ปีการศึกษา 2533

เครื่องขนถ่ายข้าวจากกองชั้นรถ

โดย

นาย สราวุธ เบญจวิญญู

นาย สุพัฒน์ พิพิธวรรณ

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ พิชิต กิตตินนท์

อาจารย์ ทรงวุฒิ แสงจันทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสาร สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้

027926

18 ก.ค. 2534

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2533

ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องขนถ่ายข้าวจากกองขึ้นรถ

ผู้จัดทำ

1. นาย สราวุธ เบญจวิญญู

2. นาย สุพัฒน์ พินิธวรรณ

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(นาย พิชิต กิตตินนท์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(นาย ทรงวุฒิ แสงจันทร์)

เลขหมู่ T 33093 ส3

เลขทะเบียน 027926

วัน, เดือน, ปี 19 ส.ค. 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

027926

เครื่องขนข้าวจากกองขึ้นรถ

สราวุธ เบญจวิญญู
สุพัฒน์ พิพิธวรรณ
อ.พิชิต กิตตินนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.ทรงวุฒิ แสงจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2533

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้เรียบเรียงขึ้นจากผลงานการประดิษฐ์เครื่องขนถ่ายข้าวจากกองขึ้นรถ โดยใช้ระบบขนถ่ายวัตถุด้วยแรงลมเป็นหลักในการออกแบบ โดยเน้นให้สามารถปฏิบัติงานได้สะดวก ราคาถูก การทำงานของเครื่องแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนระบบสูญญากาศ
2. ส่วนระบบความดัน

เครื่องขนถ่ายข้าวจากกองขึ้นรถนี้ ประกอบไปด้วย ชุดโรตารี่ ฟีดเดอร์(Rotary Feeder) , ถังแยกเมล็ดออกจากลมที่ใช้ลำเลียง , โบลว์เวอร์(blower) ขนาด 3 แรงม้า , โครงสร้างหลักที่ใช้ยึดชุดถังแยกและตัวโบลว์เวอร์เข้าด้วยกัน , ระบบท่อดูด(ท่อยางอ่อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใน 2.5 นิ้ว) , ระบบท่อนำอากาศออกจากถัง(ท่อ พีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว) และระบบท่อส่งออกไป ด้วยลมจากโบลว์เวอร์(ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้ว) สำหรับการคำนวณในการสร้าง หลักการทำงานของเครื่อง และผลการทดสอบได้รวบรวมไว้ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RICE - CONVEYING MACHINE

SARAWUT BENJAWINYU

SUPAT PIPITTAWAN

PICHIT KITTINON ADVISOR

SONGWUT SANGJAN ADVISOR

1990

ABSTRACT

Pneumatic conveying is mainly in the design of Rice-Conveying Machine based on feasibility and low cost. In this machine, there are two parts : negative pressure part and positive pressure part. It contains rotary feeder set , gravity settling chamber , 3 horse power blower , structure connecting gravity settling chamber and blower , sucking system (used 2.5 inches inside-diameter tube) , exhausting system (used 4 inches diameter PVC tube) and blowing system (used 5 inches diameter tube).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้าที่
บทคัดย่อ		(ก)
Abstract		(ข)
สารบัญ		(ค)
สารบัญภาพ		(ง)
สารบัญตาราง		(จ)
จุดประสงค์		(ฉ)
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ทฤษฎีและหลักการ	2
	ชนิดของระบบลำเลียง	2
	กลศาสตร์การขนถ่ายวัตถุด้วยของไหล	7
บทที่ 3	การคำนวนและการสร้าง	16
	การคำนวน	16
	ขั้นตอนการสร้างเครื่อง	29
บทที่ 4	การทดสอบและผลการทดลอง	34
	วิธีการทดลอง	34
	ขั้นตอนและผลการทดลอง	35
	การทดลองพิเศษ	41
	สิ่งที่ควรพัฒนาต่อไปในอนาคต	45
บทที่ 5	บทวิจารณ์และสรุป	46
	ปัญหาที่พบในการทำงาน	47
	ภาคผนวก	53
	กิตติกรรมประกาศ	73
	เอกสารอ้างอิง	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
1	เครื่องขนข้าวจากกองขึ้นรถ	55
2	ชุดโครงสร้างหลัก	55
3,4	ชุดท่อนำอากาศออกจากตัวถัง	56
5	ใบโบวล์เวอร์(Blower)	57
6	ชุดปากทางเข้าโบวล์เวอร์ด้านใน	57
7	การวัดความเร็วลมที่ท่อทางดูดด้านติดกับถัง	58
8	การวัดความเร็วลมที่ปากท่อทางดูด	58
9	การทดลองดูดเมล็ดข้าว	59
10.1	การทดสอบพิเศษ เมื่อต่อท่อทางด้านเป่าของโบลว์เวอร์	59
10.2	การทดสอบพิเศษ เมื่อต่อท่อทางด้านเป่าของโบลว์เวอร์	60
11	ภาพแสดงอุปกรณ์แยกวัตถุออกจากอากาศ	61
12	ภาพแสดงการหมุนวนของของผสมในไซโคลน	61
13	ภาพแสดงห้องแยกวัตถุโดยใช้แรงโน้มถ่วง	62
14	ภาพแสดงหัวดูดวัตถุของระบบสูญญากาศ	62
15	ภาพแสดงการออกแบบถังไซโคลนแบบต่างๆ	63
16	ภาพแสดงสัดส่วนของส่วนต่างๆของถังไซโคลน	63
17	ภาพแสดงการขนถ่ายวัตถุในระบบความดันต่ำ	64
18	ภาพแสดงการขนถ่ายของระบบความดัน โดยมีจุดเข้า-ออกของวัตถุหลายจุด	64
19	ภาพแสดงการขนถ่ายวัตถุในระบบสูญญากาศ	65
20	ภาพแสดงการขนถ่ายวัตถุ โดยใช้การรวม 2 ระบบเข้าด้วยกัน	65
21	ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์ป้อนวัตถุกับช่วงความดันที่ใช้งาน	66
22	ภาพแสดงโรตารี่ วาล์ว (Rotary Valve)	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
23	ภาพแสดงใบของโรตารี่	67
24	ภาพแสดงค่า Wetted Perimeter	67

กราฟที่		หน้า
1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมดูดกับความยาวของปากทางออกโบลว์เวอร์	42
2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมดูดกับความยาวของท่อดูด	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตารางแสดงคุณสมบัติต่างๆของข้าว	54

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของการสร้างเครื่องขนข้าวจากกองขึ้นรถ

1. เพื่อใช้ทดแทนแรงงานคนที่ขาดแคลน
2. ให้มีขนาดไม่ใหญ่นัก
3. สามารถเคลื่อนย้ายไปในที่ต่าง ๆ ได้สะดวก
4. การใช้งานไม่ควรซับซ้อนยุ่งยาก
5. ราคาต้นทุนไม่สูงนัก
6. สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องโดยใช้คนเพียง 1-2 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ประเทศไทยแต่เดิมเป็นประเทศเกษตรกรรม ซึ่งการเพาะปลูกของเกษตรกรในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศได้ใช้ไปในการปลูกข้าว ทำให้ประเทศไทยสามารถส่งผลผลิตข้าวออกเป็นจำนวนมากจนติดอันดับโลก การเก็บเกี่ยวข้าวจะทำกันประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม ข้าวเปลือกเมื่อเก็บเกี่ยวเสร็จ ก็จะนำมานวดเพื่อแยกเมล็ดข้าวออกจากรวงข้าว จากนั้นก็จะถูกนำมากองรวมกันไว้บนลาน เพื่อตากแดดลดความชื้น และรอการส่งไปยังโรงสี ซึ่งขั้นตอนนี้ต้องใช้แรงงานคนในการขนข้าวที่กองรวมกันอยู่ขึ้นมารถ เพื่อขนไปยังโรงสีต่อไป จะเห็นว่าการขนย้ายข้าวสารในอดีตจะต้องใช้คนเป็นจำนวนมาก เพื่อที่จะขนย้ายข้าวให้ได้ปริมาณมากและรวดเร็ว แต่ในปัจจุบัน ประเทศไทยได้พัฒนาขึ้นและเน้นการพัฒนาประเทศไปทางด้านอุตสาหกรรม มีการตั้งโรงงานเพื่อแปรรูปและผลิตสินค้าขึ้นมาก ทำให้แรงงานในชนบทหลั่งไหลเข้ามาทำงานในโรงงาน เนื่องจากค่าแรงงานค่อนข้างสูงและรายได้ค่อนข้างแน่นอน ดังนั้น เมื่อถึงฤดูเก็บเกี่ยวข้าวจึงเกิดปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่ใช้ในการขนย้ายข้าว อีกทั้งค่าจ้างแรงงานก็สูงขึ้น ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายอย่างมากในการขนย้ายข้าวแต่ละครั้ง

จากปัญหาดังกล่าว ทำให้มีความคิดว่าควรจะมีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการขนถ่ายข้าวเปลือก เพื่อทดแทนแรงงานคนที่ขาดไป และให้มีประสิทธิภาพทัดเทียมหรือดีกว่าการใช้แรงงานคน และต้องมีขนาดไม่ใหญ่นัก เพื่อที่จะสามารถเคลื่อนย้ายไปยังที่ต่างๆได้สะดวก ราคาต้นทุนไม่แพงนัก และในการใช้งานควรไม่ซับซ้อนยุ่งยาก

ในการออกแบบการทำงานของเครื่องมือดังกล่าว จะใช้ลมเป็นตัวขนถ่ายข้าวโดยเครื่องมือชิ้นนี้จะประกอบด้วยระบบท่อดูด-ท่อส่ง ถังแยกเมล็ดออกจากลม โบลว์เวอร์ การทำงานของเครื่องจะเริ่มจากการใช้ท่อดูด ดูดข้าวที่กองไว้ แล้วข้าวจะถูกลำเลียงไปตามท่อโดยแรงลมดูด เมื่อข้าวถูกลำเลียงมาถึงถังแยก เมล็ดข้าวก็จะตกลงยังโรตารี ฟีดเดอร์ ซึ่งติดตั้งไว้ทางด้านล่างของถังแยกและจะผ่านโรตารี ฟีดเดอร์ โดยการหมุนของใบพัดของโรตารีเมื่อข้าวผ่านตัวโรตารีมาแล้ว ก็จะตกลงสู่ท่อส่งและถูกลมจากโบลว์เวอร์ตัวเดียวกันเป่าขึ้นรถต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

การขนถ่ายวัตถุด้วยลม

(PNEUMATIC CONVEYING)

ระบบการขนถ่ายด้วยลม เป็นระบบการขนถ่ายเบื้องต้นและเป็นที่รู้จักกันดีในการใช้ขนถ่ายวัตถุ ที่มีลักษณะเป็นผงละเอียดและเป็นเมล็ด ส่วนประกอบของระบบนี้ประกอบไปด้วย แก๊สที่อัดตัว ซึ่งโดยมากจะใช้อากาศ อุปกรณ์สำหรับป้อนวัตถุเข้าสู่ระบบ ระบบท่อลำเลียง อุปกรณ์แยกวัตถุออกจากแก๊สที่ใช้ลำเลียง ด้วยวิธีนี้วัตถุสามารถลำเลียงไปได้เป็นระยะทางหลายร้อยเมตร ในระบบลำเลียงด้วยลมนี้ เราสามารถป้อนวัตถุจากหลายๆจุดเข้าสู่เส้นทางลำเลียงเส้นทางเดียวกันได้ และสามารถแยกเอาวัตถุที่ลำเลียงมาในเส้นทางลำเลียงเส้นเดียวออกสู่ถังเก็บหลายๆถังได้

ในโรงงานอุตสาหกรรมมีการนำระบบนี้ไปใช้อย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับการเกษตร, เคมี, เภสัชกรรม, สี โดยเฉพาะทางการเกษตรสามารถลำเลียงวัตถุ เช่น ข้าว เมล็ดพืช ได้เป็นปริมาณหลายตัน

ชนิดของระบบลำเลียง

1. ระบบความดันต่ำ (Simple Positive Pressure System)

เป็นระบบที่นิยมใช้กันอย่างมาก มากกว่าระบบอื่นๆ ระบบนี้ใช้ลมจากพัดลมหรือโบวล์เวอร์ (Blowers) ที่มี อัตราความดันสูงสุด ต่ำกว่า 1 บาร์เกจ (201.3 kN/m^2) ในการลำเลียง หากวัตถุถูกลำเลียงในลักษณะลอยไปกับอากาศผ่านท่อลำเลียง จะสามารถลำเลียงวัตถุไปได้ในระยะทางที่ไกลๆได้ แต่ถ้าหากวัตถุถูกลำเลียงไปในลักษณะลื่นไถลไปกับผิวของท่อลำเลียง ก็จะลำเลียงได้ในระยะทางที่สั้นกว่า

การทำงานของระบบนี้ทำงานได้โดยพัดลมหรือ โบวล์เวอร์เป่าลมเข้าสู่ระบบท่อลำเลียง จากนั้นวัตถุที่ต้องการลำเลียงก็จะถูกป้อนเข้าสู่ระบบท่อลำเลียง วัตถุก็จะถูกลำเลียงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พร้อมกับอากาศตามท่อลำเลียงและจะถูกแยกออกจากอากาศเมื่อถึงปลายทาง

2.ระบบสุญญากาศ (Simple Negative Pressure System)

เป็นการขนถ่ายโดยการใช้ลมดูดจากด้านดูดของโบวล์เวอร์หรือพัดลม ตัวอย่างที่พบเห็นกันอยู่ทั่วไป คือ การใช้เครื่องดูดฝุ่นภายในบ้านเรือน แต่การขนถ่ายแบบนี้จะขนถ่ายได้ในจำนวนและระยะทางน้อยกว่าการขนถ่ายแบบ ระบบความดันต่ำ

การขนถ่ายแบบ ระบบสุญญากาศนี้ มีส่วนประกอบเหมือนกับระบบความดันต่ำ กล่าวคือ มีอุปกรณ์ป้อนวัตถุเข้าสู่ระบบลำเลียง และอุปกรณ์แยกวัตถุออกจากอากาศ แต่ที่มีเพิ่มเติมขึ้นมา ก็คือ จะต้องแยกวัตถุออกจากอากาศให้เด็ดขาด จะต้องไม่มีวัตถุเหลือรอดออกไปสู่ช่องระบายอากาศ (Exhauster)ได้

3.ระบบความดันรวม(Combine Negative and Positive Pressure System)

ระบบนี้เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า "ระบบดึง-ผลัก(pull-Push System)"หรือ"ระบบดูดเป่า(Suck-Blow System)"เป็นการขนถ่ายวัตถุ โดยใช้การทำงานร่วมกันทั้งด้านดูดและด้านเป่าของพัดลมหรือ โบวล์เวอร์เพียงตัวเดียว การขนถ่ายแบบนี้สามารถนำไปใช้กับงานที่มีจุดป้อนวัตถุเข้า และออกจากระบบหลายๆจุดได้ทั้งยังเป็นการเพิ่มระยะทางลำเลียงของระบบสุญญากาศอีกด้วย

ข้อควรระวังในการคำนวณกำลังขับของมอเตอร์ คือ กำลังขับของระบบจะถูกแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ กำลังที่ใช้ขับส่วน ระบบความดันต่ำ และกำลังที่ใช้ขับส่วน ระบบสุญญากาศ และการป้องกัน การสูญเสียความดันผ่าน โรตารี่ วาล์ว (Rotary valve) จะต้องให้มีการสูญเสีย น้อยที่สุดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลำเลียง

ท่อดูด (Suction Nozzles)

ท่อดูด เป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งของระบบสุญญากาศ โดยปากทางเข้านี้จะใช้ในการดูดวัตถุเข้าสู่ท่อลำเลียง เพื่อป้องกันการเกิดการอุดตันที่ปากทางเข้าของท่อดูด จึงมีการออกแบบปากท่อที่ใช้ดูดวัตถุตามรูป 4 ซึ่งประกอบด้วยปลอกช่องทางเข้าของอากาศช่องที่ 1(Primary

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

air inlet) ช่องทางเข้าของอากาศช่องที่ 2(Secondary air inlet) โดยทางเข้าของอากาศช่องที่ 1 จะอยู่บริเวณตอนปลายของท่อดูดห่างจากปลายท่อดูดเป็นระยะ a โดยระยะ a นี้จะต้องมีความยาวพอที่จะแน่ใจว่าจะไม่ถูกกลบโดยวัตถุเมื่อนำไปใช้งาน เช่น เมื่อนำไปใช้ในการขนถ่ายข้าวโดยเสียบท่อดูดเข้าไปในกองข้าว และช่องทางเข้าของอากาศช่องที่ 2 จะอยู่ ณ ที่ใดที่หนึ่งบนท่อลำเลียง เพื่อให้อากาศส่วนที่เข้าที่ช่องนี้ ช่วยในการลำเลียงวัตถุขณะเคลื่อนไหลอยู่ภายในท่อ ทั้งนี้ปริมาณอากาศที่ใช้ลำเลียงหลักจะต้องพอเพียงด้วย

<u>การแยกวัตถุออกจากอากาศลำเลียง</u>

ห้องแยกวัตถุโดยแรงโน้มถ่วง (Gravity Settling Chamber)

เป็นการแยกวัตถุออกจากอากาศที่ใช้ลำเลียงอย่างง่ายที่สุดโดยเมื่อ ของผสม(วัตถุและอากาศ) ไหลผ่านมาตามท่อด้วยอัตราไหลคงที่ เมื่อไหลผ่านมาถึงห้องที่ใช้แยกของผสมความเร็วของวัตถุจะลดลง

จากสมการ

$$Q = V*A$$

Q : อัตราการไหล

V : ความเร็วของวัตถุ

A : พื้นที่ตัดขวางที่วัตถุไหลผ่าน

จากสมการจะเห็นว่า ในอัตราการไหลคงที่ ถ้าพื้นที่ตัดขวางที่วัตถุไหลผ่านเพิ่มขึ้น ความเร็วจะลดลง ดังนั้น เมื่อวัตถุไหลมาถึงห้องแยก วัตถุก็จะตกลงสู่ด้านล่างโดยแรงโน้มถ่วงโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 13b เป็นการปรับปรุงรูปที่ 13a โดยการติดแผ่นกรองทำมุมเอียงกับเส้นทางการไหลของของไหล ในการออกแบบห้องแยกวัตถุแบบนี้ จะต้องออกแบบให้ช่องทางเข้าของของไหลกับช่องระบายอากาศอยู่ห่างกันที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อป้องกันไม่ให้วัตถุติดไปกับอากาศที่ระบายออกไป และภายในห้องแยกนี้อากาศจะถูกลดความเร็วลงเหลือประมาณ 3 m/s(10 f/s) หรือน้อยกว่านี้

ถังแยกแบบไซโคลน (Cyclone Separator)

ถังแยกแบบไซโคลน ใช้แยกวัตถุที่มีขนาดละเอียดถึงขนาดกลาง ในถังแยกแบบไซโคลน จะแยกวัตถุออกจากอากาศที่ใช้ลำเลียงโดยการทำให้ของผสมไหลเข้ามาหมุนวนตามรูป12 วัตถุจะถูกแยกออกจากอากาศ และตกลงสู่ด้านล่างด้วยแรงเหวี่ยงและน้ำหนักของตัวมันเอง และการออกแบบถังแยกแบบไซโคลน แสดงในรูป 12

ในถังแยกแบบไซโคลน ประสิทธิภาพการแยกวัตถุออกจากอากาศที่ใช้ลำเลียงขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างความหนาแน่นของแก๊สที่ใช้ลำเลียงกับวัตถุที่ถูกลำเลียง ปริมาณวัตถุที่ไหลเข้ามากับอากาศ ความเร็วของแก๊สที่เข้าไซโคลน และขนาดของไซโคลนเอง ขนาดของวัตถุที่เล็กที่สุดที่จะแยกได้คือ 10 μm

ในกรณีที่ใช้งาน ในการขนถ่ายที่มีความเร็วของอากาศเข้าสูงๆประมาณ 30 m/s จะประสบปัญหาถ้าวัตถุที่ถูกลำเลียงมีความคม

โรตารี่ วาล์ว (Rotary valves)

โรตารี่ วาล์ว โดยโครงสร้างจะประกอบไปด้วย ใบพัดที่ติดตั้งอยู่บนแกนเพลาดัง แสดงในรูป22 วัตถุจะตกลงอย่างอิสระลงบนทางเข้าของตัวหมุน (rotor) จากนั้นใบพัดก็จะหมุนไปตามแรงขับของมอเตอร์โดย โรตารี่ วาล์ว จะถูกติดตั้งอยู่ด้านล่างของห้องแยกเมื่อวัตถุผ่าน Rotary valve ก็จะออกจากห้องแยกด้วย วัตถุจะตกลงสู่ด้านล่างเพื่อนำไปใช้หรือเพื่อใช้ในการลำเลียงต่อไป

การใช้ โรตารี่ วาล์ว สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ การที่วัตถุจะถูกแรงเฉือนจากการหมุนของใบพัดอาจทำให้วัตถุเกิดการแตกหักเสียหาย ดังนั้น เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายอันเนื่องมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสาเหตุนี้จึงมีการปรับปรุง โรตารี่ วาล์ว โดยปรับช่องทางไหลเข้าของวัตถุให้มีมุมเอียง ดังรูป 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลศาสตร์การขนถ่ายวัตถุด้วยของไหล (MECHANICS OF FLUID TRANSPORT)

ความสามารถในการขนถ่ายของระบบการลำเลียงด้วยของไหลแสดงได้โดยสมการ

$$T = a*s*v$$

a : พื้นที่เฉลี่ยของวัตถุ

s : ความหนาแน่นของวัตถุ (Solids Density)

v : ความเร็วในการเคลื่อนที่

วอลูเมตริก คอนเซนเตรชั่น (volumetric concentration c)

$$c = a/A$$

A : พื้นที่ทั้งหมดของท่อ

ความเร็วของของผสม (v)

$$v = k \sqrt{d((s-r)/r)} \qquad (m/s)$$

k : ค่าคงที่ประมาณ 3 หรือ 4 ขึ้นอยู่กับความละเอียดของวัตถุที่ขนถ่าย

d : เส้นผ่านศูนย์กลางท่อที่ใช้ลำเลียง (m)

s : ค่าความหนาแน่นของวัตถุที่ขนถ่าย

r : ค่าความหนาแน่นของของไหลที่ใช้ขนถ่าย (Fluid Density)

สำหรับท่อที่มีขนาดมากกว่า 0.5 m ค่า d ที่ใช้จะใช้เท่ากับ 0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทำงานของการขนถ่ายด้วยลม ทั้งระบบที่ใช้แรงดันของอากาศและระบบที่ใช้การดูดวัตถุติดเข้ามากับอากาศ จะมีความแตกต่างของความดันระหว่างจุดที่วัตถุเข้าและออกเพื่อที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนไหลของอากาศผ่านเข้าสู่ระบบ โดย

$$\Delta P = P_i - P_o$$

P_i : ความดันของอากาศตอนเข้า (inlet pressure)

P_o : ความดันของอากาศตอนออก (outlet pressure)

การเกิดความแตกต่างของความดันเกิดขึ้นเพราะ ความเสียดทานระหว่างของไหลกับผนังท่อลำเลียง, ความเสียดทานระหว่างวัตถุที่ถูกลำเลียงกับผนังท่อลำเลียง, ความดันเนื่องจากการเพิ่มพลังงานเพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ของวัตถุและของไหล

กำลังงานที่ต้องการใช้ในการขับระบบ หาได้จาก

$$W = P*A*v$$

ซึ่งสามารถเขียนได้เป็น

$$W = P*Q$$

โดย $Q = A*V$

Q : อัตราการไหลรวมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังที่ต้องการสำหรับของไหล จะได้จากปั๊ม (pump) หรือพัดลม (fan) กำลังที่ใช้ขับมอเตอร์ จะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของปั๊มหรือพัดลม ซึ่งจะมีค่าประมาณ 75% และประสิทธิภาพรวมของทั้งปั๊มและมอเตอร์เท่ากับ 66.7%

ความแตกต่างของความดัน เกิดจาก 4 ส่วนหลัก คือ

1. ความดันที่เสียไปเนื่องจากความเสียดทานระหว่างของไหลกับผนังท่อ
2. ความดันที่เสียไปเนื่องจากความเสียดทานระหว่างวัตถุที่ขนถ่ายกับผนังท่อ
3. ความดันที่เสียไปเพื่อเพิ่มพลังงานศักย์ให้แก่วัตถุและของไหล
4. ความดันที่เสียไปเพื่อเพิ่มพลังงานจลน์ให้แก่วัตถุและของไหล

สำหรับส่วนประกอบอื่นๆ ซึ่งเป็นการพิจารณาโดยละเอียดจะถูกตัดทิ้งไป แต่ในบางกรณี การพิจารณาโดยละเอียดก็มีความสำคัญ เช่น พลังงาน มักจะเกี่ยวพันกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ซึ่งจะเกี่ยวกับการขนถ่ายวัสดุโดยใช้อากาศ แต่ในส่วนใหญ่ อุณหภูมิสามารถถูกละเว้นในการนำมาพิจารณาได้

1. แรงเสียดทานระหว่างของไหลกับผนังท่อ

ในสภาวะคงที่ แรงเสียดทานที่กระทำกับผนังของท่อ หรือทางลำเลียงสามารถทำให้สมดุลย์ได้ (balanced) ได้ โดยความดันที่กระทำกับพื้นที่ทั้งหมดของท่อ

ถ้า p_f คือ ความดันที่สมดุลย์กับแรงเสียดทานของของไหล

และ A คือ พื้นที่ตัดขวางของของไหลในท่อหรือเส้นทางลำเลียง

จะได้ว่า

แรงขับดัน (DRIVING FORCE) = $N_f = A*P_f$

ในการคำนวณ ค่า A จะเป็นพื้นที่เต็มเสมอแม้ว่าพื้นที่ตัดขวาง (cross-section) ของของผสมจะมีวัสดุที่ใช้ขนถ่ายเพียงบางส่วน เพราะว่าความดันจะทำเต็มพื้นที่ทั้งหมด

แรงเสียดทาน จะขึ้นอยู่กับ พื้นที่ที่ท่อสัมผัสกับของไหล ซึ่งหาได้จากการนำเอา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

027926

ความยาวของเส้นทางลำเลียงคูณกับ "wetted perimeter" ซึ่งค่า "wetted perimeter" (P) สำหรับพื้นที่หน้าตัดของเส้นทางลำเลียงบางแบบ ดูได้จากรูป 24

ถ้าการไหลเป็น turbulent ค่าแรงเสียดทานของของไหล สามารถหาได้จากการทดลอง ซึ่งขึ้นอยู่กับพลังงานจลน์ของของไหล ดังนั้น จึงขึ้นกับความเร็วของของไหลด้วย แรงเสียดทานของของไหล จะขึ้นอยู่กับสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน "f" ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างวัสดุ

ถ้า ความหนาแน่นของของไหล (r) ค่าพลังงานจลน์ของของไหลจะเป็นสัดส่วนกับ $rv^2/2$ และแรงเสียดทานสามารถเขียนได้เป็น

$$N_f = f*l*p*r*(v^2/2)$$

โดย l : ระยะทางของท่อลำเลียง

แต่ $N_f = A*P_f$, $P_f = N_f/A$

ดังนั้น $$P_f = (f*l/(A/P))*(r*v^2/2)$$

ค่า A/P สามารถแทนด้วยค่า m (hydraulic mean radius) ดังนั้น จะได้

$$P_f = (f*l/m)*(r*(v^2/2)$$

และสามารถเขียนในรูปของ

$$P_f/(r*g) = (f*l/m) * (v^2/2g)$$

$$= h_f = \text{head loss due to friction (m)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับท่อกลม

$$m = A/P = ((\pi * d^2)/4) * (1/(\pi * d)) = d/4$$

ค่า head loss ของท่อกลม

$$h_f = (4 * f * l/d) * (v^2/2g)$$

ซึ่งสูตรนี้จะพิจารณาว่าเป็น ของไหลเพียงอย่างเดียว (pure fluid) และเป็นที่รู้จักกันในชื่อ D'ArcyFormula

$$P_f = (f * l/m) * (r * v^2/2)$$

ซึ่งสามารถใช้ได้เฉพาะกับท่อที่มีการไหลเต็ม (flowing full)

ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน f ในสูตรจะใช้ประมาณ 0.002 - 0.01 ขึ้นอยู่กับขนาดและลักษณะผิวของเส้นทางลำเลียง ค่าที่นิยมใช้ คือ 0.005

ค่า l ที่ใช้ในสูตรจะต้องเป็นความยาวสมมูล (equivalent length) ซึ่งจะต้องบวกความยาวที่เพิ่มขึ้นจากการโค้งของท่อเข้าไปกับความยาวทางตรงของท่อด้วย

โดยความยาวที่เพิ่มขึ้นจากการโค้งของท่อ หาได้จาก 6*d

d : เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ

และ เท่ากับ 60d สำหรับการโค้งงอเป็นมุมแหลม

2. แรงเสียดทานระหว่างวัตถุที่ขนถ่ายกับผนังท่อ

ในการขนถ่าย วัตถุบางส่วนจะสัมผัสกับผิวของท่อลำเลียง แต่น้ำหนักของวัตถุจะลดลงเพราะการลอยในของไหล ผลจากน้ำหนักของวัตถุบนผิวท่อ โดยสมมติให้วัตถุทั้งหมดกระทบผิวท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท่อในแนวขนานพื้น (horizontal conduit)

$$W_g = (T/v)*l*q*((s-r)/s)$$

T : อัตราไหลของมวลของของไหล

v : ความเร็วของของไหล

l : ความยาวของท่อลำเลียง

s : solid density

r : fluid density

ท่อที่มีความลาดเอียง (slope)

$$W_g = (T/v)*l_h*g*((s-r)/s)$$

โดย $l_h = l\cos\theta$ (l_h : ระยะในแนวขนานพื้น (horizontal distance))

สำหรับท่อตั้งฉาก (vertical) $l_h = 0$

สำหรับในการปฏิบัติจริงๆ จะมีบางส่วนเท่านั้นที่สัมผัสกับผิวท่อ ดังนั้น ค่า W_g ที่ได้ต้องคูณกับค่า k ซึ่ง k คือ ส่วนที่สัมผัสจริงกับผิวท่อ ซึ่งจะประมาณ 0.1 -1.0 ขึ้นอยู่กับความเร็ว , ความหนาแน่น และขนาดของวัสดุ ถ้าค่า k = 1 = มีการสูญเสียความดันมากที่สุด

ถ้าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของวัตถุกับผนังท่อ = μ ดังนั้น แรงเสียดทานที่เกิดจากวัตถุจะเท่ากับ

$$N_g = \mu*k*(T/v)*l*h*g*((s-r)/s)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ $N_s = A*P_s$

และ P_s = ความดันที่สูญเสียเนื่องจากความเสียดทานของวัตถุ

ดังนั้น

$$P_s = ((\mu*k*T*l*h*g)/(A*v)) * ((s-r)/s$$

แต่ $T = csAv$ ดังนั้น

$$P_s = (\mu*k*c*s*A*v*l*h*g)/(A*v)) * ((s-r)/s)$$

หรือ

$$P_s = \mu*k*c*l*h*g*(s-r)$$

3. ความดันที่เสียไปเพื่อเพิ่มพลังงานศักย์แก่วัตถุและของไหล

ถ้ากำหนดให้ C เป็นค่า วอลูเมตริก คอนเซนเตรชั่น, s เป็นค่าความหนาแน่นของวัตถุ จะได้ค่าน้ำหนักของของไหลและน้ำหนักของวัตถุ ในความยาว l พื้นที่หน้าตัด A เท่ากับ

$$w = (((1-c)*r*g*A*l) + (c*g*s*A*l))$$
$$= g*A*l*[r+c(s-r)]$$

ถ้าความเร็วของของผสม = v จะใช้เวลาเดินทางในระยะทาง l = (l/v) และ ถ้าของผสมเดินทางขึ้นในแนวตั้งเป็นระยะ h ในเวลา l/v

จะได้ค่าการเพิ่มขึ้นของพลังงานศักย์ (J_p) คือ

$$J_p = g*A*l*[r+c(s-r)]*h \qquad (1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และอัตราการทำงานเท่ากับ

$$W_p = J_p / (l/v) \qquad (2)$$

อัตราการทำงานของความดันที่ต้องการเพื่อเพิ่มพลังงานศักย์

$$W_p = P_p * A * v \qquad (3)$$

จาก (1) , (2) และ (3) จะได้ว่า

$$P_p * A * v = g * A * l * [r + c(s-r)] * h * (v/l)$$

และ $$P_p = g * h * [r + c(s-r)]$$

สำหรับการขนถ่ายด้วยลม ค่า ความหนาแน่นของวัตถุ (s) จะมีค่ามากกว่าความหนาแน่นของของไหลมาก ดังนั้น สมการอาจเขียนได้เป็น

$$P_p = g * h * c * s$$

4. ความดันที่เสียไปเพื่อเพิ่มพลังงานจลน์แก่วัตถุและของไหล

สมมติว่า ของไหลและวัสดุเดินทางด้วยความเร็วเท่ากัน

ดังนั้น พลังงานจลน์ เท่ากับ

$$J_k = A * l * [r + c(s-r)] * (v^2/2)$$

$$P_k = J_k / ((l/v) * A * v)$$

$$= J_k / (A * l)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P_k : ความดันที่ใช้เพิ่มพลังงานจลน์

ในทำนองเดียวกับ P_p

$$P_k = (v^2/2)*[r+c(s-r)]$$

ในการขนถ่ายด้วยลม ค่า $s >> r$ ดังนั้น

$$P_k = c*s*v^2/2$$

โดยค่า P_k นี้จะไม่นำมาคิด สำหรับการขนถ่ายด้วยของเหลว (Hydraulic Transport)

ในจุดที่มีการโค้ง-งอของท่อจะเกิดการสูญเสียพลังงานจลน์ ซึ่งจะเกิดขึ้นมากในการขนถ่ายวัตถุด้วยลม ดังนั้น จึงต้องคิดค่าเผื่อของจุดนี้สำหรับ P_k ด้วย โดยที่การสูญเสียพลังงานจากการโค้ง-งอ เท่ากับ 50-75% ของพลังงานทั้งหมด

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะได้ว่า

ค่าความแตกต่างความดัน $P = P_f+P_s+P_p+P_k$

$= P_i-P_o$

โดยที่ $P_f = (f*l/m)*(r*v^2/2)$

$P_s = \mu*k*c*l*h*g*(s-r)$

$P_p = g*h*[r+c(s-r)]$

และ $P_k = (v^2/2)*[r+c(s-r)]$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

การคำนวณ

ระบบความดัน (Positive Pressure System)

ความยาวของท่อที่ใช้ = 10 เมตร

เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ = 5 นิ้ว

= 127 มิลลิเมตร

= 0.127 เมตร

กำหนด ในระบบท่อลำเลียงมีการโค้ง-งอ 2 ครั้ง ความยาวสมมูล = 6d

ความยาวสมมูล $l_e = l+(n*6d)$

$= 10+(2*6*0.127)$

$= 11.524$ เมตร

กำหนด คอนเซนเตรชั่น $c = a/A$

$= 34.52 / (4.597*10^{6})$

$= 7.5 * 10^{-6}$

(จากตาราง 1 พื้นที่ เมล็ดข้าว = 34.52 mm^2

ที่ความชื้น 18.55% db

พื้นที่ทั้งหมดตลอดท่อ = $2*\pi*r*h$

$= 2*\pi*13.5*11.524*1000$ mm^2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการลำเลียง 5 ตัน/ชั่วโมง

ความเร็วของของไหล $v = k \sqrt{d((s-r)/r)}$

$= 3 \sqrt{(0.127)(1.415-0.0012)/0.0012}$

$= 36.7$ m/s

(ความหนาแน่นข้าว จากตาราง1 $= 1.415$ gm/cm^3)

1. ความดันที่เสียไปเนื่องจากความเสียดทานระหว่างของไหลกับผนังท่อ

จากสมการ $P_f = (f*l/m)*(r*v^2/2)$

$m = d/4$

$= (0.127/4)$

$= 0.03175$

$P_f = (0.005*11.524/0.03175)*1.2*((36.7)^2/2)$

$= 1.47$ kN/m^2

2. ความดันที่เสียไปเนื่องจากความเสียดทานระหว่างวัตถุกับผนังท่อ

จากสมการ $P_s = \mu*k*c*l*g*s$

μ : สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างวัตถุกับท่อ กำหนด = 0.6

k : ปริมาณวัตถุที่สัมผัสท่อ มีค่าเท่ากับ 0.5

$P_s = 0.6*0.5*7.5*10^{-6}*11.524*9.81*1.415$

$= 3.64*10^{-4}$ kN/m^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความดันที่เสียไปเพื่อเพิ่มพลังงานศักย์แก่วัตถุและของไหล

จากสมการ $P_p = g*h*c*s$

$= 9.81*4*7.5*10^{-6}*1.415$

$= 4.16*10^{-4}$ kN/m^2

4. ความดันที่เสียไปเพื่อเพิ่มพลังงานจลน์แก่วัตถุและของไหล

จากสมการ $P_k = (v^2/2)[r+c(s-r)]$

ค่า s มากกว่าค่า r มาก เพราะฉะนั้น อาจลดรูปสมการเป็น

$P_k = c*s*(v^2/2)$

ถ้าการสูญเสียพลังงานจลน์ของแต่ละการโค้งงอ = 0.5

พลังงานจลน์ที่สูญเสียจากการโค้งงอของท่อ = 2*0.5

$P_k = (1+(2*0.5))*7.5*10^{-6}*1.415*((36.7)^2/2)$

$= 0.014$ kN/m^2

$\Delta P = P_f+P_s+P_k+P_p$

$= 1.47+(3.64*10^{-4})+(4.16*10^{-4})+0.014$

$\Delta P_1 = 1.48$ kN/m^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสุญญากาศ (Negative Pressure System)

ความยาวของท่อที่ใช้ = 12 m

เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ = 3 นิ้ว

= 76.2 mm

= 0.0762 m

จำนวนการโค้งงอของท่อ = 10 ครั้ง

ความยาวสมมูล l_e = 12+(10*6*0.0762)

= 16.572 m

กำหนด คอนเซนเตรชั่น c = a/A

= $34.52/(3.96*10^{6})$

= $8.7*10^{-6}$

(A = 2*π*r*h

= 2*π*38.1*16.572*1000

= $3.96*10^{6}$)

v = k √ d((s-r)/r)

= 3 √ 0.0762*((1.415-0.0012)/0.0012)

= 28.5 m/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ความดันเสียไปเนื่องจากความเสียดทานระหว่างของไหลกับท่อ

$$P_f = (f*l/m)*(r*v^2/2)$$

$$m = d/4$$

$$= 0.01905$$

$$P_f = (0.005*16.572/0.01905)*1.2*((28.5)^2/2)$$

$$= 2.11 \quad kN/m^2$$

2. ความดันที่เสียไปเนื่องจากความเสียดทานระหว่างวัตถุกับท่อ

$$P_s = \mu*k*c*l*g*(s-r)$$

$$= 0.6*0.5*8.7*10^{-6}*16.572*9.81*1.415$$

$$= 6*10^{-4} \quad kN/m^2$$

3. ความดันที่เสียไปเพื่อเพิ่มพลังงานศักย์แก่วัตถุและของไหล

$$P_p = g*h*c*s$$

$$= 9.81*2*8.7*10^{-6}*1.415$$

$$= 2.41*10^{-4} \quad kN/m^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความดันที่เสียไปเพื่อเพิ่มพลังงานจลน์แก่วัตถุและของไหล

$$P_k = (v^2/2)[r+c(s-r)]$$

$$= (1+(10*0.5))*8.7*10^{-6}*1.415*((28.5)^2/2)$$

$$= 0.075 \quad kN/m^2$$

(พลังงานสูญเสียของแต่ละข้องอประมาณ 50-75% ของทั้งหมด)

$$P = P_f+P_s+P_b+P_k$$

$$P_2 = 2.185 \quad kN/m^2$$

ความแตกต่างความดันรวม $= P_1 + P_2$

$$= 2.185 + 1.48$$

$$= 3.67 \quad kN/m^2$$

สำหรับ ระบบสูญญากาศ (Negative Pressure System)

กำลังมอเตอร์ $= P*Q$

$$= 2.185*(\pi*(0.0762)^2/4)*28.5$$

$$= 0.28 \quad kW$$

สำหรับ ระบบความดัน (Positive Pressure System)

กำลังมอเตอร์ $= P*Q$

$$= 1.48*\pi*((0.127)^2/4)*36.7$$

$$= 0.69 \quad kW$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น กำลังขับที่ต้องการ = 0.28 + 0.69

= 0.968 kW

ประสิทธิภาพมอเตอร์ และ โบลว์เวอร์ = 66.7%

กำลังขับของมอเตอร์ = (0.968/0.667)

= 1.45 kW

= (1.45*1000/746)

= 1.95 Hp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวนหาขนาดของแกนเพลาชุดนำเมล็ดข้าวเปลือกออกจากถัง(Rotary feeder)

น้ำหนักต่างๆที่แกนเพลาต้องรับไว้มีดังนี้

1 น้ำหนักของตัวถัง เท่ากับ 3.64 ก.ก.

2 น้ำหนักของข้าวในถัง

ปริมาตรทั้งหมดของถัง

จาก สูตร หาปริมาตร ของถังในส่วน ของสี่เหลียมคางหมู

= 1/2 * สูง * ผลบวกของความยาวด้านคู่ขนาน * ความกว้างของตัวถัง

= 1/2 * 0.2 * (0.1+0.3) * 0.4

ปริมาตรของถังในส่วนนี้ = 0.016 เมตร ^{3} (m^3)

จากสูตรหาปริมาตรสี่เหลี่ยม

= กว้าง * ยาว * สูง

= 0.3 * 0.2 * 0.4

ปริมาตรของถังในส่วนนั้น = 0.024 เมตร ^{3}

เพราะฉะนั้น ปริมาตรรวมของถัง = 0.016 + 0.024 = 0.04 เมตร^3

คิดที่ข้าวอยู่ที่ 75 % ของถัง จะได้น้ำหนักของข้าวรวม = $0.7*10^3$ * 0.04 * 0.75

= 21 ก.ก.

3 น้ำหนักใบครีบใบละ0.24 ก.ก. เพราะฉะนั้นใบครีบ 8 ใบจะมีน้ำหนักรวม = 1.92 ก.ก.

4 น้ำหนัก เคสชิ่ง ของ ชุดนำเมล็ดข้าวเปลือกออกจากถัง =2.64 ก.ก.

5 น้ำหนักของตัวเพลาเอง ประมาณ 3 ก.ก.

6 น้ำหนักของเหล็กประกับ ทั้งสองข้าง รวม 18.6 ก.ก.

7 น้ำหนักของล้อสายพาน 2 ก.ก. แรงดึงของสายพานเรากำหนดให้ ประมาณ 4 ก.ก.

เพราะฉะนั้น น้ำหนักรวมทั้งหมดที่เพลาต้องรับ ณ จุดกึ่งกลางเพลา (จุด B)

= 21+1.92+3 = 25.92 ก.ก.

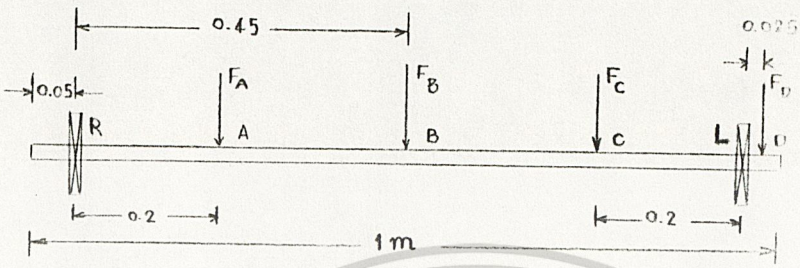
น้ำหนักตัวถัง,แผ่นประกับและเคสชิ่งกระทำ ณ จุด B และ C

=(3.64+2.64+18.6)/2 = 24.88/2 = 12.44 ก.ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวนหาขนาดของแกนเพลา

คิดในแนวดิ่ง



เทคโมเมนต์ ที่ปลายแกนด้าน L

จาก $M_L = F_A X_{LA} + F_B X_{LB} + F_C X_{LC} - F_D X_{LD} - 0.9*F_R$

เมื่อ

M_L = โมเมนต์ ณ จุด L = 0

F_A = แรงที่กระทำ ณ จุด A = 12.44 ก.ก.

F_B = แรงที่กระทำ ณ จุด B = 25.92 ก.ก.

F_C = แรงที่กระทำ ณ จุด C = 12.44 ก.ก.

F_D = แรงที่กระทำ ณ จุด D = 2 ก.ก.

F_R = แรงที่กระทำ ณ จุด R

X_{LA} = ระยะห่างระหว่างจุด L ถึงจุด A = 0.2 เมตร

X_{LB} = ระยะห่างระหว่างจุด L ถึงจุด B = 0.45 เมตร

X_{LC} = ระยะห่างระหว่างจุด L ถึงจุด C = 0.2 เมตร

X_{LD} = ระยะห่างระหว่างจุด L ถึงจุด D = 0.025 เมตร

แทนค่า

$M_L = 0 = 12.44*0.2+25.92*0.45+12.44*0.7-0.2*0.025-0.9*F_R$

$F_R = 22.81/0.9 = 25.34$ ก.ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคโมเมนต์ ที่ปลายแกนด้าน R

จาก $M_R = F_A X_{RA} + F_B X_{RB} + F_C X_{RC} + F_D X_{RD} - 0.9*F_L$

เมื่อ

M_R = โมเมนต์ ณ จุด R = 0

F_A = แรงที่กระทำ ณ จุด A = 12.44 ก.ก.

F_B = แรงที่กระทำ ณ จุด B = 25.92 ก.ก.

F_C = แรงที่กระทำ ณ จุด C = 12.44 ก.ก.

F_D = แรงที่กระทำ ณ จุด D = 2 ก.ก.

F_L = แรงที่กระทำ ณ จุด L

X_{RA} = ระยะห่างระหว่างจุด R ถึงจุด A = 0.2 เมตร

X_{RB} = ระยะห่างระหว่างจุด R ถึงจุด B = 0.45 เมตร

X_{RC} = ระยะห่างระหว่างจุด R ถึงจุด C = 0.2 เมตร

X_{RD} = ระยะห่างระหว่างจุด R ถึงจุด D = 0.925 เมตร

$M_R = 0 = 12.44*0.2+25.92*0.45+12.44*0.7+2*(0.925)-0.9*F_L$

$F_L = 24.71/0.9 = 27.456$ ก.ก.

หาโมเมนต์ดัดที่จุด A,B,C,D

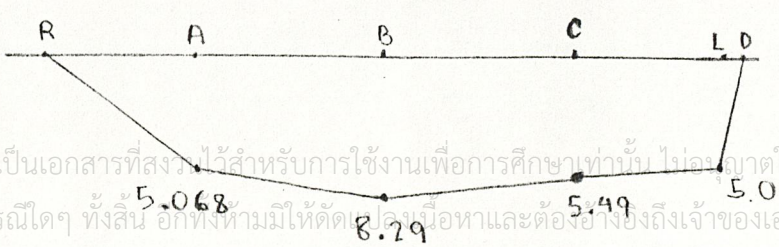
$M_A = F_R*X_{RA} = 25.34*0.2 = 5.068$

$M_B = F_R*X_{RB} - F_A*X_{AB} = 25.34*0.45 - 12.44*0.25 = 8.29$

$M_L = F_D*X_{LD} = 2*0.225 = 5.49$

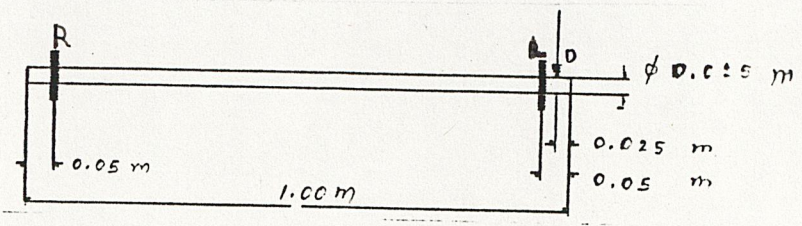
$M_C = F_L*X_{LC} - F_D*X_{LD} = 27.456*0.2 - 2*0.225 = 5.041$

เพราะฉะนั้น Bending Moment จะมีดังภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คิดในแนวระดับ



เทคโมเมนต์ที่ปลายแกนด้าน L

จาก $M_L = 0 = 0.9\ F_R - F_D * X_{LD}$

X_{LD} = ระยะห่างระหว่างจุด L ถึงจุด D = 0.025 เมตร

$0.9\ F_R = 4 * 0.025$

$F_R = 0.111$ ก.ก.

เทคโมเมนต์ที่ปลายแกนด้าน R

จาก $M_R = 0 = 0.9 F_L - F_D * X_{RD}$

X = ระยะห่างระหว่างจุด R ถึงจุด D = 0.925 เมตร

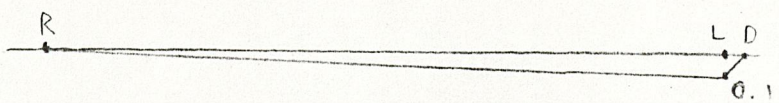
$0.9\ F_L = 4 * 0.925$

$F_L = 4.111$ ก.ก.

หาโมเมนต์ดัด

$M_L = F_D * X_{LD} = 4 * 0.025 = 0.1$

เพราะฉะนั้น Bending Moment จะมีดังภาพ



เพราะฉะนั้น โมเมนต์ดัดรวม ที่จุด L = $M_L = \sqrt{(M_{\text{ตามแนวดิ่ง}})^2 + (M_{\text{ตามแนวระดับ}})^2}$

$M_L = \sqrt{(5.49)^2 + (0.1)^2} = 5.49$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่า โมเมนต์ดัดที่ B สูงสุด

เพราะฉะนั้น M_B = 8.29 ก.ก. เมตร

= 8.29*9.81 = 81.32 นิวตั้น เมตร

= 81.32 กิโลนิวตั้นมิลลิเมตร

ให้ล้อสายพานมีรัศมี = 200 มิลลิเมตร

เพราะฉะนั้น แรงบิด (torque) = 200 * 4 = 7.898 กิโลนิวตั้น มิลลิเมตร

จากสูตร

$$d^3 = 16/\quad * [(C_t T)^2 + (C_m M)^2]^{1/2}$$

C_m = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด

C_t = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด

คิดที่เพลาหมุน และแรงกระตุกอย่างแรง

C_m = 3 C_t = 3

= ความเค้นเฉือนในการใช้งาน

สำหรับเพลาที่มีร่องลิ่ม

= 41 นิวตั้น/มิลลิเมตร^3

แทนค่าจะได้

$$d^3 = 16/ *41 \quad [(3*7.848)^2 + (3*81.32)^2]^{1/2}$$

= 3.1225 มิลลิเมตร

แสดงว่าต้องใช้เพลาที่มีขนาดใหญ่กว่า 3.1225 มิลลิเมตร แต่ภายใน ช็อป มีแกนเพลาขนาด 1 นิ้วอยู่แล้ว และเป็นการง่ายต่อการหาขนาดลูกปืนที่จะใช้ดังนั้นเราจึงเลือกใช้ แกน เพลาขนาด 1 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวนหาความเร็วรอบของ Rotary feeder

Casing ที่เราได้มานั้นมี 0.15 เมตร มีความยาวรวม 0.5 เมตร

มีความกว้างของช่องที่เจาะ(วัดในแนวราบ) 0.1 เมตร

มีความยาวของช่องที่เจาะ 0.4 เมตร

เพราะฉะนั้น เมื่อ Rotary feeder หมุนครบหนึ่งรอบจะได้ปริมาณการขนถ่ายดังนี้

จาก สูตรหาปริมาตรของวัตถุรูปทรงกระบอก $\pi r^2 * h$

r = รัศมีของท่อ = 0.15/2 (เมตร)

h = ความสูงหรือความยาวของท่อ = 0.4 (เมตร)

(เมื่อคิดว่าเมล็ดข้าวเต็มช่องทางเข้าของชุด Rotary feeder เสมอและคิดว่า ปริมาตรของใบ Rotary กับ ปริมาตรของแกนเพลา น้อยมาก)

แทนค่าจะได้ $\pi(0.15/2) * 0.4 = 0.0077\ m^3$/รอบ

เมื่อข้าวมี Bulk density = 0.7 t/m^3

เพราะฉะนั้น เมื่อหมุน 1 รอบ จะได้ ปริมาณข้าว

= 0.0077 * 0.7 = 0.0054 t/รอบ

ต้องการขนถ่ายข้าวเปลือก 12 ตัน/ช.ม.

ดังนั้น Rotary feeder จะต้องหมุนด้วยความเร็วเท่ากับ

12 /0.0054 = 2222.222 รอบ/ช.ม.

= 37.037 รอบ/นาที

= 0.6173 รอบ/วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการสร้างเครื่อง

1 การหาข้อมูลและราคาโดยประมาณ

1.1 ในการทำปัญหาพิเศษ เราต้องเริ่มจากการหาโครงการที่จะทำแล้วนำโครงการนั้นมาพิจารณาปัญหาที่ต้องการแก้ไข(เช่น ปัญหาความต้องการการขนข้าวเปลือกจากกองขึ้นรถ)

1.2 สรุปถึงปัญหา เช่น

1.2.1 ต้องการขนข้าวเปลือกจากกองขึ้นรถด้วยอัตราการขนประมาณ 10-12 ตัน/ช.ม. คิดเทียบจากการใช้แรงคนขนถ่าย ซึ่งขนถ่ายได้ประมาณ 10 ตัน/ช.ม. (ข้อมูลจากโรงสีข้าว)

1.2.2 จำนวนคนที่ใช้ในการควบคุมเครื่องไม่ควรเกิน 2-3 คน

1.2.3 ตัวเครื่องต้องสามารถนำติดไปกับรถที่ใช้ในการขนถ่ายด้วย

1.3 นำมาค้นหาและเลือกหนทางในการแก้ปัญหา

1.4 พิจารณาเลือกรูปแบบและลักษณะการทำงานของตัวเครื่อง

1.5 เมื่อเลือกและกำหนดรูปแบบของตัวเครื่องได้แล้ว ก็นำมาคำนวนขนาดและจำนวนวัตถุดิบของอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการสร้างตัวเครื่อง

1.6 ทำการสืบหาราคาของต่างๆที่ต้องใช้ในการทำตัวเครื่อง (สืบถามราคาตามร้านค้า)

1.7 นำมาสรุปรูปแบบของตัวเครื่องและราคาเพื่อนำเสนอโครงการ

2 ขั้นตอนในการสร้างตัวเครื่อง

2.1 การทำตัวถัง

เริ่มจากการนำเหล็กแผ่นมาตัดโดยใช้ เครื่องจิกซอ (Jigsaw) เป็นอุปกรณ์ในการตัดตามขนาดที่เราต้องการโดยจะต้องมีการเผื่อขอบ เพื่อช่วยในการเชื่อมและต้องเผื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะในการยึดตัวที่เกิดจากการพับขึ้นรูป ส่วนในการเจาะช่องหรือส่วนโค้งต่างๆเราจะใช้แก๊สในการตัดและจะทำให้เรียบโดยการใช้ตะใบขัด เมื่อได้ส่วนต่างๆของตัวถังครบแล้วจึงนำมาพับขึ้นรูป และเชื่อมจุดให้ส่วนต่างๆติดกัน

2.2 การทำชุดนำเมล็ดข้าวออกจากถัง(Rotary feeder)

ในการทำชุดนำเมล็ดข้าวออกจากถัง เราจะเริ่มจากการเตรียมส่วนต่างๆตามที่กำหนดไว้ในแบบ เช่น การตัดใบครีบ , การตัดเพลากลาง, แผ่นปะกับทั้งสองข้าง,การหาลูกปืนที่มีขนาดที่ใช้ได้กับเพลากลาง เป็นต้น ส่วนในการประกอบเราจะมีขั้นตอนดังนี้

2.2.1 นำใบครีบทั้ง 8 ใบมาประกอบเข้ากับเพลากลาง โดยที่ใบครีบทั้งแปดเมื่อติดตั้งแล้ว ความยาวของใบจะต้องมีแนวขนานไปตามแนวแกนของเพลากลาง และใบครีบทั้งแปดจะต้องตั้งให้ได้ฉากกับแนวแกนของเพลา คือเมื่อตั้งใบขึ้นแล้วใบจะต้องขนานเป็นแนวเดียวกันกับแนวรัศมีของเพลา โดยจะมีมุมห่างระหว่างใบแต่ละใบประมาณ 45องศา ส่วนการต่อใบครีบเข้ากับเพลากลางจะใช้การเชื่อมจุดในการเชื่อมต่อ

2.2.2 ในการทำแผ่นปะกับเราจะต้องว่าจ้างให้ร้านตัดเหล็ก ทำการตัดเหล็กแผ่นกลมทั้งสี่ชิ้น เพราะเราไม่มีเครื่องมือที่จะตัดเหล็กที่มีความหนาขนาด 2 หุนและขนาด 5 หุนได้ และทางร้านค้าธรรมดาก็จะไม่มีเหล็กหนาขนาดนี้แบ่งขาย เมื่อเราได้เหล็กทั้งสี่ชิ้นที่เจาะรูตรงกลางมาแล้วเราต้องนำเหล็กขนาด 2 หุน มาทำการปรับแต่งให้ขอบในของชิ้นงานให้เรียบ และสามารถที่จะนำไปสวมเข้ากับเคสซิ่ง(casing)ได้ส่วนเหล็กหนาขนาด 5 หุนเราจะนำมากลึงควานเพื่อขยายรูในให้มีขนาดที่จะสามารถนำลูกปืนชนิดตลับมาใส่ให้ได้พอดี และต้องทำบ่ารองรับเพื่อไม่ให้ตลับลูกปืนหลุดเข้าไปในท่อเคสซิ่งได้เมื่อเราได้เหล็กปะกับที่ปรับแต่งแล้วทั้งสี่ชิ้นเราจะนำเหล็กทั้งสี่นั้นมาแยกเป็นสองคู่ คือแต่ละคู่จะมีเหล็กขนาดหนา 2 หุน และ 5 หุน คู่ละหนึ่งชิ้น เมื่อแบ่งแล้วเราจะนำแต่ละคู่มาเจาะรู ที่รอบนอกสี่รู โดยการเจาะรูนี้ จะต้องให้รูแต่ละรูอยู่ตรงกันทั้งสองแผ่นและรูทั้งหมดที่เจาะนั้นจะต้องมีระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของรูในเท่าๆกัน เพื่อไม่ให้เกิดการเยื้องศูนย์ เมื่อทำการประกอบเข้ากับเพลากลางและเคสซิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การทำ เคสชิ่ง เราจะนำเอาท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 ซ.ม. ความยาว 50 ซ.ม. มาเจาะช่องขนาดยาว 40 ซ.ม. มีความกว้าง 10 ซ.ม. ในแนวระดับ สองช่อง ในด้านตรงข้ามกัน และปรับแต่งขอบให้เรียบร้อย

2.2.4 นำเหล็กแผ่นปะกับขนาดหนา 2 หุน มาประกอบเข้ากับ เคสชิ่ง โดยการเชื่อมและเราจะต้องทำให้ขอบทางด้านหน้าตัดของ เคสชิ่ง ทั้งสองด้านมีลักษณะที่เรียบและขนานกันโดยไม่มีด้านใดบิดเบี้ยวหรือเยื้องออกมาเพราะจะทำให้เกิดการเยื้องศูนย์ของแกนเพลาและทำให้เพลาเอียง ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดความเสียหายของใบครีบ เมื่อทำการประกอบเพลาที่ติดครีบแล้วเข้ากับ เคสชิ่ง เมื่อทำให้ขอบทางด้านหน้าตัดของเคสชิ่งได้ตามที่เราต้องการแล้ว เราจะนำเหล็กหนา 2 หุน มาเทียบกับขอบด้านข้างของ เคสชิ่ง แล้วทำการเชื่อมจุด เป็นระยะๆก่อนเดินแนวเชื่อมยาว

2.2.5 นำเพลากลางที่ติดใบครีบแล้วมาสวมเข้าไปใน เคสชิ่งโดยให้จุดกลางเพลา ตรงกับจุดกลางที่แบ่งความยาว เคสชิ่ง ออกเป็นสองส่วน และนำเอาเหล็กขนาดหนา 5 หุน ที่ใส่ลูกปืนแล้วมาสอดเข้าตรงแกนเพลาทั้งสองข้างเมื่อจัดให้เหล็กหนาทั้งสองประกบติดกันและรูที่เจาะไว้ที่รอบนอกตรงกันแล้ว จึงนำสกรูมารอยเข้าไป ขันสกรูให้แน่นแล้วตรวจทานความเรียบร้อย

2.3 <u>การทำชุดโครงสร้างหลัก</u>

2.3.1 ตัดเหล็กฉาก $1^{1}/_{2}$ นิ้ว ตามขนาดที่กำหนดไว้ในแบบ

2.3.2 นำเหล็กที่ตัดได้นั้นมาทำการจับฉากก่อนแล้วจึงทำการเชื่อมเพื่อให้ได้รูปทรงตามที่เราต้องการ

2.4 <u>การประกอบชุดนำเมล็ดข้าวออกจากถัง เข้ากับชุด โครงสร้างหลัก</u>

2.4.1 นำลูกปืนแบบที่มีตุ๊กตาประกอบมาแล้ว[แบบ ยู.ซี.พี. U.C.P)] มาสวมเข้ากับแกนเพลาของชุด นำเมล็ดข้าวออกจากถัง ทั้งสองข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 นำชุด นำเมล็ดข้าวออกจากถัง ที่ใส่ลูกปืน แบบ ยู.ซี.พี. แล้วมาใส่ไว้ที่ชุดโครงสร้างหลักตามแบบที่ได้เขียนไว้ จัดลูกปืน ยู.ซี.พี. ให้วางตั้งอยู่บนชุดโครงสร้างตามแบบที่ได้เขียนไว้

2.4.3 จัดวางตำแหน่งของลูกปืนให้ดี แล้วใช้เหล็กนำศูนย์มาย้ำศูนย์บนโครงสร้าง หลักโดยการย้ำศูนย์นั้นเราจะย้ำศูนย์ผ่านรูรอยน็อตของลูกปืน เพื่อความเที่ยงตรงของรูที่จะใช้ในการรอยน็อต

2.4.4 นำชุด นำเมล็ดข้าวออกจากถัง ออกจากชุดโครงสร้างหลัก แล้วจึงทำการเจาะรูรอยน็อตที่ชุดโครงสร้าง

2.4.5 ประกอบชุด นำเมล็ดข้าวออกจากถัง เข้ากับชุดโครงสร้างหลักโดยใช้น็อตเป็นตัวยึดชุดทั้งสองให้ติดเข้าด้วยกัน

2.5 การประกอบชุด พัดลมดูด (Blower) เข้ากับชุดโครงสร้างหลัก

2.5.1 จัดตำแหน่งของ พัดลมดูด ให้ช่องทางออกของลม ตรงกันกับตรงกลางของช่องปล่อยข้าวออกของชุด นำเมล็ดข้าวออกจากถัง

2.5.2 กำหนดระยะของรูที่จะเจาะเพื่อที่จะรอยน็อตโดยต้องดูไม่ให้รูที่จะเจาะนั้นเกินโครงสร้างที่ฐานของชุด พัดลมดูด

2.5.3 เมื่อกำหนดระยะของรูที่จะเจาะได้แล้วเราจะแยกชุดพัดลมดูด ออกจากชุดของโครงสร้างหลัก เพื่อทำให้เกิดความสะดวกในการเจาะรู

2.5.4 เมื่อเจาะรูที่โครงสร้างหลักเป็นที่เรียบร้อยแล้วให้นำเอาพัดลมดูด เข้ามาประกอบไว้ที่เดิม ทำการย้ำศูนย์โดยย้ำผ่านรูที่เจาะไว้ที่ฐานโครงสร้างหลักแล้ว

2.5.5 แยกชุดโครงสร้างหลักเพื่อความสะดวกในการเจาะรูที่ฐานของชุดพัดลมดูด

2.5.6 ประกอบชุดทั้งสองเข้าด้วยกันโดยใช้น็อตยึดเข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การประกอบชุดท่อทางดูดในส่วนต่างๆ

2.6.1 เริ่มจากการลดขนาดของปากทางเข้าของพัดลมดูดเพราะปากทางเข้าของเดิมนั้น มีขนาดประมาณ 12 นิ้วแต่เราต้องการขนาดของปากทาง เพียง 4 นิ้วเท่านั้น โดยเราจะตัดเหล็กแผ่นหนา 1/2 หุน เป็นวงกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกประมาณ 13 นิ้ว และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในประมาณ 3.5นิ้ว

2.6.2 นำข้อต่อตรงแป๊ปสตริมเกลียวในขนาดเส้นผ่านศูนย์ 4 นิ้วมากลึงและตัดเพื่อลดขนาดและน้ำหนักให้ได้ตามที่เราต้องการ (2 ชิ้น)

2.6.3 นำเหล็กแผ่นและข้อต่อตรงที่ตัดแล้วมาเชื่อมเข้าด้วยกัน โดยเราต้องทำการแต่งขอบใน ของเหล็กแผ่นเพื่อให้มีความกว้างของรูกว้างพอที่ข้อต่อ พี.วี.ซี.(P.V.C) เกลียวนอกจะสามารถลอดผ่านได้

2.6.4 นำเหล็กแผ่นที่เชื่อมข้อต่อตรงแล้วมาเชื่อมเข้ากับปากทางเข้า พัดลมดูดโดยต้องจัดให้รูที่เราเจาะนั้นอยู่ตรงกลางปากของ พัดลมดูดเดิม

2.6.5 นำข้อต่อตรง4นิ้วที่ตัดแล้วอีกชิ้นหนึ่ง มาทำการเชื่อมเข้ากับ รูที่เจาะไว้แล้วที่ตัวถัง แต่งขอบในให้มีความกว้างของช่องพอที่ข้อต่อตรง พี.วี.ซี. เกลียวนอกจะสามารถผ่านได้

2.6.6 วัดระยะและตัดท่อ พี.วี.ซี.ขนาด 4นิ้ว ขนาดต่างๆเพื่อใช้ในการต่อเป็นท่อลมจากตัวถังเข้าสู่ พัดลมดูด

2.6.7 ประกอบส่วนต่างๆของท่อ พี.วี.ซี. จากตัวพัดลมดูดเข้าสู่ตัวถังที่ละส่วน ซิลรูหรือรอยรั่วตามข้อต่อต่างๆ ทำการทดลองและบันทึกผลในช่วงต่างๆตามที่เราต้องการ

2.6.8 นำข้อต่อตรงแป๊ปสตริมเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5นิ้วมากลึงและตัดให้ได้ขนาดตามที่เราต้องการ

2.6.9 นำข้อต่อตรง 2.5 นิ้ว ที่ได้มานั้น มาเชื่อมเข้ากับชุดตัวถังที่ได้เจาะรูไว้แล้วโดยการเชื่อมจุด รอให้เย็นก่อนแล้วจึงทำการซิลรอยรั่ว

2.6.10 ต่อชิ้นส่วนของท่อทางดูดที่เหลือ (ต่อข้อต่อตรง พี.วี.ซี.เกลียวนอก 2.5 นิ้ว , ท่อ พี.วี.ซี. 2.5 นิ้ว ,ท่อยางอ่อน 2.5 นิ้ว)เข้าไปทีละช่วง ซิลรอยรั่วตามช่วงต่างๆ ทำการทดลอง และบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

วิธีการทดลอง

เราได้แบ่งการทดลองออกเป็น 5 ช่วง แต่ละช่วงจะมีการทดลองที่เหมือนกัน โดยการทดลองแต่ละช่วงนั้นจะแตกต่างกันที่ อุปกรณ์ต่างๆที่เพิ่มขึ้นมาในส่วนของท่อทางดูด (ท่อทางที่เมล็ดข้าวจะผ่าน)

1 ทำการติดตั้งอุปกรณ์ที่ต้องใช้หรือที่เพิ่มขึ้นมา ในช่วงต่างๆให้เรียบร้อย

2 ทำการอุดรอยรั่วซึมตามข้อต่อต่างๆ

3 ต่อไฟฟ้า(ไฟสามเฟส) เข้าไปยังมอเตอร์โดยต้องต่อไฟสายต่างๆเข้ายังขั้วของมอเตอร์ดังนี้

สาย U (โดยปรกตินิยมใช้ สายสีแดง) ต่อเข้ากับ ขั้ว C1 ที่มอเตอร์

สาย V (โดยปรกตินิยมใช้ สายสีขาว) ต่อเข้ากับ ขั้ว C2 ที่มอเตอร์

สาย W (โดยปรกตินิยมใช้ สายสีดำ) ต่อเข้ากับ ขั้ว C3 ที่มอเตอร์

4 ตรวจเช็กความเรียบร้อยก่อนเปิดเครื่องอีกครั้งหนึ่ง

5 เปิดเครื่อง พัดลมดูด

6 นำเครื่องวัดลมมาหาความเร็วลมที่เข้าที่ปากทางเข้าของท่อทางดูด และคำนวนปริมาณลมที่เข้า

7 นำเมล็ดข้าวเปลือก ที่ชั่งแล้ว วางกองไว้บนกระดาษ แล้วจึงนำกองข้าวนั้นมาถือไว้ที่ปากทางเข้าของท่อทางดูด (วางกองข้าวไว้ในแนวราบโดยวางให้ใกล้ชิดกับปากทางเข้ามากที่สุด)

8 จับเวลาที่เมล็ดข้าวถูกดูดเข้าไปในท่อทางดูดจนหมด

9 เก็บรวบรวมเมล็ดข้าวที่ออกมาชั่งน้ำหนัก แล้วนำมาหา % ของการแตกหักของเมล็ดข้าว

10 บันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองเครื่องขนถ่ายข้าวเปลือกช่วงที่ 1

ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องที่ข้าวต้องผ่าน

1 ท่อ P.V.C. ϕ 4 นิ้ว 22 ซ.ม.

2 ข้อต่อตรงเกลียวนอก ϕ 4 นิ้ว

3 Blower

ความเร็วลมที่ท่อทางเข้า	15	m/s	49.215 ft/s
ปริมาณลมที่ท่อทางเข้า	0.1230	m^3/s	4.3014 ft^3/s

ผลการทดลอง

ปริมาณข้าวเปลือกที่ใช้ทดลอง(กรัม)	เวลาที่ใช้ในการดูด (วินาที)	ปริมาณข้าวเปลือกที่เก็บได้ในทางออก(กรัม)	ปริมาณข้าวแตกหัก (%)
9.19	4.25	6.03	79.81
10.85	4.87	8.64	72.56

เฉลี่ย

10.02	4.56	7.335	76.185

สรุปผลการทดลองช่วงที่ 1

จากการทดลอง จะพบว่าเมล็ดข้าวที่เข้า โบลว์เวอร์ นั้นจะมีเปอร์เซ็นต์การแตกหักสูงมากๆ เพราะฉนั้นการที่จะขนถ่ายข้าวเปลือกโดยให้ข้าวเปลือกผ่านเข้าไปใน โบลว์เวอร์ โดยตรงนั้นจึงไม่ควรทำ เราจึงต้องมีถังแยกข้าว เพื่อไม่ให้ข้าวเปลือกที่จะทำการขนถ่ายนั้นหลุดเข้าไปใน โบลว์เวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองเครื่องขนถ่ายข้าวเปลือกช่วงที่ 2

ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องที่ข้าวต้องผ่าน

1 ท่อ P.V.C. ϕ 4 นิ้ว ความยาวรวม 82 ซ.ม.
2 ข้องอ 90 องศา 2 ข้องอ
3 ข้อต่อตรงเกลียวนอก ϕ 4 นิ้ว
4 Blower

ความเร็วลมที่ท่อทางเข้า	12.4 m/s	40.6844 ft/s
ปริมาณลมที่ท่อทางเข้า	0.1017 m^3/s	3.5558 ft^3/s

ผลการทดลอง

ปริมาณข้าวเปลือกที่ใช้ทดลอง(กรัม)	เวลาที่ใช้ในการดูด (วินาที)	ปริมาณข้าวเปลือกที่เก็บได้ในทางออก(กรัม)	ปริมาณข้าวแตกหัก (%)
13.77	7.18	10.48	76.46
13.51	6.95	11.72	82.53

เฉลี่ย

13.64	7.065	11.1	79.425

สรุปผลการทดลองช่วงที่ 2

จากการทดลองจะพบว่า ปริการแตกหักของข้าวยังมากเท่าเดิม แต่ความเร็วในการดูดและปริมาณลมที่ท่อทางเข้าลดลงแสดงว่าเกิด ภาระ (LOAD) ในทางเดินของเมล็ดข้าว (เกิดจากแรงเสียดทานของท่องอและแรงเสียดทานภายในท่อตรง พี.วี.ซี. ϕ 4 นิ้ว มีความยาวรวม 82 ซ.ม.) และเกิดการสูญเสียของอากาศขึ้นภายใน โบลว์เวอร์ โดยดูได้จากปริมาณลมที่เข้า สู่โบลว์เวอร์ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองเครื่องขนถ่ายข้าวเปลือกช่วงที่ 3

ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องที่ข้าวต้องผ่าน

1 ท่อ P.V.C. ϕ 2.5 นิ้ว มีความยาวรวม 12 ซ.ม.

2 ข้อต่อท่อตรง P.V.C. เกลียวนอก ϕ 2.5 นิ้ว

3 ตัวถัง

4 ชุด Rotary feeder (ทดลองในขณะที่ Rotary feeder ไม่หมุนและที่ทางออกของชุด Rotary feeder ถูกปิดไว้)

ความเร็วลมที่ท่อทางเข้า 8.4 m/s 27.5604 ft/s

ปริมาณลมที่ท่อทางเข้า 0.026 m^3/s 0.9453 ft^3/s

ผลการทดลอง

ปริมาณข้าวเปลือกที่ใช้ทดลอง(กรัม)	เวลาที่ใช้ในการดูด (วินาที)	ปริมาณข้าวเปลือกที่เก็บได้ในทางออก(กรัม)	ปริมาณข้าวแตกหัก (%)
14.06 14.56 15.33	14 8 11	ปริมาณข้าวเปลือกรวมทั้ง 3 ครั้ง = 42.66	6.33

เฉลี่ย

14.65	11.0	14.22	6.33

สรุปผลการทดลองในช่วงที่ 3

จากการทดลองจะพบว่าข้าวเปลือกจะไม่ติดไปกับลมที่จะเข้าโบลว์เวอร์โดยเมล็ดข้าวทั้งหมดจะตกลงสู่ชุด นำเมล็ดข้าวออกจากถัง ที่ถังแยกเมล็ดที่เราได้ทำไว้ และจะพบว่าความเร็วลมและปริมาณลม ลดลงเป็นอย่างมาก แสดงว่าเกิดภาระมากขึ้นในระบบ และเราจะสังเกตุได้ว่าเมื่อ ระบบมีภาระมากขึ้น ค่า ความสูญเสียภายในโบลว์เวอร์ จะเพิ่มขึ้นด้วย แต่ในการทดลองจะพบอีกว่า % การแตกหักของข้าวที่ผ่านชุดนำข้าวออกจากถังมีน้อยมากเมื่อเทียบกับ % การแตกหักของเมล็ดข้าวที่ผ่านเข้าไปใน โบลว์เวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองเครื่องขนถ่ายข้าวเปลือกช่วงที่ 4

ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องที่ข้าวต้องผ่าน

1 ท่อ P.V.C. ϕ 2.5 นิ้ว มีความยาวรวม 12 ซ.ม.

2 ข้อต่อท่อตรง P.V.C. เกลียวนอก ϕ 2.5 นิ้ว

3 ตัวถัง

4 ชุด Rotary feeder (ทดลองในขณะที่ Rotary feeder ไม่หมุนแต่ที่ทางออกของชุด Rotary feeder ถูกเปิดไว้)

ความเร็วลมที่ท่อทางเข้า	5.8 m/s	19.6298ft/s
ปริมาณลมที่ท่อทางเข้า	0.018 m^3/s	0.6733 ft^3/s

ผลการทดลอง

ปริมาณข้าวเปลือกที่ใช้ทดลอง(กรัม)	เวลาที่ใช้ในการดูด (วินาที)	ปริมาณข้าวเปลือกที่เก็บได้ในทางออก(กรัม)	ปริมาณข้าวแตกหัก (%)
13.254	24.35	ปริมาณข้าวเปลือก	8.78
14.01	22.50	รวม 28.55	

เฉลี่ย

14.832	23.425	14.275	8.78

สรุปผลการทดลอช่วงที่ 4

จะพบว่าข้าวเปลือกจะไม่ติดไปกับลมที่จะเข้า โบลว์เวอร์ โดยเมล็ดข้าวทั้งหมดจะตกลงสู่ชุด น่าเมล็ดข้าวออกจากถัง และปริมาณลมที่เข้าน้อยลงกว่าเดิมซึ่งเป็นเพราะชุดน่าเมล็ดข้าวออกจากถังที่เราทำขึ้นมาเองนั้น มีค่าการสูญเสียมาก (จากผลการทดลองช่วงที่ 3,4) เราจะสามารถ หาได้ว่ามี ค่าความสูญเสียได้ = 0.9453 - 0.6733 = 0.272 ft^3/s หรือเท่ากับ 16.32 CFM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองเครื่องขนถ่ายข้าวเปลือกช่วงที่ 5

ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องที่ข้าวต้องผ่าน

1 ท่อยางอ่อน ϕ 3 นิ้ว มีความยาวรวม 10 เมตร

2 ท่อ P.V.C. ϕ 2.5 นิ้ว มีความยาวรวม 12 ซ.ม.

3 ข้อต่อท่อตรง P.V.C. เกลียวนอก ϕ 2.5 นิ้ว

4 ตัวถัง

5 ชุด Rotary feeder (ทดลองในขณะที่ Rotary feeder ไม่หมุนและที่ทางออกของชุด Rotary feeder ถูกปิดไว้)

ความเร็วลมที่ท่อทางเข้า	5.5 m/s	18.8455 ft/s
ปริมาณลมที่ท่อทางเข้า	0.0259 m^3/s	0.9234 ft^3/s

ผลการทดลอง

ปริมาณข้าวเปลือกที่ใช้ทดลอง(กรัม)	เวลาที่ใช้ในการดูด (วินาที)	ปริมาณข้าวเปลือกที่เก็บได้ในทางออก(กรัม)	ปริมาณข้าวแตกหัก (%)
13.89	19.56	-----	-----
13.83	21.14	-----	-----
เฉลี่ย			
13.86	20.35	-----	-----

สรุปผลการทดลองในช่วงที่ 5

จากการทดลองจะพบว่าข้าวเปลือกจะถูกดูดเข้าไปในท่อยางอ่อน แต่เมล็ดข้าวจะไม่สามารถเข้าไปถึงชุดตัวถังได้ โดยเมล็ดข้าวจะไปตกอยู่ภายในของท่อยางอ่อน และเมื่อพิจารณาถึงปริมาณลมที่ดูดเข้าไปภายในท่อยางอ่อนเทียบกับปริมาณลมที่เข้าตัวถัง(จากการทดลองช่วงที่ 3) จะพบว่าภาระหรือแรงต้านทานที่เกิดขึ้นจากท่อยางอ่อนนั้นน้อยมาก จึงทำให้ปริมาณลมดูดใกล้เคียงกันซึ่งจะมีผลทำให้ค่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นภายใน โบลว์เวอร์ นั้นเพิ่มขึ้นน้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองในช่วงต่างๆ จะพบว่าเมื่อเพิ่มภาระให้แก่ระบบจะทำให้ปริมาณลมดูดและค่าความสูญเสียที่โบลว์เวอร์เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ซึ่งเมื่อนำการทดลองที่ช่วงต่างๆมาจัดให้อยู่ในตารางเดียวกัน จะได้ผลดังนี้

การทดลองช่วงที่	ปริมาณลมที่ดูดได้ C F M	ปริมาณลมดูดที่สูญเสียไป C F M (ค่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นภายในโบลว์เวอร์)
1	258.08	359
2	213.348	404
3	56.718	561
4	40.398	577
5	55.404	562

หมายเหตุ การทดลองในช่วงที่ 3 และ 4 เหมือนกันหมดยกเว้น การทดลองช่วงที่ 3 นั้นจะปิดทางออกของชุดนำเมล็ดข้าวออกจากถัง ส่วนในการทดลองช่วงที่ 4 นั้นจะไม่ปิด

สรุป จากการทดลองทั้งหมด เมื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์แล้วจะพบว่า เมื่อเกิดภาระขึ้นที่ช่องทางดูดของโบลว์เวอร์ จะมีการสูญเสียเกิดขึ้นภายในโบลว์เวอร์ ทำให้ปริมาณลมที่จะสามารถดูดเข้าไปในโบลว์เวอร์นั้นน้อยลง และเมื่อภาระมากขึ้น ค่าความสูญเสียภายในโบลว์เวอร์ก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมดูดกับความยาวของปากทางออกโบล์วเวอร์(Blower)

วิธีทำการทดลอง

1 ต่อท่อที่ปากทางออกของ โบลว์เวอร์

2 วัดความเร็วลมที่ปากทางเข้าของท่อทางดูด[ท่อยางอ่อน ϕ 2.5 นิ้ว ยาว 3 เมตรไม่มีการตัดท่อและมีการปิดทางออกของชุดนำเมล็ดข้าวออกจากถัง(ปิด Rotary feeder)]

3 บันทึกผลการทดลอง

4 ตัดปากท่อทางออก ตามที่เราต้องการทดลอง

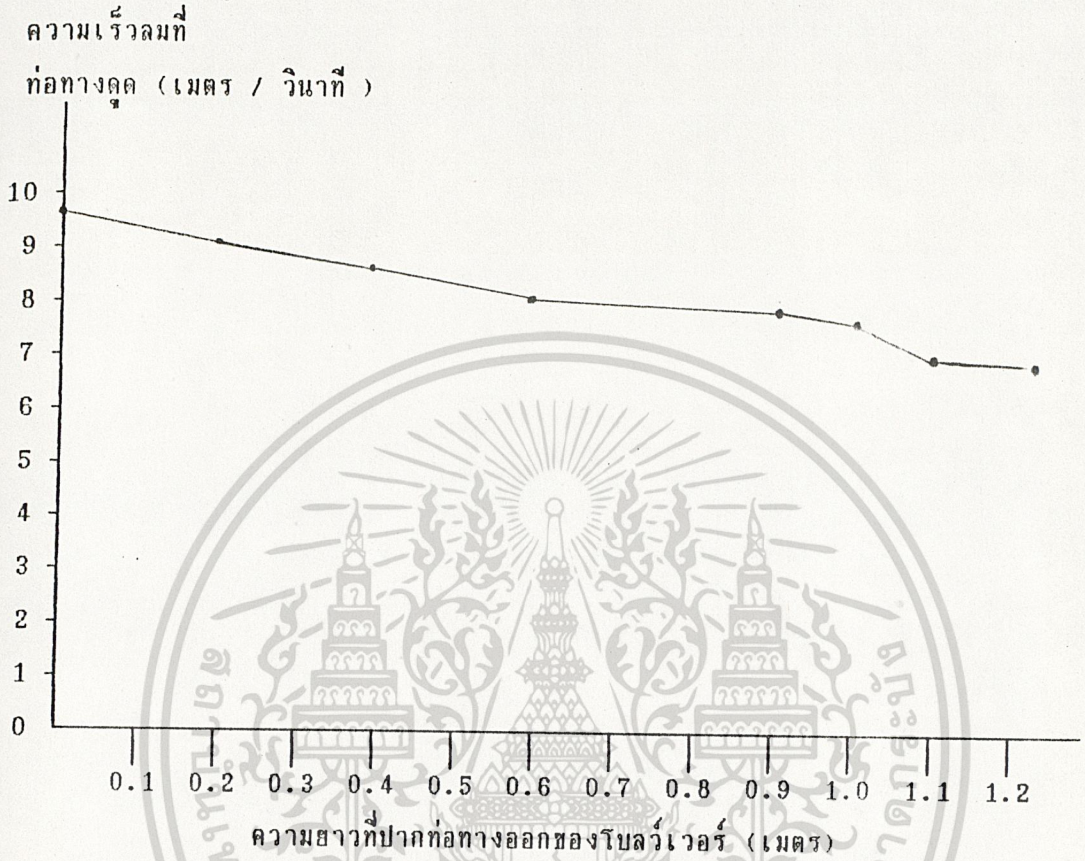
5 วัดความเร็วลม และบันทึกผลการทดลองตามความยาวของปาก โบลว์เวอร์ ที่เปลี่ยนไป

ผลการทดลอง

ความยาวของปากทางออกของโบลว์เวอร์(เมตร)	ความเร็วลมที่ปากท่อทางดูด (เมตร/วินาที)
1.20	7.2
1.10	7.2
1.00	7.7
0.90	7.8
0.60	8.0
0.40	8.7
0.20	9.2
0.00	9.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมดูดกับความยาวของปากทางออกโบลว์เวอร์



สรุป จากกราฟจะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มความของท่อที่ปากทางออกของโบลว์เวอร์ จะทำให้เกิดการสูญเสียภายใน โบลว์เวอร์มากขึ้น ซึ่งจะทำให้ ความเร็วลมในการดูดลดลง ดังนั้น การเพิ่มความยาวที่ปากทางออกของโบลว์เวอร์จะไม่สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของโบลว์เวอร์ขึ้นได้เลย แต่การเพิ่มความยาวของปากทางออกของโบลว์เวอร์จะมีผลทำให้ลมที่ออกจากท่อที่ต่อมานั้นเป็นลมที่เป่าออกเพียงอย่างเดียว (ไม่มีการเกิดการไหลย้อนกลับของลมที่ปากทางออกอีก) เพราะฉะนั้นเราจึงเลือกให้ปากทางออกของโบลว์เวอร์ถูกปล่อยให้เป็นอิสระในการทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมดูดกับความยาวของท่อดูด

วิธีการทดลอง

1 ต่อท่อยางอ่อนยาว 6 เมตร แล้ววัดความเร็วลมที่ต้นท่อทางดูด

2 บันทึกผลการทดลอง

3 ตัดท่อยางอ่อนตามที่เราต้องการทดลอง

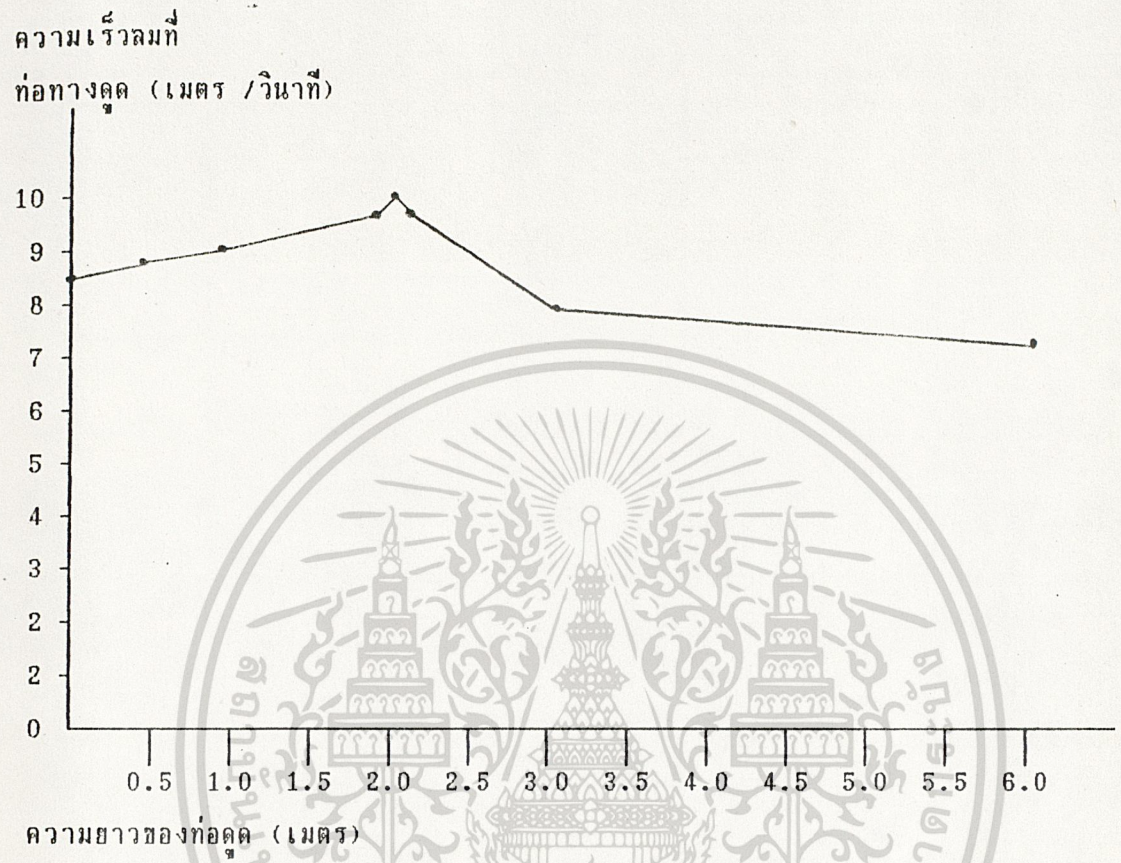
4 วัดความเร็วลมและบันทึกผลการทดลองตามช่วงความยาวท่อต่างๆกัน

ผลการทดลอง

ความยาวท่อดูด(เมตร)	ความเร็วลมที่ต้นทางท่อดูด(เมตร/วินาที)
6.00	7.0
3.00	7.8
2.00	9.4
1.95	9.7
1.90	9.5
1.50	9.1
1.00	8.9
0.50	8.6
0.00	8.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมดูดกับความยาวของท่อดูด



สรุป จากกราฟจะเห็นได้ว่าเมื่อทำการลดความยาวของท่อมาเรื่อยๆ จะพบว่าความเร็วลมในการดูดจะเพิ่มขึ้น จนถึงระยะของความยาวท่อทางดูด = 1.95 เมตร ซึ่งจะทำให้มีความเร็วลมในการดูดสูงสุด คือ 9.7 เมตร /วินาที แต่เมื่อลดความยาวของท่อต่อไป จะทำให้ความเร็วลมในการดูดลดลงตามไปด้วย ดังนั้นเราจึงเลือกใช้ความยาวท่อทางดูด = 1.95 เมตร ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งที่เราสามารถที่จะพัฒนาเครื่องขนถ่ายข้าวเปลือกเพื่อให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

1 ที่ชุดท่อทางส่งในช่วงที่อยู่ใต้ ชุดนำข้าวเปลือกออกจากถัง (Rotary feeder) (ในส่วนที่จะรับข้าวจากชุดนำข้าวเปลือกออกจากถัง) ควรทำให้ท่อทางส่งในช่วงนั้นมีลักษะเป็น นอสเซิ่ล (Nozzle) เพราะในช่วงของท่อที่เป็นนอสเซิล จะมีความดันของอากาศต่ำกว่าความดันในท่อปรกติซึ้งจะมีผลทำให้เกิดการสูญเสีย ที่เกิดจากการที่ลมไหลเข้าตัวถังหลัก โดยผ่านทาง ชุดนำเมล็ดข้าวออกจากถัง และยังอาจเป็นการเพิ่มแรงดูดได้อีกวิธีหนึ่ง ถ้าเกิดท่อในช่วงที่เป็น นอสเซิ่ล นั้นมีความดันต่ำมากๆ จะเป็นการช่วยดูดลมจากภายนอกให้เข้าถังมากขึ้น แต่ในท่อทางส่งที่เป็น นอสเซิล นั้นจะมีปัญหาในเรื่องของกำลังของ พัดลมดูด โดย นอสเซิลจะมีแรงต้านลมที่ออกมาจาก พัดลมดูด ทำให้กำลังของพัดลมดูดที่มีอยู่นั้นลดลง เพราะต้องอาศัยความดัน มากขึ้นในการอัดอากาศให้ผ่านนอสเซิลด้วยความเร็วที่คงที่ ดังนั้นในการที่ขะพัฒนาชุดท่อทางส่งนี้ ควรจะคำนึงถึงกำลังของ พัดลมดูดจะที่ใช้หรือที่มีอยู่ด้วย

2 จากการทดลองจะเห็นได้ว่า ที่ชุดนำเมล็ดข้าวออกจากถังนั้นมีการรั่วไหลของลมจำนวนมาก ดังนั้นถ้าจะพัฒนาเครื่องขนถ่ายข้าวจากกองขึ้นรถ จึงควรมีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงชุดนำเมล็ดข้าวออกจากถัง ให้ดีขึ้น คือควรปรับปรุงให้มีการรั่วไหลของอากาศได้น้อยลง แต่ในการทำชุดนำเมล็ดข้าวออกจากถัง ถ้าทำเองจะพบปัญหามากมายดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อเรื่องปัญหาที่พบในการทำงานแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิจารณ์และสรุป

เครื่องขนข้าวจากกองขึ้นรถนี้สร้างขึ้นด้วยต้นทุนประมาณ 1,000 บาทโดยการออกแบบการทำงานของเครื่องโดยใช้ระบบลำเลียงด้วยลม เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาทางด้านกลไกที่ซับซ้อนตัวเครื่องประกอบด้วยท่อดูดข้าว ระบบถังแยกเมล็ดข้าว ท่อส่งข้าวและใช้ลมจากโบวล์เวอร์เป็นตัวดูดและส่งเมล็ดข้าว ในการทดลองดูดข้าวประสบปัญหาหลายอย่างทำให้เครื่องไม่สามารถทำงานได้ตามเป้าหมาย สาเหตุสำคัญก็คือ โบวล์เวอร์ที่ใช้ไม่ได้มาตรฐานตามระบบสากล ในการคำนวณและเลือกขนาดโบวล์เวอร์จะยึดทฤษฎีของระบบสากล แล้วนำมาเลือกซื้อโบวล์เวอร์ตามขนาดที่คำนวณได้ โดยคำนวณได้ว่าจะต้องใช้โบวล์เวอร์ขนาด 2 แรงม้าต้องการปริมาณลม2100CFM แต่เมื่อทดลองกับโบวล์เวอร์ที่ซื้อมาซึ่งมีขนาด 3 แรงม้า ใบพัดขนาด 15 นิ้ว ทำงานที่ 1,450 RPM สามารถวัดปริมาณลมได้เพียง 660 CFM ซึ่งต่ำว่าที่คำนวณได้มากจะเห็นได้ว่ามาตรฐานการผลิตโบวล์เวอร์ในประเทศนั้นยังไม่ได้มาตรฐานตามระบบสากล และเมื่อทดลองเพิ่มภาระให้แก่เครื่อง โดยการนำไปดูดเมล็ดข้าวปรากฏว่า ปริมาณลมจากท่อดูดของโบวล์เวอร์ยิ่งน้อยลงไปอีก และกลับมีการดูดลม เข้าทางด้านเป่าของโบวล์เวอร์ ทำให้เครื่องขนข้าวจากกองขึ้นรถที่สร้างขึ้นไม่สามารถทำงานตามที่ต้องการได้ อย่างไรก็ตามหากใช้โบวล์เวอร์ที่มีขนาดและปริมาณลมตามที่คำนวณได้ คณะผู้จัดทำมั่นใจว่า ระบบที่ออกแบบเอาไว้สามารถทำงานได้แน่นอน เพราะในการทดลองดูดข้าวปรากฏว่ามีเมล็ดข้าวติดขึ้นมากับลมดูดบ้าง แต่เมื่อมาถึงระยะกลาง ๆ ของท่อดูดข้าวไม่สามารถปลิวมากับลมดูดได้กลับติดค้างอยู่ภายในท่อดูด ทั้งนี้เพราะปริมาณลมไม่เพียงพอนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่พบในการทำงาน

1 จากการคำนวนในการออกแบบ จะทำให้เราทราบว่าเราต้องการวัสดุชนิดใดและขนาดใดในการทำงาน แต่เมื่อนำไปสั่งของจะพบว่าทางร้านจะไม่ทราบถึงชนิดของวัสดุที่ทางเราต้องการ เราจึงจำเป็นต้องสั่งวัสดุด้วยขนาดเพียงอย่างเดียวโดยเราจะต้องประมาณความหนาของวัสดุเองโดยอาศัยการเทียบกับขนาดที่ได้คำนวนมาแล้ว และยังมีปัญหาเกี่ยวกับขนาดของวัสดุที่มักจะบอกขนาดเป็นนิ้วหรือมีขนาดไม่ตรงตามที่เราต้องการ จึงต้องมีการคำนวนใหม่โดยอาศัยขนาดของของที่มีอยู่ภายในร้าน มาเป็นฐานข้อมูลเพื่อคำนวนกลับโดยจะหาว่าสามารถใช้วัสดุชนิดนั้นในการทำงานของเครื่องมือได้หรือไม่

2 ในการไปสืบหาข้อมูล และราคาของของที่มีราคาสูงจากทางร้านค้าด้วยตนเอง จะพบว่าทางร้านมักจะไม่ค่อยให้ความร่วมมือ ในคำถามต่างๆรวมถึงราคาของของ จึงทำให้ได้รับข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง เพราะฉะนั้นในการสืบหาราคาของ ควรใช้โทรศัพท์ในการสอบถามข้อมูลแต่ก็จะเกิดปัญหาในการที่ไม่สามารถเห็นขนาดและลักษณะของของได้

3 ปัญหาในการสร้างตัวถังจะพบว่าเมื่อเราตัดเหล็ก แล้วนำมาพับขึ้นรูป ตรงรอยพับ จะมีการยืดตัวออกเล็กน้อย ทำให้มีการคลาดเคลื่อนของขนาด ตัวถังทั้งๆที่เราได้มีการเผื่อระยะยืดไว้แล้ว

4 ในการประกอบตัวถังจะพบว่าไม่สามารถที่จะเชื่อมเดินแนวได้ไม่ว่าจะเดินแนวในการเชื่อมเร็วที่สุดและลดกำลังไฟให้อ่อนที่สุดแล้ว อีกทั้งยังเกิดปัญหาในการบิดงอของแผ่นเหล็กมากเกินไปซึ่งเกิดทั้งในการเชื่อมแก๊สและเชื่อมไฟฟ้า ส่วนถ้าจะใช้การลีเว็ตหรือการทากาวตัวถังก็จะไม่แข็งแรงพอที่จะใช้รับแรงสั่นสะเทือนได้ เราจึงใช้การเชื่อมจุดในการประกอบตัวถังและใช้ในการประกอบตัวถังเข้ากับชุด นำเมล็ดข้าวออกจากถัง(Rotary feeder)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 ในการประกอบชุด ชุดนำเมล็ดข้าวออกจากถัง จะเกิดปัญหาในการประกอบแผ่นครีบเข้ากับเพลากลาง โดยการที่จะทำให้แผ่นครีบอยู่ในลักษณะที่ขนานกับแกนเพลา เราจะทำโดยการนำเพลาขึ้นบนแทนกลึง เพื่อหาจุดศูนย์กลางของเพลา และใช้มีดกลึงที่ตั้งระดับไว้เท่ากับระดับของจุดศูนย์กลางเพลาแล้วจึงนำมีดกลึงขีดไปบนผิวของเพลาเพื่อให้ได้แนวของครีบที่ขนานกับแนวแกนของเพลา

6 เนื่องจากการติดใบครีบบนเพลากลางต้องติดให้ได้เป็นแนวเส้นตรง ตามแนวรัศมีของเพลากลาง ในการปฏิบัติเราจะแก้ปัญหานี้โดยการอาศัยการพิจารณาจากการที่เมื่อเพลาและครีบมีขนาดคงที่ ดังนั้นเมื่อเราตั้งครีบขึ้นบนเพลาให้ตรงกับแนวรัศมีของเพลา จะทำให้มีระยะที่วัดได้จากจุดศูนย์กลางเพลาถึงปลายครีบเป็นระยะที่มากที่สุด ซึ่งถ้าครีบเอียงออกจากแนวรัศมีระยะที่วัดได้จะน้อยลง

7 ปัญหาการเชื่อมครีบกับเพลากลาง เมื่อรอยเชื่อมเย็นตัวลงจะเกิดการหดตัวของน้ำเหล็กทำให้เกิดการดึงใบครีบจนใบครีบคดงอเป็นอย่างมาก เราจึงแก้ปัญหาโดยการเชื่อมแบบแต้มจุดแทนการเดินแนวรอยเชื่อม แต่ก็ยังทำให้เกิดการบิดตัวของใบครีบ จึงมีการใช้ฆ้อนช่วยในการปรับแต่งใบครีบให้อยู่ในแนวเส้นตรงขนานกับแกนเพลา

8 ปัญหาในการปรับแต่งหน้าตัดของ เคสซิ่ง(Casing) เพื่อให้ได้หน้าตัดที่มีการขนานกันระหว่างหน้าตัดและได้ระดับ จะพบว่าหลังจากการตัดเพลาด้วยแก๊สแล้วจะเกิดการไม่ได้ระดับกันระหว่างหน้าตัดและมีเศษเหล็กที่หลอมละลายจากการตัดเข้ามาหลอมติดกับเนื้อเหล็ก ทำให้เราไม่สามารถใช้การกลึงในการปรับแต่งได้เพราะอาจทำให้มีดกลึงแตกหักได้เนื่องจากเนื้อเหล็กที่หลอมละลายนั้นมีความแข็งแกร่งมาก เราจึงต้องใช้การนำ เคสซิ่ง ขึ้นเครื่องกลึงและใช้มีดกลึงค่อยๆปาดด้านข้างพอเป็นรอยเพื่อทำให้หน้าตัดมีระดับเสมอกันและขนานกัน ทั้งสองข้างแล้วนำลงจากเครื่องกลึงเพื่อนำมาใช้หินเจียรปาดด้านหน้าจนถึง เส้นที่ขีดไว้(เส้นที่เกิดจากการใช้มีดกลึงปาดให้เกิดรอย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9 ในการเจาะรูรอบนอกของแผ่นปะกับทั้งสี่แผ่น จะเกิดปัญหาเนื่องจากการที่เราไม่สามารถที่ จะทราบได้ว่าจุดศูนย์กลางของแผ่นปะกับที่แท้จริงอยู่ที่ใดแน่นอน เพราะรูที่เกิดจากการเจาะในตอนแรก ทำให้จุดที่ควรจะเป็นจุดศูนย์กลางที่เราสามารถอ้างอิงได้หายไป และเมื่อนำชิ้นแท่นกลึงเราจะพบว่าเหล็กปะกับที่เราสั่งทางร้านให้ตัดมานั้น มีรูในที่มีจุดศูนย์กลางคนละจุดกับจุดศูนย์กลางของวงกลมรอบนอก เราจึงต้องเลือกเอาจุดศูนย์กลางของวงกลมในเป็นจุดหลักเพราะจุดศูนย์กลางที่เราเลือกมานี้นั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับการประกอบเพลากลางเข้ากับ เคสชิ่งเมื่อเราเลือกจุดศูนย์กลางที่จะใช้ได้แล้วเราจะทำเส้นรอบวงที่มีขนาดของรัศมีมากกว่ารัศมีของ เคสชิ่ง แต่จะไม่มากกว่ารัศมีภายนอกของแผ่นปะกับโดยเลือกระยะของรัศมีที่สามารถที่จะเจาะรูที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ เส้นผ่าศูนย์กลางของสกรูน็อตที่เราเลือกมาแล้วจึงกำหนดระยะห่างของแต่ละจุดโดยที่จะเจาะโดยเราเลือกให้แต่ละจุดอยู่ห่างกันเป็นมุมประมาณ 45 องศา

10 ปัญหาในการเจาะรูที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่เกินกว่าขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกสว่านหรือการตัดส่วนโค้ง ซึ่งภายใน ช็อบ(shop) ไม่มีอุปกรณ์ที่สามารถเจาะรูที่มีขนาดใหญ่หรือตัดส่วนโค้งได้ทำให้ในการทำงานต้องใช้ดอกสว่านที่มีขนาดเล็กเจาะรูตามแนวของเส้นโค้งที่ต้องการจะตัด โดยให้มีระยะห่างของรูน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้แล้วจึงนำมาตีส่วนที่ไม่ต้องการออก และนำส่วนโค้งที่ได้มาตบแต่งขอบด้วยการตะไบ เพื่อให้ได้ส่วนโค้งตามที่ต้องการ

11 ปัญหาในการเชื่อมโครงสร้างหลัก ที่มีเสาของโครงสร้างสูงมาก จะพบว่า เมื่อวัดฉากได้และทำการเชื่อม จะเกิดการหดตัวของรอยเชื่อม ทำให้ต้องเสียเวลาในการจัดฉากและทำการแก้รอยเชื่อมใหม่ โดยการใช้แก๊สเป่ารอยเชื่อมให้ร้อนพอที่จะดัดได้ แล้ววัดฉากและต้องจับยึดให้เสาสูงอยู่ในมุมฉากกับฐานจนกว่ารอยเชื่อมจะเย็นตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12 ในการประกอบชุดท่อทางดูด เราจะพบว่า ในการต่อท่อ พี.วี.ซี. ซึ่งเป็นท่อตรงเข้ากับข้องอ 90 องศา หรือ ข้อต่อตรง พี.วี.ซี. เกลียวนอกไม่ว่าขนาดใดๆ ท่อพี.วี.ซี. ที่เป็นท่อตรงนั้นจะไม่สามารถที่จะเข้าไปได้สุดช่วงของข้อต่อต่างๆได้ ทำให้เกิดเป็นช่องว่างภายในของชุดท่อทางดูด ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดแรงเสียดทานภายในท่อทางดูดเพิ่มมากขึ้น การแก้ไขนั้นเราต้องพยายามทำให้ท่อตรงเข้าไปภายในข้องอหรือข้อต่อตรงให้มากที่สุด

13 ในการทดลองจะพบว่า ในช่วงที่เมล็ดข้าวต้องผ่าน พัดลมดูด นั้นเมล็ดข้าวที่ออกมานั้นจะถูกเป่าออกมากับลมที่ออกจาก พัดลมดูดซึ่งมีความเร็วและแรงมากจึงมีผลทำให้เราไม่สามารถเก็บเมล็ดข้าวที่ออกมาได้หมด แม้ว่าเราจะทำการกันและดักเมล็ดข้าวที่ออกมาพร้อมกับลมที่ออกมาจาก พัดลมดูด แล้วก็ตาม

14 จากการทดลองจะพบว่า ในขณะที่เพิ่มภาระให้แก่ พัดลมดูด จะมีการรั่วไหลของลมภายในพัดลมดูด คือในการทำงานของพัดลมดูดเมื่อมีภาระจะทำให้เกิด สุญญากาศ(Vaccum) อย่างอ่อนๆขึ้นที่ตรงกลางของชุดใบ พัดลมดูด และเมื่อภาระเพิ่มขึ้น สุญญากาศ ก็จะมากขึ้นด้วยตามทฤษฎีแล้วนั้น เมื่อมี สุญญากาศ มากขึ้นจะทำให้ พัดลมดูด สามารถ ดูดลมด้วยความแรงมากขึ้น (แต่ปริมาณลมเท่าเดิม) แต่เมื่อเกิดการรั่วไหลขึ้นภายใน เมื่อสุญญากาศ เพิ่มขึ้นแทนที่พัดลมดูด จะดูดลมได้แรงขึ้น กลับกลายเป็นการดูดลมจากปากทางออก พัดลมดูดคืนกลับเข้าไปในส่วนที่เกิด สุญญากาศ โดยผ่านเข้าไปทาง ช่องว่างระหว่างชุดใบพัดลมดูด กับชุดของปากทางเข้า ซึ่งจะมีผลทำให้ความแรง ของลมดูดที่ควรจะได้จาก พัดลมดูด นั้นลดลงในส่วนของการแก้ไข (โดยใช้วิธี การลดขนาดของช่องว่างที่เกิดขึ้นนั้น) เราทำได้ยากมาก โดยเราจะพบปัญหาต่างๆใน การแก้ไข ดังนี้

1 ถ้าจะทำการลดขนาดของช่องวางโดยการเพิ่มขอบของชุดใบ พัดลมดูด ให้ใกล้กับขอบของชุดปากทางเข้ามากขึ้น เราต้องแน่ใจว่าส่วนที่เราเพิ่มขึ้นนั้น ต้องไม่ทำให้จุดศูนย์ถ่วงของใบพัด พัดลมดูด นั้นแตกต่างไปจากเดิม มิฉะนั้นแล้วเมื่อเดินเครื่อง พัดลมดูด ซึ่งมีความเร็วรอบของใบพัดสูงถึง 1450 รอบ/นาที จะมีผลทำให้เกิดการสั่น หรือ อาจเกิดการฉีกขาดของใบพัด พัดลมดูด อันเนื่องมาจากการที่ใบพัดไปตีหรือกระทบกับ ขอบของชุดปากทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าในขณะที่ใบพัดหมุนอยู่

2 ถ้าจะทำการลดขนาดของช่องว่าง โดยการเพิ่มขอบของชุดปากทางเข้าให้เข้าใกล้ขอบของใบพัด พัดลมดูด มากขึ้น เราจะพบว่าเราจะเพิ่มความกว้างของขอบชุดปากทางเข้าได้ไม่มากนักเพราะถ้าใกล้เกินไปเมื่อเปิดหรือปิดเครื่องถ้าเครื่องสั่นมากจะมีผลทำให้เกิดการฉีกขาดของใบ พัดลมดูด เนื่องมาจากการตีหรือกระทบกันระหว่างชุดใบพัดกับชุดปากทางเข้า ในการแก้ไขปัญหานี้ที่ เราสามารถทำได้คือการเพิ่มความกว้างของขอบชุดปากทางเข้าได้เพียงอย่างเดียวและไม่สามารถเพิ่มได้มากด้วยดังเหตุผลในข้อที่สอง ส่วนการแก้ไขใน แบบที่ 1 นั้น เราไม่สามารถทำได้เลยเพราะเป็นการเสี่ยงต่อการฉีกขาดของใบพัดลมดูด เป็นอย่างมาก เพราะเราไม่มีความสามารถเพียงพอที่จะทำการถ่วงศูนย์ของใบพัดลมดูด ใหม่ที่เราเพิ่มขอบของใบ ขึ้นมาเอง

15 ปัญหาต่างๆที่พบในการทดลอง

15.1 ในการทำการทดลองเพื่อหาปริมาณการขนถ่าย ที่ช่วงต่างๆของเครื่อง จะพบว่าในช่วงของชุดท่อลมดูดในส่วนที่ยังเป็นท่อแข็งอยู่จะมีปัญหาในการที่จะนำข้าวมาป้อน เพื่อที่จะให้ได้ปริมาณการขนถ่ายที่มากที่สุด เพราะในส่วนของท่อลมดูดที่เป็นท่อแข็งนั้นปากของท่อส่วนมากจะตั้งอยู่ในแนวระดับกับพื้นดิน เราจึงทำได้เพียงการนำ ข้าวที่ได้ชั่งวัดน้ำหนักแล้วมากองไว้บนกระดาษ เมื่อต้องการที่จะทดลองก็จะนำกองข้าวนั้นไปถือไว้ในแนวระดับณ.จุดกึ่งกลางของท่อที่เป็นปากทางเข้าของช่วงที่ทำการทดลองแล้วทำการจับเวลาที่ใช้ในการดูดข้าวจนหมดกอง จึงมีผลทำให้ปริมาณการขนถ่ายนั้นน้อยลงมาก

15.2 ในการต่อท่อทางดูดของลม เมื่อต่อท่อแล้วปัญหาที่พบคือส่วนของปลายท่อตรงพี.วี.ซี.จะไม่สามารถเข้าไปในข้องอหรือข้อต่อตรงได้จนสุด จึงทำให้เกิดเป็นร่องลึกขึ้นที่จุดเชื่อมต่อของท่อตรงกับข้องอหรือข้อต่อตรงซึ่งจะมีผลทำให้แรงเสียดทานภายในของชุดท่อทางดูดเพิ่มขึ้นและทำให้เกิดการตกค้างของเมล็ดข้าวขึ้นภายในชุดท่อทางดูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15.3 เมื่อต่อท่ออ่อน 2.5 นิ้ว แล้วทำการทดลอง จะพบว่าเมื่อนำไปดูดเมล็ดข้าว (โดยนำต้นทางท่อทางดูดเข้าไปจ่อไว้ที่กองข้าว) เมล็ดข้าวที่สมบูรณ์จะถูกดูดเข้าไปในท่อได้เพียงช่วงระยะสั้นๆเท่านั้นก็จะตกลงสู่พื้นท่อ แล้วจะไม่มีการเคลื่อนที่อีก ส่วนเมล็ดข้าวที่มไม่สมบูรณ์หรือแกลบที่ติดมากับข้าวนั้นจะสามารถที่จะถูกดูดเข้าไปได้ถึงชุดตัวถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

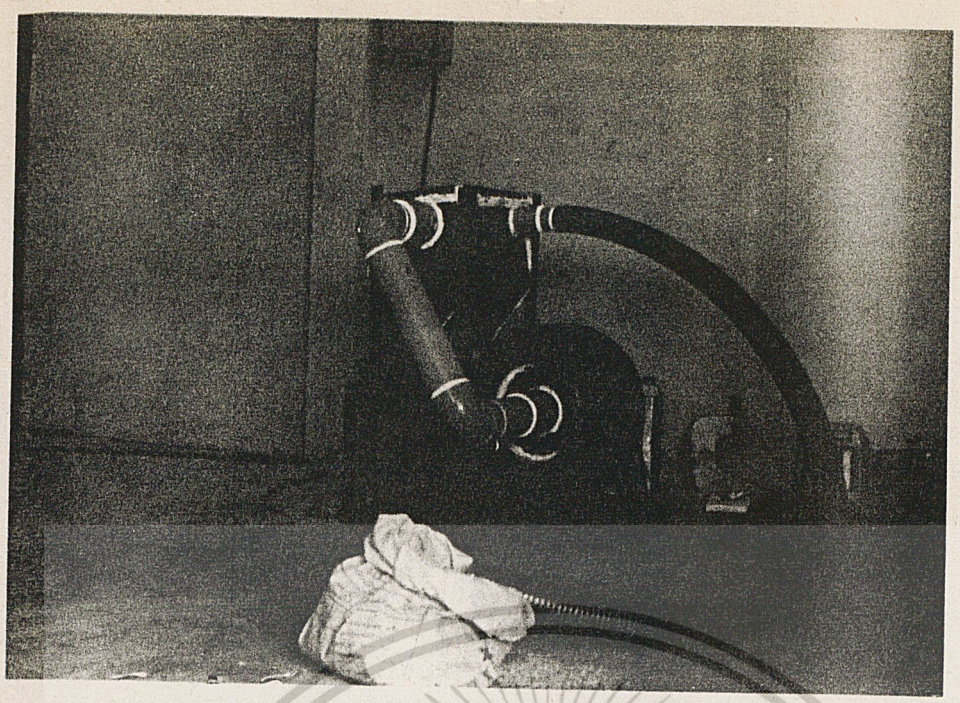
ตารางแสดงคุณสมบัติต่างของข้าว

Physical Dimensions and Mass Properties of Rough and Brown Rice

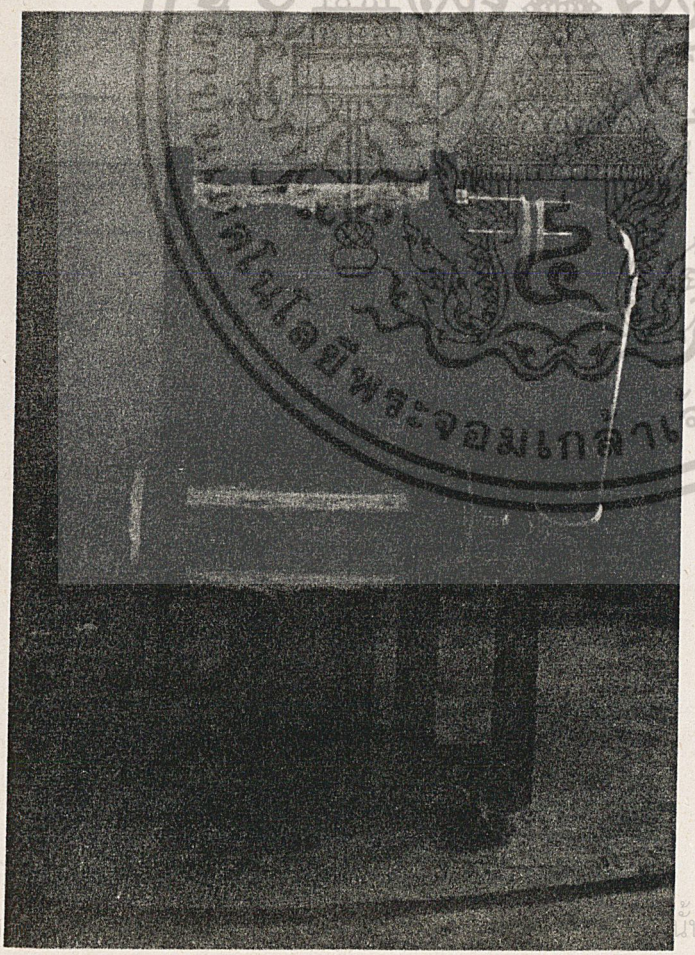
Moisture Content (% db)	Individual Grain Properties: Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)	Volume (mm^3)	Density (g/cm^3)	Area (mm^2)	Bulk Properties: Density (g/cm^3)	Porosity (%)
Rough Rice—Medium Grain (Saturn)[a,b]								
13.64	7.90	3.12	1.96	16.06	1.327	40.19	0.599	58.5
16.28	7.92	3.12	1.96	16.71	1.340	...	0.619	56.5
19.05	7.95	3.12	1.98	17.53	1.357	...	0.635	55.0
21.95	7.97	3.17	2.01	19.17	1.375	42.45	0.650	53.1
Rough Rice—Long Grain (Bluebonnet-50)[a,b]								
13.64	9.68	2.59	1.90	18.36	1.365	...	0.587	59.6
16.28	9.75	2.62	1.93	18.52	1.374	...	0.589	59.3
19.05	9.86	2.64	1.93	19.17	1.380	...	0.607	57.9
21.95	10.03	2.69	1.98	19.66	1.381	...	0.616	56.9
Brown Rice—Long Grain (Starbonnet)[c,d]								
5.49	6.85	1.92	1.58	...	...	...	...	...
10.46	7.06	1.98	1.62	11.83	1.442	31.86	0.674	53.08
14.36	7.24	2.02	1.67	12.48	1.429	33.14	0.682	52.30
18.55	7.27	2.03	1.68	13.22	1.415	34.52	0.680	51.92
23.52	7.42	2.04	1.69	14.17	1.379	36.16	0.663	51.90

[a] Each value is the average of five replications.
[b] Data from Wratten et al (1969).
[c] Each value is the average of 50 replications.
[d] Data from Mannapperuma (1975).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

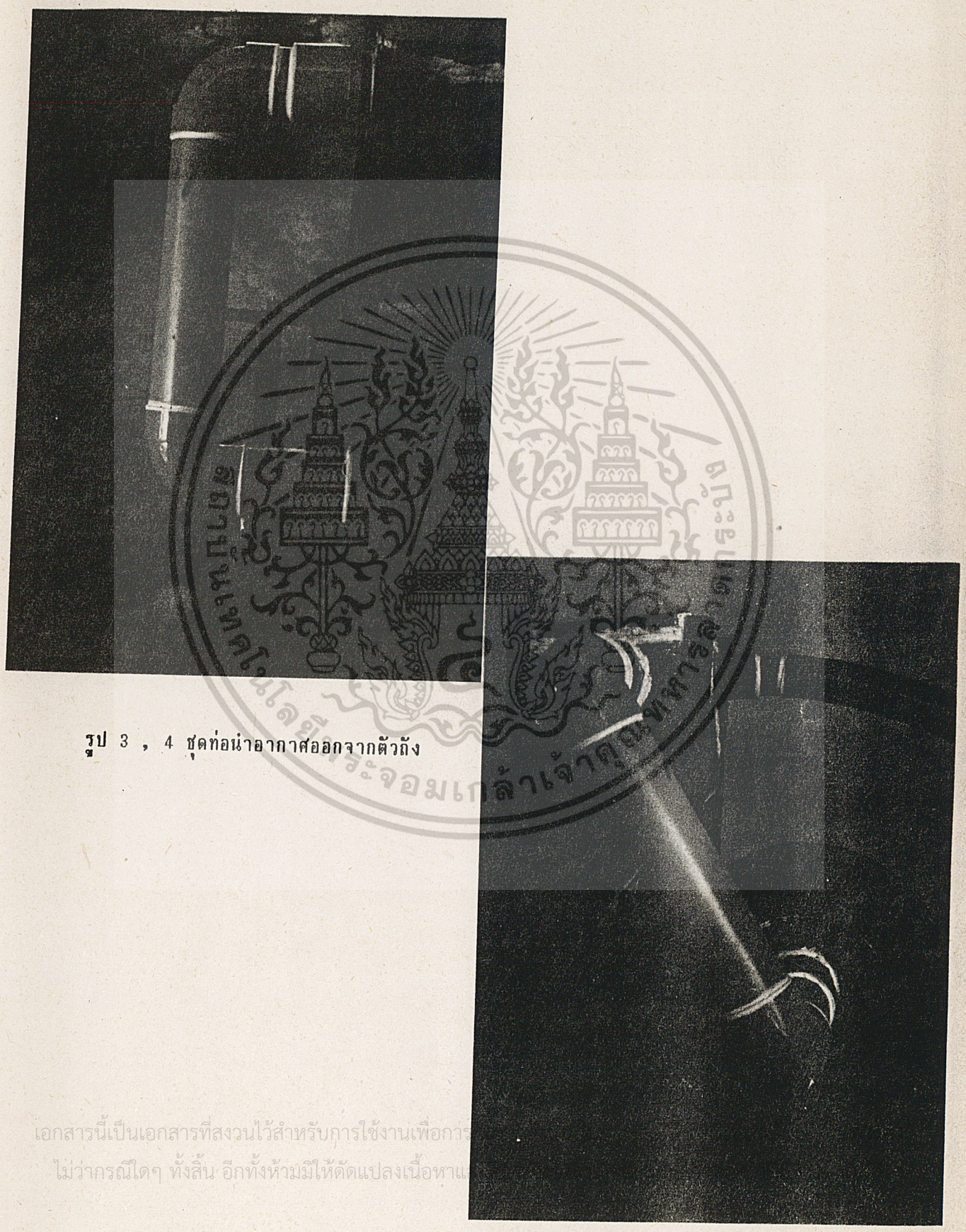


รูป 1 เครื่องขนข้าวจากกองขึ้นรถ



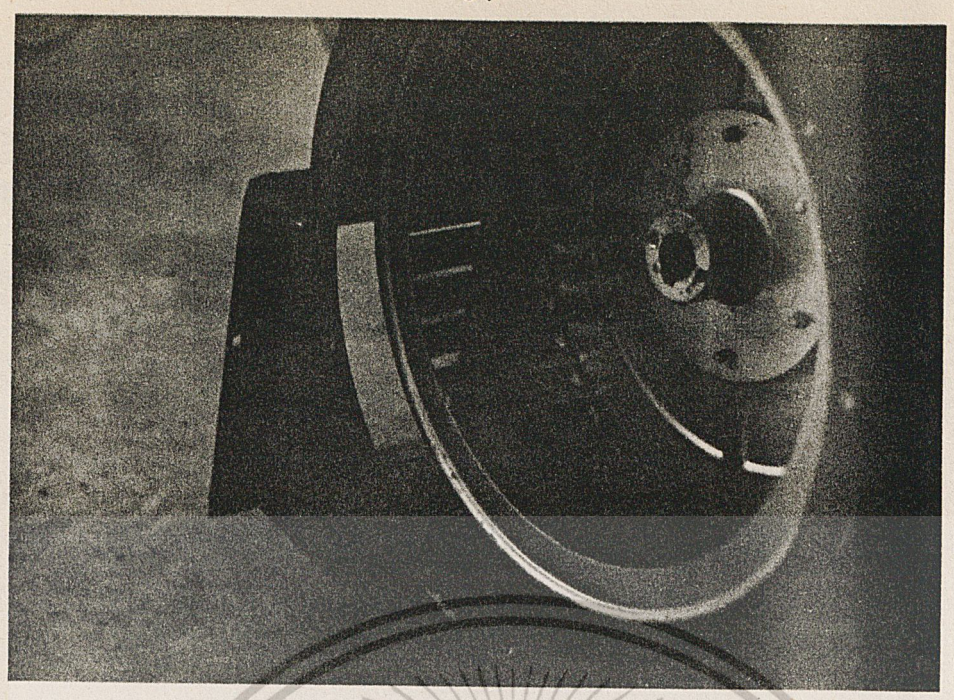
รูป 2 ชุดโครงสร้างหลัก

เอกส ัน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3 , 4 ชุดท่อนำอากาศออกจากตัวถัง

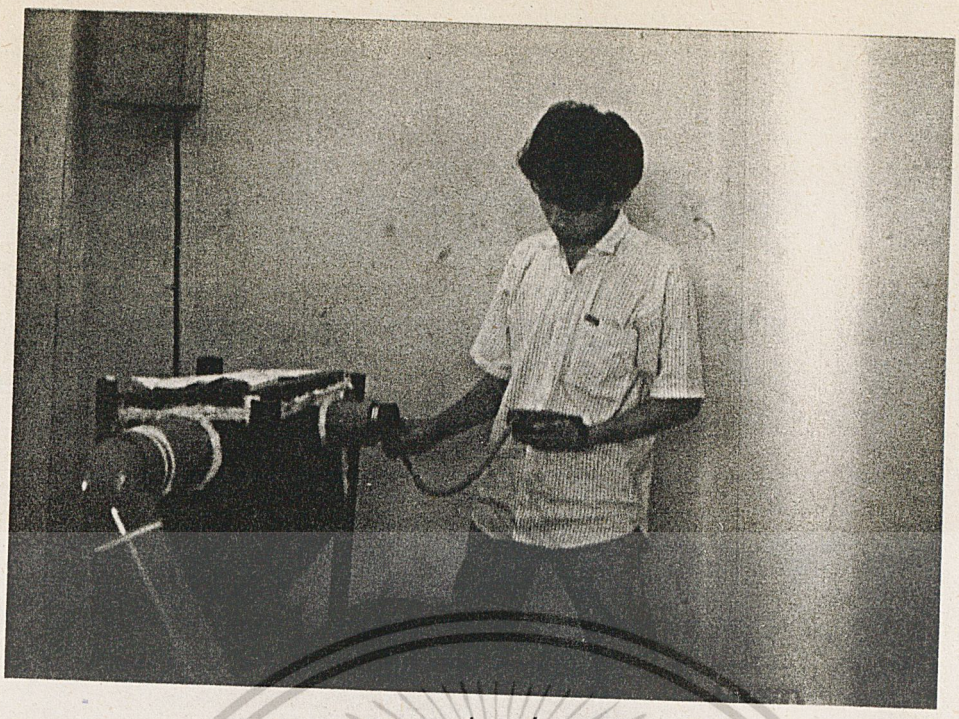
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา



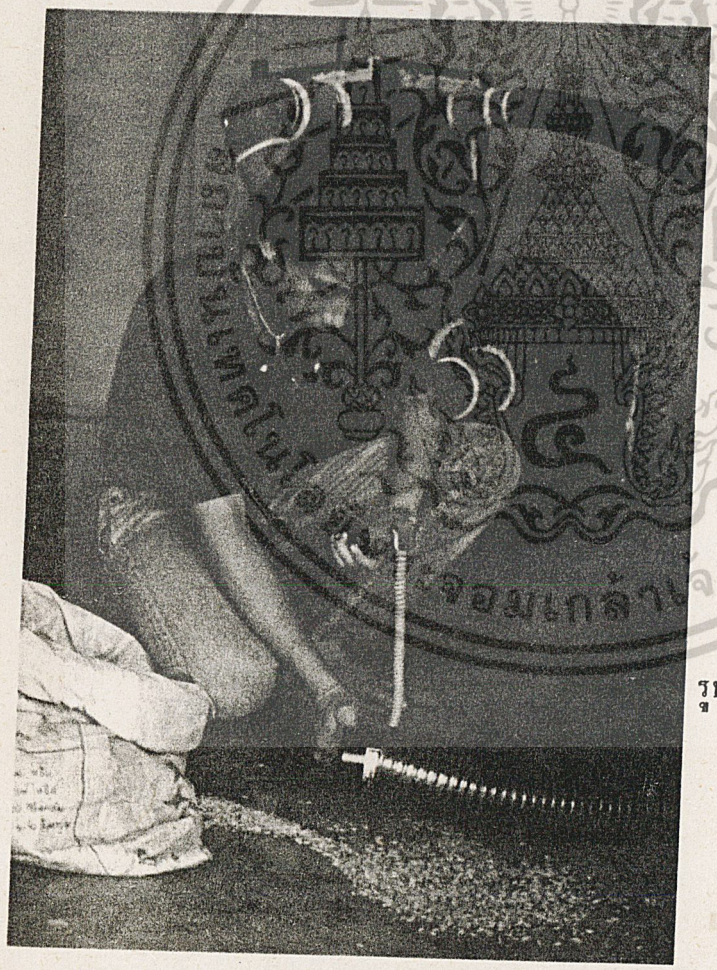
รูป 5 ใบโบลว์เวอร์

รูป 6 ปากทางเข้าโบลว์เวอร์ด้านใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

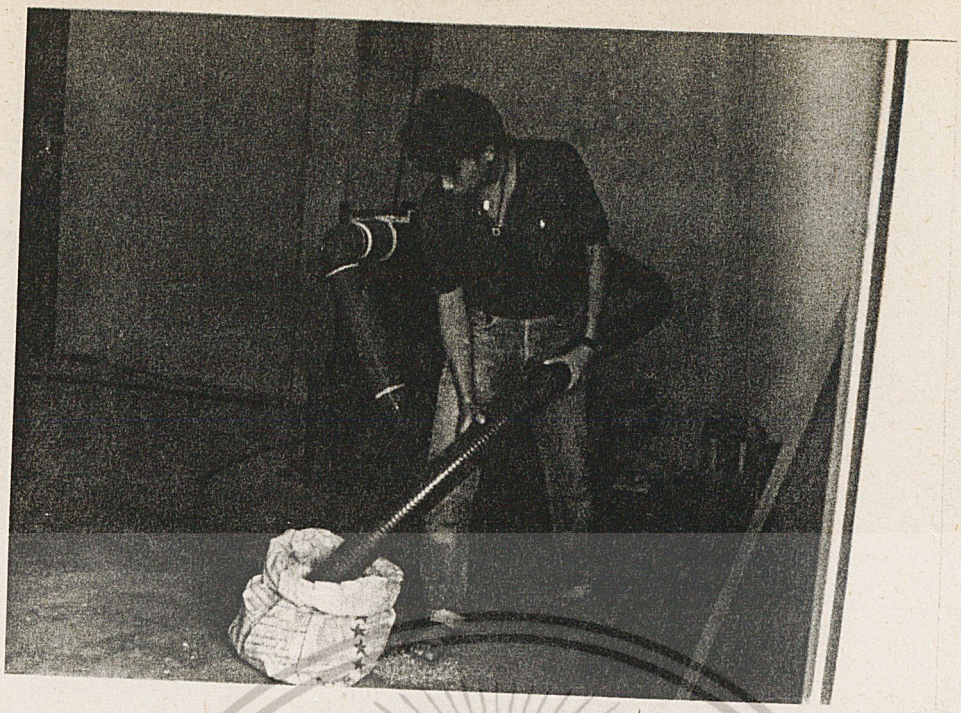


รูป 7 การวัดความเร็วลมที่ท่อดูดด้านติดกับถัง



รูป 8 การวัดความเร็วลม
ที่ปากท่อทางดูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

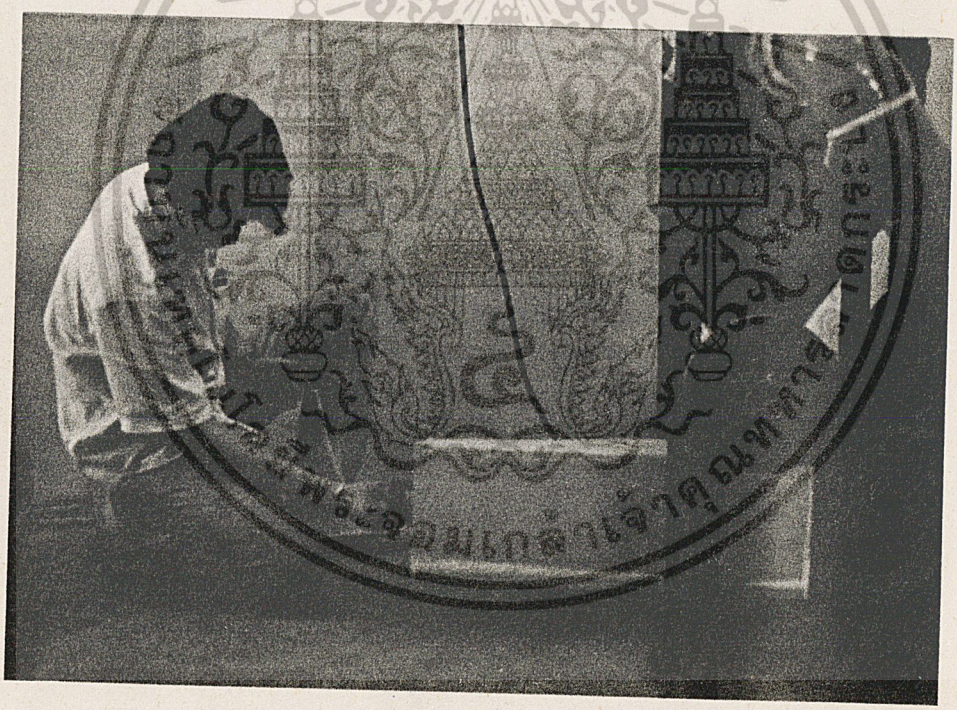


รูป 9 การทดลองดูดเมล็ดข้าว

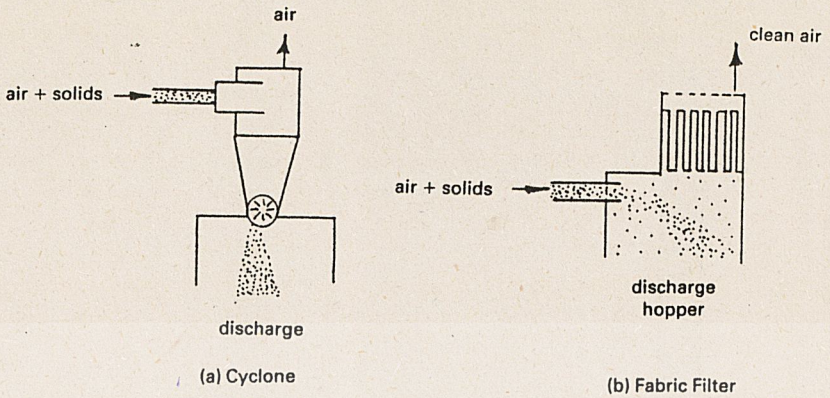
รูป 10.1 การทดสอบพิเศษเมื่อต่อท่อทางด้านเปาของโบลว์เวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

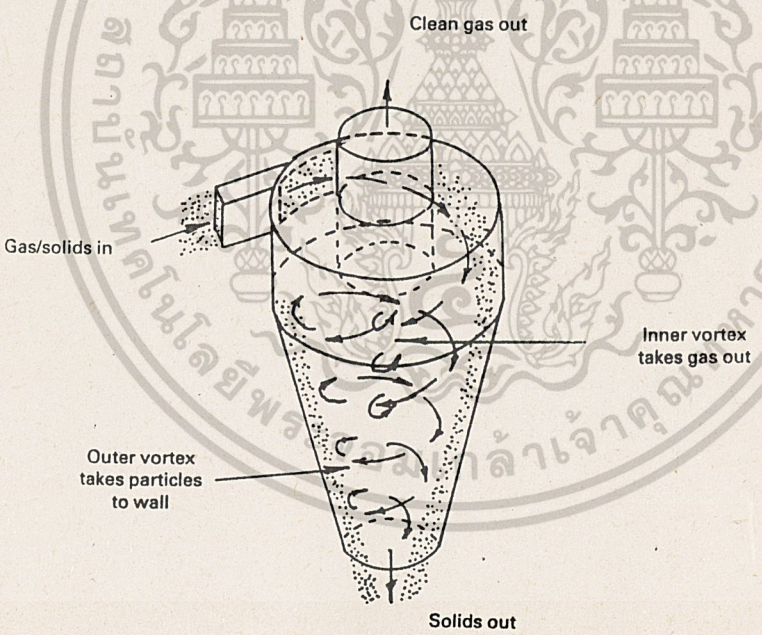
รูป 10.2 การทดสอบพิเศษเมื่อต่อท่อทางด้านเปาของโบลว์เวอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

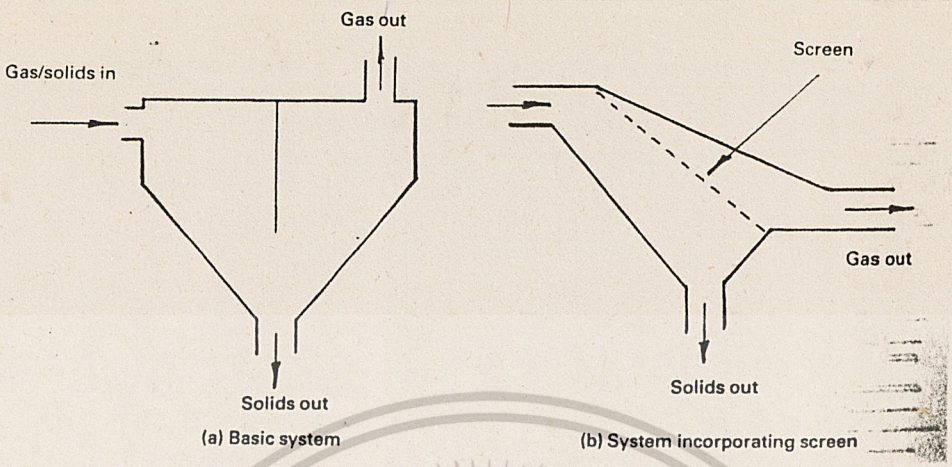


รูปที่ 11 ภาพแสดงอุปกรณ์แยกวัตถุออกจากอากาศ

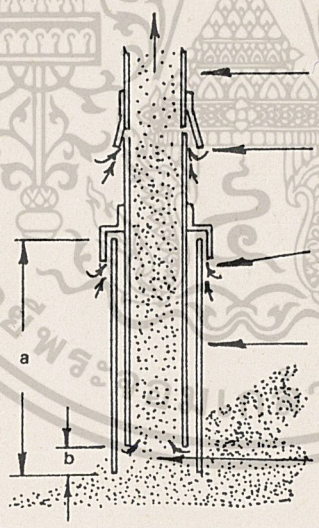


รูปที่ 12 แสดงการหมุนวนของของผสมในไซโคลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

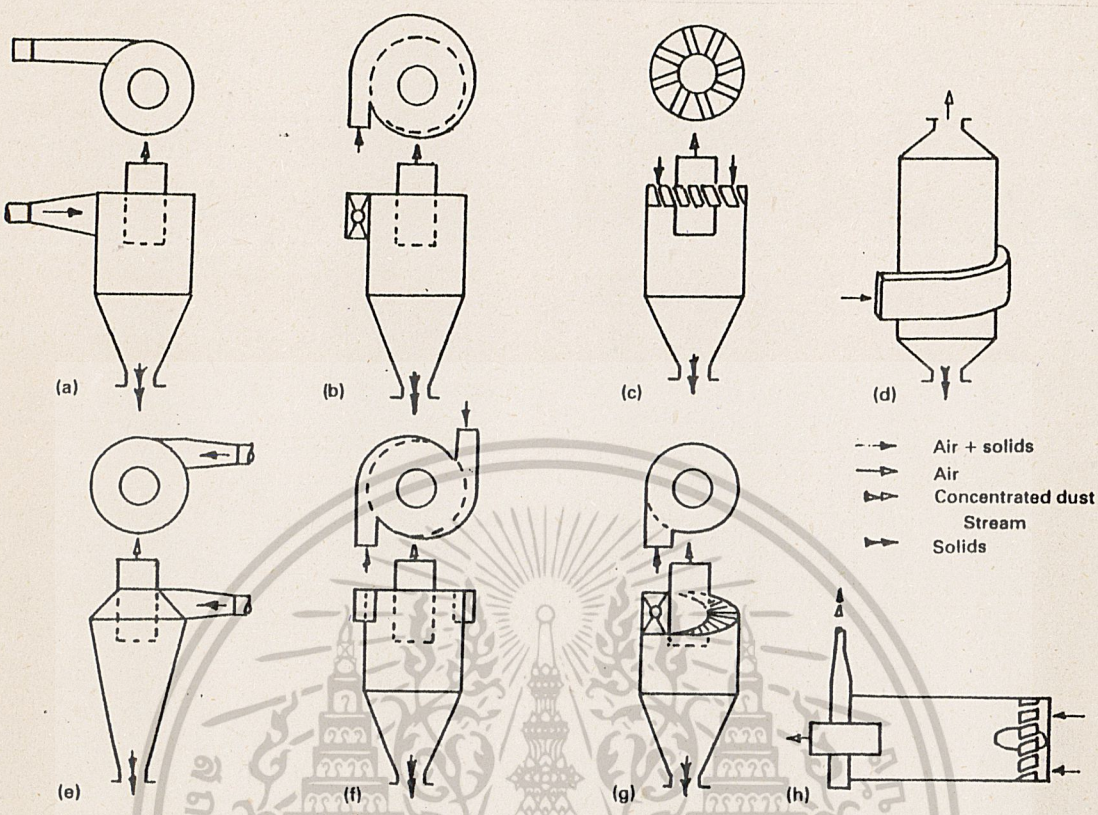


รูปที่ 13 แสดงห้องแยกวัตถุโดยใช้แรงโน้มถ่วง

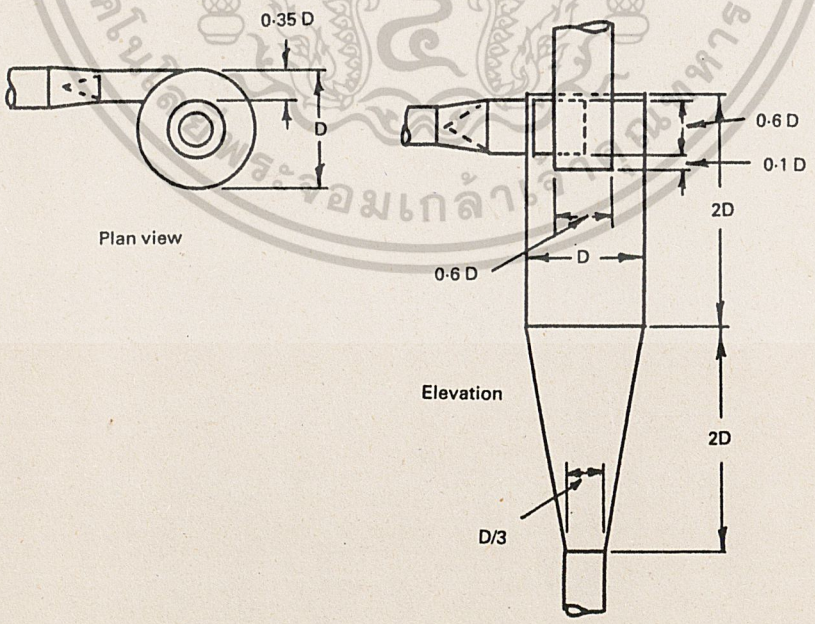


รูปที่ 14 แสดงหัวดูดวัตถุของระบบสุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

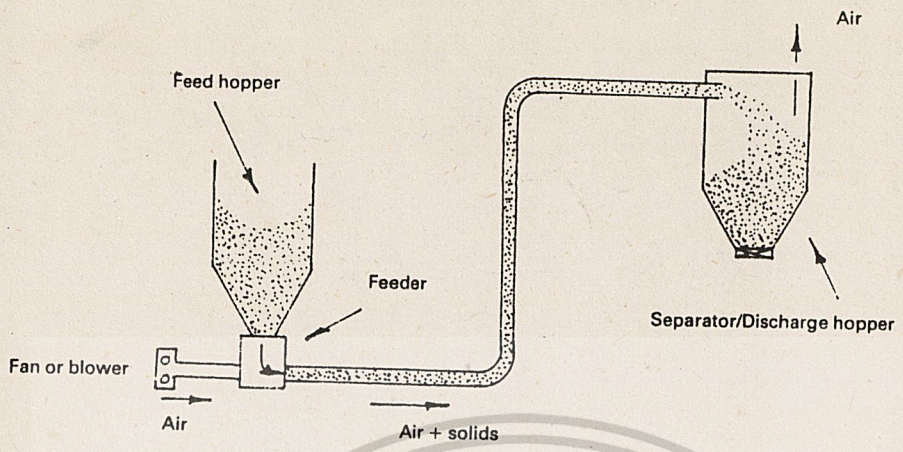


รูปที่ 15 แสดงการออกแบบถังไซโคลนแบบต่างๆ

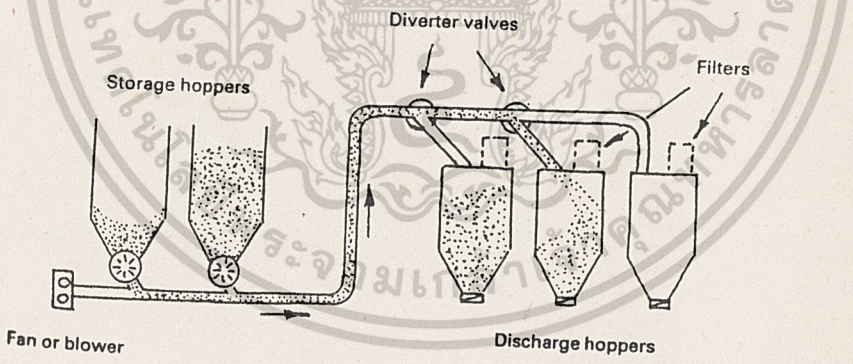


รูปที่ 16 แสดงสัดส่วนของส่วนต่างๆของถังไซโคลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

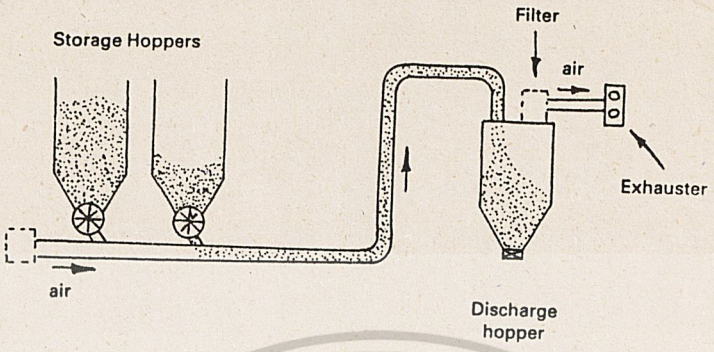


รูปที่ 17 แสดงการขนถ่ายวัตถุในระบบความดันต่ำ

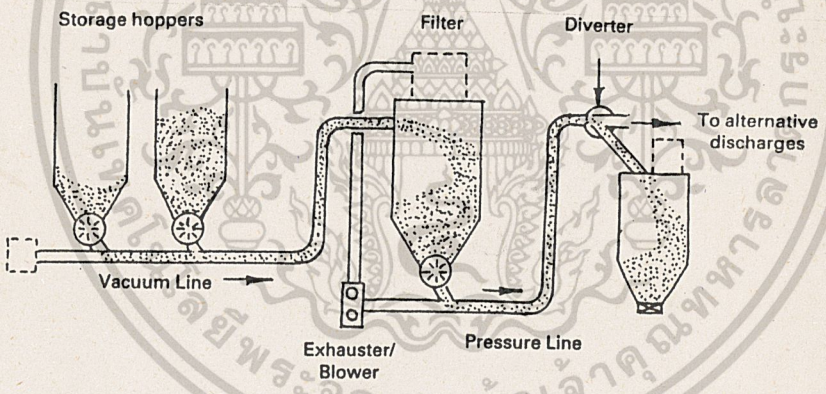


รูปที่ 18 แสดงการขนถ่ายของระบบความดัน โดยมีจุดเข้า-ออกของวัตถุหลายจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

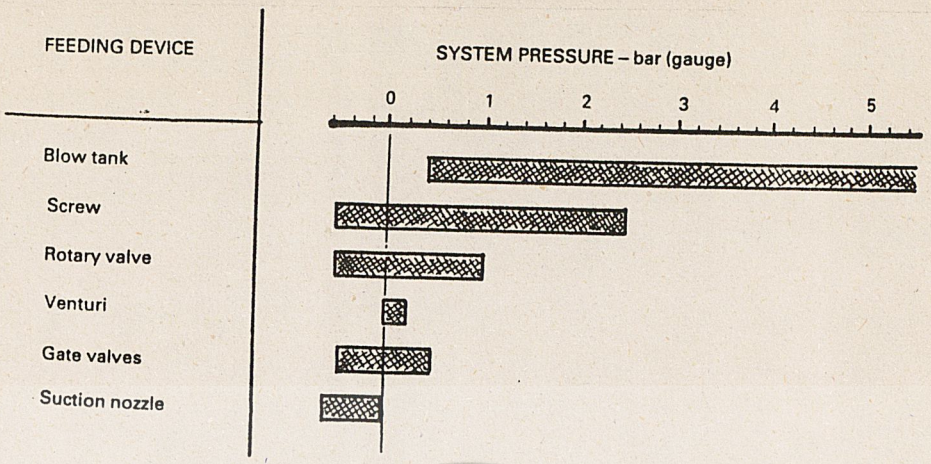


รูปที่ 19 แสดงการขนถ่ายวัตถุในระบบสูญญากาศ

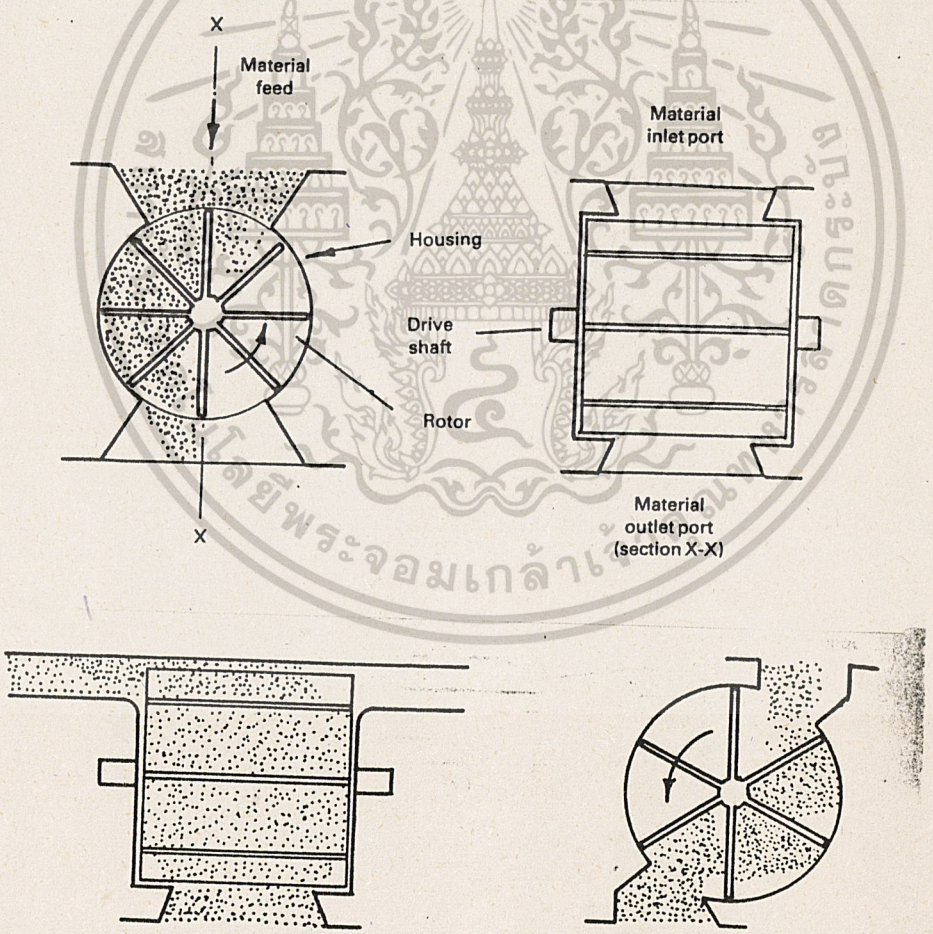


รูปที่ 20 แสดงการขนถ่ายวัตถุ โดยใช้การรวม 2 ระบบเข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

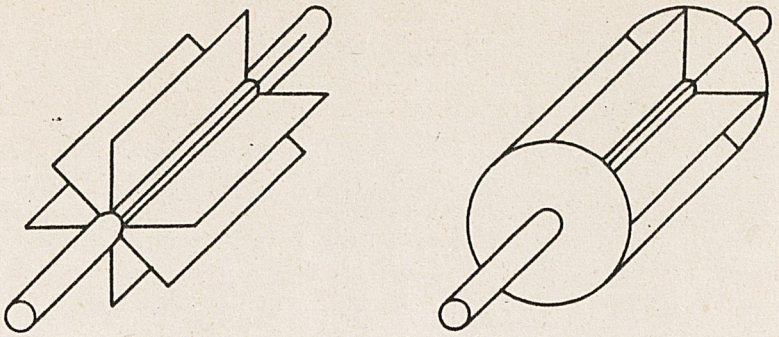


รูปที่ 21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์ป้อนวัตถุกับช่วงความดันที่ใช้งาน

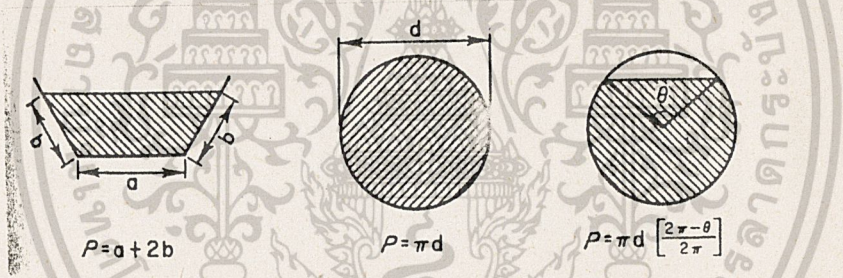


รูปที่ 22 แสดงโรตารี่ วาล์ว (Rotary valve)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

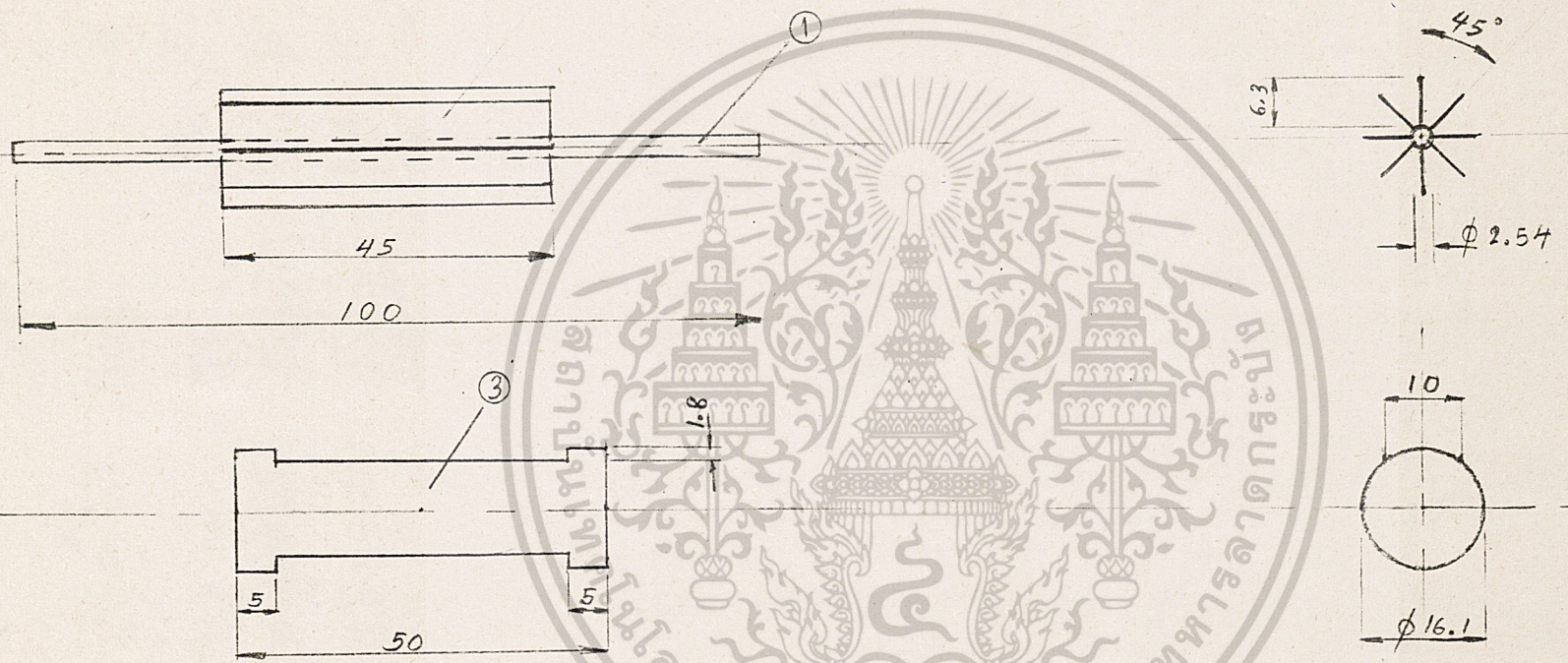


รูปที่ 23 แสดงใบของโรตารี่



รูปที่ 24 แสดงค่า Wetted Perimeter

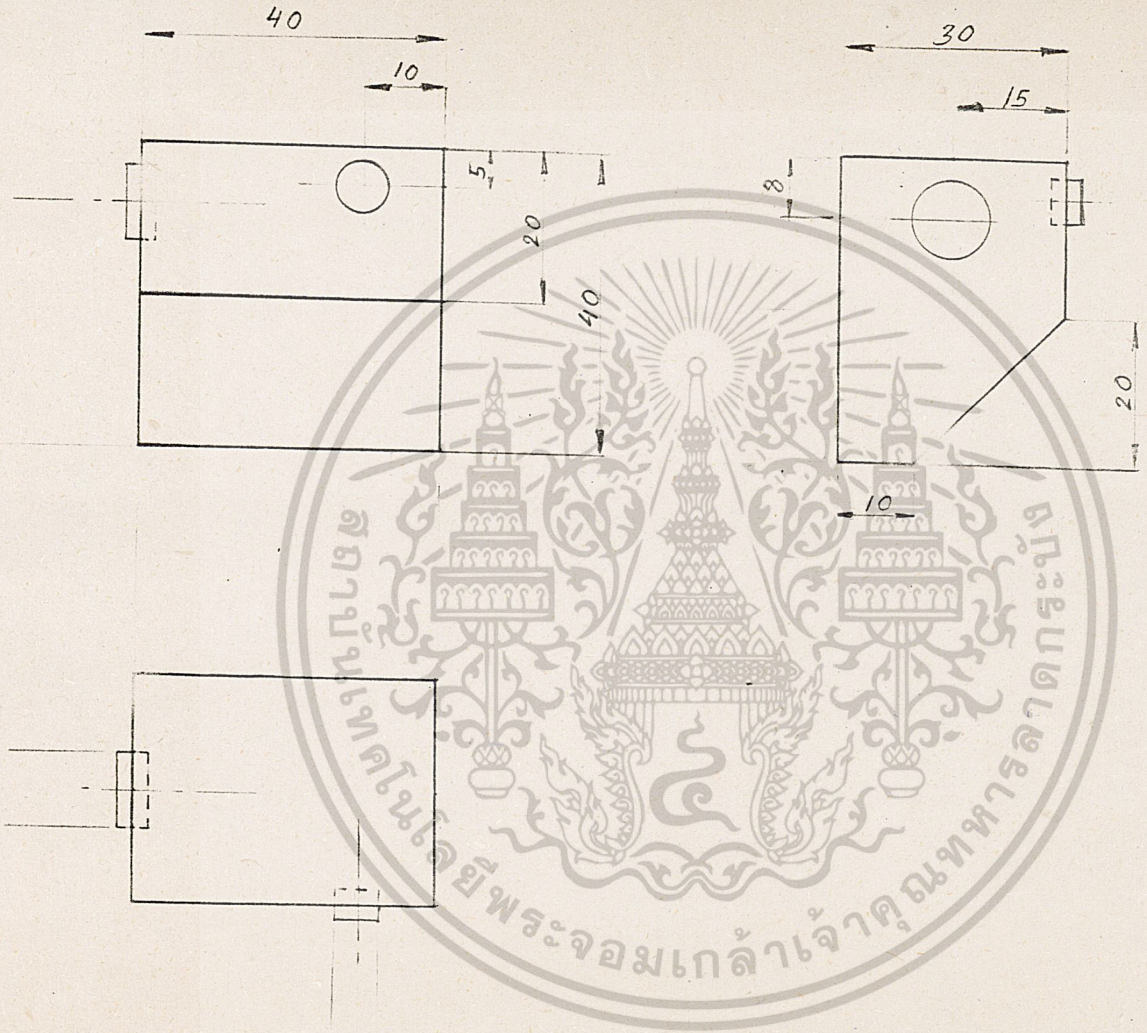
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



No. of Piece	Nomenclature	Pos No.	Mat/Dim/Misc.
1	CASING	3	เหล็กหนา 1 หุน
8	ใบครีบ	2	เหล็กหนา ½ หุน
1	เพลากลาง	1	

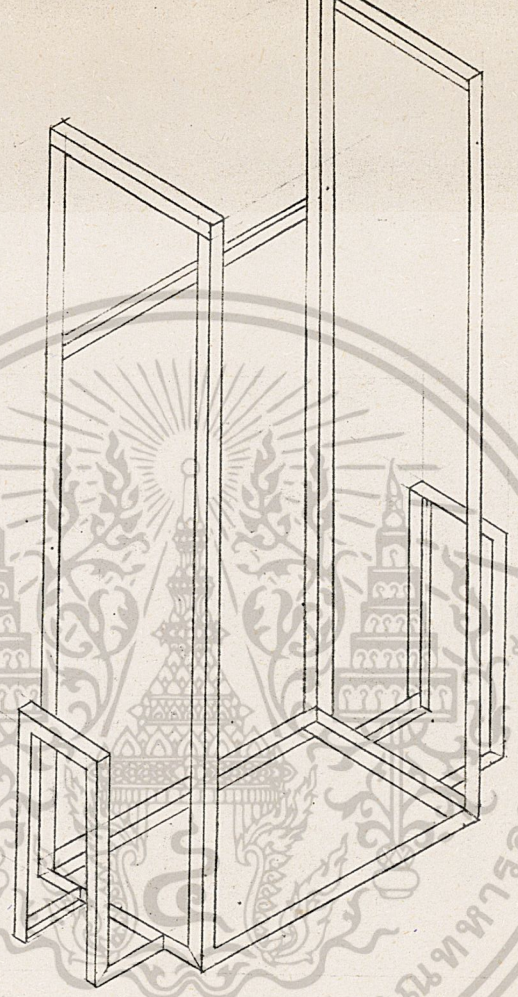
List of Parts	Rotary Feeder	
King Mongkut's Institute of Technology		Name:
Scale 1:10 cm	Rice Coveyer	Date:
		Class:

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



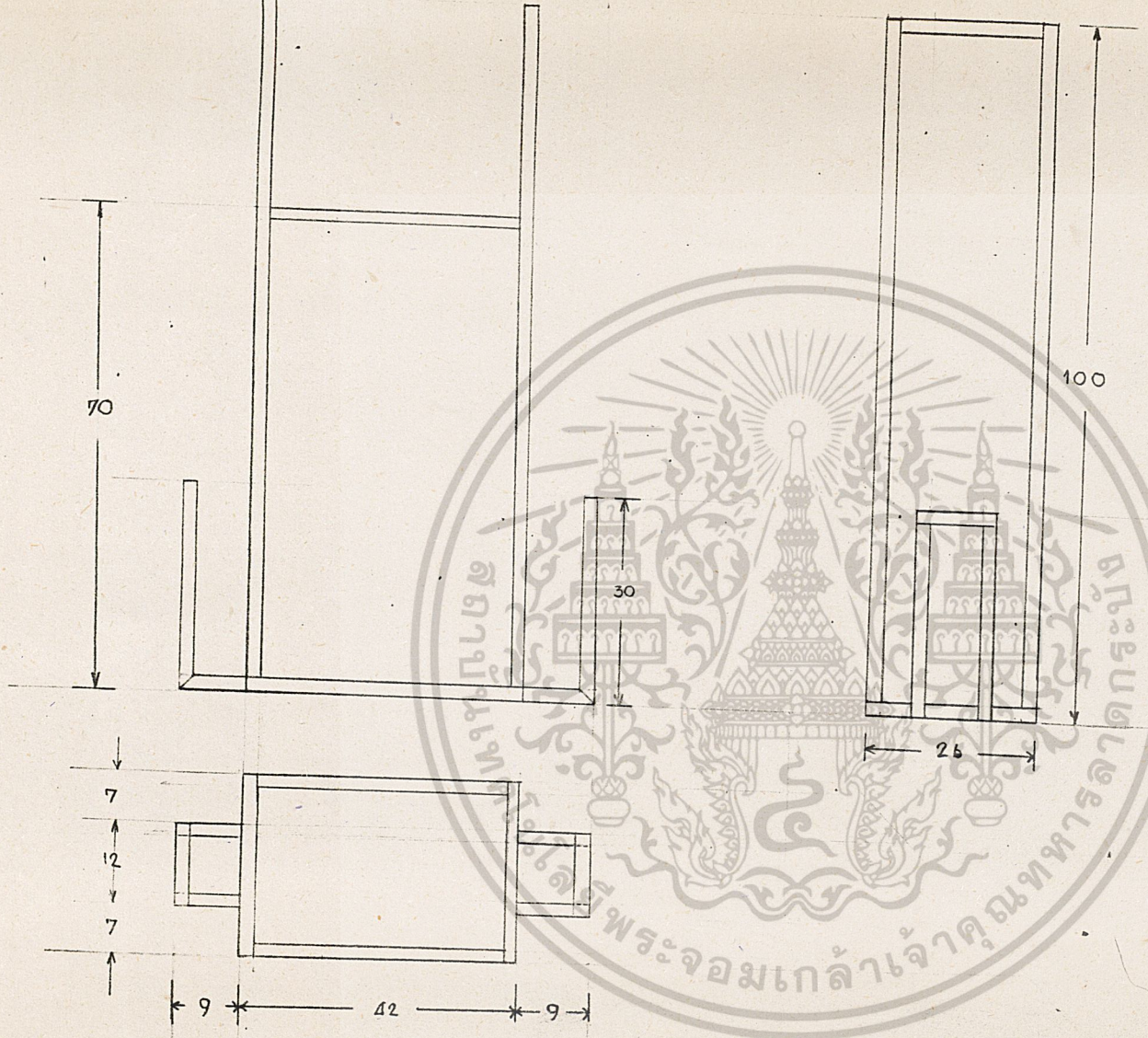
No. of Piece	Nomenclature	Pos No.	Mat/Dim/Misc.
List of Parts ตัวอย่าง			
King Mongkut's Institute of Technology			Name:
Scale 1:10 cm	Rice Conveyer		Date:
			Class:

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



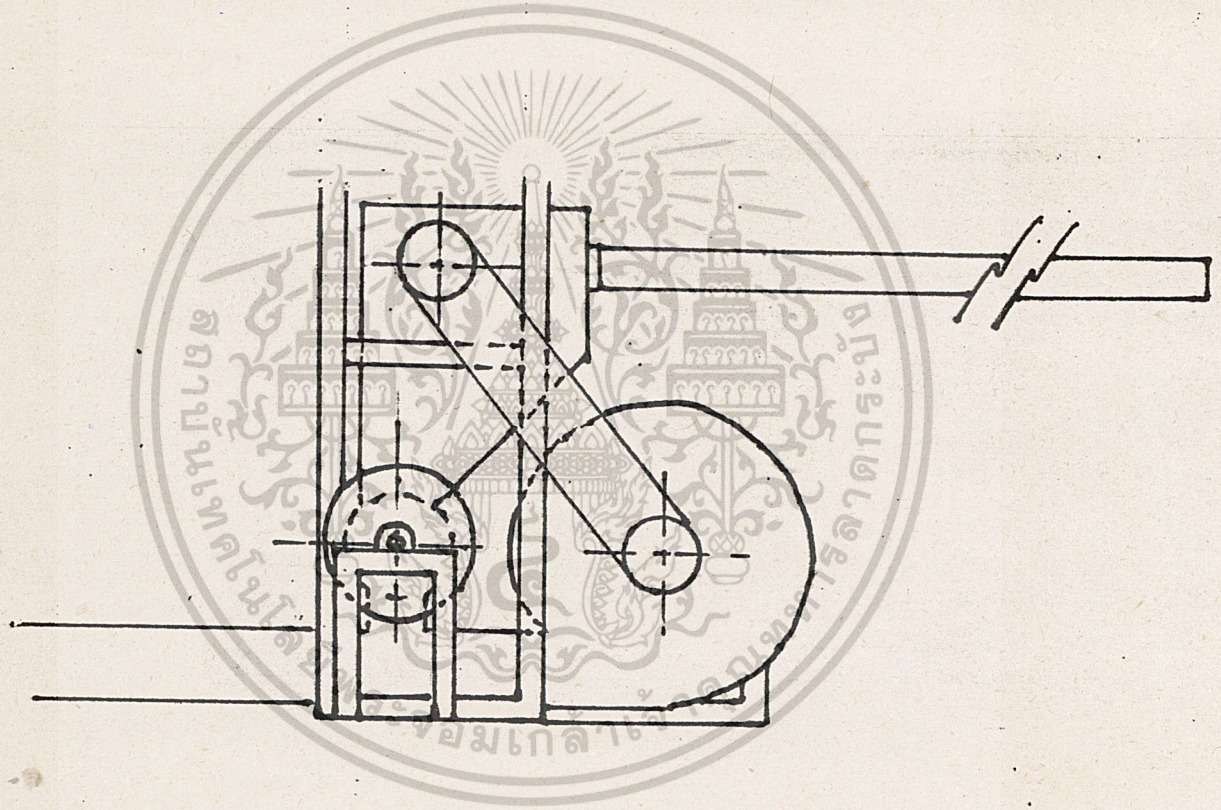
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

No. of Piece	Nomenclature	Pos No.	Mat/Dim/Misc.
List of Parts โครงสร้างยึดโซลาร์เซลล์เข้ากับชุดล้อหมุน			
King Mongkut's Institute of Technology			Name:
Scale 1:10	วัสดุ : เหล็กกล่อง ขนาด 1"		Date:



No. of Piece	Nomenclature	Pos No.	Mat/Dim/Misc.
List of Parts	โต๊ะสำหรับนักเรียนโรงเรียนวัดเขาเต่าทับ ชลบุรี		
King Mongkut's Institute of Technology			Name:
Scale 1:10	หมายเหตุ : หน่วยเป็น ซม. หนา $1\frac{1}{2}$"		Date:
			Class:

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



No. of Piece	Nomenclature	Pos No.	Mat/Dim/Misc.
	List of Parts		

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะสำเร็จลงไม่ได้ หากไม่ได้รับคำแนะนำจาก

1. อาจารย์ พิชิต กิตตินนท์
2. อาจารย์ ทรงวุฒิ แสงจันทร์
3. อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร
4. คุณ อาทิตย์ สิริจันทนันท์
5. พี่ตุ่ม

และเพื่อนๆทุกคน ที่มีส่วนช่วยเหลือจนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทางคณะผู้จัดทำจึงขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ทางคณะผู้จัดทำ หวังว่า ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้คงมีประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจบ้าง

25 มีนาคม 2534

นาย สราวุธ เบญจวิญญู

นาย สุพัฒน์ พิพิธวรรณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ - ชาญ ถนัดงาน , การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1 (Machine Design), บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด , 354 page , 2530
2. A.O. Spivakovsky and V.K. Dyachkov , Convaying Machines Volume I Mir Publishers Moscow , 229 page , 1985
3. A.O. Spivakovsky and V.K. Dyachkov , Convaying Machines Volume II Mir Publishers Moscow , 262 page , 1985
4. Bienvenido O.Juliano , Rice Chemistry and Technology ,The American Association of Cereal Chemists Inc , 774 page , 1981
5. David Mills , Pnematic Conveying Design Gui , Butter Worths 526 page , 1990
6. Noman Brook , Machanic of Bulk Material Handling The Butter Worth Group (1971) , 165 page , 1971

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้