บทที่ 2
การออกแบบและสร้างเครื่องลบคมกระจก

2.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน แบ่งเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

เหล็กโครงสร้างหลัก เซล เหรียตติงอุปกรณ์ในส่วนของชุดต้นกำลัง เช่น มอเตอร์ เพลา

ส่วนที่ 4 ระบบควบคุม ประกอบด้วย สวิตช์ และสายไฟ

การทำงาน สวิตช์ ทำหน้าที่ ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ในลักษณะการเปิด-ปิดมอเตอร์ เท่านั้น

2.3 ออกแบบและจัดซื้อ

จากการเข้าเยี่ยมชมโรงงานที่มีการใช้เครื่องลบคมกระจก ซึ่งเป็นเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศ ได้ไปเห็นลักษณะการทำงานของเครื่องลบคมดังกล่าว ทำให้เกิดแนวความคิดในการออกแบบสร้าง

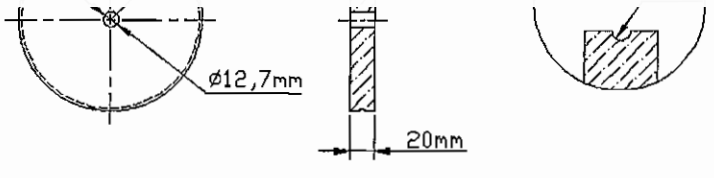
รูปที่ 2.1 ระบบการทำงานของเครื่องลบคมกระจกที่ออกแบบ

รายละเอียดในการออกแบบมีดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ชุดลบคม

1. หินเจียร (Grinding Wheel)

กระจกที่จะนำมาลบคมมีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม มีขนาดกว้าง 90 เซนติเมตร ยาว 120



รูปที่ 2.2 รูปร่างของหินเจียร

ส่วนร่องโค้งที่ขอบของหินเจียร ได้ออกแบบมาเพื่อใช้ส่วนโค้งดังกล่าวเป็นตัวลบคมกระจก เมื่อทำการลบคมจะเกิดการลบคมเฉพาะเหลี่ยมของกระจกดังรูปที่ 2.3 ซึ่งแสดงลักษณะของการลบคมและรูปร่างของกระจกก่อนและหลังการลบคม เมื่อมองทางด้านข้าง (ในแนวระดับ)

ส่วนที่ 2 ชุดต้นกำลัง

1. มอเตอร์ (Motor) การคำนวณหากำลังของมอเตอร์ที่ใช้ในการขับหินเจียร

รูปที่ 2.5 การหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตย์ระหว่างหินเจียรกับกระจก

จากสมการ $tan\ \alpha = \mu_s$ ...(2)

$$tan\,\alpha = \frac{40}{\sqrt{90^2 - 40^2}}$$

$$= \frac{40}{81} = 0.5$$ จะได้ค่า $\mu_s = 0.5$

กำหนดให้แรงที่ใช้ดันกระจกสูงสุดมีค่า 20 N

$$f=\mu_s N$$

$$f = 0.5(20) = 10 \text{ N}$$

หินเจียรมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 mm โมเมนต์บิดที่เกิดขึ้นเนื่องจากแรงเสียดทานมีค่า

$$T = fr \qquad (3)$$

$$W_p = \frac{2\pi \times 4456 \times 0.75}{60}$$

$$W_p = 350 \text{ W}$$

เลือกขนาดมอเตอร์ 373 W หรือ 0.5 แรงม้า

2. สายพานและล้อสายพาน (Belt and Pulley)

2.1 การหาขนาดหน้าตัดของสายพานและล้อสายพาน

หาขนาดหน้าตัดสายพานโดยใช้รูปที่ ข.1 (ภาคผนวก ข)

กำลังที่ต้องการส่ง $W_p = 0.373$ kW

สรุปล้อสายพานที่ใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง $d_p = 50$ mm และ $D_p = 150$ mm หน้าตัด A

2.2 การหาความยาวและจำนวนเส้นของสายพาน

การติดตั้งล้อสายพาน ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของล้อสายพานดังกล่าวควรอยู่ในช่วงนี้ คือ ค่าระยะห่างระหว่างศูนย์กลางล้อสายพานที่มากที่สุดที่ติดตั้งไม่ควรเกิน

$$c_{max} = 2(D_p + d_p) \qquad \ldots(7)$$

ค่าระยะห่างระหว่างศูนย์กลางล้อสายพานที่น้อยที่สุดที่ติดตั้งไม่ควรน้อยกว่า

$$c_{min} = 0.7(D_p + d_p) \qquad \ldots(8)$$

เมื่อ c คือระยะห่างระหว่างศูนย์กลางล้อสายพาน, mm

D_p คือเส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานใหญ่, mm

d_p คือเส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก, mm

สำหรับ D_p = 150 mm และ d_p = 50 mm จะได้

$2(D_p + d_p) = 2(150+50) = 400$ mm

$0.7(D_p + d_p) = 0.7(150+50) = 140$ mm

ดังนั้นในการติดตั้งล้อสายพานจะต้องติดตั้งด้วย แต่ถ้าระยะห่างระหว่างศูนย์กลางล้อสายพานมากกว่า 300 mm เพราะมีพื้นที่ในการติดตั้งที่

ดังนั้นจึงต้องหาค่า c ที่เหมาะสมในการติดตั้งสายพาน จากนั้นจึงไปหาค่า c ที่ติดตั้งจริงต่อไป

จากสมการความยาวของสายพานโดยประมาณ

$$L_p = 2c + 1.57(D_p + d_p) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4c} \qquad \ldots(9)$$

เมื่อ L_p คือความยาวของสายพาน, mm

c คือระยะห่างระหว่างศูนย์กลางล้อสายพาน, mm

D_p คือเส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานใหญ่, mm

d_p คือเส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก, mm

สำหรับ D_p = 150 mm และ d_p = 50 mm ความยาวสายพาน L_p = 955 mm (จากตารางที่ ข.2 ในภาคผนวก ข)

$$c = p + \sqrt{(p^2 - q)} \qquad \ldots(10)$$

โดยที่ $p = 0.25L_p - 0.393(D_p + d_p)$ แทนค่าจะได้ $p = 0.25(955) - 0.393(150+50) = 160$ mm

$q = 0.125(D_p - d_p)^2$ แทนค่าจะได้ $q = 0.125(150-50)^2 = 1250$ mm

แทนค่าแล้วจะได้ระยะห่างระหว่างล้อสายพานที่ติดตั้งจริง $c = 160 + \sqrt{(160^2 - 1250)} = 316$ mm

จากตาราง ข.3 เลือก ใช้สายพานที่ [illegible]

ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางล้อสายพานที่ติดตั้งจริงใช้สมการ

หาจำนวนเส้นของสายพานที่ใช้ในการส่งกำลัง ได้ดังนี้

จากสมการ

$$z = \frac{W_p N_s}{P_R N_a N_l} \qquad \ldots(11)$$

โดยที่ z คือจำนวนเส้นของสายพานลิ่ม

$$0.53 \times 0.96 \times 0.87$$

$$= 0.84 \text{ เส้น}$$

ดังนั้นเลือกใช้สายพานหน้าตัด Ax925Li จำนวน 1 เส้น (ยาว 37 นิ้ว)

การหาแรงดึงชั้นต้นในสายพาน

จากสมการ

$$F_i = F_w + F_R = (k_1 F + z\ k_2\ v^2)\ sin\ (\frac{\alpha}{2}) \qquad ...(12)$$

โดยที่ F_i คือแรงดึงชั้นต้น, N

F_w คือแรงดึงในแนวแกน ซึ่งมีค่าเท่ากับ F_i+F, หรือ $k_1.F\ sin\ (\frac{\alpha}{2})$

$$= \frac{W_p}{60}$$

$$= 11.388 \text{ m/s}$$

แรงดึงในสายพานขณะส่งกำลัง

$$F = F_1\text{-}F_2 = \frac{W_p}{v} = \frac{373}{11.388} = 32.75 \text{ N}$$

จากตาราง ข.5 เป็นแบบแรงกระตุก เปิดปิดบ่อยครั้ง $k_1 = 2.0$

จากตาราง ข.6 หน้าตัดสายพานแบบ A $k_2 = 0.217$

เมื่อ $\alpha = 161^{\circ}$: $\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 0.986$

และ $v^2 = 11.388^2 = 129.7$

C_t คือตัวประกอบการล้าเนื่องจากการบิด หาค่าได้จากตาราง ข.7

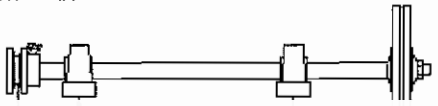
C_m คือตัวประกอบการล้าเนื่องจากการดัด หาค่าได้จากตาราง ข.7

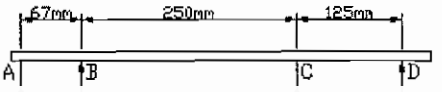
M คือโมเมนต์ดัด

T คือโมเมนต์บิด

เพลาที่ใช้งานนี้จะต้องรับกำลังจากมอเตอร์ทำให้เกิดโมเมนต์บิดบนเพลา อีกทั้งจะมีแรงดึงจากสายพาน, แบริ่งและแรงดันจากกระจกมากระทำ ซึ่งแรงเหล่านี้ทำให้เกิดโมเมนต์ดัดบนเพลาด้วย

การหาค่าโมเมนต์ดัด M





แทนค่า v จากสมการ (18) จะได้

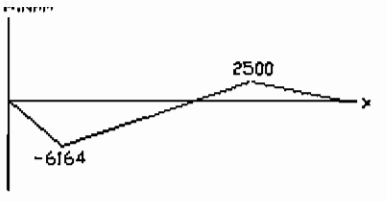
$$M = 35x - 8509 \qquad \ldots(19)$$

พิจารณาชิ้นส่วนตัดที่ 3 ($317 < x < 442$)

$\Sigma F_y = 0$:

$$v = -20 \qquad \ldots(20)$$

$\Sigma M_0 = 0$:



รูปที่ 2.8 แผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์ดัด

การหาค่าโมเมนต์บิด

จากสมการ $W_p = \frac{2n\pi T}{60}$

โดยที่ W_p คือกำลังมอเตอร์ที่ส่งผ่านเพลา, W

n คือความเร็วรอบของเพลา, rpm

3. ลิ่ม (Key) การหาขนาดของลิ่ม

ลิ่มแบ่งออกเป็นหลายชนิดด้วยกันและมีขนาดเป็นมาตรฐาน ดังนั้นการเลือกใช้ลิ่มจึงต้องเลือกขนาดตามมาตรฐาน นอกจากนี้แล้วยังต้องเลือกขนาดของลิ่มให้สอดคล้องกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาที่ใช้งานกับลิ่มด้วย

การหาขนาดลิ่มที่ใช้กับเพลาขนาด 19.05 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) สามารถหาได้โดยการใช้ค่าในตาราง ข.9 จากตารางเลือกลิ่มสี่เหลี่ยมจัตุรัส ตามมาตรฐาน ISO/R 774 ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลา 18-20 มิลลิเมตร จะได้ขนาดหน้าตัดของลิ่ม คือ 6x6 มิลลิเมตร

หาความยาวของลิ่ม โดยใช้สมการ

$$T = \frac{bl\tau d}{2} \qquad \ldots(22)$$

4. แบริ่ง (Bearing) การหาขนาดของแบริ่ง

จากรูปที่ 2.9 ซึ่งแสดงแผนภาพอิสระของแรงที่กระทำกับแบริ่ง

คำนวณหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อลูกปืน R_1 , R_2

$\Sigma F_x = 0$:

มีขนาดเดียวกัน เพราะฉะนั้นจึงนำค่าแรงลัพธ์ที่มากที่สุดไปทำการคำนวณหาขนาดแบริ่งต่อไป

จากตาราง ข.11 แนวทางในการเลือกอายุใช้งาน เลือกเป็นเครื่องจักร ที่ใช้งาน 8 ชั่วโมง แต่ไม่ได้ทำงานเต็มที่ ซึ่งมีอายุเป็นชั่วโมงทำงาน 20,000 ชั่วโมง

อายุใช้งาน $L_{10} = 20{,}000 \times 4350 \times 60 \times 10^{-6} = 5220$ ล้านรอบ (mr)

ตารางที่ 2.2 ตัวประกอบของสายพาน[3]

ชนิดของสายพาน	N_s
สายพานลิ่ม (V-belts)	1.5 - 2.0
สายพานแบน	2.0 - 4.0

= ๆๆๆ1 N = ๆ.ๆๆ kN

จากตารางที่ ข.12 ในอนุกรมมิติ 02 สำหรับบอลแบริ่งชนิด deep groove ที่มีรูสวม 12 mm อาจจะใช้งานได้ ทดลองเลือกแบริ่งชนิดนี้ ซึ่งมี

C_0= 3.05 kN และ C = 5.25 kN

ทำการตรวจสอบว่าแบริ่งที่เลือกมานั้นใช้งานได้ตามที่ต้องการหรือเปล่า

ค่า $\frac{iF_a}{C_o} = \frac{1 \times 30}{3.05 \times 10^3} = 0.0098$

ค่า $\frac{F_a}{VF_r} = \frac{30}{1 \times 127} = 0.2362$

จากตารางที่ ข.13 ค่า e อยู่ในช่วงระหว่าง 0 - 0.19 ดังนั้นค่า $\frac{F_a}{VF_r} >$

ส่วนที่ 3 เหล็กโครงสร้าง

เหล็กโครงสร้างเครื่องลบคมกระจก แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. เหล็กโครงสร้างรองรับกระจก ได้ออกแบบไว้สำหรับติดตั้งลูกล้อกลมและแบน ซึ่งลูกล้อกลมจะใช้สำหรับการหมุนเปลี่ยนด้านกระจกที่จะลบคม เพราะลูกล้อกลมสามารถหมุนได้รอบทิศทาง ทำให้ง่ายต่อการเปลี่ยนด้านของกระจก ส่วนลูกล้อแบนจะใช้สำหรับการเคลื่อนแผ่นกระจกในขณะทำการลบคม ทั้งนี้เพราะว่าลูกล้อแบนจะเคลื่อนที่ได้ในแนวเส้นตรงเท่านั้น ซึ่งไม่ก่อให้เกิดการรบกวนต่อการบังคับแผ่นกระจกขณะลบคม รูปที่ 2.10 แสดงโครงสร้างเครื่องลบคมกระจก ส่วนที่เป็นเหล็กโครงสร้างนี้ (อยู่ใกล้กับแนวของลูกล้อ มีไว้สำหรับปรับ

รูปที่ 2.10 เครื่องลบคมกระจกต้นแบบ

ป
TP
ปวนด
2546

สำนักหอสมุด
24 ก.ย. 2547
4740532

2. เหล็กโครงสร้างหลัก ได้ออกแบบสำหรับติดตั้ง มอเตอร์ แบริ่ง และเพลา ด้านบนจะประกอบเข้ากับเหล็กโครงสร้างรองรับกระจก โดยมีสกรูยึดที่มุมทั้งสี่ และสามารถปรับระดับในแนวดิ่งได้ ทั้งนี้เพื่อที่จะปรับกระจกที่วางอยู่บนลูกล้อให้ขอบกระจกตรงกันกับร่องหินเจียร

ขนาดความสูงของเหล็กโครงสร้างเมื่อประกอบเข้าด้วยกันแล้ว ได้ออกแบบโดยพิจารณาถึงความสะดวก สบายในการปฏิบัติงานเป็นหลัก ความสูงนั้นได้ใช้ค่าความสูงใกล้เคียงกันกับโต๊ะ

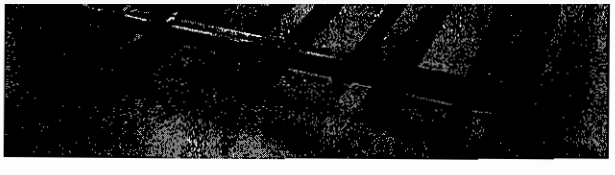
มหาวิทยาลัยนเรศวร

รูปที่ 2.11 ระบบควบคุม

2.4 ขั้นตอนการสร้างและประกอบเครื่อง

2.4.1 ขั้นตอนการสร้าง

1. ตัดเหล็ก, เจาะเหล็กสี่เหลี่ยมและเหล็กฉากให้ได้ตามแบบที่เขียนไว้ ทั้งในส่วนของโครงสร้างหลักและเหล็กโครงรองรับลูกล้อ



รูปที่ 2.16 เหล็กโครงสร้างรองรับลูกล้อ

3. หลังจากเชื่อมเสร็จเรียบร้อย ใช้แปรงทองเหลืองขัด หลังจากนั้นทาสีรองพื้นกันสนิมลงไป เมื่อแห้งแล้วทาทับด้วยสีน้ำมัน

2.4.2 ขั้นตอนการประกอบ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบ

รูปที่ 2.17 การติดตั้งเพลาและแบริ่ง

รูปที่ 2.18 การติดตั้งมอเตอร์

2. ติดตั้งมอเตอร์ลงบนแท่นรองมอเตอร์ จากนั้นนำไปติดตั้งกับเหล็กโครงสร้างหลักโดยยังไม่ต้องขันน็อตให้แน่น ที่เพลาของมอเตอร์นำล้อสายพานเล็กพร้อมลิ่ม มาสวมและขัน set screw ที่ดุมของล้อ

สายพานให้แน่น นำสายพานมาใส่ โดยใส่ให้ลงร่องล้อสายพานเล็กและใหญ่ ทำการปรับสายพานให้ได้ระดับตรงกันและปรับสายพานให้ตึง จากนั้นขันน๊อตที่แท่นรองมอเตอร์ให้แน่น

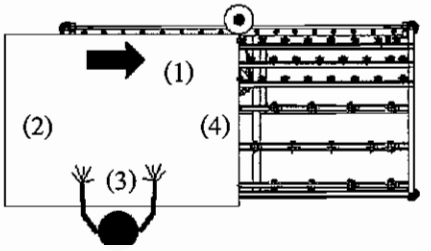
3. ติดตั้งหินเจียรที่ปลายด้านบนของเพลา โดยใส่ประกับลงไปก่อน ตามด้วยหินเจียร และปิดท้ายด้วยประกับอีกที จากนั้นขันน๊อตล็อคให้แน่น

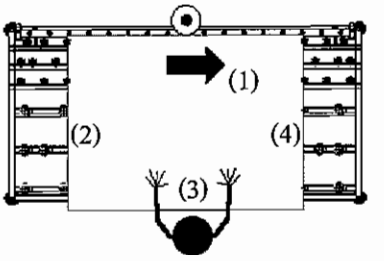
4. ติดตั้งลูกล้อกลม ลูกล้อแบนและโรลเลอร์ลงบนเหล็กโครงสร้างรองรับกระจก โดยใส่ให้ตรงบทดูดตามแบบ พร้อมทั้งขันน๊อตล็อคให้แน่น

2.5 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องลบคมกระจก

2.5.1 ข้อควรปฏิบัติในการใช้งาน

1. ผู้ใช้ควรอยู่ในสภาพที่พร้อมจะปฏิบัติงานได้ เช่น ไม่ได้อยู่ในสภาพเมาสุราหรือพักผ่อนไม่เพียงพอ





(ค) เลื่อนกระจกให้เลยหินเจียร

(ง) หมุนกลับด้าน

(จ) หมุนกลับด้าน พร้อมทั้งเลื่อนกระจกไปยังตำแหน่งเริ่มต้น

(ฉ) เริ่มขั้นตอนการลบคม ด้าน (2)

2.6 วิธีการตรวจสอบชิ้นงาน

สำหรับวิธีการตรวจสอบชิ้นงานนั้นไม่ได้มีเครื่องมือในการตรวจสอบโดยตรง เนื่องจากการลบคมกระจกนี้ไม่ต้องการความสวยงามของรอยลบคมที่ได้ เพียงแต่ต้องการลบคมเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดกับผู้ปฏิบัติงานที่นำกระจกไปใช้ในกระบวนการอื่น ๆ ต่อไปเท่านั้น ซึ่งมีวิธีการตรวจสอบดังนี้