

ผลกระทบของสกรูแบบอาร์คิมิดีสที่มีต่อสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนขนาดเล็ก

The Effect of Archimedes Screw on Performance of the Small Axial Flow Pump

สิงหา มะโนเครือ¹ มานพ พิพัฒน์หัตถกุล² และ จันทิมา รวีฉายเงิน¹

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ E-mail : singha.me@hotmail.com and Chamtima.r@rmutp.ac.th

²สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

833 ถนนพระราม 1 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ E-mail: manop@pit.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลกระทบของสกรูแบบอาร์คิมิดีสที่มีต่อสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนขนาดเล็ก อุปกรณ์การทดลองประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 40 mm ความยาว 1.2 m ใบพัดแบบไหลตามแนวแกนชนิด 3 ครีบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 36 mm ใช้มอเตอร์ 24 VDC 150 W เป็นต้นกำลังทำการเปรียบเทียบระหว่างเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนที่ไม่มีเพลาสกรู (SAFP) และเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนที่มีเพลาสกรูแบบอาร์คิมิดีส (SAFP30) โดยเพลาสกรูแบบอาร์คิมิดีส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 26 mm ระยะพิทช์ 30 mm ติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของท่อทางดูด ทำการทดลองในช่วงความเร็วรอบ 2,800 - 3,400 RPM เพิ่มขึ้นครั้งละ 100 RPM ที่ระยะยกน้ำ (เสด) 0.25 และ 0.50 m จากผลการทดลองพบว่า SAFP30 ให้อัตราการสูบ, กำลังไฟฟ้าที่ใช้ และประสิทธิภาพสูงกว่า SAFP คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 70.35, 40.76 และ 43.93 ตามลำดับ

คำสำคัญ: เครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน, สกรูแบบอาร์คิมิดีส, สมรรถนะ

Abstract

This research examined the effect of Archimedes screw on performance of the small axial flow pump. The experimental equipment consisted of the pump with an inner diameter of 40 mm, length of 1.2 m, 3 blades of axial flow impeller and impeller diameter 36 mm. An electric motor 24 VDC 150 Watt was used as a main drive. The experimental investigation had compared between the axial flow pump without Archimedes screw (SAFP) and the axial flow pump with Archimedes screw (SAFP30). The Archimedes screw with 26 mm diameter and 30 mm pitch was installed in the middle of the suction pipe. The experimental conditions of the head at 0.25 and 0.50 m and the rotational speeds in the range of 2,800 – 3,400 RPM with the

increment of 100 RPM were tested. From the experimental results, it was found that the SAFP30 had the average volume flow rate, the average power consumption and the average efficiency, higher than SAFP for 70.35, 40.76 and 43.93 % respectively.

Keywords: axial flow pump, Archimedes screw, performance

1. บทนำ

ปัจจุบันเครื่องสูบน้ำมีหลายประเภทที่มีหลายลักษณะการนำไปใช้งานตามแต่วัตถุประสงค์จะเห็นได้ว่าเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนมีใช้ตามภาคเกษตรกรรมและโรงงานอุตสาหกรรมโดยหลักการทำงานของเครื่องสูบน้ำชนิดนี้จะสูบน้ำของเหลวเข้าผ่านช่องทางดูดโดยแกนเพลาลอยเพื่อลำเลียงของเหลวไหลตามแนวแกนเพลาลอย สำหรับเครื่องสูบน้ำชนิดนี้จะได้เสด (Head) ค่าตรงกันข้ามจะได้อัตราการไหลสูง ดังนั้นเมื่อมีความต้องการอัตราการไหลเพิ่มมากขึ้นจะต้องเพิ่มความเร็วรอบให้สูงขึ้นไป ดังนั้นจึงส่งผลให้เครื่องสูบน้ำใช้กำลังไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับเครื่องสูบน้ำที่ผ่านมาพบว่าได้มีการนำเสนอในหลายแนวทางดังเช่น การทดสอบเครื่องสูบน้ำด้วยกรรมวิธีที่ไม่มีเพลาสกรู โดยดำเนินการสูบน้ำทำให้ทราบว่าประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบที่ไม่มีสกรูคิดเป็นร้อยละ 8.4 ส่วนเครื่องสูบน้ำแบบที่มีเพลาสกรูคิดเป็นร้อยละ 12.9 จะเห็นได้ว่าเครื่องสูบน้ำที่ติดตั้งเพลาสกรูสามารถให้กำลังของไหลเพิ่มขึ้น [1] หลังจากนั้นได้มีการพัฒนาและศึกษาผลกระทบจากมุมใบพัดของเครื่องสูบน้ำ พบว่าเมื่อตำแหน่งของใบพัดที่มีการเปลี่ยนไปทุก -15 องศา จะส่งผลให้เพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 37.4 ส่งผลให้อัตราการไหลเชิงปริมาตรลดลงเฉลี่ยร้อยละ 31.25 เมื่อคิดการลงทุนและระยะเวลาคืนทุนด้วยการเพิ่มเครื่องสูบน้ำเพื่อให้ได้อัตราการไหลเชิงปริมาตรใกล้เคียงกัน พบว่าใบพัดที่ถูกพัฒนาขึ้นสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ร้อยละ 57.05 [2] นอกจากนี้ยังมีการทดลองศึกษาผลกระทบของมุมเพลาสกรู โดยทดสอบที่มุม 30, 45 และ 60 องศา พบว่าเมื่อดำเนินการติดตั้งเพลาสกรูที่ทำมุม

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4

Proceedings of the 4th RMUTP Conference on Engineering and Technology

30, 45 และ 60 องศา มุมที่ 30 องศาได้อัตราการไหลเพิ่มขึ้นร้อยละ 78.5 ขนาดมุม 30 องศา มีประสิทธิภาพสูงสุดที่ร้อยละ 12.9 โดยดีกว่ามุม 45 และ 60 องศา [3] ต่อมาได้มีการศึกษาปั๊มแบบแรงเหวี่ยงโดยการติดตั้งตัวเหนี่ยวนำที่มีลักษณะเป็นแบบเพลาสกรูทางด้านทางดูดพบว่าสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพได้สูงขึ้น โดยการสูญเสียพลังงานภายในที่เกิดจากแรงเสียดทานภายในท่อถ้าสามารถลดแรงเสียดทานภายในท่อแล้วการใช้กำลังในการดันของไหลก็จะน้อยลง [4] จากนั้นได้มีการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างใบพัด 2 และ 3 ครีบ ของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนทั้งแบบมีและไม่มีเพลาสกรู พบว่าใบพัดแบบ 3 ครีบ มีอัตราการไหลและอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันสูงกว่าใบพัดแบบ 2 ครีบ และใบพัดแบบ 3 ครีบ มีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยสูงกว่าใบพัดแบบ 2 ครีบ ทั้งแบบมีเพลาสกรูและไม่มีเพลาสกรู [5]

จากงานวิจัยต่างๆ ที่ผ่านมามองเห็นว่าเพลาสกรูสามารถช่วยเพิ่มสมรรถนะให้กับเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนได้จึงเป็นที่มาของงานวิจัยโดยในงานวิจัยมีเป้าหมายเพื่อศึกษาและทดลองเพลาสกรูแบบอคาติเมคิสที่มีผลกระทบต่อสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนที่ไม่มีเพลาสกรู (SAFP) และ เครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนที่มีเพลาสกรูแบบอคาติเมคิส (SAFP30)

2. ทฤษฎีในการวิเคราะห์ [6]

กำลังของไหล (Fluid Power) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1)

$$P_F = \rho g \dot{Q} (TDH) \quad (1)$$

P_F คือ กำลังของไหลที่เครื่องสูบน้ำทำได้ (Watt)

ρ คือ ความหนาแน่นของน้ำ (kg/m^3)

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (m/s^2)

\dot{Q} คือ อัตราการไหลเชิงปริมาตรของน้ำ (m^3/s)

TDH คือ Total discharge head (m)

ประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2)

$$\eta = \frac{P_F}{P_E} \quad (2)$$

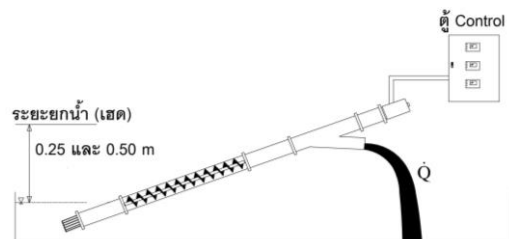
η คือ ประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำ (%)

P_E คือ กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเครื่องสูบน้ำ (Watt)

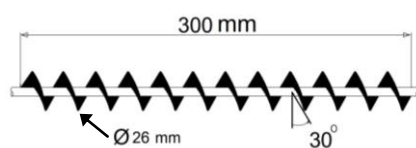
3. ชุดทดลองและวิธีการทดลอง

อุปกรณ์การทดลองประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนขนาดเล็ก มีความยาว 1.2 m เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 50 mm ภายใน 40 mm ใบพัด 3 ครีบ เส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 36 mm เพลาสกรูแบบอคาติเมคิส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 26 mm ระยะพิคซ์ 30 mm

ความยาวรวม 300 mm ดังรูปที่ 2 จากงานวิจัย [3] ทำการปรับลดอัตราส่วนจากของจริงลงมาด้วยอัตราส่วนระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในที่ต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเกลียวสกรูเท่ากับ 0.65 โดยติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของท่อทางดูดทำการทดลองติดตั้งเครื่องสูบน้ำที่บ่อทดลองขนาด $73 \times 255 \times 73$ cm ทำการทดลองในช่วงความเร็วรอบ 2,800 - 3,400 RPM เพิ่มขึ้นครั้งละ 100 RPM ที่ระยะยกน้ำ (เฮด) 0.25 และ 0.50 m วิธีการทดลองติดตั้ง SAFP30 และ SAFP ในชุดรองรับเครื่องสูบน้ำที่สามารถปรับระดับในการหาเฮดสำหรับการวัดเสดดำเนินการโดยใช้เครื่องมือวัดระยะโดยวัดความสูงจากระดับพื้นผิวน้ำจนถึงกึ่งกลางท่อทางออก เมื่อติดตั้งเครื่องสูบน้ำพร้อมปรับระดับเสดตามที่ไ้ระบุไว้แล้วคือ 0.25 และ 0.50 m จากนั้นต่อสายไฟฟ้าชุดวัดกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์พร้อมกับชุดสายวัดความเร็วรอบเชื่อมต่อกับผู้ควบคุมที่มีหน้าจอแสดงผลค่าไฟฟ้าและความเร็วรอบ ดังรูปที่ 1 และ 3 จากนั้นดำเนินการเปิดการทำงานเครื่องสูบน้ำเพื่อเตรียมความพร้อมของระบบประมาณ 20 นาที จากนั้นดำเนินการปรับความเร็วรอบสูงสุดที่กำหนดไว้คือ 3,400 RPM จากนั้นทำการตรวจวัดอัตราการไหลด้วยการใช้บีกเกอร์ขนาด 2000 ml ด้วยการตวงน้ำจากท่อทางออกของเครื่องสูบน้ำพร้อมกับเริ่มนับเวลาด้วยนาฬิกาจับเวลาแบบดิจิทัลชนิดนิยม 2 ตำแหน่ง เมื่อตรวจวัดเสร็จแล้วนำปริมาณน้ำที่ตวงมาชั่งน้ำหนักบนเครื่องชั่งดิจิทัลที่มีความละเอียด 0.1 g จากนั้นก็บันทึกค่ากำลังไฟฟ้าและความเร็วรอบเมื่อบันทึกค่าเรียบร้อยแล้วให้ปรับความเร็วรอบลงครั้งละ 100 RPM แล้วทำการวัดตามวิธีที่ได้กล่าวมาข้างต้นจนถึงความเร็วรอบต่ำสุดที่ได้กำหนดไว้คือ 2,800 RPM โดยแต่ละความเร็วรอบให้ทดลองและบันทึกผลการทดลองจำนวน 5 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของอัตราการสูบ, กำลังไฟฟ้า และความเร็วรอบ ในแต่ละรอบจากนั้นนำค่าตัวแปรต่าง ๆ นำมาวิเคราะห์หาอัตราการสูบ, กำลังไฟฟ้า และ ประสิทธิภาพของ SAFP และ SAFP30



รูปที่ 1 Schematic diagram ของอุปกรณ์ทดลอง



รูปที่ 2 มุมและขนาดของเพลาสกรู

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4

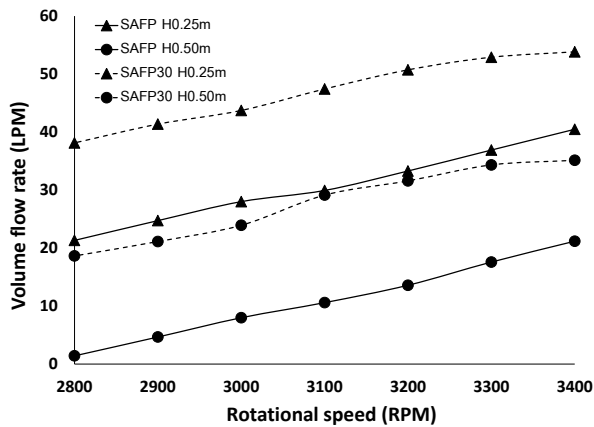
Proceedings of the 4th RMUTP Conference on Engineering and Technology



รูปที่ 3 ชุดทดลองเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนเพลลา

4. ผลการทดลอง

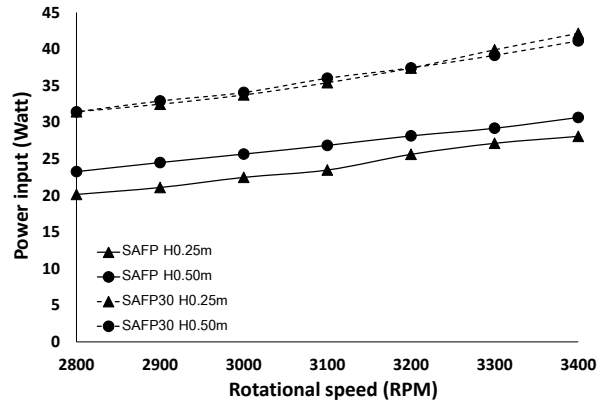
วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบอัตราการสูบ, กำลังไฟฟ้า และประสิทธิภาพ SAFP และ SAFP30 โดยมีความเร็วรอบอยู่ในช่วง 2,800 - 3,400 RPM และระยะยกน้ำ (เฮด) 0.25 และ 0.50 m จากการทดสอบมีผลตามลำดับดังนี้



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูบกับความเร็วรอบ

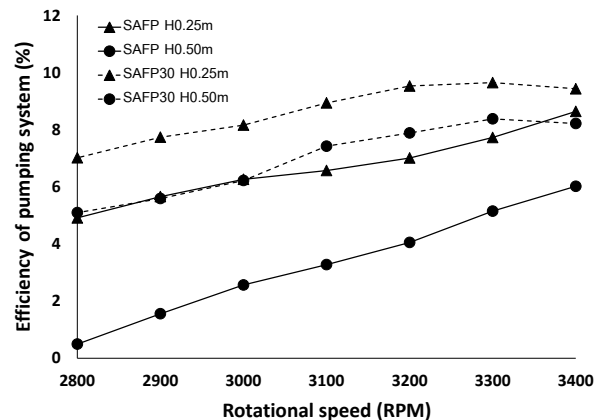
จากรูปที่ 4 เปรียบเทียบอัตราการสูบระหว่าง SAFP และ SAFP30 จะเห็นได้ว่าที่ทุกๆ ความเร็วรอบอัตราการสูบจะเพิ่มขึ้นจากการทดลองที่เฮด 0.25 m ความเร็วรอบสูงสุด 3,400 RPM ส่งผลให้ SAFP มีอัตราการสูบ 40.47 LPM ส่วน SAFP30 มีอัตราการสูบ 53.83 LPM ขณะที่ความเร็วนั้น SAFP มีอัตราการสูบ 21.31 LPM ขณะที่ความเร็วนั้น SAFP30 มีอัตราการสูบ 38.123 LPM จากนั้นดำเนินการปรับระดับด้วยการเพิ่มเฮดให้สูงขึ้นเป็น 0.50 m พบว่าที่ความเร็วนั้น SAFP มีอัตราการสูบ 21.18 LPM และ SAFP30 มีอัตราการสูบ 35.12 LPM ขณะที่ความเร็วนั้น SAFP มีอัตราการสูบอยู่ที่ 1.41 LPM ส่วน SAFP30 มีอัตราการสูบ 18.63 LPM การติดตั้งเพลลาสามารถเพิ่มอัตราการสูบได้มากขึ้นเนื่องจากของเหลวจะไหลเข้าสู่ใบพัดจนเกิดการผลักดันของใบพัดเข้าสู่ด้านในท่อแล้วไหลไปตามแนวแกนเพลลาเมื่อไม่ติดตั้งเพลลาจะเกิดการสูญเสียจากแรงเสียดทานภายในท่อส่งผลให้อัตราการสูบลดลงแต่เมื่อมีการติดตั้งเพลลาเมื่อของ

เหลวไหลเข้าด้านในท่อเกลียวจะช่วยผลักดันของเหลวได้เพิ่มมากขึ้นจากการทดลองพบว่า SAFP30 สามารถเพิ่มอัตราการสูบได้สูงกว่า SAFP คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 70.35



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้ากับความเร็วรอบ

จากรูปที่ 5 พิจารณาการใช้กำลังไฟฟ้าระหว่าง SAFP และ SAFP30 ที่เฮด 0.25 m ที่ความเร็วนั้น 3,400 RPM จะเห็นว่า SAFP ใช้กำลังไฟฟ้า 28.06 W ขณะที่ SAFP30 ใช้กำลังไฟฟ้า 42.13 W และที่ความเร็วนั้น 2,800 RPM พบว่า SAFP ใช้กำลังไฟฟ้า 20.13 W ส่วน SAFP30 ใช้กำลังไฟฟ้า 31.42 W และที่เฮด 0.50 m ความเร็วนั้น 3,400 RPM ส่งผลให้ SAFP ใช้กำลังไฟฟ้า 30.64 W ส่วน SAFP30 ใช้กำลังไฟฟ้า 41.10 W ขณะที่ความเร็วนั้น 2,800 RPM ทำให้ SAFP ใช้กำลังไฟฟ้า 23.24 W โดยที่ SAFP30 ใช้กำลังไฟฟ้า 31.41 W การติดตั้งเพลลาส่งผลให้การใช้กำลังไฟฟ้าสูงขึ้นเนื่องจากเพลลาสามารถผลักดันของเหลวมากขึ้นตามอัตราการสูบและเฮดที่สูงขึ้นจึงส่งผลให้ใช้กำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้น โดยจะเห็นได้ว่า SAFP30 ใช้กำลังไฟฟ้าสูงกว่า SAFP คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 40.76



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพกับความเร็วรอบ

จากรูปที่ 6 SAFP และ SAFP30 ที่ช่วงความเร็วนั้น 2,800 - 3,400 RPM เฮด 0.25 และ 0.50 m จากการทดลองประสิทธิภาพสูงสุดของระบบสูบ

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4
Proceedings of the 4th RMUTP Conference on Engineering and Technology

อยู่ที่ความเร็วรอบที่ 3,300 RPM โดยเสด 0.25 และ 0.50 m SAFP30 ประสิทธิภาพสูงสุดที่ได้คิดเป็นร้อยละ 9.65 และ 8.38 ส่วน SAFP ประสิทธิภาพสูงสุดที่ได้คิดเป็นร้อยละ 7.73 และ 5.15 จากการติดตั้งเพลาสกรูที่กึ่งกลางท่อทางดูดส่งผลให้อัตราการสูบสูงขึ้นคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 70.35 สำหรับการใช้กำลังไฟฟ้าคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 40.76 โดยจะส่งผลให้ SAFP30 มีประสิทธิภาพสูงกว่า SAFP คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 43.93

5. สรุป

จากการทดลองการศึกษาเปรียบเทียบการเพิ่มประสิทธิภาพระหว่างเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนที่ไม่มีเพลาสกรู (SAFP) และเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนที่มีเพลาสกรูแบบอากิเมติส (SAFP30) โดยมีขนาดผ่านศูนย์กลางภายนอก 50 mm และเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 40 mm ความยาว 1.2 m ใบพัดแบบไหลตามแนวแกนชนิด 3 ครีบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 36 mm ใช้มอเตอร์ 24 VDC 150 W เป็นต้นกำลังโดยมีการติดตั้งเพลาสกรูแบบอากิเมติสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 26 mm ระยะพิตซ์ 30 mm ความยาวรวม 300 mm ติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของท่อทางดูดทำการทดลองในช่วงความเร็วรอบ 2,800 - 3,400 RPM เพิ่มขึ้นครั้งละ 100 RPM ที่ระยะยกน้ำ (เสด) 0.25 และ 0.50 m จากการทดสอบพบว่า

1. โดยในทุกๆความเร็วรอบ SAFP30 สามารถเพิ่มอัตราการสูบได้มากกว่า SAFP คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 70.35
2. การใช้กำลังไฟฟ้าเมื่อมีการติดตั้งเพลาสกรูพร้อมกับระดับเสดที่แตกต่างกันส่งผลให้ SAFP30 ใช้กำลังไฟฟ้าสูงกว่า SAFP คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 40.76
3. จากการตรวจวัดอัตราการสูบร่วมกับการใช้กำลังไฟฟ้าจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของระบบสูบ SAFP30 มีประสิทธิภาพสูงกว่า SAFP คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 43.93

6. กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยในครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนวิจัยสถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

เอกสารอ้างอิง

- [1] M. Pipathattakul and V. Thadniam, "Comparison Performance of the Axial Flow Pump With and Without Screw Axle," Engineering Journal of Research and Development, vol. 24, no. 3, pp. 41 – 47, Jun – July, 2013

- [2] J. Charoensuk, C. Khanpakdee, "Sustainable Mixed Flow Water Pump Design for Thai's Agricultural Applications" Faculty Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 2013
- [3] M. Pipathattakul and V. Thadniam, "Effect of Screw Axle Angles on Performance of the Axial Flow Pump." in Proceeding of The 4th TSME International Conference on Mechanical Engineering (TSME-ICoME 2013), Chonburi, Thailand, 2013
- [4] M.A. El Samanody, Ashraf Ghorab and Mamdoh Aboul Fitoh Mostafa, "Investigations on the Performance of Centrifugal Pumps in Conjunction with Inducers," Ain Shams Engineering Journal, Vol. 5, Issue 1, pp 149 – 156, Mar. 2014.
- [5] M. Pipathattakul, S. Laosuwan, M. Lakkana, S. Chungchatupornchai, M. Sriswat and W. Obrom, "Performance Comparison Between 2 and 3 Impeller Blades of The Axial Flow Pump by Screw Axle Technique," Engineering Journal of Research and Development, vol. 27, pp. 31 - 40, Jan – Mar. 2016
- [6] A.T. Sayers, Hydraulic and Compressible Flow Turbo Machines, International ed. McGraw-Hill, Singapore, 1992



นายสิงหา มะโนศรี

นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต มหาวิทาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานพ พิพัฒน์หัตถกุล

สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

งานวิจัยที่สนใจ

1. Performance Enhancement of Heat Exchanger
2. Pumping Systems and CFD
3. Solar Photovoltaic Water Pumping Systems



ดร. จันทิมา รวีลาจเงิน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

งานวิจัยที่สนใจ

1. แบบจำลองการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม
2. ตารางบัญชีรายการของการผลิตโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ป้อนจ่ายการผลิตและผลผลิต (Input-Output Analysis)
3. การผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ 3rd generation fuel