหุงเป็นข้าวสุกค่อนข้างนุ่ม (กรมวิชาการเกษตร , 2535)

- พันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 60 เป็นพันธุ์ข้าวเจ้า ปลูกได้ทั้งนาปีและนาปรัง มีความสูงของลำต้นประมาณ 135 ซม. อายุการเกี่ยวประมาณ 120 วัน ให้ผลผลิตประมาณ 700 กิโลกรัมต่อไร่ ลักษณะเปลือกสีฟาง เมล็ดข้าวกล้องยาวขนาด 7.50 มิลลิเมตร รูปร่างเรียว มีความต้านโรคใบไหม้ของใบแห้งและจักจั่นสีเขียว (กรมวิชาการเกษตร , 2535)

- พันธุ์ข้าวชุมแพ 60 เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 159-179 ซม. ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างกำผาย 41 และ เหลืองทอง 78 ที่สถานีทดลองข้าวสันป่าตอง ลักษณะทรงกอตั้งตรง แตกกอดี ต้นแข็งไม่ล้มง่าย ลำต้นและใบสีเขียว ใบเรียวยาว ใบธงตั้ง รวงยาวเรียว เมล็ดยาว อายุการเกี่ยวประมาณ 27 พฤศจิกายน เมล็ดข้าวสารยาว 7.68 มิลลิเมตร ให้ผลผลิตประมาณ 564 กิโลกรัมต่อไร่

- พันธุ์ข้าวพิษณุโลก 60-1 เป็นข้าวพันธุ์เป็นข้าวเจ้า ลูกผสม 3 สายพันธุ์คือข้าวดอกมะลิไออาร์ 26 จากสถาบันข้าวระหว่างประเทศ ประเทศฟิลิปปินส์ทำการผสมพันธุ์ที่สถานีทดลองข้าว จ. ปทุมธานี เป็นพันธุ์ข้าวให้ผลผลิตคุณภาพดี และเป็นพันธุ์ต้านโรคแมลง โรคกาบใบแห้ง โรคจู๋ (กรมวิชาการเกษตร , 2535) ลักษณะลำต้นแข็งสีเขียวอ่อนใบสีเขียวยาวปานกลาง ใบค่อนข้างตรงเป็นมุมแคบกับลำต้น ใบธงสั้น รวงยาว เมล็ดยาวเรียวข้าวเปลือกสีฟาง เมล็ดข้าวกล้องยาว 7.30

มิลลิเมตร กว้าง 2.28 มิลลิเมตร หนา 1.75 มิลลิเมตร อายุการเกี่ยววันที่ 30 พฤศจิกายนให้ผลผลิตประมาณ 550 กิโลกรัมต่อไร่

- พันธุ์ข้าวชิวแม่จัน เป็นพันธุ์ข้าวเหนียว ปลูกได้เฉพาะนาปี ลำต้นสูง 110 -150 ซม. ลำต้นแลใบสีเขียว ใบแคบยาว คอรวงยาว เมล็ดยาวเมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง ก้นจุดสีม่วง อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 140 – 150 วัน เมล็ดข้าวกล้องมีความยาว 7.37 มิลลิเมตร กว้าง 2.18 มิลลิเมตร หนา 1.81 มิลลิเมตร ให้ผลผลิตประมาณ 465 กิโลกรัมต่อไร่

- พันธุ์ข้าว ไออาร์ 258 เป็นพันธุ์ข้าวเหนียว มีความสูงประมาณ 127 ซม. มีลักษณะลำต้นค่อนข้างแข็ง มีสีเขียวไม่ล้มง่าย แตกก่อปานกลาง ข้อและกาบใบมีสีเขียว ใบและใบธงค่อนข้างกว้างและยาวปานกลางใบธงตั้งและตกเมื่อรวงแก่ระแง้ถี่ คอรวงสั้น เมล็ดรูปร่างค่อนข้างป้อมร่วงง่ายอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 106 – 134 วัน เมล็ดข้าวกล้องมีความยาว 7.14 มิลลิเมตร กว้าง 3.33 มิลลิเมตร หนา 2.15 มิลลิเมตร ให้ผลผลิตประมาณ 252 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมวิชาการเกษตร , 2530)

- พันธุ์ข้าวนางพญา 132 เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกแบบข้าวนาสวน ในภาคใต้ปลูกเฉพาะฤดูนาปี ความสูงประมาณ 175 ซม. เป็นพันธุ์ข้าวที่มีลำต้นแข็งสีเขียวแตกก่อดี ใบสีเขียว คอรวงยาว เมล็ดข้าวมีรูปร่างเรียวยาว เปลือกสีฟาง เมล็ดข้าวกล้องยาว 7.60 มิลลิเมตร กว้าง 2.20 มิลลิเมตร หนา 1.70 มิลลิเมตร อายุการเกี่ยววันที่ 16 กุมภาพันธ์ ให้ผลผลิตประมาณ 550 กิโลกรัมต่อไร่

- พันธุ์ข้าวแก่นจันทร์ เป็นพันธุ์ข้าวเจ้าที่ปลูกในภาคใต้ เป็นข้าวไวต่อช่วงแสงปลูกได้เฉพาะนาปี ความสูงประมาณ 160 ซม. อายุการเก็บเกี่ยวปลาย เดือนมกราคม– ต้นเดือนกุมภาพันธ์ เมล็ดข้าว เมล็ดข้าวกล้องยาว 7.16 มิลลิเมตร กว้าง 2.18 มิลลิเมตร หนา 1.68 มิลลิเมตร ให้ผลผลิตประมาณ 550 กิโลกรัมต่อไร่

2.4.2 ประเภทเครื่องสีข้าว

เครื่องสีข้าวแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1) เครื่องสีข้าวประเภทแยกส่วน ใช้ในโรงสีทั่วไป มีหลายขนาดทั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ ลักษณะการทำงานประกอบด้วยเครื่องที่ทำหน้าที่ต่างกันหลายเครื่อง ได้แก่ เครื่องทำความสะอาดข้าวเปลือก เครื่องกะเทาะเปลือก เครื่องแยกแกลบ เครื่องแยกข้าวเปลือก เครื่องขัดขาว และเครื่องคัดขนาดข้าว โดยแต่ละเครื่องทำงานอิสระต่อกัน ถ้าต้องการสีข้าวให้ได้ข้าวขาวเราจะต้องนำเครื่องเหล่านี้มาทำงานต่อเนื่องกันจึงจะสมบูรณ์เมื่อเครื่องทำงานแยกจากกันเราจึงสามารถสร้างให้มีขนาดใหญ่ตามปริมาณการผลิตที่ต้องการได้ โรงสีขนาดใหญ่และกลางจึงใช้เครื่องสีประเภทนี้

2) เครื่องสีข้าวประเภทสมบูรณ์ ในตัวเป็นเครื่องสีที่ประกอบด้วย ชุดกะเทาะเปลือก ชุดแยกแกลบ และชุดขัดขาว อยู่ภายในเครื่องเดียวกัน มีการทำงานที่สัมพันธ์กันตลอดเวลา ถ้าส่วนหนึ่งส่วนใดขัดข้องต้องหยุดเครื่องทันที

ลักษณะเครื่องเป็นเครื่องขนาดเล็ก ปริมาณการผลิตค่อนข้างต่ำอุปกรณ์ทุกชุดประกอบไว้ในโครงเครื่องเดียวกัน มีลักษณะ ตำแหน่ง ระยะ และขนาดที่แน่นอน ถ้าต้องการเพิ่มปริมาณการผลิตจะต้องขยายทุก ๆ ส่วนให้สัมพันธ์กัน มีใช้ในโรงสีขนาดเล็ก และตามหมู่บ้าน

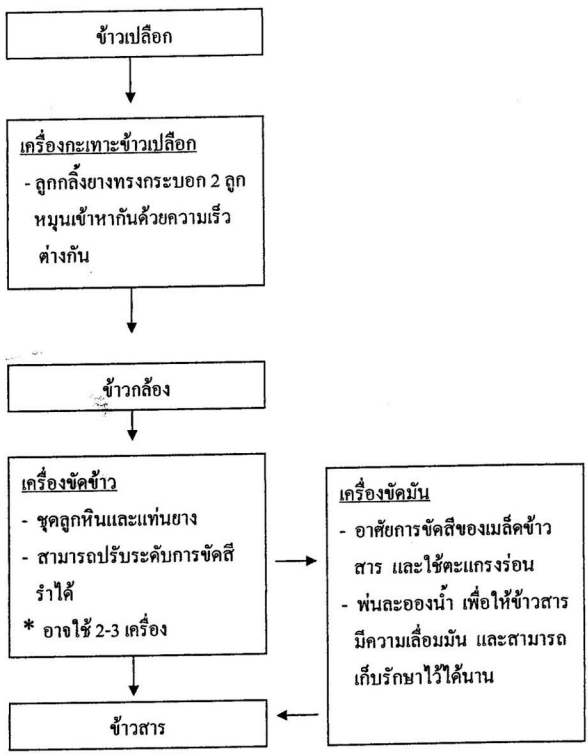
ก) หลักการทำงานของเครื่องสีข้าว

เป็นการแปรรูปข้าวเปลือกมาเป็นข้าวสารขั้นตอนที่สำคัญของสีการ ได้แก่ การกะเทาะเปลือก และการขัดสีแยกรำอย่างต่อเนื่อง การกะเทาะเปลือกใช้เครื่องกะเทาะเปลือกที่ประกอบด้วยลูกยางทรงกระบอก 2 ลูก หมุนเข้าหากันด้วยความเร็วต่างกัน

ทำให้เปลือกข้าวหลุดออกจากเมล็ดข้าวได้ การขัดสี ใช้เครื่องขัดขาวจำนวน 2-3 เครื่อง ขัดสีรำออกจากข้าวกล้อง อย่างต่อเนื่องเครื่องสีขัดขาว ประกอบด้วย ชุดลูกหิน และแท่นยาง ซึ่งสามารถปรับระยะระหว่างลูกหิน และแท่นยางได้ คือ สมารถปรับระดับการขัดรำได้

นอกจากนี้โรงสีข้าวบางแห่งใช้เครื่องขัดมันทำให้ข้าวสารมีความเลื่อมมัน และสามารถเก็บรักษาได้นาน เครื่องขัดมันอาศัยหลักการขัดสีของเมล็ดข้าวสารและใช้ตะแกรงร่อน เพื่อแยกรำ

ผงที่ติดอยู่ที่ผิวของเมล็ดข้าว ขณะเดียวกัน ก็จะมีการฉีดพ่นน้ำเป็นละอองเข้าไปในเมล็ดข้าวสาร เพื่อทำให้ข้าวสารมีความเลื่อมมัน

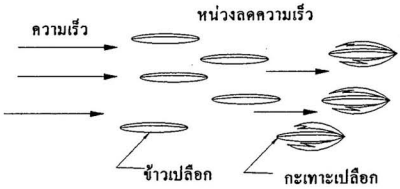


ภาพที่ 2.2 แสดงขั้นตอนการสีข้าว

ข) หลักการสีข้าวในปัจจุบัน

โดยทั่วไปเครื่องสีข้าวที่ใช้อยู่ในปัจจุบันจะมีรูปแบบของการกะเทาะเปลือก 4วิธี

- การกะเทาะเปลือกโดยอาศัยผลต่างของความเร็วลม



ภาพที่ 2.3 แสดงหลักการกะเทาะเปลือกโดยใช้ผลต่างความเร็วลม

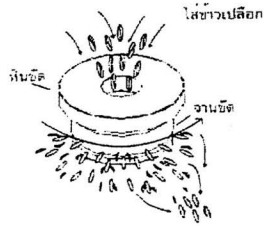
ข้าวเปลือกจะวิ่งออกมาด้วยความเร็วพร้อมลมความเร็วสูง และถูกหน่วงลดความเร็วลมลงอย่างรวดเร็วผลที่ได้ คือ ผลต่างของความดันจะเป็นตัวทำให้เปลือกข้าวกะเทาะออก ซึ่งหลักการนี้เป็นหลักการที่คิดค้นขึ้นมาใหม่

ข้อดี เมล็ดข้าวจะไม่แตกหัก

ข้อเสีย ใช้เทคโนโลยีในการออกแบบโครงสร้างชั้นสูง

หลักการค่อนข้างยุ่งยากมาก

- การกะเทาะเปลือกโดยใช้จานหมุน

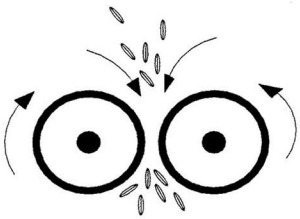


ภาพที่ 2.4 แสดงหลักการกะเทาะเปลือกโดยใช้จานกลมหมุน

ห้องสมุดกลาง วิทยาลัยเทคโนโลยีและการจัดการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

จานบนซึ่งมีรูตรงกลางถูกยึดไว้ และจานล่างจะหมุนด้วยความเร็วค่าหนึ่ง ข้าวจะถูกป้อนเข้าตรงรูของจานแล้วถูกแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางเหวี่ยงเข้าไปในระยะห่างของจานทั้งสอง และจะถูกเบียดให้ทำการกะเทาะเปลือกออกมา ซึ่งหลักการนี้ ได้นำมาใช้ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

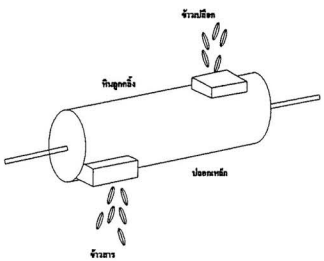
- การกะเทาะเปลือกโดยใช้ลูกกลิ้ง 2 ลูก ความเร็วต่างกัน



ภาพที่ 2.5 แสดงหลักการกะเทาะเปลือกโดยใช้ลูกกลิ้ง

โดยให้ลูกกลิ้งทั้งสองมีความเร็วต่างกัน ลูกหนึ่งช้า ลูกหนึ่งเร็ว ข้าวจะถูกปล่อยให้ลงมาตรงกลางระหว่างลูกกลิ้งทั้งสอง แล้วจะถูกเบียดให้กะเทาะเปลือกหลักการนี้ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องที่มีขนาดใหญ่

- การกะเทาะเปลือกโดยลูกกลิ้งหมุนในปลอกเหล็ก



ภาพที่ 2.6 แสดงหลักการกะเทาะเปลือกโดยใช้ลูกกลิ้งหมุนในปลอกเหล็ก

ACM 621.91 พ232ค
พิชัย จันทรมณี
เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบ
ยหยอดเหรียญ : รายงานการวิจั
32000000951709 0995

ข้าวเปลือกจะถูกใส่ลงไปทางช่องเข้าแล้วจะถูกเหวี่ยงให้หมุนมายังช่องออก ซึ่งตามระยะทางเข้าจะถูกเบียดเข้ากับปลอกเหล็กโดยหินลูกกลิ้งทำให้เกิดการกะเทาะเปลือกขึ้น

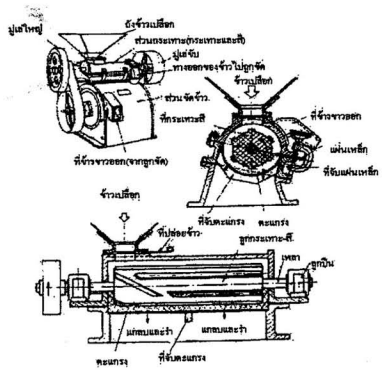
2.4.3 <u>การกะเทาะและการขัดข้าวของโรงสีเล็ก</u>

ก) เครื่องกะเทาะสีข้าวแบบเองเกิ้ลเบอร์ค

เป็นเครื่องที่ทำด้วยเหล็กหล่อทั้งหมด ข้าวเปลือกที่ใส่เข้าไปจะถูกกะเทาะและขัดขาวด้วยการเสียดสี (ภาพที่ 2.7)

แกลบหักและรำจะออกมาทางตะแกรงด้านล่าง ข้าวขาวจะออกอีกทางหนึ่ง มีที่ปรับอัตราไหลได้

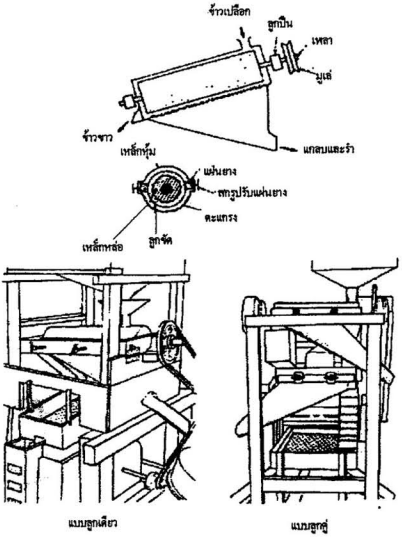
อัตราการป้อนข้าวเปลือก บังคับด้วยลิ้นใต้ถังใส่ข้าวเปลือก หากจะพยายามกะเทาะและขัดให้ขาวภายในครั้งเดียว ข้าวขาวจะหักมากโดยปกติควรใส่ผ่านเครื่อง 2 หรือ 3 ครั้ง เครื่องสีข้าวแบบนี้ บางครั้งมีเครื่องขัดขาวติดอยู่ด้านล่าง เป็นลูกยางหมุนติดแผ่นผนังเพื่อขัดขาวเครื่องมีขนาด 3-10 Hp สีข้าวได้ประมาณ 50 kg. / Hr / Hp เมื่อมีเครื่องกะเทาะต่างหาก เครื่องนี้ใช้เป็นเครื่องขัดขาวได้



ภาพที่ 2.7 แสดงเครื่องกะเทาะสีข้าวแบบเองเกิ้ลเบอร์ค (Engelberg)

ข) เครื่องสีข้าวแบบอพอลโล่

เป็นเครื่องใช้ฟันกากเพชรและมีแผ่นยางประกอบ โดยที่เครื่องแบบนี้บางเครื่องไม่มีสกรูช่วยเคลื่อนแม่เหล็กขนาน จึงจัดเครื่องให้เอียง ด้านนอกมักทำด้วยเหล็กหล่อ (ภาพที่2.8)



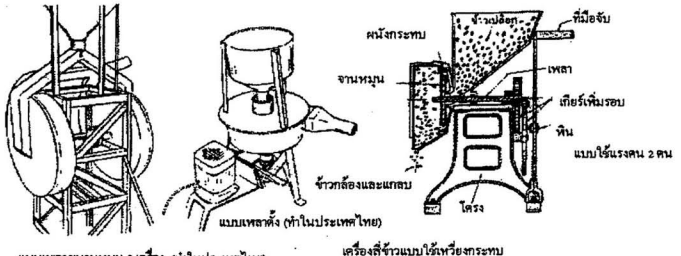
ภาพที่ 2.8 แสดงเครื่องสีข้าวแบบอพอลโล่

ระบบการทำงานเหมือนเครื่องแบบเองเกิ้ลเบอร์ค เมล็ดข้าวหักน้อยกว่า เครื่องแบบนี้ใช้กันมากในประเทศไทย

แผ่นยางที่สึกไปหามาเปลี่ยนใหม่ได้ง่าย หินกากเพชรก็เอามาพอกใหม่ได้ เครื่องแบบนี้ก็ทำเป็น ลูก สี 2 ลูกติดต่อเนื่องกันได้ ป้อนข้าวครั้งเดียว กะเทาะและขัดข้าวต่อเนื่องกันไปมักมีตะแกรงร่อน ติดอยู่เพื่อแยกข้าวหักละเอียดออก

ค) แบบใช้เหวี่ยงกระทบ

เป็นเครื่องแบบที่ใช้แรงเหวี่ยงจากจานหมุนให้เมล็ดข้าวเปลือก ไปกระทบผนังยาง ใช้กันแพร่หลายในญี่ปุ่นและอินโดนีเซีย บางครั้งเรียกเครื่องกะเทาะแบบแรงเหวี่ยงข้อดีอยู่ที่ราคาถูก เป็นแบบง่ายไม่ยุ่งยาก และผู้ใช้ไม่ต้องมีความชำนาญมาก มีแนวโน้มที่ใช้กันมากขึ้นในโรงสีเล็ก (ภาพที่2.11)ส่วนสึกหรอคือ แผ่นยางที่ติดฝาผนัง และจานหมุน ซึ่งก็หาหรือทำได้ง่าย เพราะไม่ต้องทำชิ้นส่วนพิเศษแต่อย่างใด



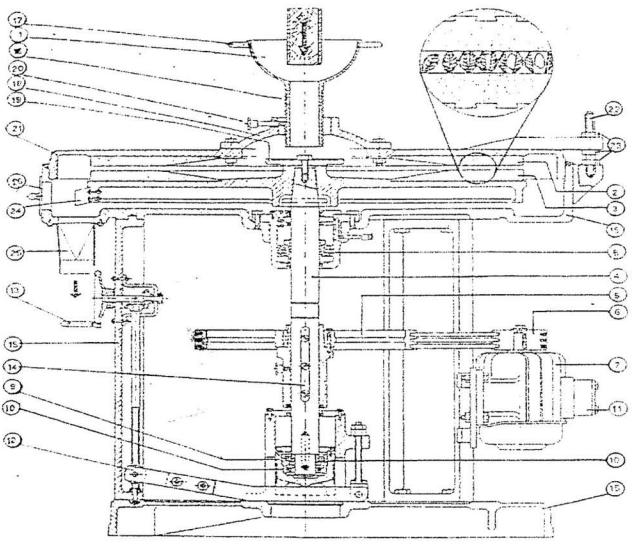
ภาพที่ 2.9 แสดงเครื่องสีข้าวแบบใช้เหวี่ยงกระทบ

ทำงานได้ 200-400 kg ข้าวเปลือก / Hp / Hr ขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวและความชื้นของเมล็ดข้าว ความชื้นสูงก็ทำได้ช้ากว่ามาก

ง) เครื่องกะเทาะเปลือกแบบจาน

ใช้หลักการที่ว่าเมื่อข้าวเปลือกถูกกดที่ปลายทั้งสองพร้อมกันแล้ว เปลือกข้าวที่จะปริแยกออก ลักษณะของเครื่องประกอบด้วยจานแผ่นกลม 2 แผ่นซึ่งอยู่ในแนวระดับขนาน ร่วมศูนย์เดียวกัน ผิวหน้าของจานที่หันเข้าหากันจะเคลือบด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติในการขัด เจียร เช่นเดียวกับที่ใช้หินเจียร ระยะห่างของแผ่นจานทั้งสองน้อยกว่าความยาวของเมล็ดข้าวเปลือกที่ผ่านรูกลางแผ่นจานบนลงมาบนจานแผ่นล่าง จะถูกผลักให้หมุนไปตามการหมุนของจานแผ่นล่างและเคลื่อนออกด้านนอกด้วยแรงหนีศูนย์กลาง ในขณะที่เคลื่อนไปทั้งสองทิศทางนี้เมล็ดข้าวจะเกิดการพลิกตัวตั้งขึ้น ปลายของมันจะปะทะกับผิวหยาบของจานแผ่นบนและแผ่นล่างพร้อมกัน เกิดแรงกดและถูให้เปลือกแยกออก ถ้าเมล็ดข้าวยาวพอดีกับระยะของแผ่นจานทั้งสอง เมล็ดข้าวจะ

ไม่เสียหายเลย เพราะเปลือกข้าวไม่เกาะติดกับเนื้อเมล็ดข้าว มันมีลักษณะเป็นเปลือกสองซีกเกาะกันอยู่และหุ้มเมล็ดข้าวไว้เท่านั้น แต่การกะเทาะเปลือกจะได้ผลดีเมื่อใช้ข้าวเปลือกที่มีขนาดใกล้เคียงกันทั้งหมด ถ้าเมล็ดยาวกว่าระยะห่างของแผ่นจานแล้วข้าวจะหัก แต่ถ้าสั้นกว่าก็จะไม่ถูกกะเทาะเปลือก ดังนั้นจานแผ่นล่างจึงต้องปรับได้ เพื่อตั้งระยะห่างจานที่เหมาะสม

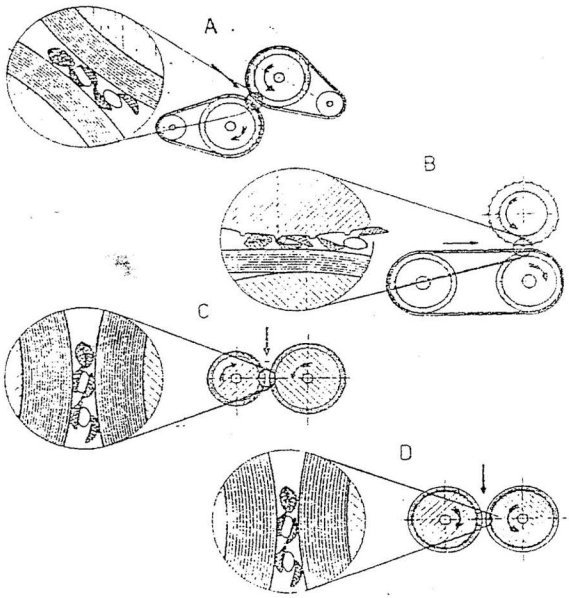


ภาพที่ 2.10 แสดงโครงสร้างของเครื่องกะเทาะเปลือกแบบจานสมัยใหม่

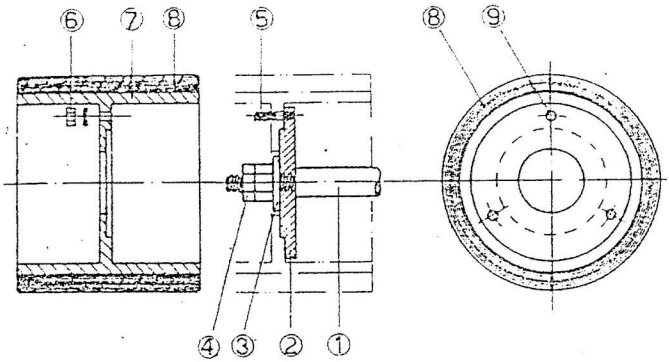
รูป 2.10 แสดงให้เห็นลักษณะโครงสร้างของเครื่องกะเทาะเปลือกแบบจานรวมทั้งแสดงการกะเทาะให้เห็นด้วย รายละเอียดบางส่วน แผ่นจานอยู่นิ่ง(2) แผ่นจานหมุน(3) มือหมุนรับระยะห่างแผ่นจาน(13) เพลาหมุนแผ่นจาน(4) ท่อป้อนข้าวเปลือก(1)แขนโยกปรับระยะห่างแผ่นจาน(12)

จ) เครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกกลิ้งยาง

เมื่อเมล็ดข้าวเปลือกถูกกดอยู่ระหว่างผิวของวัสดุที่ยืดหยุ่น 2 ผิว ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ต่างกันในทิศทางเดียวกันแล้วเปลือกข้าวจะถูกกะเทาะออกเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะเปลือกข้าว ประกอบด้วยชิ้นส่วน 2 ชิ้น ซึ่งมีลักษณะเหนียว ผิวหยาบ เกาะกันอยู่ เมื่อถูกแรงแอนมันจะหลุดออกจากกันอย่างง่ายๆและเมล็ดข้าวไม่เสียหาย



ภาพที่2.11 หลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องกะเทาะเปลือกแบบสายพานยาง และลูกกลิ้งยาง

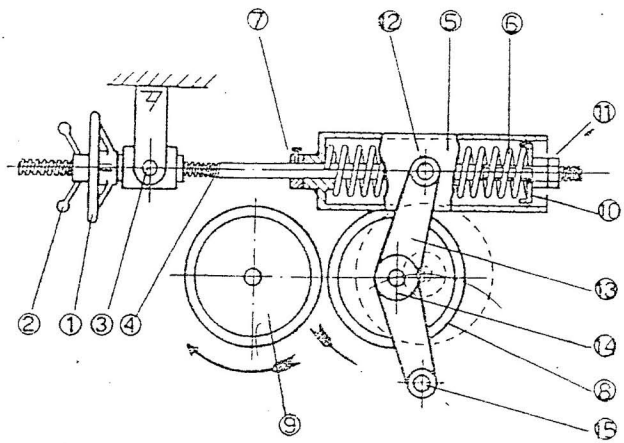


ภาพที่ 2.12 แสดงการประกอบลูกกลิ้ง

ในเครื่องจะใช้ลูกกลิ้งสองลูก มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากัน ยึดบนเพลาซึ่งหมุนด้วยความเร็วและทิศทางที่ต่างกัน โดยเพลาที่หมุนเร็วกว่าจะอยู่กับที่ ส่วนเพลาที่หมุนช้ากว่าจะปรับโยกเข้าออกได้ เพื่อปรับระยะห่างระหว่างผิวลูกกลิ้งทั้งสอง ที่อุปกรณ์ปรับระยะห่างนี้จะประกอบเป็นชุดดังรูป เมื่อหมุนมือหมุน(1) ซึ่งสวมในตัวประคอง(3)จะทำให้แกนเกลียว(4) เคลื่อนที่ในแนวระดับได้ทั้งสองทิศทาง

กล่อง(5) บรรจุสปริงรับแรง(6)ซึ่งยึดในตำแหน่งบนเกลียว(4)โดยมีแหวนล็อค(7)เป็นตัวบังคับตำแหน่งโดยมีสกรูเป็นตัวล็อค ทำให้กล่องนี้ไม่สามารถเคลื่อนไปบนแกนในทิศทางที่จะพาให้ลูกกลิ้ง(8) เคลื่อนเข้าหาลูกกลิ้ง (9)ที่อยู่กับที่ได้ เพลาของลูกกลิ้งที่เคลื่อนที่ได้ (8) จะหมุนอยู่ในแบริ่งปลอก(BUSH BEARING) ซึ่งยึดอยู่ที่ตำแหน่ง (14) ตรงกึ่งกลางแขนโยก (13) แขนโยกนี้สวมบนสลัก (15) และต่อกับกล่อง (5) ด้วยสลัก (12) แรงดันของสปริง(6) จะปรับได้โดยการเลื่อนฝาปิดกล่อง (10) ซึ่งทำการปรับเกลียวและเกลียวข่ม(11)

สปริงเป็นตัวกดเพื่อให้ลูกกลิ้งสามารถเลื่อนถอยได้เมื่อมีวัสดุใหญ่ตกผ่านลงมา การทำให้ลูกกลิ้งหมุนด้วยความเร็วและทิศทางที่ต่างกันนั้นทำได้โดยใช้เฟืองทด



ภาพที่2.13 แสดงชุดเกลียวสำหรับปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง

การกะเทาะเปลือกจะมีประสิทธิภาพดีเมื่อเราจัดการป้อนข้าวเปลือกที่สม่ำเสมอ กระจายเป็นม่านบางๆตลอดความกว้างของผิวหน้าลูกกลิ้ง

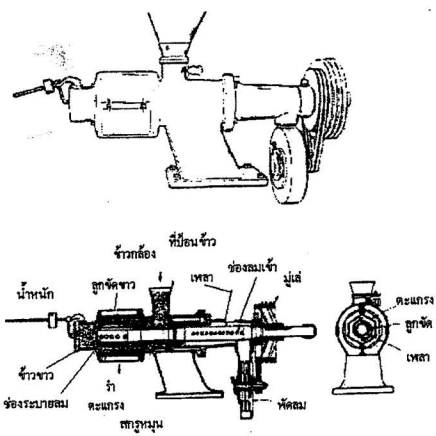
เมื่อเราพิจารณา ณ.เวลาหนึ่งเวลาใด ผิวลูกกลิ้งที่หมุนช้าจะหยุดนิ่งและจับเปลือกข้าวด้านหนึ่งไว้ ในขณะที่ผิวลูกกลิ้งหมุนเร็วจะเคลื่อนนำหน้า (เมื่อเปรียบเทียบกับลูกกลิ้งหมุนช้า) เป็นระยะทางเท่ากับหรือมากกว่าความยาวของเมล็ดข้าว ยิ่งความเร็วต่างกันมากเท่าไรแรงปอกเปลือกจะมากขึ้นเท่านั้น และถ้าแรงปอกเปลือกมากเกินไปก็จะส่งผ่านไปถึงเนื้อเมล็ดข้าว ทำให้ข้าวแตกหักได้ ความแตกต่างความเร็วที่เหมาะสมอยู่ในอัตราส่วนระหว่างความเร็วลูกกลิ้งช้าและเร็วที่ 0.75 และ 0.8 ซึ่งจะมีความแตกต่างความเร็วเชิงเส้นประมาณ 2 เมตรต่อวินาที

เมื่อใช้ลูกกลิ้งกะเทาะเปลือกในโรงสี จะต้องจัดการป้อนที่ต่อเนื่องไม่ขาดตอนเพราะถ้าข้าวเปลือกขาดตอนแล้วผิวลูกกลิ้งจะถูกันเอง ทำให้สึกหรอมากและเร็วเกินไปโดยจึงมักใช้ร่วมกับเครื่องกะเทาะเปลือกแบบจาน โดยใช้เป็นเครื่องกะเทาะครั้งที่สอง คือกะเทาะข้าวเปลือกที่ไม่ถูกกะเทาะจากเครื่องแบบจาน หรือใช้เครื่องแบบลูกกลิ้งหลายเครื่องสลับกัน เมื่อเครื่องหนึ่งร้อนก็หยุดแล้วใช้เครื่องอื่นแทน เพราะเมื่อลูกกลิ้งยางร้อนเกินไปจะเสียรูป เครื่องแบบนี้ใช้กันมากใน

โรงสีใหญ่ (ใช้มากในการกะเทาะข้าวเปลือก ที่เหลือกะเทาะจากเครื่องกะเทาะแบบจานหมุน) ในอินโดนีเซีย และมาเลเซีย ใช้ในโรงสีเล็กด้วย ในญี่ปุ่น ชาวนามีเครื่องกะเทาะแบบนี้ทำข้าวกล้อง เครื่องแบบนี้ มักมีพัดลมแยกแกลบออกด้วยแต่เครื่องแบบนี้ราคาค่อนข้างสูง ลูกยางซึ่งเป็นส่วนสึกหรอก็ราคาค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามโดยการที่ผลิตได้ในประเทศ และเมื่อใช้มากราคาก็ต่ำลง

ฉ) เครื่องขัดขาวแบบลมแรงดันสูง

เป็นเครื่องขัดขาวแบบไม่มีแผ่นเหล็ก ห้องขัดขาวเป็นรูป 6 เหลี่ยม หรือ 8 เหลี่ยม เป็นตะแกรงปรับการขัดขาวด้วยปริมาณการปล่อยข้าวออก และการปล่อยข้าวเข้าเครื่อง ข้าวหักน้อยจะขัดครั้งเดียวก็ได้ แต่หากขัดสองครั้ง ข้าวหักจะน้อยกว่า ส่วนสึกหรอก็คือ ตะแกรง ในอเมริกาซึ่งใช้แต่เครื่องสีใหญ่ ใช้เครื่องขัดขาวแบบนี้มา 20 ปี แล้ว ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เครื่องสีเล็กในมาเลเซีย และอินโดนีเซีย กำลังเปลี่ยนมาใช้เครื่องแบบนี้แทนเองเกิ้ลเบอร์ค



ภาพที่ 2.14 แสดงเครื่องขัดข้าวแบบลมแรงดันสูง

ตารางที่ 2.2 ตารางเปรียบเทียบประเภทของเครื่องสีข้าว

ประเภทเครื่องสีข้าว	ลักษณะเฉพาะ	ปริมาณข้าวที่สีได้kg/h
แบบเองเกิ้ลเบอร์ค	ใช้เป็นลูกยางหมุนติดแผ่นผนังเพื่อขัดขาว โดยบังคับด้วยลิ้น	50 kg/h (ข้าวขัดขาว)
แบบอพอลโล่	ใช้เป็นกากเพชรและมีแผ่นยางประกอบทำด้วยเหล็กหล่อ	150-200kg/ (ข้าวขัดขาว)
แบบเหวี่ยงกระทบ	ใช้แรงเหวี่ยงจากจานหมุนให้ไปกระทบแผ่นยาง	200-400kg/h (ข้าวขัดขาว)
แบบจานหมุน	ใช้จานแผ่นกลม 2 แผ่นซึ่งอยู่ในแนวระดับขนานร่วมศูนย์เดียวกันผิวหน้าจานหันเข้าหากัน	100-200kg/h (ข้าวกล้อง)
แบบลูกกลิ้งยาง	ใช้ลูกกลิ้งยาง 2 ลูกหมุนด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน	100-200kg/h (ข้าวกล้อง)
แบบแรงดันสูง	ขัดขาวแบบไม่มีแผ่นเหล็กห้องขัดขาวเป็นรูป 6 เหลี่ยม , 8เหลี่ยม	100-150kg/h (ข้าวขัดขาว)

ที่มา : นายศุภชัย แต่สกุล , นายชวลิต สันติพรรค , นายณัฐพงศ์ วุฒิชัย เครื่องสีข้าวแบบจานแนวนอน วิทยาลัยเทคโนโลยุตสาหกรรม , สจพ พระนครเหนือ

2.4.4 ลูกยางสีข้าว [5]

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้ให้ความหมายลูกยางสีข้าว หมายถึง ส่วนประกอบส่วนหนึ่งของเครื่องกะเทาะเปลือกข้าว ประกอบด้วยยางหล่อหุ้มแกนเหล็กหล่อ หรือแกนตะแกรงรูกลม

ประเภทและขนาดของลูกยางสีข้าว

ก) ประเภทของลูกยางสีข้าวสามารถแบ่งได้ 2 ประเภทตามชนิดของแกน คือ

- ประเภทแกนเหล็กหล่อ
- ประเภทแกนตะแกรงรูกลม

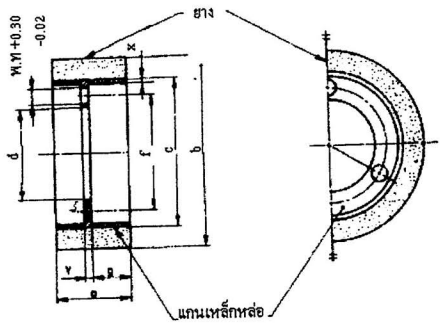
ข) มิติ ขนาด และ เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของลูกยางสีข้าวชื่อขนาด มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของลูกยางสีข้าวแต่ละประเภทให้เป็นไปตามตารางที่ 2.3 คุณลักษณะของลูกยางสีข้าว

ตารางที่2.3 มิติของลูกยางสีข้าวประเภทเหล็กหล่อ

มิติ	a	b	c	d	f	g	x	y	n
เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน / ชื่อขนาด	+0.30 -0.50	± 1.00	± 0.30	± 0.15	± 0..50	± 0.30	สูงสุด	ต่ำสุด	n
2½ ×6	63.50	152.40	117.47	73.02	91.28	31.75	3.18	6.35	3
3×6	76.20	152.40	119.06	73.02	90.49	38.10	4.76	6.35	3
4×6½	101.60	165.10	131.76	76.20	96.84	55.56	4.76	9.52	3
4×9	101.60	228.60	180.97	114.30	142.87	50.80	4.76	6.35	3
6×9	152.40	228.60	184.15	114.30	137.32	76.20	4.76	6.35	3
8×9	203.20	228.60	180.97	114.30	139.70	101.60	3.18	6.35	3
10×9¼	254.00	234.95	185.74	114.30	133.35	123.82	4.76	6.35	3
10×10	254.00	254.00	203.20	115.89	134.94	125.41	4.76	12.70	4

ที่มา : สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมลูกยางสีข้าว มอก. 633-2529. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ , 2529..

ตัวอย่าง ลูกยางสีข้าว 2 ½ ×6 ประมาณ a มีมิติเท่ากับ 63.50 มีค่าความคลาดเคลื่อน +0.30 ถึง -0.50



ภาพที่ 2.15 แสดงมิติของลูกยางสีข้าวประเภทแกนเหล็กหล่อ

ตารางที่ 2.4 มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของลูกยางสีข้าว (ประเภทแกนตะแกรงรูกลม)

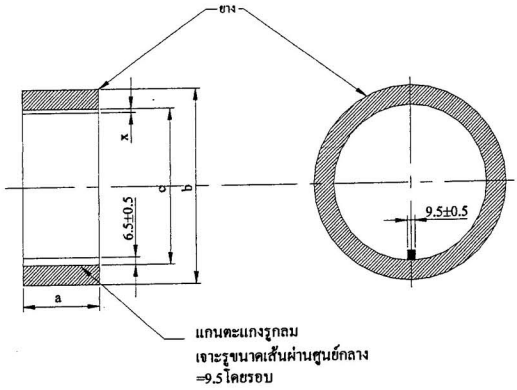
ความคลาดเคลื่อน / ขนาด	+0.30 -0.50	± 1.00	± 0.30	± 0.08	m	n
4×9	101.60	228.60	179.39	0.79	19	5
6×9	152.40	228.60	179.39	0.79	19	7
8×9	203.20	228.60	179.39	0.79	19	9
10×9 ¼	254.00	234.95	182.56	0.79	19	11
10×10	254.00	254.00	198.44	0.79	20	11

หมายเหตุ m หมายถึง จำนวนแถวของรูตะแกรง

n หมายถึง จำนวนรูตะแกรงในแต่ละแถว

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมลูกยางสีข้าว มอก. 633-2529. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ , 2529.

<u>ตัวอย่าง</u> ลูกยางสีข้าวขนาด 4×9 มีมิติเท่ากับ 100.60 มีค่าความคลาดเคลื่อน +0.30 ถึง -0.50



ภาพที่ 2.16 แสดงมิติของลูกยางสีข้าวประเภทตะแกรงรูกลม

2.4.5 <u>ชุดคัดแยกข้าว</u>

ตะแกรงโยก (Paddy Separator) คือ ส่วนที่นำข้าวเปลือกที่ผ่านการสีข้าวมาแล้วมาทำการแยกข้าวกล้องและข้าวเปลือก ออกจากกันตะแกรงโยกมีขนาดต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและความต้องการจึงแบ่งเครื่องมือที่จะคัด ข้าวกล้องและข้าวเปลือก

ตะแกรงโยกแบบ (Compartment Type) คือ ชิ้นส่วนที่สำคัญของตะแกรงแบบนี้จะต้องมีชิ้นส่วนที่ทำให้ข้าวเปลือกหรือข้าวกล้องแกว่งไปมาในตะแกรงได้ โดยทั่วๆ ไป จะทำด้วยไม้หรือเหล็กทั้งตัว (Full Steel Machine are Olso Produced) ทำเป็นชิ้น อาจจะเป็นชั้นเดียว , สองชั้น, สามชั้น หรือสี่ชั้น จำนวนชั้นและช่อง (บางแห่งเรียกรู) นั้น ขึ้นอยู่กับกำลังของข้าวที่ต้องการจะสี ปกติมีตั้งแต่ 5 ช่อง ถึง 80 ช่อง ถ้าหากตะแกรงชั้นเดียวควรมี 10 ช่อง หรือถ้า 2 ชั้น ควรมี 12-20 ช่อง ถ้า 3 ชั้นอาจมีถึง 51 ช่อง และถ้า 4 ชั้น อาจไม่ถึง 80 ช่อง ความสามารถในการสีข้าวของตะแกรง ในการแยกข้าวกล้องนั้น 40 kg / Hr จำนวนช่องและชั้นของตะแกรงสามารถทำได้จากการคำนวณ เช่น ต้องมีการสีข้าวขนาด 2,000 kg / Hr ประสิทธิภาพ 40 % ผลผลิตของข้าวกล้องจะได้

1,600 kg / Hr ดังนั้น ตะแกรงโยกจะมีจำนวน 1,600÷40 = 40 ช่อง แต่การทำตะแกรงโยกจริงๆ นั้นจำเป็นจะต้องมีถึง 48 ช่อง แบ่งเป็น 3 ชั้นๆ ละ 16 ช่อง ซึ่งเป็นการเพียงพอจากประสบการณ์ที่ผ่านมาการปล่อยข้าวผสม (ข้าวเปลือกและข้าวกล้อง) จากรางข้าวเข้าสู่ตระแกรงโยกนั้น จะต้องมีความสมดุลกันกับความสามารถในการคัดข้าว (หรือแยก) ของตะแกรงโยก กล่าวคือ เมล็ดข้าวกล้องต้องแยกออกจากข้าวเปลือกอย่างสมบูรณ์โดยจะต้องมีข้าวเปลือกปนอยู่กับข้าวกล้องหรือข้าวกล้องไปปนกับข้าวเปลือกทั้งนี้โดยการปรับแต่งลิ้นที่รางปล่อยข้าวก่อนที่จะลงสู่ตะแกรงโยกซึ่งจากการควบคุมโดย ตะแกรงเหลี่ยม ROTARY SIFTER

คุณลักษณะ

1. แยกได้อย่างมีประสิทธิภาพ เคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนว นอน ทำให้เมล็ดข้าวเรียงอยู่บนตะแกรง ส่งผลการแยก มีประสิทธิภาพและถูกต้อง การเคลื่อนที่อย่างอิสระของ ลูกยางบนตะแกรงทำให้ไม่มีการอุดตัน เมล็ดข้าว จึงผ่าน ตะแกรงได้ง่าย

2. มีตะแกรงแคนเลสกว่า 226 ชนิด ให้เลือกใช้ได้ตาม ความต้องการออกแบบให้ตะแกรงมีขนาดเท่ากัน ไม่มี ฝุ่น สะดวกต่อการถอดเปลี่ยนและเลือกใช้

3. โครงสร้างตะแกรงเหลี่ยมปิด ป้องกันสิ่งสกปรก และฝุ่น กระจายจากเครื่องไม่ก่อให้เกิดมลภาวะในอากาศ

เครื่องแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง (PPADDY SEPARATOR)

เหมาะสำหรับโรงสีทั่วไปเพื่อช่วยปรับปรุงและเพิ่มผลผลิต ประสิทธิภาพในการคัดแยกสูง สะดวกต่อการบำรุงรักษา สามารถแยกข้าวออกเป็น 3 ส่วนคือ ข้าว เปลือก, ข้าวกล้อง, และข้าวเปลือกผสมข้าวกล้อง โดยข้าวเปลือกจะ ย้อนกลับไปเครื่องกะเทาะเปลือก ข้าวกล้องผสมข้าวเปลือก จะย้อน กลับไปที่เครื่องแยกข้าวเปลือกอีกครั้ง เฉพาะข้าวกล้องจะไปที่เครื่อง ขัดขาว ทำให้การขัดขาวมีคุณภาพสูงขึ้น ลดอัตราการแตกหักและข้าว ขาวที่ได้ไม่มีแกลบผสม

คุณลักษณะ

1.) ประสิทธิภาพการคัดแยกคงที่ ไม่จำเป็นต้องปรับแต่งบ่อย ในขณะทำงาน

2.) ประหยัดเนื้อที่ เพราะได้ออกแบบให้มีขนาดกะทัดรัด กำลังผลิตสูง

3.) เครื่องหยุดทำงานอัตโนมัติ เมื่อวัตถุดิบในถังพักเหนือ เครื่องใกล้หมดเพราะมี Sensor วัดระดับข้าวในถัง

4.) สะดวกต่อการเก็บตัวอย่าง สามารถเก็บตัวอย่างข้าวกล้อง ได้จากช่องเก็บข้าวที่ออกแบบเป็นพิเศษสับเปลี่ยนทิศทางได้สะดวกง่ายต่อการตรวจสอบสภาพการคัดแยกตลอดเวลา

5.) ฝาครอบเป็นแผ่นพลาสติกใสสามารถมองเห็นและตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องสะดวก

6.) มีตะแกรงคัดแยกให้เลือกทั้งข้าวเมล็ดยาวและเมล็ดสั้น

ก) ลิ้นปีด-เปิด ที่รางปล่อยข้าว (Valve for the Control the Main Feeding) จะต้องมีการแบ่งสเกลที่ลิ้นปีด - เปิด เพื่อเป็นการควบคุมการไหลของข้าวเปลือกให้สัมพันธ์กับลูกกลิ้งล้อยาง แบ่งสเกลที่ลิ้นปีด - เปิด 1Cm - 6 Cm

ข) แต่ละช่องมีลิ้นสำหรับปรับแต่งการป้อนข้าว (On Independent Adjustment of the Feeding of each Compartment by Adjustable Valve)

ค) ควบคุมโดยการปรับแต่งที่คันบังคับด้วยมือหมุน ซึ่งด้านในตะแกรงจะมีปลอกบังคับลิ้นการป้อนข้าว มือหมุนอยู่ด้านหน้าตะแกรง ตั้งต้นจากเลข 0 ขึ้นไป (A.Handwheel Controlled Melt sleeve Valve Controlling Simultaneously the Feeding of all Compartment from Zero to Maximum) บางแบบก็ได้ใช้

ง) แต่งมุมเอียงของตะแกรง (The Adjustable Inclination of the Separator Assembly) มีการปรับมุมเอียงด้านหลังของตะแกรงโยก 5 องศา

จ) ปรับแต่งช่องทางออกของข้าวเปลือกแต่ละช่อง (The Adjustable Overflow Strips for paddy at each end of the Compartment) มีลิ้นปรับการไหลของข้าวที่ลงในตะแกรงแยกให้เหมาะสม

ฉ) ปรับแต่งการโยกตัวและความสั่นสะเทือนของตะแกรงโยก (The Adjustable Frequency of the Oscillation)

มีความจำเป็นที่จะต้องให้เมล็ดข้าวกระจายออกมาจากตรงกลางที่ป้อนข้าว ซึ่งอยู่ด้านบนไปยังด้านข้างและด้านยาวของตะแกรงโยก ด้วยเหตุผลเพื่อต้องการให้เมล็ดข้าวที่ป้อนและรำข้าวที่จะออกมานั้น ควบคุมโดยชั้นเชิงบังคับเอาไว้ การป้อนข้าวแต่ละชั้นของตะแกรงจะต้องปรับแต่งคันบังคับเสียก่อนโดยหมุนคันบังคับจากน้อยไปหามาก (ตั้งต้นจากเลข 0) ทั้งนี้ เพื่อให้แกนไปยังบังคับลิ้นให้ยกขึ้นหรือต่ำลง เมื่อปรับได้ที่แล้วก็ให้ล็อกด้วยน็อตให้แน่น ระบบนี้สามารถลดจำนวนการทำงานของตะแกรงโยกให้พอเหมาะกับความสามารถของตะแกรงโยก

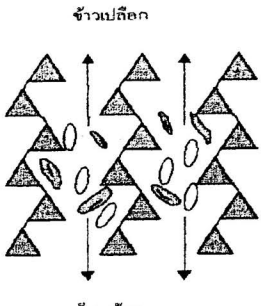
ลิ้นบังคับบางชนิดได้ติดตั้งไว้ เช่น ชนิด Conventional Type (เมืองไทยบางแห่งไม่มี) แต่อย่างไรก็ดี ปัจจุบันได้มีการติดตั้งไว้เพื่อให้การทำงานของตะแกรงโยกทำงานด้วยความราบเรียบง่ายแก่การควบคุม เพื่อให้เมล็ดข้าวกระจายไปยังส่วนต่างๆ ของตะแกรงโยก ส่วนสำคัญ

ประกอบด้วยก้านเหล็กยาวมีแผ่นเหล็กสี่เหลี่ยมติดเป็นมุมฉากเหลื่อมกันอยู่ด้านที่จะปล่อยข้าวออก โดยการปรับที่มือหมุนจะทำให้บังคับป้อนข้าวได้มากหรือน้อยภาในช่องตะแกรง

เพื่อให้การแยกหรือคัดข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องได้สมบูรณ์ ตะแกรงโยกจะต้องเอียง 5 องศาโดยด้านที่จะปล่อยข้าวเปลือกจะต้องยกให้สูง ระยะเอียงของตะแกรงโยกนั้น ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์การผสมกันระหว่างข้าวเปลือกกับข้าวกล้อง ชนิดของข้าวเปลือก และความเหมาะสมของข้าวเปลือกรวมกับความสามารถในการป้อนข้าว เพราะปัจจัยเหล่านี้มีความต่อเนื่องกันต่อการเปลี่ยนแปลงและจำเป็นต้องตรวจตราการแยกข้าวหรือคัดข้าว โดยการหมุนปรับมุมเอียงตามความจำเป็นด้วย เมื่อมีข้าวกล้องไหลออกมาปนกับข้าวเปลือกต้องลดมุมเอียงลงประสิทธิภาพใน

การคัดเลือกแยกข้าวขึ้นอยู่กับการปรับแต่งการเอียงของตะแกรงโยก ว่าต้องมากหรือน้อย ซึ่งต้องปรับแต่งที่สายพานส่งกำลัง หรือปรับแต่งที่พูเล่ย์ เรียงชนิดสายพานแบบผ้าใบ (Cone-Shped Flat-Belt Pulley) หรืออาจปรับแต่งเฟืองทด ในกรณีที่ใช้เฟืองเกียร์ทดแต่ละชั้นของตะแกรงโยก จะมีแผ่นเหล็กติดไว้สำหรับแต่งช่องปล่อยข้าวกล้อง แผ่นเหล็กจะกั้นข้าวเอาไว้ จะปล่อยเฉพาะข้าวกล้อง (Brown Rice) ซึ่งมีน้ำหนักมากว่าข้าวเปลือก ข้าวเปลือกจะลอยตัวหนีช่องที่แต่งไว้ เพื่อให้ข้าวกล้องออกมา จะปรับแต่งช่องไว้ประมาณ 5-8 mm. ปกติทั่วๆ ไประยะชัก (Stroke) จะมาปรับแต่ง

นอกจากโรงงานสร้างในเยอรมันตะวันตก จะออกแบบเป็นชนิดพิเศษมีที่ปรับแต่ง ซึ่งจะได้กล่าวในช่วงต่อไป การโยกตัวของตะแกรงความสั่นสะเทือน ประมาณ 90-120 Strok / min เป็นชนิดสองจังหวะ (Double Strlke) ปกติจะตั้งไว้ประมาณ 95-105 Strok / min โดยไม่ต้องปรับอีก และความยาวช่วงชัก (Stroke) ประมาณ 200 mm.



ภาพที่ 2.17 แสดงตะแกรงโยกแบบซิกแซก (Compartment Type)

7) คุณลักษณะและการคำนวณหาค่าต่างๆ ในการกะเทาะเปลือกข้าวของลูกยางสีข้าว

ก) สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม [6] ได้ให้คุณลักษณะของลูกยางสีข้าวไว้ดังนี้

- ลักษณะทั่วไปยางที่หล่อหุ้มต้องติดนานกับแกน และผิวของยางต้องเรียบสม่ำเสมอ (ยกเว้นกรณีที่มีการกลึงผิวหน้าของยางให้เป็นร่อง ร่องต้องสม่ำเสมอและลึกเกิน 1 mm.) ไม่ปรากฏสิ่งบกพร่องที่สำคัญต่างๆ ได้แก่ฟองอากาศ รอยบุน รูพรุน รอยฉีกหรือรอยร้าว หรือรอยด่าง (Bloom)ของกำมะถันหรือสารเคมีอื่นๆ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

- ความหนาของยางต้องหนาสม่ำเสมอ ค่าแตกต่างของความหนาเมื่อวัด ณ จุดต่างๆ4 จุด โดยรอบต้องไม่เกิน 0.5 mm. ความต้องการแรงดึงและความยืด ยางต้องมีความต้านทานดึงไม่น้อยกว่า 9.8 Mpa และมีความยืดไม่น้อยกว่าร้อยละ 200

- ความแข็งแรงของยางให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก ซึ่งมีค่าระหว่าง 80 ถึง 95 IRHD โดยจะคลาดเคลื่อนจากค่าที่ระบุไว้ไม่เกิน ±3 IRHD

- วัสดุที่ใช้ทำแกนลูกยางสีข้าว

วัสดุที่ใช้ทำลูกยางสีข้าว ประเภทแกนเหล็กหล่อ แกนเหล็กหล่ออาจทำจากเหล็กหล่อสีเทาชิ้นคุณภาพ GCI 150

- วัสดุที่ใช้ทำลูกยางสีข้าวประเภท แกนตะแกรงรูกลมแกนตะแกรงรูกลมต้องทำจากเหล็กกล้าบางรีดเย็น

ข) การคำนวณหาค่าต่าง ๆ

ในขณะกะเทาะเปลือกข้าวนั้นต้องใช้แรงในการทำให้ข้าวเปลือกข้าวแตกออก แรงที่กล่าวมานั้นก็คือแรงเฉือน ซึ่งมีความสำคัญมากต่อการกะเทาะเปลือกข้าว

- การคำนวณหาค่าแรงเฉือนที่ใช้การกะเทาะเปลือกข้าว จากสมการ

$$\tau = \frac{P}{A} \quad \text{.....(2.3)}$$

เมื่อ τ = เมื่อแรงเฉือนที่ใช้ในการกะเทาะเปลือกข้าว

P = แรงเฉือนสูงสุด

A = พื้นที่ที่ถูกเฉือน

- การคำนวณหาแรงบิดของเพลาของชุดลูกยางสีข้าว จากสมการ

$$T = P \times r \quad \text{.....(2.4)}$$

เมื่อ T = แรงบิด

P = แรง

r = รัศมีของล้อสีข้าว

- การคำนวณหาพื้นที่ที่ถูกเฉือนของเมล็ดข้าวที่ถูกยางกระทำ จากสมการ

$$A = \frac{2}{3} \times b \times I \quad \text{.....(2.5)}$$

เมื่อ A = พื้นที่ที่ถูกเฉือน

I = ความกว้างของพื้นที่ที่ถูกกระทำ

b = ความสูงของพื้นที่ที่ถูกกระทำ

- การคำนวณหาปริมาตรของเมล็ดข้าวที่ถูกลูกยางสีข้าวกระทำ จากสมการ

$$v = \pi \frac{d^2}{4} I \quad \text{.....(2.6)}$$

เมื่อ V = ปริมาตรของเมล็ดข้าวที่ถูกกระทำ

d = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ดข้าว

I = ขนาดความยาวของเมล็ด

ในการหมุนของลูกยางสีข้าว 1 รอบ สามารถกะเทาะเปลือกข้าวได้เกิดแรงเสียดทานระหว่างชิ้นส่วนต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นต้องคิดค่าแรงเสียดทานที่สูญเสียไปจะได้แรงจริงออกมาแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างหมุนลูกยางสีข้าวหาได้ จากสมการ

$$F_R = \mu + F_n \quad \text{.....(2.7)}$$

เมื่อ F_R = แรงเสียดทาน

F_n = แรงในแนวดิ่ง

μ = ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

2.4.6 <u>พัดลมและเครื่องเป่าลม</u> [6]

พัดลมและเครื่องเป่าลมเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในงานต่าง ๆ มากมายพัดลมอาจแบ่งออกได้เป็นประเภทดังนี้

1.การแบ่งประเภทโดยความดันอากาศ

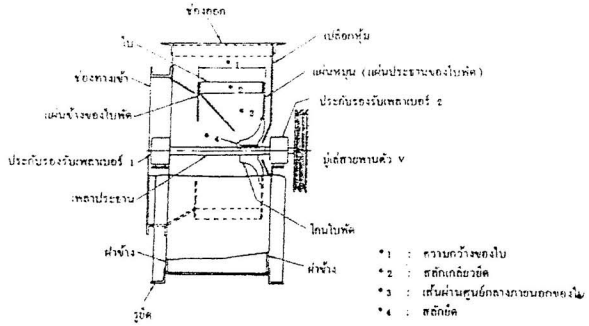
- พัดลมความดันต่ำ : ดูดอากาศจากภายนอกการเพิ่มความดันเป็น 0 mm H_20
- พัดลมความดันปานกลาง : ดูดอากาศจากภายนอกการเพิ่มความดันไม่เกิน 1000 mm H_20

สำหรับพัดลมที่ใช้ในระบบเครื่องทำความเย็นและระบบเครื่องปรับอากาศนั้นการเพิ่มความดันจะไม่สูงเกิน 300 mm H_20

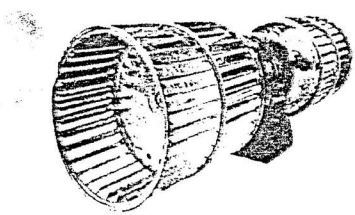
ลักษณะของพัดลมและเครื่องเป่าลม

1) พัดลมเซอร์รอคโค

พัดลมแบบนี้เป็นแบบที่นิยมใช้ในเครื่องปรับอากาศมากที่สุดพัดลมรวมอยู่ภายในเครื่องปรับอากาศอาทิในเครื่องปรับอากาศแบบชุดและเครื่องขดท่อพัดลมพัดลมเซอร์รอคโคมีทั้งแบบพัดลมดูดและพัดลมส่งสำหรับการถ่ายเทอากาศพัดลมและเครื่องเป่าลมมีลักษณะโครงสร้างหลายอย่างเหมือนกัน แสดงโครงสร้างทั่ว ๆ ไปของพัดลมเซอร์รอคโคแบบดูดการออกแบบและเรียกชื่อส่วนต่าง เหมือนกับพัดลมหอยโข่งยกเว้นการออกแบบใบพัดใบพัดของพัดลมเซอร์รอคโคจะเป็นใบแคบ ๆ เอียงไปข้างหน้าในทิศทางที่หมุน ใบพัดของแผ่นเหล็กม้วนเป็นเกลียวมีขนาดเล็กกว่าพัดลมกังหันและพัดลมภาระจำกัดเปลือกหุ้มของพัดลมเป็นแผ่นเหล็กม้วนเป็นเกลียวมีขนาดเล็กกว่าพัดลมกังหันและของพัดลมภาระจำกัดที่ทางด้านออกของเปลือกหุ้มจะมีขนาดค่อนข้างใหญ่



ภาพที่ 2.18 โครงสร้างของพัดลมหลายใบ (แบบรองรับทั้งสองด้านมีทางดูดด้านเดียว)

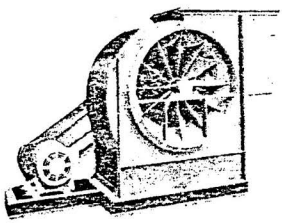


ภาพที่ 2.19 ใบพัดของพัดลมแบบหลายใบ

2.) พัดลมภาระจำกัด

การใช้พัดลมนี้เป็นพัดลมที่อยู่ระหว่างพัดลมเซอร์รอคโคและพัดลมกังหันและใช้งานอยู่ในระหว่างพัดลมดังกล่าวด้วยพัดลมนี้ใช้ในอุปกรณ์การปรับอากาศทุกขนาดที่ความดันสถิตค่อนข้างน้อยและในเครื่องปรับอากาศแบบชุดเครื่องปรับและเป่าลมที่ใช้กับอุปกรณ์ดังกล่าว

พัดลมภาระจำกัดมีใบของใบพัดเป็นรูปอักษร S และมีปลายโค้งมาทางด้านหลังเช่นเดียวกับของพัดลมกังหันใบพัดทำด้วยแผ่นเหล็กและมีขนาดสั้นลงไปทางด้านปากแหวน(จากแผ่นหมุน) รูปร่างเป็นกรวยเปลือกหุ้มมีลักษณะคล้ายกับของพัดลมเซอร์รอคโคมีขนาดค่อนข้างใหญ่สำหรับปริมาตรการไหลของลมที่กำหนดที่ด้านข้างจะมีใบครีบนำทาง 10 ถึง 12 ใบ เพื่อให้อากาศที่เข้าไปหมุนทางทิศทางที่ใบพัดหมุนทำให้ได้คุณลักษณะจำกัดซึ่งเป็นภาระจำกัดด้านสูงของกำลังต้องการดังนั้นกำลังเพลาสูงสุดได้ที่ที่ประสิทธิภาพสูงสุด



ภาพที่ 2.20 พัดลมภาระจำกัด

3.) พัดลมแบบจาน

พัดลมนี้มีใบของใบพัดแบบจัดเรียงเป็นรัศมีวงกลมใบของใบพัดมีโครงสร้างง่าย ๆ แข็งแรงและทนทานต่อทรายหรืออากาศที่มีฝุ่นมาก ๆ

4.) กังหันพัดลม

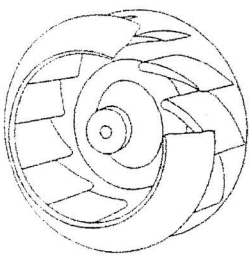
ต้องการที่ให้ความดันสถิตสูงและระดับเสียงต่ำมีมากขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อใช้ส่งลมในท่อลมของเครื่องปรับอากาศที่มีความเร็วสูงโดยเฉพาะส่งลมปฐมภูมิในระบบเครื่องดูดลมที่มีคุณลักษณะดังกล่าวพัดลมนี้เป็นแบบหอยโข่งมีใบของใบพัดโค้งในทิศทางที่ใบพัดหมุนใบของใบพัดทำด้วยแผ่นเหล็กแคบ ๆ มีความหนาสม่ำเสมอมีความโค้ง 1 ต่อ 2 และเอียงไปทางด้านหลังใบของใบพัดจะเชื่อมหรือใช้หมุดย้ำติดบนจานหมุนใบพัดจะมั่นคงแข็งแรงทนทานต่อการหมุน

5.) พัดลมแบบใบพัดเครื่องบิน

พัดลมนี้เป็นแบบหนึ่งของพัดลมกังหันสำหรับใช้ในความดันสถิตสูงและปริมาตรการไหลของลมจำนวนมากเป็นลมที่ให้ประสิทธิภาพสูงและระดับเสียงต่ำใบของใบพัดเป็นเหล็กหรืออลูมินัมที่โค้งเหมือนใบพัดเครื่องบินมีจำนวน 8 ถึง 16 ใบ เปลือกหุ้มมีลักษณะคล้ายกับกังหันช่องทางเข้าเป็นแบบปากระฆังซึ่งจะลดความต้านทานการไหลได้มากและทำให้การไหลเข้าเป็นไปโดยราบเรียบ

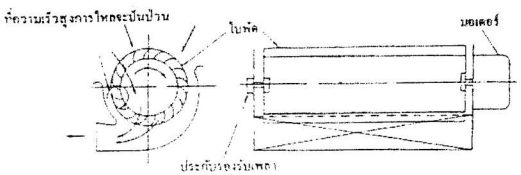
6.) พัดลมแบบไหลขวาง

ใบพัดลมแบบนี้ด้านข้างยาวกว่าแบบพัดลมเซอร์รอคโคและเอียงไปทางด้านหน้าทั้งสองด้านของใบพัดลมมีฝาข้างของเปลือกหุ้มฝาหนึ่งต่อเข้ากับเครื่องแบริ่งและอีกฝาหนึ่งมีเพลาผ่านแบริ่งไปต่อกับมอเตอร์ไฟฟ้า



ภาพที่ 2.21 ใบพัดลมแบบครีบ

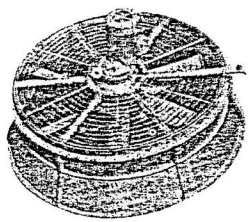
การไหลของลมจะเป็นแนวกว้างดังแสดงในรูปพัดลมนี้เหมาะสำหรับช่องทางออกแคบ ๆ และงานที่ต้องการความดันสถิตต่ำ



ภาพที่ 2.22 พัดลมแบบไหลตรง

7.) พัดลมใบพัด

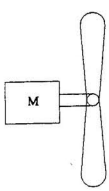
พัดลมนี้เป็นพัดลมส่งลมแนวแกนที่มีโครงสร้างง่ายที่สุดใบพัดของพัดลมนี้มีตั้งแต่ขนาดค่อนข้างกว้างจนขนาดแคบ ๆ และจะมีจำนวนตั้งแต่ 2 ถึง 8 ใบโดยทั่วไปแล้วใบพัดจะมีแหวนนำแนวเส้นรอบวงเพื่อให้ประสิทธิภาพสูงขึ้น



ภาพที่ 2.23 พัดลมแบบใบพัดหลายใบ

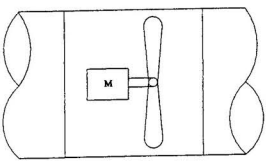
8.) พัดลมตามแนวแกน(Axial Fan) แบ่งออกเป็น 3 ชนิด

พัดลมโพเพลเลอร์ (Propeller Fan) ใช้สำหนับอากาศปริมาณมากความดันสแตติคส์ไม่เกิน ¾ in ใช้สำหรับระบายอากาศทั่วไป และการระบายอากาศเจือจาง ดังแสดงใน (ภาพ ที่ 2.26)



ภาพที่ 2.24 แสดงชนิดพัดลมโพลเพลเลอร์ (Propeller Fan)

พัดลมทิ้วแอ๊กเวียล (Tubeaxial Fan) มีตัวถังเป็นรูปทรงกระบอก สามารถลดช่องว่างระหว่างใบพัดกับตัวถังให้น้อย หมุนได้ที่รอบสูงกว่า ทำให้ความดันสูงกว่า ดังแสดงใน(ภาพที่ 2.27)



ภาพที่ 2.25 แสดงชนิดพัดลมทิ้วแวนแอ๊กเซียล (Tubeaxial Fan)

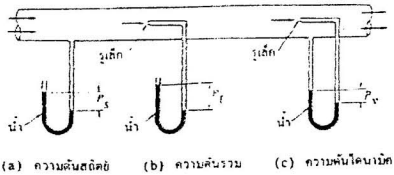
พัดลมแวนแอ๊กเซียล (Vanaxial Fan) เหมือนพัดลมทิ้วแอ๊กเซียล แต่มีไกล์เวนเพิ่มเข้าไปและมีช่องว่างระหว่างใบพัดกับตัวถังน้อยลงไปอีกทำให้ได้ ความดันมีประสิทธิภาพดีขึ้นและเงียบ

คุณลักษณะของพัดลม

1.) ความดัน

พัดลมทำงานเพิ่มความสถิตให้กับอากาศเพื่อเอาชนะความต้านทานในท่อและ ความดันถ้าเจาะรูเล็ก ๆ ตรงด้านข้างท่อของท่อแล้วสอดเข้าไปในรูโดยให้ท่อตั้งฉากกับแนวที่อากาศไหล จากนั้นให้ต่อโนมิเตอร์ท่อรูปอักษร U เข้ากับท่อความแตกต่างความดันที่ปรากฏและความดันของบรรยากาศคือค่าความดันสถิต นั่นคือ ความดันในท่ออากาศที่ไหลโดยแรงดันของพัดลมจะสูงกว่าความดันของบรรยากาศ

ในรูป b สอดท่อรูปอักษร L ที่มีรูปเล็ก ๆ ที่ปลายท่อลมให้ปลายท่ออยู่ในแนวที่อากาศไหล แล้วต่อเข้ามาโนมิเตอร์ความแตกต่างของระดับน้ำในมาโนมิเตอร์จะเป็นค่าความดันสถิตภายในท่อบวกกับความดันเนื่องจากความเร็วของลม นั่นคือ ความดันไดนามิคลบที่อ่านจากมาโนมิเตอร์ในกรณีนี้เรียกว่าความดันรวม



ภาพที่ 2.26 ความดันอากาศ

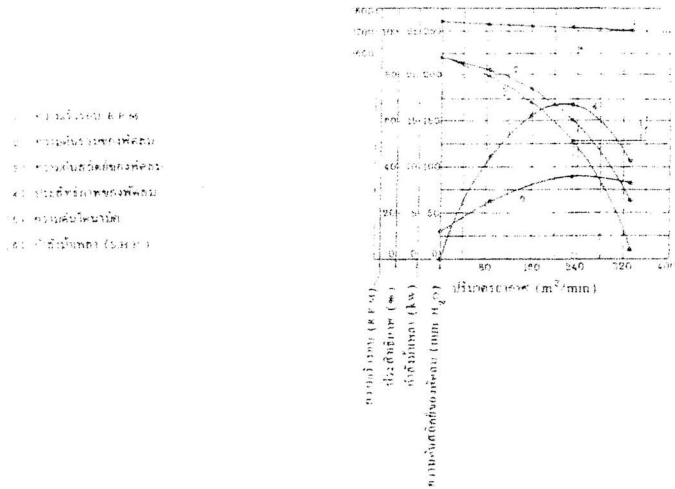
ในรูปต่อท่อรูปอักษรL เข้ากับปลายด้านหนึ่งของมาโนมิเตอร์ท่อรูปอักษร U แล้วต่อปลายอีกด้านหนึ่งเป็นมุมฉากกับผนังท่อลมความแตกต่างระหว่างระดับน้ำในมาโมมิเตอร์เป็นความดันรวมที่กดบนน้ำด้านหนึ่ง ลบด้วย ความดันสถิตที่กดบนน้ำอีกด้านหนึ่งความแตกต่างที่วัดได้จึงเป็นความดันไดนามิค ฉะนั้น

ความดันรวม mm H_2O = (ความดันสถิต mm H_2O + ความดันไดนามิค mm H_2O).....(2.8)

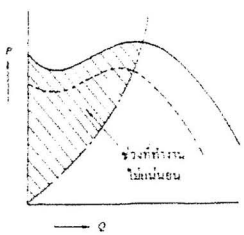
ความดันไดนามิค mm H_2O = $\frac{\text{(ความเร็วลม, m/s)}^2 \text{x (ความถ่วงจำเพาะของอากาศkg/m}^3\text{)}}{\text{(2x ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก, 9.8, m/s}^2\text{)}}$..(2.9)

$= \frac{\text{(ความเร็วลม, m/s)}^2}{16.33}$.....(2.10)

ความเร็วลม ,m/s2 = $\sqrt{0.440}$ ความดันไดนามิค H_2O.....(2.11)



ภาพที่ 2.27 แผนภูมิสมรรถนะการทำงานของพัดลม



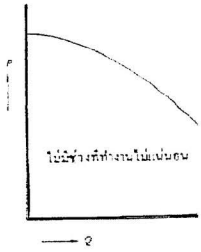
ภาพที่ 2.28 คุณลักษณะการทำงานของพัดลมหลายใบพร้อมด้วยช่องที่ทำงานไม่แน่นอน

ตารางที่ 2.5 ความดันไดนามิค (ความดันความเร็ว)และความเร็วลม

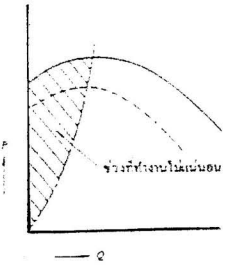
ความเร็วลม (m/s)	ความดันไดนามิคของลม (mmH_2O)
1.0	0.062
2.0	0.255
3.0	0.542
4.0	0.980
5.0	1.533
6.0	2.205
7.0	3.002
8.0	3.920
9.	4.962
10.0	6.126
11.0	7.412
12.0	8.821
13.0	10.352
14.0	12.006
15.0	13.783
16.0	15.682
17.0	17.703
18.0	19.847
19.0	22.114
20.0	24.503

(ความถ่วงจำเพาะของอากาศ: 1.20 kg/m^3)

ที่มา : ศาสตราจารย์บุญญศักดิ์ ใจจงจิต , เครื่องสูบ , เครื่องอัดลม ,เครื่องเป่าลม และพัดลม ศูนย์ตำราเรียน , สจพ , พระนครเหนือ 2527



ภาพที่ 2.29 คุณลักษณะการทำงานของพัดลมภาระจำกัด (ไม่มีช่วงทำงานไม่แน่นอน)



ภาพที่ 2.30 คุณลักษณะการทำงานของพัดลมแบบกังหัน (มีช่วงที่ทำงานไม่แน่นอน)

2.) กำลังที่ต้องการสำหรับพัดลม

เมื่ออากาศถูกส่งในอัตรา $1m^3/min$ ที่ความดันอากาศ 1mm H_2O ($1kg/m^2$)จะต้องการกำลัง 1kg .m/minสำหรับการส่งอากาศต่อเนื่องกันโดยพัดลมที่มีประสิทธิภาพ 100% พัดลมจะต้องการกำลัง 1 kw ในการส่งอากาศในอัตรา 6120 m^3/minที่ความดันรวม 1mn H_2O

กำลังเชิงทฤษฎี (กำลังม้าอากาศ) ที่ต้องการในการส่งอากาศจำนวน Qm^3/min ที่ความดันรวมP_t mm H_2O จะเป็น

กำลังม้าอากาศ = (ปริมาตรอากาศที่ไหลx ความดันรวม)/6120 kw

ถ้าประสิทธิภาพของพัดลมเป็น η .....(2.12)

กำลังม้าที่ต้องการจริง = (ปริมาตรอากาศที่ไหล x ความดันรวม)/(6120x ประสิทธิภาพ) kw .....(2.13)

ประสิทธิภาพของพัดลมขึ้นอยู่กับแบบและขนาดของพัดลม

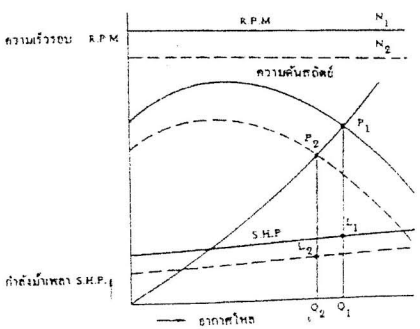
กฎพัดลม

คุณลักษณะของพัดลมขึ้นอยู่กับความเร็วรอบของพัดลมในช่วง $\pm$20% คุณลักษณะของพัดลมจะเป็นไปตามกฎสัดส่วนที่เรียกว่ากฎพัดลม

หัวข้อสำคัญมีดังต่อไปนี้

1.) อัตราการไหลของอากาศเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเร็วรอบของพัดลม

$$Q_2 = Q_1 x (N_1/N_2) \quad .....(2.14)$$



ภาพที่ 2.31 คุณลักษณะการทำงานเป็นฟังชั่นของความเร็วรอบ

2.) ความดันลม (ความดันรวม ความดันสถิต และความดันไดนามิค) เป็นสัดส่วนตรงกับความเร็วรอบของพัดลมกำลังสอง

$$L_2 = P_1 x (N_1/N_2)^2 \quad \text{.....(2.15)}$$

3.) กำลังเพลาเป็นสัดส่วนตรงกับความเร็วรอบของพัดลมกำลังสาม

$$L_2 = L_1 x (N_1/N_2)^3 \quad \text{.....(2.16)}$$

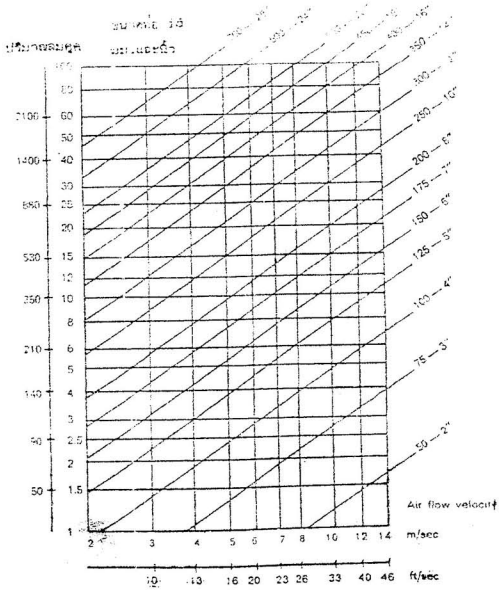
4.) เมื่อทั้งความเร็วรอบของพัดลมและอัตราการไหลของลมคงที่ทั้งความดันลมและกำลังเพลาจะเป็นสัดส่วนตรงกับความหนาแน่นของอากาศ

$$P_2 = P_1 x (p_1/p_2) \quad \text{.....(2.17)}$$

$$L_2 = L_1 x (p_1/p_2) \quad \text{.....(2.18)}$$

เมื่อ

Q_1	= อัตราการไหลเวียนของลมก่อนเปลี่ยน	m^3/min
N_1	= ความเร็วรอบของพัดลมก่อนเปลี่ยน	prm
P_1	= ความดันก่อนเปลี่ยน	mm H_2O
L_1	= กำลังเพลาก่อนเปลี่ยน	kw
p_1	= ความหนาแน่นของอากาศก่อนเปลี่ยน	kg/m^3
Q_2	= อัตราการไหลของลมภายหลังเปลี่ยน	m^3/min
N_2	= ความเร็วรอบของพัดลมภายหลังเปลี่ยน	rpm
P_1	= ความดันภายในหลังเปลี่ยน	mmH_2O
L_2	= กำลังเพลาภายหลังเปลี่ยน	kw
p_2	= ความหนาแน่นของอากาศภายหลังเปลี่ยน	kg/m^3



ภาพที่ 2.32 ไดอาแกรมความเร็วลมดูดในท่อดูดที่ควรใช้

หมายเหตุ จากความเร็วลมที่ใช้ในการดูดแกลบเท่ากับ 8 เมตรต่อวินาที ท่อลมที่ใช้ในการดูดแกลบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว จากไดอาแกรมความเร็วดูดในท่อจะได้ปริมาณลมประมาณ 2.2m^3/minเราจึงนำค่าที่ได้ไปเลือกใช้พัดลมในการดูดแกลบที่มีปริมาณมากกว่า2.2 m^3/min ในที่นี้เราใช้พัดลมในการดูดแกลบที่มีปริมาณลม 2.8 m^3/min ซึ่งสามารถใช้ได้

ที่มา : ศาสตราจารย์บุญญศักดิ์ ใจจงจิต , เครื่องสูบ , เครื่องอัดลม ,เครื่องเป่าลม และพัดลม ศูนย์ตำราเรียน , สจพ , พระนครเหนือ 2527

2.4.7 การส่งกำลังด้วยสายพาน [7]

การส่งกำลังด้วยสายพาน เป็นการส่งกำลังอย่างง่ายและราคาไม่แพง มีใช้กันแพร่หลายทั้งในชนบทและในเมือง เช่น เครื่องปั่นไฟ เครื่องสูบน้ำ เครื่องรถไถนา เครื่องยนต์ เครื่องเลื่อย เครื่องเจาะ เป็นต้น และยังมีการส่งกำลังจากเพลาหนึ่งไปยังเพลาหนึ่งผ่านล้อสายพาน โดยอาศัยความฝืดล้อสายพานยึดหยุ่นการส่งกำลังได้ถึง 35 % ประสิทธิภาพการส่งกำลังได้สูงถึง 98 %

ตารางที่ 2.6 ข้อได้เปรียบ ข้อจำกัด การใช้สายพานส่งถ่ายกำลัง

ข้อได้เปรียบ	ข้อจำกัด
1) ไม่ต้องการหล่อลื่นตลอดอายุการใช้งาน	1) ไม่ปลอดภัยเมื่อใช้ใกล้ความร้อน
2) ส่งกำลังไม่กระตุกยืดหยุ่นได้ถึง 35 %	2) ถูกน้ำมันและจาระบีไม่ได้
3) ประสิทธิภาพการส่งกำลังได้สูง	3) ทดความเร็วรอบที่แน่นอนไม่ได้ (ยกเว้นสายพานฟัน)
4) เสียงดังไม่มาก	4) ลื่นได้เมื่อหย่อน
5) ส่งกำลังที่เพลาอยู่ห่างกันมากได้	5) ลื่นได้เมื่อโหลดสูง
6) ส่งกำลังด้วยความเร็วรอบสูงได้ดี	
7) ไม่ต้องการความเที่ยงตรงศูนย์มู่เล่นัก	
8) ต้นทุนชุดส่งกำลังต่ำ	

ที่มา : อำพล ซื่อตรง. ชิ้นส่วนเครื่องกล. กรุงเทพฯ : พิมพ์ที่ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2536:

1) สายพานลิ่ม

ในการทำเครื่องสีข้าวได้เลือกใช้การส่งกำลังโดยใช้สายพานลิ่มที่มีรูปร่างหน้าตัดเป็นรูปตัววีโดยมีสิ่งที่ควรทราบก่อนเลือกใช้ เช่น คุณลักษณะสายพานลิ่ม , โครงสร้างสายพานลิ่ม, พิกัดสายพานลิ่มและการคำนวณหาขนาดของสายพานลิ่ม โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2.7 ข้อได้เปรียบ ข้อจำกัด การส่งกำลังด้วยสายพานลิ่ม

ข้อได้เปรียบ	ข้อจำกัด
1) ให้ประสิทธิภาพสูงกว่า 95 % 2) ใช้งานได้เรียบและไม่ตกร่อง 3) ส่งกำลังได้สูง ใช้อัตราทดได้ถึง 1:10 4) ให้ความเร็วรอบคงที่ และไม่มีเสียงดัง 5) ใช้ได้ในระยะห่างเพลาแคบ (ล้อสายพานเล็กและเพลาใกล้กัน) 6) แรงดึงตัวน้อยจึงไม่เป็นอันตรายต่อลูกปืน ยืดหยุ่นได้จึงไม่ลื่น 7) ทนอุณหภูมิได้กว่า 60°C 8) ใช้ความเร็วรอบได้ 22...30 มม./วินาที หรือมากกว่า 9) ไม่เกิดแรงสะท้านสะเทือนรบกวนกันระหว่างเพลาทั้งคู่ 10) ลดแรงกระตุกเมื่อเริ่มเดินเครื่อง	1) แรงกริยาข้างร่องลิ่มของล้อสายพานตัวเล็กต่ำ ถ้ามุมโอบสายพานมีน้อย เพราะใช้อัตราทดล้อสายพานมาก 2) ส่งถ่ายกำลังระยะเพลาห่างกันมากไม่ได้ มีขนาดตามพิกัดเท่านั้น

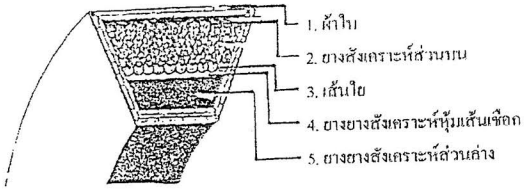
ที่มา : อำพล ซื่อตรง. ชิ้นส่วนเครื่องกล. กรุงเทพฯ : พิมพ์ที่ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2536

ก) คุณลักษณะสายพานลิ่ม

คุณลักษณะของสายพานลิ่มไว้ว่า สายพานลิ่มมีรูปร่างหน้าตาเป็นรูปตัววีที่เรียกว่า V-Belt เป็นมุมเพิ่มประสิทธิภาพการส่งถ่ายกำลังของสายพาน มีใช้กันแพร่หลายในเครื่องทุ่นแรงงานการเกษตรและงานอุตสาหกรรมการส่งถ่ายกำลังของสายพาน อาศัยความฝืดที่เกิดจากขอบร่องลิ่มล้อสายพานกับผิวลิ่มของสายพาน

ข) โครงสร้างสายพานลิ่ม

ส่วนประกอบของสายพานลิ่มซึ่งประกอบด้วยยางสังเคราะห์เส้นใยเสริมแรงหรือเท็ตตรอนและหุ้มด้วยผ้าใบทั้ง 4 ด้าน สายพานลิ่มเป็นสายพานแบบไม่มีรอยต่ออ่อนตัวได้ดี ทนแรงดึงสูงหน้าที่และส่วนประกอบสายพานลิ่มมีดังนี้



ภาพที่ 2.33 หน้าที่และส่วนประกอบของสายพานลิ่ม

- ผ้าใบจะเป็นผิวนอกส่วนที่สัมผัสกับร่องล้อสายพานเป็นยางที่ทนต่อการเสียดสีและทนต่อการกัดกร่อน ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำมัน โดยมีผ้าใบรองรับภายในโดยรอบ
- ยางส่วนบนเป็นยางสังเคราะห์ซึ่งจะทำหน้าที่เฉลี่ยแรงให้เส้นเชือกและรักษารูปทรงสายพานให้ตรง ยืดตัวเมื่อสายพานโอบล้อสายพาน
- เส้นใยจะเป็นเชือกภายในเป็นเส้นใยสังเคราะห์ประเภทเรยอนในล่อน หรือเส้นลวดชั้นเดียวหรือหลายชั้น ยืดได้ไม่เกิน 3 % ป้องกันสายพานยืด
- ยางหุ้มเส้นเชือกจะเป็นยางสังเคราะห์ทำหน้าที่หุ้มเชือก เพื่อให้เส้นเชือกรักษาตำแหน่งของมันโดยไม่แตกตัว
- ยางส่วนล่างเป็นยางสังเคราะห์ซึ่งจะเป็นส่วนรับแรงกด ส่งแรงจากเส้นเชือกไปยังร่องสายพาน

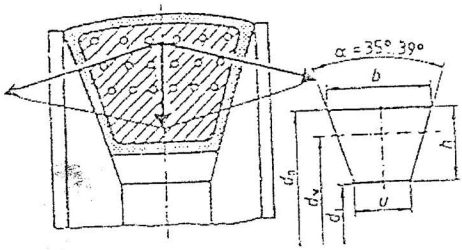
ค) พิกัดสายพานลิ่ม

พิกัดสายพานในที่นี้จะกล่าวเฉพาะสายพานลิ่ม เพราะเราพบเห็นได้ง่าย ตามร้านขายวัสดุและเครื่องมือทั้งงานทางเครื่องกลและไฟฟ้าตลอดจนร้านขายอะไหล่และบริการรถยนต์ตามข้างถนนทั่วไป

- ขนาดสายพานลิ่ม ที่หลังสายพานมีเครื่องหมายกำหนดขนาดไว้ หรือกำหนดตามตารางที่ 2.1 ความยาวกำหนดเป็นนิ้ว หรือ mm. เช่น สานพานลิ่มพิกัดนิ้ว B 42 หมายถึง

สายพานลิ่มหน้าตัดขนาด B หลังสายพานกว้าง 17 mm. ยาวรอบวง 42 นิ้ว หรือสายพานพิกัดเมตริกขนาด 17 x 100 หมายถึงสายพานหลังกว้าง 17 mm. ซึ่งในตารางที่ 2.8 จะเป็นการเปรียบเทียบสายพานหน้าแคบมาตรฐาน ISO และเมตริกของสายพานหน้าตัดต่าง ๆ

การเปรียบเทียบสายพานหน้าแคบมาตรฐาน ISO และเมตริกของสายพานหน้าตัดต่าง ๆ



ภาพที่ 2.34 สายพานลิ่มพิกัด ISO และเมตริก

ตารางที่ 2.8 ขนาดมาตรฐานสายพานหน้าแคบมาตรฐาน ISO และเมตริก

เบอร์มาตรฐาน ISO	Y	ไม่มี	Z	A	B	ไม่มี	C
เบอร์มาตรฐานเมตริก	6	8	10	13	17	20	22
ความกว้างบน (b)mm.	6	8	10	13	17	20	22
ความสูง(h) mm.	4	8	6	8	11	12.5	14
ความกว้างล่าง(u)mm.	3.3	4.5	5.9	7.5	9.4	11.4	12.35
ล้อสายพานเล็กสุด (dw)mm.	28	40	50	80	125	160	200

ที่มา: อำพล ซื่อตรง .ชิ้นส่วนเครื่องกล. กรุงเทพ : พิมพ์ที่ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2536

- สายพานลิ่มหน้าแคบ นิยมใช้กันทั่วไป เพราะเบาและอ่อนตัวได้ดีมาก ถ้าใช้เส้นเดียวไม่พอแรง ก็ใช้หลายเส้นได้ ยังใช้ความเร็วขอบได้สูง 40 m / sec ทนต่อแรงสั่นสะเทือนได้สูงและไม่เกินความร้อน ซึ่งสายพานลิ่มหน้าแคบจะมีขนาดหน้าตัด 4 ขนาด และการวัดขนาดความกว้างสายพานจะวัดที่ด้านบนของสายพาน ซึ่งความสูงของสายพานลิ่มหน้าแคบจะมีความสูงมากกว่าสายพานหน้ากว้างแต่มุมลิ่มของสายพานจะเท่ากันคือ 40 องศา

- สายพานหน้ากว้าง สายพานแบบนี้ มีใช้เฉพาะงานที่ความเร็วรอบไม่สูงนักและมักเป็นงานที่ใหญ่ๆ ถ้าความเร็วสูงมากจะลื่นและมีเสียงดัน ทั้งนี้ยกเว้นสายพานที่ท้องเป็นฟันเฟืองยืดหยุ่นและอ่อนตัวได้ดีมาก ใช้กับล้อสายพานขนาดเล็กๆ ได้ส่งแรงได้มากและไม่ลื่น ซึ่งสายพานลิ่มหน้ากว้างจะมีขนาดหน้าตัด 5 ขนาด และการวัดขนาดความกว้างของสายพานจะวัดด้านบนของสายพานขนาดความสูงจะต่ำกว่าสายพานลิ่มหน้าแคบมุม แต่มุมลิ่มจะเท่ากัน

ง) การคำนวณหาขนาดของสายพานลิ่ม

การคำนวณทางด้านการส่งกำลังด้วยสายพานลิ่มจะใช้ขนาดของกลางพิตช์ของล้อสายพาน (dp) เป็นพื้นฐาน ความยาวพิตช์โดยประมาณของสายพานลิ่มหาค่าได้ จากสมการ

$$Lp = 2C + 1.57\,(Dp+dp) + \frac{Dp-dp}{4c} \quad \text{.....(2.19)}$$

เมื่อ Lp = ความยาวพิตช์ของสายพาน

C = ระยะห่างจุดศูนย์กลางพูเล่ย์

Dp,dp = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของพูเล่ย์

การหาหน้าตัดและความยาวโดยประมาณของสายพานลิ่มสำหรับการส่งกำลังอาจทำได้โดยดูจากตารางที่ 2.8 โดยที่ตารางที่ 2.8 เป็นตารางที่บอกขนาดความยาวพิตช์จะมีค่าเป็น *mm. และในส่วนขนาดความยาวของสายพาน*ที่เป็นนิ้วจะนำไปใช้ในการหาเบอร์ของสายพานในตารางที่ 2.1 ซึ่งตัวเลขในตารางจะเป็นตัวเลขขนาดความยาวที่เป็น in เช่น หาสายพานมาตรฐานแบบ B โดยที่หาความยาวพิตช์ของสายพาน (Lp) ได้ 2565 mm. ซึ่งจะเท่ากับ 101 in.

จ) ข้อได้เปรียบข้อจำกัดการส่งกำลังด้วยสายพานลิ่ม [9]

<u>ข้อได้เปรียบ</u>

- ให้ประสิทธิภาพสูงกว่า 95%
- ใช้งานได้เรียบและไม่ตกร่อง
- ส่งกำลังได้สูง ใช้อัตราทดได้ถึง 1:10
- ให้ความเร็วรอบคงที่และไม่มีเสียงดัง

- ใช้ได้ในระยะห่างเพลาแคบ (ล้อสายพานเล็ก และเพลาใกล้กัน)
- ทนอุณหภูมิได้กว่า 60 C
- ใช้ความเร็วรอบค้าน 22-30 mm. / sec หรือมากกว่า

ข้อจำกัด

- แรงกิริยาข้างร่องลิ่มของล้อสายพานตัวเล็กต่ำถ้ามุมโอบสายพานมีน้อย เพราะใช้ อัตราทดล้อสายพานมาก
- การส่งกำลังระยะเพลาห่างกันมากไม่ได้มีขนาดตามพิกัดเท่านั้น

ฉ) ล้อสายพาน

ล้อสายพานทั่วไปทำจากเหล็กแผ่นและเหล็กหล่อมีพิกัดตามมาตรฐาน ล้อสายพานที่ผลิตในประเทศไทย อาจจำแนกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท คือประเทศไทยทำเพื่อไทยใช้ ส่วนใหญ่เป็นช่างไทยเชื้อสายจีนหล่อและกลึงจำหน่ายในราคาถูก สำหรับเครื่องทุ่นแรงงานเกษตรหรืองานที่ไม่ต้องการความเที่ยงตรงนัก ส่วนอีกประเภทหนึ่งเป็นประเทศไทยทำเพื่ออุตสาหกรรมผลิตตามพิกัดอุตสาหกรรมหรือผลิตตามบริษัทแม่กำหนด คือ กำหนดทั้งคุณสมบัติวัสดุและขนาดต่างๆ เพื่อเป็นชิ้นส่วนประกอบเครื่องจักร เครื่องยนต์ หรือเป็นสินค้าส่งออกได้ด้วยล้อสายพานลิ่มส่วนใหญ่ทำด้วยเหล็กหล่อลื่นและคงทน ถ่ายเทความร้อนได้ดี หากเป็นล้อสายพานคุณภาพสูงที่ใช้เครื่องจักรกลหรือเครื่องยนต์ต้องกำหนดพิกัดเนื้อเหล็กหล่อและพิกัดขนาดนับ 10 จุด ล้อสายพานลิ่มที่ส่งกำลังน้อยเช่น เครื่องเจียระไนใช้ล้อสายพานเหล็กแผ่นขึ้นรูปหรือพลาสติก มีน้ำหนักน้อยและแข็งแรงเพียงพอ

ช) อัตราทดและความรอบของล้อสายพาน

อัตราการเกิดการใช้งานที่มีล้อขับล้อตามมีความเร็วไม่เท่ากัน การที่เราใช้อัตราทดความเร็วรอบของล้อสายพานนั้นต้องการให้ล้อตามหมุนเร็วกว่าหรือช้ากว่าล้อขับก็ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน ค่าต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณอัตราทดความเร็วรอบของสายพาน

การคำนวณหาความเร็วรอบของล้อสายพาน จากสมการ

$$N_1 d_1 = n_2 d_2 \quad \text{.....(2.20)}$$

การคำนวณหาอัตราทดของล้อสายพาน จากสมการ

$$\text{อัตราทด (i)} = \frac{n_1}{n_2} \quad \text{.....(2.21)}$$

อัตราทด (i) = $\frac{d_1}{d_2}$ .....(2.22)

เมื่อ n_1 = ความเร็วรอบล้อขับ (rpm.)

n_2 = ความเร็วรอบล้อตาม (rpm.)

d_1 = เส้นผ่าศูนย์กลางล้อขับ (mm.)

d_2 = เส้นผ่าศูนย์กลางล้อตาม (mm.)

i = อัตราทด

การคำนวณหาความเร็วล้อสายพาน จากสมการ

$$V = \frac{\pi \times D \times n}{60} \quad \text{.....(2.23)}$$

เมื่อ D = เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm.)

n = ความเร็วรอบ (rpm.)

v = ความเร่ง

การคำนวณหาค่าความเร่งล้อสายพาน จากสมการ

$$a = \frac{v}{t} \quad \text{.....(2.24)}$$

เมื่อ a = ค่าความเร่งของล้อสายพาน

v = ความเร็วของล้อสายพาน (m / min)

t = เวลา (min)

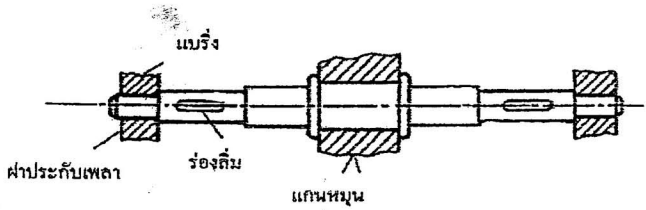
1) ขนาดและความคลาดเคลื่อนของงานล้อสายพาน

ขนาดและความคลาดเคลื่อนของล้อสายพานนั้นเป็นวิ่งสำคัญอย่างหนึ่งในการเลือกใช้ล้อสายพานซึ่งได้แสดงไว้ในตาราง ที่ 2.8 ในภาคผนวกซึ่งแต่ละตารางมีความแตกต่างกันออกไปดังเช่นตารางที่ 2.8 นั้น จะกล่าวถึงมิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของล้อสายพาน แรงกระทำและค่าคงที่สำหรับการทดสอบความยาวของสายพานซึ่งดูตารางที่ 2.3 ส่วนตารางที่ 2.3 นั้นจะกล่าวถึงมิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของล้อสายพานที่ใช้สำหรับการทดสอบความล้า

เนื่องจากการโค้งงอซึ่งสามารถใช้งานได้เฉพาะหน้าตัด A และหน้าตัด B และตาราง ที่ 2.4 จะกล่าวถึงแรงกระทำกับล้อสายพาน ความเร็วของล้อสายพานขับและร่องขนาดของสายพานตัววี สำหรับการทดสอบความล้าเนื่องจากการโค้งงอเฉพาะหน้าตัด A

2.4.8 เพลา (Shaft)

เพลาเป็นชิ้นส่วนเครื่องมือกลที่มีความสำคัญของระบบการส่งผ่านกำลัง กำลังที่ส่งผ่านเพลาอยู่ในรูปของโมเมนต์แรงบิด (Torque) ในการส่งผ่านกำลังระหว่างเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่งจำเป็นต้องอาศัยตัวกลาง เช่น เฟือง โซ่สายพานฯลฯ ดังนั้นจึงเกิดแรงเนื่องจากการขบกันของเฟืองเนื่องจากแรงฉุดของโซ่ หรือแรงดึงของสายพานมากระทำต่อเพลาอันเป็นผลให้เกิดโมเมนต์ดัด (Bending Moment) ขึ้นบนเพลา และบางกรณีอาจมีแรงกระทำตามแนวแกนของเพลาด้วย ดังนั้นในขณะที่เพลาทำหน้าที่ส่งผ่านกำลังเพลาจะรับทั้งโมเมนต์บิดและโมเมนต์ดัดพร้อมๆ กัน



ภาพที่ 2.35 รูปร่างลักษณะของเพลา

โดยปกติทั่วไป รูปหน้าตัดของเพลาจะเป็นวงกลม ขนาดไม่เท่ากัน แต่จะตกบ่าเป็นขั้น ๆ บางตำแหน่งจะมีร่องลิ่มเพื่อใช้ในการติดตั้งพูเล่ย์เฟือง แบริ่ง หรือชิ้นส่วนอื่นๆ เพลาที่ใช้โดยทั่วไปจะมีทั้งเพลากลวง และเพลาตัน

ในการออกแบบขนาดเพลาสำหรับงานปกติทั่วไป จะพิจารณาเฉพาะกำลังงานภาระ และคำนวณตรวจความแค้นที่เกิดขึ้นกับเพลา เพื่อให้ได้ค่าความปลอดภัยเพียงพอ สำหรับงานพิเศษในบางกรณี จึงจะพิจารณาถึงแก่ความแกร่ง และความเร็ววิกฤต (Critical Speed)

ก) ความแข็งแรงของเพลาเพลาที่ถ่ายถอดกำลังจะต้องรับภาระการบิดและ การดัด หรือทิ้งสองอย่างแต่มีเพลาบางแบบที่จะรับการดึงหรืออัดด้วย เช่น เพลากังหันแบบล้อ (Water Wheel) หรือเพลาขับของเรือนนอกจากนั้นยังต้องพิจารณาเรื่องความล้า การกระแทกหรืออิทธิพลของการรวมจุดความแค้นตกค้าง (Stress Concentration) เนื่องมาจากเปลี่ยนขนาด เพื่อทำบ่าหรือเมื่อมีการเซาะร่องลิ่ม ดังนั้นเพลาที่จะออกแบบต้องแข็งแรงพอที่จะรับโหลด

ข) ความแข็งแกร่งของเพลา นอกจากจะต้องแข็งแรงพอแล้ว ในขณะที่ใช้งานเพลาอาจจะโก่งหรือบิดเบี้ยวมาก อันอาจจะทำให้ผลิตผลที่ผลิตโดยเครื่องจักรนั้นๆ ผิดพลาดไป หรือทำให้การขบกันของเฟืองไม่สนิท ทำให้เกิดเสียงดังและสนั่นสะเทือน ด้วยเหตุนี้ ในการออกแบบเพลาจึงต้องนำความแข็งแกร่งเข้ามาพิจารณาร่วมกันความแข็งแรงด้วย แต่ทั้งนี้ก็ต้องพิจารณาประกอบด้วยว่าเพลานั้น ๆ ออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้กับงานหรือเครื่องจักรกลชนิดใดด้วย

ค) ความเร็ววิกฤต ถ้าความเร็วของเพลาถูกเพิ่มขึ้นมากๆ จะพบว่าที่ความเร็วที่จุดหนึ่งเพลามีความสั่นสะเทือนมากขึ้นอย่างผิดปกติในทันทีทันใด ความเร็วที่เกิดการสั่นสะเทือนมากอย่างนี้ เรียกว่า "ความเร็ววิกฤต" อาการเช่นนี้มักเกิดกับกังหันที่หมุนด้วยความเร็วสูง เครื่องยนต์สันดาปภายในมอเตอร์ไฟฟ้า ถ้าหากเราทิ้งไว้ที่ความเร็วนั้นเป็นเวลานานพอสมควรเพลาอาจจะเสียหาย ดังนั้นสำหรับชิ้นส่วนที่หมุนด้วยความเร็วสูง จะต้องระมัดระวังให้ความชื้นใช้งานต่ำกว่า ความเร็ววิกฤติเสมอ

ง) การกัดกร่อนเพลาของเครื่องจักรกลบางชนิด เช่น เพลาขับของเรือ เพลาของปั๊มที่สัมผัสกับของเหลวที่มีการกัดกร่อนหรือเพลาของเครื่องจักรที่มีช่วงหยุดใช้เป็นเวลานาน จะต้องเลือกทำด้วยวัสดุที่ถูกต้องและเหมาะสมจะช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักรและลดเวลาที่ต้องหยุดซ่อมแซมก่อนถึงเวลาอันควร

จ) วัสดุที่ใช้ทำเพลา เพลาของเครื่องจักรกลส่วนมากมักทำด้วยกรรมวิธีดึงเย็น (Cold Draw) แล้วแต่งผิวให้เรียบ โดยทำแท่งเหล็กเหนียวที่ได้จากเหล็กเหนียวแท่งมาไล่ออกซิเจนออก (Killed Ingot) ต้องมีคาร์บอนผสมอยู่ตาม เปอร์เซ็นต์ที่กำหนด เช่น JIS.G.3123 แต่วัสดุที่ได้ตามวิธีการดังกล่าวไม่ตรงอย่างแท้จริง และมีความเค้นหลงเหลืออยู่ในวัสดุ (Residual Stress) เมื่อนำมาเซาะร่องลิ่มก็จะทำให้ผิดพลาด เนื่องมาจากแรงเค้นที่หลงเหลือนี้ แต่ในขณะเดียวกัน การดึงเย็นก็จะทำให้ผิวของเพลามีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นไปด้วย

3) การออกแบบเพลา

ก) วิธีคำนวณหาภาระของเพลาที่ได้รับในการคำนวณหาภาระของเพลา สามารถคำนวณได้ จากสมการ

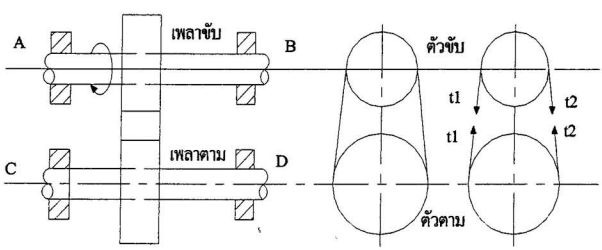
ก) การคำนวณภาระของเพลาที่ได้รับ

$$T = \frac{Hp \times 60}{2\pi N} \quad \text{.....(2.25)}$$

ข) การคำนวณโมเมนต์บิดที่เกิดขึ้นกับเพลา

เพลา AB มีโมเมนต์บิดเข้าที่ จุด A ผ่านเพลา AB มาออกที่จุด B พิจารณาที่ ไดอะแกรมแรงบิด (Torque Diagram) จะเห็นว่าเพลา AB จะรับโมเมนต์บิดเท่ากันตลอดทั้งท่อน โมเมนต์บิด TI เข้าที่เพลา AC ที่จุด A และออกที่จุด B มีค่า T2 และออกที่จุด C มีค่า T3 เนื่องมาจากเพลาท่อนเดียวกัน โมเมนต์บิดที่ได้รับมาต้องเท่ากันกับโมเมนต์ ที่ส่งออก คือ T1 = T2 + T3 พิจารณาที่ไดอะแกรมแรงบิด (Torque Duagram) จะเห็นเพลาช่วง AB จะต้องผ่านโมมนต์บิดเท่ากับ T1 และเพลาช่วง BC จะต้องส่งผ่านโมเมนต์ที่เหลืออยู่ภายหลังส่งออกที่จุด B แล้ว คือมีค่าเท่ากับ T1 - T2 ซึ่งเท่ากับ T3 ดังนั้นจะเห็นได้ว่า เพลา ช่วง AB จะมีโมเมนต์บิด T1 ซึ่งเท่ากับ T2 + T3 และเพลาช่วง AB จะมีโมเมนต์บิด T1 - T2 ซึ่งเท่ากับ T3

แรงที่กระทำกับเพลาได้รับโมเมนต์บิดเมื่อส่งผ่านกำลังจะทำโดยสายพาน การส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานดัง(ภาพที่ 2.38)การที่พูเล่ย์หมุนโดยการส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานจะเกิดจากแรงของสายพานด้านดึง กับสายพานด้านหย่อยขึ้นใหม่เท่ากัน และเมื่อมีแรงมากระทำบนเพลาจึงให้โมเมนต์บิดเกิดขึ้นกับเพลา



ภาพที่ 2.36 แสดงระบบส่งกำลังด้วยสายพาน

ล้อสายพานตัวตามหมุนได้เนื่องจากแรงดึง t_1 และ t_2 ไม่เท่ากัน

t_1 = แรงดึงของสายพานด้านตึง (N)

t_2 = แรงดึงของสายพานด้านหย่อน (N)

Fc = แรงที่ทำให้ล้อสายพานหมุน (N)

F = แรงที่สายพานกดเพลา (N)

T = โมเมนต์แรงบิดของเพลา (N-m)

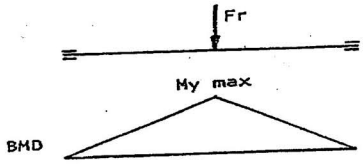
r = รัศมีของพูเล่ย์ (mm.)

$$FC = t_1 - t_2 = \frac{T}{r} \quad \text{.....(2.26)}$$

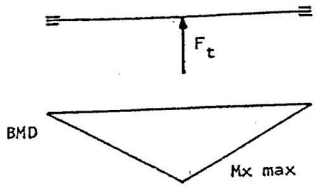
$$F = t_1 - t_2 \quad \text{.....(2.27)}$$

4) การคำนวณโมเมนต์ดัด (Bending Moment)

การส่งผ่านกำลังจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่ง จะทำให้เกิดแรงมากระทำต่อเพลา แรงนี้จะทำให้เกิดโมเมนต์ดัดขึ้นกับเพลา (ภาพที่ 2.39 , ภาพที่ 2.40)



ภาพที่ 2.37 แสดงให้เห็นโมเมนต์ดัดซึ่งเกิดขึ้นจากแรงในแนวดิ่งมองจากภาพด้านบน



ภาพที่ 2.38 แสดงให้เห็นโมเมนต์ดัดซึ่งเกิดขึ้นจากแรงในแนวระดับ มองจากภาพด้านบน

จะเห็นได้ว่า ณ จุดๆ หนึ่งบนเพลาจะมีโมเมนต์ดัดขึ้น 2 แนว ซึ่งตั้งฉากกันอยู่เพราะฉะนั้น เมื่อ ต้องการหาว่าจุดๆ นั้น มีโมเมนต์ดัดรวมกันเท่าไร จะหาได้ดังนี้ จากสมการ

เมื่อ Mr $= \sqrt{M^2X + M^2y}$ .....(2.28)

Mr = โมเมนต์ดัดรวม (N-m)

M^2x = โมเมนต์ดัดในแนวแกน X (N-m)

M^2y = โมเมนต์ดัดในแนวแกน y (N-m)

5) การคำนวณความเค้นดัด (Bending Stress) ที่เกิดขึ้นกับเพลา

เมื่อเพลาเกิดโมเมนต์ดัด จะเกิดความเค้นดัดขึ้น ในการคำนวณความเค้นความเค้นดัดสามารถคำนวณได้ จากสมการ

$$\sigma b = \frac{Mc}{i} \quad \text{.....(2.29)}$$

σb = ความเค้นดัด (N-mm^2)

M = โมเมนต์ (N-m)

C = รัศมีของเพลา (mm.)

I = โมเมนต์ของความเฉื่อยรอบแกนสะเทิน (Moment Inertia of Area) (mm.)

$$A = \frac{\pi d^2}{64} \quad \text{(สำหรับเพลาตัน).....(2.30)}$$

6) การคำนวณความเค้นแรงบิด

เพลานอกจากรับโมเมนต์ดัดแล้ว ในขณะเดียวกันจะรับโมเมนต์บิดด้วย ดังได้แสดงวิธีหามาแล้วโมเมนต์บิดนี้จะทำให้เกิดความเค้นแรงบิดขึ้น ซึ่งสามารถคำนวณได้ จากสมการ

เมื่อ $Tt = \frac{T \times r}{J}$ .....(2.31)

Tt = ความเค้นแรงบิด (N-mm^2)

T = โมเมนต์แรงบิด (N-m)

r = รัศมีของเพลา (mm)

J = Polar Moment Inertia of Area (mm^4)

7) การคำนวณหาขนาดเพลา

ในการหาขนาดของเพลา การสมมุติขนาดของเพลาขึ้นนั้น เป็นการยากที่จะสมมุติให้ได้ขนาดใกล้เคียง ดังนั้นอาจจะขนาดเพลาได้จากความเค้นบิด และความเค้นดัด

$$\sigma_{ball} = \frac{16T}{\pi d^3} \quad \therefore d^3 = \frac{16T}{\pi \sigma_{ball}} \qquad \text{(2.32)}$$

$$T_{ball} = \frac{16T}{\pi d^3} \quad \therefore d^3 = \frac{16T}{\pi T_{ball}} \qquad \text{(2.33)}$$

$$\tau_y = \frac{\tau_{max}}{n} \qquad \text{(2.34)}$$

$$\tau_a = \frac{16T}{\pi D^3} \qquad \text{(2.35)}$$

ตารางที่ 2.9 ค่าความเค้นบิด (σ_{ball}) และค่าความเค้นดัด (τ_{tall})

เพลาทำจากวัสดุ	ความเค้นแรงบิด (นิวตัน/มิลลิเมตร^2)	ความเค้นแรงดัด (นิวตัน/มิลลิเมตร^2)
St 42	12 — 18	30 — 60
St 50	20 — 40	40 — 60
St 60	40 — 60	60 —100
St 70	60 — 80	100 — 150

ที่มา : บรรเลง ศรนิลและกิตติ นิงสานนท์. การคำนวณและออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ม.ป.ป.

ขนาดที่หาได้จากความเค้นและความบิดจะไม่เท่ากันในการเลือกขนาดมาใช้งานให้ได้ค่าใหญ่ และค่าที่คำนวณได้จะมีขนาดต่างกันไป เพื่อให้ได้มาตรฐานจึงควรนำขนาดที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับขนาดมาตรฐานแล้วเลือกใช้ตามมาตรฐานจากตาราง

ตารางที่ 2.10 ขนาดมาตรฐานของเพลา

ขนาดมาตรฐานของเพลา (มิลลิเมตร)										
10	20	30	40	50	60	70	80	125	200	300
12	22	35	45	55	65	75	90	130	220	320
14	25						100	140	240	440
16							110	150	260	460
18							120	160	280	480

ที่มา : บรรเลง ศรนิลและกิตติ นิงสานนท์. การคำนวณและออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล.กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ม.ป.ป..

8) ค่าความปลอดภัย (Safety Factor)

การตรวจสอบหาค่าความปลอดภัยของเพลา จะต้องตรวจสอบบริเวณที่อันตราย เช่น บริเวณที่มีโมเมนต์ดัดสูงๆ บริเวณที่มีการเปลี่ยนรูปร่างลักษณะของเพลาที่มีการตกบ่า ตกร่อง หรือทำร่องลิ่มเป็นต้น ค่าความเค้นรวมบริเวณการตรวจสอบที่เกิดขึ้น บริเวณนั้น จะต้องน้อยกว่าค่าความเค้นที่ยอมให้ใช้งานได้เพลาบริเวณนั้นๆ เพื่อให้แน่ใจว่าเพลาบริเวณนั้นจะเกิดการเสียหายเมื่อนำไปใช้งาน จากสมการ

$$\frac{\pi AS}{\sigma e} \quad \text{.....(2.36)}$$

ดังนั้น $$Sf = \frac{\pi AS}{\sigma e}$$

Sf = ค่าความปลอดภัย

σAS = ค่าความเค้นที่ยอมให้ใช้งานได้ของเพลาบริเวณที่ตรวจสอบ (N/mm^2)

σe = ค่าความเค้นรวมบริเวณตรวจสอบ (N/mm^2)

2.4.9 ตลับลูกปืน (Bearing)

แบริ่งลูกปืนใช้สำหรับรองรับเพลาโครงสร้างของแบริ่งประกอบด้วยแหวนรอบนอก แหวนในจะมีลูกปืนเป็นตัวลดความเสียดทานลักษณะเป็นรูปทรงกลมหรือทรงกระบอกลูกปืนจะวิ่งอยู่บนทางวิ่งของแหวนนอกและแหวนใน โดยมีกรอบบังคับระยะห่างระหว่างลูกปืนแต่ละลูกความเสียดทานที่เกิดขึ้นกับแบริ่งลูกปืนจะเป็นแบบลูกกลิ้งฝืด (Rolling Friction) จึงมีความเสียดทานน้อย

กว่าแบริ่งปลอกประมาณ 25-50% ทำให้กำลังงานสูญเสียไปเนื่องจากความเสียดทานน้อย นอกจากนี้การเยื้องศูนย์ของเพลาและตัวแบริ่งมีน้อย เนื่องจากมีระยะคลอนน้อย การบำรุงรักษาและการหล่อลื่นทำได้ง่าย การผลิตแบริ่งลูกปืนจะเป็นมาตรฐานเหมือน ๆ กันดังนั้นการถอดเปลี่ยนอะไหล่จึงทำให้ทุกเวลาและสถานที่ชนิดของตลับลูกปืนจะใช้ความฝืดหมุนต่ำมาก เมื่อเปรียบเทียบกับความฝืดเลื่อนไหล ทำให้ความร้อนที่เกิดขึ้นจากแรงเสียดทานต่ำ

1) ประเภทของตลับลูกปืน

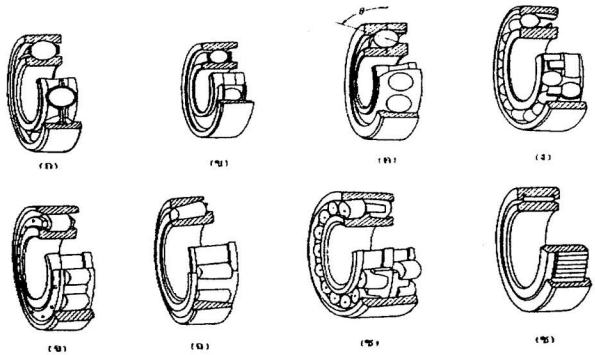
ก) กาบเพลา (Plain Bearing) แบบนี้เพลาจะกดอยู่บนผิวของรองลื่นโดยตรง โดยที่ระหว่างผิวรองลื่น และผิวเพลาที่มีชั้นของน้ำมันหล่อลื่นบางๆ คั่นอยู่ เมื่อเกิดการเคลื่อนที่ จะมีความฝืดเลื่อนไถลระหว่างผิวหน้าทั้งสองที่ใช้กันอยู่มีด้วยกัน 3 แบบ คือ

- Journal Bearing หรือ Sleerve Bearing ใช้รองรับการเคลื่อนที่ของเพลาที่หมุนหรือแกว่งไปมา
- Thrust bearing ใช้รองรับสภาวะในแนวแกนของเพลาที่หมุนหรือแกว่งไปมา
- Line Bearing หรือ Guide Bearing ใช้รองรับและบังคับแนวแกนการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่แบบเลื่อนไหล

ข) ตลับลูกปืน (Rolling Bering) แบบนี้ระหว่างผิวหน้าทั้งสองจะมีลูกปืนคั่นอยู่ ลูกปืนอาจเป็นวงกลม หรือ ลูกกลิ้งทรงกระบอก (มีหน้าตัดเท่ากันตลอด หรือไม่เท่ากันก็ได้) เมื่อเกิดการเคลื่อนที่จะเกิดความฝืดกลิ้งคั่นระหว่างผิวหน้าทั้งสองของลูกปืน

ตลับลูกปืนแบบลูกปืนกลมร่องลึกแถวเดียว

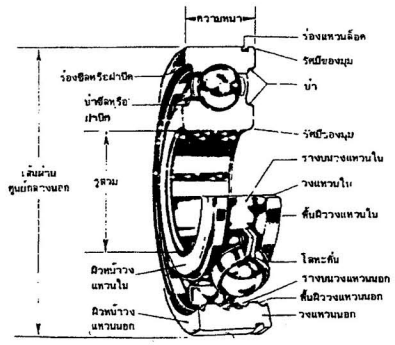
ก. ตลับลูกปืนแบบลูกปืนกลมแมกนีโต ฉ. ตลับลูกปืนแบบลูกปืนทรงกลม
ข. ตลับลูกปืนแบบลูกปืนกลมแถวเดียวสัมผัสมุม ช. ตลับลูกปืนแบบลูกปืนเข็ม
ค. ตลับลูกปืนแบบลูกปืนกลมปรับตัวได้แถวคู่ ซ. ตลบลูกปืนแบบลูกปืนกลกันรุนแถวเดียว
ง. ตลับลูกปืนแบบลูกปืนทรงกระบอกแถวเดียว
จ. ตลับลูกปืนแบบลูกปืนรูปกรวยแถวเดียว



ภาพที่ 2.39 แสดงตลับลูกปืนชนิดต่างๆ

2) ส่วนประกอบของตลับลูกปืน

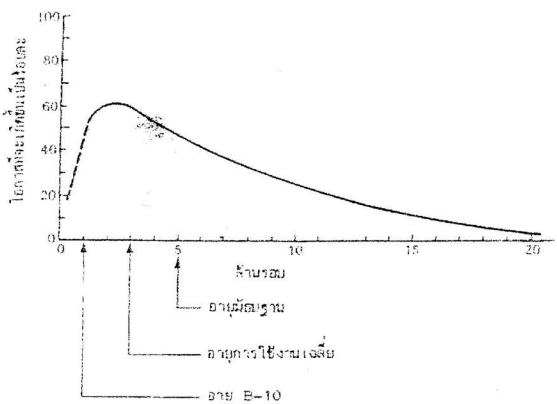
ประกอบด้วยวงแหวนเหล็กกล้าสองวงที่แยกออกจากกันด้วยลูกกลิ้งทรงกลม ลูกกลิ้งเหล่านี้รับแรงมาจากวงแหวนจากหนึ่งแล้วส่งแรงนี้ผ่านไปยังวงแหวนอีกวงหนึ่ง ด้วยการกลิ้งไปบนวงแหวน



ภาพที่ 2.40 แสดงส่วนต่างๆ ของตลับลูกปืน

3.) อายุการใช้งาน

อายุการใช้งานของแบริ่งไม่สม่ำเสมอ เพราะมีตัวแปรหลายตัวเข้ามาเกี่ยวข้อง การประเมินอายุการใช้งานใช้วิธีทางสถิติเข้ามาช่วย โดยปกติพิกัดรับแรงสูงสุดของแบริ่งที่ปรากฏในแคตตาล็อกแบริ่งจะเป็นอายุการใช้งานต่ำสุด (ใช้งานเป็นจำนวนรอบหรือชั่วโมงโดยอัตราความเร็วที่กำหนดให้) สำหรับแบริ่งอย่างน้อย 90 % ของแบริ่งชนิดเดียวกันนั้นที่ผลิตออกมากลุ่มเดียวกันอายุการใช้งานโดยเฉลี่ยประมาณ 3 เท่าของอายุใช้งานต่ำสุด ค่ามัธยฐานประมาณ 5 เท่าของอายุการใช้งานต่ำสุด



ภาพที่ 4.41 แสดงอายุการใช้งานของแบริ่งลูกกลิ้ง เส้นโค้งเยซ้ายคล้ายกับกระจาย แบบไวบุล

การกระจายของเส้นโค้งอายุการใช้งานมีความแปรปรวนมาก อาจเป็นเพราะขนาดวิธีการผลิตและมิติเผื่อไม่เป็นไปตามข้อกำหนด

สำหรับแบริ่งลูกกลิ้ง การประมาณแรงกระทำในแนวรัศมีของแบริ่ง ขึ้นอยู่กับจำนวนรอบต่อนาที และจำนวนชั่วโมงที่ 90 % ของแบริ่งชนิดนั้นไม่ชำรุดเสียหายก่อนกำหนดให้ผลคูณของ Rpm × 60 × ชั่วโมงใช้งานเท่ากับ 10 รอบ

บริษัทผู้ผลิตแบริ่งหลายแห่งได้กำหนดแรงประเมินในแนวรัศมีโดยอ้างอิงกับ 10 รอบแทนที่จะเป็นชั่วโมงการใช้งาน ดังนั้น

ชั่วโมงการใช้งาน = (10) / (rpm × 60).....(2.37)

ดังนั้นการรับแรงหนึ่ง การเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบ (ภายใต้พิกัดการคำนวณออกแบบ) จะส่งผลกระทบถึงส่วนกลับของอายุการใช้งาน

n1 / n2 = H2 / H1.....(2.38)

เมื่อ n = รอบ/นาที H = อายุการใช้งานเป็นชั่วโมง

นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงแรงที่กระทำต่อแบริ่ง ยังเป็นสัดส่วนกลับแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลกับอายุการใช้งานเป็นรอบ

(F1 / F2) = F1 / F2 = B2 / B1.....(2.39)

เมื่อ

F = แรงที่กระทำต่อแบริ่ง

B = อายุใช้งานเป็นรอบ

ค่าของ K อยู่ในระหว่าง 3 กับ 4 โดยที่ 3.0 สำหรับแบริ่งลูกกลิ้งกลม 3.3 สำหรับแบริ่งทรงกระบอกและแบริ่งเข็ม

ความสัมพันธ์ของ B (อายุการใช้งานเป็นรอบ) และ H (อายุการใช้งานเป็นชั่วโมง)เป็นดังนี้

B = H × RPM × 60.....(2.40)

ข้อดีและข้อเสียของแบริ่ง

ก) ข้อดีของลูกกลิ้งแบริ่ง

- เกิดความร้อนน้อย (ความเสียดทานต่ำ)
- ไม่ต้องใช้เวลาในขณะเริ่มหมุน
- รับภาระได้สูงที่ความเร็วรอบต่ำ
- มีการขยายตัวของระยะฟรีของร่องเพลาหลังจากหมุนไปนานๆ
- ถูกกำหนดเป็นมาตรฐานสากลจึงสามารถสับเปลี่ยนกันได้

ข) ข้อจำกัดของแบริ่งลูกกลิ้ง

- ไวต่อการกระแทก
- ต้นทุนการผลิตสูง
- มีอายุการใช้งานและกำจัดความเร็วรอบ

2.4.10 <u>การเลือกใช้มอเตอร์เพื่อนำมาเป็นต้นกำลัง</u>

การทำงานของเครื่องสีข้าวขนาดครัวเรือนนั้น จำเป็นจะต้องมีต้นกำลังเพื่อที่จะสามารถทำให้เครื่องทำงานได้ ซึ่งเครื่องต้นกำลังมีหลายชนิด แต่ในที่นี้เราใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย ระหว่างเครื่องยนต์และมอเตอร์แล้วมีข้อเสียและข้อดีต่อไปนี้ มอเตอร์จะไม่เสียงดังเหมือนเครื่องยนต์, ช่วยประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงจากน้ำมัน, มีขนาดเล็กกว่าเมื่อเปรียบจากการสันดาปเพราะใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งไม่เหมือนกับเครื่องยนต์ จากเหตุผลที่นำมาเปรียบเทียบกันที่ให้เลือกใช้มอเตอร์แทนเครื่องยนต์ มอเตอร์มีหลายชนิด มีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งจากการศึกษาค้นคว้าเพื่อทำการเลือกชนิดของมอเตอร์มาเป็นเครื่องต้นกำลังให้แก่เครื่องสีข้าวขนาดครัวเรือนนั้น ได้รับและเลือกเอามอเตอร์กระแสสลับแบบอินดักชั่น ซึ่งมีทฤษฎีดังนี้

1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้กระแสสลับ ซึ่งเป็นมอเตอร์ที่ได้รับความนิยมมากเพราะสะดวกในการหาแหล่งจ่ายและยังสามารถใช้งานได้ในงานอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง มอเตอร์กระแสไฟฟ้ากระแสสลับแบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

ก) มอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ (Induction Motor) มอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ แบ่งได้เป็น 2 ชนิด

- มอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ 1 เฟส (Single Phase Inducting Motor) ยังสามารถแบ่งออกเป็น สปลิทเฟสมอเตอร์ (Split Phase Motor) คาพาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor) รีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion Motor) ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal Motor)

- มอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ 3 เฟส (Three Phase Induction Motor) มอเตอร์แบบนี้นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เพราะใช้กำลังสูงกว่ามอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ 1 เฟสในขณะที่ขนาดเท่ากันสามารถแบ่งได้เป็นมอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ 3 เฟส แบบสไควเรลเกจโรเตอร์ (Squirrel Cage Rotor Three Phase Induction Motor) มอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ 3 เฟส แบบวาล์วโรเตอร์ (Wound Rotor Three Phase Induction Motor)

ข) มอเตอร์แบบความเร็วคงที่ (Synchronous Motor) มอเตอร์แบบความเร็วคงที่เป็นมอเตอร์ชนิดหนึ่งที่ทำงานด้วยความเร็วคงที่ตลอดเวลา ถึงแม้ภาระจะเปลี่ยนอย่างไรก็ตามมอเตอร์แบบความเร็วคงที่สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- มอเตอร์แบบความเร็วคงที่ 3 เฟส (Three Phase Synchronous Motor)
- มอเตอร์แบบความเร็วคงที่ 1 เฟส (Single Phase Synchronous Motor)

2) การคำนวณหากำลังของมอเตอร์

การคำนวณหากำลังของมอเตอร์ได้ จากสมการ

$$P = \frac{2\pi \times T \times N}{60} \quad \text{.....(2.41)}$$

เมื่อ P = กำลังมอเตอร์ มีหน่วยเป็น (W)

T = แรงบิด มีหน่วยเป็น (N- m)

N = ความเร็วรอบ มีหน่วยเป็น (rpm)

การรับแรงบิดจากมอเตอร์ จากสมการ

$$P = fc \times 0.746 \times Hp \quad \text{.....(2.42)}$$

P = การรับแรงบิดจากมอเตอร์

fc = กำลังเฉลี่ยที่จำเป็น

Hp = แรงม้า (W)

3) การคำนวณค่ากระแสไฟฟ้า

การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้า จากสมการ

พลังงานไฟฟ้า = กำลังงานไฟฟ้า x อัตราการทำงาน.....(2.43)

หาค่ากระแสไฟฟ้าได้ จากสมการ

ค่ากระแสไฟฟ้า = พลังงานไฟฟ้า x ค่าบริการ.....(2.44)

2.4.11 <u>ระบบหยอดเหรียญของเครื่อง</u>

1) อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่อง

ก) เซอร์กิตเบรกเกอร์(Circuit Breaker) เป็นอุปกรณ์ป้องกันวงจรไฟฟ้าที่ออกแบบเพื่อ ตัดวงจรโดยอัตโนมัติ คือ บังคับด้วยกลไกของตัวเซอร์กิตเบรกเกอร์เพื่อถูกกระตุ้นบังคับให้การทำงานด้วยการเปลี่ยนแปลงของกระแสแรงเคลื่อนอุณหภูมิจะไม่เกิดความเสียหายแก่ตัวมันองกรณีที่นำไปใช้ไม่กินพิกัดของเซอร์กิตเบอร์เกอร์สวิตช์ตอนอัตโนมัติที่เป็นอุปกรณ์ป้องกันวงจรไฟฟ้าชนิดนี้

ข) หม้อแปลง(Tranformer) เป็นตัวปรับแต่งแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้ลดลงกล่าวคือแรงเคลื่อนไฟฟ้าเข้า 220 V แปลงให้ลดลงเหลือ 19 V ป้อนเข้าในวงจร

ค) แม็กเนติกหรือคอนแทคเตอร์ เป็นสวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กช่วยให้เกิดการตัดต่อในวงจรกำลังที่ใช้กระแสค่อนข้าวสูง (ประมาณ 30-300 A) คอนแทคเตอร์มีส่วนประกอบและโครงสร้างเหมือนกับรีเลย์แต่ขนาดที่ใหญ่กว่าและอาจมีอุปกรณ์ช่วยดับการอาร์คที่คอนแทคเตอร์เพิ่มขึ้น

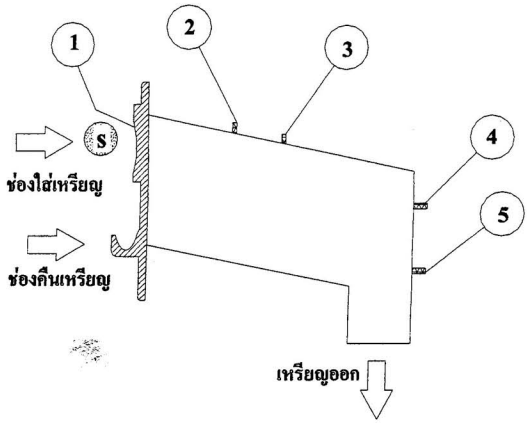
ง) ชุดหยอดเหรียญ เป็นตัวประมวลเหรียญที่ต้องทำการเช็คและประมวลเหรียญหรือจำเหรียญโดยการจำน้ำหนักของเหรียญโดยมีเหรียญ 1 บาท ,(เหรียญหลอก) ,5 บาท ,10 บาท ตามลำดับ

จ) วงจรควบคุม เป็นตัวประมวลผลของเหรียญว่าต้องใช้เวลาเท่าไรที่จะสั่งรีเลย์ทำงาน

ฉ) หลอดไฟ เป็นตัวแสดงการทำงานของเครื่อง

2) หลักการทำงานและการเช็ควงจร

ก) การเช็คชุดหยอดเหรียญ



ภาพที่ 2.42 แสดงชุดหยอดเหรียญ

(1) ช่องใส่เหรียญ

(2) ตัวทดลองใช้งาน คือ เลื่อนลงแล้วเลื่อนขึ้นจะได้การทำงาน 1 ครั้ง 1 บาท

(3) ควบคุมชุดที่ 1

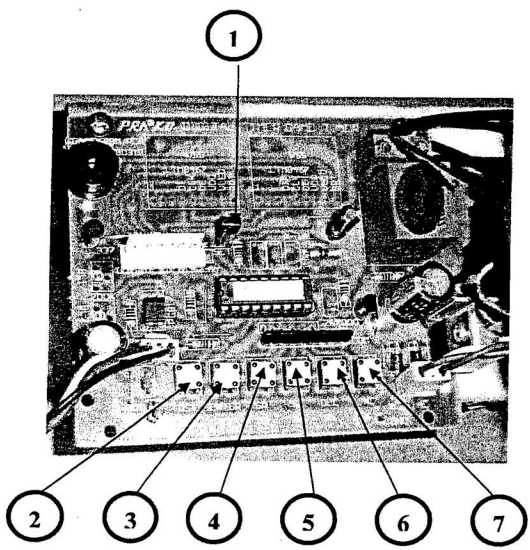
(4) ปุ่มทำงานกับระบบการปรับตั้ง (set)

(5) ควบคุมชุดที่ 2

ในการเช็คชุดหยอดเหรียญให้เลื่อน สวิตช์ที่ 4 ที่ปรับตั้งระบบ(set)และหยอดเหรียญ 1 บาทจำนวน 7 ครั้ง แล้วยกสวิตช์ 4 ขึ้น ที่ปุ่ม Start แล้วเลื่อนลงที่ปรับตั้งระบบ (set) แล้วหยอดเหรียญ (เหรียญหลอก) จำนวน 7 ครั้ง และยกสวิตช์ 4 ขึ้น ที่ ปุ่ม Start หนึ่งครั้งแล้วเลื่อนลงที่ปรับตั้งระบบ (set)และหยอดเหรียญ 5 บาท จำนวน 7 ครั้งและยกสวิตช์ 4 ที่ปุ่มStart หนึ่งครั้งแล้ว

เลื่อนลงที่ปรับ ตั้งระบบ (set) แล้วหยอดเหรียญ 10 บาท จำนวน 7 ครั้งเป็นครั้งสุดท้ายแล้วยก สวิตช์ 4 ขึ้น เป็นอันเสร็จสิ้นในการปรับ ตั้งระบบ (set)ชุดหยอดเหรียญสำหรับการทำงาน

ข) วงจรควบคุม



ภาพที่ 2.43 แสดงวงจรควบคุม

(1) จัมเปอร์ทำหน้าที่ต่อวงจรหรือ (set)
(2) ปุ่มปรับตั้ง (set)
(3) ปุ่ม Enter
(4) ปุ่มเหรียญฟังก์ชัน
(5) ปุ่มเหรียญฟังก์ชัน

เริ่มปรับตั้ง (set)ระบบ เครื่องใหม่ให้เสียบจัมปอร์ (1) เข้าแล้วเริ่มตั้งปรับตั้ง(set) ระบบเครื่อง ด้วยการกดปุ่ม set (2) แล้วกดปุ่ม (5) จากนั้นให้ว่าใช้เป็นนาที (min) หรือวินาที (sec) โดยกดปุ่ม (6) เลื่อนขึ้นและกดปุ่ม (7) เลื่อนลงพอเลือกได้แล้วให้กดปุ่ม (3) แล้วตั้งเวลาที่ใช้ต่อเหรียญว่าใช้เวลาเท่าไร แล้วกดปุ่ม (3) เป็นอันเสร็จสิ้นระบบการปรับตั้งแล้วถอด จัมเปอร์ (1) ออก ทั้งนี้การหยอดเหรียญของเครื่องจะทำงานตามระบบที่ได้ปรับตั้งไว้

2.5 สรุป

เนื้อหาในบทที่ 2 เป็นแนวคิดและทฤษฎี ซึ่งประกอบไปด้วย คำนำ นิยามศัพท์ที่สำคัญเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และทฤษฎีที่สำคัญ ในการดำเนินการสร้างเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญ มีทฤษฎีที่สำคัญคือ ทฤษฎีการคำนวณพัดลมและการหาขนาดของเพลา จากทฤษฎีที่กล่าวมานี้จะนำไปใช้เพื่อการออกแบบและคำนวณชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องสีข้าวกล่องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญ เพื่อทำการสร้างเป็นเครื่องต้นแบบในขั้นต่อไป

บทที่ 3
วิธีดำเนินงาน

3.1 คำนำ

การดำเนินงานพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญจะเริ่มจากการศึกษาทฤษฎีต่างๆ เพื่อช่วยในการออกแบบและพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญสำหรับใช้ในครัวเรือน การศึกษาออกแบบและพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญจะต้องศึกษากรรมวิธีการผลิต การบดแตกของเมล็ดข้าว และการแยกเมล็ดข้าวที่สีเสร็จแล้วออกจากปลายข้าว ให้มีความสัมพันธ์กับความเร็วรอบที่เหมาะสมและกำหนดระยะห่างของแผ่นยางให้เหมาะสมเพื่อการบดแตกของเมล็ดข้าวที่สมบูรณ์ ศึกษาการทำงานของสายพานและตลับลูกปืน ซึ่งการคำนวณค่าต่างๆ เหล่านี้จำเป็นต้องใช้ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญเป็นอย่างมาก

3.2 การวางแผนการดำเนินงาน

3.2.1 ศึกษาเนื้อหาและจัดเก็บข้อมูล

3.2.2 พัฒนาระบบการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญ

3.2.3 พัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญ

3.2.4 ทดลองและจัดเก็บผลข้อมูล

3.2.5 สรุปและประเมินผลการทำงานของเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก

3.2.6 จัดทำรูปเล่มรายงานการวิจัย

3.3 วิธีการดำเนินงาน

ในรายละเอียดของการทำงานนั้น จะแยกออกเป็นการออกแบบและคำนวณการออกแบบชิ้นส่วนเพื่อให้ทราบถึงวิธีการดำเนินงานในการสร้างเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญ

1) ตรวจสอบการคำนวณหาแรงเฉือนที่กะเทาะเปลือกข้าว

ก) ตรวจสอบการคำนวณหาขนาดพื้นที่ของเมล็ดข้าวที่ถูกเฉือน

ข) ตรวจสอบการคำนวณหาค่ามาตรฐานของยางที่ใช้กะเทาะเปลือกข้าว

ค) ตรวจสอบการคำนวณหาแรงเฉือนที่ใช้กะเทาะเปลือกข้าว

ง) ตรวจสอบการคำนวณหาปริมาตรของเมล็ดข้าวที่ถูกแรงกระทำ

2) ตรวจสอบหาแรงบิดของเพลาของชุดลูกยางสีข้าว

ก) ตรวจสอบการ คำนวณหาขนาดของเพลา

ข) ตรวจสอบการคำนวณหาค่าความเค้นที่ใช้ในการออกแบบเพลา

ค) ตรวจสอบการคำนวณหาโมเมนต์แรงบิดของเพลา

ง) ตรวจสอบการคำนวณหากำลังเฉลี่ยของตัวขับ

จ) ตรวจสอบการคำนวณหาการรับแรงบิดจากมอเตอร์

ฉ) ตรวจสอบการคำนวณหากำลังของมอเตอร์ไฟฟ้า

3) ตรวจสอบการคำนวณหากำลังมอเตอร์

ก) ตรวจสอบการคำนวณหากำลังมอเตอร์ชุดกะเทาะเปลือกข้าว

ข) ตรวจสอบตรวจสอบการการคำนวณหากำลังมอเตอร์ชุดพัดลม

ค) ตรวจสอบการคำนวณหากำลังมอเตอร์ชุดแยกข้าวเปลือก

ง) ตรวจสอบการคำนวณหากำลังมอเตอร์ชุดส่งข้าวเปลือก

4) ตรวจสอบการคำนวณหาความเร็วของชุดสายพาน

ก) ตรวจสอบการคำนวณหาความเร็วรอบ

- ตรวจสอบการคำนวณหาความเร็วรอบของพูเล่ย์ชุดกะเทาะเปลือก
- ตรวจการคำนวณคำนวณหาความเร็วรอบของพูเล่ย์พัดลม
- ตรวจสอบการคำนวณหาความเร็วรอบของพูเล่ย์ชุดแยกข้าวเปลือก
- ตรวจสอบการคำนวณหาความเร็วรอบของพูเล่ย์ชุดส่งข้าวเปลือก

ข) ตรวจสอบการคำนวณหาแรงที่ใช้ในการหมุน

- ตรวจสอบการคำนวณหาแรงที่ใช้ในการหมุนของชุดกะเทาะเปลือก
- ตรวจสอบการคำนวณหาแรงที่ใช้ในการหมุนของพัดลม
- ตรวจสอบการคำนวณหาแรงที่ใช้ในการหมุนของชุดแยกข้าวเปลือก
- ตรวจสอบการคำนวณหาแรงที่ใช้ในการหมุนของตัวชุดส่งข้าวเปลือก

3) ตรวจสอบการคำนวณหาอัตราเร่ง

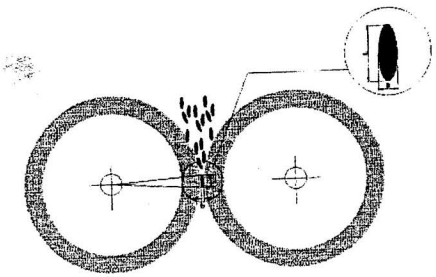
- ตรวจสอบการคำนวณหาอัตราเร่งของชุดกะเทาะเปลือก
- ตรวจสอบการคำนวณหาอัตราเร่งของชุดพัดลม
- ตรวจสอบการคำนวณหาอัตราเร่งของชุดแยกข้าวเปลือก
- ตรวจสอบการคำนวณหาอัตราเร่งของชุดส่งข้าวเปลือก

3.3.2) ตรวจสอบการคำนวณรายละเอียดต่างๆ

1) ตรวจสอบการคำนวณหาแรงเฉือนที่กะเทาะเปลือกข้าว

ก) ตรวจสอบการคำนวณหาขนาดพื้นที่ของเมล็ดข้าวที่ถูกเฉือน

สถาบันวิจัยข้าวได้ให้ข้อมูลของข้าวเปลือกสายพันธุ์ปทุมธานี ว่ามีขนาดความยาว เท่ากับ 10.1 mm. และความโตของเมล็ดข้าวเท่ากับ 2.5 mm. จากสมการที่ 2.5



ภาพที่ 3.1 แสดงพื้นที่ของเมล็ดข้าวที่ถูกเฉือน

$$A = \frac{2}{3} \times b \times I$$

เมื่อ A = พื้นที่ของเมล็ดข้าวที่ถูกเฉือน

I = ความยาวของเล็ดข้าว

= 10.1 mm.

b = ความโตของเมล็ดข้าว

= 2.5 mm.

แทนค่า $= \frac{2}{3} \times 2.5 \times 10.1$

$= 16.83$ mm.

ข) ตรวจสอบการคำนวณหาค่ามาตรฐานของยางที่ใช้กะเทาะเปลือกข้าว

ยางตามมาตรฐานว่าความเค้นแรงดึงของยางกะเทาะเท่ากับ 50 N/mm^2 แต่แรงที่ใช้กะเทาะเปลือกข้าว คือ แรงเฉือนซึ่งยางไม่ได้เกิดการเปลี่ยนรูปเสียหายจึงใช้ค่าความเค้นเฉือนเป็นเพียง 1 % ของค่าความเค้นแรงดึง ดั้งนั้นคิดที่ 1 %

$$1\% = \frac{1 \times 50}{100}$$

$$= 0.5 N/mm^2$$

$\therefore$ ค่าความเฉือนของยางเท่ากับ 0.5 N/mm^2

ค) ตรวจสอบการคำนวณหาแรงที่ใช้กะเทาะเปลือกข้าว 1 เมล็ด

แรงเฉือนที่ใช้กะเทาะเปลือกข้าว จากสมการที่ 2.3

Shear Strength $(\tau) = \frac{P}{A}$

เมื่อ Shear Strength (τ) = แรงเฉือนที่ใช้กะเทาะเปลือกข้าว

Shear Strength $(\tau) = 0.5$ N/mm^2

P = แรงเฉือนสูงสุด

A = พื้นที่ของเมล็ดข้าวที่ถูกเฉือน

$= 16.83$ mm^2

แทนค่า $0.5 = \frac{P}{16.83}$

$P = 0.5 \times 16.83$

$= 8.4$ N

$\therefore$ แรงที่ใช้ในการกะเทาะเปลือกข้าว 1 เมล็ด ใช้แรง 8.4 N

ง) ตรวจสอบการคำนวณหาปริมาตรของเมล็ดข้าวที่ถูกแรงกระทำ จากสมการที่ 2.6

$$v = \pi \frac{d^2}{4} I$$

เมื่อ V = ปริมาตรของเมล็ดข้าวที่ถูกแรงกระทำ

D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ดข้าว

= 2.5 mm.

I = ขนาดความยาวของเมล็ดข้าว

= 10.1 mm.

แทนค่า $= \frac{\pi \times 2.5 \times 10.1}{4}$

$= 19.83 \text{ mm}^3$

2) ตรวจสอบการคำนวณหาแรงบิดของเพลา

ตรวจสอบการคำนวณหาแรงบิดชุดลูกยางสีข้าว จากสมการที่ 2.4

$T = P \times r$

T = แรงบิด (N-m)

P = แรง (N)

r = รัศมีของล้อสีข้าว (mm.)

แทนค่า $= 8.4 \times 150$

$= 1.26$ N-m

กำลังเฉลี่ยของตัวขับ จากสมการที่ 2.10

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

∴ มอเตอร์ทั่วๆไปมีความเร็วรอบ 1450 rpm

$$P = \frac{2 \times \pi \times 1.26 \times 1450}{60}$$

$= 191.32$ W

1 Hp = 746 W

$= \frac{191.32}{746}$

$= 0.256$ Hp

∴ กำลังเฉลี่ยของตัวขับชุดลูกยางสีข้าว = 0.256 Hp

ใช้แรงโมเมนต์บิดจากการส่งกำลังของเพลากะเทาะเปลือกอย่างเดียว โดยไม่มีการนำแรงโมเมนต์บิดจากเพลาเป่าแกลบมาคิดเพราะน้ำหนักของพัดลมไม่มีผลเสียกับโครงสร้างเหล็กได้

เลือกใช้วัสดุทำเพลาเป็นเหล็กเหนียว St 37

ทนแรงดึง 370 N/mm^2

ทนแรงดึงที่จุดล้าตัว 235 N/mm^2

เปอร์เซ็นต์การยืดตัว 25%

ตรวจสอบการคำนวณหาค่าความเค้นที่ใช้ในการออกแบบเพลา

ค่าความเค้นที่ใช้ในการออกแบบเพลาสูงสุด จากสมการที่ 2.34

$$\tau_y = \frac{\tau_{max}}{n}$$

n = สำหรับเหล็กเหนียวค่าองค์ประกอบความปลอดภัย = 2

แทนค่า $\tau_y = \frac{370}{2}$

$= 185 \ N/mm^2$

หาขนาด ∅ ของเพลาต่ำสุด

$$\tau_a = \frac{16T}{\pi D^3}$$

$$185 \ N/mm^2 = \frac{16 \times 1.26N - mm}{\pi D^3}$$

$$D^3 = \frac{16 \times 1260N - mm}{185N/mm^2 \times \pi}$$

$$D = 11.56 \ mm$$

∴ ในการออกแบบเลือกใช้ขนาดเพลาที่โตกว่า 12 mm. ขึ้นไป ที่ St 37 (ขนาด ∅ 20 mm.)

ก) คำนวณหาขนาดของเพลา

เลือกใช้วัสดุทำเพลา เป็นเหล็กเหนียว St 37 (ขนาด ∅ 20 mm.)

ทนแรงดึง 370 N/mm^2

ทนแรงดึงที่จุดล้าตัว 235 N/mm^2

เปอร์เซ็นต์การยืดตัว 25%

ข) ตรวจสอบการค่าความเค้นที่ใช้ในการออกแบบเพลาสูงสุด จากสมการที่ 2.34

n = สำหรับเหล็กเหนียวค่าองค์ประกอบความปลอดภัย = 2

$$\tau_y = \frac{\tau_{max}}{n}$$

แทนค่า $\tau_y = \frac{370}{2}$

$= 185 \ N/mm^2$

$\therefore$ ค่าความเค้นออกแบบ = $185 \ N/mm^2$

ค) ตรวจสอบการคำนวณโมเมนต์แรงบิดของเพลา (ขนาด ∅20 mm.) จากสมการที่ 2.35

$$\tau_a = \frac{16T}{\pi D^3}$$

$$185 \ N/mm^2 = \frac{16T}{\pi D^3}$$

$$T = \frac{185 N/mm^2 \times \pi \times (20mm)^3}{16}$$

$= 290{,}597$ N-mm

$= 290.599$ N-m

$\therefore$ สามารถรับแรงบิดได้สูงสุด 290.59 N-m

$$T_{ball} = \frac{16T}{\pi d^3}$$

$$T_{ball} = \frac{16x290.59}{3.14x(20)^3}$$

$= 0.184$ N-m

ง) ตรวจสอบการคำนวณกำลังเฉลี่ยของตัวขับ จากสมการที่ 2.41

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

$\therefore$ มอเตอร์ทั่วๆไปมีความเร็วรอบ 1450 rpm

$$\therefore P = \frac{2 \times \pi \times 0.184 \times 1450}{60}$$

$= 27.93 \text{ W}$

$\therefore$ กำลังเฉลี่ยของตัวขับ $= 27.93 \text{ W}$

จ) ตรวจสอบการรับแรงบิดจากมอเตอร์ จากสมการที่ 2.42

$$P = fc \times 0.746 \times Hp$$

$$Hp = \frac{p}{fc \times 0.746}$$

fc = กำลังเฉลี่ยที่จำเป็น = 1.2

$$Hp = \frac{27.93}{1.2 \times 0.746}$$

$= 31.1 \text{ W}$

$\therefore$ เพลาสามารถรับแรงจากมอเตอร์ได้สูงสุดประมาณ 30 W

ฉ) ตรวจสอบหากำลังของมอเตอร์ไฟฟ้า จากสมการที่ 2.41

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

$T = 0.184 \text{ N-m}$

$$P = \frac{2 \times \pi \times 0.184 \times 1450}{60}$$

$= 27.93 \text{ W}$

มอเตอร์ไฟฟ้า $1 Hp = 746 \text{ W}$

$$Hp = \frac{27.93}{746}$$

$= 0.0374 \ Hp$

ที่ St 37 (ขนาด $\varnothing$ 25.4 mm.)

ก) ตรวจสอบการคำนวณหาขนาดของเพลา

เลือกใช้วัสดุทำเพลาเป็นเหล็กเหนียว St 37 (ขนาด $\varnothing$ 25.4 mm.)

ทนแรงดึง 370 N/mm^2

ทนแรงดึงที่จุดล้าตัว 235 N/mm^2

เปอร์เซ็นต์การยืดตัว 25 %

ข) ตรวจสอบการคำนวณหาค่าความเค้นที่ใช้ในการออกแบบเพลา

ค่าความเค้นที่ใช้ในการออกแบบเพลาสูงสุด จากสมการ 2.34

n = สำหรับเหล็กเหนียวค่าองค์ประกอบความปลอดภัย = 2

$$\tau_y = \frac{\tau_{max}}{n}$$

แทนค่า $\tau_y = \frac{370}{2}$

$= 185 \quad N/mm^2$

∴ ค่าความเค้นออกแบบ $= 185 \quad N/mm^2$

ค) ตรวจสอบการคำนวณหาโมเมนต์แรงบิดของเพลา (ขนาด ∅25.4 mm.) จากสมการที่ 2.35

$$\tau_a = \frac{16T}{\pi D^3}$$

$$185 \ N/mm^2 = \frac{16T}{\pi D^3}$$

$$T = \frac{185\,N/mm^2 \times \pi \times (25.4mm)^3}{16}$$

$= 595{,}254$ N-mm.

$= 595.254$ N-m

∴ สามารถรับแรงบิดได้สูงสุด 595.25 N-m

$$T_{ball} = \frac{16T}{\pi d^3}$$

$$T_{ball} = \frac{16x595.25.}{3.14x(25.4)^3}$$

$= 0.185$ N-m

ง) ตรวจสอบการคำนวณหากำลังเฉลี่ยของตัวขับ

ตรวจสอบการคำนวณกำลังเฉลี่ยของตัวขับ จากสมการที่ 2.41

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

∴ มอเตอร์ทั่วๆไปมีความเร็วรอบ 1450 rpm

$$\therefore P = \frac{2\times\pi\times 0.185\times 1450}{60}$$

$$= 28.09 \text{ W}$$

∴ กำลังเฉลี่ยของตัวขับ = 28.09 W

จ) ตรวจสอบการรับแรงบิดจากมอเตอร์

การรับแรงบิดจากมอเตอร์ จากสมการที่ 2.42

$$P = fc\times 0.746\times Hp$$

$$Hp = \frac{p}{fc\times 0.746}$$

fc = กำลังเฉลี่ยที่จำเป็น = 1.2

$$Hp = \frac{28.09}{1.2\times 0.746}$$

$$= 31.37 \text{ W}$$

∴ เพลาสามารถรับแรงจากมอเตอร์ได้สูงสุดประมาณ 31 W

ฉ) ตรวจสอบการคำนวณหากำลังของมอเตอร์ไฟฟ้า จากสมการที่ 2.41

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

T = 0.185 N-m

$$P = \frac{2\times\pi\times 0.185\times 1450}{60}$$

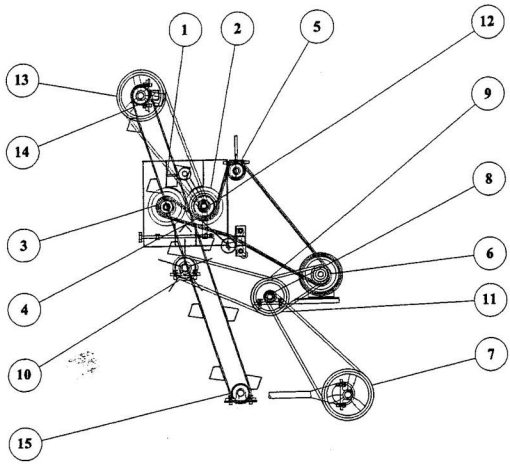
$$= 28.09 \text{ W}$$

มอเตอร์ไฟฟ้า $1\ Hp$ = 746 W

$$Hp = \frac{28.09}{746}$$

$$= 0.0376\ Hp$$

3) ตรวจสอบการคำนวณหากำลังมอเตอร์



จากรายละเอียดของเพลาตามแบบงานหมายเลขต่างๆ แสดงรายละเอียดดังนี้

1. ชิ้นส่วนที่ 3 เพลาตัวที่ 1
2. ชิ้นส่วนที่ 4 เพลาตัวที่ 2
3. ชิ้นส่วนที่ 11 เพลาตัวที่ 3
4. ชิ้นส่วนที่ 10 เพลาตัวที่ 4
5. ชิ้นส่วนที่ 8 เพลาตัวที่ 5
6. ชิ้นส่วนที่ 7 เพลาตัวที่ 6
7. ชิ้นส่วนที่ 12 เพลาตัวที่ 7
8. ชิ้นส่วนที่ 13 เพลาตัวที่ 8
9. ชิ้นส่วนที่ 14 เพลาตัวที่ 9

ก) ตรวจสอบหากำลังมอเตอร์ชุดกะเทาะเปลือกข้าว

ชิ้นส่วนที่ 3 จากสมการที่ 2.41

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

P = กำลังมอเตอร์ W

T = แรงบิดของเพลา

= 0.184 N-m

N = ความเร็วรอบของเพลา

= 1450 rpm

แทนค่า P $= \frac{2\pi \times 0.184 \times 1450}{60}$

= 27.94 W

Hp $= \frac{27.94}{746}$

= 0.038 Hp

ชิ้นส่วนที่ 4 จากสมการที่ 2.41

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

P = กำลังมอเตอร์ W

T = แรงบิดของเพลา

= 0.184 N-m

N = ความเร็วรอบของเพลา

= 1065 rpm

แทนค่า P $= \frac{2\pi \times 0.184 \times 1065}{60}$

= 20.52 W

Hp $= \frac{20.52}{756}$

= 0.028 Hp

ข) ตรวจสอบหากำลังมอเตอร์ชุดพัดลม

ชิ้นส่วนที่ 11 จากสมการที่ 2.41

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

P = กำลังมอเตอร์ W

T = แรงบิดของเพลา

= 0.184 N-m

N = ความเร็วรอบของเพลา

= 709.53 rpm

แทนค่า P = $\frac{2 \times 3.1416 \times 0.184 \times 709.53}{60}$

= 13.67 W

Hp = $\frac{13.67}{746}$

= 0.018 Hp

ชิ้นส่วนที่ 10 จากสมการที่ 2.41

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

P = กำลังมอเตอร์ W

T = แรงบิดของเพลา

= 0.184 N-m

N = ความเร็วรอบของเพลา

= 1064.9 rpm

แทนค่า P = $\frac{2 \times 3.1416 \times 0.184 \times 1064.9}{60}$

= 20.51 W

Hp = $\frac{20.51}{746}$

= 0.028 Hp

ค) ตรวจสอบหากำลังมอเตอร์ชุดแยกข้าวเปลือก

ชิ้นส่วนที่ 8 จากสมการที่ 2.41

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

P = กำลังมอเตอร์ W

T = แรงบิดของเพลา

= 0.185 N-m

$= 2130 \text{ rpm}$

$$P = \frac{2 \times 3.1416 \times 0.184 \times 2130}{60}$$

$= 41.04 \text{ W}$

$$Hp = \frac{41.04}{746}$$

$= 0.055 \text{ Hp}$

ชิ้นส่วนที่ 13 จากสมการที่ 2.41

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

P = กำลังมอเตอร์ W

T = แรงบิดของเพลา

$= 0.185 \text{ N-m}$

N = ความเร็วรอบของเพลา

$= 532.5 \text{ rpm}$

$$P = \frac{2 \times 3.1416 \times 0.185 \times 532.5}{60}$$

$= 10.31 \text{ W}$

$$Hp = \frac{10.31}{746}$$

$= 0.014 \text{ Hp}$

ชิ้นส่วนที่ 14 จากสมการที่ 2.41

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

P = กำลังมอเตอร์ W

T = แรงบิดของเพลา

$= 0.185 \text{ N-m}$

N = ความเร็วรอบของเพลา

$= 1450 \text{ rpm}$

$$P = \frac{2 \times 3.1416 \times 0.185 \times 1450}{60}$$

N = ความเร็วรอบของเพลา

= 1745.2 rpm

$$P = \frac{2 \times 3.1416 \times 0.185 \times 1745.2}{60}$$

= 33.81 W

$$Hp = \frac{33.81}{746}$$

= 0.045 Hp

ชิ้นส่วนที่ 7 จากสมการที่ 2.41

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

P = กำลังมอเตอร์ W

T = แรงบิดของเพลา

= 0.185 N-m

N = ความเร็วรอบของเพลา

= 532.49 rpm

$$P = \frac{2 \times 3.1416 \times 0.185 \times 532.49}{60}$$

= 10.31 W

$$Hp = \frac{10.31}{746}$$

= 0.014 Hp

ง) ตรวจสอบหากำลังมอเตอร์ชุดส่งข้าวเปลือก

ชิ้นส่วนที่ 12 จากสมการที่ 2.41

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

P = กำลังมอเตอร์ W

T = แรงบิดของเพลา

= 0.184 N-m

N = ความเร็วรอบของเพลา

$$= 28.09 \text{ W}$$

$$\text{Hp} = \frac{28.09}{746}$$

$$= 0.038 \text{ Hp}$$

ชิ้นส่วนที่ 15 จากสมการที่ 2.41

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

P = กำลังมอเตอร์ W

T = แรงบิดของเพลา

$$= 0.185 \text{ N-m}$$

N = ความเร็วรอบของเพลา

$$= 1450 \text{ rpm}$$

$$P = \frac{2 \times 3.1416 \times 0.185 \times 1450}{60}$$

$$= 28.09 \text{ W}$$

$$\text{Hp} = \frac{28.09}{746}$$

$$= 0.038 \text{ Hp}$$

ดั้งนั้นในตรวจสอบการคำนวณรายละเอียดสำหรับการพัฒนาได้ทั้งหมด

กำลังเฉลี่ยของตัวขับชุดลูกยางสีข้าว = 0.256 Hp

ชุดกะเทาะเปลือกข้าว = 0.066 Hp

ชุดพัดลมดูด = 0.046 Hp

ชุดคัดแยกแยกข้าวเปลือก = 0.059 Hp

ชุดลำเลียงข้าวเปลือก = 0.145 Hp

$$= 0.256 + 0.066 + 0.046 + 0.059 + 0.145 = 0.572 \text{ Hp}$$

$\therefore$ ใช้มอเตอร์ขนาด 1 Hp

ในการนี้ทดลองหมุนของลูกยางกะเทาะเปลือกข้าวซึ่งสามารถกะเทาะเปลือกข้าวได้โดยไม่ทำให้เกิดการการติดขัดเนื่องจากการทดลองปล่อยเมล็ดข้าวลงระหว่างลูกยางกะเทาะเปลือกข้าวแล้วใช้มอเตอร์ขัดลูกกลิ้งยางกะเทาะเปลือกข้าวให้ได้โดยไม่ต้องติดขัดซึ่งระยะช่องว่างห่างเท่ากับ

เปลือกกะเทาะเปลือกข้าวจริงซึ่งมีความห่างระหว่าง 0.2-1.0 mm. โดยใส่เมล็ดข้าวลงแล้วทดลองซึ่งปรากฏว่าเมล็ดข้าวที่ใส่ลงไป 40 เมล็ดทำให้มอเตอร์ขับได้โดยไม่เกิดภาระเหินหรือเกิดการรูดของสายพานจึงใช้จำนวนเมล็ดข้าวที่เป็นตัวแปรในการคำนวณหาแรงเฉือนดังนี้

F_N = แรงเฉือนของเมล็ดข้าว x จำนวนเมล็ดข้าว

แทนค่า = 40 x 8.4

= 336 N

แต่ในการหมุนของลูกยางกะเทาะเปลือกข้าวได้เกิดแรงเสียดทานระหว่างชิ้นส่วนต่างๆ ซึ่งจำเป็นต้องคิดค่าของแรงเสียดทานที่สูญเสียไปจึงจะได้แรงจริงที่ออกมา

ตรวจสอบการคำนวณหาแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างการหมุน จากสมการที่ 2.7

$F_R = \mu . F_N$

F_R = แรงเสียดทาน

F_N = แรงในแนวดิ่ง

= 336 N

μ = สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของเหล็กเหนียว

ขณะกลิ้งบนแบริ่งตามมาตรฐานกำหนด 0.003

แทนค่า F_R = 0.003 x 336

= 1.008 N

มีลูกกลิ้ง 2 ลูกใช้แรง = 1.008 x 2

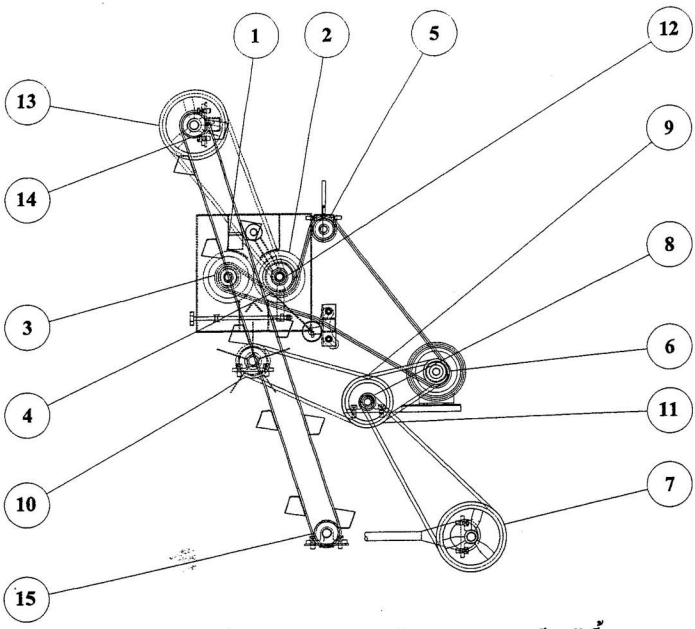
= 2.016 N

∴ แรงที่ใช้ในการกะเทาะเปลือกข้าวจริงคือ

แรงที่ใช้กะเทาะ + แรงเสียดทาน

336 + 2.016 = 338.016 N

∴ แรงที่ใช้ในการกะเทาะเปลือกข้าวเท่ากับ 338.016 N



จากรายละเอียดของพูเล่ย์ตามแบบงานหมายเลขต่างๆ แสดงรายละเอียดดังนี้

1. ชิ้นส่วนที่ 6 พูเล่ย์ตัวที่ 1
2. ชิ้นส่วนที่ 3 พูเล่ย์ตัวที่ 2
3. ชิ้นส่วนที่ 4 พูเล่ย์ตัวที่ 3
4. ชิ้นส่วนที่ 8 พูเล่ย์ตัวที่ 4
5. ชิ้นส่วนที่ 9 พูเล่ย์ตัวที่ 5
6. ชิ้นส่วนที่ 10 พูเล่ย์ตัวที่ 6
7. ชิ้นส่วนที่ 7 พูเล่ย์ตัวที่ 7
8. ชิ้นส่วนที่ 13 พูเล่ย์ตัวที่ 8
9. ชิ้นส่วนที่ 14 พูเล่ย์ตัวที่ 9
10. ชิ้นส่วนที่ 15 พูเล่ย์ตัวที่ 10

4) ตรวจสอบการคำนวณหาความเร็วของชุดสายพาน

ตรวจสอบการคำนวณความเร็วของชุดสายพานโดยนำเส้นผ่าศูนย์กลางของพูเล่ย์ กับขนาดความห่างของจุดศูนย์กลางเพื่อหาอัตราทดลองของสายพาน, ความเย็นรอบของพูเล่ย์

ก) ตรวจสอบการคำนวณหาความเร็วรอบ

- หาความเร็วรอบของพูเล่ย์ชุดกะเทาะเปลือกสมการที่ 2.20

$$n_1 d_1 = n_3 d_3$$

เมื่อ n_1 = ความเร็วรอบของสายพานล้อขับ (ชิ้นส่วนที่ 6)

= 1450 rpm

d_1 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

= 7.62 Cm

n_2 = ความเร็วรอบของสายพานล้อตาม (ชิ้นส่วนที่ 3)

d_2 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม

= 7.62 Cm

แทนค่า $n_1 d_1 = n_2 d_2$

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

$$= \frac{1450 \times 7.62}{7.62}$$

n_2 = 1450 rpm

∴ ความเร็วรอบของสายพานล้อตามเท่ากับ 1450 rpm

เมื่อ n_2 = ความเร็วรอบของสายพานล้อขับ (ชิ้นส่วนที่ 6)

= 1450 rpm

d_2 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

= 7.62 Cm

n_3 = ความเร็วรอบของสายพานล้อตาม (ชิ้นส่วนที่ 4)

d_3 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม

= 10.16 Cm

แทนค่า $n_2 d_2 = n_3 d_3$

$$n_3 = \frac{n_2 d_2}{d_3}$$

$$= \frac{1450 \times 7.62}{10.16}$$

= 1065 rpm

∴ ความเร็วรอบของสายพานล้อตามเท่ากับ 1065 rpm

- หาความเร็วรอบของพูเล่ย์พัดลมจากสมการที่ 2.20

$n_1 d_1 = n_2 d_2$

เมื่อ n_1 = ความเร็วรอบของสายพานล้อขับ (ชิ้นส่วนที่ 6)

= 1450 rpm

d_1 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

= 7.62 Cm

n_2 = ความเร็วรอบของสายพานล้อตาม (ชิ้นส่วนที่ 8)

d_2 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม

= 15.25 Cm

แทนค่า $n_1 d_1 = n_2 d_2$

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

$$= \frac{1450 \times 7.62}{15.25}$$

= 709.53 rpm

∴ ความเร็วรอบของสายพานล้อตามเท่ากับ 709.53 rpm

เมื่อ n_2 = ความเร็วรอบของสายพานล้อตาม (ชิ้นส่วนที่ 9)

= 709.53 rpm

d_2 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม

= 15.25 Cm

n_3 = ความเร็วรอบของสายพานล้อตาม (ชิ้นส่วนที่ 10)

d_3 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม

= 10.16 Cm

$n_2 d_2 = n_3 d_3$

$$n_3 = \frac{n_2 d_2}{d_3}$$

$$= \frac{710 \times 15.25}{10.16}$$

n_3 = 1064.9 rpm

∴ ความเร็วรอบของสายพานล้อตามเท่ากับ 1064.9 rpm

- หาความเร็วรอบของพูเล่ย์ชุดแยกข้าวเปลือก จากสมการที่ 2.20

$n_1 d_1 = n_2 d_2$

เมื่อ n_1 = ความเร็วรอบของสายพานล้อขับ (ชิ้นส่วนที่ 6)

= 1450 rpm

d_1 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

= 7.62 Cm

n_2 = ความเร็วรอบของสายพานล้อตาม (ชิ้นส่วนที่ 8)

d_2 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม

= 6.2 Cm

แทนค่า $n_1 d_1 = n_2 d_2$

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

$$= \frac{1450 \times 7.62}{6.2}$$

= 1745.2 rpm

∴ ความเร็วรอบของสายพานล้อตามเท่ากับ 1745.2 rpm

เมื่อ n_2 = ความเร็วรอบของสายพานล้อตาม (ชิ้นส่วนที่ 8)

= 1745.2 rpm

d_2 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม

= 6.2 Cm

n_3 = ความเร็วรอบของสายพานล้อตาม (ชิ้นส่วนที่ 7)

d_3 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม

= 20.32 Cm

$n_2 d_2 = n_3 d_3$

$$n_3 = \frac{n_2 d_2}{d_3}$$

$$= \frac{1745.2 \times 6.2}{20.32}$$

n_3 = 532.49 rpm

∴ ความเร็วรอบของสายพานล้อตามเท่ากับ 532.49 rpm

- หาความเร็วรอบของพูเล่ย์ชุดส่งข้าวเปลือก จากสมการที่ 2.20

$n_3 d_3 = n_4 d_4$

เมื่อ n_3 = ความเร็วรอบของสายพานล้อขับ (ชิ้นส่วนที่ 4)

= 1065 rpm

d_3 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

= 10.16 Cm

n_4 = ความเร็วรอบของสายพานล้อตาม (ชิ้นส่วนที่ 13)

d_4 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม

= 5.08 Cm

แทนค่า $n_3 d_3 = n_4 d_4$

$$n_4 = \frac{n_4 d_4}{d_4}$$

$$= \frac{1450 \times 10.16}{5.08}$$

= 2130 rpm

∴ ความเร็วรอบของสายพานล้อตามเท่ากับ 2130 rpm

เมื่อ n_4 = ความเร็วรอบของสายพานล้อตาม (ชิ้นส่วนที่ 13)

= 2130 rpm

d_4 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม

= 5.08 Cm

n_5 = ความเร็วรอบของสายพานล้อตาม (ชิ้นส่วนที่ 14)

d_5 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม

= 20.32 Cm

แทนค่า $n_4 d_4 = n_5 d_5$

$$n_5 = \frac{n_4 d_4}{d_5}$$

$$= \frac{2130 \times 5.08}{20.32}$$

n_5 = 532.5 rpm

∴ ความเร็วรอบของสายพานล้อตามเท่ากับ 532.5 rpm

เมื่อ n_5 = ความเร็วรอบของสายพานล้อตาม (ชิ้นส่วนที่ 14)

= 532.5 rpm

d_5 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม

= 20.32 Cm

n_6 = ความเร็วรอบของสายพานล้อตาม (ชิ้นส่วนที่ 15)

d_6 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม

= 7.62 Cm

แทนค่า $n_5 d_5 = n_6 d_6$

$$n_6 = \frac{n_5 d_5}{d_6}$$

$$= \frac{532.5 \times 20.32}{7.62}$$

n_3 = 1450 rpm

∴ ความเร็วรอบของสายพานล้อตามเท่ากับ 1450 rpm

ข) ตรวจสอบการคำนวณแรงที่ใช้ในการหมุน

- คำนวณแรงที่ใช้ในการหมุนของชุดกะเทาะเปลือก จากสมการที่ 2.23

V = $\pi \times D \times n$

V = ความเร็ว

D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเพลา

= 0.019 m

n = ความเร็วของรอบของเพลา

= 2485 rpm

แทนค่า V = 3.1416 x 0.019 x 2485

= 167.07 m/min

- ตรวจสอบการคำนวณแรงที่ใช้ในการหมุนของพัดลม จากสมการที่ 2.23

V = $\pi \times D \times n$

V = ความเร็ว

D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเพลา

= 0.019 m

n = ความเร็วของรอบของเพลา

= 1064.9 rpm

แทนค่า V = 3.1416 x 0.019 x 1064.9

= 63.56 m/min

- ตรวจสอบการคำนวณแรงที่ใช้ในการหมุนของชุดแยกข้าวเปลือกจากสมการที่ 2.23

$V = \pi \times D \times n$

V = ความเร็ว

D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเพลา

= 0.0254 m

n = ความเร็วของรอบของเพลา

= 532.49 rpm

แทนค่า V = 3.1416 x 0.0254 x 532.49

= 42.49 m/min

- ตรวจสอบการคำนวณแรงที่ใช้ในการหมุนของตัวชุดส่งข้าวเปลือก จากสมการที่ 2.23

$V = \pi \times D \times n$

V = ความเร็ว

D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเพลา

= 0.0254 m

n = ความเร็วของรอบของเพลา

= 1450 rpm

แทนค่า V = 3.1416 x 0.0254 x 1450

= 113.31 m/min

ค) ตรวจสอบการคำนวณหาอัตราเร่ง

- ตรวจสอบการคำนวณหาอัตราเร่งของชุดกะเทาะเปลือก จากสมการที่ 2.24

$a = \frac{v}{t}$

a = อัตราเร่ง

v = ความเร็ว

t = เวลาในการเคลื่อนที่

$$a = \frac{167.07}{60}$$

$$= 2.68 \ m/sec^2$$

∴ อัตราเร่งของชุดกะเทาะเปลือกเท่ากับ 2.68 m/sec^2

กฎการกระทำของแรง

เมื่อ F = m.a

F = แรงที่กระทำ

m = มวลของเมล็ดข้าว

a = อัตราเร่ง

มวลของชุดกะเทาะเปลือกประมาณ 2 kg

แรงที่ใช้ในการหมุนของชุดกะเทาะเปลือก

มวล = 2 kg

อัตราเร่ง = 2.68 m/sec^2

F = m.a

= 2 x 2.68

= 5.36 N

หาแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างการหมุน จากสมการที่ 2.7

$F_R = \mu.F_N$

F_R = แรงเสียดทาน

F_N = แรงในแนวดิ่ง

= 2.64 N

μ = สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของเหล็กเหนียวขณะกลิ้งบนแบริ่งตามมาตรฐานกำหนด 0.003

F_R = 5.36 x 0.003

= 0.016 N

แรงที่ใช้ในการหมุนของชุดแยกข้าวเปลือกจริง

= แรงที่ใช้หมุนชุดแยกข้าวเปลือก + แรงเสียดทาน

= 5.36 + 0.016

$= 5.376 \text{ N}$

$\therefore$ แรงที่ใช้ในการหมุนของพัดลมเท่ากับ 5.376 N

- ตรวจสอบการคำนวณหาอัตราเร่งของชุดพัดลม จากสมการที่ 2.24

$a = \frac{v}{t}$

a = อัตราเร่ง

v = ความเร็ว

t = เวลาในการเคลื่อนที่

$a = \frac{63.56}{60}$

$= 1.059 \, m/sec^2$

$\therefore$ อัตราเร่งของพัดลมเท่ากับ $1.059 \, m/sec^2$

กฎการกระทำของแรง

เมื่อ $F = m.a$

F = แรงที่กระทำ

m = มวลของเมล็ดข้าว

a = อัตราเร่ง

มวลของชุดพัดลมประมาณ 2.5 kg

แรงที่ใช้ในการหมุนของพัดลม

มวล = 2.5 kg

อัตราเร่ง = $1.059 \, m/sec^2$

$F = m.a$

$= 2.5 \times 1.059$

$= 2.64 \text{ N}$

หาแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างการหมุน จากสมการที่ 2.7

$F_R = \mu . F_N$

F_R = แรงเสียดทาน

F_N = แรงในแนวดิ่ง

$= 2.64 \text{ N}$

μ = สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของเหล็กเหนียวขณะกลิ้งบนแบริ่งตามมาตรฐานกำหนด 0.003

F_R = 2.64 x 0.003

= 00079 N

แรงที่ใช้ในการหมุนของพัดลมจริง

= แรงที่ใช้หมุนพัดลม + แรงเสียดทาน

= 2.64 + 0.0079

= 2.6479 N

∴ แรงที่ใช้ในการหมุนของพัดลมเท่ากับ 2.6479 N

- ตรวจสอบการคำนวณหาอัตราเร่งของชุดแยกข้าวเปลือก จากสมการที่ 2.24

$a = \frac{v}{t}$

a = อัตราเร่ง

v = ความเร็ว

t = เวลาในการเคลื่อนที่

$a = \frac{42.49}{60}$

$= 0.708 \ m/sec^2$

∴ อัตราเร่งของชุดแยกข้าวเปลือกเท่ากับ $0.708 \ m/sec^2$

กฎการกระทำของแรง

เมื่อ F = m.a

F = แรงที่กระทำ

m = มวลของเมล็ดข้าว

a = อัตราเร่ง

มวลของชุดแยกข้าวเปลือกประมาณ 5 kg

แรงที่ใช้ในการหมุนของชุดแยกข้าวเปลือก

มวล = 5 kg

อัตราเร่ง = $0.708 \ m/sec^2$

F = m.a

$= 5 \times 0.708$

$= 3.54$ N

หาแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างการหมุน จากสมการที่ 2.7

$F_R = \mu . F_N$

F_R = แรงเสียดทาน

F_N = แรงในแนวดิ่ง

$= 3.54$ N

μ = สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของเหล็กเหนียวขณะกลิ้งบนแบริ่งตามมาตรฐานกำหนด 0.003

$F_R = 3.54 \times 0.003$

$= 0.0106$ N

แรงที่ใช้ในการหมุนของชุดแยกข้าวเปลือกจริง

= แรงที่ใช้หมุนชุดแยกข้าวเปลือก + แรงเสียดทาน

$= 3.54 + 0.0106$

$= 3.55$ N

∴ แรงที่ใช้ในการหมุนของชุดแยกข้าวเปลือกเท่ากับ 3.55 N

- ตรวจสอบการคำนวณหาอัตราเร่งของชุดส่งข้าวเปลือก จากสมการที่ 2.24

$a = \frac{v}{t}$

a = อัตราเร่ง

v = ความเร็ว

t = เวลาในการเคลื่อนที่

$a = \frac{113.31}{60}$

$= 1.88 \ {}^{m}/_{sec^2}$

∴ อัตราเร่งของชุดส่งข้าวเปลือกเท่ากับ $1.88 \ {}^{m}/_{sec^2}$

กฎการกระทำของแรง

เมื่อ $F = m.a$

F = แรงที่กระทำ

m = มวลของเมล็ดข้าว

a = อัตราเร่ง

มวลของชุดส่งข้าวเปลือกประมาณ 2.5 kg

แรงที่ใช้ในการหมุนชุดส่งข้าวเปลือก

มวล = 2.5 kg

อัตราเร่ง = 1.88 m/sec^2

F = m.a

= 2.5 x 1.88

= 4.721 N

หาแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างการหมุน จากสมการที่ 2.7

$F_R = \mu.F_N$

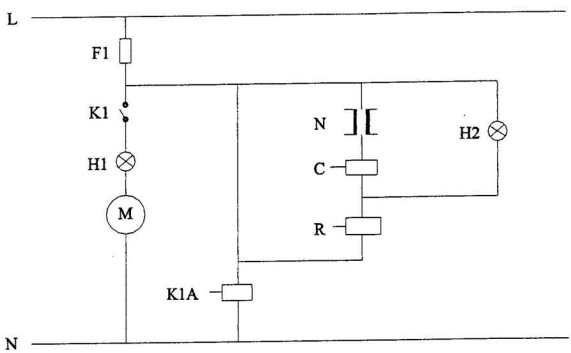
F_R = แรงเสียดทาน

F_N = แรงในแนวดิ่ง

= 4.721 N

μ = สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของเหล็กเหนียวขณะ

3.3.1 การออกแบบวงจรควบคุมชุดหยอดเหรียญ

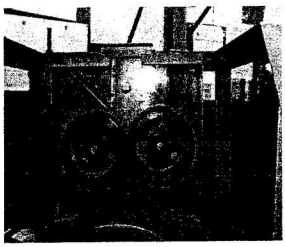


F1	= Breaker	K1	= แม็กเนติก
M	= มอเตอร์	K1A	= คอนแทคเตอร์
N	= หม้อแปลง	H1	= ไฟเขียว
R	= รีเลย์	H2	= ไฟแดง

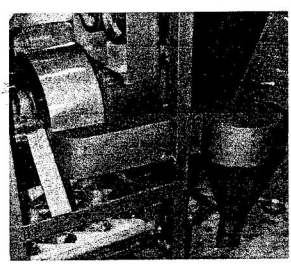
ภาพที่ 3.2 แสดงวงจรการทำงานระบบหยอดเหรียญ

หลักการทำงานของวงจรการทำงานระบบหยอดเหรียญ คือ เมื่อหลักการทำงานของวงจร คือ เมื่อไฟฟ้า (L) ผ่าน Breaker (F1) เข้าหม้อแปลง (N) จะทำให้วงจรประมวลผลทำให้รีเลย์ (R) ปกติปิดทำงานไฟแดงจะติด (H2) และต่อเข้าคอนแทคเตอร์ (K1A) ปกติปิดทำงานผ่านเข้านิวตรอน (N) เมื่อวงจรประมวลให้รีเลย์ทำงานขารีเลย์ (R) ปกติปิดเป็นปกติเปิดทำงานสั่งให้ชุดแม็กเนติกปกติเปิด (K1) ทำงานสั่งให้ชุดมอเตอร์ทำงาน (M) และไฟเขียวทำงาน

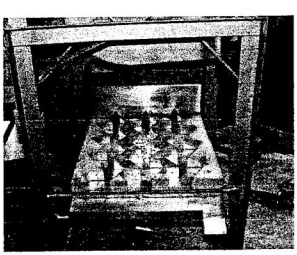
3.3.4 การดำเนินการสร้าง



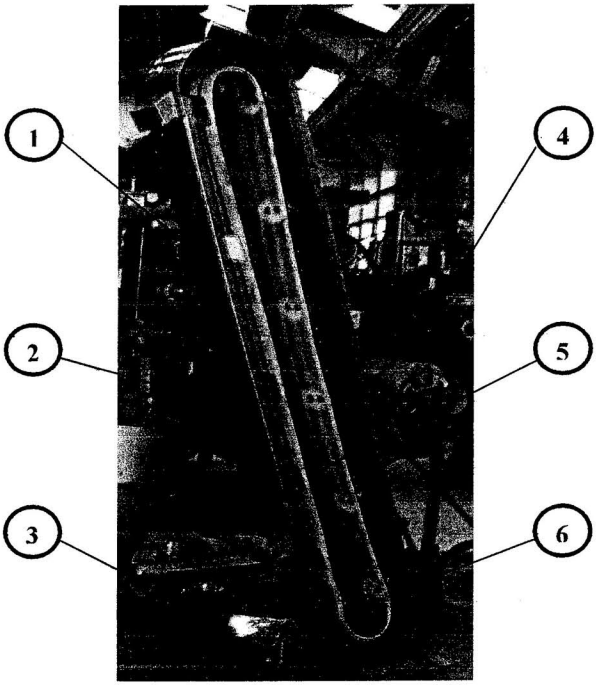
ภาพที่ 3.3 แสดงชุดกะเทาะเปลือก



ภาพที่ 3.4 แสดงชุดพัดลมเป่าแยกแกลบ

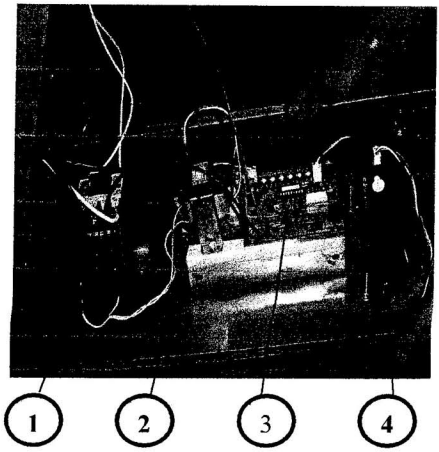


ภาพที่ 3.5 แสดงชุดแยกข้าวเปลือก



ภาพที่ 3.6 แสดงชุดส่งข้าวเปลือก

1) โครงชุดส่งข้าวเปลือก
2) ตัวชะลอข้าว
3) ช่องทางไหลส่งข้าวเปลือก
4) มอเตอร์
5) สานพาน
6) ตัวลำเลียงข้าว



ภาพที่ 3.7 แสดงชุดหยอดเหรียญ

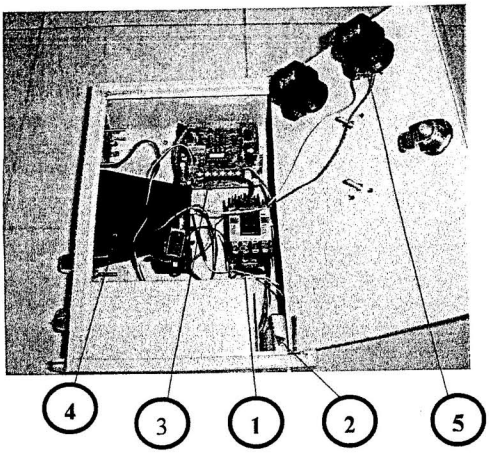
1) แม็กเนติก
2) หม้อแปลง
3) วงจรควบคุม
4) ชุดหยอดเหรียญ

3.3.5 การทดลองการทำงาน

การทดลองการทำงานของเครื่องและแก้ไขปรับปรุงในแต่ละระบบและทดลองจัดเก็บข้อมูลเพื่อที่จะหาข้อบกพร่องของเครื่อง

ตารางที่ 3.1 การทดสอบระบบการทำงานของเครื่องสีข้าว

ระบบการทำงาน	การทำงาน	ไม่ทำงาน
การทดลองลูกยางสีข้าว	/	-
การทดลองพัดลมดูดแยกแกลบ	/	-
การทดลองตะแกรงโยก	/	-
การทดลองชุดส่ง	/	-
การทดลองชุดหยอดเหรียญ	/	-



ภาพที่ 3.8 แสดงชุดหยอดเหรียญ

1) แม็กเนติก
2) หม้อแปลง
3) วงจรควบคุม
4) ชุดหยอดเหรียญ
5) หลอดไฟ

3.4 สรุป

ในบทที่ 3 จะกล่าวถึงวิธีดำเนินการสร้างเครื่องสีข้าวกล้องแบบหยอดเหรียญขนาดเล็กโดยจะมีองค์ประกอบดังนี้ คือ แผนการดำเนินงาน วิธีการดำเนินงาน การดำเนินการสร้างเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก การทดสอบระบบการทำงานของเครื่อง และการดำเนินการทดสอบและจัดเก็บข้อมูล จากข้อมูลที่กล่าวมาจะเป็นประโยชน์อย่างมากในวิธีดำเนินการของคณะผู้จัดทำ เพื่อความสมบูรณ์ทั้งทางด้านเอกสารและการสร้างเครื่องสีข้าวกล้องแบบหยอดเหรียญขนาดเล็ก

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 คำนำ

ในการทดสอบเครื่องสีข้าวกล้องแบบหยอดเหรียญโดยใช้ลูกกลิ้งยางในการกะเทาะเปลือกในการทดลองหาประสิทธิภาพ การทดสอบหาระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งยางให้มีความห่างที่ 1.0, 1.5 , 1.0 ม.ม. และเปรียบเทียบในการทำงานของเครื่องที่ใช้ความชื้น 12 % และ 14 % ในการทดลอง และเปรียบเทียบข้าวเปลือกแต่ละชนิดที่ทำการสี

4.2 วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการทดลอง

4.2.1) การทดสอบหาระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งยาง การทดสอบการกะเทาะเปลือกข้าวของเครื่องสีข้าวโดยการปรับระยะลูกกลิ้งยางให้มีความห่างที่ 1.0, 1.5 , 2.0 ม.ม. ตามลำดับรวมทั้งหมด 3 ครั้งใช้ข้าวเปลือกครั้งละ 1 กิโลกรัม โดยใช้ข้าวพันธุ์ปุ่นทุมธานี ค่าความชื้น 14% ในการทดลองในขณะทำการกะเทาะเปลือกทำการจับเวลาตั้งแต่เริ่มจนสีข้าวหมดหลังจากการทำการกะเทาะเปลือกเสร็จแล้ว นำข้าวที่ผ่านการกะเทาะเปลือกแล้วนำมาหาค่าผลต่างและบันทึกลงในตารางที่เตรียมไว้ในการกะเทา เปลือกนั้นจะทำการกะเทาะเปลือกที่ ระยะช่องห่างเดิม 3 ครั้ง แล้วทำการเฉลี่ยค่าที่ได้ เพื่อให้ได้ ข้อมูลที่ถูกต้องยิ่งขึ้น

ตารางที่4.1แสดงการปรับระยะห่างลูกกลิ้งกะเทาะเปลือกข้าว 1ม.ม./ข้าว1Kg

รายการ ครั้งที่	1	2	3	ค่าเฉลี่ย
ระยะห่างของลูกกลิ้งยาง(mm)	1	1	1	1
ปริมาณที่ใช้ทดสอบ(kg)	1	1	1	1
เวลาที่ทดสอบ (นาที)	9	9	9.3	9.1
ปริมาณข้าวเต็มเมล็ด(% นาที)	85.29	86.20	84.84	85.44
ปริมาณข้าวหัก(% นาที)	13.76	12.40	13.65	13.27
ปริมาณข้าวเปลือก(% นาที)	0.64	0.93	0.86	0.81
ปริมาณข้าวแกลบ(% นาที)	0.31	0.47	0.65	0.49

ตารางที่4.2แสดงการปรับระยะห่างลูกกลิ้งกะเทาะเปลือกข้าว 1.5ม.ม./ข้าว1Kg

รายการ ครั้งที่	1	2	3	ค่าเฉลี่ย
ระยะห่างของลูกกลิ้งยาง(mm)	1.5	1.5	1.5	1.5
ปริมาณที่ใช้ทดสอบ(g)	1	1	1	1
เวลาที่ทดสอบ (นาที)	10	10	10.5	10.16
ปริมาณข้าวเต็มเมล็ด(% นาที)	90.06	88.26	89.39	89.24
ปริมาณข้าวหัก(% นาที)	7.67	9.86	7.43	8.32
ปริมาณข้าวเปลือก(% นาที)	1.10	1.30	1.58	1.32
ปริมาณข้าวแกลบ(% นาที)	1.17	0.58	1.60	1.12

ตารางที่4.3แสดงการปรับระยะห่างลูกกลิ้งกะเทาะเปลือกข้าว 2ม.ม./ข้าว1Kg

รายการ ครั้งที่	1	2	3	ค่าเฉลี่ย
ระยะห่างของลูกกลิ้งยาง(mm)	2	2	2	2
ปริมาณที่ใช้ทดสอบ(g)	1	1	1	1
เวลาที่ทดสอบ (นาที)	11	11	11.7	11.23
ปริมาณข้าวเต็มเมล็ด(% นาที)	88.58	90.09	87.66	88.78
ปริมาณข้าวหัก(% นาที)	6.53	5.48	7.21	6.40
ปริมาณข้าวเปลือก(% นาที)	3.70	2.11	3.25	3.04
ปริมาณข้าวแกลบ(% นาที)	1.19	2.32	1.88	1.78

ที่มา : นายศุภชัย แต่สกุล , นายชวลิต สันติพรรค , นายณัฐพงศ์ วุฒิชัย เครื่องสีข้าวแบบจานแนวนอน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม , สจพ พระนครเหนือ

4.2.2) การทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่อง โดยจะใช้ข้าวแต่ละชนิดที่ค่าความชื้นของข้าวเปลือกระหว่าง 12 % และ 14 % ที่ใช้ในการทดลองโดยมีเปรียบเทียบข้าวเปลือก 4 ชนิด โดยสุ่มหาประสิทธิภาพและการสูญเสียของข้าวออกมา โดยจะใช้ข้าวเปลือก 1 kg / 1บาท ชนิดข้าวที่ใช้ในการทดลอง

4.2.3) ขั้นตอนการทดลอง

1) การทดลอง

ก) ข้าวเปลือกที่ค่าความชื้น 12 %

ข) ข้าวเปลือกที่ค่าความชื้น 14 %

2) ชนิดข้าวเปลือก

ก) - ข้าวปทุมธานี

- ข้าวพิษณุโลก

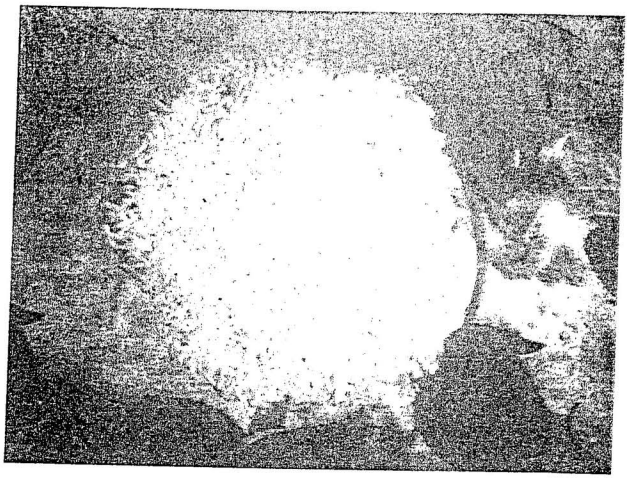
- ข้าวสุพรรณบุรี

- ข้าวชัยนาท

ในการทดลองผลของการสีข้าวทั้ง 4 ประเภท คือ ข้าวแต่ชนิดสามารถทดลองสีแต่ละครั้งที่ 1 kg ในทุกชนิดข้าวซึ่งใน 1 ชุดจะสี 5 ครั้ง หรือ 1 kg / ครั้ง ดังนั้นจะแสดงผลในตารางที่ 4.4 - 4.11

ตารางที่ 4.4แสดงการสีข้าวปทุมธานี 1 kg ที่ค่าระดับความชื้น12% หยอดเหรียญ 1 บาท

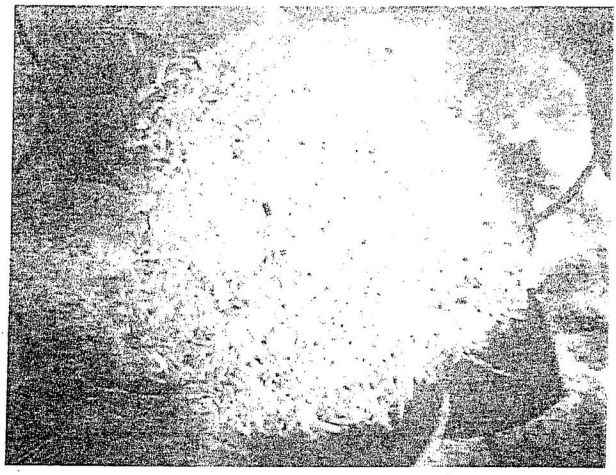
ได้ / ครั้งที่	ปริมาณข้าวสาร (กรัม)	แกลบ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์(%) ข้าวสมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์(%) ข้าวหัก
1	695	300	91.22	8.78
2	690	250	90.01	9.99
3	700	300	98.98	1.02
4	697	290	95.50	4.50
5	680	295	90.00	1.00
เฉลี่ย	692.40	287	93.142	5.058



ภาพที่ 4.1 แสดงข้าวปทุมธานีที่ค่าระดับความชื้น 12%

ตารางที่ 4.5 แสดงการสีข้าวพิษณุโลก 1 kg ที่ค่าระดับความชื้น 12%หยอดเหรียญ 1 บาท

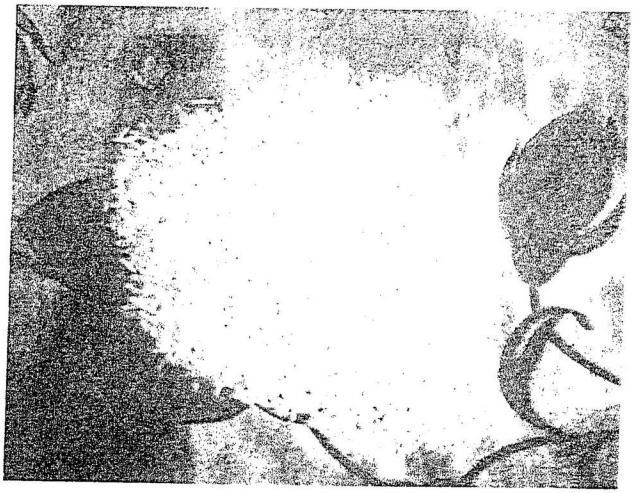
ได้ / ครั้งที่	ปริมาณข้าวสาร (กรัม)	แกลบ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์(%) ข้าวสมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์(%) ข้าวหัก
1	650	250	90.10	9.90
2	670	265	89.90	10.10
3	690	280	87.50	12.50
4	700	300	98.71	1.29
5	685	255	92.58	7.42
เฉลี่ย	679	270	91.758	8.242



ภาพที่ 4.2 แสดงข้าวพิษณุโลกที่ค่าระดับความชื้น 12%

ตารางที่ 4.6 แสดงการสีข้าวสุพรรณบุรี 1 kg ที่ค่าระดับความชื้น 12% หยอดเหรียญ 1 บาท

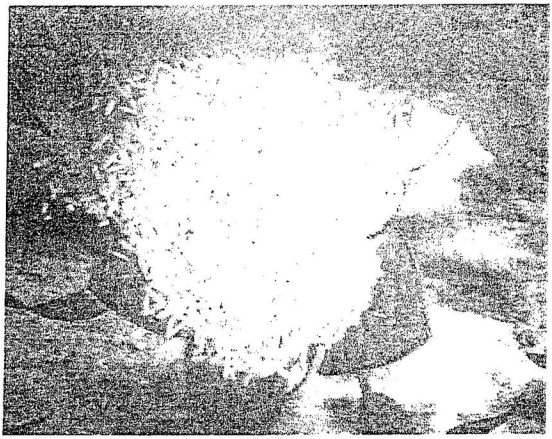
ได้ / ครั้งที่	ปริมาณข้าวสาร (กรัม)	แกลบ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์(%) ข้าวสมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์(%) ข้าวหัก
1	658	220	92.50	7.50
2	690	250	91.85	8.15
3	685	275	90.05	9.95
4	700	300	95.50	4.50
5	640	287	89.50	10.50
เฉลี่ย	674.46	226.40	91.886	8.12



ภาพที่ 4.3 แสดงข้าวสุพรรณบุรีที่ค่าระดับความชื้น 12%

ตารางที่ 4.7 แสดงการสีข้าวชัยนาท 1 kg ที่ค่าระดับความชื้น 12% หยอดเหรียญ 1 บาท

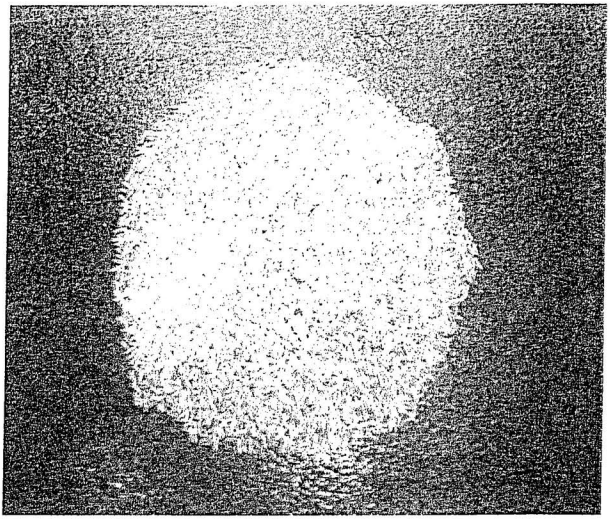
ได้ / ครั้งที่	ปริมาณข้าวสาร (กรัม)	แกลบ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์(%) ข้าวสมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์(%) ข้าวหัก
1	700	295	92.50	7.50
2	650	250	89.90	10.10
3	675	270	87.90	12.10
4	665	220	92.95	7.05
5	680	270	90.65	9.35
เฉลี่ย	674	261	90.78	9.22



ภาพที่ 4.4 แสดงข้าวชัยนาทที่ค่าระดับความชื้น 12%

ตารางที่ 4.8 แสดงการสีข้าวปทุมธานี 1 kg ที่ค่าระดับความชื้น 14 %หยอดเหรียญ 1 บาท

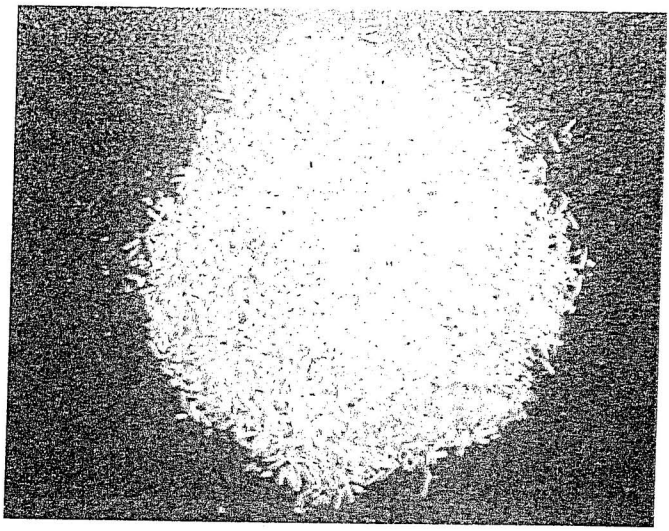
ได้ / ครั้งที่	ปริมาณข้าวสาร (กรัม)	แกลบ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์(%) ข้าวสมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์(%) ข้าวหัก
1	700	290	90.50	9.50
2	690	270	90.10	9.90
3	650	285	89.57	10.43
4	655	275	87.90	12.10
5	680	265	92.00	8.00
เฉลี่ย	675	277	90.014	9.986



ภาพที่ 4.5 แสดงข้าวปทุมธานีที่ค่าระดับความชื้น 14 %

ตารางที่ 4.9 แสดงการสีข้าวพิษณุโลก 1 kg ที่ค่าระดับความชื้น 14 % หยอดเหรียญ 1 บาท

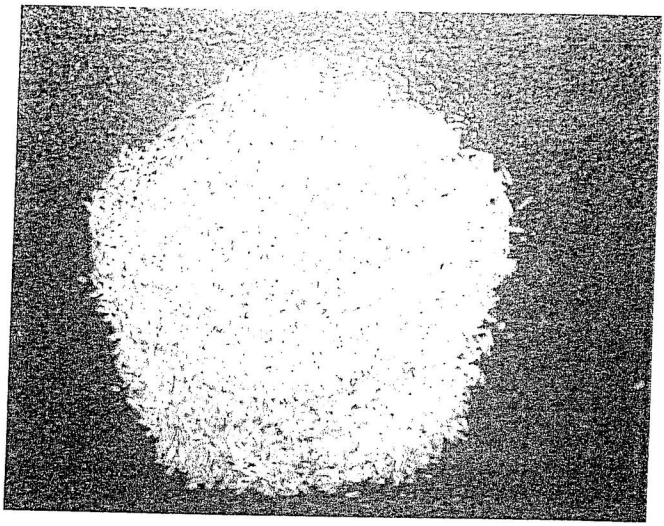
ได้ / ครั้งที่	ปริมาณข้าวสาร (กรัม)	แกลบ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์(%) ข้าวสมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์(%) ข้าวหัก
1	690	300	98.00	2.00
2	685	290	95.50	4.50
3	700	295	99.10	0.99
4	700	300	98.90	1.10
5	690	285	97.50	2.50
เฉลี่ย	693	294	97.80	2.218



ภาพที่ 4.6 แสดงข้าวพิษณุโลกที่ค่าระดับความชื้น 14 %

ตารางที่ 4.10 แสดงการสีข้าวสุพรรณบุรี 1 kg ที่ค่าระดับความชื้น 14% หยอดเหรียญ 1 บาท

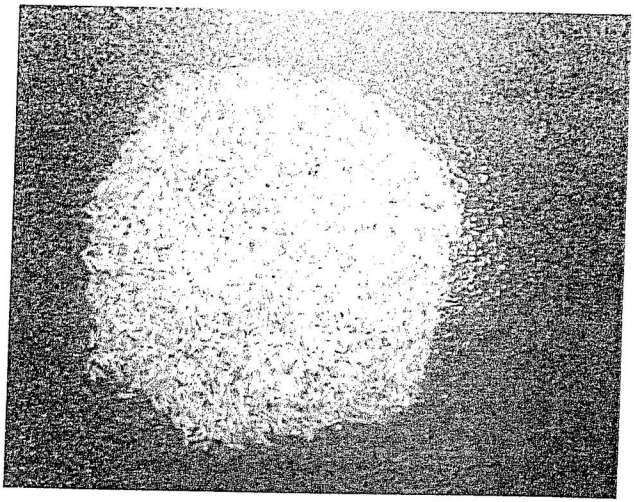
ได้ / ครั้งที่	ปริมาณข้าวสาร (กรัม)	แกลบ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์(%) ข้าวสมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์(%) ข้าวหัก
1	690	295	95.50	4.50
2	695	300	97.50	2.50
3	700	290	98.00	2.00
4	700	300	99.00	1.00
5	695	300	97.00	3.00
เฉลี่ย	696	297	97.40	2.60



ภาพที่ 4.7 แสดงข้าวสุพรรณบุรีที่ค่าระดับความชื้น 14 %

ตารางที่ 4.11 แสดงการสีข้าวชัยนาท 1 kg ที่ค่าระดับความชื้น 14 % หยอดเหรียญ 1 บาท

ได้ / ครั้งที่	ปริมาณข้าวสาร (กรัม)	แกลบ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์(%) ข้าวสมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์(%) ข้าวหัก
1	700	290	95.50	4.50
2	690	300	97.00	3.00
3	695	295	98.20	1.80
4	700	300	98.10	1.90
5	687	285	97.90	2.10
เฉลี่ย	694.44	294	97.34	2.66



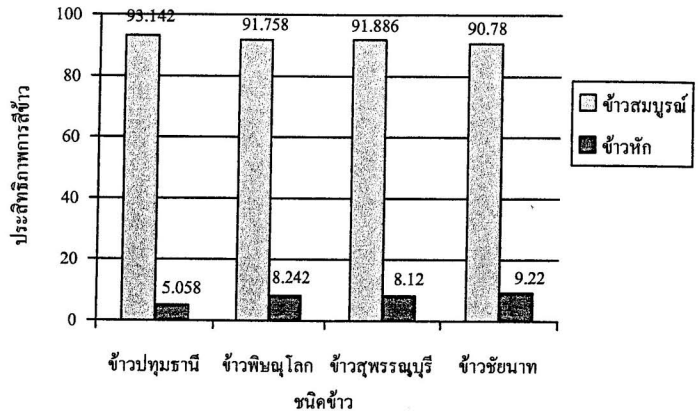
ภาพที่ 4.8 แสดงข้าวชัยนาทที่ค่าระดับความชื้น 14 %

ตารางที่4.12 เปรียบเทียบการสีข้าวแต่ละชนิดโดยใช้ข้าวเปลือก1 kg ที่ค่าระดับความชื้น 12%

หยอดเหรียญ 1 บาท

ชนิดข้าว / ได้	ชนิดข้าว			
	ข้าวปทุมธานี	ข้าวพิษณุโลก	ข้าวสุพรรณบุรี	ข้าวชัยนาท
ปริมาณข้าวสาร (กรัม)	692.40	679	674.46	674
แกลบ(กรัม)	287	270	226.40	261
ข้าวสมบูรณ์(%)	93.142	91.758	91.886	90.78
ข้าวหัก(%)	5.058	8.242	8.12	9.22

ผลในการทดลองที่ค่าระดับความชื้น 12 % คือ ปริมาณข้าวกล้องอยู่ในช่วงตั้งแต่ 674-692.40 กรัม โดยเฉลี่ยสามารถทำการสีได้ทุกชนิดข้าว ส่วนแกลบค่อนข้างใกล้เคียงกัน แต่ความสมบูรณ์ของข้าวโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 90.78-93.142 กรัม แตกต่างกันเล็กน้อย ส่วนข้าวหักอยู่ในช่วง 5.058-9.22 กรัม ซึ่งถือได้ว่าอยู่ปริมาณที่
น้อย

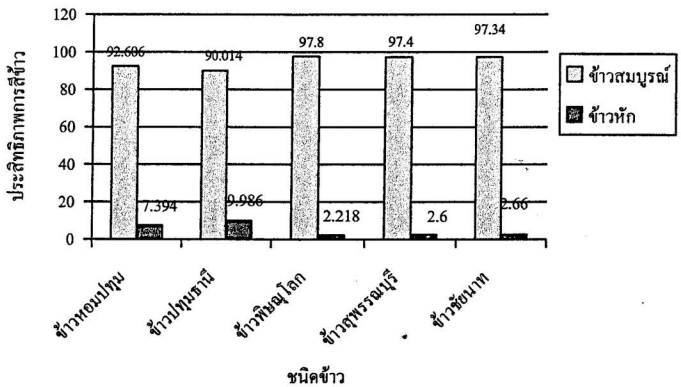


ภาพที่ 4.9 แสดงเปรียบเทียบข้าวสมบูรณ์กับข้าวหักของชนิดข้าวแต่ละชนิดที่ค่าระดับความชื้น 12 %

ตารางที่4.13 เปรียบเทียบการสีข้าวแต่ละชนิดโดยใช้ข้าวเปลือก 1 kg ที่ค่าระดับความชื้น 14 %
หยอดเหรียญ 1 บาท

ชนิดข้าว / ได้	ชนิดข้าว			
	ข้าวปทุมธานี	ข้าวพิษณุโลก	ข้าวสุพรรณบุรี	ข้าวชัยนาท
ปริมาณข้าวสาร (กรัม)	675	698	696	694.44
แกลบ(กรัม)	277	294	297	294
ข้าวสมบูรณ์(%)	90.014	97.80	97.40	97.34
ข้าวหัก(%)	9.986	2.218	2.60	2.66

ผลในการทดลองที่ค่าระดับความชื้น 14 % คือ ปริมาณข้าวกล้องอยู่ในช่วงตั้งแต่ 675-698 กรัม โดยเฉลี่ยสามารถทำการสีได้ข้าวทุกชนิด ส่วนแกลบค่อนข้างใกล้เคียงกัน แต่ความสมบูรณ์ของข้าวโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 90.014-97.80 กรัม แตกต่างกันเล็กน้อยส่วนข้าวหักอยู่ในช่วง 2.218-9.986 กรัม ซึ่งถือได้ว่าอยู่ปริมาณที่น้อย



ภาพที่ 4.10 แสดงเปรียบเทียบข้าวสมบูรณ์กับข้าวหักของชนิดข้าวแต่ละชนิดที่ค่าระดับความชื้น 14%

4.3 สรุป

ในบทที่ 4 จะกล่าวถึงการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการทดลองการสีข้าว 1 kg /1 บาท การกะเทาะโดยการปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งยางตามขนาด 1 ,1.5 ,2.0 mm การกะเทาะเปลือกที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด ในระยะความห่างของลูกกลิ้งยางที่ 1.5 mm ต่อข้าว 1 kg เวลาโดยค่าเฉลี่ย 10.16 min ที่ใช้จากการทดลองจากเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กและการหาปริมาณข้าวของพันธุ์ข้าวชนิดต่างๆ และผลของการสีข้าวเปอร์เซ็นต์คุณภาพของเมล็ดข้าวกล้องที่มีความชื้น12% และ 14%ของข้าวแต่ละชนิด

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 คำนำ

จุดมุ่งหมายการสร้างเครื่องสีข้าวกล้องแบบหยอดเหรียญต้องการพัฒนาฝีมือ และประสบการณ์ในการสร้างสีข้าวขนาดเล็ก โดยที่ทางผู้จัดทำได้ทำการสร้างเครื่องสีข้าวขนาดเล็กมีหลักการทำงานที่ไม่สลับซับซ้อนสามารถสร้างได้ง่าย แล้วทำความทดลองหาข้อผิดพลาดและแก้ไข เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาออกแบบเครื่องจักรชนิดนี้ต่อไปจนได้การทดลองที่สมบูรณ์พร้อมใช้งานได้จริง อย่างไรก็ตามทางคณะผู้จัดทำได้รวบรวมทฤษฎีและแนวทางการออกแบบไว้อ้างอิงกับการทดลองแล้ว จึงมีหลักการสรุปและวิเคราะห์ผลการทดลองที่อ้างอิงถึงทฤษฎีและหลักการออกแบบที่ดังกล่าวถึงในบทนี้

5.2 สรุปและอภิปรายผล

ในการพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญสามารถทราบผลการทดลองและประสิทธิภาพของเครื่องจากผลการทดลองสามารถสรุปผลต่างๆ ได้ดังนี้

5.2.1 เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญสามารถพัฒนาระบบการสีได้ด้วยการหยอดเหรียญเพื่อเปิดปิดสวิทซ์การทำงานโดยใช้ลูกยางกะเทาะเปลือกข้าวส่งกำลังจากมอเตอร์ผ่านสายพานและใช้พัดลมเป่าแยกแกลบใช้ระบบตะแกรงซิกแซกแยกข้าวสารกับข้าวเปลือก

5.2.2 สามารถสีข้าวเหนียวและข้าวจ้าวได้ที่ค่าระดับความชื้น 12 – 14 % ได้ข้าวที่ประสิทธิภาพ 90 %

5.2.3 สามารถปรับตั้งระบบการหยอดเหรียญได้ตั้งแต่เหรียญ 1, 5, 10 บาท

5.2.4 สามารถบรรจุข้าวเปลือกเพื่อการสีได้สูงสุด 10 kg ในแต่ละครั้งการสี

5.2.5 เครื่องสามารถสีข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดเวลาโดยช่วงเวลาการสีที่เหมาะสมสารถสีได้ 1 kg / 5 min 5 บาท

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการจัดทำเครื่องสีข้าวกล้องแบบหยอดเหรียญยังมีบางส่วนที่ต้องทำการแก้ไขและปรับปรุง

5.3.1 ควรการออกแบบช่องทางการไหลของชุดป้อนและชุดส่งข้าวเปลือกเพราะการไหลยังไม่คล่องตัวมากนัก

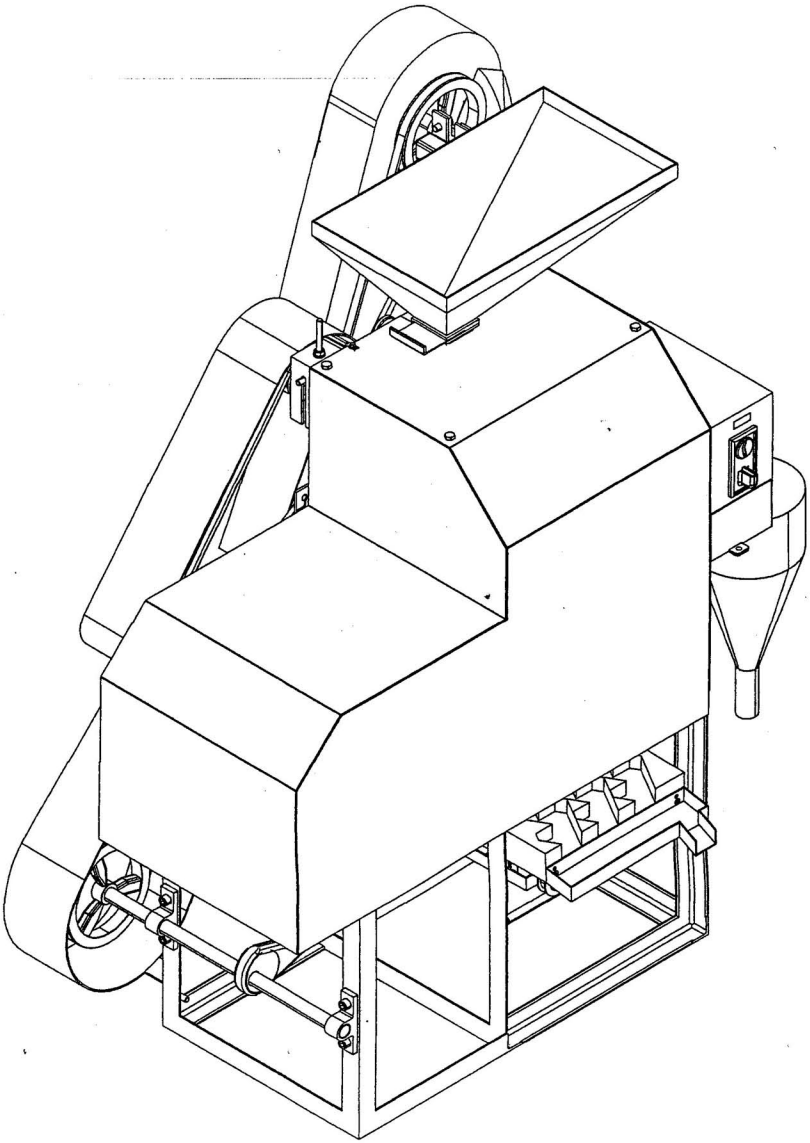
5.3.2 ควรเพิ่มความเร็วในชุดของพัดลมที่ใช้ในการแยกแกลบเพราะยังมีความสามารถในการแยกแกลบไม่สมบูรณ์ หรือทำช่องทางของชุดพัดลมให้ใหญ่ขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. บันลือ ทิพย์พิมพ์ และนายศิริวงศ์ เสาร์วงศ์ . เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ,2542.
2. กองช่าง กรมส่งเสริมสหกรณ์ .คู่มือโรงสีข้าวอุตสาหกรรม.กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2535.
3. ประพาศ วีรแพทย์ . ความรู้เรื่องข้าว . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช , 2531.
4. นัฐวุฒิ มงคลสุข ; มนตรี ชนะพาล ; และ ประนม มิลละ . พัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกถั่วลิสงแบบแท่งยางสีข้าวและชุดลำเอียง . กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิค กรุงเทพฯ, 2544.
5. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม . มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมลูกกลิ้งยางสีข้าวมอก. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม, 2529.
6. ศาสตราจารย์บุญญศักดิ์ ใจจงจิต , เครื่องสูบ , เครื่องอัดลม ,เครื่องเป่าลม และพัดลม ศูนย์ตำราเรียน , สจพ , พระนครเหนือ 2527
7. อำพล ซื่อตรง. ชิ้นส่วนเครื่องกล. กรุงเทพฯ : พิมพ์ที่ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2536:
8. วุฒิชัย กปิลกาญจน์ . กลไกและพลศาสตร์ของเครื่องจักรกล . กรุงเทพฯ : นำอักษรการพิมพ์ . 2536.
9. ศุภชัย แต่สกุล .ชวลิต สันติพรรค . และ นัฐพงศ์ วุฒิชัย . เครื่องสีข้าวขนาดเล็กแบบจานแนวนอน . กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ , 2544.
10. ทรงเกียรติ สังข์นาค.สมคิด ซ่อนขำ. เครื่องสีข้าวขนาดเล็ก. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิค กรุงเทพฯ, 2546.
11. ปกรณ์พงศ์ แสวงการ.วุฒิชัย ล่องจ้า.อำพล หนูเกาะทวด. เครื่องสีข้าวขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิค กรุงเทพฯ, 2547.

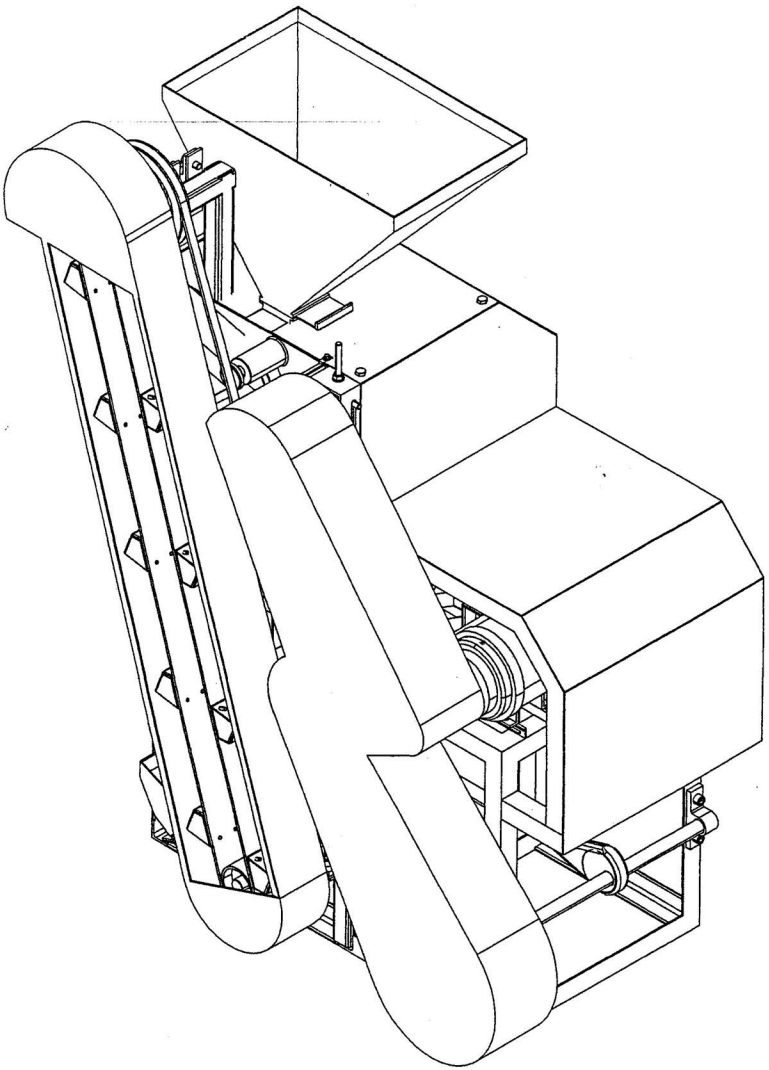
ภาคผนวก ก

รายละเอียดและแบบงาน



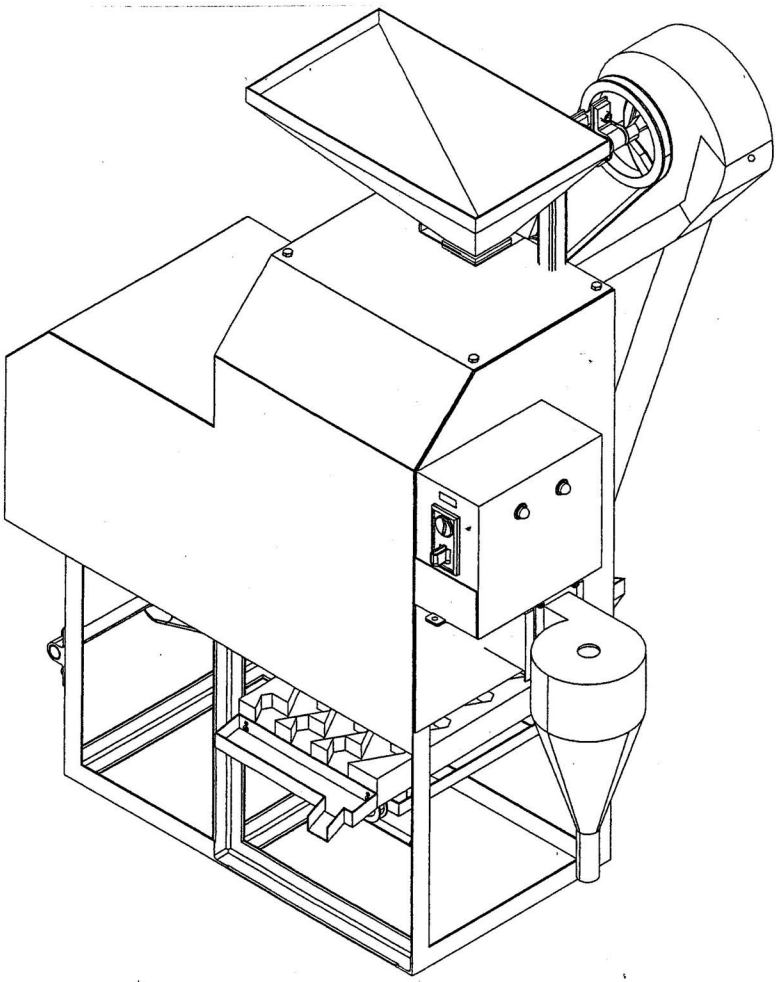
Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.
1					

Scale 1:2	Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY ISUKHTHEP
	Draw P.JARUPONG		
Gen. ISO. 7166	Check		
Fitting Allowance	Title THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE		Drawing No. IRN.45



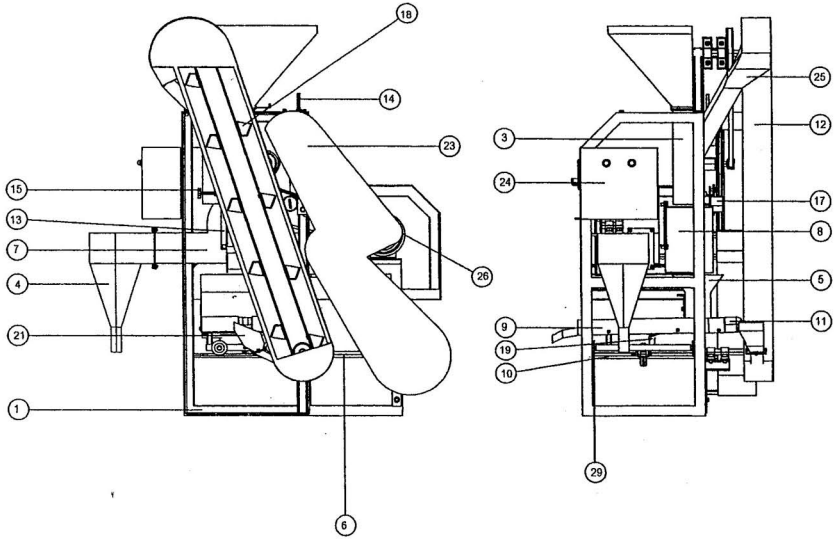
Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.
1					

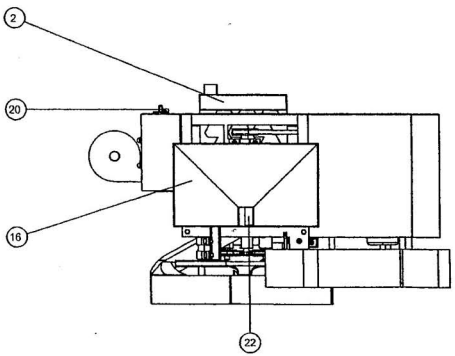
Scale	Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY SRIVIJAYA
1:2	Draw P.JARUPONG		
Gen.	Checken		
ISO. 7768	Title		Drawing No.
Fit-tog Allowance	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE		IRN.45



Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.
1					

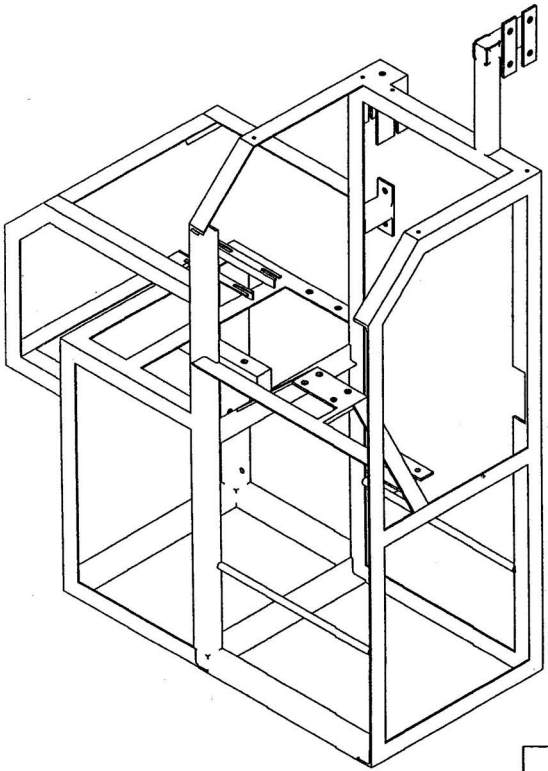
Scale	Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY SUVARNABHUMI
1:2	Draw P.JARUPONG		
Gen.	Checken		
ISO 2768	Title THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE		Drawing No. IRN.45
Fitting Allowance			



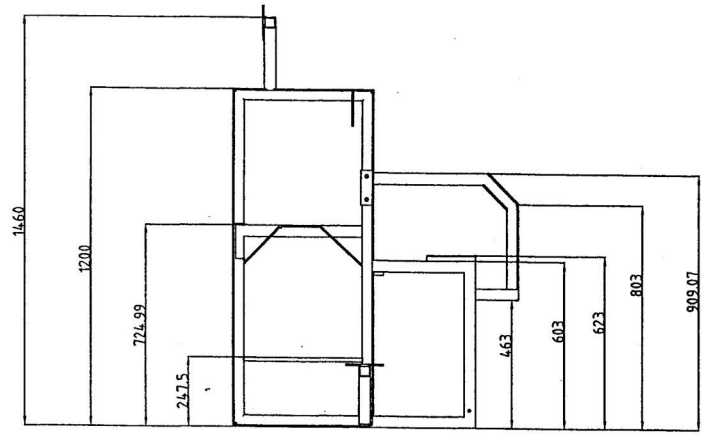


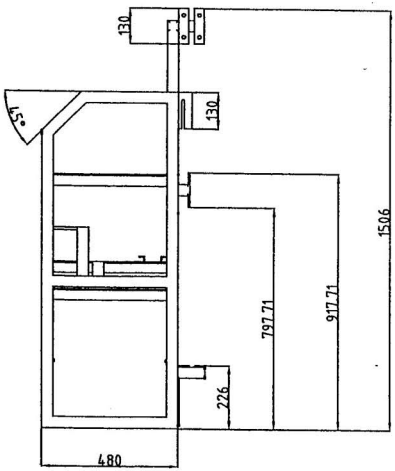
29	ADAPTATION	10x450	SS.41	1	IRN.45-001
28	PULLER	STD.	STD.	1	-
27	BELT	STD.	STD.	1	-
26	MOTOR	STD.	STD.	1	-
25	RICE CONVER	-	SS.41	1	IRN.45-001
24	CONTROL BOX	500x1000x1200	SS.41	1	IRN.45-001
23	BODY	-	SS.41	1	IRN.45-001
22	VALVE FOR THE CONTROL	17.5x80x100	SS.41	1	IRN.45-001
21	RICE CONVER	850x480x1460	SS.41	1	IRN.45-001
20	COIN DROPPING	60x120x10	SS.41	1	IRN.45-001
19	ASLANT ADAPTATION	10x295	SS.41	1	IRN.45-001
18	RICE ADAPTATION	74x63x58	SS.41	1	IRN.45-001
17	BELT BY ADAPTATION	35x53	SS.41	1	IRN.45-001
16	HOPPER	850x480x1460	SS.41	1	IRN.45-001
15	ADAPTATION	10x300	SS.41	1	IRN.45-001
14	BELT ADAPTATION	66x50	SS.41	1	IRN.45-001
13	BLADE	34x60	SS.41	1	IRN.45-001
12	CONVEY	120x240x1500	SS.41	1	IRN.45-001
11	PADDY SEPARATOR	145x345x30	SS.41	1	IRN.45-001
10	BASE PADDY SEPARATOR	300x370x92	SS.41	1	IRN.45-001
9	PADDY GUTTR	340x500x60	SS.41	1	IRN.45-001
8	SLIDE SHAFT	178x186x300	SS.41	1	IRN.45-001
7	EMPOILOR	300x503	SS.41	1	IRN.45-001
6	DRICE SHAFE	200x675	SS.41	1	IRN.45-001
5	RICE BOX	340x200x170	SS.41	1	IRN.45-001
4	CYCLONE	200x470	SS.41	1	IRN.45-001
3	RUBBER ROLLER	340x340x80	SS.41	1	IRN.45-001
2	BORWN RICE GUTTER	340x60x40	SS.41	1	IRN.45-001
1	MAIN FRAME	850x480x1460	SS.41	1	IRN.45-001
Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.

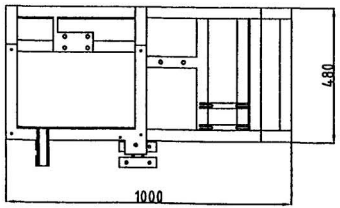
Scale 1:2		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP
	Draw	P.JARUPONG		
Gen. ISO. 2768	Checken			
Fitting / Allowance	Title: THE SMALL BROWN RICE MILLING MACHINE			Drawing No. IRN.45



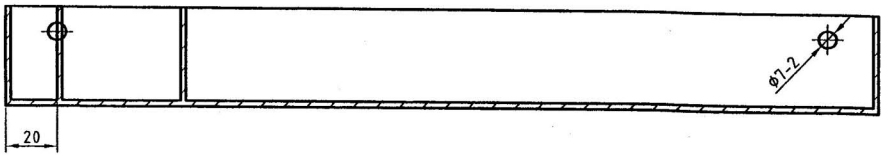
1	MAIN FRAME		1000x480x1460	SS.41	1	IRN.45-001	
Pos.	Part Name and Remark		Dimension	Material	Req.	Drawing No.	
Scale 1:2		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP			
	Draw	P.JARUPONG					
Gen. ISO. 2768	Checken						
Fitting	Allowance	Title THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE			Drawing No. IRN.45		

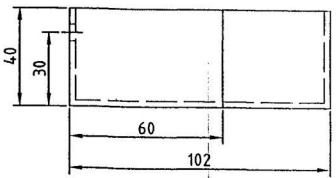


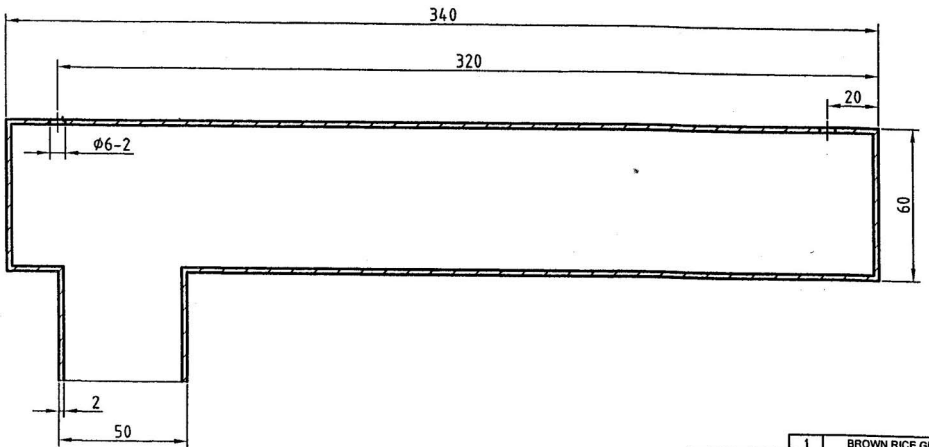




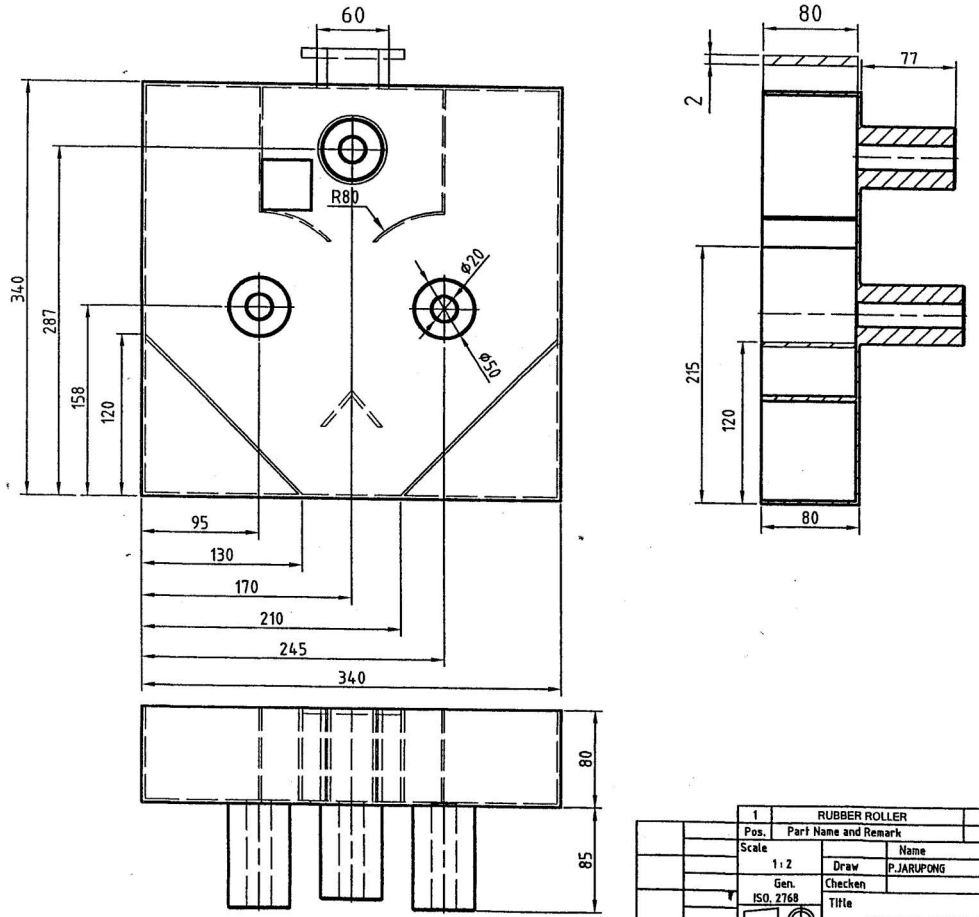
1	MAIN FRAME	1000x480x1460	SS.41	1	IRN.45-001	
Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.	
Scale 1:2		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
	Draw	P.JARUPONG				
Gen. ISO. 2768	Checken					
Fitting Allowance	Title	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE		Drawing No. IRN.45		



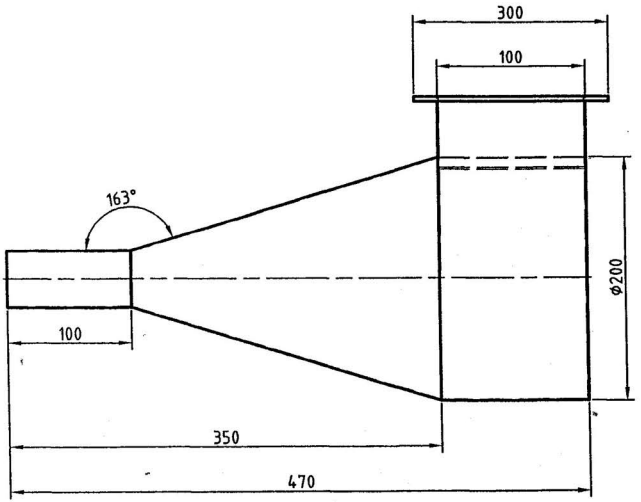


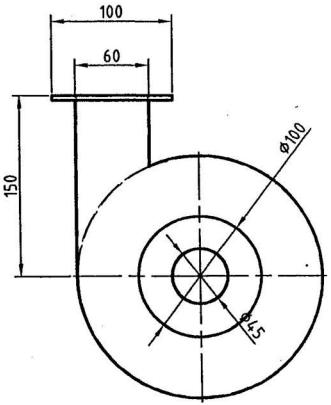


1	BROWN RICE GUTTER		340x60x40	SS.41	1	IRN.45-002
Pos.	Part Name and Remark		Dimension	Material	Req.	Drawing No.
Scale 1:2		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
Gen. ISO. 2768	Draw	P.JARUPONG				
	Checken					
Fitting Allowance	Title	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE		Drawing No. IRN.45		

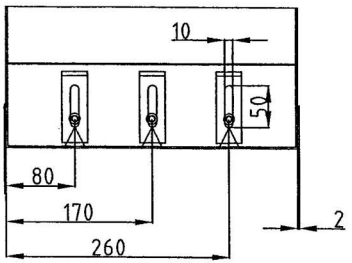


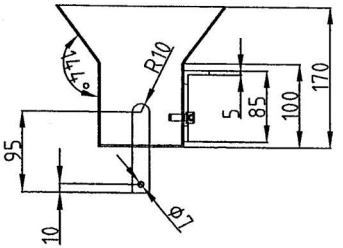
1	RUBBER ROLLER		340x340x80	SS.41	1	IRN.45-003
Pos.	Part Name and Remark		Dimension	Material	Req.	Drawing No.
Scale 1:2		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
	Draw	P.JARUPONG				
Gen. ISO. 2768	Checken					
Fitting Allowance	Title	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE		Drawing No. IRN.45		

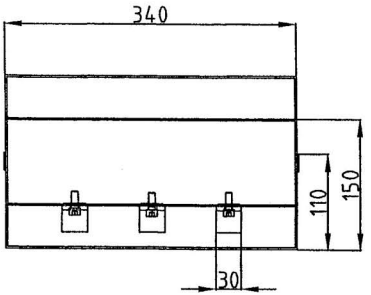


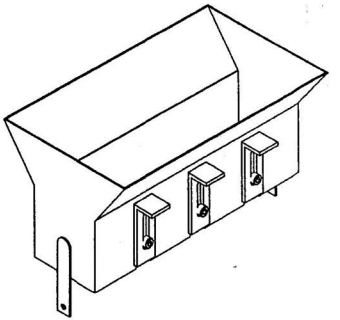


1	CYCLONE		200x470	SS.41	1	IRN.45-004	
Pos.	Part Name and Remark		Dimension	Material	Req.	Drawing No.	
Scale		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP			
1:2	Draw	P.JARUPONG					
Gen. ISO. 276B	Checken						
Fitting	Allowance	Title	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE		Drawing No. IRN.45		

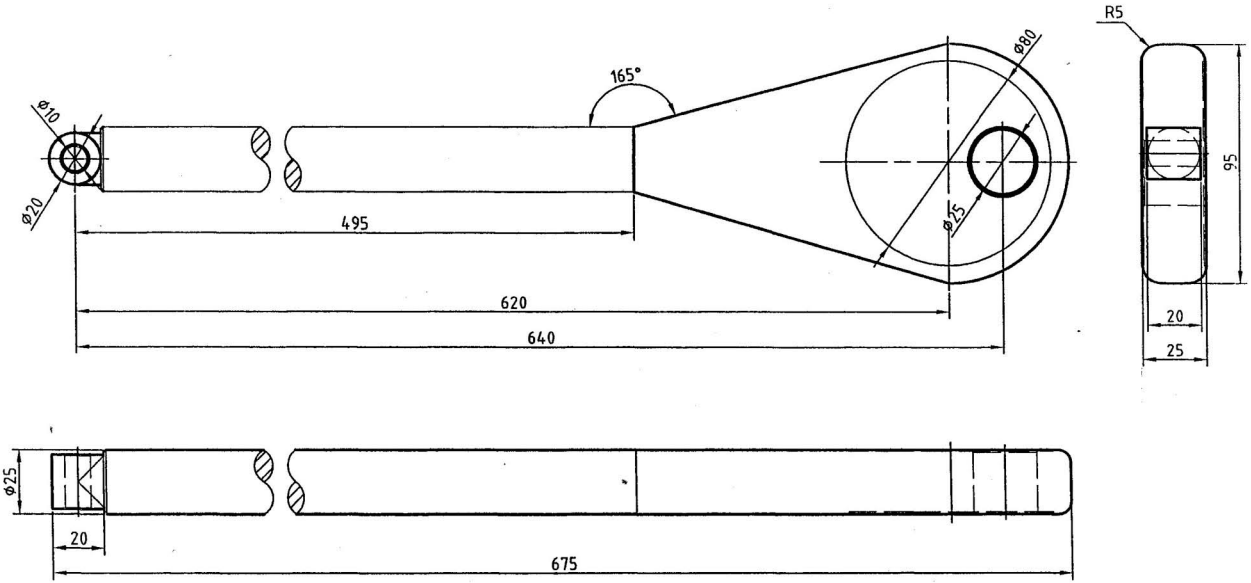




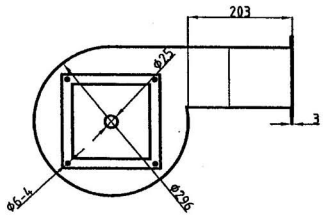


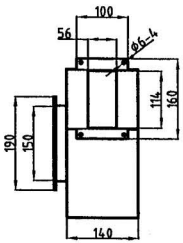


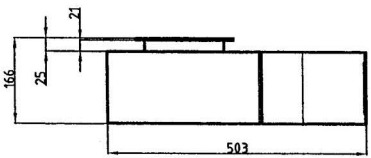
	1	RICE BOX	340x200x170	SS.41	1	IRN.45-005	
	Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.	
	Scale		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
	1:2	Draw	P.JARUPONG				
		Checken					
	Gen. ISO. 2768	Title	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE		Drawing No. IRN.45		
Fitting	Allowance						

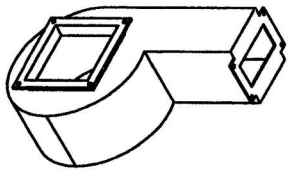


	1	DRIVE SHAFT		ø20x675	SS.41	1	IRN.45-006
	Pos.	Part Name and Remark		Dimension	Material	Req.	Drawing No.
	Scale		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
	1:2	Draw	P.JARUPONG				
	Gen.	Checken					
	ISO. 2768	Title	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE			Drawing No.	IRN.45
Fitting	Allowance						

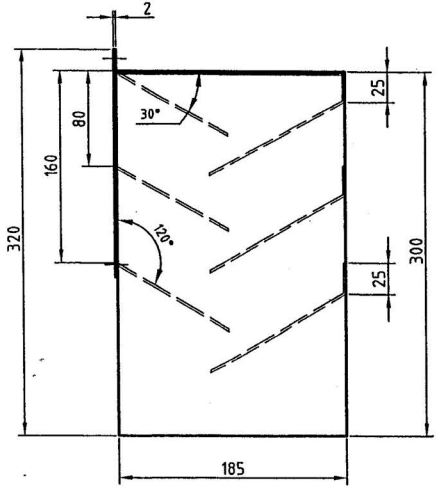


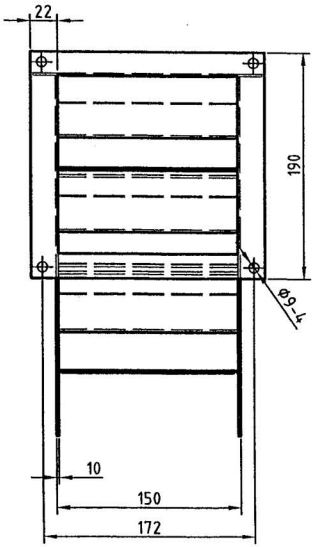


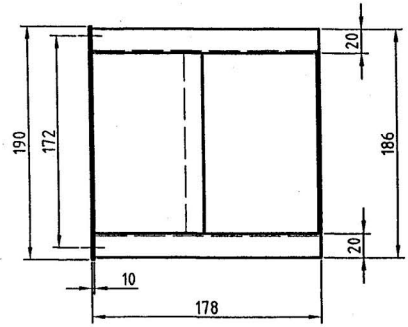




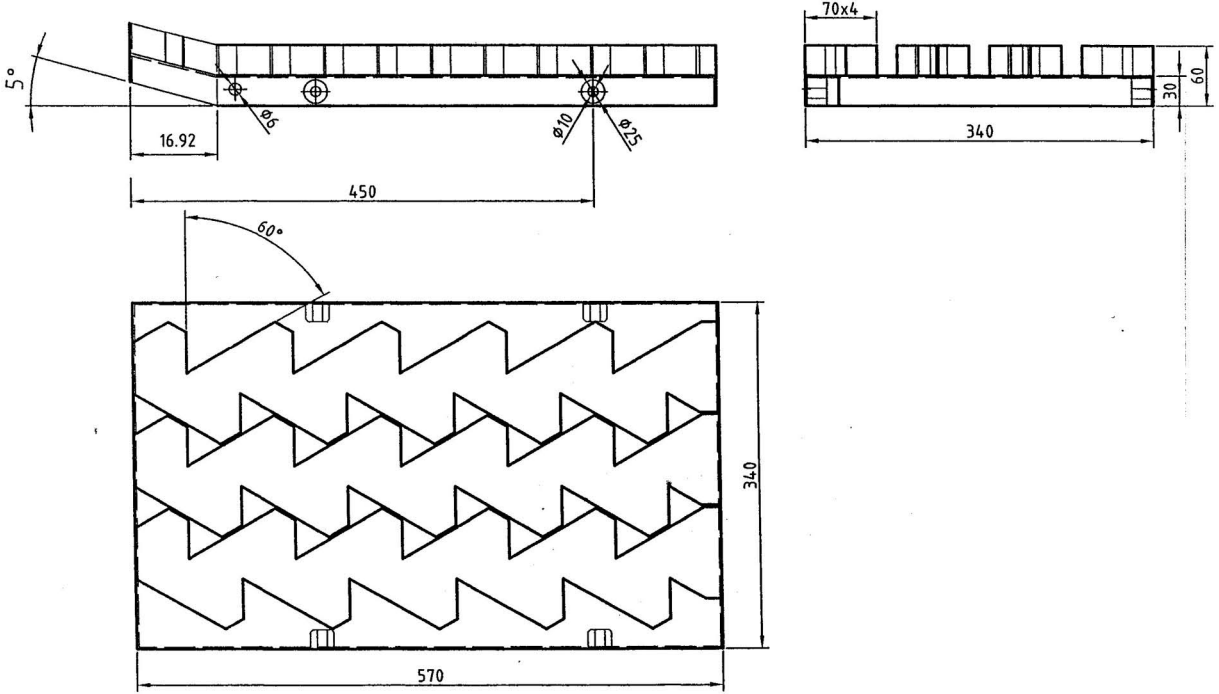
		1	EMPOILOR	300x503	SS.41	1	IRN.45-007
		Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.
		Scale 1:2		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP	
			Draw	P.JARUPONG			
		Gen. ISO. 2768	Checken				
Fitting	Allowance		Title THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE			Drawing No. IRN.45	



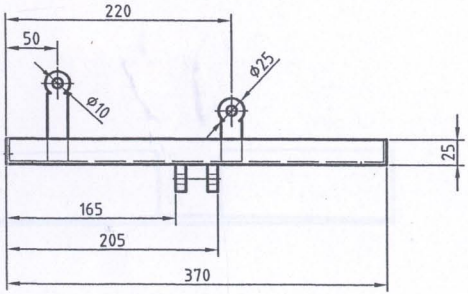


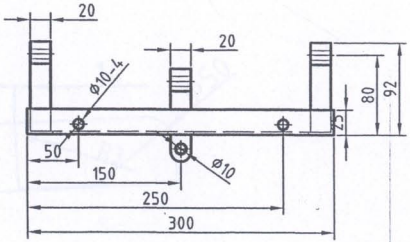


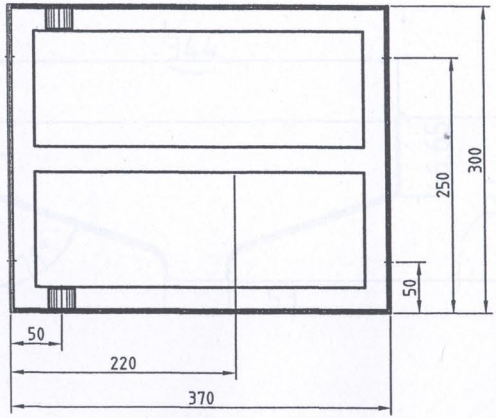
		1	SLIDE SHAFT	178x186x300	SS.41	1	IRN.45-008
		Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.
		Scale 1:2		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP	
			Draw	P.JARUPONG			
		Gen. ISO. 2768	Checken				
Fitting	Allowance	Title	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE			Drawing No.	IRN.45



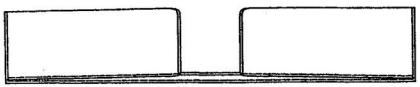
	1	PADDY GUTTR		340x500x60	SS.41	1	IRN.45-009
	Pos.	Part Name and Remark		Dimension	Material	Req.	Drawing No.
	Scale		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
	1:2	Draw	P.JARUPONG				
	Gen.	Checken					
	ISO. 2768	Title	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE			Drawing No.	IRN.45
Fitting	Allowance						

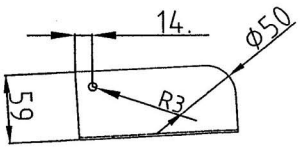


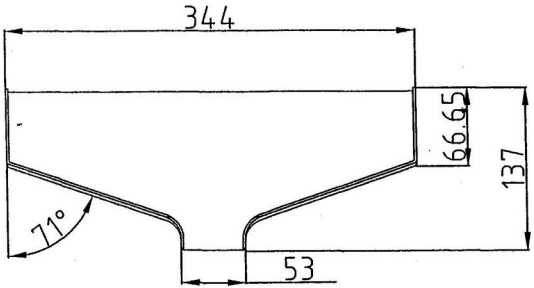


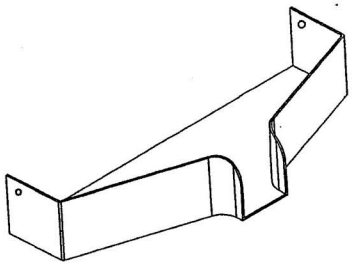


		1	BASE PADDY SEPARATOR	300x370x92	SS.41	1	IRN.45-010
		Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.
		Scale 1:2		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP	
			Draw	P.JARUPONG			
		Gen. ISO. 2768	Checken				
Fitting	Allowance		Title THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE			Drawing No. IRN.45	

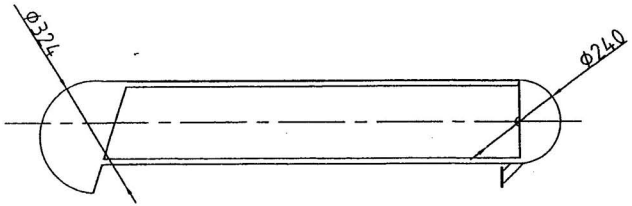


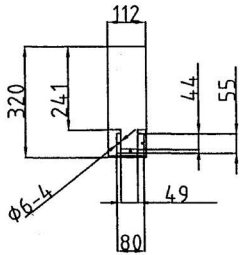


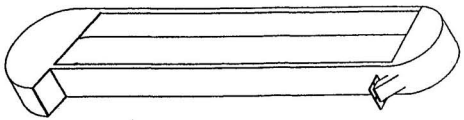


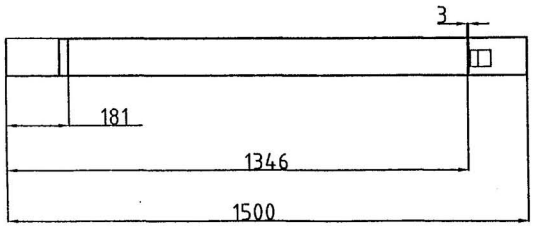


1	PADDY SEPARATOR		137x344x59	SS.41	1	IRN.45-011	
Pos.	Part Name and Remark		Dimension	Material	Req.	Drawing No.	
Scale			Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
1:2		Draw	P.JARUPONG				
Gen. ISO. 2768		Checken					
Fitting	Allowance	Title	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE		Drawing No. IRN.45		

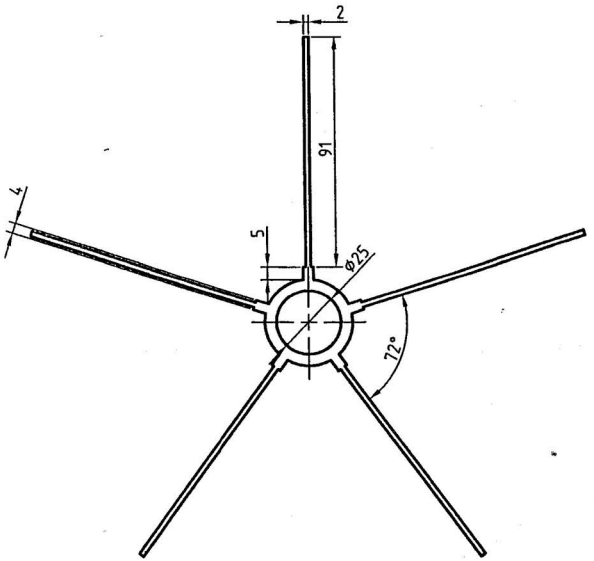


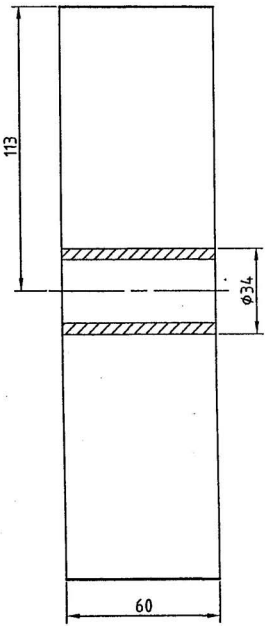




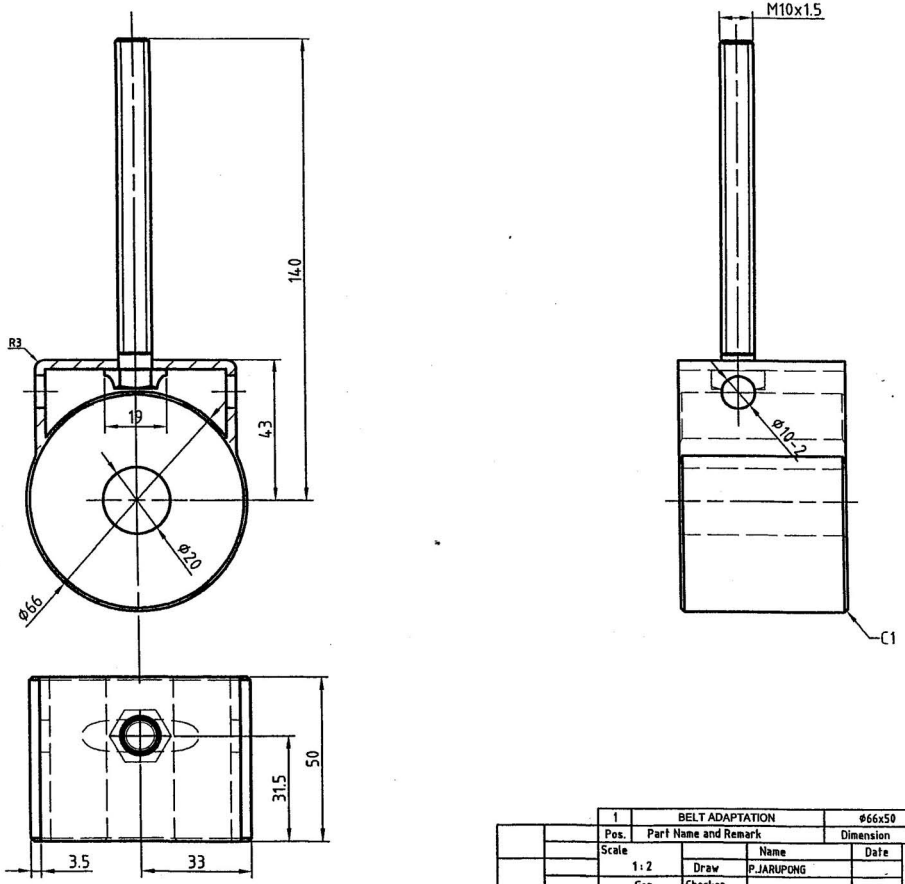


		1	CONVEY		120x240x1500 SS.41		1	IRN.45-012
		Pos.	Part Name and Remark		Dimension		Material	Req.	Drawing No.
		Scale		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
		1:2	Draw	P.JARUPONG				
		Gen.	Checken					
		ISO. 2768	Title				Drawing No.	
Fitting	Allovance		THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE				IRN.45	

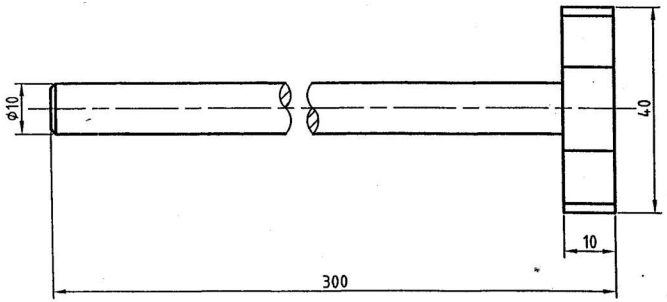


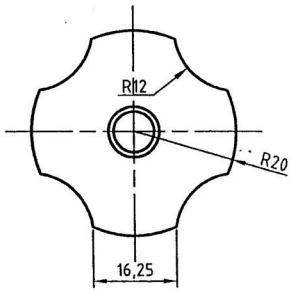


		1	BLADE		φ34x60	SS.41	1	IRN.45-013
		Pos.	Part Name and Remark		Dimension	Material	Req.	Drawing No.
		Scale		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
		1:2	Draw	P.JARUPONG				
		Gen. ISO. 2768	Checken					
			Title	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE			Drawing No.	IRN.45
Fitting	Allowance							

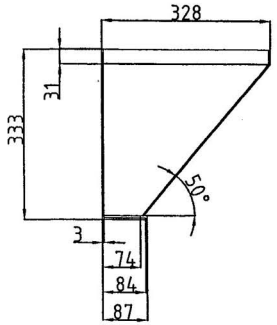


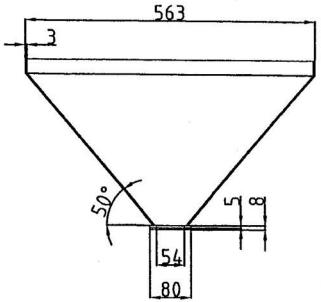
	1	BELT ADAPTATION	ø66x50	SS.41	1	IRN.45-014	
	Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.	
	Scale		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
	1:2	Draw	P.JARUPONG				
	Gen. ISO. 2768	Checken					
		Title	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE		Drawing No. IRN.45		
Fitting	Allowance						

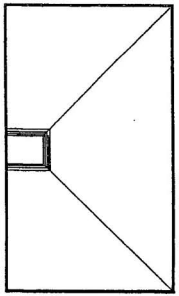


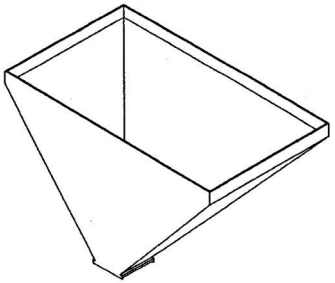


	1	ADAPTATION	ø10x300	SS.41	1	IRN.45-015	
	Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.	
	Scale 1:2		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
		Draw	P.JARUPONG				
	Gen. ISO. 2768	Checken					
Fitting Allowance		Title THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE			Drawing No. IRN.45		

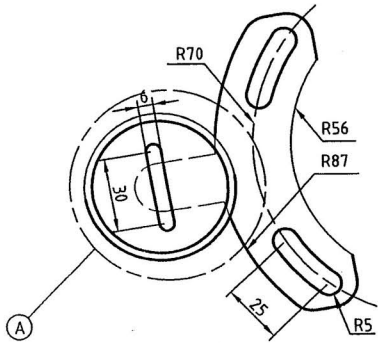


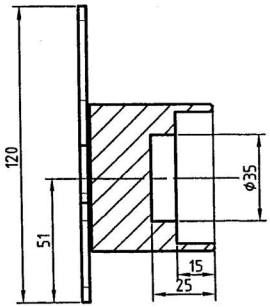


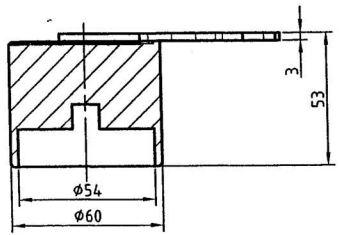


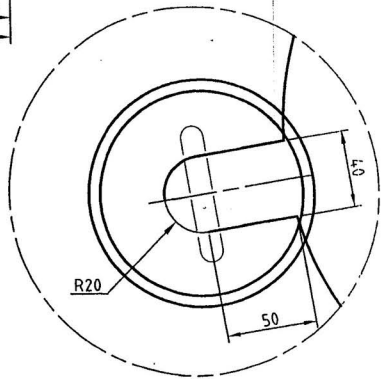


		1	RICE HOPPER		328x333x563	SS.41	1	IRN.45-016
		Pos.	Part Name and Remark		Dimension	Material	Req.	Drawing No.
		Scale		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
		1:2	Draw	P.JARUPONG				
		Gen. ISO 2768	Checken					



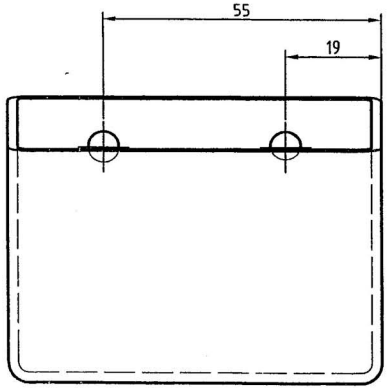


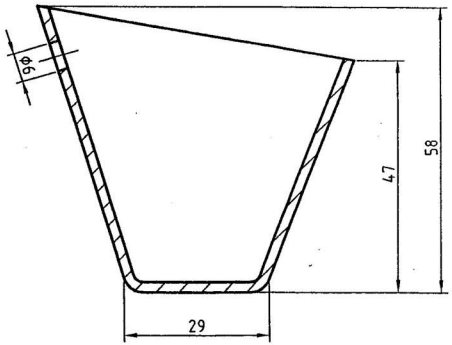


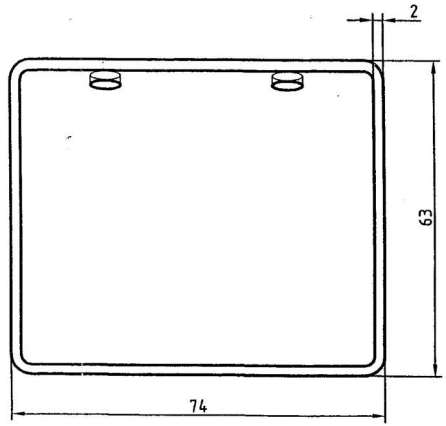


DETAIL A 1:1.5

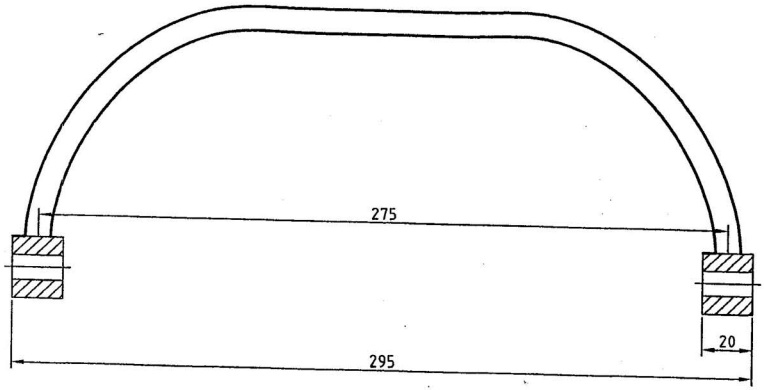
	1	BELT BY ADAPTATION		ø35x53	SS.41	1	IRN.45-017
	Pos.	Part Name and Remark		Dimension	Material	Req.	Drawing No.
	Scale		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
	1:2	Draw	P.JARUPONG				
	Gen. ISO. 2768	Checken					
Fitting / Allowance		Title	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE			Drawing No.	IRN.45

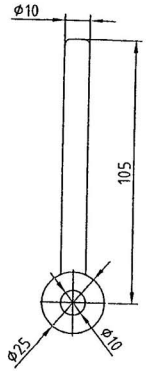




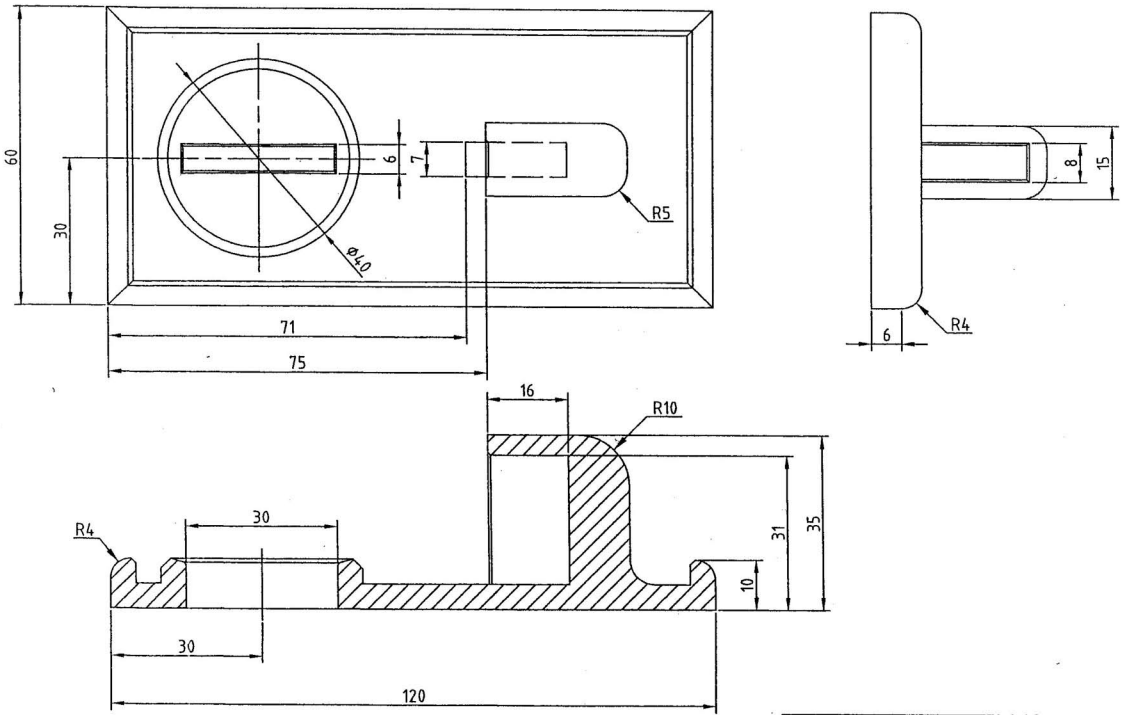


	1	RICE ADAPTATION	74x63x58	SS.41	1	IRN.45-018
	Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.
Scale 1:2		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
	Draw	P.JARUPONG				
Gen. ISO. 2768	Checken					
Fitting Allowance	Title	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE		Drawing No. IRN.45		

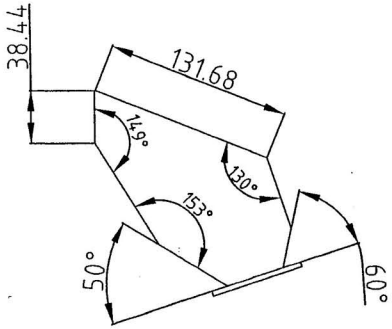


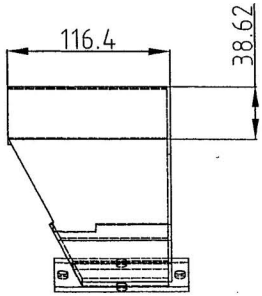


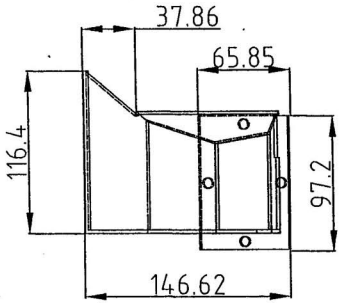
1	ASLANT ADAPTATION		ø10x295	SS.41	1	IRN.45-019
Pos.	Part Name and Remark		Dimension	Material	Req.	Drawing No.
Scale 1:2		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
	Draw	P.JARUPONG				
Gen. ISO. 2768	Checken					
Fitting Allowance	Title	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE		Drawing No. IRN.45		

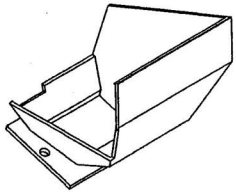


1	COIN DROPPING	60x120x10	SS.41	1	IRN.45-020	
Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.	
Scale 1:2		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
	Draw	P.JARUPONG				
Gen. ISO. 2768	Checken					
Fitting	Allowance	Title: THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE		Drawing No. IRN.45		

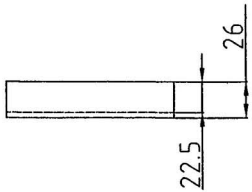


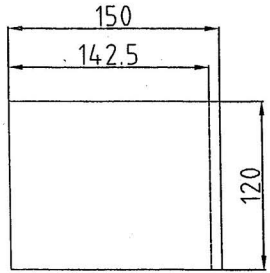


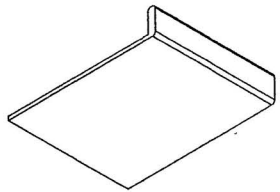




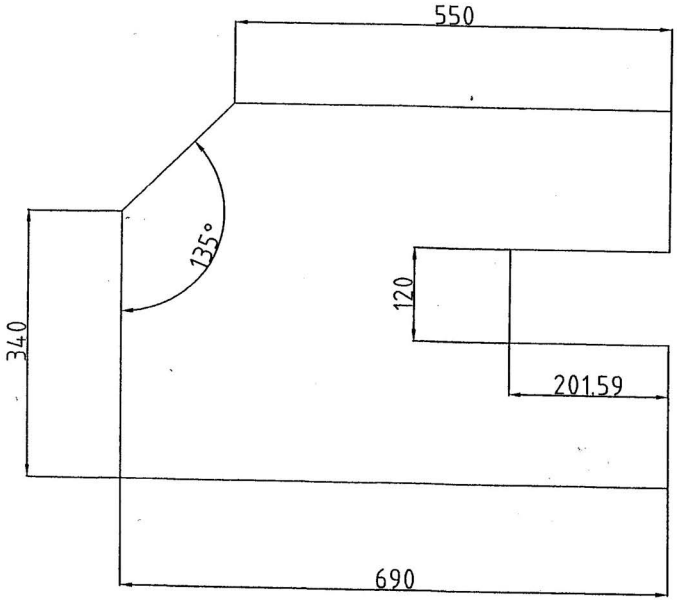
	1	RICE CONVEY	97x122	SS.41	1	IRN.45-021	
	Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.	
	Scale		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
	1:2	Draw	P.JARUPONG				
	Gen.	Checken					
	ISO. 2768	Title			Drawing No.		
Fitting	Allowance	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE			IRN.45		

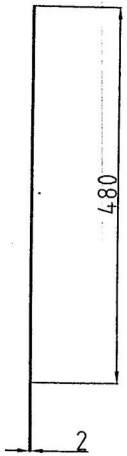




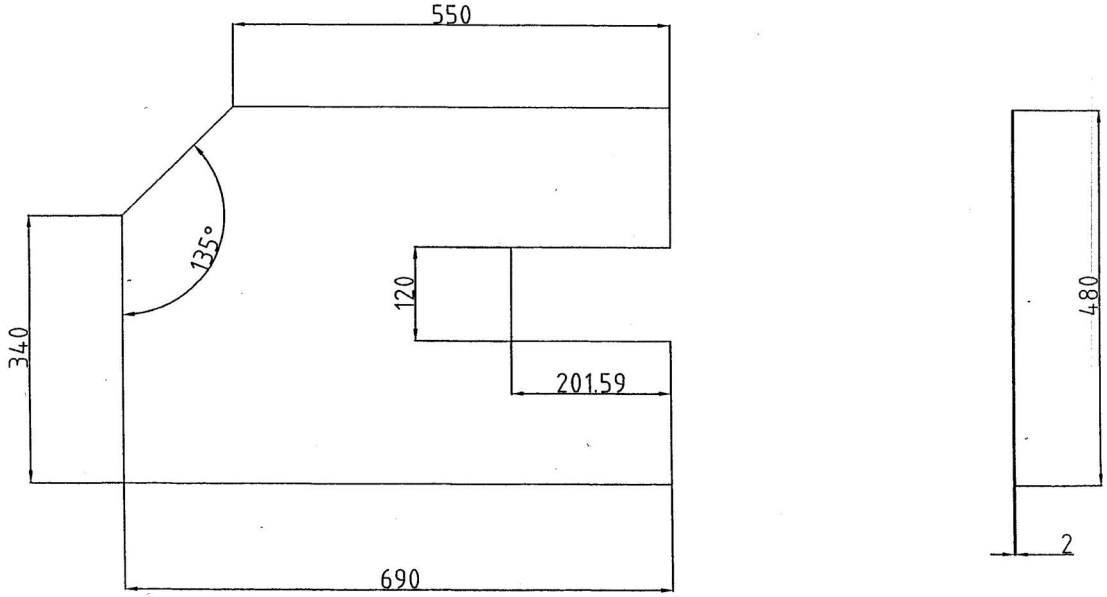


	1	RICE CONVEY	26x120x150	SS.41	1	IRN.45-022	
	Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.	
	Scale 1:2		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
		Draw	P.JARUPONG				
	Gen. ISO. 2768	Checken					
Fitting	Allowance	Title	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE		Drawing No. IRN.45		

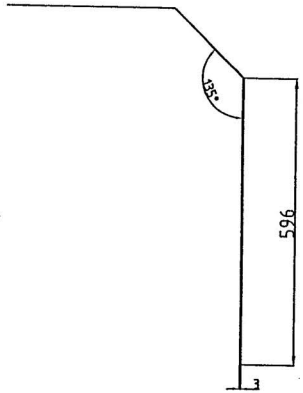


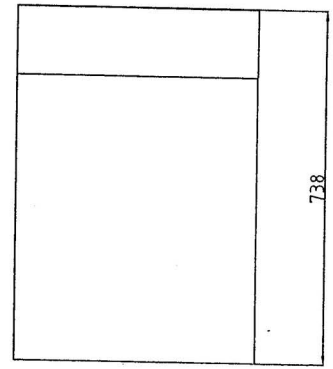


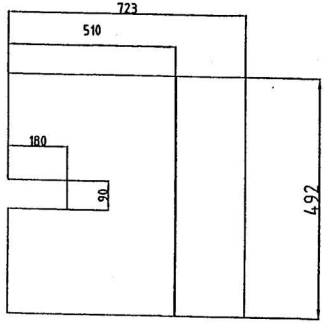
	1	BODY	2x480x690	SS.41	1	IRN.45-000
	Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.
	Scale 1:2	Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERTY OF TECHNOLOGY ISRUNGTHEP		
		Draw P.JARUPONG				
	Gen. ISO. 2768	Checken				
Fitting Allowance		Title THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE		Drawing No. IRN.45		

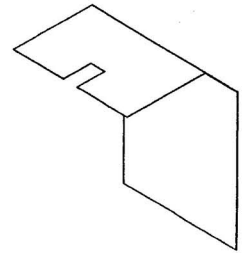


		1	BODY	2x480x690	SS.41	1	IRN.45-000
		Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.
		Scale		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERTY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP	
		1 : 2	Draw	P.JARUPONG			
		Gen. ISO. 2768	Checken				
Fitting	Allowance	Title	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE			Drawing No.	IRN.45

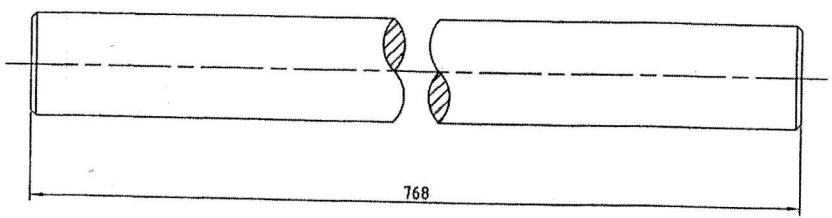


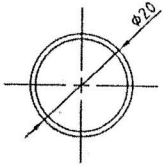




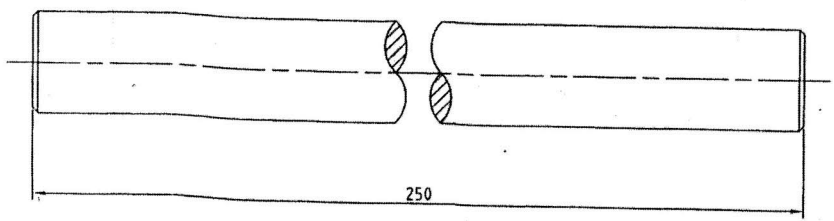


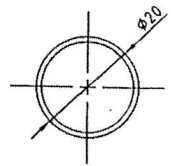
		1	BODY	2x340x738	SS.41	1	IRN.45-016
		Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.
		Scale 1:2		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVEISITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP	
			Draw	P.JARUPONG			
		Gen. ISO. 276B	Checken				
Fitting	Allowance		Title THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE			Drawing No. IRN.45	





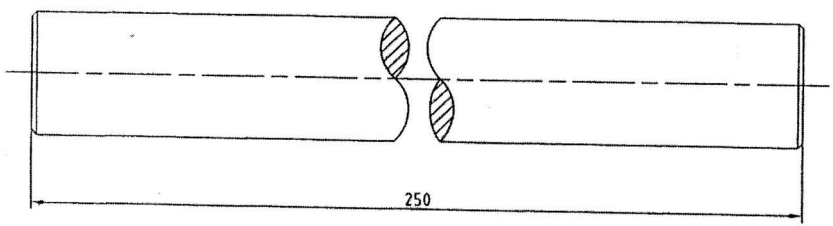
1	SHAFT	φ20x768	SS41	1	IRN.45-000	
Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.	
Scale 1:2		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
	Draw	P.JARUPONG				
Gen. ISO. 2768	Checken					
Fitting	Allevance	Title THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE		Drawing No IRN.45		

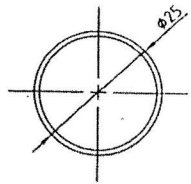




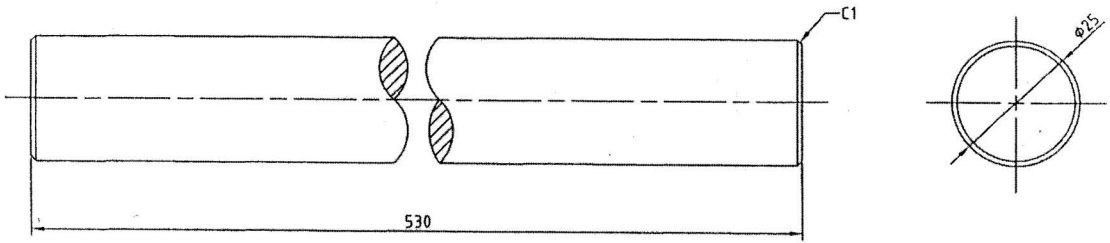
1	SHAFT	Ø20x250	SS.41	1	IRN.45-000
Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.

Scale 1:2	Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP
Draw	P.JARUPONG		
Gen.	Checken		
ISO. 276B	Title		Drawing No.
Fitting / Allowance	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE		IRN.45

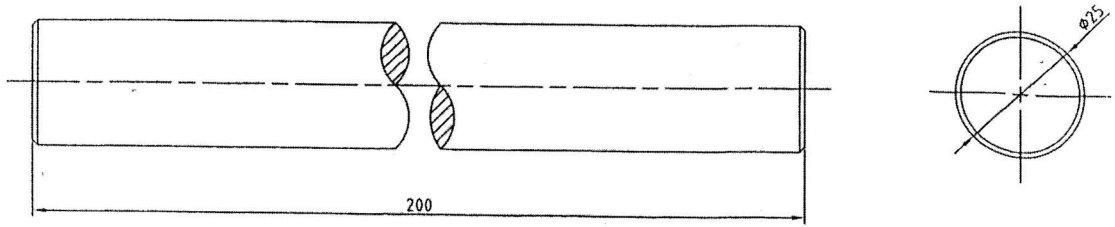




1	SHAFT	ø25x250	SS.41	1	IRN.45-000	
Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.	
Scale 1:2		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
	Draw	P.JARUPONG				
	Checken					
Gen. ISO. 2768	Title	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE		Drawing No. IRN.45		
Fitting Allowance						

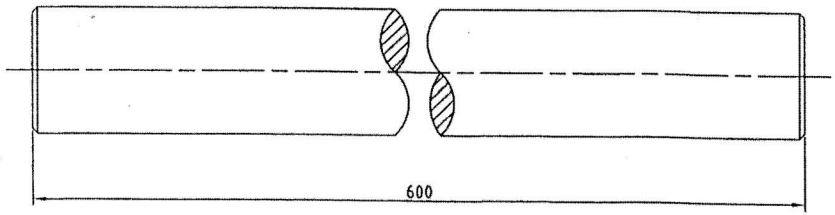


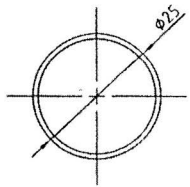
	1	SHAFT		Φ25x530	SS.41	1	IRN.45-000
	Pos.	Part Name and Remark		Dimension	Material	Req.	Drawing No.
	Scale		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
	1:2	Draw	P.JARUPONG				
	Gen. ISO. 2768	Checken					
		Title	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE			Drawing No.	IRN.45
Fitting	Allowance						



1	SHAFT	ø25x200	SS 41	1	IRN 45-000
Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.

Scale 1:2		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP
	Draw	P.JARUPONG		
ISO. 2768	Checken			
Fitting	Allowance	Title: THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE		Drawing No. IRN.45





Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.
1	SHAFT	ø25x600	SS 41	1	IRN.45-000

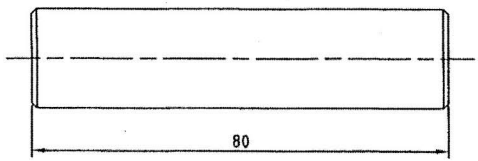
Scale 1:2		Name	Date
	Draw	P.JARUPONG	
Gen. ISO. 2768	Checken		

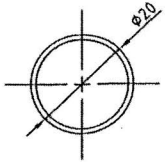
RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP

Fitting | Allowance

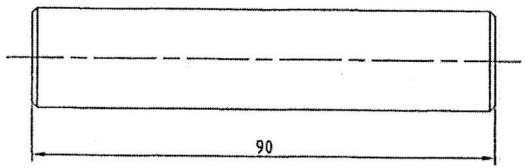
Title: THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE

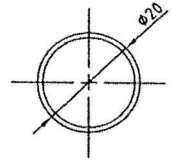
Drawing No. IRN.45



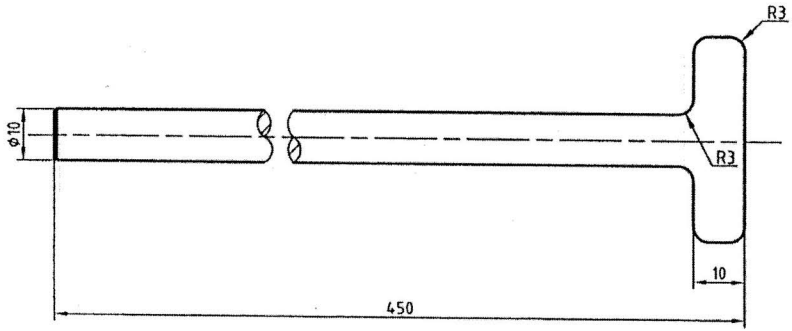


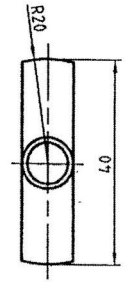
		1	SHAFT	ø20x80	SS.41	1	IRN.45-000
		Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.
		Scale		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP	
		1:2	Draw	P.JARUPONG			
		Gen. ISO. 2768	Checken				
			Title	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE		Drawing No. IRN.45	
Fitting	Allovance						



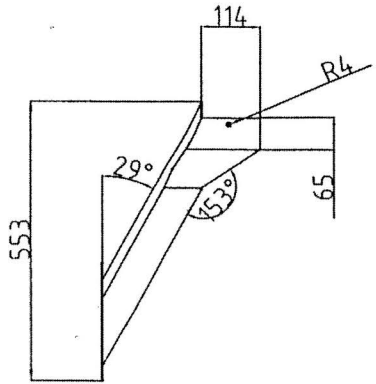


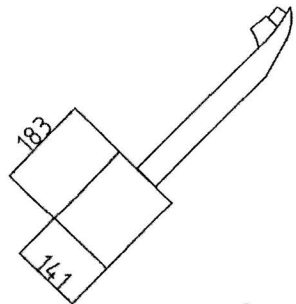
1	SHAFT		Φ20x90	SS.41	1	IRN.45-000	
Pos.	Part Name and Remark		Dimension	Material	Req.	Drawing No.	
Scale		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP			
1 : 2	Draw	P.JARUPONG					
Gen. ISO. 2768	Checken						
Fitting	Allowance	Title	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE			Drawing No IRN.45	

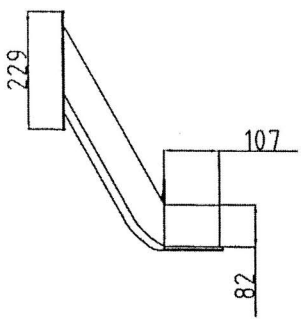


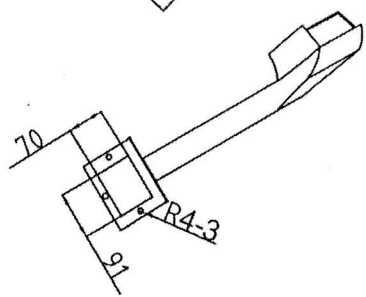


1	ADAPTATION	ϕ10x450	SS.41		IRN.45-029	
Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.	
Scale 1:2		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
	Draw	P.JARUPONG				
Gen. ISO. 2768	Checken					
Fitting	Allowance	Title: THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE			Drawing No. IRN.45	

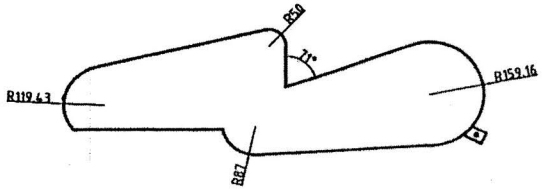


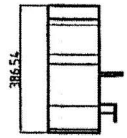


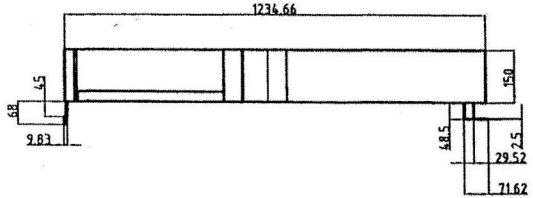


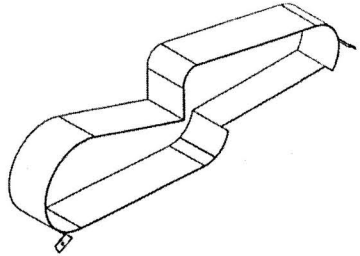


	1	RICE CONVER	-	SS.41	1	IRN.45-025	
	Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.	
	Scale 1:2		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
		Draw	P.JARUPONG				
	Gen. ISO. 2768	Chechen					
Fitting	Allowance	Title	THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE		Drawing No. IRN.45		

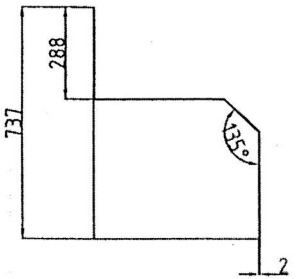


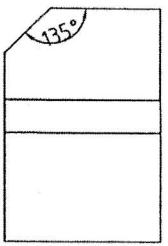


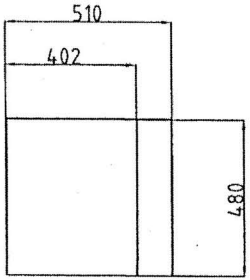


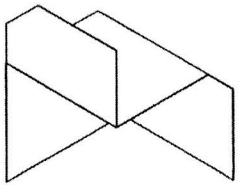


	1	BODY		-	SS.41	1	IRN.45-023
	Pos.	Part Name and Remark		Dimension	Material	Req.	Drawing No.
	Scale 1:2		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
		Draw	P.JARUPONG				
	Gen. ISO 2768	Checken					
Fitting Allowance		Title THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE				Drawing No. IRN.45	









1	BODY	2x480x737	SS.41	1	IRN.45-000	
Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.	
Scale 1 : 2		Name	Date	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP		
	Draw	P.JARUPONG				
Gen. ISO. 2768	Checken					
Fitting Allowance	Title THE SMALL BROWN RICE MILLING MECHINE				Drawing No. IRN.45	

ภาคผนวก ข

ตารางความคันไดนามิค

ตารางการเลือกใช้สายพาน

ตารางแสดงคุณสมบัติของเพลา

ตารางที่ 1 ข แสดงความดันไดนามิค (ความดันความเร็ว)และความเร็วลม

ความเร็วลม (m/s)	ความดันไดนามิคของลม (mmH_2O)
1.0	0.062
2.0	0.255
3.0	0.542
4.0	0.980
5.0	1.533
6.0	2.205
7.0	3.002
8.0	3.920
9.	4.962
10.0	6.126
11.0	7.412
12.0	8.821
13.0	10.352
14.0	12.006
15.0	13.783
16.0	15.682
17.0	17.703
18.0	19.847
19.0	22.114
20.0	24.503

(ความถ่วงจำเพาะของอากาศ: 1.20 kg/m^3)

ที่มา : ศาสตราจารย์บุญญศักดิ์ ใจจงจิต , เครื่องสูบ , เครื่องอัดลม ,เครื่องเป่าลม และพัดลม ศูนย์ตำราเรียน , สจพ , พระนครเหนือ 2527

ตารางที่ 2 ข แสดงมิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของล้อสายพาน แรงกระทำและค่าคงที่สำหรับการทดสอบความยาว

ชื่อหน้าตัด	มิลลิเมตร	มิลลิเมตร	มิลลิเมตร	มิลลิเมตร	มิลลิเมตร	มิลลิเมตร	αP	แรงกระทำต่อสายพานด้วยนิวตัน	ค่าคงที่ K
M	9.65 ± 0.03	8.0	63.66 ± 0.03	-	2.7	6.3	34° ± 10	98	200
A	11.95 ± 0.03	9.2	104.49 ± 0.03	95.49	4.5	8.0		196	300
B	15.86 ± 0.03	12.5	138.32 ± 0.03	127.32	5.5	9.5		294	400
C	21.18 ± 0.03	16.9	236.82 ± 0.03	222.82	7.0	12.0		736	700
D	30.78 ± 0.03	24.6	400.97 ± 0.03	381.97	9.5	15.5		1373	1200
E	36.96 ± 0.03	28.7	598.36 ± 0.03	572.96	12.7	19.3		1765	1800

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม . มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสายพาน มอก.146-2536 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม . กรุงเทพ ฯ

ตารางที่ 3 ข แสดงมิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของล้อสายพานที่ใช้สำหรับการทดลองความล้าเนื่องจากการโค้งงอ (เฉพาะชื่อหน้าตัด A และชื่อหน้าตัด B)

ชื่อหน้าตัด	มิลลิเมตร	มิลลิเมตร	มิลลิเมตร	มิลลิเมตร	มิลลิเมตร	มิลลิเมตร	มิลลิเมตร	มิลลิเมตร	αP
A	59 ± 0.25	9.2	11.78 ± 0.1	50	4.5	8.0	0.2-0.5	0.5-1.0	32 ± 0.5
B	91 ± 0.25	12.5	15.65 ± 0.1	80	5.5	9.5	0.2-0.5	0.5-1.0	32 ± 0.5

ที่มา : สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม . มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสายพาน มอก. 146-2536 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม . กรุงเทพฯ

ตารางที่ 4 ข แสดงแรงกระทำกับล้อสายพานความเร็วของล้อสายพานขับและชื่อขนาดของสายพานตัววีสำหรับการทดสอบความล้าเนื่องจากการโค้งงอ (เฉพาะชื่อหน้าตัด A และชื่อ หน้าตัด B)

ชื่อหน้าตัด	ความเร็วของพูเล่ย์ขับ rpm	แรงกระทำกับพูเล่ย์ kN	ชื่อขนาดของสายพานตัววี
A	3400 ถึง 3600	0.29 ± 0.005	37 ถึง 43
B	3400 ถึง 3600	0.78 ± 0.01	55 ถึง 65

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม . มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสายพานมอก. 146-2356 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม . กรุงเทพฯ

ตารางที่ 5 ข แสดงค่าความเค้นบิด (σ ball) และความเค้นดัด (T ball)

เพลาทำจากวัสดุ	ความเค้นแรงบิด(N/mm^2)	ความเค้นแรงดึง(N/mm^2)
St 37	10-15	200-370
St 42	12-18	30-60
St 50	20-40	40-60
St 60	40-60	60-100
St 70	60-80	100-150

ที่มา : บรรเลง ศรนิล และกิตติ นิงสานนท์. การคำนวณและออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ , ม.ป.ป หน้า 167.

ตารางที่ 6 ข แสดงขนาดมาตรฐานของเพลา

ขนาดมาตรฐานของเพลา (mm.)										
10	20	30	40	50	60	70	80	125	200	300
12	22	35	45	55	65	75	90	130	220	320
14	25						100	140	240	440
16							110	150	260	460
18							120	160	280	480

ที่มา : บรรเลง ศรนิล และกิตติ นิงสานนท์ . การคำนวณและออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ , ม.ป.ป หน้า 167.

ภาคผนวก ค
ประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

1.ชื่อ-สกุล : นายพิชัย จันทร์มณี

Mr. Pichai Janmanee

2.เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน : 3900200448664

3.ตำแหน่ง : อาจารย์ 2 ระดับ 7

4.หน่วยงานที่สังกัด : สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิชาเทคโนโลยีการผลิต วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ โทร. 02-2873211-25 ต่อ 206 โทรสาร. 02-2863596

Email : Pichjane@yahoo.com

5.ประวัติการศึกษา: วศ.บ (วิศวกรรมอุตสาหการ) วศ.ม.(วิศวกรรมการผลิต)

6.สาขาที่มีความชำนาญ: Manufacturing, Press Tools and Die Design

7.ประสบการณ์วิจัย

7.1 ผู้อำนวยการวิจัย: -

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

-การศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมในการเตรียมชิ้นงานทดสอบแรงดึงอลูมิเนียม AL99

-การศึกษาความเหมาะสมในการขยายปีกปากรูชิ้นงานในชิ้นส่วนยานยนต์

-การศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ช่องว่างระหว่างพั้นช์และดายส์ในการตัดวัสดุโลหะแผ่นเหล็กกล้ารีดเย็น

7.4 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อโครงการวิจัย

- การศึกษาการดีดตัวกลับของวัสดุโลหะแผ่นคุณสมบัติแอนไอโซทรอปิก. ตีพิมพ์เมื่อปี พ.ศ. 2543. การประชุมวิศวกรรมเครื่องกลครั้งที่ 14 แหล่งทุน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.(ผู้ร่วมวิจัย)

- การศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมในการเตรียมชิ้นงานทดสอบแรงดึงวัสดุอลูมิเนียม AL99. ตีพิมพ์ปี 2543. การประชุมวิศวกรรมกลครั้งที่ 15. แหล่งทุน - (หัวหน้าโครงการวิจัย)

- การศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ช่องว่างระหว่างพั้นช์และดายส์ในการตัดวัสดุโลหะแผ่นเหล็กกล้ารีดเย็น.ตีพิมพ์เมือปี พ.ศ. 2544.วารสารเทคโนโลยีธนบุรี. :แหล่งทุน บริษัทชัมมิทออโต้ซิ้ท จำกัด(หัวหน้าโครงการวิจัย)

- การศึกษาเปรียบเทียบค่าความเค้นหนาแน่นวัสดุเหล็กกล้า. ตีพิมพ์เมือปี พ.ศ. 2546 . วารสารพยับหมอก.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ: แหล่งทุน-(ผู้ร่วมวิจัย)

- เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญ(หัวหน้าโครงการวิจัย)

7.4งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อโครงการวิจัย

- การศึกษาความเหมาะสมในการขยายปีกปากรูชิ้นงานในชิ้นส่วนยานยนต์ : แหล่งทุน บริษัทไทยซัมมิท จำกัด (ลุล่วงแล้ว 95 %)

- การศึกษากลไกการสึกหรอมีดกลึงเกลียวในกระบวนการตัดเกลียวเมตริก(กำลังจัดทำ)

ผู้ร่วมวิจัย

1.ชื่อ-สกุล : นายสมศักดิ์ วิเศษแสง

Mr. Somsak Wisetsaeng

2.เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน : 3102000067496

3.ตำแหน่ง : อาจารย์ 2 ระดับ 7

4.หน่วยงานที่สังกัด : สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิชาเทคโนโลยีการผลิต

วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ โทร. 02-2873211-25 ต่อ 210โทรสาร.

02-2863596

Email : Wisetsaengs@yahoo.com

5.ประวัติการศึกษา:วศ.บ(วิศวกรรมอุตสาหการ) Dipl.CAD/CAM Technology.(Hong Kong)

6.สาขาที่มีความชำนาญ: Machine Design, Metrology Engineering

7.ประสบการณ์วิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย: -

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย-

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว-

- เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญ (ผู้ร่วมวิจัย)
- เครื่องสาวไหม :แหล่งทุน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (ผู้ร่วมวิจัย)

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อโครงการวิจัย

ผู้ร่วมวิจัย

1.ชื่อ-สกุล : นายดำรงฤทธิ์ ปิ่นประดับ

Mr. Dumrongrit Pinpradab

2.เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน : 3102001117683

3.ตำแหน่ง : อาจารย์ 2 ระดับ 7

4.หน่วยงานที่สังกัด : สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิชาเทคโนโลยีการผลิต วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ โทร. 02-2873211-25 ต่อ 185 โทรสาร. 02-2863596

Email : Damrongritha@hotmail .com

5.ประวัติการศึกษา: คอ.บ (วิศวกรรมอุตสาหการ)

6.สาขาที่มีความชำนาญ: Quality Control, Safety Engineering

7.ประสบการณ์วิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : -

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

- การศึกษาความสามารถในการเรียนรู้โครงสร้างอะตอมพื้นฐานของโลหะกลุ่มเหล็ก

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว:-

- เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญ

- การศึกษาความสามารถในการเรียนรู้โครงสร้างอะตอมพื้นฐานของโลหะกลุ่มเหล็ก : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (หัวหน้าโครงการวิจัย)

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อโครงการวิจัย

ผู้ร่วมวิจัย

1.ชื่อ-สกุล : นายพรสวัสดิ์ ผดุง

Mr. Pornsawat Padung

2.เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน : 3102001117683

3.ตำแหน่ง : อาจารย์ 2 ระดับ 7

4.หน่วยงานที่สังกัด : สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิชาอุตสาหกรรมสิ่งทอ วิทยาเขต-เทคนิคกรุงเทพฯ โทร. 02-2873211-25 ต่อ 185 โทรสาร. 02-2863596

Email : Damrongritha@hotmail .com

5.ประวัติการศึกษา: วศ.บ (วิศวกรรมสิ่งทอ) คอ.ม (บริหารอาชีวะฯ)

6.สาขาที่มีความชำนาญ: Textile, Project Management

7.ประสบการณ์วิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : -

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

- การศึกษาความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนในระดับอาชีวะศึกษาสาขาสิ่งทอ
- เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญ

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว:-

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อโครงการวิจัย

- เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กแบบหยอดเหรียญ
- การศึกษาความต้องการวิศวกรสิ่งทอในประเทศไทย (หัวหน้าโครงการวิจัย)