

การเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนที่มีและไม่มีเพลาสกรู

Comparison performance of the axial flow pump with and without screw axle

มานพ พิพัฒน์หัตถกุล และ วินัส ทัดเนียม

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

833 ถนนพระราม 1 เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์ 0-2219-3833 E-mail: Nop_mt@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้กล่าวถึง การศึกษาสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน เพื่อเปรียบเทียบกรณีที่มีและไม่มีเพลาสกรูติดตั้งอยู่ภายในท่อดูด ระบบทดลองประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวท่อดูด 0.12 และ 3.60 เมตร ตามลำดับ ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์เบนซิน Honda GX160 ขนาด 5.5 แรงม้า ใบพัดชนิด 3 ใบ มีมุมองศาใบพัด 35 องศา เพลาสกรูทำจากเหล็กกล้า มีมุม 30 องศา ความยาว 1.00 เมตร ติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางภายในท่อทางดูด ผลการทดลองเครื่องสูบน้ำที่เงื่อนไขการทดลองที่เฮด 1 และ 2 เมตร ที่ความเร็วรอบการทดสอบในช่วง 1,500 ถึง 4,000 รอบต่อนาที ด้วยการเพิ่มความเร็วกว่าละ 500 รอบต่อนาที แสดงให้เห็นว่า เมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น ทำให้กำลังของของไหล และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสูงขึ้น เครื่องสูบน้ำที่ติดตั้งเพลาสกรูมีกำลังของของไหลเพิ่มขึ้นร้อยละ 78.5 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นร้อยละ 14.7 และประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นร้อยละ 54.5 เครื่องสูบน้ำที่ไม่มีการติดตั้งเพลาสกรูมีประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับร้อยละ 8.4 ที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที และเฮด 2 เมตร ในขณะที่เครื่องสูบน้ำที่มีการติดตั้งเพลาสกรูจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับร้อยละ 12.8 ที่เงื่อนไขการทดสอบเดียวกัน

Abstract

This research describes the study of the performance of an axial flow pump (AFP) to compare the cases of with and without screw axle installed in the suction pipe. The experimental system consists of an AFP in which diameter and length of the suction pipe are of 0.12 and 3.60 meter, respectively, driven using Honda GX160 5.5 HP benzene engine, a 3 blades type with blade angle of 35 degree, a steel screw axle with the angle of 30 degree and length of 1.00 meter installed at the middle inside the suction pipe. The experimental results of the AFP with the experimental condition of head at 1 and 2 meter for the tested rotational speed in the range of 1,500 – 4,000 rpm with the increment of 500 rpm step show that the higher rotational speed, the higher fluid power and fuel consumption. The AFP with screw axle installed has higher fluid power of 78.5%, higher fuel consumption of 14.7% and higher efficiency of 54.5%. The AFP without screw axle installed has the maximum efficiency is of 8.4% at the rotational speed of 3,000 rpm and head of 2 meter, while the APF with screw axle installed has the maximum efficiency of 12.9% at the same experimental condition.

1. คำนำ

เครื่องสูบน้ำคือเครื่องจักรกลที่ทำหน้าที่เพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลว เพื่อให้ของเหลวไหลผ่านระบบท่อปิดจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง และได้อัตราการไหลตามความต้องการ โดยพลังงานที่เครื่องสูบน้ำเพิ่มให้แก่ของเหลว จะเป็นงานกลซึ่ง

ได้มาจากแหล่งต้นกำลัง คือ เครื่องยนต์, มอเตอร์, แรงลม, แรงคน หรือจากแหล่งพลังงานอื่นๆ ก็ได้ เครื่องสูบน้ำที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปมีอยู่ 2 แบบ คือ เครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง และเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน สำหรับเครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง พลังงานจะถูกถ่ายเทให้กับของเหลวโดยการผลักดันของครีบบพัดที่เคลื่อนที่ในแนวตัดขวางกับทิศทางการไหลของของเหลวที่อยู่รอบๆ ทำให้ของเหลวถูกผลักให้เคลื่อนที่ไปบนครีบบพัดออกทางด้านข้าง ทำให้เกิดความเร่งในแนวสัมผัสกับเส้นรอบวง เมื่อมีการไหลในลักษณะดังกล่าวจะเกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางขึ้น ส่วนเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน ของเหลวที่ไหลเข้าและไหลออกจากใบพัดจะมีทิศทางขนานกับแนวแกนของเพลลา ซึ่งแรงที่เพิ่มพลังงานให้กับของเหลว จะมีเฉพาะแรงผลักดันในทิศทางการไหลเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ซึ่งคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำที่ใช้ใบพัดแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง จะให้เฮดสูงในขณะที่อัตราการไหลต่ำ ส่วนเครื่องสูบน้ำที่ใช้ใบพัดแบบไหลตามแนวแกน จะให้อัตราการไหลสูงในขณะที่เฮดต่ำ เครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน (Axial flow pump) เป็นเครื่องสูบน้ำที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในภาคอุตสาหกรรมและการเกษตร ด้วยคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำที่สามารถให้อัตราการสูบได้มากในขณะที่เฮดต่ำ จึงมีการนำเครื่องสูบน้ำประเภทนี้ ไปใช้ในงานระบายน้ำเสีย หรือป้องกันน้ำท่วม เป็นต้น สำหรับในภาคการเกษตรเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนที่เรียกว่าเครื่องสูบน้ำแบบท่อการเกษตร หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า “ท่อพญานาค” เป็นเครื่องสูบน้ำที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในงานเกษตรกรรม ซึ่งให้อัตราการสูบสูง ความต้องการการบำรุงรักษาน้อย สามารถใช้เครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังได้ตามความเหมาะสมกับพื้นที่ ซึ่งการใช้งานในภาคการเกษตร แหล่งพลังงานที่ต้องจ่ายให้กับเครื่องสูบน้ำเป็นเครื่องยนต์ คือ ได้จากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง ในปัจจุบัน มีการณรงค์เกี่ยวกับการประหยัดพลังงานดังนั้นจะหาอย่างไรให้สามารถใช้พลังงานได้อย่างคุ้มค่าที่สุด ซึ่งหมายถึงเครื่องสูบน้ำจะต้องมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งจากงานวิจัยต่างๆ ที่ผ่านมา แนวคิดในการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบไหล

ตามแนวแกนด้วยเพลลาสกรู ได้มีการนำเสนอไว้โดย วุฒินันท์ นิธิพงษ์วนิช และ อภิชาติ ชัยสนธิ [1] ได้ศึกษาสมรรถนะใบพัดท่อสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน โดยทำการทดสอบกับใบพัดที่มีจำนวน 2 ใบ และ 3 ใบพบว่าแบบ 2 ใบ มุม 35 องศา ให้ประสิทธิภาพดีกว่า โดยมีประสิทธิภาพการไหล 36.55% ในขณะที่ นิคม หล้าไชยสงฆ์ และคณะ [2] ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของท่อสูบน้ำเพื่อการเกษตรขนาด 5 นิ้ว x 8 ฟุต ที่มีการติดตั้งใบพัดระบบช่วง 2 ใบพัด และ 3 ใบพัด ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินขนาด 6.5 แรงม้าเป็นต้นกำลัง พบว่าการติดตั้งใบพัดแบบระบบช่วงสามารรถให้อัตราการสูบน้ำได้ดีขึ้น บัญญัติ เศรษฐวิจิตร [3] ได้ทำการศึกษาทดลองหาประสิทธิภาพระหัดเทพฤทธิ์ พบว่ามีประสิทธิภาพสูงสุดเฉลี่ย ประมาณ 70% จากนั้น ธนาพล สุขชนะ และ ชัยยันต์ ใบบุญมา [4] ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของใบพัดท่อสูบน้ำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้ว x 3.6 เมตร ทดสอบโดยใช้ใบพัดชนิด 3, 4 และ 6 ใบ มีมุมมองาใบพัด 35 องศา และติดตั้งเพลลาสกรูที่มีมุม 40 องศา ความยาว 1 เมตร ทางด้านท่อทางดูด ใช้เครื่องยนต์ Honda GX160 ขนาด 5.5 แรงม้า เป็นต้นกำลัง จากการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพของใบพัดชนิด 3 ใบ ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดอยู่ในช่วง 55 – 85% ตามความสูงของการสูบน้ำ และเมื่อใช้งานร่วมกับเพลลาสกรูจะทำให้ประสิทธิภาพสูงขึ้นเฉลี่ย 12% จากงานวิจัยต่างๆ ที่ผ่านมามองเห็นได้ว่าเพลลาสกรูสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนได้ โดยพิจารณาจาก อัตราการสูบและเฮดที่เครื่องสูบน้ำทำได้เพิ่มขึ้นเท่านั้น แต่ยังไม่มีงานใดที่พิจารณาถึงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ที่จ่ายให้กับเครื่องยนต์ จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ เพื่อที่จะทำการเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน ที่มีและไม่มี การติดตั้งเพลลาสกรู ทางด้านท่อทางดูด โดยพิจารณาสมรรถนะจากกำลังของของไหลที่เครื่องสูบน้ำทำได้ และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์

2. ทฤษฎีในการวิเคราะห์ [5]

ในการวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน จะขึ้นอยู่กับกำลังของของไหลที่เครื่องสูบน้ำทำได้ (Fluid power, P_{out}), โดยคำนวณได้จากสมการที่ (1)

$$P_{out} = \rho g \dot{Q} H \quad (\text{kW}) \quad (1)$$

เมื่อ

ρ = ค่าความหนาแน่นของน้ำ, kg/m^3

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก = 9.81 m/s^2

$\dot{Q}$ = อัตราการไหลเชิงปริมาตรของน้ำ, m^3/s

H = เสดที่เครื่องสูบน้ำทำงาน, m

ซึ่งเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนที่ทำการทดสอบใช้เครื่องยนต์เบนซิน Honda GX160 เป็นต้นกำลัง ซึ่งกำลังที่ได้จากเครื่องยนต์เพื่อจ่ายให้กับเครื่องสูบน้ำได้มาจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน ดังนั้นสามารถที่จะคำนวณกำลังที่ใช้จากเชื้อเพลิงที่ป้อนให้กับเครื่องสูบน้ำ เนื่องจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง หรือเป็นกำลังงานที่จ่ายให้กับเครื่องสูบน้ำ (P_{in}) ได้ดังสมการที่ (2)

$$P_{in} = \dot{m} \times HHV \quad (\text{kW}) \quad (2)$$

เมื่อ

$\dot{m}$ = อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง, kg/s

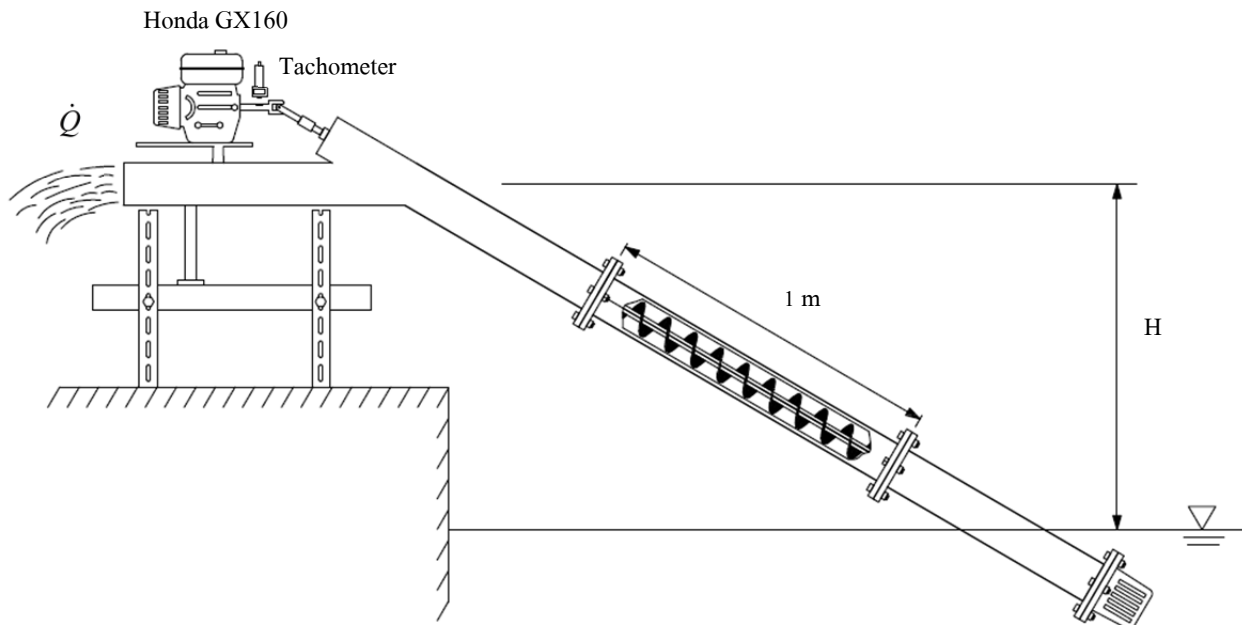
HHV = ค่าพลังงานความร้อนสูงของเชื้อเพลิง = 47300 kJ/kg

โดยประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ (Efficiency, η) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3)

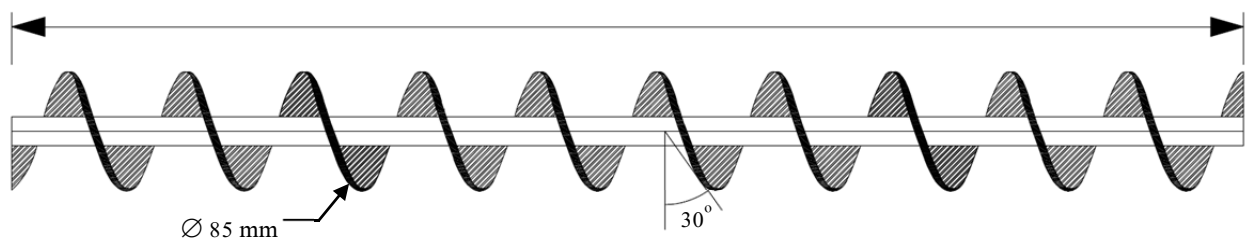
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \quad (\%) \quad (3)$$

3. ชุดทดลองและวิธีการทดลอง

ในการศึกษาสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนที่มีและไม่มีเพลาสกรู โดยมีชุดอุปกรณ์การทดลองดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งเครื่องสูบน้ำแบบท่อการเกษตรที่นำมาทดลอง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้ว ยาว 3.6 เมตร ใช้ใบพัดแบบ Axial flow ชนิด 3 ใบ ที่มีมุมมองใบพัด 35 องศา ใช้เครื่องยนต์เบนซิน Honda GX160 ขนาด 5.5 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ในขณะที่เพลาสกรูทำจากเหล็กกล้า ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 85 mm มีมุมมองของเพลาสกรู 30 องศา ความยาวรวม 1 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยเพลาสกรูจะติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของท่อทางด้านทางดูด ดังแสดงในรูปที่ 1 ในการทดสอบให้เครื่องสูบน้ำทำงาน ที่เสด (H) เท่ากับ 1 และ 2 เมตร โดยปรับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ที่ 1500, 2000, 2500, 3000, 3500 และ 4000 rpm ตามลำดับซึ่งความเร็วรอบของเครื่องยนต์ สามารถวัดได้จากอุปกรณ์วัดรอบแบบดิจิทัล (Tachometer) ในขณะที่ อัตราการไหลเชิงปริมาตร ($\dot{Q}$) ที่เครื่องสูบน้ำสามารถทำได้ ได้จากการตวงวัด ปริมาณของน้ำ ที่ปลายท่อทางด้านจ่าย และจับเวลาจำนวนทั้งสิ้น 5 ครั้ง แล้วทำการหาค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลเชิงปริมาตรที่ทำได้ เช่นเดียวกันกับการวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะ ได้จากการชั่งมวลของน้ำมันเชื้อเพลิงก่อนการทำงานเครื่องสูบน้ำ และนำมาซึ่งหลังจากเครื่องสูบน้ำทำงานไปแล้วเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 15 นาที ในแต่ละความเร็วรอบโดยใช้เครื่องชั่งแบบดิจิทัล จากนั้นทำการคำนวณกำลังของของไหลที่ได้จากเครื่องสูบน้ำ (Fluid power, P_{out}) ในกรณีที่มีและไม่มีเพลาสกรูจากสมการที่ (1) และคำนวณกำลังที่ใช้จากเชื้อเพลิงที่ป้อนให้กับเครื่องสูบน้ำ เนื่องจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง หรือเป็นกำลังงานที่จ่ายให้กับเครื่องสูบน้ำ (P_{in}) จากสมการที่ (2) โดยคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ (Efficiency, η) ได้จากสมการที่ (3) จากนั้นทำการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างเครื่องสูบน้ำ แบบไหลตามแนวแกน ที่ไม่มีเพลาสกรู กับเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนที่มีการติดตั้งเพลาสกรู



รูปที่ 1 Schematic diagram ของอุปกรณ์ทดลอง

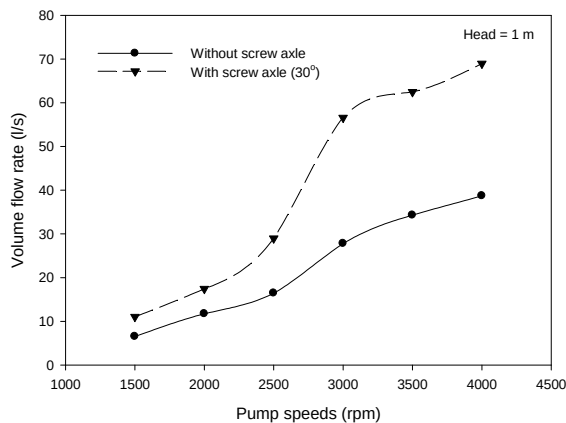


รูปที่ 2 ขนาดของเพลาสกรู

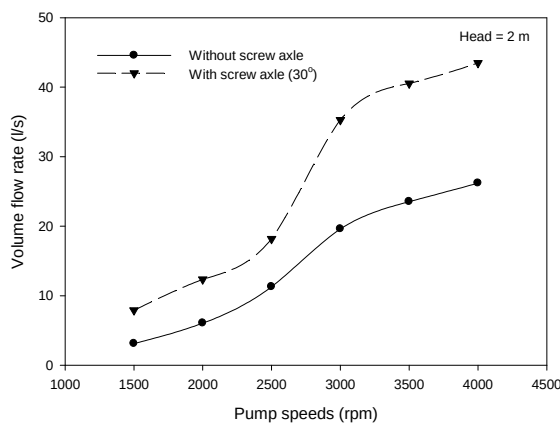
4. ผลการทดลอง

วัตถุประสงค์ที่สำคัญของงานวิจัยนี้คือศึกษาถึงสมรรถนะที่เปลี่ยนแปลงไปของเครื่องสูบลมแบบไหลตามแนวแกน เมื่อมีการติดตั้งเพลาสกรู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 85 mm ที่ทำมุม 30 องศา ความยาว 1 เมตร เข้าไปที่ตำแหน่งกึ่งกลางของท่อทางด้านทางดูด จากผลการทดลองเมื่อทำการพลอตกราฟความสัมพันธ์ ระหว่างอัตราการไหลเชิงปริมาตร ที่เครื่องสูบลมสามารถทำได้ ที่ความเร็วรอบต่างๆ ในแต่ละค่าเฮด ได้ดังรูปที่ 3 และ 4 จากรูปที่ 3 ที่เฮด เท่ากับ 1 m จะเห็นว่าอัตราการไหลเชิงปริมาตรที่เครื่องสูบลมทำได้ (Q) จะเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น โดย Q ต่ำสุด ที่ทำได้ของเครื่องสูบลมที่ไม่มีเพลาสกรู จะอยู่ที่ 6.5 l/s ที่ 1500 rpm ในขณะที่ Q สูงสุดที่ทำได้ ที่ 4000 rpm เป็น 38.7 l/s จากนั้น เมื่อทำการติดตั้งเพลาสกรู

เข้าไปที่ท่อทางด้านทางดูด จะเห็นได้ว่า Q ที่เครื่องสูบลมทำได้ มีค่าเพิ่มขึ้น เป็น 11.03 l/s และ 68.96 l/s ที่ความเร็วรอบ 1500 และ 4000 rpm ตามลำดับ จากนั้นเมื่อให้เครื่องสูบลมทำงานที่เฮดสูงขึ้นเป็น 2 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่า เมื่อเครื่องสูบลมทำงานที่เฮดสูงขึ้นจะมีค่า Q ต่ำลงเนื่องจาก ค่าของเฮดสถิตยมีค่าเพิ่มสูงขึ้นนั่นเอง ซึ่ง Q ที่สามารถทำได้ของเครื่องสูบลม ที่ค่าเฮด 2 เมตร เมื่อทำการติดตั้งเพลาสกรู ก็จะมีค่ามากกว่าเครื่องสูบลมที่ไม่มีเพลาสกรูเช่นเดียวกันกับในกรณีของเฮด 1 m



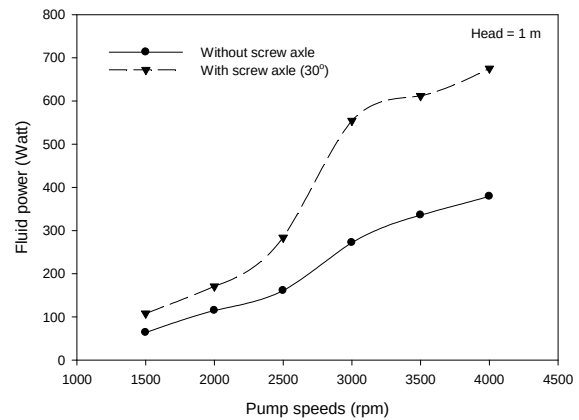
รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลที่เครื่องสูบลำได้กับความเร็วยรอบของเครื่องสูบลำที่เฮด 1 เมตร



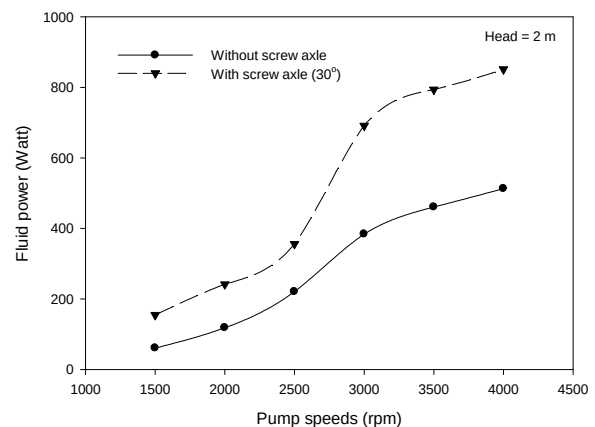
รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลที่เครื่องสูบลำได้กับความเร็วยรอบของเครื่องสูบลำที่เฮด 2 เมตร

จากรูปที่ 5 และ 6 แสดงกำลังของของไหลที่เครื่องสูบลำสามารถทำได้ (Fluid power, P_{out}) ที่เฮด 1 และ 2 เมตร จะเห็นว่า เครื่องสูบลำที่มีการติดตั้งเพลาสกรูจะสามารถให้กำลังของของไหล ได้มากกว่า เครื่องสูบลำที่ไม่มีการติดตั้งเพลาสกรู ในทุกๆ ความเร็วรอบ เนื่องจาก ในกรณีที่เครื่องสูบลำที่ไม่มีการติดตั้งเพลาสกรู การแลกเปลี่ยนพลังงาน เพื่อให้เกิดการไหล จะเกิดขึ้นที่ใบพัด ที่ส่วนทางด้านล่าง เพียงอย่างเดียว ดังนั้น เมื่อของไหลไหลผ่านท่อทางด้านทางดูด จะเกิดการสูญเสียพลังงานในการไหลเนื่องมาจากความเสียดทาน ไปส่วนหนึ่ง ทำให้กำลังของของไหลที่ได้มีค่าลดลง แต่เมื่อทำการติดตั้งเพลาสกรู ที่ตำแหน่งกึ่งกลางทางด้านท่อทางดูด ซึ่งเกลียวของเพลาสกรูจะทำหน้าที่ถ่ายทอดพลังงานให้กับของไหลด้วย

ดังนั้น ของไหลจะถูกเพิ่มพลังงานขึ้นในขณะที่ไหลผ่านเพลาสกรู ทำให้ กำลังของของไหล ที่เครื่องสูบลำทำได้มีค่าเพิ่มขึ้น



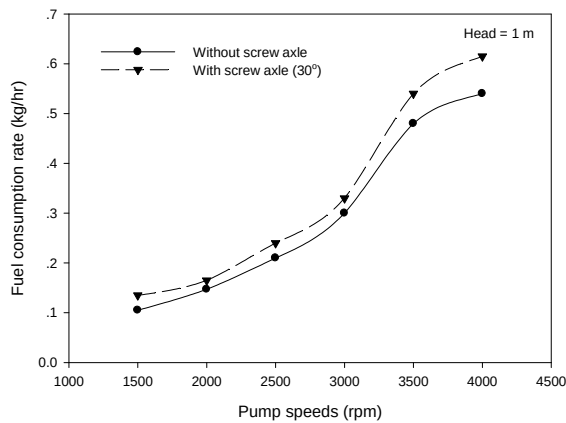
รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังของไหลที่เครื่องสูบลำได้กับความเร็วยรอบของเครื่องสูบลำที่เฮด 1 เมตร



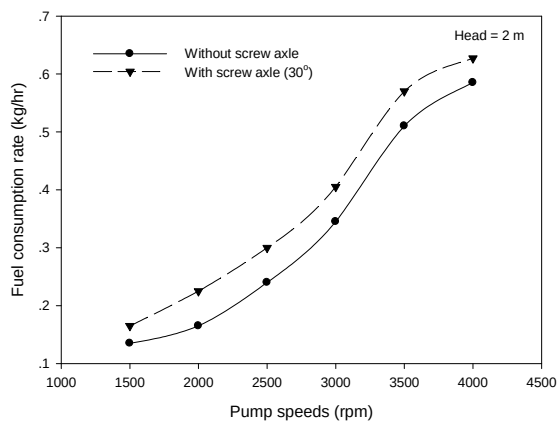
รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังของไหลที่เครื่องสูบลำได้กับความเร็วยรอบของเครื่องสูบลำที่เฮด 2 เมตร

เมื่อพิจารณาถึงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel consumption rate) ที่เกิดขึ้น เมื่อเครื่องสูบลำทำงานที่เฮด 1 และ 2 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 7 และ 8 จะเห็นว่า อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบของเครื่องสูบลำมีค่าสูงขึ้น เนื่องจากเมื่อเครื่องสูบลำทำงานที่ความเร็วรอบสูงขึ้น จะมีความต้องการปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้นนั่นเอง ซึ่งเครื่องสูบลำแบบที่มีการติดตั้งเพลาสกรู จะมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง มากกว่าเครื่องสูบลำแบบที่ไม่มีเพลาสกรู ในทุกๆ ความเร็วรอบ เนื่องจากเครื่องสูบลำที่มีเพลาสกรู จะมีภาระในการทำงานเพิ่มขึ้นจากอัตราการไหล

ที่สูงขึ้น ประกอบกับน้ำหนักของตัวเพลาสกรูเอง ที่เพิ่มเข้าไป ทำให้ความต้องการปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ ที่เป็นต้นกำลัง เพิ่มขึ้นตาม เพื่อให้เพียงพอกับการะการทำงาน ของเครื่องสูบน้ำที่เพิ่มมากขึ้นนั่นเอง



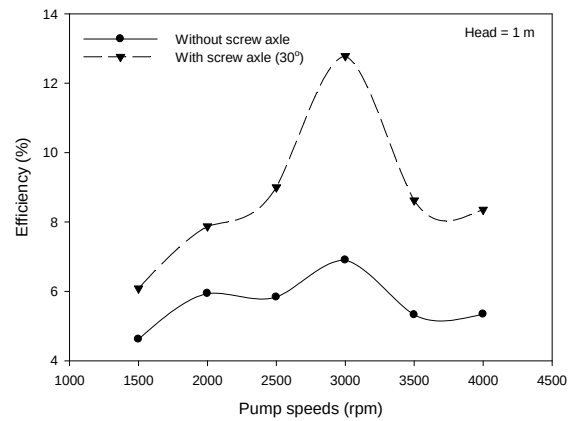
รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน เชื้อเพลิงกับความเร็วยรอบเครื่องสูบน้ำที่เฮด 1 เมตร



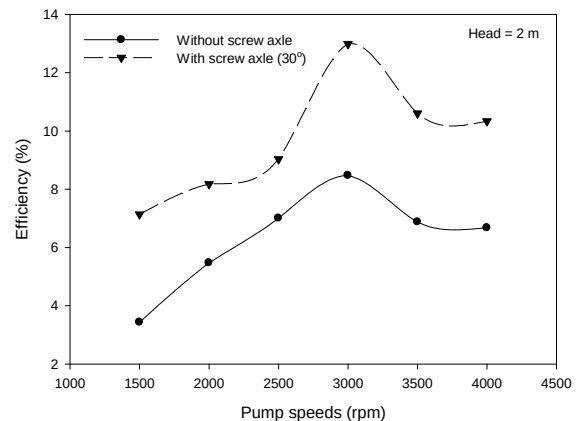
รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน เชื้อเพลิงกับความเร็วยรอบเครื่องสูบน้ำที่เฮด 2 เมตร

จากรูปที่ 9 และ 10 แสดงประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำที่ความเร็วยรอบต่างๆ ที่เฮด 1 และ 2 เมตร จะเห็นได้ว่าเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนที่นำมาทดสอบ จะให้ประสิทธิภาพสูงในช่วงความเร็วยรอบตั้งแต่ 2500 – 3500 rpm โดยเครื่องสูบน้ำแบบที่ไม่มีเพลาสกรู จะมีประสิทธิภาพสูงสุด 8.4% ที่ 3000 rpm และเฮด 2 เมตร จากนั้นเมื่อทดสอบโดยให้เครื่องสูบน้ำทำงานร่วมกับเพลาสกรู จะเห็นได้ว่าขอบเขตของการทำงานในช่วงที่มีประสิทธิภาพสูง ยังคงอยู่ในช่วง

ความเร็ว 2500 – 3500 rpm ซึ่งเครื่องสูบน้ำที่มีเพลาสกรู จะให้ประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องสูบน้ำแบบที่ไม่มีเพลาสกรูในทุกๆ ช่วงความเร็วยรอบ โดยเครื่องสูบน้ำที่มีเพลาสกรู จะมีประสิทธิภาพสูงสุด 12.9% ที่ 3000 rpm และเฮด 2 เมตร

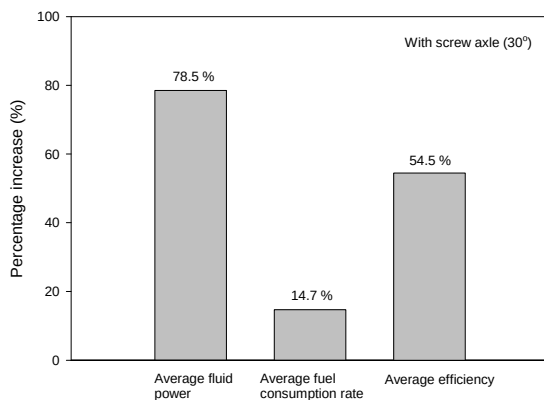


รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพกับความเร็วยรอบของเครื่องสูบน้ำ ที่เฮด 1 เมตร



รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพกับความเร็วยรอบของเครื่องสูบน้ำ ที่เฮด 2 เมตร

เมื่อพิจารณาสมรรถนะที่เปลี่ยนแปลงไป ของเครื่องสูบน้ำที่มีเพลาสกรู ดังแสดงในรูปที่ 11 จะเห็นได้ว่าเครื่องสูบน้ำแบบ ที่มีการติดตั้งเพลาสกรู ทางด้านท่อทางดูด จะสามารถให้ กำลังของของไหลเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 78.5% ในขณะที่มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเดิมเพียง 14.7% ดังนั้นส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการทำงาน ของเครื่องสูบน้ำแบบ ที่มีการติดตั้งเพลาสกรูมีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิมเฉลี่ยถึง 54.5%



รูปที่ 11 กำลังของไหล, อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน และประสิทธิภาพเฉลี่ย ที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีเพลาสกรู

5. สรุป

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษเปรียบเทียบสมรรถนะที่เปลี่ยนแปลงไป ของเครื่องสูบบนไหลตามแนวแกน ที่มีและไม่มีเพลาสกรู ติดตั้งทางด้านท่อทางดูด โดยเครื่องสูบบนไหลตามแนวแกน ที่นำมาใช้ทดสอบ เป็นเครื่องสูบน้ำแบบท่อการเกษตร ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้ว ยาว 3.6 เมตร ใช้ใบพัดเครื่องสูบบนแบบ Axial flow ชนิด 3 ใบ ที่มีมุมมองขาใบพัด 35 องศา ใช้เครื่องยนต์เบนซิน Honda GX160 ขนาด 5.5 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ในขณะที่เพลาสกรูทำจากเหล็กกล้า ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 85 mm มีมุมมองขาของเพลาสกรู 30 องศา ความยาวรวมทั้งสิ้น 1 เมตร โดยเพลาสกรูจะถูกติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของ ท่อทางด้านทางดูด โดยทำการทดสอบที่เฮด 1 และ 2 เมตร ความเร็วรอบที่ 1500, 2000, 2500, 3000, 3500 และ 4000 rpm ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า อัตราการไหลเชิงปริมาตรของเครื่องสูบลและอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง จะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น โดยเครื่องสูบน้ำที่นำมาทดสอบจะมีประสิทธิภาพ การทำงานสูงในช่วงความเร็วรอบ 2500 – 3500 rpm ซึ่งเครื่องสูบบนที่ไม่มีเพลาสกรู จะมีประสิทธิภาพสูงสุด 8.4% ที่ 3000 rpm และเฮด 2 เมตร ในขณะที่เครื่องสูบน้ำที่มีเพลาสกรู จะมีประสิทธิภาพสูงสุด 12.9% ที่ 3000 rpm และเฮด 2 เมตร โดยเครื่องสูบน้ำที่มีการติดตั้งเพลาสกรูทางด้านท่อทางดูด จะสามารถให้ กำลังของของไหลเพิ่มขึ้นเฉลี่ย

78.5% ในขณะที่มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นจากเดิมเฉลี่ย 14.7% และประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสูบน้ำที่มีการติดตั้งเพลาสกรู จะมีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิมเฉลี่ย 54.5%

เอกสารอ้างอิง

- [1] วุฒินันท์ นิธิพงษ์วนิช และ อภิชาติ ชัยสนธิ, “การพัฒนาใบพัดท่อสูบน้ำแบบ Axial flow”, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.
- [2] นิคม หลีไชยสงฆ์ และ คณะ, “ศึกษาประสิทธิภาพของท่อสูบน้ำเพื่อการเกษตรขนาด 5 นิ้ว x 8 ฟุต ระบบ 2 ช่วงใบพัด และ 3 ใบพัด ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินขนาด 6.5 แรงม้า”, วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุโขทัย, 2548.
- [3] บัญญัติ เศรษฐจิ, “ระหัดเทพฤทธิ์”, ภาควิชาเกษตรกลวิธาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [4] ธนาพล สุขชนะ และ ชัยยันต์ ใจบุญมา, “การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน ด้วยเพลาสกรู”, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24, 2553.
- [5] A.T. Sayers, “Hydraulic and Compressible Flow Turbo machines”, Singapore: McGraw-Hill, 1992.