บทที่ 2

2.1 ประวัติและหลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล

2.1.1 ประวัติย่อของเครื่องยนต์ดีเซล

ในปี 1876 Dr. N.A. Otto ชาวเยอรมัน ได้ประดิษฐ์เครื่องยนต์ 4 จังหวะขึ้นตามหลักของ Beau de Rochas เป็นเครื่องแรก และได้มีการแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้นอีก ในปี 1886 ได้มีการนำเครื่องยนต์มาติดตั้งใช้กับจักรยาน เป็นการเริ่มต้นแบบฉบับของจักรยานยนต์ในครั้งแรก

สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลนั้นเป็นผลสำเร็จของ Dr. Rudolf Diesel ในปี 1892 Dr. Diesel เป็นชาวเยอรมันมีความมุ่งหมายให้เครื่องยยนต์อัดอากาศเพียงอย่างเดียว จนทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นถึงจุดระเบิดเชื้อเพลิงได้ จากนั้นฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปกระทบอากาศร้อนนั้นก็เกิดการสันดาปขึ้น ทำให้ก๊าซขยายตัวผลักดันลูกสูบเครื่องยนต์ดีเซลเครื่องแรกของ Dr. Diesel ได้ใช้ผงถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง แต่ไม่เป็นผลสำเร็จ จึงหันมาใช้น้ำมันเชื้อเพลิง โดยการอัดอากาศให้มีแรงอัดสูงถึง 1,500 ปอนด์/ตารางนิ้ว ปรากฏว่าให้การระบายความร้อนไม่เพียงพอ จึงไม่เป็นผลสำเร็จอีก

Dr. Diesel ได้พยายามจนเป็นผลสำเร็จ ในปี 1895 เป็นเครื่องยนต์ 4 จังหวะ มีกำลังอัดประมาณ 450 ปอนด์/ตารางนิ้ว ระบายความร้อนด้วยน้ำ จุดระเบิดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดให้เป็นฝอยละอองด้วยแรงดันสูงและถือว่าเป็นต้นฉบับของเครื่องยนต์ดีเซล

หลังจากนั้น เครื่องยนต์ดีเซลก็ได้มีการพัฒนาแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ ทุกด้าน จนปัจจุบันเครื่องยนต์ดีเซลได้วิวัฒนาการสูงขึ้นทั้งด้านประสิทธิภาพ สมรรถนะ ตลอดทั้งความสามารถในด้านต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวางในงานประเภทที่ต้องการกำลังมาก ๆ

2.1.2 ข้อดีของเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์เบนซิน

1) ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดีเซล จะต่ำกว่าของเครื่องยนต์เบนซิน ทั้งราคาน้ำมันเชื้อเพลิง และราคาน้ำมันเชื้อเพลิงต่อแรงม้าจะลดลงได้ประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์

2) ความปลอดภัย

เชื้อเพลิงดีเซลมีจุดวาบไฟสูง จึงปลอดภัยในเรื่องเพลิงไหม้

3) ทอร์ค หรือ แรงบิด

เครื่องยนต์ดีเซลมีคุณลักษณะในด้านแรงบิดดีกว่าเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์เบนซินขนาดเดียวกันและสามารถให้แรงบิดได้ดีทุกรอบความเร็ว

4) ความเชื่อถือได้

เนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลไม่ต้องใช้อุปกรณ์ไฟจุดระเบิดกับคาร์บูเรเตอร์จึงทำให้ลดสาเหตุขัดข้องเสียหายลงได้

ส่วนการตรวจปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงของดีเซลจะใช้งานไปได้เป็นเวลานานติดต่อกันและหัวฉีดก็ไม่ต้องเอาใจใส่มากเหมือนหัวเทียนและทำงานได้แน่นอนกว่าระบบคาร์บูเรเตอร์และระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์เบนซิน

5) การจ่ายส่วนผสม

การฉีดเชื้อเพลิงเข้ากระบอกสูบของเครื่องยนต์ดีเซลมีการแบ่งปริมาณได้แน่นอนซึ่งทำให้ส่วนผสมได้ดีกว่า ทำให้เครื่องเดินได้สม่ำเสมอ

2.1.3 ข้อเสียของเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์เบนซิน

นอกเหนือจากส่วนดีของเครื่องยนต์ดังกล่าวแล้วเครื่องยนต์ดีเซลก็ยังมีส่วนเสียบางอย่างที่จะต้องพิจารณาด้วยเหมือนกัน

1) น้ำหนักเครื่องยนต์

เครื่องยนต์ดีเซลมีกำลังอัดสูงมาก จึงต้องสร้างให้แข็งแรงเพื่อให้ทนกำลังอัดได้สูงสุด เพราะฉะนั้นย่อมต้องมีน้ำหนักมากกว่าเครื่องยนต์เบนซินที่มีขนาดและจำนวนสูบเท่ากัน

2) ราคาเครื่องยนต์

เครื่องยนต์ดีเซลที่มีขนาดแรงม้าเท่ากับเครื่องเบนซินจะมีราคาเครื่องสูงกว่าทั้งนี้เนื่องจาก**ขนาดและน้ำหนักของโลหะชิ้นส่วนเครื่องดีเซลจะต้องการมากกว่า ราคาจึงสูง ตลอดจนราคาของอุปกรณ์การฉีดน้ำมันก็สูงตามโดยเฉพาะอย่างยิ่งปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง**

3) เสียงเครื่องยนต์

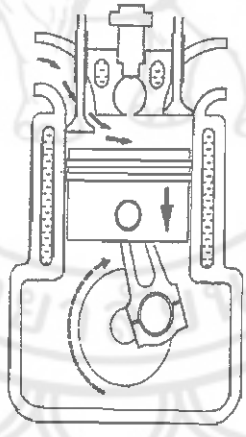
เครื่องยนต์ดีเซลจะมีเสียงเครื่องดังโดยเฉพาะอย่างยิ่งในขณะที่เครื่องเดินเบา แต่ก็ได้มีการปรับปรุงแก้ไขระบบการสันดาปและอุปกรณ์การฉีดเชื้อเพลิงให้ดีขึ้น เพราะเป็นสาเหตุใหญ่อันหนึ่งที่ทำให้เกิดเสียงที่เรียกว่า "ดีเซลน็อค" ซึ่งเนื่องมาจากแรงดันที่เพิ่มขึ้นสูงมากเกินไปในระหว่างที่เกิดการสันดาป อย่างไรก็ตามอัตราแรงดันที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากควบคุมได้โดยการออกแบบระบบห้องสันดาป ระบบอื่นๆให้ดีขึ้น ทำให้เครื่องดีเซลในปัจจุบันนี้เดินได้เรียบกว่าเครื่องสมัยเก่า แต่ถึงอย่างไรก็มีเสียงดังอยู่บ้าง

4) ควัน

ในขณะที่เริ่มสตาร์ทเครื่องและในขณะที่เครื่องมีภาระหนักๆ จะมีควันออกมามากทั้งนี้เนื่องมาจากปริมาณของเชื้อเพลิงต้องฉีดเข้าไปให้มากพอกับปริมาณของอากาศที่บรรจุ เพื่อให้เกิดการเผาไหม้ให้ได้แรงดันสูง

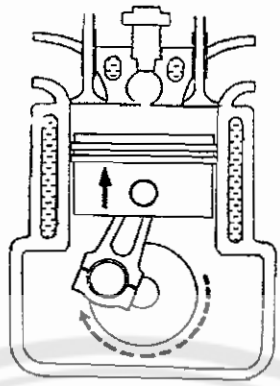
2.1.4 หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ

1) จังหวะดูด ลูกสูบเลื่อนจากศูนย์ตายบน (T.D.C.) ลงสู่ศูนย์ตายล่าง (B.D.C.) ลิ้นไอดีเปิด ลูกสูบดูดอากาศเข้ามาบรรจุภายในกระบอกสูบ โดยผ่านหม้อกรองอากาศ, ท่อไอดี และลิ้นไอดี เมื่อลูกสูบเลื่อนลงถึงจุดศูนย์ตายล่าง ลิ้นไอดีก็ปิดตามเดิม



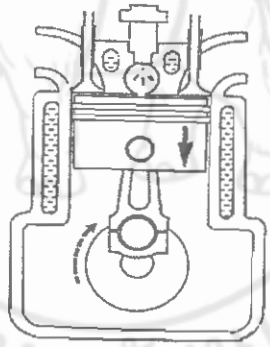
รูปที่ 2.1 จังหวะดูด
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,ดูโบตา)

2) จังหวะอัด ลูกสูบเลื่อนจากศูนย์ตายล่างขึ้นสู่ศูนย์ตายบน ลิ้นไอดีและไอเสียปิดสนิท ขณะที่ลูกสูบเลื่อนขึ้นก็จะอัดอากาศให้มีปริมาตรเล็กลง ทำให้เกิดความดันและความร้อนสูง



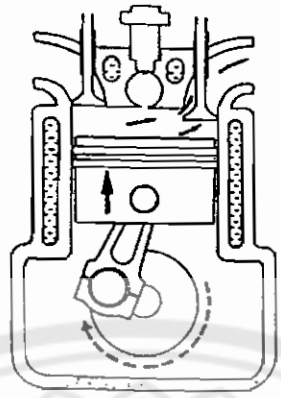
รูปที่ 2.2 จังหวะอัด
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,คูโบตา)

3) จังหวะระเบิด ทำงานต่อเนื่องจากจังหวะอัด กล่าวคือ จังหวะอัดลูกสูบอัดอากาศให้เกิดความร้อนปริมาตรเล็กลง ในจังหวะระเบิดนี้ หัวฉีดก็จะฉีดน้ำมันให้เป็นฝอยละอองเข้ามาผสมกับอากาศที่ร้อนจึงทำให้เกิดการเผาไหม้ได้ด้วยตัวของมันเองและเกิดแรงดันหรือแรงระเบิดบนหัวลูกสูบอย่างรุนแรง ดังนั้นลูกสูบจะถูกดันให้เลื่อนลงสู่ศูนย์ตายล่าง ในจังหวะนี้ลิ้นทั้ง 2 ยังปิดอยู่



รูปที่ 2.3 จังหวะระเบิด
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,คูโบตา)

4) จังหวะคาย ลูกสูบเลื่อนจากศูนย์ตายล่างขึ้นสู่ศูนย์ตายบนลิ้นไอเสียเปิด ไอเสียภายในกระบอกสูบจะถูกลูกสูบไล่ออกผ่านลิ้นไอเสียออกไปทางท่อไอเสียจากนั้นจะเริ่มจังหวะดูด จังหวะอัด จังหวะระเบิด และจังหวะคายใหม่ตามลำดับต่อไปเรื่อยๆไม่มีที่สิ้นสุด ตลอดเวลาที่เครื่องทำงาน



รูปที่ 2.4จังหวะคาย
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,คูโบตา)

จะเห็นได้ว่ากำลังที่ผลักดันลูกสูบนั้นได้จากจังหวะระเบิด ส่วนกำลังที่นำไปใช้หมุนเพลาข้อเหวี่ยงเพื่อให้ลูกสูบเลื่อนขึ้นลงในจังหวะต่อไปนั้น อาศัยกำลังที่สะสมไว้ที่ล้อช่วยแรง หรือมูเล่ ซึ่งติดตั้งอยู่ปลายเพลาข้อเหวี่ยง

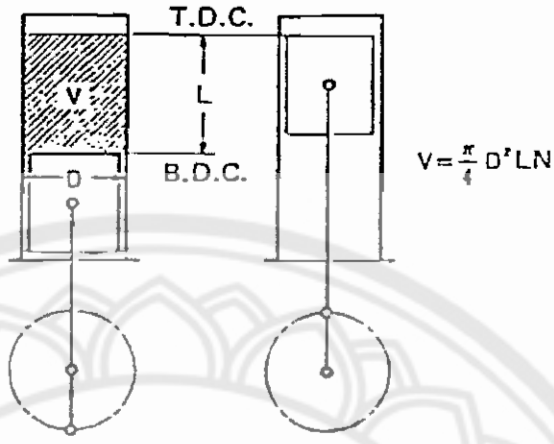
สรุปเมื่อเครื่องยนต์ทำงานครบ 4 จังหวะจะเห็นได้ว่าลูกสูบเลื่อนขึ้น 2 ครั้ง ลง 2 ครั้ง ลิ้นไอดีเปิด 1 ครั้ง ลิ้นไอเสียเปิด 1 ครั้ง เพลาข้อเหวี่ยงหมุน 2 รอบ เพลาลูกเบี้ยวหมุน 1 รอบ จึงเรียกว่าเครื่องยนต์ 4 จังหวะ ได้กำลังงาน 1 ครั้ง

2.2 สมรรถนะของเครื่องยนต์คูโบต้า

2.2.1 ขนาดกระบอกสูบและระยะชักหรือช่วงชัก

ขนาดกระบอกสูบและระยะชัก มีความสำคัญเกี่ยวกับปริมาตรดูดและขนาดของเครื่องยนต์ “ขนาดกระบอกสูบ” วัดได้จากความโตภายในหรือเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของกระบอกสูบ ส่วน “ระยะชัก” วัดจากระยะการเคลื่อนของลูกสูบจากศูนย์ตายบนเลื่อนลงจนถึงศูนย์ตายล่าง หรือคิดจากเส้นผ่านศูนย์กลางของข้อเพลาข้อเหวี่ยงที่หมุน ตัวอย่าง เครื่องยนต์คูโบต้า รุ่น อีที 70 ขนาดกระบอกสูบ * ช่วงชัก(ม.ม.) = 78*84 หมายถึง ขนาดกระบอกสูบโต 78 ม.ม. และช่วงชัก 84 ม.ม.

2.2.2 ปริมาตรกระบอกสูบหรือปริมาตรดูด



รูปที่ 2.5 ปริมาตรกระบอกสูบหรือปริมาตรดูด
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,คูโบต้า)

ปริมาตรกระบอกสูบ หมายถึง ความสามารถในการดูดอากาศหรือไอดี (จังหวะดูด) เข้ามาภายในกระบอกสูบเครื่องยนต์กำลังทำงานดี และทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ขึ้นอยู่กับปริมาตรดูดด้วย การเผาไหม้เชื้อเพลิงถึงจะหมดจด และอัตราส่วนระหว่างอากาศที่ดูดเข้าภายในกระบอกสูบกับน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดออกไป จะต้องเหมาะสมของเครื่องยนต์ที่กำหนดไว้

การหาปริมาตรกระบอกสูบสามารถหาได้จาสมการที่ (1)

การหาปริมาตรกระบอกสูบ

ปริมาตรกระบอกสูบ = พื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบ x ระยะชักของลูกสูบ

$$V = \frac{\pi D^2 LN}{4} \quad \text{..... สมการที่ (1)}$$

V = ปริมาตรกระบอกสูบ

D = เส้นผ่าศูนย์กลางกระบอกสูบ

L = ระยะชักของลูกสูบ

N = จำนวนกระบอกสูบ

$\pi = \frac{22}{7} = 3.14$

ตัวอย่าง เครื่องยนต์คูโบต้ารุ่น ET 70 ขนาดกระบอกสูบ x ระยะชัก = 78 x 84 มม.

$$V = \frac{\pi D^2 LN}{4}$$

D = 78 ม.ม. = 7.8 ซ.ม.

L = 84 ม.ม. = 8.4 ซ.ม.

N = 1 กระบอกสูบ

$$V = \frac{3.14 \times 7.8 \times 7.8 \times 8.4 \times 1}{4} = 401.17 \text{ ลบ.ซม.}$$

ปริมาตรกระบอกสูบ = 401 ซี.ซี.

2.2.3 แรงม้าเครื่องยนต์ (Horse power)

แรงม้า คือ กำลังงานที่ได้โดยออกแรงยกหรือลากวัตถุหนัก 75 กิโลกรัม ให้สูงขึ้นหรือเคลื่อนที่ไปได้ระยะทาง 1 เมตร ในเวลา 1 วินาที

หรือวัตถุหนัก 4,500 กิโลกรัม ระยะทาง 1 เมตร ในเวลา 60 วินาที (1 นาที)

สำหรับแรงม้าของเครื่องยนต์นั้น เป็นกำลังความสามารถภายในกระบอกสูบ แต่ก็ยังไม่ใช่แรงม้าที่แท้จริงของเครื่องยนต์ เนื่องจากต้องผ่านการเสียดทานต่างๆ ของชิ้นส่วน เพราะฉะนั้นแรงม้าที่นำไปใช้งานจริงเป็นแรงม้าที่ออกจากเพลาซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้ เป็นแรงม้าที่เหลือจากการสูญเสียให้กับความเสียดทานต่างๆ แล้ว

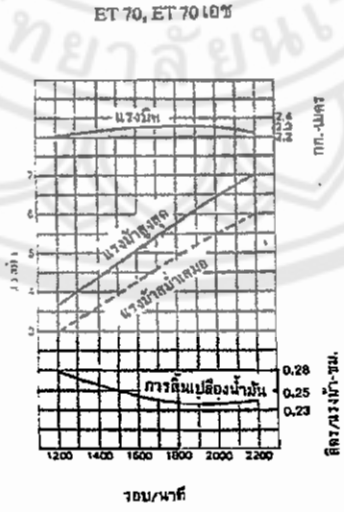
การหาแรงม้าหาได้จากการคำนวณ

สูตร PS = $\frac{T.N}{716.2}$ (จำนวน 1 สูบ) .....สมการที่ (2)

PS = แรงม้าของเครื่องยนต์ , แรงม้า

T = แรงบิดของเครื่องยนต์ (ได้จากเครื่องทดสอบ) , กก.-เมตร

N = ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (ได้จากเครื่องทดสอบ) , รอบ/นาที



รูปที่ 2.6 กราฟแสดงการทำงานของเครื่องยนต์ ET 70
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,คูโบต้า)

ตัวอย่าง จากกราฟแสดงการทำงานของเครื่องยนต์คูโบต้า รุ่น ET ถ้าความเร็ว 2,200 รอบ/นาที แรงบิด 2.28 กก. – เมตร

$$PS = \frac{T.N}{716.2}$$

$$= \frac{2.28 \times 2,200}{716.2}$$

$$= 7 \text{ แรงม้า}$$

ดังแสดงในกราฟจะเห็นว่าได้ 7 แรงม้า

1) แรงม้าสม่ำเสมอ (Continuous out put) คือ แรงม้าที่เครื่องยนต์สามารถใช้งานได้ปกติและสม่ำเสมอ เช่น จากกราฟแสดงการทำงานเครื่องรุ่น ET 70 แรงม้าสม่ำเสมอ 6 แรงม้าที่ 2,200 รอบ/นาที

2) แรงม้าสูงสุด (Maximum out put) คือ แรงม้าที่เครื่องยนต์สามารถทำงานได้สูงสุด ไม่สามารถจะทำได้สูงมากกว่านี้อีกแล้ว การ ใช้เครื่องยนต์ในสภาวะหรือแรงม้าสูงสุดเช่นนี้ จะทำให้สิ้นเปลืองน้ำมัน การสึกหรอของเครื่องยนต์มาก ทำให้อายุการใช้งานสั้นลง ตามปกติแรงม้าสูงสุดนี้ถือว่าเป็นแรงม้าสำรอง ไม่ควรใช้นานๆ เช่น จากกราฟแสดงทำงานเครื่องรุ่น ET 70 แรงม้าสูงสุด 7 แรงม้า ที่ 2,200 รอบ/นาที

3) แรงบิดสูงสุด (Torque) คือ ผลคูณของแรงที่กระทำรอบจุดหมุนกับระยะทางที่ตั้งฉากกับจุดหมุน เช่น แรงสูงสุดที่ผลักลูกสูบให้เลื่อนลงส่งแรงไปที่ก้านสูบ ทำให้เพลาข้อเหวี่ยงหมุน

$$T = F \times R$$

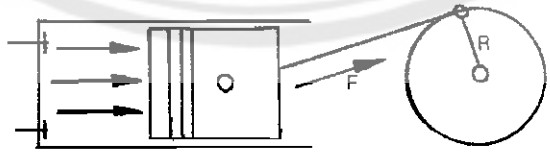
T = แรงบิด

R = รัศมีหรือระยะทางจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรงที่กระทำ

F = แรงที่กระทำ

แต่แรงบิดของเครื่องยนต์ หาได้จากเครื่องทดสอบ เช่น จากกราฟแสดงการทำงานของเครื่องยนต์คูโบต้า รุ่น ET 70 แรงบิดสูงสุด 2.3 ก.ก. –เมตร/1,800 รอบ/นาที

แรงบิดสูงสุด (Torque)



รูปที่ 2.7 แรงบิดสูงสุด
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,คูโบตา)

รูปที่ 2.6 แรงบิดสูงสุด
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,คูโบตา)

2.2.4 ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (Speed) คือ การหมุนของเพลาข้อเหวี่ยงว่าหมุนกี่รอบ ต่อ 1 นาที ซึ่งเครื่องยนต์แต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน แล้วแต่การออกแบบเครื่องยนต์ให้มีความเร็วรอบต่ำหรือสูง ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆ เช่น งานที่จะใช้, กำลังที่ต้องการ, ความคงทน และเชื้อเพลิงที่ใช้ เป็นต้น

ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ วัดได้จากเครื่องทดสอบหรือเครื่องวัดรอบ หรือหาได้จากสมการ

$$N = \frac{PS \times 716.2}{T} \quad \text{.....สมการที่ (3)}$$

จากสมการนี้ จะหาความเร็วรอบ (N) ได้ เราต้องรู้แรงม้า (PS) และแรงบิด (T)

ตัวอย่าง เครื่องยนต์คูโบต้า รุ่น ET 70 มีความเร็วรอบต่ำสุด 800 – 1,000 รอบ/นาที และความเร็วรอบสูงสุด 2,200 รอบ/นาที จากกราฟการทำงานของรุ่น ET 70 เราสามารถเร่งรอบให้สูงขึ้นได้ แต่แรงม้าจะต่ำลง

2.2.5 ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Consumption) คือ ปริมาณหรือน้ำหนักของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ในช่วงเวลาหนึ่ง ต่อกำลังของเครื่องยนต์ เช่น กรัม/แรงม้า-ช.ม. (คิดเป็นน้ำหนัก) และลิตร/แรงม้า-ช.ม. (คิดเป็นปริมาตร)

การหาความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงหาได้จากเครื่องทดสอบอาจจะเป็นกรัมหรือเป็นลิตร แต่เราสามารถจะเปลี่ยนเป็นหน่วยได้ จากสมการ

ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (จากกรัม แปลงเป็น ลิตร) $= \frac{G \times PS}{\text{ถ.พ.น้ำมัน} \times 1{,}000}$ ลิตร/แรงม้า-ชม.

ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (จากลิตร แปลงเป็น กรัม) $= \frac{L \times \text{ถ.พ.น้ำมัน} \times 1{,}000}{PS}$ กรัม/แรงม้า-ชม.

G = ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง , กรัม/แรงม้า-ชม.

L = ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง , ลิตร/แรงม้า-ชม.

PS = แรงม้าของเครื่องยนต์

ถ.พ. = ความถ่วงจำเพาะของน้ำมัน (อาจจะเป็นดีเซล หรือเบนซินค่าจะไม่เหมือนกัน)

หมายเหตุ 1 c.c. = $1\ CM^3$

1 ลิตร = 1,000 c.c.

ตัวอย่าง เครื่องยนต์คูโบต้า รุ่น ET 70 ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจากเครื่องทดสอบ 205 กรัม/แรงม้า-ชม. ถ้าต้องการอยากทราบเป็นลิตร/แรงม้า-ชม. คำนวณได้ดังนี้

ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง $= \frac{205}{0.85 \times 1,000}$ ลิตร/แรงม้า-ชม.

ถ้าเครื่องมีกำลัง 6 แรงม้า $= \frac{205}{0.85 \times 1,000}$ ลิตร/แรงม้า-ชม.

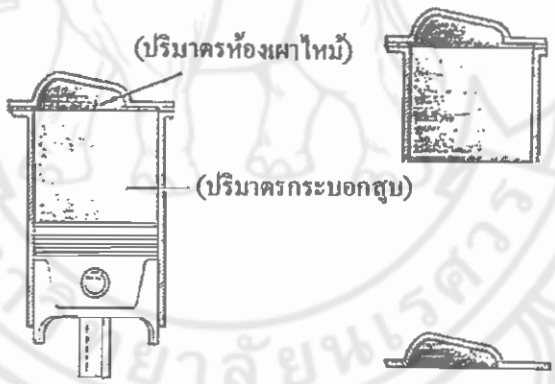
$= 1.447 \sim 1.5$ ลิตร/แรงม้า-ชม.

แต่ถ้าใช้เครื่อง 5 ชม. $= \frac{205 \times 6 \times 5}{0.85 \times 1,000}$

$= 7.23$ ลิตร/แรงม้า-5 ชม.

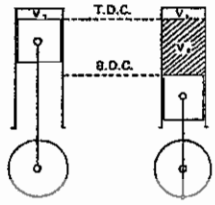
หมายความว่าความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 7.23 ลิตร ที่ 6 แรงม้า ใช้เครื่องยนต์ 5 ชั่วโมง เพราะฉะนั้นความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะต้องขึ้นกับแรงม้าที่ใช้และเวลาที่ใช้ว่าใช้งานที่กี่แรงม้าและเวลาเท่าไร

2.2.6 อัตราส่วนกำลังอัด (Compression Ratio) หมายถึง ปริมาตรทั้งหมดของกระบอกสูบที่สามารถดูดอากาศเข้ามาได้แล้วทำการอัดอากาศให้ปริมาตรเล็กลงว่าเป็นอัตราส่วนเท่าไหรของปริมาตรสูงสุดที่ดูดในจังหวะดูดเมื่อลูกสูบอยู่ศูนย์ตายล่างกับปริมาตรน้อยที่สุดในจังหวะอัดสุดเมื่อลูกสูบอยู่ศูนย์ตายบน



รูปที่ 2.8 อัตราส่วนกำลังอัด
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,คูโบตา)

การหาอัตราส่วนกำลังอัด



รูปที่ 2.9 การหาอัตราส่วนกำลังอัด
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,คูโบตา)

อัตราส่วนกำลังอัด = $\frac{\text{ปริมาตรดูด + ปริมาตรห้องเผาไหม้}}{\text{ปริมาตรห้องเผาไหม้}}$

หรือ $\Sigma = \frac{V_2 + V_1}{V_1}$

Σ = อัตราส่วนกำลังอัด

V_2 = ปริมาตรดูด

V_1 = ปริมาตรห้องเผาไหม้

ตัวอย่าง เครื่องยนต์คูโบต้า รุ่น ET 70 ปริมาตรกระบอกสูบ (ปริมาตรดูด) 401 ซี.ซี. ปริมาตรห้องเผาไหม้ (เหนือหัวลูกสูบเมื่อลูกสูบอยู่ที่ศูนย์ตายบน) 17.8 ซี.ซี. หาอัตราส่วนกำลังอัด

$\Sigma = \frac{V_2 + V_1}{V_1}$

V_2 = 401 ซี.ซี.

V_1 = 17.8 ซี.ซี.

$\Sigma = \frac{401 + 17.8}{17.8} = \frac{23.52}{1}$

อัตราส่วนกำลังอัด = 23.5 : 1

2.3 ระบบการทำงานของเครื่องยนต์

เครื่องยนต์ของคูโบต้านั้นสามารถแยกระบบการทำงานออกเป็น 4 ระบบด้วยกัน ได้แก่

1) ระบบระบายความร้อน

2) ระบบหล่อลื่น

3) ระบบไอดีและไอเสีย

4) ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง

2.3.1 ระบบระบายความร้อน (Cooling System)

ระบบระบายความร้อน มีหน้าที่ระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเสียดสีของชิ้นส่วน และ การเผาไหม้ภายในกระบอกสูบให้ออกไปจากเครื่องยนต์ ความร้อนดังกล่าวถ้ามีอยู่มากเกินไปจะทำให้ชิ้นส่วนซึ่งเป็นโลหะที่เคลื่อนที่และอยู่กับที่ภายในเครื่องยนต์ขยายตัว เกิดการติดตายและมีการสึกหรอเกิดขึ้นได้ เช่น ลูกสูบกับปลอกสูบ เป็นต้น

การสูญเสียความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้

1) สูญเสียไปกับไอเสีย

2) สูญเสียไปกับระบบระบายความร้อน

3) สูญเสียไปกับระบบหล่อลื่น (น้ำมันหล่อลื่นช่วยระบายความร้อน)

ความร้อนที่เหลือส่วนหนึ่ง จะสะสมอยู่เพื่อใช้ในการอุ่นไอดี ซึ่งจะช่วยให้การจุดระเบิดในครั้งต่อไปเผาไหม้ได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เครื่องยนต์จึงจะมีประสิทธิภาพ ดังนั้นระบบระบายความร้อนจึงมีหน้าที่ควบคุมการระบายความร้อนให้เหมาะสมกับอุณหภูมิทำงานของเครื่องยนต์ด้วย

ชนิดของการระบายความร้อน มี

1) การระบายความร้อนด้วยอากาศ

2) การระบายความร้อนด้วยน้ำ

2.3.1.1 การระบายความร้อนด้วยอากาศ นิยมใช้กับเครื่องยนต์ขนาดเล็ก เนื่องจากการระบายความร้อนด้วยน้ำต้องมีช่องทางเดินของน้ำภายในเครื่องยนต์ ทำให้สิ้นเปลืองพื้นที่และยังมีอุปกรณ์เพิ่มขึ้น เครื่องยนต์ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศจะต้องทำให้บริเวณรอบๆ เสื้อสูบและฝาสูบเป็นครีบ ครีบและช่องว่างระหว่างครีบช่วยให้มีพื้นที่ที่เครื่องยนต์สัมผัสกับอากาศมากขึ้น เพื่อให้การระบายความร้อนได้สมบูรณ์ขึ้น จึงต้องมีกระบังลมช่วยบังคับทิศทางลม ซึ่งลมเกิดจากการหมุนของล้อช่วยแรงที่มีครีบใบพัดติดอยู่รอบๆ ในกรณีรถจักรยานยนต์อาจไม่ต้องมีกระบังลม แต่อาศัยลมที่ผ่านในขณะรถวิ่งอยู่

2.3.1.2 การระบายความร้อนด้วยน้ำ เครื่องยนต์ที่ใช้การระบายความร้อนด้วยน้ำจะต้องมีช่องทางเดินของน้ำภายในเสื้อสูบและฝาสูบเป็นต้น การไหลเวียนของน้ำภายในเครื่องยนต์แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

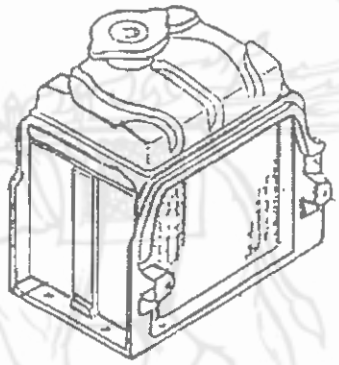
1) โดยอาศัยกำลังดันของปั๊มน้ำ นิยมใช้กับเครื่องยนต์หลายสูบ ที่มีหม้อน้ำกับเครื่องยนต์อยู่ในระดับเดียวกัน เช่น รถยนต์ มีอุปกรณ์ที่สำคัญ เช่น

หม้อน้ำรังผึ้ง ประกอบด้วยหลอดน้ำและมีแผ่นครีบระบายความร้อน เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการระบายความร้อนและมีฝาหม้อน้ำปิดอยู่ด้านบน

ปั๊มน้ำ ทำหน้าที่ปั๊มน้ำจากหม้อน้ำรังผึ้งให้มีแรงดันสูงพอที่จะส่งเข้าไปในช่องทางน้ำภายในเครื่องยนต์ได้

2) โดยอาศัยหลักการธรรมชาติ จะมีหม้อน้ำติดตั้งอยู่สูงกว่าเครื่องยนต์ น้ำเมื่อได้รับความร้อนจะเบาตัวลอยขึ้นด้านบน ส่วนน้ำด้านบนที่เย็นกว่าก็จะไหลลงมาแทนที่ ทำให้น้ำเกิดการหมุนวนเอง มีอยู่ 3 แบบ คือ

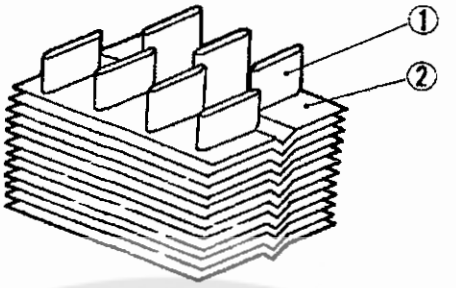
2.1) แบบหม้อน้ำรังผึ้ง (Radiator)



รูปที่ 2.10 หม้อน้ำแบบรังผึ้ง
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,คูโบตา)

แบบหม้อน้ำรังผึ้ง เป็นระบบหล่อเย็นสำหรับเครื่องยนต์รุ่น ET, ER โดยจะมีชุดพัดลมเป็นตัวดูดอากาศผ่านหม้อน้ำรังผึ้งแล้วพาเอาความร้อนออกไป น้ำที่ถูกพัดลมดูดเอาความร้อนออกไปแล้ว น้ำก็จะเย็นลงแล้วไหลหมุนเวียนลงมาทางด้านล่างเองโดยธรรมชาติ ส่วนความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบ ฝาสูบและความร้อนที่เกิดจากการเสียดสีของชิ้นส่วนก็จะทำให้น้ำร้อนขึ้นอีก น้ำร้อนก็จะลอยขึ้นไปด้านบน แล้วถูกทำให้เย็นลงอีก การระบายความร้อนของเครื่องยนต์แบบนี้อาศัยการหมุนวนของน้ำโดยธรรมชาติ

ลักษณะของหม้อน้ำแบบรังผึ้ง



รูปที่ 2.11 ลักษณะของหม้อน้ำแบบรังผึ้ง 1. หลอดน้ำ , 2. ครีบระบายความร้อน

(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,คูโบตา)

หม้อน้ำรังผึ้งจะมีแผ่นครีบช่วยระบายความร้อนออกจากหลอดน้ำ แผ่นครีบนี้ทนต่อแรงดันและสามารถถ่ายเทความร้อนได้ดี เมื่ออากาศผ่านครีบ อากาศก็จะพาเอาความร้อนออกไปด้วย น้ำที่อยู่ในหลอดน้ำก็จะเย็นลงแล้วไหลลงไปในตัวเครื่องยนต์อีกครั้งเองโดยธรรมชาติ

หม้อน้ำรังผึ้งนี้ประกอบไปด้วย หลอดน้ำ (1) เป็นทางให้น้ำไหลผ่าน และครีบระบายความร้อน (2) เป็นครีบช่วยระบายความร้อน หลอดน้ำ และครีบนี้ทำมาจากแผ่นทองแดงบางๆ ซึ่งสามารถถ่ายเทความร้อนได้ดี เมื่ออากาศผ่านหลอดน้ำและครีบก็จะพาเอาความร้อนออกไปด้วย ทำให้น้ำที่อยู่ในหลอดน้ำเย็นลง

2.2) แบบอ่างน้ำ (Hopper)

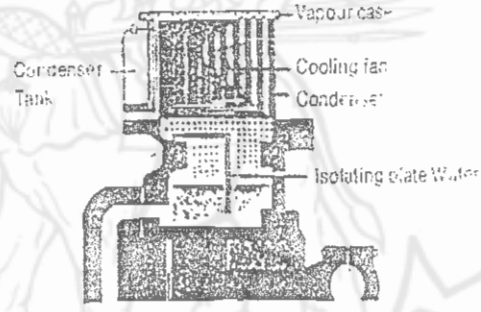
รูปที่ 2.12 หม้อน้ำแบบอ่างน้ำ
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,คูโบตา)

แบบอ่างน้ำหรือแบบหม้อน้ำธรรมดา เป็นระบบหล่อเย็น สำหรับเครื่องยนต์รุ่น KND และ ET ที่ลงท้ายด้วย H เช่น ET 70H แบบนี้อ่างน้ำจะติดตั้งอยู่ทางด้านบนของเครื่อง และจะแตกต่างไปจากแบบรังผึ้งคือไม่มีชุดพัดลม แต่แบบอ่างน้ำนี้จะมีปริมาณของน้ำในอ่างน้ำจะมีมากกว่าของแบบรังผึ้ง

หลักการทำงาน จะอาศัยการหมุนเวียนของน้ำโดยธรรมชาติ เมื่อเครื่องยนต์ทำงานก็จะทำให้อุณหภูมิของน้ำในอ่างน้ำสูงขึ้นจนกลายเป็นไอ และระเหยออกไป จึงทำให้น้ำในอ่างน้ำแห้งเร็ว โดยมีลูกลอยเป็นตัวแจ้งให้ทราบว่าน้ำภายในอ่างน้ำมีปริมาณมากน้อยเท่าใด

หมายเหตุ หม้อน้ำแบบอ่างน้ำนี้ก่อนที่จะติดเครื่องต้องตรวจดูระดับน้ำให้เต็มอยู่เสมอ ถ้าน้ำน้อยแล้วใช้เครื่องไปจะทำให้เครื่องยนต์ร้อนจัด

2.3)แบบคอนเดนเซอร์ (Condenser)

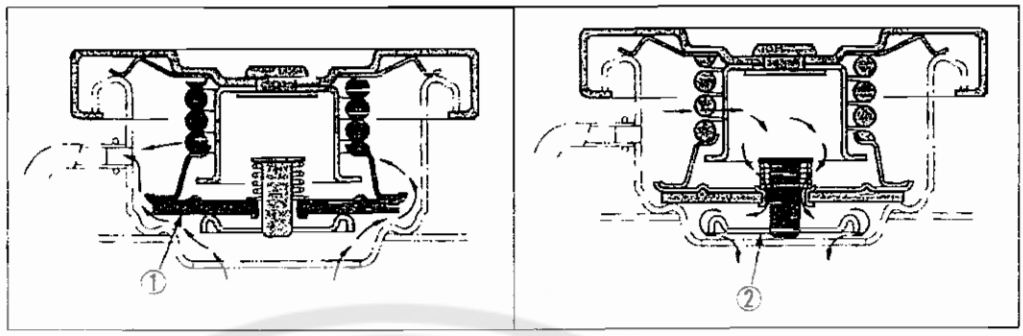


รูปที่ 2.13 หม้อน้ำแบบคอนเดนเซอร์
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,ฤโบตา)

แบบหม้อดักไอหรือคอนเดนเซอร์ (Consenser) แบบนี้ดูจากภายนอกคล้ายคลึงกับแบบหม้อน้ำรังผึ้ง แต่ผิดกันที่ปริมาณของน้ำที่เติมจะน้อยกว่า เนื่องจากท่อเติมน้ำอยู่ต่ำ (ดังรูปที่ 2.13) และแทนที่จะระบายความร้อนของน้ำโดยตรง แต่กลับไประบายความร้อนของไอน้ำที่เกิดขึ้นให้กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

หลักการทำงาน เมื่อน้ำด้านล่างได้รับความร้อนจะระเหยกลายเป็นไอลอยสูงขึ้นไปในหม้อดักไอ พัดลมที่อยู่ด้านหลังของหม้อดักไอก็จะดูดอากาศผ่านแผ่นครีบของหม้อดักไอ ทำให้ไอน้ำเย็นลง และกลั่นตัวเป็นหยดน้ำลงมาระบายความร้อนต่อไป

2.3.1.3 ฝาหม้อน้ำ (Radiator Cap)



1 ลิ้นควบคุมแรงดัน 2 ลิ้นควบคุมสูญญากาศ

รูปที่ 2.14 ฝาหม้อน้ำ
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,คูโบตา)

ฝาหม้อน้ำประกอบด้วย ลิ้นควบคุมแรงดัน (1) ลิ้นควบคุมสูญญากาศ (2) สปริงและปะเก็น เป็นต้น ลิ้นควบคุมแรงดัน และลิ้นควบคุมสูญญากาศของฝาหม้อน้ำจะอยู่ติดกันเพื่อที่จะควบคุมแรงดันในหม้อน้ำ

หน้าที่ของฝาหม้อน้ำ

1) ควบคุมแรงดันภายในหม้อน้ำไม่ให้เกิน 0.9 กก./ตร.ซม. ถ้าแรงดันภายในหม้อน้ำเกินกว่า 0.9 กก./ตร.ซม. (เพราะความร้อนสูงหรือน้ำระบายความร้อนร้อนเกิน) แรงดันภายในหม้อน้ำก็จะดันให้ลิ้นควบคุมแรงดัน (1) เปิดโดยชนะแรงดันของสปริงแรงดันภายในหม้อน้ำก็จะถูกระบายออกไปทางท่อที่คอหม้อน้ำ

2) เมื่อแรงดันภายในหม้อน้ำลดลง น้ำภายในหม้อน้ำเย็น และไอน้ำที่อยู่ภายในหม้อน้ำก็จะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำภายในหม้อน้ำก็จะเป็นสูญญากาศ ดูดให้ลิ้นควบคุมสูญญากาศ (2) เปิดให้อากาศภายนอกเข้ามาตามท่อที่คอหม้อน้ำไหลผ่านลิ้นควบคุม สูญญากาศเข้ามาในหม้อน้ำเพื่อป้องกันไม่ให้หม้อน้ำเกิดการเสียหายได้

2.3.2 ระบบหล่อลื่น (Lubrication System)

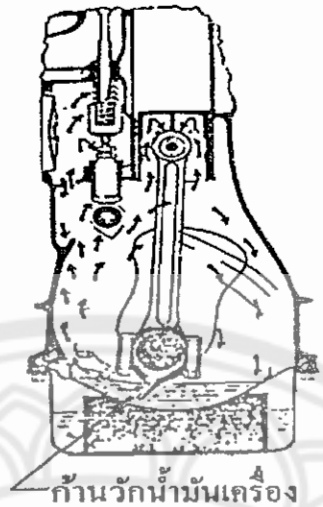
ชนิดของระบบหล่อลื่น แบ่งออกเป็น 3 ชนิดด้วยกัน คือ

1) แบบวิดสาด (Splash System)

2) แบบใช้แรงดันหรือปั๊ม (Pressure-Feed System)

3) แบบรวมทั้งวิดสาดและปั๊ม (Combination Splash and Pressure-Feed System)

1)



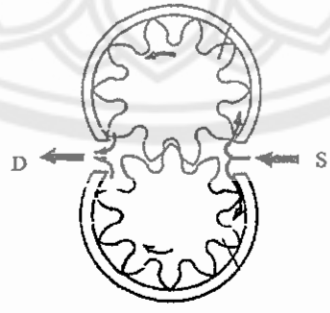
รูปที่ 2.15 ระบบหล่อลื่นแบบวิดสาด
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,คูโบตา)

2.3.2.1 แบบวิดสาด นิยมใช้กับเครื่องยนต์ขนาดเล็ก มีก้านวักอยู่ที่ปลายด้านล่างของฝาปะกับก้านสูบ เมื่อลูกสูบเลื่อนลงมายังจุดศูนย์ตายล่างก้านวักน้ำมันเครื่องก็จะจมในน้ำมันเครื่อง เมื่อเพลาข้อเหวี่ยงหมุน ก้านวักน้ำมันเครื่องก็จะตักน้ำมันสาดไปหล่อลื่นชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์ เช่น ลูกสูบ กระบอกสูบ สลักลูกสูบ เพลาลูกเบี้ยว คลไกปิดเปิดวาล์ว ฝาประกับก้านสูบ และแบริ่งก้านสูบ (ถ้ามี)

2.3.2.2 แบบใช้แรงดันหรือปั๊ม

ปั๊มน้ำมันเครื่องในปัจจุบันมีส่วนสำคัญในการที่จะทำให้การหล่อลื่นมีประสิทธิภาพ ซึ่งในปัจจุบันนิยมใช้กันอยู่ 2 แบบ คือ แบบใช้เกียร์ กับแบบโรเตอร์

1)แบบใช้เกียร์ (เฟือง)



รูปที่ 2.16 ระบบหล่อลื่นแบบใช้เกียร์
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,คูโบตา)

เฟืองตัวหนึ่งเป็นเฟืองขับ อีกตัวเป็นเฟืองตาม ถ้าเฟืองขับ (ตัวบน) หมุนขวา น้ำมันถูกดูดเข้าทางดูด S ไปตามซอกฟันรอบผนังเสื้อปั๊มอัดออกทางออก D ถ้าไม่มีส่วนประกอบของลิ้น ใช้หมุนกลับทิศทางได้จากฟันเฟืองขบกัน น้ำมันอัดที่ซอกฟันกลับคืนได้ประมาณ 10%

1.1) คุณสมบัติและการใช้งานของปั๊มแบบเกียร์

โครงสร้างง่ายและแข็งแรง, ราคาถูก, ใช้งานปลอดภัย

2) แบบโรเตอร์

รูปที่ 2.17 ระบบหล่อลื่นแบบโรเตอร์
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,ดูโบดา)

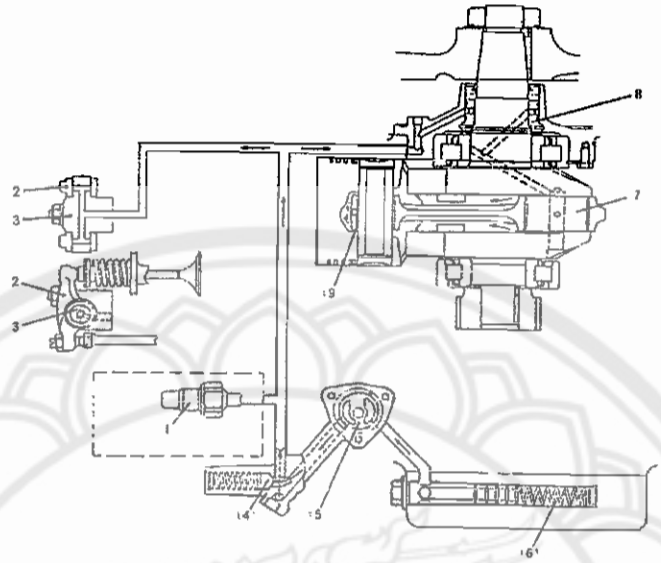
ปั๊มน้ำมันเครื่องประกอบด้วยโรเตอร์ตัวใน (1) และโรเตอร์ตัวนอก (2) ทำหน้าที่ดูดและส่งน้ำมันเครื่องขึ้นไปหล่อเลี้ยงส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์ โรเตอร์ตัวในมี 4 ฟัน จะถูกขับโดยเพลาลูกเบี้ยว โรเตอร์ตัวในขณะติดตั้งไว้เยื้องศูนย์กลางกับจุดศูนย์กลางของเรือนปั๊มโรเตอร์ตัวนอกมี 5 ฟัน สวมอยู่กับตัวเรือนปั๊ม เมื่อโรเตอร์ตัวในหมุนก็จะขับให้โรเตอร์ตัวนอกหมุนตามไปด้วย เมื่อโรเตอร์หมุนก็จะเกิดสูญญากาศทางช่องน้ำมันเข้า น้ำมันเครื่องก็จะถูกดูดเข้ามาทางช่องน้ำมันเข้าระหว่างโรเตอร์ทั้งสอง แล้วถูกส่งออกไปหล่อลื่นส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์

2.1) คุณสมบัติและการใช้งาน

เสียงไม่ดัง, กันรั่วได้ดี และกะทัดรัด

3) แบบรวมทั้งวิดสาดและปั๊ม

3.1) ทิศทางการไหลของน้ำมันเครื่องรุ่นอีที



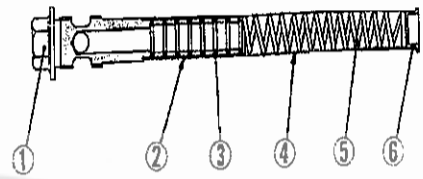
รูปที่ 2.18 ทิศทางการไหลของน้ำมันเครื่อง
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,คูโบตา)

เครื่องยนต์ดีเซลคูโบต้ามีระบบหล่อลื่น แบบใช้แรงดันของปั๊มเป็นปั๊มแบบโรตารี่ (5) น้ำมันเครื่องที่จะส่งไปหล่อลื่นจะต้องผ่านไส้กรอง (6) โดยอาศัยแรงดูดจากปั๊ม (5) ทั้งปั๊มและไส้กรองน้ำมันเครื่องนี้จะอยู่ด้านข้างของฝาครอบเกียร์ น้ำมันเครื่องจะถูกควบคุมแรงดันด้วยลิ้นควบคุมแรงดัน (4) ให้แรงดันอยู่ระหว่าง 2.0 – 2.5 กก./ตร.ซม. (ไม่ว่าเครื่องยนต์จะมีความเร็วรอบเท่าไร) น้ำมันเครื่องที่มีแรงดันบางส่วนก็จะผ่าน ลิ้นควบคุมแรงดัน (4) ผ่านเกจดูแรงดัน (1) เข้าไปหล่อลื่นกระเดื่องกดวาล์ว (2) และเพลากระเดื่องกดวาล์ว (3) ที่ฝาสูบและน้ำมันเครื่องบางส่วนก็จะไปหล่อลื่นแบริ่งก้านสูบที่เพลาข้อเหวี่ยง

ส่วนอื่นๆ ของเครื่องยนต์ดังต่อไปนี้ เช่น ลูกสูบ ก้านสูบ บู๊ช ส่วนที่รองรับเพลา ลูกกระทุ่งลิ้น เฟืองต่างๆ และลูกปืน จะถูกหล่อลื่นด้วยการวิดสาดมาจากเพลาข้อเหวี่ยงและจากเฟืองบางตัวที่แช่อยู่ในน้ำมันเครื่อง

3.2) ไส้กรองน้ำมันเครื่อง

1. น็อต
2. แผ่นกั้น
3. แม่เหล็ก
4. ตะแกรงกรองน้ำมันเครื่อง
5. สปริง
6. แผ่นปิดท้าย



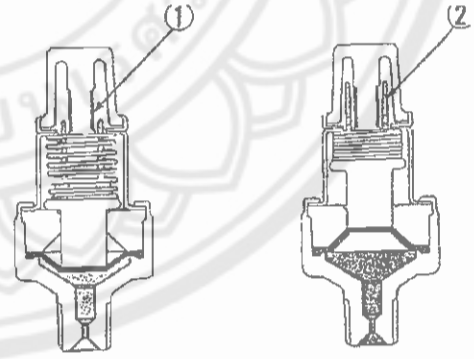
รูปที่ 2.19 ไส้กรองน้ำมันเครื่อง
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,ดูโบดา)

เมื่อปั๊มดูดน้ำมันเครื่องจากอ่างน้ำมันเครื่อง ไส้กรองน้ำมันเครื่องจะทำหน้าที่กรองน้ำมันเครื่องก่อน เพื่อป้องกันสิ่งสกปรกที่อยู่ในอ่างน้ำมันเครื่องเข้าไปตามท่อทางเดินน้ำมันเครื่อง เช่น เศษเหล็ก ผงหรือฝุ่นละออง เป็นต้น

ไส้กรองน้ำมันเครื่องจะมีตะแกรงลวดพันอยู่รอบๆ ถึง 2 ชั้น และภายในตะแกรงลวดนี้จะมีแม่เหล็ก (3) และสปริง (5) อยู่ ตะแกรงกรองน้ำมันเครื่องจะกรองเศษเหล็ก และสิ่งสกปรกที่มากับน้ำมันเครื่องไว้ ส่วนแม่เหล็กก็จะดูดเศษเหล็กเล็กๆ ที่ผ่านตะแกรงลวดไว้

3.3) เกจดูแรงดันน้ำมันเครื่อง

1. สีน้ำเงิน
2. สีแดง

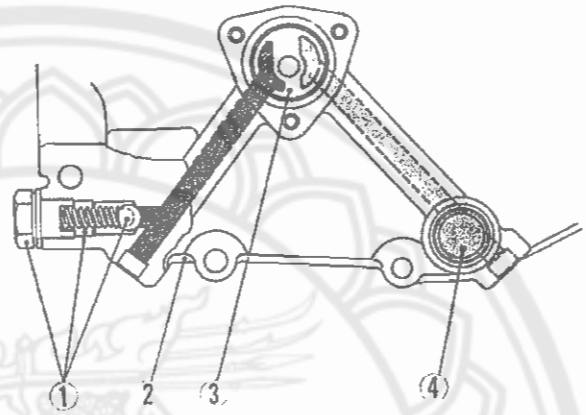


รูปที่ 2.20 เกจดูแรงดันน้ำมันเครื่อง
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,ดูโบดา)

เกจดูแรงดันน้ำมันเครื่องนี้จะติดตั้งอยู่ที่เสื้อสูบ จะเป็นสัญญาณเตือนให้เรารู้ว่าน้ำมันเครื่องมีแรงดันพอหรือไม่ ถ้าแรงดันต่ำหรือผิดปกติ (แรงดันต่ำกว่า 0.5 กก./ตร.ซม.) สีแดงที่เกจดูแรงดันน้ำมันเครื่อง จะยังโชว์อยู่ แต่ถ้าแรงดันน้ำมันเครื่องมากกว่า 0.5 กก./ตร.ซม. สีน้ำเงินที่อยู่ตรงกลางของเกจดูแรงดันน้ำมันเครื่องจะถูกดันออกมา ถ้าแรงดันต่ำหรือผิดปกติให้รีบดับเครื่องทันที

3.4) ลิ้นควบคุมแรงดันน้ำมันเครื่อง

1. ลิ้นควบคุมแรงดัน
2. ฝาครอบเกียร์
3. ปั๊มน้ำมันเครื่อง
4. ไส้กรองน้ำมันเครื่อง



รูปที่ 2.21 ลิ้นควบคุมแรงดันน้ำมันเครื่อง
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,ดูโบตา)

ลิ้นควบคุมแรงดันน้ำมันเครื่องจะเป็นตัวควบคุมแรงดันน้ำมันเครื่องที่ไปหล่อเลี้ยงส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์ให้คงที่อยู่เสมอ อยู่ระหว่าง 2.0 – 2.5 กก./ตร.ซม.

ลิ้นควบคุมแรงดันน้ำมันเครื่องประกอบด้วย ลูกปืน สปริง และน็อต ลิ้นควบคุมแรงดันนี้จะอยู่ทางด้านล่างของฝาครอบเกียร์ (2) ถ้าน้ำมันเครื่องมีแรงดันเกินกว่าที่กำหนดไว้ น้ำมันเครื่องก็จะดันลูกปืนให้ถอยกลับโดยชนะแรงดันของสปริง แล้วน้ำมันเครื่องก็ไหลเข้าไปยังอ่างน้ำมันเครื่อง ถ้าแรงดันน้ำมันเครื่องต่ำลูกปืนก็จะปิด สปริงก็จะดันให้ลูกปืนปิดรูน้ำมัน

2.3.3 หน้าที่สำคัญของน้ำมันเครื่อง

1) ช่วยการหล่อลื่นของชิ้นส่วนต่างๆ ที่เคลื่อนไหว

2) ลดแรงเสียดทานที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของชิ้นส่วนต่างๆ

3) ทำหน้าที่เป็นตัวระบายความร้อนจากการสันดาปส่วนหนึ่ง

4) ทำหน้าที่เป็นตัวชะล้างสิ่งสกปรกที่เกิดขึ้นจากการสันดาป

5) ทำหน้าที่ช่วยซีลช่องว่างที่อาจเกิดขึ้นระหว่างแหวนลูกสูบกับปลอกสูบ

6) ป้องกันการสึกหรอ

7) ป้องกันการกัดกร่อนจากกรดที่เกิดจากการสันดาป ในกรณีที่น้ำมันเชื้อเพลิงมีกำมะถันมากเกินไป

8) นำหรือกระจายสิ่งสกปรกออกจากระบบ

เพื่อสนองหน้าที่ของน้ำมันเครื่องที่พึงจะมีตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ตัวน้ำมันเครื่องเองจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1) มีความหนืดที่เหมาะสม

2) มีดรรชนีความหนืดสูงเพียงพอ

3) ทนต่อการรวมตัวของอากาศได้ดี

4) ไม่เกิดฟอง

5) มีสารเพิ่มคุณภาพรับแรงกดสูง

6) ช่วยป้องกันการเกิดสนิม

7) มีสารชะล้างความสะอาดและสารช่วยลอยตัวของธุลีที่มากับการชะล้าง

8) มีสารช่วยป้องกันการกัดกร่อน

2.3.4 สาเหตุที่ทำให้น้ำมันเครื่องสกปรก

1) ฝุ่นละออง หม้อกรองอากาศและท่อไอดี รวมทั้งฝาที่เติมน้ำมันเครื่องซึ่งไม่ได้รับการระวังรักษาที่ดีพอ จะปล่อยให้ฝุ่นผงเล็ดลอดเข้าไปในเครื่องได้ ทำให้น้ำมันสกปรก และมีความหนืดสูงขึ้น

2) เขม่า น้ำมันประกอบด้วยไฮโดรเจนและคาร์บอน การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงเนื่องมาจากระบบการทำงานของเครื่องไม่ดี หรือสภาพของการใช้งานไม่เหมาะสม จะทำให้คาร์บอนถูกเผาไหม้ไม่หมด เกิดเป็นเขม่า ทำให้น้ำมันเครื่องสกปรกและมีความหนืดสูงขึ้น

3) น้ำ เมื่อเชื้อเพลิงเผาไหม้ จะมีไอน้ำเกิดขึ้น ซึ่งเมื่อเวลาเครื่องร้อนจะผ่านออกไปทางท่อไอเสียในลักษณะไอน้ำเป็นส่วนมาก แต่ไอน้ำบางส่วนจะลอดผ่านแหวนลูกสูบลงไปในอ่างน้ำมันเครื่องได้ เมื่ออากาศเย็นจะกลั่นตัวเป็นน้ำ และเมื่อผสมกับน้ำมันจะทำให้เกิดยางเหนียวแบบโคลนตมได้ ความหนืดของน้ำมันก็จะสูงขึ้น นอกจากนี้น้ำยังทำให้เกิดสนิมอีกด้วย

4) กรด จากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงจะเกิดแก๊สบางชนิด ซึ่งเมื่อรวมตัวกับน้ำที่เกิดจากการเผาไหม้หรือความชื้นในอากาศ จะกลายเป็นกรด กัดกร่อนผิวโลหะของส่วนต่างๆ ในเครื่องยนต์ได้

ฟ
ส
ว5
ท232ป
2548
1.3862823
25

สำนักหอสมุด
17 ธ.ค. 2551

5) น้ำมันเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ไม่หมด ขณะที่สตาร์ทเครื่องหรือเครื่องยนต์ทำงานในบาง สภาพ เช่น วิ่งๆ หยุดๆ น้ำมันเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ไม่หมด จะรอดผ่านแหวนสูบลงไปยังอ่างน้ำมันเครื่อง ทำให้น้ำมันเครื่องมีความหนือต่ำลง

6) เศษโลหะ ที่เกิดจากการสึกหรอธรรมดา จะลอยวนเวียนอยู่ในน้ำมันเครื่อง และถูกกรองติดอยู่ในไส้หม้อกรอง แต่อย่างไรก็ตามไส้หม้อกรองไม่สามารถที่จะกรองได้หมดเสมอไป เมื่อน้ำมันเครื่องถูกส่งไปหล่อลื่นส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์ เศษโลหะเหล่านี้ก็จะตามไปด้วย และจะขีดข่วนผิวโลหะให้สึกหรอมากขึ้น

7) การสลายตัวของน้ำมันและสารเคมี ขณะที่อุณหภูมิสูง ออกซิเจนในอากาศจะรวมตัวกับน้ำมันได้ง่าย ทำให้น้ำมันเปลี่ยนสภาพเป็นคราบยางเหนียวๆ และเป็นกรดกัดกร่อนโลหะได้ ทั้งความหนืด น้ำมันก็จะสูงขึ้น นอกจากนี้สารเคมีที่ผสมไว้ก็เสื่อมจากการใช้งานด้วย

2.3.5 การบำรุงรักษาเครื่องยนต์ดูโบต้า

ตาราง 2.1 การบำรุงรักษาเครื่องยนต์ดูโบต้า

	ทุกวัน	หลังจาก20 ชม.แรก	ทุกๆ50 ชม.แรก	ทุกๆ100 ชม.แรก	ทุกๆ300 ชม.แรก	ทุกๆ1000 ชม.
น้ำระบายความร้อน	A,B					
น้ำมันเครื่องในห้องข้อเหวี่ยง	B	C	C	C		
หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง						C*
ไส้กรองน้ำมันเครื่อง		C	C	C		
ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง				C		
ถังน้ำมันเชื้อเพลิง	A				C	
ไส้กรองอากาศ	B,C		C	C		
บดวาล์วไอดี						C
บดวาล์วไอเสีย					C*	
เช็ควาล์ว				B*		
กระบอกสูบ						C*
ลูกสูบ						C*
ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง						**B***
ตรวจขันเบริ่งต่างๆ						**B**

A=การเติม B=การเช็ค C=การทำความสะอาด

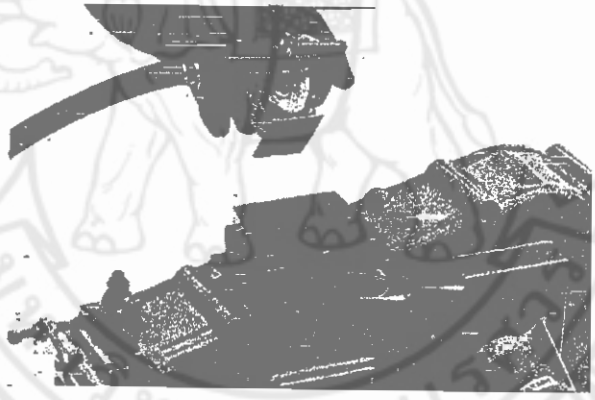
รายการที่มีเครื่องหมายดอกจันทร์ (*) ต้องตรวจสอบโดยช่างผู้เชี่ยวชาญของดูโบต้า

2.3.6 จะต้องเปลี่ยนน้ำมันเครื่องเมื่อไร

เครื่องยนต์แต่ละชนิดทำงานไม่เหมือนกัน แม้แต่เครื่องยนต์ชนิดเดียวกันก็ทำงานไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะของงานที่ใช้หรือการใช้รถของผู้ขับขี่ โดยทั่วไปเราควรพยายามปฏิบัติ ตามหนังสือคู่มือในการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง สำหรับเครื่องยนต์ที่ทำงานตามสภาพปกติ แต่เนื่องจากยานยนต์ในปัจจุบันนี้มีสภาพการทำงานหนัก เช่น ในสภาพการจราจรที่คับคั่ง ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว หรือจากการติดอุปกรณ์เพิ่มเติม เช่น เครื่องปรับอากาศ หรือเรือประมงที่ต้องทำงานหนักในการฉุดลากอวน กำหนดเวลาเปลี่ยนถ่ายอาจจะลดไปถึง 50% ทั้งนี้แล้วแต่สภาพการทำงาน และสภาพของเครื่องยนต์ด้วย

2.3.7 ระบบไอดีและไอเสีย

2.3.7.1 ระบบระบายไอน้ำมันเครื่อง



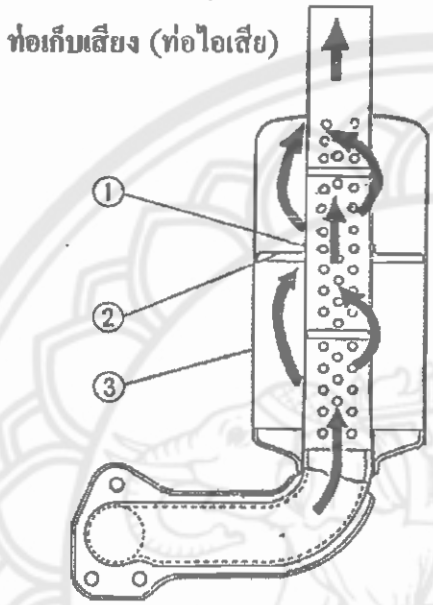
รูปที่ 2.22 ระบบระบายไอน้ำมันเครื่อง
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,ดูโบตา)

ระบบระบายไอน้ำมันเครื่องภายในห้องเพลาข้อเหวี่ยง ในขณะที่เครื่องยนต์ทำงานภายในอ่างน้ำมัน เครื่องที่ห้องเพลาข้อเหวี่ยงจะเกิดความร้อนสูงขึ้น ซึ่งจะทำให้น้ำมันเครื่องร้อนจะทำให้เกิดเป็นไอขึ้น ซึ่งไอน้ำมันเครื่องก็จะมีทั้งแรงดันและความร้อน จึงจำเป็นต้องระบายไอออกไป ถ้าปล่อยให้มีไอน้ำมันเครื่องมากเกินไป ก็จะทำให้เกิดแรงดันน้ำมันเครื่องรั่วตามปะเก็นและซิลเพลา

ต่างๆ หรือเครื่องยนต์ร้อนจัดได้ และตัวลิ้นระบายไอยังทำให้เกิดสูญญากาศขึ้นภายในอ่างน้ำมันเครื่องด้วย ซึ่งจะเป็นการป้องกันไม่ให้น้ำมันเครื่องรั่วซึมตามจุดต่างๆ ได้

การระบายไอน้ำมันเครื่องที่ใช้กันมีหลายวิธี เช่น ใช้แผ่นสปริงทำเป็นลิ้นระบายไอ หรือทำเป็นแผ่นกั้นสลับกันหรือใช้วัสดุที่เป็นเส้นใยดักไอน้ำมันเครื่อง เป็นต้น

2.3.7.2 ท่อเก็บเสียง (ท่อไอเสีย)



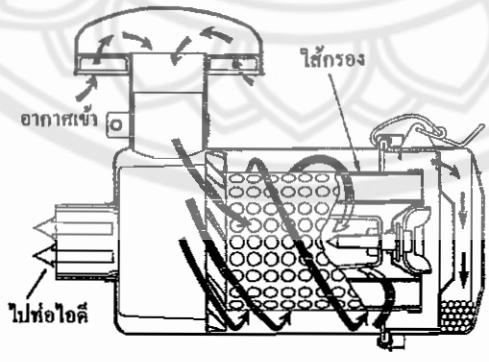
ท่อเก็บเสียงประกอบด้วย ท่อชั้นในเจาะรู (1) แผ่นกั้น (2) และตัวท่อ (3) ท่อชั้นในและแผ่นกั้นนี้จะเป็นตัวช่วยลดเสียงดังของไอเสีย

1. ท่อชั้นใน
2. แผ่นกั้น
3. ตัวท่อ

รูปที่ 2.23 ท่อเก็บเสียง
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,ดูโบดา)

2.3.7.3 ระบบกรองอากาศ (Air cleaner system)

ระบบกรองอากาศ มีหน้าที่ช่วยในการกรองอากาศให้สะอาดก่อนที่จะเข้าไปภายในกระบอกสูบในจังหวะดูด มีใช้ทั่วๆ ไป 2 แบบ คือ

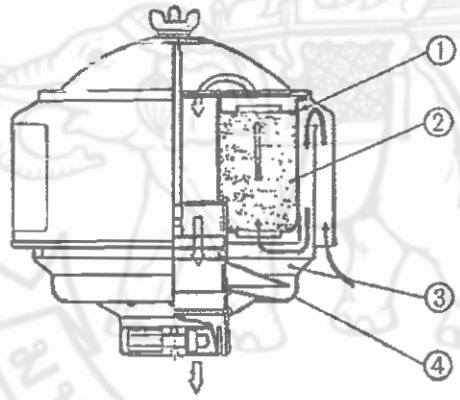


รูปที่ 2.24 ระบบกรองอากาศ
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,ดูโบดา)

1) แบบใช้กระดาษ (Paper element type) หรือแบบแห้ง แบบนี้ใช้กระดาษเป็นไส้กรอง นิยมใช้กับรถยนต์ทั่วๆ ไป เพราะสะดวกในการใช้ แต่มีข้อเสียคือ การบำรุงรักษายาก เนื่องจากเมื่อสกปรกต้องใช้ลมเป่าหรือเปลี่ยนไส้กรองใหม่ซึ่งมีราคาแพงจึงทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

2) แบบใช้น้ำมัน (Oil bath type) แบบนี้จะมีน้ำมันเครื่องอยู่ในถ้วยกรองอากาศ น้ำมันเครื่องนี้จะดักเอาฝุ่นละอองจากอากาศไว้ ส่วนไส้กรองอากาศจะทำเป็นใยตะแกรงเส้นลวด ช่วยในการกรองอากาศอีกครั้งหนึ่ง น้ำมันที่ใช้เป็นน้ำมันเครื่องที่ใช้กับเครื่องยนต์

การทำงาน อากาศจะไหลเข้าทางช่องว่างของชุดหม้อกรองอากาศ แล้วไหลผ่านน้ำมันเครื่องที่อยู่ด้านล่างของหม้อกรองอากาศ ฝุ่นละอองจะถูกดักเอาไว้แล้วอากาศจะไหลผ่านไส้กรองอากาศทำให้ฝุ่นละอองที่ละเอียดจะถูกดักเอาไว้แล้วจึงไหลผ่านเข้าท่อไอดีต่อไป แบบนี้เมื่อใช้ไปนานๆ น้ำมันในหม้อกรองอากาศจะสกปรกจึงต้องหมั่นเปลี่ยน และไส้กรองเมื่อสกปรกก็สามารถล้างทำความสะอาดได้ตามคู่มือที่แต่ละบริษัทกำหนดไว้



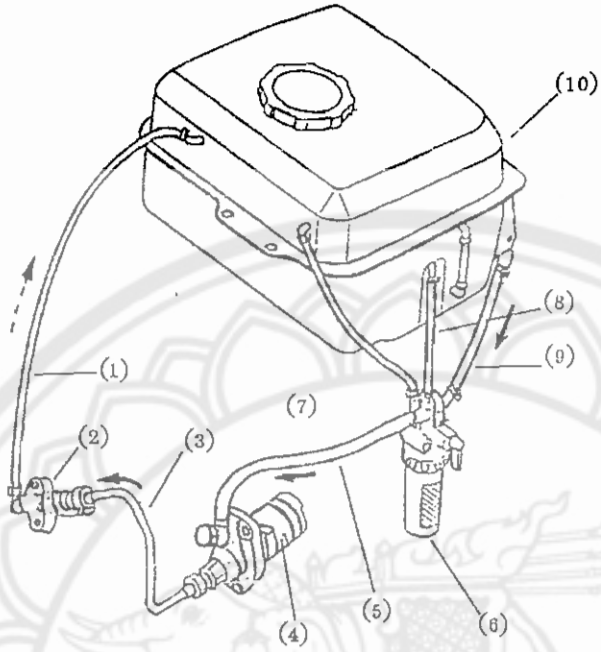
1. ไส้กรอง
2. ใยเส้นลวด
3. น้ำมันเครื่อง
4. ถ้วยกรอง

รูปที่ 2.25 หม้อกรองอากาศ
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,ดูโบดา)

2.3.8 ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel System)

ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นอีกระบบหนึ่งที่สำคัญ ซึ่งทำให้เครื่องยนต์สามารถทำงานได้ มีอุปกรณ์ต่างๆ เป็นตัวกำหนดปริมาณการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงไปยังห้องเผาไหม้ในลักษณะที่เป็นฝอยละออง และถูกต้องตามจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ ในที่นี้จะกล่าวแต่เฉพาะเครื่องยนต์ดีเซล **ขนาดเล็ก**

2.3.8.1ชิ้นส่วนที่สำคัญของระบบน้ำมันเชื้อเพลิง



1. สายน้ำมันกลับถัง
2. หัวฉีด
3. ท่อน้ำมันแรงดันสูง (ท่อแป็บ)
4. ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง
5. ท่อน้ำมันจากกรองเข้าปั๊ม
6. ชุดกรองน้ำมันเชื้อเพลิง
7, 8. ท่อไล่ลมโดยอัตโนมัติ
9. ท่อน้ำมันจากถังลงกรอง
10. ถังน้ำมันเชื้อเพลิง

รูปที่ 2.26 ชิ้นส่วนที่สำคัญของระบบน้ำมันเชื้อเพลิง
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,คูโบตา)

1) ถังน้ำมันเชื้อเพลิง มีหน้าที่บรรจุน้ำมันเชื้อเพลิง ไว้สำหรับใช้งานเป็นระยะเวลานานๆ

2) ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง มีหน้าที่กรองสิ่งสกปรกต่างๆ ที่ปะปนมากับน้ำมันเชื้อเพลิงให้สะอาดก่อนที่จะไหลเข้าไปยังปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงและหัวฉีด

3) ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง มีหน้าที่อัดน้ำมันเชื้อเพลิงให้มีแรงดันสูง เพื่อส่งไปยังหัวฉีดและยังมีหน้าที่แบ่งจ่ายน้ำมันให้มากน้อยตามการใช้งานและกำหนดเวลาการจ่ายน้ำมันให้ถูกต้องด้วย

4) หัวฉีด ประกอบอยู่บนฝาสูบ ส่วนปลายจะยื่นเข้าไปในห้องเผาไหม้ มีหน้าที่รับน้ำมันแรงดันสูงจากปั๊ม แล้วฉีดน้ำมันให้เป็นฝอยละอองเข้าไปในห้องเผาไหม้

2.3.8.2 ทิศทางการไหลของระบบน้ำมันเชื้อเพลิง

ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดีเซลคูโบต้า มีทิศทางการไหล (ดังรูปที่ 2.24)เริ่มต้นจากถังน้ำมันเชื้อเพลิง (10) ไหลผ่านชุดกรองน้ำมันเชื้อเพลิง (6) เข้าไปยังปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง (4) ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงก็จะอัดน้ำมันให้เกิดแรงดันสูงและแบ่งปริมาณน้ำมันให้มากหรือน้อยไปยังหัวฉีด (2) แล้วฉีดเข้าไปยังห้องเผาไหม้ น้ำมันส่วนที่เหลือจากการฉีด ก็จะไหลไหตามท่อ (1) กลับถัง

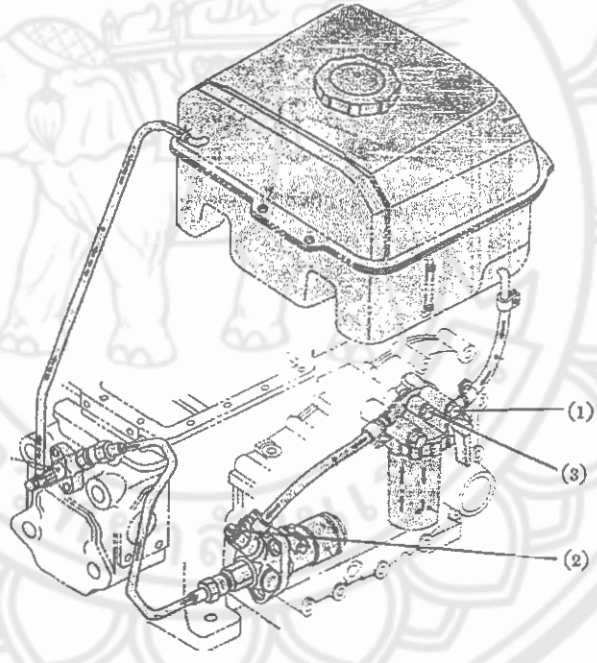
ก่อนที่น้ำมันเชื้อเพลิงจะเข้าไปยังปั๊มต้องผ่านการกรองก่อน เพื่อที่จะเอาสิ่งสกปรกที่ปนมากับน้ำมันออกเช่น น้ำ ผง หรือฝุ่นละออง เป็นต้น

แรงดันน้ำมันจากปั๊มที่จะไปยกเข็มหัวฉีด เพื่อฉีดน้ำมันเข้าไปยังห้องเผาไหม้จะต้องมีแรงดันสูงและน้ำมันส่วนที่เหลือจากการฉีดก็จะมาหล่อลื่นเข็มหัวฉีดแล้วไหลกลับถังโดยผ่านท่อน้ำมันไหลกลับถัง (1)

2.3.8.3 การไล่ลมออกจากระบบน้ำมันเชื้อเพลิง

สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลคูโบต้ารุ่น ET จะไม่ต้องไล่ลม เนื่องจากที่ชุดกรองน้ำมันเชื้อเพลิงจะมีท่อยางเข้าไปยังถังถึง 2 ท่อ ซึ่งเป็นท่อไล่ลมเองโดยอัตโนมัติ เมื่อใช้งานไปแล้วน้ำมันหมดถังเติมน้ำมันเข้าไปใหม่แล้วสามารถติดเครื่องได้เลย

แต่ถ้าเป็นเครื่องยนต์รุ่นที่ไล่ลม เช่น รุ่น ER, KND, GA เป็นต้น เมื่อใช้งานไปแล้วน้ำมันหมดถังต้องมีการไล่ลมออกจากระบบน้ำมันเชื้อเพลิง วิธีการ



รูปที่ 2.27 การไล่ลมออกจากระบบน้ำมันเชื้อเพลิง
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,คูโบตา)

วิธีการไล่ลม

สำหรับเครื่องยนต์ที่ต้องไล่ลมท่อทางเดินน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังจะไหลเข้าชุดกรองน้ำมันเชื้อเพลิง จากชุดกรองน้ำมันเชื้อเพลิงจะไหลเข้าปั๊มจากปั๊มจะส่งไปยังหัวฉีด และน้ำมันส่วนที่เหลือจากการฉีดจะไหลกลับถังเท่านั้น (ถ้าเป็นรุ่นที่ไม่ต้องไล่ลมจะมีท่อจากชุดกรองน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า

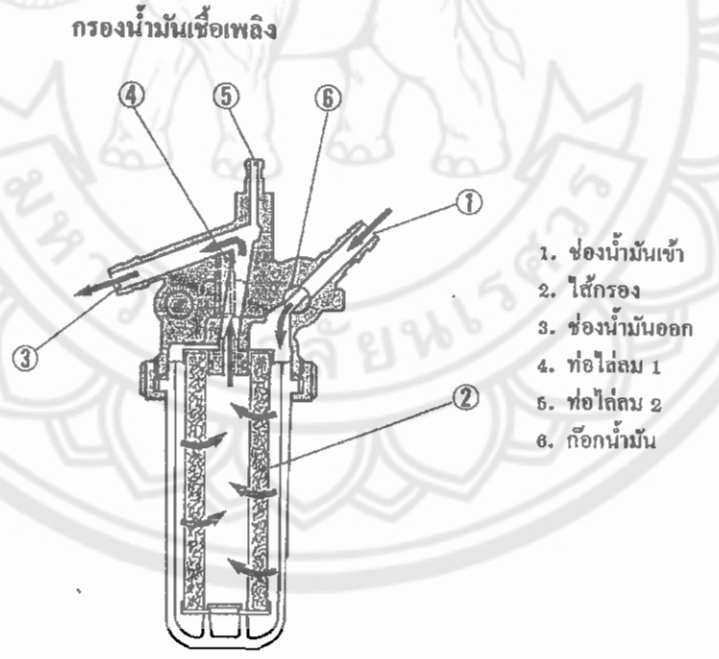
ถังเพิ่มอีก 2 ท่อ) ภายในระบบน้ำมันเชื้อเพลิงรุ่นที่ต้องไล่ลมจะมีโบล์ทไล่ลมอยู่ 3 จุด (ดังรูป2.25) ลำดับขั้นการไล่ลมทำดังต่อไปนี้

1) ไล่ลมภายในชุดกรองน้ำมันเชื้อเพลิง โดยการคลายโบล์ทหมายเลข (1) ออกให้หลวมจนน้ำมันไหลออกมาอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีฟองอากาศ แล้วขันโบล์ทให้แน่น

2) ไล่ลมที่โบล์ทจะเข้าปั๊ม โดยการคลายโบล์ทหมายเลข (2) ออกให้หลวมจนน้ำมันไหลออกมาอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีฟองอากาศ แล้วขันโบล์ทให้แน่น

3) ไล่ลมที่ชุดกรองน้ำมันเชื้อเพลิงทางด้านบน โดยการคลายโบล์ทหมายเลข (3) ออกให้หลวมจนน้ำมันไหลออกมาอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีฟองอากาศ แล้วขันโบล์ทให้แน่น การไล่ลมที่จุดนี้เป็นจุดสุดท้ายของการไล่ลม เนื่องจากท่อน้ำมันจากชุดกรองเข้ามายังปั๊มเป็นท่อเอียง ในขณะที่ทำการคลายโบล์ทหมายเลข (2) อากาศที่อยู่ภายในท่อจากชุดกรองเข้าปั๊มจะวิ่งขึ้นไปอยู่ที่ทางด้านบนของชุดกรองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลักษณะเดียวกับระดับน้ำของช่างไม้) ดังนั้นจึงต้องไล่ลมจุดนี้เป็นจุดสุดท้ายของการไล่ลม

2.3.7.4 กรองน้ำมันเชื้อเพลิง



รูปที่ 2.28 กรองน้ำมันเชื้อเพลิง
(ที่มา คู่มือการอบรมเครื่องยนต์ดีเซล,คูโบตา)

ปั๊มและหัวฉีดเป็นชิ้นส่วนที่สำคัญของเครื่องยนต์ เมื่อทำงานแล้วชิ้นส่วนของปั๊มและหัวฉีดต้องเคลื่อนที่ ดังนั้นชิ้นส่วนของปั๊มและหัวฉีดต้องทำให้พอดีกัน และมีช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่นี้น้อย ระหว่างทั้งสองนี้จะมีน้ำมันโซล่าเป็นตัวหล่อลื่น ในขณะที่ทำงานต้องไม่มีน้ำและสิ่งสกปรกปนมากับน้ำมัน ดังนั้น ก่อนที่น้ำมันโซล่าจะเข้าไปยังปั๊มและหัวฉีดต้องผ่านกรองน้ำมันโซล่าก่อน ไส้กรองน้ำมันโซล่านี้ใช้กระดาษชนิดพิเศษเป็นตัวกรองสิ่งสกปรกที่มากับน้ำมัน

เมื่อน้ำมันโซล่าจากถังจะเข้าไปยังชุดกรองทางช่องน้ำมันเข้า (1) และไหลออกจากชุดกรองทางช่องทางออก (3) อากาศที่อยู่ตามท่อทางเดินน้ำมันและชุดกรองก็จะถูกดันออกไปทางช่องไล่ลม (4) และ (5) เองโดยอัตโนมัติ