หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ 6
การทดลองหาประสิทธิภาพการใช้งานในสภาวะต่าง ๆ

การทดลองหาประสิทธิภาพการใช้งานของอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียวนี้ ก็เพื่อที่จะนำเสนอเป็นข้อมูลเพื่อให้ฝ่ายบริหารในโรงงานอุตสาหกรรมตัดสินใจในการที่จะเลือกใช้อุปกรณ์ประเภทนี้ให้ถูกต้อง เหมาะสม และมีประสิทธิภาพดีที่สุด ซึ่งจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ หรือเป็นการลดราคาต้นทุนของผลิตภัณฑ์ลงได้

การทดลองอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียวเพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงานนี้ ใช้วัสดุ 2 ชนิด ได้แก่ เม็ดพลาสติก และเมล็ดข้าวโพดแห้ง (ใช้ในการทำอาหารสัตว์)

6.1) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย

1) อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. ยาว 3.00 เมตรสามารถปรับมุมเอียงได้ 0° 15° 30° 45° และ 60° ความเร็วรอบปรับได้เริ่มตั้งแต่ 50 80 และ 110 รอบต่อนาที
2) ถัง Hopper ใช้ใส่วัสดุที่ต้องการจะทดลองจำนวน 2 ถัง ขนาด 1.20 เมตร + 1.20 ม. + 1.20 ม. เป็นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ด้านล่างมีลักษณะเป็น Hopper เพื่อปล่อยวัสดุลงในชุดอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว และรองรับ วัสดุที่ปล่อยออก
3) รอกไฟฟ้ามีความสามารถในการยกของ 1 ตัน ใช้ยกถัง Hopper ให้สูงเพื่อปล่อยวัสดุลง ในอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว
4) เครื่องชั่งขนาด 500 กก. 1 เครื่อง เพื่อใช้วัดน้ำหนักของวัสดุ ขณะที่ทำการทดลอง
5) เครื่องมือวัดรอบ
6) เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า
7) นาฬิกาจับเวลา

6.2) ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

ขั้นตอนและวิธีการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบ เกลียวมีดังนี้

ก) การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

.1) ต่อสายไฟเข้ามอเตอร์ของอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบ เกลียวโดยผ่านสะพานไฟเพื่อใช้ในการเปิดปิดวงจรไฟ

.2) ต่อสายไฟเข้ากับชุดรอกไฟฟ้า

3) ต่อเครื่อง วัดกระแสร์เข้ากับสายที่เข้ามอเตอร์

4) ตรวจสอบความเร็วรอบทั้ง 3 ชั้น ว่าถูกต้องหรือไม่

.5) เทวัสดุที่จะใช้ในการทดลองใส่ถัง

.6) ทดลองยกถัง Hopper ที่ใส่วัสดุเต็มแล้วลงดูและตรวจดูว่ามีปัญหาอะไรหรือไม่

ข) วิธีการทดลอง เมื่อเตรียมเครื่องมือต่าง ๆ พร้อมแล้ว ก็เปิดสะพานไฟให้อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบ เกลียวทำงานพร้อม ๆ กับปล่อยให้วัสดุไหลลงสู่ชุดอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ ขณะเดียวกันก็จับเวลาเริ่มต้นการขนถ่ายวัสดุทันที

การขนถ่ายวัสดุนี้ วัสดุที่ถูกปล่อยออกจะลงสู่ถัง Hopper ซึ่งรวมอยู่บนเครื่องชั่ง โดยตั้งถ่วงน้ำหนักไว้ที่ 100 กก. คิดเฉพาะน้ำหนักของวัสดุ โดยได้เผื่อน้ำหนักของ Hopper ไว้แล้ว ให้แขนของเครื่องชั่งสมดุลย์

- ขณะทำการขนถ่ายต้องบันทึกจำนวนของกระแสที่ใช้โดยเฉลี่ย
- เมื่อน้ำหนักของวัสดุครบ 100 กก. (สังเกตุจากแขนของเครื่องชั่ง) ก็ปิดสะพานไฟให้เครื่องหยุดทำงาน บันทึกเวลาที่ใช้ทั้งหมดเอาไว้
- เมื่อครบการจับเวลา 1 cycle แล้วก็เอาวัสดุเทกลับคืนใส่ถัง Hopper เพื่อทดลองใน Cycle ถัดไป

-จำนวนครั้งที่ทำการทดลองในชั้นแรกกำหนดไว้ 10 ครั้งก่อน แล้วใช้วิธีการทางสถิติคำนวณหาจำนวนครั้ง (Cycles) ที่ถูกต้องว่าควรจะทดลองกี่ครั้งจึงจะถูกต้องด้วยระดับความเชื่อมั่น 95 %

6.3) <u>แบบฟอร์มที่ใช้ในการบันทึกผลการทดลอง</u>

แบบฟอร์มที่ใช้ในการบันทึกผลการทดลองได้แสดงไว้ในหน้าถัดไป

Observation Sheet แผ่นที่.....

รายละเอียดผลการทดลองอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว

วัสดุ..... bulk density .....t/m^3

น้ำหนักทั้งหมด.....กก. ความเร็วรอบ.....รอบ/นาที

มุมเอียง.....องศา

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระแสที่ใช้ (Amp.)	Capacity (t/h.)	หมายเหตุ
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
ผลรวม (ΣX)				
ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)				

6.4) หลักเกณฑ์ในการคำนวณหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว

คำว่าประสิทธิภาพในที่นี้หมายถึง ความสามารถที่ทำงานได้ (Output) หารด้วยพลังงานที่ระบบได้รับเข้าไป ซึ่งค่าของทั้งสองอย่างนี้คำนวณได้จาก

พลังงานที่ระบบได้รับเข้าไป (Power input) คำนวณจากค่ากระแสที่วัดได้จากการทดลอง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ในบันทึกผลการทดลอง แผ่นที่ 1 ได้ค่าเฉลี่ยของกระแสที่ระบบรับเข้า = 0.827 แอมแปร์ ก็สามารถคำนวณหาพลังงานจากสูตร

$$P = IE \cos \theta$$

P = พลังงาน ต้องการหา

I = กระแสรที่ใช้ = 0.817 แอมแปร์

E = แรงเคลื่อนไฟฟ้า = 380 โวล์ท

$\cos \theta$ = ประสิทธิภาพการทำงานของพลังงาน = 0.85

$$P = \frac{(0.827) \text{ แอมแปร์ } (380) \text{ โวล์ท } (0.85)}{1000}$$

$$= 0.267 \text{ กิโลวัตต์}$$

ส่วนพลังงานที่ระบบทำได้คำนวณได้จากค่าของความสามารถในการขนถ่ายวัสดุที่บันทึกได้ในแผ่นบันทึกการทดลอง เช่น ในแผ่นบันทึกการทดลองที่ 1 เม็ดพลาสติก 100 กก. ระยะทาง 3.0 ม. ใช้เวลาเฉลี่ย 3.546 นาที มีสูตรการหาพลังงานที่ทำได้ดังนี้

$$P = T g l$$

เมื่อ P = พลังงานที่ระบบทำได้ $\frac{100 \text{ กก.}}{3.546 \text{ นาที}}$

g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก = 9.81 ม/ว^2

l = ความยาวของระบบ = 3.00 ม.

$$P = \frac{100 \text{ กก}}{3.546 \text{ นาที}} \frac{(1) \text{ นาที}}{60 \text{ วินาที}} (9.81) \frac{\text{ม.}}{\text{ว.}^2} (3) \text{ ม.}$$

$$= 13.832 \frac{\text{นิวตัน} - \text{เมตร}}{\text{ว.}} = (\text{วัตต์})$$

$$= 0.0138 \text{ กิโลวัตต์}$$

ในระบบใด ๆ ก็ตาม ถ้าหากว่าเราสามารถรู้พลังงานที่ระบบรับเข้าและพลังงานที่ระบบได้จ่ายออกไปแล้ว เราก็สามารถหาค่าประสิทธิภาพของระบบได้จากสูตร

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{พลังงานจ่ายออก}}{\text{พลังงานรับเข้า}} + 100$$

$$= \frac{0.0138}{0.267} + 100 = 5.168 \%$$

เพื่อความสะดวกในการคำนวณหาพลังงานที่รับเข้ามาและพลังงานที่จ่ายออกไปของ อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียวที่ได้ทำการทดลอง เนื่องจากน้ำหนักของวัสดุที่ทำการทดลองคงที่ คือ 100 กิโลกรัม สิ่งที่เปลี่ยนแปลงไปคือ เวลา ดังนั้นเราจึงสามารถหาตัวคงที่ก่อนหนึ่ง เมื่อเอาค่าเฉลี่ยของเวลาไปหารก็จะได้ค่าพลังงานที่จ่ายออกได้ทันที

จากสูตร $P = T g l$

$$P = \frac{100 \text{ กก} \quad (1) \text{ นาที} \quad (9.81) \frac{\text{ม.}}{\text{ว.}^2} \quad (3) \text{ ม.}}{t \text{ นาที} \quad 60 \text{ วินาที}}$$

$$= 0.049 \text{ กิโลวัตต์}$$

ค่าคงที่ที่เราจะเอาค่าเวลาที่บันทึกได้ไปหารแล้วจะได้เป็นค่าพลังงานที่ระบบได้จ่ายออกมาคือ (0.049) เมื่อหารเสร็จแล้วได้หน่วยออกมาเป็น กิโลวัตต์เลย

ส่วนในด้านการคำนวณค่าพลังงานที่ระบบรับเข้านั้น ก็สามารถหาค่าคงที่ได้เช่นเดียวกันจากสูตร

$$P = I\ E\ \text{Cos}\ \theta$$

$$= \frac{(I)\ \text{แอมแปร์}\ (380)\ \text{โวลท์}\ (.85)}{1000}$$

$$= (I)\ (0.323)\ \text{กิโลวัตต์}$$

ค่าคงที่ที่เราจะเอาค่ากระแสที่บันทึกได้ไปคูณแล้วกลายเป็นพลังงานที่ระบบรับเข้าไปคือ (0.323) เมื่อคูณกันเสร็จแล้วก็จะได้หน่วยออกมาเป็นกิโลวัตต์

นอกจากนี้ เรายังสามารถที่จะหาค่าคงที่เพื่อนำไปคูณกับ $\frac{I}{t}$ แล้วจะได้ประสิทธิภาพของระบบออกมาเลย โดยไม่จำเป็นต้องคำนวณที่ละขั้นตอน คือ

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\frac{0.049}{t}}{(I)(0.323)} + 100\ \%$$

$$= \frac{15.17}{(I)(t)}\ \text{เมื่อ}\ I = \text{แอมแปร์}\ \text{และ}\ t = \text{นาที}$$

จากข้อมูลในแผ่นบันทึกข้อมูลแผ่นที่ 1

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{15.17}{(0.827)(3.546)} = 5.172\ \%$$

ค่า 5.172 % นี้นับว่าใกล้เคียงกับค่า 5.168 % มาก แต่ในการคำนวณจริง ๆ จะใช้วิธีคำนวณแต่ละขั้นตอนไป

6.5) <u>ผลการทดลอง</u>

จากการทดลองบันทึกเวลาของการขนถ่ายเม็ดพลาสติกและเมล็ดข้าวโพดหนัก 100 กก. ปรากฏว่าในมุมเอียงและความเร็วต่าง ๆ กันได้จำนวนเวลาดังต่อไปนี้

การทดลอง เม็ดพลาสติก พี.วี.ซี.

Observation Sheet แผ่นที่ 1..

รายละเอียดผลการทดลองอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว

วัสดุ เม็ดพลาสติก พี.วี.ซี. bulk density 0.7 t/m^3 น้ำหนักทั้งหมด 100 กก.
ความเร็วรอบ 50 รอบ/นาที มุมเอียง 0 องศา

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระแสที่ใช้ (Amp.)	หมายเหตุ
1	3.84	0.83	
2	3.46	0.83	
3	3.72	0.83	
4	3.56	0.83	
5	3.62	0.82	
6	3.38	0.82	
7	3.36	0.83	
8	3.50	0.83	
9	3.64	0.82	
10	3.38	0.83	
ผลรวม (ΣX)	35.46	8.27	Pin = 0.267 kW
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	3.546	0.827	Pout=0.01844 kW

$$T = \frac{0.1 \text{ ton}}{3.546 \text{ min} \times \frac{1 \text{ h.}}{60 \text{ min}}} = 1.692 \text{ ton/h.}$$

$$\text{Pout} = \frac{0.0654}{3.546} = 0.01844 \text{ kW}$$

$$\text{Pin} = \frac{IE \cos \theta = 0.927 \times 380 \times 0.85}{1000} = 0.267 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{\text{Pout}}{\text{Pin}} \times 100 = 6.90 \%$$

Observation Sheet แผ่นที่ 2

รายละเอียดผลการทดลองอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว

วัสดุ เม็ดพลาสติก พี.วี.ซี., bulk density 0.7 t/m^3, น้ำหนักทั้งหมด 100 กก.
ความเร็วรอบ 80 รอบ/นาที มุมเอียง 0 องศา

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระแสที่ใช้(Amp.)	หมายเหตุ
1	3.28	0.82	
2	3.22	0.82	
3	2.9	0.83	
4	3.0	0.83	
5	3.18	0.82	
6	2.98	0.82	
7	3.06	0.82	
8	3.14	0.83	
9	3.28	0.81	
10	3.16	0.82	
ผลรวม (ΣX)	31.2	8.22	
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	3.12	0.822	

$$T = \frac{6}{3.12} = 1.923 \text{ ton/h.}$$

$$P_{out} = \frac{0.0654}{3.12} = 0.0209 \text{ kW.}$$

$$P_{in} = \frac{I.E \cos\theta}{1000} = \frac{0.922 \times 380 \times 0.85}{1000} = 0.2655 \text{ kW.}$$

$$\eta = \frac{P_{out} \times 100}{P_{in}} = 7.87 \%$$

Observation Sheet แผ่นที่..3..

รายละเอียดผลการทดลองอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว

วัสดุ เม็ดพลาสติก พี.วี.ซี. ; bulk density 0.7 t/m^3, น้ำหนักทั้งหมด 100 กก.

ความเร็วรอบ 110 รอบ/นาที มุมเอียง 0 องศา

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระแสที่ใช้ (Amp.)	หมายเหตุ
1	2.20	0.81	
2	2.24	0.81	
3	2.16	0.81	
4	2.16	0.81	
5	2.20	0.80	
6	2.30	0.80	
7	2.24	0.81	
8	2.26	0.81	
9	2.18	0.81	
10	2.00	0.82	
ผลรวม ($\sum X$)	21.94	8.09	
ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	2.194	0.809	

$$T = \frac{6}{2.194} = 2.7347 \text{ ton/h}$$

$$P_{out} = \frac{0.0654}{2.194} = 0.0298 \text{ kW.}$$

$$P_{in} = \frac{IE \cos \theta}{1000} = \frac{0.809 \times 380 \times 0.85}{1000} = 0.261 \text{ kW.}$$

$$\eta = \frac{P_{out} \times 100}{P_{in}} = 11.40 \%$$

Observation Sheet แผ่นที่ 4

รายละเอียดผลการทดลองอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว

วัสดุ เม็ดพลาสติก พี.วี.ซี. bulk density 0.7 t/m^3 น้ำหนักทั้งหมด 100 กก.

ความเร็วรอบ 50 รอบ/นาที มุมเอียง 15 องศา

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระแสที่ใช้ (Amp.)	หมายเหตุ
1	5.76	0.84	
2	5.72	0.82	
3	5.78	0.82	
4	5.82	0.83	
5	5.76	0.84	
6	5.80	0.82	
7	5.72	0.82	
8	5.74	0.82	
9	5.80	0.83	
10	5.70	0.82	
ผลรวม (ΣX)	57.60	8.26	
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	5.76	0.826	

$$T = \frac{6}{5.76} = 1.042 \text{ ton/h.}$$

$$P_{out} = \frac{0.0654}{5.76} = 0.01135 \text{ kW.}$$

$$P_{in} = \frac{0.826 \times 380 \times 0.85}{1000} = 0.267 \text{ kW.}$$

$$\eta = \frac{P_{out} \times 100}{P_{in}} = 4.25 \%$$

Observation Sheet แผ่นที่ 5

รายละเอียดผลการทดลองอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว

วัสดุ เม็ดพลาสติก พี.วี.ซี., bulk density 0.7 t/m^3 น้ำหนักทั้งหมด 100 กก.
ความเร็วรอบ 80 รอบ/นาที. มุมเอียง 15 องศา

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระแสที่ใช้ (Amp.)	หมายเหตุ
1	3.02	0.84	
2	2.58	0.90	
3	2.70	0.86	
4	2.90	0.88	
5	2.84	0.86	
6	2.80	0.84	
7	2.90	0.85	
8	2.94	0.84	
9	2.84	0.86	
10	2.80	0.86	
ผลรวม (ΣX)	28.32	8.59	
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	2.832	0.859	

$$T = \frac{6}{2.832} = 2.118 \text{ ton/h.}$$

$$Pcut = \frac{0.0654}{2.832} = 0.023 \text{ kW.}$$

$$Pin = \frac{0.859 \times 380 \times 0.85}{1000} = 0.27745 \text{ kW.}$$

$$\eta = \frac{Pout \times 100}{Pin} = 8.29 \%$$

Observation Sheet แผ่นที่ 6

รายละเอียดผลการทดลองอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว

วัสดุ เม็ดพลาสติก พี.วี.ซี. bulk density 0.7 t/m^3 น้ำหนักทั้งหมด 100 กก.

ความเร็วรอบ 110 รอบ/นาที คูเอียง 15 องศา

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระแสที่ใช้ (Amp.)	หมายเหตุ
1	1.54	0.91	
2	1.50	0.90	
3	1.52	0.92	
4	1.46	0.91	
5	1.54	0.92	
6	1.52	0.91	
7	1.52	0.92	
8	1.44	0.93	
9	1.50	0.91	
10	1.48	0.90	
ผลรวม (ΣX)	15.02	9.13	
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	1.502	0.913	

$$T = \frac{6}{1.502} = 3.995 \text{ ton/h.}$$

$$P_{out} = \frac{0.0654}{1.502} = 0.0435 \text{ kW.}$$

$$P_{in} = \frac{0.913 \times 380 \times 0.85}{1000} = 0.2949 \text{ kW.}$$

$$\eta = \frac{P_{out} \times 100}{P_{in}} = 14.75 \%$$

Observation Sheet แผ่นที่ 7

รายละเอียดผลการทดลองอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว

วัสดุเม็ดพลาสติก พี.วี.ซี.. bulk density 0.7 t/m^3 น้ำหนักทั้งหมด 100 กก.

ความเร็วรอบ 50 รอบ/นาที. มุมเอียง 30 องศา

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระแสที่ใช้(Amp.)	หมายเหตุ
1	9.48	0.88	
2	9.64	0.90	
3	9.60	0.88	
4	9.52	0.89	
5	9.48	0.89	
6	9.62	0.90	
7	9.54	0.88	
8	9.60	0.88	
9	9.50	0.89	
10	9.62	0.90	
ผลรวม (ΣX)	95.6	8.89	
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	9.56	0.889	

$$T = \frac{6}{9.56} = 0.628 \text{ ton/h.}$$

$$Pout = \frac{0.0654}{9.56} = 0.00684 \text{ kW.}$$

$$Pin = \frac{0.889 \times 380 \times 0.85}{1000} = 0.2871 \text{ kW.}$$

$$\eta = \frac{Pout \times 100}{Pin} = 2.30 \%$$

Observation Sheet แผ่นที่ 8

รายละเอียดผลการทดลองอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว

วัสดุ เม็ดพลาสติก พี.วี.ซี. bulk density 0.7 t/m^3 น้ำหนักทั้งหมด 100 กก.

ความเร็วรอบ 80 รอบ/นาที มุมเอียง 30 องศา

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระแสที่ใช้ (Amp.)	หมายเหตุ
1	7.60	0.86	
2	7.60	0.86	
3	7.68	0.88	
4	7.70	0.87	
5	7.64	0.86	
6	7.60	0.86	
7	7.68	0.85	
8	7.66	0.84	
9	7.60	0.84	
10	7.66	0.87	
ผลรวม (ΣX)	76.42	8.59	
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	7.642	0.859	

$$T = \frac{6}{7.642} = 0.7851 \text{ ton/h.}$$

$$Pout = \frac{0.0654}{7.642} = 0.0085 \text{ kW.}$$

$$Pin = \frac{0.859 \times 380 \times 0.85}{1000} = 0.2774 \text{ kW.}$$

$$\eta = \frac{Pout \times 100}{Pin} = 3.06 \%$$

แผ่นที่ 9

Observation Sheet

รายละเอียดผลการทดลองอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว

วัสดุ เม็ดพลาสติก พี.วี.ซี. bulk density 0.7 t/m^3 น้ำหนักทั้งหมด 100 กก.

ความเร็วรอบ 110 รอบ/นาที มุมเอียง 30 องศา

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระแสที่ใช้ (Amp.)	หมายเหตุ
1	6.38	1.20	
2	6.30	1.00	
3	6.26	1.30	
4	6.40	1.10	
5	6.40	1.50	
6	6.36	1.30	
7	6.32	1.30	
8	6.36	1.40	
9	6.38	1.50	
10	6.42	1.60	
ผลรวม (ΣX)	63.58	12.3	
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	6.358	1.23	

$$T = \frac{6}{6.358} = 0.944 \text{ ton/h.}$$

$$Pcut = \frac{0.0654}{6.358} = 0.0103 \text{ kW.}$$

$$Pin = \frac{1.23 \times 380 \times 0.85}{1000} = 0.397$$

$$\eta = \frac{Pout \times 100}{Pin} = 2.59 \%$$

การทดลองเมล็ดข้าวโพด

Observation Sheet แผ่นที่ 1

รายละเอียดผลการทดลองอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว

วัสดุ เมล็ดข้าวโพด bulk density 0.7 t/m^3 น้ำหนักทั้งหมด 100 กก.

ความเร็วรอบ 50 รอบ/นาที มุมเอียง 0 องศา

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระแสที่ใช้ (Amp.)	หมายเหตุ
1	1.96	0.83	
2	1.88	0.84	
3	1.52	0.84	
4	1.40	0.84	
5	1.48	0.84	
6	1.40	0.84	
7	1.60	0.83	
8	1.68	0.84	
9	1.56	0.84	
10	1.60	0.83	
ผลรวม (ΣX)	16.08	8.37	
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	1.608	0.837	

$$T = \frac{6}{1.608} = 3.7313 \text{ ton/h.}$$

$$P_{out} = \frac{0.0654}{1.608} = 0.04067 \text{ kW.}$$

$$P_{in} = \frac{IE \cos \theta}{100} = \frac{0.837 \times 380 \times 0.85}{1000} = 0.270351 \text{ kW.}$$

$$\eta = \frac{P_{out} \times 100}{P_{in}} = \frac{0.04067 \times 100}{0.270351} = 15.04 \%$$

Observation Sheet แผ่นที่ 2

รายละเอียดผลการทดลองอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว

วัสดุ เมล็ดข้าวโพด bulk density 0.7 t/m^3. น้ำหนักทั้งหมด 100 กก.

ความเร็วรอบ 80 รอบ/นาที มุมเอียง 0 องศา

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระแสที่ใช้ (Amp.)	หมายเหตุ
1	1.04	0.84	
2	1.00	0.84	
3	1.04	0.84	
4	1.00	0.84	
5	0.96	0.84	
6	1.00	0.84	
7	1.04	0.83	
8	0.96	0.84	
9	1.00	0.84	
10	0.96	0.84	
ผลรวม ($\sum X$)	10.0	8.39	
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	1	0.839	

$$T = \frac{6}{1} = 6 \text{ ton/h.}$$

$$Pout = \frac{0.0654}{1} = 0.0654 \text{ kW.}$$

$$Pin = \frac{0.839 \times 380 \times 0.85}{100} = 0.271 \text{ kW.}$$

$$\eta = \frac{Pout \times 100}{Pin} = 24.13 \%$$

Observation Sheet แผ่นที่ 3

รายละเอียดผลการทดลองอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว

วัสดุ เมล็ดข้าวโพด, bulk density 0.7 t/m^3, น้ำหนักทั้งหมด 100 กก.
ความเร็วรอบ 110 รอบ/นาที มุมเอียง 0 องศา

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระแสที่ใช้ (Amp.)	หมายเหตุ
1	0.84	0.83	
2	0.92	0.83	
3	0.88	0.83	
4	0.92	0.83	
5	0.96	0.83	
6	0.88	0.83	
7	0.84	0.83	
8	0.88	0.83	
9	0.92	0.83	
10	0.92	0.83	
ผลรวม ($\sum X$)	8.96	8.3	
ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	0.896	0.83	

$$T = \frac{6}{0.896} = 6.6964 \text{ ton/h.}$$

$$P_{out} = \frac{0.0654}{0.896} = 0.073 \text{ kW.}$$

$$P_{in} = \frac{0.83 \times 380 \times 0.85}{1000} = 0.2681 \text{ kW.}$$

$$\eta = \frac{P_{out} \times 100}{P_{in}} = 27.23 \%$$

แผ่นที่ 4

Observation Sheet

รายละเอียดผลการทดลองอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว

วัสดุ เมล็ดข้าวโพด bulk density 0.7 t/m^3. น้ำหนักทั้งหมด 100 กก.

ความเร็วรอบ 50 รอบ/นาที. มุมเอียง 15 องศา

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระแสที่ใช้ (Amp.)	หมายเหตุ
1	1.76	0.83	
2	1.60	0.84	
3	1.68	0.84	
4	1.48	0.84	
5	1.56	0.84	
6	1.52	0.83	
7	1.24	0.83	
8	1.20	0.83	
9	1.28	0.83	
10	1.24	0.83	
ผลรวม (ΣX)	14.56	8.34	
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	1.456	0.834	

$$T = \frac{6}{1.456} = 4.121 \text{ ton/h.}$$

$$Pout = \frac{0.0654}{1.456} = 0.04492 \text{ kW.}$$

$$Pin = \frac{0.834 \times 380 \times 0.85}{1000} = 0.2694 \text{ kW.}$$

$$\eta = \frac{Pout \times 100}{Pin} = 16.67 \%$$

แผ่นที่ 5

Observation Sheet

รายละเอียดผลการทดลองอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว

วัสดุ เมล็ดข้าวโพด bulk density 0.7 t/m^3 น้ำหนักทั้งหมด 100 กก.

ความเร็วรอบ 80 รอบ/นาที มุมเอียง 15 องศา

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระแสที่ใช้ (Amp.)	หมายเหตุ
1	1.00	0.84	
2	0.92	0.84	
3	0.96	0.84	
4	1.04	0.84	
5	0.96	0.84	
6	0.92	0.84	
7	0.88	0.84	
8	0.92	0.84	
9	1.00	0.84	
10	0.96	0.84	
ผลรวม ($\sum X$)	9.56	8.4	
ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	0.956	0.84	

$$T = \frac{6}{0.956} = 6.276 \text{ ton/h.}$$

$$Pout = \frac{0.0654}{0.956} = 0.0684 \text{ kW.}$$

$$Pin = \frac{0.84 \times 380 \times 0.85}{1000} = 0.2713 \text{ kW.}$$

$$\eta = \frac{Pout \times 100}{Pin} = 25.21 \%$$

Observation Sheet แผ่นที่ 6

รายละเอียดผลการทดลองอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว

วัสดุ เมล็ดข้าวโพด bulk density 0.7 t/m^3 น้ำหนักทั้งหมด 100 กก.

ความเร็วรอบ 110 รอบ/นาที มุมเอียง 15 องศา

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระแสที่ใช้ (Amp.)	หมายเหตุ
1	1.36	0.84	
2	1.4	0.84	
3	1.44	0.84	
4	1.28	0.84	
5	1.44	0.84	
6	1.36	0.84	
7	1.4	0.84	
8	1.36	0.84	
9	1.32	0.84	
10	1.44	0.84	
ผลรวม(ΣX)	13.8	8.4	
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	1.38	0.84	

$$T = \frac{6}{1.38} = 4.347 \text{ ton/h.}$$

$$Pout = \frac{0.0654}{1.38} = 0.04739 \text{ kW.}$$

$$Pin = \frac{0.84 \times 380 \times 0.85}{1000} = 0.271$$

$$= \frac{Pout \times 100}{Pin} = 17.48 \%$$

Observation Sheet แผ่นที่ 7

รายละเอียดผลการทดลองอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว

วัสดุ เมล็ดข้าวโพด bulk density 0.7 t/m^3 น้ำหนักทั้งหมด 100 กก.
ความเร็วรอบ 50 รอบ/นาที มุมเอียง 30 องศา

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระแสที่ใช้ (Amp.)	หมายเหตุ
1	1.95	0.82	
2	1.92	0.84	
3	1.88	0.84	
4	1.92	0.83	
5	1.92	0.84	
6	1.96	0.84	
7	1.88	0.83	
8	1.92	0.82	
9	1.92	0.84	
10	1.88	0.84	
ผลรวม ($\sum X$)	19.16	8.34	
ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	1.916	0.834	

$$T = \frac{6}{1.916} = 3.1315 \text{ ton/h.}$$

$$Pout = \frac{0.0654}{1.916} = 0.0341 \text{ kW.}$$

$$Pin = \frac{0.834 \times 380 \times 0.85}{1000} = 0.2693 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{Pout \times 100}{Pin} = 12.66 \%$$

Observation Sheet แผ่นที่ 8

รายละเอียดผลการทดลองอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว

วัสดุ เมล็ดข้าวโพด bulk density 0.7 t/m^3 น้ำหนักทั้งหมด 100 กก.
ความเร็วรอบ 80 รอบ/นาที มุมเอียง 30 องศา

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระแสที่ใช้ (Amp.)	หมายเหตุ
1	1.48	0.84	
2	1.52	0.84	
3	1.44	0.84	
4	1.44	0.84	
5	1.44	0.84	
6	1.52	0.84	
7	1.48	0.84	
8	1.48	0.84	
9	1.44	0.84	
10	1.52	0.84	
ผลรวม (ΣX)	14.76	8.4	
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	1.476	0.84	

$$T = \frac{6}{1.476} = 4.065 \text{ ton/h.}$$

$$Pout = \frac{0.0654}{1.476} = 0.0443 \text{ kW.}$$

$$Pin = \frac{0.84 \times 380 \times 0.85}{1000} = 0.2713 \text{ kW.}$$

$$\eta = \frac{Pout \times 100}{Pin} = 16.33 \%$$

Observation Sheet แผ่นที่ 9

รายละเอียดผลการทดลองอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเกลียว

วัสดุ เมล็ดข้าวโพด bulk density 0.7 t/m^3 น้ำหนักทั้งหมด 100 กก.
ความเร็วรอบ 110 รอบ/นาที มุมเอียง 30 องศา

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระแสที่ใช้ (Amp.)	หมายเหตุ
1	1.52	0.84	
2	1.48	0.84	
3	1.52	0.84	
4	1.44	0.84	
5	1.48	0.83	
6	1.48	0.84	
7	1.52	0.84	
8	1.52	0.84	
9	1.48	0.84	
10	1.4	0.84	
ผลรวม (ΣX)	14.84	8.39	
ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	1.484	0.839	

$$T = \frac{6}{1.484} = 4.043 \text{ ton/h.}$$

$$P_{out} = \frac{0.0654}{1.484} = 0.0441 \text{ kW.}$$

$$P_{in} = \frac{0.839 \times 380 \times 0.85}{1000} = 0.271 \text{ kW.}$$

$$\eta = \frac{P_{out} \times 100}{P_{in}} = 16.27 \%$$

6.6) <u>การคำนวณหาจำนวนครั้งในการทดลองที่เหมาะสม</u>

ในการทำการทดลองเพื่อหาข้อมูลอะไรก็ตาม ควรทำการทดลองหลาย ๆ ครั้ง แล้วนำตัวเลขเหล่านั้นมาหาค่าเฉลี่ย การทดลองแต่ละครั้งก็อาจจะได้ข้อมูลที่มีค่าไม่เหมือนกันทีเดียว แต่เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยแล้ว ก็อาจได้ค่าที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด จำนวนครั้งที่จะต้องทำการทดลองจึงเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ถ้าหากว่าเราทำการทดลองน้อยครั้ง ค่าเฉลี่ยที่เราคำนวณได้มาอาจไม่ถูกต้องกับค่าจริง ๆ ก็ได้ แต่ถ้าเราทำการทดลองด้วยจำนวนครั้งมากไป ก็เป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย อย่างไรก็ตาม สำหรับที่จะคำนวณให้เห็นต่อไปนี้เป็นเพียงการทดสอบว่าจำนวนครั้งที่ได้ทำการทดลองมาแล้วนั้นจะเพียงพอ และให้ค่าตัวแทนที่น่าเชื่อถือได้หรือไม่

การตัดสินใจว่าจะใช้จำนวนการทดลองกี่ครั้งจึงจะเหมาะสม ขึ้นอยู่กับระดับความเชื่อมั่น (confidence level)และความละเอียดแม่นยำที่ต้องการ (desired accuracy) แต่โดยทั่วไปแล้ว ที่นิยมใช้กันในการศึกษาเรื่องเกี่ยวกับเวลา (time study) มักใช้ระดับความเชื่อมั่น 95 % และช่วงความละเอียดแม่นำ ± 5 % ซึ่งหมายความว่าค่าเฉลี่ยที่ได้มีโอกาสอย่างน้อยที่สุด 95 ครั้ง จากการทดลองทั้งหมด 100 ครั้ง จะไม่มีค่าผิดพลาดมากกว่า ± 5 % ของค่าเวลาที่แท้จริง (true element time)

$$0.05\,\bar{X} = 2\sigma_{\bar{x}}$$

หรือ $$0.05\frac{\Sigma X}{N} = 2\sigma_{\bar{x}}$$

แทนค่า ได้ $$0.05\,\frac{\Sigma X}{N} = 2\left(\frac{1}{N}\sqrt{N\Sigma X^2 - (\Sigma x)^2}\right)\Big/\sqrt{N'}$$

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N\Sigma X^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x}\right)^2$$

เมื่อ N' คือค่าจำนวนครั้งที่น้อยที่สุดที่ต้องการเพื่อให้ได้ค่าระดับความเชื่อมั่น 95 % และความละเอียดแม่นยำ ± 5 %

ถ้าหากต้องการจะให้จำนวนครั้งที่ใช้ในการทดลองน้อยลง สามารถทำได้โดยการเพิ่มให้มีช่วงความละเอียดแม่นยำกว้างขึ้นเป็น ± 10 % ก็จะได้สูตรสำหรับคำนวณหาค่าจำนวนครั้งใหม่ดังนี้

$$N' = \left(\frac{20\sqrt{N\Sigma X^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$$

จากการทดลองหาเวลาที่ใช้ขนถ่ายวัสดุ โดยเปลี่ยนค่ามุมเอียง 0 15 และ 30 องศา ซึ่งแต่ละมุมเอียงยังแบ่งแยกออกเป็นการทดลองย่อยอีก 3 ความเร็ว คือ 50. 80และ 110 รอบต่อนาที รวมทั้งหมดเป็น 9 การทดลอง แต่ละการทดลองใช้จำนวนครั้ง 10 ครั้ง

ต่อไปนี้จะสุ่มตัวอย่างมาคำนวณเพื่อพิสูจน์ว่าการใช้การทดลอง 10 ครั้ง สำหรับ 1 การทดลองให้มีระดับความเชื่อมั่น 95 % และช่วงของความละเอียดแม่นยำ $\pm$ 5 % นั้นเพียงพอหรือไม่ จะได้ดังนี้

วัสดุ : เม็ดพลาสติก พี.วี.ซี.

ความเร็วรอบ : 50 รอบต่อนาที

มุมเอียง : 0 องศา

No.	X	X^2
1	3.84	14.75
2	3.46	11.97
3	3.72	13.84
4	3.56	12.67
5	3.62	13.10
6	3.38	11.42
7	3.36	11.29
8	3.50	12.25
9	3.64	13.25
10	3.38	11.42
	$x = 35.46$	$x^2 = 125.96$

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{10(125.96) - (35.46)^2}}{35.46}\right)^2$$

$$= \left(\frac{40\sqrt{1259.6 - 1257.4}}{35.46}\right)^2$$

$$= 2.79 \quad \text{cycles}$$

วัสดุ : เม็ดพลาสติก พี.วี.ซี.

ความเร็วรอบ : 80 รอบต่อนาที

มุมเอียง : 0 องศา

No.	X	x^2
1	3.28	10.76
2	3.22	10.36
3	2.9	8.41
4	3.0	9.00
5	3.18	10.11
6	2.98	8.88
7	3.06	9.36
8	3.14	9.86
9	3.28	10.76
10	3.16	9.98
	X = 31.2	x^2 = 97.48

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{10(97.48) - (31.2)^2}}{31.2}\right)^2$$

$$= \left(\frac{40\sqrt{974.8 - 973.44}}{31.2}\right)^2$$

$$= \left(\frac{40\sqrt{1.36}}{31.2}\right)^2$$

$$= \left(\frac{40 \times 1.1662}{31.2}\right)^2$$

$$= 2.235 \text{ cycles}$$

วัสดุ : เม็ดพลาสติก พี.วี.ซี.
ความเร็วรอบ : 110 รอบต่อนาที
มุมเอียง : 0 องศา

No.	X	X^2
1	2.20	4.84
2	2.24	5.02
3	2.16	4.67
4	2.16	4.67
5	2.20	4.84
6	2.30	5.29
7	2.24	5.02
8	2.26	5.11
9	2.18	4.75
10	2.00	4.00
	$X = 21.94$	$X^2 = 48.21$

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{10(48.21) - (21.94)^2}}{21.94} \right)^2$$

$$= \left(\frac{40\sqrt{482.1 - 481.36}}{21.94} \right)^2$$

$$= \left(\frac{40 \times 0.74}{21.94} \right)^2$$

$$= 2.46 \quad \text{cycles.}$$

จากการคำนวณหาจำนวนครั้งที่ทำการทดลองสำหรับระดับความเชื่อมั่น 95 % และช่วงความละเอียดแม่นยำ $\pm$ 5 % ปรากฏว่าใช้จำนวนครั้งเพียง 3 ครั้งก็เพียงพอ ทั้งนี้เพราะค่าของข้อมูลที่ได้มามีค่าความเบี่ยงแบน มาตรฐานน้อยนั่นเอง จึงสรุปได้ว่าการทดลองนี้เชื่อถือได้