

สอนครั้งที่ 10

หน่วยที่ 5

เรื่อง สมรรถนะและคุณลักษณะของยานยนต์

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา วิศวกรรมยานยนต์ รหัสวิชา 3101 – 2008	สอนครั้งที่ 10
	ชื่อหน่วย สมรรถนะและคุณลักษณะของยานยนต์	ชั่วโมงรวม 30 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน สมรรถนะและคุณลักษณะของยานยนต์		จำนวน 3 ชั่วโมง
หัวข้อเรื่องและงาน 5.1 สมรรถนะเครื่องยนต์ 5.2 ข้อสังเกตเกี่ยวกับการคำนวณแรงม้า สาระสำคัญ - กำลังเครื่องยนต์ คือ กำลังที่เครื่องยนต์สามารถผลิตได้ - การหาค่าแรงม้าบ่งชี้หรือแรงม้ากระบอกสูบ คือ แรงม้าบ่งชี้หรือแรงม้ากระบอกสูบเป็นแรงม้าที่ วัดจากกำลังงาน อันเกิดจากการสันดาปของเชื้อเพลิงกับอากาศ - การหาค่าแรงม้าเบรกแรงม้าเบรกอาจจะหาได้จากความสัมพันธ์ดังนี้ $bhp = \frac{2\pi FRN}{4,500}$ - เครื่องทดสอบแรงม้าเบรก คือ การวัดค่าของแรง การหาค่าแรงม้า - ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงหมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาณหรือน้ำหนักของเชื้อเพลิงที่ เผาไหม้หมดไปในช่วงเวลาหนึ่ง - ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์หมายถึง เปอร์เซ็นต์ของปริมาณความร้อน ที่ได้รับจาก การสันดาปของเชื้อเพลิง - ประสิทธิภาพทางความร้อน คือ อัตราส่วนระหว่างค่าความร้อนของงานที่เครื่องยนต์ผลิตได้ - ประสิทธิภาพทางกล คือ อัตราส่วนที่เปรียบเทียบระหว่างกำลังงานหรือแรงม้าที่ได้ จากเครื่องยนต์ กับกำลังงานทางกล สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ) - นักศึกษาสามารถอธิบายความสำคัญของสมรรถนะของเครื่องยนต์และกราฟได้ถูกต้อง - นักศึกษาสามารถคำนวณหาลำดับเครื่องยนต์ได้อย่างถูกต้อง - นักศึกษาสามารถอธิบายการหาค่าแรงม้าบ่งชี้และคำนวณหาค่าแรงม้าบ่งชี้ได้อย่างถูกต้อง - นักศึกษาสามารถอธิบายการหาค่าแรงม้าเบรกและคำนวณหาค่าแรงม้าเบรกได้อย่างถูกต้อง - นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการการทำงานและการคำนวณหาค่าแรงม้าของเครื่องทดสอบแรงม้าเบรกแต่ละชนิดได้อย่างถูกต้อง		

6. นักศึกษาสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงน้ำมันเชื้อเพลิงและคำนวณหาความเปลี่ยนแปลงน้ำมันเชื้อเพลิงได้อย่างถูกต้อง

7. นักศึกษาสามารถอธิบายความหมาย และคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ได้อย่างถูกต้อง

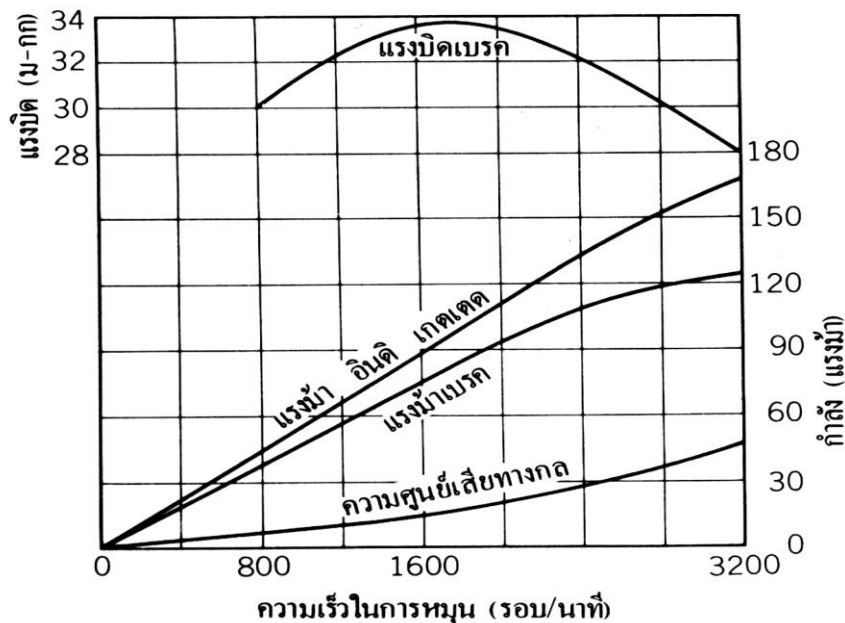
8. นักศึกษาสามารถอธิบายความหมาย และคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนได้อย่างถูกต้อง

เนื้อหาสาระ

สมรรถนะของเครื่องยนต์

5.1 สมรรถนะของเครื่องยนต์

อาจแบ่งออกได้โดยความสัมพันธ์ ระหว่างองค์ประกอบที่สำคัญ คือ กำลังของเครื่องยนต์ ทอร์ค หรือแรงบิด ความเร็วของเครื่องยนต์ ความสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิง



สมรรถนะของเครื่องยนต์ช่วยให้ทราบถึง คุณลักษณะเฉพาะตัวของเครื่องยนต์ เพื่อให้เป็นข้อเปรียบเทียบของเครื่องยนต์ ดังนั้นเราจึงพบว่า บริษัทผลิตและจำหน่ายเครื่องยนต์ จะบอกให้เราทราบถึง สมรรถนะของเครื่องยนต์นั้นๆ ด้วย ปกติจะแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ เส้นโค้งนี้เรียกว่า “เส้นโค้งสมรรถนะ”(performance curve) ดังในรูปเป็นโค้งสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลรุ่นหนึ่ง ให้แรงม้าสูงสุดที่ 170 แรงม้า ที่ความเร็วรอบ 3200 รอบต่อนาที แรงบิดสูงสุดที่ 32.8 ม-กก. ที่ความเร็วรอบ 1800 รอบต่อนาที อัตราความสูญเสียทางกล 15 แรงม้า

5.1.1 กำลังเครื่องยนต์

เครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์เป็นเครื่องยนต์ประเภทสันดาปภายในเครื่องหนึ่งของเครื่องจักรกลความร้อน ซึ่งตามความหมายก็คือ เครื่องจักรที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล พลังงานความร้อนที่ได้จากการสันดาปเชื้อเพลิง ดังนั้นต้นกำเนิดของเครื่องยนต์ ก็ได้จากความร้อนซึ่งอยู่ในรูปของเชื้อเพลิงที่ใช้

จากกฎของจูลพบว่า

TMพลังงานความร้อน 1 btu สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานกลได้ 778.26 ft.lb

TM1 จูล = 1 วัตต์ สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานกลได้ = 427 m.kg

ปกติกำลังของเครื่องยนต์ จะบอกเป็นแรงม้าโดยที่

$$\begin{aligned} 1 \text{ แรงม้า} \quad (\text{Hp}) &= 550 \text{ ft.lb} / \text{see} \\ &= 33,00 \text{ ft.lb} / \text{min} \\ &= 42.42 \text{ btu} / \text{min} \\ &= 10.54 \text{ kcal} / \text{min} \end{aligned}$$

ในระบบเมตตริกกำหนดให้

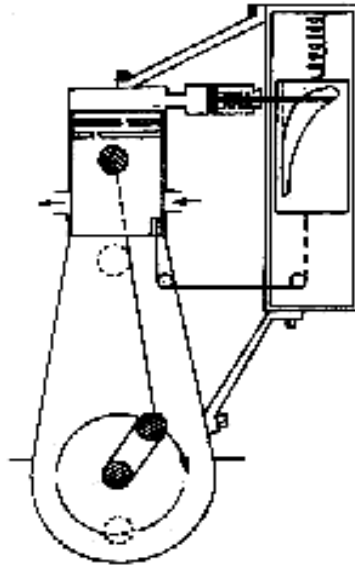
$$\begin{aligned} 1 \text{ แรงม้า} \quad (\text{Hp}) &= 4500 \text{ m.kg} / \text{min} \\ &= 75 \text{ m.kg} / \text{see} \end{aligned}$$

ในระบบ SI กำลังจะมีหน่วยเป็นจูลต่อวินาที (J/s) เรียกเฉพาะว่าวัตต์(Watt)

แรงม้าคือ ปริมาณพลังงานหรือ งานที่สามารถยกวัตถุหนัก 4,500 kg ให้สูงขึ้นหรือเคลื่อนที่ในระยะทาง 1m ในเวลา 1 วินาที

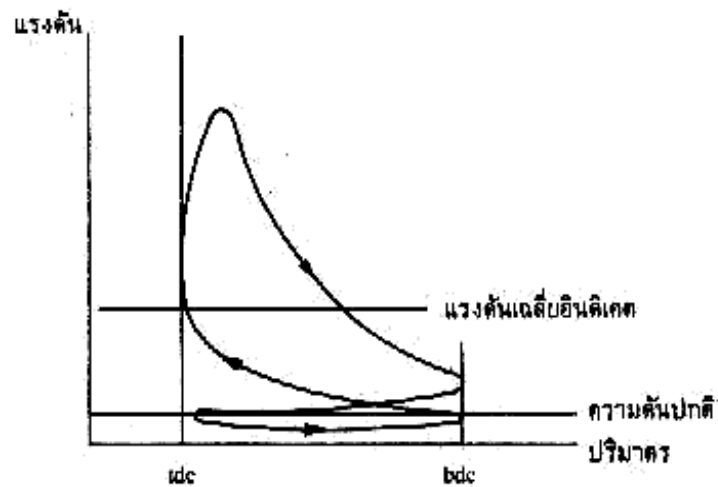
5.1.2 การวัดแรงม้าบ่งชี้หรือแรงม้ากระบอกสูบ

การคำนวณแรงม้าบ่งชี้หรือแรงม้ากระบอกสูบ (Indicated Horse power) แรงม้าบ่งชี้หรือแรงม้ากระบอกสูบเป็นแรงม้าที่วัดจากกำลังงาน อันเกิดจากการสันดาปของเชื้อเพลิงกับอากาศ เครื่องมือพิเศษที่ใช้ในการหาแรงม้า ที่ได้จากระบอกสูบคือ เครื่องมือวัดอินดิเคเตอร์ทางกล (Mechanical Indictor)



รูป Mechanical Indictor

จากรูปจะเห็นว่าความดันของของไหลในกระบอกสูบของเครื่องยนต์จะกระทำกับลูกสูบของ Indictor ลูกสูบบนนี้ถูกดันด้วยสปริงที่ทราบอัตรา การเคลื่อนที่ของลูกสูบทำให้สามารถหาค่าแรงดันได้



รูป P-V ไตอะแกรมจาก Mechanical Indictor

จากรูป P-V ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความดันกับปริมาตร ในกลวัตรการทำงาน จากรูปจะเห็นว่า A คือพื้นที่ของกำลังงานที่ได้ B เป็นกำลังงานที่ต้องสูญเสีย ดังนั้นพื้นที่ A ลบ ด้วยพื้นที่ B จะได้งานสุทธิของวัฏจักร สำหรับการคำนวณหาแรงม้าบ่งชี้ หรือแรงม้ากระบอกสูบ ของเครื่องยนต์ สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{IHP} = \frac{\text{PmLANk}}{4,500}$$

เมื่อ

IHP = แรงม้าบ่งชี้หรือแรงม้ากระบอกสูบ Hp

Pm = ความดันเฉลี่ยอินดิเคต kg/cm^2

A = พื้นที่หน้าตัดหัวลูกสูบ cm^2

L = ความยาวของระยะชัก m

N = จำนวนรอบการจุดระเบิด rpm

กรณี 2 จังหวะ N = rpm

กรณี 4 จังหวะ $N = \frac{\text{rpm}}{2}$

k = จำนวนสูบของเครื่องยนต์

ตัวอย่างที่ 1 เครื่องยนต์ไคฮัตสึ 3 สูบ 2 จังหวะ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกระบอกสูบ 75 มิลลิเมตร มี ระยะชัก 70 มิลลิเมตร ทำงานที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที โดยมีความดันเฉลี่ยอินดิเคตเท่ากับ 8.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จงหาแรงม้าบ่งชี้ของเครื่องยนต์ดังกล่าว

วิธีทำ

โจทย์กำหนด

$$k = 3 \text{ สูบ}$$

$$L = 70 \text{ mm} = 0.07 \text{ m}$$

$$Pm = 8.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$D = 75 \text{ mm} = 7.5 \text{ cm}$$

$$N = 3,000$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} \text{IHP} &= \frac{\text{PmLNk}}{4,500} \\ &= \frac{\left(8.5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)(0.07\text{m})\left(\frac{\pi}{4}(8.75\text{cm}^2)\right)(3,000)(3)}{4,500} \\ &= 52.57 \text{ Hp} \end{aligned}$$

5.2 ข้อสังเกตเกี่ยวกับการคำนวณแรงม้า

จะเห็นได้ว่ากำลังของเครื่องยนต์จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ อัตราการสันดาปของเชื้อเพลิงให้ สิ้นเปลืองไปอย่างรวดเร็ว แต่ปริมาณของเชื้อเพลิงที่สันดาปขึ้นอยู่กับปริมาตรคูดของลูกสูบ และความหมุนเร็วของเครื่องยนต์ อาจกล่าวได้ว่าแรงม้าของเครื่องยนต์ จะเพิ่มโดยตรงเมื่อ

1. กำลังดันเฉลี่ยเพิ่มขึ้น นั่นคืออัตราส่วนความอัดเพิ่มขึ้น
2. ขึ้นอยู่กับปริมาตรของทุกสูบรวมกัน เครื่องขนาดใหญ่ในแต่ละรอบจะสามารถดูดเชื้อเพลิงได้มากจึงมีกำลังสูง
3. เมื่ออัตราการหมุนเร่งของเครื่องเพิ่มขึ้น เครื่องที่มีมีความเร็วสูงจะสามารถเผาไหม้เชื้อเพลิงได้เร็วหว่ามีกำลังสูงกว่า เครื่องที่มีความเร็วต่ำถึงแม้จะมีขนาดเท่ากัน
4. วัฏจักรการทำงานก็มีส่วนเกี่ยวกับกำลังเครื่อง เครื่องยนต์ที่มีขนาดเท่ากันเครื่อง 2 จังหวะจะมีกำลังเพิ่มเป็น 2 เท่า ของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ สำหรับเครื่องชนิดทำงานสองทางจะมีกำลังเป็น 2 เท่า ของเครื่องยนต์ชนิดทำงานทางเดียว

5.2.1 การหาค่าแรงม้าเบรค

กระทำได้โดย การวัดทอร์คของเครื่องยนต์ ณ ที่ความเร็วต่าง ๆ กันภายใต้สภาวะที่เครื่องนั้นมีอัตราส่วนผสมและเวลาการจุดระเบิด หรือ เวลาการฉีดเชื้อเพลิงดีที่สุดกับสภาวะอุณหภูมิการทำงานปกติ

แรงม้าเบรคอาจจะหาได้จากความสัมพันธ์ดังนี้

$$bhp = \frac{2\pi FRN}{4,500}$$

เมื่อ

$$\pi = 3.1416$$

$$F = \text{แรง (kg)}$$

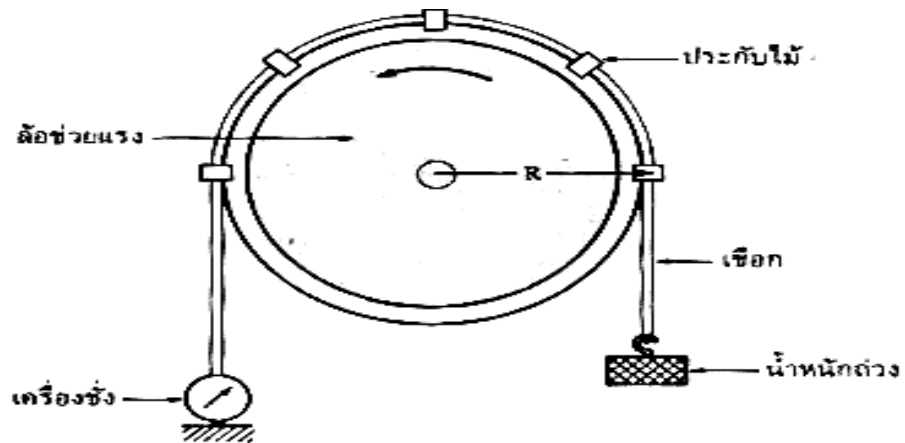
$$R = \text{รัศมีล้อช่วยแรง (m)}$$

$$N = \text{จำนวนรอบต่อนาที}$$

5.2.2 เครื่องทดสอบแรงม้าเบรค

เพื่อที่จะหาแรงม้าเบรคจำเป็นจะต้องหาแรง F ที่กระทำต่อรัศมี R ด้วยวิธีการวัดค่าของแรง การหาค่าแรงม้านี้อาจใช้เครื่องมือทดสอบได้หลายแบบ ดังนี้

1. โพรนิเบรค (Prony brake)



รูปเครื่องทดสอบแรงม้าแบบโพรนิเบรค

โพรนิเบรคประกอบด้วย สายวัดความฝืด คล้องรัดอยู่รอบจาน หรืออัดช่วยแรงซึ่งต่อรับกำลัง ขั้วมาจากเพลลาของเครื่องยนต์ปลายของสายรัดที่เส้นยึดอยู่กับปลายข้างหนึ่งของคาน และปลายอีกข้าง หนึ่งของคานกดอยู่บนเครื่องวัด

ในการคิดหาค่าแรงม้าเบรคจากเครื่องมือแบบโพรนิเชรคที่จะต้องคิดค่าของแรงที่กระทำต่อ ช่วงความยาวของคาน องค์ประกอบที่ใช้ในการหาเบรคด้วยโพรนิเบรคมี 3 ประการ คือ

1. ความยาวของคาน (m)
2. แรงกดที่ปลายคานบนเครื่องชั่ง (kg)
3. ความเร็ว (รอบ/นาที)

ฉะนั้นสูตรที่ใช้คำนวณแรงม้าเบรคเมื่อใช้โพรนิเบรคอาจจะแสดงให้เห็นได้ดังสมการ คือ

$$bhp = \frac{2\pi LNP}{4,500} = \frac{LNP}{716}$$

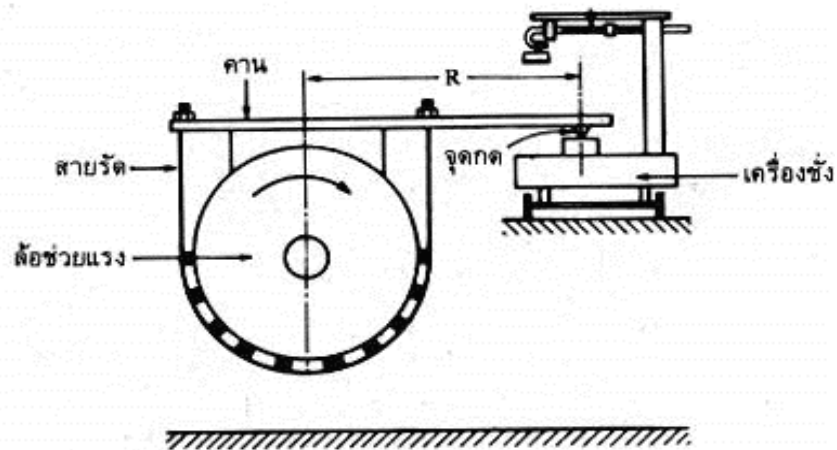
เมื่อ

L = ความยาวคานจากจุดศูนย์กลางล้อช่วยแรงถึงปลายที่กดบนเครื่องชั่ง

N = จำนวนรอบ/นาที

P = แรงที่วัดได้จากเครื่องชั่ง

2. เบรกเชือก (Rope brake) เป็นอุปกรณ์สำหรับทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องยนต์แบบหนึ่งที่มีใช้ในอดีต ซึ่งประกอบด้วยเชือกหนังหรือวัสดุที่มีคุณภาพใกล้เคียง และที่ปลายข้างหนึ่งของเชือกจะยึดติดกับตาชั่งสปริง และตาชั่งสปริงจะยึดติดกับพื้นตามรูป ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งเป็นที่สำหรับแขวนน้ำหนักที่สามารถเพิ่มและลดได้ ในการทดลองเพื่อต้องการให้เครื่องยนต์รับภาระมากก็โดยการเพิ่มน้ำหนักและในทางตรงกันข้ามในกรณีที่ต้องการทดลองที่ภาระต่ำ ก็ลดน้ำหนักลง



รูปเครื่องทดสอบแรงม้าแบบเชือก

เบรกเชือกเป็นเครื่องทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่มีความเร็วรอบต่ำในการหาแรงบิด เพื่อนำไปคำนวณหาค่ากำลังของเครื่องยนต์ จะได้แรงในแนวสัมผัสที่เครื่องยนต์ ถูกต้านโดยความฝืดที่ขอบของพูลเลย์ ซึ่งสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$F = g, (m - m_s)$$

เมื่อ

$$F = \text{แรงในแนวสัมผัส } N$$

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

$$m = \text{มวลของน้ำหนักถ่วง } kg.$$

$$m_s = \text{มวลที่อ่านได้จากตาชั่งสปริง } kg.$$

แรง F นี้กระทำที่รัศมี

$$= \frac{D + d}{2}$$

เมื่อ

$$D = \text{เส้นผ่าศูนย์กลางของพูลเลย์ } m$$

$$d = \text{เส้นผ่าศูนย์กลางของเชือก } m$$

$$\therefore \text{แรงระเบิด } (T) = g(m - m_s) \frac{D + d}{2}$$

แต่ถ้าขนาดของเชือกมีขนาดเล็กมาก อาจไม่ต้องคิดขนาดของเชือกจะได้สมการดังนี้

$$T = \frac{D}{2} g(m - m_s)$$

ตัวอย่างที่ 2 เครื่องยนต์ดีเซล, 4จังหวะเครื่องหนึ่งมีขนาด $\square$ 125 cm นำมาทดสอบกำลังด้วยวิธี เชือกรัด ความเร็วรอบ 120 rpm เชือกมีขนาด $\square$ 3.5 cm น้ำหนักถ่วงที่ปลายเส้นเชือก 48 kg กำลังดึงของเครื่องซึ่งอ่านได้โดยเฉลี่ย 2.5 kg จงหาขนาดแรงม้าเบรคของเครื่องยนต์

วิธีทำ

โจทย์กำหนด

$$D = 125 \text{ cm} = 1.25 \text{ m}$$

$$d = 3.5 \text{ cm} = 0.035 \text{ m}$$

$$N = 120 \text{ rpm}$$

$$W = 48 \text{ kg}$$

$$S = 2.5 \text{ k}$$

จากสูตร

$$\text{แรงม้า} = \frac{2\pi NT}{4,500}$$

หาค่าทอร์ก (T)

$$T = (W-S)R$$

หาค่า R

$$R = \frac{D+d}{2} = \left(\frac{1.25 + 0.035}{2} \right) = 0.6425 \text{ m}$$

$$\therefore T = (48 - 2.5)(0.6425) = 29.233 \text{ kg.m}$$

$$\therefore \text{bhp} = \frac{2 \times \pi \times 29.2337 \times 120}{4,500}$$

$$\text{bhp} = 4.89 \text{ hp}$$

5.2.3 ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงหมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาณหรือน้ำหนักของเชื้อเพลิงที่เผาไหม้หมดไปในเวลาหนึ่ง ต่อกำลังที่ได้จากเชื้อเพลิงนั้น หรือกำลังที่เครื่องยนต์นั้นจะได้ ออกมา ค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงนี้ เรียกว่า ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (Specific fuel Consumption หรือ SFC) ถ้ากำหนดให้น้ำหนักของเชื้อเพลิงที่หมดสิ้นไปคือ W_p มีหน่วยเป็น lb/hr ดังนั้นจะได้ว่า

$$\begin{aligned} sf &= \frac{W_f}{hp} \\ &= \frac{lb}{hp} \cdot \frac{fuel}{h} \\ &= \frac{kg}{hp} \cdot \frac{fuel}{h} \\ &= \frac{m^3}{hp} \cdot \frac{fuel}{h} \end{aligned}$$

กรณีที่เรานำน้ำหนักของเชื้อเพลิง ที่หมดสิ้นไปต่อแรงม้าอินดิเคท หรือกำลังงานอินดิเคทที่ได้ ค่าความสิ้นเปลืองน้ำมันนี้เราเรียกว่า ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะบนฐานของแรงม้าอินดิเคท L indicted Specific fuel Consumption หรือ isfc จะได้ว่า

$$isfc = \frac{wf}{ihp}$$

โดยที่ ihp = แรงม้าบ่งชี้หรือแรงม้าอินดิเคท

กรณีที่เรานำน้ำหนักของเชื้อเพลิง ที่หมดสิ้นไปกับแรงม้าเบรคหรือกำลังเบรคที่ได้ ค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะบนฐานแรงม้าเบรค “Lhrlee Specific Fuel Consumption หรือ bsfc จะได้

$$bsfc = \frac{wf}{bhp}$$

โดยที่

bhp = แรงม้าเบรค

5.2.4 ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์

ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์หมายถึง เปอร์เซ็นต์ของปริมาณความร้อน ที่ได้รับการสันดาปของเชื้อเพลิง ที่เปลี่ยนเป็นพลังงานกล ให้เราได้ใช้เป็นประโยชน์ความร้อนที่ได้จากการสันดาป จะไม่เปลี่ยนเป็นพลังงานกลทั้งหมดเนื่องจากการสูญเสียไปในกรณีต่าง ๆ คือ

1. สูญเสียไปกับห้องสันดาป ในระหว่างที่เกิดปฏิกิริยาการสันดาปในขณะที่ก๊าซเกิดการขยายตัวหรือที่จังหวะงาน อุณหภูมิประมาณ $2000^{\circ}\text{C} - 2500^{\circ}\text{C}$ และอุณหภูมินี้จะลดลงเนื่องจากความร้อนออกไปทางฝาสูบและผนังกระบอกสูบ โดยสูญเสียไปกับน้ำหรืออากาศที่ใช้ระบบความร้อน

2. สูญเสียไปกับท่อไอเสียในจังหวะคาย

3. สูญเสียไปเนื่องจากการแผ่รังสีความร้อน ตามพื้นผิวของตัวเครื่องยนต์

4. สูญเสียไปกับน้ำมันหล่อลื่น

5. สูญเสียให้กับความฝืดภายในเครื่องยนต์

6. พลังงานบางส่วน ถูกใช้ไปกับการสูญเสียจากการใช้ปั๊ม

สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลที่ได้รับการออกแบบดีขณะที่อยู่ในภาระเต็มที่

- ความร้อนที่สูญเสียไปกับน้ำระบายความร้อน หรืออากาศประมาณ 25-30%
- ก๊าซไอเสีย ประมาณ 30-35%
- ที่เหลือนำมาใช้ประโยชน์ คิดเป็นแรงม้าอินดิเคต ประมาณ 40-45%

ตารางแสดงการสมดุลความร้อนในเครื่องยนต์ดีเซล

	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
ความร้อนที่ได้มาเป็น bhp	37.5
ความร้อนที่สูญเสียไปกับความฝืดและปั๊ม	7.5
น้ำหล่อเย็น	26.0
การคายไอเสียและส่วนอื่น ๆ	29.0
รวม	100

5.2.5 ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

ประสิทธิภาพทางความร้อน คือ อัตราส่วนระหว่างค่าความร้อนของงานที่เครื่องยนต์ผลิตได้ ต่อค่าความร้อนของเชื้อเพลิงที่ต้องหมดเปลืองไปในขณะเดียวกัน ประสิทธิภาพอาจหาได้จาก

- กำลังม้าอินดิเคท เรียกว่า ประสิทธิภาพทางความร้อนบนฐาน อินดิเคท
- กำลังงานเบรค เรียกว่า ประสิทธิภาพทางความร้อนบนฐานเบรค hbt

เพื่อที่จะหาค่าประสิทธิภาพทางความร้อนนี้เราจำเป็นต้องทราบงานหรือแรงม้าของเครื่องยนต์ที่ได้ น้ำหนักของเชื้อเพลิงต่อชั่วโมงและค่าความร้อนหรือค่าความร้อนของเชื้อเพลิง ดังนั้นประสิทธิภาพทางความร้อน จึงหาได้จาก

$$\begin{aligned} (\eta) &= \frac{hp}{J \times mf \times cv} \times 4500 \times 60 \\ &= \frac{hp \times 632.5}{mf \times cv} \end{aligned}$$

โดยที่

Hp = แรงม้าเครื่องยนต์ (แรงม้าเบรค หรือ แรงม้า อินดิเคท)

632. = ค่าความร้อนที่ใน 1 แรงม้าชั่วโมง มีหน่วยเป็นkcal

Mf = มวลของเชื้อเพลิงที่ใช้ มีหน่วยเป็น kg/h

cv = ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง มีหน่วยเป็น kcal

J = ค่าสมมูลของความร้อน

5.2.6 ประสิทธิภาพทางกล

ประสิทธิภาพทางกล (Mechanical efficiency) คือ อัตราส่วนที่เปรียบเทียบระหว่างกำลังงานหรือแรงม้าที่ได้จากเครื่องยนต์ กับกำลังงานทางกลหรือแรงม้าวัดได้ภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ เครื่องยนต์ที่มีประสิทธิภาพทางกลสูงจะประหยัดเชื้อเพลิงได้มาก เปอร์เซ็นต์การสูญเสียความร้อนมีน้อย

$$\begin{aligned}\eta_{\text{mech}} &= \frac{bhp}{ihp} \\ &= \frac{ihp - \text{Engine losses}}{ihp} \\ &= 1 - \frac{\text{engine losses}}{ihp} = \frac{hp}{ip}\end{aligned}$$

โดยที่ hp = กำลังงานเบรค

ip = กำลังอินดิเคต

ประสิทธิภาพทางกลอาจหาได้จาก

$$\eta_{\text{mech}} = \frac{bmep}{imep}$$

$$bmep = \eta_{\text{mech}} \times imep$$

$$P_{mb} = P_m \times \eta_{\text{mech}}$$

โดยที่ $bmep$ (brake mean effective Pressure) = ความดันเบรคเฉลี่ย

$imep$ (indicated mean effective Pressure) = ความดันบ่งชี้เฉลี่ย

ในกรณีรู้ค่า $bmep$ หรือ P_{mb} เราอาจจะใช้สมการของ ip มาหา bp ก็ได้ นั่นคือ $ip = P_m ALN$

จะได้
$$bp = P_{mb} \times A \times L \times N$$

มาจาก
$$\eta_{\text{mech}} = \frac{hp}{ip}$$

$$hp = \eta_{\text{mech}} \times ip$$

$$\frac{P_{mb}}{P_m} \times P_m \times A \times L \times N$$

$$\therefore hp = P_{mb} \times A \times L \times N$$

ตัวอย่าง 1 ในการทดสอบเครื่องยนต์สี่จังหวะเครื่องหนึ่งปรากฏว่าค่าต่าง ๆ ออกมาดังนี้ ค่าความสูงเฉลี่ย จากการอินดิเคทไคอะแกรม 21 mm. อินดิเคทสปริงที่อ่านได้ 27 kN/m^2 ปริมาตรในกระบอกสูบ 14 liter ความเร็วของเครื่องยนต์ 6.6 rcv/s ภาระเบรคโดยเฉลี่ย 7.7 kg รัศมีเฉลี่ยของแบนเบรค 0.7 m จงหาประสิทธิภาพ ทางกลของเครื่องยนต์

วิธีทำ จากสูตร

$$\eta_{\text{mech}} = \frac{bp}{ip}$$

หาค่า $bp = 2\pi r N$

หา $T = F \times r$
 $= 77 \times 9.81 \times 0.7 \quad \text{kg m/s}^2 \cdot \text{m}$

$$T = 528.76 \text{ Nm}$$

แทนค่า $bp = \frac{2 \times \pi \times 6.6 \times 528.76}{1000}$

$$\therefore bp = 21.93 \text{ kw}$$

หาค่า $ip = P_m \times A \times L \times N = P_m \times V_s \times N$

$$N = \frac{6.6}{2}$$

$$= 27 \times 21 = 567 \quad \text{KN/m}^2$$

แทนค่า $ip = 567 \times 14 \times 10^{-3} \times \frac{6.6}{2}$

$$\therefore ip = 26.20$$

$$\eta_{\text{mech}} = \frac{21.93}{26.26} = 0.84 = 84 \%$$

สรุปเนื้อหา

สมรรถนะของเครื่องยนต์

สมรรถนะของเครื่องยนต์ อาจแบ่งออกได้โดยความสัมพันธ์ ระหว่างองค์ประกอบที่สำคัญ คือ กำลังของเครื่องยนต์ ทอร์คหรือแรงบิด ความเร็วของเครื่องยนต์ ความสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิง

การคำนวณหาแรงม้าบ่งชี้ หรือแรงม้ากระบอกสูบของเครื่องยนต์ สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{IHP} = \frac{\text{PmLANk}}{4,500}$$

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ การเลือกใช้เครื่องยนต์เพื่อเป็นต้นกำลังในงานต่าง ๆ หรือภายหลังที่มีการ Rebuilt เครื่องยนต์ที่ดี ปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือความต้องการในการทราบสมรรถนะของเครื่องยนต์ ในการทดลองเพื่อหาสมรรถนะของเครื่องยนต์หรือกำลังงานทางกล (Mechanical Power) ที่ใช้ขับเคลื่อนเครื่องกลหรือกำลังงานที่เครื่องยนต์ผลิตมาได้นั้น โดยปกติจะวัดออกมาเป็นแรงบิด (Torque) เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดแรงบิดดังกล่าวมีหลายแบบด้วยกัน ได้แก่

- เบรคเชือก
- โพรนีเบร

- ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงหมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาณหรือน้ำหนักของเชื้อเพลิงที่เผาไหม้หมดไปในช่วงเวลาหนึ่ง ต่อกำลังที่ได้จากเชื้อเพลิงนั้น

- ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์

ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์หมายถึง เปอร์เซ็นต์ของปริมาณความร้อน ที่ได้รับจากการสันดาปของเชื้อเพลิง ที่เปลี่ยนเป็นพลังงานกล

- ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

ประสิทธิภาพทางความร้อน คือ อัตราส่วนระหว่างค่าความร้อนของงานที่เครื่องยนต์ผลิตได้ ต่อดีค่าความร้อนของเชื้อเพลิงที่ต้องหมดเปลืองไป

- ประสิทธิภาพทางกล

ประสิทธิภาพทางกล (Mechanical efficiency) คือ อัตราส่วนที่เปรียบเทียบระหว่างกำลังงานหรือแรงม้าที่ได้จากเครื่องยนต์ กับกำลังงานทางกลหรือแรงม้าวัดได้ภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ เครื่องยนต์ที่มีประสิทธิภาพทางกลสูงจะประหยัดเชื้อเพลิงได้มาก

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูสนทนากับนักศึกษาเรื่องของสุขภาพและข่าวสารวิทยาการใหม่ ๆ (5 นาที)

ขั้นดำเนินการสอน

1. ครูผู้สอนให้นักศึกษาทดสอบเรื่อง การทรงตัวในทางโค้งเอียง ใช้เวลา (30 นาที)
2. ครูเฉลยแบบทดสอบ (20 นาที)
3. ครูแจกใบเนื้อหาประกอบการสอนเรื่อง กำลังเครื่องยนต์, การหาค่าแรงม้าบังชีหรือแรงม้ากระบอกสูบ, การหาค่าแรงม้าเบรก, เครื่องทดสอบแรงม้าเบรก (10 นาที)
4. ครูผู้สอนอธิบายตาม Power point และเนื้อหาประกอบการสอนโดยอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบพร้อมทั้งเขียนลงบนกระดาน ในขณะที่สอนครูให้นักเรียนตอบคำถามและร่วมแสดงความคิดเห็นตลอดเวลาเพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายและเพื่อความเข้าใจมากยิ่งขึ้น (50 นาที)
5. นักศึกษาทำแบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 10 (30 นาที)

ขั้นสรุปและประเมินผล

1. ครูให้นักเรียนร่วมกันเกี่ยวกับเรื่องที่สอนและสุ่มถามนักเรียน (20 นาที)
2. ครูผู้สอนให้นักศึกษาถามข้อสงสัย และคอยชี้แจง (10 นาที)
3. ครูผู้สอนนัดหมายสอบในเรื่องที่เรียนวันนี้ในสัปดาห์หน้า (5 นาที)

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. ใบเนื้อหาประกอบการสอนเรื่อง กำลังเครื่องยนต์, การหาค่าแรงม้าบังชีหรือแรงม้ากระบอกสูบ, การหาค่าแรงม้าเบรก, เครื่องทดสอบแรงม้าเบรก
2. Power point
3. กระดาน
4. แบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 10
5. เฉลยแบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 10
6. แบบทดสอบ สัปดาห์ที่ 10
6. เฉลยแบบทดสอบ สัปดาห์ที่ 10

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการอธิบายความสำคัญของสมรรถนะของเครื่องยนต์และกราฟได้อย่างถูกต้อง
2. สังเกตจากการคำนวณหาค่าถังเครื่องยนต์ได้อย่างถูกต้อง
3. สังเกตจากการอธิบายการหาค่าแรงม้าบ่งชี้และคำนวณหาค่าแรงม้าบ่งชี้ได้อย่างถูกต้อง
4. สังเกตจากการอธิบายการหาค่าแรงม้าเบรกและคำนวณหาค่าแรงม้าเบรกได้อย่างถูกต้อง
5. สังเกตจากการอธิบายหลักการการทำงานและการคำนวณหาค่าแรงม้าของเครื่องทดสอบแรงม้าเบรกแต่ละชนิดได้อย่างถูกต้อง
6. สังเกตจากการอธิบายการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและคำนวณหาความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงได้อย่างถูกต้อง
7. สังเกตจากการอธิบายความหมาย และคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ได้อย่างถูกต้อง
8. สังเกตจากการอธิบายความหมายและคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนได้อย่างถูกต้อง

บันทึกหลังการสอน

ผลการใช้แผนการสอน.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการเรียนของนักศึกษา.....

.....

.....

.....

.....

.....

หลังเรียน.....

.....

.....

.....

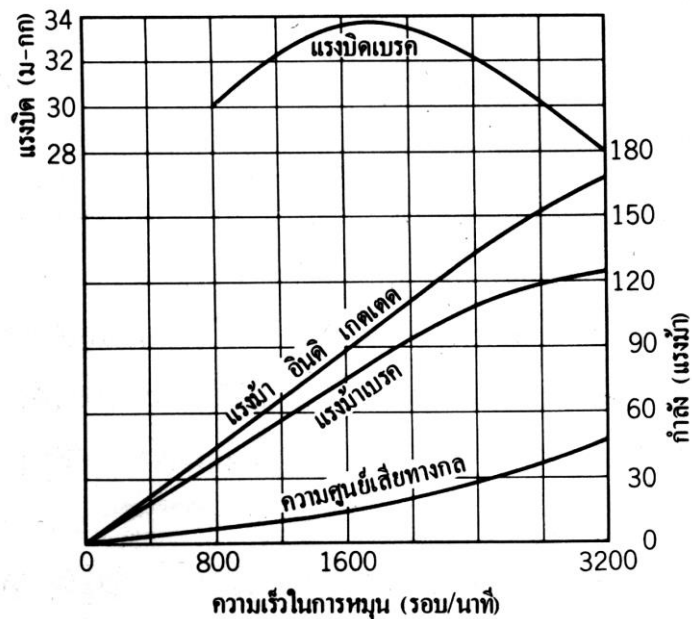
.....

.....

Power point สไลด์ที่ 10

5.1 สมรรถนะของเครื่องยนต์

สมรรถนะของเครื่องยนต์ อาจแบ่งออกได้โดยความสัมพันธ์ ระหว่างองค์ประกอบที่สำคัญ คือ กำลังของเครื่องยนต์ ทอร์คหรือแรงบิด ความเร็วของเครื่องยนต์ ความสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิง

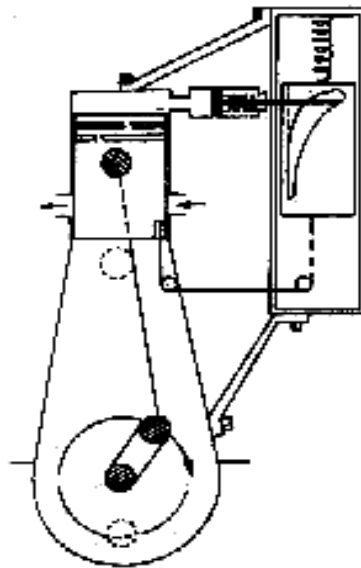


สมรรถนะของเครื่องยนต์ช่วยให้ทราบถึง คุณลักษณะเฉพาะตัวของเครื่องยนต์ เพื่อให้เป็นข้อเปรียบเทียบของเครื่องยนต์ ดังนั้นเราจึงพบว่า บริษัทผลิตและจำหน่ายเครื่องยนต์ จะบอกให้เราทราบถึง สมรรถนะของเครื่องยนต์นั้นๆ ด้วย ปกติจะแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ เส้นโค้งนี้เรียกว่า “เส้นโค้งสมรรถนะ”(performance curve)ดังในรูปเป็นโค้งสมรรถนะเครื่องยนต์ ดีเซลรุ่นหนึ่ง ให้แรงม้าสูงสุดที่ 170 แรงม้า ที่ความเร็วรอบ 3200 รอบต่อนาที แรงบิดสูงสุดที่ 32.8 ม-กก. ที่ความเร็วรอบ 1800 รอบต่อนาที อัตราความสูญเสียทางกล 15 แรงม้า

Power point แสดงการวัดแรงม้าหรือแรงม้ากระบอกสูบ

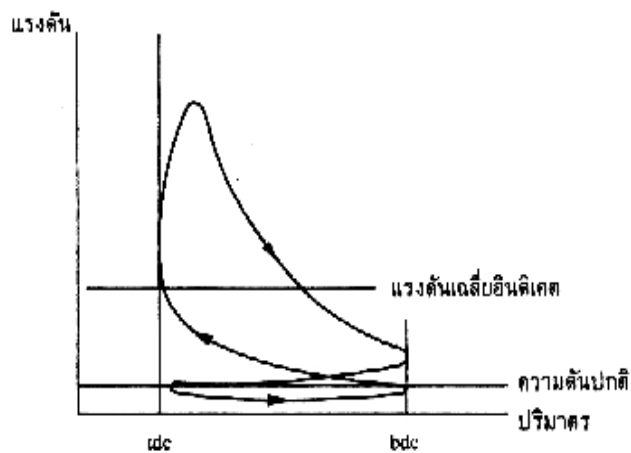
การวัดแรงม้าหรือแรงม้ากระบอกสูบ

การคำนวณแรงม้าบ่งชี้หรือแรงม้ากระบอกสูบ (Indicated Horse power) แรงม้าบ่งชี้หรือแรงม้ากระบอกสูบเป็นแรงม้าที่วัดจากกำลังงาน อันเกิดจากการสันดาปของเชื้อเพลิงกับอากาศ เครื่องมือพิเศษที่ใช้ในการหาแรงม้า ที่ได้จากกระบอกสูบคือ เครื่องมือวัดอินดิเคเตอร์ทางกล (Mechanical Indicter)



รูป Mechanical Indicter

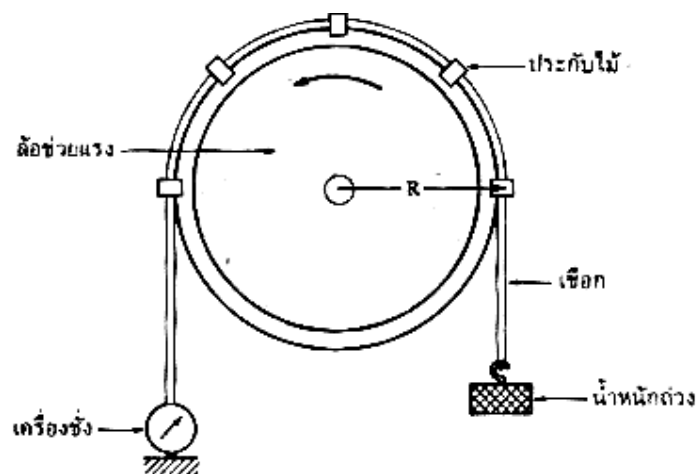
จากรูปจะเห็นว่าความดันของของไหลในกระบอกสูบของเครื่องยนต์จะกระทำกับลูกสูบของ Indicter ลูกสูบนี้นี้ถูกดันด้วยสปริงที่ทราบอัตรา การเคลื่อนที่ของลูกสูบทำให้สามารถหาค่าแรงดันได้



รูป P-V ไดอะแกรมจาก Mechanical Indicter

Power point แสดงเครื่องทดสอบแรงม้าเบรก

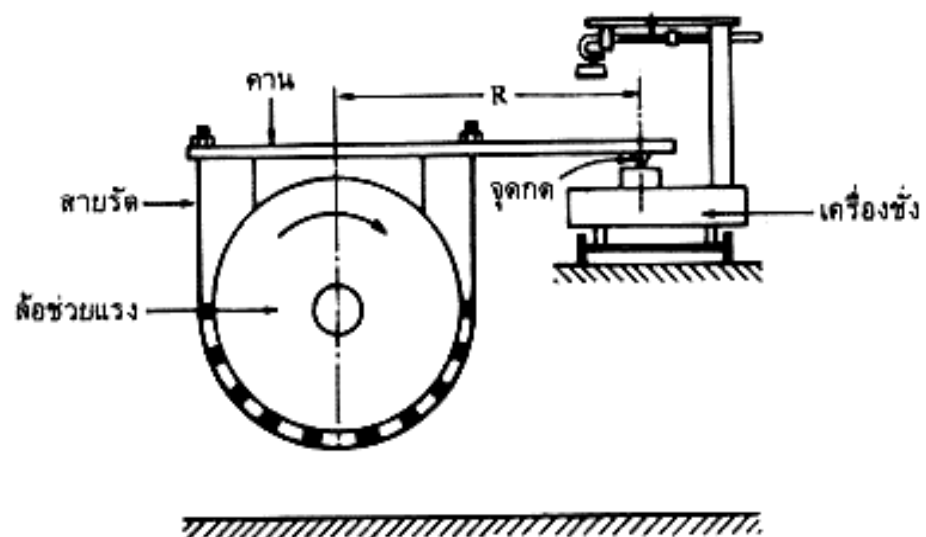
1. โพรนีเบรก (Prony brake)



ฉะนั้นสูตรที่ใช้คำนวณแรงม้าเบรกเมื่อใช้โพรนีเบรกอาจจะแสดงให้เห็นได้ดังสมการ คือ

$$\text{bhp} = \frac{2\pi LNP}{4,500} = \frac{LNP}{716}$$

2. เบรกเชือก (Rope brake)



Power point แสดงการคำนวณแรงม้าบ่งชี้ของเครื่องยนต์

1 เครื่องยนต์ไคฮัตสึ 3 สูบ 2 จังหวะ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกระบอกสูบ 75 มิลลิเมตร มีระยะชัก 70 มิลลิเมตร ทำงานที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที โดยมีความดันเฉลี่ยอินดิเคเตอร์เท่ากับ 8.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จงหาแรงม้าบ่งชี้ของเครื่องยนต์ดังกล่าว

วิธีทำ

โจทย์กำหนด

$$k = 3 \text{ สูบ}$$

$$L = 70 \text{ mm} = 0.07 \text{ m}$$

$$P_m = 8.5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$D = 75 \text{ mm} = 7.5 \text{ cm}$$

$$N = 3,000$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} \text{IHP} &= \frac{P_m L N k}{4,500} \\ &= \frac{\left(8.5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) (0.07 \text{ m}) \left(\frac{\pi}{4} (7.5 \text{ cm}^2) \right) (3,000) (3)}{4,500} \\ &= 52.57 \text{ Hp} \end{aligned}$$

แบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 10

1. เครื่องยนต์ 4 สูบ 4 จังหวะ เครื่องหนึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกระบอกสูบ 75 มิลลิเมตร มีระยะชัก 70 มิลลิเมตร สามารถผลิตแรงม้าได้ 100 แรงม้า ที่ความเร็วรอบ 4,800 รอบต่อนาที จงหาความดันเฉลี่ยอินดิเคตของเครื่องยนต์เครื่องนี้

2. เครื่องยนต์ไดฮัตสึ 3 สูบ 2 จังหวะ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกระบอกสูบ 75 มิลลิเมตร มีระยะชัก 70 มิลลิเมตร ทำงานที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที โดยมีความดันเฉลี่ยอินดิเคตเท่ากับ 8.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จงหาแรงม้าบ่งชี้ของเครื่องยนต์ดังกล่าว

3. เครื่องยนต์ดีเซล, 4 จังหวะ เครื่องหนึ่งมีขนาด $\square$ 125 cm นำมาทดสอบกำลังด้วยวิธีเชือกรัด ความเร็วรอบ 120 rpm เชือกมีขนาด $\square$ 3.5 cm น้ำหนักถ่วงที่ปลายเส้นเชือก 48 kg กำลังดึงของเครื่องซึ่งอ่านได้โดยเฉลี่ย 2.5 kg จงหาขนาดแรงม้าเบรคของเครื่องยนต์

เฉลยแบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 10

1. เครื่องยนต์ 4 สูบ 4 จังหวะ เครื่องหนึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกระบอกสูบ 75 มิลลิเมตร มีระยะชัก 70 มิลลิเมตร สามารถผลิตแรงม้าได้ 100 แรงม้า ที่ความเร็วรอบ 4,800 รอบต่อนาที จงหาความดันเฉลี่ยอินดิเคตของเครื่องยนต์เครื่องนี้

วิธีทำ โจทย์กำหนด

$$K = 4 \text{สูบ}$$

$$L = 70 \text{ mm} = 0.07 \text{ m}$$

$$P_m = ?$$

$$D = 75 \text{ mm} = 7.5 \text{ cm}$$

$$N = \frac{4,800}{2} = 2,400$$

แทนค่า

$$IHP = \frac{P_m L N k}{4,500}$$

$$P_m = \frac{(100) \times (4,500)}{(0.07 \text{ m}) \times \left(\frac{\pi}{4}\right) \times (7.5 \text{ cm}^2) \times (2,400) \times (4)}$$

$$= 15.1576 \text{ kg/cm}^2$$

2. เครื่องยนต์ไดฮัตสึ 3 สูบ 2 จังหวะ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกระบอกสูบ 75 มิลลิเมตร มีระยะชัก 70 มิลลิเมตร ทำงานที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที โดยมีความดันเฉลี่ยอินดิเคตเท่ากับ 8.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จงหาแรงม้าบ่งชี้ของเครื่องยนต์ดังกล่าว

วิธีทำ โจทย์กำหนด

$$k = 3 \text{สูบ}$$

$$L = 70 \text{ mm} = 0.07 \text{ m}$$

$$P_m = 8.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$D = 75 \text{ mm} = 7.5 \text{ cm}$$

$$N = 3,000$$

แทนค่า

$$IHP = \frac{P_m L N k}{4,500}$$

$$= \frac{\left(8.5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right) (0.07 \text{ m}) \left(\frac{\pi}{4} (7.5 \text{ cm}^2)\right) (3,000) (3)}{4,500}$$

$$= 52.57 \text{ Hp}$$

3. เครื่องยนต์ดีเซล, 4 จังหวะ เครื่องหนึ่ง มีขนาด $\square$ 125 cm นำมาทดสอบกำลังด้วยวิธีเชือกรัด ความเร็วรอบ 120 rpm เชือกมีขนาด $\square$ 3.5 cm น้ำหนักถ่วงที่ปลายเส้นเชือก 48 kg กำลังดึงของเครื่องซึ่งอ่านได้โดยเฉลี่ย 2.5 kg จงหาขนาดแรงม้าเบรคของเครื่องยนต์

วิธีทำ โจทย์กำหนด

$$D = 125 \text{ cm} = 1.25 \text{ m}$$

$$d = 3.5 \text{ cm} = 0.035 \text{ m}$$

$$N = 120 \text{ rpm}$$

$$W = 48 \text{ kg}$$

$$S = 2.5 \text{ k}$$

จากสูตร

$$\text{แรงม้า} = \frac{2\pi NT}{4,500}$$

หาค่าทอร์ก (T)

$$T = (W-S)R$$

หาค่า R

$$R = \frac{D+d}{2} = \left(\frac{1.25+0.035}{2} \right) = 0.6425 \text{ m}$$

$$\therefore T = (48 - 2.5)(0.6425) = 29.2337 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$\therefore \text{bhp} = \frac{2 \times \pi \times 29.2337 \times 120}{4,500}$$

$$\text{bhp} = 4.89 \text{ hp}$$

แบบทดสอบ สัปดาห์ที่ 10

1. เครื่องยนต์ 4 สูบ 4 จังหวะ เครื่องหนึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกระบอกสูบ 75 มิลลิเมตร มีระยะชัก 70 มิลลิเมตร สามารถผลิตแรงม้าได้ 100 แรงม้า ที่ความเร็วรอบ 4,800 รอบต่อนาที จงหาความดันเฉลี่ยอินดิเคตของเครื่องยนต์เครื่องนี้

2. เครื่องยนต์ไดฮัตสึ 3 สูบ 2 จังหวะ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกระบอกสูบ 75 มิลลิเมตร มีระยะชัก 70 มิลลิเมตร ทำงานที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที โดยมีความดันเฉลี่ยอินดิเคตเท่ากับ 8.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จงหาแรงม้าบ่งชี้ของเครื่องยนต์ดังกล่าว

3. เครื่องยนต์ดีเซล, 4 จังหวะ เครื่องหนึ่งมีขนาด 125 cm นำมาทดสอบกำลังด้วยวิธีเชือกรัด ความเร็วรอบ 120 rpm เชือกมีขนาด 3.5 cm น้ำหนักถ่วงที่ปลายเส้นเชือก 48 kg กำลังดึงของเครื่องซึ่งอ่านได้โดยเฉลี่ย 2.5 kg จงหาขนาดแรงม้าเบรคของเครื่องยนต์

เฉลยแบบทดสอบ

1. เครื่องยนต์ 4 สูบ 4 จังหวะ เครื่องหนึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกระบอกสูบ 75 มิลลิเมตร มีระยะชัก 70 มิลลิเมตร สามารถผลิตแรงม้าบ่งชี้ได้ 100 แรงม้า ที่ความเร็วรอบ 4,800 รอบต่อนาที จงหาความดันเฉลี่ยอินดิเคตของเครื่องยนต์เครื่องนี้

วิธีทำ โจทย์กำหนด

$$K = 4 \text{สูบ}$$

$$L = 70 \text{ mm} = 0.07 \text{ m}$$

$$P_m = ?$$

$$D = 75 \text{ mm} = 7.5 \text{ cm}$$

$$N = \frac{4,800}{2} = 2,400$$

แทนค่า

$$IHP = \frac{P_m L N k}{4,500}$$

$$P_m = \frac{(100) \times (4,500)}{(0.07 \text{ m}) \times \left(\frac{\pi}{4}\right) \times (7.5 \text{ cm}^2) \times (2,400) \times (4)}$$

$$= 15.1576 \text{ kg/cm}^2$$

2. เครื่องยนต์ไดฮัตสึ 3 สูบ 2 จังหวะ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกระบอกสูบ 75 มิลลิเมตร มีระยะชัก 70 มิลลิเมตร ทำงานที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที โดยมีความดันเฉลี่ยอินดิเคตเท่ากับ 8.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จงหาแรงม้าบ่งชี้ของเครื่องยนต์ดังกล่าว

วิธีทำ โจทย์กำหนด

$$k = 3 \text{สูบ}$$

$$L = 70 \text{ mm} = 0.07 \text{ m}$$

$$P_m = 8.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$D = 75 \text{ mm} = 7.5 \text{ cm}$$

$$N = 3,000$$

แทนค่า

$$IHP = \frac{P_m L N k}{4,500}$$

$$= \frac{\left(8.5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right) (0.07 \text{ m}) \left(\frac{\pi}{4} (7.5 \text{ cm}^2)\right) (3,000) (3)}{4,500}$$

$$= 52.57 \text{ Hp}$$

3. เครื่องยนต์ดีเซล, 4 จังหวะ เครื่องหนึ่งมีขนาด $\square$ 125 cm นำมาทดสอบกำลังด้วยวิธีเชือกรัด ความเร็วรอบ 120 rpm เชือกมีขนาด $\square$ 3.5 cm น้ำหนักถ่วงที่ปลายเส้นเชือก 48 kg กำลังดึงของเครื่องซึ่งอ่านได้โดยเฉลี่ย 2.5 kg จงหาขนาดแรงม้าเบรคของเครื่องยนต์

วิธีทำ โจทย์กำหนด

$$D = 125 \text{ cm} = 1.25 \text{ m}$$

$$d = 3.5 \text{ cm} = 0.035 \text{ m}$$

$$N = 120 \text{ rpm}$$

$$W = 48 \text{ kg}$$

$$S = 2.5 \text{ k}$$

จากสูตร

$$\text{แรงม้า} = \frac{2\pi NT}{4,500}$$

หาค่าทอร์ก (T)

$$T = (W-S)R$$

หาค่า R

$$R = \frac{D+d}{2} = \left(\frac{1.25+0.035}{2} \right) = 0.6425 \text{ m}$$

$$\therefore T = (48 - 2.5)(0.6425) = 29.2337 \text{ kg.m}$$

$$\therefore \text{bhp} = \frac{2 \times \pi \times 29.2337 \times 120}{4,500}$$

$$\text{bhp} = 4.89 \text{ hp}$$