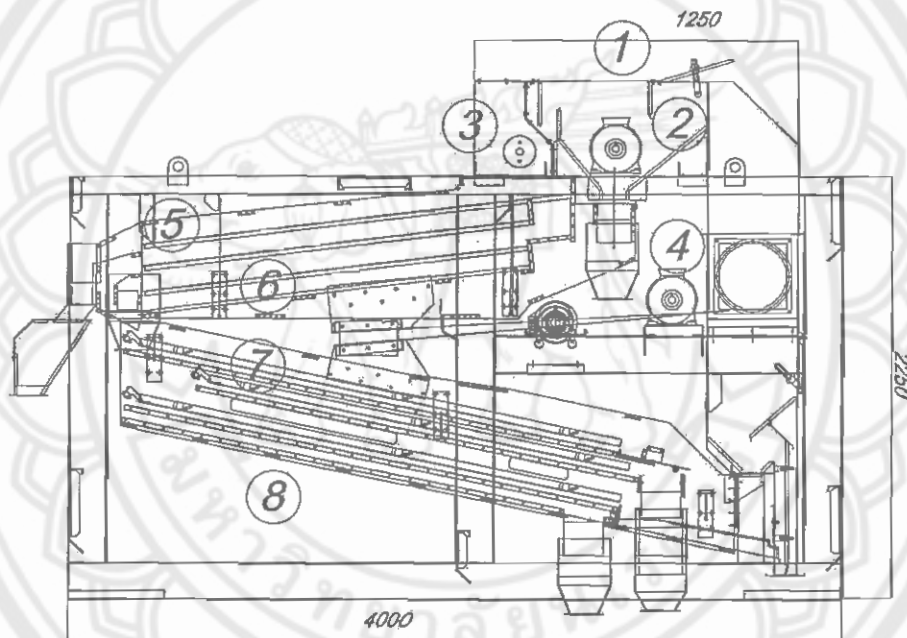


บทที่ 3

การออกแบบและสร้างเครื่องทำความสะอาดเมล็ดข้าวเปลือก

จากแบบที่ทางบริษัทห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ็ม. อี. ดี.วิศวกรรม ได้ทำการออกแบบ เครื่องทำความสะอาดเมล็ดข้าวเปลือก และมอบหมายให้ทำการสร้างประกอบจนแล้วเสร็จ ผู้จัดทำโครงการ จึงได้ทำการตรวจสอบผลการออกแบบ โดยการคำนวณ ได้มุ่งเน้นในส่วนของระบบป้อนข้าวเปลือก และระบบทำความสะอาดข้าวเปลือก



รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องทำความสะอาดข้าวเปลือก

- | | |
|----------------------------------|------------------------------|
| 1. ถังรับข้าวเปลือก | 6. ตะแกรงคัดแยกสิ่งสกปรกขนาด |
| 2. ถาดรับข้าวเปลือก | กลาง |
| 3. ชุดขับป้อนข้าวเปลือก | 7. ตะแกรงคัดแยกฝุ่น |
| 4. ชุดขับทำความสะอาดข้าวเปลือก | 8. ถาดรับฝุ่น |
| 5. ตะแกรงคัดแยกสิ่งสกปรกขนาดใหญ่ | |

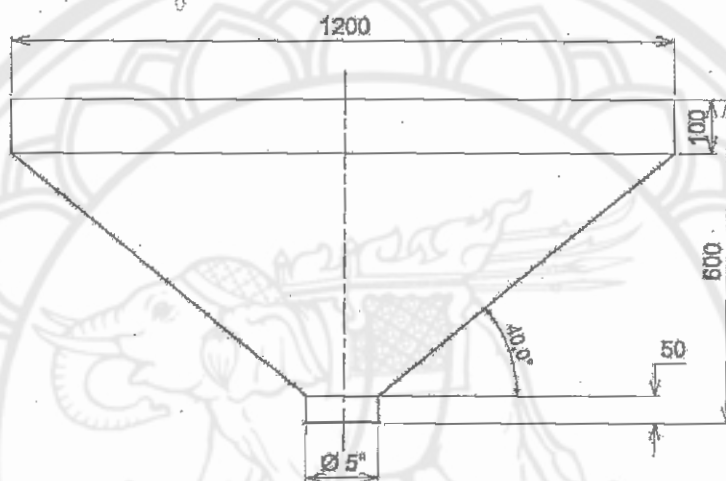
3.1 หลักการทำงานของเครื่องทำความสะอาดข้าวเมล็ดเปลือก



ส่วนประกอบที่สำคัญและหลักการทำงาน

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องทำความสะอาดข้าวเปลือก ซึ่งพอสรุปได้ดังต่อไปนี้

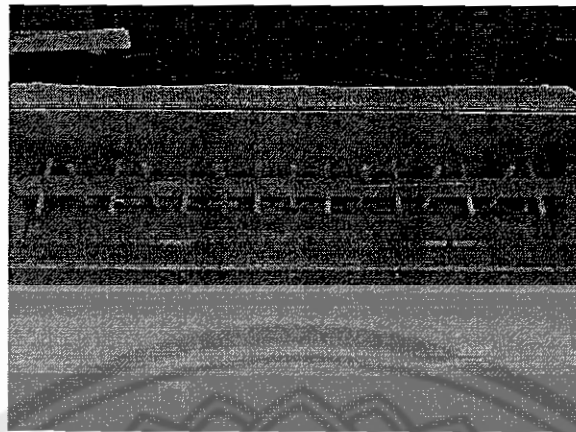
- 1) ถังรับข้าวเปลือก เป็นส่วนที่รับข้าวเปลือกที่ยังไม่ได้ทำความสะอาดและทำหน้าที่เป็นถังเก็บสำรองข้าวก่อนส่งข้าวไปสู่ถาดรับข้าว โดยการออกแบบถังรับข้าวนี้จะคำนึงถึงมุมเอียง (Angle of Repose) ของถังรับข้าว ซึ่งทางบริษัทห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ็ม. อี. ดี.วิศวกรรม ได้ออกแบบให้มีมุมเอียงเท่ากับ 40°



รูปที่ 3.2 แสดงมุมเอียงของถังรับข้าว

- 2) ถาดรับข้าวเปลือก เป็นส่วนที่รับข้าวเปลือกจากถังรับข้าวมีหน้าที่ป้อนข้าวเปลือกลงสู่ชุดทำความสะอาด
- 3) ชุดจับป้อนข้าวเปลือก ประกอบด้วยเพลากวนข้าว โดยเพลากวนข้าวมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 30 mm มีจำนวนซี่ที่ใช้สำหรับกวนข้าวทั้งหมด 30 ซี่ แต่ละซี่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 10 mm ระยะห่างระหว่างซี่เท่ากับ 75 mm

ระยะแรกที่ไม่มีการหมุนเพลากวนข้าวจะอยู่นิ่ง แต่เมื่อเดินเครื่องมอเตอร์ จะส่งกำลังผ่านสายพานไปยังเพลากวนข้าวทำให้เพลากวนข้าวหมุนไปในทิศทางเดียว อย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา ด้วยความเร็วรอบ 775 rpm เพื่อเป็นการทำให้ข้าวที่ถูกลำเลียงลงมายังเครื่องทำความสะอาด ได้ไหลผ่านเข้าสู่ชุดทำความสะอาดได้อย่างต่อเนื่อง

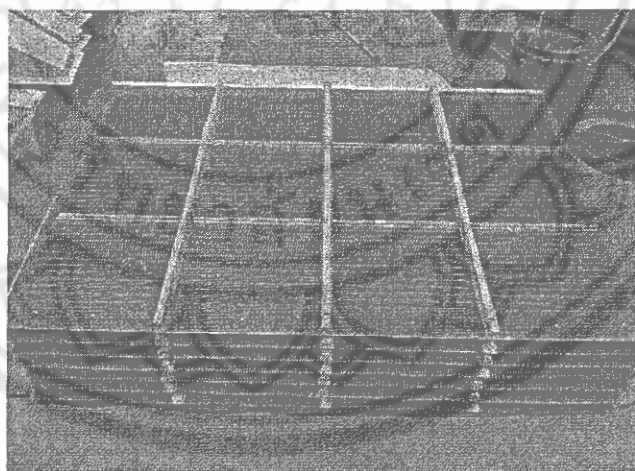


รูปที่ 3.3 เพลากวนข้าว

- 4) ชุดขับเคลื่อนข้าวเปลือก ประกอบด้วยเพลากลูกเบี้ยว มอเตอร์ต้นกำลัง มีหน้าที่ทำให้ตะแกรงเคลื่อนที่เพื่อทำความสะอาดข้าวเปลือก
- 5) ตะแกรงคัดแยกสิ่งสกปรกขนาดใหญ่ เป็นส่วนที่รับข้าวเปลือก จากถาดรับข้าวเปลือก โดยการคัดแยกเมล็ดข้าวเปลือกนั้น ไม่นำแรงเสียดทานระหว่างเมล็ดข้าวเปลือกกับแผ่นรูตะแกรงมาคิด โดย ใช้รูตะแกรงแบบ oblong ขนาด $4.0 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ ทำหน้าที่คัดแยกสิ่งเจือปนขนาดใหญ่ เช่น เศษฟาง ให้ออกจากข้าวเปลือก และส่งข้าวเปลือกลงสู่ตะแกรงคัดแยกข้าวชั้นต่อไป
- 6) ตะแกรงคัดแยกสิ่งสกปรกขนาดกลาง ส่วนที่รับข้าวเปลือกจากตะแกรงคัดแยกสิ่งสกปรกขนาดใหญ่ ใช้รูตะแกรงแบบ oblong ขนาด $3.2 \text{ mm} \times 20.0 \text{ mm}$ ทำหน้าที่คัดแยกสิ่งสกปรกขนาดกลางและส่งข้าวเปลือกลงสู่ตะแกรงคัดแยกข้าวชั้นต่อไป
- 7) ตะแกรงคัดแยกฝุ่น เป็นส่วนที่รับข้าวเปลือกจากตะแกรงคัดแยกสิ่งเจือปนขนาดกลาง รูตะแกรงแบบ oblong ขนาด $1.5 \text{ mm} \times 20.0 \text{ mm}$ ทำหน้าที่รับข้าวเปลือกที่คัดแยกมาแล้วเป็นชั้นตะแกรงที่รองรับข้าวที่สะอาดและส่งฝุ่นลงไปสู่ถาดต่อไป
- 8) ถาดรับฝุ่น เป็นส่วนที่รับฝุ่นจากการคัดแยกข้าวเปลือก เป็นถาดสี่เหลี่ยมขนาด $1370 \text{ mm} \times 1220 \text{ mm}$

3.2 หลักการในการออกแบบและคำนวณการออกแบบ

การออกแบบเครื่องทำความสะอาดข้าวเปลือก มีส่วนสำคัญของเครื่องอยู่ที่ตะแกรงคัดแยกข้าวเปลือก และความเร็วรอบในการทำความสะอาด ให้สอดคล้องกับความเร็วรอบในการป้อนข้าวเปลือก โดยจากความเหมาะสมในหลายๆ ด้าน ตะแกรงที่ออกแบบจึงออกแบบมี 3 ขนาด ลักษณะเป็นแผ่นเรียบ และรูของตะแกรงที่ใช้งานคือมีลักษณะเป็นรูสล็อตแบบ oblong ขนาด $4.0 \text{ mm.} \times 20.0 \text{ mm.}$ ซึ่งใช้คัดแยกสิ่งสกปรกขนาดใหญ่ ขนาด $3.2 \text{ mm.} \times 20.0 \text{ mm.}$ ซึ่งใช้คัดแยกสิ่งสกปรกขนาดกลาง และขนาด $1.5 \text{ mm.} \times 20.0 \text{ mm.}$ ซึ่งใช้คัดแยกฝุ่น ซึ่งตัวตะแกรงนี้ได้ผลิตขึ้นเองภายในโรงงาน โดยการปั๊มรูตะแกรงด้วยเครื่อง CNC Turret Punching โดยใช้ oblong punch ขนาด $4.0 \text{ mm.} \times 20.0 \text{ mm.}$ ปั๊มลงบนเหล็กแผ่นเรียบขนาด $1370 \text{ mm.} \times 1220 \text{ mm.}$ หนา 2 mm. ขนาด $3.2 \text{ mm.} \times 20.0 \text{ mm.}$ ปั๊มลงบนเหล็กแผ่นเรียบขนาด $1370 \text{ mm.} \times 1220 \text{ mm.}$ หนา 2 mm. ขนาด $1.5 \text{ mm.} \times 20.0 \text{ mm.}$ ปั๊มลงบนเหล็กแผ่นเรียบขนาด $1370 \text{ mm.} \times 1220 \text{ mm.}$ หนา 2 mm. ซึ่งรูสล็อตแบบ oblong ขนาดต่างๆดังกล่าว ความเหมาะสมในการทำความสะอาด เพื่อให้เมล็ดข้าวฟาง เมล็ดข้าวลิบ ฝุ่น ให้แยกออกจากกัน และความเร็วรอบของเพลाप้อนข้าวเปลือกเท่ากับ 930 รอบต่อนาทีซึ่งใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ความเร็วรอบของมอเตอร์ชุดทำความสะอาดข้าวเปลือกเท่ากับ 940 รอบต่อนาที ซึ่งใช้มอเตอร์ขนาด 5 แรงม้าเป็นต้นกำลัง เพื่อให้ทั้งสองระบบนี้ทำงานสัมพันธ์กัน



รูปที่ 3.4 ตะแกรงคัดแยกข้าวเปลือก

3.3 การคำนวณเกี่ยวกับเครื่องทำความสะอาดข้าวเปลือก

3.3.1 ความเร็วรอบของอุปกรณ์

การคำนวณหาความเร็วรอบของเพลากวนข้าวและเพลาคleaningข้าวเปลือก

$$n_1 \times d_1 = n_2 \times d_2 \quad (3.1)$$

โดยที่ d_1 = เส้นผ่านศูนย์กลางของวงล้อสายพานลิ้มจับ (mm)

d_2 = เส้นผ่านศูนย์กลางของวงล้อสายพานลิ้มตาม (mm)

n_1 = ความเร็วรอบของมอเตอร์ขับ (rpm)

n_2 = ความเร็วรอบของเพลาล (rpm)

$$\begin{aligned} \text{ความเร็วรอบของเพลากวนข้าว } (n_2) &= \frac{n_1 \times d_1}{d_2} \\ &= \frac{930 \times 100}{120} \\ &= 775 \text{ rpm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ความเร็วรอบของเพลาคleaningข้าว } (n_2) &= \frac{n_1 \times d_1}{d_2} \\ &= \frac{950 \times 125}{350} \\ &= 332.1 \text{ rpm} \end{aligned}$$

3.3.2 สายพาน และวงล้อสายพาน (Belt and Pulley)

จากการกำหนดจากทาง หจก.เอ็ม.อี.ดี วิศวกรรม การออกแบบ ให้มีการใช้มอเตอร์ 2 ตัว คือใช้กับเพลาล้วนข้าวเปลือก และเพลาคleaningข้าวเปลือก มอเตอร์เพลาล้วนข้าวเปลือก ยี่ห้อ “ซีเมนต์” แบบ AC 3 เฟส 0.75 กิโลวัตต์ (1 แรงม้า) ความเร็วรอบ 930 รอบต่อนาที และ มอเตอร์เพลาล้วนทำความสะอาดข้าวเปลือกยี่ห้อ “ซีเมนต์” แบบ AC 3 เฟส ขนาด 4 กิโลวัตต์ (5 แรงม้า) ความเร็วรอบ 940 รอบต่อนาที ใช้เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนเครื่องจักร และมีการส่งกำลังโดยใช้สายพาน และวงล้อสายพาน จากมอเตอร์ไปยังเพลาลของเครื่องจักร โดยมีเงื่อนไขในการทำงานของเครื่องดังนี้

3.3.2.1 ระบบชุดป้อนข้าวเปลือก

1) เงื่อนไขการทำงานของเครื่องจักร

เวลาทำการ (Operating Time)	: 24 ชั่วโมง
ภาระที่มากกระทำ	: กระแทกเล็กน้อย
มอเตอร์	: กระแสสลับ 3 เฟส , 50 Hz, 0.75 kW , 4.0A 930 rpm , 15.4 N·m

2) ขนาดของสายพานและวงล้อสายพาน

กำลังที่ต้องการส่ง $W_p = 0.75 \text{ kW}$

ตัวประกอบใช้งาน จากตารางที่ 3 (ภาคผนวก ข)

$$N_s = 1.3$$

ดังนั้น
$$W_d = W_p \cdot N_s \quad (3.2)$$

$$= 0.75 \times 1.3 = 0.975 \text{ kW}$$

และจากรูปที่ 1 (ภาคผนวก ก) เลือกสายพานหน้าตัด A

อัตราทด
$$m_\omega = \frac{n_1}{n_2} \quad (3.3)$$

$$= \frac{930}{775} = 1.2$$

เลือกขนาดของวงล้อสายพานขับ จากตารางที่ 6 (ภาคผนวก ข)

ให้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของล้อขับ $d_p = 100 \text{ mm.}$

ดังนั้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของล้อตาม
$$D_p = m_\omega \times d_p \quad (3.4)$$

$$= 1.2 \times 100$$

$$= 120 \text{ mm.}$$

3) ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของวงล้อสายพาน และจำนวนสายพาน

จากการออกแบบจะพบว่าตำแหน่งที่เหมาะสม ในการวางมอเตอร์ของตัวเครื่องจักร สามารถวางไว้ที่ด้านข้างของเครื่อง ซึ่งเมื่อวางแล้วจะให้ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของวงล้อสายพาน $C = 300 \text{ mm.}$ ดังนั้น ความยาวพิตช์โดยประมาณของสายพาน ซึ่งคำนวณจากสมการ 3.5

$$L_p \cong 2C + 1.57(D_p + d_p) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4C} \quad (3.5)$$

$$\cong 2(300) + 1.57(120 + 100) + \frac{(120 - 100)^2}{4 \times 300}$$

$$\cong 945.73 \text{ mm.}$$

จากตารางที่ 6 (ภาคผนวก ข)
ส่วนโค้งสัมผัส

เลือกใช้สายพาน $L_p = 975 \text{ mm.}$

$$\frac{D_p - d_p}{L_p} = \left(\frac{120 - 100}{975} \right) = 0.026$$

จากตารางที่ 6 (ภาคผนวก ข)

ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส

$$N_a \cong 1$$

จากตารางที่ 6 (ภาคผนวก ข)

ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน

$$N_1 \cong 0.88$$

สำหรับวงล้อสายพานขนาด 975 mm. อัตราทด $m_w = 1.2$ และ $n = 930 \text{ rpm}$

จากตารางที่ 6 (ภาคผนวก ข) กำลังที่สามารถส่งได้ต่อสายพาน 1 เส้น $P_N = 1.275 \text{ kW}$

จากสมการที่ 3.6

$$z = \frac{W_p \cdot N_s}{P_N \cdot N_a \cdot N_1} \quad (3.6)$$

จะได้

$$z = \frac{0.75 \times 1.3}{1.275 \times 1 \times 0.88} = 0.86$$

ดังนั้นเลือกใช้สายพานหน้าตัด A ขนาด 975 mm จำนวน 1 เส้น

4) มุมสัมผัสของสายพาน

จากสมการที่ 3.7

$$\alpha_1 = 180^\circ - 2 \sin^{-1} \left(\frac{D_p - d_p}{2C} \right) \quad (3.7)$$

จะได้

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 180^\circ - 2 \sin^{-1} \left(\frac{120 - 100}{2 \times 300} \right) \\ &= 178.28^\circ \end{aligned}$$

5) ความเร็วของสายพาน

จากสมการที่ 3.8

$$V_b = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n}{(1000)(60)} \quad (3.8)$$

จะได้

$$\begin{aligned} V_b &= \frac{\pi \cdot 100 \cdot 930}{1000 \times 60} \\ &= 4.86 \text{ m/s} \end{aligned}$$

6) แรงดึงในสายพานขณะส่งกำลัง

จากสมการที่ 3.9

$$F = \frac{W_p}{V_b} \quad (3.9)$$

จะได้

$$\begin{aligned} F &= \frac{0.75 \times 1000}{4.86} \\ &= 154.32 \text{ N} \end{aligned}$$

7) แรงดึงขั้นต้นในสายพาน

จากตารางที่ 11 (ภาคผนวก ข)

$$k_1 = 1.5$$

จากตารางที่ 12 (ภาคผนวก ข)

$$k_2 = 0.217$$

$$\sin \frac{\alpha}{2} = 1$$

$$V_b^2 = 23.62$$

จากสมการที่ 3.10

$$F_i = (k_1 F + k_2 V_b^2) \sin \frac{\alpha}{2} \quad (3.10)$$

จะได้

$$\begin{aligned} F_i &= ((1.5 \times 154.32) + (0.86 \times 0.217 \times 23.62)) \times 0.9990 \\ &= 235.88 \text{ N} \end{aligned}$$

สรุป

เลือกใช้สายพานหน้าตัด A ยาว 975 mm. จำนวน 1 เส้น

วงล้อสายพานขับ จำนวน 1 ร่อง เส้นผ่านศูนย์กลาง 100 mm

วงล้อสายพานตาม จำนวน 1 ร่อง เส้นผ่านศูนย์กลาง 120 mm

เนื่องจากสายพานหน้าตัดแบบ A ไม่สามารถจัดซื้อได้ในท้องตลาด จึงได้มีการนำสายพานหน้าตัดแบบ B ยาว 975 mm จำนวน 2 เส้น มาใช้กับ วงล้อสายพานขับ จำนวน 2 ร่อง เส้นผ่านศูนย์กลาง 100 mm และ วงล้อสายพานตาม จำนวน 2 ร่อง เส้นผ่านศูนย์กลาง 120 mm แทน

3.3.2.2 ระบบชุดทำความสะอาดข้าวเปลือก

1) เงื่อนไขการทำงานของเครื่องจักร

เวลาทำการ (Operating Time)	: 24 ชั่วโมง
โหลดที่มากกระทำ	: กระเทกเล็กน้อย
มอเตอร์	: กระแสสลับ 3 เฟส, 5.4 A 4 kW, 940 rpm

2) ขนาดของสายพานและวงล้อสายพาน

กำลังที่ต้องการส่ง $W_p = 4 \text{ kW}$ และจากตารางที่ 3 (ภาคผนวก ข)

ตัวประกอบใช้งาน $N_s = 1.3$

$$\text{ดังนั้น} \quad W_d = W_p \cdot N_s \quad (3.11)$$

$$= 4 \times 1.3 = 5.2 \text{ kW}$$

และจากรูปที่ 1 (ภาคผนวก ค) เลือกสายพานหน้าตัด B

$$\text{อัตราทด} \quad m_\omega = \frac{n_1}{n_2} \quad (3.12)$$

$$= \frac{950}{332.14} = 2.86$$

เลือกขนาดของวงล้อสายพานขับ จากตารางที่ 7 (ภาคผนวก ข)

ให้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของล้อขับ $d_p = 100 \text{ mm.}$

$$\text{ดังนั้น} \quad \text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของล้อตาม} \quad D_p = m_\omega \times d_p$$

$$= 2.86 \times 140$$

$$= 400 \text{ mm.}$$

3) ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของวงล้อสายพาน และจำนวนสายพาน

จากการออกแบบจะพบว่าตำแหน่งที่เหมาะสม ในการวางมอเตอร์ของตัวเครื่องจักรสามารถวางไว้ที่ด้านข้างของเครื่อง ซึ่งเมื่อวางแล้วจะให้ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของวงล้อสายพาน $C = 600 \text{ mm.}$ ดังนั้น ความยาวพิตช์โดยประมาณของสายพาน ซึ่งคำนวณจากสมการ 3.13

$$\begin{aligned}
 L_p &\cong 2C + 1.57(D_p + d_p) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4C} \\
 &\cong 2(600) + 1.57(400 + 140) + \frac{(400 - 140)^2}{4(600)} \\
 &\cong 2218.68 \text{ mm.}
 \end{aligned}
 \tag{3.13}$$

ตารางที่ 7(ภาคผนวก ข) เลือกใช้สายพาน $L_p = 2240 \text{ mm}$.

ส่วนโค้งสัมผัส

$$\begin{aligned}
 \frac{D_p - d_p}{L_p} &= \left(\frac{400 - 140}{2240} \right) \\
 &= 0.116
 \end{aligned}$$

ตารางที่ 7(ภาคผนวก ข) ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส

$$N_a \cong 1$$

ตารางที่ 10(ภาคผนวก ข) ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน

$$N_1 \cong 0.99$$

สำหรับวงล้อสายพานขนาด 2240 mm. อัตราทด $m_\omega = 2.86$ และ $n = 950 \text{ rpm}$

ตารางที่ 7(ภาคผนวก ข) กำลังที่สามารถส่งได้ต่อสายพาน 1 เส้น $P_N = 2.75 \text{ kW}$

จากสมการที่ 3.14

$$z = \frac{W_p \cdot N_s}{P_N \cdot N_a \cdot N_1} \tag{3.14}$$

จะได้

$$\begin{aligned}
 z &= \frac{4 \times 1.3}{2.75 \times 1 \times 0.99} \\
 &= 1.89
 \end{aligned}$$

ดังนั้นเลือกใช้สายพานหน้าตัด BX2240 จำนวน 2 เส้น

4) มุมสัมผัสของสายพาน

จากสมการที่ 3.15

$$\alpha_1 = 180^\circ - 2 \sin^{-1} \left(\frac{D_p - d_p}{2C} \right) \tag{3.15}$$

จะได้

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= 180^\circ - 2 \sin^{-1} \left(\frac{400 - 140}{2 \times 600} \right) \\ &= 154.93^\circ\end{aligned}$$

5) ความเร็วของสายพาน

จากสมการที่ 3.16

$$V_b = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n}{(1000)(60)} \quad (3.16)$$

จะได้

$$\begin{aligned}V_b &= \frac{\pi \times 140 \times 950}{1000 \times 60} \\ &= 6.96 \text{ m/s}\end{aligned}$$

6) แรงดึงในสายพานขณะส่งกำลัง

จากสมการที่ 3.17

$$\begin{aligned}F &= \frac{W_p}{V_b} \\ F &= \frac{4 \times 1000}{6.96} \\ &= 574.38 \text{ N}\end{aligned} \quad (3.17)$$

7) แรงดึงขั้นต้นในสายพาน

ตารางที่ 12 (ภาคผนวก ข)

$$k_1 = 1.5$$

ตารางที่ 13 (ภาคผนวก ข)

$$k_2 = 0.385$$

$$\sin \frac{\alpha}{2} = 0.976$$

$$V_b^2 = 48.49$$

จากสมการที่ 3.18

$$F_i = (k_1 F + k_2 V_b^2) \sin \frac{\alpha}{2} \quad (3.18)$$

จะได้

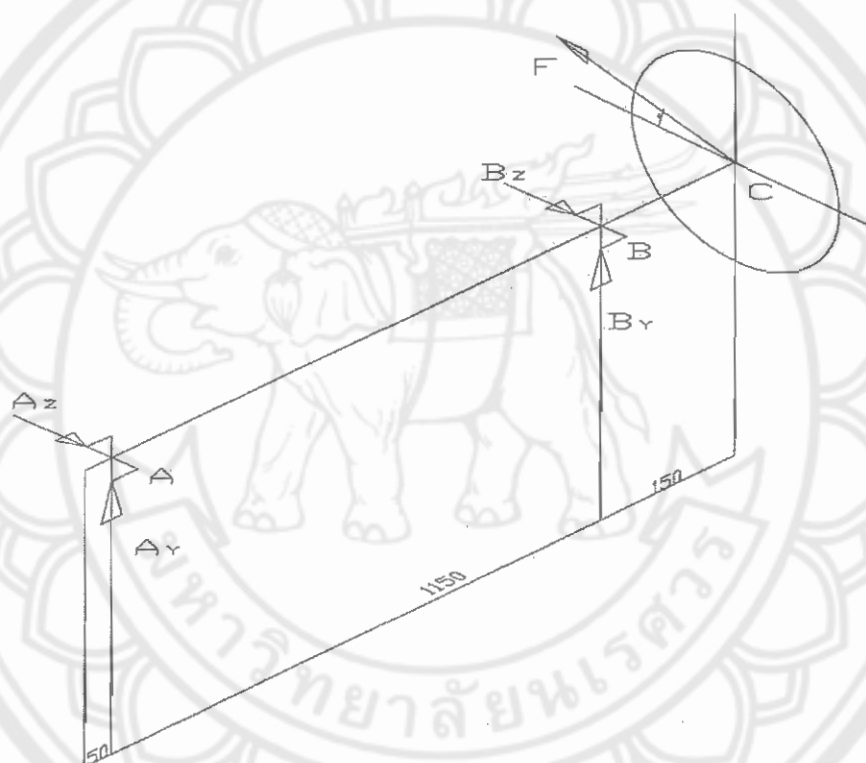
$$\begin{aligned}F_i &= ((1.5 \times 574.38) + (1.89 \times 0.385 \times 48.49)) \times 0.99 \\ &= 805.58 \text{ N}\end{aligned}$$

สรุป เลือกใช้สายพานหน้าตัด B ยาว 2240 mm. จำนวน 2 เส้น
 วงล้อสายพานขับ จำนวน 2 ร่อง เส้นผ่านศูนย์กลาง 125 mm
 วงล้อสายพานตาม จำนวน 2 ร่อง เส้นผ่านศูนย์กลาง 350 mm

3.3.3 แรงและขนาดของเพลाप้อนข้าวเปลือก

แรงที่กระทำบนเพลाप้อนข้าวเปลือกสามารถคำนวณได้จาก

Free Body Diagram



รูปที่ 3.5 *Free Body Diagram* แรงที่กระทำบนเพลाप้อนข้าวเปลือก

จากรูปที่ 3.4 สามารถคำนวณแรงต่างๆได้ดังนี้

F คือแรงที่สายพานกระทำต่อเพลาคือ $= 235.88 \text{ N}$

A_z คือแรงที่เบรริงกระทำต่อเพลานในแนวระดับ (N)

A_y คือแรงที่เบรริงกระทำต่อเพลานในแนวตั้ง (N)

B_z คือแรงที่เบรริงกระทำต่อเพลานในแนวระดับ (N)

B_y คือแรงที่เบรริงกระทำต่อเพลานในแนวตั้ง (N)

$$+\circlearrowleft \sum M_A = 0 \quad ((235.88 \cos 5^\circ) \times (1150 + 150)) - (B_z \times 1150) = 0$$

$$B_z = ((235.88 \cos 5^\circ) \times (1150 + 150)) / 1150$$

$$B_z = 265.63 \text{ N}$$

$$+\uparrow \sum F_z = 0 \quad A_z + 265.63 - (235.88 \cos 5^\circ) = 0$$

$$A_z = 30.65 \text{ N}$$

$$+\circlearrowleft \sum M_A = 0 \quad ((235.88 \sin 5^\circ) \times (1150 + 150)) - (B_y \times 1150) = 0$$

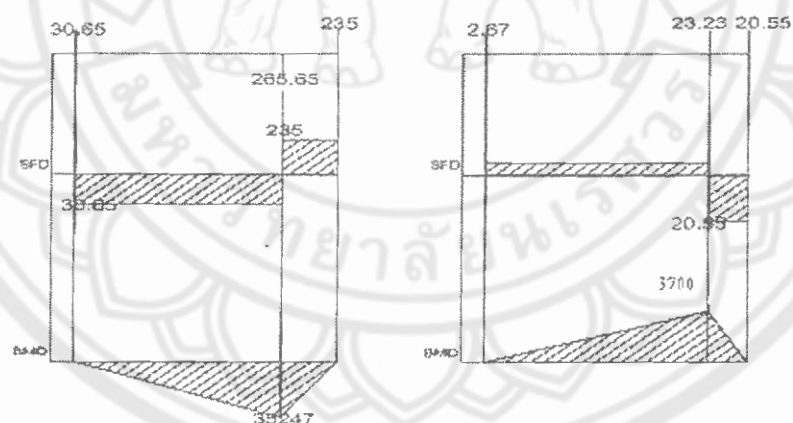
$$-B_y = ((235.88 \sin 5^\circ) \times (1150 + 150)) / 1150$$

$$B_y = 23.23 \text{ N} \downarrow$$

$$+\uparrow \sum F_y = 0 \quad (235.88 \sin 5^\circ) + A_y - 23.23 = 0$$

$$A_y = 2.67 \text{ N}$$

จากการคำนวณแรงที่กระทำบนเพลาชั่วเปลือกแล้วสามารถนำมาเขียน Free Body Diagram ของเพลาชั่วเปลือกได้ดังรูปที่ 3.5



แนวระดับ

แนวตั้ง

รูปที่ 3.6 แรงที่กระทำบนเพลาชั่วเปลือก

จากแรงทั้งหมดที่หาค่าได้ จึงนำมาเขียนแผนภาพแรงเฉือน และแผนภาพโมเมนต์คด ได้ดังรูปที่ 3.5 ซึ่งจะเห็นได้ว่า

โมเมนต์คดสูงสุดเกิดที่ B ซึ่งมีค่าเท่ากับ

$$M_B = (35.24^2 + 3.70^2)^{\frac{1}{2}} \text{ Nm}$$

นั่นคือ

$$\begin{aligned} M_{max} &= -M_{min} \\ &= 35.43 \text{ Nm} \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้น

$$M_m = 0$$

และ

$$M_a = 35.43 \text{ Nm}$$

ค่าโมเมนต์บิดสูงสุดจะเกิดขึ้นที่ C แต่เนื่องจากทุกส่วนของผิวนอกของเพลารับแรงบิดในทิศทางเดียวกันเสมอ เพราะฉะนั้น

$$\begin{aligned} T_m &= \frac{W_p}{2\pi m} \\ &= \frac{750 \times 60}{2 \times \pi \times 930} \\ &= 7.705 \end{aligned} \quad (3.19)$$

ใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนออกดะฮิตรัล จากสมการ 3.20 และ $K = 0$ (เนื่องจากเป็นเพลาดัน)

$$\tau = \frac{16}{\pi d^3} \left[\frac{4}{3} \left[K_f \frac{\sigma_y}{\sigma_n} M_a \right]^2 + T_m^2 \right]^{1/2} \quad (3.20)$$

ให้เพลามีร่องลิ้นซึ่ง $K_f = 1.6$ และเพลามีรูปจากกระบวนการกลึง

เพลามาจากวัสดุเหล็กคาร์บอนสำหรับทำโครงสร้างเครื่องจักร (JIS G 4015) เลือกใช้เพลาชนิศ S45C ซึ่งมีความต้านแรงดึง $\sigma_u = 420 \text{ N/mm}^2$ และ $\sigma_y = 490 \text{ N/mm}^2$ จากรูปที่ 2 (ภาคผนวก ค) ตัวประกอบของผิว $k_a = 0.75$ และให้ $k_b = 0.7$

$$\begin{aligned} \sigma_n &= (0.5\sigma_u) k_a k_b \\ &= 0.5 \times 420 \times 0.75 \times 0.7 \\ &= 110 \text{ N/mm}^2 \end{aligned} \quad (3.21)$$

$$\tau = \frac{\tau_y}{N} \quad (3.22)$$

$$= \frac{0.577 \times 490}{2.5}$$

$$= 113 \text{ N/mm}^2$$

แทนค่าทั้งหมดลงในสมการ จะได้

$$113 \times 10^6 = \frac{16}{\pi d^3} \left[\frac{4}{3} \left[\frac{1.6 \times 490 \times 35.43}{110} \right]^2 + 7.705^2 \right]^{1/2}$$

$$d = 0.02340 \text{ m.}$$

$$d = 23.40 \text{ mm.}$$

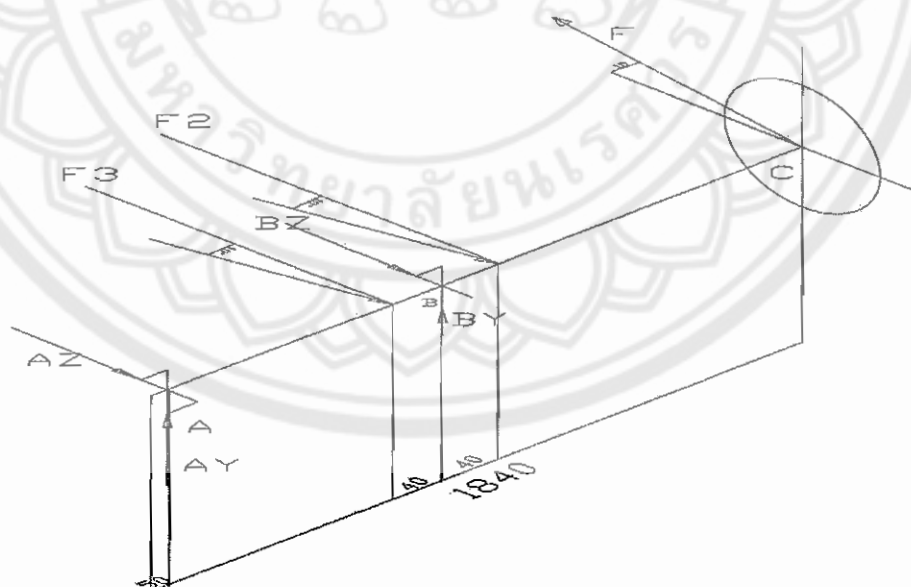
สรุป ดังนั้นเลือกใช้เพลานขนาดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 mm

การใช้สายพานหน้าตัด B จะทำให้แรงฉุดลากเพิ่มมากขึ้น เพื่อความแข็งแรงของชุดป้อนข้าวเปลือก จึงได้ทำการเพิ่มเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลากวนข้าวจาก 25 mm เป็น 30 mm

3.3.4 แรงและขนาดของเพลาคำนวณความสะอาดข้าวเปลือก

แรงที่กระทำบนเพลาคำนวณความสะอาดข้าวเปลือกสามารถคำนวณได้จากรูปที่ 3.6

Free Body Diagram



รูปที่ 3.7 *Free Body Diagram* แรงที่กระทำบนเพลาคำนวณความสะอาดข้าวเปลือก

จากรูปที่ 3.6 สามารถคำนวณแรงต่างๆได้ดังนี้

F คือแรงที่สายพานกระทำต่อเพลา = 805.58 N

BZ คือแรงที่เบรริงกระทำต่อเพลาในแนวระดับ (N)

B_y คือแรงที่เบรริงกระทำต่อเพลาในแนวดิ่ง (N)

F₁ คือแรงที่คันโยกกระทำต่อเพลา = 3455 N

F₂ คือแรงที่คันโยกกระทำต่อเพลา = 3455 N

A_z คือแรงที่เบรริงกระทำต่อเพลาในแนวระดับ (N)

A_y คือแรงที่เบรริงกระทำต่อเพลาในแนวดิ่ง (N)

จากรูปที่ 3.6

$$3455 \cos 10^\circ = 3402.5$$

$$3455 \sin 10^\circ = 600$$

$$805.58 \cos 10^\circ = 793.34$$

$$805.58 \sin 10^\circ = 139.89$$

$$+\circlearrowleft \sum M_A = 0 \text{ รอบแกน } y$$

$$(793.34 \times (845+945)) + (3402.5 \times (845+40)) + (B_z \times 845)$$

$$+ (3402.5 \times (845-40)) = 0$$

$$(793.34 \times (845 + 945)) + (3402.5 \times (845 + 40))$$

$$+ (3402.5 \times (845-40)) = 0$$

$$B_z = \frac{845}{845}$$

$$B_z = 8485.5 \text{ N} \downarrow$$

$$+ \uparrow \sum F_z = 0$$

$$A_z + 3402.5 - 2377.06 + 3402.5 + 793.34 = 0$$

$$A_z = 887.16 \text{ N}$$

$$+\circlearrowleft \sum M_A = 0 \text{ รอบแกน } Z$$

$$(139.89 \times (845+945)) + (600 \times (845+40)) + (B_y \times 845)$$

$$+ (600 \times (845-40)) = 0$$

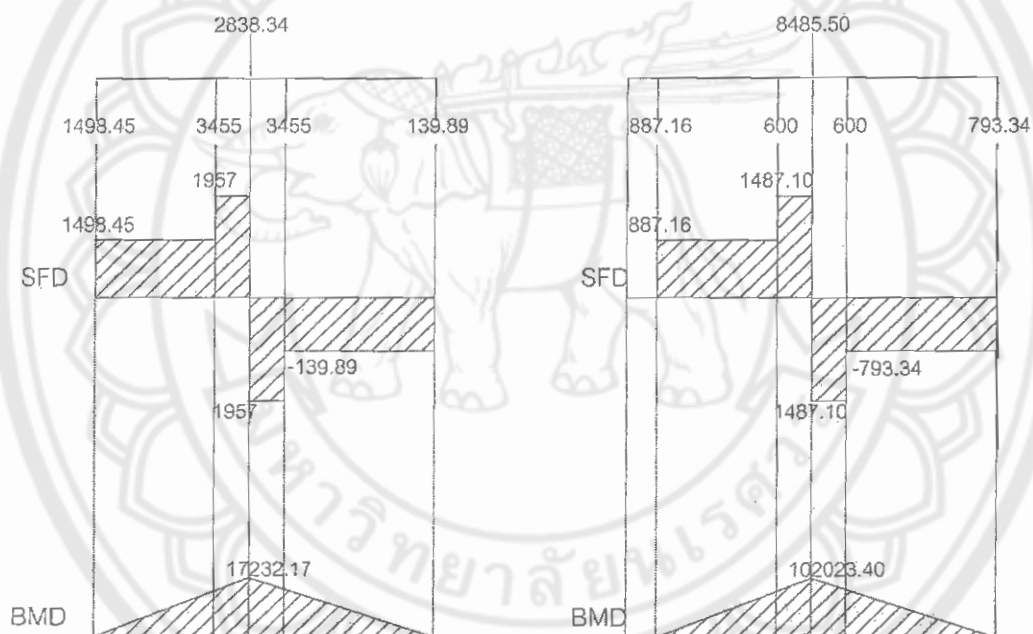
$$B_Y = \frac{(139.89 \times (845 + 945)) + (61.82 \times (845 + 40)) + (60.95 \times (845 - 40))}{845}$$

$$B_Y = 2838.34 \text{ N} \downarrow$$

$$+\uparrow \sum F_Y = 0 \quad A_Y + 600 - 2838.34 + 600 + 139.89 = 0$$

$$A_Y = 1498.45 \text{ N}$$

จากแรงทั้งหมดที่หาค่าได้ จึงนำมาเขียนแผนภาพแรงเฉือน และแผนภาพโมเมนต์คัต ได้ดังรูปที่ 3.7 ซึ่งจะเห็นได้ว่า



แนวระดับ

แนวคิง

รูปที่ 3.8 แรงที่กระทำบนเพลาทำความสะอาดข้าวเปลือก

โมเมนต์คัตสูงสุดเกิดที่ B ซึ่งมีค่าเท่ากับ

$$M_B = (17.20^2 + 102^2)^{1/2}$$

นั่นคือ

$$M_{max} = -M_{min}$$

$$= 103.44 \text{ Nm}$$

เพราะฉะนั้น $M_m = 0$

และ $M_a = 103.44 \text{ Nm}$

ค่าโมเมนต์บิดสูงสุดจะเกิดขึ้นที่ A แต่เนื่องจากทุกส่วนของผิวนอกของเพลารับแรงบิดในทิศทางเดียวกันเสมอ เพราะฉะนั้น

$$\begin{aligned} T_m &= \frac{W_p}{2\pi n} \\ &= \frac{4000 \times 60}{2 \times \pi \times 940} \\ &= 40.65 \end{aligned} \quad (3.23)$$

ใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนนอกตะเข้ครีลจากสมการ และ $K = 0$ (เนื่องจากเป็นเพลาดัน)

$$\tau = \frac{16}{\pi d^3} \left[\frac{4}{3} \left[K_f \frac{\sigma_y}{\sigma_n} M_a \right]^2 + T_m^2 \right]^{1/2} \quad (3.24)$$

ให้เพลามีร่องลิ้นซึ่ง $K_f = 1.6$ และเพลามีรูปจากกระบวนการกลึง

เพลามาจากวัสดุเหล็กคาร์บอนสำหรับทำโครงสร้างเครื่องจักร (JIS G 4015) เลือกใช้เพลานิต S45C ซึ่งมีความต้านแรงดึง $\sigma_u = 420 \text{ N/mm}^2$ และ $\sigma_y = 490 \text{ N/mm}^2$

จากรูปที่ 2 (ภาคผนวก ค) ตัวประกอบของผิว $k_a = 0.75$ และให้ $k_b = 0.7$

$$\begin{aligned} \sigma_n &= (0.5\sigma_u) k_a k_b \\ &= 0.5 \times 420 \times 0.75 \times 0.7 \\ &= 110 \text{ N/mm}^2 \end{aligned} \quad (3.25)$$

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{\tau_y}{N} \\ &= \frac{0.577 \times 490}{2.5} \\ &= 113 \text{ N/mm}^2 \end{aligned} \quad (3.26)$$

แทนค่าทั้งหมดลงในสมการ จะได้

$$113 \times 10^6 = \frac{16}{\pi d^3} \left[\frac{4}{3} \left[\frac{1.6 \times 490 \times 103.44}{110} \right]^2 + 40.65^2 \right]^{1/2}$$

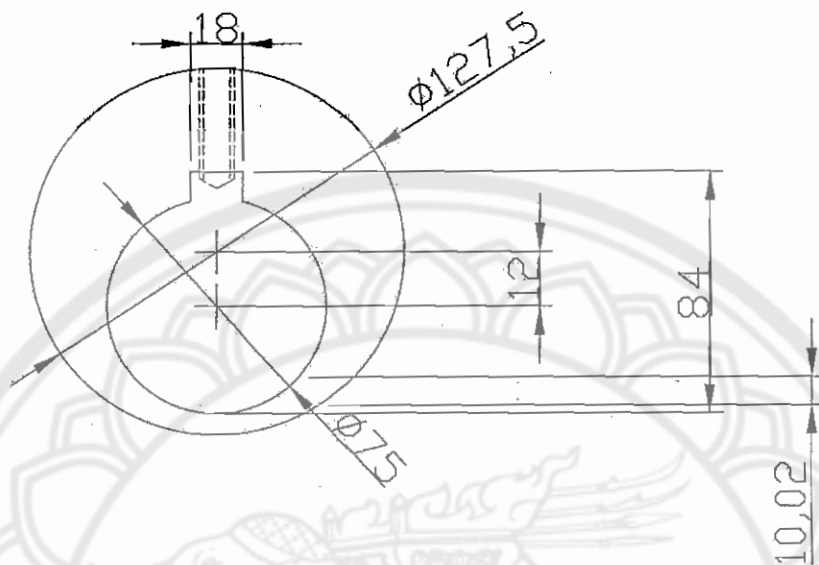
$$d = 0.0413 \text{ m.}$$

$$d = 41.30 \text{ mm.}$$

สรุป ดังนั้นเลือกใช้เพลานิตที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 mm.

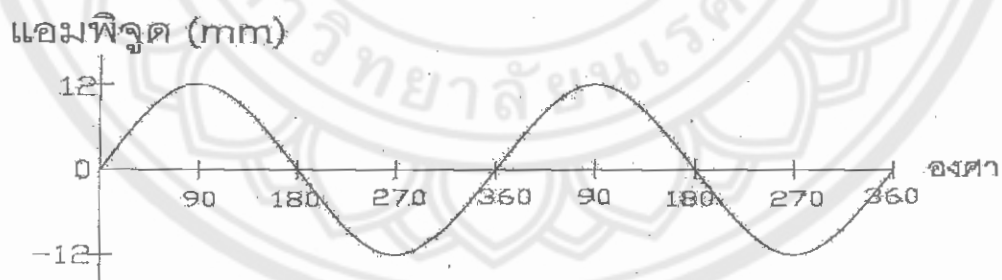
3.4 ระยะชักของเพลาลูกเบี้ยวของเครื่องทำความสะอาดข้าวเปลือก

ได้ทำการออกแบบให้ลูกเบี้ยวเอียงไปจากจุดศูนย์กลางไป 12 mm



รูปที่ 3.9 ลูกเบี้ยวเพลาคำความสะอาดข้าวเปลือก

Displacement Diagram



รูปที่ 3.10 ระยะชักสำหรับคัดแยกข้าวเปลือก

ผลการคำนวณการออกแบบสามารถสรุปเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 3.1 ผลการคำนวณการออกแบบชุดป้อนข้าวเปลือก

ลำดับที่	รายการชุดป้อนข้าวเปลือก	การคำนวณ
1	ต้นกำลัง (มอเตอร์)	0.75 kW ,930 rpm
2	วงล้อสายพานขับ	จำนวน 1 ร่อง เส้นผ่านศูนย์กลาง 100 mm
3	วงล้อสายพานตาม	จำนวน 1 ร่อง เส้นผ่านศูนย์กลาง 120 mm
4	สายพาน	หน้าตัด A ยาว 945.73 mm 2 เส้น
5	ขนาดของเพลลา	เส้นผ่านศูนย์กลาง 23.40 ยาว 1,350 mm

ตารางที่ 3.2 ผลการคำนวณการออกแบบชุดทำความสะอาดข้าวเปลือก

ลำดับที่	รายการชุดทำความสะอาดข้าวเปลือก	การคำนวณ
1	ต้นกำลัง (มอเตอร์)	4.0 kW , 940 rpm
2	วงล้อสายพานขับ	จำนวน 2 ร่อง เส้นผ่านศูนย์กลาง 125 mm
3	วงล้อสายพานตาม	จำนวน 2 ร่อง เส้นผ่านศูนย์กลาง 335 mm
4	สายพาน	หน้าตัด B ยาว 2,218.68 mm 2 เส้น
5	ขนาดของเพลลา	เส้นผ่านศูนย์กลาง 41.3 mm ยาว 1,840 mm
6	ลูกเบี้ยว	ระยะเชิงศูนย์กลาง 12 mm
7	รูตะแกรงคัดแยกชั้นที่ 1	4.0 mm.× 20.0 mm
8	ขนาดตะแกรงคัดแยกชั้นที่ 1	1370 mm.× 1220 mm. หน้า 2 mm
9	รูตะแกรงคัดแยกชั้นที่ 2	3.2 mm.× 20.0 mm
10	ขนาดตะแกรงคัดแยกชั้นที่ 2	1370 mm.× 1220 mm. หน้า 2 mm
11	รูตะแกรงคัดแยกชั้นที่ 3	1.5 mm.× 20.0 mm
12	ขนาดตะแกรงคัดแยกชั้นที่ 3	1370 mm.× 1220 mm. หน้า 2 mm

เนื่องจากผลการตรวจสอบอุปกรณ์บางอย่างที่คำนวณได้ ไม่มีขายตามแคตตาล็อกของบริษัทที่ผลิตมาขาย ดังนั้นจึงต้องหาอุปกรณ์ที่นำมาใช้ให้มีขนาดใกล้เคียงกับเท่าที่คำนวณได้ และมีในแคตตาล็อกมีการผลิตมาขายตามท้องตลาด จึงได้อุปกรณ์ที่ไปใช้งานจริงตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.3 อุปกรณ์ที่นำไปใช้งานจริงในชุดป้อนข้าวเปลือก

ลำดับที่	รายการชุดป้อนข้าวเปลือก	การใช้งานจริง
1	ต้นกำลัง (มอเตอร์)	0.75 kW ,930 rpm
2	วงล้อสายพานขับ	จำนวน 2 ร่อง เส้นผ่านศูนย์กลาง 100 mm
3	วงล้อสายพานตาม	จำนวน 2 ร่อง เส้นผ่านศูนย์กลาง 120 mm
4	สายพาน	ยาว 975 mm 2 เส้น
5	ขนาดของเพลลา	เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 mm ยาว 1,350 mm

ตารางที่ 3.4 อุปกรณ์ที่นำไปใช้งานจริงในชุดทำความสะอาดข้าวเปลือก

ลำดับที่	รายการชุดทำความสะอาดข้าวเปลือก	การคำนวณ
1	ต้นกำลัง (มอเตอร์)	4.0 kW , 940 rpm
2	วงล้อสายพานขับ	จำนวน 2 ร่อง เส้นผ่านศูนย์กลาง 125 mm
3	วงล้อสายพานตาม	จำนวน 2 ร่อง เส้นผ่านศูนย์กลาง 335 mm
4	สายพาน	ยาว 2,240 mm 2 เส้น
5	ขนาดของเพลลา	เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 mm ยาว 1,840 mm
6	ลูกเบี้ยว	ระยะเยื้องศูนย์กลาง 12 mm
7	รูตะแกรงคัดแยกชั้นที่ 1	4.0 mm.× 20.0 mm
8	ขนาดตะแกรงทำคัดแยกชั้นที่ 1	1370 mm.× 1220 mm. หน้า 2 mm
9	รูตะแกรงคัดแยกชั้นที่ 2	3.2 mm.× 20.0 mm
10	ขนาดตะแกรงคัดแยกชั้นที่ 2	1370 mm.× 1220 mm. หน้า 2 mm
11	รูตะแกรงคัดแยกชั้นที่ 3	1.5 mm.× 20.0 mm
12	ขนาดตะแกรงคัดแยกชั้นที่ 3	1370 mm.× 1220 mm. หน้า 2 mm

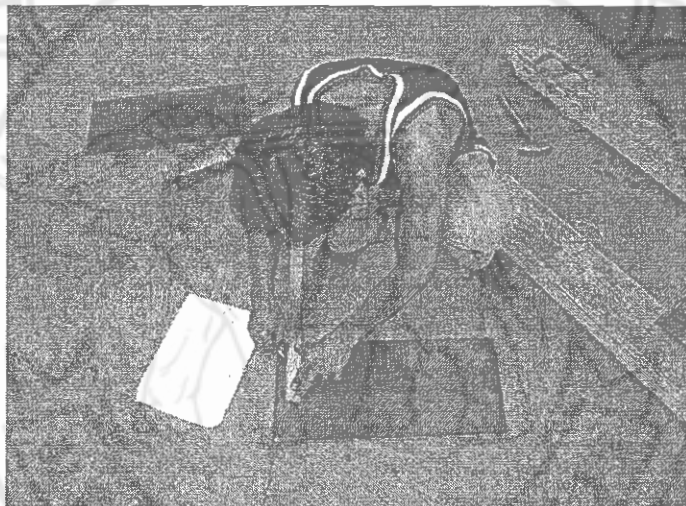
จากตารางที่ 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 แสดงผลการคำนวณและการใช้งานจริง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า
ชิ้นส่วนที่ออกแบบนี้สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์

3.5 ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานขั้นต้น

คือการเตรียมชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ทุกชิ้นให้ได้ขนาดและรูปร่างตามที่ได้ออกแบบไว้ จนพร้อมที่จะประกอบเป็นเครื่องทำความสะอาดข้าวเปลือก

3.5.1 การเตรียมโลหะแผ่น

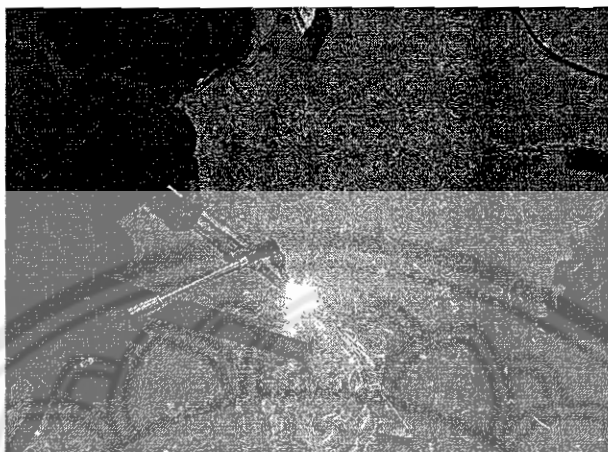
3.5.1.1 การวัดขนาดชิ้นงาน (Layout) เป็นการร่างขนาดชิ้นงานที่ออกแบบไว้ลงบนแผ่นโลหะตามขนาดและรูปร่างตามที่ได้ออกแบบไว้ ดังรูปที่ 3.11 เพื่อรอทำการตัดในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 3.11 แสดงการวัดขนาดชิ้นงาน (Layout)

3.5.1.2 การตัดชิ้นงาน แบ่งเป็น 3 วิธี คือ

- 1) การใช้แก๊ส ใช้ตัดเหล็กที่มีความหนาต่างๆซึ่งไม่สามารถใช้เครื่องตัด หรือเลื่อยมือตัดได้ และใช้ตัดแผ่นโลหะให้รูปโค้งหรือรูปวงกลม ดังรูปที่ 3.12



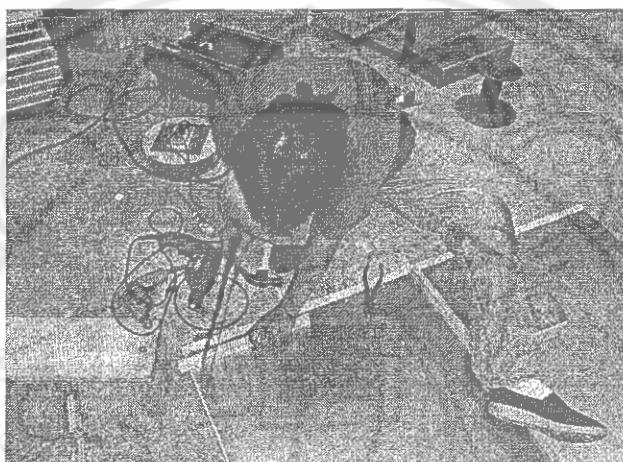
รูปที่ 3.12 แสดงการตัดชิ้นงานด้วยแก๊ส

2) การใช้เครื่องตัดโลหะแผ่น ใช้ตัดชิ้นงานที่เป็น โลหะแผ่น เช่น ส่วนถาด ตระแกรงขนาดต่างๆ และตัดชิ้นงานไว้ตามขนาดเพื่อรอการร่างชิ้นงานต่อไป ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แสดงชิ้นงานที่ตัดด้วยเครื่องตัดโลหะแผ่น

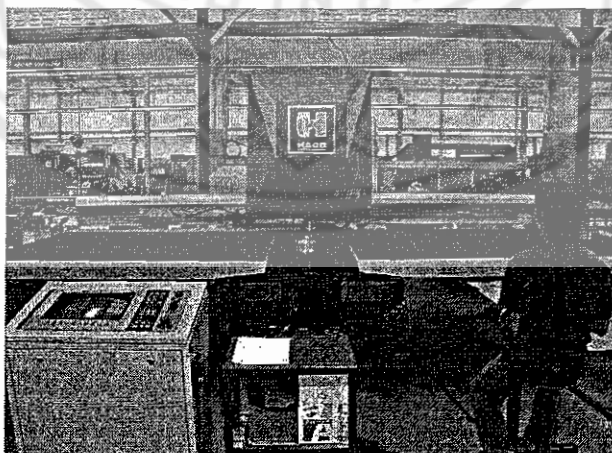
3) การใช้เลื่อยตัด ใช้ตัดชิ้นงานที่ไม่ใช่โลหะแผ่น เช่น เพลา เหล็กฉาก เป็นต้น และใช้ตัดชิ้นงานในพื้นที่ที่จำกัดได้ เช่น ตัดส่วนที่ไม่ต้องการจากชิ้นงานที่ประกอบเสร็จแล้ว ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 แสดงการตัดชิ้นงานโดยใช้เลื่อยมือ

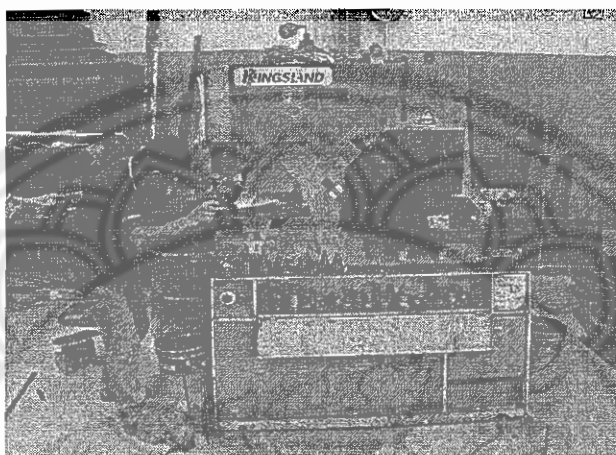
3.5.1.3 การปั๊ม แบ่งเป็น 2 วิธี คือ

1) ใช้เครื่องปั๊มอัตโนมัติ สำหรับชิ้นงานขนาดใหญ่ เช่น กระจกชุดทำความสะอาด ข้าวเปลือก หรือแผ่นเหล็กที่มีความหนาและต้องการปั๊มเป็นจำนวนมาก



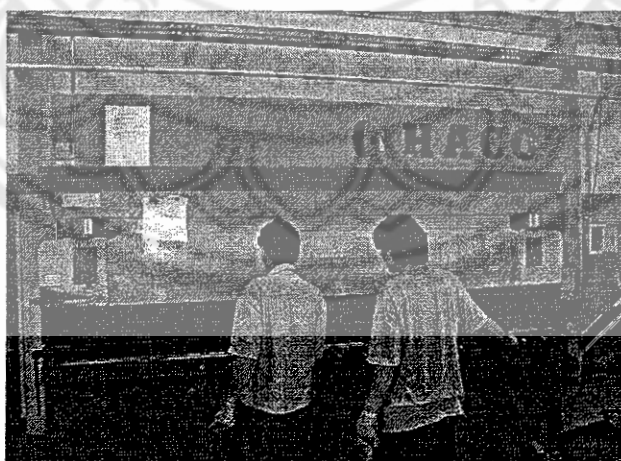
รูปที่ 3.15 แสดงเครื่องปั๊มอัตโนมัติ

2) ใช้คนปั๊มตัด ใช้สำหรับปั๊มตัดชิ้นงานขนาดเล็ก เช่น อะไหล่ ต่างๆ(Part) ของเครื่องทำ
ความสะอาดข้าวเปลือก



รูปที่ 3.16 แสดงเครื่องปั๊มและปากชิ้นงาน

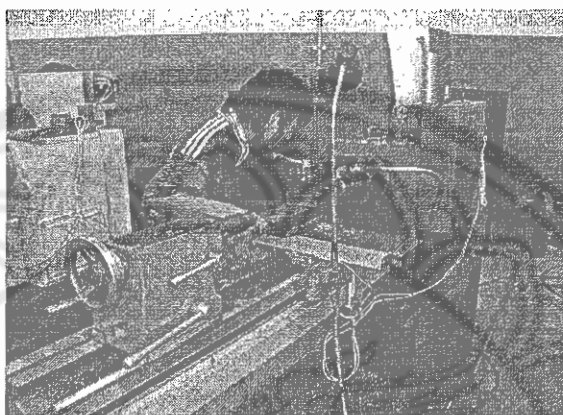
3.5.1.4 การพับ โดยใช้เครื่อง Press Break สำหรับชิ้นงานที่ต้องการพับขอบเพื่อขันยึดหรือสวม
ประกอบกัน และเพิ่มความแข็งแรงให้กับชิ้นงาน



รูปที่ 3.17 แสดงการพับโดยใช้เครื่อง Press Break

3.5.2 งาน Machining

3.5.2.1 งานกลึง ชิ้นส่วนที่ต้องทำการกลึง เช่น เพลา



รูปที่ 3.18 แสดงการกลึงโดยใช้เครื่องกลึง

3.5.2.2 งานกัด ชิ้นส่วนที่ต้องทำการกัด เช่น ร่องลึบบนเพลา เป็นต้น

3.5.2.3 งานเจาะ สำหรับชิ้นงานที่ไม่สามารถเจาะด้วยเครื่องปั๊มได้ เช่น แท่นมอเตอร์ การคว้านรูเจาะ เป็นต้น



รูปที่ 3.19 แสดงการเจาะโดยใช้แท่นเจาะ

3.5.2.4 งานทำเกลียว ใช้เกลียวเมตรมาตรฐาน

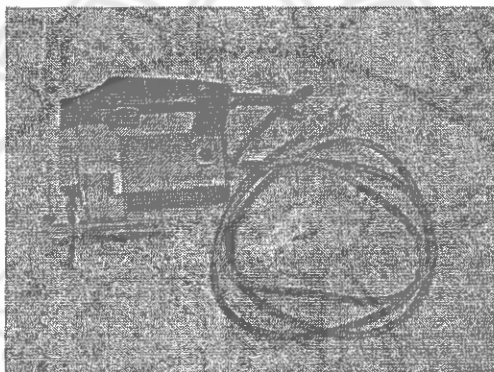
3.5.2.5 งานตะไบ สำหรับการทำร่องของแท่นมอเตอร์ และตะไบในส่วนที่เจียไม่ได้เช่น รูเจาะที่เกิดจากการเจาะโดยใช้แก๊ส

3.5.2.6 งานเจีย ส่วนมากจะใช้กับการลบคมของอะไหล่ เจียรรอยเชื่อมเพื่อให้เกิดความสวยงาม หรือเจียชิ้นส่วนต่างๆเพื่อให้ประกอบกันได้

3.5.3. การเตรียมโครงไม้

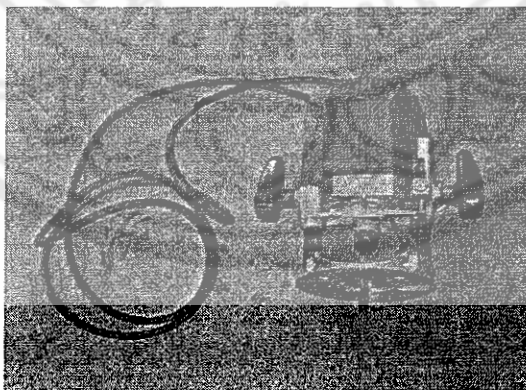
งานโครงไม้เป็นส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งของเครื่องทำความสะอาดเมล็ดข้าวเปลือกเพราะ เป็นส่วนที่ต้องประกอบกับตะแกรงทำความสะอาด

3.5.3.1 การตัดแผ่นไม้ สามารถใช้เครื่องตัดขนาดใหญ่ หรือเลื่อยไฟฟ้าในการตัด



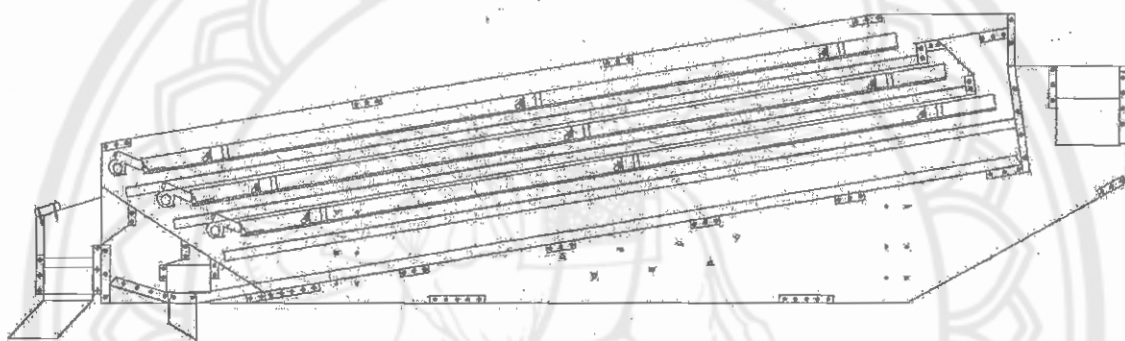
รูปที่ 3.20 เลื่อยไฟฟ้า

3.5.3.2 การประกอบโครงไม้ ทำได้โดยการใช้รอกเตอร์บากโครงไม้ ให้เกิดร่องเพื่อให้สามารถสวม ประกอบกันได้และใช้หมุดหรือสลัก ยึดอีกครึ่ง



รูปที่ 3.21 เครื่องโรเตอร์

3.5.3.3 การเจาะโครงไม้ ใช้สว่านมือเจาะโครงไม้เพื่อให้สามารถประกอบกับชุดตะแกรง และโครงเหล็กโดยใช้น็อตยึด



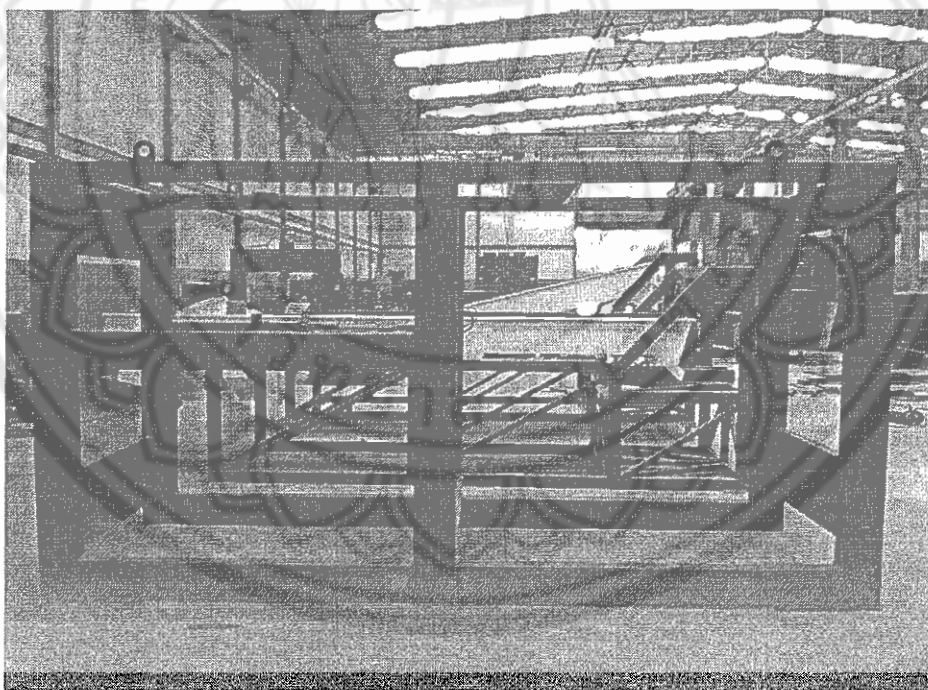
รูปที่ 3.22 แบบเจาะโครงไม้

3.6 ขั้นตอนการประกอบ

เมื่อเตรียมชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ทุกชิ้นให้ได้ขนาดและรูปร่างตามที่ได้ออกแบบไว้จนพร้อมที่จะประกอบเป็นเครื่องทำความสะอาดข้าวเปลือกแล้วจึงประกอบตามที่วางแผนไว้ต่อไป

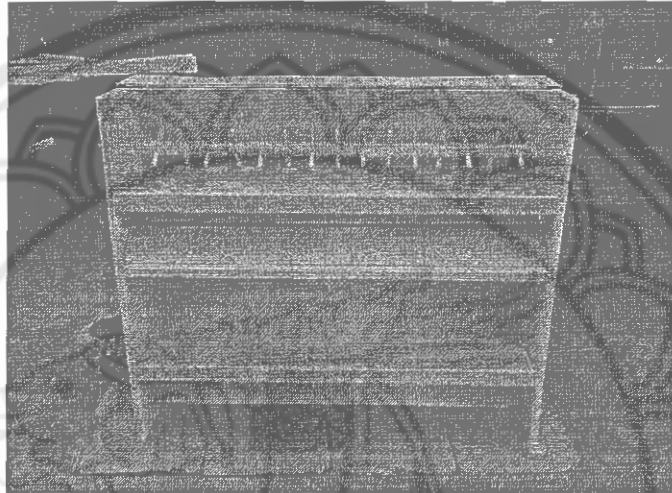
โดยประกอบด้วยขั้นตอนการเชื่อมและขั้นตอนการขันยึดด้วยสลักเกลียวโดยส่วนใหญ่เป็นการขันยึดด้วยสลัก โดยแยกการประกอบ คือ โครงเหล็ก ระบบชุดป้อนข้าวเปลือก ชุดทำความสะอาดข้าวเปลือก โครงไม้และตระแกรง

3.6.1 ส่วนโครงเหล็ก ประกอบด้วย เหล็กกล่องทำหน้าที่ไว้ยึดติดกับอุปกรณ์ต่างๆของเครื่องทำความสะอาดข้าวเปลือกทำได้โดยการวัดขนาดของเหล็กกล่องตามขนาดที่ต้องการและทำการตัดโดยการตัดแก๊สหลังจากนั้น นำเหล็กแผ่นมาเชื่อมปิดหัวเหล็กกล่อง พอได้ครบตามแบบ จึงนำมาประกอบเข้าด้วยกันโดยการเชื่อม



รูปที่ 3.23 ส่วนการประกอบโครงเหล็ก

3.6.2 ส่วนระบบชุดป้อนข้าวเปลือก ประกอบด้วย ถาดรับข้าว เพลากวนข้าว ที่ทำหน้าที่คอยป้อนข้าวลงสู่ระบบทำความสะอาด ประกอบด้วยการนำเพลากวนข้าวประกอบเข้ากับชุดมอเตอร์ หลังจากนั้นจึงประกอบเข้ากับถาดรับข้าว

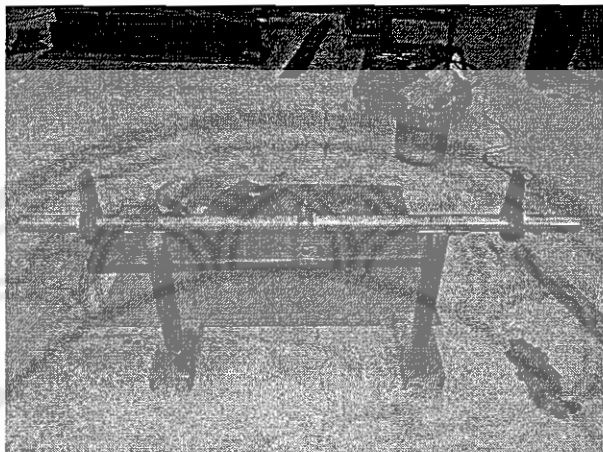


รูปที่ 3.24 ส่วนการประกอบชุดป้อนข้าวเปลือก

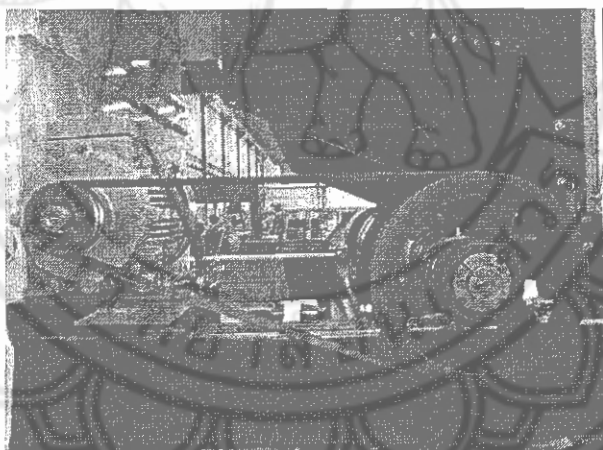


รูปที่ 3.25 มอเตอร์ขับเคลื่อนชุดป้อนข้าวเปลือก

3.6.3 ส่วนระบบชุดทำความสะอาดข้าวเปลือก ประกอบด้วย เพลา ชุดลูกเบี้ยว คันชัก ที่ไปต่อกับ โครงไม้ทำหน้าที่ให้เกิดการเคลื่อนที่ของโครงไม้และเกิดการสั่นสั่นของกระเดื่องที่รองรับข้าว



รูปที่ 3.26 ส่วนการประกอบเพลาชุดคัตแยกข้าวเปลือก

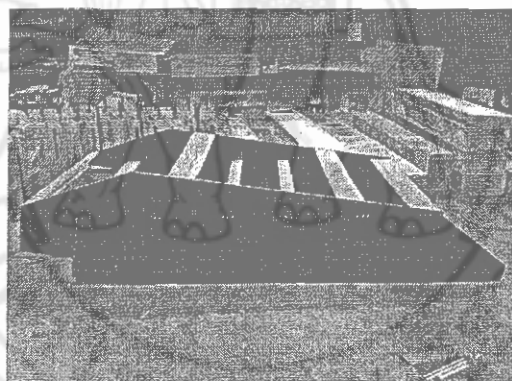


รูปที่ 3.27 ส่วนการประกอบวงล้อสายพานชุดทำความสะอาดข้าวเปลือก



รูปที่ 3.28 มอเตอร์ขับเคลื่อนชุดทำความสะอาดข้าวเปลือก

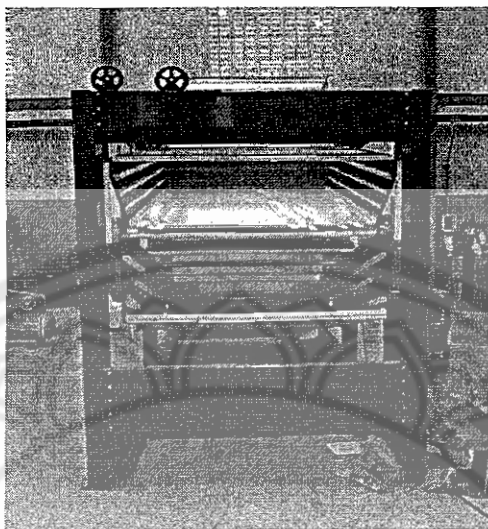
3.6.4 ชุดโครงไม้ ประกอบด้วยโครงไม้ ตระแกรงคัดแยกเศษฟาง ตระแกรงคัดแยกเมล็ดข้าวลีบ ตระแกรงคัดแยกฝุ่น ตระแกรงถูกบอด



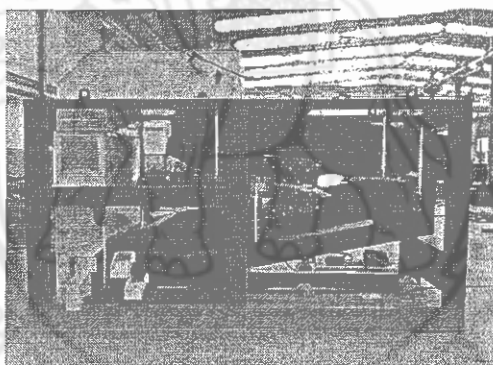
รูปที่ 3.29 โครงไม้



รูปที่ 3.30 การประกอบตะแกรง



รูปที่ 3.31 ประกอบโครงไม้เข้ากับโครงเหล็ก



รูปที่ 3.32 แสดงเครื่องทำความสะอาดเมล็ดข้าวเปลือก

3.7 ขั้นตอนการเก็บรายละเอียดของงาน

ชิ้นงานบางส่วนจะมีการเก็บรายละเอียดในขั้นตอนการขึ้นรูป โดยเก็บรายละเอียดของชิ้นงานก่อนขึ้นรูปและหลังขึ้นรูปเช่น การลบคมจากการตัด การบ่ม การพับ การบาก การกลึง การกัด การไส การเจาะ และการทำเกลียวเป็นต้น

ชิ้นงานที่ทำการขึ้นรูปเสร็จแล้วจะต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นงานแต่ละชิ้น เช่น ขนาด ตำแหน่งรูเจาะ รอยบาก และขนาดของชิ้นงานเป็นต้น

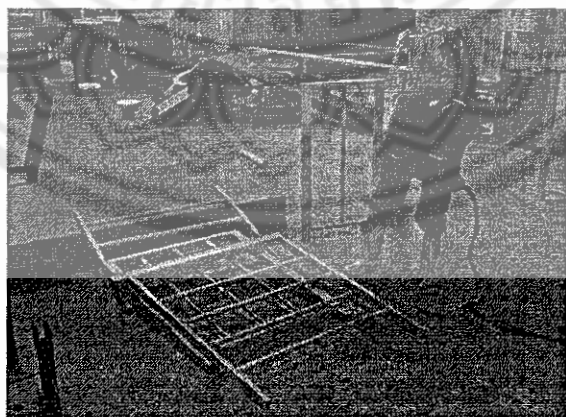
นอกจากนี้ ในขณะที่ทำการประกอบต้องคอยตรวจสอบว่าเมื่อนำชิ้นส่วนมาประกอบกันแล้ว ตำแหน่งต่างๆยังคงถูกต้องอยู่หรือไม่และต้องทำการแก้ไขอย่างไร หลังจากประกอบชิ้นส่วนทุกชิ้นเรียบร้อยแล้ว ต้องตรวจสอบว่าทุกส่วนได้รับการขันยึดเรียบร้อยแล้ว

3.8 ขั้นตอนการพ่นสี

เมื่อประกอบเครื่องเสร็จ แล้วหลังจากทำการทดสอบเบื้องต้นโดยทดสอบ ขณะที่ยังไม่มี ภาระภายนอก(เดินเครื่องเปล่า)มากระทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงทำการถอดชิ้นส่วนเครื่องจักร ทั้งหมด มาทำความสะอาดเพื่อพ่นสี ก่อนทำการพ่นสีต้องมีการจัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายก่อน แล้วพ่นสีกันสนิม จากนั้นก็พ่นสีที่ต้องการ เมื่อได้ชิ้นงานที่พ่นสีเรียบร้อยแล้วจึงนำมาประกอบ เป็นเครื่องจักรตามเดิม

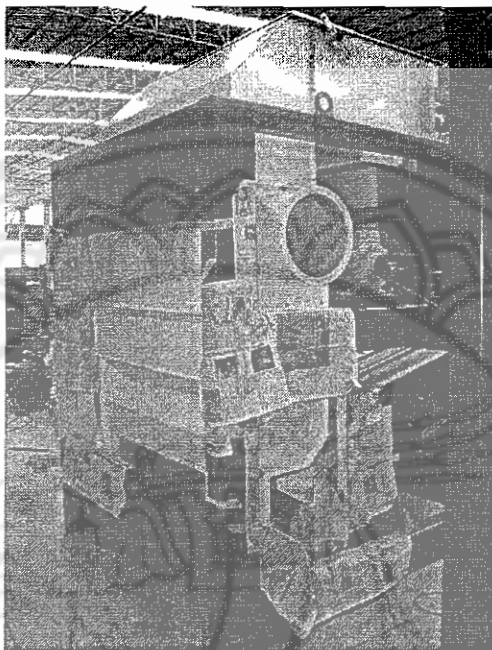


รูปที่ 3.33 การจัดชิ้นงานก่อนพ่นสี



รูปที่ 3.34 การพ่นสีชิ้นส่วนต่างๆ

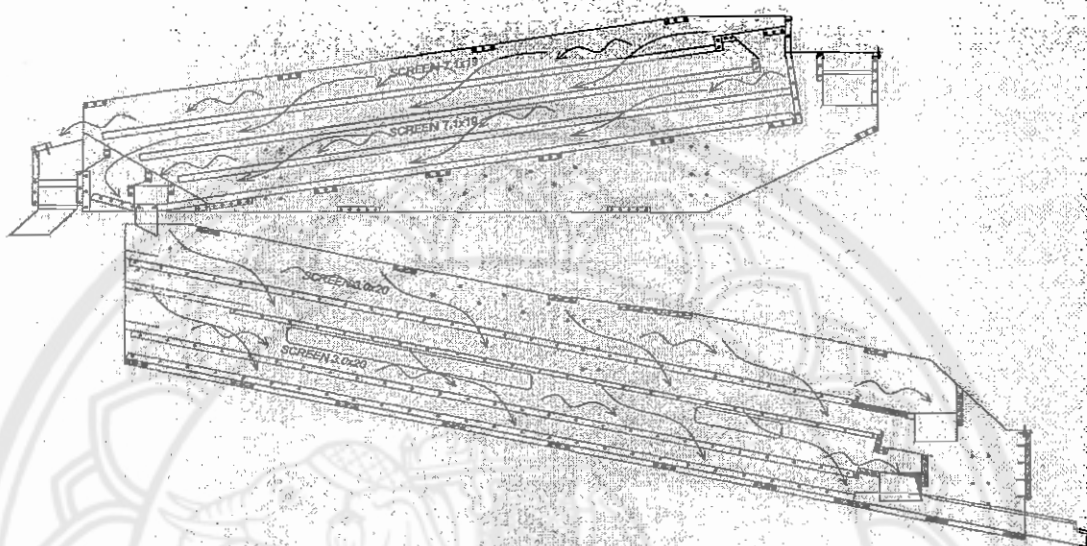
เมื่อประกอบเครื่องเสร็จเรียบร้อยแล้วในการประกอบอาจทำให้เกิดรอยขีดข่วนได้ จึงเกิดการเก็บรายละเอียดของสีขึ้นภายหลังได้เรียกว่าการเก็บสี



รูปที่ 3.35 แสดงขั้นตอนการเก็บสี

3.9 ความสามารถในการทำความสะอาด

หลักในการทำความสะดวกเมล็ดข้าวเปลือกของเครื่องทำความสะอาดเมล็ดข้าวเปลือกรุ่น Precleaner 25 (PC 25) คือ ใช้มอเตอร์ 2 ตัวในการทำงานโดยมอเตอร์ตัวแรก เป็นมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า หมุนด้วยความเร็ว 930 รอบต่อนาที ทำหน้าที่ส่งกำลังผ่านสายพานไปยังเพลากวนข้าว เพื่อให้เกิดความสะดวกการลำเลียงข้าวจากชุดป้อนข้าวเปลือก ไปสู่ชุดทำความสะอาดข้าวเปลือก ในขณะที่มอเตอร์ตัวที่สอง เป็นมอเตอร์ขนาด 5 แรงม้า หมุนด้วยความเร็ว 950 รอบต่อนาที ทำหน้าที่ส่งกำลังไปยังเพลาลูกเบี้ยวของโครงไม้ชุดบน และโครงไม้ชุดล่าง ทำให้โครงไม้เกิดการเคลื่อนที่ โดยที่โครงไม้ทั้งสองชุดจะเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้าม สลับกันไปมา ทำให้ลูกบอลที่อยู่ในชุดตะแกรงเกิดการสั่น การสั่นของลูกบอลเป็นตัวทำให้ข้าวที่อยู่บนชุดตะแกรงเกิดการเคลื่อนที่และทำให้เกิดการคัดแยกกันระหว่างเมล็ดข้าวเปลือกกับสิ่งเจือปนเกิดขึ้น โดยชั้นตะแกรงจะแบ่งเป็นสามชั้น คือ ตะแกรงคัดแยกสิ่งสกปรกขนาดใหญ่ ตะแกรงคัดแยกสิ่งสกปรกกลาง และ ตะแกรงคัดแยกฝุ่น โดยตะแกรงแต่ละชั้นมีทำหน้าที่คัดแยกสิ่งสกปรกขนาดต่างๆ ตามลำดับ



รูปที่ 3.36 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของเมล็ดข้าวขณะที่เครื่องทำความสะอาดทำงาน

3.10 ขั้นตอนการทดสอบ

การทดสอบการทำงานของเครื่องทำความสะอาดเมล็ดข้าวเปลือก จะแบ่งเป็น 2 ช่วงคือ

1. การทดสอบการทำงานเบื้องต้นของเครื่องทำความสะอาดเมล็ดข้าวเปลือกหลังการประกอบเสร็จแล้ว
2. การทดสอบการทำงานจริงของเครื่องทำความสะอาดเมล็ดข้าวเปลือก

ในโครงการนี้ เนื่องด้วยข้อจำกัดทางด้านการทดสอบการเดินเครื่องครั้งแรกหลังจากการประกอบเครื่อง เพื่อทำการเก็บวัดค่าต่างๆในเบื้องต้นว่าเป็นไปตามที่ออกแบบไว้หรือไม่รวมทั้งเพื่อหาจุดบกพร่องต่างๆ และทำการแก้ไขต่อไป ซึ่งจะทดสอบในด้านต่างๆดังนี้

1. วัดความเร็วรอบเพลาโดยใช้เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tacho Meter)
2. วัดภาระการทำงานของเครื่องจักรขณะยังไม่มีภาระภายนอก โดยการวัดอัตรากินกระแสไฟของมอเตอร์ และนำค่าที่ได้มาคำนวณหาภาระของเครื่องจักรขณะที่ใช้งานจริง
3. ทดสอบสมดุลของเพลา โดยการสังเกตและการสัมผัสทางกายภาพของเครื่องจักร
4. ทดสอบทิศทางการหมุนโดยการสังเกตการหมุนตามทิศทางที่ได้ออกแบบไว้

ทดสอบความเข้ากันได้ของชิ้นส่วน โดยการสังเกตและฟังเสียงว่ามีเสียงที่ผิดปกติ หรือมีเสียงการเสียดสีกันของชิ้นส่วน และมีการติดขัดหรือไม่

การทดสอบการทำงาน ได้ทำการทดลองที่จังหวัดชัยนาท ซึ่งใช้ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ความชื้นต่างๆ ในการทดลอง (วัดความชื้น หลังจากผ่านการอบข้าวด้วยเครื่องอบข้าว) ทดลองโดยการเดินเครื่องทำความสะอาดเป็นเวลาติดต่อกัน 8 ชั่วโมง โดยการแบ่งเป็นช่วงๆ และบันทึกผลเพื่อหาค่าสมรรถนะในการทำงาน (ภาคผนวก ง)