บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.1 ออกแบบโครงสร้างหลักของเครื่องซอยใบยาสูบ

หลังจากศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบแล้ว คณะผู้ดำเนินงานวิจัยได้ทำการออกแบบเครื่องซอยใบยาสูบขึ้นโดยให้มีโครงสร้างหลักมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งเป็นรูปทรงง่ายๆและมีความแข็งแรงโดยเครื่องซอยใบยาสูบนี้จะมีส่วนประกอบหลักอยู่ 2 ส่วน ดังนี้

4.1.1 ระบบส่งกำลัง

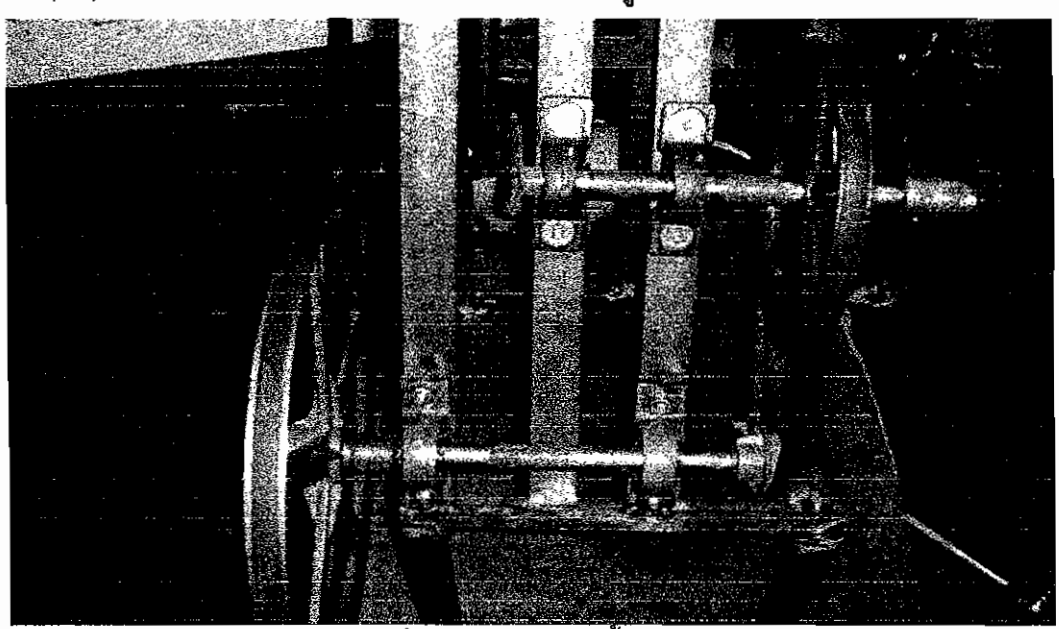
4.1.1.1 มอเตอร์ไฟฟ้า

ระบบส่งกำลังของเครื่องซอยใบยาสูบนี้จะใช้ระบบส่งกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดของมอเตอร์ไฟฟ้าดังนี้

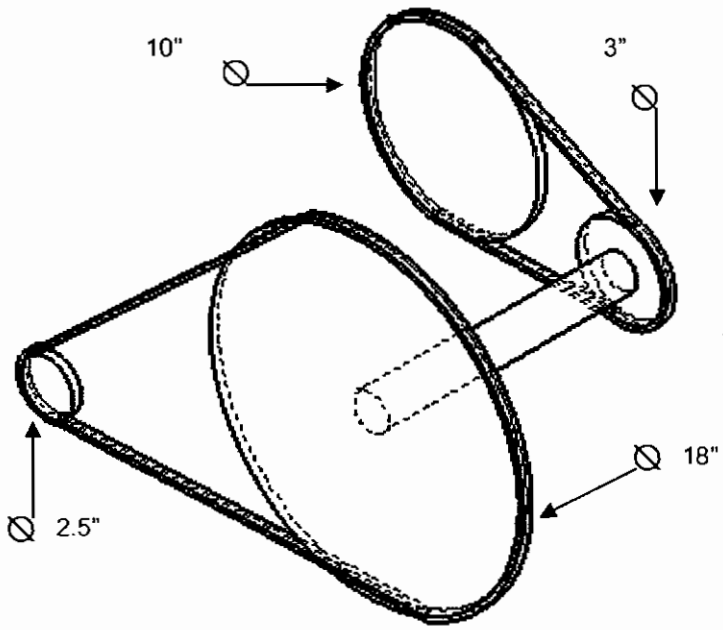
แรงดันไฟฟ้าที่ใช้	220	โวลต์ (v)
ความถี่	50	เฮิร์ส (Hz)
แรงม้าที่ใช้	1/3	แรงม้า (HP)
ความเร็วรอบของมอเตอร์	1,440	รอบต่อนาที (RPM)

4.1.1.2 สายพานส่งกำลังและล้อสายพาน(พูลเล่ย์)

ระบบสายพานส่งกำลังนี้จะใช้สายพานขนาด 73 นิ้วและ 40 นิ้วใช้ล้อสายพานขนาด 3,10,18 นิ้ว โดยมีลักษณะการติดตั้งดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่4.1 แสดงการติดตั้งพูลเล่ย์



รูปที่ 4.2 ลักษณะการติดตั้งพูลเล่ย์

4.1.2 **การคำนวณหาขนาดอัตราทด** (m_w)

ล้อสายพาน (พูลเล่)ขนาดเล็กที่ติดกับมอเตอร์ใช้ขนาด 2.5 นิ้วซึ่งเท่ากับ 63.5มิลลิเมตร ความเร็วรอบเท่ากับความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าเท่ากับ 1,440 รอบต่อนาที

ล้อสายพานใหญ่(พูลเล่) ขนาด 18 นิ้ว = 457.2 มิลลิเมตร

ให้ขนาดของล้อสายพานใหญ่, D_p = 457.2 มิลลิเมตร

ให้ขนาดของล้อสายพานเล็ก d_p = 63.5 มิลิเมตร

จากสมการ(2.29) ; $D_p = m_w \times d_p$

แทนค่าตัวแปรลงในสมการจะได้

$$D_p = m_w \times 63.5$$

$$m_w = \frac{457.2}{63.5} = 7.2$$

เมื่อได้อัตราทดเท่ากับ 7.2

เพราะฉะนั้นจากสมการ(2.30) $V_w = \frac{V}{m_w}$

ความเร็วรอบที่ทดแล้วจะได้ $= \frac{1440}{7.2} = 200$ (rpm/min)

การคำนวณหาอัตราทดที่พูลเล่ขับลูกเบี้ยว

พูลเล่เล็กขนาด 3 นิ้วเท่ากับ 76.2 มิลลิเมตร ความเร็วรอบเท่ากับ 200 รอบต่อนาที

ล้อสายพานใหญ่ (พูลเล่)ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว = 254 มิลลิเมตร

จากสมการ (2.29) ; $D_p = m_w \times d_p$

$= m_w \times 76.2$ มิลลิเมตร

$$m_w = \frac{254}{76.2} = 3.33$$

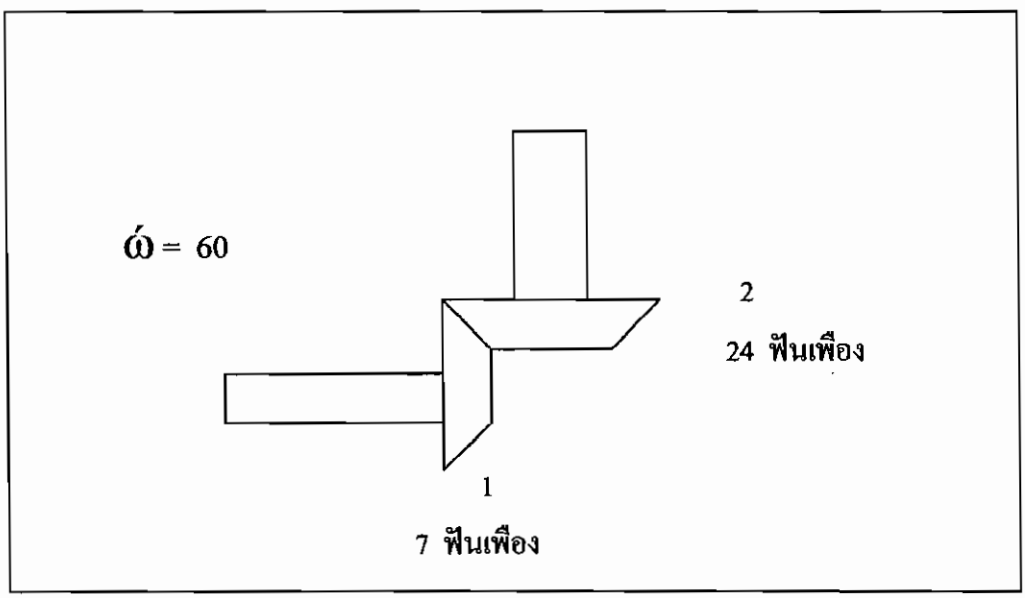
เมื่อได้อัตราทดเท่ากับ 3.33

จากสมการ(2.30) $V_w = \frac{V}{m_w}$

ความเร็วรอบที่ทดแล้วจะได้ $= \frac{200}{3.33} = 60.06$ (rpm/min)

เพราะฉะนั้นในการคำนวณเพื่อหารอบของมอเตอร์และพูลเล่ย์นี้สามารถบอกให้ทราบถึงจังหวะของการชอยของใบมีดเป็น 60 ครั้งต่อนาที

4.1.3 การคำนวณความเร็วของสายพานลำเลียง



รูปที่ 4.3 แสดงการติดตั้งเฟือง

จากสมการ(2.27) $\frac{\omega \text{ เข้า}}{\omega \text{ ออก}} = \frac{\text{ผลคูณของฟันเฟืองทั้งหมดที่เป็นตัวตาม}}{\text{ผลคูณของฟันเฟืองทั้งหมดที่เป็นตัวขับ}}$

$$\frac{\omega 1}{\omega 2} = \frac{N1}{N2}$$

เมื่อ ω = ความเร็วของเฟือง

N = จำนวนฟันเฟือง

เมื่อ ความเร็วของเฟืองขับ = 60 รอบ/นาที

จำนวนฟันเฟืองขับ = 24 ฟัน

จำนวนฟันเฟืองตาม = 7 ฟัน

แทนค่าตัวแปรต่างๆลงในสมการ จะได้

$$\frac{60}{\omega 2}=\frac{24}{7}$$

$$\omega 2=\frac{60\times 7}{24} = 17.5 \text{ รอบ/นาที}$$

แสดงว่าสายพานลำเลียงจะหมุนด้วยความเร็ว = 17.5 รอบ/นาที

ดังนั้นจะได้อัตราส่วนระหว่าง การป้อนกับการซอยใบยาสูบ $= \frac{17.5(\text{rpm/min})}{60.(\text{rpm/min})}$

$=0.29 = 0.3$ เซนติเมตร

หมายความว่า ระยะห่างในการซอยใบยาสูบแต่ละครั้ง จะมีระยะเท่ากับ 3 มิลลิเมตร

4.1.4 การคำนวณหาแรงตัดของเครื่องซอยใบยาสูบ

จากสมการ $\sum F = ma$

เมื่อ F = แรง , kN

m= มวลของใบยาสูบ kg

a = ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ทำการทดแล้ว rpm/s

จากขีดจำกัดของเครื่องซอยใบยาสูบที่สร้างขึ้นสามารถรองรับใบยาสูบได้ 400กรัม

มวลของใบยาสูบ = 400 กรัม คิดเป็น 0.4 กิโลกรัม

ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ทำการทดแล้ว = 60 รอบ / นาที = 1 รอบ / วินาที

หาแรงสูงสุดจะได้

แทนค่าในสมการ $\sum F = ma$

จะได้ F = 0.4 ,kN x 1 ,rpm /s

= 0.4 , kN

การหาแรงตัดที่ได้จากเครื่องซอยใบยาสูบที่สร้างขึ้น

แทนค่าในสมาการ(2.28)

$$\text{FOC MX} = \text{FOCSA X } \left(\frac{\text{AES}}{1000}\right)$$

เมื่อ AES = พื้นที่หน้าตัดของใบยาสูบที่ต้องการตัด

$= \P r^2$ (เส้นผ่านศูนย์กลางของใบยาสูบที่ต้องการตัด = 100 มิลลิเมตร)

$= \P(50^2)$

$= 3.1416\ (2500)$

$= 7{,}854\ mm^2$

แทนค่าตัวแปรใน สมการ (2.28) จะได้

$$0.4\ kN = FOCSA\ X\ \frac{7854}{1000}\ mm^2$$

$$FOCSA = \frac{0.4kN}{7.854mm^2}$$

$$FOCSA = 0.0509\ kN\ /mm^2$$

เพราะฉะนั้นจะได้ $FOCSA = 50.9\ N/\ mm^2$

ซึ่งจากค่าที่คำนวณได้นี้นำไปเปรียบเทียบกับแรงที่ใช้ในการตัดเฉือนใบยาสูบตามทฤษฎี[10] ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.7 N/mm^2 (ตารางในภาคผนวก ข) จะเห็นได้ว่าแรงตัดที่ได้จากการคำนวณเครื่องซอยใบยาสูบจะมีค่าเท่ากับ 50.9 N/mm^2 ซึ่งจะมีค่ามากกว่าแรงตัดเฉือนใบยาสูบตามทฤษฎีจะทำให้สามารถตัดใบยาสูบขาดได้

4.1.5 ระบบขนถ่ายและลำเลียง

4.1.5.1 โซ่ส่งกำลัง

ใช้โซ่ส่งกำลังประเภทลูกกลิ้งไม่ต้องใช้ในการรับโหลดมากนัก และโซ่ลูกกลิ้งเป็นโซ่ที่ใช้กันโดยทั่วไปสามารถหาได้ง่ายและมีความทนทานต่อการสึกหรอ เพื่อส่งกำลังจากเพลาขับลูกเบี้ยวเพื่อนำกำลังที่ได้ไปขับเฟืองดอกจอก

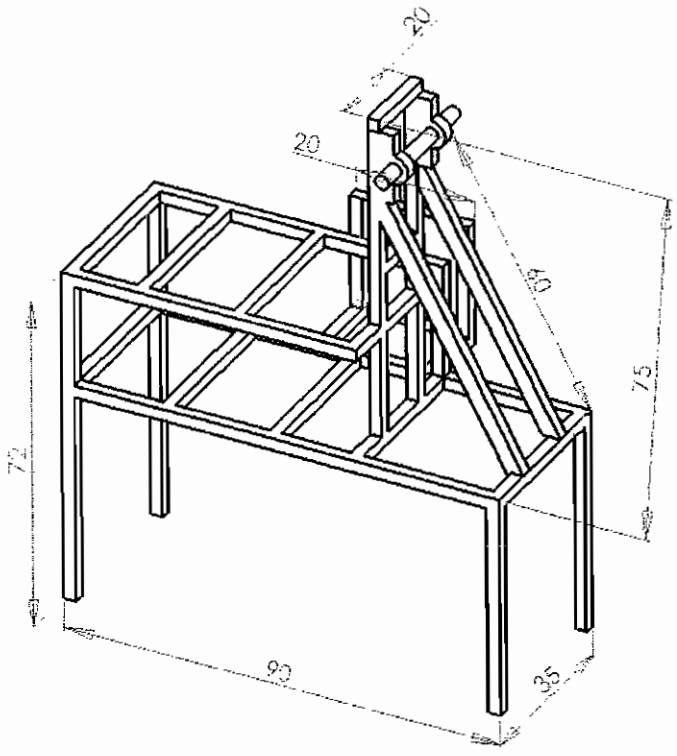
4.1.5.2 ระบบเฟืองดอกจอก

ใช้เฟืองดอกจอกขบกันตามปกติเฟืองดอกจอกใช้การส่งกำลังหรือการหมุนระหว่างเพลาซึ่งทำมุมตัดกัน 90 องศา เพื่อนำไปขับเพลาของระบบลำเลียง

4.2 จัดสร้างเครื่องซอยใบยาสูบ

4.2.1 จัดสร้างโครงของเครื่องซอยใบยาสูบ

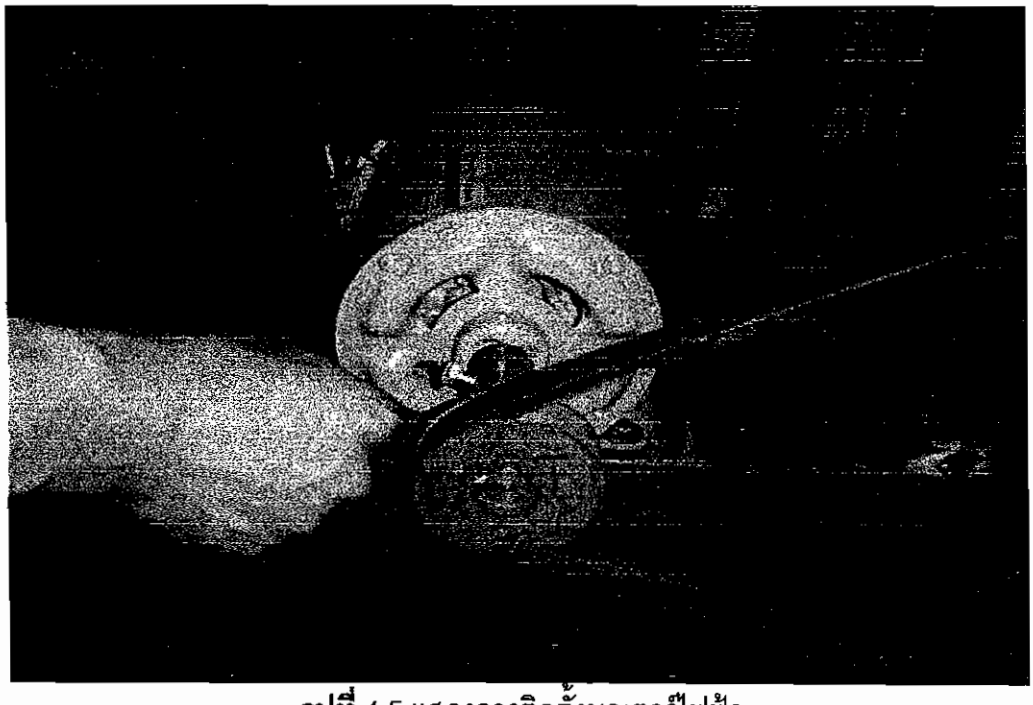
ใช้เหล็กฉากขนาด กว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 40 x 40 x 5 มิลลิเมตร เชื่อมเป็นโครงของเครื่องซอยใบยาสูบ (รูปที่ 4.4)



รูปที่ 4.4 แสดงโครงสร้างของเครื่องซอยใบยาสูบ

4.2.2 สร้างระบบส่งกำลัง

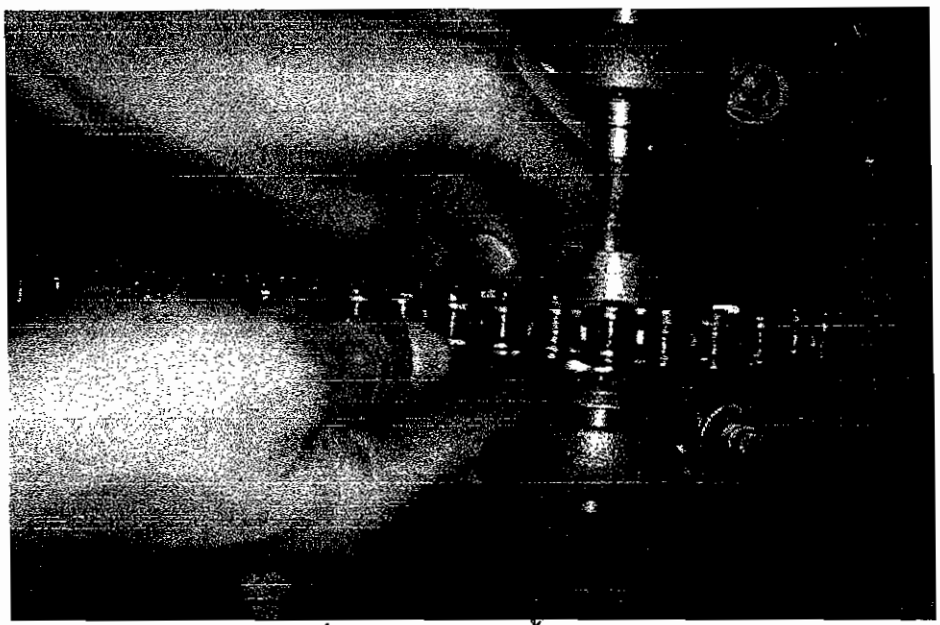
ติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าและพูลเล่ขนาดต่างๆเข้ากับโครงของเครื่องซอยใบยาสูบที่เชื่อมไว้แล้ว (รูปที่ 4.5) ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังส่งกำลังไปยังพูลเล่ขนาด 18 นิ้ว



รูปที่ 4.5 แสดงการติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้า

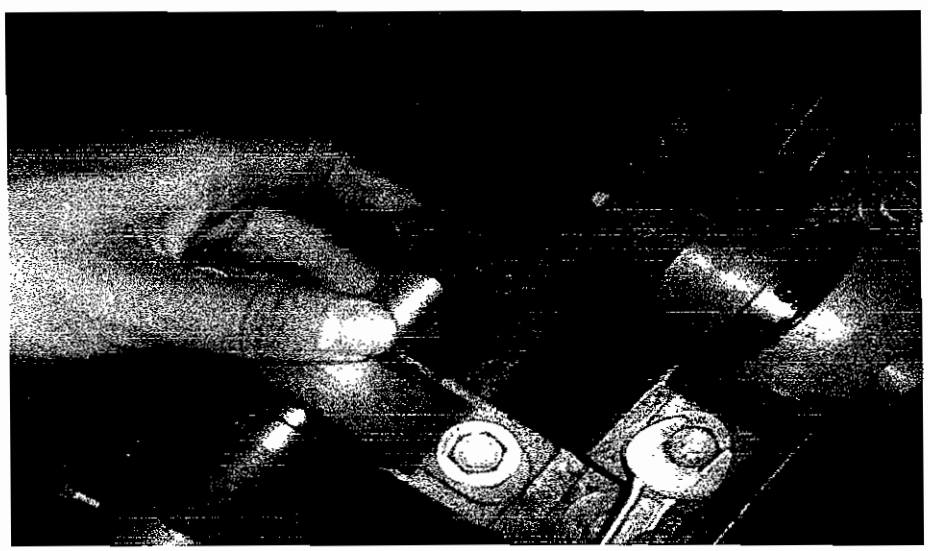
4.2.3 สร้างระบบขนถ่ายและลำเลียง

ติดตั้งโซ่ส่งกำลังและเฟืองดอกจอกเข้ากับเพลาของสายพานลำเลียง (รูปที่ 4.6) ทำหน้าที่รับกำลังจากพูลเล่ขนาด 10 นิ้วเพื่อขับระบบขนถ่ายลำเลียง



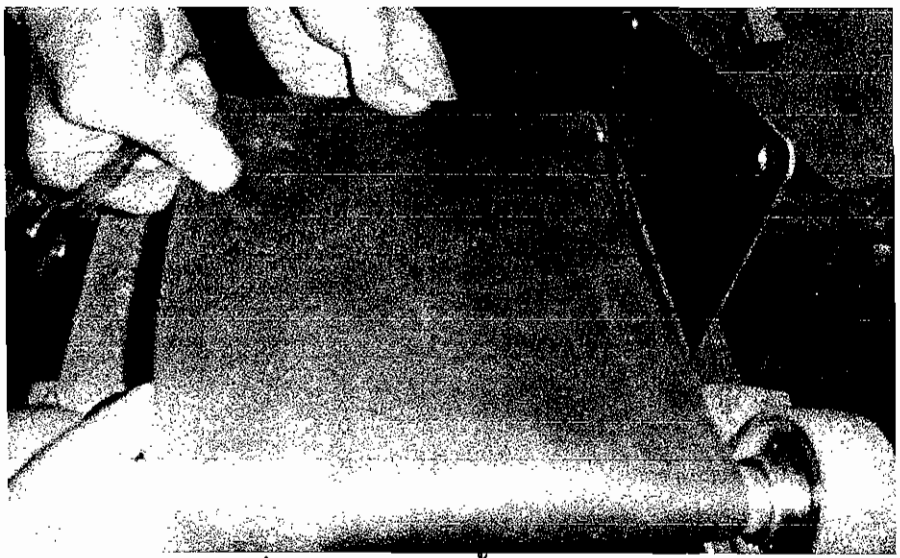
รูปที่4.6 แสดงการติดตั้งโซ่ส่งกำลัง

ติดตั้งเฟืองดอกจอกเข้ากับโซ่ส่งกำลังและเพลาขับสายพานลำเลียง (รูปที่4.7) รับกำลังจากโซ่ส่งกำลังเพื่อขับเพลาสายพานลำเลียง

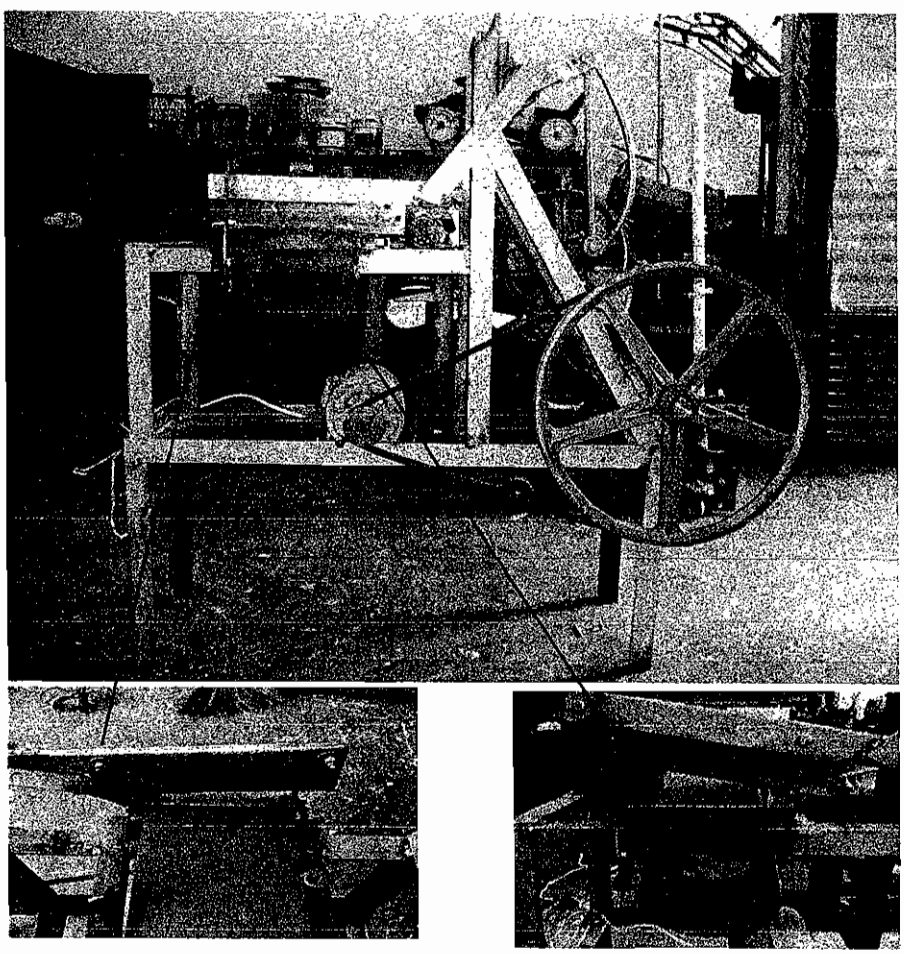


รูปที่ 4.7แสดงการติดตั้งเฟืองดอกจอก

ติดตั้งสายพานลำเลียง (รูปที่ 4.8) ทำหน้าที่ให้ใบยาสูบเคลื่อนที่เข้าสู่ใบมีด



รูปที่ 4.8 แสดงการติดตั้งสายพานลำเลียง



ก. ลักษณะใบมีด

ข. รางรองใบยาสูบ

รูปที่ 4.9 แสดงเครื่องซอยใบยาสูบ

4.3 ทดสอบเครื่องซอยใบยาสูบ

หลังจากได้ทำการสร้างเครื่องซอยใบยาสูบตามที่ได้ออกแบบไว้แล้วดังรูปที่4.9 ขั้นตอนต่อไป คือ การทดสอบเครื่องซอยใบยาสูบ โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

4.3.1 เปิดเครื่องซอยใบยาสูบ

4.3.2 นำใบยาสูบมาม้วนและใส่ลงในช่องขนถ่ายลำเลียงของเครื่องซอยใบยาสูบ

4.3.3 เก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการทดสอบ

4.4 ผลการทดลอง

4.4.1 จากการทำการจับเวลาการซอยใบยาสูบด้วยมือจำนวน 1 กิโลกรัม 10 ครั้ง

ลักษณะการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rating
เริ่มตั้งแต่หยิบใบยาสูบมาม้วนและทำการซอยจนเสร็จ	7.5	7	7.3	7.7	8	8	7.3	7.5	7	7.5	95%

จากตารางสามารถทำการหาเวลาปกติที่ปราศจากการจูงใจในการทำงานได้จากสูตร

$$\text{Select time} = \frac{\text{ผลรวมของเวลาทั้งหมด}}{\text{จำนวนครั้งที่ทำการจับเวลา}}$$

$$= \frac{74.8}{10} = 7.48 \text{ นาที}$$

$$\text{Normol time} = \text{Select time} \times \text{Rating}$$

$$= 7.48 \times 95\ \%$$

$$= 7.10 \text{ นาที}$$

ดังนั้นเวลาปกติในการทำการซอยใบยาสูบด้วยมือโดยการปราศจากการจูงใจก็จะเท่ากับ7.10 นาที และสามารถทำการหาความน่าเชื่อถือได้จากสูตรการหาจำนวนครั้งในการจับเวลาได้จากสูตร

$$n = \left(\frac{K}{S}\frac{\sqrt{n'\sum X_i^2 - (\sum X_i^2)}}{\sum X_i}\right)^2$$

โดยที่ K = ตัวประกอบของความเชื่อมั่น

S = ความคลาดเคลื่อน

n = จำนวนครั้งที่ต้องจับเวลา

n' = จำนวนครั้งในการจับเวลาตัวอย่าง

ตารางตัวประกอบของความเชื่อมั่นที่นิยมใช้ มีดังนี้

ระดับความเชื่อมั่น	ค่าK
68.3	1
95.5	2
99.7	3

ดังนั้น ในความเชื่อมั่นที่ 95 % ความคลาดเคลื่อน 5 % ซึ่งเป็นค่าความเชื่อมั่นที่นิยมใช้

ที่ความเชื่อมั่น 95 % ตัวประกอบความเชื่อมั่นจะเท่ากับ K = 2

ที่ความคลาดเคลื่อน 5 %จะได้ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ

$$95.5\ \% - 95\ \% = 0.5\%$$

$$S = \frac{0.5}{10} = 0.05$$

นำมาหาความเชื่อถือได้จาก

$K = 2$ $S = 0.05$

$n' = 10$ $\sum x = 74.8$ $\sum x^2 = 560.62$

$(\sum x^2) = 5595.04$

$$n = \left(\frac{K}{S}\frac{\sqrt{n'\sum X_i^2 - (\sum X_i^2)}}{\sum X_i}\right)^2$$

$$n = \left(\frac{2}{0.05}\frac{\sqrt{10(560.62) - (5595.04)}}{74.8}\right)^2$$

$$= \left(\frac{40}{}\frac{\sqrt{11.16}}{74.8}\right)^2$$

$$= \left(\frac{40}{}X\frac{3.34}{74.8}\right)^2$$

$$= \left(\frac{133.6}{74.8}\right)^2$$

$$= (1.78)^2$$

$$n = 3.16$$

กล่าวได้ว่าในการจับเวลาในการซอยใบยาสูบด้วยมือในครั้งนี้ ในความคลาดเคลื่อนที่ 5% ความเชื่อมั่นที่ 95 % ในจำนวนครั้งที่ต้องทำการจับเวลาซอยที่ได้เท่ากับ 3.16เพียงพอที่จะน่าเชื่อถือได้

4.4.2 จากการทำการจับเวลาการซอยใบยาสูบด้วยเรื่องซอยใบยาสูบจำนวน1 กิโลกรัม 10ครั้ง

ลักษณะการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rating
เริ่มตั้งแต่หยิบใบยาสูบมาม้วนและทำการซอยจนเสร็จ	5.2	5.0	5.4	5.3	5.5	5.3	5.5	5.0	5.2	5.3	95%

จากตารางสามารถทำการหาเวลาปกติที่ปราศจากการจูงใจในการทำงานได้จากสูตร

$$\text{Select time} = \frac{\text{ผลรวมของเวลาทั้งหมด}}{\text{จำนวนครั้งที่ทำการจับเวลา}}$$

$$= \frac{52.7}{10} = 5.27 \text{ นาที}$$

$$\text{Normol time} = \text{Select time X Rating}$$

$$= 5.27 \text{ X } 95\ \%$$

$$= 5 \text{ นาที}$$

ดังนั้นเวลาปกติในการทำการซอยใบยาสูบด้วยเครื่องซอยใบยาสูบโดยการปราศจากการจูงใจก็จะเท่ากับ 5 นาที

ดังนั้น ในความเชื่อมั่นที่ 95 % ความคลาดเคลื่อน 5 % ซึ่งเป็นค่าความเชื่อมั่นที่นิยมใช้

ที่ความเชื่อมั่น 95 % ตัวประกอบความเชื่อมั่นจะเท่ากับ K = 2

ที่ความคลาดเคลื่อน 5 %จะได้ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ

$$95.5\ \% - 95\ \% = 0.5\%$$

$$S = \frac{0.5}{10} = 0.05$$

นำมาหาความเชื่อถือได้จาก

$K = 2$ $S = 0.05$

$n' = 10$ $\sum x = 52.7$ $\sum x^2 = 278.01$

$(\sum x^2) = 2777.29$

$$n = \left(\frac{K}{S}\frac{\sqrt{n'\sum X_i^2 - (\sum X_i^2)}}{\sum X_i}\right)^2$$

$$n = \left(\frac{2}{0.05}\frac{\sqrt{10(278.01) - (2777.29)}}{52.7}\right)^2$$

$$= \left(\frac{40}{}\frac{\sqrt{2.81}}{52.7}\right)^2$$

$$= \left(\frac{40}{}X\frac{1.67}{52.7}\right)^2$$

$$= \left(\frac{66.8}{52.7}\right)^2$$

$$= (1.26)^2$$

$$n = 1.58$$

กล่าวได้ว่าในการจับเวลาในการซอยใบยาสูบด้วยมือในครั้งนี้ ในความคลาดเคลื่อนที่ 5% ความเชื่อมั่นที่ 95 % ในจำนวนครั้งที่ต้องทำการจับเวลาซอยที่ได้เท่ากับ 1.58 พียงพอที่จะน่าเชื่อถือได้

การทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ย

การทดสอบสมมุติฐานที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยสำคัญ 0.05)

จำนวนครั้งทดสอบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	รวม
การซอยใบยาสูบด้วยมือ	7.5	7.0	7.3	7.7	8.0	8.0	7.3	7.5	7.0	7.5	74.8
การซอยใบยาสูบด้วยเครื่อง	5.2	5.0	5.4	5.3	5.5	5.3	5.5	5.0	5.2	5.3	52.7
ผลต่าง (d)	2.3	2.0	1.9	2.4	2.5	2.7	1.8	2.5	1.8	2.2	22.1

$$\bar{d} = 2.21 \quad , \quad \sum(d - \bar{d})^2 = 0.9282$$

$$s_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(d_i - \bar{d})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.928}{9}} = 0.321$$

1. ตั้งสมมุติฐาน $H_0 : \mu_d = 0$

$H_1 : \mu_d \neq 0$

2. $\alpha = 0.05$

3. ใช้ค่าสถิติ $t_{0.025,9} = 2.262$

4. เขตวิกฤต

$$t = \frac{\left[\bar{d} - \mu_d\right]}{sd/\sqrt{n}}$$

$$t = \frac{\left[2.21 - 0\right]}{0.321/\sqrt{10}}$$

$$t = \frac{2.21}{0.101}$$

$$t = 21.88$$

5. t = 21.88 ตกอยู่ในเขตวิกฤต

ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 หมายความว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาในการซอยใบยาสูบด้วยมือและการซอยใบยาสูบด้วยเครื่องซอยใบยาสูบแตกต่างกัน

4.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการทดสอบเครื่องซอยใบยาสูบครั้งนี้สามารถมองเห็นถึงความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการซอยใบยาสูบอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยการซอยใบยาสูบโดยใช้เครื่องซอยใบยาสูบจะใช้เวลาน้อยกว่าและเร็วกว่าในปริมาณยาสูบที่เท่ากัน โดยการซอยโดยการใช้มือซอยนั้นมีปัจจัยที่ทำให้การซอยไม่สม่ำเสมอและอาจเกิดความล่าช้าได้เพราะการซอยโดยการใช้มือซอยมีข้อเสียคือการเกิดความเมื่อยล้าซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เสียเวลาในการทำงาน

แต่เมื่อใช้เครื่องซอยใบยาสูบในการซอยแล้วสามารถทำการซอยได้อย่างต่อเนื่องและมีความสม่ำเสมอและมีปริมาณที่แน่นอนไม่ก่อให้เกิดความเมื่อยล้า และเมื่อทำการเปรียบเทียบเวลาทำงานของการซอยใบยาสูบด้วยมือกับการซอยใบยาสูบด้วยเครื่องซอยใบยาสูบ นั้นจะเห็นว่าการซอยใบยาสูบด้วยมือจะใช้เวลาคิดเป็นเวลาปกติ(Normal time) เท่ากับ 7.10 นาที / กิโลกรัม และจากการซอยใบยาสูบด้วยเครื่องซอยใบยาสูบจะใช้เวลาคิดเป็นเวลาปกติ(Normaltime)เท่ากับ5นาที/กิโลกรัม