การออกแบบและสร้างชุดสาธิตเครื่องอัดจาระบีอัตโนมัติ

DESIGN AND CONSTRUCT OF MODEL COMPRESSION GREASE AUTOMATION UNIT

พิสมัย พันธุ์อภัย[1]
ธีรภัทร หลิ่มบุญเรือง[2]
สมชาย แย้มใส[3]

[1,2,3] อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์
ถนนรังสิต-นครนายก องครักษ์ นครนายก 26120
โทร. 0-2664-1000 ต่อ 2055 โทรสาร 037-322-609 e-mail : somchais@swu.ac.th

บทคัดย่อ: โครงงานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องอัดจาระบีอัตโนมัติเพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานกับเครื่องจักรกลหนักประเภทรถขุด เครื่องกลหนัก เป็นต้น ซึ่งต้องการการหล่อลื่นอยู่เป็นประจำเพื่อลดขั้นตอนและการใช้พลังงานจากมนุษย์ กำหนดให้เครื่องอัดจาระบีสามารถอัดปริมาณจาระบีได้ 52.55 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวัน ควบคุมการทำงานของเครื่องอัดจาระบีนี้ด้วยชุดตั้งเวลา จึงสามารถประหยัดพลังงานของมนุษย์และสามารถอัดจาระบีได้อย่างต่อเนื่องเพียงพอต่อความต้องการใช้งาน

จากการทดสอบเครื่องอัดจาระบีอัตโนมัติ โดยใช้จาระบี 5 ชนิด สามารถใช้ได้กับเครื่องอัดจาระบีอัตโนมัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : จาระบี เครื่องจักรกลหนัก การอัดจาระบี

ABSTRACT: This research goes up the objective with having. Grease kinds for design compresses automatic car build and for apply the work with the heavy machinery digging which it wants is present the casting slipping regularly.

From the objective has gone up the one compressing the grease by organizer. The quantity one can compress this grease compressing the grease fixedly is 52.55 cm^3 per day. Grease compresses this worker with the group to set the time. Human grease requirement can use enough can and energy continuously.

From the carrying forward tested compresses the automatic grease. By the both of grease 5 type.

KEYWORDS : Grease, Heavy Machinery, Grease Compressing

1. บทนำ

ปัจจุบันการหล่อลื่นมีความสำคัญต่อเครื่องจักรกลทุกชนิด การเสียดสีย่อมเกิดขึ้นล่อลื่นท้ายที่สุดก็จะเกิดการสึกหรอและเสียหาย การแก้ไขให้เครื่องจักรกลสามารถกลับมาทำงานใหม่ได้อีกครั้งต้องสูญเสียทั้งเวลาแรงงานและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ อีกเป็นจำนวนมากที่เห็นได้อย่างชัดเจน ก็คือเครื่องจักรกลหนักที่ใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างในประเทศไทยไม่ว่าเครื่องจักรกลหนักนั้น จะนำเข้ามาจากต่างประเทศหรือผลิตขึ้นมาเอง เมื่อเครื่องจักรมีอายุงานที่มากขึ้นหรือด้วยเหตุใดก็ตามที่ทำให้เครื่องจักรถูกละเลย และขาดการดูแลเอาในประเทศชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวและเป็นจุดหมุนต่าง ๆ ที่อยู่นอกเหนือจากห้องเครื่องยนต์และห้องเกียร์ใช้น้ำมันในการหล่อลื่น ยังคงใช้การหล่อลื่นอีกรูปแบบหนึ่งที่ไม่สามารถนำน้ำมันมาทำการหล่อลื่นทดแทนได้ รูปแบบการหล่อลื่นนั้นก็คือการหล่อลื่นด้วยจาระบี ซึ่งตรงจุดนี้ที่วิธีการหล่อลื่นมีความแตกต่างกันด้วยเทคโนโลยีและวิวัฒนาการ จากการพัฒนาให้เครื่องจักรสามารถทำแทนมนุษย์หรือช่วยมนุษย์ในการทำงาน การหล่อลื่นด้วยน้ำมันหล่อลื่น มีอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่เห็น และทราบกันโดยทั่วไปที่เรียกว่าปั๊มน้ำมันเครื่อง แต่การหล่อลื่นด้วยจาระบี วิธีการหล่อลื่นเท่าที่พบเห็นในปัจจุบันในเครื่องจักรกลหนักโดยทั่วไปยังไม่มีอุปกรณ์หรือเครื่องมือใดที่สามารถทำการอัดจาระบี โดยยังไม่ต้องใช้แรงงานคน ในเครื่องจักรกลหนักในแต่ละคันจะพบว่ามีอุปกรณ์การอัดจาระบี ที่เรียกว่า กระบอกอัดจาระบี ประจำเครื่องจักรกลหนักอยู่เสมอ ภาพของคนงานที่ถือกระบอกอัดเดินอัดจาระบีตามจุดต่างๆ สวนกับกระแสทางเทคโนโลยีของเครื่องจักรกลที่มีการพัฒนาทั้งวัสดุอุปกรณ์ และเทคโนโลยีการควบคุมที่มีระบบคอมพิวเตอร์ เข้ามามีบทบาทต่อการควบคุมจนเครื่องจักรกลหนักสามารถพัฒนามาถึงจุดที่มีประสิทธิภาพสูง

ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างชุดสาธิตเครื่องอัดจาระบีที่จะสามารถนำไปติดตั้งในเครื่องจักรกลหนัก และเครื่องจักรกลต่าง ๆ ที่ยังคงใช้กระบอกอัดจาระบีทดแทนด้วยระบบควบคุมของตัวเครื่องจักรกลเองที่มีความเหมาะสมและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

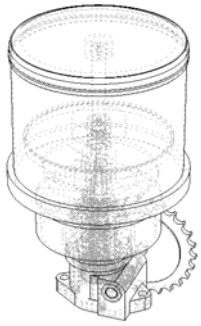
2. วัตถุประสงค์งานวิจัย

ออกแบบและสร้างชุดจำลองการทำงานของเครื่องอัดจาระบีอัตโนมัติ

3. การคำนวณและการออกแบบ

การคำนวณหาขนาดของลูกสูบที่ใช้ในการอัดจาระบีให้ไหลออกมาตามท่อทาง เฟืองหนอนสำหรับขับเคลื่อนลูกสูบถังเก็บจาระบีและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในเครื่องอัดจาระบีได้นั้นจำเป็นต้องทราบปริมาณความต้องการอัดจาระบีในการอัดแต่ละครั้งเพื่อคำนวณหาปริมาตรในการอัดจาระบีออกมาในแต่ละครั้งของแต่ละสูบ ซึ่งบางครั้งอาจจะได้ไม่ตรงกับความต้องการในแต่ละครั้ง เพื่อจะได้กำหนดความยาวของท่อให้เหมาะสมต่อการใช้งาน

3.1 การกำหนดปริมาณในการอัดจาระบี [2]



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะโครสร้างจำลองโดยรวมของชุดอัดจาระบี อัตโนมัติ

ในการหาขนาดของถังบรรจุจาระบีให้พอเพียงต่อความต้องการในการใช้งานและไม่ต้องมีการเติมจาระบี

บ่อยครั้งจำเป็นจะต้องทราบปริมาตรในการอัดจาระบีในแต่ละครั้งก่อนซึ่งสามารถหาปริมาตรได้จากสมการ

$$V_d = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times h \qquad (1)$$

เมื่อ d คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกสูบ

h คือ ขนาดความสูง (ระยะชัก) ของลูกสูบ

โดยเมื่อเราใส่ค่าความโตของลูกสูบและระยะชักเข้าไปในสมการก็จะได้ปริมาตรของจาระบีออกมา

$$V_d = \frac{\pi}{4} \times 0.75^2 \times 1.4$$

= 0.618 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ในการทำงาน 1 Stroke จะได้จาระบี 0.618 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ดังนั้นปริมาณในการอัดจาระบีในแต่ละวันสามารถหาได้จาก 17 จุด x 5 ครั้ง x 0.618 ลูกบาศก์เซนติเมตร

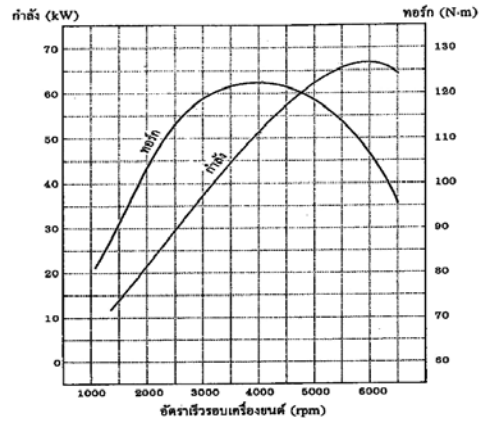
= 0.053 ลิตรต่อวัน

3.2 การคำนวณหาแรงบิดจากสมรรถนะของเครื่องยนต์ [4]

เมื่อกำลังของเครื่องยนต์ (P_e) คือ 44 กิโลวัตต์ สามารถหาแรงบิดได้จากสมการ

$$T_e = \frac{44000}{2\pi \times \frac{1000}{60}} \qquad (2)$$

เพราะฉะนั้นแรงบิดของเครื่องยนต์ คือ 420 นิวตันเมตร ที่ความเร็วรอบ 1000 รอบต่อนาที



ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดและกำลังเครื่องยนต์กับอัตราเร็วรอบเครื่องยนต์

3.3 กำลังของชุดเฟืองหนอน [2]

จากสมการ (1) ข้างต้นนำมาประยุกต์เพื่อหากำลังของชุดเฟืองหนอน

เมื่อ d_g คือ ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมพิตช์ของเฟืองหนอนเท่ากับ 34 มิลลิเมตร

n_g คือ จำนวนฟันของเฟืองหนอนเท่ากับ $\frac{12}{60}$ rps

จะได้

$$V = \pi \times \frac{34}{1000} \times \frac{12}{60}$$

= 0.02136 เมตรต่อนาที

เพื่อนำมาคำนวณหาแรงม้าของเฟืองหนอนจากสมการ

$$HP = \frac{F_t \times d_g \times n_\omega}{1260000 \times m_\omega} \qquad (3)$$

โดย F_t คือ แรงที่เกิดขึ้นจากการหมุนของเฟืองหนอนเท่ากับ 463080 ปอนด์

d_g คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมฟิตช์ของเฟืองหนอนเท่ากับ 1.338 เมตร

m_ω คือ อัตราทดรอบชุดเฟืองหนอนเท่ากับ 54

แทนค่าลงในสมการที่ (3) จะได้

$$HP = \frac{463080 \times 1.338 \times 650}{1260000 \times 54}$$

= 5.919 แรงม้า

กำลังม้าของเฟืองหนอน คือ 5.919 แรงม้า หรือเท่ากับ 4415.574 วัตต์

3.4 การคำนวณหาขนาดเพลา [2]

เพลาส่วนมากจะอยู่ภายใต้ความเค้นที่เป็นวัฏจักร ทั้งนี้เพราะเพลาหมุนอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้นแรงที่กระทำยังอาจเปลี่ยนแปลงอยู่ได้ตลอดเวลา ดังนั้นเพลาจึงเกิดความเสียหายเนื่องมาจากความล้าเป็นส่วนใหญ่ สำหรับวิธีการคำนวณของ ASME ใช้วิธีการแบบสถิตยศาสตร์ ดังนั้นจึงต้องมีตัวประกอบความล้า

(fatigue factor) มาเกี่ยวข้องด้วย ในกรณีของเพลาตัน k เท่ากับ d_i / d เท่ากับ 0

ความเค้นเฉือน τ โดยกำหนดจากคุณสมบัติวัสดุเหล็ก ASTM A514 ความแข็งแรงที่จุดคราก 380 เมคกะปาสคาล จะได้

$$\tau_{max} = \frac{Tc}{J} \qquad (4)$$

เมื่อ T = 35 กิโลนิวตันเมตร

τ_{max} = 380 เมคกะปาสคาล

$$J = \frac{\pi c^4}{2}$$

โดยแทนค่าในสมการ (4) จะได้

$$C = \frac{380 \times 10^6 \times \pi c^4}{35 \times 10^3 \times 2}$$

= 39.93 มิลลิเมตร

จากสมการการหาเส้นผ่านศูนย์กลางเพลา d เท่ากับ 2c เพราะฉะนั้นค่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเพลาจะประมาณ 80 มิลลิเมตรแต่จากการทดสอบออกแบบและทำงานกับมอเตอร์ 1 แรงม้า ความเร็ว 1000 รอบต่อนาที จะได้ค่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเพลาประมาณ 9.983×10^{-3} เมตร

3.5 การคำนวณหาความดันลูกสูบ [1]

กำหนดขนาดที่ลูกสูบจะสามารถอัดจาระบีได้จากสมการ

$$P = \frac{F_2}{A_2} \qquad (5)$$

จุดที่มีความดันสามารถที่จะอัดจาระบีได้โดยมีแรงดันสูงสุด บริเวณชุดเร่งความตึงของตีนตะขาบ โดยน้ำหนัก 1 กิโลกรัม เท่ากับ 9.807 นิวตัน จะได้

$$P = \frac{31.9}{3.8465 \times 10^{-5}} \text{ N/m}^2$$

= 829585.3 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร

โดย 1 บาร์ เท่ากับ 14.5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

P = 120.289 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

3.6 การคำนวณหาปริมาตรความจุของถังอัดจาระบี [2]

จากสมการ 1 จะได้

$$V_d = \frac{\pi}{4} \times 15^2 \times 12$$

= 2119.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

เพราะฉะนั้นถังอัดจาระบีนี้ใช้บรรจุจาระบีไม่เกินปริมาตรความจุ 2.1195 ลิตร

3.7 การคำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองของจาระบี

คิดจากขนาดความจุต่อปริมาณที่ใช้แต่ละวัน จะได้ $\frac{2119.5}{52.53}$ = 40 วัน

เพราะฉะนั้นประมาณ 40 วันจะต้องมีการบรรจุจาระบี 1 ครั้ง

3.8 การคำนวณหาภาระที่ป้อนแก่จาระบี [2]

จากกฎของแรงโน้มถ่วงจะได้

$$W = mg \qquad (6)$$

โดย $m = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times h = \frac{\pi}{4} \times 14^2 \times 1.1$

= 169.246 ลูกบาศก์เซนติเมตร

มาตรฐานแท่งเหล็กลูกบาศก์ที่มีแต่ละด้านยาว 30 ลูกบาศก์เซนติเมตรมีน้ำหนัก 212 กิโลกรัม

M = 1.3289 กิโลกรัม

W = 1.3289×9.81 กิโลกรัม (เมตรต่อนาที^{2})

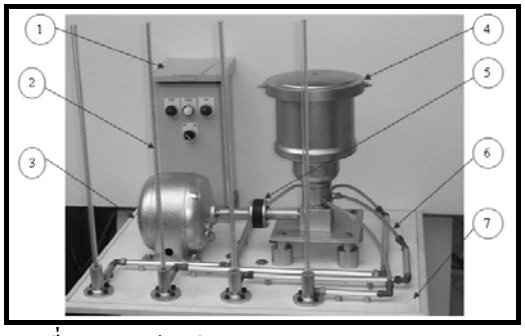
= 13.0365 นิวตัน

4. การทดสอบ

4.1 เป้าหมายของการทดลอง

1) เพื่อต้องการทราบว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นมานี้สามารถใช้งานได้จริง

2) ทดสอบอัตราการไหลของจาระบีโดยเทียบกับปริมาณจาระบีที่ไหลออกมา



ภาพที่ 4 รายละเอียดต่างๆ ของชุดทดลอง

4.2 ขั้นตอนการดำเนิน

1) บรรจุจาระบีที่ต้องการทดสอบลงในชุดทดลอง

2) ทำการเปิดสวิทช์ให้มอเตอร์ทำงานเพื่ออัดจาระบีเข้าไปในสาย

3) ไล่อากาศออกจากสายด้วยการอัดจาระบีเข้าไปให้ถึงจุดศูนย์ที่หลอดทดลอง

4) ทำการกำหนดตัวตั้งเวลา (Timer) ให้ทำการตัดต่อกระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ ในการทดลองนี้ตั้งที่ จ่ายไฟ 1 min ตัดไฟ 1 นาที่

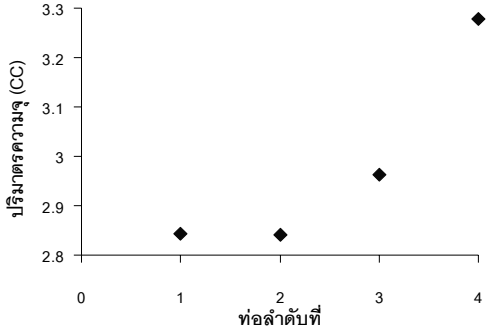
5) ทำการวัดค่าที่ได้แต่ละครั้งในแต่ละหลอดทดลองว่าสูงเท่าใด ในการทดลองนี้กำหนด 5 min และบันทึกค่าที่ได้ในตาราง

6) เมื่อครบตามที่กำหนดทำการเปลี่ยนชนิดของจาระบี แล้วทำการทดสอบซ้ำ จนครบชนิดที่ตั้งเป้าไว้

7) ทำการแปลงค่าที่วัดได้ จากมิลลิเมตร เป็น ซีซี โดยใช้สมการ (1) หาปริมาตรของจาระบีที่ไหลออกมาแต่ละหลอดต่อ 1 min แล้วบันทึกค่าลงตารางและสร้างกราฟ

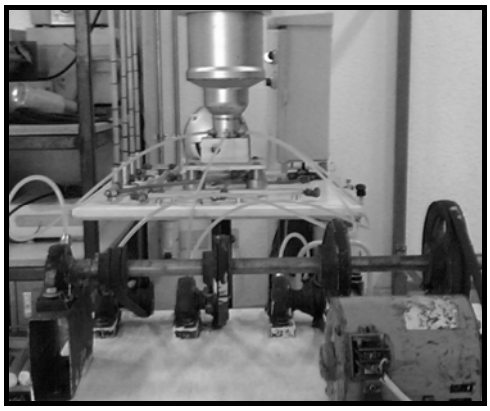
5. ผลการทดสอบ

การทดสอบการทำงานโดยใช้ Grease-Super MOLY ที่ความยาวของท่อทดลองต่างกัน ทำงานครั้งละ 1 นาที จำนวน 5 ครั้ง ค่าเฉลี่ยดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กราฟเปรียบเทียบอัตราการไหลของจาระบีชนิด Super MOLY

จากการทดสอบที่ความยาวของท่อที่แตกต่างกันนั้น พบว่าความยาวของท่อนั้นส่งผลต่อปริมาณของจาระบีที่ไหลออกมาหล่อลื่นตามจุดต่างๆ ดังภาพที่ 5 ณ ระยะเวลาที่เท่ากัน จุดที่มีความยาวของท่อสั้นที่สุดจะมีปริมาณจาระบีไหลออกมามากที่สุด ส่วนที่ขนาดท่อยาวจะมีปริมาณจาระบีออกมาน้อยที่สุด



ภาพที่ 6 ชุดจำลองการใช้งานจริงของเครื่องอัดจาระบี

6. สรุปผลโครงการวิจัย

ชุดทดสอบเครื่องอัดจาระบีอัตโนมัติทำงานโดยอาศัยแรงขับเคลื่อนจากมอเตอร์ไฟฟ้า ไปหมุนเฟืองตัวหนอนซึ่งต่อกับแกนใบกวาดในถังจาระบีเพื่ออัดจาระบีในถังให้ออกมาที่ลูกสูบด้านล่างเพื่ออัดจาระบีให้ไหลออกมาทางท่อที่ต่อเอาไว้เพื่อนำจาระบีไปหล่อเลี้ยงตามจุดต่างๆ ที่ต้องการ ซึ่งชุดอัดจาระบีนี้สามารถใช้กับท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 3 – 5 มิลลิเมตร และมี

ความยาวของสายอัดจาระบีตั้งแต่ 5 - 10 เมตร ทำงานได้ที่มอเตอร์ความเร็ว 650 – 1000 รอบต่อนาที และสามารถอัดจาระบีออกมาได้ 0.01048 ลิตรต่อนาที

จากการทดสอบการทำงานของชุดจำลองการทำงานของเครื่องอัดจาระบีอัตโนมัติ พบว่าเมื่อใช้จาระบี 2 ชนิด คือ เบอร์ 2 และ เบอร์ 3 เครื่องสามารถอัดจาระบีทั้ง 2 ชนิดได้ โดยมีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการใช้งานในแต่ละวันของเครื่องจักร โดยเครื่องอัดจาระบีอัตโนมัติจะอัดจาระบีเป็นช่วงๆ ช่วงละ 5 - 10 นาที โดยแต่ละช่วงที่ทำการอัดจาระบีจะได้จาระบีปริมาณ 0.0524 - 0.1048 ลิตร โดยปริมาณที่อัดจาระบีออกมานั้นพอเพียงต่อการใช้งานในแต่ละครั้ง และความยาวของท่อซึ่งมีขนาดแตกต่างกันท่อละ 10 เซนติเมตร โดยประมาณนั้นมีผลต่อปริมาณการอัดจาระบีเมื่อความยาวของสายมากขึ้นปริมาณของจาระบีที่จะไหลออกไปยังจุดที่ต้องการหล่อลื่นก็จะไปถึงช้ากว่าจุดที่สายสั้นกว่า

7. เอกสารอ้างอิง

[1] พรจิต ประทุมสุวรรณ, 2548. ระบบไฮดรอลิกและการควบคุม. กรุงเทพฯ: [ม.ป.พ.]

[2] วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์, ชาญ ถนัดงาน, 2548. การออกแบบเครื่องจักรกล 1, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น

[3] วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์, ชาญ ถนัดงาน, 2548. การออกแบบเครื่องจักรกล 2. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

[4] ธีรยุทธ สุวรรณประทีบ, 2545. วิศวกรรมยานยนต์, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.