



EFFICIENCY ENHANCEMENT OF THE AXIAL FLOW PUMP BY SCREW AXLE AND COATING

The Engineering Institute of Thailand under H.M. The King's Patronage

การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนด้วยเพลาสกรูและเคลือบผิว  
EFFICIENCY ENHANCEMENT OF THE AXIAL FLOW PUMP BY SCREW AXLE AND COATING

มานพ พิพัฒน์ตกุล<sup>1</sup> ทรงธรรม เหล่าสุวรรณ<sup>1</sup> มนัส ศรีสวัสดิ์<sup>2</sup> และวิฑูรย์ อบรม<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

<sup>2</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

833 ถนนพระราม 1 เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์: 0 – 2104 – 9099 E – mail: manop@pit.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ ศึกษาทดลองการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน (AFP) ด้วยเพลาสกรูและเคลือบผิว เพื่อเปรียบเทียบในกรณีของ AFP ที่ไม่มีเพลาสกรูและเคลือบผิว, AFP ที่มีเพลาสกรู และ AFP ที่มีเพลาสกรูและเคลือบผิว โดยเรียกว่า AFP, AFP1 และ AFP2 ตามลำดับ ระบบทดลองประกอบด้วย AFP ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวท่อดูด 0.12 และ 3.6 เมตร ตามลำดับ ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์เบนซิน ใบพัดชนิด 3 ใบ เพลาสกรู ความยาว 1 เมตร ติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางภายในท่อทางดูด โดยผลการทดลองของ AFP, AFP1 และ AFP2 ด้วยเงื่อนไขการทดลองที่เฮด 1, 1.5 และ 2 เมตร ความเร็วรอบในช่วง 1500 – 4000 rpm เพิ่มขึ้นครั้งละ 500 rpm แสดงให้เห็นว่า AFP, AFP1 และ AFP2 มีประสิทธิภาพสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 10.15, 13.75 และ 16.79 ที่ความเร็วรอบ 3000 rpm ที่เฮด 2 และ 1.5 เมตรตามลำดับ ความเร็วรอบที่ AFP, AFP1 และ AFP2 มีประสิทธิภาพดีที่สุดอยู่ในช่วง 2500 – 3500 rpm โดย AFP1 และ AFP2 ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำเพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 45 – 80 เมื่อเทียบกับ AFP

คำสำคัญ: เครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน, เพลาสกรู, ประสิทธิภาพ, การเคลือบ

ABSTRACT

This research describes to investigate of efficiency enhancement of the axial flow pump (AFP) by screw axle and coating to compare the cases of AFP without screw axle and coating, AFP with screw axle and AFP with screw axle and coating which are called AFP, AFP1 and AFP2 respectively. The experimental system consists of the AFP in which diameter and length of the suction pipe are of 0.12 and 3.60 meter, respectively, driven by using gasoline engine, a 3 blades type of impeller, a screw axle with the length of 1 meter installed at the middle inside the suction pipe. The experimental results of the AFP, AFP1 and AFP2 with the experimental condition of head at 1, 1.5 and 2 meter for the tested rotational speed in the range of 1500 – 4000 rpm with the increment of 500 rpm. It can be shown that the AFP, AFP1 and AFP2 have the maximum efficiency of 10.15, 13.75 and 16.79 % at the rotational speed of 3000 rpm and head of 2 and 1.5 meter respectively. The rotational speeds which have the best efficiency for the AFP, AFP1 and AFP2 are in the range of 2500 – 3500 rpm. The AFP1 and AFP2 have contributed to improve the average efficiency of pumping system in the range of 45 – 80 % when they are compared to the AFP.

**KEYWORDS:** axial flow pump, screw axle, efficiency, coating

Manop Pipathattakul<sup>1</sup>, Songtam Laosuwan<sup>1</sup>, Manus Sriswat<sup>2</sup> and Witoon Obrom<sup>2</sup>

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Pathumwan Institute of Technology

Department of production Engineering, Faculty of Engineering, Pathumwan Institute of Technology

833 Rama 1 Rd., Pathumwan, Bangkok 10330

## 1. บทนำ

เครื่องสูบน้ำ เป็นเครื่องจักรที่ทำหน้าที่เพิ่มพลังงานให้กับของไหลเพื่อให้เกิดการไหลไปยังตำแหน่งที่ต้องการด้วยอัตราการไหลที่กำหนด ซึ่งเครื่องสูบน้ำที่นิยมใช้สำหรับงานทางด้านการเกษตร เป็นเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน (Axial Flow Pump: AFP) หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า “ท่อพญานาค” โดยคุณลักษณะของ AFP ให้อัตราการไหลได้มาก ที่ระยะยกน้ำ (เฮด) ต่ำ สามารถเลือกใช้ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์ ได้ตามความเหมาะสมของพื้นที่ใช้งาน อีกทั้งยังมีน้ำหนักเบาสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ซึ่งโดยปกติ AFP ที่ใช้เครื่องยนต์เป็นต้นกำลัง ต้องมีขนาดกำลังของเครื่องยนต์มากกว่ากำลังสูงสุดของ AFP อย่างน้อย ร้อยละ 30 ดังนั้น ถ้า AFP มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทำให้สามารถดึงกำลังของเครื่องยนต์มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยธนาพล สุขชนะ และชัยยันต์ ใจบุญมา [1] ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของ AFP ด้วยเพลาสกรู พบว่า AFP ที่ทำงานร่วมกับเพลาสกรูจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น จากนั้น มานพ พัทธพัฒน์ และ วินัส ทัดเนียม [2-3] ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของ AFP ด้วยเพลาสกรูและผลกระทบของมุมมองเพลาสกรูที่มีต่อ AFP โดยคิดประสิทธิภาพจากอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ในขณะที่ Xiaorui Cheng and Rennian Li [4] ได้ศึกษาตัวแปรต่างๆ ของเครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยง ที่ทำงานร่วมกับเพลาสกรู และ M.A. El Samanody, Ashraf Ghorab and Mamdoh Aboul Fitooh Mostafa [5] ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงโดยติดตั้งตัวเหนี่ยวนำการไหลที่เป็นแบบเพลาสกรูไว้ทางด้านทางดูด พบว่าตัวเหนี่ยวนำช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้สูงขึ้น ซึ่งในกรณีของการสูบน้ำ ผ่านระบบท่อ การสูญเสียพลังงานเนื่องจากการไหล ขึ้นอยู่กับความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของน้ำกับผิววัตถุ ดังนั้นถ้าสามารถลดความเสียดทานลง ด้วยการทำให้ผิววัตถุ มีความเรียบด้วยสารเคลือบพื้นผิว จะทำให้ความต้องการพลังงานในการผลักดันของไหลลดลง อีกทั้งสารเคลือบผิวยังช่วยยืดอายุการใช้งานอีกด้วย โดย Jeremie, M. [6] ได้ศึกษาการเคลือบผิวเพื่อลดความเสียดทานของการไหล และยืดอายุการใช้งานของเครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยง ในขณะที่ ปฐนัธ มีบุญเกิด และ จำลอง ปราบแก้ว [7] ได้ศึกษาสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงขนาดใหญ่ เปรียบเทียบสมรรถนะก่อนและหลังทำการเคลือบผิว พบว่าหลังจากทำการเคลือบผิวแล้ว เครื่องสูบน้ำมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

จากงานวิจัยต่างๆ ที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า การใช้เพลาสกรูและการเคลือบผิววัตถุด้วยสารเคลือบผิว สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสูบน้ำ ให้สูงขึ้นได้ แต่โดยส่วนใหญ่ ได้ศึกษาการเคลือบผิวในเครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงขนาดใหญ่ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ มีเป้าหมายในการศึกษาทดลอง การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนด้วยการติดตั้งเพลาสกรูทางด้านทางดูด และเคลือบผิวด้านในท่อ, เพลาสกรูรวมถึงใบพัด ด้วยสารเคลือบผิว โดยคิดประสิทธิภาพการทำงานของระบบสูบน้ำ จากอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

## 2. ทฤษฎีในการวิเคราะห์ [8]

ประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำ ที่ใช้เครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน (Axial Flow Pump: AFP) ขึ้นอยู่กับกำลังของ ของไหลที่ AFP สามารถทำได้ (Fluid power,  $P_{out}$ ) โดยคำนวณได้จากสมการที่ (1)

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

$\rho$  = ความหนาแน่นของน้ำ,  $\text{kg/m}^3$

$g$  = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก =  $9.81 \text{ m/s}^2$

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

$H$  = เฮดที่เครื่องสูบน้ำทำงาน,  $\text{m}$

AFP ที่นำมาทดลองใช้เครื่องยนต์เบนซิน Honda GX160 ขนาด 5.5 แรงม้า เป็นต้นกำลัง ดังนั้นสามารถคำนวณกำลังงานที่ระบบสูบน้ำใช้ เนื่องจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง หรือเป็นกำลังงานที่จ่ายให้กับระบบสูบน้ำ (Input power,  $P_{in}$ ) ได้ดังสมการที่ (2)

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

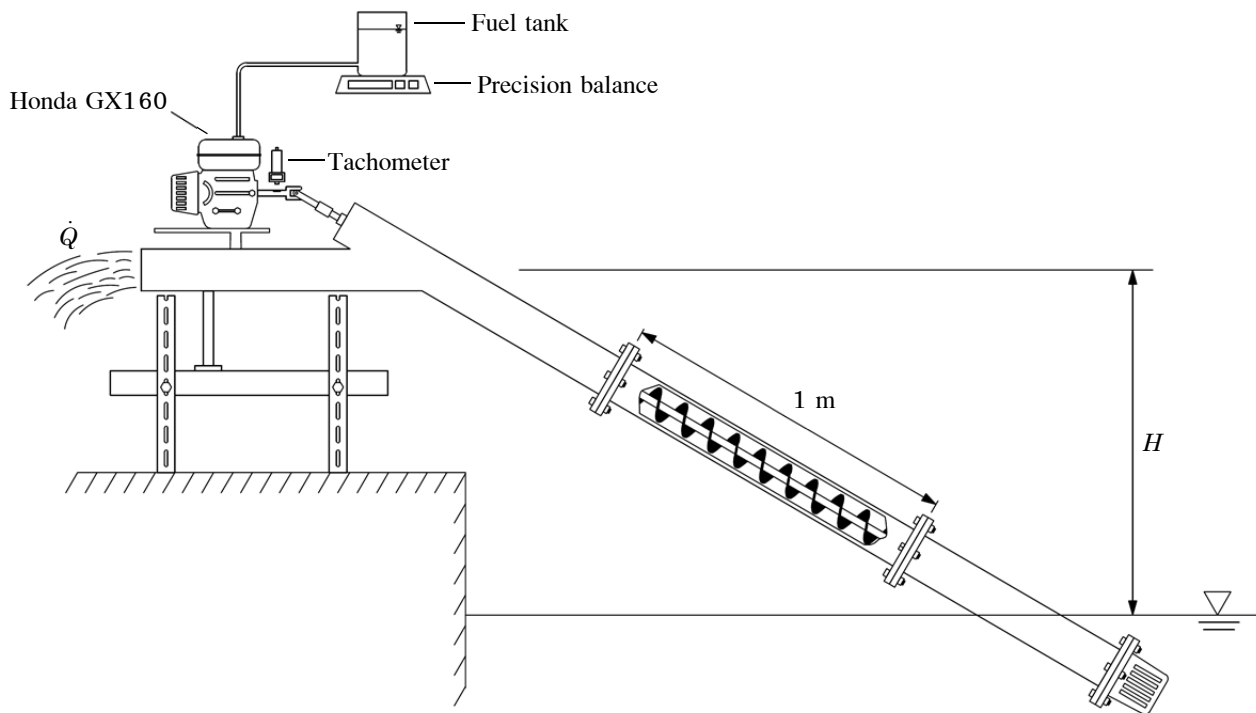
$\dot{m}$  = อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง, kg/s

$HHV$  = ค่าพลังงานความร้อนสูงของเชื้อเพลิง = 47300 kJ/kg

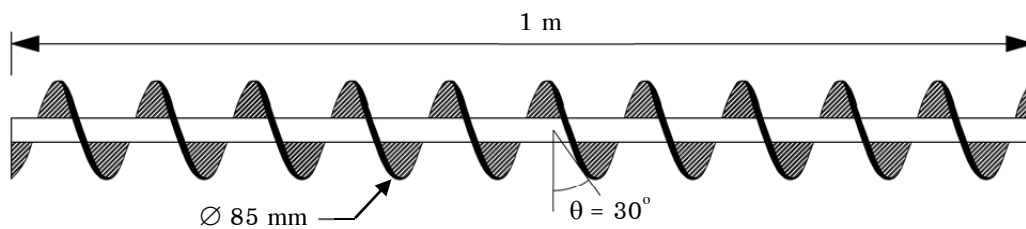
โดยประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำ (Efficiency of pumping system,  $\eta_{sys}$ ) คำนวณได้จากสมการที่ (3)

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

### 3. ชุดทดลองและวิธีการทดลอง



รูปที่ 1 Schematic diagram ของระบบสูบน้ำด้วย AFP



รูปที่ 2 ขนาดของเฟลาสกรู



รูปที่ 3 การติดตั้งระบบสูบน้ำด้วย AFP



รูปที่ 4 การเตรียมผิววัตถุโดยการยิงทราย



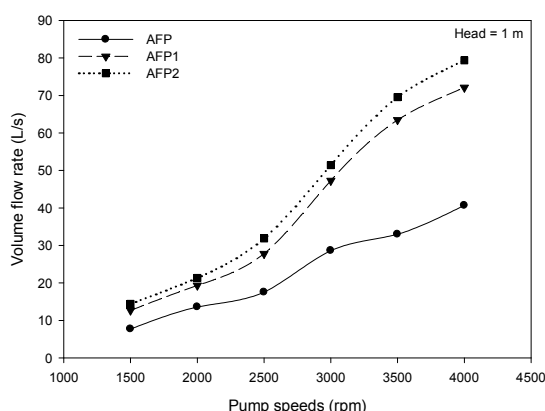
รูปที่ 5 การเคลือบผิววัตถุด้วยสารเคลือบผิว

การเพิ่มประสิทธิภาพของ AFP ด้วยเพลาสกรูและเคลือบผิว มีชุดอุปกรณ์การทดลอง ดังรูปที่ 1 โดย AFP มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้ว (0.12 เมตร) ยาว 3.6 เมตร ใช้ใบพัดแบบ Axial flow ชนิด 3 ใบ ที่มีมุมองศาใบพัด 35 องศา ใช้เครื่องยนต์เบนซิน Honda GX160 ขนาด 5.5 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ในขณะที่ เพลาสกรูทำจากเหล็กกล้า ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 85 มิลลิเมตร มีมุมองศาของเพลาสกรู 30 องศา ความยาวรวม 1 เมตร ดังรูปที่ 2 โดยเพลาสกรู ถูกติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของท่อทางด้านดูด ในการทดลองให้ AFP ทำงานที่ระยะยกน้ำ หรือ เฮด ( $H$ ) เท่ากับ 1, 1.5 และ 2 เมตร โดยในแต่ละเฮด ปรับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ที่ 1500, 2000, 2500, 3000, 3500 และ 4000 rpm ตามลำดับ โดยใช้ Tachometer วัดความเร็วรอบ ในขณะที่ อัตราการไหลเชิงปริมาตร ( $Q$ ) ของ AFP ได้จากการวัด ปริมาณของน้ำ ที่ปลายท่อทางด้านจ่าย และจับเวลาจำนวนทั้งสิ้น 4 ครั้ง แล้วทำการหาค่าเฉลี่ย ส่วนการวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน ได้จากการชั่งมวลของน้ำมัน ก่อนการทำงาน

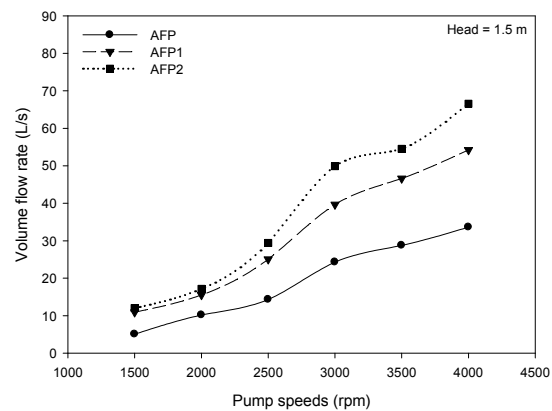
AFP และนำมาซึ่งหลังจาก AFP ทำงานเป็นระยะเวลา 30 นาที ในแต่ละความเร็วรอบ โดยใช้เครื่องชั่งแบบดิจิทัล (Precision balance) จากนั้นทำการคำนวณกำลังของของไหลที่ AFP ทำได้ (Fluid power,  $P_{out}$ ) จากสมการที่ (1) และคำนวณกำลังงานที่ระบบสูบน้ำใช้ เนื่องจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง หรือเป็นกำลังงานที่จ่ายให้กับระบบสูบน้ำ (Input power,  $P_{in}$ ) จากสมการที่ (2) และคำนวณประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำ (Efficiency of pumping system,  $\eta_{sys}$ ) ได้จากสมการที่ (3) โดยการทดลอง เริ่มจากเครื่องสูบน้ำปกติ ที่ไม่มีการติดตั้งเพลาสกรูและไม่มีการเคลือบผิว (AFP) ทำการติดตั้งระบบสูบน้ำด้วย AFP ดังรูปที่ 3 เมื่อทดลองเก็บข้อมูลตามเงื่อนไขต่างๆ ตามที่กำหนดแล้ว จึงนำ AFP มาทำการติดตั้งเพลาสกรูความยาว 1 เมตร ที่ตำแหน่งกึ่งกลางท่อทางด้านดูด (AFP1) แล้วทำการทดลองตามเงื่อนไขเดิมอีกครั้ง จากนั้นนำ AFP1 มาทำการเคลือบผิวส่วนประกอบต่างๆ (AFP2) ซึ่งขั้นตอนก่อนการเคลือบผิว จะเป็นการยิงทราย เพื่อทำความสะอาดพื้นผิวและเพิ่มความสามารถในการยึดเกาะผิวของสารเคลือบ ดังแสดงในรูปที่ 4 จากนั้นทำการเคลือบผิวด้านในท่อ, เพลาสกรู และใบพัด ด้วยสารเคลือบผิว Bauer Evercote 308 epoxy resin ดังแสดงในรูปที่ 5 จากนั้นนำ AFP2 มาทดลองตามเงื่อนไขเดิมอีกครั้ง แล้วจึงทำการเปรียบเทียบผลการทดลอง ของ AFP, AFP1 และ AFP2

#### 4. ผลการทดลอง

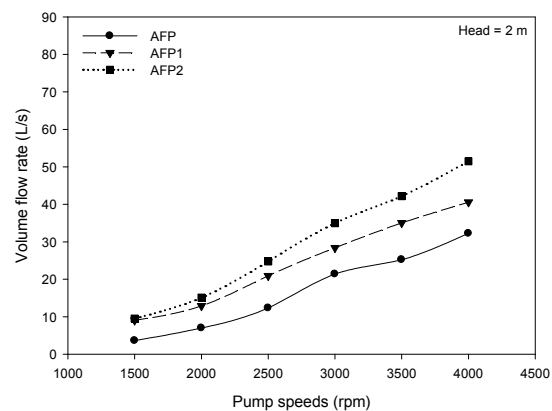
งานวิจัยนี้ ศึกษาทดลองการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน (Axial Flow Pump : AFP) ด้วยเพลาสกรูและเคลือบผิว โดย AFP เป็นเครื่องสูบน้ำตามปกติที่ไม่มีการติดตั้งเพลาสกรู และไม่มีการเคลือบผิว, AFP1 เป็นเครื่องสูบน้ำที่มีการติดตั้งเพลาสกรู และ AFP2 เป็นเครื่องสูบน้ำที่มีการติดตั้งเพลาสกรู และเคลือบผิวด้านในท่อ, เพลาสกรู รวมถึงใบพัด โดยผลที่ได้จากการทดลอง เมื่อพลอตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลเชิงปริมาตร ( $\dot{Q}$ ) ที่เครื่องสูบน้ำสามารถทำได้ ที่ความเร็วรอบต่างๆ ในแต่ละค่าเฮด ได้ดังรูปที่ 6, 7 และ 8 เมื่อเปรียบเทียบ  $\dot{Q}$  ระหว่าง AFP, AFP1 และ AFP2 จะเห็นได้ว่า เครื่องสูบน้ำที่มีการติดตั้งเพลาสกรูและเคลือบผิว สามารถให้  $\dot{Q}$  ได้สูงกว่าในทุกๆ ความเร็วรอบเนื่องจากเพลาสกรูมีส่วนช่วยในการถ่ายทอดกำลังให้กับของไหล อีกทั้งการเคลือบผิวยังช่วยลดการสูญเสียพลังงานในการไหล เนื่องจากความเสียดทาน โดยจะเห็นได้ว่าเพลาสกรูส่งผลในการเพิ่มอัตราการไหล ในอัตราส่วนที่มากกว่าการเคลือบผิว ในขณะที่ การเคลือบผิว ค่อนข้างที่จะส่งผลน้อยในช่วงความเร็วรอบ 1500 – 2000 rpm เนื่องจากมีความเร็วในการไหลต่ำ แต่จะค่อยๆ ส่งผลเพิ่มมากขึ้น เมื่อความเร็วรอบสูงกว่า 2000 rpm เนื่องจากมีความเร็วในการไหลสูงขึ้น โดยเมื่อเครื่องสูบน้ำทำงานที่เฮดสูงขึ้น ทำให้  $\dot{Q}$  ลดลงเนื่องจากต้องใช้พลังงานในการยกน้ำ ขึ้นไปยังระยะเฮดที่ต้องการ โดย AFP, AFP1 และ AFP2 ให้ค่า  $\dot{Q}$  สูงสุด เป็น 40.6, 72.1 และ 79.3 L/s ที่ 4000 rpm และ เฮด 1 เมตร ในขณะที่ให้ค่า  $\dot{Q}$  ต่ำสุดเป็น 3.6, 9.0 และ 9.5 L/s ที่ 1500 rpm และ เฮด 2 เมตร ตามลำดับ



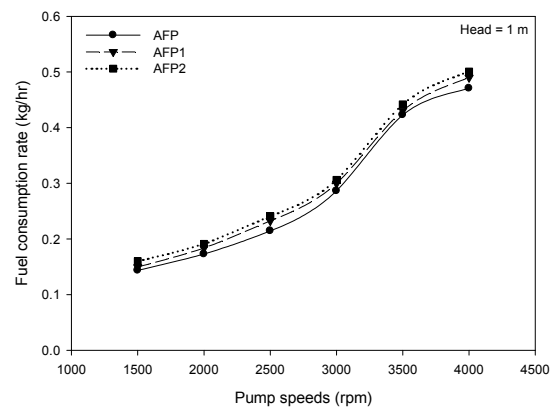
รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและความเร็วรอบของ AFP, AFP1 และ AFP2 ที่เฮด 1 เมตร



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและความเร็วรอบของ AFP, AFP1 และ AFP2 ที่เฮด 1.5 เมตร

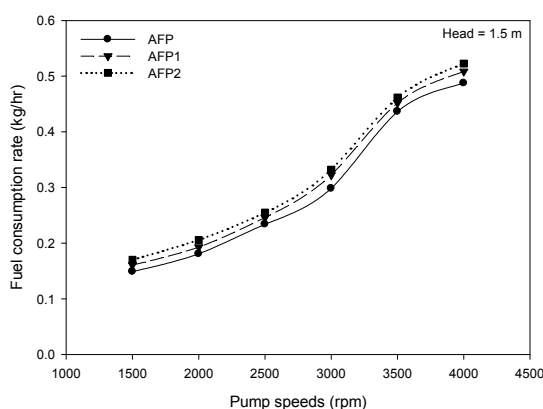


รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและความเร็วรอบของ AFP, AFP1 และ AFP2 ที่เฮด 2 เมตร

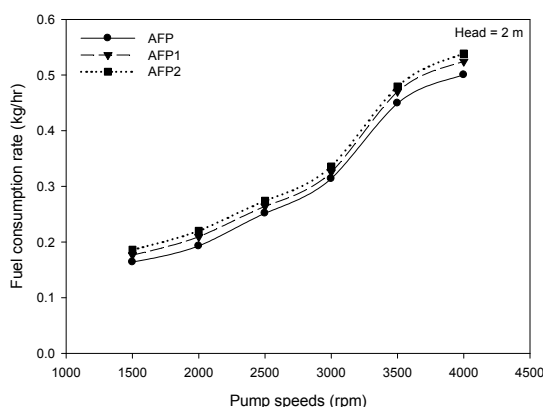


รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันและความเร็วรอบของ AFP, AFP1 และ AFP2 ที่เฮด 1 เมตร

เมื่อพิจารณาถึงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ( $\dot{m}$ ) ของ AFP, AFP1 และ AFP2 ดังรูปที่ 9, 10 และ 11 จะเห็นได้ว่าเมื่อเครื่องสูบน้ำทำงานที่ความเร็วรอบ และเฮดสูงขึ้น จะส่งผลทำให้ต้องการปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้นตาม โดย AFP1 และ AFP2 มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน มากกว่า AFP ในทุก ๆ ความเร็วรอบ เนื่องจากมีภาระการทำงานที่เพิ่มขึ้น ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากน้ำหนักของตัวเพลาสกรูเอง และภาระในการขับเคลื่อนของไหลที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการถ่ายทอดพลังงานของเพลาสกรู รวมถึงการสูญเสียพลังงานในการไหลที่ลดลง เนื่องจากการเคลือบผิว โดยอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน ของ AFP1 และ AFP2 ค่อนข้างที่จะให้ผลที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การเคลือบผิว นอกจากมีส่วนช่วยในการเพิ่มอัตราการไหลให้กับระบบสูบน้ำแล้ว ในขณะเดียวกัน ยังคงให้ค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน ที่ใกล้เคียงกับเครื่องสูบน้ำที่ไม่ได้เคลือบผิว โดย AFP, AFP1 และ AFP2 มี  $\dot{m}$  สูงสุด เป็น 0.50, 0.52 และ 0.54 kg/hr ที่ 4000 rpm และ เฮด 2 เมตร ในขณะที่  $\dot{m}$  ต่ำสุด เป็น 0.14, 0.15 และ 0.16 kg/hr ที่ 1500 rpm และ เฮด 1 เมตร ตามลำดับ



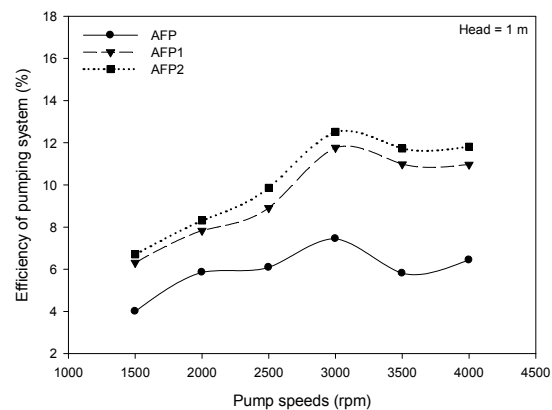
รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันและความเร็วรอบของ AFP, AFP1 และ AFP2 ที่เฮด 1.5 เมตร



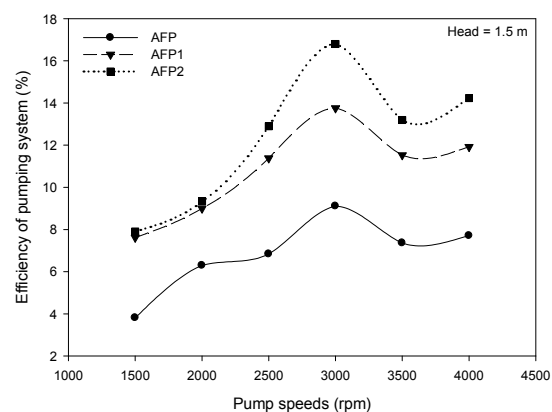
รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันและความเร็วรอบของ AFP, AFP1 และ AFP2 ที่เฮด 2 เมตร

จากรูปที่ 12, 13 และ 14 แสดงประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำ (Efficiency of pumping system,  $\eta_{sys}$ ) ที่ความเร็วรอบต่าง ๆ ที่ เฮด 1, 1.5 และ 2 เมตร เห็นได้ว่าเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน ที่นำมาทดลอง ให้ประสิทธิภาพสูงในช่วงความเร็วรอบ 2500 – 3500 rpm โดย AFP มีประสิทธิภาพสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 10.15 ที่ 3000 rpm และ เฮด 2 เมตร จากนั้น เมื่อทดลองโดยใช้เครื่องสูบน้ำแบบ AFP1 และ AFP2 เห็นได้ว่า ขอบเขตของการทำงานในช่วงที่มีประสิทธิภาพสูง ยังคงอยู่ในช่วง 2500 –

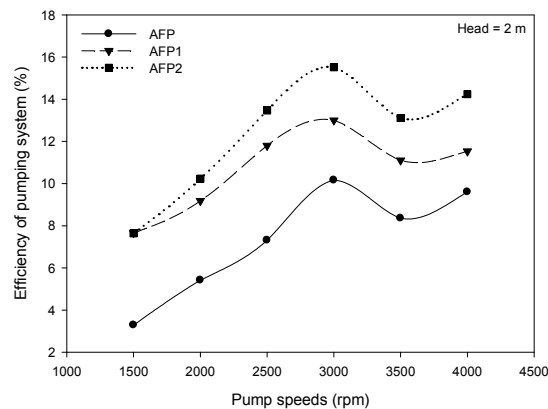
3500 rpm ซึ่ง AFP1 และ AFP2 มีประสิทธิภาพสูงกว่า AFP ในทุกๆ ช่วงความเร็วรอบ แสดงให้เห็นว่า เพลาสกรูและการเคลือบผิว ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำเพิ่มสูงขึ้น โดย AFP1 และ AFP2 มีประสิทธิภาพสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 13.75 และ 16.79 ที่ 3000 rpm และเฮด 1.5 เมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำ ที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยของ AFP1 และ AFP2 ดังแสดงในรูปที่ 15 เห็นได้ว่า AFP1 และ AFP2 ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำให้สูงขึ้นจากเดิม โดยเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 45 – 80 เมื่อเทียบกับ AFP



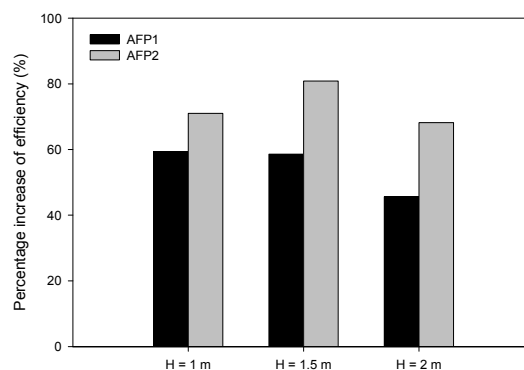
รูปที่ 12 ประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำกับความเร็วน้ำของ AFP, AFP1 และ AFP2 ที่เฮด 1 เมตร



รูปที่ 13 ประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำกับความเร็วน้ำของ AFP, AFP1 และ AFP2 ที่เฮด 1.5 เมตร



รูปที่ 14 ประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำกับความเร็รรอบของ AFP, AFP1 และ AFP2 ที่เฮด 2 เมตร



รูปที่ 15 ประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยของ AFP1 และ AFP2 เมื่อเทียบกับ AFP

## 5. สรุป

งานวิจัยนี้ศึกษาทดลอง การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน (Axial Flow Pump : AFP) ด้วยเพลาสกรูและเคลือบผิว โดยเครื่องสูบน้ำที่นำมาใช้ทดลอง เป็นเครื่องสูบน้ำแบบท่อการเกษตร ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้ว ยาว 3.6 เมตร ใช้ใบพัดแบบ Axial flow ชนิด 3 ใบ ที่มีมุมองศาใบพัด 35 องศา ใช้เครื่องยนต์เบนซิน Honda GX160 ขนาด 5.5 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ทำการทดลอง ที่เฮด 1, 1.5 และ 2 เมตร ความเร็รรอบที่ 1500, 2000, 2500, 3000, 3500 และ 4000 rpm ตามลำดับ โดย AFP เป็นเครื่องสูบน้ำตามปกติที่ไม่มีการติดตั้งเพลาสกรูและไม่มีการเคลือบผิว, AFP1 เป็นเครื่องสูบน้ำที่มีการติดตั้งเพลาสกรู และ AFP2 เป็นเครื่องสูบน้ำที่มีการติดตั้งเพลาสกรูและเคลือบผิว โดยเพลาสกรู มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 85 มิลลิเมตร มีมุมองศาของเพลาสกรู 30 องศา ความยาวรวม 1 เมตร ติดตั้งอยู่ที่กึ่งกลางท่อทางด้านดูด และทำการเคลือบผิวด้านในท่อ, เพลาสกรู รวมถึงใบพัด ด้วยสารเคลือบอีพ็อกซีเรซิน จากผลการทดลองพบว่า

1. อัตราการไหลและอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน แปรผันโดยตรงกับความเร็รรอบ ในขณะที่ อัตราการไหลแปรผกผันกับเฮด
2. AFP1 และ AFP2 มีอัตราการไหลและอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันมากกว่า AFP ในทุกๆ ช่วงความเร็รรอบ โดย AFP1 และ AFP2 มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันที่ใกล้เคียงกัน
3. เพลาสกรูมีส่วนช่วยในการเพิ่มอัตราการไหลในอัตราส่วนที่มากกว่าการเคลือบผิว ในขณะที่การเคลือบผิวจะส่งผลเพิ่มขึ้น

เมื่อความเร็วในการไหลสูงขึ้น

4. ประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำ ด้วย AFP, AFP1 และ AFP2 จะมีค่าสูงในช่วงความเร็วรอบ 2500 – 3500 rpm โดย AFP2 มีประสิทธิภาพสูงสุด คิดเป็น ร้อยละ 16.79 ที่ 3000 rpm และ เฮด 1.5 เมตร
5. ประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำด้วย AFP1 และ AFP2 เพิ่มขึ้นจากเดิมโดยเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 45 – 80 เมื่อเทียบกับ AFP

#### กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ภายใต้โครงการ “วิจัยและพัฒนาคุณภาพเครื่องสูบน้ำเพื่อเพิ่มสมรรถนะให้สูงขึ้นสำหรับภาคการเกษตร”

#### เอกสารอ้างอิง

- [1] ธนาพล สุขชนะ และ ชัยยันต์ ใจบุญมา (2553), การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนด้วยเพลาสกรู, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24
- [2] มานพ พิพัฒน์หัตถกุล และ วินัส ทัดเนียม (2556), การเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนที่มีและไม่มีเพลาสกรู, วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา, 24(3), เมษายน, หน้า 41 – 47
- [3] มานพ พิพัฒน์หัตถกุล และ วินัส ทัดเนียม (2556), ผลกระทบของมุมเพลาสกรูที่มีต่อสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 27
- [4] Xiaorui Cheng and Rennian Li (2012). Parameter equation study for screw centrifugal pump. *Procedia Engineering*, Volume 31, pp. 914-921.
- [5] M.A. El Samanody, Ashraf Ghorab and Mamdoh Aboul Fito Mostafa (2014). Investigations on the performance of centrifugal pumps in conjunction with inducers. *Ain Shams Engineering Journal*, Volume 5, Issue 1, March, pp. 149-156.
- [6] Jeremie, M. Coating Technology Increases Pump Performance. Belzona Polymerics Ltd, Claro Road, Harrogate, North Yorkshire HG1, 2008.
- [7] ปฐนธ์ มีบุญเกิด และ จำลอง ปราบแก้ว (2556), การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะของปั๊มแรงเหวี่ยงขนาดใหญ่ก่อนและหลังการเคลือบภายในเรือนปั๊มและใบพัดด้วยสารเซรามิค, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 27
- [8] A.T. Sayers. Hydraulic and Compressible Flow Turbo machines. McGraw-Hill, Singapore, 1992, pp. 31-63.