รายงานการวิจัย

เครื่องให้อาหารสุนัขแบบอัตโนมัติ

Automatic Dog Feeder

ประทีป	ทิพย์ประชา	Prateep	Tippracha
บรรเจิด	โปฏกรัตน์	Banjert	Potakarat
เสรี	ทองชุม	Saree	Thongchum

064138
636.0852
ป 171
2555

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัย ประเภทอุดหนุนทั่วไป

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

เครื่องให้อาหารสุนัขแบบอัตโนมัติ

ประทีป ทิพย์ประชา[1] บรรเจิด โปฏกรัตน์[1] และ เสรี ทองชุม[1]

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเรื่องการกินของสุนัขเป็นปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่ง เนื่องจากผู้ดูแลสัตว์เลี้ยงไม่มีเวลา และเป็นภาระในการต้องให้อาหารสุนัขวันละ 1-2 ครั้งหรือมากกว่านั้นขึ้นอยู่กับสุนัขแต่ละสายพันธุ์ และเมื่อสุนัขไม่ได้กินเมื่อหิวก็เกิดปัญหาในการทำร้ายผู้ดูแลได้ ด้วยอารมณ์ที่ดุร้ายเกิดความหิวแล้วไม่ได้กิน ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของปัญหาดังกล่าว

เครื่องให้อาหารสุนัขแบบอัตโนมัติจึงเป็นแนวคิดหนึ่ง นอกจากจะทำหน้าที่ให้อาหารในแต่ละมื้อแล้ว ยังสามารถกำหนดปริมาณอาหารที่เหมาะสมให้ได้ด้วย รวมถึงการตั้งเวลาอัตโนมัติที่สำคัญเมื่อสุนัขหิวก็จะสัมผัสถาดให้อาหารเอง โดยตั้งเวลาการให้อาหารตามความต้องการของผู้ดูแลได้ โดยการนำอาหารสุนัขใส่ถังเก็บแล้วตั้งเวลาตามที่ต้องการ อาหารจะออกมาโดยการสัมผัสที่ถาดรับอาหาร ผู้วิจัยเห็นว่าเครื่องดังกล่าวน่าจะช่วยให้ผู้ดูแลสุนัขได้มีเวลาทำกิจกรรมต่าง ๆ มากขึ้น และไม่เป็นภาระต่อการดูแลสุนัข รวมถึงการที่ไม่ทำให้สุนัขเกิดอารมณ์ดุร้ายสืบเนื่องจากการหิวและทำร้ายผู้ดูแลได้ หวังว่าเครื่องให้อาหารสุนัขแบบอัตโนมัติคงจะมีประโยชน์ต่อสังคมในอนาคตต่อไปได้

คำสำคัญ : เครื่องอัตโนมัติ อาหารสุนัข

---

[1] สาขาวิศวกรรมเครื่อง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

Automatic Dog Feeder

Prateep Tippracha[1] Banjert Potakarat[1] and Saree Thongchum[1]

Abstract

The eating of dogs is A major problem for current. Because the dog owners do not have a time and the need to feed your dog 1-2 times a day or more, Depending on the breeds of dogs. When the dog is hungry but not eating and you may be attacked by your dog. As a result of a hungry dog. Researcher recognize the importance of this issue.

Automatic dog feeder is another important concept. In addition to providing food each time. Can also determine the appropriate amount of food as well. Includes an automatic timer and when the dog is hungry, It will touching the tray to feed itself. The time is automatically determined by the needs of dog owners. The food will be flowing out of touch with the food tray. Researchers hope to help the dogs owner have time to do more activities and not a burden to care for dogs. As well as the emotional ferocity of their dogs due to hunger and you may be attacked by your dog. Hope to hope that automatic dog feeder will benefit society in the future.

Keywords : Automatic Dog, Feeder.

[1] Mechanical Engineering, Faculty of Engineering. Rajamangala University of Technology Srivijaya.

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องเครื่องให้อาหารสุนัขแบบอัตโนมัติ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับการสนับสนุนจากสาขาวิศวกรรมเครื่องกล ในการใช้สถานที่ เครื่องมือ เครื่องจักรต่าง ๆ และบุคลากรในสาขา ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือด้านต่าง ๆ

ในการวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนโครงการวิจัยประเภทอุดหนุนทั่วไป ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

คณะผู้วิจัย

ประทีป ทิพย์ประชา

บรรเจิด โปฏกรัตน์

เสรี ทองชุม

10 เมษายน 2555

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์โครงการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตโครงการวิจัย	2
1.4 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 วิธีการดำเนินการวิจัย	2
1.7 ผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 สกรูขนถ่ายวัสดุ	3
2.2 หลักการทำงาน	5
2.3 ชนิดของใบเกลียว	5
2.4 การคำนวณหาอัตราการขนถ่ายวัสดุ	10
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์	15
2.6 ส่วนประมวลผล	16
2.7 ส่วนพื้นที่เก็บข้อมูล	16
2.8 ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณทางไฟฟ้า	17
2.9 ส่วนกำเนิดสัญญาณนาฬิกา	17
210 ส่วนอินเตอร์รัพท์สัญญาณ	17
2.11 ไมโครคอนโทรลเลอร์กับไมโครโปรเซสเซอร์	17
2.12 ไมโครคอนโทรลเลอร์ในชีวิตประจำวัน	18
2.13 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง	18

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบ 23

3.2 การทดลองเครื่องให้อาหารสุนัขแบบอัตโนมัติ 25

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 การสร้างเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติ 29

4.2 การทดสอบปริมาณการจ่ายอาหาร 32

4.3 ผลที่ได้จากการสร้างเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติ 33

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 35

5.2 ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์ในการวิจัยต่อไป 35

บรรณานุกรม 36

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2-1 แฟกเตอร์ชนิดใบสกรู F_r	12
ตารางที่ 2-2 สภาพการใช้งานของสกรูลำเลียง	18
ตารางที่ 2-3 แสดงค่าตัวแปรที่ต้องการศึกษา	22
ตารางที่ 4.1 การสร้างเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติ	29
ตารางที่ 4.2 การทดสอบปริมาณการจ่ายอาหาร	32
ตารางที่ 4.3 ผลที่ได้จากการสร้างเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติ	33

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2-1 สกรูแบบรหัสเกรียวสำหรับขนถ่ายของเหลวและสิ่งปฏิกูล	3
รูปที่ 2-2 ส่วนประกอบของสกรูขนถ่ายวัสดุ	4
รูปที่ 2-3 ลักษณะการเคลื่อนที่ของวัสดุบนใบเกลียว	5
รูปที่ 2-4 ลักษณะใบเกลียว ซ้าย-ขวา	6
รูปที่ 2-5 ลักษณะการติดตั้งแบริ่งที่เพลาของใบสกรู เกลียวซ้าย- ขวา	6
รูปที่ 2-6 ลักษณะต่าง ๆ ของใบสกรู	7
รูปที่ 2-7 ใบสกรูแบบมีระยะพิตช์และเส้นผ่านศูนย์กลางหลายขนาดร่วมกัน	9
รูปที่ 2-8 การไหลของวัสดุในบางตำแหน่งของส่วนปล่อยวัสดุรูปลิ่ม	10
รูปที่ 2-9 ลักษณะการคำนวณหาอัตราการขนถ่ายวัสดุ	11
รูปที่ 2-10 แฟกเตอร์จำนวนใบพัด	13
รูปที่ 2-11 ขนาดก้อนวัตถุใหญ่ที่สุดและขนาดของสกรูที่เหมาะสม	14
รูปที่ 2-12 ความเร็วรอบสูงสุดของสกรูขนถ่ายวัสดุ	15
รูปที่ 2-13 โครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์	16
รูปที่ 2-14 แสดงการไหลของอนุภาคใน Screw Conveyor	19
รูปที่ 2-15 แสดงการไหลของอนุภาคใน Screw Conveyor และในลักษณะที่ความเร็วรอบแตกต่างกัน	19
รูปที่ 2-16 แสดงการวางใบสกรูและความเร็วรอบที่แตกต่างกัน	20
รูปที่ 2-17 Enclosed Screw or Auger Conveyor	21
รูปที่ 2-18 Throughput of an enclosed screw conveyor	21
รูปที่ 2-19 เปรียบเทียบประเภทของสกรูและความเร็วรอบต่าง ๆ	22
รูปที่ 3-1 ลักษณะของสกรูขนถ่าย	24
รูปที่ 3-2 ลักษณะของถังบรรจุอาหาร	25
รูปที่ 3-3 ลักษณะถังบรรจุอาหารที่สร้างสำเร็จแล้ว	25
รูปที่ 3-4 ลักษณะตัวตั้งเวลาอัตโนมัติ	26
รูปที่ 3-5 ลักษณะตัวกำหนดปริมาณของอาหาร	26
รูปที่ 3-6 การทดลองฝึกให้สุนัขสัมผัสถาดอาหาร	27
รูปที่ 4-1 ถังบรรจุอาหารสุนัขรูปทรงสี่เหลี่ยม	29

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4-2 การกำหนดปริมาณอาหารสุนัขและการกำหนดเวลาการให้อาหารสุนัข	30
รูปที่ 4-3 สุนัขมารับอาหารในเวลาที่กำหนดไว้	30
รูปที่ 4-4 เมื่อสุนัขสัมผัสถาดอาหาร	31
รูปที่ 4-5 ลักษณะของอาหารออกมาในปริมาณและเวลาที่กำหนด	31

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันผู้คนสวนใหญ่มักนิยมเลี้ยงสุนัข เป็นสัตว์เลี้ยงที่เลี้ยงไว้เป็นเพื่อนประจำบ้าน คนที่เลี้ยงสุนัขก็มีหลายเหตุผล เลี้ยงไว้เฝ้าบ้าน เลี้ยงไว้เป็นเพื่อน เลี้ยงไว้ประดับบารมี และมีอีกหลายเหตุผลที่คนส่วนใหญ่ชอบเลี้ยงสุนัข ส่วนใหญ่ก็ไม่ได้คำนึงถึงประโยชน์ หรือข้อดีของสัตว์เลี้ยงเท่าใดนัก สุนัขเป็นสัตว์เลี้ยงที่ให้ประโยชน์มากมาย สามารถเป็นผู้ป้องกันภัยจากสิ่งต่าง ๆ ที่จะมาทำอันตรายต่อผู้อยู่อาศัย เป็นผู้ช่วยดูแลทรัพย์สินของเจ้าของบ้าน และด้วยความสามารถและสัมผัสพิเศษต่าง ๆ ยังสามารถช่วยในราชการการป้องกันภัยหรือจนกระทั่งการกู้ภัยในเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการการช่วยเหลือจากสุนัข โดยการที่สุนัขจะปฏิบัติกิจกรรมต่างได้ดีนั้น ต้องผ่านการฝึกฝนการเลี้ยงดูและการเอาใจใส่อย่างถูกวิธี โดยการให้กำลังใจ การให้อาหาร ตลอดจนการดูแลถึงสุขลักษณะ โดยเฉพาะการเป็นอยู่อาศัยของผู้คนในเมืองใหญ่ต่าง ๆ นั้นจำเป็นอย่างมากที่จะต้องมีการเลี้ยงสุนัขไว้ในบ้าน เพราะจะเป็นการป้องกันภัยจากการบุกรุกของกลุ่มคนที่ไม่พึงประสงค์ได้ แต่อย่างไรก็ดีความรีบเร่งทำกิจกรรมต่าง ๆ ของผู้คนที่อยู่ในเมือง อาจทำให้ลืมกิจกรรมการดูแลเอาใจใส่สัตว์เลี้ยง แม้กระทั่งการลืมให้อาหารสัตว์ ที่จะส่งผลให้สัตว์เลี้ยงเกิดอาการหิวจนทำให้เกิดพฤติกรรมก้าวร้าว และเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ดังที่เป็นข่าวในปัจจุบัน

จากปัญหาดังกล่าว จึงได้เล็งเห็นว่าการลดอาการหิวของสัตว์เลี้ยงนั้น เป็นการป้องกันขั้นแรกของการลดอาการก้าวร้าวของสัตว์เลี้ยง ซึ่งอาการดุร้ายของสุนัขส่วนใหญ่เกิดจากอาหารหิวแล้วไม่ได้กิน ด้วยเหตุผลหลายประการของผู้ดูแล เช่น ไม่มีเวลา ผู้ดูแลมีหลายกิจกรรมที่จะต้องทำทำให้ลืมให้อาหาร ผู้วิจัยจึงได้คิดค้นและประดิษฐ์เครื่องให้อาหารสุนัขแบบอัตโนมัติ เพื่อให้ผู้ดูแลสามารถมีเวลาทำกิจกรรมในแต่ละวันของตนเองได้มากขึ้น ลดขั้นตอนและประหยัดเวลาของผู้ดูแลในการต้องจัดเตรียมอาหารให้สุนัข และที่สำคัญเป็นการป้องกันเหตุการณ์อันไม่พึงประสงค์ที่จะเกิดขึ้นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการดูแลการให้อาหารสุนัข
2. เพื่อป้องการการลืมในการให้อาหารสุนัข
3. เพื่อความสะดวกสบายในการเลี้ยงสุนัข

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ให้อาหารสุนัขแบบอัตโนมัติ โดยสุนัขจะต้องกดปุ่มรับอาหารภายในเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากถึงเวลาที่กำหนดไว้ เพื่อป้องกันอาหารออกมาโดยไม่มีสุนัขกิน
2. สามารถให้อาหารสุนัขได้ ไม่เกิน 5 ตัว
3. สามารถกำหนดจำนวนครั้งต่อวันได้ 2 ครั้งต่อวัน
4. กำหนดปริมาณในแต่ละครั้งได้

1.4 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

จากแนวคิดที่ต้องการสร้างเครื่องให้อาหารแบบอัตโนมัติ จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์การทำงานสองส่วน คือ

1. อุปกรณ์ขนถ่าย หรืออุปกรณ์ที่จะสามารถนำอาหารสัตว์ออกมาจากถังเก็บ เพื่อจ่ายอาหารให้กับสุนัข ซึ่งจะใช้สกรูขนถ่ายในการทำหน้าที่นี้
2. อุปกรณ์ในการควบคุมการขนถ่ายอาหาร ซึ่งจะใช้อุปกรณ์ประเภทอิเลคทรอนิกส์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์

โดยออกแบบให้เครื่องสามารถจ่ายอาหารตามเวลาที่เราตั้งไว้ และให้สุนัขมารับอาหารก่อนที่เครื่องจะจ่ายอาหารออกมาโดยเซ็นเซอร์หรือลิมิตสวิทย์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถให้อาหารสุนัขได้เองโดยอัตโนมัติ
2. สามารถใช้เป็นแนวทางในการนำไปพัฒนาสู่การออกแบบสร้างและทำการผลิตเพื่อการค้า
3. ชาวบ้านที่ต้องการเลี้ยงสุนัขไว้เฝ้าบ้าน แต่ไม่ค่อยมีเวลาสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

1.6 วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโครงการวิจัย
2. ดำเนินการสร้างเครื่องและอุปกรณ์ โดยจะเน้นการเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่สามารถจัดหาได้ภายในท้องถิ่น

1.7 ผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ

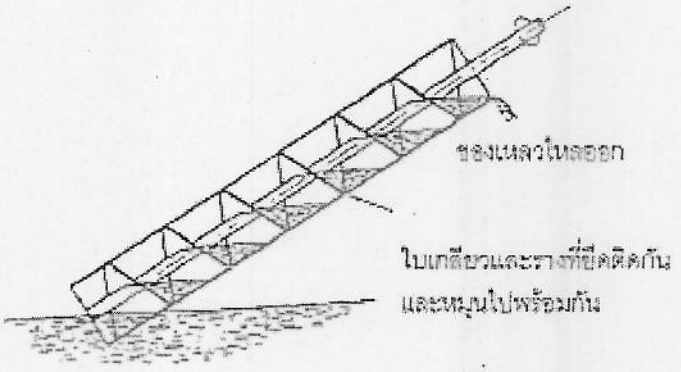
เมื่อเสร็จสิ้นโครงการจะได้เครื่องให้อาหารสุนัขที่สามารถให้อาหารได้โดยอัตโนมัติตามความต้องการของผู้เลี้ยงสุนัข

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ (Material handling) เป็นส่วนสำคัญของการขนถ่ายวัสดุ ซึ่งมีอยู่หลายแบบหลายชนิดด้วยกันและในปัจจุบันมีวางวางขายในท้องตลาดมากกว่า 570 ชนิด ซึ่งยังมีอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุชนิดใหม่ ๆ ออกวางจำหน่ายอย่างต่อเนื่อง ในที่นี้จะขอกล่าวถึงสกรูขนถ่ายวัสดุ ซึ่งเป็นขั้นตอน ๆ หนึ่งที่สำคัญของหลักการทำงานเครื่องให้อาหารสุนัขแบบอัตโนมัติ

2.1 สกรูขนถ่ายวัสดุ

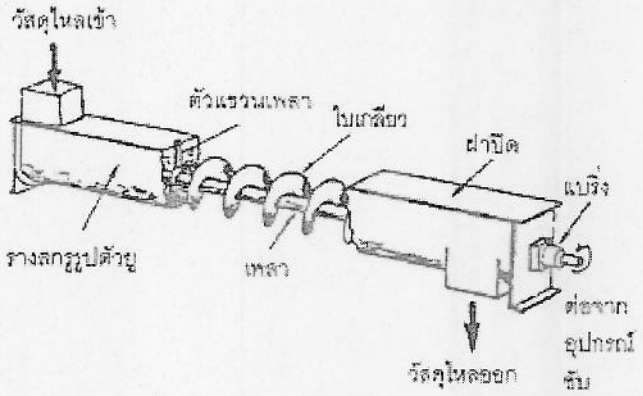
สกรูขนถ่ายวัสดุ เป็นอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุที่มีใช้งานมานานกว่า 2000 ปีแล้วโดยมีชื่อเรียกทั่วไปว่า ระหัดเกลียว ใช้สำหรับขนถ่ายของเหลวและสิ่งปฏิกูล ประกอบด้วย รางสกรู และใบเกลียวก้นหอยที่ยึดติดกัน และหมุนไปพร้อมๆกัน ปลายด้านล่างจะจุ่มอยู่ในน้ำ การหมุนจะทำให้น้ำซึ่งอยู่ระหว่างช่องว่างของเกลียวเคลื่อนตัวขึ้น และเลื่อยไถลไปบนเกลียว ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 2-1 สกรูแบบรหัสเกรียวสำหรับขนถ่ายของเหลวและสิ่งปฏิกูล

แม้ว่าสกรูขนถ่ายจะมีประสิทธิภาพทางกลสูง แต่จะมีขีดจำกัดในเรื่องของมุมเอียงที่ใช้ในการขนถ่ายวัสดุ ซึ่งถ้ามุมเอียงในการขนถ่ายวัสดุมากเกินไปจะทำให้วัสดุไม่สามารถเคลื่อนที่ไปตามเกลียวของสกรูได้ ดังนั้นขนาดของใบเกลียว และ ระยะพิตช์ และมุมเอียงในการขนถ่ายวัสดุจะเป็นตัวแปรที่สำคัญต่อประสิทธิภาพต่อการขนถ่ายวัสดุ ปัจจุบันจะนิยมทำให้ใบเกลียวของสกรูขนถ่ายวัสดุหมุนอยู่ภายในรางที่อยู่กับที่ และจะนิยมใช้กับการขนถ่ายวัสดุปริมาณมวล สำหรับการใช้งานสกรูขนถ่ายวัสดุในอุตสาหกรรม เริ่มแรกมีการใช้ใบพัดไม้ยึดเข้ากับใบกลวงโดยใบพัดยึดต่อ

เรียงกันเป็นลักษณะคล้ายใบเกลียว เพื่อใช้ในการขนถ่ายวัสดุในแนวระดับสำหรับขนถ่ายข้าวโพด และแป้ง ต่อมาได้มีการสร้างใบเกลียวแบบต่อเนื่องด้วยเหล็ก ซึ่งมีความแข็งแรงมากขึ้นแต่ยังคงใช้หลักการและเทคนิคการขนถ่ายวัสดุแบบเดิมอยู่ดังแสดงในรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-2 ส่วนประกอบของสกรูขนถ่ายวัสดุ

เพื่อให้การเลือกชนิดของอุปกรณ์ลำเลียงเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับการใช้งาน ดังนั้นจึงควรทราบถึงข้อดีข้อเสียของสกรูขนถ่ายวัสดุ ซึ่งมีดังต่อไปนี้

ข้อดี

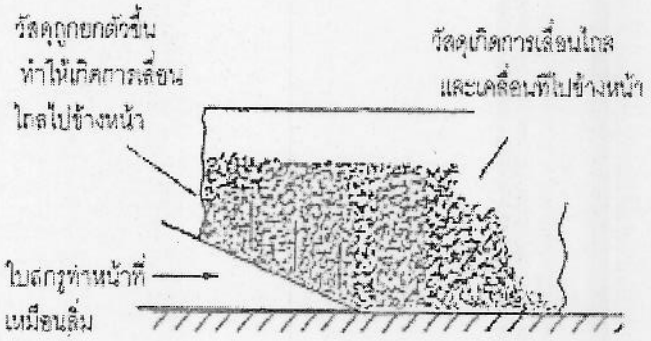
1. ค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุชนิดอื่น
2. เป็นการขนถ่ายวัสดุแบบปิดทำให้สามารถป้องกันความชื้น และฝุ่นละอองเข้าไปปนเปื้อนกับวัสดุชนิดอื่น
3. การสร้างและการประกอบไม่ยุ่งยาก เพราะชิ้นส่วนต่างๆมีจำหน่ายตามท้องตลาด และมีขนาดเป็นไปตามมาตรฐาน
4. การบำรุงรักษาต่ำเนื่องจากมีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่น้อย
5. สามารถนำไปขนถ่ายวัสดุได้หลายประเภท

ข้อเสีย

1. ไม่เหมาะสำหรับการขนถ่ายวัสดุที่มีขนาดใหญ่ มีลักษณะเป็นเส้นใย หรือวัสดุเหนียวที่เกาะติดกัน
2. ระยะทางขนถ่ายวัสดุต่ำ
3. ถ้าวัสดุเกาะตัวกันเป็นกลุ่มก้อน จะทำให้ต้องใช้กำลังขับมาก
4. ประสิทธิภาพการขนถ่ายวัสดุลดลงถ้าขนถ่ายวัสดุในแนวเอียงหรือแนวดิ่ง

2.2 หลักการทำงาน

สกรูขนถ่ายวัสดุเป็นอุปกรณ์ในการขนถ่ายวัสดุที่เหมาะสำหรับขนถ่ายวัสดุที่มีคุณสมบัติในการไหลดี คุณสมบัติการไหลของวัสดุนี้มีความสำคัญมากต่อการทำงานของสกรูขนถ่ายวัสดุ เนื่องจากใบเกลียวของสกรูที่ติดตั้งอยู่กับเพลา หรือท่อตรงที่หมุนอยู่ในรางหรือท่อที่อยู่กับที่ ผลักดันวัสดุไปตามส่วนล่างของรางวัสดุ ดังแสดงในรูปที่ 2-3



รูปที่ 2-3 ลักษณะการเคลื่อนที่ของวัสดุบนใบเกลียว

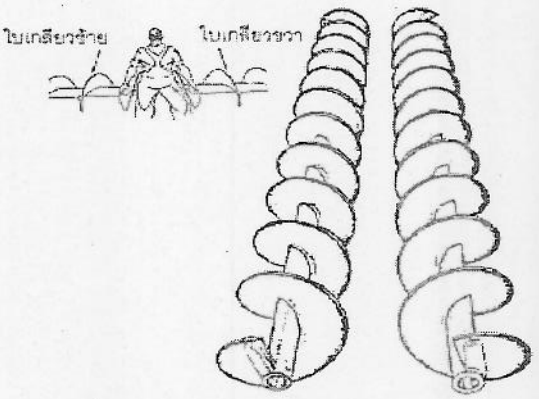
การหมุนของใบเกลียวจะทำให้เกิดการยกวัสดุขึ้นเหมือนลักษณะของลิ่ม การเคลื่อนที่ของวัสดุขึ้นจะทำให้วัสดุเกิดการเลื่อนไถลไปข้างหน้าได้และการหมุนของใบเกลียวจะทำงานเสมือนลิ่มที่ทำหน้าที่ผลักดัน และตัดเฉือนวัสดุจากการหมุนของใบเกลียวทำให้วัสดุเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้อย่างต่อเนื่อง ตัวรางของสกรูขนถ่ายโดยทั่วไป สามารถแบ่งเป็นสองชนิด คือ รางแบบกลมและรางรูปตัวยู ซึ่งรางแบกลมจะเป็นสกรูที่ใช้ความเร็วรอบสูง เป็นแบบเคลื่อนที่ได้ สามารถนำไปใช้สถานที่ต่างๆได้ และยังใช้สำหรับการขนถ่ายวัสดุตามแนวดิ่งได้อีกด้วย ซึ่งการขนถ่ายวัสดุตามแนวดิ่งนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุด้วย โดยวัสดุจะต้องมีน้ำหนักเบาและมีคุณสมบัติการไหลได้ดี ส่วนรางแบบตัวยูจะใช้ความเร็วต่ำกว่า และเป็นแบบที่ติดตั้งอยู่กับที่สกรูขนถ่ายวัสดุเป็นอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุที่สามารถจ่ายวัสดุและรับวัสดุได้หลายตำแหน่ง โดยใช้วาล์วเป็นตัวควบคุมทิศทางการไหลของวัสดุ และยังเป็นอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุที่สามารถควบคุมปริมาณการขนถ่ายวัสดุได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

2.3 ชนิดของใบเกลียว

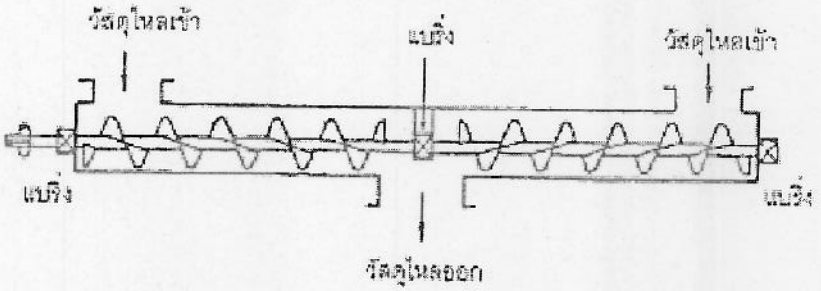
ใบเกลียวของสกรูขนถ่ายวัสดุโดยทั่วไปจะมีขนาดเท่ากับใบเกลียว และมีกรรมวิธีในการผลิตสองชนิดดังนี้

1. ทำจากแผ่นเหล็กตัดเป็นวงกลมเพื่อนำมาเชื่อมต่อกันเป็นลักษณะเกลียว แล้วจึงนำไปเชื่อมติดกับเพลาอีกทีหนึ่งซึ่งจะเป็นเกลียวที่มีความหนาเท่ากันหรือความหนาใบเกลียวเท่ากันตลอด

2. ผลิตจากแท่งโลหะนำมารีดขึ้นรูปจนมีลักษณะเป็นเกลียว ซึ่งลักษณะของใบเกลียวจะมีความหนาที่ปลายใบน้อยกว่าที่โคนใบเกลียว หรือความหนาใบเกลียวไม่สม่ำเสมอ ใบเกลียว สกรูขนถ่ายวัสดุอาจเป็นแบบเกลียวขวาหรือเกลียวซ้าย ซึ่งกำหนดโดยการหมุนของใบสกรูหรือจากการมองดูที่ปลายของสกรูดังแสดงในรูปที่ 2-4 หรืออาจสังเกตได้ง่าย ๆ คือ สกรูเกลียวขวาจะมีใบเกลียวหมุนวนตามเข็มนาฬิกา และสกรูเกลียวซ้ายจะมีใบเกลียวหมุนวนทวนเข็มนาฬิกา โลหะส่วนที่เป็นเกลียวของใบสกรูหรือใบพัดจะเป็นเกลียวแบบต่อเนื่องที่ติดตั้งอยู่บนเพลากลวงหรือเพลาตันก็ได้ โดยทั่วไปแล้วเพลากลวงจะเป็นท่อเหล็กดำ schedule 40 แต่บางครั้งก็อาจใช้ท่อ schedule 80 หรือท่อเหล็กขึ้นรูปและในบางโอกาสอาจจะใช้เพลาเหล็กตัน ใบสกรูขนถ่ายวัสดุ ชุดขับเพลา เพลาและอุปกรณ์ต่อเพลาจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่าปลายท่อเพลาของสกรูทั้งสองข้างจะมีแบริ่งติดอยู่ ซึ่งปกติจะติดตั้งไว้ด้านนอก เพื่อป้องกันวัสดุเข้าไปติดในแบริ่ง และในกรณีที่เพลายาวมากจะมีแบริ่งแขวน เพื่อป้องกันการโก่งของเพลาแสดงในรูปที่ 2-2 และรูปที่ 2-5

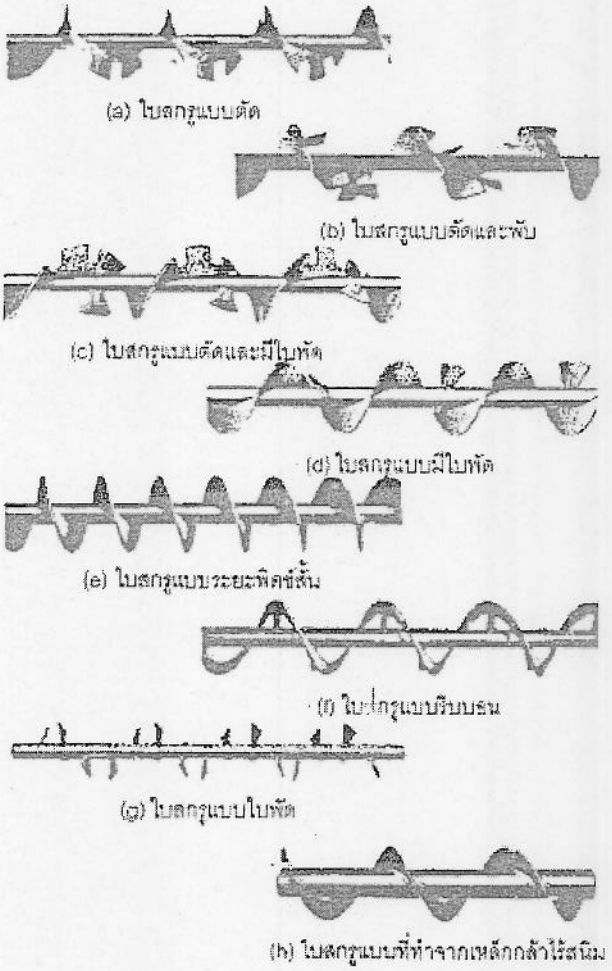


รูปที่ 2-4 ลักษณะใบเกลียว ซ้าย-ขวา



รูปที่ 2-5 ลักษณะการติดตั้งแบริ่งที่เพลาของใบสกรู เกลียวซ้าย- ขวา

ซึ่งแบริ่งแขวนนั้นนอกจากป้องกันการโก่งของเพลาแล้วตำแหน่งการติดตั้งยังสามารถป้องกันวัสดุที่จะเข้าไปติดในแบริ่งได้อีก ใบเกลียวของสกรูลักษณะต่างๆและรูปแบบการใช้งานของใบสกรูมีมากมาย ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งาน รูปที่ 2-6 เป็นลักษณะของใบสกรูประเภทต่างๆและการใช้งานมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 2-6 ลักษณะต่าง ๆ ของใบสกรู

ใบสกรูแบบตัด (รูปที่ 2-6a) เป็นใบสกรูที่เป็นรอยตัดบากตามเส้นรอบวง รอยบากนี้จะช่วยให้เกิดการผสมกันปานกลางของวัสดุในขณะขนถ่ายวัสดุใบสกรูแบบนี้ใช้กับวัสดุที่มีน้ำหนักเบามีลักษณะละเอียด เป็นเมล็ด หรือเป็นแผ่น

ใบสกรูแบบตัดและพับ (รูปที่ 2-6b) เป็นใบสกรูจะมีรอยตัดแล้วพับซึ่งจะเป็นส่วนที่ใช้สำหรับการผสมและกวนวัสดุซึ่งทำให้วัสดุลอยตัวขึ้นในอากาศเป็นผลให้เกิดการผสมกันของวัสดุได้ดีขึ้น ใบสกรูแบบนี้ใช้กับวัสดุที่มีน้ำหนักเบาและปานกลางมีลักษณะละเอียด เป็นเมล็ด หรือเป็นแผ่น

ใบสกรูแบบตัดและมีใบพัด (รูปที่ 2-6c) เป็นสกรูแบบตัดแล้วมีใบพัดติดอยู่เป็นช่วง ๆ ซึ่งเป็นตัวขวางการไหลของวัสดุเพื่อให้เกิดการผสมกันของวัสดุมากขึ้นในขณะขนถ่ายวัสดุ

ใบสกรูแบบมีใบพัด (รูปที่ 2-6d) เป็นสกรูแบบใบธรรมดาแต่จะมีใบพัดติดอยู่เป็นช่วง ๆ และเป็นตัวขวางการไหลไปข้างหน้าของวัสดุเพื่อการผสมหรือการกวนวัสดุในขณะขนถ่ายวัสดุ ใบพัดสามารถปรับได้และอาจจะปรับมุมต่าง ๆ สำหรับการผสมของวัสดุมากน้อยตามต้องการ ใบสกรูแบบนี้จะใช้กับวัสดุน้ำหนักเบาหรือปานกลาง มีลักษณะละเอียด เป็นเมล็ดหรือเป็นแผ่น

ใบสกรูแบบระพิตช์สั้น (รูปที่ 2-6e) โครงสร้างเป็นแบบทั่วๆไป ยกเว้นระยะพิตช์ของใบสกรูจะสั้น เหมาะที่จะใช้ขนถ่ายวัสดุในแนวเอียงมากกว่า20องศา รวมทั้งขนถ่ายวัสดุในแนวดิ่ง และใช้เป็นสกรูป้อนวัสดุ (สกรูขนถ่ายวัสดุที่ต้องการอัตราการขนถ่ายวัสดุที่คงที่) สกรูขนถ่ายแบบนี้ยังเป็นตัวหน่วงการไหลของวัสดุได้อีกด้วย

ใบสกรูแบบริบบอน (รูปที่ 2-6f)ใบสกรูทำจากเหล็กเส้นแบนยึดอยู่กับท่อโดยแผ่นเหล็กเส้นใบสกรูแบบนี้ใช้สำหรับผสมหรือขนถ่ายวัสดุเหนียว

ใบสกรูแบบใบพัด (รูปที่ 2-6g) เป็นใบพัดเหล็กอยู่บนก้านทะลุผ่านเพลา ทำให้สามารถปรับมุมของใบพัดได้และการติดตั้งใบพัดบนเพลาจะติดตั้งคล้ายใบสกรูอัตราการขนถ่ายวัสดุและการผสมสามารถควบคุมได้โดยการปรับมุมของใบพัดใบสกรูแบบนี้ใช้สำหรับการผสมหรือการกวนวัสดุและของเหลว

ใบสกรูที่ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม (รูปที่ 2-6h) ใบสกรูแบบนี้เหมาะสมกับการขนถ่ายอาหาร ยา เคมีภัณฑ์ ใช้ขนถ่ายวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นกรด เพราะสามารถต่อต้านการผุกร่อน และการใช้งานที่มีความร้อนปานกลางจนถึงสูง ความเรียบของผิวหน้ามีหลายระดับตามต้องการตั้ง แต่ผิวด้านไปจนถึงผิวมันวาวเล็กน้อย หรือผิวมันวาวคล้ายกระจกโดยการขัด

สำหรับใบสกรูแบบมีระยะพิตช์ และเส้นผ่านศูนย์กลางหลายขนาดร่วมกัน เพื่อวัตถุประสงค์ในการใช้งานที่แตกต่างกันดังแสดงไว้ในรูปที่ 2-7 และมีรายละเอียดของการใช้งานดังต่อไปนี้

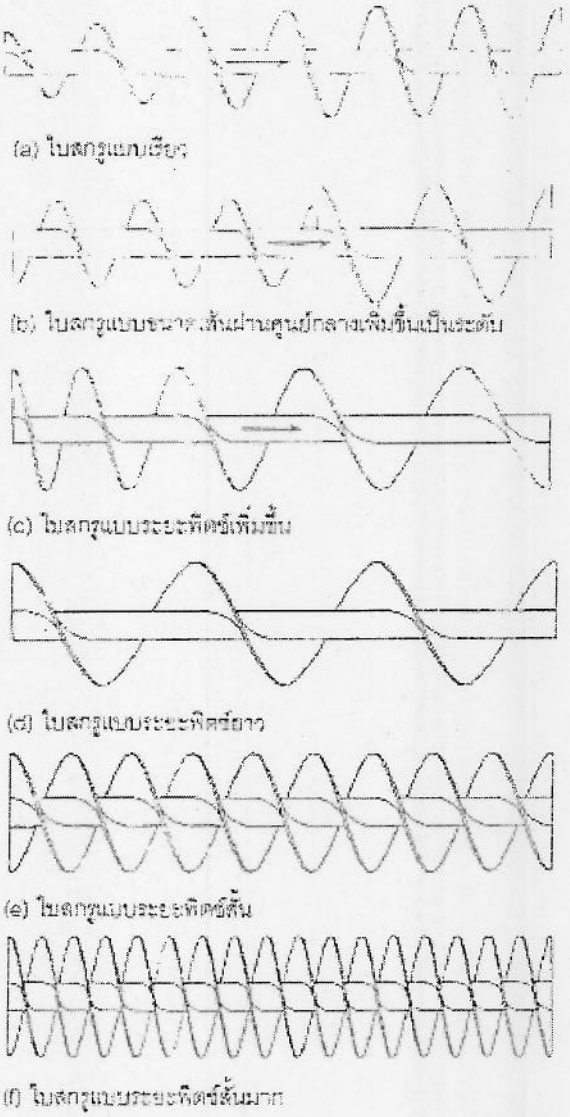
ใบสกรูเรียว ใช้เป็นสกรูเป็นวัสดุสำหรับการขนถ่ายวัสดุที่มีลักษณะเป็นเส้นใย และเป็นก้อนจากถังเก็บ และยังใช้ป้อนวัสดุได้อย่างสม่ำเสมอในส่วนปล่อยวัสดุตามแนวยาว

ใบสกรูแบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้นเป็นระดับ ประกอบด้วยใบสกรูที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแตกต่างกันใบสกรูแต่ละช่วงมีระยะพิตช์สม่ำเสมอ ติดตั้งเรียงตามกันบนท่อเดียวหรือเพลาเดียว มักใช้เป็นสกรูป้อนวัสดุ โดยช่วงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กจะติดตั้งอยู่ได้ส่วนปล่อยวัสดุเพื่อควบคุมการไหลของวัสดุ

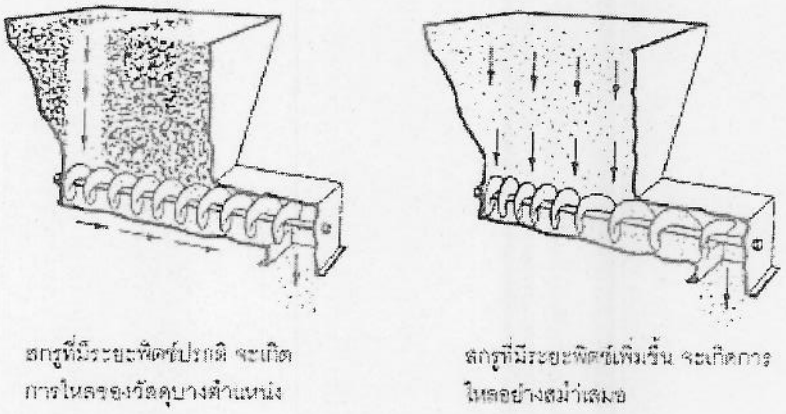
ใบสกรูแบบระยะพิตช์เพิ่มขึ้น เป็นใบสกรูใบเดียวหรือเป็นกลุ่ม ระยะพิตช์จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ใช้เป็นสกรูป้อนวัสดุโดนให้ขนถ่านวัสดุละเอียดและไหลได้ง่ายจากปากช่องป้อนวัสดุตลอดช่วงความยาวอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากระยะพิตช์ที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้สามารถขนถ่ายวัสดุได้มากขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2-8

ใบสกรูแบบระยะพิตช์สั้น มีระยะพิตช์เป็นครึ่งหนึ่งของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบเกลียวจึงช่วยทำให้การขนถ่ายวัสดุช้าและสม่ำเสมอและปล่อยวัสดุออกด้วยอัตราการขนถ่ายวัสดุคงที่

ใบสกรูแบระยะพิตช์สั้นมากมีระยะพิตช์สั้นมากทำให้มีความแม่นยำในการป้อนวัสดุมากกว่า



รูปที่ 2-7 ใบสกรูแบบมีระยะพิตช์และเส้นผ่านศูนย์กลางหลายขนาดร่วมกัน



สกรูที่มีระยะพิตช์ปกติ จะเกิดการไหลของวัสดุบางตำแหน่ง

สกรูที่มีระยะพิตช์เพิ่มขึ้น จะเกิดการไหลอย่างสม่ำเสมอ

รูปที่ 2-8 การไหลของวัสดุในบางตำแหน่งของส่วนปล่อยวัสดุรูปลิ่ม

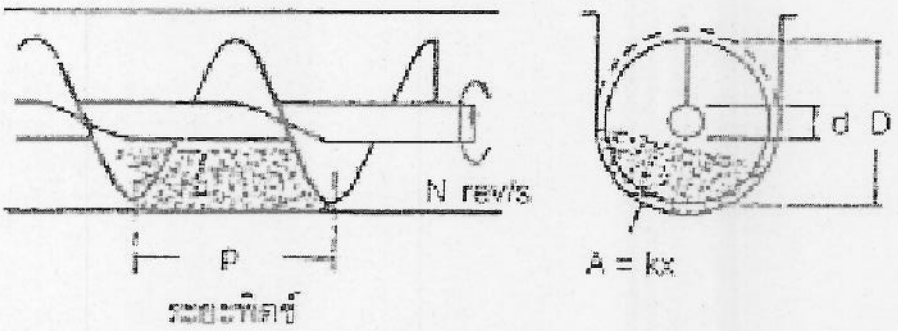
2.4 การคำนวณหาอัตราการขนถ่ายวัสดุ

อัตราการขนถ่ายวัสดุของสกรูขนถ่ายวัสดุหรือสกรูป้อนวัสดุจะขึ้นอยู่กับแฟกเตอร์ดังต่อไปนี้

1. รูปร่างของใบสกรู
2. ความเร็วรอบของสกรู
3. มุมลาดเอียงในการขนถ่ายวัสดุ
4. รูปร่างของถังเก็บวัสดุและรางสกรูขนถ่ายวัสดุ
5. คุณสมบัติในการไหลของวัสดุ
6. สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของวัสดุบนใบสกรูและราง

สกรูขนถ่ายวัสดุที่มีแบริ่งแขวนอยู่ภายใน(Internal Hanger Bearings) ส่วนใหญ่จะวัดปริมาณวัสดุจากอุปกรณ์ที่จ่ายวัสดุด้วยสกรูขนถ่ายวัสดุ ปริมาณวัสดุในรางสกรูจะขึ้นอยู่กับพื้นที่หน้าตัดของสกรูขนถ่ายวัสดุ ซึ่งจะถูกจำกัดไว้ไม่ให้เกิน 45% ของพื้นที่หน้าที่ตัดราง เพื่อป้องกันวัสดุเข้าป่าความเสียหายกับแบริ่งและปริมาณวัสดุบนพื้นที่หน้าตัดจะลดลงอีกถ้าวัสดุมีความคมมากขึ้น

การคำนวณหาอัตราการขนถ่ายวัสดุของสกรูขนถ่ายวัสดุสามารถหาได้จากรูปแบบการขนถ่ายวัสดุในรูปที่ 2-9



รูปที่ 2-9 ลักษณะการคำนวณหาอัตราการขนถ่ายวัสดุ

การหมุนของสกรูในรางจะทำให้วัสดุเคลื่อนที่ไปข้างหน้าอย่างต่อเนื่องในรางของสกรูขนถ่ายวัสดุ วัสดุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วโดยประมาณเท่ากับความเร็วรองของสกรูที่กำลังหมุนอยู่ในหนึ่งรอบการเคลื่อนที่ของสกรูจะเคลื่อนที่ไปได้หนึ่งเท่าของระยะพิตซ์ของสกรู (P) ทำให้ความเร็วเฉลี่ยในการขนถ่ายวัสดุ (V) และความเร็วรอบสกรูเป็นดังนี้

$$V = PN \qquad \text{.....(1)}$$

เมื่อ

V = ความเร็วเฉลี่ยในการขนถ่ายวัสดุ

P = ระยะพิตซ์สกรู

N = ความเร็วรอบของสกรูขนถ่ายวัสดุ

ดังนั้น อัตราการขนถ่ายวัสดุเชิงปริมาตร จะสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2

$$V = PNA \qquad \text{.....(2)}$$

$$M_s = P_o PNA \qquad \text{.....(3)}$$

เมื่อ

M_s = อัตราการนถ่ายวัสดุเชิงมวล

A = พื้นที่หน้าตัดของใบสกรูขนถ่ายวัสดุ

P_o = ความหนาแน่นของวัสดุ

ในทางปฏิบัติ พื้นที่หน้าตัดของวัสดุจะมีค่าไม่เท่ากับพื้นที่หน้าตัดของสกรูที่ได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้นจึงต้องคูณพื้นที่หน้าตัดของสกรูขนถ่ายวัสดุด้วย แฟกเตอร์ความเต็มราง (K) ซึ่งแฟกเตอร์นี้สามารถดูได้ตามตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 แฟกเตอร์ชนิดใบสกรู F_r

ชนิดของใบสกรู	แฟกเตอร์ชนิดของใบสกรูตามขนาดของแฟกเตอร์ความเต็มราง			
	15%	30%	45%	95%
ใบสกรูมาตรฐาน	1.0	1.0	1.0	1.0
ใบตัด	1.10	1.15	1.20	1.3
ใบตัดและพับ	-	1.5	1.7	2.2
ใบแบบริบบอน	1.05	1.14	1.20	-

จากที่กล่าวมาแล้วว่าวัสดุจะแบ่งออกเป็นสี่ชนิด และจากรูป จะสามารถสรุปการนำค่าแฟกเตอร์ความเร็วเต็มรางไปใช้ให้เหมาะสมกับชนิดของวัสดุต่อไปนี้

ประเภทที่ 1 วัสดุเบาไหลได้ดี ไม่มีความคม เช่น เมล็ดข้าวสาลี ข้าวไรย์ ฝักข้าวโพด กราไฟต์ แป้งหมี่ และอื่นๆ แฟกเตอร์ความเร็วเต็มราง K = 0.45

ประเภทที่ 2 วัสดุไม่มีความคม คุณสมบัติไหลได้น้อยกว่าวัสดุประเภทที่ 1 (วัสดุก้อนเล็กผสมกับวัสดุละเอียด) เช่น แป้งอบขนมปัง ฝักข้าวป่น ถ่านหินบดละเอียด ข้าวโพดบด แฟกเตอร์ความเร็วเต็มราง K = 0.03

ประเภทที่ 3 คุณสมบัติการไหลคล้ายประเภทที่ 2 แต่มีความคมมากกว่า ต้องการความเร็วรอบของสกรูต่ำ เช่น ขี้เถ้าแห้ง ปูนซีเมนต์ เกลือ ถ่านไม้ ชอล์คบด และอื่นๆวัสดุเหล่านี้มีรหัสความคม 6 แฟกเตอร์ความเร็วเต็มราง K = 0.03

ประเภทที่ 4 วัสดุมีความคมและคุณสมบัติการไหลไม่ดี เช่น เถ้าถ่านหิน กากถ่านหิน กากแร่จากเตา อลูมินา(alumina) แร่ bauxite ทรายแห้ง อื่นๆ วัสดุเหล่านี้มีรหัสความคม 7 แฟกเตอร์ความเร็วเต็มราง K = 0.15

ค่าแฟกเตอร์ความเร็วเต็มรางนี้ ใช้สำหรับการขนถ่ายวัสดุด้วยสกรูขนถ่ายวัสดุตามแนวระดับเท่านั้น สำหรับการขนถ่ายวัสดุตามแนวเอียง สามารถหาค่าแฟกเตอร์ความเร็วเต็มรางนี้ได้

ดังนั้นเมื่อแทนค่าพื้นที่หน้าตัดของใบสกรูขนถ่ายวัสดุ และรวมค่าแฟกเตอร์ความเร็วเต็มรางเข้าไป จะได้เป็นสมการที่ 4

$$M_s = \frac{P_b \pi \left(D^2 - d^2\right) KPN}{4} \qquad \text{.....(4)}$$

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบสกรู

d = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาใบสกรู

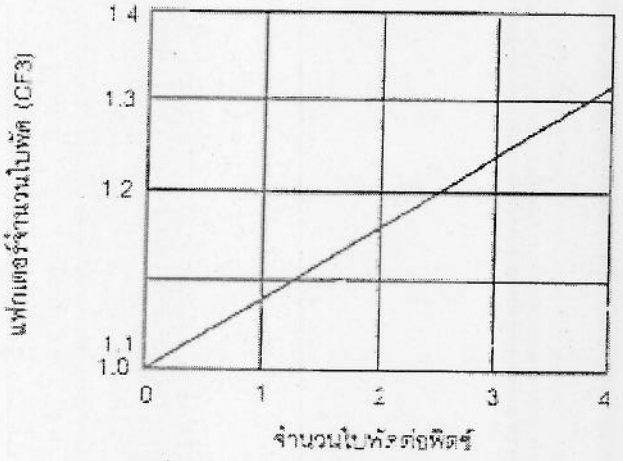
จากสมการที่ 4 จะสามารถใช้สำหรับการประมาณค่าอัตราการขนถ่ายวัสดุเท่านั้น เนื่องจากในทางปฏิบัติ การป้อนวัสดุเข้าสู่สกรูขนถ่ายวัสดุนั้นจะมีอัตราการป้อนวัสดุไม่แน่นอน ทำให้แฟกเตอร์ความเร็วเต็มรางมีค่าไม่แน่นอนตามไปด้วย จึงอาจจะทำให้ไม่สามารถคำนวณหาอัตราการขนถ่ายวัสดุที่แน่นอนได้

ในการเลือกและการออกแบบสกรูขนถ่ายวัสดุ ความเร็วรอบสูงสุดของสกรูที่สามารถทำงานได้นั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบสกรู ปริมาณวัสดุในรางสกรู และคุณสมบัติของวัสดุ ซึ่งสามารถหาค่าความเร็วรอบสูงสุดของสกรูขนถ่ายวัสดุได้

สำหรับระยะพิตช์บนสกรูก็มีผลต่ออัตราการขนถ่ายวัสดุด้วย จากรูปที่ 2-9 เมื่อพิจารณาการหมุนของสกรู 1 รอบเคลื่อนที่ไปข้างหน้าเท่ากับระยะพิตช์ ดังนั้นในกรณีที่สกรูหมุนไป 1 รอบ แต่วัสดุไม่ได้เคลื่อนที่ไปเท่ากับระยะพิตช์ ก็จะต้องคำนึงถึงระยะพิตช์ใบสกรู (CF_1) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2-1

ชนิดของใบสกรูเป็นแฟกเตอร์ที่มีผลต่ออัตราการขนถ่ายวัสดุเช่นกัน ซึ่งแฟกเตอร์ชนิดของใบสกรูนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของใบสกรู (CF_2) และจำนวนใบพัดสำหรับการกวนหรือผสมวัสดุต่อระยะพิตช์ (CF_3) โดยแฟกเตอร์ทั้งสองนี้แสดงไว้ดังรูปที่ 2-10 ตามลำดับ

064138



รูปที่ 2-10 แฟกเตอร์จำนวนใบพัด

ดังนั้นการคำนวณหาอัตราการขนถ่ายวัสดุเมื่อรเอาแฟกเตอร์ต่างๆไว้แล้ว จะสามารถคำนวณหาได้จากสมการที่ 5

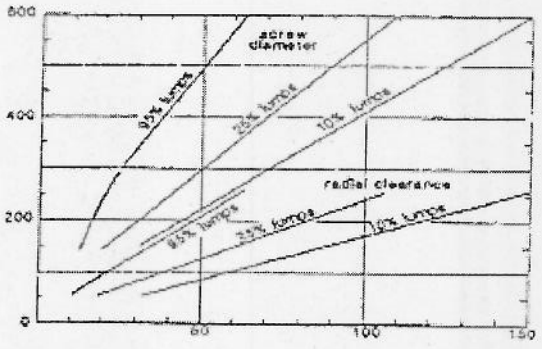
$$M_s = \frac{P_b \pi \left(D^2 - d^2\right) KPN}{4CF_1 CF_2 CF_3} \qquad \text{.....(5)}$$

ในทำนองเดียวกัน จากสมการที่ 5 เมื่อกำหนดอัตราการขนถ่ายวัสดุและขนาดของใบสกรู และขนาดของใบสกรูมาแล้วก็จะสามารถคำนวณหาความเร็วรอบของสกรูได้จากสมการที่ 6

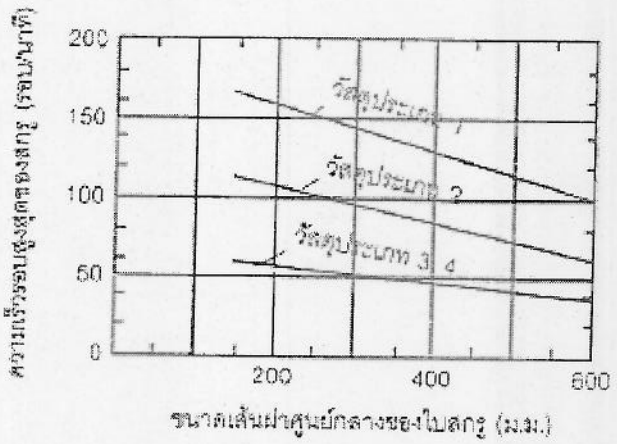
$$N = \frac{4M_s CF_1 CF_2 CF_3}{P_b \pi \left(D^2 - d^2\right) KP} \qquad \text{.....(6)}$$

สมาคมผู้ผลิตอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุของอเมริกา (CEMA) ได้พิมพ์ตารางอัตราการขนถ่ายวัสดุเชิงปริมาตรได้ ซึ่งสามารถจะนำมาใช้สำหรับเปรียบเทียบกับวิธีการคำนวณด้วยสมการได้ โดยสามารถหาความเร็วรอบของสกรูได้จากสมการที่ N = (อัตราการขนถ่ายวัสดุเชิงปริมาตร/ปริมาณขนถ่ายวัสดุต่อรอบ) $CF_1CF_2CF_3$ ...(7) โดยที่ความเร็วรอบของใบสกรูนั้นจะต้องมีค่าไม่เกินค่าความเร็วรอบสูงสุดที่แสดงไว้ในขั้นตอนการคำนวณการออกแบบ และเลือกสกรูขนถ่ายวัสดุ จะมีขั้นตอนต่อไปนี้

1. ตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุที่จะขนถ่ายและชนิดของใบสกรูที่เหมาะสมพร้อมทั้งแฟกเตอร์ความเต็มราง
2. ถ้าวัสดุมีลักษณะเป็นก้อนจะสามารถเลือกขนาดของใบสกรูได้จากรูปที่ 2-11
3. หาความเร็วรอบสูงสุดของเพลาสกรูจากรูปที่ 2-12
4. หาแฟกเตอร์ของระยะพิตช์ ชนิดของใบสกรู และจำนวนใบพัดสำหรับการกวนหรือผสมวัสดุต่อระยะพิตช์
5. ทดลองเลือกขนาดของใบสกรู แล้วคำนวณหาอัตราขนถ่ายวัสดุจากสมการที่ 5 โดยใช้ความเร็วรอบสูงสุดจากข้อที่ 3



รูปที่ 2-11 ขนาดก้อนวัตถุใหญ่ที่สุดและขนาดของสกรูที่เหมาะสม



รูปที่ 2-12 ความเร็วรอบสูงสุดของสกรูขนถ่ายวัสดุ

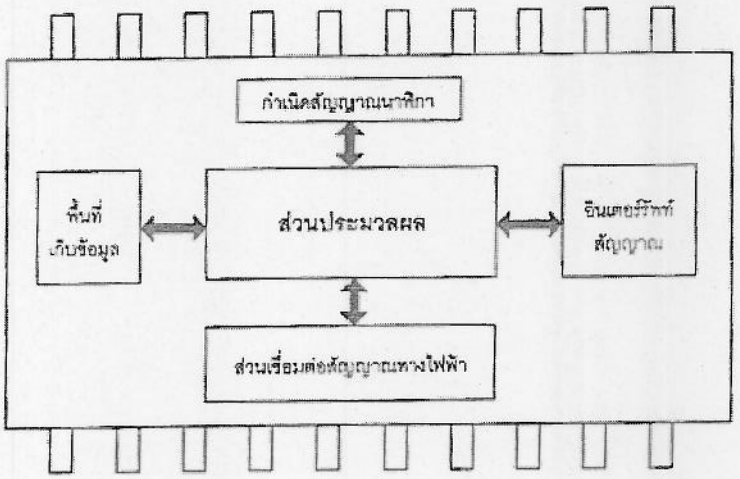
ซึ่งจะต้องได้ค่าอัตราการขนถ่ายวัสดุมากกว่าที่โจทย์กำหนดจากนั้นคำนวณหาความเร็วรอบของสกรูขนถ่ายวัสดุจากสมการที่ 6 ความเร็วรอบที่คำนวณได้จะต้องมีค่าน้อยกว่าความเร็วรอบสูงสุดจากข้อที่ 3 ถ้าความเร็วรอบมากกว่าค่าสูงสุดในการเลือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบสกรูที่โตขึ้น จะเห็นว่าผลการคำนวณทั้งสองวิธีได้ผลที่ใกล้เคียงกันดังนั้นการนำไปใช้งานจึงสามารถทำได้ทั้งสองวิธี

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คืออุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ที่ทำหน้าที่เสมือนคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือระบบควบคุมทางอิเลคทรอนิคส์ให้มีความสามารถในการทำงานมากขึ้นโดยเราสามารถเปลี่ยนแปลงลำดับการทำงานได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขโปรแกรมภายในหน่วยความจำ ทำให้เราสามารถนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้ารอบตัว เช่น ระบบอัตโนมัติของเครื่องซักผ้า หรือระบบสมองกลของรถยนต์ เป็นต้น ซึ่งภายในไมโครคอนโทรลเลอร์มีโครงสร้างหลักอยู่ 5 ส่วนใหญ่ดังนี้

1. ส่วนประมวลผล
2. ส่วนพื้นที่เก็บข้อมูล
3. ส่วนเชื่อมต่อทางสัญญาณไฟฟ้า
4. ส่วนกำเนิดสัญญาณนาฬิกา
5. ส่วนอินเตอร์รับสัญญาณ

โครงสร้างหลักภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้ง 5 ส่วนจะทำงานสัมพันธ์กันซึ่งแต่ละส่วนจะมีหน้าที่การทำงานที่แตกต่างกันไป ดังนี้



รูปที่ 2-13 โครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.6 ส่วนประมวลผล

ส่วนประมวลผล (Processing Unit) คือส่วนที่ทำหน้าที่คำนวณทางคณิตศาสตร์ หรือการตัดสินใจแบบมีเงื่อนไข (Logic) ซึ่งจะมีการทำงานที่ซับซ้อน โดยลำดับในการทำงานของส่วนประมวลผลจะขึ้นอยู่กับการจัดลำดับคำสั่งในการทำงาน (Programming Code) ซึ่งจะบรรจุอยู่ภายในส่วนพื้นที่เก็บข้อมูล

2.7 ส่วนพื้นที่เก็บข้อมูล

ส่วนพื้นที่เก็บข้อมูล (Memory Unit) คือส่วนที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูล โดยแบ่งชนิดของพื้นที่เก็บข้อมูลเป็น 2 แบบ คือแบบชั่วคราว (RAM : Random Access Memory) และแบบกึ่งถาวร (EPROM : Erasable Programmable Read Only Memory) ซึ่งพื้นที่เก็บข้อมูลชั่วคราวนี้จะเป็นข้อมูลที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้อยู่ตลอดและถูกใช้เป็นข้อมูลในการเก็บค่าตัวแปรในการคำนวณ (Variable) โดยข้อมูลประเภทนี้จะสูญหายเมื่อเราหยุดจ่ายไฟเลี้ยงให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนพื้นที่เก็บข้อมูลแบบกึ่งถาวรจะเป็นข้อมูลที่ใช้เก็บโปรแกรมคำสั่งในการทำงาน (Code) ซึ่งข่อมูลประเภทนี้เราสามารถเปลี่ยนแปลงได้แต่ต้องใช่กรรมวิธีพิเศษแต่ข้อมูลจะไม่สูญหายแม้ว่าเราจะหยุดจ่ายไฟเลี้ยงให้ไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วก็ตาม

2.8 ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณทางไฟฟ้า

ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณทางไฟฟ้า (Interface Unit) จะทำหน้าที่ติดต่อสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีอยู่ 2 แบบ คืออินพุตและเอาต์พุตแบบดิจิตอล (Digital I/O) โดยจะรับและส่งข้อมูลด้วยสัญญาณทางดิจิตอล (Digital Signal) และแบบอินพุตและเอาต์พุตแบบอานาล็อก (Analog I/O) รับส่งสัญญาณทางอานาล็อก (Analog Signal) ซึ่งในการรับส่งสัญญาณอานาล็อกจะมีอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ บางรุ่นเท่านั้น

2.9 ส่วนกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

ส่วนกำเนิดสัญญาณนาฬิกาจะทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณนาฬิกาโดยใช้วงจรเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เรียกว่าวงจรออสซิลเลเตอร์ (Oscillator Circuit) ซึ่งมีอุปกรณ์หลักคือคริสตัล (X-TAL) มากำหนดช่วงเวลาในการประมวลผล (Execute Time) ของส่วนประมวลผลโดยจะมีผลต่อความเร็วในการประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้สัญญาณนาฬิกายังใช้กำหนดความเร็วในการรับส่งข้อมูลดิจิตอลแบบอนุกรม (Digital Series Communication Signal) และกำหนดความถี่ในส่วนของตัวตั้งเวลา (Timer) ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย

2.10 ส่วนอินเตอร์รัพท์สัญญาณ

ส่วนอินเตอร์รัพท์สัญญาณจะทำหน้าที่จัดลำดับความสำคัญในการทำงานในกรณีที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานในลักษณะหลายงานพร้อมกัน (Multitasking) ซึ่งจะอำนวยความสะดวกอย่างมากในการเขียนโปรแกรมเพื่อรองรับการทำงานลักษณะนี้

2.11 ไมโครคอนโทรลเลอร์กับไมโครโปรเซสเซอร์

หลายครั้งที่เราสับสนกับความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์และไมโครโปรเซสเซอร์ว่ามีลักษณะคล้ายหรือแตกต่างกันอย่างไร คำว่าไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) จะหมายถึงอุปกรณ์ประมวลผลขนาดเล็กที่ทำหน้าที่เฉพาะการประมวลผลเท่านั้นโดยไมโครโปรเซสเซอร์จะติดต่อสื่อสารด้วยสัญญาณทางดิจิตอลกับอุปกรณ์พวกเมโมรีหรืออุปกรณ์หน่วยความจำ (Memory Component) ซึ่งจะใช้ขนาดของกระแสสัญญาณไม่สูงมากนัก แต่ในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) จะมีลักษณะคล้ายกับไมโครโปรเซสเซอร์คือเป็นอุปกรณ์ในการประมวลผลแต่สิ่งที่เพิ่มเข้ามาคือไมโครคอนโทรลเลอร์มีส่วนของการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก (Interface Unit) ทำให้สามารถขับกระแสได้สูงมากกว่าไมโครโปรเซสเซอร์มาก ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์มีความยืดหยุ่นในการออกแบบวงจรเชื่อมต่อกับวงจรภายนอก และเหมาะกับงานควบคุมมากกว่าไมโครโปรเซสเซอร์

2.12 ไมโครคอนโทรลเลอร์ในชีวิตประจำวัน

ในชีวิตประจำวันเราจะพบไมโครคอนโทรลเลอร์บ่อยมากแต่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกซ่อนตัวอยู่ในเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆเช่น เตาไมโครเวฟ เครื่องซักผ้า เครื่องเล่น DVD เครื่องเล่น MP3 และอื่นๆอีกมากมายสาเหตุที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกนำมาใช้กันอย่างมากมายเพราะว่าความสามารถนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาทำงานแทนวงจรอิเล็กทรอนิคส์ซึ่งเดิมในการที่จะออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิคส์เพื่อใช้ในงานควบคุมก็จะต้องเริ่มออกแบบตามขั้นตอนการออกแบบถ้าเราต้องการเปลี่ยนแปลงการทำงานก็จะต้องเปลี่ยนขั้นตอนการออกแบบใหม่ทำให้เราต้องสร้างวงจรใหม่ด้วยแต่ถ้าหากนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้งานเราสามารถเปลี่ยนแปลงการทำงานได้ง่าย ๆ โดยการเปลี่ยนโปรแกรมคำสั่งการทำงานภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ทำให้มีความสะดวกในการออกแบบและมีความยืดหยุ่นในการใช้งานเป็นอย่างมาก นอกจากความยืดหยุ่นในการใช้งานแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ในปัจจุบันยังมีความสามารถมากขึ้นเช่น มีความเร็วในการคำนวณ หรือความสามารถในการเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ด้วย ทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าของเราสามารถเชื่อมข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ได้

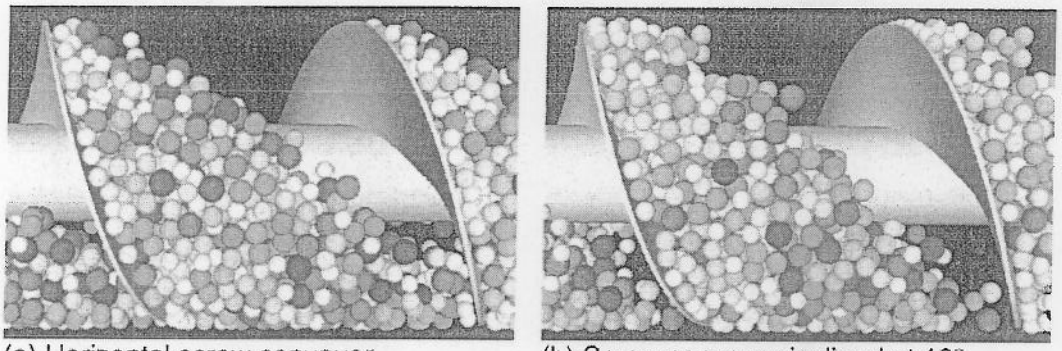
2.13 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง

P.J. Owen และคณะ (2009) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของสกรูลำเลียงโดยใช้องค์ประกอบแบบต่อเนื่อง เนื่องจากประสิทธิภาพในการลำเลียงวัสดุจะมีผลต่อการหมุนและความเร็วของสกรูโดยใช้การทดสอบแบบ DEM จำลองสายพานลำเลียงสกรูภายใต้เงื่อนไขความเร็ว อัตราการไหล และการกระจายพลังงาน โดยการทดลองได้ใช้ความเร็วรอบในการหมุนที่ต่างกัน สายพานลำเลียงที่แตกต่างกัน และปริมาตรของอนุภาคที่ใส่ ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 สภาพการใช้งานของสกรูลำเลียง

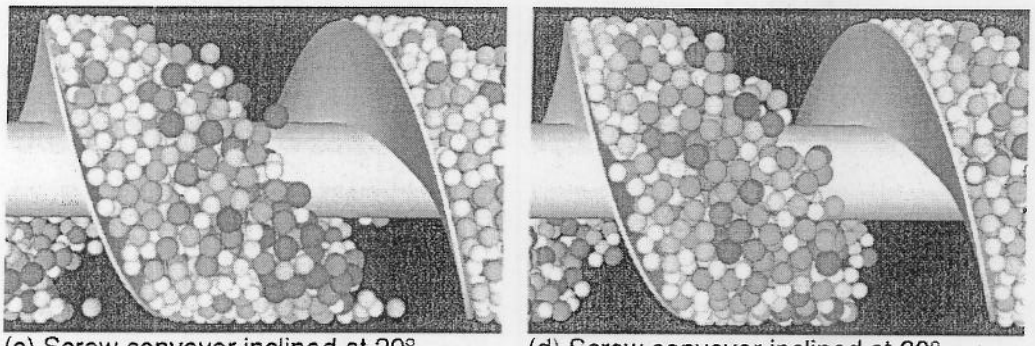
rpm	Fill level (%)	Number of particles	Screw conveyor inclination to horizontal
600	30	907	0° to 90° in steps of 10°
1000	30	907	0° to 90° in steps of 10°
1400	30	907	0° to 90° in steps of 10°
1000	50	1440	0° to 90° in steps of 10°
1000	70	2012	0° to 90° in steps of 10°

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าลักษณะของ Fill level ที่แตกต่างกันย่อมส่งผลต่อการไหลของวัสดุที่แตกต่างกันด้วยดังรูปที่ 2-14 แสดงให้เห็นถึงการไหลของอนุภาคขนาดต่างๆ โดยที่สีดำจะเป็นอนุภาคที่ใหญ่ที่สุด รองลงมาคือสีเทาและสีขาว ดังรูป

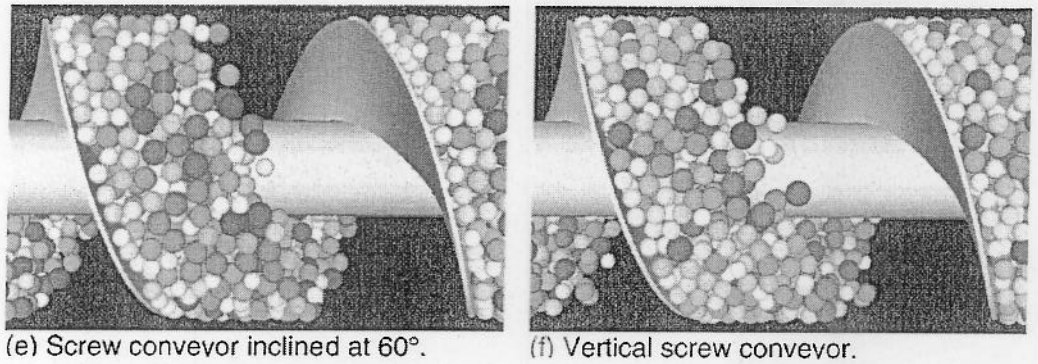


(a) Horizontal screw conveyor. (b) Screw conveyor inclined at 10°.

รูปที่ 2-14 แสดงการไหลของอนุภาคใน Screw Conveyor

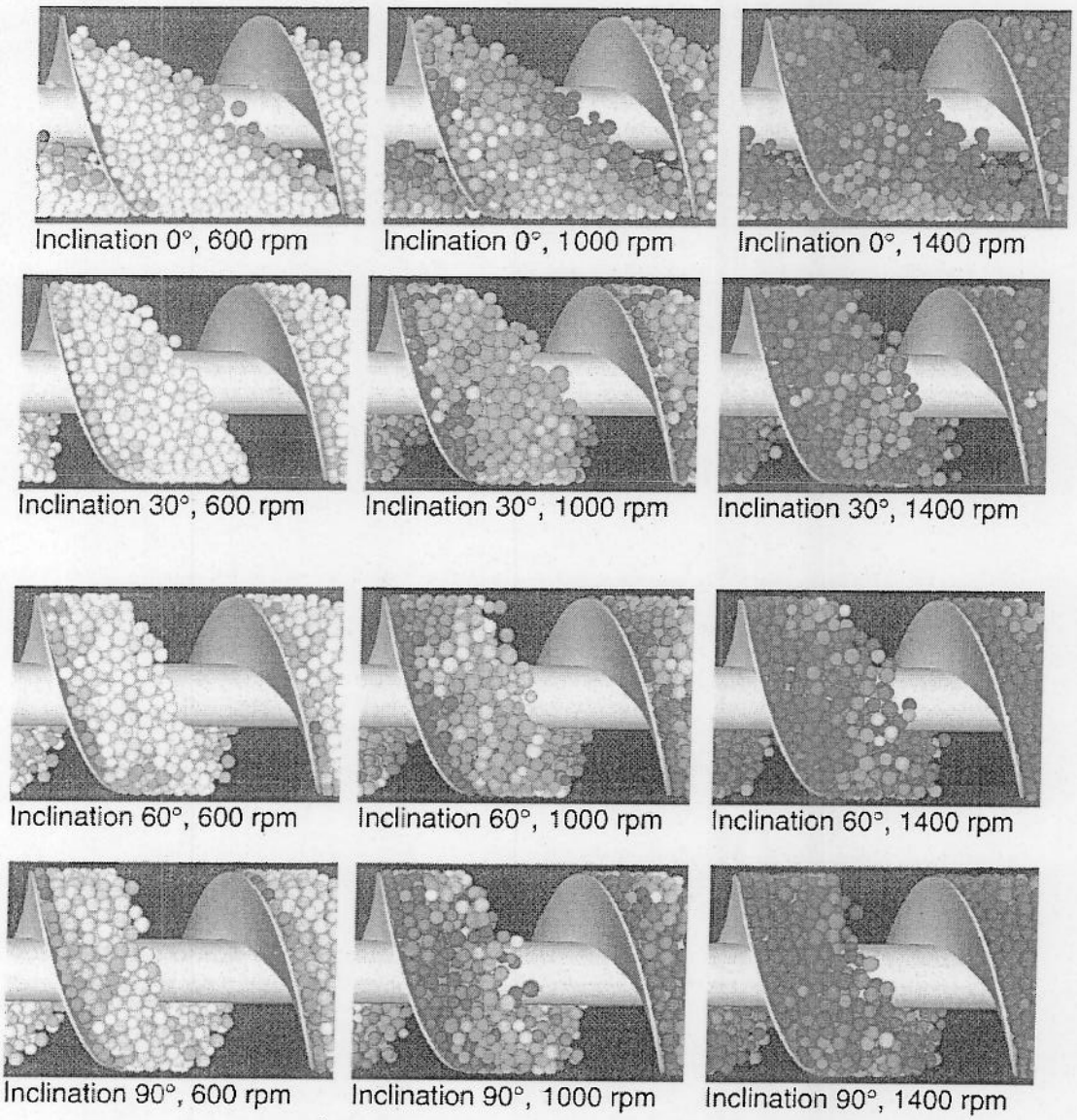


(c) Screw conveyor inclined at 20°. (d) Screw conveyor inclined at 30°.



(e) Screw convevor inclined at 60°. (f) Vertical screw conveyor.

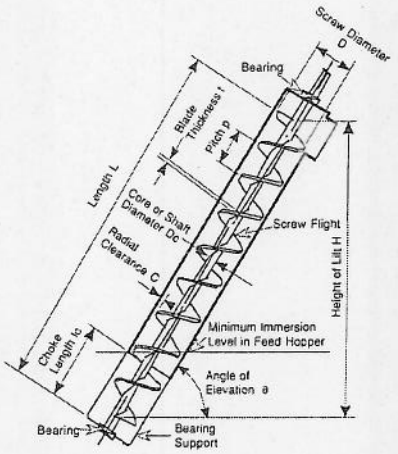
รูปที่ 2-15 แสดงการไหลของอนุภาคใน Screw Conveyor และในลักษณะที่ความเร็วรอบแตกต่างกันดังรูปที่ 2-16



รูปที่ 2-16 แสดงการวางใบสกรูและความเร็วรอบที่แตกต่างกัน

จากรูปจะเห็นได้ว่าอนุภาคขนาดใหญ่จะไหลได้ดีที่ความเร็วรอบ 1,400 rpm. และการวางใบพัดที่ 90° จะทำให้การลำเลียงวัสดุเป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น

A.W. Roberts และคณะ (1999) ศึกษาอิทธิพลที่ส่งผลต่อการทำงานของสกรูขนถ่าย โดยได้สร้างชุดทดสอบขึ้นมาดังรูปที่ 2-17



รูปที่ 2-17 Enclosed Screw or Auger Conveyor

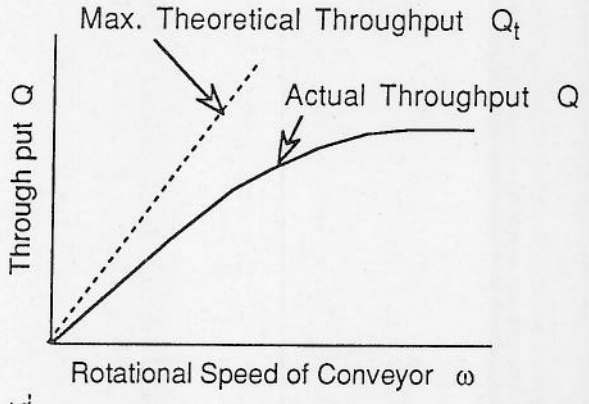
โดยการปริมาตรสกรูลำเลียงสามารถหาได้จาก สมการ $Q = Q_t n_v$ (m^3/S)

เมื่อ

Q_t คือ Maximum Theoretical Throughput

n_v คือ Volumetric Efficiency

จากการทดลองจะเห็นว่าสายพานลำเลียงและการหมุนส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน ของเครื่อง ดังรูปที่ 2-18



รูปที่ 2-18 Throughput of an enclosed screw conveyor

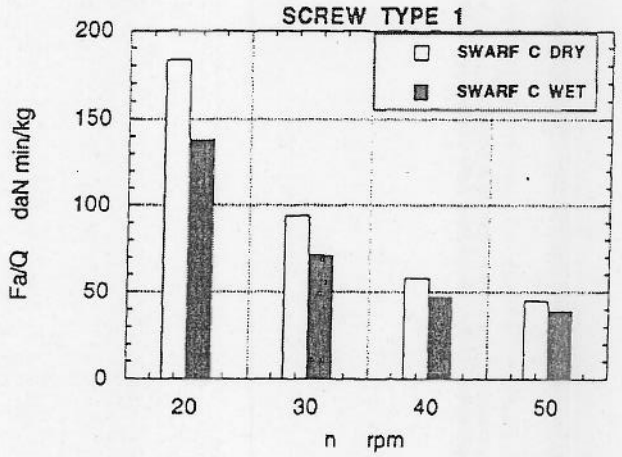
F.soavi และคณะ (1997) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของสกรูลำเลียงสำหรับโลหะ SWARF เพื่อหาตัวแปรที่ส่งผลต่อแรงบิด และประสิทธิภาพโดยรวม ซึ่งตัวแปรดังกล่าวมีดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 แสดงค่าตัวแปรที่ต้องการศึกษา

Screw type	D (mm)	d (mm)	p (mm)	t (mm)	w (mm)	h (mm)	a (mm)	b (mm)
1	70	45	75	12	112	74	20	35
2	95	45	85	15	145	100	30	55

D	outside diameter of the screw
d	shaft diameter of the screw
p	pitch of the screw
t	thickness of flight
w	width of the duct
h	height of the duct
a, b	side dimensions of the rectangular cross-section bar
n	rotation speed of the screw

ผลการทดสอบจะเห็นได้ว่าในสภาวะที่เปียกและแห้ง และความเร็วรอบที่ต่างกันส่งผลให้ได้ประสิทธิภาพการทำงานที่แตกต่างกันดังรูปที่ 2-19



รูปที่ 2-19 เปรียบเทียบประเภทของสกรูและความเร็วรอบต่าง ๆ

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องให้อาหารสุนัขแบบอัตโนมัติ ดังนั้นในการดำเนินงานจึงต้องมีการศึกษาถึงกระบวนการผลิตเครื่องให้อาหารสุนัขแบบอัตโนมัติต่าง ๆ เมื่อเห็นลักษณะการทำงานทั้งกระบวนการแล้วจึงได้ประมวลผลออกมาเป็นขั้นตอนในการทำดังนี้

3.1 การออกแบบ

การออกแบบสกรูขนถ่าย จะต้องคำนวณหาอัตราการขนถ่ายวัสดุของสกรูขนถ่ายวัสดุ สามารถหาได้จากรูปแบบการขนถ่ายวัสดุ การหมุนของสกรูในรางจะทำให้วัสดุเคลื่อนที่ไปข้างหน้าอย่างต่อเนื่องในรางของสกรูขนถ่ายวัสดุ วัสดุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วโดยประมาณเท่ากับความเร็วรองของสกรูที่กำลังหมุนอยู่ในหนึ่งรอบการเคลื่อนที่ของสกรูจะเคลื่อนที่ไปได้หนึ่งเท่าของระยะพิตซ์ของสกรู (P) ทำให้ความเร็วเฉลี่ยในการขนถ่ายวัสดุ (V) และความเร็วรอบสกรูเป็นดังนี้

$$V = PN \qquad \text{.....(1)}$$

เมื่อ

V = ความเร็วเฉลี่ยในการขนถ่ายวัสดุ

P = ระยะพิตซ์สกรู

N = ความเร็วรอบของสกรูขนถ่ายวัสดุ

ดังนั้น อัตราการขนถ่ายวัสดุเชิงปริมาตร จะสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2

$$V = PNA \qquad \text{.....(2)}$$

$$M_s = P_o PNA \qquad \text{.....(3)}$$

เมื่อ

M_s = อัตราการนถ่ายวัสดุเชิงมวล

A = พื้นที่หน้าตัดของใบสกรูขนถ่ายวัสดุ

P_o = ความหนาแน่นของวัสดุ

ดังนั้นเมื่อแทนค่าพื้นที่หน้าตัดของใบสกรูขนถ่ายวัสดุ และรวมค่าแฟกเตอร์ความเร็วเต็มรางเข้าไป จะได้เป็นสมการที่ 4

$$m_s = \frac{\rho_b \pi \left(D^2 - d^2\right) kpN}{4} \qquad \text{.....(4)}$$

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบสกรู

d = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาใบสกรู

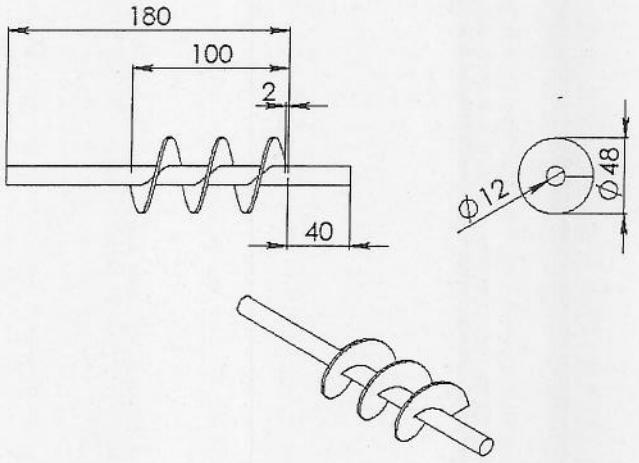
การคำนวณหาอัตราการขนถ่ายวัสดุเมื่อรเอาแฟกเตอร์ต่างๆไว้แล้ว จะสามารถคำนวณหาได้จากสมการที่ 5

$$m_s = \frac{p_b \pi \left(D^2 - d^2\right) kpN}{4CF_1CF_2CF_3} \qquad \text{.....(5)}$$

ในทำนองเดียวกัน จากสมการที่ 5 เมื่อกำหนดอัตราการขนถ่ายวัสดุและขนาดของใบสกรูและขนาดของใบสกรูมาแล้วก็จะสามารถคำนวณหาความเร็วรอบของสกรูได้จากสมการที่ 6

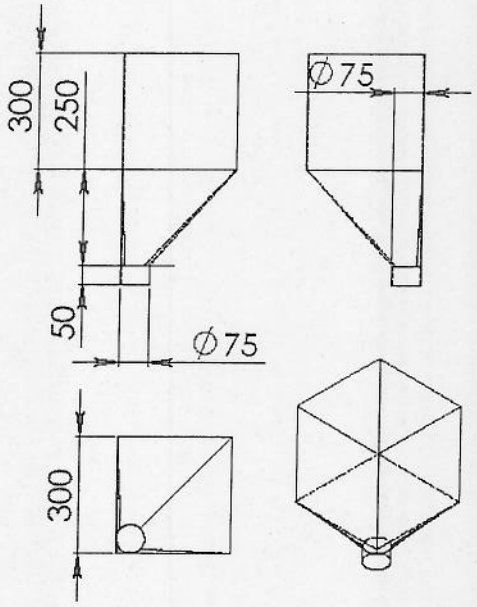
$$N = \frac{4m_s CF_1CF_2CF_3}{p_b \pi \left(D^2 - d^2\right) kp} \qquad \text{.....(6)}$$

ทั้งนี้เมื่อได้ออกแบบอุปกรณ์ต่าง ๆ แล้วก็ทำการผลิตสกรูขนถ่ายและถังบรรจุอาหาร ดังรูป 3-3



รูปที่ 3-1 ลักษณะของสกรูขนถ่าย

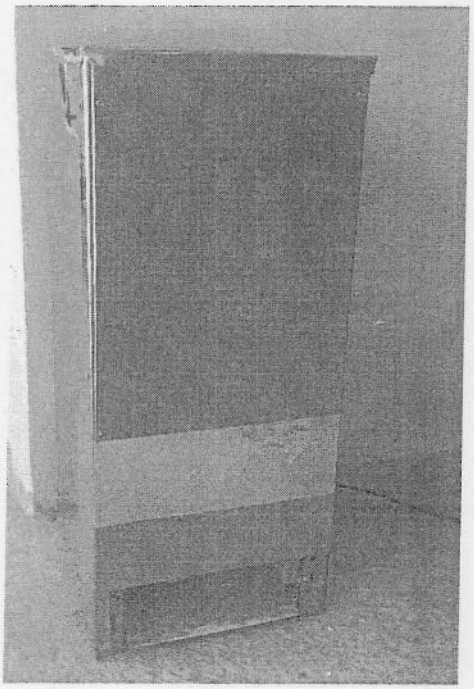
สกรูขนถ่ายออกแบบมาจะมีระยะพิตซ์และไดมิเตอร์ดังรูปที่ 3-1



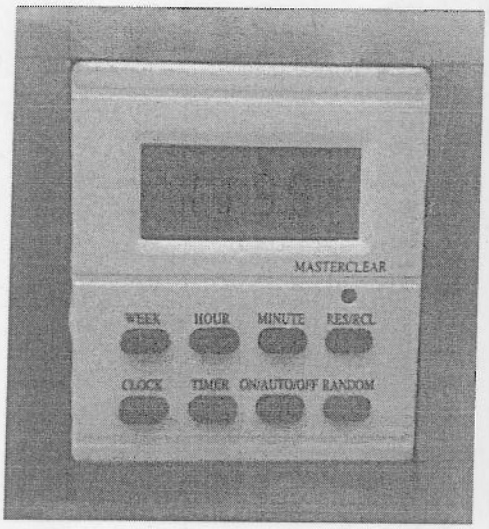
รูปที่ 3-2 ลักษณะของถังบรรจุอาหาร

3.2 การทดลองเครื่องให้อาหารสุนัขแบบอัตโนมัติ

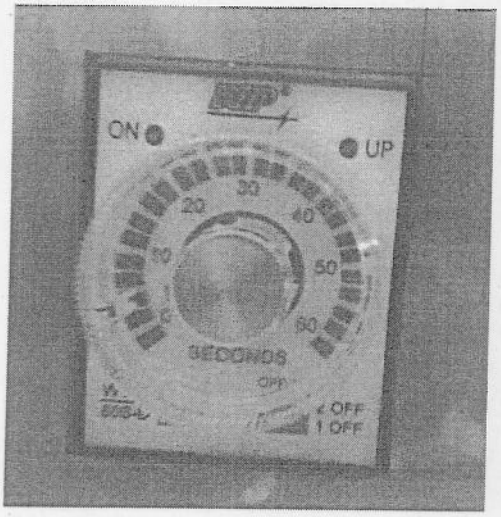
เมื่อทำการออกแบบและสร้างเครื่องเสร็จแล้วก็นำเครื่องมาทำการทดลองดังนี้



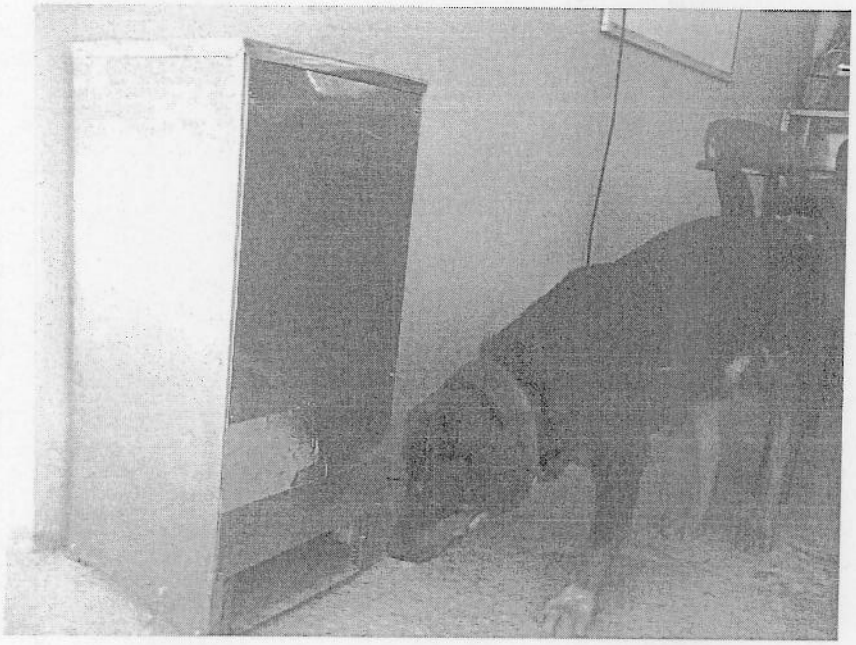
รูปที่ 3-3 ลักษณะถังบรรจุอาหารที่สร้างสำเร็จแล้ว



รูปที่ 3-4 ลักษณะตัวตั้งเวลาอัตโนมัติ



รูปที่ 3-5 ลักษณะตัวกำหนดปริมาณของอาหาร



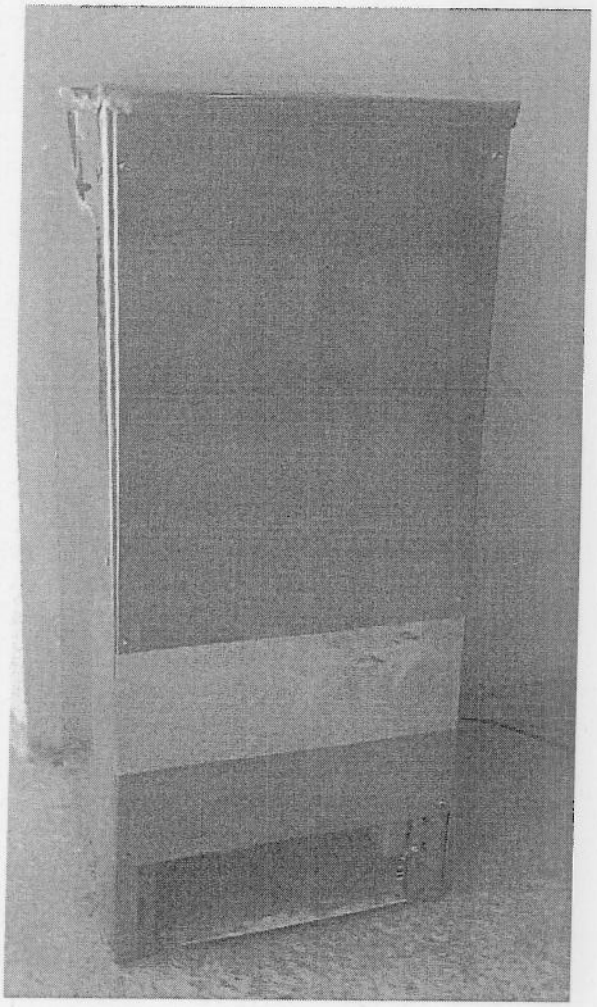
รูปที่ 3-6 การทดลองฝึกให้สุนัขสัมผัสถาดอาหาร

เมื่อทดลองตั้งเวลาและกำหนดปริมาณการให้อาหาร จากนั้นได้ให้สุนัขสัมผัสถาดอาหาร ได้สังเกตเห็นว่าสุนัขมีความสนใจและจดจ่อกับถาดสัมผัสอาหาร และรอรับอาหารที่จะออกมา

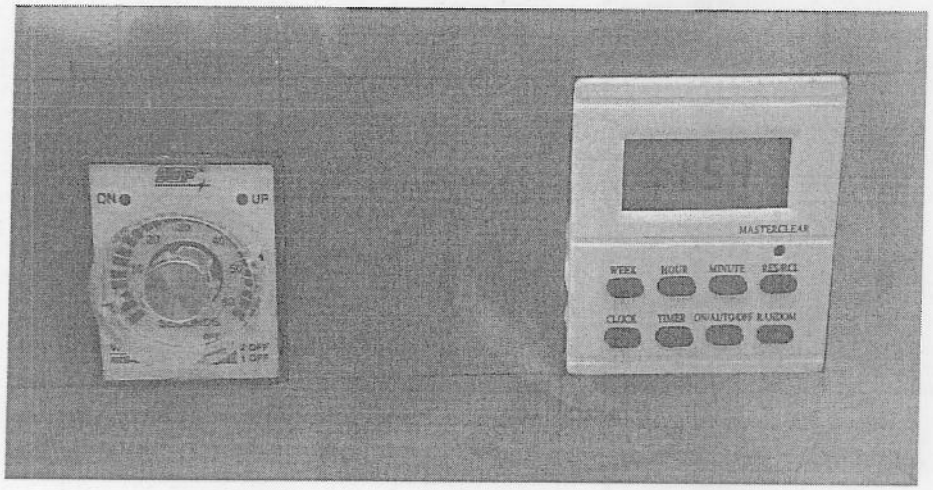
บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 การสร้างเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติ

จากการสร้างเครื่องให้อาหารสุนัขแบบอัตโนมัติ ได้ถังบรรจุอาหารสุนัขมีรูปทรงสี่เหลี่ยม ได้ผลดังรูปที่ 4-1

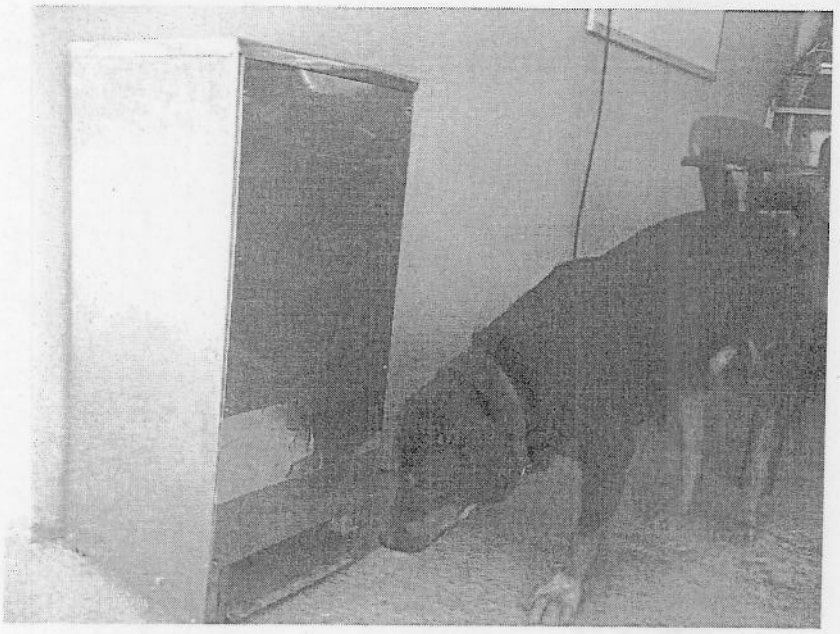


รูปที่ 4-1 ถังบรรจุอาหารสุนัขรูปทรงสี่เหลี่ยม

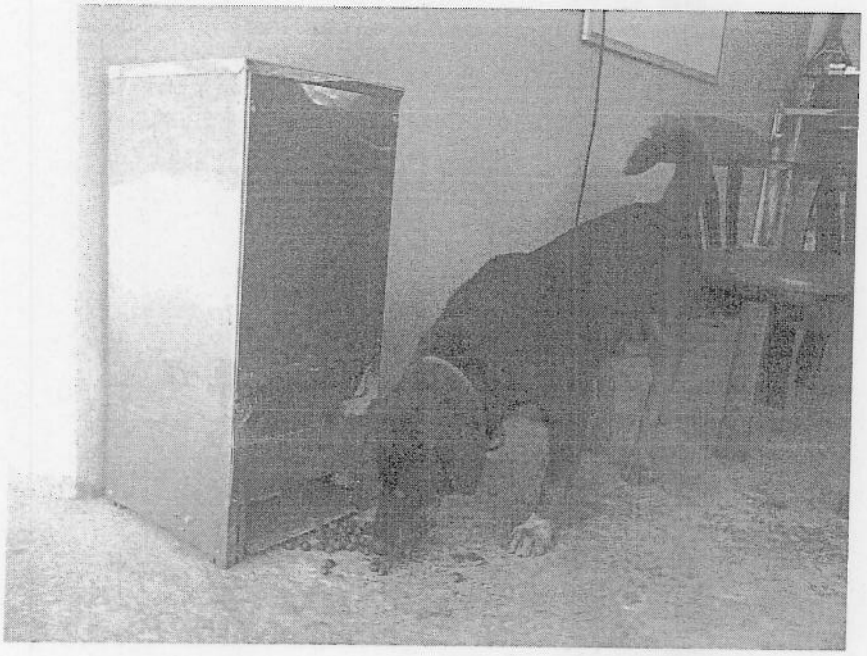


(ก) (ข)

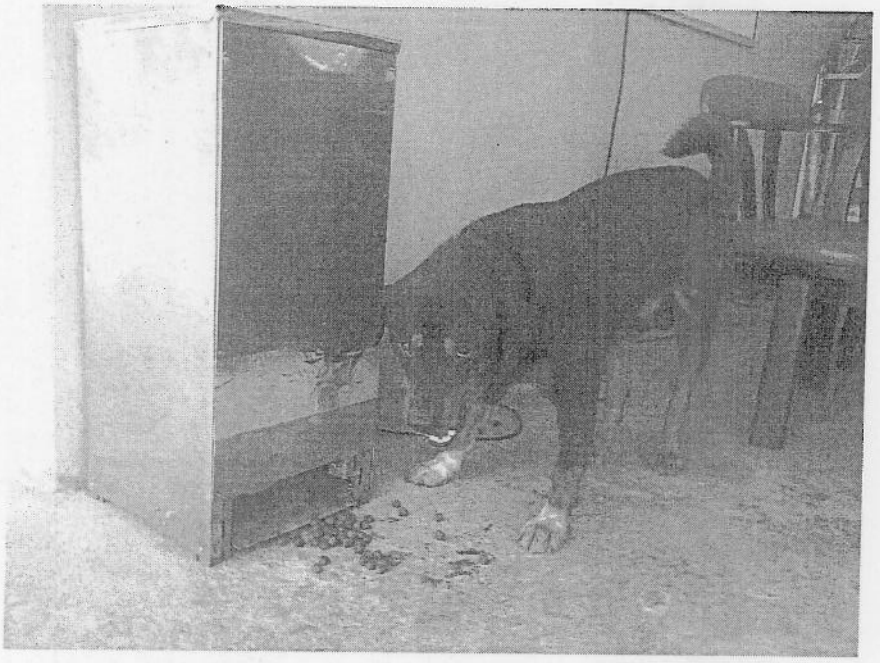
รูปที่ 4-2 (ก) การกำหนดปริมาณอาหารสุนัข
(ข) การกำหนดเวลาการให้อาหารสุนัข



รูปที่ 4-3 สุนัขมารับอาหารในเวลาที่กำหนดไว้



รูปที่ 4-4 เมื่อสุนัขสัมผัสถาดอาหาร



รูปที่ 4-5 ลักษณะของอาหารออกมาในปริมาณและเวลาที่กำหนด

4.2 การทดสอบปริมาณการจ่ายอาหาร

ในการทดลองนี้ทำการทดสอบปริมาณการจ่ายอาหารแต่ละครั้ง โดยทำการตั้งเวลาในการจ่ายอาหารเพื่อดูปริมาณการจ่ายว่าครอบคลุมปริมาณที่ต้องการหรือไม่ ได้ดังนี้

ตาราง 4-1 ผลการทดลองค่าปริมาณการจ่ายอาหาร

เวลาในการจ่ายอาหาร (วินาที)	ปริมาณ (กรัม)	ปริมาณเฉลี่ย (กรัม)
10	112	114.3
	115	
	116	
20	244	242.3
	229	
	254	
30	302	309
	318	
	307	
40	488	506
	520	
	510	
50	659	643.6
	622	
	650	
60	743	744.6
	769	
	722	

4.3 ผลที่ได้จากการสร้างเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติ

เมื่อเครื่องให้อาหารสุนัขแบบอัตโนมัติได้สร้างสำเร็จ จะได้ผลดังนี้

1. สามารถกำหนดจำนวนครั้งให้อาหารสุนัขต่อวันได้
2. ประหยัดเวลาในการให้อาหารสุนัข
3. สุนัขได้รับอาหารในปริมาณที่กำหนด
4. ผู้ดูแลสุนัขสามารถทำอย่างอื่นได้ ในขณะที่สุนัขได้รับอาหาร
5. ถังเก็บอาหารสามารถเก็บได้ในปริมาณที่มากและเก็บอาหารได้นาน ไม่มีความชื้น
6. จัดวางสะดวก เนื่องจากเป็นถังสี่เหลี่ยม

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการสร้างเครื่องให้อาหารสุนัขแบบอัตโนมัติ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. สามารถประหยัดเวลาในการดูแลการให้อาหารสุนัข
2. ป้องการการลืมในการให้อาหารสุนัข
3. ทำให้ผู้ดูแลสุนัขสะดวกสบายในการเลี้ยงสุนัข

5.2 ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์ในการวิจัยต่อไป

การสร้างเครื่องให้อาหารสุนัขแบบอัตโนมัติครั้งนี้ ผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของการให้อาหารสุนัข ซึ่งผู้ดูแลสุนัขมักมีความรีบเร่งทำกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งอาจทำให้ลืมกิจกรรมการดูแลเอาใจใส่สัตว์เลี้ยง แม้กระทั่งการลืมให้อาหารสัตว์ ที่จะส่งผลให้สัตว์เลี้ยงเกิดอาการหิวจนทำให้เกิดพฤติกรรมก้าวร้าวและเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ ดังนั้นเครื่องให้อาหารสุนัขแบบอัตโนมัติสามารถช่วยให้ผู้เลี้ยงได้ใช้ประโยชน์จากเครื่องดังกล่าวได้สูงสุด และมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. เครื่องให้อาหารสุนัขแบบอัตโนมัตินี้ มีข้อจำกัดในเรื่องของการที่สุนัขจะมารับอาหารได้นั้น จะต้องใช้เวลาในการฝึกสุนัขให้รู้จักและคุ้นชินกับเครื่องดังกล่าวเสียก่อน เนื่องจากอาหารที่ออกมานั้นเกิดจากการที่สุนัขจะต้องสัมผัสกับถาดรับอาหารก่อน อาหารจึงจะออกมา

2. พบว่าขนาดของถาดรับอาหาร มีขนาดเล็กเกินไป เมื่ออาหารออกมาก็จะอยู่ตรงพื้น และดูไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย ซึ่งพื้นที่ที่รับอาหารอาจจะไม่สะอาดสำหรับให้สุนัขกิน

3. เนื่องจากถังบรรจุอาหารไม่สามารถกันความชื้นได้ จึงทำให้อาหารสัตว์เกิดความชื้นและทำให้เกิดการติดขัดบ้างในบางครั้ง จึงควรปรับปรุงในส่วนนี้ด้วยในการพัฒนาต่อไป

บรรณานุกรม

วรทธิ์ อึ้งภากรณ์. การออกแบบเครื่องจักรกล 2. กรุงเทพ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2539.

พรจิต ประทุมสุวรรณ. พื้นฐานหุ่นยนต์และเครื่องจักรกลอัตโนมัติ. กรุงเทพ : เรือนแก้วการพิมพ์, 2542.

อำพล ซื่อตรง , ชิ้นส่วนเครื่องกล, กรุงเทพ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2536.