

ปั๊มมือหมุนแบบใช้เชือกและลูกสูบ

วินัย ศรีอำพร
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

ปั๊มมือหมุนแบบใช้เชือกและลูกสูบ เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ใช้ในการนำน้ำขึ้นมาจากบ่อน้ำตื้น ตัวปั๊มประกอบไปด้วย 4 ส่วนคือ ท่อน้ำนำ เชือกและลูกสูบ ล้อหมุน และส่วนล่างของปั๊ม ท่อน้ำนำเป็นท่อพีวีซีขนาด 1.5 นิ้ว ลูกสูบไม้ที่เหลาให้เป็นทรงกรวยกลมติดอยู่กับเชือกในล่อนที่ต่อกันเป็นวงรอบคล้องอยู่กับล้อหมุนบนปากบ่อ มีระยะระหว่างลูกสูบประมาณ 1.5 เมตร เมื่อหมุนวงล้อก็จะดึงเชือกและลูกสูบจะทำหน้าที่พาน้ำขึ้นมาตามท่อน้ำนำสู่ทางออก แล้วเชือกก็จะวกกลับลงไปกับบ่อและเดินทางผ่านกลไกของส่วนล่างของปั๊มเข้าสู่ท่อน้ำนำอย่างต่อเนื่อง ได้ทำการทดสอบเชิงประจักษ์ในสภาพการทำงานจริงโดยติดตั้งปั๊มกับบ่อน้ำตื้นที่มี head ในการสูบน้ำ 6.5 เมตร พบว่าปั๊มให้อัตราการไหล 56 ลิตร/นาที และมีประสิทธิภาพเชิงปริมาตร 74.7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อหมุนด้วยอัตราความเหนื่อยของคนทั่วๆ ไปเท่ากับ 50 รอบ/นาที

Rope and Piston Pump

Winal Sri-amporn
Department of Civil Engineering
Faculty of Engineering
Khon Kaen University

Abstract

Rope and piston pump is a hand-operated water lifting device for shallow well. It composes of 4 parts, i.e. a rising main pipe, a loop of nylon rope with a series of wooden piston, a car-tire wheel and handle, and a bottom part. A series of wooden piston is attached to a loop of nylon rope with a spacing of about 1.5 meter. The rope is driven

by a car-tire wheel to move upward inside a 1.5 in. diameter of PVC pipe, while a column of water above pistons is raised from the bottom up to the outlet of the pipe and overflow to a gutter, then the rope is pull over the wheel and move down to enter the bottom end of the pipe again with a guidance of the pump's bottom part. It works continuously in the same manner as mentioned. The pump was installed with a shallow well and tested at 6.5 metre head. It was found that the pump produced a flow rate of 56 litres/minute with a volumetric efficiency of 74.7 percent at a normal speed of 50 rpm.

บทนำ

บ่อน้ำตื้นจัดว่าเป็นแหล่งน้ำชั้นพื้นฐานสำหรับการอุปโภคและบริโภคของชาวชนบท เพราะก่อสร้างง่าย ราษฎรในชนบทส่วนใหญ่สามารถสร้างกันเองได้และค่าลงทุนต่ำเมื่อเทียบกับแหล่งน้ำประเภทอื่นๆ บ่อน้ำตื้นที่พบเห็นกันทั่วไปมีทั้งบ่อน้ำตื้นธรรมดา และบ่อน้ำที่มีการกั้นผนังข้าง[1],[2] การนำน้ำจากบ่อน้ำตื้นขึ้นมาใช้โดยทั่วไปราษฎรในชนบทส่วนใหญ่จะกระทำการโดยการหย่อนถังซึ่งมีเชือกผูกติดอยู่ลงไปในบ่อแล้วดึงน้ำขึ้นมา ซึ่งอาจจะกระทำโดยคนหรืออาศัยคนไม่เข้าช่วย การดึงน้ำจากบ่อน้ำตื้นโดยวิธีดังกล่าวจำเป็นต้องใช้แรงมาก และปัญหาที่มักพบเห็นอยู่เสมอๆ คือ ถังหลุดลงไปในบ่อซึ่งจะต้องมีคนลงไปเก็บขึ้นมาทำให้น้ำขุ่น ไม่ สะอาด และไม่เป็นที่ต้องการอุปโภคของชาวบ้าน[3] ในขณะเดียวกันถังที่ใช้ตักน้ำนั้นอาจจะมีสิ่งสกปรกปนเปื้อนติดอยู่จากการที่วางถังไว้บนพื้นดิน ซึ่งเมื่อนำถังนี้ลงไปตักน้ำในบ่อ สิ่งสกปรกดังกล่าวก็จะตกลงไปในบ่อและเมื่อความสกปรกสะสมมากขึ้นๆ คุณภาพน้ำก็จะเสียจนกระทั่งไม่สามารถนำมาใช้ได้อีกต่อไปแล้วชาวบ้านก็จะทิ้งบ่อน้ำนั้นๆ และต้องไปหาแหล่งน้ำอื่นๆ ต่อไป

มีนักประดิษฐ์หลายคนได้พยายามแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้นโดยการคิดและประดิษฐ์เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการนำน้ำจากบ่อน้ำตื้นขึ้นมาใช้โดยเน้นความสะดวกต่อการใช้งาน ความคงทน ใช้งานสะดวก ภายใต้งบประมาณที่ไม่สูงจนเกินไป และสามารถซ่อมแซมได้ง่ายในกรณีที่เกิดการชำรุดเล็กน้อย ตัวอย่างของอุปกรณ์นำน้ำขึ้นมาใช้ได้แก่ เครื่องสูบน้ำมือโยกแบบลูกสูบจมน้ำ และแบบลูกสูบอยู่เหนือน้ำ เครื่องสูบน้ำแบบแกงการู (Kangaroo pump)[6] ปัมมือหมุนแบบใช้โซ่และลูกสูบ[3] เครื่องสูบน้ำแบบมือโยกไร้ลูกสูบ (Pistonless hand pump)[4] เป็นต้น ซึ่งปัมมือหมุนแบบใช้เชือกและลูกสูบหรืออาจเรียกสั้นๆ ว่า ปัมเชือก (Rope pump)[5] ก็เป็นอุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับนำน้ำขึ้นมาจากบ่อน้ำตื้น โดยได้รับการออกแบบและประดิษฐ์ขึ้นเพื่อที่จะให้สอดคล้องกับหลักการดังกล่าวข้างต้น คือเป็นปัมมือหมุนที่มีราคาถูก หลักการทำงานง่ายๆ ไม่ซับซ้อน ประดิษฐ์ขึ้นมาจากวัสดุที่สามารถหาได้ในท้องถิ่นและที่สำคัญคือชาวบ้านสามารถประดิษฐ์ขึ้นใช้เองและซ่อมแซมเองได้ในกรณีที่เกิดการชำรุดดังจะได้อธิบายในรายละเอียดต่อไป

ล้อยและมือหมุน

ล้อที่ใช้เป็นล้อยางทำมาจากการตัดเอาเฉพาะด้านข้างของยางนอกรถยนต์เก่า ซึ่งขอบในมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 13-14 นิ้ว นำยางที่ตัดออกมาแล้วประกบเข้าด้วยกันโดยหันด้านนอกติดกัน แล้วยึดติดกับโครงไม้ด้วยตะปู และประกอบโครงไม้นั้นเข้ากับเฟลาต่อไป

โครงไม้และเฟลาทำด้วยไม้เนื้อแข็ง ขนาด 3 นิ้ว ทหนา 3/4 นิ้ว ยาว 20 นิ้ว จำนวน 4 ชิ้น ส่วนเฟลาควรจะมีขนาด 2x2 นิ้ว และมีความยาวเหมาะสมกับขนาดของบ่อน้ำที่จะนำไปติดตั้งซึ่งโดยทั่วๆ ไปบ่อน้ำดินจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.20 เมตร ดังนั้นเฟลาควรจะมียาว ประมาณ 1.50 เมตร

สำหรับแกนที่จะต่อระหว่างเฟลาและมือหมุน ควรจะใช้ไม้เนื้อแข็งขนาด 3x1/2 นิ้ว ยาวประมาณ 15 นิ้ว ที่ปลายข้างหนึ่งจะถูกบากให้เป็นรูปตัว 'วี' ทางด้านข้าง เพื่อประกอบเข้ากับเฟลาแล้วจะประกบด้วยไม้ขนาด 1x1/2 นิ้ว ยาวประมาณ 10 นิ้ว รัดให้แน่นด้วยยางในของ รถยนต์ซึ่งจะมีลักษณะเหมือนคีมคิบบเฟลาที่ปลายอีกข้างหนึ่งของแกนจะเจาะรูเป็นรูปเหลี่ยมขนาดประมาณ 1.5x1 นิ้ว เพื่อที่จะประกอบมือหมุน แล้วใช้ลิ่มไม้ตอกเพื่อให้มือหมุนติดแน่นกับแกน

ส่วนล่างของบ่ิม

ส่วนนี้จะเป็นตัวช่วยให้เชือกและลูกสูบเคลื่อนตัวเข้าไปในท่อได้สะดวกขึ้น มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ โครงไม้ แผ่นไม้นำเชือก และรอกไม้ ซึ่งทั้งสามส่วนนี้จะประกอบเข้ากับปลายล่างของท่อน้ำ

โครงไม้ทำจากไม้ขนาด 3x1.5 นิ้ว ยาว 20 นิ้ว จำนวนสองชิ้นซึ่งจะใช้เป็นไม้ด้านข้างของโครงไม้ทั้งสองจะถูกยึดติดกันสองแห่งที่จุดซึ่งห่างจากปลายบนและล่าง 2 นิ้ว ด้วยไม้ขนาดเดียวกัน โดยการเข้าไม้และตอกลิ่ม ไม้ด้านข้างทั้งสองนี้จะห่างกันประมาณ 5 นิ้ว จากนั้นเจาะรูขนาด 3/8 นิ้ว ตรงจุดที่อยู่เหนือจากปลายล่าง 9 นิ้วของไม้ทั้งสองเพื่อที่จะสอดแกนของรอกซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

แผ่นไม้นำเชือกทำจากไม้ขนาด 5x1.5 นิ้ว ยาวประมาณ 10 นิ้ว แผ่นไม้นี้ถูกเจาะรูให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อน้ำ รูนี้จะมีลักษณะเป็นวงกลมและจะถูกตกแต่งให้แบนผายออกให้เป็นรูปปากแตรสลับกัน กล่าวคือ รูที่จะประกอบเข้ากับท่อจะแบนผายออกทางด้านล่างและรูที่จะเป็นตัวนำเชือกจะแบนผายออกทางด้านบนแผ่นไม้ นำเชือกนี้จะนำไปประกอบเข้ากับโครงไม้ด้านข้างตามขวางโดยประกอบในตำแหน่งที่อยู่เหนือแกนของรอกประมาณ 3 นิ้ว

รอกไม้ทำได้โดยใช้ไม้ทรงกระบอกตัน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 5 นิ้ว เลาให้มีลักษณะคอดตรงกลางโดยให้ส่วนคอดคอดมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 นิ้ว เจาะรูขนาด 15/16 นิ้ว ตามยาวเพื่อที่จะสอดแกนเหล็กขนาด 3/8 นิ้ว ยาว 12 นิ้ว โดยแกนเหล็กนี้จะสอดประกอบเข้ากับไม้ด้านข้างที่เจาะรูไว้แล้วดังกล่าวข้างต้น ปลายข้างหนึ่งของแกนรอกจะถูกงอพับไปตามความยาวของโครงไม้ด้านข้างแล้วใช้ยางในของรถยนต์รัดติดแน่นกับไม้ รายการวัสดุที่ต้องใช้ในการสร้างบ่ิมมือหมุนแบบใช้เชือกและลูกสูบดังแสดงในตารางที่ 1

การติดตั้ง

หลังจากเตรียมส่วนประกอบของปั๊มแล้วคือ เชือกและลูกสูบ ล้อและมือหมุน ท่อน้ำและ ส่วนล่างเรียบร้อย ก็สามารถที่จะนำไปติดตั้งได้ ซึ่งสามารถทำได้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

- 1) ประกอบปลายท่อที่บ้านเป็นรูปปากแตรเข้ากับแผ่นไม้ นำเชือกและโครงไม้ของส่วนล่างโดยใช้ยางในของรถยนต์รัดเข้ากับโครงไม้ที่ยึดระหว่างไม้ด้านข้าง
- 2) วัดความลึกของบ่อน้ำดิน
- 3) ตัด-ต่อท่อตามความลึกของบ่อน้ำ โดยที่ปลายบนของท่อจะต้องอยู่เหนือปากบ่อเล็กน้อยเพื่อประกอบเข้ากับรางน้ำ
- 4) ร้อยเชือกและลูกสูบเข้าไปในท่อ
- 5) ติดตั้งเสา 2 ต้น เพื่อรองรับเพลของล้อหมุน เสาที่ใช้ควรเป็นไม้เนื้อแข็งขนาด 2x5 นิ้ว ยาวประมาณ 1.50 เมตร หรือขนาดที่เหมาะสมซึ่งสามารถหาได้ในพื้นที่
- 6) ยึดเสาทั้งสองให้ติดกันด้วยไม้พาดบนปากบ่อและใช้ตะปูตอกยึดเพื่อให้แข็งแรง
- 7) หย่อนท่อลงในบ่อ แล้วยึดท่อให้ติดกับไม้พาดบนปากบ่อ โดยใช้ยางในของรถยนต์รัดให้แน่น
- 8) ติดตั้งรางน้ำ รางน้ำนี้อาจทำได้หลายวิธี เช่น อาจใช้รางน้ำสังกะสี รางไม้ หรือท่อ รางน้ำนี้จะต่อจากปลายบนของท่อน้ำที่ออกมาข้างบ่อ
- 9) ติดตั้งล้อหมุนเข้ากับเสาทั้งสอง โดยให้เพลของล้อหมุนอยู่สูงจากพื้นของบ่อประมาณ 1 เมตร เพื่อความสะดวกในการทำงาน
- 10) ตัด-ต่อเชือกให้เหมาะสมกับท่อ การต่อเชือกเพื่อให้เป็นวงรอบ สามารถทำได้โดยถักปลายเข้าไปตามเกลียวของตัวมันเองทำให้มีลักษณะเป็นปวง เพื่อที่จะต่อเข้าด้วยกันได้ สิ่งที่สำคัญประการหนึ่งคือ ความยาวของเชือกไม่ควรจะมากหรือน้อยเกินไป ถ้าน้อยเกินไปจะทำให้เชือกตึงมากและมีความผิด แต่ถ้ามักเกินไปอาจจะทำให้เกิดการติดขัดที่ส่วนล่าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ติดตั้ง แต่อย่างไรก็ตามความยาวของเชือกสามารถปรับได้หลังจากที่ได้ใช้งานไปแล้ว
- 11) ทดสอบการทำงาน ถ้าไม่มีการติดขัดแสดงว่าการติดตั้งแล้วเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งจะมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 1

ตารางที่ 1
รายการวัสดุที่ใช้ในการสร้างบ่อมือหมุนแบบใช้เชือกและลูกสูบ (สำหรับบ่อน้ำที่ลึก 7.50 เมตร)

ลำดับที่	รายการวัสดุ	จำนวน
1.	ยางนอกรถยนต์ (ยางเก่า)	1 เส้น
2.	ยางในรถยนต์ (ยางเก่า)	1 เส้น
3.	ท่อ พีวีซี ขนาด 1.5" (ชนิดหนา)	2 เส้น
4.	เชือกไนล่อน ขนาด 1/4 "	17 ม.
5.	ตะปูขนาด 3" (ชนิดหัวกลม)	40 ตัว
6.	ไม้เนื้อแข็งขนาด 2"x2" ยาว 2 เมตร สำหรับทำลูกสูบและเพลของล้อหมุน	1 ท่อน
7.	ไม้เนื้อแข็งขนาด 3"x3/4" ยาว 20"สำหรับทำโครงของล้อหมุน	4 ชิ้น
8.	ไม้เนื้อแข็งขนาด 3"x1.5" ยาว 1.50 เมตร สำหรับทำแกนหมุนและโครงส่วนล่างของบ่้ม	1 ท่อน
9.	ไม้เนื้อแข็งขนาด 5"x1.5" ยาว 10" สำหรับทำแผ่นไม้หน้าเชือก	1 ชิ้น
10.	ไม้ทรงกระบอกหรือทรงสี่เหลี่ยมขนาด 4"x4" ยาว 5" สำหรับทำรอกที่ส่วนล่างของบ่้ม	1 ชิ้น
11.	แผ่นสังกะสีขนาด 12" x 30" สำหรับทำรางน้ำ	1 แผ่น
12.	เหล็กเส้นขนาด 3/8" ยาว 12" สำหรับทำแกนของรอกที่ส่วนล่างของบ่้ม	1 ท่อน

การทดสอบและผล

หลังจากสร้างปั๊มเสร็จแล้ว ได้นำไปติดตั้งกับมอเตอร์ไฟฟ้าความถี่ 7.50 มเฮิรตซ์ ป้อนกำลัง 1.50 กิโลวัตต์ (kW) ได้ทันที โดยปั๊มสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความเสถียรสูง โดยสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยไม่เกิดความร้อนหรือเสียงดังผิดปกติขึ้น

หมั่นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 38 มม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 29 มม. ถูกใช้เพื่อทดสอบปั๊ม โดยปั๊มสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความเสถียรสูง โดยสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยไม่เกิดความร้อนหรือเสียงดังผิดปกติขึ้น

ระหว่างขั้นตอนการทดสอบ ได้มีการบันทึกค่าต่างๆ เช่น อัตราการไหลของน้ำ ปริมาณน้ำที่สูบขึ้น และเวลาที่ใช้ในการสูบน้ำ ซึ่งค่าเหล่านี้จะถูกนำมาใช้ในการคำนวณประสิทธิภาพของปั๊ม

การทดสอบประสิทธิภาพของปั๊มได้ดำเนินการขึ้นที่ห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมีการใช้เครื่องมือวัดต่างๆ เช่น มาตรวัดการไหลของน้ำ มาตรวัดความเร็วรอบ และมาตรวัดแรงดัน

ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าปั๊มสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความเสถียรสูง โดยสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยไม่เกิดความร้อนหรือเสียงดังผิดปกติขึ้น

ทางผู้เขียนขอขอบคุณอาจารย์ผู้สอนและผู้ช่วยผู้สอนทุกท่านที่ช่วยในการจัดทำรายงานฉบับนี้

(1) $Q_T = 1.50 \text{ N}$

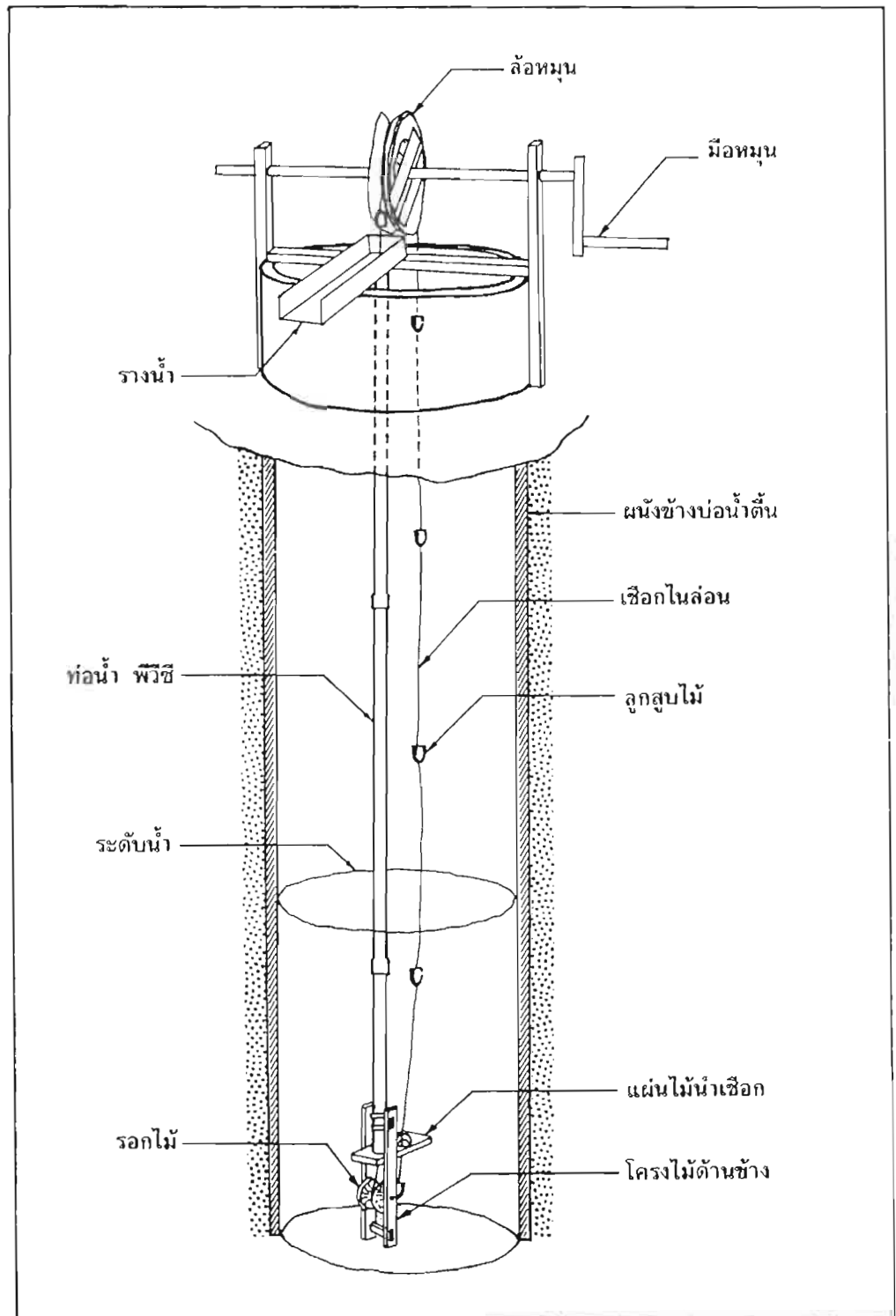
$Q_T = \text{อัตราการไหลทางทฤษฎี (ลิตร/วินาที)}$
 $N = \text{ความเร็วรอบ (รอบ/วินาที)}$

ผลของการทดสอบแสดงให้เห็นว่าปั๊มสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความเสถียรสูง โดยสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยไม่เกิดความร้อนหรือเสียงดังผิดปกติขึ้น

การทดสอบประสิทธิภาพของปั๊มได้ดำเนินการขึ้นที่ห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมีการใช้เครื่องมือวัดต่างๆ เช่น มาตรวัดการไหลของน้ำ มาตรวัดความเร็วรอบ และมาตรวัดแรงดัน

(2) $Q = 1.80 \text{ N} - 34.5$

$Q = \text{อัตราการไหลจริง (ลิตร/วินาที)}$
 $N = \text{ความเร็วรอบ (รอบ/วินาที)}$



รูปที่ 1 ปีมมือหมุนแบบใช้เชือกและลูกสูบ

ตารางที่ 2
ผลการทดสอบที่ head 6.50 เมตร

ลำดับที่	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	อัตราการไหลจริง (ลิตร/นาที)	อัตราการไหลทาง ทฤษฎี (ลิตร/นาที)	ประสิทธิภาพเชิง ปริมาตร (%)
1	22.50	8.20	33.75	24.30
2	24.20	10.50	36.30	28.93
3	27.50	15.20	41.25	36.85
4	29.60	18.50	44.40	41.67
5	31.40	22.80	47.10	44.41
6	33.00	25.90	49.50	52.32
7	35.20	28.90	52.80	54.73
8	36.90	33.20	55.35	59.98
9	37.60	34.50	56.40	61.17
10	39.30	37.50	58.95	63.61
11	39.70	39.10	59.55	65.66
12	41.10	41.50	61.65	67.32
13	41.80	41.90	62.70	66.83
14	42.00	42.00	63.00	66.67
15	42.40	42.60	63.60	66.98
16	42.90	43.90	64.35	68.22
17	43.10	44.70	64.65	69.14
18	44.30	45.90	66.45	69.07
19	46.20	49.20	69.30	71.00
20	48.00	52.40	72.00	72.78
21	48.60	52.80	72.90	72.43
22	49.00	53.90	73.50	73.33
23	51.40	57.90	77.10	75.10
24	52.00	59.00	78.00	75.64
25	54.30	62.50	81.45	76.73
26	55.80	66.60	83.70	79.57

ตารางที่ 2 (ต่อ)

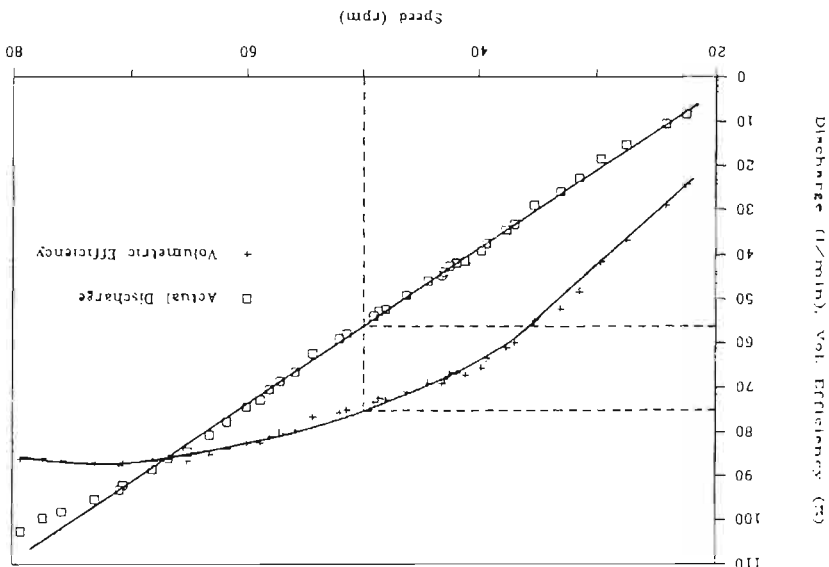
ลำดับที่	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	อัตราการไหลจริง (ลิตร/นาที)	อัตราการไหลทาง ทฤษฎี (ลิตร/นาที)	ประสิทธิภาพเชิง ปริมาตร (%)
27	57.10	68.70	85.65	80.21
28	58.00	70.50	87.00	81.03
29	58.80	72.90	88.20	82.65
30	60.00	74.40	90.00	82.67
31	61.70	77.80	92.55	84.06
32	63.20	80.80	94.80	85.23
33	65.10	84.60	97.65	86.64
34	66.70	86.10	100.05	86.06
35	68.10	88.50	102.15	86.64
36	70.60	92.10	105.90	86.97
37	70.90	93.10	106.35	87.54
38	73.00	95.30	109.50	87.03
39	75.80	98.20	113.70	86.37
40	77.40	99.70	116.10	85.87
41	79.30	102.50	118.95	86.17

การหาอัตราการหมุนเฉลี่ย ทำได้โดยการให้คน 10 คนหมุนไม้จำนวน 20 รอบ ด้วยความเร็วปกติพร้อมทั้งจับเวลา ซึ่งผลที่ได้คืออัตราการหมุนเฉลี่ยของคนทุกๆ ไปเท่ากับ 50 รอบต่อนาทีและจากรูปที่ 2 พบว่า ที่ความเร็วรอบเฉลี่ย 50 รอบต่อนาที จะมีอัตราการไหลเท่ากับ 56 ลิตรต่อนาทีและประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเท่ากับ 74.7%

- 5) ประสิทธิภาพจะแปรผันตามความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไป
- 4) ประสิทธิภาพจะแปรผันตามความดันของของเหลวที่สูบ
- 3) ประสิทธิภาพจะแปรผันตามความดันของของเหลวที่สูบ
- 2) ประสิทธิภาพจะแปรผันตามความดันของของเหลวที่สูบ
- 1) ประสิทธิภาพจะแปรผันตามความดันของของเหลวที่สูบ

สรุป

รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและประสิทธิภาพของปั๊ม



เอกสารอ้างอิง

1. ประกอบ วิโรจน์ภู และวินัย ศรีอำพร, **"ป้อน้ำดื่มภาคอีสาน"**, การประชุมทาง วิชาการเรื่อง เทคโนโลยีสำหรับการพัฒนาชนบท ครั้งที่ 4, ขอนแก่น, กรกฎาคม 2530
2. วินัย ศรีอำพร **"การก่อสร้างและบำรุงรักษาน้ำดื่ม"** การประชุมสัมมนาเรื่อง ป้อน้ำดื่มสำหรับ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, กรกฎาคม 2528
3. วินิต ชินสุวรรณ, สมนึก ชูศิลป์ และวินัย ศรีอำพร, **"ป้อน้ำดื่มแบบใช้โซลาร์เซลล์"** การประชุม ทางวิชาการ เรื่อง เทคโนโลยีเหมาะสมเพื่อการพัฒนาชนบท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ตุลาคม 2523
4. เกียรติศักดิ์ มากทองมณี และณัฐภูมิ นันทิเกียรติกุล, **"การทดสอบเครื่องสูบน้ำบาดาลแบบมือโยก ไร้ลูกสูบ"**, รายงานโครงการนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย ขอนแก่น, พฤษภาคม 2535
5. วินัย ศรีอำพร, **"ป้อน้ำดื่ม"**, การประชุมทางวิชาการเรื่องเทคโนโลยีสำหรับการพัฒนาชนบท ครั้งที่ 3, ขอนแก่น, กุมภาพันธ์ 2528
6. D.H.V. Consulting Engineers.(1978), **"Shallow Wells"**, Ministry of Foreign Affairs, Kingdom of The Netherlands.