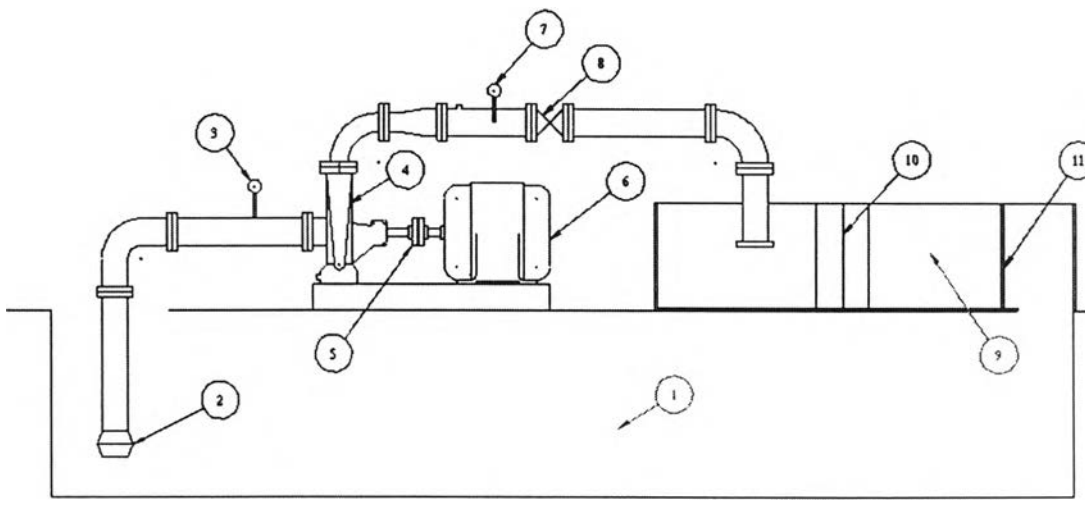
สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การทดลอง

เครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบการทดลองเพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนตำแหน่งขาเข้าของกลีบใบพัดที่มีต่อสมรรถนะของสูบแบบไหลตามแนวรัศมีประกอบด้วย สูบแบบไหลตามแนวรัศมีและมอเตอร์ไฟฟ้า ชุดใบพัดทดสอบจำนวน 3 ใบโดยมีมุมที่ทางออกของกลีบใบ (β_2) 15, 30 และ 45 องศา, Rectangular Weir, อุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้า(คลิปแอมป์), อุปกรณ์วัดความเร็วรอบ (Stroboscope), Vacuum Gauge, Pressure Gauge, ประตูน้ำ เป็นต้น สำหรับรูปและรายละเอียดต่างๆ ของเครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบการทดลองดูได้จากภาคผนวก ก.

4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 4.1 ส่วนประกอบหลักของสูบแบบไหลตามแนวรัศมีที่ใช้ทดลอง

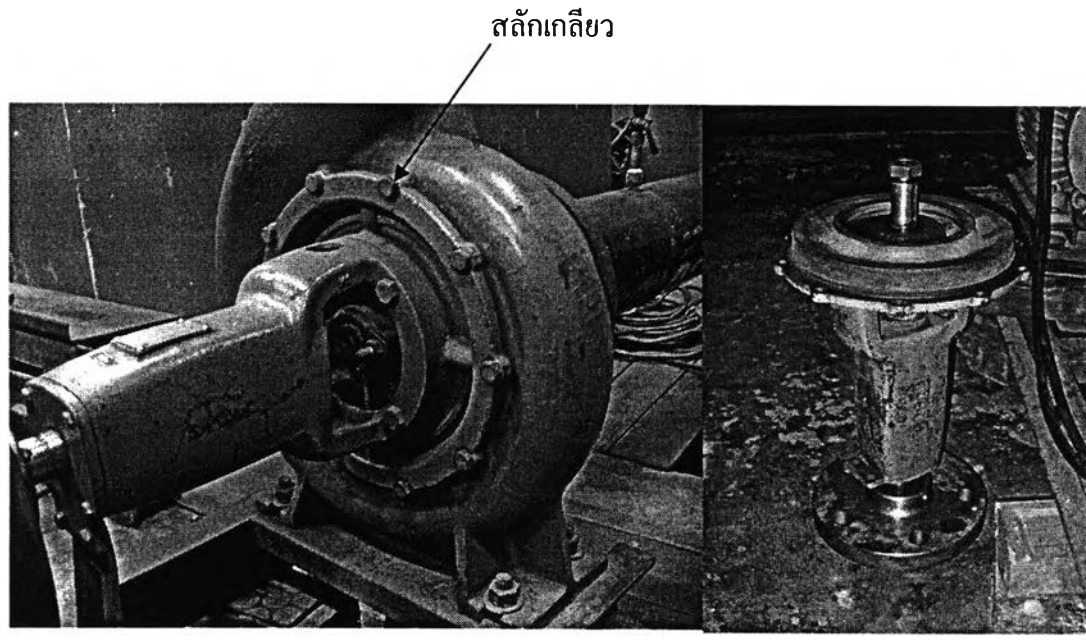
1. *บ่อพักน้ำ* ทำหน้าที่เก็บกักน้ำสำหรับใช้ในการทดลอง
2. *Foot Valve* ทำหน้าที่ป้องกันน้ำไหลย้อนกลับจากสูบลงบ่อพักน้ำ
3. *Vacuum Gauge* ทำหน้าที่วัดความดันสุญญากาศที่ทางเข้า
4. *สูบน้ำ* ทำหน้าที่สูบน้ำสำหรับการทดสอง

5. *Torque Meter* ทำหน้าที่วัดกำลังที่มอเตอร์ส่งเข้าเครื่องสูบประกอบด้วยแผ่น coupling disks 2 แผ่น ด้านหนึ่งติดกับสูบอีกด้านติดกับมอเตอร์
6. *มอเตอร์ไฟฟ้า* ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังที่ใช้ในการสูบน้ำ
7. *pressure gauge* ทำหน้าที่วัดความดันที่ออกจากสูบ
8. *ประตูน้ำ* ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณการไหลของน้ำออกจากสูบ
9. *รางน้ำ* ทำหน้าที่เป็นรางรองรับน้ำที่ไหลออกจากสูบ
10. *ตะแกรงกันกระเพื่อม* ทำหน้าที่ปรับน้ำในรางน้ำให้นิ่ง
11. *weir* ทำหน้าที่วัดปริมาณการไหล

4.2 ขั้นตอนการทดลอง

- ตรวจสอบอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง รวมถึงเครื่องมือวัดต่างๆให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน หลังจากนั้นจึงติดอุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้าและวัดอุณหภูมิของน้ำ

- ติดตั้งใบพัดทดสอบ โดยถอดสลักเกลียวที่ยึดเรือนสูบกับชุดเพลาออก แล้วติดตั้งใบพัดทดสอบเข้ากับแกนเพลาของสูบ

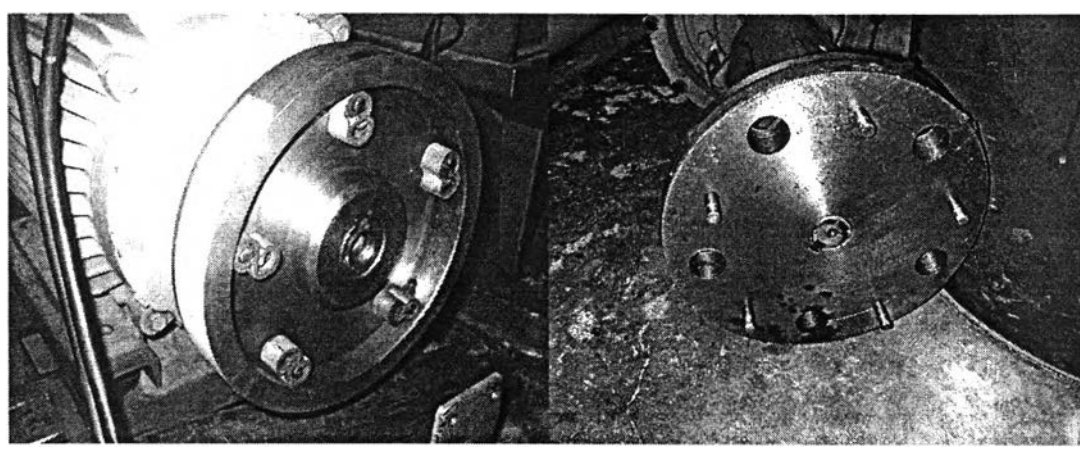


รูปที่ 4.2 (ก) สูบที่ประกบเรียบร้อย **(ข)** ชุดเพลาที่ถอดออกเพื่อเปลี่ยนใบพัด

รูปที่ 4.3 การติดใบพัดเข้ากับชุดเพลา

- ตรวจสอบการติดตั้งใบพัดว่าเข้าที่หรือไม่ โดยหลังจากที่นำชุดเพลาที่ติดตั้งใบพัดสวมกลับเข้าไปในเรือนสูบแล้ว ทำการหมุนแผ่น Coupling Disk ที่ปลายแกนเพลาเพื่อตรวจสอบว่าใบพัดทดสอบสวมเข้าไปในเรือนสูบได้พอดี โดยต้องสามารถหมุนได้โดยไม่ติด (ในกรณีที่หมุนแผ่น Coupling Disk แล้วไม่หมุนหรือมีการติดขัด แสดงว่าใบพัดที่ติดตั้งเข้าไปเบียดเรือนสูบหรือชุดเพลาไม่อยู่ในแนวแกน ให้ทำการขยับชุดเพลาจนสามารถหมุนแผ่น Coupling Disk ได้)

- ใส่สปริงยางสำหรับวัดแรงบิดโดยเกี่ยวเข้ากับหลักของ Coupling Disk ทั้งสองแผ่นเข้าด้วยกัน

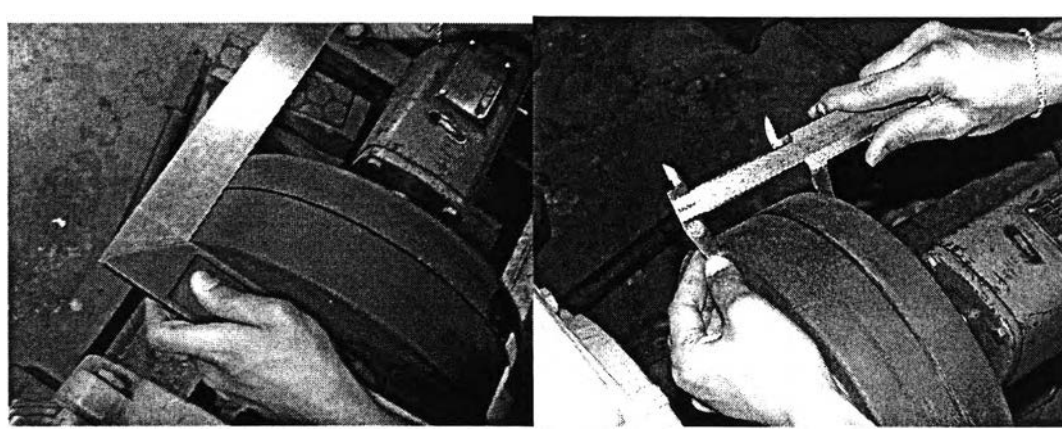


รูปที่ 4.4 หลักของ Coupling Disk

รูปที่ 4.5 การใส่สปริงยาง

- ตั้งศูนย์ของมอเตอร์และสูบน้ำ โดยใช้แผ่นเหล็กรองที่ฐานของมอเตอร์ เพื่อให้แนวของสูบและมอเตอร์อยู่ในแนวเดียวกัน

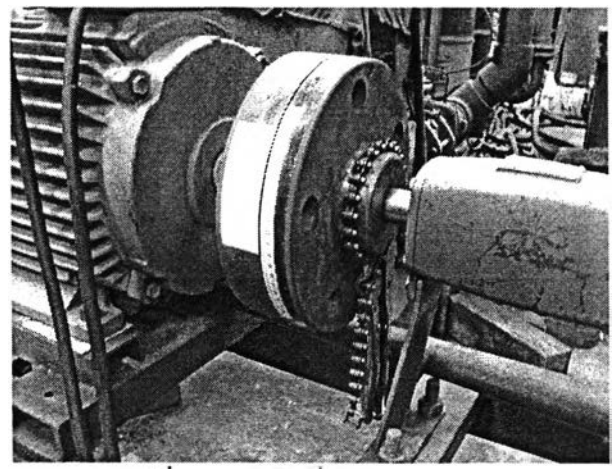
การเล็งแนว เพื่อป้องกันไม่ให้สูบสั่นเวลาเดินเครื่อง จำเป็นต้องมีการเล็งแนวเพลาให้ตรง โดยใช้บรรทัดเหล็กในการวัดผิวสัมผัสของ Coupling Disk ทั้งสองซึ่งต้องอยู่ในระนาบเดียวกัน และใช้เวอร์เนียในการวัดระยะห่างที่ Coupling Disk ทั้งสองแผ่นประกบกัน ซึ่งในการวัดแต่ละด้านต้องไม่แตกต่างกันเกิน 0.1 ม.ม.(ในการประกบแผ่น Coupling Disk ทั้งสอง จะเว้นช่องว่างระหว่างแผ่นซึ่งโดยทั่วไปประมาณ 2 –4 ม.ม.)



รูปที่ 4.6 การเล็งแนว

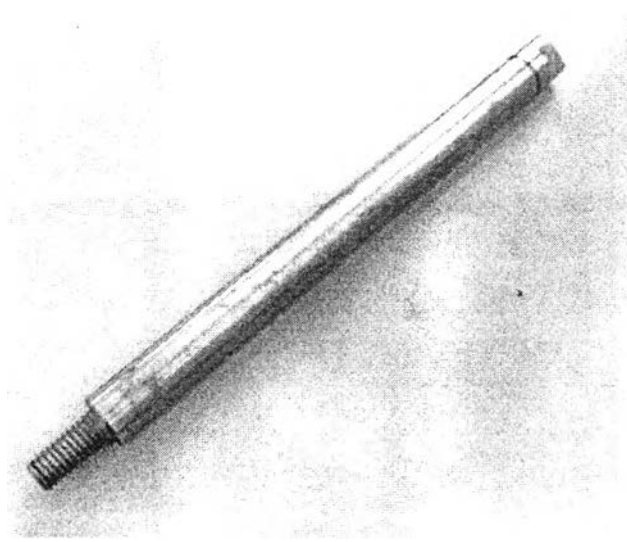
- การปรับเทียบ Torque meter

ยึด Coupling Disk ด้านสูบไม่ให้หมุน โดยใช้คีมล็อกโซ่ยึด Coupling Disk ด้านสูบไม่ให้เคลื่อนที่



รูปที่ 4.7 การยึดที่ Coupling Disk

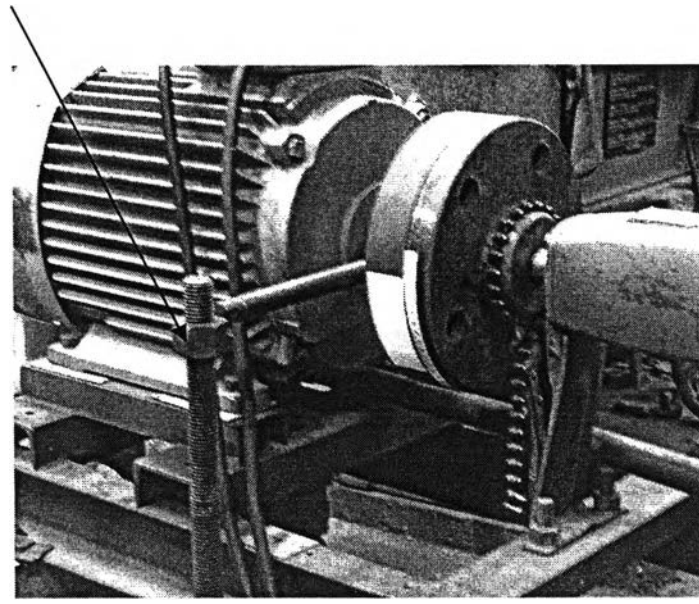
ต่อแขนโมเมนต์เพื่อถ่วงน้ำหนัก โดยนำก้านเหล็กมาต่อเข้ากับ Coupling Disk ด้านมอเตอร์



รูปที่ 4.8 ก้านเหล็กที่ใช้เป็นแขนโมเมนต์สำหรับถ่วงน้ำหนัก

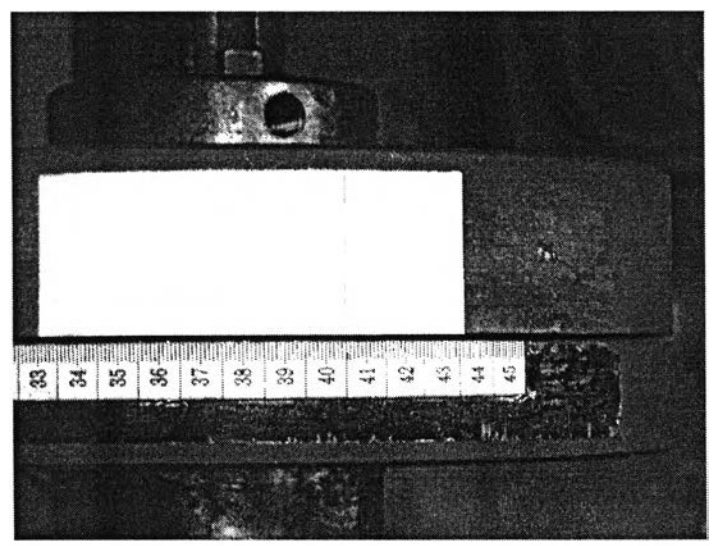
ปรับแขนโมเมนต์ให้ขนานกับพื้นโดยวัดระดับความสูงระหว่างพื้นกับตำแหน่งกึ่งกลางของแกนเพลาโดยใช้อุปกรณ์วัดระดับความสูงแล้วทำการปรับคีมล็อกโซ่จนก้านเหล็กขนานกับพื้น

อุปกรณ์วัดระดับความสูง



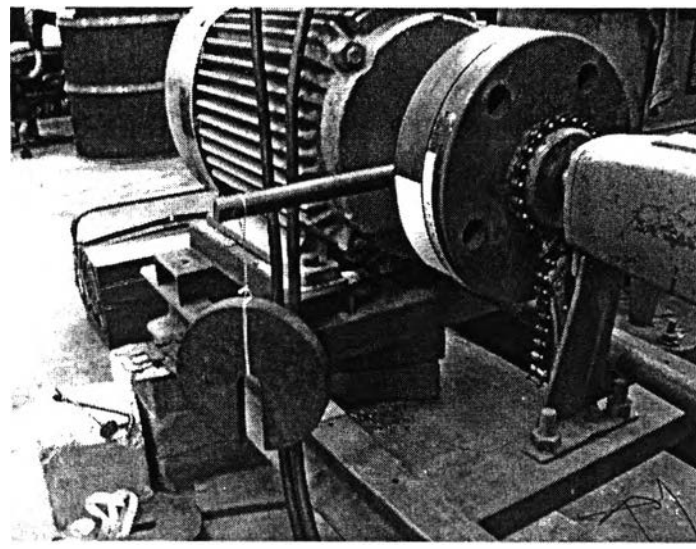
รูปที่ 4.9 อุปกรณ์วัดระดับความสูงและการปรับตำแหน่งก้านเหล็ก

นำสเกลมาติดที่ Coupling Disk ด้านสูบแล้วกำหนดตำแหน่งเริ่มต้น



รูปที่ 4.10 การติดสเกล

ถ่วงน้ำหนักที่ปลายของก้านเหล็กจากนั้นปรับตำแหน่งของก้านเหล็กและน้ำหนักที่แขวนให้ขนานกับพื้นโดยปรับที่คีมล็อกโซ่(โดยตรวจสอบจากอุปกรณ์วัดระดับความสูง) แล้วจึงบันทึกระยะยืดของสปริงยางจากสเกลหลังจากนั้นจึงเพิ่มน้ำหนักที่ถ่วงขึ้น



รูปที่ 4.11 การถ่วงน้ำหนัก

ในการทดลอง การปรับเทียบ Torque meter ทำทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนใบพัดทดสอบและหลังจากที่ทำการทดลองเรียบร้อยแล้วทุกครั้งเพื่อตรวจสอบว่าค่าที่ได้จากการปรับเทียบเท่ากัน ในกรณีที่ไม่เท่ากัน ต้องทำการทดลองใหม่ทั้งหมดโดยเปลี่ยนแผ่นสปริงยางใหม่ และทำการปรับเทียบใหม่อีกครั้งโดยดูเทียบกับผลการปรับเทียบ Torque meter ในภาคผนวก ง แล้วทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง

4.3 การทดลอง

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของการเปลี่ยนตำแหน่งขาเข้าของกลีบใบพัดที่มีต่อสมรรถนะของสูบแบบไหลตามแนวรัศมีโดยนำชุดใบพัดทดสอบที่ได้ออกแบบไว้ติดตั้งเข้ากับสูบแบบไหลตามแนวรัศมีแล้วสูบน้ำเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น จากนั้นถอดใบพัดออกเพื่อกลึงกลีบใบออกทางด้านในให้รัศมีเพิ่มขึ้นครั้งละ 5 ม.ม. แล้วทำการทดสอบสมรรถนะ การกลึงใบนี้ทำทั้งหมด 3 ครั้ง

ในการทดลองได้ทำการวัดค่าระดับความสูงของน้ำจาก weir ความดันขาเข้าจาก vacuum gauge ความดันขาออกจาก pressure gauge ระยะยืดของสปริงยางโดยดูจากการส่องด้วย stroboscope ที่สเกลบนแผ่น Coupling Disk กระแสไฟฟ้าที่ใช้งานจากคลิปแอมป์ เพื่อนำมาคำนวณหาอัตราการสูบ หัวรวมของสูบ กำลังที่เพลาของสูบ และประสิทธิภาพ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- เติมน้ำเข้าสูบ(หมายเลข 4) โดยน้ำจะเข้าไปขังในสูบโดยไม่ไหลย้อนกลับลงบ่อพักน้ำ (หมายเลข 1) เนื่องจาก foot valve(หมายเลข 2)
- ตั้งศูนย์ที่ Hook Gauge โดยเปิดสวิตช์มอเตอร์ไฟฟ้า(หมายเลข 6) ขับสูบเพื่อส่งน้ำเข้ามาในรางน้ำ(หมายเลข 9) ให้ไหลล้นผ่าน Weir(หมายเลข 11) เพียงเล็กน้อยแล้วปิดสวิตช์มอเตอร์ไฟฟ้า รอจนระดับน้ำลดลงมาถึงฐานของ Weir และน้ำไม่ไหลผ่านอีก แล้วจึงปรับตำแหน่งของเข็มให้อยู่ในระดับเดียวกับระดับน้ำ หลังจากนั้นจึงปรับตำแหน่งศูนย์ที่ Hook Gauge

รูปที่ 4.12 การตั้งศูนย์ที่ Hook Gauge

- เดินเครื่องสูบน้ำเพื่อบันทึกผลการทดลอง โดยเปิดประตูน้ำ(หมายเลข 8)ไปที่ตำแหน่งเปิดสุดแล้วบันทึกค่าที่ตำแหน่งต่างๆดังนี้ ระดับความสูงของน้ำจาก Hook Gauge ความดันขาเข้าจาก vacuum gauge(หมายเลข 3) ความดันขาออกจาก pressure gauge(หมายเลข 7) ความเร็วรอบและระยะยืดของสปริงยางที่ Torque meter(หมายเลข 5) จาก stroboscope กระแสไฟฟ้าที่ใช้งานจากคลิปแอมป์ หลังจากนั้นปิดประตูน้ำลงทีละขั้นแล้วบันทึกค่าต่างๆอีกครั้ง ทำลักษณะนี้จนประตูน้ำปิดสนิท
- หยุดเดินเครื่องสูบน้ำ เพื่อเปลี่ยนใบพัดทดสอบ

4.4 การคำนวณ

ผลการทดลองที่ได้นำมาคำนวณหาค่าต่างๆดังนี้

- นำระดับความสูงของน้ำ (y) มาคำนวณหาอัตราการสูบ (Q) โดยใช้สมการ(2.43)
- นำความดันขาเข้าและออกสูบ (p_i, p_o) มาคำนวณหาหัวรวมของสูบ (H_p) โดยใช้สมการ (2.28) โดยต้องรวมผลของหัวที่เกิดขึ้นในท่อได้แก่ ท่อตรงที่ตำแหน่งทางเข้าโดยใช้สมการ (2.32) ท่องอ 90 องศาโดยใช้สมการ (2.36) ท่อขยายขนาดโดยใช้สมการ (2.37) และท่อตรงที่ตำแหน่งทางออกโดยใช้สมการ(2.32)
- นำอัตราการสูบและหัวรวมของสูบที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 และ 2 มาคำนวณหากำลังที่ได้รับจากน้ำ (L_w) โดยใช้สมการ $L_w = \gamma Q H_p$
- นำระยะยืดของสปริงยางมาคำนวณหากำลังที่เพลาของสูบ (L_p) โดยใช้สมการ $L_p = T\omega$
- นำกำลังที่ได้รับจากน้ำและกำลังที่เพลาของสูบจากขั้นตอนที่ 3 และ 4 มาคำนวณหาประสิทธิภาพ (η) โดยใช้สมการ(2.21)
- นำผลการคำนวณที่ได้มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์โดยเทียบกับอัตราการสูบที่เกิดขึ้น
- ที่จุดที่มีประสิทธิภาพสูงสุดของแต่ละกราฟ นำหัวรวมของสูบและอัตราการสูบมาคำนวณหาความเร็วจำเพาะโดยใช้สมการ(2.24)