

สอนครั้งที่ 17
หน่วยที่ 9
เรื่อง ระบบส่งกำลัง

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 9
	ชื่อวิชา วิศวกรรมยานยนต์ รหัสวิชา 3101 – 2008	สอนครั้งที่ 17
	ชื่อหน่วย ระบบส่งกำลัง	ชั่วโมงรวม 51 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน ระบบส่งกำลัง		จำนวน 3 ชั่วโมง
หัวข้อเรื่องและงาน 9.4 คลัตช์ 9.5 หน้าที่ของคลัตช์ 9.6 แรงบิดจากความเสียดทาน 9.7 แรงที่กระทำผ่านคลัตช์กรวย 9.8 เพลาคลัตช์และดิสคลัตช์ สาระสำคัญ 1. หน้าที่ของคลัตช์ คือ ทำหน้าที่ตัดและต่อกำลังจากเครื่องยนต์ 2. แรงบิดจากความเสียดทานในคลัตช์ คือ แรงต้านทานที่เกิดจากผิวสัมผัสของคลัตช์ที่พยายามทำให้แผ่นคลัตช์เกาะติดกับเพรสเชอร์เพลลา 3. แรงที่กระทำผ่านคลัตช์กรวย คือ แรงที่สามารถเปลี่ยนและเพิ่มแรงในแรงแกนเป็นแรงตั้งฉากกับผิวคลัตช์ 4. เพลาคลัตช์และดิสคลัตช์ คือ แรงต้านทานที่เกิดจากผิวสัมผัสของคลัตช์ที่พยายามทำให้แผ่นคลัตช์เกาะติดกับเพรสเชอร์เพลลา สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ) 1. นักศึกษาสามารถบอกหน้าที่ของคลัตช์ได้อย่างถูกต้อง 2. นักศึกษาสามารถคำนวณหาแรงบิดจากความเสียดทานในคลัตช์ได้อย่างถูกต้อง 3. นักศึกษาสามารถคำนวณหาแรงที่กระทำผ่านคลัตช์กรวยได้อย่างถูกต้อง 4. นักศึกษาสามารถคำนวณหาเพลาคลัตช์และดิสคลัตช์ได้อย่างถูกต้อง 5. นักศึกษาสามารถคำนวณหารัศมีเป็นกลางของแผ่นคลัตช์ได้อย่างถูกต้อง		

สาระเนื้อหา

ระบบส่งกำลัง

9.4 คลัตช์ เครื่องยนต์ที่ใช้ขับเคลื่อนยานยนต์เป็นเครื่องยนต์สันดาปภายใน ซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะตัวคือ ผลิตกำลังงานได้ที่ความเร็วรอบต่ำ โดยทั่วไปจะต้องทำงานได้ที่ความเร็วรอบตั้งแต่ 1000 รอบต่อนาทีขึ้นไป จึงจะผลิตกำลังงานได้เพียงพอสำหรับการขับเคลื่อนยานยนต์ได้ ดังนั้นในการสตาร์ทเครื่องยนต์ และการขับเคลื่อนยานยนต์จึงต้องอาศัยอุปกรณ์อยู่สองอย่าง คือ คลัตช์ และเกียร์

9.5 หน้าที่ของคลัตช์ คลัตช์เป็นอุปกรณ์ที่อยู่ระหว่างเครื่องยนต์ และเกียร์ ทำหน้าที่ตัดและต่อกำลังงานจากเครื่องยนต์ที่ส่งผ่านเกียร์ เพื่อไปขับเคลื่อนล้อ กล่าวคือ คลัตช์จะทำการตัดกำลังจากเครื่องยนต์ ขณะที่เริ่มสตาร์ทเครื่อง หรือเปลี่ยนเกียร์ และคลัตช์จะทำการตัดกำลังจากเครื่องยนต์ที่หมุนเป็นปกติแล้ว หรือภายหลังที่ได้เปลี่ยนเกียร์เสร็จแล้ว

เกียร์จะทำหน้าที่ทดรอบของเครื่องยนต์ที่ต่อไปยังเพลาล้อ

ขับเคลื่อนล้อ กล่าวคือ ถ้าเกียร์ทดรอบความเร็วที่ผ่านไปยังเพลาล้อได้มากจะทำให้ล้อได้รับแรงหมุนจากเครื่องยนต์มาก ในทางกลับกันถ้าเกียร์ทดรอบเครื่องยนต์ที่ผ่านไปยังเพลาล้อได้น้อย ล้อจะได้รับแรงหมุนจากเครื่องยนต์น้อยตามไปด้วย

ขณะที่เริ่มสตาร์ทเครื่องยนต์ หรือขณะที่ไม่ต้องการให้มีการถ่ายทอดกำลังจากเครื่องยนต์ไปสู่ล้อจะทำการตัดการเชื่อมต่อกำลังได้สองวิธี คือ ให้คลัตช์ทำงานเปลี่ยนเกียร์ไปตำแหน่งเกียร์ว่าง

การตัดการเชื่อมต่อกำลังโดยให้คลัตช์ทำงาน คือ การให้แผ่นคลัตช์แยกตัวออกจากฟลายวีลของเครื่องยนต์ ดังนั้น เครื่องยนต์จะทำงานโดยอิสระไม่ต้องส่งกำลังไปขับเคลื่อนล้อ

การตัดการเชื่อมกำลังโดยเปลี่ยนเกียร์ไปตำแหน่งว่างจะทำให้เฉพาะเพลาลูกเบี้ยวของเกียร์ที่ต่อกับเพลาลูกเบี้ยวเท่านั้นที่ยังคงหมุนต่อไป ส่วนเพลาลูกเบี้ยวที่อยู่กับเพลากลางที่ต่อไปยังล้อของยานยนต์จะไม่หมุน

โดยอาศัยความเสียดทานของผิวคลัตช์ ดังนั้นจึงสามารถต่อเพลาสองอันเข้าด้วยกันโดยไม่เกิดแรงกระแทก ในการต่อเพลาลูกเบี้ยวและเพลากลางเข้าด้วยกัน ในบางครั้งเพลาลูกเบี้ยวจะหมุนด้วยความเร็วสูง แต่เพลากลางจะหยุดนิ่ง แต่เมื่อต่อเพลาลูกเบี้ยวทั้งสองเข้าด้วยกันโดยอาศัยคลัตช์ เพลากลางจะค่อย ๆ มีความเร็วเพิ่มขึ้นจนมีความเร็วเท่ากับเพลาลูกเบี้ยว

9.6 แรงบิดจากความเสียดทาน

แรงบิดจากความเสียดทานในคลัตช์ หมายถึง แรงต้านทานที่เกิดจากผิวสัมผัสของคลัตช์ที่พยายามทำให้แผ่นคลัตช์เกาะติดกับเพรสเซอร์เพลท โดยปกติแรงบิดจากความเสียดทานในคลัตช์ต้องมากกว่าแรงบิดที่ต้องการผ่านคลัตช์จากเครื่องยนต์ไปยังล้อ ถ้าไม่เช่นนั้นจะไม่สามารถส่งแรงผ่านคลัตช์ไปได้

แรงบิดจากความเสียดทานในคลัตช์ มีความสัมพันธ์กับแรงกดบนแผ่นคลัตช์ ดังนี้
กำหนดให้ P = แรงกดในทิศทางตั้งฉากกับแผ่นคลัตช์ หน่วย N

F = แรงเสียดทานบนผิวของแผ่นคลัตช์ทิศทางอยู่

ในแนวนานกับผิวของคลัตช์ คือ ตั้งฉากกับแรง P หน่วย N

R = รัศมีเป็นกลางของแผ่นคลัตช์ หน่วย mm

μ = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวสัมผัส ของแผ่นคลัตช์และเพรสเซอร์เพลท

T = แรงบิดจากความเสียดทานในคลัตช์ หน่วย Nm

Q = แรงที่เครื่องยนต์ผลิตได้ หน่วย Nm

KW = กำลังที่เครื่องยนต์ผลิตได้ หน่วย kW

N = ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ขณะที่ผลิตแรง บิดสูงสุด Q หน่วย rpm

แรงเสียดทานที่ผิวคลัตช์ $F = \mu P$

แรงบิดจากความเสียดทานในคลัตช์ $T = FR / 1000 = \mu PR / 1000$

กำลังเลาที่เครื่องยนต์ผลิตได้ $KW = QN / 9550$

แรงบิดที่เครื่องยนต์ผลิตได้ $Q = 9550 KW / N$

ในกรณีที่เครื่องยนต์ผลิตแรงบิดได้มีค่าเท่ากับแรงบิดจากความเสียดทานในคลัตช์ ($Q = T$)

$$\therefore 9550 KW / N = \mu PR / 1000$$

$$\text{หรือ} \quad PR = (9.55 \times 10^6) KW / \mu N \quad (1)$$

ตัวอย่างที่ 1 เครื่องยนต์ผลิตกำลังเพลาได้ 28.572 kW ที่ความเร็วรอบ 1500 rpm จงหาค่า PR ที่น้อยที่สุดที่ทำให้คลัตช์ยังสามารถส่งทอดกำลังได้ ในกรณีนี้แผ่นคลัตช์ทำด้วยแอสเบสตอสที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.3

วิธีทำ จาสมการ(1)

$$PR = (9.55 \times 10^6) KW / \mu N$$

เมื่อ

$$KW = 28.572 \text{ kW}$$

$$\mu = 0.3$$

$$N = 1500 \text{ rpm}$$

แทนค่า

$$PR = (9.55 \times 10^6 \times 28.572) / (0.3 \times 1500)$$

$$= 0.60636 \times 10^6 \text{ N-mm}$$

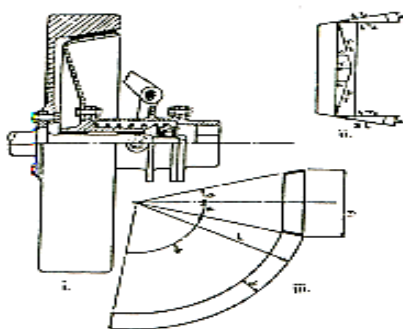
$$= 606.36 \text{ Nm}$$

จากตัวอย่างนี้สามารถวิเคราะห์ระบบคลัตช์ต่อไปเช่น ถ้าต้องการให้รัศมีเป็นกลางของแผ่นคลัตช์ 150 mm จะทราบค่าแรงกดของแผ่นคลัตช์ คือ

$$P = 606.36 / 0.150$$

$$= 4042.4 \text{ N}$$

โคนคลัตช์



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของโคนคลัตช์

9.7 แรงที่กระทำผ่านคลัตช์กรวย คลัตช์กรวยเป็นคลัตช์ที่มีหน้าสัมผัสของคลัตช์เป็นรูปกรวย (Cone) มีคุณสมบัติ คือ สามารถเปลี่ยนแรงและเพิ่มแรงในแรงแกนเป็นแรงตั้งฉากกับผิวคลัตช์ อัตราการเพิ่มของแรงที่กระทำและตั้งฉาก ที่เกิดขึ้น อยู่กรวย (Cone) ดังจะได้กล่าวถึงต่อไป เมื่อพิจารณาแรงที่กระทำต่อคลัตช์กรวยสามารถแยกพิจารณาได้ดังนี้

1. แรงที่ทำให้คลัตช์เกาะแน่น คือ แรงตั้งฉากกับผิว

คลัตช์ (P) ซึ่งจะเกิดในแนวแกน T_1

เมื่อพิจารณาตามรูป $\frac{1}{2} T_1 = \frac{1}{2} P \sin a$

$$\text{หรือ} \quad T_1 = P \sin a \quad (1)$$

2. แรงต้านทาน (t) ที่ไม่ยอมให้แผ่นคลัตช์เลื่อนเข้า

สัมผัสกับฟลัวี่ล

เมื่อพิจารณาตามรูป $\frac{1}{2} t = \frac{1}{2} \mu P$

$$\text{หรือ} \quad t = \mu P \quad (3)$$

3. แรงในแนวแกน (T_2) ที่เอาชนะแรงต้านที่เกิดขึ้น

ความเสียดทาน (t) เพื่อที่จะทำให้คลัตช์เลื่อนเข้า

สัมผัสกับฟลัวี่ลได้

เมื่อพิจารณาตามรูป $\frac{1}{2} t = \frac{1}{2} T_2 / \sec a$

$$\text{หรือ} \quad t = T_2 / \sec a \quad (4)$$

$$\text{แต่} \quad t = \mu P$$

$$\therefore T_2 = \mu P \sec a \quad (5)$$

เมื่อพิจารณาจากสมการ (2) และสมการ (5) ต่างก็เป็นสมการในแนวแกน ดังนั้น การเลือกค่าแรงตามแนวแกนที่นำมา

ใช้งานจึงต้องเลือก T_1 หรือ T_2 ตัวใดตัวหนึ่งในทางปฏิบัติจะเลือกค่า T ที่มีค่ามากกว่า และเพื่อเป็นการป้องกันการลื่นไถลจะมีการเผื่อค่าในแนวแกนให้มากไว้อีก 20 % ดังนั้น เมื่อเลือกค่า T_1 หรือ T_2 ที่มีค่าสูงกว่าแล้วจะคูณด้วย 1.2 อีก ดังตัวอย่าง

หมายเหตุ

P = แรงตั้งฉากกับผิวคลัตช์

T = แรงในแนวแกนซึ่งเกิดจากแรงดันของสปริง

a = ค่าครึ่งหนึ่งของมุมยอดกรวย

μ = สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างแผ่น
คลัตช์และฟลัวี่ล

ตัวอย่างที่ 2 คลัตช์กรวยอันหนึ่งต้องใช้ถ่ายทอดแรงที่ผลิตกำลังเพลได้ 28.6 kW ที่ความเร็วรอบ 1500 rpm โดยใช้แผ่นคลัตช์ที่มีรัศมีเป็นกลาง 175 mm สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของแผ่นคลัตช์ 0.3 ค่าครึ่งหนึ่งของมุมยอดกรวยคือ $12\frac{1}{2}$ องศา จงหาแรงตั้งฉากและแรงในแนวแกนของคลัตช์อันนี้

วิธีทำ จากสมการ

$$PR = (9.55 \times 10^6) KW / \mu N$$

เมื่อ

$$KW = 28.6 \text{ kW} \quad R = 175 \text{ mm}$$

$$\mu = 0.3 \quad N = 1500 \text{ rpm}$$

$$P = ?$$

แทนค่า

$$P = (9.55 \times 10^6 \times 28.6) / (175 \times 0.3 \times 1500) \\ = 3468.3 \quad N$$

จากสมการ (2)

$$T_1 = P \sin a$$

เมื่อ

$$a = 12\frac{1}{2} \text{ องศา}$$

แทนค่า

$$T_1 = 3468.3 \sin 12.5 \\ = 750.68 \quad N$$

จากสมการ (5)

$$T_2 = \mu P \sec a$$

$$T_2 = 0.3 \times 3468.3 \sec 12.5$$

$$= 1065.75 \quad N$$

จะเห็นว่าคลัตช์กรวยอันนี้ต้องการแรงในแนวแกนที่จะเอาชนะแรงต้านทาน ($T_2 = 1065.75$ N) มากกว่าแรงในแนวแกนที่ทำให้คลัตช์เกาะแน่น ($T_1 = 750.68$ N) ดังนั้นในการเลือกแรงสปริงที่ใช้กดแผ่นคลัตช์จึงต้องเลือกค่า T_2

แต่เพื่อความปลอดภัยจะเลือก $T = 1.2 T_2$

$$= 1.2 \times 1065.75$$

$$= 1278.9 \quad N$$

กำหนดให้ a = ค่าครึ่งหนึ่งของมุมยอดกรวย

b = มุมที่จุดศูนย์กลางของแผ่นคลัตช์ขณะคลี่ออก

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของคลัตช์กรวยด้านโต

w = ความกว้างของแผ่นคลัตช์

L = รัศมีขอบนอกของแผ่นคลัตช์ขณะคลี่ออก

$$\text{ดังนั้น} \quad L = (\frac{1}{2} D) / \sin a = (d / 2) \operatorname{cosec} a \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ} \quad b &= 360^\circ \pi D / 2\pi L \\ &= 180^\circ (D/L) = 360^\circ \sin a \end{aligned} \quad (7)$$

ตัวอย่างที่ 3 จงหามุมที่จุดศูนย์กลางของแผ่นคลัตช์ขณะคลี้ออก และรัศมีขอบนอกของแผ่นคลัตช์ขณะคลี้ออก ของคลัตช์กรวยที่มีมุมยอด 25 องศา และเส้นผ่าศูนย์กลางของคลัตช์กรวยด้านโต 364 mm

วิธีทำ จากสมการ (6) $L = (\frac{1}{2} D) / \sin a = (d / 2) \operatorname{cosec} a$

เมื่อ $D = 364 \text{ mm}$

$$a = 25 / 2 = 12.5^\circ$$

แทนค่า $L = (364 \operatorname{cosec} 12.5) / 2$
 $= 840.85 \text{ mm}$

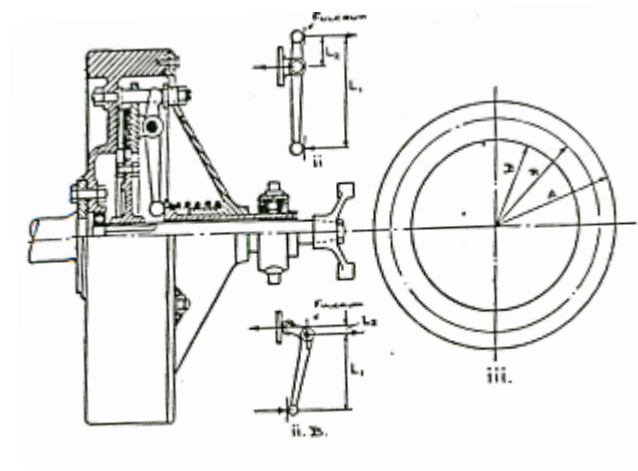
จากสมการ (7) $b = 360^\circ \sin a$

$$\begin{aligned} b &= 360^\circ \sin 12.5 \\ &= 77.90 \end{aligned}$$

9.8 เพลทคลัตช์และดิสคลัตช์

เพลทคลัตช์และดิสคลัตช์ มีหลักการทำงานเหมือนกัน คือ ประกอบด้วยแผ่นคลัตช์รูปวงแหวน ทั้งสองด้านด้วยวัตถุที่มีความเสียดทานสูง สำหรับเพลทคลัตช์โดยทั่วไปจะประกอบด้วยเพลทคลัตช์เพียงแผ่นเดียว แต่สำหรับดิสคลัตช์จะประกอบด้วยแผ่นคลัตช์จำนวนหลายแผ่น

แผ่นคลัตช์อยู่ระหว่างไฟลัวีลและเพลทเซอร์เพลท ขณะที่มีการส่งกำลังจากไฟลัวีล เพลทเซอร์เพลทจะอัดแผ่นคลัตช์ติดไฟลัวีล โดยอาศัยแรงอัดของสปริง แต่ในขณะคลัตช์ทำงาน คือ ในเวลาที่ต้องการตัดไม่ให้กำลังจากไฟลัวีลส่งต่อไปยังล้อ จะมีการดันให้เพลทเซอร์เพลทแยกออกจากไฟลัวีลโดยอาศัยการเหยียบเบรก



รูปที่ 9.8 ส่วนประกอบของเพลทคลัตช์

9.4.1 รัศมีเป็นกลางของแผ่นคลัตช์ เป็นระยะที่มีความสำคัญต่อการคำนวณทั้งเพลทคลัตช์และดิสคลัตช์ รัศมีเป็นกลางไม่ใช่ค่าเฉลี่ยของรัศมีวงนอกในแผ่นคลัตช์ โดยทั่วไปจะมีค่ามากกว่ารัศมีเฉลี่ยเล็กน้อย

กำหนดให้ R คือ รัศมีเป็นกลางของแผ่นคลัตช์

A คือ รัศมีวงนอกของแผ่นคลัตช์

B คือ รัศมีวงในของแผ่นคลัตช์

P คือ แรงกดในทิศทางตั้งฉากกับแผ่นคลัตช์

p คือ ความดันบนแผ่นคลัตช์

μ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของแผ่นคลัตช์

$$\text{พื้นที่ของแผ่นคลัตช์ (หนึ่งด้าน)} A = \pi(A^2 - B^2)$$

แรงกดในทิศทางตั้งฉากกับแผ่นคลัตช์

$$P = p\pi(A^2 - B^2)$$

แรงเสียดทานบนแผ่นคลัตช์

$$F = \mu P$$

$$F = \mu p\pi(A^2 - B^2)$$

แรงที่คลัตช์สามารถถ่ายทอดได้

$$T = \text{แรงเสียดทาน} \times \text{รัศมีเป็นกลาง}$$

$$T = \mu p\pi(A^2 - B^2)R \quad (8)$$

จากการหาแรงบิดที่คลัตช์สามารถถ่ายทอดได้โดยอาศัย การอินทิเกรต จะได้ผลลัพธ์ คือ แรงบิดที่สามารถถ่ายทอดได้

$$T = \frac{2}{3} \mu p\pi(A^3 - B^3) \quad (9)$$

เมื่อสมการต่างก็คือสมการที่หาค่าแบริดที่คลัตช์สามารถถ่ายทอดได้

ดังนั้น

$$\mu p\pi(A^2 - B^2)R = \frac{2}{3} \mu p\pi(A^3 - B^3)$$

$$(A^2 - B^2)R = \frac{2}{3} (A^3 - B^3)$$

$$R = \frac{2(A^3 - B^3)}{3(A^2 - B^2)}$$

$$R = \frac{\{2(A - B)(A^2 + AB + B^2)\}}{\{3(A - B)(A + B)\}}$$

$\therefore$ รัศมีเป็นกลางของแผ่นคลัตช์

$$R = \frac{\{2(A^2 + AB + B^2)\}}{\{3(A + B)\}} \quad (10)$$

ตัวอย่างที่ 4 จงหารัศมีเป็นกลางของแผ่นคลัตช์ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของวงนอก 350 mm และเส้นผ่าศูนย์กลางของวงใน 275 mm

วิธีทำ จากสมการ $R = \{2 (A^2 + AB + B^2) \} / \{3 (A + B)\}$

เมื่อ $A = 350 / 2 = 175 \text{ mm}$

$B = 275 / 2 = 137.5 \text{ mm}$

แทนค่า

$$R = 2 [(175)^2 + (175)(137.5) + (137.5)^2] / 2 (175 + 137.5)$$

$$= 157 \text{ mm}$$

9.4.2 แรงบิดจากความเสียดทานของเพลาคลัตช์และดิสคลัตช์ ได้กล่าวถึงการหาแรงบิดจากความเสียดทานของแผ่นคลัตช์หน้าสัมผัสเดียว (หน้าสัมผัสของแผ่นคลัตช์ที่ติดกับเพรสเชอร์เพลท) แต่ในความเป็นจริงคลัตช์ชุดหนึ่งจะประกอบด้วยหน้าสัมผัสตั้งแต่สองหน้าขึ้นไป เช่น เพลาคลัตช์ชุดหนึ่งจะประกอบด้วยชิ้นส่วนหลัก 3 ชิ้น คือ ฝั้วคลัตช์ แผ่นคลัตช์ และ เพรสเชอร์เพลท แผ่นคลัตช์จะมีหน้าสัมผัสทั้งสองหน้า คือ หน้าหนึ่งสัมผัสอยู่กับฝั้วคลัตช์ อีกหน้าหนึ่งจะสัมผัสอยู่กับเพรสเชอร์เพลท

จึงสรุปได้ว่าในเพลาคลัตช์หน้าสัมผัสของคลัตช์จะมีจำนวนน้อยกว่าชิ้นส่วนของคลัตช์เท่ากับ 1 เสมอ เช่น เพลาคลัตช์มีชิ้นส่วนอยู่ 3 ชิ้น จะมีหน้าสัมผัส = $3 - 1 = 2$ หน้า

สำหรับดิสคลัตช์ก็เช่นเดียวกัน จำนวนหน้าสัมผัสของคลัตช์จะมีจำนวนน้อยกว่าชิ้นส่วนของคลัตช์เท่ากับ 1 เช่นกัน เช่น ดิสคลัตช์ประกอบด้วย จำนวนส่วนประกอบ 9 ชิ้น หน้าสัมผัสของคลัตช์จะมีค่า

$$9 - 1 = 8$$

เมื่อพิจารณาจากความเสียดทานในคลัตช์ ดังได้กล่าวมาแล้ว
แรงบิดจากความเสียดทานในคลัตช์หน้าสัมผัสเดียว

$$T = FR = \mu PR \quad (11)$$

กำหนดให้

F คือ แรงเสียดทานบนผิวของแผ่นคลัตช์

R คือ รัศมีเป็นกลางของแผ่นคลัตช์

A คือ รัศมีวงนอกของแผ่นคลัตช์

B คือ รัศมีวงในของแผ่นคลัตช์

P คือ แรงกดในทิศทางตั้งฉากกับแผ่นคลัตช์

p คือ ความดันบนแผ่นคลัตช์

μ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของแผ่นคลัตช์

n คือ จำนวนหน้าสัมผัสของแผ่นคลัตช์

ดังนั้น แรงบิดจากความเสียดทานในคลัตช์ทั้งหมด

$$T = \mu P n R \quad (12)$$

แรงบิดที่คลัตช์สามารถถ่ายทอดได้ ซึ่งหมายถึงแรงบิดจากความเสียดทานในคลัตช์

เช่นเดียวกัน ดังนั้นถ้าพิจารณาถึงแผ่นคลัตช์ที่มีหน้าสัมผัส n หน้า

สมการ ปรับปรุงเป็น

$$T = \mu p n \pi (A^2 - B^2) R$$

สมการ ปรับปรุงเป็น

$$T = \frac{2}{3} \mu p \pi n (A^3 - B^3)$$

ดังนั้น

$$T = \mu P n R = \mu p n \pi (A^2 - B^2) R$$

$$T = \frac{2}{3} \mu p \pi n (A^3 - B^3) \quad (13)$$

ในการคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของเพลาคลัตช์และมีสมการอีกสมการหนึ่ง คือ สมการหาค่าแรงบิดที่เครื่องยนต์ผลิตได้

$Q = 9550 \text{ KW} / N$ จะมาเกี่ยวข้องกับสมการที่ 13 ด้วยโดยมีข้อแม้ว่า ค่า Q จะมากกว่าค่า T ไม่ได้

ตัวอย่างที่ 5 เพลาคลัตช์อันหนึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงนอก 400 mm เส้นผ่าศูนย์กลางของวงใน 300 mm มีสัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน 0.3 ต้องการถ่ายทอดแรงบิด 600 Nm จะเกิดความดันบนแผ่นคลัตช์เท่าใด

วิธีทำ จากสมการ $T = \frac{2}{3} \mu p \pi n (A^3 - B^3)$

หรือ $P = 3 T / \{2 \mu \pi n (A^3 - B^3)\}$

เมื่อ $n = 2$ (เพลาคลัตช์มีหน้าสัมผัสสองหน้าเสมอ)

$$A = 400/2 \text{ mm} = 0.2 \text{ m}$$

$$B = 300/2 \text{ mm} = 0.15 \text{ m}$$

$$T = 600 \text{ Nm}$$

$$\mu = 0.3$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} \quad p &= (3 \times 600) / \{2 \times 0.3 \times \pi \times 2 \times (0.20^3 - 0.15^3)\} \\ &= 112344.67 \text{ N/m}^2 \\ &= 112.3 \text{ kN/m}^2 \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

สรุปเนื้อหาวิชา

แรงเสียดทานที่ผิวคลัตช์

$$F = \mu P$$

แรงบิดจากความเสียดทานในคลัตช์

$$T = FR / 1000 = \mu PR / 1000$$

กำลังเวลาที่เครื่องยนต์ผลิตได้

$$KW = QN / 9550$$

แรงบิดที่เครื่องยนต์ผลิตได้

$$Q = 9550 KW / N$$

$$PR = (9.55 \times 10^6) KW / \mu N$$

คลัตช์กรวย

แรงที่ทำให้คลัตช์เกาะแน่น (T_1)

$$\frac{1}{2} T_1 = \frac{1}{2} P \sin a \quad \text{หรือ} \quad T_1 = P \sin a$$

แรงในแนวแกน (T_2)

$$T_2 = \mu P \sec a$$

แรงต้านทาน (t)

$$t = \mu P$$

รัศมีเป็นกลางของแผ่นคลัตช์

$$R = \{2 (A^2 + AB + B^2) \} / \{3 (A + B)\}$$

แรงบิดจากความเสียดทานของเพลาคลัตช์และดิสคลัตช์

$$T = \frac{2}{3} \mu p \pi n (A^3 - B^3)$$

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูถามนักศึกษาถึงเรื่องของสุขภาพและข่าวสารวิทยาการใหม่ ๆ (5 นาที)

ขั้นดำเนินการสอน

1. ครูผู้สอนให้นักศึกษาทดสอบเรื่อง ระบบส่งกำลัง ใช้เวลา 30 นาที
2. ครูเฉลยแบบทดสอบ 20 นาที
3. ครูแจกใบเนื้อหาประกอบการสอนเรื่อง คลัตช์ (10 นาที)
4. ครูผู้สอนอธิบายตาม Power point และใบเนื้อหาประกอบการสอน โดยอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบพร้อมทั้งเขียนลงบนกระดาน ในขณะที่สอนครูให้นักเรียนตอบคำถามและร่วมแสดงความคิดเห็น (50 นาที)

5. นักศึกษาทำแบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 17

ขั้นสรุป

1. ครูสรุปเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องที่สอนและสุ่มถามนักเรียน (20 นาที)
2. ครูผู้สอนให้นักศึกษาถามข้อสงสัย ครูคอยชี้แจง (10 นาที)
3. ครูผู้สอนนัดหมายสอบในเรื่องที่เรียนวันนี้ในสัปดาห์หน้า (5 นาที)

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบเนื้อหาประกอบการสอน เรื่องคลัตช์
2. Power point
4. กระดาน
5. แบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 17
6. เฉลยแบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 17
7. แบบทดสอบ สัปดาห์ที่ 17
8. เฉลยแบบทดสอบ สัปดาห์ที่ 17

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการบอกหน้าที่ของคลัตช์ได้อย่างถูกต้อง
2. สังเกตจากการคำนวณหาแรงบิดจากความเสียดทานในคลัตช์ได้อย่างถูกต้อง
3. สังเกตจากการคำนวณหาแรงที่กระทำผ่านคลัตช์กรวยได้อย่างถูกต้อง
4. สังเกตจากการคำนวณหาเพลาคลัตช์และดิสคลัตช์ได้อย่างถูกต้อง
5. สังเกตจากการคำนวณหารัศมีเป็นกลางของแผ่นคลัตช์ได้อย่างถูกต้อง

บันทึกหลังการสอน

ผลการใช้แผนการสอน.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการเรียนของนักศึกษา.....

.....

.....

.....

.....

.....

หลังเรียน.....

.....

.....

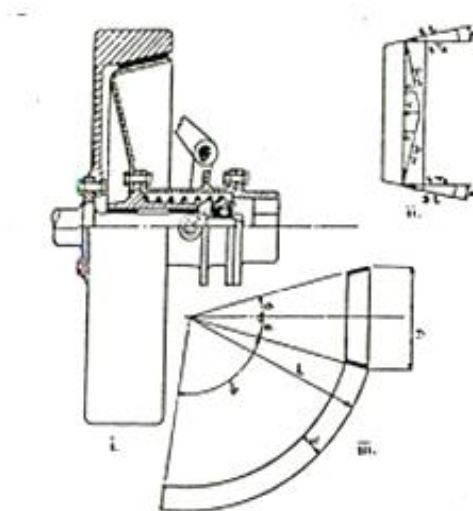
.....

.....

.....

Power point สัปดาห์ที่ 17

โคนคลัทช์



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของโคนคลัทช์

Power point แสดงการคำนวณหาแรงตึงจากและแรงในแนวแกนของคลัตช์

ตัวอย่างที่ 2 คลัตช์กรวยอันหนึ่งต้องใช้ถ่ายทอดแรงที่ผลิตกำลังเพลลาได้ 28.6 kW ที่ความเร็วรอบ 1500 rpm โดยใช้แผ่นคลัตช์ที่มีรัศมีเป็นกลาง 175 mm สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของแผ่นคลัตช์ 0.3 ค่าครึ่งหนึ่งของมุมขอดกรวยคือ $12\frac{1}{2}$ องศา จงหาแรงตึงจากและแรงในแนวแกนของคลัตช์อันนี้

วิธีทำ จากสมการ (1)

$$PR = (9.55 \times 10^6) KW / \mu N$$

เมื่อ

$$KW = 28.6 \text{ kW} \quad R = 175 \text{ mm}$$

$$\mu = 0.3 \quad N = 1500 \text{ rpm}$$

$$P = ?$$

แทนค่า

$$P = (9.55 \times 10^6 \times 28.6) / (175 \times 0.3 \times 1500)$$

$$= 3468.3 \quad N$$

จากสมการ (2)

$$T_1 = P \sin a$$

เมื่อ

$$a = 12\frac{1}{2} \text{ องศา}$$

แทนค่า

$$T_1 = 3468.3 \sin 12.5$$

$$= 750.68 \quad N$$

จากสมการ (5)

$$T_2 = \mu P \sec a$$

$$T_2 = 0.3 \times 3468.3 \sec 12.5$$

$$= 1065.75 \quad N$$

จะเห็นว่าคลัตช์กรวยอันนี้ต้องการแรงในแนวแกนที่จะเอาชนะแรงต้านทาน

($T_2 = 1065.75 \text{ N}$) มากกว่าแรงในแนวแกนที่ทำให้คลัตช์เกาะแน่น ($T_1 = 750.68 \text{ N}$)

ดังนั้นในการเลือกแรงสปริงที่ใช้กดแผ่นคลัตช์จึงต้องเลือกค่า T_2

แต่เพื่อความปลอดภัยจะเลือก

$$T = 1.2 T_2$$

$$= 1.2 \times 1065.75$$

$$= 1278.9 \quad N$$

แบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 17

1. จงหามุมที่จุดศูนย์กลางของแผ่นคลัตช์ขณะคลี่ออก และรัศมีขอบนอกของแผ่นคลัตช์ขณะคลี่ออกของคลัตช์กรวยที่มีมุมยอด 25 องศา และเส้นผ่าศูนย์กลางของคลัตช์กรวยด้านโต 364 mm
2. จงหารัศมีเป็นกลางของแผ่นคลัตช์ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของวงนอก 350 mm และเส้นผ่าศูนย์กลางของวงใน 275 mm
3. จงหารัศมีเป็นกลางของแผ่นคลัตช์ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางวงนอก 350 mm เส้นผ่าศูนย์กลางวงใน 275 mm
4. เพลาคลัตช์อันหนึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงนอก 400 mm เส้นผ่าศูนย์กลางของวงใน 300 mm มีสัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน 0.3 ต้องการถ่ายทอดแรงบิด 600 Nm จะเกิดความดันบนแผ่นคลัตช์เท่าใด

เฉลยแบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 17

1. จงหามุมที่จุดศูนย์กลางของแผ่นคลัตช์ขณะคลี่ออก และรัศมีขอบนอกของแผ่นคลัตช์ขณะคลี่ออกของคลัตช์กรวยที่มีมุมยอด 25 องศา และเส้นผ่าศูนย์กลางของคลัตช์กรวยด้านโต 364 mm

วิธีทำ จากสมการ

$$L = (\frac{1}{2} D) / \sin a = (d / 2) \operatorname{cosec} a$$

เมื่อ

$$D = 364 \text{ mm}$$

$$a = 25 / 2 = 12.5^{\circ}$$

แทนค่า

$$L = (364 \operatorname{cosec} 12.5) / 2$$

$$= 840.85 \text{ mm}$$

จากสมการ

$$b = 360^{\circ} \sin a$$

$$b = 360^{\circ} \sin 12.5$$

$$= 77.90$$

2. จงหารัศมีเป็นกลางของแผ่นคลัตช์ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของวงนอก 350 mm และเส้นผ่าศูนย์กลางของวงใน 275 mm

วิธีทำ จากสมการ

$$R = \{2 (A^2 + AB + B^2) \} / \{3 (A + B)\}$$

เมื่อ

$$A = 350 / 2 = 175 \text{ mm}$$

$$B = 275 / 2 = 137.5 \text{ mm}$$

แทนค่า

$$R = 2 [(175)^2 + (175)(137.5) + (137.5)^2] / 2 (175 + 137.5)$$

$$= 157 \text{ mm}$$

3. จงหารัศมีเป็นกลางของแผ่นคลัตช์ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางวงนอก 350 mm เส้นผ่าศูนย์กลางวงใน 275 mm

วิธีทำ จากสมการ

$$R = \{2 (A^2 + AB + B^2) \} / \{3 (A + B)\}$$

เมื่อ

$$A = 350 / 2 = 175 \text{ mm}$$

$$B = 275 / 2 = 137.5 \text{ mm}$$

แทนค่า

$$R = 2 [(175)^2 + (175)(137.5) + (137.5)^2] / 2 (175 + 137.5)$$

$$= 157 \text{ mm}$$

แบบทดสอบ ลำดับที่ 17

1. จงหามุมที่จุดศูนย์กลางของแผ่นคลัตช์ขณะคลัตช์ออก และรัศมีขอบนอกของแผ่นคลัตช์ขณะคลัตช์ออกของคลัตช์กรวยที่มีมุมยอด 25 องศา และเส้นผ่าศูนย์กลางของคลัตช์กรวยด้านโต 364 mm
2. จงหารัศมีเป็นกลางของแผ่นคลัตช์ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของวงขอบ 350 mm และเส้นผ่าศูนย์กลางของวงใน 275 mm
3. จงหารัศมีเป็นกลางของแผ่นคลัตช์ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางวงนอก 350 mm เส้นผ่าศูนย์กลางวงใน 275 mm
4. เพลาคลัตช์อันหนึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงนอก 400 mm เส้นผ่าศูนย์กลางของวงใน 300 mm มีสัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน 0.3 ต้องการถ่ายทอดแรงบิด 600 Nm จะเกิดความดันบนแผ่นคลัตช์เท่าใด

เฉลยแบบทดสอบ สัปดาห์ที่ 17

1. จงหามุมที่จุดศูนย์กลางของแผ่นคลัตช์ขณะคลี่ออก และรัศมีขอบนอกของแผ่นคลัตช์ขณะคลี่ออกของคลัตช์กรวยที่มีมุมยอด 25 องศา และเส้นผ่าศูนย์กลางของคลัตช์กรวยด้านโต 364 mm

วิธีทำ จากสมการ

$$L = (\frac{1}{2} D) / \sin a = (d / 2) \operatorname{cosec} a$$

เมื่อ

$$D = 364 \text{ mm}$$

$$a = 25 / 2 = 12.5^\circ$$

แทนค่า

$$L = (364 \operatorname{cosec} 12.5) / 2$$

$$= 840.85 \text{ mm}$$

จากสมการ

$$b = 360^\circ \sin a$$

$$b = 360^\circ \sin 12.5$$

$$= 77.90$$

2. จงหารัศมีเป็นกลางของแผ่นคลัตช์ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของวงนอก 350 mm และเส้นผ่าศูนย์กลางของวงใน 275 mm

วิธีทำ จากสมการ

$$R = \{2 (A^2 + AB + B^2) \} / \{3 (A + B)\}$$

เมื่อ

$$A = 350 / 2 = 175 \text{ mm}$$

$$B = 275 / 2 = 137.5 \text{ mm}$$

แทนค่า

$$R = 2 [(175)^2 + (175)(137.5) + (137.5)^2] / 2 (175 + 137.5)$$

$$= 157 \text{ mm}$$

3. จงหารัศมีเป็นกลางของแผ่นคลัตช์ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางวงนอก 350 mm เส้นผ่าศูนย์กลางวงใน 275 mm

วิธีทำ จากสมการ

$$R = \{2 (A^2 + AB + B^2) \} / \{3 (A + B)\}$$

เมื่อ

$$A = 350 / 2 = 175 \text{ mm}$$

$$B = 275 / 2 = 137.5 \text{ mm}$$

แทนค่า

$$R = 2 [(175)^2 + (175)(137.5) + (137.5)^2] / 2 (175 + 137.5)$$

$$= 157 \text{ mm}$$