มอร. 220 – 0002 – 0251

การทดสอบเพื่อยอมรับเครื่องสูบแบบแรงเหวี่ยง

มาตรฐานงานช่าง กรมอู่ทหารเรือ

มอร. 220 – 0002 – 0251

การทดสอบเพื่อยอมรับเครื่องสูบแบบแรงเหวี่ยง

แก้ไขครั้งที่.....เมื่อ.....

แก้ไขครั้งที่.....เมื่อ.....

แก้ไขครั้งที่.....เมื่อ.....

ประกาศกรมอู่ทหารเรือ

เรื่อง กำหนดมาตรฐานงานช่าง กรมอู่ทหารเรือ

.....

อาศัยอำนาจตามความในข้อ ๗.๓ และ ข้อ ๑๒ แห่งระเบียบ กรมอู่ทหารเรือ ว่าด้วยมาตรฐานงานช่าง พ.ศ. ๒๕๕๑ เจ้ากรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ จึงให้ยกเลิกมาตรฐานงานช่าง กรมอู่ทหารเรือ มอร. ๒๒๐ - ๐๐๐๒ - ๑๐๓๒ การทดสอบเพื่อยอมรับเครื่องสูบแบบแรงเหวี่ยง ซึ่งประกาศใช้เมื่อปี พ.ศ.๒๕๓๒ และให้ใช้ มาตรฐานงานช่าง กรมอู่ทหารเรือ มอร. ๒๒๐ - ๐๐๐๒ - ๐๒๕๑ การทดสอบเพื่อยอมรับเครื่องสูบแบบแรงเหวี่ยง ดังรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๑

พล.ร.ต.รศ.

(พงศ์สรร ถวิลประวัติ)

จก.กพช.อร.

รายการแก้ไข

หมายเลขหน้า การแก้ไขครั้งที่

บันทึกการแก้ไข

วัน เดือน ปี	รายการแก้ไข

มาตรฐานงานช่างกรมอู่ทหารเรือ

การทดสอบเพื่อยอมรับเครื่องสูบแบบแรงเหวี่ยง

(Centrifugal Pump Acceptance Test)

1. เอกสารอ้างอิง

1.1 ISO 2548, Centrifugal, mixed flow and axial pumps, Code for acceptance test – Class C

1.2 ISO 9906, Rotodynamic pumps – Hydraulic performance acceptance tests – Grades 1 and 2

1.3 Hydraulic Institute Standards for Centrifugal, Rotary & Reciprocating Pump

2. ความมุ่งหมาย

เพื่อกำหนดวิธีการทดสอบเครื่องสูบแบบแรงเหวี่ยง เพื่อการยอมรับใช้ราชการเครื่องสูบที่จัดหามาใหม่ หรือที่ผ่านการซ่อมทำมาแล้ว ว่าจะมีสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ที่ได้กำหนด หรืออกแบบไว้แล้วหรือไม่

3. ขอบเขต

มาตรฐานนี้ใช้กับเฉพาะเครื่องสูบแบบแรงเหวี่ยง ของเหลวที่ส่งคือ น้ำจืด หรือน้ำทะเล ซึ่งสามารถใช้น้ำจืดทดสอบแทนได้

4. ผู้มีหน้าที่ทำการทดสอบ และเป็นพยานการทดสอบ

4.1 ผู้มีหน้าที่ทำการทดสอบเครื่องสูบ ได้แก่

4.1.1 โรงงานปรับซ่อมเครื่องยนต์ กงน.อธบ.อร.

4.1.2 โรงงานทดสอบเครื่อง กรก.อจปร.อร.

4.1.3 โรงงานทดสอบเครื่อง กรก.อรม.อร.

4.1.4 หมวดทดสอบเครื่องยนต์ กรง.ฐท.สส.

4.2 ตลอดเวลาของการทดสอบจะต้องมีเจ้าหน้าที่ของหน่วยควบคุมคุณภาพร่วมบันทึกข้อมูลในการทดสอบเพื่อนำไปประเมินค่าต่อไป

5. ข้อมูลที่ต้องบันทึกระหว่างการทดสอบ

5.1 อัตราการไหลของของเหลวที่ออกจากเครื่องสูบ (Discharge Flow Rate)

5.2 ความสูงของของเหลวทั้งหมดที่เครื่องสูบต้องสูบส่ง (Total Pump Head)

5.3 ความเร็วรอบหมุนของเครื่องสูบ (Running Speed)

5.4 กำลังงานขับเครื่องสูบ หรือกำลังงานขาเข้า (Driven Torque or Input Power)

5.5 ประสิทธิภาพของเครื่องสูบ (Pump Efficiency)

5.6 ความสูงของของเหลวดูดบวกสุทธิ (Net Positive Suction Head, NPSH)

โดยหัวข้อ 5.4 – 5.6 อาจจะวัดหรือไม่ก็ได้ขึ้นอยู่กับเครื่องมือวัดที่มี และข้อมูลประจำตัวของเครื่องสูบที่มีระบุไว้

6. วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

6.1 น้ำที่ใช้ในการทดสอบควรเป็นน้ำจืดที่สะอาดและเย็นที่มีคุณสมบัติดังนี้

6.1.1 อุณหภูมิไม่ควรเกิน 40° C

6.1.2 ความหนืดไม่เกิน 1.75×10^{-6} m^2/s

6.1.3 ความหนาแน่นไม่เกิน 100 kg/m^3

6.1.4 มีของแข็งแขวนลอยไม่เกิน 2.5 kg/m^3

6.1.5 มีของแข็งละลายไม่เกิน 50 kg/m^3

6.2 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล สามารถใช้เทคนิคในการวัดได้หลายอย่าง เช่นการใช้ถังวัด, Orifice Plate, Venturi Tube, Nozzle, Notch หรือ Weir แต่ในมาตรฐานนี้จะกล่าวเฉพาะวิธีใช้ถังวัดเท่านั้น

6.3 อุปกรณ์วัดความสูงของของเหลวรวมของเครื่องสูบ สามารถวัดโดยใช้เกจวัดความดัน (Pressure Gauge) หรือมาโนมิเตอร์ (Manometer) วัดในรูประดับความสูงของของเหลว

6.4 อุปกรณ์วัดความเร็วรอบ ใช้เครื่องวัดความเร็วรอบแบบสัมผัส หรือเครื่องวัดความเร็วรอบแบบใช้แสงในกรณีเครื่องสูบที่ไม่มีจุดที่สามารถสัมผัสวัดการหมุนได้

6.5 อุปกรณ์วัดกำลังงานขาเข้า

6.5.1 สำหรับเครื่องยนต์ขับ ต้องวัดแรงบิด (Torque) และความเร็วรอบเพื่อนำมาคำนวณกำลังงานของเครื่องยนต์ขับ แรงบิดของเครื่องยนต์สามารถวัดได้โดยใช้ Dynamometer

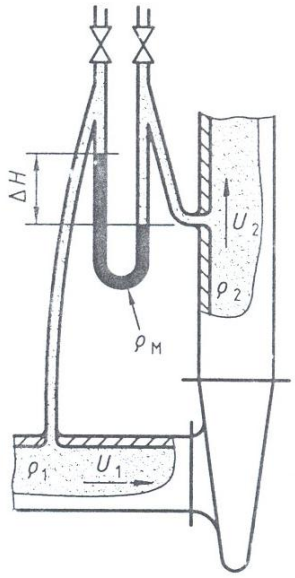
6.5.2 สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าขับ สามารถวัดกำลังไฟฟ้าเข้ามอเตอร์ด้วยเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Watt Meter) แล้วนำมาคูณด้วยประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่ทราบ ออกเป็นกำลังงานขาเข้าของเครื่องสูบได้

7. วิธีการทดสอบ

7.1 วัดอัตราการไหลโดยวิธีใช้ถังวัดให้เก็บน้ำที่ส่งจากเครื่องสูบลงใส่ถังวัดซึ่งสามารถบอกปริมาตรได้แน่นอน และจับเวลาที่ใช้ในการที่น้ำถูกสูบเติมถึงปริมาตรนั้น นำไปคำนวณอัตราการไหล

7.2 ติดตั้งอุปกรณ์วัดความสูงของของเหลวทั้งหมดที่เครื่องสูบต้องสูบส่งสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

7.2.1 วัดความสูงของของเหลวทั้งหมดที่เครื่องสูบต้องสูบส่งโดยตรงใช้ Manometer ตามรูปที่ 1 อ่านค่าความแตกต่างของระดับของเหลวในหลอดแก้วรูปตัว U (ΔH) เพื่อนำไปคำนวณความสูงของของเหลวทั้งหมดที่เครื่องสูบต้องสูบส่งต่อไป

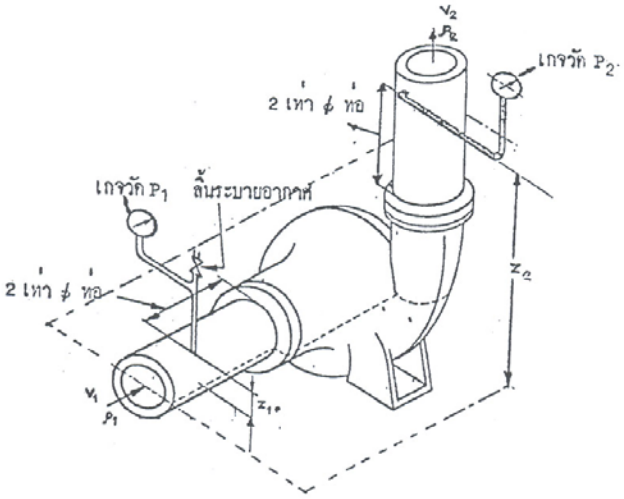


ถ้า $\rho_1 = \rho_2$

ดังนั้น $H = \left(\frac{\rho_M - \rho_1}{\rho_1} \cdot \Delta H \right) + \left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \right)$

รูปที่ 1

7.2.2 วัดความสูงของของเหลวทั้งหมดที่เครื่องสูบต้องสูบส่งโดยตรงใช้เกจวัดความดันตามรูปที่ 2



ถ้า $\rho_1 = \rho_2$ ดังนั้น

$$H = H_d - H_s = \frac{(P_2 - P_1)}{\rho_1 g} + (Z_2 - Z_1) + \frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2g}$$

เมื่อ $H_s = \frac{P_1}{\rho_1 g} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g}$

หรือ $H_d = \frac{P_2}{\rho_2 g} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g}$

รูปที่ 2

อ่านค่าความดันขาเข้าและออก (P_1 และ P_2) วัดความต่างระดับของเกจวัดความดัน ($Z_1 - Z_2$) เพื่อนำไปคำนวณความสูงของของเหลวทั้งหมดที่เครื่องสูบต้องสูบส่งต่อไป

8. วิธีการคำนวณ และวิเคราะห์ผลการทดสอบ

8.1 การคำนวณอัตราการไหลจากการวัดโดยใช้ถังวัด

$Q = \frac{V}{t}$ เมื่อ Q เป็นอัตราการไหล

V เป็นปริมาตรน้ำที่กำหนดในถังวัด

t เป็นเวลาที่ใช้ในการสูบให้ได้ปริมาตรน้ำตามที่กำหนด

8.2 การคำนวณความสูงของของเหลวทั้งหมดที่เครื่องสูบต้องสูบส่ง

ความสูงของของเหลวทั้งหมดที่เครื่องสูบต้องสูบส่งเป็นผลรวมของความสูงความดัน, ความสูงความเร็ว และความสูงระดับ หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นผลต่างของความสูงขาออกและความสูงขาเข้า

8.2.1 ถ้าใช้ Manometer ตามรูปที่ 1

$$H = \left(\frac{\rho_M - \rho_1}{\rho_1} \cdot \Delta H \right) + \left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \right) \text{ ถ้า } \rho_1 = \rho_2$$

เมื่อ H เป็นความสูงของของเหลวทั้งหมด

ρ_M เป็นความหนาแน่นของของเหลวที่ใช้วัดใน Manometer เช่นปรอท (ปรอทมีค่า ρ_M = 13.55 g/cm^3 หรือ 13.55 x 10^3 kg/m^3)

ρ_1, ρ_2 เป็นความหนาแน่นของน้ำที่ใช้ทดสอบด้านเข้าและออกตามลำดับที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 10 kg/m^3

ΔH เป็นผลต่างระดับของของเหลวที่ใช้วัดใน Manometer

V_1, V_2 เป็นความเร็วของน้ำที่ไหลในท่อขาเข้าและขาออกตามลำดับ สามารถหาค่าได้จากการคำนวณโดยนำอัตราการไหล (Q) หารด้วยพื้นที่หน้าตัดภายใน (Cross Section Area) ของท่อขาเข้าและออกตามลำดับ

g เป็นความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีค่า 9.81 m/s^2

8.2.2 ถ้าใช้เกจวัดความดันตามรูปที่ 2

$$H = H_d - H_s$$

$$H = \frac{(P_2 - P_1)}{\rho_1 g} + (Z_2 - Z_1) + \frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2g}$$

เมื่อ P_1, P_2 เป็นความดันที่อ่านได้จากเกจวัดความดันที่ติดตั้งที่ท่อทางเข้าและออกตามลำดับ

ρ_1 เป็นความหนาแน่นของน้ำ ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 10 kg/m^3

V_1, V_2 เป็นความเร็วของน้ำที่ไหลในท่อขาเข้าและขาออกตามลำดับ

$Z_2 - Z_1$ เป็นความต่างระดับของจุดที่ใช้ต่อเกจวัดความดัน หากจุดต่อเกจวัดความดันอยู่ในระดับเดียวกันก็จะมีค่าเป็นศูนย์

g เป็นความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีค่า 9.81 m/s^2

8.3 การคำนวณกำลังงานขับเครื่องสูบ หรือกำลังงานขาเข้า

8.3.1 เครื่องยนต์ขับ คำนวณกำลังขับเป็น kW ได้จากสมการต่อไปนี้

$$P\ (kW) = 16.66 \times T \times rpm$$

เมื่อ T เป็นแรงบิด (N.m)

8.3.2 มอเตอร์ไฟฟ้า วัด kW ของมอเตอร์หรือวัดแรงดัน ได้จากสมการ

$$P\ (kW) = VI \cos\theta \times \eta$$

เมื่อ V เป็นแรงดันไฟฟ้า (Volts)

I เป็นกระแสไฟฟ้า (Ampere)

η เป็นประสิทธิภาพของมอเตอร์ (%)

8.4 การคำนวณประสิทธิภาพเครื่องสูบ ทำได้โดยนำกำลังน้ำที่ได้ (P_w) หารด้วยกำลังงานขับ (P) คิดเป็นเปอร์เซนต์

$$\eta = \frac{P_w}{P} \times 100\ \%$$

เมื่อ P_w เป็นกำลังน้ำที่ได้ = $\frac{Q.H.\rho.g}{5312}$ kW

P เป็นกำลังขับเครื่องสูบ

8.5 การคำนวณความสูงของของเหลวดูดบวกสุทธิ (NPSH)

$$NPSH_{pump} = \frac{P_a}{\rho g} - \frac{P_v}{\rho g} - H_{ls}$$

เมื่อ P_a เป็นความดันบรรยากาศ มีค่าเท่ากับ 90.370 N/m^2

P_v เป็นความดันไอของน้ำที่อุณหภูมิห้อง มีค่าเท่ากับ 2340 N/m^2

H_{ls} เป็นความสูงสูญเสีย (Head Loss) ที่เกิดจากการไหลผ่านท่อทางดูด ซึ่งจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้น

เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปรากฏการณ์ Cavitations ซึ่งจะมีผลเสียต่อการทำงานของเครื่องสูบ NPSH ของเครื่องสูบที่คำนวณได้จะต้องมีค่ามากกว่าความสูงของของเหลวดูดบวกสุทธิที่กำหนดมาประจำตัวเครื่องสูบ

9. เกณฑ์การยอมรับ และการรายงานผล

9.1 ให้เปรียบเทียบผลการทดสอบที่ได้ คืออัตราการไหล, ความสูงของของเหลวทั้งหมดที่เครื่องสูบต้องสูบส่ง, กำลังงานขับเครื่องสูบ หรือประสิทธิภาพของเครื่องสูบ (และ NPSH) กับข้อมูลจากข้อกำหนด หรือเส้นโค้งลักษณะการทำงาน (Performance Chart) และ NPSH ณ ความเร็วรอบต่าง ๆ ที่ระบุมาประจำตัวของเครื่องสูบ ถ้าค่าที่ได้จากการทดสอบไม่ต่ำกว่าข้อมูลประจำตัวเครื่องสูบเกิน 10% ตลอดย่านเส้นโค้งการทำงานให้ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ใช้ราชการได้

9.2 การรายงานผลการทดสอบ ให้ระบุอัตราการไหล, ความสูงของของเหลวทั้งหมดที่เครื่องสูบต้องสูบส่ง, กำลังงานขับเครื่องสูบ หรือประสิทธิภาพของเครื่องสูบ (และ NPSH) ที่ทดสอบได้กับค่าที่ระบุในข้อกำหนด ณ จุดการทำงานของเครื่องสูบ หรือหากทดสอบได้ค่าสภาวะการทำงานที่จุดต่าง ๆ มากพอ ให้นำข้อมูลนั้นมาวาดกราฟ โดยมีอัตราการไหลเป็นแกนนอน (X – Axis) และความสูงของของเหลวทั้งหมดที่เครื่องสูบต้องสูบส่ง, กำลังงานขับเครื่องสูบ หรือประสิทธิภาพของเครื่องสูบ (และ NPSH) เป็นแกนตั้ง (Y- Axis) ตามแบบบันทึกการทดสอบเครื่องสูบน้ำ และแบบกราฟต่อท้ายมาตรฐานนี้

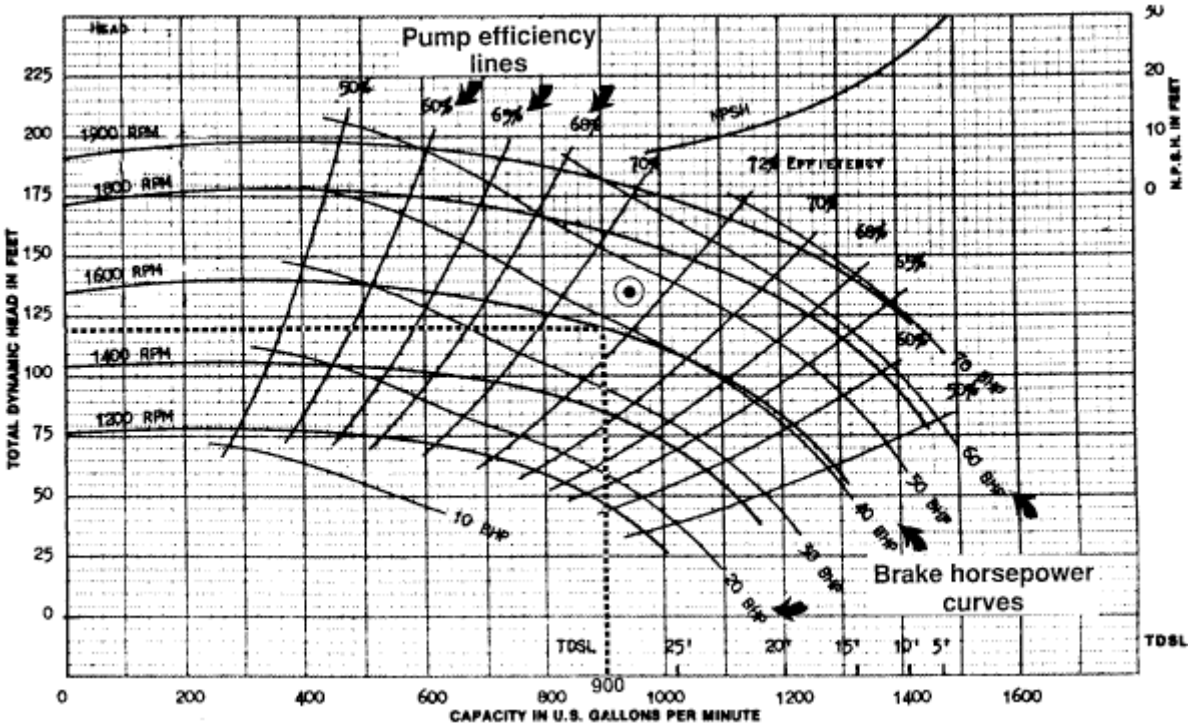
10. สัญลักษณ์ที่ใช้ในมาตรฐาน

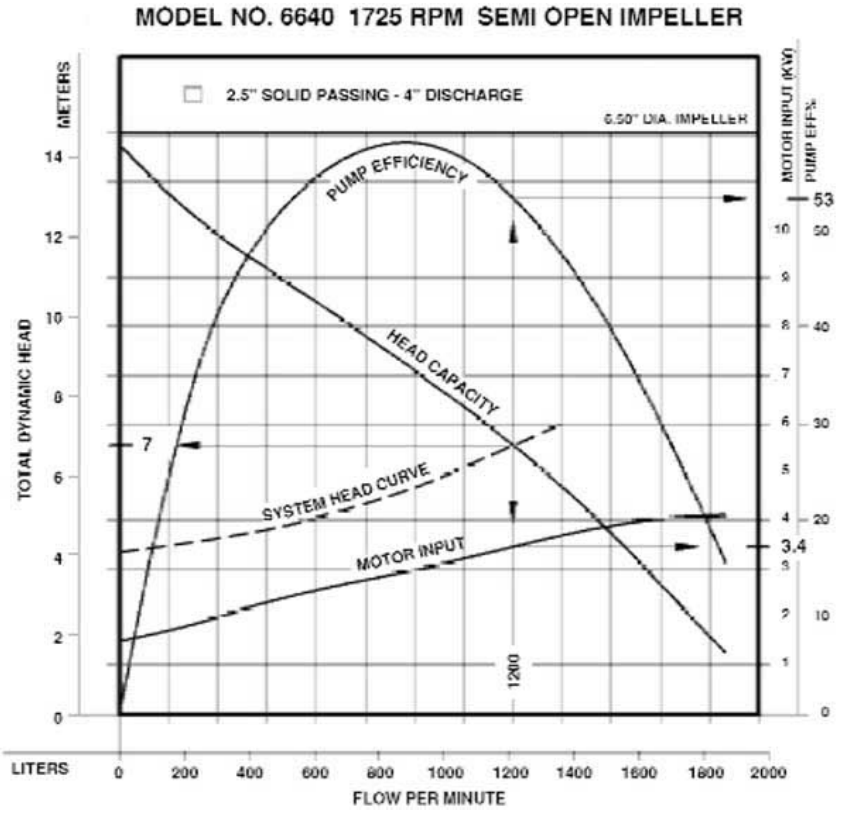
สัญลักษณ์	ปริมาณ	หน่วย	อธิบายความ
V	ปริมาตร	m^3	ปริมาณของน้ำในถังวัดในช่วงเวลา t
t	เวลา	s	เวลาที่ปล่อยให้เครื่องสูบน้ำลงถัง
Q	อัตราการไหล	m^3/s	ปริมาตรน้ำเฉลี่ยที่เครื่องสูบน้ำได้ต่อหน่วยเวลา
H	ความสูง	m	พลังงานในรูปความสูงของของไหลซึ่งในที่นี้คือความสูงของน้ำ ความสูงของของไหลรวมหรือพลังงานรวมนั้นเกิดจากผลรวมของพลังงานในรูปของความดันของของไหล ในรูปความเร็วจากการไหล และในรูประดับของของไหล
ΔH	ความสูงต่างระดับ	m	ความต่างระดับของของไหล เช่นปรอทที่ใช้เป็นตัววัดระดับในหลอดแก้วรูปตัว U ของ Manometer
Hs	ความสูงด้านดูด	m	พลังงานในรูปความสูงของของไหลที่ด้านดูด
H_d	ความสูงด้านส่งออก	m	พลังงานในรูปความสูงของของไหลที่ด้านส่งออก
ρ_1	ความหนาแน่นของน้ำด้านเข้าสู่เครื่องสูบ	kg/m^3	มวลของน้ำต่อหน่วยปริมาตรด้านเข้า
ρ_2	ความหนาแน่นของน้ำด้านเข้าออกจากเครื่องสูบ	kg/m^3	มวลของน้ำต่อหน่วยปริมาตรด้านออก
ρ_M	ความหนาแน่นของของเหลวที่ใช้วัดระดับใน Manometer	kg/m^3	มวลต่อหน่วยปริมาตรของของเหลว เช่นปรอทที่ใช้เป็นตัววัดระดับในหลอดแก้วรูปตัว U ของ Manometer
V_1	ความเร็วของน้ำด้านดูด	m/s	ระยะทางที่น้ำด้านดูดเคลื่อนที่ไปได้ในหนึ่งหน่วยเวลา
V_2	ความเร็วของน้ำด้านส่งออก	m/s	ระยะทางที่น้ำด้านส่งออกเคลื่อนที่ไปได้ในหนึ่งหน่วยเวลา
P_1	ความดันของน้ำด้านดูด	N/m^2	แรงดันสถิตที่กระทำต่อหน่วยพื้นที่หน้าตัดของน้ำด้านดูด
P_2	ความดันของน้ำด้านส่งออก	N/m^2	แรงดันสถิตที่กระทำต่อหน่วยพื้นที่หน้าตัดของน้ำด้านส่งออก
H_{ls}	ความสูงสูญเสีย	m	การลดลงของพลังงานของของไหลระหว่างการไหลผ่านระบบ (ท่อ) เนื่องจากความฝืด (ความหนืดของของไหล) การไหลอลวน (Turbulence Flow) และอื่นๆ

สัญลักษณ์	ปริมาณ	หน่วย	อธิบายความ
$Z_2 - Z_1$	ความต่างระดับ	m	ความต่างระดับระหว่างตำแหน่งที่ติดตั้ง Manometer หรือเกจวัดความดันด้านดูด และด้านส่งออก
P_a	ความดันบรรยากาศ	N/m^2	แรงที่อากาศกดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่ระดับน้ำทะเล
P_v	ความดันไอของเหลว	N/m^2	ระดับความดันที่จะทำให้ของเหลว ซึ่งในที่นี้เป็นน้ำที่กลายเป็นไอที่อุณหภูมิห้อง ขึ้นกับหลักความจริงที่ว่าถ้าความดันลดลง ของเหลวจะกลายเป็นไอ (เดือด) ที่อุณหภูมิต่ำลง
g	ความเร่งจากแรงโน้มถ่วงของโลก	m/s^2	อัตราการเปลี่ยนความเร็วของวัตถุที่ตกลงสู่พื้นโลกเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก
$NPSH$	ความสูงของของเหลวดูดบวกสุทธิ	m	เป็นพลังงานความดันในรูปของความสูงของของเหลว มีอยู่ 2 ชนิดคือ 1. NPSH ของเครื่องสูบที่มีอยู่ (Net Positive Suction Head Available) มีค่าเท่ากับพลังงานความดันบรรยากาศลบด้วยความดันไอของของเหลวในรูปความสูงของของเหลวลบด้วยความสูงสูญเสียด้านดูด 2. NPSH ของเครื่องสูบที่จำเป็นต้องมี (Net Positive Suction Head Required) เป็นค่าประจำตัวของเครื่องสูบ ซึ่งแสดงการสูญเสียจากการไหลเข้าของเครื่องสูบ ขึ้นอยู่กับการออกแบบเครื่องสูบ ถ้าหาก NPSH ที่มีอยู่น้อยกว่า NPSH ที่จำเป็นต้องมีแล้ว จะทำให้ของเหลวในเครื่องสูบเดือดกลายเป็นไอ เครื่องสูบจะมีเสียงดัง และอาจจะสูบน้ำไม่ขึ้นเลย
P	กำลังงานขับ	kW	กำลังงานที่ใช้ในการขับให้เครื่องสูบทำงานได้ อาจจะได้มาจากเครื่องยนต์ หรือมอเตอร์ไฟฟ้า
P_w	กำลังน้ำ	kW	กำลังงานที่ได้จากน้ำที่เกิดจากความดัน, ความเร็ว และระดับน้ำ เป็นกำลังงานน้ำที่ได้จากเครื่องสูบ
T	แรงบิด	N.m	ค่าที่วัดได้จาก Dynamometer เป็นส่วนหนึ่งที่แสดงกำลังงานที่ได้รับจากเครื่อง
V	แรงดันไฟฟ้า	Volt	กำลังดันให้ไฟฟ้าไหล

สัญลักษณ์	ปริมาณ	หน่วย	อธิบายความ
I	กระแสไฟฟ้า	Ampere	ปริมาณการไหลของไฟฟ้า
$cos\theta$	Power Factor	-	เป็นตัวคูณเพื่อแสดงกำลังงานจริงที่ได้จากมอเตอร์
η	ประสิทธิภาพ	-	อัตราส่วนกำลังงานที่ได้รับจากเครื่องกลส่วนกำลังงานที่ใส่เข้าไป

ตัวอย่างกราฟลักษณะการทำงานของเครื่องสูบ (Performance Chart)





แบบบันทึกการทดสอบเครื่องสูบน้ำ

กองควบคุมคุณภาพ กพช.อร.	**แบบบันทึกการทดสอบ เครื่องสูบน้ำ**	**หน่วย/เรือ**

เครื่องสูบน้ำ			**ต้นกำลังขับ**	☐ มอเตอร์
ชนิด			ตราอักษร	☐ เครื่องยนต์
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	ท่อทางเข้า		กำลัง kW	ความเร็วรอบ rpm.
	ท่อทางออก		Volts , Amp.	$\cos\theta$
สภาวะการทดสอบ	อุณหภูมิน้ำทดสอบ		ความหนาแน่น	สถานที่ทดสอบ
	ความดันไอ		ความดันบรรยากาศ	วันที่ทดสอบ
ผู้ทดสอบ				

สิ่งที่วัด		**ตัวย่อ**	**หน่วย**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
เวลา		T	hr.										
ความเร็วรอบ		n	rpm.										
ความดันขาออก		P_d	bar										
ความดันขาเข้า		P_s	bar										
ความต่างระดับจุดวัดขาเข้า/ออก		ΔH	m.										
ความแตกต่างของความสูงความเร็ว		$\frac{V_d^2 - V_s^2}{2g}$	m.										
ความสูงความดันขาออก		H_d	m.										
ความสูงความดันขาเข้า		H_s	m.										
ความสูงรวม		H	m.										
ความสูงรวมของของเหลวดูดบวกสุทธิ		$NPSH$	m.										
วัดอัตราการไหลโดยใช้ถัง	ปริมาตรน้ำ	V	m^3										
	เวลา	t	s										
	อัตราการไหล	Q	m^3/s										
วัดกำลังงาน	กำลังขับเครื่องสูบ	P	kW										
	กำลังที่ได้จากเครื่องสูบ	P_w	kW										
	ประสิทธิภาพเครื่องสูบ	η	%										

การแจกจ่าย

หน่วย	จำนวนเล่ม	เลขทะเบียน
กพช.อร.		
จก.กพช.อร.	1	
ผ.วิชาการ กวจพ.กพช.อร.	1	
ห้องสมุด กวจพ.กพช.อร.	5	
กคภ.กพช.อร.	2 (รวมต้นฉบับ)	
กผช.อร.		
กผงร.กผช.อร.	1	
กอร.กผช.อร.	1	
กอจ.กผช.อร.	1	
กอฟ.กผช.อร.	1	
อธบ.อร.		
กผป.อธบ.อร.	1	
กงน.อธบ.อร.	1	
อจปร.อร.		
ห้องสมุด อจปร.อร.	3	
กพ.อจปร.อร.		
คป.อจปร.อร.		
กผป.อจปร.อร.	1	
กพห.อจปร.อร.		
กอบ.อจปร.อร.	1	
กพด.อจปร.อร.		
กคภ.อจปร.อร.	1	
กชส.อจปร.อร.	1	
กรก.อจปร.อร.	1	
กรล.อจปร.อร.		
กบต.อจปร.อร.	1	
กบก.อจปร.อร.		
อรม.อร.		
กจก.อรม.อร.		
กพ.อรม.อร.		
กบ.อรม.อร.		

หน่วย	จำนวนเล่ม	เลขทะเบียน
กผป.อรม.อร.	1	
กคภ.อรม.อร.	1	
กรก.อรม.อร.	1	
กรล.อรม.อร.		
กฟฟ.อรม.อร.	1	
กสน.อรม.อร.		
กพด.อรม.อร.		
กรง.ฐท.สส.		
กผกช.กรง.ฐท.สส.	1	
กงน.กรง.ฐท.สส.	1	
ฐท.สข.		
กงน.ฐท.สข.	1	
ฐท.พง.		
กงน.ฐท.พง.	1	