การพัฒนาและสร้างเครื่องบีบเยื่อเปลือกออกจากเนื้อเยื่อใบสับปะรด

A development of Pulp Pressing-Separating Machine from Pineapple leaf

นางสาวชลกาญจน์ วงศ์ก่อทรัพย์

นายรัชดาศักดิ์ สุเพ็งคำ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๗

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

ในอดีตการบีบเยื่อเปลือกออกจากใยสับปะรด ใช้วิธีนำใบสับปะรดที่ต้มเสร็จห่อด้วยตาข่ายในล่อนแล้วใช้เท้าเหยียบ ซึ่งใบสับประรดต้มปริมาณ 40 กิโลกรัม ใช้เวลาเหยียบประมาณ 24 ชั่วโมง จึงได้เยื่อที่สะอาดเหมาะสมสำหรับการทำกระดาษ ซึ่งใช้เวลานาน และในการบีบยังต้องการให้บีบน้ำออกจากเยื่อให้ได้มากที่สุดเพราะต้องชั่งเยื่อก่อนที่จะนำไปทำกระดาษ ถ้าหากบีบน้ำออกในแต่ละครั้งไม่เท่ากันก็จะเกิดความผิดพลาดในเรื่องความหนาของกระดาษที่ได้ นอกจากนี้การใช้เท้าเหยียบยังอาจเกิดอันตรายเนื่องจาก ถูกสารเคมีที่ผสมในการต้มให้เปื่อยกัดเท้าทำให้เกิดแผลได้

ในปัจจุบันได้มีการสร้างเครื่องบีบแยกน้ำออกจากเยื่อสับปะรด โดย รัชดาศักดิ์ สุเพ็งคำ ,2553 เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว แต่ก็ยังมีข้อบกพร่องอยู่คือ กระบอกที่ใช้มีขนาดเล็กทำให้บีบได้ทีละน้อย คือปริมาณครั้งละ 1 กิโลกรัม ผู้ออกแบบจึงได้ทำการออกแบบใหม่โดยกระบอกที่ใช้บีบมีขนาดกว้าง 30 เซนติเมตรยาว30 เซนติเมตรและระยะบีบตั้งไว้ที่30 เซนติเมตรแรงดันในการบีบ 70 บาร์ใช้เวลาในการบีบต่อครั้ง 1 นาที 15 วินาทีโดยบีบได้ครั้งละ 6 กิโลกรัม ซึ่งสามารถลดเวลาในการบีบให้น้อยลงจากเครื่องเดิมอีก 6 เท่า นอกจากนี้ยังออกแบบให้ช่องสำหรับ ปิด-เปิด เอาเยื่อที่บีบเสร็จออกได้ง่ายกว่าเดิม

จากการทดลองบีบเยื่อเปลือกออกจากใยสับปะรด ปริมาณที่เหมาะสมที่สุดในการบีบแต่ละครั้งคือ 6 กิโลกรัมโดยใช้เวลาในการบีบ 1 นาที 15 วินาที เหลือใยสับปะรดจากการบีบจำนวน 3 กิโลกรัม

คำสำคัญ : เครื่องบีบ , กระดาษใบสับปะรด ,ใยสับปะรด

Abstract

Normally, bast fibres were removed from pineapple web by wrapping the boiled pineapple leaf with nylon web and stamp on it. If using this method, it will take 24 hours to stamp on 40 kilograms of boiled leaf in order to obtain clean pineapple web that is suitable for producing paper. Apart from that, when pressing the fiber, we need to get rid of the water as much as we can because the fiber will be weight before using to produce paper. If the water pressed out each time is not equal, there may be an error about paper thickness. Moreover, stamping on boiled leaf may be dangerous because the chemical substance used when boiling the leaf may burn the feet and cause wound.

Currently, there is a Pressing machine to separate water from pineapple fiber, Rachadasak Supengcum, 2010 to fix the problems mentioned above. However, there is a weak point because the pressing tube is small, so it can press only 1 kilogram of leaf per one time. Therefore, the new machine is designed to have a pressing tube, sized 30 centimeters wide and 30 centimeters long. The pressing period is 30 centimeters and the pressure for pressing is 70 bars. It takes 1 minute 15 second for one squeeze which contains 6 kilograms of pineapple leaf. It can decrease the time for pressing from the old machine by 6 times. In addition, the machine is designed to have the open-close channel to bring the pressed fiber out from the machine more easily.

According to the experiment to remove the bast fibres from pineapple web, the most appropriate amount for each pressing is 6 kilograms. The pressing process takes 1 minute 15 second. The remaining pineapple web after the pressing is 3 kilograms

Keyword: pressing machine , pineapple leaf paper , pineapple fiber

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
สารบัญตาราง	ค
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 วิธีการดำเนินงาน	2
1.5 ระยะเวลาในการดำเนินงาน	3
1.6 สถานที่ดำเนินงาน	4
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.8 งบประมาณที่ใช้ในการดำเนินงาน	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 สับปะรด	5
2.2 ปั๊มไฮดรอลิกส์	7
2.3 กระบอกสูบไฮดรอลิกส์	8
2.4 วาล์วไฮดรอลิกส์	10
2.5 ถังพักน้ำมันไฮดรอลิกส์	12
2.6 น้ำมันไฮดรอลิกส์	19
2.7 สายไฮดรอลิกส์	22
2.8 ความเค้น	24
2.9 มอเตอร์ไฟฟ้า	25
2.10 วงจรไฟฟ้า	26

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.11 แมกเนติกคอนแทกเตอร์	27
2.12 สวิตซ์ควบคุม	28
2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	29
3.1 ศึกษาปัญหาเครื่องเดิม	29
3.2 ลักษณะพันธุ์สับปะรดนางแลที่ใช้	30
3.3 การเลือกใช้วัสดุ	31
3.4 เครื่องจักรและอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้งาน	32
3.5 โครงสร้างเครื่อง	32
3.6 ขั้นตอนการทดลองการทำงานของเครื่อง	39
3.7 สรุปผลการดำเนินงาน	43
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์	44
4.1 ผลการทดลองเครื่องบีบเยื่อใบสับปะรด	44
4.2 สรุปผลการทดลองเครื่องบีบเยื่อใบสับปะรด	45
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	46
5.1 สรุปผลที่ได้จากโครงงาน	46
5.2 ประโยชน์ที่ได้รับ	46
5.3 ปัญหาและอุปสรรค	47
5.4 ข้อเสนอแนะ	47
บรรณานุกรม	48
ภาคผนวก ก การออกแบบอุปกรณ์และการคำนวณค่าต่างๆ	49
ประวัติผู้จัดทำ	54

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	แสดงระยะการดำเนิน	3
2-1	สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทาง	11
2-2	ชนิดของการเลื่อนวาล์วต่างๆ	11
2-3	ปริมาตรถังพักน้ำมันไฮดรอลิกส์	13
2-4	วิธีการติดตั้งสายไฮดรอลิกส์ที่ถูกและผิด	23
4-1	แสดงผลการบีบเยื่อใบสับปะรดต้ม ระดับแรงดัน 75 บาร์	44

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	แสดงปั๊มแบบเฟืองฟันนอก	7
2-2	แสดงส่วนประกอบและสัญลักษณ์กระบอกสูบสองทาง	8
2-3	แสดงฐานกระบอกสูบ	9
2-4	แสดงตัวอย่างการควบคุมกระบอกสูบสองทาง	10
2-5	แสดงขนาดของถังพักน้ำมันไฮดรอลิกส์	13
2-6	แสดงโครงสร้างและส่วนประกอบของถังพักไฮดรอลิกส์	14
2-7	แสดงท่อดูดและท่อไหลกลับของน้ำมันไฮดรอลิกส์	16
2-8	แสดงช่องเติมน้ำมัน	17
2-9	แสดงช่องระบายอากาศ	17
2-10	แสดงช่องระดับน้ำมันไฮดรอลิกส์	18
2-11	แสดงหม้อกรองน้ำมันไฮดรอลิกส์	19
2-12	แสดงชุดแม่เหล็ก	19
2-13	แสดงน้ำมันไฮดรอลิกส์ช่วยหล่อลื่นและเป็นซีลของชิ้นงานการทำงาน	20
2-14	แสดงการไหลหมุนเวียนของน้ำมันไฮดรอลิกส์ช่วยระบายความร้อนในระบบ	20
2-15	แสดงส่วนประกอบสายไฮดรอลิกส์	22
2-16	แสดงข้อต่อ	23
3-1	แสดงเครื่องบีบเยื่อใบสับปะรดเครื่องเดิม	29
3-2	แสดงต้นสับปะรดพันธุ์นางแล	30
3-3	แสดงต้นสับปะรดพันธุ์นางแลที่เตรียมไว้สำหรับต้ม	30
3-4	แสดงเหล็กฉาก St37	31
3-5	แสดงส่วนประกอบของเครื่อง	32
3-6	แสดงแผ่นเหล็กที่ตัดแล้วทำเครื่องหมายเพื่อตัดช่องประตู	33
3-7	แสดงถังบีบที่ทำการเชื่อมประกอบแล้ว	33
3-8	แสดงแผ่นรองถังบีบที่เจาะรูระบายน้ำ	34
3-9	แสดงแผ่นปิดบนยึดติดกระบอกสูบที่ติดตั้งเสร็จแล้ว	34
3-10	แสดงแผ่นกดด้านใน	35

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3-11	แสดงตัวล็อคประตู	35
3-12	แสดงประตูเปิด-ปิดถังบีบ	36
3-13	แสดงถาดรองน้ำ	36
3-14	แสดงชุดต้นกำลังไฮดรอลิกส์	37
3-15	แสดงชุดส่งกำลังไฮดรอลิกส์	37
3-16	แสดงกล่องควบคุมการทำงานของเครื่อง	38
3-17	แสดงเครื่องที่ประกอบเสร็จแล้ว	39
3-18	แสดงการตรวจสอบความพร้อมของเครื่อง	39
3-19	แสดงชั่งเยื่อใบสับปะรด	40
3-20	แสดงการนำเยื่อใบสับปะรดใส่ผ้าตาข่ายไนล่อน	40
3-21	แสดงเยื่อใบสับปะรดที่นำใส่เครื่อง	41
3-22	แสดงการกดสวิตซ์ทำงานลูกสูบเคลื่อนลง	41
3-23	แสดงการกดสวิตซ์ทำงานลูกสูบเคลื่อนขึ้น	42
3-24	แสดงการชั่งเยื่อใบสับปะรดหลังการทดลอง	42
3-25	แสดงเยื่อสับปะรดที่บีบเสร็จแล้ว	43

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สับปะรดเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่สามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศ และยังมีความต้องการที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเพราะสับปะรดสามารถนำมาแปรรูปได้หลายอย่างเช่น สับปะรดกระป๋อง สับปะรดแช่อิ่ม สับปะรดกวน ฯลฯ จึงทำให้สับปะรดเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญ ของประเทศ แต่สับประรดเป็นพืชที่ใช้แต่ผลอย่างเดียว โดยที่เวลาเก็บผลของสับปะรดแล้วจะทิ้งต้นและใบของสับประรดให้แห้งไปโดยธรรมชาติ ชาวไร่จะเผาใบสับปะรดที่แห้งทิ้งโดยเปล่าประโยชน์อีกทั้งยังเป็นการทำลายชั้นบรรยากาศและทำลายแร่ธาตุที่อยู่ในดิน ทางกลุ่มแม่บ้านบ้านป่าซางวิวัฒน์ จ. เชียงราย ได้เห็นปัญหาและผลกระทบจากการเผาทำลายใบสับปะรด จึงคิดนำใบสับปะรดมาทำกระดาษสา เพราะใบสับปะรดมีเส้นใยมากสามารถนำมาแทนใบปอสาได้โดยทางกลุ่มแม่บ้าน จะนำใบสดของสับปะรดมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วไปนำต้ม จนใบเปื่อยยุ่ย แล้วนำไปปั่นจนเป็นน้ำเสร็จแล้วเทใส่ตาข่ายไนล่อน แล้วใช้เท้าเหยียบเพื่อให้ได้เยื่อใบสับปะรดมาทำกระดาษสา โดยขั้นตอนการเหยียบต้องใช้แรงและเวลาในการทำนานจนกว่าจะได้เยื่อใบสับปะรดเพื่อทำกระดาษสา ทางกลุ่มแม่บ้านต้องการเครื่องทุ่นแรงเข้ามาช่วย

จากปัญหาข้างต้นที่ต้องใช้เวลาและแรงในการเหยียบมากจึงมีการสร้างเครื่องบีบเยื่อใบสับปะรดแทนการเหยียบแต่ประสิทธิภาพของเครื่อง สามารถทำการบีบได้แค่ครั้งละ 1 กิโลกรัม ซึ่งในการต้มใบสับปะรดแต่ละครั้งจะได้ใบสับปะรดที่ต้มจนเปื่อยแล้วประมาณ 30 กิโลกรัม ด้วยศักยภาพของเครื่องเดิมต้องบีบประมาณ 30 ครั้ง และลักษณะถังบีบเครื่องเดิมเป็นท่อเหล็กทรงกระบอกตั้งเป็นแนวเฉียงกับพื้น แรงอัดที่เกิดจากการบีบทำให้เกิดการฉีกขาดบริเวณก้นของถังบีบ

นักวิจัยจึงได้คิดปรับปรุงปัญหาที่เกิดขึ้นจากเครื่องเดิมและสร้างเครื่องบีบเยื่อใบสับปะรดขึ้นใหม่ ที่มีประสิทธิภาพการทำงานดีกว่าเครื่องเดิมให้กลุ่มแม่บ้านจังหวัดเชียงราย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อสร้างเครื่องบีบเยื่อเปลือกออกจากเนื้อเยื่อใบสับปะรดช่วยในกระบวนการผลิต
1.2.2 เพื่อทดลองและหาประสิทธิภาพของเครื่องที่พัฒนาขึ้น
1.2.3 เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับสมาชิกสหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงราย

1.3 ขอบเขตของการทำโครงงาน

1.3.1 สร้างเครื่องบีบเยื่อเปลือกออกจากเนื้อเยื่อใบสับปะรด

1.3.2 ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับสมาชิกสหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงราย

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษารายละเอียดหลักการทำงานของเครื่องที่จะดัดแปลงและนำมาพัฒนาเป็นเครื่องใหม่ที่ดีกว่าเดิม

1.4.2 ศึกษางานวิจัย ข้อมูล ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.4.3 ออกแบบและสร้างเครื่องบีบเยื่อใบสับปะรด

1.4.4 ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่อง

1.4.5 หากมีข้อผิดพลาดก็ทำการแก้ไขเพื่อให้สามารถทำงานได้จริง

1.4.6 รวบรวมข้อมูลการทำงานของเครื่องบีบเยื่อใบสับปะรด

1.4.7 สรุปผลการทดลองและจัดรูปเล่ม

1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน

ตาราง 1-1 แสดงระยะการดำเนินงาน

แผนการบริหารแผนงานวิจัย และแผนการดำเนินงาน	ปี พ.ศ. 2556			ปี พ.ศ.2557								
	ไตรมาสที่ 1			ไตรมาสที่ 2			ไตรมาสที่ 3			ไตรมาสที่ 4		
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค	ก.ย
1. จัดหาวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างเครื่อง												
2. สร้างเครื่องตามแบบ												
3. ทดลองเครื่อง												
4. ปรับปรุงแก้ไขเครื่อง												
5. ทดสอบและหาประสิทธิภาพ เครื่อง												
6. ดำเนินโครงการจัดอบรม												
7. ติดตามประเมินผลการดำเนินโครงการ												
8. รายงานผลการดำเนินโครงการ												

1.6 สถานที่ทำโครงงาน

1.6.1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1.6.2 บ้านป่าซางวิวัฒน์ ต.นางแล อ.เมือง จ.เชียงราย

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 เผยแพร่ในวารสารราชมงคลวิชาการ

1.7.2 สมาชิกสหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงรายใช้ประโยชน์จากการทำวิจัย

1.8 งบประมาณที่ใช้ในการดำเนินโครงการ

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการสร้างเครื่องสร้างเครื่องบีบเยื่อเปลือกออกจากเนื้อเยื่อใบสับปะรดนั้น จำเป็นจะต้องทำการศึกษาข้อมูลทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและความเป็นไปได้ของการสร้างเครื่องบีบเยื่อใบสับปะรดโดยเริ่มจากการหาข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องบีบเยื่อใบสับปะรด ตลอดจนนำความรู้ทางด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี มาประยุกต์ใช้ ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการสร้างเครื่องบีบเยื่อใบสับปะรด ซึ่งแยกเป็นหัวข้อได้ดังนี้

2.1 สับปะรด

สับปะรด มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Ananascomosus เป็นพืชล้มลุกชนิดหนึ่งที่มีต้นกำเนิดมาจากบริเวณทวีปอเมริกาใต้และเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากเป็นพืชที่ปลูกง่ายทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี ปลูกได้ในดินแทบทุกแห่งในประเทศไทย สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรได้สำรวจในปีล่าสุดพบว่าการปลูกสับปะรดมีจำนวนมากขึ้นกว่าปีก่อนถึงร้อยละ 0.47 ไร่ และผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.82 ตัน

ลักษณะของสับปะรด สูง 90-100 เซนติเมตร มีลำต้นอยู่ใต้ดินใบเดี่ยวเรียงสลับซ้อนกันถี่มากรอบต้น กว้าง 6.5 เซนติเมตร และยาวได้ถึง 1 เมตร ไม่มีก้านใบ ดอกช่อออกจากกลางต้น มีดอกย่อยจำนวนมาก รูปทรงกระบอก มีใบเป็นกระจุกที่ปลาย สับปะรดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เมื่อเจริญเป็นผลแล้วจะเจริญต่อไปโดยตาที่ลำต้นจะเติบโตเป็นต้นใหม่ได้อีก และสามารถดัดแปลงเป็นไม้ประดับได้อีกด้วย สับปะรดแบ่งออกตามลักษณะความเป็นอยู่ได้ 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. พวกที่มีระบบรากหาอาหารอยู่ในดิน หรือเรียกว่าไม้ดิน
2. พวกอาศัยอยู่ตามลำต้นไม้ใหญ่ ได้แก่ ไม้อากาศต่างๆ ที่ไม่แย่งอาหารจากต้นไม้ที่มันเกาะอาศัยอยู่พวกนี้ส่วนใหญ่จะเป็นไม้ประดับ
3. พวกที่เจริญเติบโตบนผาหินหรือโขดหิน

ส่วนสับปะรดที่ใช้บริโภคจัดเป็นไม้ดินแต่ยังมีลักษณะบางประการของไม้อากาศเอาไว้ คือ สามารถเก็บน้ำไว้ตามซอกใบได้เล็กน้อย มีเซลล์พิเศษสำหรับเก็บน้ำเอาไว้ในใบ ทำให้ทนทานในช่วงแล้งได้

2.1.1 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

สับปะรดต้องการที่อากาศค่อนข้างร้อน อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 23.9 - 29.4 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนที่ต้องการอยู่ในช่วง 1,000-1,500 มิลลิเมตรต่อปี สับปะรดชอบขึ้นในดินร่วนซุย ดินร่วนปนทราย ดินปนลูกรัง ดินทรายชายทะเลและชอบที่ลาดเท เช่น ที่ลาดเชิงเขา สภาพความเป็นกรดด่าง (pH) ของดินควรเป็นกรดเล็กน้อย คือตั้งแต่ 4.5-5.5 แต่ไม่เกิน 6.0

2.1.2 ช่วงเก็บเกี่ยวของสับปะรด

2.1.2.1 ช่วงเก็บเกี่ยวสับปะรดในฤดูกาล ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคมและกลางเดือนเมษายนถึงกรกฎาคม สับปะรดจะให้ผลผลิตมากราคาถูก

2.1.2.2 ช่วงเก็บเกี่ยวสับปะรดนอกฤดูกาล ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนและเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม สับปะรดจะให้ผลผลิตน้อยราคาแพง

2.1.3 พื้นที่ปลูกสับปะรดในประเทศไทย

แหล่งปลูกสับปะรดที่สำคัญของไทยอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่อยู่ใกล้ทะเลได้แก่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี ชลบุรี ระยอง ฉะเชิงเทรา จันทบุรี ตราดและจังหวัดต่างๆ ในภาคใต้ เช่น ภูเก็ต พังงา ชุมพร ซึ่งนิยมปลูกในสวนยาง แต่ปัจจุบันมีการปลูกสับปะรดในจังหวัดต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณริมแม่น้ำโขงและอีกหลายจังหวัดในภาคเหนือ การปลูกสับปะรดในพื้นที่ที่อยู่ไกลทะเลนี้ จะต้องคำนึงถึงความชื้นในอากาศเป็นสำคัญ เพราะจะมีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลสับปะรด ดังนั้นควรปลูกบริเวณที่มีความชื้นในอากาศสูง เช่น ที่ราบระหว่างภูเขา ที่ลาดเชิงเขา บริเวณใกล้ป่าหรือแหล่งน้ำ

2.1.4 พันธุ์สับปะรดที่ปลูกมากในประเทศไทย

พันธุ์สับปะรดที่ปลูกในประเทศไทยแบ่งออกได้เป็น 5 พันธุ์ โดยถือตามลักษณะของต้นที่ได้ขนาดโตเต็มที่ และแข็งแรงสมบูรณ์เป็นบรรทัดฐาน คือ พันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์อินทรชิต พันธุ์ขาว พันธุ์ภูเก็ตหรือพันธุ์สวี พันธุ์นางแลหรือน้ำผึ้ง แต่ที่เลือกใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ พันธุ์นางแลหรือน้ำผึ้ง

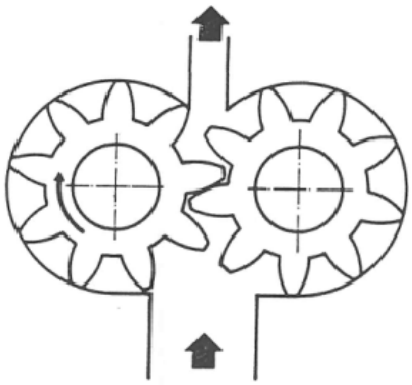
2.1.4.1 พันธุ์นางแลหรือน้ำผึ้ง มักปลูกแพร่หลายในจังหวัดเชียงราย ลักษณะทั่วไปคล้ายคลึงกับพันธุ์ปัตตาเวีย แต่มีรูปร่างของผลทรงกลมกว่าพันธุ์ปัตตาเวีย ตานูน เปลือกบางกว่า มีรสหวานจัดกว่าพันธุ์ปัตตาเวีย ผลแก่มีเนื้อในสีเหลืองเข้ม มีเยื่อใบน้อย เหมาะสำหรับบริโภคสด เป็นที่นิยมมากในภาคเหนือ ผลมีเปลือกบาง ขนส่งทางไกลไม่ดีนัก สับปะรดนางแล
มีราคาตกต่ำมากในช่วง 3-4 ปีที่ผ่าน จึงพยายามแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปชนิดต่างๆ

2.2 ปั๊มไฮดรอลิกส์

ปั๊มไฮดรอลิกส์จะเปลี่ยนพลังงานจลน์ให้เป็นพลังงานของของไหลภายใต้ความดัน ปั๊มไฮดรอลิกส์แบ่งออกเป็นแบบใหญ่ๆ ได้ 3 แบบ คือ ปั๊มแบบเฟือง ปั๊มแบบเวน ปั๊มแบบลูกสูบแต่ที่เลือกใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ ปั๊มแบบเฟือง

2.2.1 ปั๊มแบบเฟือง (Gear Pump) ปั๊มแบบนี้นิยมใช้งานค่อนข้างมากในระบบไฮดรอลิกส์ เนื่องจากมีโครงสร้างง่ายๆ ราคาถูก

2.2.1.1 ปั๊มเฟืองฟันนอก (External Gear Pump) ปั๊มชนิดนี้ประกอบด้วยเฟืองฟันนอก 2 ตัว หมุนอยู่ในเสื้อปั๊มชุดเดียวกัน ในขณะที่ขับให้ปั๊มทำงานเฟืองขับจะหมุนไปขบและขับเฟืองตามให้หมุนไปในทิศทางตรงข้าม ทำให้น้ำมันจากถังพักถูกดูดเข้าทางหัวปั๊มและถูกบีบให้ไหลออกทางด้านข้างของเฟืองทั้งสองแล้วดันให้ไหลออกทางด้านนอก



ภาพที่ 2-1 แสดงปั๊มแบบเฟืองฟันนอก (พรจิต ประทุมสุวรรณ, 2548 : 184)

2.2.2 สูตรคำนวณหาขนาดของปั๊ม

จากสูตร $Q = VA$ (2-1)

เมื่อ Q = อัตราการไหลของน้ำมัน

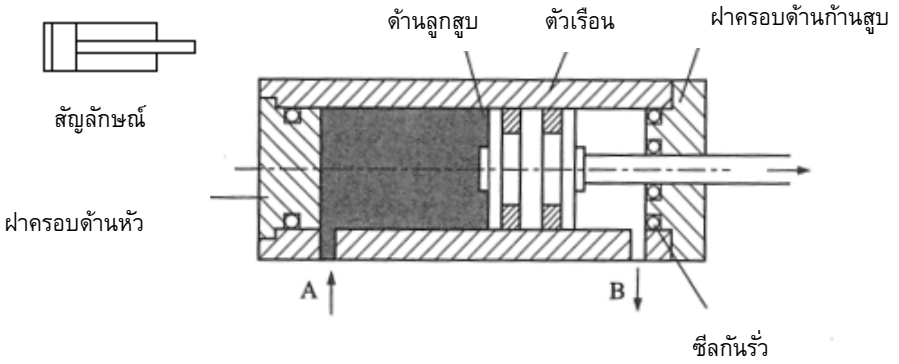
V = ความเร็ว

A = พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ

2.3 กระบอกสูบไฮดรอลิกส์

กระบอกสูบไฮดรอลิกส์มีหน้าที่รับน้ำมันไฮดรอลิกส์ที่ส่งมาจากปั๊มและวาล์วควบคุมต่างๆเพื่อเปลี่ยนกำลังงานไฮดรอลิกส์ให้เป็นพลังงานกล โดยการเปลี่ยนความดันและความเร็วของน้ำมัน ไฮดรอลิกส์ในสายให้เป็นการเคลื่อนที่ของลูกสูบ กระบอกสูบโดยทั่วๆ ไป มี 2 ลักษณะคือ แบบทำงานทางเดียว (Single Acting Cylinder) และแบบทำงานสองทาง (Double Acting Cylinder) แต่ที่เลือกใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ กระบอกสูบทำงานสองทาง

2.3.1 กระบอกสูบทำงานสองทาง (Double Acting Cylinder) จะต้องป้อนน้ำมันทั้งสองด้าน คือ ถ้าป้อนน้ำมันเข้าทางหัวลูกสูบ น้ำมันทางด้านก้านสูบก็จะต้องปล่อยออกลงถังเก็บ ทำให้เกิดแรงดันน้ำมันทางด้านหัวลูกสูบทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออกและขณะเดียวกันถ้าต้องการให้ลูกสูบวิ่งกลับตามเดิมก็ป้อนน้ำมันเข้าด้านก้านสูบและปล่อยน้ำมันทางด้านหัวลูกสูบออกลงถังเก็บลูกสูบก็จะเคลื่อนที่เข้าด้วยแรงดันน้ำมันทางด้านก้านสูบ



ภาพที่ 2-2 แสดงส่วนประกอบและสัญลักษณ์กระบอกสูบสองทาง (ฝ่ายวิชาการ บริษัท สกายบุ๊กส์จำกัด, 2546 : 252)

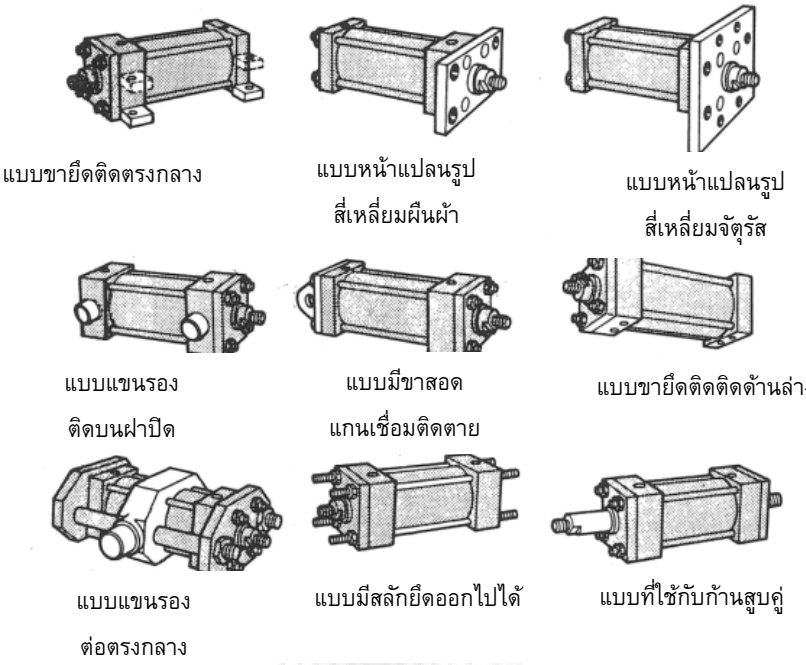
2.3.2 การเลือกขนาดของกระบอกสูบ การเลือกใช้กระบอกสูบให้มีขนาดพอเหมาะกับงานในระบบไฮดรอลิกส์ มีองค์ประกอบในการพิจารณามากมาย แต่สิ่งที่ควรทราบคือ

2.3.2.1 ความทนทานของกระบอกสูบต่อความดันใช้งานในระบบ

2.3.2.2 จะต้องทราบค่าของแรง ระยะชัก และความเร็วของกระบอกสูบ

2.3.2.3 ระบบต้องจ่ายน้ำมันป้อนให้แก่กระบอกสูบในอัตราที่พอเพียง

2.3.3 ฐานติดตั้งกระบอกสูบมาตรฐาน กระบอกสูบที่เป็นที่นิยมและที่ได้รับการรับรองจาก NFPA (National Fire Protection Association) คือกระบอกสูบแบบที่มีฝาปิดเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ยึดกันไว้ด้วยสลักซึ่งสามารถใช้อะไหล่หรืออุปกรณ์ต่างยี่ห้อสับเปลี่ยนอะไหล่แทนกันได้



ภาพที่ 2-3 แสดงฐานกระบอกสูบ (ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร, 2539 : 288)

2.3.4 แรงจากกระบอกสูบไฮดรอลิกส์

ในกระบอกสูบทำงานสองทางนั้น แรงที่ได้จะไม่เท่ากันทั้งสองจังหวะ ดังสมการนี้

จังหวะลูกสูบเลื่อนออก

$$F = P \times A \tag{2-2}$$

$$V = \frac{Q}{A} \tag{2-3}$$

จังหวะลูกสูบเลื่อนเข้า

$$F = P\left(A_P - A_R\right) \tag{2-4}$$

$$F = \frac{Q}{\left(A_P - A_R\right)} \tag{2-5}$$

สูตรคำนวณหาขนาดกระบอกสูบ

จากสูตร $F = P \times A$

$$A = \frac{F}{P} \tag{2-6}$$

สูตรหาเส้นผ่านศูนย์กลาง

$$D = \sqrt{\frac{A \times 4}{3.14}} \qquad (2\text{-}7)$$

เมื่อ F = แรง

P = ความดันน้ำมัน

A = พื้นที่หน้าของลูกสูบ

V = ความเร็ว

Q = อัตราการไหลของน้ำมัน

A_P = พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ

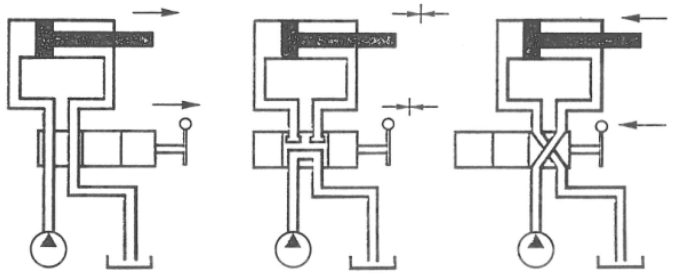
A_R = พื้นที่หน้าตัดของก้านสูบ

D = เส้นผ่านศูนย์กลาง

2.4 วาล์วไฮดรอลิกส์

วาล์วเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกส์ในท่อภายใต้ความดันให้เป็นไปตามสภาพงานที่ต้องการ วาล์วควบคุมในระบบไฮดรอลิกส์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือวาล์วควบคุมทิศทางไหล วาล์วควบคุมความดัน วาล์วควบคุมการไหล แต่ที่เลือกใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือวาล์วควบคุมทิศทางไหล

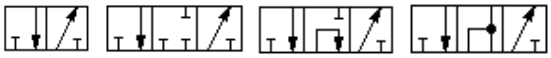
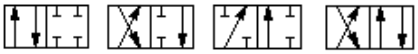
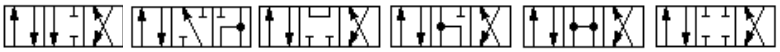
2.4.1 วาล์วควบคุมทิศทางไหล (Directional Contral Valves) เป็นวาล์วที่ทำหน้าที่เลือกทิศทางการไหลของน้ำมันให้หยุดหรือไปตามทิศทางที่ต้องการ เพื่อให้วงจรหรืออุปกรณ์ทำงาน สามารถทำงานและเคลื่อนที่ในทิศทางที่ถูกต้องตามต้องการ



ภาพที่ 2-4 แสดงตัวอย่างการควบคุมกระบอกสูบสองทาง (พรจิต ประทุมสุวรรณ, 2548 : 216)

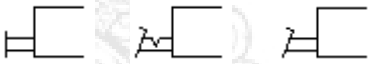
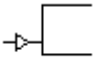
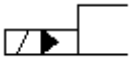
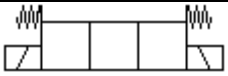
2.4.1.1 **สัญลักษณ์และการเรียกชื่อวาล์ว** ในงานอุตสาหกรรม นิยมใช้สัญลักษณ์เพื่อความสะดวกรวดเร็วและง่ายต่อการทำความเข้าใจ วาล์วในระบบไฮดรอลิกส์ก็เช่นกัน การเรียกชื่อวาล์วจะใช้ตัวเลขแทนจำนวนท่อทางและตำแหน่ง อย่างเช่น 2/2, 3/2, 4/2 โดยตัวเลขตัวแรกจะแทนจำนวนท่อทางและตัวเลขตัวข้างหลังจะแทนจำนวนตำแหน่ง

ตารางที่ 2-1 แสดงสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทาง (พรจิต ประทุมสุวรรณ, 2548 : 217)

วาล์ว 2/2	
วาล์ว3/2และ3/3	
วาล์ว 4/2	
วาล์ว 4/3	

2.4.1.2 **ชนิดของการเลื่อนวาล์ว** วาล์วควบคุมทิศทางสามารถควบคุม ให้เลื่อนหรือเปลี่ยนตำแหน่งได้หลายวิธี โดยขึ้นอยู่กับลักษณะการนำไปใช้

ตารางที่ 2-2 แสดงชนิดของการเลื่อนวาล์วต่างๆ (พรจิต ประทุมสุวรรณ, 2548 : 217)

ใช้มือหรือกล้ามเนื้อ	
ใช้กระทำทางกลและสปริง	
ใช้สัญญาณน้ำมัน	
ใช้สัญญาณลม	
ใช้สัญญาณไฟฟ้า	
ใช้สัญญาณไฟฟ้าและน้ำมัน	
ใช้สปริงเลื่อนอยู่ตำแหน่งกลาง	

2.5 ถังพักน้ำมันไฮดรอลิกส์

ในระบบไฮดรอลิกส์ไม่ว่าจะเป็นขนาดเล็กหรือขนาดกลาง ส่วนใหญ่ด้านบนของถังจะมีน้ำมันเพราะเป็นที่ติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้า ปั๊มไฮดรอลิกส์ หม้อกรอง วาล์วต่างๆ และอุปกรณ์อื่นๆ ในส่วนที่เกี่ยวกับพลังงานในระบบ แต่ถ้าเป็นถังไฮดรอลิกส์ขนาดใหญ่มักจะติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าและปั๊มแยกจากถังพักน้ำมัน ทั้งนี้เพราะมอเตอร์และปั๊มขนาดใหญ่ทำให้มีการสั่นสะเทือนมาก ในการออกแบบสร้างถังพักน้ำมันนั้นควรทราบหน้าที่ต่างๆ ของถังพักเสียก่อน เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาถังพัก

2.5.1 หน้าที่ของถังพักน้ำมันไฮดรอลิกส์

2.5.1.1 เก็บสะสมและจ่ายน้ำมันไฮดรอลิกส์ให้เพียงพอกับความต้องการของระบบ จำนวนน้ำมันในถังเก็บน้ำมันต้องมีเพียงพอที่จะจ่ายให้กับระบบ เมื่อปั๊มจ่ายน้ำมันเข้าไปในระบบ ปริมาณน้ำมันภายในถังจะลดลงและปริมาณของน้ำมันจะเพิ่มขึ้นเมื่อน้ำมันจากระบบไหลกลับถัง ฉะนั้นระดับน้ำมันภายในถังเก็บจะขึ้นๆ ลงๆ ตลอดเวลาที่ระบบ ไฮดรอลิกส์ทำงาน ปริมาณของน้ำมันไฮดรอลิกส์ที่มีอยู่ในถังเก็บ จะต้องมีปริมาณมากกว่าปริมาณน้ำมันที่จ่ายออกไปประมาณ 3 ถึง 5 เท่า

2.5.1.2 ระบายความร้อนของน้ำมันออกได้ในสภาวะการทำงานที่ปกติ ความร้อนที่เกิดขึ้นในน้ำมันเกิดจากการสูญเสียทางกลที่เกิดขึ้นที่แบริ่งของปั๊มและมอเตอร์ ความทนทานของกระบอกสูบและก้านสูบกับกระบอกสูบ การสูญเสียจากความดันลดผ่านวาลว์และข้อต่อตลอดจนท่อต่างๆ พลังงานที่สูญเสียไปตามที่ต่างๆ เหล่านี้ จะกลับแปรสภาพเป็นความร้อนถ่ายเทให้กับน้ำมัน ทำให้น้ำมันมีอุณหภูมิสูงขึ้น ความร้อนจากน้ำมันในถังเก็บจะแผ่กระจายผ่านผนังของถังเก็บน้ำมันออกมา และอากาศที่อยู่รอบๆ ถังเก็บน้ำมันจะพาความร้อนออกไป ในกรณีที่เป็นไฮดรอลิกส์ขนาดใหญ่ การถ่ายเทความร้อนด้วยอากาศไม่เพียงพอ จะต้องมีอุปกรณ์ช่วยระบายความร้อนอื่นๆ เช่น การระบายความร้อนด้วยน้ำ

2.5.1.3 แยกอากาศออกจากน้ำมันไฮดรอลิกส์ เมื่อระบบของไฮดรอลิกส์เกิดมีการหมุนเวียนของน้ำมันไฮดรอลิกส์ภายในถังเก็บ อากาศที่อยู่ในถังเก็บน้ำมันสามารถแทรกตัวรวมเข้าไปปะปนอยู่ในน้ำมันได้ หรือกรณีที่ข้อต่อในระบบไฮดรอลิกส์เกิดรั่วซึม อากาศภายนอกสามารถเข้าไปรวมตัวกับน้ำมันได้ และเมื่อน้ำมันถูกส่งเข้าไปในกระบอกสูบและถูกอัดเกิดความดันขึ้น อากาศจะถูกอัดตัวมีความดันมากกว่าความดันปกติ และเมื่ออากาศที่ถูกอัดตัวและมีความดันมากกว่าน้ำมันสามารถไหลย้อนกลับลงไปสู่ถังเก็บและเล็ดลอดออกสู่บรรยากาศได้

2.5.1.4 แยกสิ่งสกปรก(ฝุ่น,ผง)และสารมลทินต่างๆ ออกจากน้ำมัน น้ำมันที่ไหลอยู่ในระบบไฮดรอลิกส์จะพัดพาเอาฝุ่น ผง และส่วนที่สึกหรอของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในระบบออกมากับน้ำมัน เมื่อน้ำมันไหลกลับลงถัง ฝุ่นผงและสารมลทินต่างๆ เหล่านั้น มีน้ำหนักมากกว่าน้ำมันจึงตกตะกอนลงสู่ก้นถัง

2.5.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของถังพักน้ำมันไฮดรอลิกส์ จากหน้าที่ของถังพักน้ำมันนำมาพิจารณาสร้างถังพักน้ำมันเพื่อให้ทำหน้าที่ตามต้องการ ถังพักควรมีโครงสร้างและลักษณะตาม

โครงสร้างนี้ทุกประการทั้งหมด เพราะอาจทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากเกินไปแต่ถ้าสามารถทำได้ตามข้อกำหนดนี้ก็จะได้ผลดีมาก

2.5.2.1 ขนาดของถังพักน้ำมัน ขนาดไม่ได้กำหนดจากรูปร่าง แต่พิจารณาจากปริมาตรความจุ โดยให้ขนาดของถังพักที่มีขนาดเล็กที่สุดควรมีความจุน้ำมันเป็นแกลลอนได้อย่างน้อย 3 เท่าของอัตราที่ปั๊มที่จ่ายออกมาเป็นแกลลอนต่อนาที สามารถคำนวณได้จากสมการ

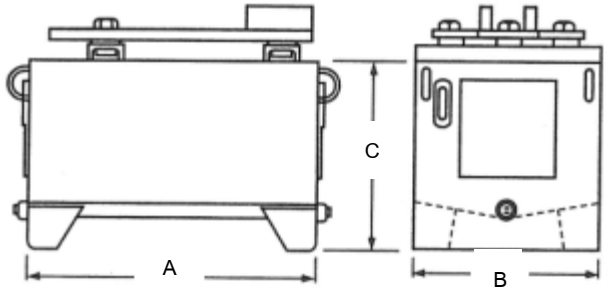
จากสมการ $UT = 3 \times Q \times 3.785$ (2-8)

เมื่อ UT คือ ความจุของถังพัก (ลิตร)

Q คือ อัตราการไหลสูงสุดของช่วงการทำงาน

3 คือ ค่าคงที่

3.785 คือ ค่าคงที่



ภาพที่ 2-5 แสดงขนาดของถังพักน้ำมันไฮดรอลิกส์ (ฝ่ายวิชาการ บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด, 2546 : 187)

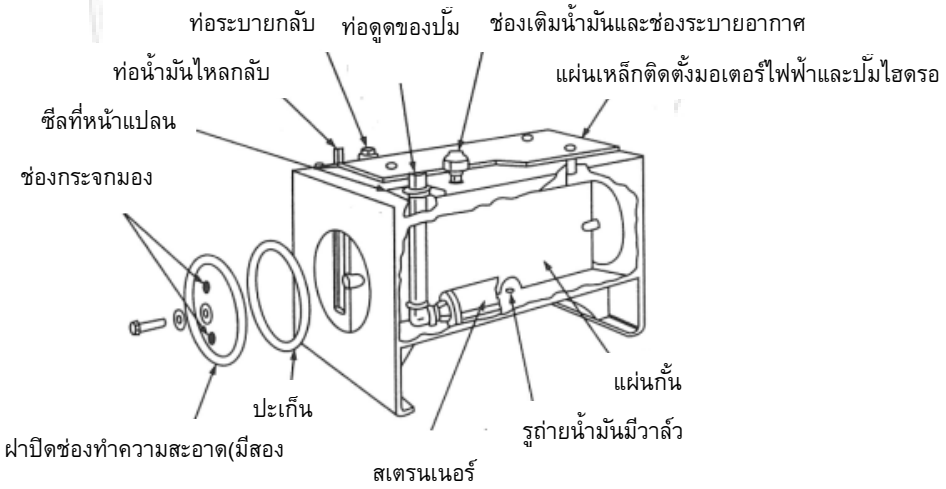
ตารางที่ 2-3 แสดงปริมาตรถังพักน้ำมันไฮดรอลิกส์ (ฝ่ายวิชาการ บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด, 2546 : 187)

ปริมาตรของถังพักน้ำมัน	15	30	45	60	100	150	200	350	500
A	26	29	36	44	54	60	64	72	96
B	17	24	24	27	30	32	34	40	40
C	18	20	22	23	25	29	33	41	34

ในระหว่างที่ระบบทำงาน ระดับน้ำมันในถังไม่ควรลดต่ำลงกว่าระดับปากท่อดูดของปั๊มหรือต่ำจนน้ำมันเกิดการหมุนวนที่ปากท่อดูดของปั๊ม ซึ่งจะมีผลทำให้อากาศเข้ามาในปั๊มทำให้ปั๊มเสียหายและในกรณีที่ความดันในท่อที่กำลังใช้งานเพิ่มขึ้นกะทันหันอย่างรวดเร็ว เนื่องจาก โอเวอร์โหลดทำให้เกิดการแตกของท่อหรือเกิดการชำรุดเสียหายที่ท่อทางไหลกลับถังพัก ควรมีน้ำมันไฮดรอลิกส์

สำรองเพียงพอให้กับระบบทำงานต่อไปได้อีกชั่วขณะหนึ่ง จนกว่าเครื่องจักรจะหยุดลง จากข้อกำหนดดังกล่าวนี้ในบางกรณีสามารถใช้ถังขนาดเล็กกว่าได้ เช่น กรณีที่ระบบไม่ได้ทำงานได้ตลอดเวลาหรือมีการหยุดเป็นพักๆ และกรณีที่มีอุปกรณ์ถังถ่ายเทความร้อนช่วยระบายความร้อน นอกจากนี้ถังพักควรมีเนื้อที่ผิวน้ำมันในถังเผื่ออีก 10 เปอร์เซ็นต์ เพราะขณะที่น้ำมันไฮดรอลิกส์ทำงานอยู่ภายใต้ความดันจะมีอากาศละลายปนอยู่และจะกลายสภาพเป็นฟองในท่อทางไหลกลับสู่ถังน้ำมัน หลังจากนั้นก็จะแตกตัวเมื่อเข้าสู่ถังพักน้ำมัน เนื้อที่ที่เผื่อไว้เพื่อให้ฟองอากาศที่แตกตัวได้เล็ดลอดลอยตัวขึ้นหนีออกจากถังน้ำมันในถัง มิฉะนั้นฟองอากาศจะเต็มถังทำให้เกิดอันตรายต่อปั๊มและระบบ และเพื่อรับการขยายตัวของน้ำมันที่ขึ้นๆ ลงๆ ในขณะทำงาน

2.5.2.2 ลักษณะรูปร่างของถังพักน้ำมันไฮดรอลิกส์ รูปร่างลักษณะถังพักนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสถานที่ที่จะติดตั้งใช้งาน ส่วนมากนิยมใช้ถังพักที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เพราะเป็นรูปร่างที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบน้อยมาก กล่าวคือสามารถส่งผ่านความร้อนผ่านผนังได้ดีและการไหลหมุนวนของน้ำมันในถังของน้ำมันในถังจะสั้น จึงช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยๆ ในถังพักรูปร่างอื่นๆ ถ้ามีเนื้อที่จำกัดในการติดตั้งถังพักอาจใช้ถังรูปร่างอื่นได้ แต่ถ้าใช้ถังรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าแล้วที่ก้นถังพักควรมีลักษณะลาดเอียงจากด้านข้างทั้ง 2 ด้านเข้าหากันเป็นรูปตัววี เมื่อน้ำมันถูกใช้ในระบบแล้วจะเกิดสิ่งสกปรก ผงตะกอนและคราบขี้น้ำมันปนมาด้วยเมื่อไหลกลับสู่ถังพักสิ่งสกปรกเหล่านี้จะแยกตัวและตกตะกอนลงสู่ก้นถังที่เป็นแอ่งรูปตัววีฉะนั้นที่บริเวณถังรูปตัววี จึงควรมีรูสำหรับถ่ายน้ำมัน 2 รูที่ปลายข้างละขนาดไม่ต่ำกว่า ¾ นิ้ว พร้อมด้วยวาล์วปิด-เปิด เพื่อถ่ายเทสิ่งสกปรกที่ตกตะกอนออกนอกถัง และควรมีแม่เหล็กไว้ใกล้กลับแอ่งด้วยเพื่อดูดผงตะกอนที่เป็นโลหะมารวมกันที่ก้นถัง



ภาพที่ 2-6 แสดงโครงสร้างและส่วนประกอบของถังพักน้ำมันไฮดรอลิกส์ (ฝ่ายวิชาการ บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด, 2546 : 188)

2.5.2.3 ฐานตั้งถังพัก ถังพักควรตั้งอยู่บนขารองรับซึ่งสูงจากพื้นอย่างน้อย 6 นิ้วทั้งนี้เพื่อสะดวกในการโยกย้ายและให้พื้นผนังของถังด้านล่างมีการถ่ายเทความร้อนได้ ถ้าฝาด้านบนของถังพักใช้เป็นที่ติดตั้งอุปกรณ์ต้นกำลัง ก็ควรยึดพื้นล่างของตัวถังให้ติดกับพื้นที่วางบนขาตั้งให้แน่น เพื่อไม่ให้อุปกรณ์ต่างๆ สั่นสะเทือนมากเมื่อปั๊มทำงานและควรวางฐานให้อยู่ในแนวระนาบด้วย

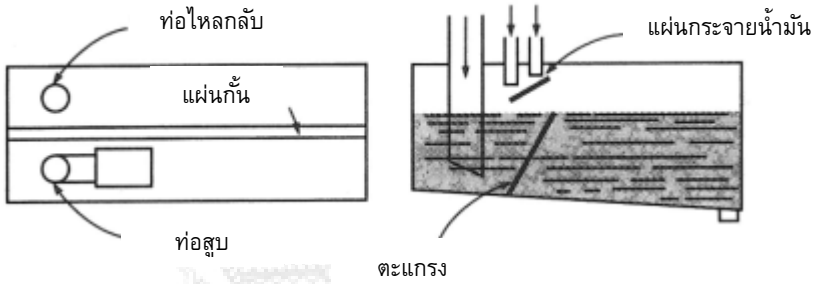
2.5.2.4 แผ่นกั้นภายในถัง แผ่นกั้นนี้ควรมีความสูงราว 2 ใน 3 ของระดับน้ำมันในถัง และแบ่งครึ่งตามแนวยาว โดยวัดจากก้นถังส่วนที่เหลืออีก ⅓ ก็จะเป็นช่องว่าง ที่ส่วนบนของแผ่นกั้นจึงโล่งให้น้ำมันทั้ง 2 ด้านต่อเชื่อมกันได้ เพื่อให้ความดันของอากาศเหนือผิวของน้ำมันมีความดันของบรรยากาศเท่ากัน แผ่นกั้นจะทำหน้าที่กั้นน้ำมันที่จะทำหน้าที่จะถูกดูดไปใช้งานกับน้ำมันที่เพิ่งไหลกลับถัง ไม่ให้น้ำมันที่พึ่งไหลกลับมีโอกาสถูกดูดขึ้นไปใช้งานในทันที ให้ได้มีเวลาพักเพื่อตกตะกอนสิ่งสกปรกและตักฟองอากาศให้ฟองอากาศได้แยกตัวออกจากน้ำมันรวมทั้งยังช่วยให้น้ำมันที่เพิ่งไหลกลับในถังพักมีการหมุนเวียนเลียบผนังของถังเพื่อระบาย ความร้อน โดยที่แผ่นล่างของแผ่นกั้นที่ติดกับก้นถังจะเจาะเว้าให้เป็นช่องที่มีขนาดใหญ่พอ เพื่อให้น้ำมันได้พักแล้วไหลผ่านได้ด้วยความเร็วไม่เกิน 2 ฟุตต่อวินาที

2.5.2.5 ฝาด้านบนของถังพัก ฝาของถังพักมักติดอยู่กับตัวถังด้วยการเชื่อมหรือขัน สกรูยึดและต้องมีความแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักของปั๊มมอเตอร์ไฟฟ้า วาล์วและอุปกรณ์ต่างๆ ในกรณีที่ติดตั้งบนฝาบนของถังพักได้โดยไม่ทำให้เกิดการแอ่น ยุบ หรือโปร่ง เพราะอาการนี้ทำให้ปั๊มไฟฟ้าไม่ได้แนวกันก็ได้ ซึ่งอาจจะใช้แผ่นเหล็กช่วยเสริมความแข็งแรงมาวางบนฝาถังอีกชั้นหนึ่งโดยความหนาของแผ่นเหล็กที่ใช้ขึ้นอยู่กับขนาดและน้ำหนักของอุปกรณ์ทั้งหมดที่จะติดตั้งบนฝาถัง

2.5.2.6 ช่องทำความสะอาด ถึงแม้ถังพักจะมีรูถ่ายน้ำมันที่หมดอายุและสกปรกซึ่งตกตะกอนลงก้นถังทิ้งก็ตาม แต่ก็ยังมีสิ่งสกปรกเหลืออยู่ตามฝาผนังของถัง ดังนั้นเมื่อใช้งานไปนานๆ จึงควรมีการทำความสะอาดภายในถังพักบ้าง แต่ถ้าใช้วิธีการเปิดฝาบนของถังเพื่อทำความสะอาดจะมีความยุ่งยากมาก ดังนั้นถังพักจำเป็นต้องมีช่องทำความสะอาดถังพักโดยไม่ยุ่งยากเกี่ยวกับอุปกรณ์อื่นสัก 2 ช่อง ที่ด้านหน้าและด้านหลังของถังขนาดกว้างพอสมควร ถ้าเป็นช่องวงกลมควรมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 6 นิ้ว ถ้าเป็นช่องสี่เหลี่ยมควรมีความยาวของด้านประมาณ 6 นิ้ว และควรมีปะเก็นครอบอยู่ด้วย

2.5.2.7 ท่อดูดและท่อไหลกลับของน้ำมันที่ต่อลงถังพัก ท่อดูดและท่อไหลกลับที่ต่อทะลุฝาลงในถังพักควรจะเรียบไม่มีรอยต่อหรือโค้งงอ และทำการซีลด้วยแหวนยางหรือคับปลิ้งต่อท่อ โดยท่อดูดและท่อไหลกลับจะต้องอยู่ฝั่งด้านเดียวกันของถังและถูกกั้นให้แยกจากกันด้วยแผ่นกันภายในท่อดูด ท่อดูดควรห่างจากก้นถังไม่เกิน 2 นิ้ว และปลายท่อต้องจมอยู่ในดับน้ำมันที่ลดต่ำสุดไม่น้อยกว่า 3 นิ้วหรือ 1.5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ โดยใช้ค่าที่มากกว่าสำหรับท่อทางไหลกลับที่ต่อลงถังพักนั้นอาจต้องแยกเป็นหลายท่อ

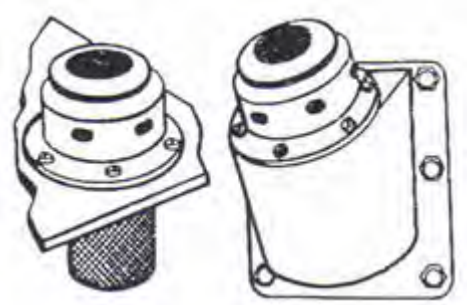
ท่อไหลกลับที่ใช้เป็นท่อขนาดใหญ่ที่เชื่อมต่อจากรูทีของวาล์วควบคุมทิศทาง เพราะมีอัตราของน้ำมันที่ไหลกลับจำนวนมาก ปลายท่อไหลกลับควรอยู่ในระรับต่ำกว่าผิวน้ำมันและให้สูงกว่าก้นถัง 2 นิ้ว หรือ 1.5 เท่าของขนาดท่อที่ใช้มากกว่าและที่ปลายท่อบากเป็นมุมเฉียง 45 องศา แล้วหันด้านที่บากไปทางด้านผนังด้านข้าง เพื่อทำให้น้ำมันสามารถไหลวนไปทางด้านข้างของผนังได้ และเป็นการกันลำน้ำมันพุ่งลงก้นถังโดยตรง พร้อมกันนั้นติดตั้งแผ่นกระจายน้ำมันหรือตะแกรงขนาด 60 เมช วางเอียง 30 องศา อยู่ใต้ผิวน้ำมันรองรับเพื่อชะลอความเร็วและทำให้อากาศที่ละลายมากับน้ำมันแยกตัวออกมาเร็วขึ้น



ภาพที่ 2-7 แสดงท่อดูดและท่อไหลกลับของน้ำมันไฮดรอลิกส์ (ฝ่ายวิชาการ บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด, 2546 : 189)

ส่วนท่อไหลกลับที่ใช้ท่อขนาดเล็กนั้น เป็นท่อระบายน้ำมันจากวาล์วต่างๆ เช่น วาล์วจัดลำดับ วาล์วกันตก วาล์วลดความดัน และจากชุดโซลีนอยด์วาล์วที่ใช้ควบคุมการเลื่อนลิ้นของวาล์วควบคุมทิศทางแบบบังคับการเลื่อนลิ้นด้วยไฟฟ้า ซึ่งมีอัตราการไหลกลับของน้ำมัน ต่ำเมื่ออยู่ภายใต้แรงดันปกติดังนั้นท่อนี้จึงไม่ต่อรวมกับท่อไหลขนาดใหญ่ ควรต่อท่อแยกมาลงถังต่างหากอีกเส้นหนึ่ง โดยให้ปลายท่ออยู่เหนือระดับน้ำมันในถังพักเพื่อป้องกันการไหลย้อนกลับแบบกาลักน้ำ ในกรณีที่ต้องถอดวาล์วต่างๆ ออกมาซ่อมหรือถอดข้อต่อท่อการรักษาผิวของถังพักทั้งภายนอกและภายในถังพัก ควรทาสีหรือเคลือบน้ำยาเพื่อป้องกันสนิม โดยเลือกใช้สีและน้ำยาชนิดที่ทนความร้อนและเหมาะกับชนิดของน้ำมันที่ใช้ นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นต้องมีประกอบกับถังพักน้ำมัน

2.5.2.8 ช่องเติมน้ำมัน ถังพักควรมีช่องสำหรับเติมน้ำมันอยู่ 2 ช่อง อยู่คนละมุมของถัง ที่ช่องเติมควรมีขนาดใหญ่พอที่จะเติมน้ำมันได้อย่างสะดวกคือ มีเนื้อที่สำหรับการไหลของน้ำมันอย่างน้อย 5 แกลลอนต่อนาที และในช่องเติมนั้นควรมีลวดสแตนเลสที่มีขนาดรูไม่ต่ำกว่า 30 เมช ไว้กรองสิ่งสกปรก ช่องเติมอาจอยู่ด้านบนหรือด้านข้างก็ได้ ถ้าอยู่ด้านบนของถังพักควรยึดติดกับฝาถังโดยตัวเติมต้องสูงขึ้นจากฝาถังเป็นระยะ $\frac{3}{4}$ นิ้ว และมีประเก็นยึดติดกับฝาถังด้วย ช่องเติมควรมีฝาปิดที่เป็นเกลียวไว้ปิดให้มิดชิด ซึ่งฝาปิดนี้บางทีอาจใช้เป็นช่องสำหรับระบายอากาศในตัว แต่ต้องมีไส้กรองอากาศเพื่อกรองฝุ่นไว้ด้วย โดยใช้ขนาดรูกรองควรไม่โตกว่า 40 ไมครอน

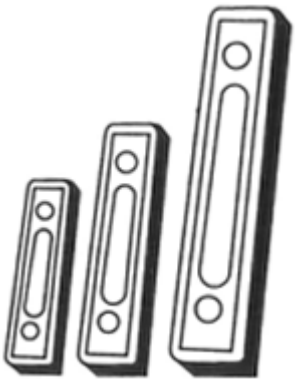


ภาพที่ 2-8 แสดงช่องเติมน้ำมัน (ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์และปานเพชร ชินินทร, 2539 : 140)

2.5.2.9 ช่องระบายอากาศ ในขณะที่ระบบไฮดรอลิกส์กำลังทำงาน ระดับน้ำมันในถังพักจะขึ้นๆ ลงๆ ตลอดเวลา ทำให้ต้องมีอากาศไหลเข้าและออกถังพัก ถ้าอากาศไม่สามารถไหลเข้าออกได้ความดันของอากาศเหนือผิวน้ำมันภายในถังก็จะต่ำลงเรื่อยๆ ซึ่งจะมีผลต่อการดูดน้ำมันของปั๊ม ดังนั้นจึงต้องมีช่องไว้สำหรับระบบอากาศ เพื่อรักษาความดันเหนือผิวน้ำมันในถังพักให้คงที่เท่ากับความดันบรรยากาศอยู่ตลอดเวลา ทำได้โดยการเจาะช่องระบบอากาศที่มีขนาดใหญ่พอควรที่บนฝาปิดพักสำหรับถังพักขนาดใหญ่ แต่ถ้าเป็นถังพักขนาดเล็กๆ อาจใช้ฝาปิดช่องเติมน้ำมันเป็นช่องระบายอากาศในตัว เพื่อป้องกันฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกเข้าไปในถังพัก ที่ช่องระบายอากาศควรจะมีไส้กรองอากาศติดอยู่ด้วย ไส้กรองที่ใช้นี้ควรมีอัตราการกรองไม่น้อยกว่า 40 ไมครอนอาจมีตะแกรงลวดป้องกันการฉีกขาด

ภาพที่ 2-9 แสดงช่องระบายอากาศ (ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์และปานเพชร ชินินทร, 2539 : 140)

2.5.2.10 ช่องแสดงระดับน้ำมัน ควรติดตั้งอยู่ใกล้ๆ กับช่องเติมน้ำมัน เพื่อเอาไว้ดูระดับน้ำมันในขณะที่เติมน้ำมัน นอกจากนั้นยังใช้เป็นที่สังเกตดูว่าในระบบมีการรั่วซึมของน้ำมันบ้างหรือไม่ โดยหมั่นสังเกตระดับตัวเลขที่ช่องแสดงระดับน้ำมันอย่างสม่ำเสมอ ขนาดของช่องแสดงที่ชี้ควรมีความยาวพอที่จะแสดงระดับสูงสุดของน้ำมันในถังได้ ระดับต่ำสุดของน้ำมันในถังพักควรอยู่สูงกว่าหม้อกรองน้ำที่ปลายท่อดูดสเตรนเนอร์ (Strianer) ไม่น้อยกว่า 3 นิ้ว และระดับสูงสุดของน้ำมันในถังพักควรอยู่ที่ระดับน้ำมัน เมื่อระบบหยุดทำงานและน้ำมันในระบบไหลกลับมาหมดแล้ว ยังเหลือเนื้อที่สำหรับอากาศเหนือผิวน้ำมันอีก 10 เปอร์เซ็นต์

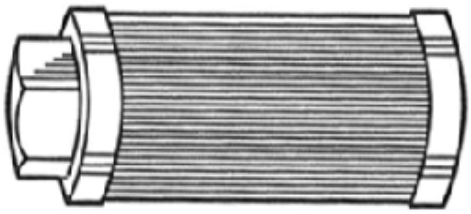


ภาพที่ 2-10 แสดงช่องระดับน้ำมัน (ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์และปานเพชร ชินินทร, 2539 : 141)

2.5.2.11 เกจวัดความดันที่ท่อดูดพร้อมทั้งลิ้นเปิด-ปิด เกจวัดความดันที่ท่อดูดนั้นใช้วัดดูความดันที่ท่อทางดูดของปั๊มและตรวจเช็คสภาพการทำงานของหม้อกรองที่ท่อทางดูดได้โดยสังเกตจากค่าความดันลดคร่อมที่ตัวหม้อกรอง ซึ่งจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อไส้กรองเกิดการอุดตันส่วนลิ้นเปิด-ปิดนั้น มีไว้เมื่อต้องการถอดปั๊มออกมาทำการซ่อมบำรุง

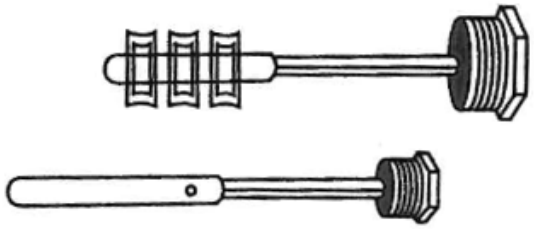
2.5.2.12 เทอร์โมมิเตอร์ ใช้ดูอุณหภูมิของน้ำมันในถังพัก แม้ว่าไม่จำเป็นนักแต่มีข้อสังเกตได้ว่าพลังงานต่างๆ ที่สูญเสียในระบบไฮดรอลิกส์นั้น จะเปลี่ยนสภาพเป็นความร้อนทำให้อุณหภูมิของน้ำมันสูงขึ้น ถ้ามีเทอร์โมมิเตอร์ก็จะเป็นการง่ายต่อการพิจารณาสภาพการทำงานของระบบได้เพื่อการบำรุงรักษาระบบอย่างมีประสิทธิภาพ

2.5.2.13 หม้อกรองน้ำมันของทางดูดของปั๊ม หม้อกรองชนิดนี้เรียกว่า สเตรนเนอร์ ติดตั้งไว้ที่ปลายท่อดูดของปั๊ม วางในแนวนอนระดับต่ำกว่าของระดับสูงสุดของน้ำมันในถังอย่างน้อย 3 นิ้ว และให้มีเนื้อที่บริเวณรอบๆ สเตรนเนอร์ไว้ประมาณ 10 ตารางนิ้ว สำหรับน้ำมันทุก 1 แกลลอนต่อนาที ที่ปั๊มดูดขึ้นไปในระบบที่ใช้น้ำมันไฮดรอลิกส์ซึ่งสกัดแยกมาจากปิโตรเลียมหรือจากน้ำมันดิบ ควรใช้สเตรนเนอร์แบบตะแกรงลวดสแตนเลสที่มีรูกรองประมาณ 100 มิลลิเมตร ซึ่งมีอัตราการกรอง 150 ไมครอน แต่ถ้าเป็นระบบที่ใช้น้ำมันไฮดรอลิกส์ซึ่งสกัดจากสารเคมีต่างๆ ที่เรียกว่าน้ำมันสังเคราะห์นั้น ควรใช้ตะแกรงลวดสแตนเลสขนาด 60 เมช ซึ่งจะมีอัตราการกรอง 260 ไมครอน



ภาพที่ 2-11 แสดงหม้อกรองน้ำมันไฮดรอลิกส์ (ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์และปานเพชร ชินินทร, 2539 : 142)

2.5.2.14 แม่เหล็ก จะถูกประกอบเป็นชุดก้านแม่เหล็กติดตั้งในตำแหน่งที่เหมาะสมเช่น ติดตรงบริเวณด้านหลังของแผ่นตะแกรงที่ใช้กั้นรองรับลำน้ำมันที่ไหลกลับถัง เพื่อดักฟองอากาศหรือบริเวณใกล้ๆ กับปลายท่อดูดของปั๊ม หรืออาจติดกับหม้อกรองที่ท่อทางดูดของปั๊มเลยก็ได้ เพื่อดูดผงและเศษโลหะที่เกิดจากการเสียดสีของชิ้นส่วน การทำงานของปั๊ม วาล์วและกระบอกสูบ เป็นต้น



ภาพที่ 2-12 แสดงชุดแม่เหล็ก (ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์และปานเพชร ชินินทร, 2539 : 142)

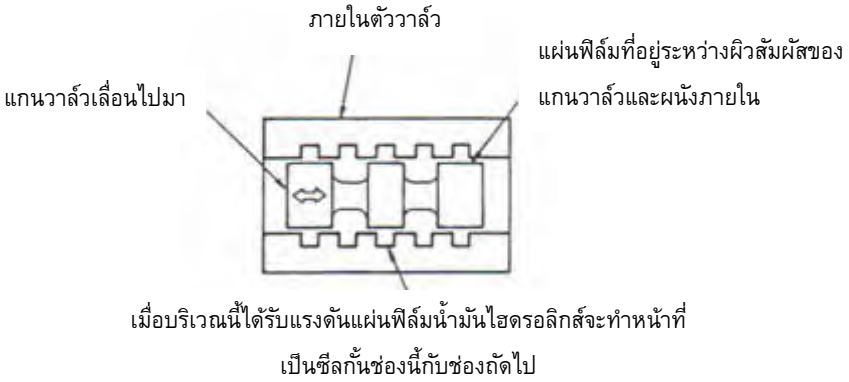
2.6 น้ำมันไฮดรอลิกส์

2.6.1 หน้าที่หลักของน้ำมันไฮดรอลิกส์

2.6.1.1 ส่งผ่านกำลังงาน (Power Transmission) น้ำมันไฮดรอลิกส์มีหน้าที่ในการช่วยเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดกำลังงานจากจุดหนึ่งไปสู่อีกจุดหนึ่งในระบบ เพื่อเปลี่ยนแปลงกำลังงานของไหลเป็นกำลังงานกล ซึ่งถ้าจะให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพแล้วน้ำมันไฮดรอลิกส์ที่ไหลในท่อหรือไหลผ่านวาล์วควบคุมต่างๆ จะต้องไหลไปได้อย่างราบรื่น แต่ถ้าเกิดมีความต้านทานการไหลมากๆ ก็จะทำให้กำลังงานศูนย์เสียไปและน้ำมันไฮดรอลิกส์จะต้องไม่ยุบตัวตามความดันในขณะทำงาน

2.6.1.2 หล่อลื่น (Lubrication) น้ำมันไฮดรอลิกส์จะทำหน้าที่เป็นตัวหล่อลื่นและลดแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบงานไฮดรอลิกส์ เช่น ชิ้นส่วนของปั๊ม มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ ลูกสูบ กระบอกสูบ แกนวาล์วและส่วนประกอบต่างๆ ที่มีการเคลื่อนที่ โดยที่น้ำมันไฮดรอลิกส์จะมีสภาพเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ กั้นระหว่างผิวสัมผัสของชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนที่เสียดสีกันทั้งในขณะที่ระบบทำงานและหยุดนิ่ง ฟิล์มน้ำมันไฮดรอลิกส์จะช่วยในการหล่อลื่น เพื่อลดการเสียดสีของผิวสัมผัสระหว่างแกนวาล์วกับผนังภายในตัววาล์ว แผ่นฟิล์มดังกล่าวจะต้องมีความหนืดพอเหมาะที่จะ

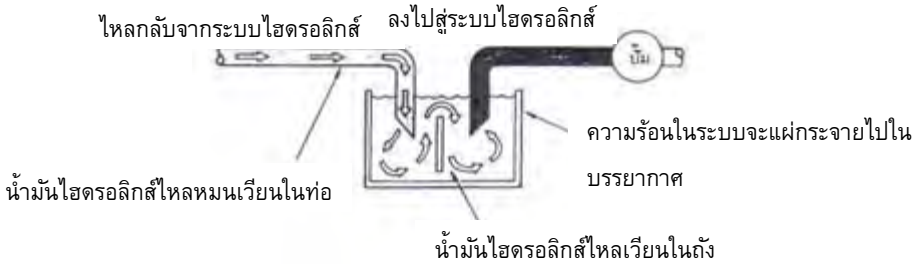
แทรกซึมเข้าไปในรูเล็กๆ และรอยต่อของชิ้นส่วนภายในอุปกรณ์ และสามารถรับน้ำหนักของวัตถุที่กดทับหรือแรงกดอยู่ได้ ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวนี้เรียกว่า ความแข็งแรงของฟิล์ม (Film Strenght) น้ำมันไฮดรอลิกส์ยังควรมีคุณสมบัติในการลื่นไหลได้ดีด้วยคือ ในขณะที่น้ำมันไฮดรอลิกส์เป็นฟิล์มยึดติดกับชิ้นส่วนใดก็สามารถจะลื่นไหลไปกับชิ้นส่วนนั้นๆ และช่วยให้เคลื่อนไปได้อย่างคล่องตัวด้วย คุณสมบัติข้อนี้เรียกว่า ความลื่น (Lubricity)



ภาพที่ 2-13 แสดงน้ำมันไฮดรอลิกส์ช่วยหล่อลื่นและเป็นซีลของชิ้นงานการทำงาน (ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์และปานเพชร ชินินทร, 2539 : 104)

2.6.1.3 ซีล (Sealing) น้ำมันไฮดรอลิกส์มีหน้าที่ช่วยเป็นซีลเพื่อให้มีการรั่วซึมน้อยที่สุดภายในชิ้นส่วนของอุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิกส์เมื่อมีความดันเกิดขึ้น การซีลนี้จะขึ้นอยู่กับความหนืดของน้ำมันไฮดรอลิกส์แต่ละชนิด

2.6.1.4 ระบายความร้อน (Cooling) การไหลเวียนของน้ำมันไฮดรอลิกส์จะที่อยู่ในระบบขณะทำงาน จะช่วยถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ต่างๆ อันเนื่องจากการสูญเสียกำลังงาน ในระบบความร้อนนี้จะถูกพาไปโดยน้ำมันและไหลลงสู่ถังพักแล้วแผ่กระจายความร้อนผ่านผนังของถังพักได้



ภาพที่ 2-14 แสดงการไหลเวียนของน้ำมันไฮดรอลิกส์ช่วยระบายความร้อนในระบบ (ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์และปานเพชร ชินินทร, 2539 : 105)

2.6.2 คุณภาพที่ต้องการของน้ำมันไฮดรอลิกส์ (Quality Requirement)

2.6.2.1 มีความหนืดพอเหมาะและดัชนีความหนืดสูง น้ำมันไฮดรอลิกส์ที่มีคุณภาพดีจะต้องมีความหนืดคงที่แม้ว่าอุณหภูมิในการทำงานจะเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ความหนืดของน้ำมันไฮดรอลิกส์ยังมีผลต่อการหล่อลื่นระหว่างผิวสัมผัสของอุปกรณ์ต่างๆ กล่าวคือ ถ้าความหนืดมากจะป้องกันสึกหรอได้ดี อย่างไรก็ตามถ้าหากมีความหนืดมากเกินไปก็ไม่เป็นผลดีต่อการหล่อลื่น เนื่องจากทำให้การเคลื่อนตัวของน้ำมันไหลไม่สะดวก

2.6.2.2 มีจุดข้นแข็งต่ำ น้ำมันไฮดรอลิกส์ควรมีจุดข้นแข็งต่ำกว่าอุณหภูมิที่ระบบ ไฮดรอลิกส์ทำงาน และจุดข้นแข็งนี้จะมีปัญหาก็ต่อเมื่อระบบไฮดรอลิกส์ต้องทำงานในที่ที่อุณหภูมิต่ำกว่าปกติ

2.6.2.3 คุณภาพของน้ำมันจะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงแม้อุณหภูมิในการทำงานจะสูง

2.6.2.4 มีคุณภาพการหล่อลื่นที่ดี

2.6.2.5 ต้านทานการเกิดออกไซด์ได้ดีเยี่ยม

2.6.2.6 มีความคงที่และช่วยไม่ให้สิ้นเปลืองในการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันบ่อยๆ

2.6.2.7 มีคุณภาพคงที่ถึงแม้อุณหภูมิในการทำงานจะเปลี่ยนแปลงมาก

2.6.2.8 ต้านทานการเกิดสนิม

2.6.2.9 ช่วยป้องกันการกัดกร่อนโลหะ ชิ้นส่วนของอุปกรณ์ต่างๆ ระบบไฮดรอลิกส์ส่วนใหญ่ทำด้วยโลหะ ดังนั้นน้ำมันไฮดรอลิกส์จะต้องไม่มีฤทธิ์ของความเป็นกรดซึ่งจะมีอันตรายต่ออุปกรณ์

2.6.2.10 สามารถเข้ากับยางซีลปะเก็นและสีได้เป็นอย่างดี

2.6.2.11 มีความสามารถแยกตัวจากน้ำได้ดี

2.6.2.12 ทนไฟ

2.6.2.13 มีค่าความสามารถในการอัดตัวต่ำ คือน้ำมันไฮดรอลิกส์ต้องไม่ยุบตามความดันเมื่อถูกดัน

2.6.2.14 ไม่จับตัวเป็นก้อนหรือยางเหนียว

2.6.2.15 ต้านทานต่อการเกิดฟอง

2.7 สายไฮดรอลิกส์ (Flexible Hoses)

สายไฮดรอลิกส์เป็นส่วนประกอบในระบบท่อทางที่นิยมใช้กันมากเนื่องจาก มีประโยชน์หลายประการ

2.7.1 ประโยชน์ของสายไฮดรอลิกส์

2.7.1.1 ป้องกันเสียงดังและแรงสั่นสะเทือน

2.7.1.2 เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างท่อกับอุปกรณ์ทั้งที่เคลื่อนไหวและไม่เคลื่อนไหว

2.7.1.3 ใช้เป็นตัวเชื่อมต่อกับแป๊บและท่อในบริเวณที่มีเนื้อที่จำกัด

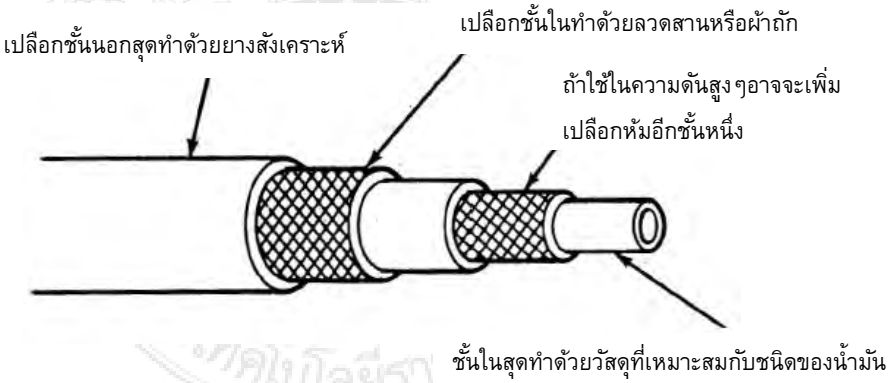
2.7.1.4 ใช้เป็นข้อต่อท่อแบบชั่วคราวได้

2.7.2 ส่วนประกอบของสายไฮดรอลิกส์ ประกอบด้วย

2.7.2.1 ท่อภายในของสาย (Inner Tube) ซึ่งเป็นทางไหลของน้ำมันไฮดรอลิกส์ ทำจากยางสังเคราะห์ ไนลอน เทฟลอน หรือวัสดุอื่นๆ ที่มีผิวเรียบ ทนความร้อนและไม่รั่วซึม

2.7.2.2 ผ้าใบ (Reinforcement) ทำจากฝ้ายหรือใยสังเคราะห์ ไนลอนหรือไฟเบอร์ลวดสานหรือวัสดุหลายอย่างผสมกัน ส่วนของผ้าใบนี้เป็นส่วนที่ทำให้สายไฮดรอลิกส์สามารถทนความดันได้ แต่จะทนได้เท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่ใช้ทำผ้าใบ และจำนวนของชั้นผ้าใบที่หุ้มท่อภายใน

2.7.2.3 เปลือกนอก (Cover) เป็นส่วนนอกสุดของสายไฮดรอลิกส์ที่ใช้ห่อหุ้มผ้าใบอีกทีหนึ่ง มักทำจากพลาสติกหรือยาง



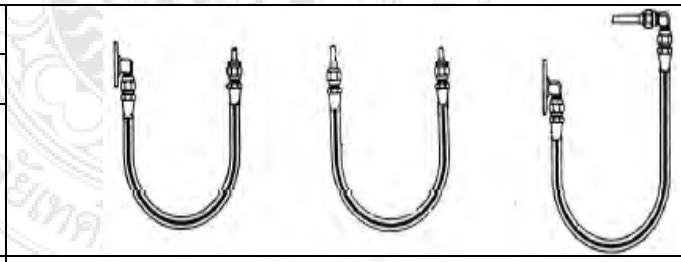
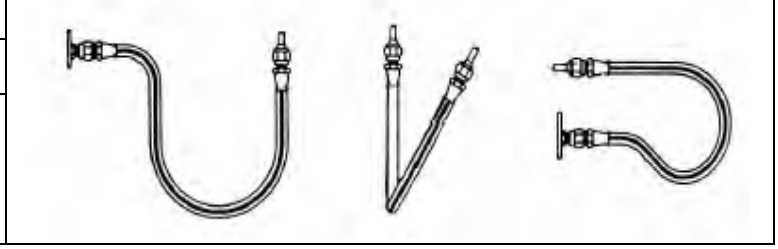
ภาพที่ 2-15 แสดงส่วนประกอบสายไฮดรอลิกส์ (ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร, 2539 : 196)

2.7.3 ข้อต่อปลายสายไฮดรอลิกส์ ข้อที่ใช้กับสายไฮดรอลิกส์มักนิยมเรียกว่า อะแดปเตอร์แฟลร์ (Flare Adapters) เพื่อขันต่อกับอุปกรณ์และใช้หัวสายขันต่อกับอะแดปเตอร์ บางครั้งจึงเรียกว่าอะแดปเตอร์หัวสาย

ภาพที่ 2-16 แสดงข้อต่อ (ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์และปานเพชร ชินินทร, 2539 : 198)

2.7.4 การติดตั้งสายไฮดรอลิกส์ หลักการสำคัญคือต้องมีการโค้งงอน้อยที่สุดและห้ามให้มีการบิดตัวของสายไฮดรอลิกส์

ตารางที่ 2-4 แสดงวิธีการติดตั้งสายไฮดรอลิกส์ที่ถูกและผิด (ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์และปานเพชร ชินินทร, 2539 : 199)

วิธีที่ถูก	
วิธีที่ผิด	

2.7.5 สิ่งสำคัญในการนำสายไฮดรอลิกส์ไปใช้งาน

2.7.5.1 ความยาวของสายไฮดรอลิกส์จะต้องพอดี เช่น ถ้านำไปใช้ในความดันต่างๆ กัน ก็จะต้องมีความยาวพอสำหรับการขยายตัวและการหดตัว

2.7.5.2 ไม่ยึดสายไฮดรอลิกส์ที่ทำงานที่ความดันสูงและต่ำเข้าด้วยกัน

2.7.5.3 หลีกเลี่ยงการหนีบยึดสายบริเวณส่วนโค้ง เพื่อให้ส่วนโค้งนั้นสามารถยืดหยุ่นตัว

2.7.5.4 ถ้ามีการเคลื่อนที่ระหว่างปลาย 2 ด้านของสายก็ให้เผื่อความยาวของสาย

2.7.5.5 เพื่อป้องกันไม่ให้สายบิดงอ จะต้องโค้งสายไฮดรอลิกส์ในแนวเดียวกับอุปกรณ์ที่นำสายไปต่อ

2.7.5.6 เพื่อป้องกันไม่ให้สายที่มีส่วนโค้ง 2 โค้งบิดงอไปมา ควรหนีบยึดสายตรงส่วนที่เป็นจุดต่อของส่วนโค้งของสายไฮดรอลิกส์

2.7.5.7 ใช้อะแดปเตอร์ที่เหมาะสมกับสายไฮดรอลิกส์ เพื่อลดจำนวนข้อต่อ

2.7.5.8 หลีกเลี่ยงไม่ให้สายไฮดรอลิกส์ปะทะกับอุปกรณ์ที่เคลื่อนไหวและของมีคม เช่น บริเวณขอบหรือสันอุปกรณ์

2.7.5.9 ก่อนที่จะติดตั้งสายไฮดรอลิกส์และอะแดปเตอร์ให้แน่น ควรจะจัดตำแหน่งให้พอดีเสียก่อน

2.7.5.10 ใช้สายไฮดรอลิกส์ที่มีขนาดพอเหมาะกับอัตราการไหลและมีความแข็งแรงพอสมควรเพื่อความปลอดภัย

2.8 ความเค้น

ความเค้น คือแรงที่กระทำหารด้วยพื้นที่หน้าตัดรับแรงนั้นแรงที่จะกระทำ ต่อวัสดุหรือส่วนของโครงสร้างใดๆ ก็ตามสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ ความเค้นดึง ความเค้นกด ความเค้นเฉือน แต่ที่เลือกใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ ความเค้นกด

2.8.1 ความเค้นกด (Compressive Stress) สัญลักษณ์ σ_C เกิดขึ้นเมื่อมีวัตถุอยู่ภายใต้แรงอัด โดยแรงอัดจะต้องกระทำตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดของท่อนวัตถุที่กระทำนั้นความเค้นกดจะให้เครื่องหมายแสดงเป็นลบ

$$\sigma_C = \frac{F}{A} \qquad (2\text{-}9)$$

เมื่อ F = แรง

A = พื้นที่

2.9 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motors) มีทั้งอินดักชันมอเตอร์และซิงโครนัสมอเตอร์ใช้อย่างแพร่หลายตั้งแต่โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ จนถึงโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กแม้แต่ในบ้านพักอาศัยก็ใช้กัน ซึ่งอาจจะอยู่ในลักษณะของเครื่องมืออำนวยความสะดวกทั้งที่จำเป็นและฟุ่มเฟือยในรูปแบบต่างๆ กันมากมายตั้งแต่ขนาดเล็กๆ ไปจนถึงขนาดใหญ่ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ มอเตอร์ที่ทำงานด้วยความเร็ว (Speed) คงที่เป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นบางชนิดซึ่งอาจจะออกแบบให้สามารถปรับความเร็วได้ก็มีแต่ก็เป็นส่วนน้อย

2.9.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

โดยทั่วไปแล้วมอเตอร์ทุกประเภทจะมีส่วนประกอบหลักหรือส่วนประกอบเบื้องต้นที่เหมือนกัน โดยประกอบด้วยส่วนที่อยู่กับที่หรือสเตเตอร์ (Stator) และส่วนที่เคลื่อนที่หรือโรเตอร์ (Rotor)

2.9.1.1 ส่วนที่อยู่กับที่หรือสเตเตอร์ (Stator) ซึ่งประกอบด้วย

ก) โครงของมอเตอร์ (Frame or Yoke) จะทำขึ้นด้วยเหล็กหล่อที่เป็นรูปทรงกระบอกกลวงมีครีบรอบข้างด้านนอก เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสอากาศภายนอกให้ระบายความร้อน นอกจากนี้แล้วยังมีชนิดที่ทำด้วยเหล็กแผ่นเหนียว ม้วนเป็นรูปทรงกระบอกเชื่อมติดกัน ภายในทรงกระบอกยึดแกนเหล็กสเตเตอร์

ข) แกนเหล็กสเตเตอร์ (Stator Core) ซึ่งสร้างขึ้นด้วยแผ่นเหล็กบางๆ (Laminated Sheet Steel) หนาประมาณ 0.5 มิลลิเมตร อัดซ้อนกันทำเป็นร่อง (Slot) มีลักษณะเป็นกึ่งปิด

ค) ขดลวดสเตเตอร์ (Stator Winding) เป็นขดลวดทองแดงเคลือบด้วยฉนวนพันอยู่ในร่องของแกนเหล็กสเตเตอร์รูป แบบการพันในแต่ละชนิดแตกต่างกัน

2.9.1.2 ส่วนที่หมุนได้หรือโรเตอร์ (Rotor) จะประกอบด้วยแผ่นเหล็กเนื้อบางๆ (Laminated Sheet Steel) หนาประมาณ 0.5 มิลลิเมตร เป็นแผ่นกลมอัดซ้อนๆ กัน เจาะรูตรงกลางสวมเพลา มีแท่งอลูมิเนียมอัดเข้าไปในร่อง และหัวท้ายต่อถึงกันเป็นวงแหวน มีลักษณะคล้ายกรงกระรอก เลยเรียกกันว่าโรเตอร์แบบกรงกระรอก (Squirrel Cage Rotor) และยังมีครีบพัดลมสำหรับระบายความร้อนด้วย

2.9.2 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส เป็นมอเตอร์ที่ใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิร์ซ หรือขนาดแรงดันที่ต่ำกว่านี้ตามพิกัดของมอเตอร์แบ่งออกได้ 5 แบบ คือ มอเตอร์แบบแยกเฟส มอเตอร์คาปาซิเตอร์ มอเตอร์รีพัลชัน มอเตอร์เฉดโพล มอเตอร์ยูนิเวอร์แซล แต่ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ มอเตอร์คาปาซิเตอร์

2.9.2.1 มอเตอร์คาปาซิเตอร์ (Capacitor Motor) มอเตอร์แบบนี้ คือมอเตอร์แบบแยกเฟส แต่มีการนำเอาคาปาซิเตอร์มาต่อร่วมเข้ากับขอลวดของมอเตอร์ ในกรณีที่ต่อ คาปาซิเตอร์ขนาดที่เหมาะสมอนุกรมกับขดลวดเริ่มต้นหมุน จะทำให้กระแสสตาร์ทนำหน้าแรงดันไฟฟ้าที่สายเกือบ 90 องศา ทำให้ได้มอเตอร์ที่มีแรงบิดเริ่มต้นสูงกว่ามอเตอร์แบบชนิดแยกเฟส

2.9.3 สูตรคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้า

จากสูตร

$$\text{แรงม้า(HP)} = \frac{\text{Flow Rete(GPM)} \times \text{Pressure(PSI)}}{1{,}714} + \text{Safety Factor 20\%} \qquad (2\text{-}10)$$

เมื่อ Flow Rete = อัตราการไหล

Pressure = ความดัน

2.10 วงจรไฟฟ้า

2.10.1 แบบวงจรไฟฟ้า

ส่วนที่สำคัญของวงจรไฟฟ้าคือการต่อโหลดใช้งาน ซึ่งโหลดที่นำมาต่อใช้งานในวงจรไฟฟ้าสามารถต่อได้เป็น 3 แบบด้วยกัน ได้แก่ วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม(Series Electrical Circuit) วงจรไฟฟ้าแบบขนาน (Parallel Electrical Circuit) และวงจรไฟฟ้าแบบผสม (Series-Parallel Electrical Circuit) แต่ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ วงจรไฟฟ้าแบบขนาน

2.10.1.1 วงจรไฟฟ้าแบบขนาน เป็นการต่อวงจรไฟฟ้าโดยมีโหลดในวงจรหลายตัวถูกต่อคร่อมขนานกันทั้งวงจร การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนานนี้ทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมโหลดทุกตัวในวงจรเท่ากันแต่จะเกิดกระแสไหลผ่านโหลดแต่ละตัวอาจจะไม่เท่ากัน ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้านทานของโหลดเหล่านั้น การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน เป็นการต่อวงจรที่เหมาะสมกับการใช้งานของอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านเรือน เพราะต้องการแรงดันใช้งานที่เท่ากัน และอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชิ้นสามารถทำงานได้อย่างอิสระ จะใช้งานหรือหยุดใช้งานเมื่อไรก็ได้

2.11 แมกเนติกคอนแทกเตอร์ (Mangnetic Contactor)

เป็นอุปกรณ์ที่อาศัยการทำงานโดยใช้อำนาจแม่เหล็กในการเปิดปิดหน้าสัมผัสและการควบคุมวงจรมอเตอร์หรือที่เรียกว่ากันว่าสวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic Switch) หรือคอนแทคเตอร์ (Contactor)

2.11.1 ส่วนประกอบของแมคเนติคคอนแทคเตอร์

2.11.1.1 แกนเหล็กที่อยู่กับที่ (Fixed Core) จะมีลักษณะขาทั้งสองข้างของแกนเหล็กเป็นลวดทองแดงเส้นใหญ่ต่อลัดอยู่ เป็นรูปวงแหวนฝังอยู่ที่ผิวหน้าของแกนเพื่อลดการสั่นสะเทือนของแกนเหล็กเนื่องมาจากการสั่นสะเทือน

2.11.1.2 แกนเหล็กที่เคลื่อนที่ (Stationary Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางอัดซ้อนกันเป็นแกน จะมีชุดหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ (Moving Contact) ยึดติดอยู่

2.11.1.3 ขดลวด (Coil) มักทำมาจากลวดทองแดงพันอยู่รอบบ๊อบบิ้น (Bobbin) สวมอยู่ตรงกลางของขาอีกตัวที่อยู่กับที่ ขดลวดทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กมีขั้วต่อไฟเข้าใช้สัญลักษณ์อักษรกำกับ คือ A1- A2 หรือ a-b

2.11.1.4 หน้าสัมผัส (Contact) หน้าสัมผัสมักจะยึดติดอยู่กับแกนเหล็กเคลื่อนที่แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

ก) หน้าสัมผัสหลัก หรือเรียกว่า เมนคอนแทค (Main Contact) ใช้ในวงจรกำลังทำหน้าที่ตัดต่อระบบไฟฟ้าเข้าสู่โหลด

ข) หน้าสัมผัสช่วย (Auxiliary Contact) ส่วนใหญ่ใช้กับวงจรควบคุม หน้าสัมผัสช่วย แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ แบบหน้าสัมผัสปกติเปิดกับแบบหน้าสัมผัสปกติปิด

2.11.2 หลักการทำงาน เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปยังขดลวดสนามแม่เหล็ก ที่อยู่ขากลางของแกนเหล็ก ขดลวดจะสร้างสนามแม่เหล็กที่แรงสนามแม่เหล็กชนะแรงสปริงดึงให้แกนเหล็กชุดที่เคลื่อนที่เคลื่อนที่ลงมาในสภาวะนี้ (NO) คอนแทคทั้งสองชุดจะเปลี่ยนสภาวะการทำงานคือ คอนแทคปกติปิดจะเปิดวงจรจุดสัมผัสออก และคอนแทคปกติเปิดจะต่อวงจรของจุดสัมผัส เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปยังขดลวด สนามแม่เหล็กคอนแทคทั้งสองชุดจะกลับไปสู่สภาวะเดิม

2.12 สวิตช์ควบคุม

สวิตช์ไฟฟ้าในงานอุตสาหกรรมทั่วไปใช้สำหรับการเริ่มต้น (Start) หรือหยุด (Stop) การทำงาน การหยุดฉุกเฉิน สวิตช์ควบคุมแบบออกเป็น 5 แบบ คือ สวิตช์ปุ่มกด สวิตช์กดค้างตำแหน่ง ลิมิตสวิตช์ สวิตช์แม่เหล็ก สวิตช์ความดัน แต่ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ สวิตช์ปุ่มกด

2.12.1 สวิตช์ปุ่มกด (Push Button Switch) สวิตช์ปุ่มกดทั่วไปจะมีหน้าสัมผัส 2 ลักษณะคือ ปกติ (NO) และปกติปิด (NC) สวิตช์ปุ่มกดแบบปกติเปิด (NO) สวิตช์แบบนี้ในสภาวะปกติหน้าสัมผัสจะตัดวงจร กระแสไฟไม่สามารถไหลจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งได้ แต่เมื่อสวิตช์ถูกกดจากภายนอกจะทำให้หน้าสัมผัสต่อถึงกัน กระแสไฟฟ้าจึงสามารถไหลผ่านจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งได้ และหากสวิตช์ไม่ถูกกดสปริงจะดันให้หน้าสัมผัสแยกออกจากกันสู่สภาพเดิม

2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภาณุศักดิ์ โชคชัยอนันต์พร, อมรเทพ สนองคุณ และธนดล ปั้นหลง. (2554) วัสดุที่ใช้ในการเพาะชำ ปัจจุบันทำมาจากถุงพลาสติกซึ่งส่งผลเสียต่อธรรมชาติ จากเดิมเคยมีโครงงานเครื่องอัดกระถางจากผักตบชวาด้วยระบบไฮดรอลิกส์ ซึ่งช่วยลดปริมาณขยะที่ย่อยสลายยาก จึงเห็นความสำคัญของเครื่องอัดกระถางจากผักตบชวาด้วยระบบไฮดรอลิกส์ และได้นำกลับมาทำการพัฒนาเพื่อเพิ่มจำนวนการผลิตและสามารถประหยัดพลังงานกว่าเดิม

ในการพัฒนาเครื่องอัดกระถางจากผักตบชวานั้น ผักตบชวาที่สามารถอัดได้จะต้องมีความชื้น 8-10 เปอร์เซ็นต์ อุปกรณ์ประกอบด้วย มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้า ปั๊มไฮดรอลิกส์ ถังพักน้ำมันไฮดรอลิกส์ วาล์วควบคุมต่างๆ ชุดรับแรงกด และแม่พิมพ์กระถาง ซึ่งเครื่องอัดกระถางจากผักตบชวาที่ได้พัฒนา สามารถอัดขึ้นรูปกระถางได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ได้ครั้งละ 2 ใบ

ผลจากการทดสอบ การขึ้นรูปกระถางด้วยผักตบชวาที่เหมาะสมนั้น ผักตบชวาต้องมีความชื้น 8-10 เปอร์เซ็นต์ ที่ส่วนผักตบชวา 50 เปอร์เซ็นต์ แกลบ 10 เปอร์เซ็นต์ และกาวแป้งมันสำปะหลัง 40 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้แรงกด 150-170 บาร์ จึงจะอัดกระถางได้อย่างสมบูรณ์ไม่มีรอยแตกร้าว

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินงานโครงการพัฒนาเครื่องบีบเยื่อใบสับปะรด โดยนำเอาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาทำการออกแบบ คำนวณ และประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเครื่องบีบเยื่อใบสับปะรด ซึ่งขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการทำนี้มีความสำคัญในการทำงาน

3.1 ศึกษาปัญหาเครื่องเดิม

3.1.1 กระบอกสูบไฮดรอลิกส์ตั้งเป็นแนวเฉียงกับพื้น เมื่อมีแรงอัดมากระทำทำให้เกิดการฉีดขาดบริเวณก้นของถังบีบ

3.1.2 ถังมีลักษณะเป็นทรงกระบอกขนาดเล็กทำให้บีบได้ในปริมาณที่น้อย

ภาพที่ 3-1 แสดงเครื่องบีบเยื่อใบสับปะรดเครื่องเดิม

3.2 ลักษณะพันธุ์สับปะรดนางแลที่ใช้

ภาพที่ 3-2 แสดงต้นสับปะรดพันธุ์นางแล

ภาพที่ 3-3 แสดงต้นสับปะรดพันธุ์นางแลที่เตรียมไว้สำหรับต้ม

3.3 การเลือกใช้วัสดุ

3.3.1 เหล็กฉาก St 37 ขนาดความปีก 50x50 มิลลิเมตร ความหนาปีก 5 มิลลิเมตร

3.3.2 แผ่นเหล็ก SS 400 หนา 5 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น

3.3.3 แผ่นเหล็ก SS 400 หนา 10 มิลลิเมตร จำนวน 4 แผ่น

3.3.4 แผ่นเหล็ก SS 400 หนา 12 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น

3.3.5 แผ่นเหล็ก SS 400 หนา 15 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น

3.3.6 เหล็กเพลา SS 400 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร จำนวน 1 ท่อน

3.3.7 เหล็กเพลา SS 400 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร จำนวน 1 ท่อน

3.3.8 น๊อต ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร 1 ตัว

3.3.8 น๊อต ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร 6 ตัว

3.3.9 น๊อต สกรู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร 16 ตัว

3.3.10 ตัวล็อคประตู 1 ตัว

3.3.11 กระบอกสูบขนาด $2\frac{1}{2}$ นิ้วหรือ 63 มิลลิเมตร ยาว 70 มิลลิเมตร จำนวน 1 กระบอก

3.3.12 ถังไฮดรอลิกส์ขนาด 40 ลิตร จำนวน 1 ถัง

3.3.13 ปั๊มไฮดรอลิกส์ขนาด 4 แกลลอนต่อนาที จำนวน 1 ตัว

3.3.14 วาล์วไฮดรอลิกส์แบบ 4/3 ปกติค้างตำแหน่งกลาง จำนวน 1 ตัว

3.3.15 มอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1.5 แรงม้า จำนวน 1 ตัว

3.4 เครื่องจักรและอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้งาน

3.4.1 เครื่องเจียระไนมือจับและเครื่องเจียระไนตั้งพื้น

3.4.2 เครื่องเจาะมือจับและเครื่องเจาะตั้งพื้น

3.4.3 เครื่องตัดพลาสม่าและเครื่องตัดไฟเบอร์

3.4.4 เครื่องกลึง

3.4.5 เครื่องเชื่อมไฟฟ้าและเครื่องเชื่อมแก๊ส

3.4.6 ประแจปากผสม

3.4.7 ฉากตาย

3.4.8 เหล็กขีด (ใช้สำหรับงานเหล็ก)

3.4.9 ตลับเมตร

3.4.10 คีมล็อค

3.4.11 ดอกสว่าน

3.4.12 เหล็กเจาะนำศูนย์

3.4.13 ค้อน

3.4.14 ไขควง

3.4.15 ลวดเชื่อม

3.4.16 ค้อนเคาะสแลก

3.5 โครงสร้างเครื่อง

3.5.1 ส่วนประกอบของเครื่อง

ภาพที่ 3-5 ส่วนประกอบของเครื่อง

3.5.2 ถังบีบ

ภาพที่ 3-6 แสดงแผ่นเหล็กที่ตัดแล้วทำเครื่องหมายเพื่อตัดช่องประตู

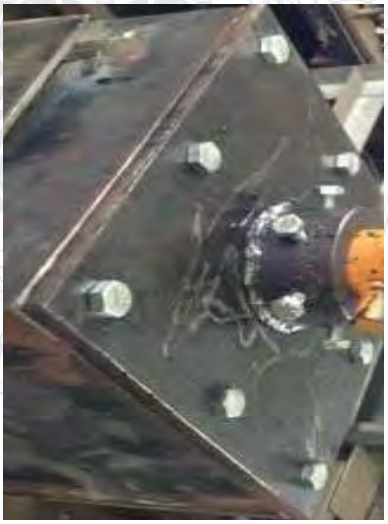
3.5.2.4 ขั้นตอนการประกอบ

ภาพที่ 3-7 แสดงถังบีบที่ทำการเชื่อมประกอบแล้ว

3.5.3 แผ่นรองถังบีบ

ภาพที่ 3-8 แสดงแผ่นรองถังบีบที่เจาะรูระบายน้ำ

3.5.4 แผ่นปิดบนยึดติดกระบอกสูบ



ภาพที่ 3-9 แสดงแผ่นปิดบนยึดติดกระบอกสูบที่ติดตั้งเสร็จแล้ว

3.5.5 แผ่นกดด้านใน

ภาพที่ 3-10 แสดงแผ่นกดด้านใน

3.5.6 บูชบานพับประตู บูชเป็นเหล็กเพลาที่มี 2 ชิ้นด้วยกัน โดยชิ้นแรกจะมีแกนยื่นออกมาและอีกชิ้นเป็นรูรับแกนเพื่อให้สามารถหมุนได้ เวลาใช้งานต้องใช้คู่กันทั้ง 2 ชิ้น

3.5.7 ตัวล็อคประตู เป็นชิ้นส่วนที่สามารถซื้อได้ทั่วไปตามท้องตลาด โดยเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งาน ตัวล็อคประตูที่เลือกใช้คือจะต้องดึงเข้าหาตัวเมื่อต้องการเปิด

ภาพที่ 3-11 แสดงตัวล็อคประตู

3.5.8 ประตูเปิด-ปิดถังบีบ

ภาพที่ 3-12 แสดงประตูเปิด-ปิดถังบีบ

3.5.9 ถาดรองน้ำ

ภาพที่ 3-13 แสดงถาดรองน้ำ

3.5.10 ชุดไฮดรอลิกส์ ประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญ

- ชุดต้นกำลังไฮดรอลิกส์
- ชุดส่งกำลังไฮดรอลิกส์

ในส่วนของระบบการทำงานของชุดไฮดรอลิกส์ ซึ่งมีหน้าที่เป็นชุดต้นกำลังนั้นเป็นส่วนสำคัญของเครื่องบีบเยื่อใบสับปะรดเพื่อแยกเปลือกใบออกจากเยื่อใบ

ภาพที่ 3-14 แสดงชุดต้นกำลังไฮดรอลิกส์

ภาพที่ 3-15 แสดงชุดส่งกำลังไฮดรอลิกส์

3.5.11 ชุดกล่องควบคุมการทำงาน ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่อง จ่ายและการตัดกระแสไฟฟ้า เพื่อให้มอเตอร์ทำงานเพื่อไปควบคุมระบบไฮดรอลิกส์ เพื่อให้กระบอกสูบไฮดรอลิกส์ทำงานขึ้นลงตามที่ต้องการ

ภาพที่ 3-16 แสดงกล่องควบคุมการทำงานของเครื่อง

3.5.12 การประกอบเครื่อง

3.5.12.1 นำแผ่นรองถังบีบเชื่อมติดกับถังบีบ

3.5.12.2 นำแผ่นรองถังบีบที่เชื่อมติดกับถังบีบแล้ว วางบนโครงสร้างเครื่องยึดน๊อต M16 ทั้งหมด 8 ตัว

3.5.12.3 นำแผ่นปิดบนยึดติดกระบอกสูบวางบนถังบีบยึดน๊อต M16 ทั้งหมด 8 ตัว

3.5.12.4 กระบอกสูบไฮดรอลิกส์สวมที่แผ่นปิดบนยึดติดกระบอกสูบยึดน๊อต M12 ทั้งหมด 6 ตัว

3.5.12.5 นำแผ่นกดด้านใน ใส่ในถังบีบและสวมเข้ากับแกนกระบอกสูบไฮดรอลิกส์ยึดน๊อต M10 ทั้งหมด 1 ตัว

3.5.12.6 นำชุดต้นกำลังไฮดรอสิกส์วางบนโครงวางชุดไฮดรอสิกส์

3.5.12.7 เดินระบบไฮดรอลิกส์

3.5.12.8 เดินระบบไฟฟ้าการควบคุม

3.5.13 เครื่องที่ประกอบเสร็จแล้ว

ภาพที่ 3-17 แสดงเครื่องที่ประกอบเสร็จแล้ว

3.6 ขั้นตอนการทดลองการทำงานของเครื่อง

3.6.1 ตรวจสอบความพร้อมก่อนการทำงานของเครื่องบีบเยื่อใบสับปะรด

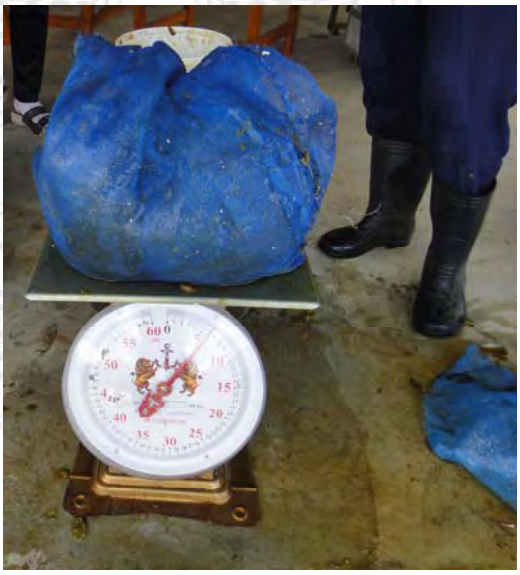
ภาพที่ 3-18 แสดงการตรวจสอบความพร้อมของเครื่อง

3.6.2 นำเยื่อใบสับปะรดมาชั่ง

ภาพที่ 3-19 แสดงชั่งเยื่อใบสับปะรด

3.6.3 เสียบปลั๊กไฟกดปุ่มให้เครื่องทำงาน มอเตอร์เริ่มทำงานตั้งความดันตามที่กำหนด

3.6.4 นำเยื่อใบสับปะรดใส่ผ้าตาข่ายไนล่อน และดึงเชือกปิดปากผ้าตาข่ายไนล่อน



ภาพที่ 3-20 แสดงการนำเยื่อใบสับปะรดใส่ผ้าตาข่ายไนล่อน

3.6.5 เปิดประตูเครื่อง นำเยื่อสับปะรดที่อยู่ในผ้าตาข่ายไนล่อนใส่เครื่อง และปิดประตู

ภาพที่ 3-21 แสดงเยื่อใบสับปะรดที่นำใส่เครื่อง

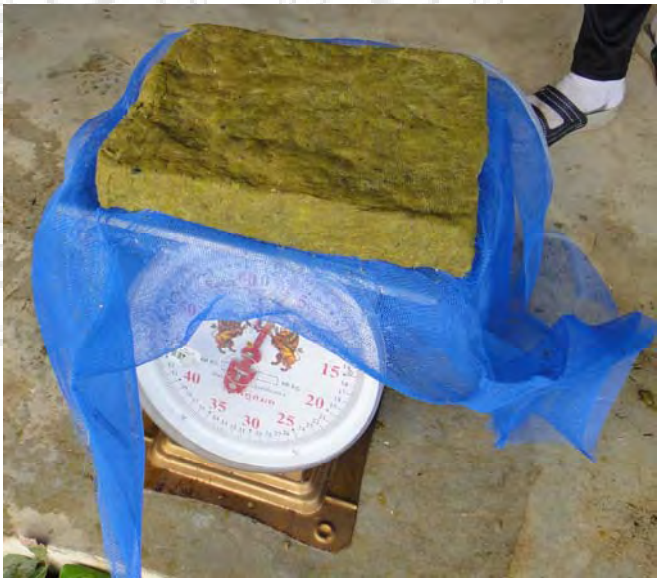
3.6.6 กดสวิตซ์เพื่อให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลง โดยตั้งเวลาบีบ 30 วินาที

ภาพที่ 3-22 แสดงสวิตซ์

3.6.7 สวิตซ์หยุดอัตโนมัติเพื่อให้ลูกสูบกลับไปตำแหน่งเดิมก่อนการทำงาน

ภาพที่ 3-23 แสดงสวิตซ์หยุดอัตโนมัติ

3.6.8 นำเยื่อใบสับปะรดที่บีบแล้วออกจากเครื่องและนำมาชั่งหลังการทดสอบ



ภาพที่ 3-24 แสดงการชั่งเยื่อใบสับปะรดหลังการทดสอบ

3.6.9 ปิดสวิตซ์มอเตอร์ มอเตอร์หยุดทำงาน

3.6.10เยื่อใบสับปะรดที่ได้

ภาพที่ 3-25 แสดงเยื่อสับปะรดที่บีบเสร็จแล้ว

3.7 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องบีบเยื่อใบสับปะรด เริ่มจากการศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ปัญหา จนกระทั่งการออกแบบและสร้างเครื่อง โดยใช้ความรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 ผลจากการดำเนินงานทำให้ได้เครื่องบีบเยื่อใบสับปะรดที่พัฒนาแล้ว มาใช้ในการบีบเยื่อใบสับปะรดเพื่อทำกระดาษเยื่อใบสับปะรด ผลจากการทดลองเครื่องบีบเยื่อใบสับปะรด เครื่องสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดไว้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองการใช้เครื่องบีบเยื่อเปลือกออกจากเนื้อเยื่อใบสับปะรดที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นรวมถึงได้ทดลองเครื่องในบทที่ 3 เพื่อนำผลของการทดลอง มาทำการวิเคราะห์ว่าเครื่องบีบเยื่อใบสับปะรดเครื่องใหม่สามารถทำการบีบได้มากกว่าเครื่องบีบเยื่อใบสับปะรดเครื่องเดิม

4.1 ผลการทดลองเครื่องบีบเยื่อใบสับปะรด

การทดลองบีบเยื่อใบสับปะรดโดยใช้แรงดัน 75 บาร์ ดังแสดงในตาราง 4-1

นำเยื่อใบสับปะรดต้มเตรียมไว้ 60 กิโลกรัม ทำการบีบเยื่อใบสับปะรดครั้งละ 6 กิโลกรัม ระดับของแรงดัน 75 บาร์ มาทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจำนวน 10 ครั้ง แสดงไว้ตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 แสดงผลการบีบเยื่อใบสับปะรดต้ม ระดับแรงดัน 75 บาร์

ครั้งที่	น้ำหนักเยื่อใบสับปะรดต้ม (กิโลกรัม)	เยื่อใบสับปะรดที่ได้ (กิโลกรัม)	เวลา (วินาที)	คุณภาพของเยื่อ
1	เยื่อสับปะรดต้ม 60 กิโลกรัม บีบครั้งละ 6 กิโลกรัม รวม 10 ครั้ง	1.8	90	ไม่เหมาะสม
2		2.0	80	ไม่เหมาะสม
3		2.4	70	ไม่เหมาะสม
4		2.3	60	ไม่เหมาะสม
5		2.4	50	ไม่เหมาะสม
6		2.9	40	เหมาะสม
7		3.0	30	เหมาะสม
8		3.6	20	ไม่เหมาะสม
9		3.8	10	ไม่เหมาะสม
10		3.9	10	ไม่เหมาะสม

ผลการทดลองจากตาราง

จากตารางที่ 4-1 การทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องบีบเยื่อเปลือกออกจากเนื้อเยื่อใบสับปะรดโดยใช้เยื่อใบสับปะรดต้ม 60 กิโลกรัม ทำการบีบเยื่อใบสับปะรดครั้งละ 6 กิโลกรัม มีการทดลองจำนวน 10 ครั้ง พบว่าเยื่อใบสับปะรดที่ได้จากการบีบมีน้ำหนักอยู่ที่ 2.9 ถึง 3.0 กิโลกรัม มีความเหมาะสมในการใช้งาน เพราะเยื่อใบสับปะรดไม่แห้งจนเกินไป ถ้านำเยื่อที่บีบโดยใช้แรงดันที่ 75 บาร์ ไปกระจายเยื่อในตะแกรงทำกระดาษก็จะทำให้กระจายเยื่อทำกระดาษได้ง่าย

4.2 สรุปผลการทดลองเครื่องบีบเยื่อใบสับปะรด

ในการทดลอง แรงดันที่เหมาะสมในการบีบเยื่อใบสับปะรดอยู่ที่ระดับแรงดัน 75 บาร์ เวลาในการเคลื่อนที่ของกระบอกอัดที่ดีที่สุดคือ 30 วินาทีเนื่องจากเยื่อที่ได้มีความแห้งที่เหมาะสม สามารถฉีกเยื่อใบสับปะรดเพื่อกระจายใส่ตะแกรงทำกระดาษได้ดี

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองเครื่องบีบเยื่อเปลือกออกจากเนื้อเยื่อใบสับปะรดในบทที่แล้วสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งสามารถช่วยลดเวลาในการบีบเยื่อใบสับปะรด และเพิ่มจำนวนในการบีบเยื่อใบสับปะรดในแต่ละครั้งให้มากขึ้น

5.1 สรุปผลที่ได้จากโครงงาน

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 การบีบเยื่อใบสับปะรดทดลองโดยใช้เยื่อ 60 กิโลกรัม บีบครั้งละ 6 กิโลกรัม

5.1.1.1 ระดับแรงดัน 75 บาร์ เยื่อใบสับปะรดมีความเหมาะสมในการใช้งาน

5.1.2 จากการทำงานของเครื่องบีบเยื่อเปลือกออกจากเนื้อเยื่อใบสับปะรดผลที่ได้ออกมาปรากฏว่า เวลาในการเคลื่อนที่ของกระบอกอัดที่ดีที่สุดคือ 30 วินาทีเนื่องจากเยื่อที่ได้มีความแห้งที่เหมาะสมในการใช้งาน

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับ

5.2.1 เครื่องบีบเยื่อเปลือกออกจากเนื้อเยื่อใบสับปะรดและสามารถใช้งานได้ตามที่ต้องการ

5.2.2 ได้ฝึกการทำงานเป็นทีม ได้ร่วมกันคิดร่วมกันแก่ปัญหาที่เกิดขึ้นขณะทำโครงงาน

5.2.3 เครื่องบีบเยื่อเปลือกออกจากเนื้อเยื่อใบสับปะรดให้กลุ่มแม่บ้าน บ้านป่าซางวิวัฒน์ ต.นางแล อ.เมือง จ.เชียงราย

5.3 ปัญหาและอุปสรรค

5.3.1 เงินงวดแรกมีความล่าช้าในการเบิกจ่าย

5.3.2 ฝนตกทำให้การทดลองเป็นไปด้วยความลำบาก

5.3.3 เมื่อใช้งานไปนานๆ กล่องบีบเยื่อจะเกิดสนิมเนื่องจากโซดาไฟเป็นตัวกัดกร่อน

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 เครื่องบีบควรมีการทำงานเป็นระบบอัตโนมัติ

5.4.2 ควรติดตั้งเซ็นเซอร์ในการทำงานเพื่อความปลอดภัย

บรรณานุกรม

จักร จักกะพาก และ ยาซุมะสะ โคงะ. (2538). เครื่องจักรกลการเกษตร. กรุงเทพมหานคร สำนักงานดวงกมล,

จำรูณ ตันติพิศาลกุล (2542). การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 2. กรุงเทพมหานคร บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด,

ชาญ ถนัดงาน และ วริทธิ์อึ้งภากรณ์. (2544) การออกแบบเครื่องจักรกล. . กรุงเทพมหานคร : บริษัท เอช-เอ็น กรุ๊ป จำกัด,

ธิดาเดียว มยุรีสวรรค์. (2545). การออกแบบเครื่องจักรกล 1. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด,

บรรเลง ศรนิล และสมนึก วัฒนศรียกุล. **ตารางคู่มืองานโลหะ**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

วันชัย ริจิรวนิช. การศึกษาการทำงานหลักการและกรณีศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

CHIANGMAI NEWS COMPANY LIMITED. **กระดาษใยสับปะรด ผลิตภัณฑ์จาก นางแล** [ออนไลน์] สืบค้นจาก : www.ist.cmu.ac.th [2 มีนาคม 2556]

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. **อุตสาหกรรมกระดาษใยสับปะรด** [ออนไลน์] สืบค้นจาก : www2.oie.go.th [2 มีนาคม 2556]

Otop_Subparos. **การทำกระดาษใยสับปะรด** [ออนไลน์] สืบค้นจาก : www.tasit-local .taripod.com [2 มีนาคม 2556]

ภาคผนวก ก

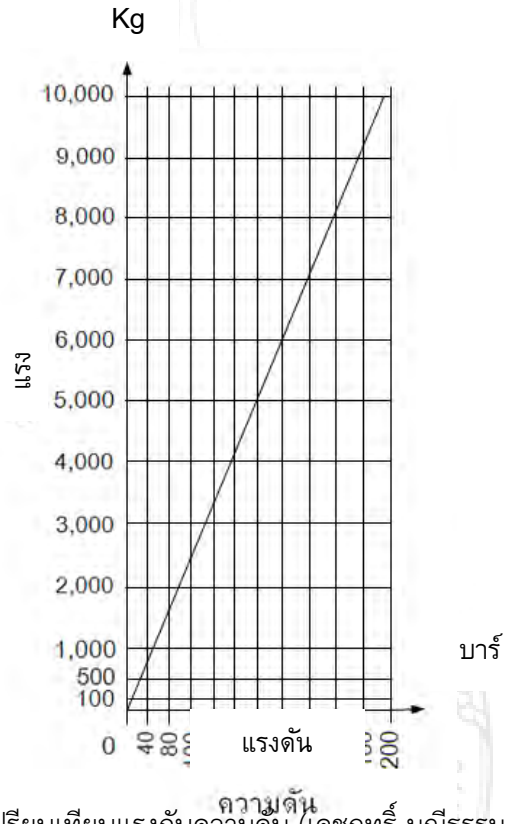
การออกแบบอุปกรณ์และคำควณค่าต่างๆ

การออกแบบอุปกรณ์และคำควณค่าต่างๆ

เนื่องจากไม่สามารถที่จะทดสอบแรงในการกดได้ จึงได้ตั้งสมมติฐานแรงที่ใช้กดขึ้นมา โดยที่ใช้แรงในการกด

F มีค่าเท่ากับ 2 ตัน (2,000 กิโลกรัม หรือ 2,204 × 2 = 4408 ปอนด์)

P มีค่าความดันอยู่ที่ 1,304.34 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (1,304.34 × 0.069 = 90 บาร์)



ภาพที่ ก-1 แสดงการเปรียบเทียบแรงกับความดัน (เดชฤทธิ์ มณีธรรมและพรพจน์ แพรศิริ, 2552 : 34)

คำนวณหาขนาดกระบอกสูบ

จากสูตร $F = P \times A$

$$A = \frac{F}{P} \quad \text{(จากสมการ 2-6)}$$

$$= \frac{4,408}{1,304.34}$$

$$= 3.37 \approx 4 \text{ ตารางนิ้ว}$$

สูตรหาเส้นผ่านศูนย์กลาง $D = \sqrt{\frac{A \times 4}{3.14}}$ (จากสมการ 2-7)

$$= \sqrt{\frac{4\times4}{3.14}}$$

$$= \sqrt{5.09}$$

= 2.25 นิ้ว

แรงและความเร็วของกระบอกสูงจังหวะเลื่อนออก

จากสูตร $F = P\times A$ (จากสมการ 2-2)

$$P = \frac{F}{A}$$

$$= \frac{4,408}{(\frac{p}{4})\,(2.5)^2}$$

= 898.44 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (หรือ 61.96 บาร์)

$$V = \frac{Q(ft^3)}{A(ft^2)}$$ (จากสมการ 2-3)

$$= \frac{4/448}{4.91/144}$$

= 0.26 ฟุตต่อวินาทีหรือ (3.12 นิ้วต่อวินาที)

ความเร็วของกระบอกสูงจังหวะเลื่อนเข้า

จากสูตร $F = \frac{Q}{(A_P - A_R)}$ (จากสมการ 2-5)

$$= \frac{0.0089}{2.355/144}$$

= 0.54 ฟุตต่อวินาทีหรือ (6.48 นิ้วต่อวินาที)

สูตรคำนวณหาขนาดของปั๊ม

จากสูตร $Q = VA$ (จากสมการ 2-1)

$$Q_1 = 6.5 \times \left[\frac{(3.14\times2.5\times2.5)}{4} - \frac{(3.14\times1\times1)}{4}\right]$$

$= 26.78$ ลูกบาศก์นิ้วต่อวินาที

$$= \frac{26.78\times60}{231}$$

$= 6.95$ แกลลอนต่อนาที

(231 ลูกบาศก์นิ้ว = 1 US gallon)

$$= \frac{6.95}{0.2642}$$

$= 26.33$ ลิตรต่อนาที

(0.2642 US gallon = 1 ลิตร)

อัตราการไหลของน้ำมัน ในจังหวะลูกสูบวิ่งขึ้น 6.95 แกลลอนต่อนาที

$$Q_2 = 3.12 \times \frac{(3.14\times2.5\times2.5)}{4}$$

$= 15.30$ ลูกบาศก์นิ้วต่อวินาที

$$= \frac{15.30\times60}{231}$$

$= 3.97$ แกลลอนต่อนาที

(231 ลูกบาศก์นิ้ว = 1 US gallon)

$$= \frac{3.97}{0.2642}$$

$= 15.02$ ลิตรต่อนาที

(0.2642 US gallon = 1 ลิตร)

อัตราการไหลของน้ำมัน ในจังหวะลูกสูบวิ่งลง 3.97 แกลลอนต่อนาที

สูตรคำนวณหาถังไฮดรอลิกส์

จากสูตร $UT = 3 \times Q \times 3.785$ (จากสมการ 2-8)

$= 3 \times 3.97 \times 3.785$

$= 45$ ลิตร

สูตรคำนวณหาความเค้นกด

จากสูตร $\sigma_C = \frac{F}{A}$ (จากสมการ 2-9)

$= \frac{4,848.4}{4\ (0.744)}$

$= 1,629.16$ ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

สูตรคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้า

จากสูตร

แรงม้า(HP) $= \frac{1,304.34}{1,714} + \text{Safety Factor } 20\%$ (จากสมการ 2-10)

$= 1.5$ แรงม้า

ประวัติผู้รับผิดชอบโครงงานวิจัย

ประวัติผู้รับผิดชอบโครงงานวิจัยคนที่ 1

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาว ชลกาญจน์ วงศ์ก่อทรัพย์
   ชื่อ – นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Ms. Chonlakarn Wongkhorsub
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 1008 00810 035
3. ตำแหน่งบริหาร/วิชาการ ที่เป็นปัจจุบัน
   ตำแหน่งบริหาร -
   ตำแหน่งวิชาการ อาจารย์ สังกัด สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
   สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
   1381 ถ.พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
   โทร 02-9132424 ต่อ 169 โทรสาร 02-9132424 ต่อ 138 มือถือ 081 566 0841
   E-mail: chonlakarn79@gmail.com
5. ประวัติการศึกษา
   พ.ศ. 2548 Ph.D. (Renewable Energy) Nottingham University, England
   พ.ศ. 2544 M.Sc. (Renewable Energy) Nottingham University, England
   พ.ศ. 2543 B.Eng. (Mechanical Engineering) Nottingham University, England
   สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (ซึ่งอาจแตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   - Pyrolysis and Gasification System
   - Waste Management System
   - Renewable Energy

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพ ในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละ ข้อเสนอการวิจัย

6.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : -

6.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : -

6.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว:ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

- นักวิจัยโครงการวิจัย ตามกรอบการพัฒนาสหภาพยุโรป (COUNTRY PARTNERSHIP STRATEGY ANNEX 2: COOPERATION WITH THE EU) หัวข้อวิจัยเรื่อง “ A combined technology, PEM fuel cell system with ejector heat pump system.
- ผู้เชี่ยวชาญโครงการวิจัยเรื่อง “ศึกษาศักยภาพการผลิตพลังงานจากขยะในโรงงานอุตสาหกรรม”

ปี 2554 แหล่งเงินทุน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

6.4 งานวิจัยที่กำลังทำ :

ประวัติผู้รับผิดชอบโครงงานวิจัย คนที่ 2

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายรัชดาศักดิ์ สุเพ็งคำ
   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Rachadasak Supengcum
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3400100895159
3. ตำแหน่งปัจจุบัน หัวหน้างานติดตามและประเมินผล
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์ อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชา วิศวกรรม อุตสาหการ ที่อยู่ 1381 ถนนพิบูลสงคราม แขวง บางซื่อ เขต บางซื่อ กรุงเทพฯ 1080 โทรสาร 029132424 ต่อ 181 e-mail rachadasak@yahoo.com

5. ประวัติการศึกษา

พ.ศ 2537 ปริญญาตรี ครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต (อุตสาหการ-เครื่องมือกล) จากสถาบันเทคโนโลยี ราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น

พ.ศ 2544 ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ) จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขต ธัญบุรี

พ.ศ 2550 ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม)จาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   สาขา วิศวกรรมและเทคโนโลยี
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุ สถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือ ผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

   7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : -

   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :

   ชื่อโครงการวิจัย โครงการเพิ่มผลผลิตกระดาษโดยใช้เครื่องบีบแยกน้ำออกจากเยื่อสับปะรดแบบอัตโนมัติ

   7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

   ชื่อผลงานวิจัย A Study of Coconut Oil Pressing Machine
   ปีที่พิมพ์ 2010
   การเผยแพร่ The 2ND RMUTP International Conference 2010

   ชื่อผลงานวิจัย โครงการเพิ่มผลผลิตกระดาษโดยใช้เครื่องบีบแยกน้ำออกจากเยื่อสับปะรดแบบอัตโนมัติปีที่พิมพ์ 2012

การเผยแพร่ 1st International Symposium on Local Wisdom and Improving Quality of Life

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : -