

**เครื่องยนต์ดีเซลเรือ**

**สำหรับ**

**จำ พันจำ เหล่าพรรคกลิน**

## คำสั่งกองเรืยยุทธการ

ที่ ๒๐๙/๕๔

### เรื่อง ให้ใช้สมุคคุมือ “เครื่องยนต์คีเซลเรือ” เพื่อพลาง

ด้วยเจ้าหน้าที่แผนกพรรคกลิน กร. ได้จัดทำสมุคคุมือ “เครื่องยนต์คีเซลเรือ” ขึ้นเพื่อประโยชน์สำหรับเป็นแนวอบรมการฝึกสอนพันจ่า และจ่า เหล่าพรรคกลิน สังกัด กร. ได้พิจารณาแล้ว เห็นว่าพอใช้ราชการได้

ฉะนั้น จึงให้ใช้สมุคคุมือ “เครื่องยนต์คีเซลเรือ” เพื่อพลาง หากในการฝึกสอนเห็นสมควรแก้ไขเพิ่มเติมอย่างไร ให้เสนอมายัง กร. และขอชมเชยเจ้าหน้าที่แผนกพรรคกลิน กร. ทุกคนที่ได้มีส่วนร่วมในการจัดทำสมุคคุมือเล่มนั้นขึ้น ซึ่งนับว่าเป็นประโยชน์ต่อราชการเป็นอย่างมากไว้ในที่นี้ด้วย.

สั่ง ณ วันที่ ๒๐ กรกฎาคม ๒๔๕๔

(ลงชื่อ) พล.ร.อ. ขำนาญอรอดสุทธ

รรก. ผบ. กร.

# สารบัญ

หน้า

## บทที่ ๑ กำเนิดและอาการของเครื่องยนต์ดีเซล

- กำเนิดของเครื่องยนต์ดีเซล ๑
- หลักการของเครื่องยนต์ ๓
- แบบและวงจรการทำงาน of เครื่องยนต์, ข้อได้ประโยชน์และเสียประโยชน์ of เครื่องยนต์ในไซเกิดต่าง ๆ ๓
- หน่วยมาตราที่นำมาใช้เกี่ยวกับกำลังเครื่องจักร ๗
- การเปลี่ยนความร้อนเป็นงาน ๕
- เครื่องดีเซล ๒ จังหวะ และ ๔ จังหวะ ๑๑
- อาการของเครื่องยนต์ชนิด ๔ จังหวะ ๑๑
- อาการของเครื่องยนต์ชนิด ๒ จังหวะ ๑๔
- เปรียบเทียบข้อได้ประโยชน์ของเครื่องยนต์ ๒ จังหวะ กับ ๔ จังหวะ ๑๗
- เครื่องดีเซลแบบ Single Acting Engine ๑๘
- เครื่องดีเซลแบบ Double Acting Engine ๑๘
- เครื่องดีเซลแบบ Opposed Piston ๒๐

## บทที่ ๒ ส่วนสำคัญต่างๆ ที่อยู่นิ่ง

- เรือนสูบแบบต่าง ๆ ๒๖
- แท่นเครื่องและเบร้งใหญ่ ๒๘
- เสาเครื่องและฝาห้องแก๊ว ๓๔
- เสือสูบและกระบอกสูบ ๓๔
- ฝาสูบ ๓๖
- ห้องเผาไหม้ ๓๖

## บทที่ ๓ ส่วนเคลื่อนไหวที่สำคัญ

- การแบ่งจำพวกของส่วนเคลื่อนไหว ๔๒
- เพลาข้อเสือ ๔๒

|                    |    |
|--------------------|----|
| - ลูกสูบ           | ๔๕ |
| - ยอกลูกสูบ        | ๔๖ |
| - เคื่อยชักก้านต่อ | ๔๙ |
| - แหวนสปริงลูกสูบ  | ๕๔ |
| - ก้านต่อ          | ๕๘ |
| - ก้านสูบ          | ๖๔ |
| - ช้อท่อ           | ๖๔ |

#### บทที่ ๔ เฟืองบังคับปีกเปิดลิ้น

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| - การบังคับปีกเปิดลิ้น             | ๖๕ |
| - เฟืองลูกเบี้ยว                   | ๖๕ |
| - ลูกเบี้ยว                        | ๖๖ |
| - ลูกกลิ้ง                         | ๖๖ |
| - ก้านบังคับลิ้นและก้านส่ง         | ๗๐ |
| - กลัทธิ                           | ๗๐ |
| - การเปลี่ยนทิศทางของการขับเคลื่อน | ๗๓ |
| - การทงลิ้น                        | ๗๔ |

#### บทที่ ๕ ระบบอากาศดีและระบบก๊าซเสีย

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| - ระบบอากาศดีเข้าสู่และส่วนประกอบต่าง ๆ        | ๘๓ |
| - หม้อดับเสียงอากาศดีและหม้อกรองอากาศดีเข้าสู่ | ๘๕ |
| - การขับไล่ก๊าซเสีย                            | ๘๕ |
| - การเพิ่มจำนวนอากาศเข้าสู่                    | ๘๘ |
| - ระบบก๊าซเสีย                                 | ๘๙ |
| - หม้อระบายเสียง                               | ๙๑ |
| - ไพรอมิเตอร์                                  | ๙๒ |

## บทที่ ๖ การใช้อากาศอัด

- เครื่องอัดอากาศ ๙๕
- เครื่องเป่าอากาศ ๙๘
- อากาศอัดที่ใช้ในการกลบจักรและตึกเครื่อง ๙๘
- สิ่งที่ต้องระวังรักษาในระบบการอัดอากาศ ๑๐๑

## บทที่ ๗ ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง

- น้ำมันปิโตรเลียม ๑๐๕
- คุณสมบัติและคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ ๑๐๖
- ระบบทางน้ำมันเชื้อเพลิง ๑๐๘
- ระบบการฉีดของน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ ๑๐๘
- ส่วนประกอบในระบบทางน้ำมันเชื้อเพลิง ๑๐๙
- การฉีดของน้ำมันเชื้อเพลิง ๑๑๑
- การฉีดประเภท Air Injection ๑๑๒
- การฉีดประเภท Mechanical Injection ๑๑๒
- การฉีดเป็นฝอยเข้าสู่ ๑๑๓
- การเผาไหม้ ๑๑๔
- สูบน้ำมันเชื้อเพลิง ๑๑๗
- Unit Injector หัวฉีดรวม ๑๒๑
- ลิ้นหัวฉีด ๑๒๕
- Governor เครื่องควบคุมความเร็ว ๑๒๕
- การระวังรักษาทางน้ำมันเชื้อเพลิง ๑๔๒

## บทที่ ๘ การใช้น้ำมันหล่อลื่น

- ประเภทของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ ๑๔๔
- การวัดความหนืด ๑๔๕
- ส่วนต่าง ๆ ของระบบทางน้ำมันหล่อลื่น ๑๔๗
- คุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่น ๑๔๘

|                                                   |     |
|---------------------------------------------------|-----|
| - การหล่อลื่นเครื่องซีเซลดึงที่ถูกต้อง            | ๑๕๑ |
| - ท่อทางน้ำมันหล่อลื่น                            | ๑๕๒ |
| - คุณภาพของน้ำมันหล่อลื่นผสมสำหรับเครื่องซีเซลดึง | ๑๕๖ |
| - ชุดน้ำมันหล่อ                                   | ๑๕๗ |
| - ถังน้ำมันตก                                     | ๑๕๗ |
| - หม้อกรองละเอียดและหม้อแยกน้ำมัน                 | ๑๕๘ |
| - การใช้ น้ำมันหล่อลื่น                           | ๑๖๑ |
| - การตรวจและการทดสอบ                              | ๑๖๕ |
| - ข้อควรระวัง                                     | ๑๖๘ |

#### บทที่ ๙ การับความร้อน

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| - ความประสงค์ในการรับความร้อน | ๑๗๐ |
| - วิธีรับความร้อนด้วยน้ำทะเล  | ๑๗๒ |
| - วิธีรับความร้อนด้วยน้ำจืด   | ๑๗๔ |
| - การรับความร้อนลูกสูบ        | ๑๗๔ |
| - เครื่องสูบน้ำหล่อ           | ๑๗๖ |

#### บทที่ ๑๐ การใช้และระวักรักษา

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| - ความประสงค์ในการระวักรักษาให้เครื่องกงทน | ๑๗๙ |
| - การติดเครื่องและหยุกเครื่อง              | ๑๗๙ |
| - การปรับแต่ง                              | ๑๘๒ |
| - สาเหตุการชำรุดเสียหาย                    | ๑๘๔ |

## กำเนิดและการของเครื่องยนต์ดีเซล

ก่อนที่เครื่องยนต์ชนิดเผาไหม้ภายในกระบอกสูบ (Internal Combustion Engine) จะอุบัติเหตุขึ้นนั้น ได้มีการประดิษฐ์เครื่องยนต์ชนิดอากาศร้อน (Hot Air Engine) ซึ่งเป็นเครื่องยนต์ประเภทเผาไหม้ภายนอกกระบอกสูบ (External Combustion Engine) โดยจัดให้ความร้อนมาจากต้นกำเนิดภายนอก และใช้อากาศเป็นตัวกลาง (เช่นเดียวกับเครื่องจักรไอน้ำ ใช้น้ำเป็นตัวกลาง นำความร้อนมาสู่กระบอกสูบ) ถึงแม้ว่าเครื่องยนต์ชนิดอากาศร้อนจะไม่สู้ได้รับผลสำเร็จนักก็ตาม แต่ก็ได้เป็นการปูแนวทางให้เกิดเครื่องยนต์ชนิดเผาไหม้ภายในกระบอกสูบขึ้นได้เป็นที่ยอมรับกันในขณะนั้นว่า การที่จะให้ได้ประสิทธิภาพทางความร้อน (Thermal Efficiency) ที่เหมาะสมนั้น จะต้องทำให้ความร้อนเข้าทำงานภายในกระบอกสูบโดยตรง และให้เหลือความร้อนที่สูญเสียไปน้อยที่สุด

ในปี ๑๘๖๐ นายเลอนัวร์ ได้สร้างเครื่องยนต์ชนิดเผาไหม้ภายในกระบอกสูบสำเร็จใช้งานได้เป็นคนแรก แต่ไม่สามารถทำให้กำลังอัดของส่วนผสมเชื้อเพลิงภายในกระบอกสูบสูงเพียงพอ จึงทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องค่อนข้างต่ำ

ส่วนเครื่องยนต์เครื่องแรกทำงานโดยหลักการอันเดียวกับเครื่องยนต์น้ำมันเบนซินที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ นายอ็อตโต (OTTO) เป็นผู้สร้างขึ้นในปี ๑๘๗๖ เครื่องยนต์มีความสำคัญเครื่องต่อมาที่ประดิษฐ์ขึ้นก็คือเครื่องยนต์ HORNSBY ACKBOYD เครื่องยนต์ชนิดหลังนี้อากาศจะถูกอัดตัวอยู่ภายในกระบอกสูบ แล้วน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกฉีดเข้าไปในห้องระหว่างหัวลูกสูบและยอดกระบอกสูบในเมื่อสิ้นสุดจังหวะอัดตัว น้ำมันเชื้อเพลิงส่วนหนึ่งจะถูกไหม้ขึ้นด้วยความร้อนที่เกิดขึ้นจากการอัดตัวของอากาศและความร้อนจากการฉีดไปบนฝาปิดหัวสูบที่ร้อนจัด ซึ่งทุกวันนี้เราเรียกเครื่องยนต์ชนิดนี้ว่าเครื่องยนต์ “กึ่งดีเซล” (Semi Diesel) “หรือเครื่องเผาหัว” (Hot Bulb) และเครื่องยนต์ชนิดนี้จะสร้างให้ทำงานไซเคิลแบบโคกก็ได้

ค็อกเตอร์ รูดอล์ฟ ดีเซล (Rudolf Diesel) ได้จดทะเบียนกรรมสิทธิ์ให้เกิดการทำงาน ของเครื่องยนต์ของเขาในปี ๑๘๙๓ เขาได้รับประโยชน์จากการที่ได้ศึกษาเครื่องยนต์แบบต่าง ๆ ซึ่งมีผู้ประดิษฐ์ขึ้นมาก่อนและสามารถรู้ถึงข้อบกพร่องที่เครื่องยนต์เหล่านั้นไม่สามารถทำงานได้ และ เขาใช้ข้อบกพร่องนั้นทำการทดลองค้นคว้าโดยมีระบบแบบแผน ทั้งนี้เพื่อให้เครื่องยนต์ที่เขาประ- กิษฐ์ขึ้น ได้มีประสิทธิภาพทางความร้อนสูงที่สุดเท่าที่จะกระทำได้ ในเครื่องยนต์ชนิดนี้ อากาศ อย่างเดียวถูกดูดเข้าไปในกระบอกสูบแล้วถูกอัดจนมีอุณหภูมิสูง ซึ่งการทำงานของเครื่องยนต์ชนิดนี้ เป็นการพัฒนาการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงแนวใหม่ ซึ่งการเผาไหม้เกิดจากความร้อนที่ได้จาก การอัดตัวของอากาศในกระบอกสูบแต่เพียงอย่างเดียว

เครื่องยนต์ที่สร้างขึ้นเพื่อการทดลองเครื่องแรกนั้น ใช้ผงถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง และ สร้างเสร็จในปี ค.ศ. ๑๘๙๓ แต่ในการพยายามติดเครื่องครั้งแรก เกิดการระเบิดขึ้นทำให้เครื่องยนต์ เสียหาย และค็อกเตอร์ดีเซลเองก็เกือบเสียชีวิต ต่อมาจึงได้พยายามสร้างเครื่องยนต์เครื่องที่สอง ขึ้น แต่การใช้ผงถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงไม่ประสบผลสำเร็จ จึงจำเป็นต้องเลิกล้มความคิดนี้เสียและ หันมาใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแทน เครื่องยนต์เครื่องแรกที่ใช้การได้สำเร็จเป็นเครื่องยนต์กระบอกสูบ เดียวให้กำลัง ๒๔ แรงม้า สร้างขึ้นในปี ค.ศ. ๑๘๙๗

ในกลุ่มบุคคลทั้งหลายที่มองเห็นความสำเร็จในการสร้างเครื่องยนต์ มินาเยอะคอลล ฟุสบุสซ์ (Adolphus Busch) อยู่ด้วยคนหนึ่ง เขาได้ใช้เวลาติดตามเผื่องดูการทดลองเครื่องยนต์ ที่เมือง เอาก์สบูร์ก (Augsburg) ซึ่งต่อมานายบุสซ์ได้ทำสัญญาเป็นผู้ผูกขาดการประดิษฐ์เครื่อง- ยนต์ของค็อกเตอร์ดีเซลทั้งที่มีอยู่ในขณะนั้น และที่จะประดิษฐ์ขึ้นในอนาคตทั้งหมด ในสหรัฐฯ และแคนาดา ผลิตออกเป็นสินค้าได้ในปี ๑๘๙๘ เป็นเครื่อง ๒ สูบ ๖๐ แรงม้า เครื่องยนต์ดีเซล สมัยแรก ๆ นั้น เป็นเครื่องยนต์แบบ ๔ จังหวะ (Four-Stroke Cycle, Single Acting) ต่อมาได้ ตัดแปลงเป็นเครื่อง ๒ จังหวะ Single และ Double Acting และเครื่อง Opposed-Piston Engine ซึ่งรายละเอียดเครื่องเหล่านี้จะได้กล่าวต่อไป ในปัจจุบันนี้ ส่วนมากจะออกแบบให้เป็นเครื่องยนต์ ดีเซลหมุนเร็ว (High-Speed Diesel Engine) มีน้ำหนักเบาและแรงม้าสูง

## หลักการของเครื่องยนต์

(Principle)

เครื่องยนต์ที่มีการเผาไหม้ภายใน (Internal-Combustion Engine) เป็นเครื่องยนต์ที่  
ให้กำลังงานจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงภายในสูบ การเผาไหม้นี้กระทำได้เป็นสองวิธีคือ  
Constant Volume เช่นในเครื่องยนต์น้ำมันใส และ Constant Pressure เช่นในเครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ที่มีการเผาไหม้ภายใน กระทำการเช่นเดียวกับเครื่องข้อเสื่อข้อต่อทั่วไป  
เครื่องจักรไอน้ำนั้นใช้ไอน้ำขยายตัวภายในสูบ การขยายตัวนี้เกิดกำลังดัน ๆ ลูกสูบให้เลื่อนลงใน  
ทางตรง แล้วส่งอาการให้ก้านสูบและก้านค่องกลม ในเครื่องยนต์ก็มีอาการเช่นเดียวกันแต่แทน  
ที่จะใช้ไอน้ำเราใช้เชื้อเพลิงจุดให้ลุกไหม้ขึ้นภายในสูบโดยวิธีใดวิธีหนึ่ง การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง  
นี้จะทำให้เกิดความร้อนและกำลังดันสูงขึ้นภายในสูบ ก้นลูกสูบให้เลื่อนลงปริมาตรของก๊าซจะเพิ่ม  
ขึ้น ส่วนกำลังดันและอุณหภูมิก็จะตกลงเมื่อสุทธาระยะเลื่อนแล้ว ก๊าซที่ได้ขยายตัวทำงานแล้วก็จะถูก  
ส่งออกไปเป็นไอเสีย ลูกสูบจะเลื่อนกลับที่เดิมแล้วเริ่มจังหวะตักน้ำมันใหม่

## แบบและวงจรการทำงานของเครื่องยนต์

(Types And Cycles of Operation)

เครื่องยนต์ที่ใช้กันอยู่ในสมัยนี้ ถ้าจะแบ่งอาการกระทำของไซเคิลแล้วก็แบ่งออกได้เป็น  
๓ แบบด้วยกันคือ

แบบที่ ๑ เครื่องยนต์ที่ทำงานตามจังหวะของ Otto cycle ซึ่งได้แก่จำพวกเครื่องยนต์  
น้ำมันใส (gasoline engine)

แบบที่ ๒ เครื่องยนต์ที่ทำงานตามจังหวะของ dual หรือ mixed cycle ซึ่งได้แก่จำพวก  
เครื่องยนต์ Semi-Diesel หรือ oil engines ที่เรียกกันทั่วไปว่าเครื่องเผาหัว

แบบที่ ๓ เครื่องยนต์ที่ทำงานตามจังหวะของ Diesel cycle ซึ่งได้แก่จำพวกเครื่องยนต์  
ดีเซลทุกชนิด

ต่อไปนี้จะไต่กล่าวถึงการทำงานของเครื่องยนต์ตามจังหวะเหล่านี้ ตลอดจนข้อได้ประ-  
โยชน์และเสียประโยชน์ของเครื่องแบบนั้น ๆ ด้วย

แบบที่ ๑ เครื่องยนต์ที่ทำงานตามจังหวะของ Otto cycle

ไซเคิล ของเครื่องยนต์ที่เขยขึ้นและรู้จักกันมากที่สุดนั้นคือ ไซเคิลของเครื่องยนต์น้ำมันใส ซึ่งเรียกว่า Otto cycle เครื่องยนต์แบบนี้เคยกันคิดกันมาตั้งแต่ปี ค.ศ. ๑๘๕๖ แต่เพิ่งจะสำเร็จเป็นเครื่องแรกเมื่อปี ค.ศ. ๑๘๖๗ เครื่องแบบนี้ใช้เชื้อเพลิงที่เป็นจำพวกน้ำมันหรือก๊าซระเหยไว โดยมากใช้น้ำมันก๊าซโซลีน หรือบางทีก็ใช้น้ำมันเคโรซีนบ้าง เหมือนกันสำหรับเครื่องเล็ก ๆ

ข้อได้ประโยชน์ ของการใช้เครื่องยนต์น้ำมันใส หรือที่เรียกว่าเครื่องยนต์ Otto cycle คือ

๑. น้ำหนักต่อหนึ่งแรงม้าน้อย
๒. ประสิทธิภาพของเครื่องสูง
๓. ส่วนสำคัญที่ติดต่อน้ำมันกับเบา
๔. ค่าใช้จ่ายในการสร้างน้อย
๕. ใช้งานง่าย (Easy to operate)
๖. กิดเครื่องง่าย (Easy to start)
๗. ไม่ต้องใช้สมบัติน้ำมันเชื้อเพลิง
๘. ไม่ต้องใช้เครื่องอัดอากาศ

ข้อเสียประโยชน์ที่สำคัญ ของเครื่องยนต์ชนิดนี้ คือ:-

๑. ขัดข้องได้ง่าย (Loss reliable)
๒. ประสิทธิภาพทางความร้อนต่ำ
๓. ต้องใช้ระบบการจุประกายเชื้อเพลิง
๔. ต้องใช้คาบูเรเตอร์
๕. ใช้น้ำมันหนักและราคาถูกกว่าไม่ได้
๖. ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงสูง
๗. ต้องระวังอันตรายจากน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่า
๘. เวโรการอัดต่ำ

แบบที่ ๒ เครื่องยนต์ที่ทำงานตามจังหวะ mixed หรือ Dual cycle นั้นมักเรียกว่า เครื่องยนต์ Semi-Diesel หรือเครื่องเผาหัว เป็นเครื่องที่ใช้กำลังอัดต่ำ อากาศที่อัดนั้นมักกำลัง ปานกลางเพียง ๑๐๐ ถึง ๓๕๐ ปอนด์ต่อ ๑ ตารางนิ้วเท่านั้น ฉะนั้นจึงต้องใช้หัวกระโหลก (Hot Bulb) หรือแผ่นโลหะที่เผาให้ร้อนโดยเตาฟู่หรือโดยกระแสไฟฟ้าที่คอยู่ตอนบนของสูบเพื่อ ช่วยให้เครื่องติดที่แรก เมื่อเครื่องติดแล้วความร้อนซึ่งเกิดจากจังหวะเผาไหม้ของน้ำมันในสูบจะทำให้ ความร้อนของหัวกระโหลก (Hot Bulb) หรือแผ่นโลหะ (Hot Plate) คงที่อยู่ ต่อจากนั้นการ เผาจากเครื่องภายนอกจึงจะหยุดได้ น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้นั้นใช้ได้ทั้งแต่น้ำมัน Kerosene (น้ำมัน ก๊าก) ลงไปจนถึงน้ำมันเตาอย่างหนัก (Heavy crude oil) เครื่องยนต์ชนิดนี้มีความเร็วต่ำ หรือ ปานกลาง และโดยมากเป็นเครื่องประเภท ๒ จังหวะ (Two stroke cycle type)

ข้อได้ประโยชน์ ของเครื่อง Semi-Diesel เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ดีเซลเป็น ดังนี้:-

๑. ราคาต่อแรงแม้สูงกว่า
๒. ค่าใช้จ่ายการใช้น้อยกว่า
๓. น้ำหนักต่อแรงแม้หนักกว่า
๔. การสร้างง่าย
๕. ประสิทธิภาพของเครื่องสูงกว่า

เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์น้ำมันใส

๑. น้ำมันเชื้อเพลิงถูกกว่า
๒. การสร้างใช้แบบง่าย ๆ
๓. สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยกว่า

ข้อเสียประโยชน์ที่สำคัญ คือ:-

๑. ติดเครื่องช้า
๒. เมื่อมีการะ (loads) สูง ๆ (หรือเมื่อทำงานหนัก) จะเกิด Pre-ignition ของน้ำมันเชื้อเพลิง ถ้าหากไม่ควบคุมอุณหภูมิของหัวกระโหลกโดยการดับ ความร้อนให้

๓. เมื่อมีภาระ (loads) ต่าง ๆ เครื่องอาจจะดับ (หยุด) ถ้าหากไม่เผาหัวกะโหลกให้ความร้อนเพียงพอ

๔. มีความเร็วต่ำ

**แบบที่ ๓** เครื่องยนต์ที่ทำงานตามจังหวะของ Diesel cycle นั้นมักเรียกว่าเครื่องยนต์ดีเซล หรือเรียกสั้น ๆ ว่าเครื่องดีเซลเป็นเครื่องที่ทำคุณประโยชน์และทำความสะดวกให้แก่มนุษย์เป็นอย่างมากที่สุด เครื่องยนต์ดีเซลนี้ใช้ลูกสูบอัดอากาศภายในสูบโดยลำพัง มีกำลังอัดจาก ๔๐๐ ถึง ๕๕๐ ปอนด์ต่อหนึ่งตารางนิ้ว แล้วฉีกน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นฝอยเข้าไปในสูบในขณะที่ลูกสูบอัดอากาศอยู่ ความร้อนของอากาศที่ถูกอัดจะจุดน้ำมันที่ฉีดเป็นฝอยเข้าไป กำลังดันขยายตัวซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ (เรียกกันว่าระเบิด) จะมีกำลังดันใกล้เคียงกับกำลังอัดอากาศภายในสูบ (constant pressure) ตรงส่วนที่เกิดการเผาไหม้นี้ (combustion space) มีน้ำหล่อสำหรับดับความร้อนซึ่งผิดกับเครื่อง Semi-Diesel ตรงหัวกะโหลก (Hot Bulb) บางทีก็ไม่มีน้ำหล่อ ส่วนน้ำมันที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงก็ใช้อยู่ในชั้นเดียวกันกับ Semi-Diesel คือใช้ตั้งแต่ Kerosene ลงไปถึงน้ำมันเตาหนัก (Heavy crude oil)

**ข้อได้ประโยชน์** ของเครื่องยนต์ดีเซลมีดังนี้ คือ:-

๑. ประสิทธิภาพความร้อนสูง ไม่ว่าเครื่องทำงานหนักหรือเบา
๒. ประหยัดค่าใช้จ่ายน้ำมันได้มาก
๓. ใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงได้หลายประเภท
๔. ลดการเกาะภายในสูบได้มาก
๕. แรงหมุนสูงทุก ๆ ความเร็ว
๖. รักษาความเร็วได้ดี
๗. ประสิทธิภาพของการเผาไหม้สูง
๘. เร่งกำลังได้เร็ว
๙. ติดเครื่องได้ง่าย
๑๐. ได้กำลังอัดและเรโซการขยายตัวสูง
๑๑. การระวังกาง่ายและไวใจได้ว่าไม่ค่อยขัดข้อง เพราะไม่ต้องใช้หัวเทียน คอยล์จานจ่าย ฯลฯ

**ข้อเสียประโยชน์ คือ:-**

๑. น้ำหนักต่อหนึ่งแรงม้ามาก
๒. ราคาต่อแรงม้าแพงกว่า
๓. ประสิทธิภาพของการกลต่ำกว่า (เพราะชิ้นส่วนหนักกว่า)
๔. ยุ่งยากในการใช้น้ำมันหล่อลื่น
๕. ส่วนสำคัญที่ต่อเนื่อง (ข้อเสือ, ก้านสูบ) หนักกว่า
๖. ต้องบำรุงรักษาใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งสร้างอย่างละเอียดถูกต้องเป็นอย่างดี

## **หน่วยมาตราที่นำมาใช้เกี่ยวกับกำลังของเครื่องยนต์** (Application of Fundametal Units)

เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน (Internal Combustion Engine) เป็นเครื่องที่ได้รับพลังงานจากความร้อน (Heat) ความร้อนนี้จะได้กล่าวต่อไปว่ามันเกี่ยวข้องกับหน่วยของมาตราเหล่านี้อย่างไร คือหน่วยของแรง (Force) หน่วยของความยาว (Length) และหน่วยของเวลา (Time)

**หน่วยของแรง (Force)** ในมาตราอังกฤษคิดเป็นปอนด์ ในมาตราเมตริกคิดเป็นกิโลกรัม ได้จากกำลังตันของก๊าซอันเกิดจากการเผาไหม้นัยอดลูกสูบ ทำให้เกิดแรงพยายามดันให้ลูกสูบเลื่อนลง

**หน่วยของความยาว (Length)** ในมาตราอังกฤษคิดเป็นนิ้ว, ฟุต, หลา ในมาตราเมตริกคิดเป็นเซนติ, เมตร, กิโลเมตร, ๑ นิ้ว=๒.๕๔ เซนติเมตร ความยาวนี้ใช้บอกขนาดต่างๆ ของเครื่องหรือเส้นผ่าศูนย์กลางของเนื้อที่หน้าตัดลูกสูบ และใช้วัดระยะทางที่ลูกสูบเลื่อนลงมาโดยกำลังดันที่เกิดจากการขยายตัวของก๊าซ เพราะว่างานคือผลคูณของแรงดันกับระยะทางที่ลูกสูบเลื่อนลงมาใน ๑ ครั้งนั้นเรียกว่าระยะลูกสูบเลื่อน (length of stroke)

**หน่วยของเวลา (Time)** หน่วยของเวลาที่เป็นมาตรฐาน คือ นาที่ ใช้ทั้งมาตราอังกฤษและมาตราเมตริก เรื่องเวลานี้เป็นข้อพิจารณาที่สำคัญ เพราะจำนวนครั้งที่ลูกสูบเลื่อน (stroke) ในเวลาที่กำหนดให้ เป็นตัวกำหนดกำลัง (power) ที่เกิดขึ้น กำลังคืออัตราของการทำงาน ผล

ของงาน (work done) ในระยะลูกสูบเลื่อนครึ่งหนึ่งขึ้นอยู่กับกำลังดัน (Pressure) ขนาดโตของลูกสูบ (Bore) และระยะลูกสูบเลื่อน (Stroke) จะเห็นกำลังที่ได้ก็จึงขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งที่ลูกสูบเลื่อน (stroke) ในหนึ่งหน่วยของเวลา เมื่อลูกสูบเลื่อนเร็วขึ้น จำนวนครั้งที่ลูกสูบเลื่อนก็เพิ่มขึ้น กำลังของเครื่องจะเพิ่มขึ้น การวัดจำนวนระยะลูกสูบเลื่อน (stroke) ใน ๑ นาทีนั้น ใช้วัดเป็นจำนวนรอบของข้อเหวี่ยงที่หมุนไป และได้ผลเช่นเดียวกันคือ ระยะลูกสูบเลื่อนขึ้นลงรวม ๒ ครั้ง เท่ากับข้อเหวี่ยงหนึ่งรอบ

**ความร้อน (Heat)** เป็นต้นกำเนิดกำลังงาน (Power) ของเครื่องจักรในจำพวกที่เกิดการเผาไหม้ภายในสูบ (Internal Combustion Engine) เพราะว่ากำลังงานที่บังเกิดขึ้นนั้นได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงภายในสูบของเครื่องจักรนั้นโดยตรง หน่วยของความร้อนในระบบเมตริกมีหน่วยเป็นแคลอรี ในระบบอังกฤษมีหน่วยเป็น B.T.U. (British Thermal Unit)

๑. B.T.U. เท่ากับปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำ ๑ ลบ. ฟุต มีอุณหภูมิสูงขึ้น ๑ องศาฟาเรนไฮต์

๑. B.T.U. เมื่อเทียบเป็นหน่วยของงานจะเท่ากับ ๗๗๘ ฟุต-ปอนด์

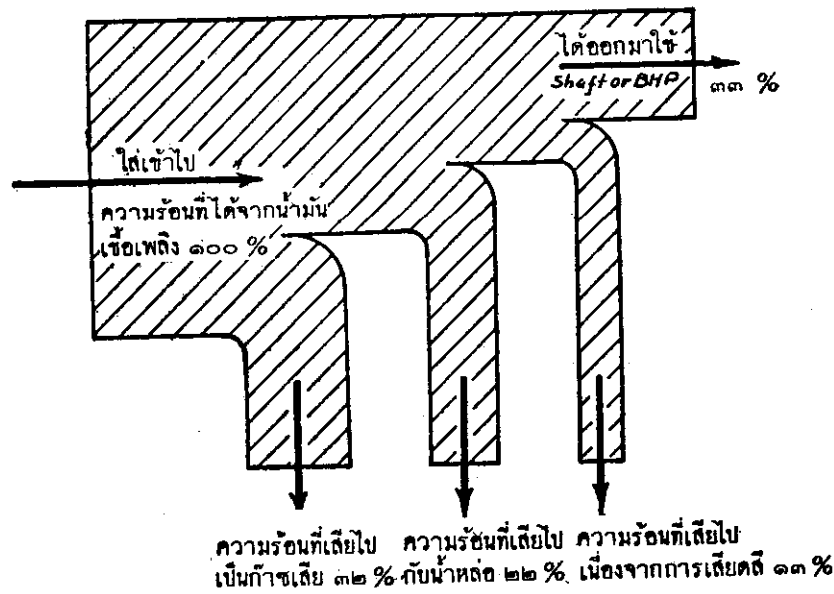
ความจริงจำนวนความร้อนทั้งหมดที่เกิดจากผลของการเผาไหม้นั้น ย่อมทำงานไม่ได้ผลเต็มเม็ดเต็มหน่วย ถ้าหากสามารถทำได้ เครื่องจักรนั้นจะมีประสิทธิภาพ ๑๐๐% ซึ่งทางปฏิบัติไม่สามารถจะทำได้เช่นนั้น

**หน่วยมาตราของกำลังงาน (Unit of Power)** เมื่อเครื่องจักรไอน้ำเกิดขึ้นที่แรกการคิดกำลังงาน (Power) ของเครื่องจักรนั้นคิดเทียบเอาจากกำลังของม้า เพราะเมื่อเครื่องจักรยังไม่เกิดขึ้นได้ใช้กำลังของม้าแทนเครื่องจักรมาก่อน เจมส์วัตต์ (James Watts) ผู้สร้างเครื่องจักรไอน้ำคนแรก เป็นผู้คิดกำลังของเครื่องจักรของเขาโดยเทียบกับกำลังของม้า เขาคิดได้ว่าม้าที่มีกำลังพอสมควรตัวหนึ่งจะสามารถทำงานได้ ๓๓,๐๐๐ ฟุต-ปอนด์ ใน ๑ นาที วิธีการของเขากระทำโดยง่าย ๆ คือ ใช้น้ำหนัก ๑,๐๐๐ ปอนด์ ผูกเชือกร้อยเข้ากับรอกบนขึ้น แล้วใช้ม้าหนึ่งตัวลาก ผลของการทดลองปรากฏว่าม้า ๑ ตัว สามารถยกของหนัก ๑,๐๐๐ ปอนด์นั้นขึ้นได้สูง ๓๓ ฟุต ใน ๑ นาที จากผลอันนี้จึงได้บัญญัติเป็นเกณฑ์เทียบไว้ว่า กำลังของเครื่องจักรหนึ่งแรงม้า (H.P.) เท่ากับ ๓๓,๐๐๐ ฟุต-ปอนด์ใน ๑ นาที หรือเท่ากับ ๕๕๐ ฟุต-ปอนด์ ใน ๑ วินาที หรือเท่ากับ

$$\frac{33,000}{778} = 42.42 \text{ B.T.U. ใน ๑ นาที}$$

**การเปลี่ยนความร้อนเป็นงาน** (Conversion of Heat Into Work) ได้กล่าวแล้วว่า ความร้อนที่บังเกิดขึ้นในสตูบนั้นเปลี่ยนมาทำงานให้เป็นประโยชน์ โดยเครื่องจักรปริมาณความร้อนที่บังเกิดขึ้นในจังหวะทำงานครั้งหนึ่ง ๆ ภายในสตูบนั้น ขึ้นอยู่กับจำนวนน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ และประสิทธิภาพของการเผาไหม้ที่เกิดขึ้น

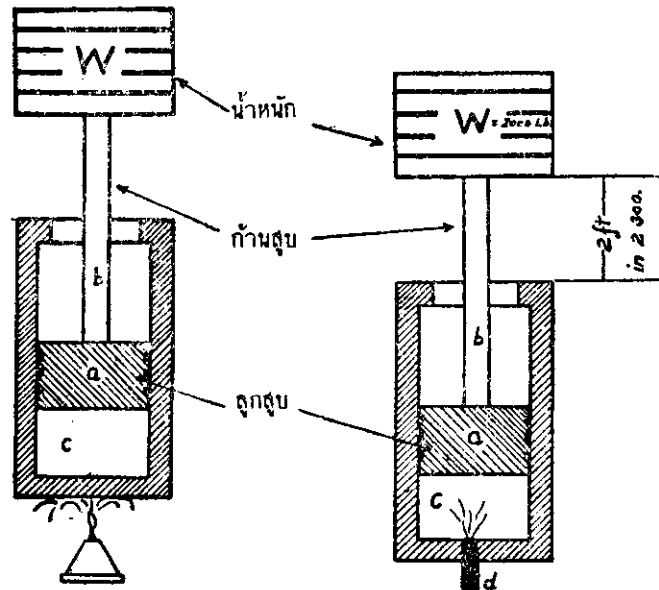
ปริมาณความร้อนที่จะเปลี่ยนมาเป็นประโยชน์ให้แก่งานได้เพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพทางความร้อน (Thermal Efficiency) และขึ้นอยู่กับการออกแบบในการสร้างเครื่องยนต์นั้นด้วย อย่างไรก็ตามจำนวนความร้อนทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้นั้นจะเปลี่ยนมาเป็นประโยชน์แก่งานไม่ได้ทั้งหมด จะต้องมีการสูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์หลายทางด้วยกัน โดยประมาณสมมติว่าความร้อนที่เกิดขึ้น (Input) จากการเผาไหม้ ๑๐๐% จะเปลี่ยนมาเป็นประโยชน์แก่งานหรือได้ผลงาน (Output) เพียง ๓๓% เท่านั้น นอกจากนั้นจะต้องสูญเสียไปหลายทางด้วยกัน ดังแสดงให้เห็นในรูปต่อไปนี้



รูปที่ ๑ สมดุลย์ของความร้อนสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล

| ผลออกมา                                 | งานที่เป็นประโยชน์จากเครื่องยนต์ (BHP) | ๓๓  | เปอร์เซ็นต์ |
|-----------------------------------------|----------------------------------------|-----|-------------|
| ความร้อนที่สูญเสียไปเป็นก๊าซเสีย        |                                        | ๓๒  | „           |
| ความร้อนที่สูญเสียไปกับน้ำหล่อ          |                                        | ๒๒  | „           |
| ความร้อนที่สูญเสียไปเนื่องจากการเสียดสี |                                        | ๑๓  | „           |
| ได้เข้าไป                               | ความร้อนทั้งหมดจากน้ำมันเชื้อเพลิง     | ๑๐๐ | „           |

ในรูปต่อไปนี้เป็นรูปแสดงถึงเครื่องจักรที่ทำงานโดยใช้ความร้อนอย่างง่าย ๆ รูปซ้ายแสดงถึงอาการที่เครื่องจักรได้รับความร้อนมาทำงานจากภายนอก และรูปขวาแสดงถึงอาการที่เครื่องจักรทำงานโดยความร้อนซึ่งเกิดขึ้นภายในสูบ



รูปที่ ๒.๑ การเปลี่ยนความร้อน  
ภายนอกลูกสูบให้เป็นงาน

รูปที่ ๒.๒ การเปลี่ยนความร้อน  
ภายในลูกสูบให้เป็นงาน

รูปซ้าย ประกอบไปด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์จุดไฟเผาอยู่ใต้สูบ ซึ่งมีลูกสูบ a ติดกับก้านสูบ b ปลายก้านสูบมีน้ำหนัก  $w$  วางอยู่ ช่องว่าง c ใต้ลูกสูบทำหน้าที่สำหรับบรรจุอากาศ เมื่ออากาศใต้ลูกสูบ a ถูกเผาโดยตะเกียงใต้สูบจนร้อนเกิดการขยายตัวเป็นกำลังดันลูกสูบเลื่อนขึ้น วิธีนี้ไม่ถือว่าเป็นความร้อนเกิดขึ้นภายในสูบ ประสิทธิภาพความร้อนเกิดขึ้นจากตะเกียง

รูปขวา โดยเครื่องเดียวกัน เปลี่ยนตะเกียงแอลกอฮอล์เป็นลั่นหัวฉีด d ติดแทน เมื่อลูกสูบ a อัดอากาศ c จนเกิดความร้อนสูงแล้วอัดน้ำมันฉีดเข้าไปจะเกิดการเผาไหม้ขึ้น การเผาไหม้จะเกิดเป็นก๊าซขยายตัวดันลูกสูบเลื่อนขึ้น อย่างเดียวกันกับที่ใช้ตะเกียงเผา แต่กำลังที่ดันลูกสูบขึ้นไปได้นั้นขึ้นอยู่กับ ปริมาณความร้อน ที่เกิดการเผาไหม้ขึ้นภายในสูบโดยเฉพาะ

สมมติให้  $W$  นก ๒,๐๐๐ ปอนด์ และเลื่อนขึ้นได้ ๒ ฟุต ฉะนั้น ผลของงาน (Work-Done) ที่ทำได้จะเป็น ๒,๐๐๐ + ๒ ฟุต-ปอนด์ และสมมติว่าในการยกน้ำหนักขึ้นสูง ๒ ฟุตนี้ใช้เวลา ๒ วินาที

ฉะนั้นแรงม้า (H.P.) ที่ได้จะเป็นดังนี้

$$\text{จากสูตร I.H.P.} = ๕๕๐ \text{ ฟุต-ปอนด์ ใน ๑ วินาที}$$

$$\begin{aligned} \text{แรงม้าของเครื่อง (H.P.)} &= \frac{๒,๐๐๐ \times ๒}{๒ \times ๕๕๐} \\ &= ๓.๖๔ \end{aligned}$$

เมื่อต้องการจะหาว่าปริมาณความร้อนที่เปลี่ยนเป็นผลงานนี้มีเท่าใด ก็หาได้ดังต่อไปนี้ :-

ตามสูตร ๑ B.T.U. = ๗๗๘ ฟุต-ปอนด์

$$\begin{aligned} \text{ฉะนั้นปริมาณความร้อน} &= \frac{๓.๖๔ \times ๓๓,๐๐๐}{๗๗๘} \\ &= ๑๕๔.๔ \text{ B.T.U. ใน ๑ นาที} \end{aligned}$$

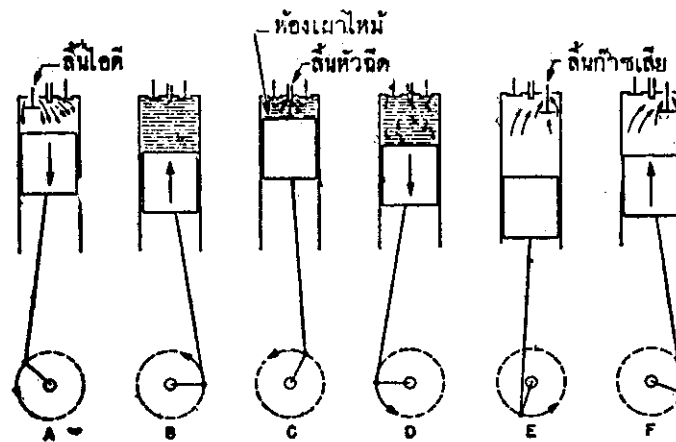
**เครื่องดีเซล ๒ จังหวะ และ ๔ จังหวะ (Two And Four Stroke Engine)**

คำว่า จังหวะ หรือ Stroke หมายความว่า ลูกสูบเลื่อนไปสู่ระยะ เช่น ลูกสูบเลื่อนขึ้นครึ่งหนึ่ง หรือเลื่อนลงครึ่งหนึ่ง การเลื่อนขึ้นเลื่อนลง ๒ จังหวะ ทำให้ข้อเหวี่ยงหมุนครบรอบ

ใน ๑ รอบนี้ถ้ามีการเผาไหม้หรือที่เรียกกันสามัญว่า การระเบิดขึ้น ๑ ครั้ง เราเรียกว่า เครื่อง ๒ จังหวะ เครื่องยนต์ ๒ จังหวะข้อเหวี่ยง ๑ รอบเกิดการระเบิดหนึ่งครั้ง และเครื่องยนต์ ๔ จังหวะ ข้อเหวี่ยง ๒ รอบ เกิดการระเบิดหนึ่งครั้ง เครื่องยนต์ดีเซลก็เช่นเดียวกัน จึงจะได้อธิบายการทำงานของเครื่องยนต์ ดังต่อไปนี้ :-

**อาการของเครื่องยนต์ดีเซลชนิด ๔ จังหวะ (Four-Stroke Cycle Diesel Engine)**

อาการของเครื่องยนต์ ๔ จังหวะนี้ ลูกสูบจะต้องทำงานคือ เลื่อนลงดูดอากาศเคลื่อนขึ้นอัดอากาศ เลื่อนลงโดยการขยายตัวของการเผาไหม้ และเลื่อนขึ้นไล่อากาศเสีย รวม ๔ ครั้ง หรือเครื่องหมุนไป ๒ รอบจึงจะขึ้นต้นใหม่ จึงจะได้อธิบายอาการประกอบกับรูปที่ ๓ ดังต่อไปนี้ :-



รูปที่ ๓ วงรอบการทำงานของเครื่องยนต์เซล ๔ จังหวะ

รูป A ลูกสูบเลื่อนลง ลิ้นไอดี (Intake Valve) เปิดให้อากาศวิ่งเข้าส่วนบนที่ว่างของลูกสูบขณะที่เลื่อนลงจนสุดระยะ

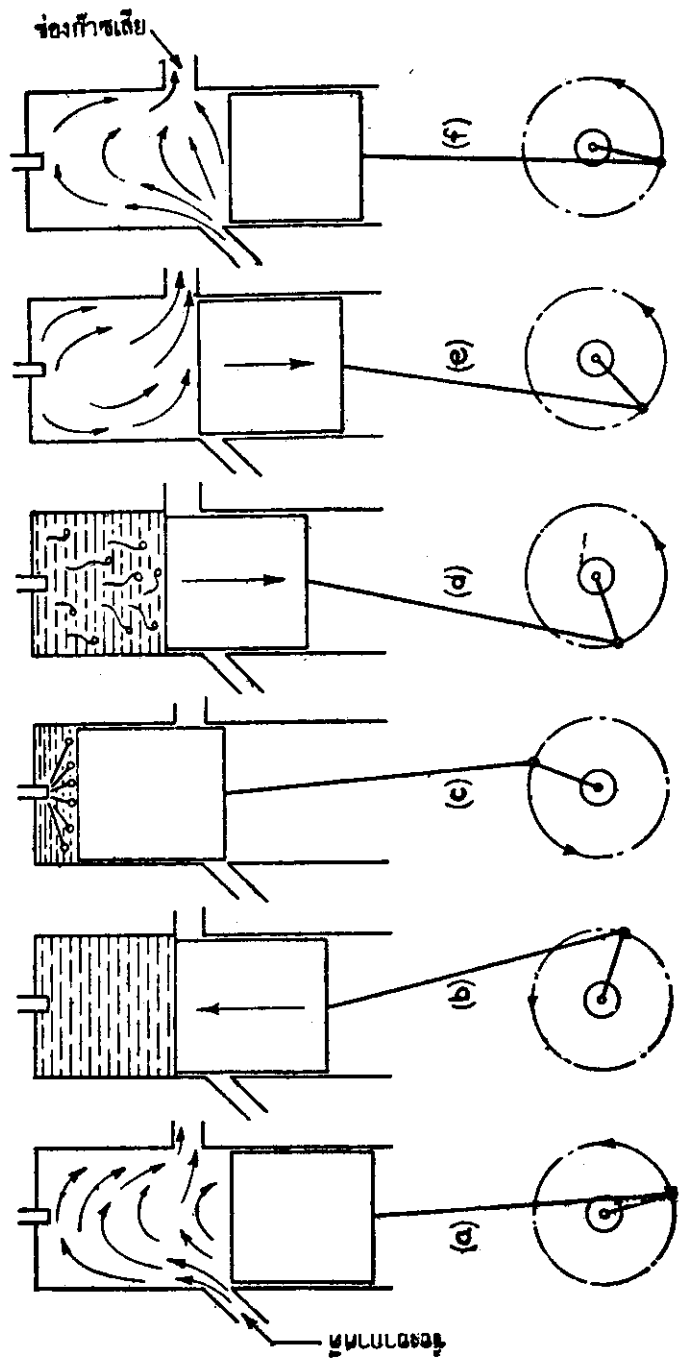
รูป B ลูกสูบเลื่อนขึ้น เป็นจังหวะอัด ลิ้นไอดี (Intake Valve) และลิ้นก๊าซเสีย (Exhaust Valve) ปิดหมด ลูกสูบจะเลื่อนขึ้นอัดอากาศ ที่ความร้อนถึง ๔๐๐ ถึง ๑,๐๐๐ องศาฟาเรนไฮต์ ซึ่งเกิดกำลังดันประมาณ ๔๕๐ ถึง ๕๐๐ ปอนด์ ต่อหนึ่งตารางนิ้ว

รูป C เมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้นอัดอากาศถึงสุดระยะเลื่อน ลิ้นหัวฉีด (Injection Valve) จะเปิดให้น้ำมันเชื้อเพลิงฉีดเป็นฝอยเข้าสูบ ต่อจากนั้นการเผาไหม้ก็จะเริ่มเกิดขึ้น กำลังดันและอุณหภูมิของความร้อนจะทวีขึ้นโดยรวดเร็ว กำลังดันของก๊าซอันเกิดจากการเผาไหม้จะดันให้ลูกสูบเลื่อนลง จังหวะนี้เรียกว่าจังหวะเผาไหม้ (Combustion Stroke)

รูป D หลังจากลูกสูบเลื่อนกลัวยจากศูนย์ตายบน (Top Dead Center) ลงมานั้น กำลังของก๊าซจะขยายตัวดันลูกสูบต่อไป และส่งกำลังดันไปกระทำกับข้อเหวี่ยง จังหวะนี้เรียกว่าจังหวะขยายตัวหรือจังหวะทำงาน (Expansion or Power Stroke)

รูป E ก่อนที่ลูกสูบเลื่อนลงเกือบสุดระยะเลื่อน ลิ้นก๊าซเสียก็เริ่มเปิด และบางส่วนของก๊าซที่เผาไหม้จะออกไปจากสูบ

รูป F เมื่อลูกสูบเลื่อนลงกลัวยศูนย์ตายล่าง (Bottom or Dead Center) ไปแล้ว ลูกสูบก็จะเลื่อนขึ้นอีก และขับให้ก๊าซเสียออกไปจากสูบ จังหวะนี้คือจังหวะขับก๊าซเสียออก (Exhaust Stroke)



รูปที่ ๔ เครื่องยนต์ ๒ จังหวะ ใช้ช่องอากาศดีและช่องอากาศเสีย

การทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล ๔ จังหวะ จะกล่าวเป็นจังหวะ ๆ โดยย่อ ดังนี้ :-

- ก. จังหวะดูด (Suction Stroke) คือลูกสูบเลื่อนลงระหว่างที่อากาศเข้าไปในสูบ  
จนเต็ม
- ข. จังหวะอัด (Compression Stroke) ลูกสูบเลื่อนขึ้น อากาศถูกอัดจนมีอุณหภูมิ  
สูงที่จะจุดให้เกิดการเผาไหม้
- ค. จังหวะขยายตัวหรือจังหวะทำงาน (Expansion or Power Stroke) คือลูกสูบ  
เลื่อนลงระหว่างที่เกิดการเผาไหม้เป็นกำลังขยายตัวทำงาน
- ง. จังหวะขับก๊าซเสียออก (Exhaust Stroke) ก๊าซที่ขยายตัวทำงานแล้วถูกขับ  
ออกจากสูบ

ตามที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า เครื่องยนต์ประเภทนี้ข้อเสียหมดไป ๒ รอบ หรือลูกสูบ  
เลื่อนขึ้นลงรวม ๔ ครั้ง เกิดกำลังที่จะทำงานได้ครั้งหนึ่ง

**อาการของเครื่องยนต์ดีเซล ๒ จังหวะ (Two-Stroke Cycle Diesel Engine)**  
เครื่อง ๒ จังหวะนี้ คือเครื่องที่ดัดแปลงมาจากเครื่อง ๔ จังหวะที่กล่าวมาแล้ว ส่วนความมุ่งหมาย  
ในข้อที่ได้รับประโยชน์จากเครื่องนั้นจะกล่าวต่อไปทีหลัง เครื่องชนิดนี้ข้อเสียหมดเพียง ๑ รอบ  
หรือลูกสูบเลื่อนขึ้นเลื่อนลงรวม ๒ ครั้ง ก็จะได้เกิดกำลังที่จะทำงานได้ครั้งหนึ่ง กล่าวโดยย่อใน  
เครื่อง ๒ จังหวะ คือ :-

๑. จังหวะอัด (Compression Stroke) อัดอากาศให้มีความร้อนสูงพอที่จะจุดเชื้อ  
เพลิงให้เกิดการเผาไหม้

๒. จังหวะขยายตัวหรือจังหวะทำงาน (Expansion or Power Stroke) ก๊าซที่เกิด  
จากการเผาไหม้ขยายตัวดันลูกสูบเลื่อนลงเกิดการทำงาน

ต่อไปนี้จะอธิบายการทำงานของเครื่องยนต์ ๒ จังหวะ ซึ่งมีช่องอากาศดีและช่องก๊าซ  
เสียแบบกวาดล้างก๊าซเสียโดยตรง Direct Scavenging ประกอบกับรูปเป็นชั้น ๆ ตามลำดับ  
(รูปที่ ๔)

รูป a ขณะนี้ลูกสูบกล้อยจากศูนย์ตายล่าง และเริ่มเลื่อนขึ้นหรือเริ่มอัดช่องอากาศดี  
และช่องก๊าซเสียยังเปิดอยู่ (ไม่มีลิ้นอากาศดี ลิ้นอากาศเสีย มีแต่ช่องอากาศดีและช่องอากาศเสียเปิด  
ปิดโดยลูกสูบ) อากาศจะวิ่งเข้าสูบ

รูป b ลูกสูบเลื่อนขึ้นปิดช่องอากาศทั้งสอง และเริ่มอัดอากาศ การอัดขึ้นอยู่กั  
ปริมาตรที่ว่าง ระหว่างยอดสูบ ปริมาตรนี้ประมาณ ๗ เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรทั้งหมดของสูบ  
(เรียกว่าอัตราส่วนการอัดเท่ากับ ๑๔.๓) ซึ่งจะได้ความร้อนของอากาศพอที่จะจุดเชื้อเพลิงให้เกิด  
การเผาไหม้ได้

รูป c ทรงจุดอัดขึ้น ก็ก่อนที่ลูกสูบจะถึงศูนย์ตายบน น้ำมันเชื้อเพลิงก็เริ่มฉีด  
เข้าสูบ การเผาไหม้จะเริ่มบังเกิดขึ้น กำลังขยายตัวของก๊าซและอุณหภูมิของความร้อนจะทวีขึ้น  
อย่างรวดเร็ว

รูป d กำลังขยายตัวของก๊าซจะดันลูกสูบเลื่อนลง ลูกสูบเริ่มทำงานจังหวะนี้คือเป็น  
จังหวะทำงาน

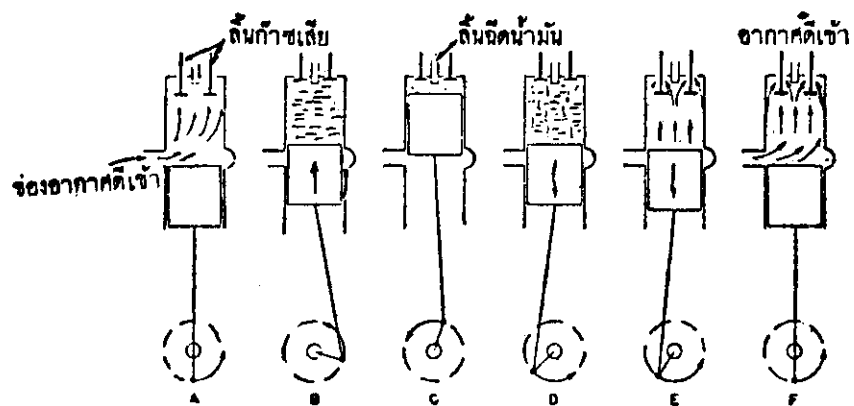
รูป e เมื่อลูกสูบเกือบจะถึงก้นสูบและเปิดช่องก๊าซเสียเต็มที่ กำลังของก๊าซจะลดลง  
เหลือประมาณ ๔๐ เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งตารางนิ้ว และวิ่งออกทางช่องนี้ และออกไปขยายตัวใน  
บรรยากาศ กระทำให้เกิดเสียงดัง (เครื่อง ๒ จังหวะที่ดังมากก็เพราะเหตุนี้ คือปล่อยให้ก๊าซซึ่ง  
ยังมีกำลังอัดตัวอยู่ออกไปขยายตัวในบรรยากาศโดยทันทีทันใด)

รูป f ลูกสูบยังคงเลื่อนลงไปอีกเล็กน้อย ก็เปิดช่องอากาศดี อากาศจะวิ่งเข้าสูบน้ำ  
กำลังจาก ๑-๕ เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งตารางนิ้ว อากาศนี้จะขับก๊าซที่ตกค้างออกไป และใช้เป็นอากาศที่  
จะอัดเข้าสูบท่อไป

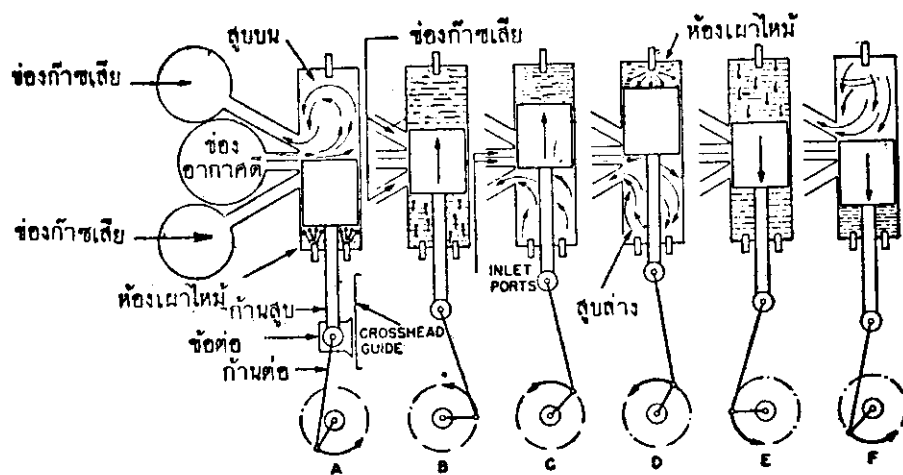
เครื่อง ๒ จังหวะนี้อากาศเข้าสู่มักใช้สูบบอากาศช่วยเรียกว่า Scavenger Pump เพื่อให้  
ได้อากาศดีเพียงพอ และได้ก๊าซเสียออกให้หมดจด สำหรับเครื่อง ๔ จังหวะนั้น การใช้สูบบอากาศ  
ช่วยเรียกว่า Super Charger ซึ่งทั้งสองประการนี้จะกล่าวต่อไปในตอนหลัง

ควรจะสังเกตและจำไว้ว่า ช่องอากาศดี (Scavenging or Inlet Port) นั้นเขาสร้างเป็น  
มุมเอียงไปในทางตั้ง เพื่อให้อากาศวิ่งขึ้นหัวสูบ และจะไม่ผ่นออกไปทางช่องก๊าซเสียโดยตรง  
ตามที่ได้อธิบายมานี้ จะเห็นได้ว่าอาการของเครื่อง ๒ จังหวะ ทำงานหนึ่งครั้งเมื่อข้อ  
เลื่อนหมุนไป ๑ รอบ

เครื่อง ๒ จังหวะที่ใช้ช่องอากาศดี (Scavenging Port) ทางเดียวคือเฉพาะทางอากาศ  
เท่านั้น ได้สร้างหรือหล่อช่องอากาศไว้ที่ส่วนกลางของ Liner ของสูบดังแสดงในรูปที่ ๕ ส่วน



รูปที่ ๔ เครื่องยนต์ดีเซล ๒ จังหวะ แบบ single-acting.



รูปที่ ๖ เครื่องยนต์ดีเซล ๒ จังหวะ แบบ double-acting

ทางก๊าซเสียออกนั้นใช้สันแทนเพื่อจำกัดมิให้ก๊าซทำงานแล้วตกค้างอยู่ในสูบทั้งแบบก่อน ลั่นก๊าซเสียมี ๒ ลั่นติดอยู่ที่หัวสูบ และเปิดปิดได้โดยคันส่ง (Push Rod) ซึ่งต่อเนื่องมาจากลูกเบี้ยว (Cam) อากากระทำของเครื่องก็คล้ายคลึงกับแบบที่แล้ว ดังจะได้อธิบายประกอบกับรูปต่อไปนี้ (รูปที่ ๖)

รูป A ลูกสูบอยู่ศูนย์ตายล่าง และกำลังจะเลื่อนขึ้นอัดอากาศขณะนั้น ลั่นก๊าซเสียและช่องอากาศก็ยังเปิดอยู่เต็มที่ อากาศที่กำลังวิ่งเข้าสูบ ลั่นก๊าซเสียจะปิดสนิทหลังจากช่องอากาศปิดไปแล้วประมาณ ๗ องศา

รูป B เมื่อลั่นก๊าซเสียและช่องอากาศที่ปิดหมดแล้ว อากาศในสูบก็เริ่มถูกอัดตัว

รูป C ลูกสูบเลื่อนขึ้นเกือบสุดระยะเลื่อน หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเริ่มฉีดน้ำมันเข้าสูบ

รูป D การเผาไหม้เกิดขึ้นแล้ว กำลังขยายตัวของก๊าซก็ดันลูกสูบเลื่อนลง คือจังหวะทำงานของเครื่อง

รูป E ลูกสูบจะเลื่อนลงถึงจุดหนึ่งเกือบสุดระยะเลื่อน ลั่นก๊าซเสียจะเปิดก่อนแล้วช่องอากาศก็เปิดให้อากาศวิ่งเข้าสูบ ไล่ก๊าซเสียที่ตกค้างอยู่ให้ออกไป อากาศที่วิ่งเข้าสูบนั่นวิ่งเวียนรอบสูบแล้วขึ้นบน ตามแบบที่สร้างนี้เพื่อขับก๊าซเสียที่ตกค้างออกได้มาก

รูป F ลักษณะเดียวกัน คือเครื่องได้หมุนมาครบ ๑ รอบ และจะกั๊กันใหม่

ข้อได้ประโยชน์ของเครื่องยนต์สี่เฟส ๒ จังหวะ เปรียบเทียบกับเครื่องยนต์สี่เฟส ๔ จังหวะ เป็นดังนี้:-

๑. สูบโตเท่ากัน และระยะเลื่อนของลูกสูบเท่ากัน เครื่องยนต์ ๒ จังหวะ ได้กำลังงานดีกว่าเกือบ ๗๕ เปอร์เซ็นต์ ต่อ ๑ สูบ
๒. น้ำหนักและราคาค่อนข้างแรงน้อยกว่า
๓. การให้กำลังงานออกมาสม่ำเสมอ เนื่องจากการระเบิดทุกรอบ
๔. เนื่องจากอุณหภูมิในสูบสูงกว่า และเนื่องจากไม่ใช่สันจึงทำให้ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่เหนียวกว่าได้

**ข้อเสียประโยชน์ของเครื่องยนต์ ๒ จังหวะ คือ.-**

๑. เนื่องจากปริมาตรที่อัดอากาศไม่แน่นอนโดยใช้ช่องอากาศ (Scavenging) ทำให้กำลังที่ได้รับต่ำกว่ากำหนด และทำให้ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงต่อหนึ่งแรงม้ามากกว่า (เพราะปล่อยก๊าซเสียออกเมื่อก๊าซนั้นยังมีกำลังดันสูงอยู่)

๒. เนื่องจากเกิดความร้อนภายในสูบมาก ทำให้การยืดหดของโลหะทวีขึ้น และลำบากในเรื่องการใช้น้ำมันหล่อลื่น (เพราะเมื่อเครื่องเย็นโลหะหดตัวมาก และเมื่อเครื่องร้อนก็ขยายตัวมาก)

๓. การออกแบบรอยต่อระหว่าง Liner ของสูบกับเสื้อสูบส่วนที่มีน้ำหล่อตรงช่องก๊าซทำได้ยาก หากมีน้ำหล่อรั่วเข้าสูบ หรือรั่วไปปนกับน้ำมันหล่อลื่นจะบังเกิดการเสียหายร้ายแรงต่อเครื่องยนต์

๔. การสร้างช่องอากาศดีและช่องก๊าซเสียไว้ตรงข้ามกันข้างละช่องที่ตัวสูบกระทำให้การยืดหดไม่สม่ำเสมอ อาจทำให้ Liner และลูกสูบแตกร้าวได้

๕. การดูดซับอากาศ (Scavenging air Pump) ช่วยเข้ากับเพลาลูกสูบต้องทำให้เพิ่มส่วนเคลื่อนไหวขึ้นอีกหลายส่วน เป็นผลให้เกิดน้ำหนักมากขึ้นและราคาแพง

**เครื่องดีเซลแบบระเบิดคันเดียว (Single Acting Engine)** เครื่องยนต์แบบนี้ได้แก่เครื่อง ๔ จังหวะ และ ๒ จังหวะ ที่ได้อธิบายมาแล้ว คืองานที่กระทำโดยกำลังขยายตัวของการเผาไหม้ของก๊าซบนยอดลูกสูบคันเดียวเท่านั้น ดังรูปที่ ๑-๒-๓

**เครื่องดีเซลแบบระเบิดสองคัน (Double Acting Engine)** เครื่องแบบนี้มีห้องเผาไหม้บนยอดลูกสูบและใต้ลูกสูบทั้งสองข้าง จังหวะทำงานอย่างเดียวกัน แต่กระทำทั้งข้างบนและข้างล่างของลูกสูบ เช่นเครื่อง ๒ จังหวะ ก๊าซขยายตัวทำงานเมื่อลูกสูบเลื่อนลง และเมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้นก๊าซจะขยายตัวทำงานใต้ลูกสูบอีก คือก๊าซขยายตัวทำงานทั้งข้างขึ้นและข้างลง ฉะนั้นเครื่อง Double Acting จึงมีจังหวะทำงานสองเท่าของเครื่อง Single Acting เช่น เครื่อง ๒ จังหวะ แบบ Single Acting ขั้วเสื่อหมุน ๑ รอบ ทำงาน ๑ ครั้ง แต่เครื่อง ๒ จังหวะ แบบ Double Acting ขั้วเสื่อหมุน ๑ รอบ ทำงาน ๒ ครั้ง จังหวะอัดและจังหวะทำงานข้างบนจะกระทำตรงข้ามกับข้างล่าง เช่นข้างบนอัดข้างล่างทำงาน ข้างบนทำงานข้างล่างอัด เป็นต้น

ในเครื่อง Double Acting นี้ส่วนล่างของกระบอกสูบต้องมีหน้าแปลนปิดเพื่อรับกำลังกระทำของก๊าซขยายตัวเช่นเดียวกับด้านฝาสูบ เพราะฉะนั้นจึงต้องใช้สูบชนิดมีก้านลูกสูบติดต่อกับก้านสูบโดยมีข้อต่อ (Cross Head) และปลายก้านต่อไปติดกับเดือยข้อเสือเหมือนเครื่องข้อเสือข้อต่อของเครื่องจักรไอน้ำ การติดต่อดังนี้แสดงไว้ในรูปที่ ๕ ส่วนอาการกระทำของเครื่องเป็นดังนี้ คือ:-

รูป A ช่องอากาศที่และช่องก๊าซเสียข้างบนเปิดทั้งคู่ และอากาศที่วิ่งเข้าข้างบน (Upper-Cylinder) เวลาข้อเสือเกือบจะถึงศูนย์ตายล่างอากาศที่ในสูบล่าง (Lower Cylinder) ได้ถูกอัดจนได้ระยะที่หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเริ่มฉีดน้ำมัน และการเผาไหม้กำลังเกิดขึ้น

รูป B ช่องอากาศที่และช่องก๊าซเสียข้างบนปิดทั้งคู่ และอากาศในสูบข้างบนก็ถูกอัด ในขณะที่ลูกสูบจะเลื่อนขึ้นไปโดยกำลังขยายตัวของก๊าซในสูบข้างล่าง นี่ถือเป็นจังหวะทำงานของสูบล่าง

รูป C ขณะนี้ช่องก๊าซเสียของสูบล่างเปิด ปล่อยให้ก๊าซเสียออกไปก่อน ลูกสูบบนกำลังอยู่เกือบถึงศูนย์ตายบน และยังคงอัดอากาศต่อไป

รูป D การกระทำขณะนี้อาจจะเหมือนกันกับรูป (A) นอกจากเป็นสูบตรงข้าม เชื้อเพลิงเริ่มฉีดสูบบน ส่วนอากาศที่เข้าสูบล่าง

รูป E เป็นการกระทำตรงข้ามกับรูป (B) ถือเป็นจังหวะทำงานของสูบบน และเป็นจังหวะอัดของสูบล่าง

รูป F เป็นการกระทำตรงข้ามกับรูป (C) ช่องก๊าซเสียบนเปิดให้ก๊าซเสียออกไปก่อน ส่วนสูบล่างคงอัดอากาศต่อไป

จากอาการที่กล่าวมาข้างบน จะเห็นได้ว่าเครื่องชนิดนี้มีจังหวะทำงานทุกครั้งทีลูกสูบเลื่อนขึ้นและเลื่อนลง คือเมื่อข้อเสือหมุนไป ๑ รอบ จะได้จังหวะทำงาน ๒ ครั้ง คุณสมบัติของเครื่อง Double Acting นี้ทางช่างได้เริ่มกันมานานพอๆ กับที่ได้เริ่มต้นคิดสร้างเครื่อง Single Acting เหมือนกัน โดยถือเอาแบบอย่างจากเครื่องไอน้ำชนิดข้อต่อ เหตุที่ยังทำไม่ได้สำเร็จมิใช่จะเลิกล้มความึกตักเสีย แต่เป็นด้วยในสมัยนั้นวัสดุที่จะนำมาใช้เกี่ยวกับการสร้างยังกันไม่พบ หรือมีคุณภาพไม่ดีพอ

ตามมาตรฐานของเครื่องยนต์ดีเซลชนิดต่างๆ ที่กล่าวมานี้ กำลังงานที่ได้ (Power Development) ในสูบหนึ่งเกือบจะถือเป็นเกณฑ์เปรียบเทียบกันได้ โดยสมมติให้มีการเผาไหม้และกำลังตันเฉลี่ยภายในสูบเท่ากัน เช่นในทุกๆ ๑๐๐ Stroke ของเครื่อง ๔ จังหวะ Single Acting จะมีจังหวะทำงาน ๒๕ Stroke และทุกๆ Stroke นี้สมมติให้มีกำลังทำงานได้สมบูรณ์ ๑๐๐ เปอร์เซนต์

เครื่อง ๔ จังหวะ Sing Act. ใน ๑๐๐ Stk. ทำงาน ๒๕ Stk. ได้กำลังงาน ๒๕.๐๐  
 เครื่อง ๔ จังหวะ Doub. Act. ใน ๑๐๐ Stk. ทำงาน ๕๐ Stk. ได้กำลังงาน ๔๗.๕๐  
 เครื่อง ๒ จังหวะ Sing. Act. ใน ๑๐๐ Stk. ทำงาน ๕๐ Stk. ได้กำลังงาน ๓๗.๐๐  
 เครื่อง ๒ จังหวะ Doub. Act. ใน ๑๐๐ Stk. ทำงาน ๑๐๐ Stk. ได้กำลังงาน ๗๔.๑๐

หรือจะพูดอีกอย่างหนึ่งคือ เครื่องดีเซลที่มีขนาดส่วนต่างๆ เท่ากัน แต่กำลังที่สามารถทำงานได้ (Power Possible) ในสูบๆ หนึ่งของเครื่อง ๒ จังหวะ Double Acting นั้น จะทำได้ประมาณเกือบ ๓ เท่าของเครื่อง ๔ จังหวะ Single Acting โดยได้คิดหักข้อเสียประโยชน์ต่างๆ ออกไปแล้ว เช่นคิดหักส่วนที่เป็นช่องอากาศที่สูบออกไปเสีย ๒๒ เปอร์เซนต์ และหักปริมาตรภายในกระบอกสูบด้านล่างตรงส่วนที่ต่อกับสูบออกไปเสีย ๑๐ เปอร์เซนต์เป็นต้น

ในเครื่อง Double Acting กำลังตันที่เกิดจากการเผาไหม้ในคันทันหนึ่งของลูกสูบนั้น จะกระทำคันทันกับกำลังอัด (Compression) ของอีกคันทันหนึ่ง เป็นผลดีทำให้เครื่องเดินเรียบขึ้น ไม่เกิดการสั่นสะเทือน และบังคับเครื่องได้ง่าย ซึ่งดีกว่าที่เครื่อง Single Acting เป็นอยู่ ฉะนั้น จำนวนสูบของเครื่อง Double Acting จึงไม่ต้องมีมากเหมือนอย่างเครื่อง Single Acting เพราะเครื่อง Single Acting ต้องการให้มีจำนวนสูบมาก เพื่อให้เกิดสมดุลย์ (Balance) และลดความสั่นสะเทือน

เครื่องดีเซลแบบระเบิดระหว่างลูกสูบสองใบ (Opposed Piston) เครื่องดีเซลชนิด Opposed Piston เป็นเครื่องยนต์ ๒ จังหวะ ไม่มีฝาสูบ ในกระบอกสูบหนึ่งมีลูกสูบสองใบ ลูกสูบสองใบนี้ต่างก็เลื่อนเข้าหากันโดยให้เกิดการอัดอากาศขึ้นระหว่างยอดลูกสูบทั้งสอง เมื่อยอดลูกสูบทั้งสองเลื่อนเข้าใกล้กันถึงจุดๆ หนึ่งเกือบถึงศูนย์กลางของสูบเรียกว่า "Combustion Dead Center" (จุดศูนย์ตายการเผาไหม้) ก็เป็นระยะที่ลูกสูบอัดอากาศให้เกิดความร้อนถึงขีดสูงสุดซึ่ง

พอจะฉีกฝอยน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปจุดให้เกิดการเผาไหม้ต่อไปเมื่อเกิดการเผาไหม้ขึ้นแล้ว กำลังซึ่งเกิดจากการขยายตัวของก๊าซจะดันให้ลูกสูบเลื่อนออกจากกัน และส่งกำลังทำงานไปยังเพลาช้อเสื้อทั้งสองข้าง คืออยู่ใต้ลูกเพลานึ่ง บนสูบอีกเพลานึ่ง ทั้งในรูปที่ ๗ ช้อเสื้อล่างเป็นตัวนำของเพลาช้อเสื้อบนโดยใช้เกียร์หรือโซ่สายพานติดต่อกัน การส่งกำลังติดต่อกันของช้อเสื้อทั้งสองนี้มีได้แสดงไว้ในรูปที่ ๗

อาการกระทำของเครื่อง Opposed Piston รูปประกอบคำอธิบายในรูปที่ ๗ คือ

รูป a เมื่อลูกสูบทั้งสองต่างก็เลื่อนออกในทางตรงกันข้าม ขณะนี้ลูกสูบล่างกลลี่ยศูนย์ตายนอก (Outer Dead Center) และเลื่อนขึ้นปิดช่องก๊าซเสีย ส่วนลูกสูบบนจนจะถึงศูนย์ตายนอก เปิดช่องอากาศดี อากาศกำลังวิ่งเข้าสูบลูกสูบ

รูป b ลูกสูบเลื่อนเข้าหากัน ช่องอากาศดีและช่องก๊าซเสียปิด อากาศอยู่ระหว่างหัวสูบทั้งคู่กำลังถูกอัด

รูป c เมื่อลูกสูบกำลังจะถึงศูนย์ตายการเผาไหม้ (Combustion Dead Center) น้ำมันเชื้อเพลิงเริ่มฉีก

รูป d การเผาไหม้เกิดขึ้น ลูกสูบกลลี่ยผ่านศูนย์ตาย ก๊าซขยายตัวทำงานดันลูกสูบทั้งสอง

รูป e ช่องก๊าซเสียเปิดปล่อยให้ก๊าซเสียออก ช่องอากาศดียังคงปิดอยู่

รูป f ช่องอากาศดีเปิด อากาศวิ่งเข้าสูบลูกสูบไล่ก๊าซเสียที่ตกค้าง

ในเครื่องแฟร์แบงก์มอร์ส (Fairbank Morse) ซึ่งเป็นเครื่องแบบ Opposed Piston ทำให้ช้อเสื้อล่าง (Lower Crank) หมุนนำหน้าช้อเสื้อบน (Upper Crank) ไปก่อนประมาณ ๑๒ องศา ทั้งในรูปที่ ๘ การกระทำเช่นนี้ทำให้ลูกสูบล่างได้รับกำลังการขยายตัวของก๊าซมากกว่าลูกสูบบน คือได้ประมาณ ๗๒ เปอร์เซ็นต์ของกำลังทั้งหมด ส่วนที่เหลือนั้นกระทำกับลูกสูบบน ซึ่งส่งกำลังต่อเนื่องมายังเพลาช้อเสื้อล่างโดยเกียร์ หรือโซ่สายพานดังได้กล่าวมาแล้ว

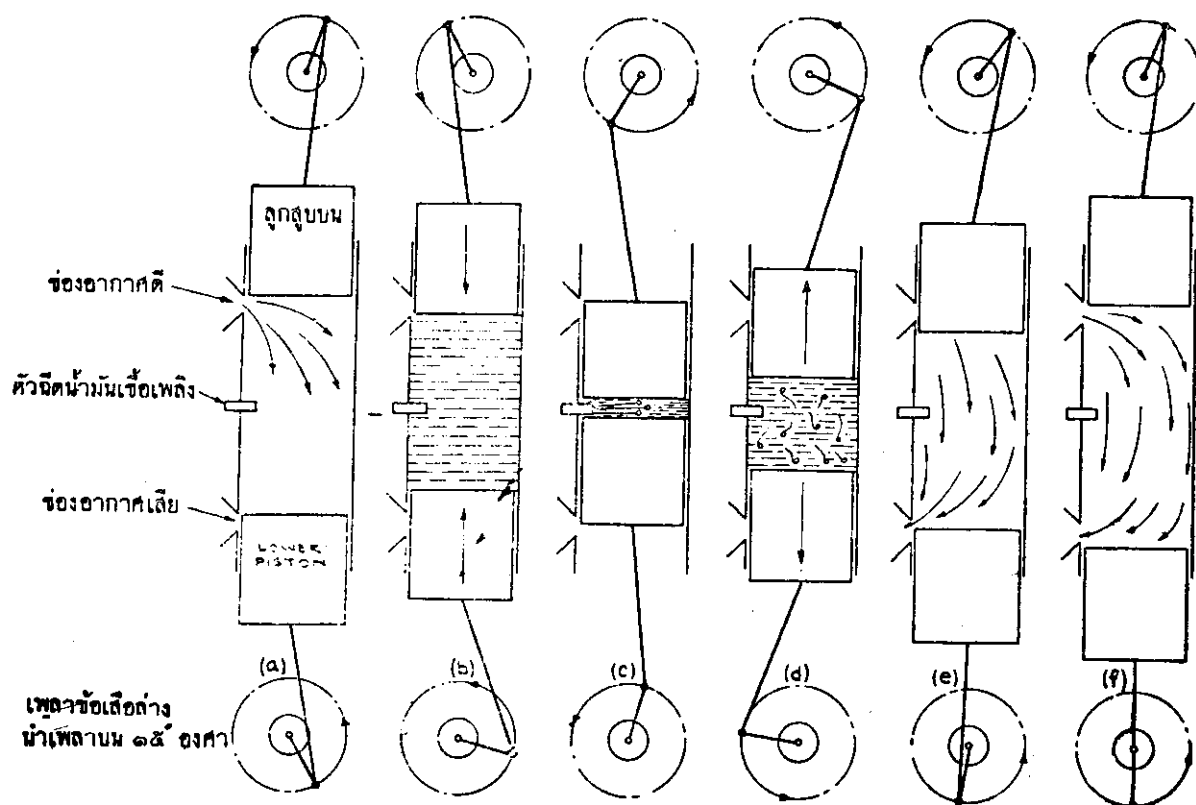
เครื่องแบบนี้มิใช่ว่าจะต้องใช้เพลาช้อเสื้อสองอันเสมอไป เช่นในรูป ๑๐ เป็นแผนการออกแบบของช่างสร้างเครื่องยนต์บางคนได้คิดขึ้น จะเห็นได้ว่าเพลาช้อเสื้อล่างมีช้อเสื้อสามอัน

ข้อเสียอันกลางๆคืออยู่กับลูกสูบล่างอย่างลักษณะธรรมดา ส่วนข้ออีกสองข้างนั้น กระทำโดยลูกสูบบน ซึ่งค่อนข้างมากับกันซึ่ง ข้อต่อ และก้านต่อตามลำดับ

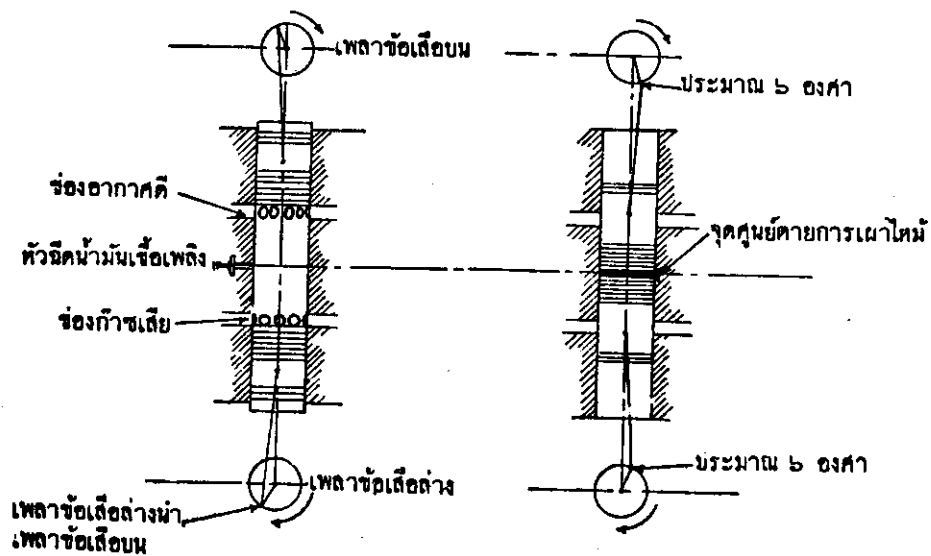
ประโยชน์ของเครื่องแบบนี้ตามที่ได้นำมาใช้ทางเรือ มีดังนี้

๑. ไม่ต้องมีฝาสูบ
๒. ไม่ต้องมีลิ้น
๓. น้ำหนักเบาต่อ ๑ แรงม้า
๔. สะดวกในการถอดปรับ ซ่อมทำและตรวจสอบส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งไม่มีมาก

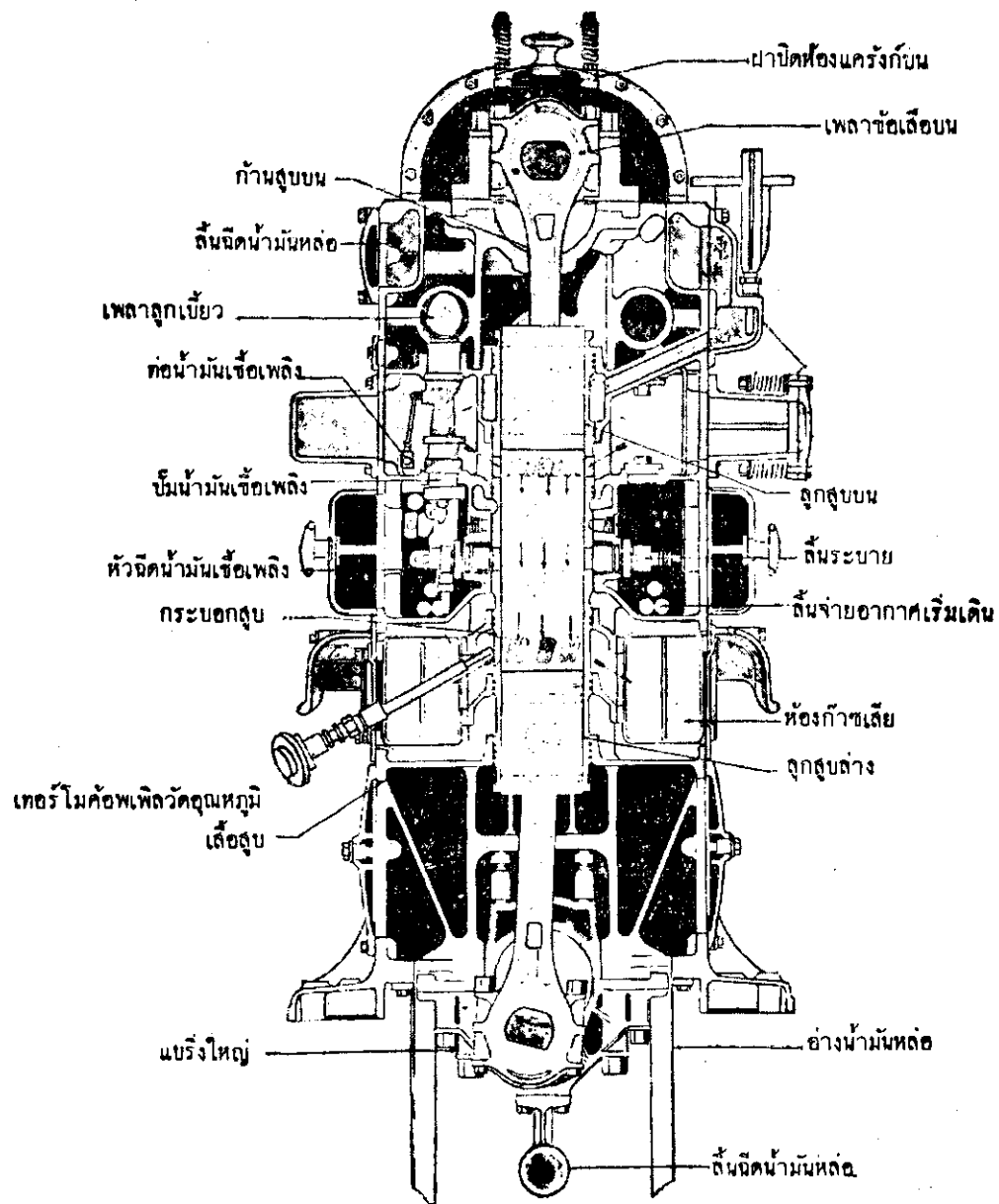
ส่วนสำคัญเกี่ยวกับข้อเสียประโยชน์ เกี่ยวกับเพลาลูกสูบซึ่งยังแก้ไขไม่ได้ก็ในเรื่อง กำลังความทนทาน อย่างไรก็ตามอาจกล่าวได้ว่าเครื่องแบบนี้ได้ปลดภาระและแก้ไขข้อยากลำบาก ซึ่งเป็นอยู่ในเครื่องแบบ Double Acting ซึ่งก้านสูบล่างต้องถูกรอบอยู่กับการเผาไหม้ และต้องใช้ ฝาอัดกันรั่วที่ฝาสูบล่าง ซึ่งเป็นการลำบากเกี่ยวกับการสร้างและการระวังรักษา



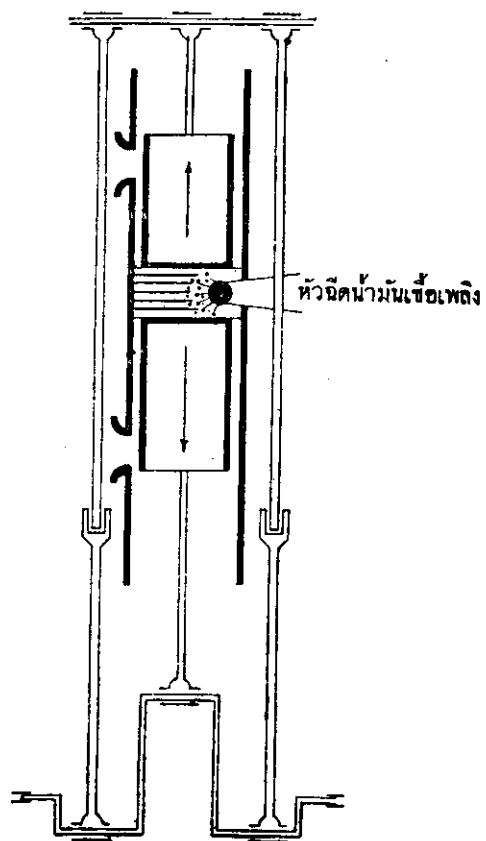
รูปที่ ๗ เครื่องยนต์ระบบเปิดกลาง ๒ จังหวะ



รูปที่ ๘ แสดงเฟลาข้อเหวี่ยงนำเฟลาข้อเหวี่ยงบน



รูปที่ ๔ เครื่องแฟร์แบงก์มอส ๒ จังหวะ แบบระเบิดกลาง ลูกสูบโต ๕ นิ้ว ระยะเลื่อน ๖ นิ้ว



รูปที่ ๑๐ เครื่องแบบระเบิดกลางใช้เฟลาข้อเสื่อเดียว

## ส่วนสำคัญต่าง ๆ ที่อยู่นิ่ง (Main Stationary Parts)

ก่อนที่จะกล่าวถึงส่วนสำคัญต่าง ๆ ที่อยู่นิ่ง จะกล่าวถึงโครงรูปร่างของตัวเครื่องยนต์ หรือเรียกว่า เรือนสูบ (Frame Work) เสียก่อน เรือนสูบนี้ต่างก็ได้ออกแบบสร้างเพื่อให้เหมาะแก่งานที่จะใช้ในที่ต่าง ๆ เป็นต้นว่า ใช้ในเรือก็จะต้องคำนึงถึงน้ำหนัก เพราะน้ำหนักเป็นสิ่งที่ทำให้ความเร็วของเรือตกไป และถ้าจะลดน้ำหนักก็จะระวังถึงความแข็งแรงทนทานให้เพียงพอด้วยความประสงค์ที่จะลดน้ำหนักของเครื่องให้เบาลงนี้ ต่อมาก็เปลี่ยนเป็นใช้โลหะผสม (Alloyed Metals) ที่มีน้ำหนักเบาและแข็งแรง อาทิเช่น แร่ผสมชนิดหนึ่งซึ่งเรียกว่าโครแมนซิล (Cromansil) แร่ชนิดนี้มีคุณสมบัติที่จะใช้ในการเชื่อมประสาน (Welding) ได้ด้วย

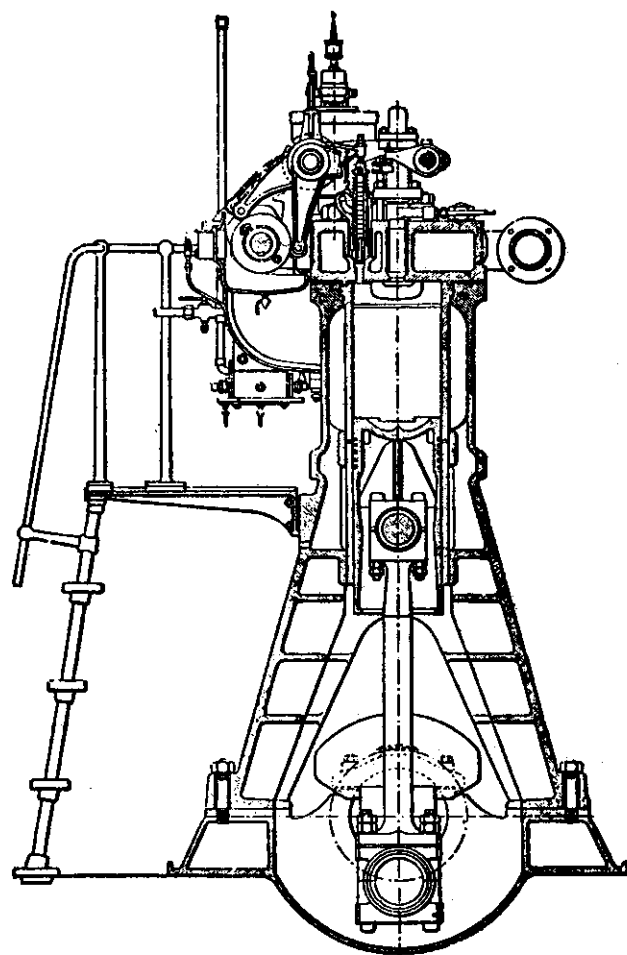
เรือนสูบของเครื่องดีเซลตามที่มีอยู่ และตามตำราส่วนมากได้แบ่งออกไว้เป็น ๔ แบบ ดังนี้คือ:-

๑. แบบรูปอักษร A ("A" Frame Type)
๒. แบบรูปห้องข้อเหวี่ยง (Crankcase Type)
๓. แบบแคร่รองรับ (Trestle Type)
๔. แบบใช้เสาหรือเหล็กโยงยึด (Stay Bolt or Rod Type)

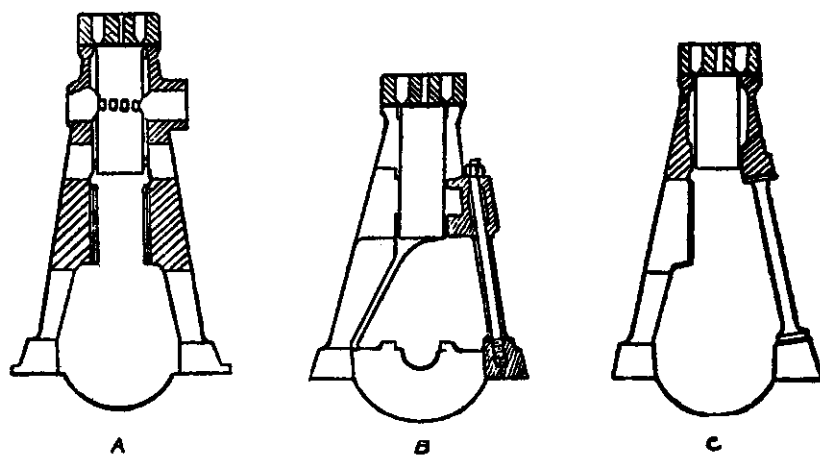
๑. แบบอักษร A ("A" Frame Type) เป็นแบบแรกของเครื่องยนต์ดีเซลและก็ยังคงใช้กันแพร่หลายอยู่ทุกวันนี้ เป็นแบบซึ่งเอาตัวอย่างมาจากเครื่องจักรไอน้ำขนาดใหญ่ ทั้งในรูปที่ ๑๑ คือ :-

ก. ตัวของสูบ (Liner) หล่อติดกับขาซึ่งยึดติดกับแท่นเครื่อง (Bed Plate) และส่วนบนยึดติดกับฝาสูบ รูปที่ ๑๑

ข. รูปที่ ๑๒ A เป็นโครงเครื่อง ๒ จังหวะขนาดใหญ่ มีสะพานสำหรับข้อต่อ (Crosshead) ส่วนรูป B และรูป C นั้นได้ดัดแปลงเป็นมีขาข้างเดียว อีกข้างหนึ่งใช้เสาเครื่องแท่นเพื่อใช้ลดน้ำหนักแบบ ๑๒ B และเป็นแบบที่ไม่มีข้อต่อ



รูปที่ ๑๑ ฐานเครื่องแบบ A



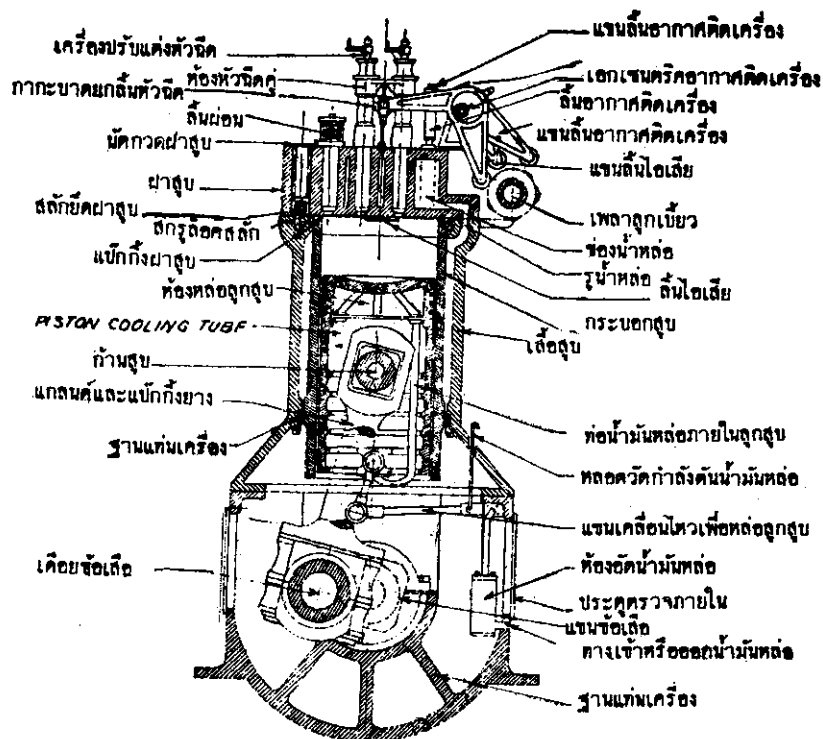
รูปที่ ๑๒

๒. **แบบห้องข้อเสือ (Crankcase Type)** แบบนี้ได้ดัดแปลงต่อมาให้เหมาะกับเครื่องที่มีความเร็วสูงและลดน้ำหนักต่อแรงม้า (Weight Per Horse Power) ลงได้อีก ห้องแครงก็ปิดทึบกันน้ำมันรั่ว (Oil Tight) เพราะต้องใช้น้ำมันหล่อลื่นด้วยกำลังสุญญากาศคล้ายห้องแครงก็ของเครื่องจักรไอน้ำที่มีความเร็วสูง หรือของเครื่องยนต์ธรรมดา รูปที่ ๑๔ แสดงถึงโครงของเครื่อง Winton รูป V ซึ่งจัดเข้าอยู่ในแบบห้องข้อเสือเช่นเดียวกัน

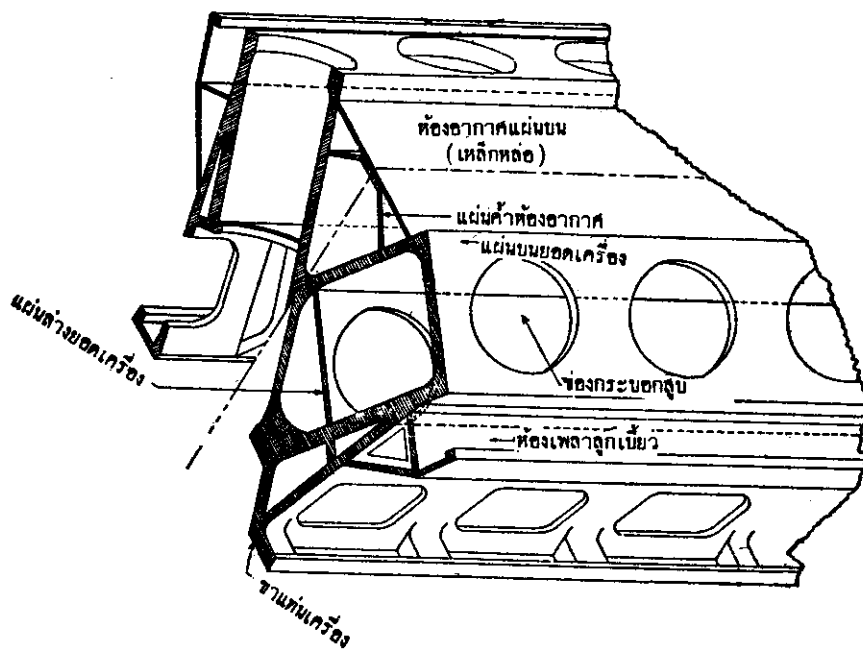
๓. **แบบแครงรองรับ (Trestle Type)** โครงคล้ายกับแบบอักษร "A" และตัวสูบยึค้วยสลักติดกับรองรับอยู่บนแครงเป็นรูปเสาคู่ A ซึ่งมีโคนยึดติดกับแท่นเครื่องดังรูปที่ ๑๕ แบบนี้มีกำลังแข็งแรงดีกว่าแบบห้องแครงก็ แต่ต้องระวังในเครื่องที่ใช้การหล่อลื่นด้วยกำลังดันน้ำมัน คือต้องทำฝาห้องแครงก็ปิดแน่นเป็นพิเศษ

๔. **แบบใช้เสาหรือเหล็กโยงยึด (Stay Bolt or Tie Rod Type)** เป็นแบบที่ลดน้ำหนักลงได้อีกประมาณ ๒๕ เปอร์เซ็นต์ของเครื่องทั้งหมด ดังรูปที่ ๑๖ และ ๑๘ โครงของเครื่องแบบต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมานี้ประกอบขึ้นด้วยส่วนสำคัญต่าง ๆ ที่อยู่นิ่ง ส่วนสำคัญต่าง ๆ ที่อยู่นิ่งมีดังนี้ คือ:-

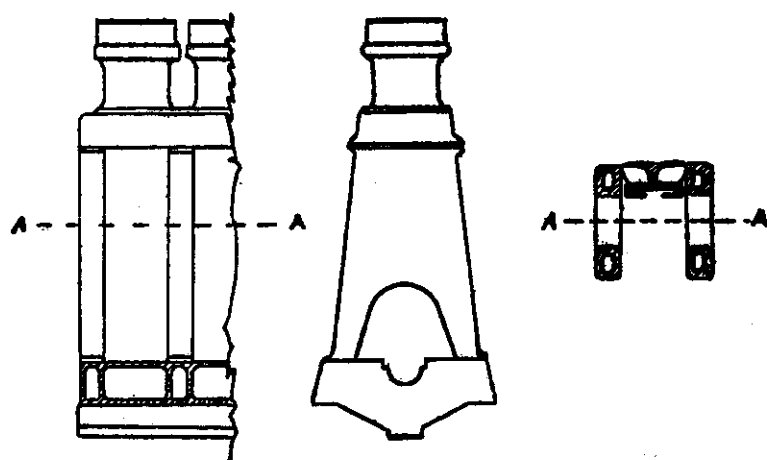
**แท่นเครื่องและแบร้งใหญ่ (Bed Plate And Main Bearing)** แท่นเครื่องเป็นส่วนที่รับแบร้งใหญ่ที่รองรับเพลลาข้อเสือ เป็นที่รับน้ำหนักของเครื่องทั้งเครื่อง ดังนั้นการสร้างแท่นเครื่องจึงต้องแข็งแรงที่จะรับน้ำหนักและทานกำลังซึ่งเกิดจากกำลังของเครื่องแท่นเครื่องนี้ ถือได้ว่าเป็นกระดูกสันหลัง (Back Bone) ของเครื่อง



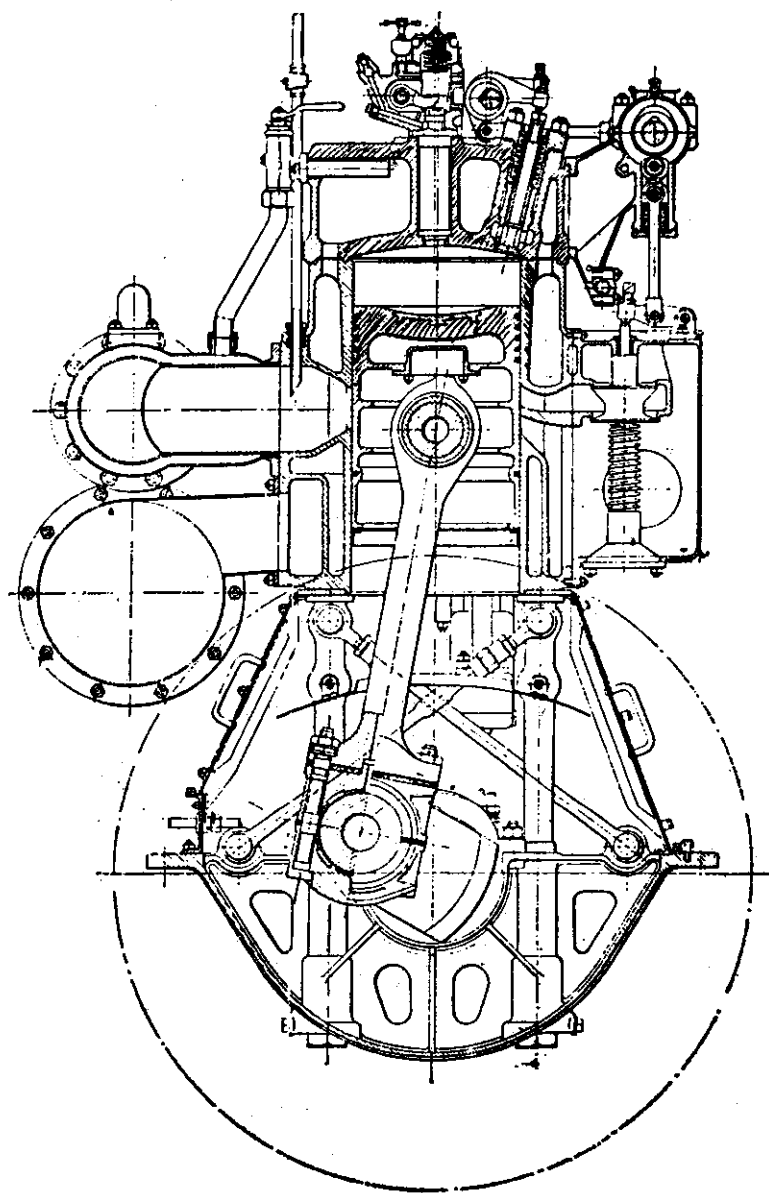
รูปที่ ๑๓ การสร้างเครื่องต้นแบบ



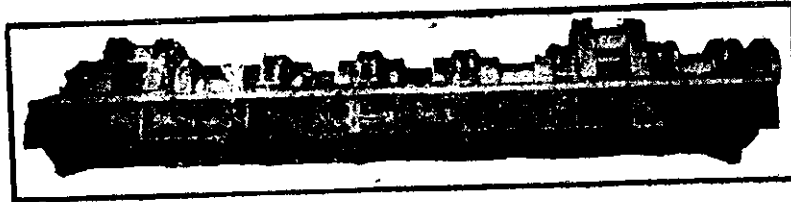
รูปที่ ๑๔ ฐานแท่นเครื่องวินตัน แบบห้องข้อเหวี่ยง



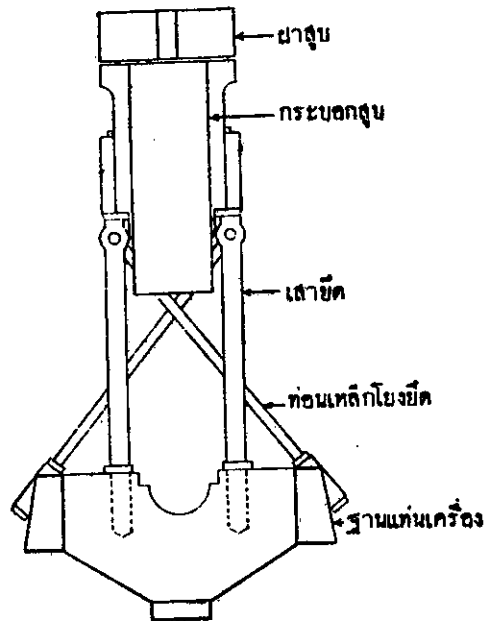
รูปที่ ๑๔ ฐานแท่นเครื่องแบบแคร์รองรับ



รูปที่ ๑๖ ฐานแท่นเครื่องแบบใช้เสาค้ำลูกสูบแบบไม่มีข้อต่อ



รูปที่ ๑๗ ฐานแท่นเครื่องและเพลาชั๊ต



รูปที่ ๑๘ ฐานแท่นเครื่องแบบท่อนเหล็กโยงยึด



เสาเครื่องและฝาห้องแครงค์ (Columns, Crankcase or Housing) เสาเครื่องและฝาห้องแครงค์กันก็เป็นส่วนที่ติดยึดแทนเครื่องและรองรับตัวสูบ (Liner) เป็นส่วนที่ยึดตัวสูบอยู่บนโครง เพื่อให้มันคงขึ้น

เสื้อสูบและกระบอกสูบ (Cylinder Jacket And Liner) เสื้อสูบเป็นสิ่งที่หุ้มกระบอกสูบ ทำเป็นช่องว่างสำหรับให้น้ำหล่อไหลดับความร้อน กระบอกสูบ (Liner) เป็นเหล็กหล่อรูปกระบอกใส่ติดอยู่ภายในเสื้อสูบ คำว่า “สูบ” (Cylinder) สำหรับเครื่องดีเซลสมัยปัจจุบันได้สร้างเป็น ๓ ส่วน คือ:-

๑. เสื้อสูบ (Jacket)
๒. กระบอกสูบ (Liner)
๓. ฝาสูบหรือหัวสูบ (Cylinder Cover or Head)

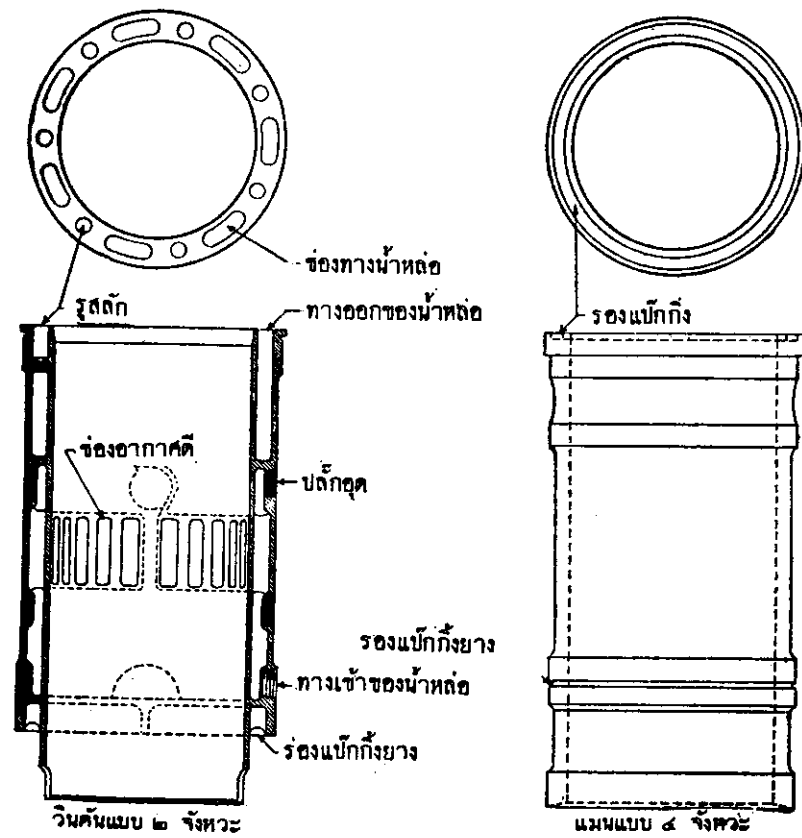
ในสมัยโบราณได้สร้างหล่อให้ฝาสูบกับสูบเป็นชิ้นเดียวกัน ซึ่งเป็นการสร้างที่ต้องอาศัยฝีมือที่ชำนาญมากที่จะหล่อให้ความหนาเรียบเท่ากัน และไม่มีรอยพรุนและการถอดประกอบก็ลำบาก ต่อมาจึงเลิกสร้างแบบนี้

กระบอกสูบ (Liner) กระบอกสูบในปัจจุบันแบ่งออกเป็น ๒ ชนิด คือ:-

๑. ชนิดแห้ง (Dry Type)
๒. ชนิดเปียก (Wet Type)

๑. ชนิดแห้ง (Dry Type) กระบอกสูบติดแน่นอยู่ในช่องเสื้อสูบซึ่งในช่องเสื้อสูบสร้างไม่ให้น้ำหล่อสัมผัสกับผิวภายนอกของกระบอกสูบ กระบอกสูบชนิดนี้อัดแน่นติดกับเสื้อสูบโดยกำลังไฮโดรลิก

๒. ชนิดเปียก (Wet Type) ก็สร้างให้มีช่องน้ำหล่อสัมผัสกับผิวภายนอกของกระบอกสูบ (Liner) ได้ ดังแสดงในรูปที่ ๒๐ รูปซ้ายเป็นรูปกระบอกสูบของเครื่อง Winton ๒ จังหวะ และรูปขวาเป็นรูปกระบอกสูบของเครื่อง MAN ๔ จังหวะ กระบอกสูบแบบนี้มีบ่าอยู่ส่วนบนสำหรับรับกับเสื้อสูบ ส่วนล่างทำเป็นร่องรองรับด้วยเบ้ากึ่งยางเส้นกลม ซึ่งปกติทำขนาดโตกว่าร่องไว้เล็กน้อย เพื่อเผื่อไว้สำหรับเมื่อกระบอกสูบถูกอัดลงไปข้างนั้นจะยึดตัวแบบอัดแน่นกับเสื้อสูบ บ้องกันมิให้น้ำหล่อรั่วไปปนกับน้ำมันหล่อได้ การที่ใช้ยางอัดส่วนล่างของกระบอกสูบนั้น



รูปที่ ๒๐ กระบอกสูบ

ก็เพราะว่าส่วนล่างของกระบอกสูบได้รับการยืดหด และความร้อนน้อยกว่าส่วนบนของกระบอกสูบมาก จึงเป็นการสะดวกที่จะใช้ยางได้ ส่วนตอนบนของกระบอกสูบเหนือฝาสูบนั้นเป็นส่วนที่ได้รับความร้อนสูงและการยืดหดเปลี่ยนแปลงมาก ฉะนั้น การใช้แป็กจึงต้องทำให้มีคุณสมบัติทนทานต่อเหตุนี้ได้ โดยมากมักจะใช้ทองแดงหรือทองแดงหุ้มด้วยแอสเบสตอส (Copper Asbestos)

**ฝาสูบ (Cylinder Head)** ฝาสูบทำด้วยเหล็กหล่อหรือบางชนิดทำด้วยแร่ผสมอลูมิเนียมขาว แล้วแท่งที่จะใช้ ฝาสูบของเครื่องยนต์กลางและขนาดใหญ่ ทำแยกออกเป็นฝาสูบสำหรับเครื่องเล็กหรือเป็นเครื่องจักรช่วย ฝาสูบหล่อติดกันเป็นชิ้นเดียว ฝาสูบนี้ต้องทำให้แข็งแรงพอที่จะต้านทานกำลังสูงสุดภายในสูบ และรอยต่อที่อัดฝาสูบเข้ากับตัวสูบต้องทำให้ไม่แตกร้าวได้ โดยใช้แป็กทองแดงแอสเบสตอส (Copper Asbestos) อัดและยึดด้วยนัตสลักฝาสูบ นัตสลักฝาสูบต้องทำให้มีกำลังต้านทานพิเศษ การกวดอัดฝาสูบนี้เป็นการสำคัญที่จะต้องระมัดระวังการยืดหดของแร่ในเมื่อถูกความร้อนและความเย็น ถ้ากวดหลวมเวลาเดินเครื่องแป็กอาจจะแตกหรือขาดได้ แต่ถ้ากวดแน่นเกินไปในเวลาเครื่องเย็น เมื่อใช้เครื่องไปจนร้อนสลักก็อาจขาดได้ ฉะนั้นจึงต้องใช้แรงกวดตามคู่มือการใช้เครื่องโดยเคร่งครัด

เนื่องจากฝาสูบนี้ได้รับความร้อนจากการเผาไหม้สูง ฉะนั้นจึงต้องสร้างให้มีช่องทางนำหล่อไหลวนเวียนติดต่อกับเสื้อสูบ ช่องทางนำหล่อนี้มีที่เปิด (Plug) ทำความสะอาดเพื่อมิให้เป็นกราบขี้เกลืออุดตัน หรือบางชนิดก็มีที่ติดสังกะสีกันกร่อนไว้ด้วย เพื่อกันกรดกัดภายในช่องทางนำหล่อของเสื้อสูบ ดังรูปที่ ๒๔

**ห้องเผาไหม้ (Combustion Chamber)** ห้องเผาไหม้เป็นที่ที่หัวฉีดฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปลุกไหม้ระเบิดในอากาศที่ลูกสูบอัดจนร้อนถึงขีดตามกำหนดแล้ว รูปร่างลักษณะของห้องเผาไหม้มีต่าง ๆ กัน แล้วแต่ผู้ออกแบบจะคิดสร้างให้ได้ผลดีที่สุดและให้เหมาะกับขนาดความเร็ว และจังหวะของเครื่องที่ต้องการใช้ กล่าวโดยทั่วๆ ไปแล้ว ห้องเผาไหม้แบ่งออกเป็น ๓ ชนิดคือ:-

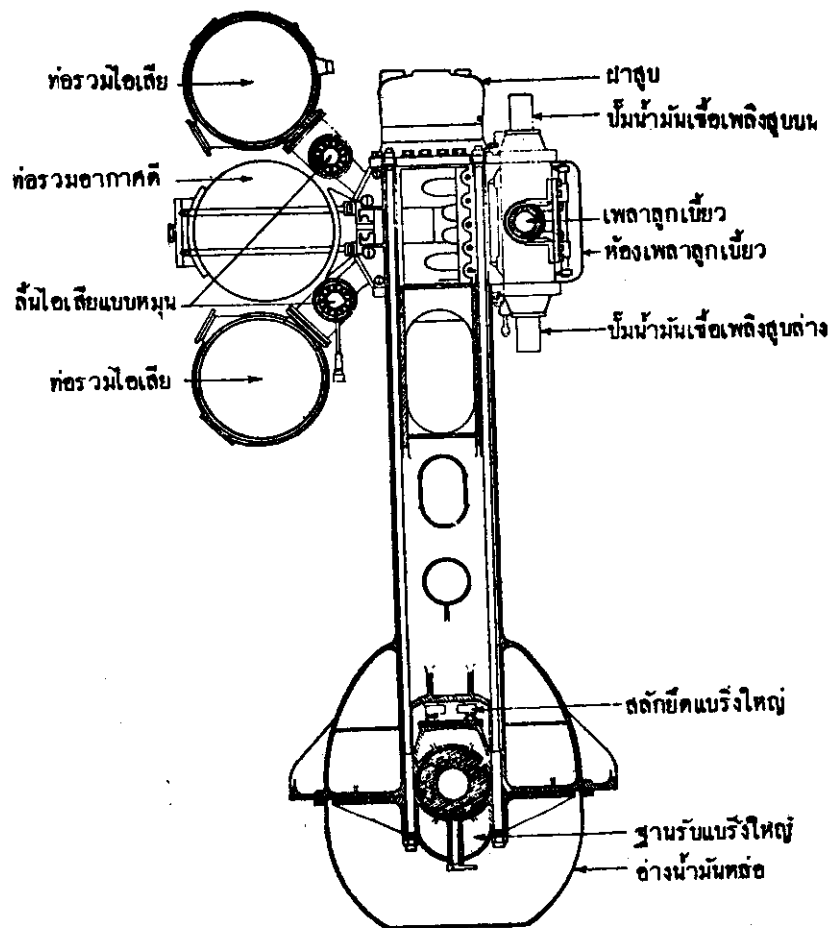
๑. Open Chamber (ห้องเผาไหม้แบบธรรมดา)
๒. Pre-Combustion Chamber (มีห้องเผาไหม้แบบจุลวงหน้า)
๓. Divided or Auxiliary Chamber (ห้องเผาไหม้ช่วย)

๑. ชนิด ห้องเผาไหม้แบบธรรมดา (Open Chamber) รูปที่ ๒๑ เป็นชนิดธรรมดา ซึ่งเป็นที่พบเห็นกันมากที่สุดสำหรับเครื่องยนต์ขนาดใหญ่ที่มีระยะลูกสูบเลื่อนยาว มีความเร็วต่ำมักจะใช้ ฉันทันหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงติดตรงกลางฝาสูบ ฉันทันหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงลงที่ห้องเผาไหม้ข้างบนลูกสูบ บางชนิดก็ใช้หัวฉีดติดข้างห้องเผาไหม้ ฉันทันหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นฝอยเข้าไปตามนอนแซนในเครื่อง Opposed Piston Engine เนื่องจากลักษณะของอากาศ เมื่อถูกอัดตัวถึงที่สุดแล้วจะไม่มีอาการเคลื่อนตัว ฉันทันที่ปลายหัวฉีด (Spray Tip) จึงได้เจาะรูเล็ก ๆ มีศูนย์กลางประมาณ .๐๐๖ นิ้ว รวม ๑๒ รู เพื่อให้ฉันทันเกิดเป็นฝอยกระจายทั่วห้องเผาไหม้ และมีกำลังดันสูงพอที่จะซึมแทรกเข้าไปในอากาศ อัดกำลังดันสูงได้เพื่อให้ลูกไหม้ได้รวดเร็ว

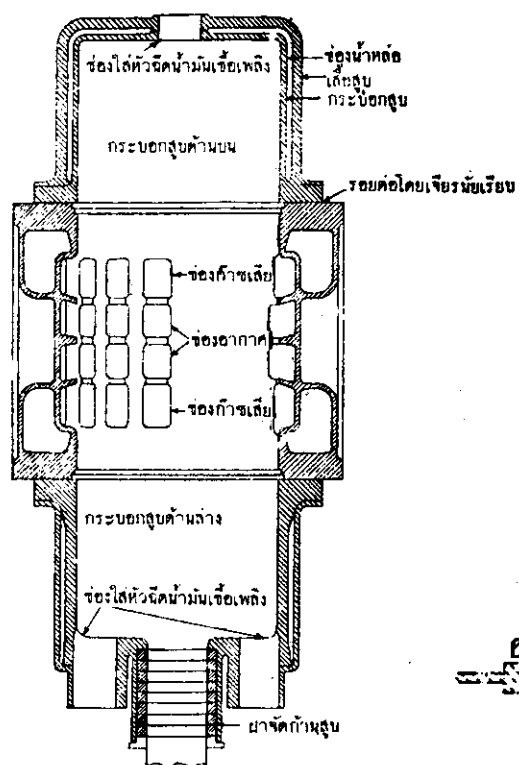
๒. ชนิด มีห้องเผาไหม้แบบจุดล่วงหน้า (Pre-Combustion Chamber) รูปที่ ๒๒ แสดงถึงลักษณะที่เป็นห้องเผาไหม้พิเศษติดอยู่บนยอดสูบ มีทางติดต่อดลึงไปถึงห้องเผาไหม้ภายใน สูบ ซึ่งเรียกว่าห้องเผาไหม้ใหญ่ (Main Combustion) หัวฉีดติดอยู่ตรงกลางบนห้อง Pre-Combustion เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงฉีดเข้าไปในห้องนี้จะเกิดการเผาไหม้ขึ้น กำลังขยายตัวจะไล่ฉันทันที่ยังไหม้ไม่หมดลงมาไหม้ในห้อง Main Combustion อีกห้องเผาไหม้แบบนี้ใช้ในเครื่องยนต์ขนาดเล็ก และขนาดกลางมีความเร็วต่ำกว่า ๒,๐๐๐ รอบต่อนาทีไม่ค่อยปรากฏว่าใช้กับเครื่องยนต์ขนาดใหญ่ซึ่งมีความเร็วต่ำ

๓. ชนิด Divided or Auxiliary Chamber รูปที่ ๒๓ แสดงให้เห็นห้องเผาไหม้ที่ใช้สำหรับเครื่องยนต์ที่มีความเร็วสูงของเครื่องยนต์เล็กและเครื่องจักรช่วย (Power And Auxiliary Engine) ห้องเผาไหม้แบบนี้มีห้องเผาไหม้ช่วยติดอยู่ข้างห้องเผาไหม้ใหญ่ตรงข้ามกับหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ห้องเผาไหม้ช่วยทำเป็นห้องกักอากาศไว้สองตอน คือห้องเล็ก (Minor Air Chamber) และห้องใหญ่ (Major Air Chamber) นอกจากนั้นยังจัดให้มีปลั๊กชดสวตร้อน (Glow Plug) ซึ่งมีชดสวตร้อนเกิดจากกระแสไฟฟ้าจากหม้อแบตเตอรี่สอดลงในห้องเผาไหม้ห้องใดห้องหนึ่งโดยมีเกลียวยึดกดแน่น ปลั๊กชดสวตร้อนนี้มีประโยชน์ช่วยในการติดเครื่องครั้งแรก เพื่อให้อากาศที่ถูกอัดนั้นเพิ่มความร้อนขึ้นโดยเร็ว ทั้งรูปที่ ๒๖ เป็นรูปห้องเผาไหม้แบบเดียวกับรูปที่ ๒๗

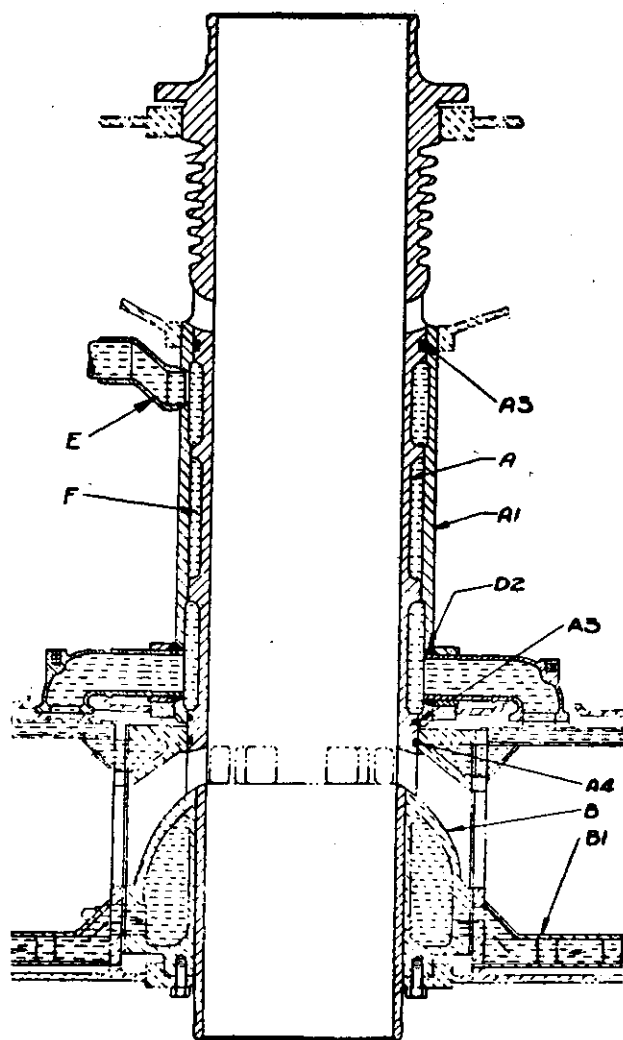
ห้องเผาไหม้ตามที่ดัดแปลงมาเป็นแบบต่าง ๆ นี้ ความประสงค์ก็ต้องการให้เกิดการเผาไหม้ทั่วถึงกันโดยเร็ว โดยต้องการให้อากาศที่ถูกอัดนั้นพยายามที่จะให้มีกำลังเคลื่อนตัวอยู่เสมอ ฉันทันนั้นจะเห็นได้ว่าห้องเผาไหม้ก็ติ ยอดลูกสูบก็ติ ผู้สร้างดัดแปลงมีรูปร่างต่าง ๆ กัน

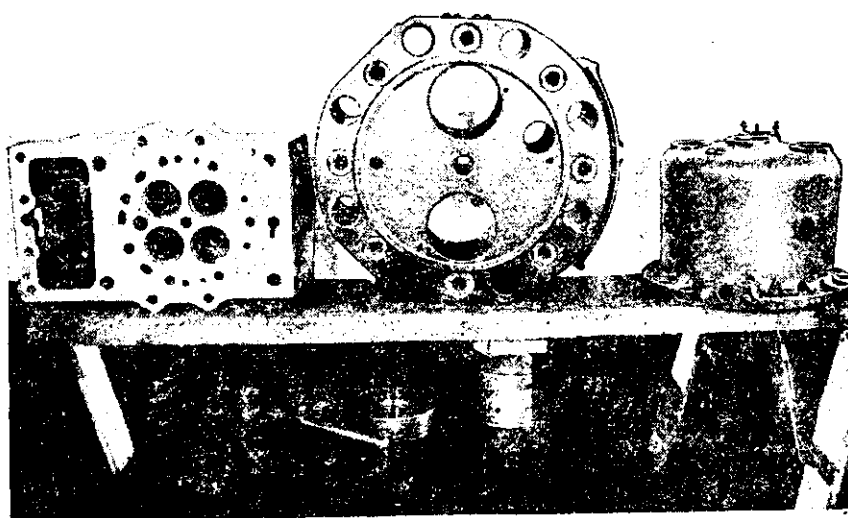


รูปที่ ๒๑ เครื่องแบบ แมน แบบระเบิดสองด้าน

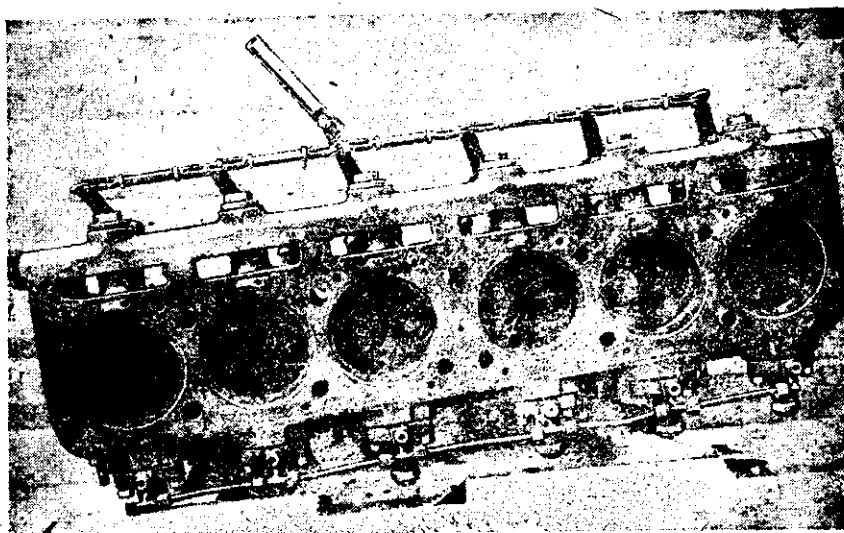


รูปที่ ๒๒ กระบอกสูบของเครื่องยนต์ แมน

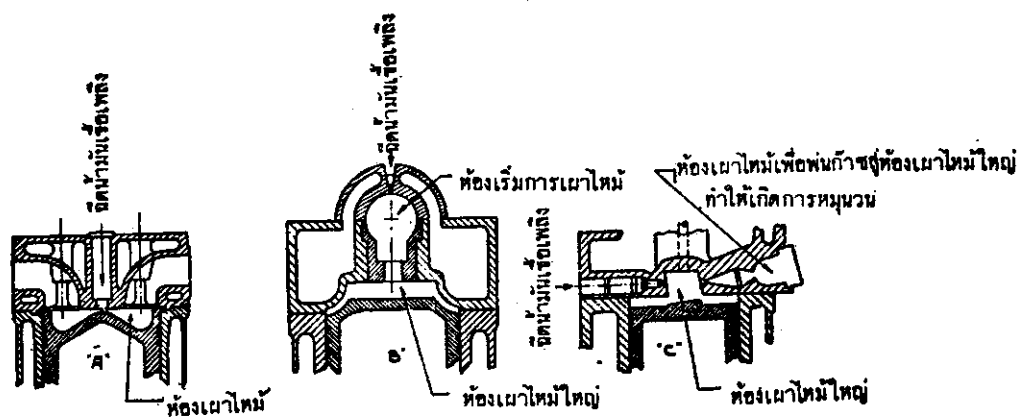
รูปที่ ๒๓ กระบอกสูบของเครื่องยนต์  
แบบระเบิดกลาง



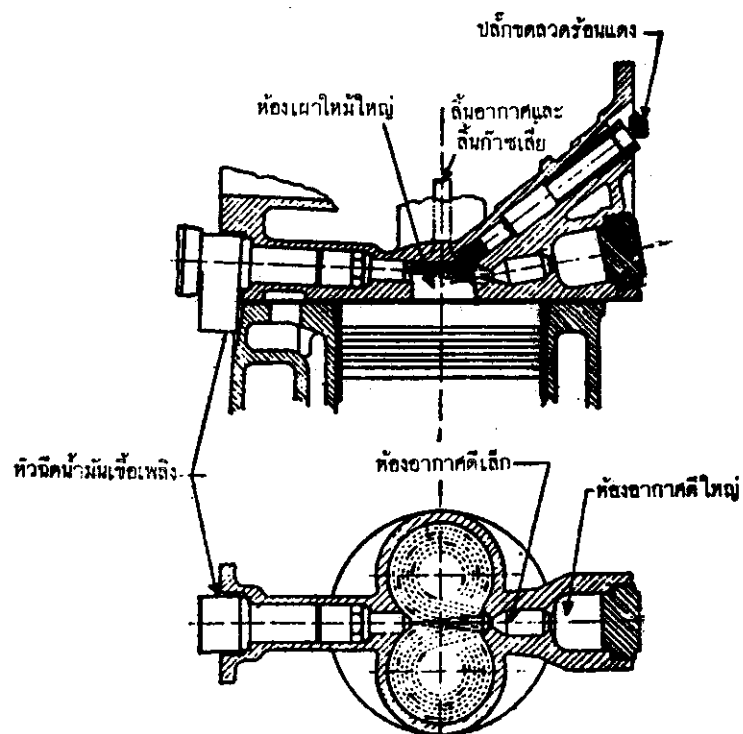
รูปที่ ๒๔ ฝาสูบแบบต่างๆ



รูปที่ ๒๕ ฝาสูบแบบรวมชั้นเดียว



รูปที่ ๒๖ หอเผาไหม้แบบต่างๆ



รูปที่ ๒๗ หอเผาไหม้เครื่องยนต์เรอลากง

## ส่วนเคลื่อนไหวนที่สำคัญ (Main Moving Parts)

ส่วนเคลื่อนไหวของเครื่องยนต์ดีเซล ได้แก่ส่วนที่เปลี่ยนกำลังซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ภายในสูบเป็นกำลังงานของเครื่อง ส่วนเคลื่อนไหวเหล่านี้รับจากการเคลื่อนขึ้นลงต่อเนื่องกันลงมาจนกลายเป็นหมุนรอบตัวในทางวงกลม ส่วนเคลื่อนไหวแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ ๆ ได้ ๓ จำพวก คือ:-

๑. จำพวกที่เคลื่อนไหวหมุนรอบตัว Rotating ได้แก่เพลาข้อเหวี่ยง
๒. จำพวกที่เคลื่อนไหวเคลื่อนขึ้นลงกลับไปกลับมา (Reciprocating) ได้แก่ลูกสูบ เคียวลูกสูบ (Wrist Pin) สปริงลูกสูบ (Piston Ring) ก้านลูกสูบและข้อต่อ (Cross Head)
๓. จำพวกที่เคลื่อนขึ้นลงและหมุนรอบตัว ได้แก่ก้านต่อ (Connecting Rod) แม้ว่าก้านต่อจะทำอาการเคลื่อนขึ้นลงก็จริง แต่ปลายก้านต่อดัดกับเพลาข้อเหวี่ยงซึ่งหมุนวงให้เพลาข้อเหวี่ยงหมุนรอบไปทางวงกลมในทางเดียวกันจึงจัดอยู่ในสองจำพวก คือทั้งจำพวกที่ ๑ และที่ ๒

**เพลาข้อเหวี่ยง (Crank Shaft)** เพลาข้อเหวี่ยงได้รับกำลังจากลูกสูบต่อเนื่องมาโดยก้านต่อ ซึ่งกระทำให้เพลาข้อเหวี่ยงหมุนไปเป็นวงกลม ตามธรรมชาติข้อเหวี่ยงหนึ่งข้อจะมีหนึ่งลูกสูบ แต่ถ้าเป็นเครื่องยนต์ประเภท Opposed Piston Engine ดังรูปที่ ๓๐ มีข้อเหวี่ยง ๓ ข้อต่อหนึ่งสูบ ส่วนแบริ่ง (Bearing) ถ้าเป็นข้อเหวี่ยงใหญ่ต้องมีแบริ่งข้างละตัวที่ปลายเพลาทั้งสองข้าง ถ้าเป็นเครื่องขนาดเล็กเพื่อจะทำให้เครื่องนั้นสั้นเข้าและเบาลง จำนวนแบริ่งอาจลดลงได้อีก เช่น เพลาข้อเหวี่ยงของเครื่อง ๔ สูบ อาจมีแบริ่งจาก ๕ หรือ ๓ หรือบางทีก็มีเพียง ๒ ตัวเท่านั้น

ในเครื่องยนต์ประเภทตัว "V" ก้านต่อสองสูบจับอยู่กับข้อเหวี่ยงอันเดียวกัน และในเครื่องสูบเรียงเป็นวงกลม (Radial Engine) ที่เรียกกันว่าสูบวงเตี๊ยน ก้านต่อทุกสูบจับอยู่กับเคียวข้อเหวี่ยงอันเดียวกัน

โลหะที่สร้างเพลาข้อเหวี่ยงมีชนิดต่าง ๆ กัน แล้วแต่นาหนักแรงม้าของเครื่องความเร็วสูงหรือความเร็วต่ำและจำนวนมากน้อยของข้อเหวี่ยงและแบริ่ง เพลาขนาดใหญ่ใช้เหล็ก Carbon ชนิดมีคุณภาพสูง (High Grade Carbon Steels) บางโรงงานใช้เหล็กหล่อ (Cast Steels) ปรากฏ

ว่าใช้ได้ผลดีมากเหมือนกัน เครื่องเบาขนาดเล็กมีความเร็วสูง เพลาช้อเสื้อมักทำด้วยเหล็กตีผสมต่าง ๆ กัน และมีกำลังดึง (Tensile Strength) ตั้งแต่ ๖๐,๐๐๐ ถึง ๑๐๐,๐๐๐ ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือมากกว่า เนื่องจากช้อเสื่อและเตี้ยช้อเสื่ออยู่ในที่บีบบังคับของแบร็งซึ่งอยู่ในลักษณะเสียดสีทำให้เกิดความร้อนอยู่เสมอ ฉะนั้นโลหะที่ทำต้องมียกกำลังทนทานสูง มีช้อเสื่อบางชนิดใช้เคลือบผิวให้แข็งเพื่อใช้กับแบร็งที่แข็งได้ แบร็งนี้ไม่ใช่พลวง

การสร้างต้องใช้ความประณีตให้ได้ส่วนถูกต้องแน่นอน เพราะเกี่ยวกับการสมดุลย์ของน้ำหนักและกำลังเหวี่ยงกระแทก

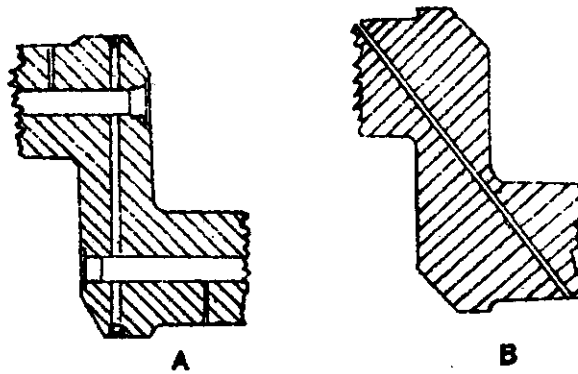
ตรงช้อต่อและที่รองรับการเสียดสี เช่น เตี้ยช้อเสื่อ และแบร็งใหญ่ทุกตัวต้องเจาะรูให้น้ำมันหล่อลื่นผ่านแกนช้อเสื่อทะลุถึงกันได้ รูนําน้ำมันนี้จะเส้ตรงเพื่อทำความสะดวกง่าย ดังรูปที่ ๒๘

เพลาช้อเสื่อขนาดเล็ก โดยมากทำเป็นเพลาทัน ดังรูปที่ ๒๙ เป็นเพลาช้อเสื่อชนิดตันของเครื่องขนาดเล็ก ๒ จังหวะ ๔ สูบ ประเภท Solid Injection หรือ Mechanical Injection สำหรับเครื่องขนาดใหญ่เพลาช้อเสื่อ แขนช้อเสื่อ เตี้ยช้อเสื่อ และตรงที่แบร็งช้อเสื่อ และแบร็งใหญ่รองรับ ต้องเจาะเป็นรูกลวงทะลุถึงกันหมด ความมุ่งหมายประการใหญ่ ที่ทำเช่นนั้นก็เพื่อลดน้ำหนักลงได้อีก และเพื่อใช้เป็นทางส่งน้ำมันหล่อลื่นไปตามแบร็งต่าง ๆ ได้ทั่วถึงกันดังรูปที่ ๒๘ และ ๒๙ ซึ่งแสดงให้เห็นทางน้ำมันหล่อลื่นของเพลากลวงและเพลาทันตามลำดับ

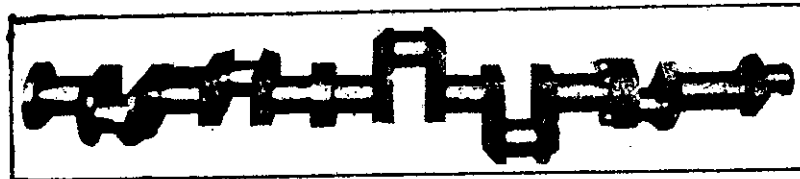
รูปที่ ๒๙ เป็นเพลาช้อเสื่อตันของเครื่อง ๒ จังหวะ ๔ สูบ เพลานี้แยกสร้างออกเป็นสองตอน ตอนหนึ่ง ๆ มีช้อเสื่อตอนละ ๒ ตัว ซึ่งทำมุมต่อกัน ๑๘๐ องศา แล้วเอาทั้งสองตอนนั้นมาต่อยึดติดกันตรงกึ่งกลางและให้ทำมุมต่อกัน ๙๐ องศา ส่วนตอนสุดของเพลาก็ทำช้อเสื่อพิเศษติดไว้ช้อหนึ่งสำหรับหมุนเครื่องอัดลม (เครื่องอัดลมหมุนโดยเพลาช้อเสื่ออันเดียวกัน)

เพลาช้อเสื่อของเครื่องขนาดใหญ่ทั้งใช้บนบกและในเรือ บางทีก็สร้างแขนช้อเสื่อเป็นส่วนหนึ่งต่างหาก และเจาะรูจัดเข้าสวมติดกับเพลาช้อเสื่อโดยใช้กำลังไฮดรอลิก (Hydraulic Pressure) ดังรูปที่ ๒๙

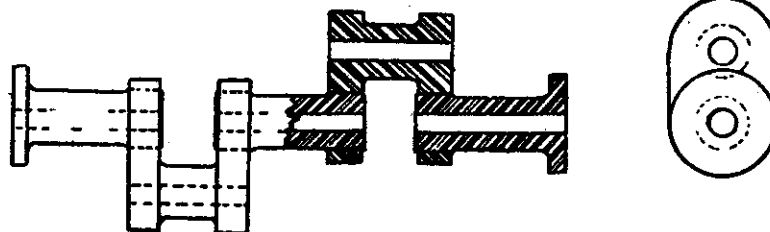
ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่าการสร้างเพลาช้อเสื่อนั้นต้องการความสมดุลย์ให้ถูกต้องก็จะต้องให้เพลานั้นได้สมดุลย์กันตลอดทั้งตอนประการหนึ่ง และเกี่ยวกับการวางมุมของช้อเสื่อ จึงต้องคำนึงถึงจำนวนของสูบและจังหวะของเครื่องเป็นหลักสำคัญ



รูปที่ ๒๘ รู้น้ำมันหล่อภายในข้อเหวี่ยง



รูปที่ ๒๙ แสดงข้อเหวี่ยงของเครื่อง ๒ จังหวะ ๔ สูบ และมีข้อเหวี่ยงของเครื่องอัดลมหัวสูบอยู่บนเพลาดียวกัน



รูปที่ ๓๐ การสร้างเพลาคงข้อเหวี่ยงของเครื่องขนาดใหญ่

| จำนวน<br>ลูกสูบ | ทางออก การจัดวางมุมข้อเสื่อของเพลาชข้อเสื่อ |        |                   |        |
|-----------------|---------------------------------------------|--------|-------------------|--------|
|                 | เครื่องยนต์ ๒ จังหวะ                        |        | FOUR STROKE CYCLE |        |
| 2               |                                             | ⊙ 180° |                   | ⊙ 180° |
| 3               |                                             | ⊙ 120° |                   | ⊙ 120° |
| 4               |                                             | ⊕ 90°  |                   | ⊙ 180° |
| 6               |                                             | ⊗ 60°  |                   | ⊙ 120° |
| 8               |                                             | ⊗ 45°  |                   | ⊕ 90°  |
| 10              |                                             |        |                   | ⊕ 90°  |

รูปที่ ๓๑ การจัดวางมุมข้อเสื่อของเพลาชข้อเสื่อ

รูปที่ ๓๑ เป็นตารางแสดงถึงการจัดวางมุมข้อเสื่อ และอันดับทำงานของลูกสูบสำหรับ เครื่อง ๒ จังหวะ และ ๔ จังหวะ

**ลูกสูบ (Piston)** ลูกสูบเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดส่วนหนึ่งของเครื่องเกี่ยวกับการเคลื่อนไหว เป็นต้นกำลังงานที่ทำอาการเลื่อนขึ้นลงโดยกำลังขยายตัวของก๊าซ ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ ลูกสูบ ต้องสร้างให้มีกำลังแข็งแรงทนทานเป็นพิเศษ เพราะจะต้องรับกำลังดัน (Working Pressure) จาก ๕๐๐ ถึง ๖๐๐ ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว และต้องสัมผัสกับความร้อนของการเผาไหม้ซึ่งมี อุณหภูมิถึง ๓,๐๐๐° ฟ. แร่ที่ใช้สร้างลูกสูบมีต่าง ๆ กันเช่น เหล็กหล่อ เหล็กหล่อ นิกเกิล และ Semi Steels และอลูมิเนียมผสม ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของเครื่องที่จะสร้าง เช่น น้ำหนักอุณหภูมิภายในสูบ และความเร็วของลูกสูบเลื่อน

ลูกสูบสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลแบ่งออกเป็น ๒ ชนิด คือ :-

๑. ชนิดไม่มีข้อต่อ (Trunk Type)
๒. ชนิดมีข้อต่อ (Cross Head Type)

ชนิดไม่มีข้อต่อ (Trunk Type) ได้ออกแบบสร้างให้ทำหน้าที่เป็นข้อต่อ (Connecting Rod) ไปในตัว คือลูกสูบทำหน้าที่เป็นเหล็กใสสะพาน และกระบอกสูบทำหน้าที่เป็นสะพาน ตอนบนของก้านต่อซึ่งมีเดือย (Wrist Pin) สวมอยู่ภายในลูกสูบนั้นก็กระทำหน้าที่เหมือนข้อต่อ ฉะนั้นลูกสูบชนิดนี้จึงสร้างให้มีรูปยาวและส่วนล่างภายในลูกสูบมีลักษณะบางเรียวเพื่อให้มีมุมภายใน กว้างพอสำหรับให้ก้านต่อแกว่งได้ ส่วนล่างภายในลูกสูบทำให้เรียวบางลงได้เพราะความร้อนที่

ลูกสูบได้รับมากอยู่ตอนบน ลูกสูบชนิดนี้มีทั้งเครื่อง ๒ จังหวะ และ ๔ จังหวะ ในประเภท Single Acting ส่วนในประเภท Double Acting นั้นใช้ชนิดที่ ๒ คือชนิดที่มีข้อต่อ (Cross Head)

รูปที่ ๓๒ A แสดงให้เห็นลูกสูบชนิดไม่มีข้อต่อ (Trunk Type) และชนิดมีข้อต่อ รูปที่ ๓๓ B (Cross Head Type) ซึ่งส่วนยาวที่ยื่นลงมาของลูกสูบชนิดหลังนี้มีได้ทำหน้าที่เป็น เหล็กใส่สะพาน เพราะมีข้อต่อ (Cross Head) และสะพานอยู่ต่างหากแล้ว

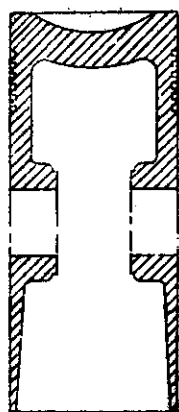
**ยอดลูกสูบ (Piston Crown)** ยอดลูกสูบออกแบบสร้างต่าง ๆ กันแล้วแต่ความเหมาะสม ของงาน ยอดลูกสูบธรรมดาที่ใช้กันอยู่ส่วนมากมีอยู่ ๓ แบบ ทั้งในรูปที่ ๓๓ เป็นยอดลูกสูบ แบบราบ (Flat) ยอดลูกสูบแบบเว้าเป็นแอ่ง (Concave) และยอดลูกสูบแบบนูน (Convex) ตามลำดับ ในเครื่อง ๒ จังหวะทั้ง Single Acting และ Double Acting ยอดลูกสูบอาจมีรูป ผิดแปลกไป เพื่อจะช่วยให้อากาศดีและอากาศเสียวิ่งวนไปตามทางที่ต้องการเกี่ยวกับการเผาไหม้ และไล่ก๊าซเสีย

ยอดลูกสูบนี้เป็นส่วนที่ได้รับความร้อนสูงมากซึ่งทำให้เกิดการชำรุดได้ง่าย ฉะนั้นบางที ยอดลูกสูบแยกสร้างเป็นอีกส่วนหนึ่งต่างหากแล้วติดเข้ากับลูกสูบด้วยสลัก และเมื่อเกิดการชำรุด ก็ถอดออกเปลี่ยนได้ แต่ก็เป็นการลำบาก วิธีที่ดีที่สุดที่จะทำมิให้ยอดลูกสูบชำรุดซึ่งเกิดจากความ ร้อนสูงนั้น ก็โดยใช้น้ำมันหรือน้ำหล่อภายในยอดลูกสูบเพื่อระบายความร้อนให้ออกไปภายนอก

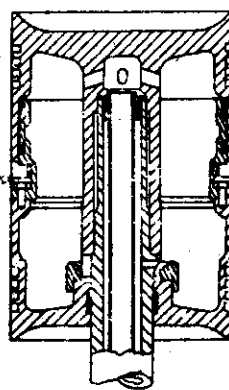
เครื่องขนาดใหญ่โลหะที่ใช้สร้างเสื้อสูบ ตัวสูบ และลูกสูบมีส่วนหนามาก และการที่จะ ระบายความร้อนให้ลามซึมตามเนื้อโลหะออกไปถึงน้ำหล่อเสื้อสูบได้นั้นช้ามาก ซึ่งจะทำให้ยอด ลูกสูบร้อนขึ้นโดยรวดเร็ว ฉะนั้นเขาจึงจัดทำความร้อนออกไปเสียจากยอดลูกสูบโดยตรง คือใช้น้ำ หรือน้ำมันถ่ายเทความร้อนออกจากยอดลูกสูบโดยเฉพาะ

วิธีใช้น้ำหรือน้ำมันหล่อยอดลูกสูบ มี ๒ อย่าง คือ :-

๑. วิธีใช้หลอด ๒ อันสวมซ้อนกัน (Telescopic Pipes) ทั้งในรูปที่ ๔๐ หลอด อันนอกอยู่หนึ่ง ติดต่อกับทางน้ำเข้าทางน้ำออก ซึ่งสร้างแยกออกแต่ละส่วนกับห้องแครงก์ เพื่อ มิให้น้ำรั่วเข้าห้องแครงก์ได้ ส่วนที่เกรงว่าจะรั่วก็ต้องมีฉาตรองรับไว้ และปล่อยน้ำที่รั่วออกไป นอกห้องแครงก์ ส่วนหลอดชั้นในนั้นติดต่อกับปลายลูกสูบ สวมอยู่ในหลอดชั้นนอก เลื่อนขึ้นลง ตามลูกสูบ รูปที่ ๓๖

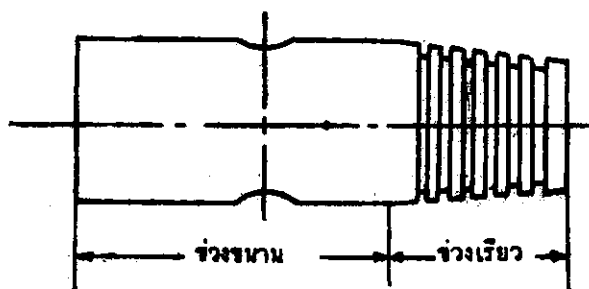


"A"  
ชนิดไม่มีข้อเหวี่ยง

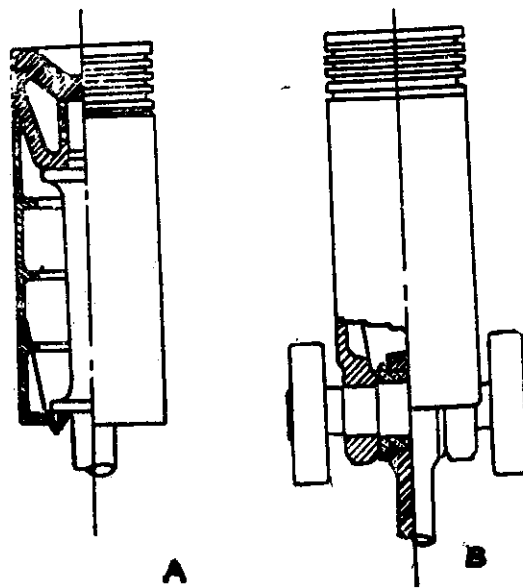


"B"  
ชนิดมีข้อเหวี่ยง

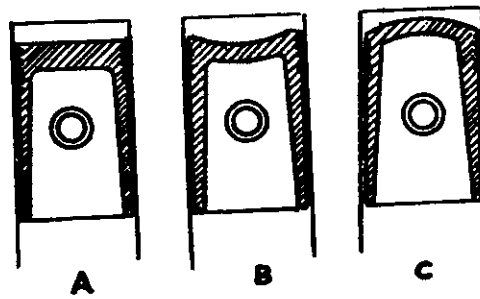
รูปที่ ๓๒ ชนิดของลูกสูบ



รูปที่ ๓๓



รูปที่ ๓๔ ข้อต่อของลูกสูบเครื่องยนต์ ๒ จังหวะ



รูปที่ ๓๕ ยอดลูกสูบแบบต่างๆ

๒. วิธีใช้หลอดข้อต่อกลวงเป็นบานพับหมุนได้ (Hinged Joint or Grass Hopper) วิธีนี้ใช้เฉพาะน้ำมันหล่อเพราะเป็นวิธีที่มีข้อต่อ และฝาดัดเคลื่อนไหวได้ น้ำมันหล่ออาจร่วงลงแครงค์ได้บ้าง ซึ่งไม่เกิดข้อเสียหายอย่างใด การจัดทงน้ำมันหล่อ แสดงในรูปที่ ๓๗

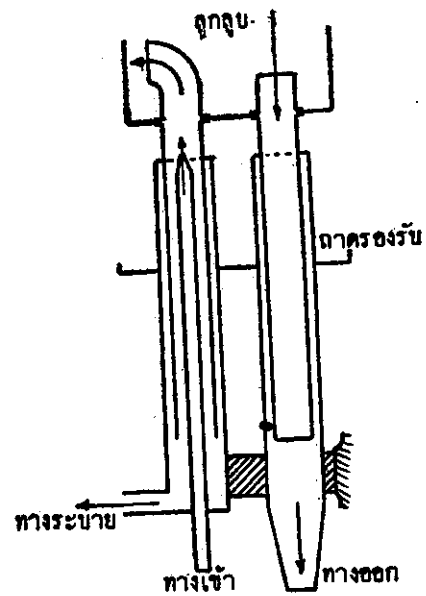
**เดือยชักก้านข้อ** (Wrist Pin or Piston Pin) เดือยชักก้านข้อจะต้องเป็นโลหะที่มีความแข็งแรงพอที่จะรับกำลังซึ่งเกิดจากลูกสูบผ่านก้านข้อไปยังข้อเสื่อได้ เดือยชักก้านข้อสำหรับลูกสูบแบบ Trunk Piston นั้นทำด้วยเหล็กตีพิเศษหรือเหล็กตีผสม (Alloy Steels) และถ้าจะใช้กับแบร็งผสมทองแดง (Bronze) หรือใช้กับแบร็งชนิดลูกกลิ้ง (Rolling Bearing) เดือยชักก้านข้อจะต้องชุบหรืออาบผิวสัมผัสให้แข็ง แต่ถ้าใช้กับแบร็งที่เป็นจำพวกเทพหลวง (White Metal) เดือยชักก้านข้อก็ไม่ต้องอาบผิวให้แข็ง

เดือยชักก้านข้อนี้จะต้องยึดติดแน่นอยู่กับลูกสูบ ไม่ให้โคลนตัวหรือเคลื่อนที่ออกมาได้ ซึ่งจะทำให้เกิดเสียดสีกระแทกกับกระบอกสูบเสียหายได้ การสร้างมีหลายแบบหลายวิธีด้วยกัน แต่ที่ใช้แตกต่างกันเป็นส่วนใหญ่มี ๓ แบบ ดังในรูปที่ ๔๒

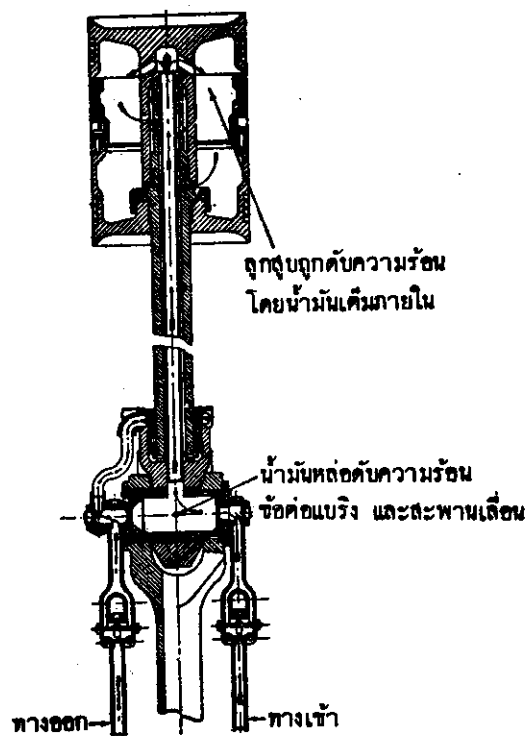
รูป C เป็นแบบใส่และถอดออกได้ข้างเดียว คือปลายเดือยชักก้านข้อและร่องข้างหนึ่งตอนที่เลยแบร็งหรือปลอก (Bush) ไปแล้วทำเป็นรูปเรียว (Taper) และมีล๊อคห้าม (Locking Devices) อีกทีหนึ่ง แบบนี้เรียกว่า “Locking Devices”

รูป B เป็นแบบที่ปลายก้านข้อรองรับด้วยลูกกลิ้ง (Roller Bearing) ลูกกลิ้งที่ใส่มีสามตัวหรือชุด ไสลงในช่องว่าง (Space) สามช่อง ลูกกลิ้งนี้เรียงรอบเดือยชักก้านข้อปลายเดือยชักก้านข้อทั้งสองข้างมีฝาปิดสนิทกับร่องแลกห้ามไม่ให้หลุด เคลื่อนตัวโดยแหวนล็อก (Retainer Ring Locking Devices) แบบนี้เรียกว่า “Free Floating Type”

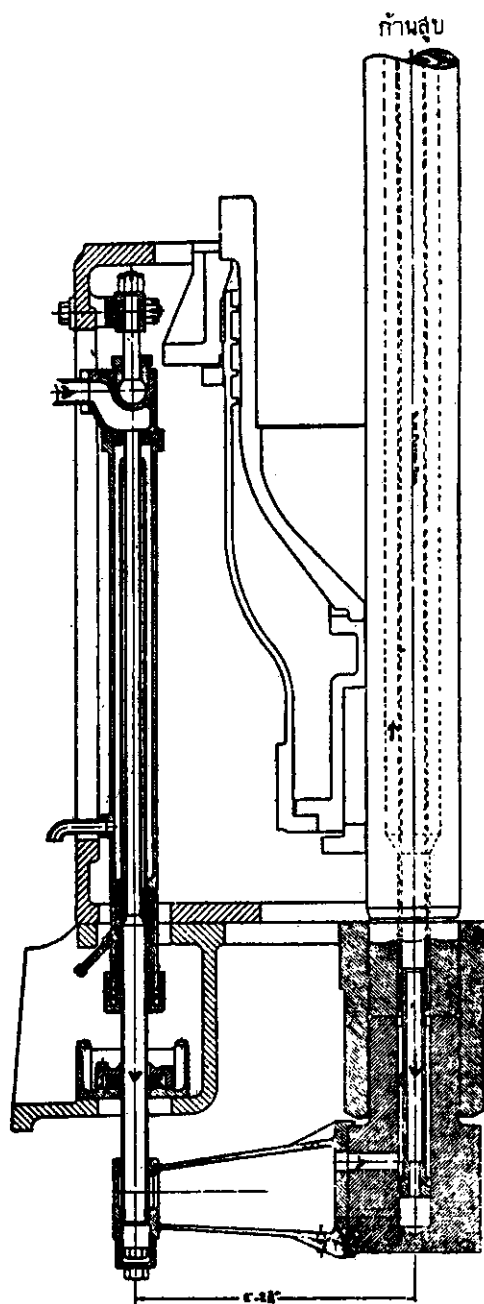
รูป A เป็นแบบมีเครื่องแบ่ง (Expansion Type) คือเป็นวิธีที่แบ่งให้เดือยชักก้านข้อติดแน่นกับลูกสูบ คือทรงปลายทั้งสองข้างของรูภายในเดือยชักก้านข้อทำเป็นรูปเรียว (Taper) แล้วสวมเครื่องแบ่งเรียกว่า Expansion Type โดยมีนัตสำหรับกวดอยู่ข้างหนึ่ง เมื่อกวดนัตเข้าลูกแบ่งจะอัดตัวเข้าทุกที ทำให้ปลายทั้งสองของเดือยชักก้านข้อขยายตัวติดแน่นกับลูกสูบ



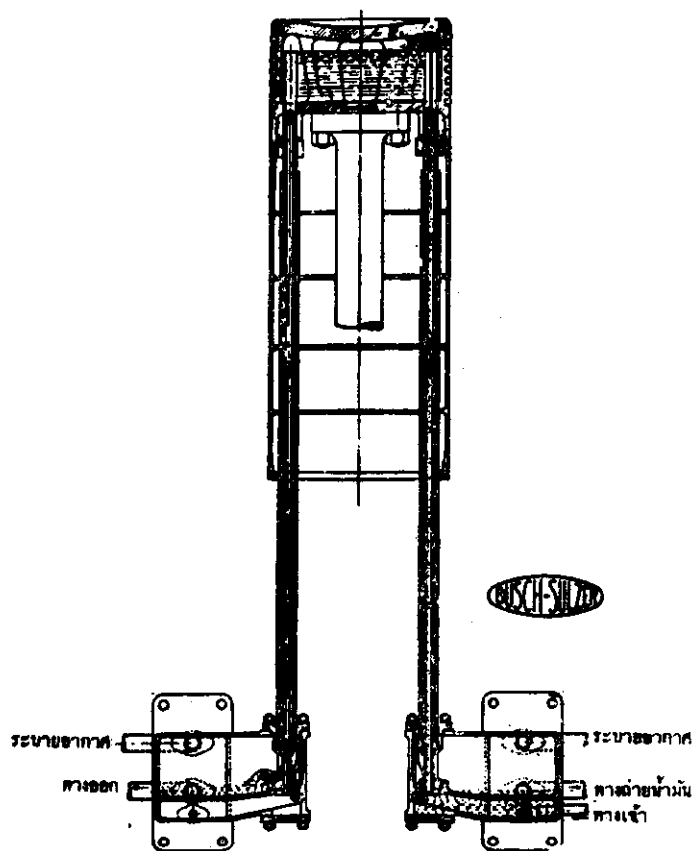
รูปที่ ๓๖ น้ำหล่อระดักลูกสูบแบบหล่อทองอันสวมซ้อนกัน



รูปที่ ๓๗ รูปแสดงการใช้ใช้น้ำหล่อระดักลูกสูบของเครื่องดับเบิ้ลแอนด์คิง



รูปที่ ๓๘ แสดงการหล่อลูกสูบโดยใช้น้ำอควีหนึ่ง



รูปที่ ๓๔ แสดงการหล่อลื่นของเครื่อง บิช แอนต์ ซูส เซอร์



**แหวนสปริงลูกสูบ (Piston Ring)** แหวนสปริงลูกสูบนี้นักสังเกตในรูปผ่า (Section) จะเห็นได้ว่าเป็นส่วนที่เล็กมาก คล้ายกับว่าเป็นส่วนที่ไม่สำคัญอะไร แต่ความจริงถือว่าเป็นส่วนสำคัญที่สุดส่วนหนึ่งของเครื่อง หน้าที่ของแหวนสปริงลูกสูบที่กระทำอยู่มี ๓ ประการคือ:-

๑. ทำให้เกิดการอัด คือป้องกันมิให้ก๊าซรั่วหรืออากาศรั่วลงกันสูบ
๒. เป็นสื่อนำความร้อนจากลูกสูบไปยังตัวสูบ (จากตัวสูบไปยังเสื้อสูบ แล้วถ่ายเทออกภายนอก โดยน้ำหล่อ)
๓. ได้นำมันหล่อลื่นให้แก่ผิวสัมผัสระหว่างลูกสูบกับกระบอกสูบ (Liner)

วงแหวนสปริงลูกสูบแบ่งออกเป็น ๒ พวก คือ:-

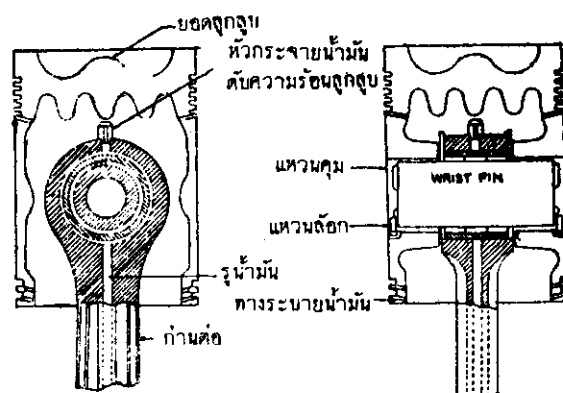
๑. วงแหวนอัดกันรั่ว (Compression Ring)
๒. วงแหวนกวาดน้ำมันหล่อลื่น (Oil Ring)

วงแหวนอัดกันรั่ว (Compression Ring) เป็นวงแหวนท่อนเดียวตัดรอยชนที่ปลายวงต่าง ๆ กัน คือ ตัดตรง ตัดเฉียง ตัดเป็นขั้นบันได และตัดเป็นขั้นบันไดโค้งงอในรูปที่ ๔๓ วงแหวนอัดกันรั่วนี้ต้องมีกำลังแข็งแรงเท่ากันตลอดวง ส่วนที่สัมผัสกับลูกสูบและภายในวงแหวนต้องมีผิวหน้าเรียบสม่ำเสมอ และมีกำลังเป็นหย่อน (Spring) เท่ากันตลอดวงเช่นเดียวกัน

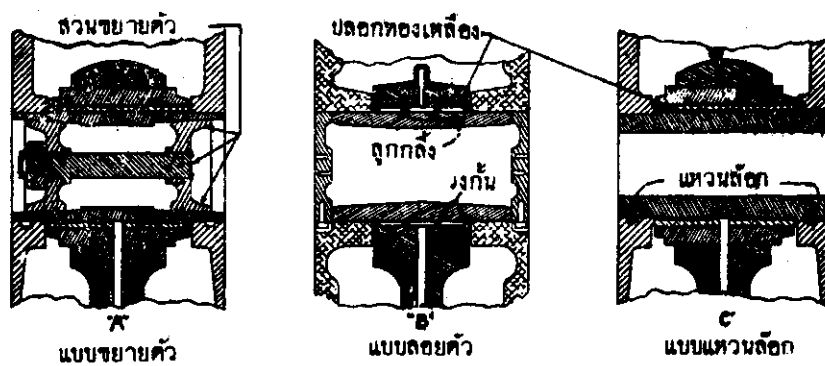
ส่วนวงแหวนกวาดน้ำมันหล่อลื่น (Oil Ring) นั้นมี ๒ ชนิด ที่ใช้กันอยู่คือชนิดเจาะรูเป็นรูกลวงตลอดวง (Slotted Type) ใช้สำหรับเครื่องที่มีความเร็วสูง และชนิดที่ใช้ริตให้น้ำมันวิ่งตาม (Scraper Type) ใช้สำหรับเครื่องที่มีความเร็วต่ำ

แร่ที่ใช้ทำวงแหวนสปริงลูกสูบนี้นักธรรมชาติทำได้ด้วยเหล็กหล่อเนื้อละเอียดอย่างดีและบางทีก็ใช้เหล็กชุบ และแร่ผสม มีบางชนิดทำเป็นวงสองวงซ้อนกัน คือวงในเป็นเหล็กดี วงนอกเป็นเหล็กหล่อ และบางชนิดเขาเป็นร่องตลอดวงแล้วจึงฝังด้วยทองเหลือง ซึ่งวงแหวนชนิดหลังนี้บางทีก็เรียกว่าแบบใช้โลหะสองชนิด (Bimetal Ring) และแบบมีโลหะกันรั่ว (Gold Seal Ring) ดังแสดงในรูปที่ ๔๔

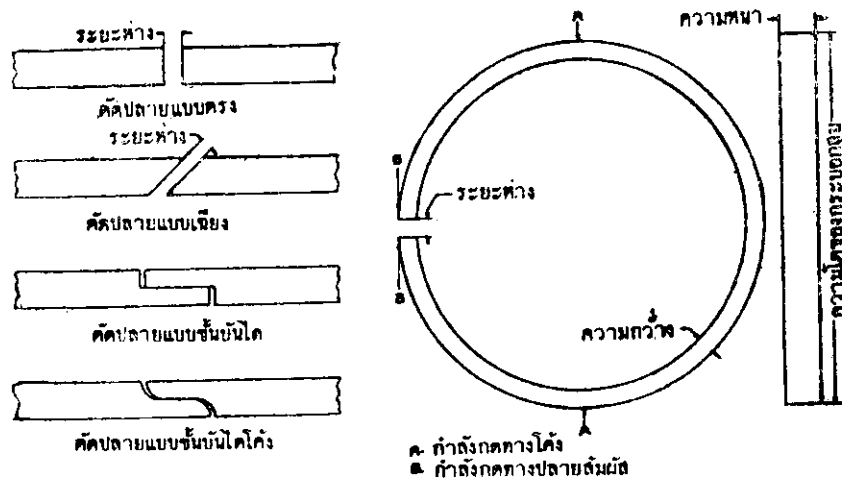
จำนวนวงแหวนสปริงลูกสูบในลูกสูบหนึ่ง ๆ มีมากน้อยแล้วแต่นิกและขนาดของลูกสูบ ลูกสูบขนาดเล็กมีประมาณ ๕ วง ถ้าขนาดใหญ่อาจมีถึง ๘ วง วงแหวนสปริงลูกสูบต้องมีคุณสมบัติ



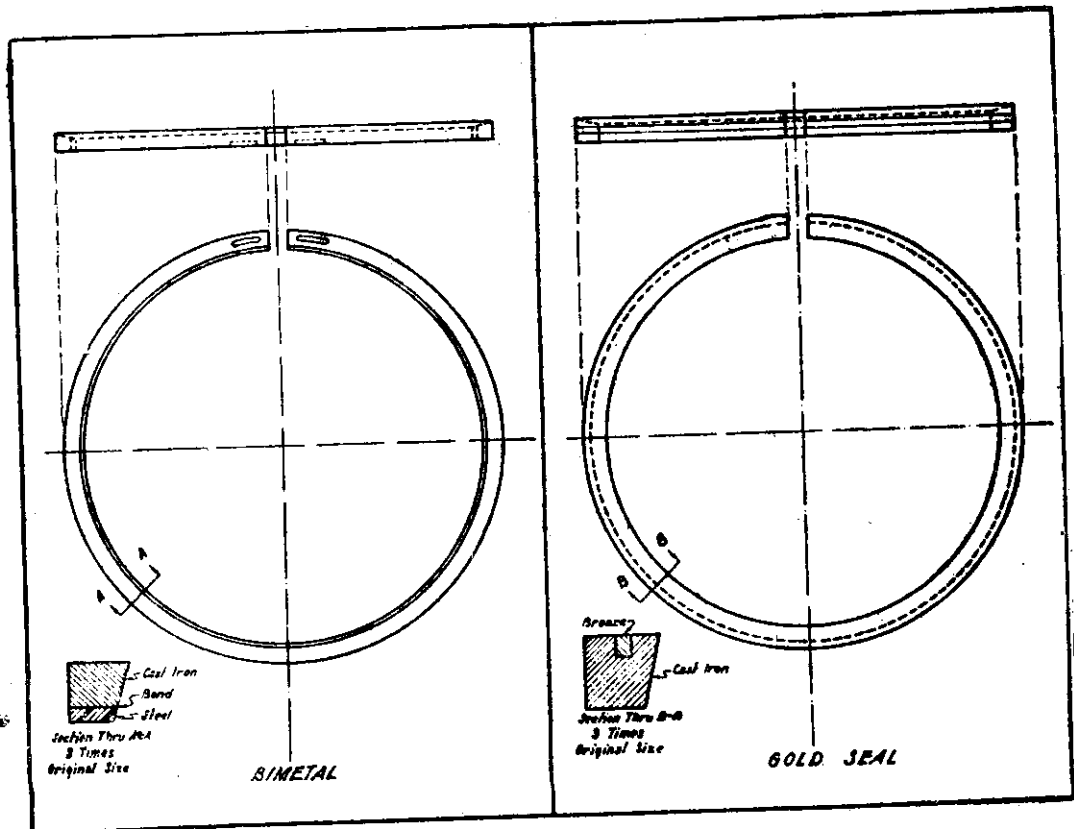
รูปที่ ๔๑ การดับความร้อนลูกสูบเครื่อง วินตัน



รูปที่ ๔๒ การล็อกเคือยลูกสูบแบบต่างๆ



รูปที่ ๔๓ วงแหวนสปริงลูกสูบ



รูปที่ ๔๔ แหวนสปริงลูกสูบแบบใช้โลหะสองชนิด

แบ่งตัวเบียดและกดสนิทกับผิวหนาของกระบอกสูบ (LINER) ได้ดี เพื่อกันรั่วระยะห่าง (Clearance) ระหว่างวงแหวนกับร่องต้องมีพอคสำหรับเลื่อนแบ่งตัวเข้าออกไม่ให้มากถึงกับเคลื่อนตัวในทางขึ้นลงได้

ปรกติการรั่วที่มีได้ก็เป็นที่ยอมรับของวงแหวน ฉะนั้นการใส่วงแหวนของลูกสูบจึงต้องสลับให้รอยต่อชนอยู่ในตำแหน่งตรงกันข้ามเป็นวงๆ ไป และบางทีก็เจาะปลายวงวงแหวนสำหรับสวมลงกับปุ่มเดือยซึ่งติดอยู่ในร่องวงแหวนนั้น บังคับให้วงแหวนเคลื่อนตัวอยู่ในที่ต้องการ รูที่เจาะนั้นจะเป็นทางยาวๆ พอควรที่จะให้วงแหวนกวาดน้ำมันยึดตัวได้

ระยะห่างตรงรอยต่อชนของวงแหวนนั้นสำคัญมาก ผู้สร้างจะต้องคำนวณและกำหนดไว้ให้แน่นอน เพราะว่าถ้าระยะห่าง (Clearance) น้อยไป เมื่อวงแหวนได้รับความร้อนสูงจะไม่พอแก่การขยายตัวทำให้หัก และเกิดการเสียหายแก่ Liner ได้ด้วย ถ้าระยะห่างมีมากไปก็จะรั่วได้มาก กำลังอัดจะไม่ดี ต้องให้มีระยะห่างตามคู่มือซ่อมทำเครื่องโดยเคร่งครัด

ตามธรรมชาติวงแหวนสปริงลูกสูบวงบน จะต้องมีย่อว่างตรงรอยต่อชนและในร่องวงแหวนมากกว่าวงล่างๆ เพราะว่าย่อใกล้กับยอดลูกสูบได้รับความร้อนสูง เกิดการขยายตัวได้มากกว่า อย่างไรก็ดีจะต้องจำไว้ให้ขึ้นใจว่า เครื่องที่มีความเร็วสูง ย่อว่างของวงแหวนลูกสูบจะต้องมีมากกว่าเครื่องยนต์ที่มีความเร็วต่ำ เพราะเกี่ยวกับการยืดหดของเนื้อโลหะ

เครื่องยนต์ดีเซลหรือเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันหนัก ทลอคจนเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซซึ่งบังเกิดอุณหภูมิสูง ย่อว่างตรงรอยตักปลายวงแหวนจะต้องมีอย่างน้อยเท่ากับ ๐.๐๐๖ นิ้ว ต่อ ๑ นิ้ว ของความโตของกระบอกสูบ

สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลที่มีความเร็วสูง อุณหภูมิของความร้อนก็ย่อมสูงขึ้นด้วย ฉะนั้นจึงต้องมีระยะห่างระหว่างวงแหวนกับร่อง (Side Clearance) เกิดขึ้น และแตกต่างกันตามแต่ประเภทของเครื่องที่ใช้ เครื่องยนต์ ๔ จังหวะบางชนิดมีถึง ๐.๐๑๐ นิ้ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การสร้าง และการใช้งานของเครื่องซึ่งผู้ออกแบบกำหนดไว้ แต่อย่างไรก็ตาม สำหรับลักษณะการใช้งานโดยทั่วไปนิยมและใช้กันตั้งแต่แสดงในตารางต่อไปนี้:-

| ความโตของกระบอกสูบ | ระยะห่างระหว่างวงแหวนกับร่องต้องไม่น้อยกว่า |        |          |        |
|--------------------|---------------------------------------------|--------|----------|--------|
|                    | ๔ จังหวะ                                    |        | ๒ จังหวะ |        |
|                    | วงบนสุด                                     | อื่น ๆ | วงบนสุด  | อื่น ๆ |
| ต่ำกว่า ๖ นิ้ว     | ๐.๐๐๓                                       | ๐.๐๐๒  | ๐.๐๐๕    | ๐.๐๐๔  |
| ๖ ถึง ๑๒ นิ้ว      | ๐.๐๐๔                                       | ๐.๐๐๓  | ๐.๐๐๖    | ๐.๐๐๕  |
| เกินกว่า ๑๒ นิ้ว   | ๐.๐๐๖                                       | ๐.๐๐๔  | ๐.๐๐๘    | ๐.๐๐๖  |

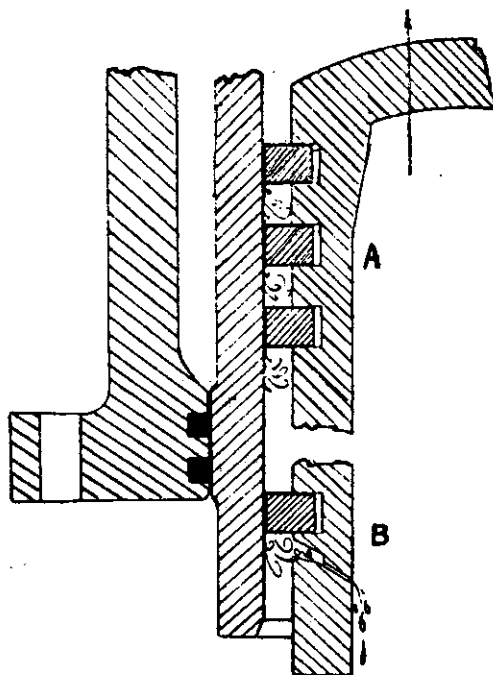
รูปที่ ๔๕ ตารางแสดงระยะห่างระหว่างวงแหวนกับร่อง

สำหรับความลึกของร่องเมื่อใส่วงแหวนแล้วต้องเหลือระยะห่าง ต่อ ๑ นิ้ว ของความโตของกระบอกสูบสำหรับวงแหวนอัดกันรั่ว และวงแหวนที่เล็กที่สุดให้มี ๐.๐๑๒ นิ้ว

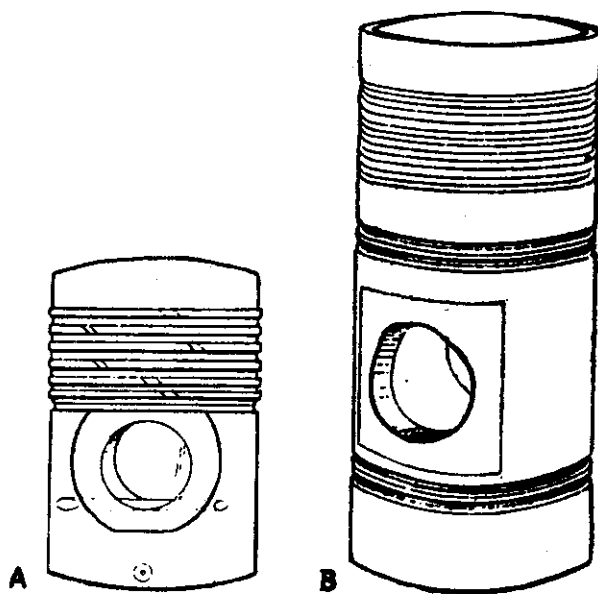
ร่องของวงแหวนกวาดน้ำมันหล่อลื่นต้องให้ลึกกว่าวงแหวนอัดกันรั่ว อย่างน้อยที่สุดให้มี ๐.๐๓๒ นิ้ว สำหรับวงแหวนที่เล็กที่สุด และ ๐.๐๐๖ นิ้ว ต่อ ๑ นิ้ว ของความโตของกระบอกสูบที่มีขนาดใหญ่

วงแหวนกวาดน้ำมันติดอยู่ส่วนล่างของลูกสูบไว้วงแหวนอัดกันรั่ว อาการที่กวาดน้ำมันขึ้นไปหล่อไส้ผิวกระบอกสูบ (Liner) ได้นั้น แสดงให้เห็นถึงรูปที่ ๔๓ ขอบล่างของวงแหวนเป็นคมฉาก เวลาลูกสูบเลื่อนขึ้นขอบล่างจะรีดน้ำมันให้เกิดเป็นกระแสดำขึ้นไป มีอาการคล้ายกับเรือท้ายคัตที่วิ่งไปตามลำน้ำขึ้น ๆ กระแสที่วิ่งตามนี้เรียกว่า อาการเกิดคลื่น Wave Action ใ้วงแหวนกวาดน้ำมันบากเป็นร่องเพื่อให้มันพัก และโคนร่องเจาะเป็นรูเล็ก ๆ ทะลุเข้าไปในลูกสูบ เพื่อให้มันไหลกลับลงสู่ห้องแครงค์ สำหรับเครื่องที่หมุนเร็วใช้วงแหวนแบบนี้จะเป็นรู ๆ (Slotted Type) ดังกล่าวแล้ว คือตัววงแหวนเจาะกลางวงเป็นรู ๆ รอบวง และในร่องวงแหวนยังเจาะเป็นรูเล็กทะลุลงไปภายใน ลูกสูบ เพื่อให้มันหล่อลื่นไหลกลับลงสู่ห้องแครงค์ แหวนน้ำมันนี้มีลูกสูบละ ๑ วง หรือ ๒ วง หรือมากกว่า แล้วแต่การสร้างของเครื่องดังในรูปที่ ๔๖

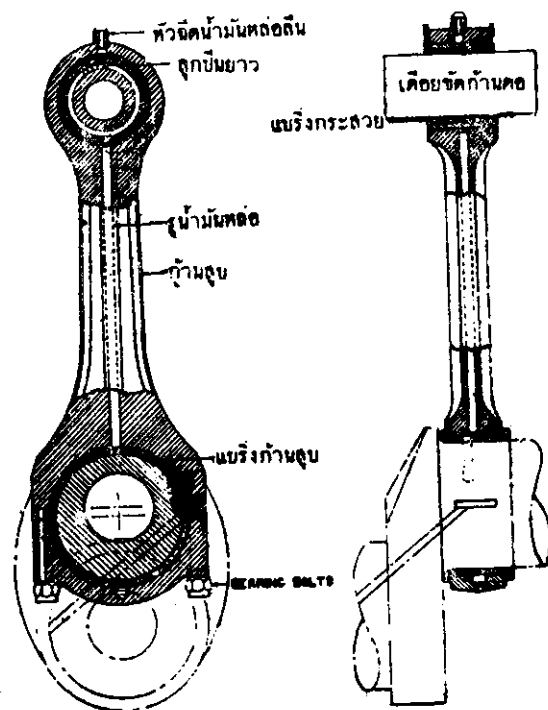
ก้านต่อ (Connecting Rod) ก้านต่อเป็นส่วนเคลื่อนไหวที่รับกำลังเคลื่อนขึ้นลงของลูกสูบไปกระทำกับเพลาลูกสูบให้บังเกิดการหมุนรอบตัว ก้านต่ออาจต่อโดยตรงกับลูกสูบโดยใช้เดือยชั้ก้านต่อ (Wrist Pin) ดังเช่นก้านต่อของลูกสูบ ชนิดไม่มีข้อต่อ (Trunk Type) หรืออาจต่อเข้ากับข้อต่อ (Cross Head) ทรงปลายล่างของก้านสูบ (Piston Rod) ดังเช่นก้านต่อของลูกสูบชนิดมีข้อต่อ (Cross Head Type)



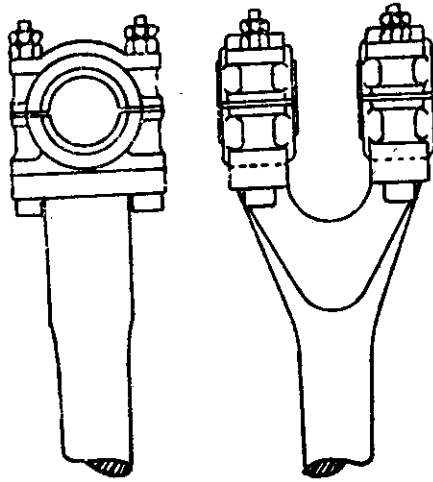
รูปที่ ๔๕ วงแหวนสปริงลูกสูบ เมื่อเลื่อนขึ้นจะรีดน้ำมันตามไป



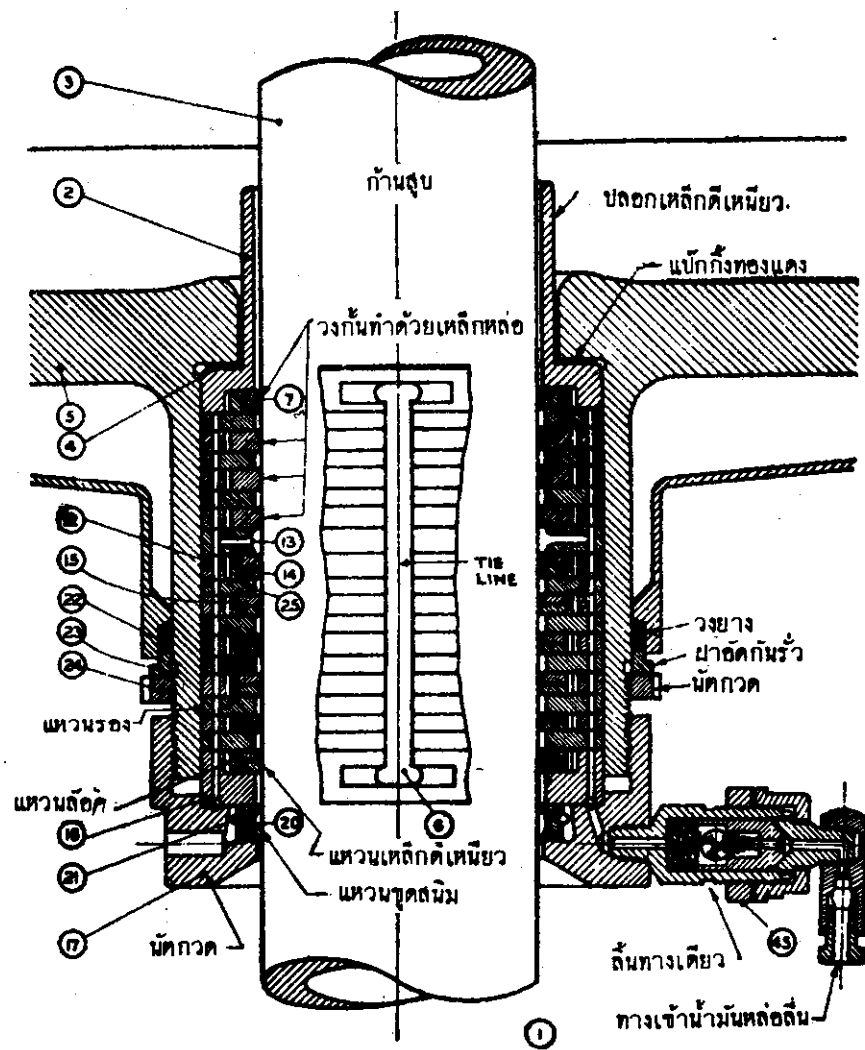
รูปที่ ๔๖ ลูกสูบแสดงร่องวงแหวนสปริงกวาดน้ำมัน มีเจาะรูทะลุ



รูปที่ ๔๘ ก้านสูบและแปรงของเครื่องวินตัน



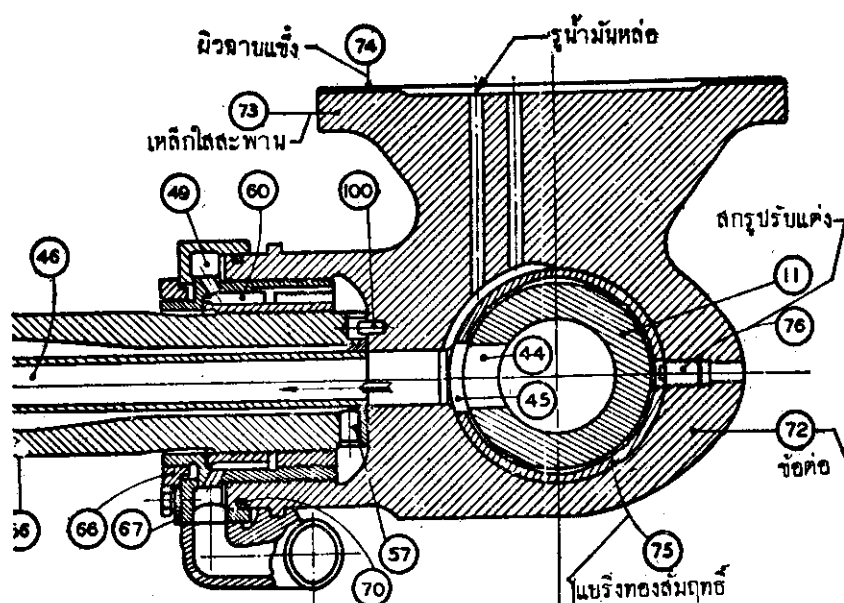
รูปที่ ๔๔ ก้านต่อทำโดยวิธีตีขึ้น รูปที่ ๔๕ รูปลูกสูบชนิดมีข้อต่อ



รูปที่ ๕๐ ผ่าตัดก้านสูบ

ก้านต่อตามปกติทำด้วยเหล็กตีแข็ง (High Grade Steel Forging) อย่างเดียวกับที่ใช้ทำเพลาชัอมือ และบางทีเพลาชัอมือและก้านต่อก็ใช้เหล็กหล่อ (Cast Steel) ทำด้วยเหมือนกัน ก้านต่อโดยมากจะเป็นรูปหลอดเพื่อต้องการที่จะลดน้ำหนัก และเพื่อให้เป็นทางน้ำมันหล่อลื่นขึ้นไปหล่อแบร้งของเดือยชักก้านต่อ (Wrist Pin Bearing) รูปร่างของก้านต่อสำหรับเครื่องแบบเก่าหมุนช้าทำเป็นก้านกลม แต่สำหรับเครื่องแบบใหม่หมุนเร็วทำเป็นลูกสูบ ซึ่งมีรูปหน้าตัด (Section) เป็นอักษร "I" และทำยาวจากเดือยข้อเสือ (Crank Pin) ขึ้นไปถึงเดือยชักก้านต่อ (Wrist Pin) ดังแสดงในรูปที่ ๔๔ ซึ่งเป็นก้านต่อของเครื่องยนต์เร็วชนิดไม่มีข้อต่อ (Trunk Type) ของเครื่อง Winton มีกำลังสูงถึง ๓,๐๐๐ แรงม้า และจะเห็นได้ว่าแบร้งของเดือยชักก้านต่อรองรับด้วยลูกกลิ้ง (Roller) ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ในเรื่องเดือยชักก้านต่อแบบ (Free Floating Type)

ปลายก้านต่อตรงที่สวม เดือยชักก้านต่อของลูกสูบชนิดมีข้อต่อ Cross Head Type นั้นแตกต่างกับปลายก้านต่อของลูกสูบชนิดไม่มีข้อต่อ (Trunk Type) ชนิดมีข้อต่อ (Cross Head Type) ปลายก้านต่อทำเป็นง่ามทำนองเดียวกับปลายก้านต่อของเครื่องไอน้ำ แบบข้อเสือข้อต่อ (Steam Reciprocating Engine) ดังในรูปที่ ๔๔ แบร้งของเดือยชักก้านต่อก็ต่างกัน เครื่องแบบนี้ใช้แบร้งสองฝาประกบกัน ส่วนชนิดไม่มีข้อต่อ (Trunk Type) นั้นใช้เป็นปลอก (Bush)



รูปที่ ๔๔ ข้อต่อ (Crosshead) ของเครื่อง

ส่วนโลหะที่จะใช้เป็นแบริ่งนั้น ขึ้นอยู่กับกำลังและความต้านทานตามที่ได้กล่าวมาแล้วในเรื่องเดือยขัดก้านต่อ

**ก้านสูบ (Piston Rod)** ก้านสูบของเครื่องยนต์นั้นมิใช่เฉพาะเครื่องยนต์ชนิดที่มีข้อต่อ (Cross Head Type) เช่น เครื่องยนต์แบบ Double Acting ก้านสูบนี้มีหน้าที่เพียงแต่เลื่อนขึ้นลงตามลูกสูบไปเช่นเดียวกับเครื่องไอน้ำแบบข้อเดือยข้อต่อซึ่งไม่จำเป็นต้องมีเดือยขัดก้านต่อ (Wrist Pin) ที่ติดอยู่ในลูกสูบ ก้านสูบของเครื่องตีเซลลันเป็นเรื่องยุ่งยากเกี่ยวกับความร้อนเป็นอันมาก เพราะต้องอบอยู่กับความร้อนอย่างสูงซึ่งเกิดขึ้นภายในสูบประการหนึ่ง และอีกประการหนึ่งจะต้องมีอัตรเสียดสีอยู่กับฝาอัดก้านสูบ (Stuffing Box) ฉะนั้นการสร้างจะต้องหาวิธีบรรเทาเหตุสองประการนี้เพื่อให้ก้านสูบทนทานอยู่ได้ คือ.-

๑. หล่อเลี้ยงชักความร้อนออกโดยสร้างก้านสูบให้กลวงแล้ว มีท่อภายในก้านสูบเพื่อส่งน้ำมันหล่อลื่นเข้าออกจากภายในยอดลูกสูบได้

๒. ก้านสูบจะต้องทำให้กลมเรียบ เจริญในผิวนอกให้เรียบจริง ๆ เพื่อเลื่อนเสียดสีกับฝาอัดอย่างสนิท ป้องกันมิให้ก๊าซรั่วออกมาได้ รูปที่ ๕๐ แสดงให้เห็นฝาอัด (Stuffing Box) ของเครื่องระเบิดสองด้าน (Double Acting)

**ขั้วต่อ (Cross Head)** เป็นส่วนที่ต่อระหว่างปลายล่างของก้านสูบ (Piston Rod) กับปลายบนของก้านต่อ (Connecting Rod) ข้อต่อนี้มีหน้าที่สำหรับเปลี่ยนทางเลื่อนขึ้นลงของก้านสูบให้ก้านต่อไปหมุนเพลาคือเดือยเป็นวงกลมอย่างเดียวกับข้อต่อของเครื่องไอน้ำ แตกต่างกันก็แต่ในเรื่องที่ต้องสร้างให้มีความแข็งแรงมากกว่า

สำหรับเครื่องตีเซลลัน Double Acting ระบบนี้มันหล่อลื่นดับความร้อน (Cooling-Oil Arrangement) ภายในลูกสูบก็จัดให้เข้าทางข้อต่อนี้ ทางเข้าของน้ำมันหล่อ (Inlet) โดยกำลังสูบส่งจะขึ้นไปตามท่อภายในก้านสูบ ทางกลับ (Outlet) จะไหลกลับตกลงมารอบนอกของท่อทางส่ง แล้วลงไปสู่ห้องแครงก์ ตรงที่ต่อระหว่างปลายท่อทางเข้าน้ำมันหล่อ (Inlet) กับท่อที่ติดกับข้อต่อนั้นเขาทำเป็นบานพับเคลื่อนตัวขึ้นลงได้ เมื่อข้อต่อเลื่อนขึ้นลงตามก้านสูบ ปลายท่อทั้งสองน้ำจะเคลื่อนตัวขึ้นลงตามไปด้วยเป็นลักษณะบานพับ ดังในรูปที่ ๓๗ ซึ่งเป็นรูปแสดงถึงระบบทางน้ำมันหล่อดับความร้อนลูกสูบของเครื่อง

บทที่ ๔  
**เฟืองบังคับปิดเปิดลิ้น**  
(Actuating Gear)

เฟืองบังคับปิดเปิดลิ้น ทำหน้าที่บังคับให้ลิ้นต่าง ๆ ปิดและเปิดให้ถูกต้องตรงกับจังหวะ และตำแหน่งของลูกสูบที่เลื่อนไป และบังคับให้เปิดอยู่ได้นานตามระยะเวลาที่กำหนดเฟืองบังคับปิดเปิดลิ้นนี้ต่อเนื่องส่งกำลังหมุนจากเฟืองนำซึ่งติดอยู่กับเพลาช่อเสือ

เฟืองบังคับการปิดเปิดลิ้นประกอบไปด้วย เพลาลูกเบี้ยว (Cam Shaft) ลูกเบี้ยว (Cam) คันบังคับลิ้น (Rocker Arm) ลูกกลิ้ง (Roller) และก้านส่ง (Push Rod) เพลาลูกเบี้ยว (Cam Shaft) ส่งอาการไปปิดเปิดบรรดาลิ้นต่าง ๆ ที่ติดอยู่กับฝาสูบ เวลาลูกเบี้ยวนี้ได้รับอาการหมุนจากเพลาลายวิธีต่าง ๆ กัน แล้วแต่การสร้างของเครื่องนั้น ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ ๕๕ และ ๕๖ ซึ่งแสดงถึงการติดต่อเฟืองบังคับปิดเปิดลิ้นจากเฟืองเพลาช่อเสือไปยังเพลาลูกเบี้ยวของเครื่อง M.A.N. โดยใช้เพลาทังและเฟืองหนอน (Helical Gear) และบางชนิดก็ใช้สายพานลูกโซ่ เช่นในเครื่อง Fairbank Morse Opposed Piston เพลาลูกเบี้ยวใช้สายพานลูกโซ่ติดต่อกับเพลาลูกเบี้ยวบน

**เพลาลูกเบี้ยว** (Cam Shaft) เพลาลูกเบี้ยวอาจแบ่งเป็นหลายเพลาก็ได้ เช่นเพลานึ่ง ๆ สำหรับจำพวกหนึ่ง เช่นในเครื่อง Nelseco ใช้เพลาลูกเบี้ยวเพลานึ่งสำหรับลิ้นก๊าซเสีย และอีกเพลานึ่งสำหรับลิ้นอากาศดี และลิ้นหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

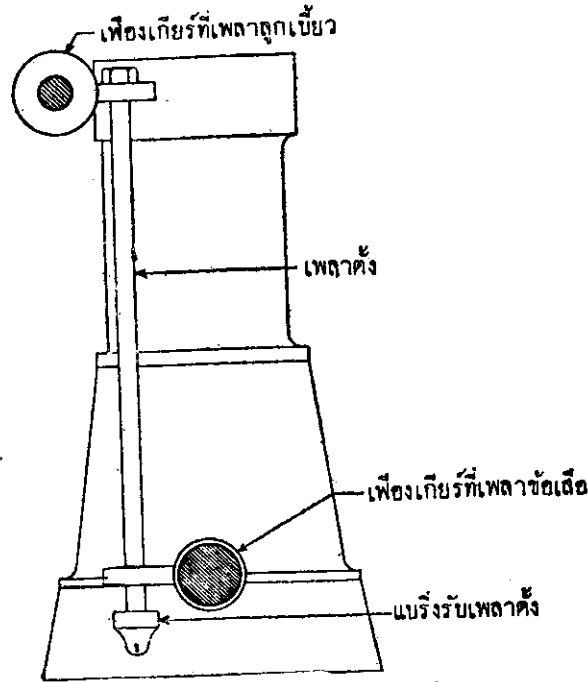
สำหรับเครื่อง ๒ จังหวะ ที่ใช้เพลาลูกเบี้ยวหมุนเท่ากับเพลาช่อเสือสำหรับเครื่อง ๔ จังหวะ เพลาลูกเบี้ยวหมุนครึ่งหนึ่งของเพลาช่อเสือ

เครื่องบางชนิดสร้างเพลาลูกเบี้ยวกับลูกเบี้ยวเป็นท่อนเดียวกัน แต่บางชนิดทำเป็นส่วน ๆ ประกอบทีหลัง หรือทำให้ถอดเปลี่ยนหรือแก้งได้ในเมื่อเครื่องสึกหรอ เพื่อมิให้ตำแหน่งหรือจังหวะของลิ้นต่าง ๆ คลาดเคลื่อนไป

เพลาลูกเบี้ยวทำด้วยเหล็กตีเหนียวอบผิวนอกให้แข็ง ถ้าเป็นขนาดใหญ่ก็ทำเป็นโพรงเครื่องที่มีความเร็วสูงทำด้วยเหล็กตีผสมนิเกิลโครเมียม

เครื่องจักรช่วยบางอย่าง เช่นเครื่องสูบน้ำหล่อ เครื่องสูบน้ำมันหล่อลิ้นก็ขับให้เดินด้วยเฟืองหรือสายพานติดต่อไปจากเพลาลูกเบี้ยวบ้างก็มี

**ลูกเบี้ยว (Cam)** ลูกเบี้ยว คือ ส่วนที่เบี้ยวหรือมน ซึ่งส่วนนูนนี้ได้เพิ่มขึ้นจากเส้นรอบวงของลูกเบี้ยว เมื่อเพลาลูกเบี้ยวหมุน ส่วนนูนนี้จะดันลูกกลิ้งซึ่งติดต่อไปกระทำให้น้ำมันทำงาน ลูกเบี้ยวทำส่วนนูนให้สูงต่ำหรือลาดน้อยนขึ้นอยู่กับการออกแบบสร้างที่ต้องการให้ลื่นนั้นเป็ตมาก

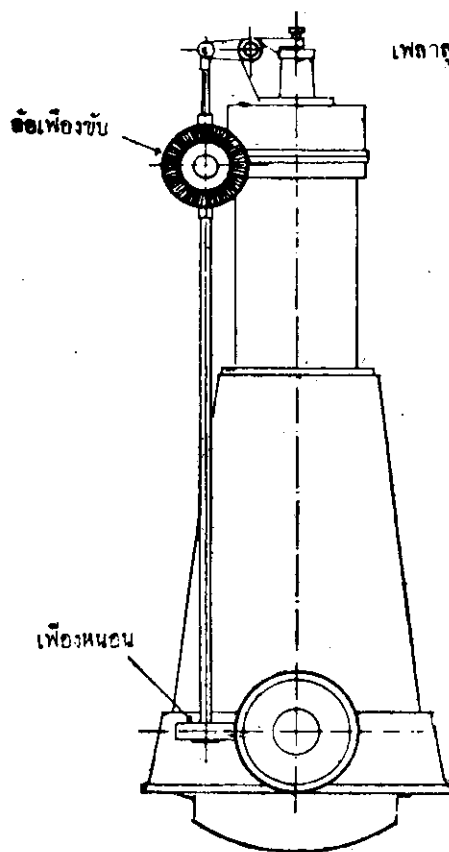


รูปที่ ๕๒ แสดงเฟืองขับเพลาลูกเบี้ยว

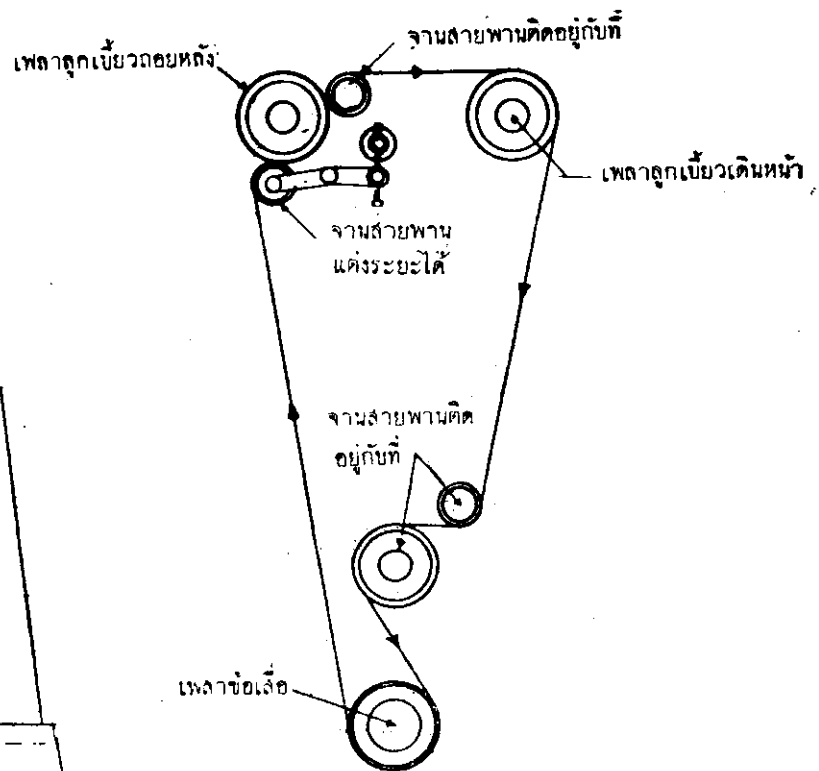
น้อย หรือเปิดอยู่นานตามระยะเวลาที่ต้องการ รูปที่ ๕๗ แสดงให้เห็นส่วนนูนของลูกเบี้ยว (Cam Nose) ของลื่นต่าง ๆ ซึ่งบางชนิดถอดออกเปลี่ยนได้

ในเครื่อง ๔ จังหวะ มีลูกเบี้ยวอย่างน้อย ๒ อัน สำหรับสูบหนึ่ง คืออันหนึ่งสำหรับลื่นอากาศ และอีกอันหนึ่งสำหรับก๊าซเสีย ถ้าเป็นประเภทที่ใช้บังคับไปยังลิ้นหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงก็ต้องมีลูกเบี้ยวอีกอันหนึ่ง และถ้าใช้ไปบังคับลิ้นอากาศก็เครื่อง (Air Starting Valve) อีกตัวก็ต้องมีลูกเบี้ยวในการนี้อีกอันหนึ่ง และถ้าเป็นเครื่องที่ต้องการให้หมุนกลับทางได้ด้วยแล้ว สูบหนึ่งอาจต้องมีลูกเบี้ยวถึง ๔ อัน ดังในรูปที่ ๕๐ ในบทที่ ๖

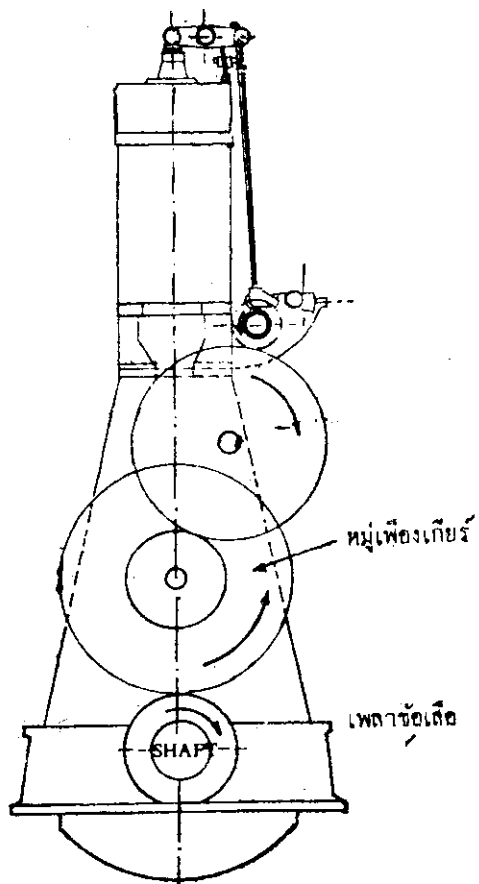
**ลูกกลิ้ง (Cam Followers Rollers)** ลูกกลิ้งเป็นลูกกลมแบนเจาะรูกึ่งกลางหมุนรอบตัวได้โดยมีเคียวซึ่งติดอยู่กับก้านส่ง (Push Rod) ผิวหน้าของลูกกลิ้งสัมผัสและส่งกำลังยกจากลูกเบี้ยว และส่งกันบังคับลิ้นหรือก้านส่งลื่นไปยังลิ้น ลูกกลิ้งนี้ต้องกลมให้ได้ขนาดถูกต้องและอาจผิวสัมผัสให้แข็ง



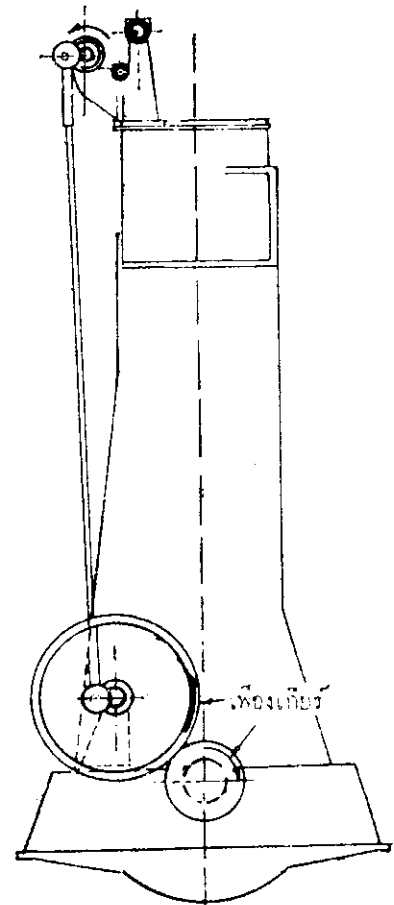
รูปที่ ๕๓ เฟืองเครื่องย่นคัสเซอ์ ขับเพลาตุกเบี้ยว



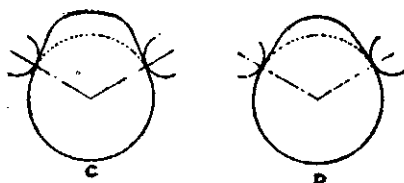
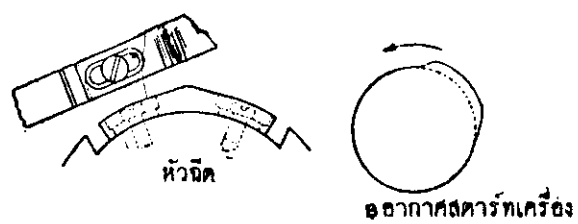
รูปที่ ๕๔ เฟืองเครื่องย่นคัสเซอ์ฟอร์ตขับเพลาตุกเบี้ยว



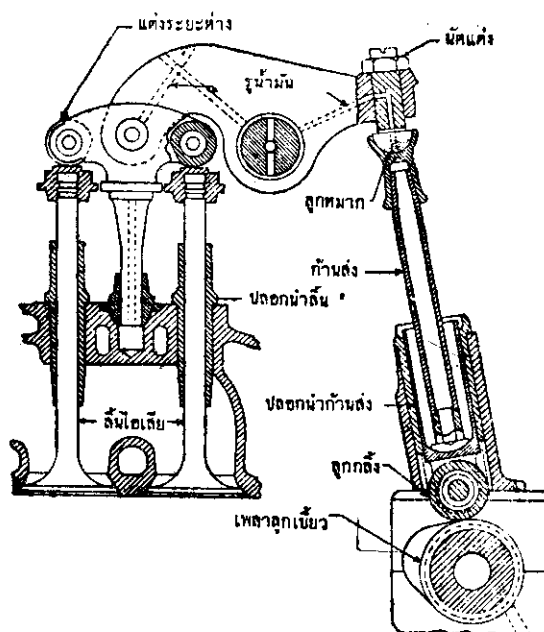
รูปที่ ๕๕ เฟืองขับเคลื่อนเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์  
เบอร์ไมล์เตอร์ แอนด์ เมน



รูปที่ ๕๖ ตัวเครื่องยนต์เวคส์เพอร์ขับเคลื่อนเพลาลูกเบี้ยว



รูปที่ ๕๗ ลูกเบี้ยวชนิดต่างๆ



รูปที่ ๕๘ เพื่องบังคับเปิดปิดลิ้น

**คันบังคับคันและก้านส่ง** (Rocker Arm And Push Rod) คันบังคับคันมีปลายข้างหนึ่งจติดอยู่กับคัน และปลายอีกข้างหนึ่งติดกับลูกกลิ้งตัวผลิตกับลูกเบี้ยวโดยตรง หรือติดกับเบ้าปลายบนของก้านส่ง ซึ่งปลายล่างของก้านส่งติดกับลูกกลิ้งตัวผลิตกับลูกเบี้ยว คันบังคับคันนี้ทำอาการคล้ายกับคันชัก ตรงกึ่งกลางเจาะรูใส่เดือยซึ่งปลอกกรองรับเดือยนี้ติดอยู่กับตัวเครื่อง (รูปที่ ๕๘) แสดงให้เห็นเฟืองบังคับเปิดปิดลิ้นก๊าซเสียแบบที่ใช้ก้านส่ง (Push Rod) ของเครื่อง Winton

**คลัทช์** (Clutch) การส่งกำลังจากเพลลาเครื่องจักรใหญ่ไปยังเพลลาใบจักร หรือการต่อเพลลาของเครื่องไปหมุนเพลลาใบจักร จะต้องมียุวิธีอันหนึ่งที่จะทำการต่อและปลดออกจากกันได้ทันที เครื่องมือที่ทำการปลดและต่อเพลลาทั้งสองดังกล่าวนี้ เรียกว่า “ครัทช์” (Clutch) ครัทช์สำหรับเรือยนต์เล็กมีหลายประเภทด้วยกัน ซึ่งจะไม่กล่าวในที่นี้ แต่ครัทช์ที่ใช้สำหรับเรือยนต์เซลในเรือขนาดกลางและเรือขนาดใหญ่มีใช้อยู่ทั่วไป แบ่งออกเป็น ๓ ประเภท คือ

๑. ประเภทที่ใช้ความฝืด (Friction Type)
๒. ประเภทที่ใช้ไฮดรอลิก (Fluid or Hydraulic Type)
๓. ประเภทที่ใช้กำลังกระแสแม่เหล็กไฟฟ้า (Electro Magnetic Type)

**ประเภทที่ใช้ความฝืด** (Friction Type) คลัทช์ประเภทนี้ที่ใช้ตามเรือในกองเรือมีแบบอย่างคล้ายคลึงกัน คือเป็นแบบรูป รวยตัก (Cone) ซ้อนกันสองชั้น ผิวสัมผัสที่อัดให้แน่นต่อกันนั้น คือระหว่างผิวในทวนอกกับผิวนอกทวนใน การต่อและปลดคลัทช์คือการกระทำให้เกิดความฝืด และไม่ให้เกิดความฝืดกระทำโดยกลไก หรือกระทำโดยไฮดรอลิกก็ได้

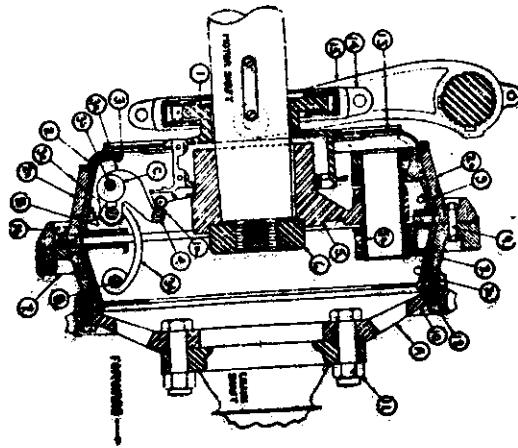
คลัทช์ประเภทนี้ทำเป็นสองตอน ปลายข้างใหญ่ประกบชนกันดังในรูปที่ ๕๙ ตัวคลัทช์ทั้งหมดติดอยู่ทางเพลลาข้อเสือ เมื่อปลดคลัทช์ผิวในของ (2a) กับ (7) จะไม่ติดกับผิวนอกของ (3) กับ (7a) เมื่อต่อคลัทช์ในผิวของ (2a) กับ (7) จะอัดติดแน่นกับผิวนอกของ (3) กับ (7a) โดยสปริง (3b) กับ (8) ซึ่งเลื่อนเข้าออกได้โดยปลอก (1) ปลอก (1) นี้ติดต่อกับคันโยกหรือคันบังคับ (15) กำลังที่ใช้โยกคันบังคับนี้บางทีก็ใช้กำลังจากเครื่องไฮดรอลิก ถ้าเป็นเรือเล็กไม่หนักก็ใช้เฟืองผ่อนกำลังโยกด้วยมือ

**คลัทช์ประเภทกำลังที่ใช้ไฮดรอลิก** (Fluid or Hydraulic Type) คลัทช์ประเภทนี้เวลานี้นิยมใช้กันมากในเรือ และเหมาะสำหรับเรือที่ใช้ในการลากจูง เพราะว่าการส่งกำลังจาก

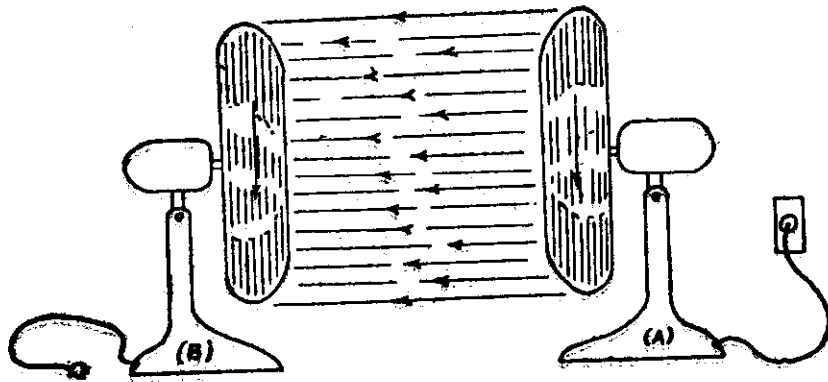
เพลาคีรื่องไปยังเพลาใบจักรนั้น ส่งผ่านโดยกำลังของน้ำมันไฮดรอลิก หมายความว่า เมื่อต่อคลัทช์ แล้วเพลาใบจักรกับเพลาคีรื่องยนต์ไม่ติดกัน มีน้ำมันคั่นอยู่ ฉะนั้นเมื่อเพลาใบจักรได้รับกำลัง กระตุกกระชากร้อยไรจะไม่กระทบกระเทือนไปถึงเพลาคีรื่องเลย น้ำมันที่คั่นอยู่นั้นจะเป็นหยุ่ นรับไว้หมด คลัทช์ประเภทนี้ไม่มีส่วนประกอบกลไกภายในอะไรมาก นอกจากมีพัฒน์น้ำมันแบบกัณฑ์ ๒ ตัว หนึ่งหน้าเข้าชนกัน กัณฑ์ตัวที่ติดกับเพลาคีรื่องเราเรียกว่ากัณฑ์ตัวขับ (Primary Wheel) และตัวที่ติดกับเพลาใบจักรเรียกว่ากัณฑ์ตัวตาม (Secondary Wheel) เมื่อเพลาคีรื่องยนต์หมุน กัณฑ์ตัวจะพัฒน์น้ำมันส่งไปกระทำให้กัณฑ์ตัวตาม หมุนไปด้วยโดยกำลังเหวี่ยงของน้ำมัน หลักการ ของการส่งกำลังอันนี้จะเข้าใจได้ง่ายดังตัวอย่างซึ่งจะเปรียบเทียบให้เห็นดังในรูปที่ ๖๐ คือพัฒน์ตัง สองตัวก็ให้หันเข้าหากันและห่างกันพอสมควร พัฒน์ A สมมติให้เป็นกัณฑ์ตัวขับต่อกับเพลาช้อ เสื่อของเครื่องจักรใหญ่และพัฒน์ B ต่อกับเพลาใบจักร เมื่อเสียบปลั๊กต่อกระแสไฟฟ้าให้พัฒน์ A หมุน พัฒน์ A ก็จะเป่ากระแสลมไปยังพัฒน์ B กระทำให้พัฒน์ B หมุนไปด้วย เมื่อพัฒน์ A หมุนเร็ว พัฒน์ B ก็จะหมุนเร็วตามไปด้วย และเมื่อพัฒน์ A หมุนช้า พัฒน์ B ก็จะหมุนช้า ลงอย่างเดียวกัน อาการของคลัทช์ประเภทไฮดรอลิกก็มีอาการอย่างเดียวกันนี้ คือแทนที่จะเป็น กำลังของลม เราใช้กำลังของน้ำมันแทน

รูปที่ ๖๖ เป็นรูปตัดของคลัทช์ประเภทไฮดรอลิก น้ำมันไฮดรอลิกจะสูบส่งเข้าทาง D ผ่านช่อง H เข้าไปเต็มอยู่หน้ากัณฑ์ A และ B เมื่อเพลาคีรื่องยนต์ (Driving Shaft) หมุน กัณฑ์ตัวขับ A จะหมุนไปด้วย และจะส่งกำลังไปยังกัณฑ์ตัวตาม B หมุนตามไปด้วยโดยกำลังเหวี่ยง ของน้ำมันตามลูกศร เมื่อกัณฑ์ B หมุน ฝาครอบ C ซึ่งยึดติดกับ B เป็นตัวเดียวกันหมุนไปด้วย ที่ F เป็นที่อัดกันรั้ว ที่ฝาครอบ C มีลิ้น I เรียกว่าวาล์วควบคุม (Ring Valve) สำหรับ ระบายน้ำมันออกในเมื่อไม่ต้องการจะให้กัณฑ์ B หมุน คือปลดคลัทช์นั่นเอง น้ำมันที่อัดตัวหมุน กัณฑ์วนเวียนอยู่ในหน้ากัณฑ์ทั้งสองนี้จะเกิดความร้อน ฉะนั้นจึงต้องมีทางระบายน้ำให้ออกไป ทาง J เพื่อดับความร้อนแล้วส่งกลับไปเข้าทางชุดของสูบน้ำมันใหม่ ระยะห่างระหว่างหน้ากัณฑ์ A และ B ประมาณ  $\frac{1}{8}$  นิ้ว ถึง  $\frac{1}{4}$  นิ้ว แล้วแต่นาขของคลัทช์

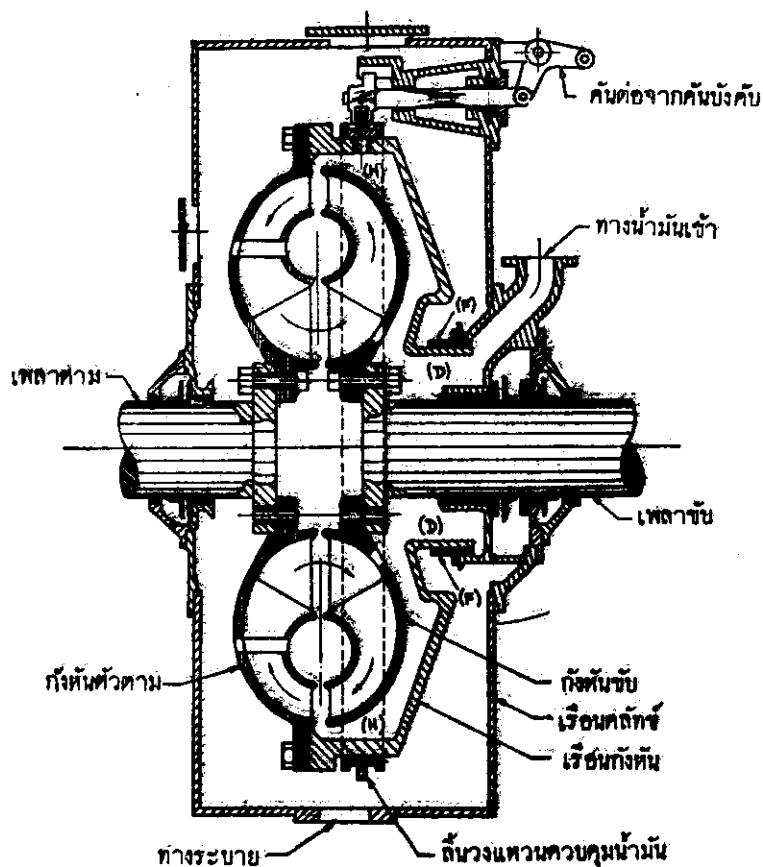
**ประเภทที่ใช้กำลังกระแสแม่เหล็กไฟฟ้า (Electro Magnetic Type)** คลัทช์ประเภท นี้ใช้กำลังเพลาคีรื่องยนต์ไปยังเพลาใบจักร โดยการดูดและการผลักของเส้นทางแม่เหล็ก คล้าย



รูปที่ ๕๕ คลัทช์แบบวงแหวนรูปกรวยสองชั้น



รูปที่ ๖๐ หลักการของคลัทช์น้ำมัน



รูปที่ ๖๑ รูปผ่าแสดงภายในของคลัทช์น้ำมัน

กับการกระทำของอินดัคชันมอเตอร์ คือแกนของมอเตอร์ติดกับเพลากร่องยนต์ฟันชดลวดก่อน ดักเตอร์แบบกรงกระรอก (Squirrel Cage) ส่วนขาแม่เหล็กนั้นพันชดลวดแบบอันดับ (series) และต่อกับเพลาไบจกรเป็นแบบขาแม่เหล็กหมุนได้โดยมีแปรง (Slip Ring) อยู่ที่เพลาไบจกร คลัทช์ แบบนี้ทำหน้าที่กลับทางหมุนของเพลาไบจกรได้ด้วย โดยการเปลี่ยนทางเดินของกระแสไฟฟ้า ประโยชน์ของคลัทช์ประเภทนี้ก็คล้ายกับประเภทไฮดรอลิก คือเพลากร่องยนต์กับเพลาไบจกรมิได้ ติดต่อกัน เมื่อต่อกลัทช์การกระแทกกระเทือนของเพลาไบจกรไม่เกิดอันตรายไปถึงเพลากร่องยนต์ คลัทช์ประเภทนี้เป็นแบบใหม่มีใช้ในเรือของรัฐบาลอเมริกันบ้าง แต่ในราชนาวีเรายังไม่มีใช้ เลย

การเปลี่ยนทางหมุน พร้อมทั้งคำบรรยาย การเปลี่ยนทิศทางของการขับเคลื่อน เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้หมุนเพลาไบจกรที่เรียกว่าเครื่องจักรใหญ่ นั้น ต้องเป็นเครื่องที่ทำให้เรือแล่น ไปในทิศทางเดินหน้าหรือถอยหลังได้ ซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

๑. ทำให้เพลลาใบจักรหมุนทางกลับทาง การที่จะทำให้เพลลาใบจักรหมุนกลับทางมี ๒ วิธีคือ.-

วิธีที่ ๑ เครื่องหมุนอยู่ทางเดิม แต่เปลี่ยนหมุนเพลลาให้หมุนตรงกันข้ามได้โดยใช้คลัทช์ (Clutch) และเกียร์

วิธีที่ ๒ กระทำโดยอาการของเครื่องหมุนไปในทางตรงข้าม

๒. เครื่องและเพลลาใบจักรหมุนอยู่ทางเดิม แต่เปลี่ยนให้เรือเดินหน้าหรือดอยหลังโดยการกลับพิทช์ (Pitch) ใบจักรซึ่งเป็นการเปลี่ยนมุมของใบจักรให้อยู่ในตำแหน่งผลักเรือไปข้างหน้าหรือดอยหลังได้ตามต้องการ วิธีนี้นิยมใช้กันมากในสมัยปัจจุบัน เพราะทำให้เรือมีความคล่องตัวมากกว่า การกลับพิทช์ใบจักรนี้ ทำโดยใช้เครื่องไฮดรอลิกบังคับการตักถ้ำ

วิธีที่ ๑ เครื่องเล็ก ๆ ที่มีกำลังน้อยมากใช้โยกคันคลัทช์และเปลี่ยนเกียร์ด้วยมือ ถ้าเป็นเครื่องใหญ่ก็ใช้ท็อกลัทช์และเปลี่ยนเกียร์ด้วยกำลังกลไก หรือเครื่องไฮดรอลิก

วิธีที่ ๒ การเปลี่ยนทางหมุนโดยอาการของเครื่องนั้น จังหวะของลิ้นต่าง ๆ ต้องเปลี่ยนไปด้วย ในการนี้ได้จัดให้มีลูกเบี้ยวเป็น ๒ ชุด คือสำหรับเดินหน้าชุดหนึ่ง และสำหรับดอยหลังชุดหนึ่ง ทั้งสองชุดนี้ติดอยู่กับเพลาลูกเบี้ยวอันเดียวกัน ทั้งในรูปที่ ๔๐ เมื่อจะเปลี่ยนทางก็ยกลูกกลิ้งให้พ้นลูกเบี้ยว แล้วก็เลื่อนเพลาลูกเบี้ยว ให้ลูกเบี้ยวชุดที่ต้องการมาตรงกับลูกกลิ้ง และหย่อนลูกกลิ้งลงตามเดิม อาการยกลูกกลิ้งและเลื่อนเพลาลูกเบี้ยวนี้กระทำด้วยเครื่องกลไกหรือกำลังไฮดรอลิก หรือจะใช้กำลังคนหมุน หรือโยกด้วยมือก็ได้ ซึ่งจะได้อธิบายโดยละเอียดในบทที่ ๖ ต่อไป

การเปลี่ยนทางหมุนตามที่กล่าวมาแล้วในวิธีที่ ๒ สำหรับเครื่อง ๔ จังหวะ แต่ถ้าเป็นเครื่อง ๒ จังหวะ ก็ง่ายกว่ามาก เพราะเครื่อง ๒ จังหวะไม่มีลิ้นมาก ลิ้นที่จำเป็นต้องเปลี่ยนจังหวะในการหมุนกลับทางก็คือ ลิ้นหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

**การตั้งลิ้น (Timing)** การตั้งลิ้นหมายความว่าแต่งหรือจัดให้ลิ้นต่าง ๆ เปิดในระยะเวลาอันหนึ่งเมื่อลูกสูบเลื่อนไป เพื่อให้ได้ผลในการทำงานของเครื่องนั้น ๆ อย่างดีที่สุด ตามโรงงานหรือบริษัทที่สร้างเขามีตารางการตั้งลิ้น ที่เรียกว่า ไทม์มิงไดอะแกรม (Timing Diagram) กำกับไว้สำหรับเครื่องทุกแบบซึ่งแตกต่างกันไปแล้วแต่การสร้างหรือดัดแปลง

การตั้งลิ้นของเครื่อง ๔ จังหวะ ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่าเครื่อง ๔ จังหวะนั้นข้อเสือน้ำมันไปบรรจุครบสองรอบจะทำงานหนึ่งครั้ง ในรูปที่ ๖๒ เป็นไดอะแกรมแสดงทางหมุนของข้อเสือน้ำมันวงกลมครบสองรอบ มีตำแหน่งศูนย์ตายบนและศูนย์ตายล่าง จุดต่าง ๆ ที่ปรากฏตามขอบวงกลมนั้นแสดงถึงตำแหน่งเปิดเปิดของลิ้นต่าง ๆ กระทำมุมเป็นองศา ข้อเสือน้ำมันจากขวาไปซ้าย

ตามลูกศร สมมติให้ข้อเสือหมุนตั้งต้นตั้งแต่จังหวะอัดซึ่งลูกสูบเลื่อนขึ้นและในขณะนั้นลิ้นต่าง ๆ ปิดหมด เมื่อข้อเสือหมุนไปอีก ๖° จะถึงศูนย์ตายบนลิ้นหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะเริ่มเปิด จุดที่ลิ้นหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเริ่มเปิดนี้ไม่เป็นเกณฑ์แน่นอนและมีต่าง ๆ กัน แล้วแต่การออกแบบสร้างของเครื่อง เครื่องที่มีความเร็วสูงบางแบบอาจทำให้ลิ้นหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเริ่มเปิดก่อนที่ข้อเสือจะหมุนไปถึงศูนย์ตายบนทั้ง ๑๐° หรือ ๑๕° ก็มี ทั้งนี้ก็เพื่อให้การเผาไหม้ลูกสูบไปทั่วบริเวณห้องเผาไหม้ได้ทันกับเวลาที่ลูกสูบเลื่อนขึ้นไปสู่ระยะเลื่อน คือถึงศูนย์ตายบนพอดี ลิ้นหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงนี้จะยังเปิดอยู่จนกระทั่งข้อเสือหมุนกล้อยศูนย์ตายบนไป ๒๐° หรือถึง ๔๕° จึงปิด ไคอะ-แกรมนั้นให้เปิดเพียง ๔๐°

เมื่อลิ้นหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงปิดแล้ว ก๊าซซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ยังคงขยายตัวเกิดเป็นกำลังดันให้ลูกสูบเลื่อนลง คือที่เรียกว่าจังหวะที่ทำงาน จนกระทั่งข้อเสือหมุนไปถึง ๓๕° ก่อนถึงศูนย์ตายล่าง ลิ้นก๊าซเสียจะเปิด เมื่อข้อเสือหมุนกล้อยศูนย์ตายล่างไปแล้วลูกสูบจะเลื่อนขึ้นขับก๊าซเสียให้ออกไป จังหวะนี้เรียกว่าจังหวะขับก๊าซเสียในขณะที่ลิ้นก๊าซเสีย ยังคงเปิดอยู่ ลิ้นอากาศก็จักจะเปิดในเมื่อข้อเสือหมุนไปอีก ๒๐° ก่อนถึงศูนย์ตายบนและลิ้นก๊าซเสียจะปิด ในเมื่อข้อเสือหมุนกล้อยศูนย์ตายบนไป ๒๐° ดังนั้นจะเห็นได้ว่าลิ้นก๊าซเสียและลิ้นอากาศได้เปิดร่วมกันอยู่ในระยะเวลาเดียวกัน ๔๐° ในเวลาที่ลิ้นทั้งสองเปิดร่วมกันอยู่นี้ลูกสูบเลื่อนขึ้นเกือบถึงศูนย์ตายบน และมีความเคลื่อนไหวน้อยมากซึ่งเกือบจะหยุด แต่ก๊าซเสียที่วิ่งออกยังคงแรงอยู่โดยกำลังแรงเฉื่อย (Inertia) เป็นเหตุทำให้เกิดสุญญากาศ (Vacuum) ขึ้นเนื่องจากการเผาไหม้น้อยอดสูบ ฉะนั้นการที่ลิ้นอากาศเปิดในขณะที่ลิ้นก๊าซเสียยังไม่ปิดนี้ กระทำให้อากาศที่วิ่งเข้าสู่ได้มากขึ้น

เมื่อลิ้นก๊าซเสียปิดแล้ว ลิ้นอากาศก็ยังเปิดอยู่ต่อไป และลูกสูบเลื่อนลงจังหวะนี้เรียกว่าจังหวะดูด จนกระทั่งข้อเสือหมุนกล้อยศูนย์ตายล่างไปแล้ว ๓๕° ลิ้นอากาศก็จักจะปิด และจากจุดนั้นไปลูกสูบจะเลื่อนขึ้นเกิดกำลังอัดบนยอดลูกสูบ และลิ้นหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะเปิดอีกเมื่อข้อเสือหมุนต่อไปถึง ๖° ก่อนถึงศูนย์ตายบน ซึ่งครบสองรอบและตั้งต้นใหม่ต่อไป

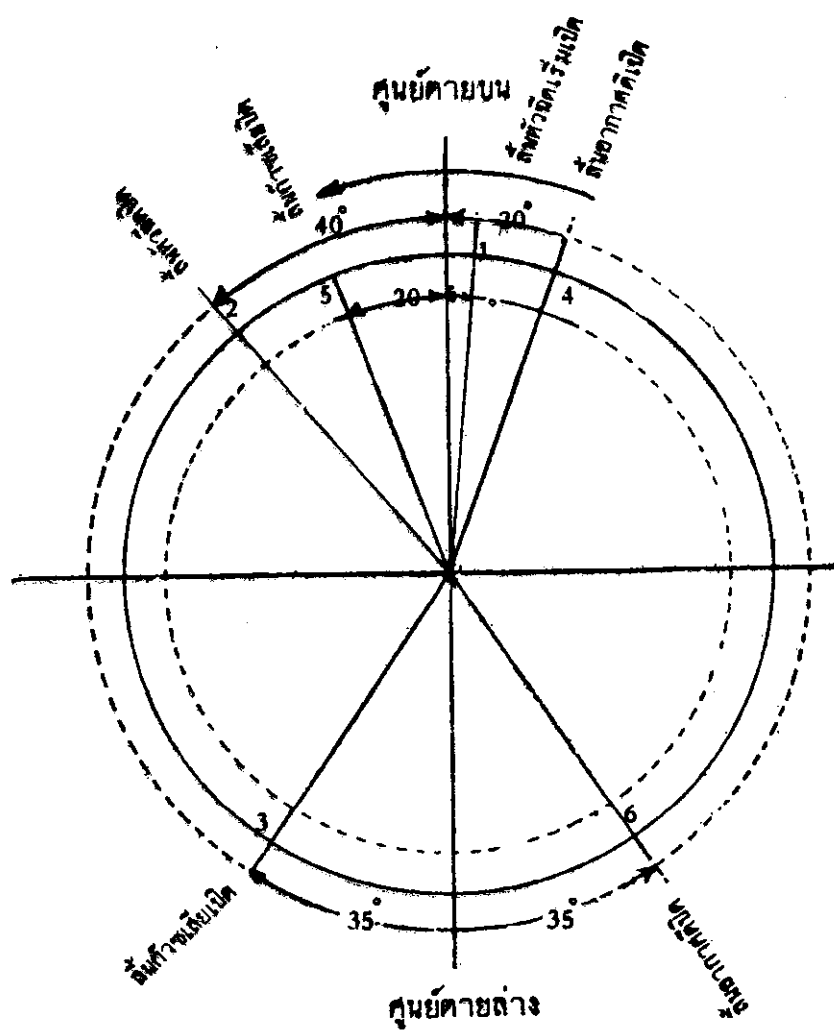
การตั้งลิ้นของเครื่อง ๒ จังหวะ เครื่องดีเซลประเภท ๒ จังหวะนี้ การสร้างได้ดัดแปลงแก้ไขกันมานานเป็นอันมาก ในเรื่องที่จะทำให้อากาศเข้าสู่ได้มากที่สุด เพราะว่าเครื่องสองจังหวะก๊าซเสียมักจะออกจากสูบไปไม่หมด และอากาศก็เข้าสู่ไม่พอ การดัดแปลงแก้ไขตามที่เป็นมา อาจจัดเป็นอันดับไว้ได้ดังนี้.-

๑. **ชนิดใช้ช่องอากาศเข้าสู่ตามธรรมดา (Ordinary Port Scavenging)** คือเป็นเครื่องดีเซลธรรมดาแบบเก่า หมุนปานกลางเช่นเครื่อง Fairbank Morse ฯลฯ

๒. ชนิดใช้ช่องอากาศเข้าสู่ที่บังคับได้ (Controlled Port Scavenging) คือเป็นเครื่องที่ได้ดัดแปลงในอันดับต่อมา เช่นเครื่อง Sulzer Diesel ๒ จังหวะ ดังรูปที่ ๖๖ การสร้างเป็นดังนี้คือทำอากาศที่เข้าสู่จะเป็นสองแถวที่กระบอกสูบ ทุกระบอกสูบแถวบนมีช่องทางติดต่อกันไปยังท่อส่งอากาศที่เข้าสู่ และที่ปลายช่องทางนั้นมีลิ้นเปิดปิดโดยตัวเอง (Automatic Non Return Valve) ติดอยู่ ขณะที่ลูกสูบเลื่อนลงที่แรกยกลูกสูบจะเปิดที่กระบอกสูบแถวบนก่อน กำลังคั้นก๊าซภายในสูบซึ่งยังสูงอยู่จะเข้าไปคั่นลงปลายทางให้ปิดเสียไม่ให้ก๊าซผ่านออกไปได้ เมื่อลูกสูบเลื่อนลงต่อไปจะเปิดช่องก๊าซเสีย ก๊าซเสียจึงจะออกไปสู่อากาศภายนอกได้ และต่อไปอากาศก็จะเริ่มเข้าสู่ทางแถวล่างของกระบอกสูบเหมือนอย่างธรรมดา ในขณะนี้กำลังคั้นของก๊าซเสียภายในสูบจะตกต่ำมากลงทุกที จนเมื่อต่ำกว่าอากาศที่ส่งเข้าสู่แล้ว ลิ้นที่ปลายช่องทางแถวบนของกระบอกสูบก็จะเปิด แล้วอากาศก็จะผ่านเข้าสู่ได้ทั้งแถวล่างและบน ต่อไปแม้ว่าลูกสูบจะเลื่อนขึ้นปิดแถวล่างและปิดช่องก๊าซเสียออกก็ตาม อากาศบริสุทธิ์ยังคงวิ่งเข้าสู่ต่อไปอีกจากแถวบน วิธีนี้ทำให้ได้อากาศบริสุทธิ์เข้าสู่มากยิ่งขึ้น เป็นการซูเปอร์ชาร์จ์ไปในตัว และทำให้เชื้อเพลิงเกิดการเผาไหม้ได้มาก ซึ่งเป็นผลในการเพิ่มกำลังของเครื่องดีขึ้น ส่วนในรูปที่ ๒ ของเครื่อง ๒ จังหวะธรรมดาในบทที่ ๑ นั้น ลูกสูบจะเลื่อนขึ้นปิดช่องอากาศที่เข้าสู่เสียก่อนแล้วจะปิดช่องก๊าซเสียซึ่งตรงกันข้าม

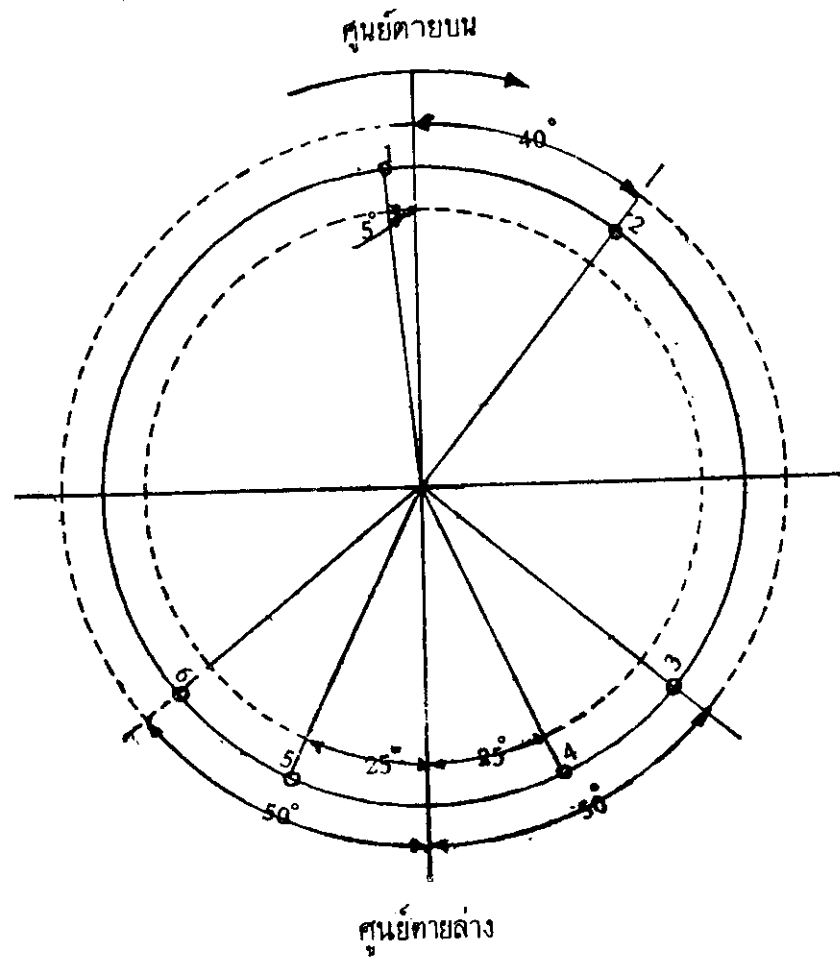
๓. ชนิดที่มีลิ้นก๊าซเสีย (Uniflow Scavenge) จัดเป็นวิธีที่ทันสมัยสำหรับเครื่องหมุนเร็วเช่นอย่างเครื่อง Gray Marine เครื่อง General Motors และเครื่อง Harland & Nalff เป็นต้น คือจัดให้มีลิ้นก๊าซเสียที่ฝาสูบเปิดเปิดโดยเพลาลูกเบี้ยว และแ่งได้ที่ลูกเบี้ยวกับกันส่งเหมือนอย่างเครื่อง ๔ จังหวะ วิธีนี้จะทำให้อากาศบริสุทธิ์เข้าสู่ได้มากยิ่งขึ้นอีก

ในรูปที่ ๖๓-๖๔ เป็นไดอะแกรมการตั้งลิ้นของเครื่อง ๒ จังหวะ ชนิดใช้ช่วงอากาศที่เข้าสู่อย่างธรรมดา เครื่องหมุนจากซ้ายไปขวา ทั้งลิ้นแต่ละลูกสูบเลื่อนขึ้นอัดอากาศเต็มที่แล้วจังหวะที่ลิ้นหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงปิดและเปิดนั้นทั้งใกล้เคียงเหมือนกับเครื่อง ๔ จังหวะ ในไดอะแกรมนี้กำหนดระยะไม่นาน ช่องก๊าซเสียจะเปิดก่อนศูนย์ตายล่างเพียง ๕๐° ช่องอากาศที่เข้าสู่จะเปิดก่อนถึงศูนย์ตายล่าง ๒๕° ช่องก๊าซเสียและช่องอากาศก็ยังคงเปิดร่วมกันอยู่ต่อไปจนกระทั่งลูกสูบเลื่อนขึ้น ข้อเสือกัลลอยศูนย์ตายล่างไปแล้ว ๒๕° ช่องอากาศจึงปิด ส่วนช่องก๊าซเสียนั้นจะปิดเมื่อข้อเสือกัลลอยศูนย์ตายล่าง ๕๐° ต่อไปก็เป็นจังหวะอัดซึ่งช่องก๊าซและช่องอากาศก็ปิดหมดแล้วพอข้อเสือกัลลอยไปอีก ๕° จะถึงศูนย์ตายบน ลิ้นหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะเริ่มเปิดตั้งตันต่อไปใหม่



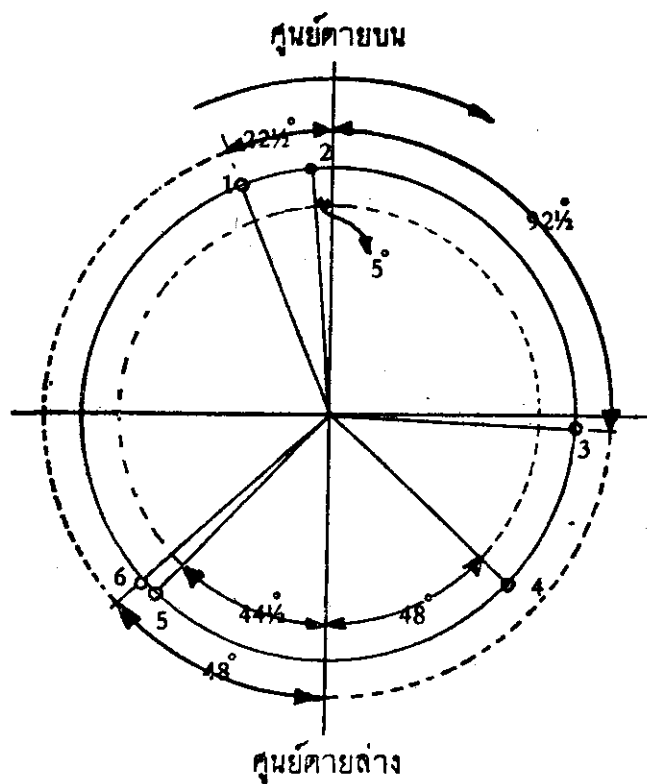
- |     |     |                     |                    |
|-----|-----|---------------------|--------------------|
| (๑) | ๖°  | ก่อนถึงศูนย์ตายบน   | ล้นหัวฉีดเริ่มเปิด |
| (๒) | ๔๐° | กล้อยศูนย์ตายบน     | ล้นหัวฉีดปิด       |
| (๓) | ๓๕° | ก่อนถึงศูนย์ตายล่าง | ล้นก๊าซเสียเปิด    |
| (๔) | ๒๐° | ก่อนถึงศูนย์ตายบน   | ล้นอากาศเปิด       |
| (๕) | ๒๐° | กล้อยศูนย์ตายบน     | ล้นก๊าซเสียปิด     |
| (๖) | ๓๕° | กล้อยศูนย์ตายล่าง   | ล้นอากาศปิด        |

รูปที่ ๖๒ การตั้งต้นของเครื่องยนต์ดีเซล ๔ จังหวะ



- |     |     |                      |                   |
|-----|-----|----------------------|-------------------|
| (๑) | ๕°  | ก่อนถึงศูนย์ต่ายบน   | เส้นหัวฉีกเปิด    |
| (๒) | ๔๐° | ถ้อยศูนย์ต่ายบน      | เส้นหัวฉีกปิด     |
| (๓) | ๕๐° | ก่อนถึงศูนย์ต่ายล่าง | เส้นก๊าชเสียบเปิด |
| (๔) | ๒๕° | ก่อนถึงศูนย์ต่ายล่าง | เส้นอากาศเปิด     |
| (๕) | ๒๕° | ถ้อยศูนย์ต่ายล่าง    | เส้นอากาศเปิด     |
| (๖) | ๕๐° | ถ้อยศูนย์ต่ายล่าง    | เส้นก๊าชเสียบปิด  |

รูปที่ ๖๓ การตั้งดินเครื่องฮอดด์เซด ๒ จังหวัดระยอง

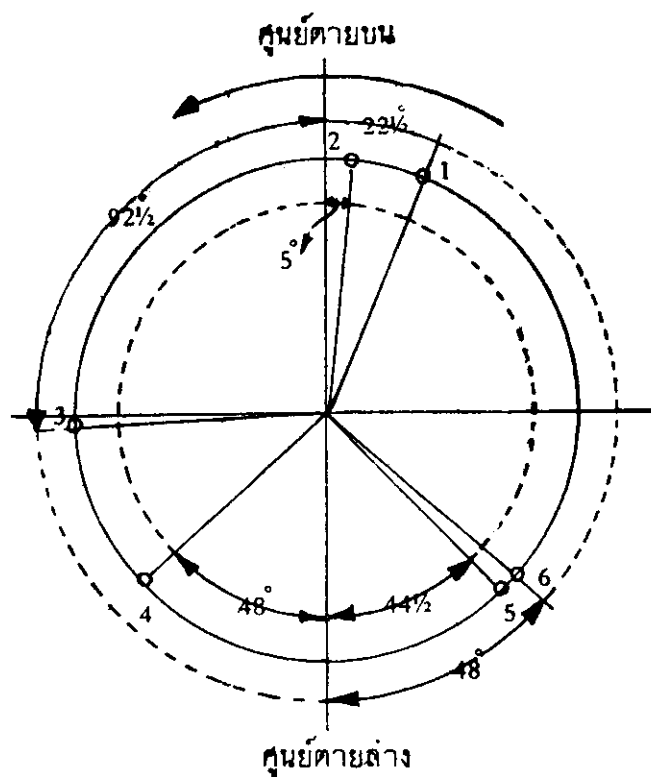


- (๑) ๒๒  $\frac{๑}{๒}$ ° ก่อนศูนย์ต่ายบน ล้นหัวฉีกเบ็ด
- (๒) ๕° ก่อนศูนย์ต่ายบน ล้นหัวฉีกปัก
- (๓) ๔๒  $\frac{๑}{๒}$ ° ถอยศูนย์ต่ายบน ล้นท้ายฉีกเบ็ด
- (๔) ๔๘° ก่อนศูนย์ต่ายล่าง ช่องอากาศตีเบ็ด
- (๕) ๔๔  $\frac{๑}{๒}$ ° ถอยศูนย์ต่ายล่าง ล้นท้ายฉีกปัก
- (๖) ๔๘° ถอยศูนย์ต่ายล่าง ช่องอากาศตีปัก

จังหวะทำงาน

๑-๕-๓-๖-๒-๔

รูปที่ ๖๔ การทดลองของเครื่องย่นตัดโซลเกรย์มาร์วิน ๒ จังหวะ ๖ ลูก

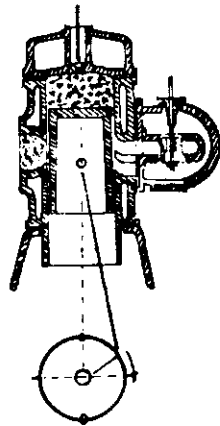


- |     |                         |                    |                |
|-----|-------------------------|--------------------|----------------|
| (๑) | $22\frac{1}{2}^{\circ}$ | ก่อนศูนย์ต่ายบน    | ล้นหัวจิตเปิด  |
| (๒) | $5^{\circ}$             | ก่อนศูนย์ต่ายบน    | ล้นหัวจิตปิด   |
| (๓) | $92\frac{1}{2}^{\circ}$ | กล้อยศูนย์ต่ายบน   | ล้นก้ำขเสยเปิด |
| (๔) | $48^{\circ}$            | ก่อนศูนย์ต่ายล่าง  | ช่องอากาศเปิด  |
| (๕) | $44\frac{1}{2}^{\circ}$ | กล้อยศูนย์ต่ายล่าง | ล้นก้ำขเสยปิด  |
| (๖) | $48^{\circ}$            | กล้อยศูนย์ต่ายล่าง | ช่องอากาศปิด   |

จังหวัดทำงาน

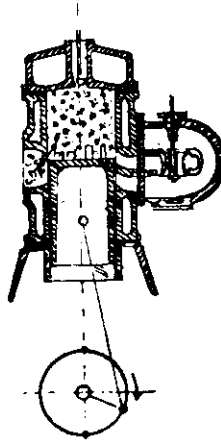
๑-๔-๒-๖-๓-๕

1. จุดระเบิดและขยายตัว

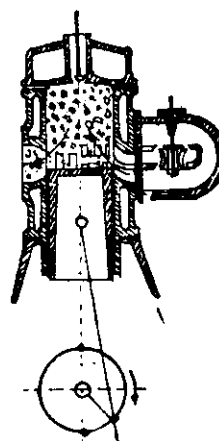


ช่องอากาศดีและช่องก๊าซเสีย  
ปิดหมดโดยลูกสูบ

2. ปลดปล่อยก๊าซเสียออก

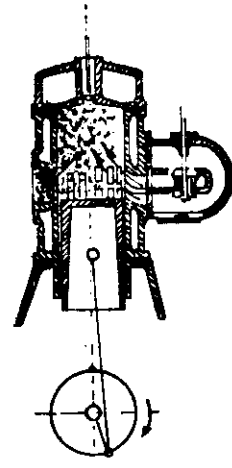


ลูกสูบเริ่มเปิดช่องอากาศดีส่วนบน  
ช่องก๊าซเสียเปิด ต้นอากาศดีปิด

3. อากาศดีเข้ากวาดล้าง  
ก๊าซเสีย

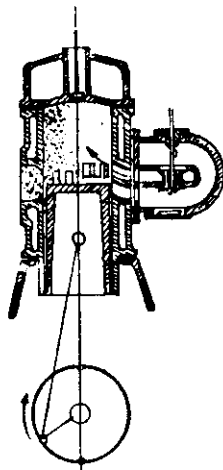
ลูกสูบเปิดส่วนล่าง  
ของช่องอากาศดี  
ช่องอากาศดีเปิด

4. เริ่มต้นอัดอากาศ



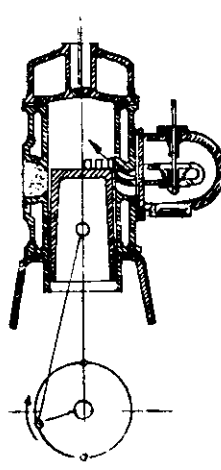
ลูกสูบเกือบถึงศูนย์ตายล่าง  
ต้นอากาศดีเปิด

5. ภายหลังซบไล่ก๊าซเสีย



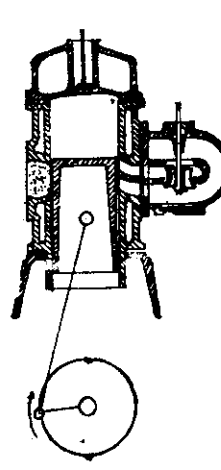
ลูกสูบเริ่มปิดช่องอากาศดี  
ต้นอากาศดีเปิด

6. ภายหลังบรรจุก๊าซอากาศดี



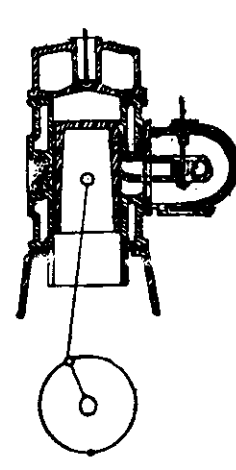
ลูกสูบปิดช่องก๊าซเสีย  
ต้นอากาศดีเปิด

7. อัดอากาศ



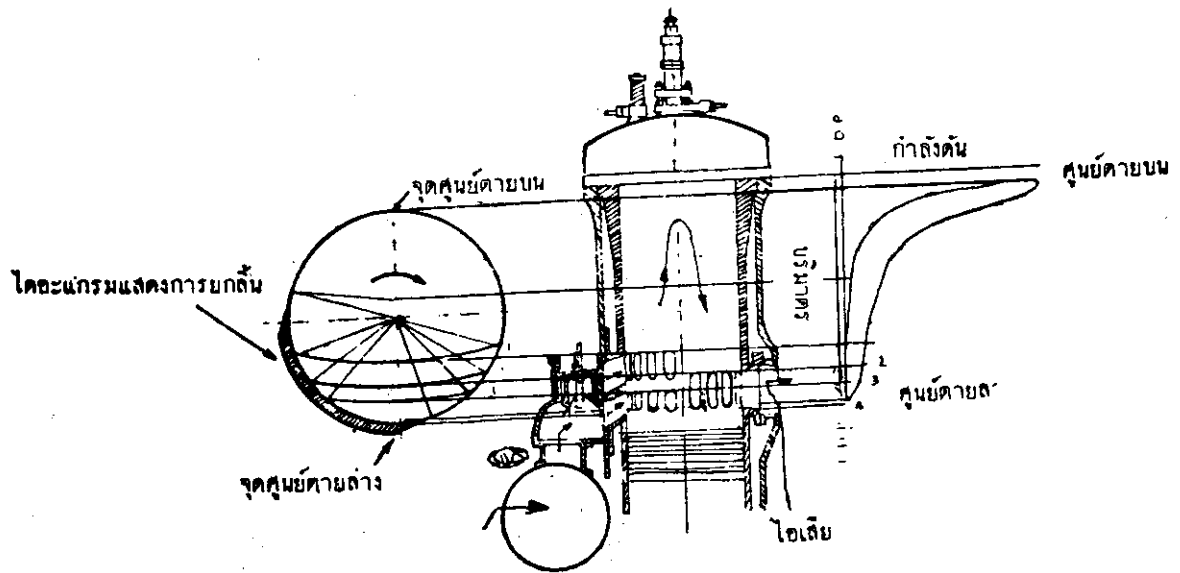
ลูกสูบปิดส่วนบนของ  
ช่องอากาศดี  
ต้นอากาศดีเปิด

8. อัดอากาศ



ลูกสูบเกือบถึงศูนย์ตายบน  
ต้นอากาศดีค่อย ๆ ปิด

รูปที่ ๖๕ เครื่องยนต์เรือ ซูเซอร์แบบ ๒ จังหวะ



รูปที่ ๖๖ รูปผ่าให้เห็นภายในกระบอกสูบเครื่องซูลเซอร์ ๒ จังหวะ

ในรูปที่ ๖๖ เป็นโคอะแกรมของเครื่อง ๒ จังหวะชนิดที่ใช้ช่องอากาศเข้าสู่อัตมอสเฟียร์ (Control port Scavenging) จะเห็นได้ว่าโคอะแกรมนี้น่าจะต่างกับโคอะแกรมที่กล่าวมาแล้วในรูปก่อน คือช่องอากาศที่ปิดที่หลังช่องก๊าซเสีย แม้จะทำให้ระยะเวลาของการอัด (Duration of Expression) น้อยไปกว่ารูปก่อนก็จริง แต่มันได้ทำให้การอัดเสียไปเลย เพราะว่าเมื่อลูกสูบเริ่มอัดอากาศบริสุทธิ์ก็ได้อัดเข้าสู่อัตมอสเฟียร์แล้ว

## บทที่ ๕

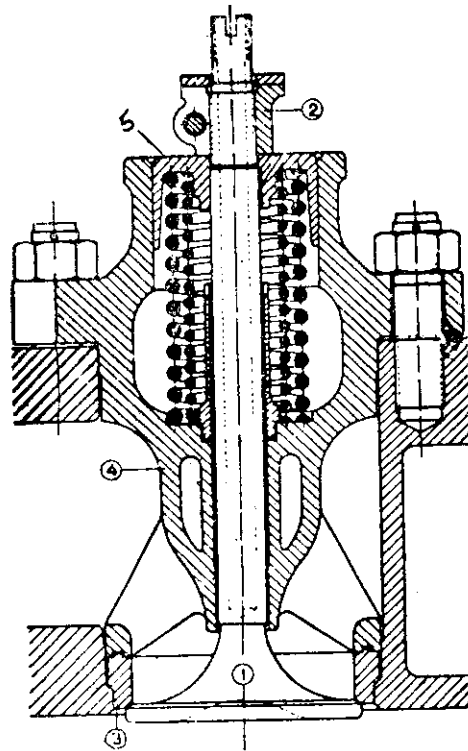
### ทางอากาศและก๊าซเสีย

(Intake And Exhaust System)

การจัดระบบทางอากาศเข้าสู่เครื่องยนต์ให้อากาศจากภายนอกเข้าไปในระบบเครื่องยนต์นั้น ความประสงค์ก็เพื่อจะช่วยให้เกิดการเผาไหม้กับจำนวนน้ำมันเชื้อเพลิงได้เพียงพอทั่วถึงกันที่ สำหรับเครื่องยนต์บางชนิดก็ช่วยในการขับก๊าซเสียให้ออกจากสูบเร็วขึ้นด้วย เกณฑ์ประมาณโดยใกล้ เคียงระหว่างจำนวนน้ำหนักของอากาศกับน้ำหนักของเชื้อเพลิง ซึ่งจัดว่าเกิดการเผาไหม้ที่สำหรับ เครื่องดีเซลนั้นได้อัตราส่วน (Ratio) ต่อกัน คือ ๒๐ ต่อ ๑ สำหรับเครื่องยนต์เต็มที (Full Load) และ ๔๐ ต่อ ๑ สำหรับเครื่องยนต์เบา (Quarter Load) ระบบทางอากาศที่เข้าสู่เครื่องยนต์มีส่วน ประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้:-

๑. หม้อดับเสียงอากาศที่เข้าสู่ และหม้อกรองอากาศที่เข้าสู่
๒. ท่อพัดหรือห้องพักอากาศ
๓. ลิ้นดูดอากาศ หรือลิ้นอากาศที่ขับไล่ก๊าซเสีย (Scavenging Air Valve) หรือช่องอากาศ (Inlet Port)
๔. เครื่องอัดอากาศ (Scavenging Air Blower) สำหรับเครื่อง ๒ จังหวะ
๕. เครื่องซูเปอร์ชาร์จ (Super Charger) ถ้ามีใช้

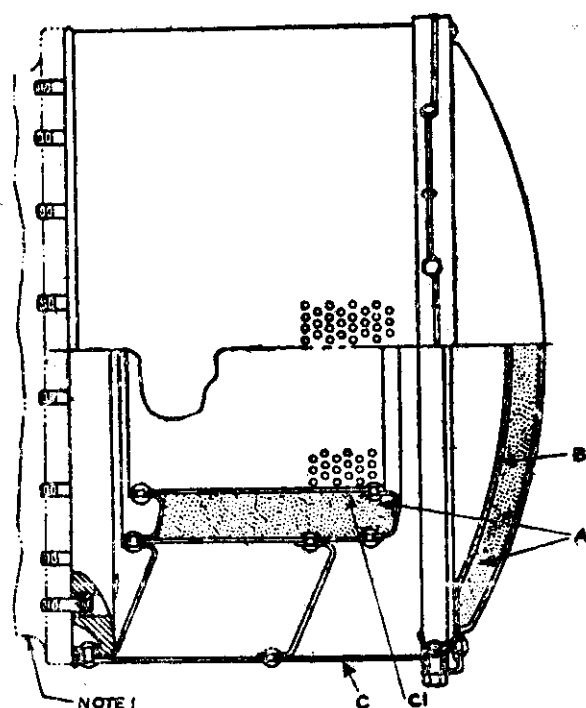
ในเครื่อง ๔ จังหวะ ได้ตั้งให้ลิ้นดูดอากาศเปิดในจังหวะดูดของลูกสูบ คือเมื่อลูกสูบ เคลื่อนลง ลูกสูบจะชักเอาอากาศจากภายนอกผ่านบรรดาหม้อกรองอากาศที่หม้อดับเสียงอากาศ และลิ้นอากาศเข้าไปในสูบจนเต็มทีว่าง รูปที่ ๖๘ เป็นรูปตัวลิ้นอากาศที่แสดงให้เห็นตัวลิ้น และ บาลัน ตัวลิ้นพักด้วยกำลังสปริง ๒ ชั้น บาลันถอยออกเปลี่ยนได้ แต่บางชนิดก็ไม่ทำให้ถอยออก ได้ตัวลิ้นธรรมชาติทำด้วยเหล็กนิเกิล ส่วนบนของลิ้นสวมอยู่ด้วยปลอกครอบสปริง (๕) ปลอก ครอบสปริงนี้ทำอาการเหมือนลูกสูบเคลื่อนขึ้นลงภายในช่องปลอกครอบสปริง (๖) ปลายก้านลิ้นมี นก (๒) ล็อกติดกับก้านลิ้น และกดอยู่หลังปลอกครอบสปริง (๕) ทำให้ลิ้นแขวนอยู่โดยกำลัง แปรของสปริง



รูปที่ ๖๗ ล้นอากาศ

ล้นอากาศขณะที่ยี่ตจะต้องให้แน่นสนิทจริง ๆ ถ้าล้นอากาศรั่วได้จะทำให้ลดกำลังของเครื่องไป ล้นอากาศรั่วจะสังเกตได้โดยเอาแผ่นกระดาษวางตรงช่องอากาศเข้าหุ้มกรองอากาศ ถ้ารั่วอากาศจะดันกระดาษกระพือกลับ อากาศที่พ่นกลับนี้อาจเป็นโดยการดึงล้นก๊าซเสียให้เปิดเข้าเกินไปได้ โดยกำลังก๊าซที่ขยายตัวทำงานที่เหลืออยู่มากก็ดันกลับไปออกทางล้นอากาศ เมื่อทั้งล้นอากาศให้ปิดเร็วเกินไปก็ได้ผลเช่นเดียวกัน ฉะนั้นต้องตรวจดูให้แน่นอนว่าอากาศพ่นกลับนั้นเป็นเพราะเหตุใด และต้องรีบแก้ไข เพราะว่าก๊าซร้อนที่วิ่งสวนทางกลับออกไปโดยแรงนั้นย่อมทำให้ล้นอากาศสึกกร่อนรวดเร็ว

ในเครื่องดีเซล ๔ จังหวะ นอกจากจะจัดให้อากาศเข้าสู่โดยวิธีธรรมชาติอย่างทีกล่าวมาแล้ว ยังมีการจัดให้อากาศเข้าสู่โดยวิธีอัดอากาศเข้าสู่ (Super Charger) ซึ่งมีกำลังดันสูงกว่าอากาศธรรมดาอย่างเดียวกับที่ใช้กับเครื่อง ๒ จังหวะ แต่มักจะใช้เฉพาะเครื่องที่ต้องการความเร็วสูงบางชนิดเท่านั้น



รูปที่ ๖๘ หม้อดับเสียงอากาศ

**หม้อดับเสียงอากาศและหม้อกรองอากาศเข้าสู่อุปกรณ์** (Air Intake Silencers and Strainer) หม้อดับเสียงอากาศเข้าสู่อุปกรณ์นี้มีไว้สำหรับเครื่องที่อากาศที่วิ่งเข้าสู่อุปกรณ์โดยแรงและเกิดเสียงดังอย่างเป่าหวูด หรือนกหวีด ทำให้เกิดความรำคาญ จึงต้องมีหม้อดับเสียง ส่วนหม้อกรองอากาศเข้าสู่อุปกรณ์นั้นเป็นตะแกรงซ้อนกันอยู่ภายในหม้อดับเสียง หม้อกรองอากาศมีไว้เพื่อป้องกันผงและสิ่งอื่นๆ ที่อาจปนเข้าไปทำความเสียหายให้แก่ชิ้นและอุปกรณ์ได้

**การขับไล่ก๊าซเสีย** (Scavenging) ก็เป็นวิธีการที่กำจัดก๊าซเสียให้ออกไปจากสูบโดยเร็วในระหว่างที่ลูกสูบเลื่อนลงเกือบจะสู่ระยะเลื่อนของจังหวะก๊าซขยายตัว หรือในระหว่างที่ลูกสูบจะเลื่อนขึ้นในจังหวะอัดของเครื่อง ๒ จังหวะ เรียกว่าการขับไล่ก๊าซเสีย (Scavenging) การกระทำของ Scavenging ก็คืออัดให้อากาศบริสุทธิ์จากภายนอกวิ่งเข้าไปในสูบในขณะที่ลิ้นก๊าซเสีย (Exhaust Valve) หรือช่องก๊าซเสีย (Exhaust Port) เปิดกำลังอัดของอากาศนั้นมีประมาณ ๑ ถึง ๕ ปอนด์ต่อตารางนิ้วโดยใช้สูบ (Pump) หรือโบลเวอร์ (Blower) หรือใช้ลูกสูบของเครื่องยนต์นั้นเองอัดอากาศที่กักไว้จากห้องข้อเหวี่ยงไปยังช่องอากาศเข้าสู่อุปกรณ์ วิธีหลังนี้ต้องบอกให้ยกลูกสูบ

เป็นชั้นและห้องข้อเสือบีบกันอากาศร่ว (Air Tight) ขณะที่ลูกสูบเลื่อนลงในจังหวะทำงาน อากาศในห้องข้อเสือบีบจะถูกอัดให้วิ่งเข้าไปทางช่องอากาศที่ ผ่านมากซึ่งบังคับให้ทางอากาศที่วิ่งขึ้นข้างบนสูบและไล่ก๊าซเสียให้วกกลับออกมาทางช่องก๊าซเสียซึ่งอยู่ตรงข้ามกับช่องอากาศ

การไล่ก๊าซเสียออกจากสูบด้วยกำลังอัดอากาศ หรือเรียกว่า "Scavenging" ดังกล่าวแล้ว นั้นมีแบบต่าง ๆ กัน อาจจำแนกไว้ได้ดังต่อไปนี้:-

๑. ช่องขับไล่โดยตรง โดยเป็นวงและไล่ทางเดียว (Port Scavenging, Direct, Loop And Uniflow)

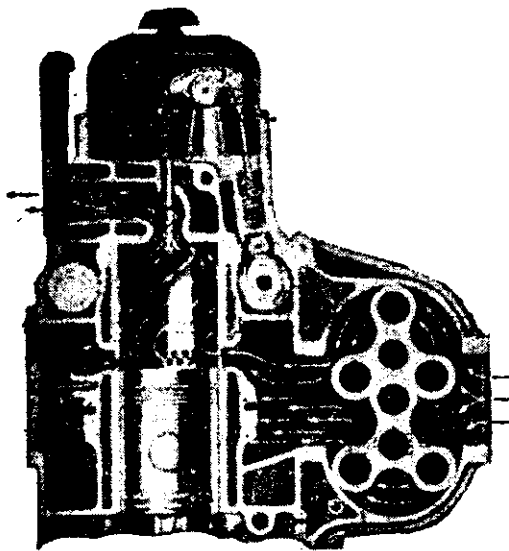
๒. ใช้ลิ้นขับไล่ทางเดียว (Valve Scavenging Uniflow)

แบบเหล่านี้แสดงให้เห็น ดังแสดงในรูปที่ ๗๑

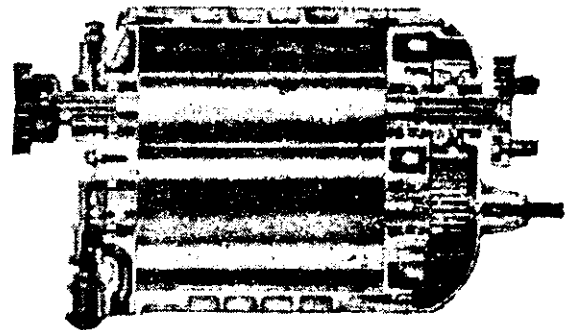
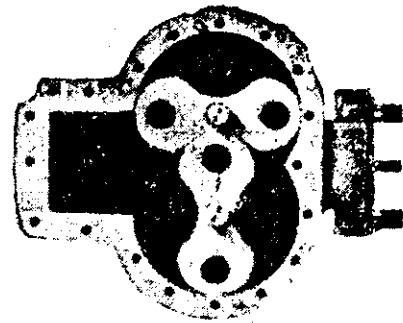
รูป A เป็นแบบช่องขับไล่โดยตรง (Direct Port Scavenging) ช่องก๊าซเสียและช่องอากาศที่อยู่คนละข้างกับสูบ เป็นแบบที่ใช้ลูกสูบบัลดอากาศปริสทุธิ์ลงห้องแคว้งก็

รูป B เป็นแบบช่องขับไล่โดยเป็นวง (Loop Port Scavenging) ที่ใช้ในเครื่อง H. O. R. M. A. N. Double Acting ช่องอากาศและช่องก๊าซเสียอยู่ข้างเดียวกัน ภายในแบบจะ เห็นได้ว่าช่องอากาศที่จะต้องปิดก่อนช่องก๊าซเสียเสมอ เพื่อปล่อยให้กำลังของก๊าซเสียลดลงทำ กำลังของอากาศที่จะอัดเข้ามาและในขณะที่ลูกสูบเลื่อนปิดช่องอากาศเมื่อเริ่มจังหวะอัดนั้น ของ ก๊าซเสียก็ยังเปิดอยู่ ทำให้อากาศส่วนหนึ่งออกไปได้ และทำให้การอัดอากาศน้อยไป ฉะนั้น จึงได้ทำลิ้นทาลบัตร์ (Rotary Valve) ขึ้นที่หลังช่องก๊าซเสียออกและตั้งจังหวะให้ลิ้นนี้ปิดเสียก่อน ที่ช่องอากาศที่จะบีบ ลิ้นนี้เปิดโดยอาการหมุนของเพลอันหนึ่งซึ่งส่งกำลังจากเพลของเครื่อง โดยโซ่สายพานหรือวงเคียน (eccentric)

รูป C เป็นแบบใช้ลิ้น (Vlve Scavenging) ใช้ในเครื่อง Winton แบบนี้อากาศเข้า ทางข้างของสูบ แล้ววิ่งขับก๊าซเสียผ่านตรงทางเดียวขึ้นยอดสูบไปออกทางลิ้นก๊าซเสีย สูบแบบนี้ ส่วนล่างเจาะช่องอากาศที่รอบกระบอกสูบ ที่ฝาสูบมีลิ้นก๊าซเสียด้านละ ๒ อัน จัดให้เปิดปิดพร้อม กันโดยกลไกของก้านส่งซึ่งติดต่อกันมาจากลูกเบี้ยว ลิ้นก๊าซเสียตั้งจังหวะให้ปิดก่อนช่องอากาศได้ อย่างแบบก่อน การจัดให้อากาศที่วิ่งขับก๊าซเสียจากส่วนล่างไปออกส่วนบนของลูกสูบเรียกว่าแบบ ขับไล่ทางเดียว "Uniflow"

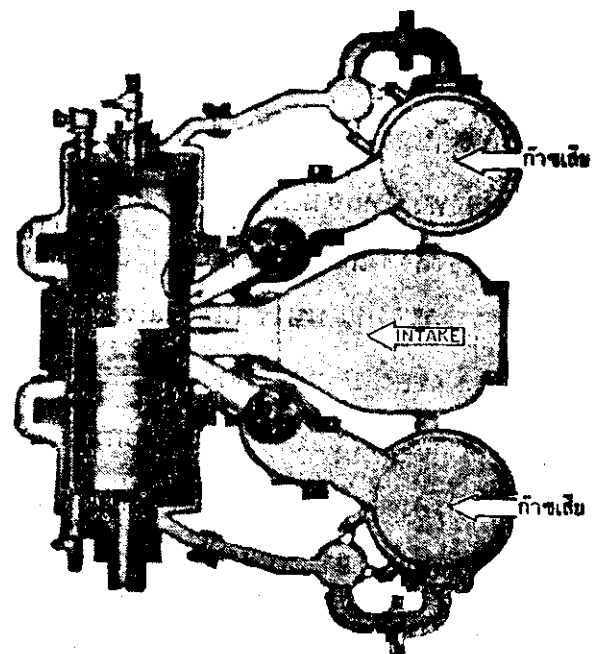
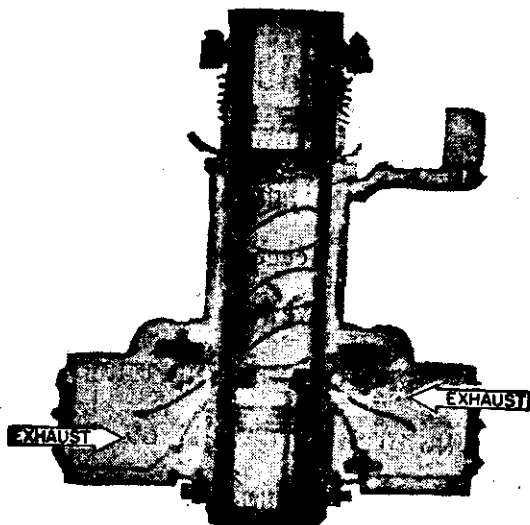


ปั๊มอากาศใช้ในเครื่องยนต์ จี-เอ็ม



ปั๊มอากาศใช้กับเครื่องยนต์ คัมมิ่ง

รูปที่ ๖๙ แสดงการใช้ ปั๊มอากาศ



รูปที่ ๗๐ เครื่องยนต์แบบใช้ช่องอากาศดี

ในเครื่องแบบระเบิดกลาง (Opposed Piston) นั้นจัดให้อยู่ในจำพวกช่องขับไล่ (Port Scavenging) แต่ใช้อากาศขับก๊าซเสียแบบทางเดียว Uniflow

**ซูเปอร์ชาร์จิง (Super Charging)** ก็คือการกระทำให้กำลังของอากาศเข้าสู่ได้มากกว่าที่ลูกสูบจะดูดเข้าไปจากบรรยากาศธรรมดาโดยลำพัง ในการนี้จะกระทำได้ผลในระหว่างที่ลูกสูบเริ่มจังหวะอัด หรือระหว่างที่ลูกสูบจะสุตระยะไล่ก๊าซเสีย กำลังของอากาศที่ Super Charging ส่งเข้าไปมีประมาณ ๑ ถึง ๕ ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว ผลอันนี้ก็เพื่อต้องการให้เครื่องยนต์ได้เกิดกำลังงานเพิ่มขึ้น ก็ตามหลักมีอยู่ว่าถ้าสามารถเพิ่มน้ำหนักของอากาศบริสุทธิ์เข้าสู่ได้มากขึ้นก็จะทำให้เชื้อเพลิงเกิดการเผาไหม้หมดจดได้มากขึ้นเช่นกัน เพราะวาล์วธรรมดาคือเครื่องยนต์เราสามารถจะทำให้ **น้ำหนักเชื้อเพลิง** เข้าสู่ได้มากกว่าอากาศในเมื่อเครื่องเดินในความเร็วสูง แต่อากาศเราบังคับให้เข้าสู่ได้ยาก นอกจากจะเกิดจากกำลังดูดของลูกสูบเอง ในเครื่องดีเซล ๔ จังหวะประเภทหมุนเร็ว Super Charging มีประโยชน์มาก อาจทำให้เกิดกำลังงาน (Power Output) เพิ่มขึ้นอีกประมาณ ๕๐ เปอร์เซ็นต์

มีข้อที่ควรสังเกตคือในเครื่องดีเซล ๒ จังหวะบางชนิดที่แต่งจังหวะของลิ้นหรือช่องก๊าซเพื่อให้เปิดเสียก่อนที่ช่องอากาศดี (Scavenging Port) จะเปิดในจังหวะที่ลูกสูบจะตักตันอัดนั้น ก็เพื่อจะต้องการให้บังเกิดผลของ Super Charging เช่นเดียวกัน

วิธีที่จะนำอากาศมากระทำให้เกิด Super Charging นี้มีหลายวิธี เครื่องบางชนิดใช้เครื่องเป่าอากาศซึ่งส่งกำลังหมุนมาจากเพลาล้อเสือ เครื่องบางชนิดก็ใช้กำลังขับให้หมุนโดยกำลังจากภายนอก (เช่น ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า) ๒ และบางชนิดก็ใช้การอัดอากาศถึงห้องแก๊วกรักโดยใช้ลูกสูบของเครื่องจักรยนต์นั้นเอง

Super Charging ทำประโยชน์ให้แก่เครื่องดีเซลชนิด ๔ จังหวะเป็นอย่างมากเครื่อง ๔ จังหวะที่ใช้ Super Charging นั้นได้กำลัง Output เพิ่มขึ้นประมาณ ๕๐ เปอร์เซ็นต์

เครื่องอัดอากาศที่ใช้ในการซูเปอร์ชาร์จิงแบบหนึ่งที่นิยมใช้กับเครื่องดีเซล ๔ จังหวะเรียกว่า บุชชี ซูเปอร์ชาร์จิง "Buchi Super Charging" เป็นเครื่องอัดอากาศแบบกังหัน (Turbo Blower) ใช้ก๊าซเสียมาขับให้เครื่องกังหันหมุนและอัดอากาศซึ่งมีทางต่อส่งอากาศอัด (Super Charging) ไปยังลิ้นอากาศดี เครื่อง Turbo Blower นี้หมุนนาทิละ ๑๖,๓๐๐ ถึง ๒๐,๐๐๐ รอบต่อนาที Blower นี้อัดอากาศได้มีกำลังตันประมาณ ๓ ถึง ๕ ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว

การใช้ Super Charging ก็เพื่อต้องการให้มีประสิทธิภาพทางปริมาตร Volume Efficiency สูง ก็คือการให้ได้น้ำหนักของอากาศบริสุทธิ์เข้าบรรจุในปริมาตรของกระบอกสูบให้ได้มากที่สุดเพื่อให้เกณฑ์แรงโซของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศได้ส่วนกันเกี่ยวกับการเผาไหม้ แต่เท่าที่เป็นอยู่เวลานี้ปรากฏว่าทำ Volume Tric Efficiency ไม่ได้ผลเต็มที่ คงได้ผลงาน (Out Put) เพิ่มขึ้นเพียง ๓๐-๓๕ เปอร์เซ็นต์เท่านั้น เพราะว่าอากาศที่วิ่งเข้าสู่นั้นจะต้องถูกความร้อนขยายตัวขึ้นอย่างหนึ่ง และอีกอย่างหนึ่งก็จะต้องเสียไปโดยปนกับก๊าซเสียซึ่งตกค้างอยู่ในกระบอกสูบ น้ำหนักของอากาศจึงเข้าสู่นไม่ได้ตามเกณฑ์ ฉะนั้นการลดอุณหภูมิของอากาศก่อนที่จะเข้าสู่นให้เย็นลงเสียก่อนโดยให้ผ่านการหล่อเย็น Cooler นั้นก็เพื่อความประสงค์อันนี้

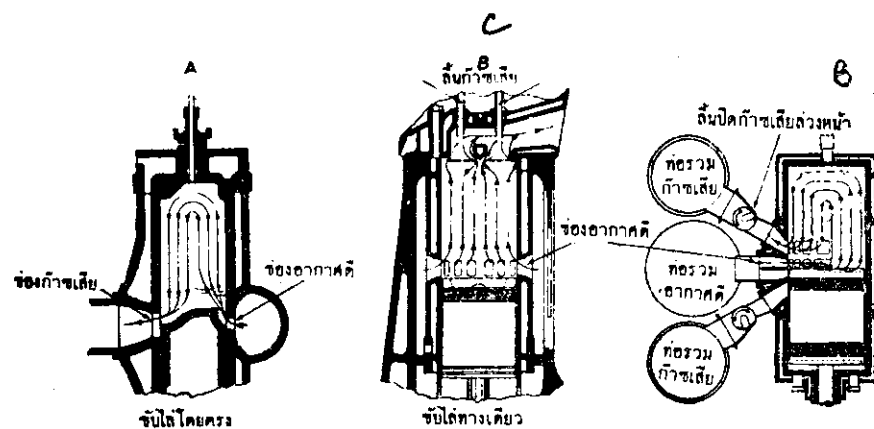
**ทางของก๊าซเสีย (Exhaust System)** การจัดระบบทางเดินของก๊าซเสียนั้นมีความประสงค์ที่จะให้ก๊าซซึ่งได้ขยายตัวทำงานภายในสูบ แล้วออกไปสู่อากาศภายนอกโดยเงียบที่สุดประการหนึ่ง อีกประการหนึ่งเพื่อรักษาความร้อนบางส่วนไว้ ส่วนประกอบที่สำคัญเกี่ยวกับทางของก๊าซเสียอาจแบ่งได้ดังนี้ คือ:-

๑. ลิ้นก๊าซเสีย (Exhaust Valve) ช่องก๊าซเสีย (Exhaust Port)
๒. ท่อพักก๊าซเสีย (Exhaust Header) ท่อก๊าซเสีย (Pipe) หม้อระงับเสียง (Silencer)
๓. เครื่องตรวจอุณหภูมิของก๊าซเสีย

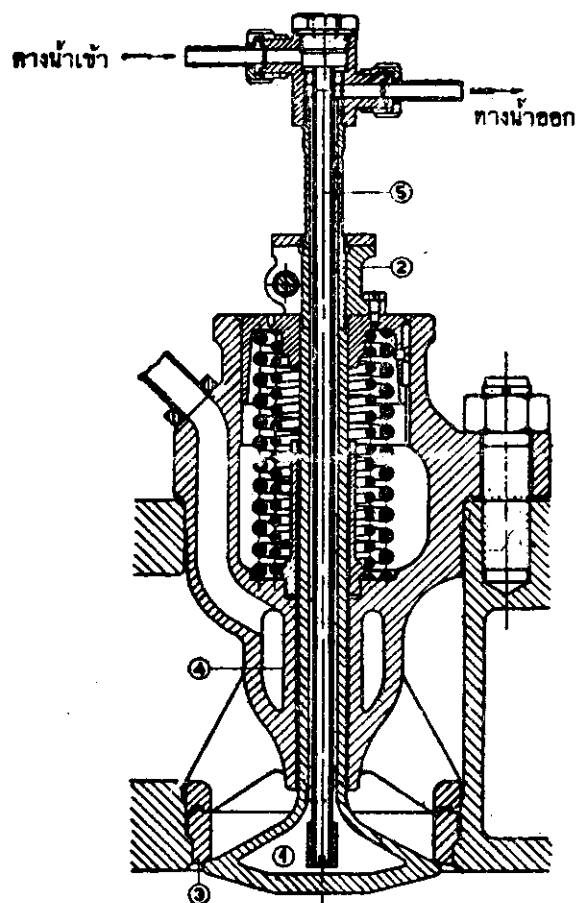
เครื่องที่เซล ๔ จังหวะ ทางเดินของก๊าซเสียประกอบด้วยลิ้นก๊าซเสีย ท่อพักก๊าซเสีย ท่อก๊าซเสีย ก๊าซเสียที่นำไปใช้หมุนเครื่องกังหันสำหรับ Super Charging เครื่องตรวจอุณหภูมิของก๊าซเสีย หม้อระงับเสียง ลิ้นก๊าซเสียของเครื่อง ๔ จังหวะทั้งหมดบังคับเปิดปิดโดยกลไกของก้านบังคับลิ้นและลูกเบี้ยว (Rocker Arm And Cam) ท่อพักก๊าซเสียวางทอดไปตามทางยาวของเครื่องยนต์ และมีส่วนแยกหักเป็นข้อศอกติดต่อกับฝาสูบทุกสูบ

ส่วนสำคัญในเรื่องก๊าซเสียก็คือลิ้นก๊าซเสีย (Exhaust Valve) ลิ้นก๊าซเสียนั้นต้องถูกความร้อนผ่านอยู่เสมอ ฉะนั้นจึงต้องใช้เหล็กหล่อเพื่อทนไม่ให้ร้อนตัวเกิดการงอหักได้ง่าย ลิ้นก๊าซเสียทำด้วยเหล็กดีผสมพิเศษ ถ้าเป็นลิ้นขนาดใหญ่ซึ่งหมุนซ้ำมักจะตึงจะงอหักลิ้นและตัวลิ้นให้กลวงสำหรับจัดให้น้ำเดินเข้าหล่อถังในรูปที่ ๗๒

น้ำเข้าหล่อทางรูกลวงก้านลิ้น (๕) ผ่านลงไปถึงตัวลิ้นซึ่งทำภายในกลวง (๑) น้ำซึ่งผ่านออกจาก (๕) จะไหลวนเวียนอยู่ใน (๑) นี้ แล้ววกขึ้นทางช่องรอบนอกรูกลวง (๕) ไปออกทางออก (Water Outlet) ที่ปลายก้านลิ้น การจัดใช้น้ำหล่อตัวลิ้นนี้บางชนิดก็แตกต่างกัน



รูปที่ ๗๑ แสดงการจับไต่ก๊าซเสียแบบต่าง ๆ



รูปที่ ๗๒ ถังเก็บก๊าซเสียแบบมีน้ำหล่อแสดงหัวต่อน้ำหล่อ

สำหรับเครื่องที่เซลบางแบบซึ่งมีความเร็วสูง ไม่มีการใช้น้ำหล่อภายในตัวสันก๊าซเสีย แต่ต้องสร้างถ้วยโลหะที่ป้องกันความร้อนสูงไว้

**หม้อระงับเสียง (Exhaust Muffers)** ในเครื่องยนต์ ๒ จังหวะ กำลังของก๊าซเสียที่ปล่อยออกสู่อากาศภายนอกนั้นมีประมาณตั้งแต่ ๒๐ ถึง ๔๐ ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งบังเกิดเสียงดังได้ยินไปไกลหลาย ๆ ไมล์ หากไม่มีเครื่องระงับเสียง ส่วนเครื่อง ๔ จังหวะนั้น ไม่สู้จะดังมากนัก เพราะกำลังสันก๊าซเสียที่ปล่อยออกสู่อากาศนั้นมีน้อย ถึงแม้ว่าอย่างไรก็ตามก็จำเป็นต้องใช้เครื่องระงับเสียงด้วยกันทั้งสองประเภท ซึ่งต้องระวังอยู่อย่างหนึ่งคือไม่ให้เกิดกำลังต้านทานผ่นกลับเข้ามาในกระบอกสูบ (Back Pressure) มากนัก

หม้อระงับเสียงที่ใช้สำหรับเครื่องยนต์เรือเดินทะเลนั้น ตัวหม้อรอบนอกสร้างด้วยเหล็กหล่อหรือทำด้วยเหล็กแผ่น ภายในทำเป็นแผ่นกันหลายอันและออกแบบ เพื่อไม่ให้เกิดเสียงกับ ไม่ให้เกิดเป็นการต้านทานกำลังของก๊าซเสียจนเกินไป หม้อระงับเสียงที่ใช้ทั่วๆ ไปมี ๒ ชนิดคือ:-

๑. ชนิดแห้ง (Dry Type)

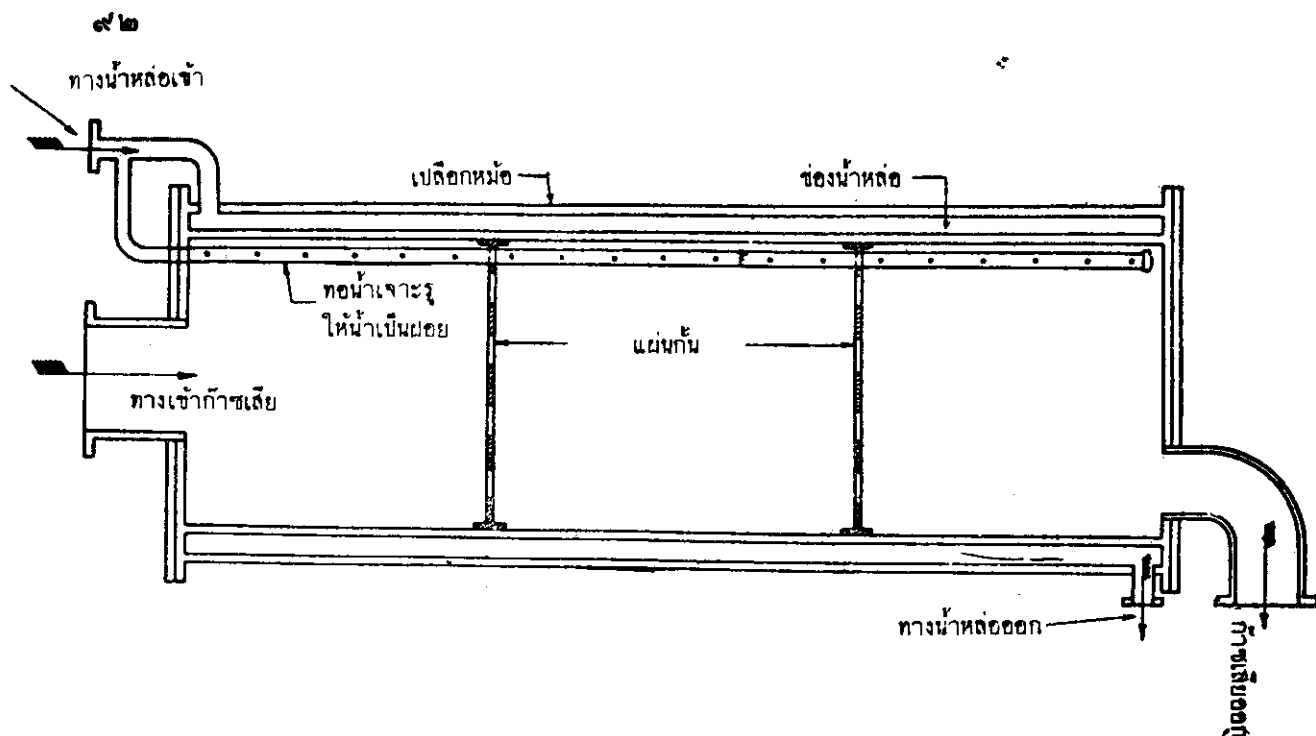
๒. ชนิดเปียก (Wet Type)

ทั้งสองชนิดนี้มีน้ำหล่อระหว่างฝาภายนอกและฝาภายในของหม้อระงับเสียงเพื่อลดอุณหภูมิของก๊าซเสียลงให้เหลือน้อยที่สุด ภายในหม้อระงับเสียงมีแผ่นเหล็กเจาะรูกันเป็นตอน ๆ เพื่อมิให้ก๊าซเสียผ่านไปโดยตรง

หม้อระงับเสียงชนิดแห้ง ก๊าซเสียจะขยายตัวปะทะกับแผ่นที่เจาะรูกันเป็นตอน ๆ (Baffle Plates) และลดกำลังคลื่นลง หม้อระงับเสียงชนิดแห้งก๊าซเสียไม่สัมผัสกับน้ำเลย

หม้อระงับเสียงชนิดเปียกนั้น ก๊าซเสียที่ผ่านเข้าไปจะขยายตัวปะทะกับฝอยน้ำถูกความเย็นยวบยาลง วิธีนี้ช่วยการระงับเสียงได้ดี กำจัดเขม่าและควันซึ่งเกิดในท่อก๊าซเสียลงได้อีกด้วย รูปที่ ๗๓ แสดงให้เห็นการสร้างแบบนี้ สามารถจะวัดได้ นอกจากจะต้องทำเป็นชนิดพิเศษ แต่ทำที่มีใช้อยู่วัดได้ไม่เกิน ๑,๐๐๐ ฟ. ซึ่งยังไม่เหมาะสมที่จะใช้กับเครื่องที่เซลบางประเภท ฉะนั้นจึงต้องใช้เครื่องวัดอุณหภูมิอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า "Thermo Electric Thermometer หรือ Electrical Pyrometer" หรือจะเรียกสั้น ๆ ว่า "Pyrometer"

เครื่องวัดชนิดนี้วัดอุณหภูมิได้ด้วยกระแสไฟฟ้า คือได้จากหลักของการกำเนิดกระแสไฟฟ้าอย่างหนึ่ง กล่าวไว้ว่า เมื่อเราเผารอยต่อของแร่สองชนิดที่ต่างกันจะบังเกิดวงจรของกระแส



รูปที่ ๗๓ หม้อระจับเสียงชนิดเบี่ยง

ไฟฟ้าผ่านแร่ทั้งสองนั้น ดังแสดงในรูปที่ ๗๔ แร่ต่างชนิดกันเรียกว่าเทอร์โมคอปเปิล (Thermo Couple) เมื่อ (Thermo Couple) ถูกเผาด้วยความร้อนมากขึ้นและวัดกำลังไฟฟ้าด้วยเครื่องกาลวานอมิเตอร์ (Galvanometer) หรือมิลลิโวลต์มิเตอร์ (Milli Voltmeter) จะเห็นว่าเข็มวัดที่หน้าปัดของเครื่องวัดนี้สูงขึ้นทุกที ฉะนั้นการเทียบแบ่งสเกลเป็นจำนวนของอุณหภูมิที่หน้าปัดของโวลโมิเตอร์ก็เทียบตามแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Voltage) ที่เกิดขึ้นในวงจรของแร่คู่กัน

คู่ของแร่เทอร์โมคอปเปิล ต่างชนิดที่ใช้วัดจำนวนองศาของอุณหภูมิ ซึ่งมีความร้อนสูงนั้นต่าง ๆ กัน แล้วแต่ละเลือกใช้ เป็นต้นว่า แร่บิสมาทกับแร่แอนติโมนีเหมาะสำหรับวัดอุณหภูมิต่ำกว่า ๒๐๐°ฟ. แร่แพลตินัมกับแร่แพลตินัมโรเดียม (Platinum rodium) เหมาะสำหรับวัดอุณหภูมิสูง ๆ อาจวัดได้ถึง ๓,๕๐๐°ฟ. แต่แร่ที่เหมาะสมสำหรับอุณหภูมิของความร้อนก๊าซเสียในเครื่องดีเซลนั้นโดยมากใช้แร่เหล็ก (Iron) คู่กับแร่ผสมนิกเกิลทองแดง (Nickle Copper) ซึ่งเรียกว่าคอนสแตนต์ (Constantant) โวลโมิเตอร์

เครื่อง Pyrometer นี้สอดคอดอยู่ในท่อก๊าซเสียที่ออกจากสูบทุก ๆ สูบ และต่อสายไฟไปที่หน้าปัดดังแสดงในรูปที่ ๗๕ หน้าปัดนี้โดยมากติดไว้ที่ผู้ควบคุมใช้เครื่องจะอ่านได้สะดวก

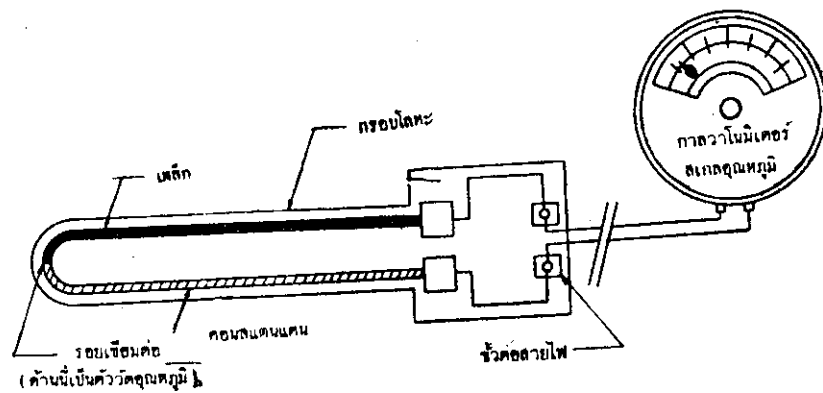
ให้แทนหน้าบัคมีป้อนสวิตซ์ต่อทางไฟจาก Pyrometer ประจำสับต่าง ๆ เมื่อต้องการจะตรวจสอบอุณหภูมิของสับใดก็จะตรวจสอบดูได้แต่ละสับ การตรวจสอบอุณหภูมิก็อาศัยภายในสับก็เพื่อจะทราบว่าคุณภาพการเผาไหม้ดีหรือไม่ สับใดไม่มีการเผาไหม้หรือเผาไหม้ไม่ดีเพื่อจะได้แก้ไขต่อไป

ไฟโรมิเตอร์ที่ใช้กันอยู่เวลานี้ประกอบด้วยหลอดเหล็ก หรือท่อเหล็กยาว ๔ นิ้ว หรือ ๔ นิ้วเศษ มีปลายข้างหนึ่งเปิด ที่ปลายเปิดนี้มีเทอร์โมคอปเปิลคือเส้นลวดคอนสแตนแทนตันท์กับลวดเหล็ก (Iron) ซึ่งปลายขมวดเชื่อมต่อกันไฟล่อออกมาจากที่ขมวดเชื่อมไว้ได้แยกเส้นและหุ้มไว้ด้วยแอสเบสตอสบรรจุอยู่ในหลอดเหล็กนั้น (ปลายที่ต่อเชื่อมไม่ต้องหุ้ม) ทั้งในรูป ๗๖ และให้ลวดทั้งสองที่ไฟล่อออกมาอีกข้างหนึ่ง ปลายลวดทั้งสองที่ไฟล่อออกมานั้นมีสายไฟต่อไปเข้าเครื่องวัดมิลลิโวลท์มิเตอร์ ดังได้กล่าวมาแล้ว (ดูรูปที่ ๗๔)

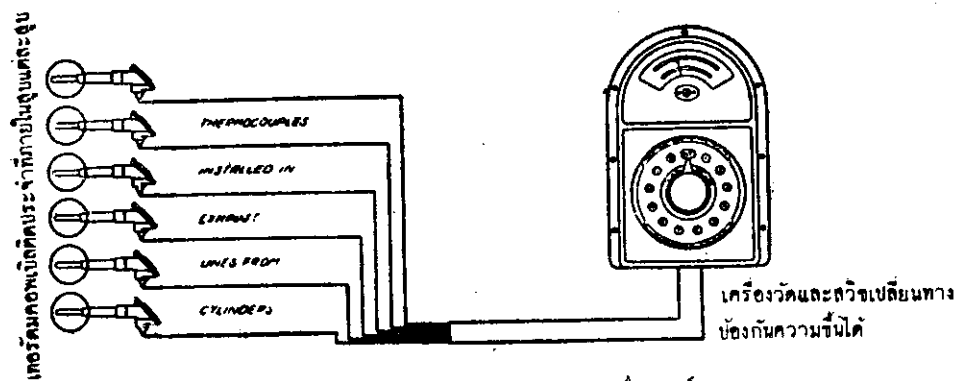
ส่วนที่ชำรุดเสียหายที่เกิดขึ้นได้ง่ายในเครื่องไฟโรมิเตอร์ ก็คือ :-

๑. ปลายลวดคอนสแตนแทนตันท์ (Constantant) ขาดหลุดออกจากปลายลวดเหล็ก (Iron) ที่เชื่อมต่อกันไว้
๒. ส่วนที่หุ้มด้วยแอสเบสตอสชำรุดขาดหรือเสื่อมคุณภาพ

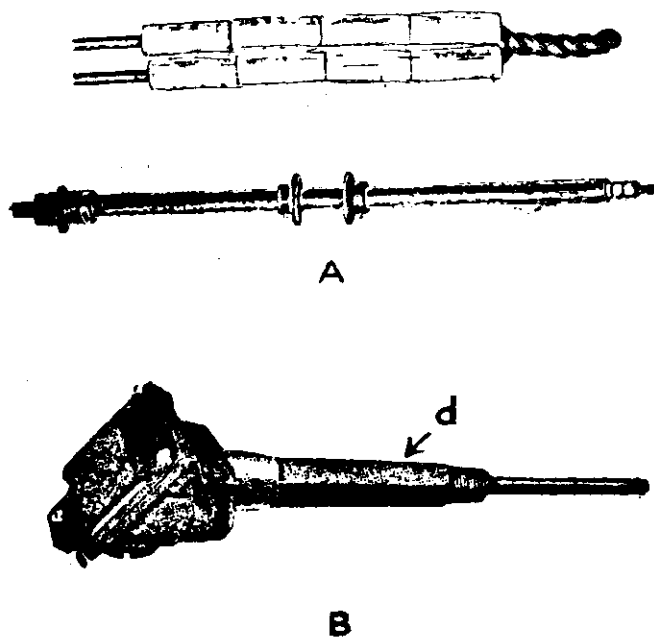
ทุก ๆ ๖ เดือนควรจะต้องตรวจสอบไฟโรมิเตอร์ทุก ๆ ตัวว่าจะอยู่ในสภาพดีและวัดได้ถูกต้องหรือไม่



รูปที่ ๗๔ เทอร์โมคอปเปิ้ล ไพโรมิเตอร์



รูปที่ ๗๕ ไพโรมิเตอร์สำหรับวัดเครื่องยนต์



รูปที่ ๗๖ ส่วนประกอบของไพโรมิเตอร์

## บทที่ ๖

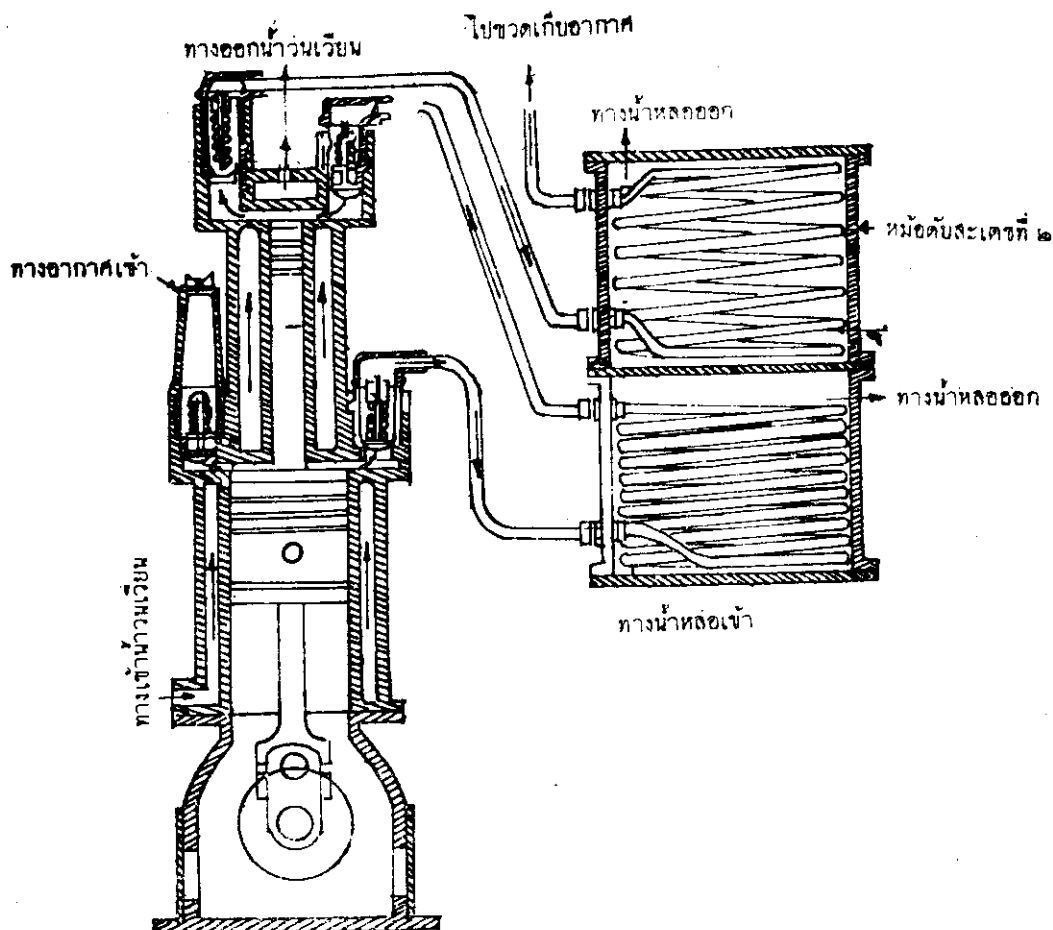
### การใช้อากาศอัด (Compressed Air System)

ในบทก่อน ๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า เครื่องที่เซลมีความสำคัญที่จะต้องใช้อากาศอัดทั้งกำลังกันต่ำ และกำลังกันสูงเกี่ยวข้องอยู่ด้วย ฉะนั้นในบทนี้จะได้อธิบายถึงเครื่องอัดอากาศ หรือเครื่องอัดลม (Air Compressor) และการใช้อากาศอัด (Compressed Air) ไปกระทำกับส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังกล่าวมาแล้วนั้นต่อไป

**เครื่องอัดอากาศ (Air Compressor)** ในเครื่องชนิดประเภท Air Injection ต้องใช้อากาศอัดกำลังกันสูงเพื่อทำงานอยู่ ๓ อย่างคือ ใช้ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ลิ้นหัวฉีดเพื่อให้กระจายเป็นฝอย ใช้ในการติดเครื่อง และใช้ในการกลับจักร เครื่องยนต์ประเภทนี้ใช้อากาศอัดกำลังกันสูงเป็นประจำในขณะที่เครื่องเดิน ฉะนั้นเครื่องอัดอากาศมักจะใช้เดินด้วยกำลัง ซึ่งส่งมาจากเพลลาของเครื่องจักรใหญ่ โดยติดอยู่ที่เพลลาตอนหัวของเครื่อง ส่วนในเครื่องประเภท Direct Injection หรือ Mechanical Injection นั้นใช้อากาศอัดกำลังสูงเพื่อทำงาน ๒ อย่างคือ สำหรับติดเครื่อง และใช้ในการกลับจักรก่อนที่จะเดินเครื่องเท่านั้น เมื่อเครื่องติดและเดินแล้วก็เลิกใช้ ฉะนั้นเครื่องอัดอากาศจึงแยกอยู่ในประเภทเครื่องจักรช่วยต่างหาก เครื่องอัดอากาศกำลังสูงที่ใช้ในการนี้โดยมากเป็นเครื่อง ๔ สะเทร รูปที่ ๗๗ เป็นเครื่องอัดอากาศแบบใหม่แบบหนึ่งที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้ หมุนให้เดินด้วยกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้า

เครื่องแบบนี้มี ๒ สูบ ข้อเสื้อมากมุกต่อกัน ๑๘๐ องศา สูบหนึ่งๆ แบ่งเป็น ๒ ตอน คือสูบใหญ่และสูบเล็กตอนย่อยสูบ ลูกสูบของสูบใหญ่ตอนกลางทำเข้าไว้ให้อัดได้อีกช่วงหนึ่ง ฉะนั้นแต่ละสูบแบ่งการทำงานได้ ๓ ช่วง ตอนบนลูกสูบใหญ่และตอนกลางลูกสูบใหญ่ซึ่งทำเข้าไว้ของทั้งสองสูบเป็น สะเทร ๑ และสะเทร ๒ ตามลำดับ ส่วนสูบเล็กย่อยสูบของสูบขวา เป็นสะเทร ๓ ลูกสูบเล็กย่อยสูบของสูบซ้ายเป็นสะเทร ๔ นั่นคือ เป็นสะเทรคู่ สะเทร ๓ และสะเทร ๔ เป็นสะเทรเดี่ยว เราจะสังเกตได้ว่าถ้าอันใดมีลูกสูบเล็ก อันนั้นจะเป็นสูบกำลังกันสูง (เช่นสะเทร ๔)





รูปที่ ๗๘ ภาพสะเก็ชเครื่องอัดอากาศ

รูปที่ ๗๘ เป็นรูปสะเก็ชแบบธรรมชาติของเครื่องอัดอากาศ (Air Compressor) ๒  
 ระยะ ส่วนสำคัญประกอบด้วยลูกสูบ ๒ ลูก ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางต่างกัน คือลูกสูบชั้นกัน  
 สูบใหญ่เป็นระยะที่ ๑ สูบเล็กเป็นระยะที่ ๒ ก้านต่อดัดต่อกันกับลูกสูบของสูบใหญ่ ลูกสูบเลื่อนขึ้น  
 ลงพร้อมกันไปโดยข้อเสือกัวเดียวกัน ตัวสูบล่างและตัวสูบบนเจาะช่องเสือกัวโดยรอบสำหรับส่งน้ำ  
 เติมน้ำหล่อเย็นด้วยความร้อนภายในสูบ น้ำหล่อเย็นส่งเข้า (Water Inlet) ทางล่างของเสือกัวใหญ่  
 แล้วไปออก (Water Outlet) ทางยอดฝาลูกสูบเล็ก

สูบหนึ่งๆ มีลิ้นอากาศ ๒ ลิ้น คือลิ้นดูดอากาศ (Air Suction Valve) และลิ้นส่ง  
 อากาศ (Air Discharge Valve) ขณะที่ลูกสูบทั้งสองเลื่อนลงจะเป็นจังหวะดูด และเมื่อลูกสูบ  
 เลื่อนขึ้นจะเป็นจังหวะอัด การดับความร้อนของอากาศที่ถูกอัดจัดเป็นสองห้อง คือห้องบนและห้อง

ล่าง น้ำหล่อจะส่งเข้าทางใต้ห้องล่างไปออกส่วนบนของห้องบน โดยเดินผ่านรอบนอกชุดไส้ไก่ อากาศอัดซึ่งส่งออกทางสันส่งอากาศของสาขาที่ ๑ ไปเข้าภายในชุดไส้ไก่ในห้องกับความร้อนล่าง แล้ว ไปเข้าทางชุดอากาศของสาขาที่ ๒ ออกจากทางส่งอากาศของสาขาที่ ๒ ไปเข้าในชุดไส้ไก่ ห้องกับความร้อนบน ออกจากห้องกับความร้อนบนไปเข้าชุดเก็บอากาศ (Air Vessels)

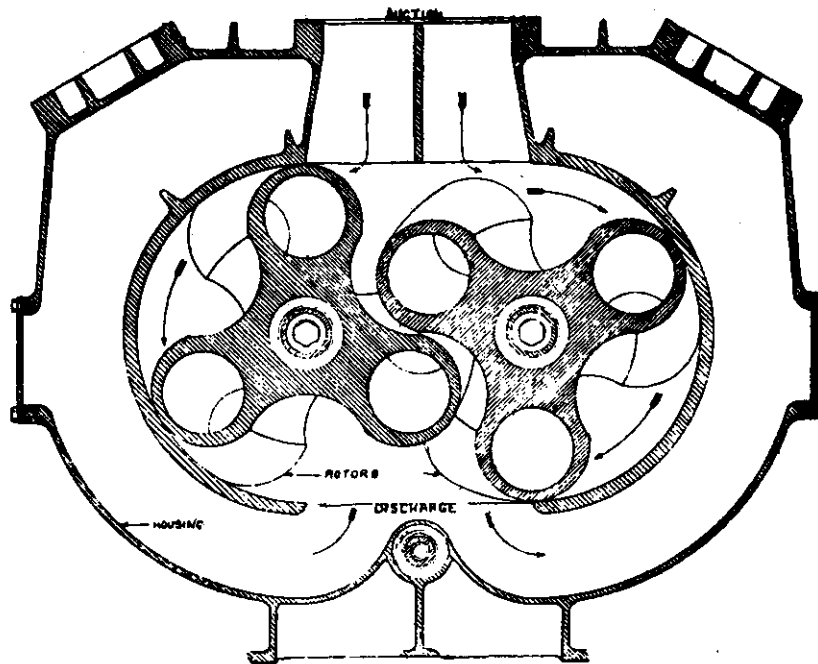
**เครื่องเป่าอากาศ (Air Blower)** เครื่องเป่าอากาศมีประโยชน์สำหรับเป่าก๊าซเสียใน สูบของเครื่อง ๒ จังหวะซึ่งที่จริงก็เป็นเครื่องอัดอากาศกำลังดันต่ำนั่นเอง อากาศที่เป่ามีกำลังดัน เพียง ๑ ถึง ๕ ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว เครื่องเป่าอากาศที่นิยมใช้กันมากก็คือชนิดพัดลมแบบมะเฟือง (Roots หรือ Lobes) ดังแสดงในรูปที่ ๗๔

ตัวพัดลมหรือที่เรียกว่า Rotors นั้นมีรูปเป็น ๓ แฉกคล้ายมะเฟือง ๑ คู่ หมุนเข้าหากันตามลูกศร ปลายแฉกบิดเป็นพู่ๆ และเจาะรูภายในเพื่อต้องการให้เบา

ฝาปิด Rotors หล่อด้วยอลูมิเนียมระยะห่าง (Clearance) ระหว่างฝักัน Rotors และ ระหว่าง Rotors ต่อ Rotors ชิดกันมาก แต่อย่างไรก็ดีเวลาหมุนจะต้องไม่ให้กระทบกันได้ เพียงที่จะเป็นตัวขบแกน Rotors ทั้งสองจะต้องวางให้ถูกต้องและแน่นไม่คลอนอากาศซึ่งผ่านหม้อต้ม เสียมาแล้วจะบรรจุในช่องระหว่างเฟืองกับกรอมเฟืองและถูกส่งออกอีกทางหนึ่ง

เมื่อจะเดินเครื่องเป่าอากาศภายหลังการซ่อมทำแล้วต้องทดสอบเดินเบาอยู่นาน ๆ ประมาณ ๑ ชั่วโมง แล้วค่อยเร่งให้ความเร็วได้ตามต้องการ ระวางความร้อนซึ่งเกิดจากการเสียดสี อย่าใช้น้ำมันหล่อลื่นเกินควร จะปนกับอากาศเข้าไปในสูบ น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้กำลังดันไม่เกิน ๗ ปอนด์ ต่อ ๑ ตารางนิ้ว

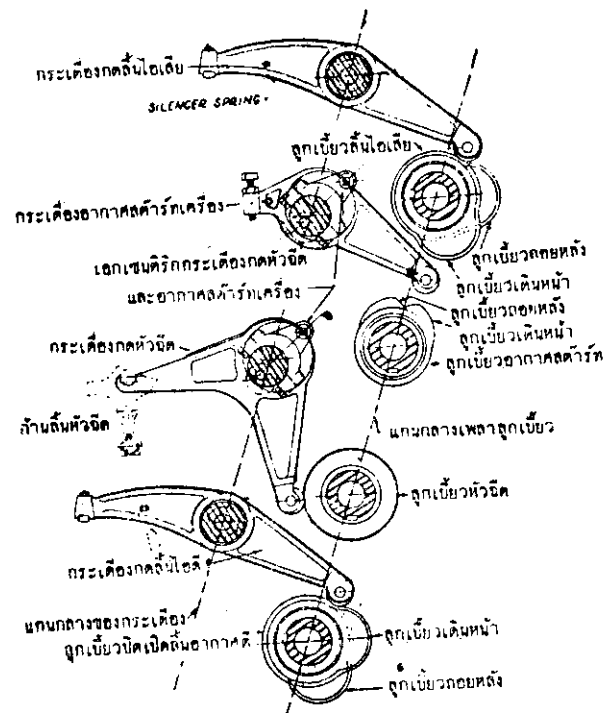
**อากาศอัดที่ใช้เกี่ยวกับการกลับจักรและคิดเครื่อง (Air Starting And Reversible)** ได้กล่าวไว้บ้างแล้วในบทที่ ๔ แต่เรื่องการกลับจักรกับการคิดเครื่องนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องการใช้อากาศอัด (Compressed Air) อยู่มาก ฉะนั้นจึงขอกล่าวไว้อีกเพื่อเพิ่มความเข้าใจขึ้น การกลับจักรหรือ การกลับทางหมุนของเพลาคู่นั้นก็เท่ากับการเปลี่ยนจังหวะ (Timing) ของลิ้นต่าง ๆ ด้วยเหมือนกัน ดังในรูปที่ ๘๐ เป็นไดอะแกรมของเครื่อง Winton ๔ จังหวะ สูบเดียว แสดงการกลับจักร โดยสตาร์ทด้วยอากาศอัดให้หมุนข้อเสือไปในทางเดินหน้าและถอยหลัง ในการนี้จำต้องมีลูกเบี้ยว (Cams) สำหรับเปลี่ยนจังหวะปิดเปิดลิ้น ต่าง ๆ เป็นคู่ ๆ กันไปเช่น คือสำหรับเดินหน้า ๑ ตัว และถอยหลัง ๑ ตัว เช่น



รูปที่ ๘๘ เครื่องเบ้าอากาศ

๑. ลูกเบี้ยวเปิดเปิดลิ้นอากาศ (Air Inlet Cams)
๒. ลูกเบี้ยวเปิดเปิดลิ้นก๊าซเสีย (Exhaust Cams)
๓. ลูกเบี้ยวเปิดเปิดลิ้นอากาศติดเครื่อง (Air Starting Cams)
๔. ลูกเบี้ยวเปิดเปิดหัวฉีดน้ำมัน (Fuel Cams)

หมายเหตุ ตามในรูปนี้เป็นไดอะแกรมของเครื่องประเภทฉีดน้ำมันด้วยอากาศอัด (Air Injection) จังหวะ (Timing) ฉีดน้ำมันเข้าสู่เขาแทงที่หัวฉีด (Spray Valve) ถ้าเป็นเครื่องประเภทฉีดน้ำมันแบบลูกสูบกด (Mechanical Injection) เขาแทงที่ลูกเบี้ยวกระแทกลูกสูบฉีดน้ำมัน ก็ทำลูกเบี้ยวเป็นสองตัวตามที่อธิบายไว้



รูปที่ ๔๐ Rocker-arm arrangement for reversing Bureau type engines

ลูกเบี้ยวต่าง ๆ นี้จะสัมผัสอยู่กับลูกกลิ้ง (Rollers) ซึ่งติดอยู่ปลายคันชัก (Rocker-Arm) ปลายคันชักอีกข้างหนึ่งเป็นทักคั่นส่ง (Push Rod) ให้เปิดปิดลิ้นต่าง ๆ

คันชักต่าง ๆ รวมอยู่ในเพลาดียวกันเพลานี้ และลูกเบี้ยวต่าง ๆ อยู่ในเพลาดียวกันอีกเพลานี้ ซึ่งแสดงให้เห็นตามเส้นศูนย์ไขปลา (Centerline)

อาการของการกลับจักรเป็นดังนี้ คือ เพลาคันชัก (Rocker Arm) จะหมุนไปมา ยก ลูกกลิ้งขึ้นให้พ้นจากการสัมผัสกับลูกเบี้ยวได้โดยคันเอกเซนตริก และเพลาลูกเบี้ยวก็บังคับให้เลื่อนไปมาได้ ฉะนั้นเมื่อต้องการจะให้เครื่องเดินหน้าหรือถอยหลังก็ยกคันชักให้ลูกเบี้ยวเดินหน้าหรือถอยหลังมาอยู่ตรงตำแหน่งนั้นแล้ว ต่อไปก็ยกคันชักกลับลงมาที่เดิมพร้อมที่จะสตาร์ทให้เครื่องเดินหมุนไปในทางที่ต้องการได้

ลูกเบี้ยวนี้จะมีมากน้อยแล้วแต่ลิ้นที่จะใช้กับสูบของเครื่อง ถ้าเป็นเครื่องสองจังหวะลูกเบี้ยวของลิ้นอากาศก็ไม่ต้องมี

## สิ่งที่ควรระวังรักษาในระบบการอัดอากาศ

๑. หม้อกรองอากาศ (Intake Air Filters) เป็นเครื่องกรองอากาศที่ก่อนที่จะเข้าเครื่องอัดอากาศ ต้องเป็นที่เชื่อแน่ว่าอากาศที่ใช้นั้นต้องเป็นอากาศที่แห้งและปราศจากสิ่งสกปรก ปริมาตรของอากาศที่เข้าเครื่องน้อยไปอาจเป็นด้วยหม้อกรองอากาศมีสิ่งอุดตัน ฉะนั้นหม้อกรองอากาศจะต้องดูแลให้สะอาดอยู่เสมอ การทำความสะอาดหม้อกรองอากาศนั้นอย่าใช้เครื่องล้างที่เป็นเชื้อเพลิงระเหยติดไฟได้ง่าย เป็นต้นว่าน้ำมันเบนซินและน้ำมันก๊าด ฯลฯ เพราะจะทำให้เชื้อระเหยปนเข้าไปกับอากาศและจะเกิดการระเบิดอย่างร้ายแรงขึ้นภายในสูบของเครื่องอัดอากาศ เครื่องกรองอากาศควรจะต้องล้างด้วยน้ำร้อนหรือใช้ไอน้ำเป่า หรือจะใช้ล้างด้วยส่วนผสมของน้ำยาสำหรับล้างหม้อน้ำเช่นโซดาก็ได้ ถ้าเครื่องกรองเป็นจำพวกที่ทำด้วยโลหะทองแดงใช้แช่หรือจุ่มไว้ในน้ำมันที่มีเกรดปานกลาง (Medium Grade) เมื่อสะอาดดีแล้วต้องเช็ดและเอาลมเป่าน้ำมันนั้นออกให้หมด

๒. ลิ้นอากาศ (Air Valve) ลิ้นดูดและลิ้นส่งถือว่าเป็นส่วนที่เป็นชีวิตจิตใจอันหนึ่ง (Vital Parts) ของเครื่องอัดอากาศซึ่งจะต้องเอาใจใส่ระวังรักษาเป็นพิเศษ ลิ้นอากาศรั่วนอกจากจะทำให้ปริมาณของอากาศอัดเสียไปแล้ว ยังจะทำให้กำลังของเสตชต่าง ๆ ไม่สมดุลย์กัน และจะทำให้ลิ้นได้รับความร้อนมาก เนื่องจากอากาศที่รั่วไม่ผ่านเข้าไปดับความร้อนในชกได้ไ้ตามเสตชนั้น ๆ เครื่องอัดอากาศที่ใช้การไม่สะดวกเนื่องจากลิ้นอากาศไม่คืนนั้นจะสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงกำลังตันของเสตชถัดไป เมื่อกำลังตันของเสตชใดเสตชหนึ่งสูงขึ้นผิดปกติ แสดงว่าลิ้นส่งของเสตชนั้นหรือลิ้นดูดของเสตชที่ถัดไปเกิดรั่วหรือชำรุดขึ้น ถ้าลิ้นดูดของเสตชที่ ๑ รั่วจะแสดงอาการให้เห็นว่ามีอากาศดันกลับออกมาทางหม้อกรองอากาศเข้าเครื่อง

ถ้าฝากระปุกลิ้นร้อนผิดปกติจะเป็นที่สังเกตว่าลิ้นนั้นรั่วหรือแตกชำรุด ลิ้นรั่วมักเกิดจากลิ้นสกปรกขึ้นก่อน เมื่อลิ้นเกิดรั่วขึ้นแล้วไม่เพียงจะทำให้อัดอากาศไม่ได้ตามเกณฑ์เท่านั้น ยังจะเป็นเหตุทำให้เกิดการเสียหายอย่างอื่นต่อไปด้วย ฉะนั้นลิ้นอากาศควรจะต้องมีเวลากำหนดไว้ตรวจสอบ และทำความสะอาดอยู่เสมอ สาเหตุที่จะทำให้ลิ้นเกิดชำรุดเสียหายขึ้นนั้นมีดังนี้.—

- ก. อากาศที่เข้าเครื่องไม่มีเศษผงหรือฝุ่นละอองมาก
- ข. น้ำมันหล่อลื่นเข้าเครื่องอัดอากาศมากเกินไป
- ค. ใช้น้ำมันหล่อลื่นไม่ถูกต้องตามเกรดที่ใช้

- ง. อุณหภูมิของอากาศอัดขึ้นสูงเนื่องจากการบีบความร้อนไม่ทัน
- จ. ลื่นอากาศเกิดเขม่าจับมาก
- ฉ. สปริงลื่นอากาศหัก

กระปุกลื่น (Air Cages) นั้นถอดออกง่ายเพื่อตรวจดูตัวลื่น และทำความสะอาดทั้งกระปุกโดยใช้น้ำยาล้างและแปรงให้เขม่าออก ตัวลื่นและส่วนประกอบตัวลื่นถ้าไม่จำเป็นไม่ควรถอดออก เพราะการถอดประกอบตัวลื่นต้องใช้ช่างละเอียดเกี่ยวกับความรอบคอบอยู่มาก

เมื่อประกอบลื่นควรใช้แป๊กกึ่งใหม่เสมอไม่ควรใช้แป๊กกึ่งเก่า และลื่นตัวไหนที่ถอดออกมาอย่าใส่กลับกัน ระวังให้จงหนักอย่าใส่ลื่นคู่กับลื่นส่งผิดที่กันเพราะจะเกิดอันตรายอย่างร้ายแรงขึ้นได้ จงจำไว้ว่าลื่นคู่คือลื่นที่เบ็ดให้อากาศเข้าสู่ส่วนลื่นส่งนั้นเบ็ดให้อากาศออกจากส่วนลื่นอากาศเครื่องอัดอากาศควรตรวจทุก ๆ ๑๕๐ ชั่วโมงใช้การของเครื่อง ถ้าเห็นว่าส่วนไหนของลื่นชำรุดควรเปลี่ยนทันที

๓. หม้อดับความร้อนอากาศ (Air Cooler) อากาศที่อัดแล้วจากสเตจใดสเตจหนึ่งของเครื่องอัดอากาศจะต้องให้เข้าดับความร้อนในหม้อดับความร้อน (Cooler) เพื่อให้อุณหภูมิของอากาศที่ถูกอัดนั้นลดลงให้เย็นที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งนี้ก็เพื่อให้ได้จำนวนน้ำหนักของอากาศมากขึ้น และต้องการให้น้ำมันหล่อหรือก๊าซระเหยของน้ำมันหล่อลื่นซึ่งอาจปนมากับอากาศได้ยุบตัวลง มิฉะนั้นจะปนกับอากาศเลยไปเข้าในสเตจต่อไปได้อีก และอาจร้อนจัดถึงจุดติดไฟเกิดระเบิดขึ้นได้

น้ำมันหล่อลื่นที่ปนมากับอากาศและตกลงในหม้อดับความร้อนนี้ จะทำให้เกิดเป็นคราบจับตามผิวภายในของหลอดใส่ไก่ เป็นผลทำให้น้ำหล่อชักความร้อนออกได้ยาก หม้อดับความร้อนจะเสื่อมคุณภาพลง ฉะนั้นขดใส่ไก่ในหม้อดับความร้อนนี้จำเป็นต้องถอดออกทำความสะอาดเป็นครั้งคราวเช่นเดียวกัน ตามปกติหลังจากเครื่องเดินมาแล้ว ๑,๕๐๐ ชั่วโมงให้ทำครั้งหนึ่ง การทำความสะอาดใช้ล้างหรือคัมคัวยน้ำผสมโซดาให้เดือดเสร็จแล้วเป่าด้วยอากาศอัดหรือไอน้ำ บางทีถ้ามีคราบเขม่าจับมากก็ต้องใช้แปรงแยง

๔. ขวดเก็บอากาศและลื่น (Air Flasks And Valve) ขวดเก็บอากาศ (Air Flasks) ควรจะต้องตรวจทำความสะอาดภายในอย่างน้อยปีละครั้งเพื่อกำจัดขี้มันหรือบางที่อาจเกิดสนิมและผงขึ้นได้ ลื่นของขวดเก็บอากาศ (Air Flasks Valve) เป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องให้อยู่

ในสภาพที่ก๊วยเสมอทุกโอกาส ลื่นอากาศที่ดีไม่ต้องบีบหรือกวักด้วยกำลังแรงก็แน่นสนิท ไม่รบกวนการบีบอัดโดยกวักด้วยกำลังแรงจนเกินไปนั้นจะทำให้บอลลูนเสียจะรั่วขึ้นได้ การบีบอัดอากาศนั้นต้องประณีตอย่างที่สุด เวลาบอลลูนจะต้องมีเครื่องบังคับบอลลูนกับตัวลื่นให้ได้ศูนย์กันจริงๆ และกากบดก็ต้องใช้ชนิดละเอียดที่สุด (Finest Emery)

๕. กำลังของเครื่องอัดอากาศ (Air Compressor Capacity) ถ้ากำลังอัดของเครื่องอัดอากาศตกต่ำ อัดอากาศไม่ได้ตามเกณฑ์ปกติ อาจเป็นด้วยสาเหตุที่ควรระวังได้ดังต่อไปนี้:-

- ก. ลื่นเครื่องอัดอากาศแตกหรือร้าว
- ข. อากาศที่เข้าเครื่องไม่สะอาด
- ค. แหวนลูกสูบเครื่องอัดอากาศชำรุดหรือหัก
- ง. กระบอกสูบ (Liner) ของเครื่องอัดอากาศชำรุด
- จ. รั่วภายในเสต
- ฉ. หม้อดับความร้อนร้าว
- ช. รั่วตามฝาอัด
- ซ. ระยะเกลียวแรนซ์ไม่ถูกต้องโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเสตที่หนึ่ง

อาการที่ปรากฏว่ากำลังของเครื่องอัดอากาศตกต่ำจะเป็นดังนี้:-

- ก. กำลังอัดจะสูงขึ้นกว่าธรรมดาในเสตใดเสตหนึ่ง
- ข. อุณหภูมิจะสูงขึ้นกว่าธรรมดา
- ค. อากาศอัดจะรั่วลงห้องแก๊วก็ได้โดยผ่านแหวนลูกสูบเครื่องอัดอากาศ
- ง. อากาศจะดันกลับออกทางอากาศเข้า เป็นด้วยลื่นลูกของเสตที่หนึ่งรั่วหรือชำรุด

๖. เครื่องเป่าอากาศหรือโบลเวอร์ (Scaveng Air Blower) เครื่องโบลเวอร์ที่ใช้ในการช่วยขับก๊าซเสีย และช่วยในการเพิ่มอากาศเข้าสูบ (Super Charge) นั้นโดยมากใช้แบบมะเฟือง "Roots" ดังในรูปที่ ๗๔ ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว เหตุที่เกิดขัดข้องขึ้นโดยมากมักจะเป็นด้วย:-

- ก. มีผงหรือสิ่งสกปรกปนเข้าไปในทางอากาศเข้าเครื่อง
- ข. ส่วนที่เคลื่อนไหวเกิดการชำรุดสึกหรอ
- ค. น้ำมันหล่อลื่นไม่พอ

ระยะห่างต่าง ๆ (Clearance) ระหว่างปีกโรเตอร์กับครอบโรเตอร์หรือกับฝาโบลเดอร์ นั้นชิดกันมาก ฉะนั้นจึงระวังอย่าให้มีเศษผงไปในโบลเดอร์ได้ ที่ครอบอากาศจะต้องไม่ชำรุด ต้องแน่ใจว่าครอบผงได้ มิฉะนั้นแล้วอย่าเดินเครื่องโบลเดอร์เป็นอันขาด ตัวโบลเดอร์เวลาจะขนย้าย หรือถอดเก็บจะต้องปิดทางอากาศเข้าให้แน่นมิดชิด จึงสังเกตฟังเสียงถ้ามีเศษผงหรือเศษโลหะเข้าไปจะมีเสียงผิดปกติ แบร์ริงและเฟืองเพลารอเตอร์เป็นส่วนที่เกิดสึกหรอได้ ฉะนั้นถ้ามีการหลวม หรือสั่นคลอนเกิดขึ้นอย่างใดอย่างหนึ่งต้องรีบถอดทำหรือเปลี่ยนเสีย อย่าปล่อยทิ้งไว้จะเกิดการเสียหายอย่างมากขึ้น.

## ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel System)

**น้ำมันปิโตรเลียม** (Petroleum Fuel) ปิโตรเลียมเป็นน้ำมันแร่ (Mineral Oil) อย่างหนึ่งประกอบไปด้วยธาตุผสมไฮโดรคาร์บอนไฮโดรเจนและคาร์บอน คำว่า- "Petroleum" มาจากภาษาละติน แปลว่าหินและน้ำมัน คำว่า น้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Oil) ในที่นี้ถือว่าเป็นได้ทั้งน้ำมันดิบ (Crude Oil) หรือเป็นจำพวกน้ำมันที่ได้กลั่นเอาส่วนที่เบากว่าออกไปแล้ว

กำเนิดของน้ำมันปิโตรเลียมเป็นมาอย่างไรนั้น ยังหาเหตุผลที่แน่นอนไม่ได้ บางตำรากล่าวว่าเป็นส่วนของน้ำดูอ็อกหรือแช่ผสมอยู่กับคาร์บอนของเหล็ก (Iron Carbides) ได้พื้นพิภพ และบางตำราก็กล่าวว่า เกิดจากซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยทับถมถูกกดด้วยกำลัง และอุณหภูมิอันสูงอยู่ใต้พื้นพิภพกลายสภาพเป็นไฮโดรคาร์บอน เรื่องกำเนิดจะเป็นมาอย่างไรก็ตาม แต่ก็มีปรากฏว่าน้ำมันปิโตรเลียมได้ค้นพบอยู่ทั่วทุกมุมโลก ประเทศที่ผลิตน้ำมันปิโตรเลียมขึ้นหน้าอยู่เวลานี้ ก็คือ:-

- |                 |                            |
|-----------------|----------------------------|
| ๑. สหรัฐอเมริกา | ๗. หมู่เกาะอินเดียนตะวันตก |
| ๒. รัสเซีย      | ๘. โกลอมเบีย               |
| ๓. เวเนซุเอลา   | ๙. อาร์เจนตินา             |
| ๔. รูเมเนีย     | ๑๐. เปรู                   |
| ๕. เปอร์เซีย    | ๑๑. ตรินิแดด               |
| ๖. เม็กซิโก     | ๑๒. อินเดีย พม่า           |

ในสหรัฐอเมริกามีรัฐต่างๆ ที่ผลิตน้ำมันปิโตรเลียม ดังนี้

- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| ๑. เทกซัส       | ๔. แคนซัส      |
| ๒. แคลิฟอร์เนีย | ๕. หลุยเซียนา  |
| ๓. โอกลาโฮมา    | ๖. นิวเม็กซิโก |

น้ำมันปิโตรเลียมมีส่วนผสมและคุณสมบัติผิดแผกกันหลายอย่าง สำหรับน้ำมันดิบ (Petroleum Crude Oil) ของอเมริกันได้แยกพื้นฐาน (Base) ของน้ำมันไว้ ๓ ชนิด ทั้งสามชนิดนี้ได้จากผลของการกลั่นเอาไฮโดรคาร์บอนออกไปหมดแล้วคือส่วนที่เหลืออยู่นั้นจะเป็นได้ คือ:-

๑. พาราฟฟิน (Paraffin) มีลักษณะเป็นขี้ผึ้ง (Paraffin Waxes)
๒. แอสฟัลท์ (Asphalt) มีลักษณะอย่างที่เราเรียกว่ายางมะตอย
๓. ชนิดรวม (Mixed) มีลักษณะเป็นชนิดที่ ๑ กับชนิดที่ ๒ รวมกัน

น้ำมันปิโตรเลียมที่ได้มานี้จะต้องกลั่นออกเป็นชนิดๆ แล้วแต่ตามประสงค์ที่จะนำไปใช้ รายละเอียดเกี่ยวกับการกลั่นนั้นจะไม่กล่าวถึงในที่นี้ ผลของการกลั่นซึ่งผลิตออกในขั้นแรกแบ่งเป็น ๓ ชั้น ตามจุดเดือดต่าง ๆ เป็นอันดับดังนี้:-

๑. ก๊าซโซลีน (Gasolene) เช่นน้ำมันเบนซิน, น้ำมันอีอกเทนเป็นต้น
๒. เคอโรซีน (Kerosene) เช่น น้ำมันก๊าด, น้ำมันเครื่องยนต์เจ็ทเป็นต้น
๓. ก๊าซกับจำพวกน้ำมันเชื้อเพลิง (Gas And Fuel Oil) เช่นน้ำมันดีเซล,

น้ำมันเตาเป็นต้น ส่วนจำพวกน้ำมันหล่อลื่นนั้นได้แก่การกลั่นในขั้นหลังๆ ต่อไป

น้ำมันเชื้อเพลิงที่จะนำมาใช้กับเครื่องยนต์ชนิดนั้นก็มีหลายประเภท แล้วแต่เครื่องยนต์เร็ว หมดช้าแต่การผลิตก็ได้จากการกลั่นจากน้ำมันปิโตรเลียมเช่นเดียวกัน ประเภทหรือเกรดมีอันดับจากน้ำมันเคอโรซีนหนัก (Heavy Kerosene) ลงไปถึงน้ำมันดีเซลหนัก

คุณลักษณะและคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ชนิดนี้ จะต้องพิจารณา ว่าเป็นน้ำมันที่ใช้กับเครื่องยนต์ได้ดี รักษาความคงทนอยู่ได้นาน ลักษณะบางอย่างที่ทำให้บังเกิดผลเสียหายแก่เครื่องยนต์ ได้แก่การใช้้ำมันเชื้อเพลิงที่เลวมีดังนี้:-

- ก. ติดเครื่องครั้งแรก (เมื่อเครื่องเย็น) ได้ยาก
- ข. ใช้ไปแล้วทำให้กำลังของเครื่องตก
- ค. ความหมดเปลืองสูง
- ง. มีควันออกจากท่อก๊าซเสียมาก
- จ. อุณหภูมิก๊าซเสียสูง
- ฉ. ทำให้แหวนลูกสูบและลิ้นคิต (Sticking) ได้ง่าย

- ข. ทำให้เครื่องยนต์น็อก (Detonation)
- ช. เกิดเขม่าและยางจับตามลูกสูบและกระบอกสูบ
- ฅ. กระทำให้เกิดความสกปรกให้แก่ น้ำมันหล่อลื่น
- ฎ. กระทำความสึกกร่อนให้แก่เครื่องเร็วเกินไป

จุดประสงค์ที่สำคัญประการแรกในการคัดเลือกน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดีเซล ก็คือ ต้องการให้มีคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดที่สามารถจะติดเครื่องได้ แต่อย่างไรก็ตามน้ำมันนั้นจะต้องให้เหนียวหรือข้น (Viscous or Heavy) พอที่จะเป็นเยื่ออาบผิวลูกสูบ (Plunger) ของปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังสูงและที่หัวฉีด (Injection) มิให้เกิดการรั่วซึมได้ หลักวิเคราะหสำหรับน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล ทุกวันนี้จะต้องพิจารณามิให้มีสิ่งเหล่านี้เจือปน คือ กรด ดิน หรือ โคลน, เศษผง หรือสิ่งอื่น ๆ ที่จะไปอุดหรือทำให้ปั้ม, หัวฉีดหรือลิ้นเกิดตันและเสียหายขึ้น หลักวิเคราะหของน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลวางไว้เป็นแนวการตรวจทางฟิสิกส์และเคมี มีดังนี้:-

จุดวาบไฟ (ทดลองในที่ปิดทึบ) ไม่ต่ำกว่า ๑๕๐ ๑.ฟ.

จุดไหล ไม่มากกว่า ๐ ๑.ฟ.

ความหนืดเซโบลูนิเวอแซลท์ ๑๐๐ ๑.ฟ. ๓๕-๒๒๕ วินาที

น้ำและสิ่งสกปรก ไม่มากกว่า ๐.๐๕ เปอร์เซนต์

กำมะถัน ไม่มากกว่า ๑.๐๐ เปอร์เซนต์

เมื่อสุกไหม้แล้วมีกากคาร์บอนไม่มากกว่า ๐.๐๑ เปอร์เซนต์

การทำให้เกิดความฝุกร้อน (แผ่นทองแดงทดลอง) ใช้ได้ที่ ๒๑๒ ๑.ฟ.

กลั่นตัวได้ ๕๐ เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิไม่เกินกว่า ๖๗๕ ๑.ฟ.

คุณภาพไม่เกินจุดระเบิด Cetane Number ๕๐

หมายเหตุ ตามเกณฑ์ (Cetane Number) ไม่ต่ำกว่า ๕๐ รับรองใช้ได้

คุณภาพในการจุดระเบิด (Ignition Qualicy) เป็นคุณสมบัติของเชื้อเพลิงที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งของเครื่องยนต์ จะต้องมิดลักษณะที่ง่ายเมื่อเครื่องยนต์เกิดการเผาไหม้ดี เมื่อจำนวนเปอร์เซนต์ของ Cetane เพิ่มขึ้นก็ต้ง่ายขึ้นแม้จะมีคุณสมบัติก็ตาม ยุ่นเครื่องได้เร็วและเดินเรียบ กำลังอัดภายในสูบไม่สูงมากนัก ไม่มีการ Knock ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้น้อย

**ซีเทน (Cetane)** เป็นสารผสมเกี่ยวข้องกับจำพวกไฮโดรคาร์บอน ถ้าแยกตัวเซเทนออกมาได้โดยบริสุทธิ์แล้วจะเป็นเชื้อเพลิงที่ดีที่สุดสำหรับเครื่องยนต์ สารอีกจำพวกหนึ่ง อัลฟา-เมทิล-แนปทาลิน (Alpha Methyl Naphtalene) ก็เป็นพวกพ้องผสมอยู่ด้วยเช่นกัน แต่มีลักษณะจุดไฟได้เลวมาก คำว่าซีเทนัมเบอร์ (Cetane Number) หมายความว่า จำนวนปริมาตรของซีเทนรวมอยู่กับอัลฟา-เมทิล-แนปทาลิน เช่นซีเทนัมเบอร์ ๕๕ หมายความว่าใน ๑๐๐ เปอร์เซนต์ มีซีเทน ๕๕ เปอร์เซนต์ อีก ๔๕ เปอร์เซนต์เป็นของอัลฟา-เมทิล-แนปทาลิน

**การระเหย (Volatility)** ของน้ำมันเชื้อเพลิงนั้น คือการถือเกณฑ์อุณหภูมิของการกลั่นน้ำมันตัวอย่างจำนวนหนึ่งที่กำหนดไว้ เมื่อน้ำมันนั้นได้ระเหยไป ๙๐ เปอร์เซนต์แล้ว ความร้อนที่ใช้ในการกลั่นนั้นมีอุณหภูมิเท่าใด ถืออุณหภูมิของความร้อนนั้นเป็นเกณฑ์อุณหภูมิที่ทำได้แก่ เครื่องยนต์ที่เซลจำพวกหมุนเร็วมีค่าน้อย ความหมดเปลืองน้อย อุณหภูมิก๊าซเสียต่ำ

**ความหนืด (Viscosity)** ของน้ำมันเชื้อเพลิงนั้นจำเป็นจะต้องให้พอดี เพื่อต้องการให้ตกค้างเป็นเยื่อหล่อส่วนเสียสไปในตัวแท่นน้ำมันหล่อลื่น มิฉะนั้นจะทำให้เครื่องสึกหรอและมีกำลังอันน้อยหรือรวได้ ดังได้กล่าวมาข้างแล้ว

**คราบเขม่าตกค้าง (Carbon Residue)** หลังจากการเผาไหม้โดยปกติแสดงถึงคุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ สิ่งที่ตกค้างซึ่งติดปนมากับน้ำมันเชื้อเพลิงย่อมทำความเสียหายขึ้นแก่เครื่องเป็นต้นว่า น้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งก็คือน้ำทะเล น้ำทะเลอาจเข้ามาทางหม้อกรองอากาศได้โดยละอองหรือคลื่นซัด

ถ้าเมดานที่ปนมากับน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อถูกเผาจะเกิดเป็นก๊าซที่เป็นกรด และเมื่อเย็นลงจะจับตามผิวโลหะทำให้เกิดการสึกกร่อนขึ้น จะพบเป็นส่วนมากตามท่อทางของก๊าซเสีย

**ระบบทางน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel System)** ระบบหรือทางของน้ำมันเชื้อเพลิงถือว่าเป็นหัวใจของเครื่องยนต์ เมื่อทางน้ำมันเกิดขัดข้องขึ้นเพียงเล็กน้อยก็สังเกตได้ว่าเครื่องผิดปกติไป ฉะนั้นช่างเครื่องจะต้องเอาใจใส่ให้มากในเรื่องการระวังรักษาและการปรับแต่งแก้ไข เพื่อที่จะให้เข้าใจ ช่างเครื่องผู้มีหน้าที่รับผิดชอบในเรื่องนี้ ชั้นแรกควรจะได้ศึกษาให้เข้าใจในวิธีต่างๆ ของการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Injection) และลักษณะการเผาไหม้ที่ดี (Good Combustion) เสียก่อน

ระบบการฉีดของน้ำมันเชื้อเพลิงแบ่งออกเป็น ๒ ประเภทตามประเภทของเครื่องยนต์เซล ซึ่งได้กล่าวมาแล้วในบทที่ ๑ คือ:-

๑. Air Injection การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงโดยใช้อากาศอัด
๒. Mechanical Or Solid Injection การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงโดยปั๊ม

การฉีดให้น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นฝอยโดยใช้อากาศอัดฉีดปนกับน้ำมันเข้าไปในสบู้นั้นสมัยนี้ไม่นิยมใช้แล้ว เนื่องจากปัญหาที่จะต้องเดินเครื่องอัดอากาศกำลังสูงไว้เป็นประจำ และเครื่องอัดอากาศนี้ติดต่อกันอยู่กับเพลลาของเครื่องจักรใหญ่ ซึ่งเพิ่มน้ำหนักและเสียวกำลังของเครื่องจักรใหญ่ลงไปอีกมาก สิ่งที่ยุ่งยากที่สุดก็คือเครื่องอัดอากาศมักจะเกิดขัดข้องอยู่เสมอ

มาสมัยนี้ แม้ว่าจะได้ดัดแปลงการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงมาเป็นแบบไม่ใช้อากาศอัดฉีดปนกับน้ำมันแล้วก็ตาม แต่ระบบส่วนใหญ่ก็ไม่ได้ผิดแผกจากกันนัก ถ้าเป็นระบบของประเภทเดียวกันด้วยแล้วย่อมอยู่ในหลัก (Principle) เดียวกันทั้งสิ้น ฉะนั้นถ้าหากว่าได้เรียนรู้ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องแบบใด หรือเครื่องใดประเภทเดียวกันแล้ว ก็จะเป็นการง่ายในเมื่อไปพบปะเครื่องแบบอื่นหรือยี่ห้ออื่นในประเภทเดียวกันนั้น

ระบบทางน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องดีเซลโดยทั่วๆ ไปประกอบด้วยส่วนใหญ่ว่า ๓ ส่วน ดังนี้:-

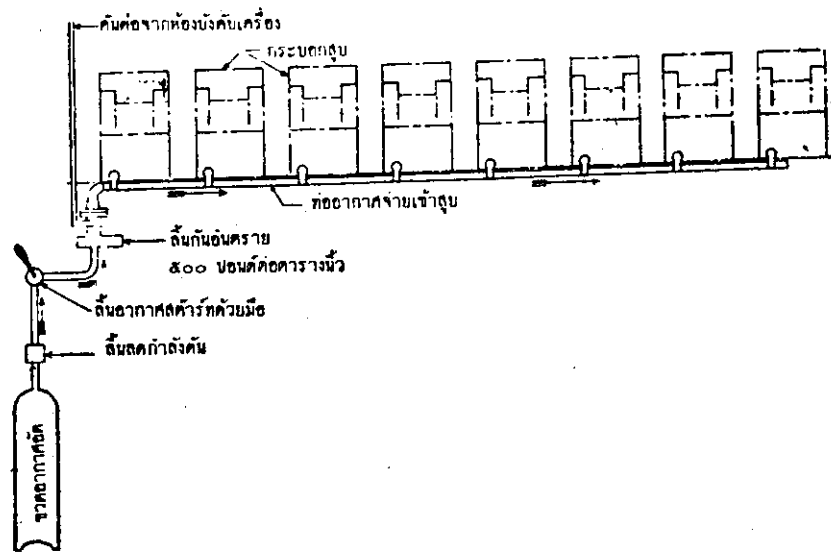
๑. ป้อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง (Fuel Measuring Pump)
๒. ลิ้นหัวฉีด (Fuel Injection Valve) ซึ่งเป็นลิ้นกันกลับ (Check Valve)

น้ำมันเชื้อเพลิงจะส่งมายังปั๊มกำลังดันสูง (Measuring Pump) โดยน้ำหนักจากถังพัก (Gravity Tank) หรือจากสูบช่วย (Transfer Pump) แล้วปั๊มกำลังดันสูงจะสูบส่งไปยังลิ้นหัวฉีด (Injection Valve) และจากลิ้นหัวฉีดนี้ น้ำมันเชื้อเพลิงจะฉีดพุ่งเป็นฝอยเข้าไปในสบู้นของเครื่องจักรใหญ่

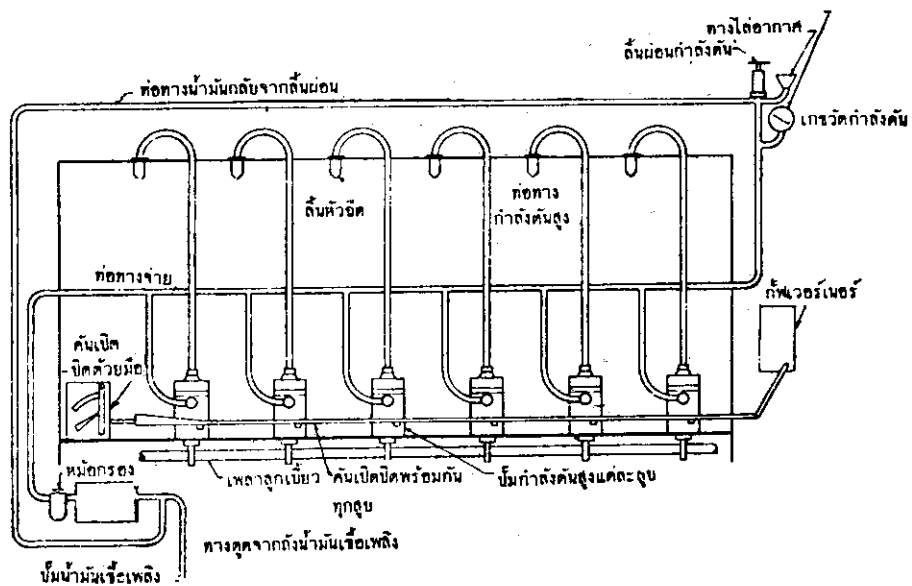
ในรูป ๘๒ แสดงให้เห็นระบบทางน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องดีเซลโดยทั่วๆ ไป ความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ เป็นดังนี้:-

๑. ถังพักหรือเรียกว่าถังใช้การ (Gravity Tank) คือเป็นถังน้ำมันเชื้อเพลิงที่สุมมาจากถังใหญ่ ถังพักนี้ตั้งอยู่สูงกว่าระดับของเครื่องจักรใหญ่เพื่อต้องการให้น้ำมันไหลลงมาเข้าปั๊มกำลังดันสูงเองโดยน้ำหนัก หรือบางทีก็ใช้สูบช่วย (Transfer Pump) ช่วยสูบจากถังพักมายังปั๊มกำลังดันสูงเช่นเดียวกัน

๒. ปั๊มน้ำมันกำลังดันสูงจะได้รับน้ำมันจากถังใช้การ จากปั๊มกำลังดันสูงนี้สามารถจะปรับแต่งส่งน้ำมันเชื้อเพลิงไปยังลิ้นหัวฉีดให้ได้ ตามจังหวะเวลา และตามจำนวนน้ำมันโดยถูกต้องตามความเร็วของเครื่องจักรใหญ่ที่จะเดิน รายละเอียดจะได้กล่าวต่อไป



รูปที่ ๔๑ ระบบท่อทางอากาศอัตโนมัติเครื่อง



รูปที่ ๔๒ general arrangement fuel System

๓. ลิ้นหัวฉีด (Injection Valve) รับน้ำมันจากปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงชนะสปริงและจะฉีดเข้าสู่ท่อที่น้ำมันผ่านจากปั้มา สำหรับเครื่องดีเซลประเภท Air Injection การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแตกต่างจากที่กล่าวนี้ คือปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงไม่ใช้กำลังดันสูง กำลังดันน้ำมันไม่สามารถจะดันให้ลิ้นหัวฉีดเปิดเป็นแต่เพียงให้น้ำมันไปคอยอยู่ที่ลิ้นหัวฉีดเป็นประจำ ส่วนกำลังที่จะให้ลิ้นหัวฉีดเปิดนั้นต้องใช้อากาศอัดกำลังสูงมากดันให้ลิ้นเปิด ฉะนั้นที่หัวฉีดจึงต้องมีทางอากาศอัดมารวมอยู่ด้วย พอได้จังหวะฉีดก็เปิดให้อากาศอัดกำลังสูงมากดันให้ลิ้นหัวฉีดเปิด และอากาศอัดนั้นเองจะดันน้ำมันเกิดเป็นฝอยเข้าไปในสูบ

๔. ที่ปลายหัวฉีด (Nozzle Tip) จะเป็นรูเล็ก ๆ ขนาดและจำนวนของรูขึ้นอยู่กับการออกแบบของเครื่องยนต์ที่ต้องการจะให้น้ำมันที่ฉีดเข้าไปนั้นเกิดเป็นฝอย และกระจายไปทั่วบริเวณห้องเผาไหม้ได้อย่างไร

๕. หม้อกรองหยาบ (Strainer) และหม้อกรองละเอียด (Filter) ต้องมีอยู่ระหว่างท่อทางของน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อกรองไม่ให้สิ่งสกปรกต่าง ๆ เข้าไป นอกจากนั้นยังต้องมีหม้อแยกน้ำ (Purifier) ไว้ด้วยเพื่อจะได้แยกน้ำและสิ่งสกปรกออกจากน้ำมันเชื้อเพลิง

การฉีดของน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Oil Injection) การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่เครื่องยนต์ดีเซลในประเภทใดประเภทหนึ่งก็ตาม ปัญหาสำคัญที่จะทำให้เกิดผลดีแน่นอนนั้น ได้แก่สิ่งที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้ เช่น:-

ก. น้ำมันที่ฉีดเข้าสู่สูบต้องแต่งและสามารถรู้จำนวนได้แน่นอนที่สุด ทั้งนี้ก็เพื่อให้เป็นไปตามกำลังของเครื่องที่ทำงานหนักและเบาได้ตามเกณฑ์กำหนด

ข. จังหวะ (Timing) การฉีดของน้ำมันต้องถูกต้องไม่ผิดพลาด ตั้งแต่เริ่มฉีดและหยุดฉีดตลอดจนระยะเวลาของการฉีด

ค. ฝอยของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดเข้าไปในสูบนั้น จะต้องให้ถูกอากาศลุกไหม้ทั่วถึงกัน หมายความว่า ทุกเม็ดของละอองน้ำมันจะต้องแทรกเข้าไปสัมผัสกับอากาศอัดภายในสูบและลุกไหม้ขึ้น

ง. น้ำมันที่ฉีดเข้าไปในสูบจะต้องกระจายเต็มห้องเผาไหม้ (Combustion Chamber) ทั้งนี้ก็เพื่อให้เกิดส่วนผสมที่ถูกต้องระหว่างอากาศกับน้ำมัน ทำให้ได้รับการเผาไหม้ดี

**การฉีดประเภท Air Injection** เครื่องยนต์ดีเซลในสมัยแรกก็เป็นเครื่องประเภท Air Injection แต่มาสมัยนี้เลิกใช้กันเกือบหมดแล้ว และนิยมใช้เครื่องประเภท (Mechanical Injection) แทน ทั้งนี้ก็เพราะว่าเนื่องจากความเจริญก้าวหน้าออกแบบสร้างและความก้าวหน้าของการคิดค้นทำแร่วสมชนิดเบาขึ้นได้ รวมทั้งรู้จักใช้วิธีเล่นประสาน ทำให้สามารถสร้างเครื่องได้เล็กกว่า ซึ่งมีกำลังและความเร็วสูงกว่าทั้งไม่ต้องมีเครื่องอัดอากาศกำลังสูง (Air-Compressors) ใช้ในการฉีดน้ำมันติดอยู่ด้วย ข้อได้ประโยชน์ของเครื่องประเภท Air Injection ก็คือ ได้เรโซอากาศกับน้ำมันทำให้เกิดการเผาไหม้ดีมาก ส่วนข้อเสียประโยชน์ก็คือ ต้องใช้เครื่องอัดอากาศติดอยู่ด้วย ทำให้เครื่องจักรใหญ่ต้องเสียแรงนำไปในราว ๆ ๘ ถึง ๑๑ เปอร์เซ็นต์ และเสียกำลังไปทั้งหมดเกือบ ๑๔ เปอร์เซ็นต์ อนึ่งเครื่องอัดอากาศนี้เป็นสิ่งที่ขัดข้องอยู่เสมอ ซึ่งยุ่งยากกับการใช้และระวังรักษา เครื่องประเภทนี้ในราชนาวีเราไม่มีใช้ (แต่ในอเมริกาเขามีใช้อยู่ในโรงอุตสาหกรรมหนักเพราะค่าโสหุ้ยน้อย) ฉะนั้นจะไม่กล่าวถึงรายละเอียด

**การฉีดประเภทใช้ลูกสูบอัด Mechanical Injection** ประโยชน์ของการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่อัดโดยไม่ต้องอาศัยกำลังอากาศอัดนั้นเป็นการง่าย และสะดวกในการออกแบบสร้างดีกว่าเครื่องประเภทที่กล่าวมาแล้ว กำลังของการอัด (Compression Pressure) ภายในลูกสูบน้อยกว่าน้ำหนักของเครื่องต่อแรงม้าก็ลดลงได้มาก มีข้อเสียอยู่อย่างหนึ่งก็คือ เรโซส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ดีนั้นยังต้องปรับปรุงกันอยู่ สำหรับเครื่องยนต์เร็วมีกำลังสูง ซึ่งจะมีกล่าวต่อไป

การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องประเภทลูกสูบอัด (Mechanical Injection) หรือบางทีก็เรียกว่า Solid Injection นี้มีวิธีที่ใช้กันทั่วไป ๆ อยู่ ๒ วิธีคือ:-

- ก. ใช้ปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังสูงร่วมกัน (Common Rail System)
- ข. ใช้ปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังสูงแยกจากกันแต่ละสูบ Pump Injection System
- ง. วิธีใช้ปั้มน้ำมันกำลังสูงร่วมกันนั้น คือเครื่องจักรใหญ่จะมีก็สูบก็ตามแต่มีปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังสูงเพียงปั้มเดียว ขับโดยแอกเซนตริกซึ่งติดต่อกับเพลลาของเครื่องจักรใหญ่ ปั้มน้ำมันนี้จะมีท่อจ่ายน้ำมันวางทอดไปตามยาวของเครื่องจักรใหญ่เรียกว่า Common Rail กำลังน้ำมันที่ส่งจากปั้มายังทางจ่ายนี้เป็นกำลังประจำ จากทางจ่ายนี้มีทางแยกไปเข้าลิ้นที่หัวฉีดของแต่ละสูบ การ

ปรับแตงน้ำมันเชื้อเพลิงให้เข้าสู่มากน้อยตามกำลังของเครื่องจักรใหญ่นั้นปรับแตง หรือบังคับได้ที่ หัวฉีด (Injection Valve) ส่วนที่ปั้มน้ำมันนั้นมีหน้าที่เพียงแตงน้ำมันที่จ่ายไปให้มีกำลังคงที่ (Constant pressure) อยู่เสมอเท่านั้นการแตงน้ำมันที่หัวฉีดนั้น ก็แตงโดยคันดัน (Wedge) เลื่อนเข้าออกระหว่างคันดันหัวฉีดคันดันจะยกคันดันให้คันหัวฉีดเปิด น้ำมันเชื้อเพลิงฉีดเข้าสู่ ได้มากน้อยตามต้องการ (การฉีดวิธี Common Rail Sytem นี้เรามีอยู่ใน ร.ล. สมุย ลำไพลำเดี่ยว เรือลำอื่น ๆ ใช้วิธีในข้อ ข.)

ข. วิธีใช้ปั้มน้ำมันกำลังสูงแยกจากกันนั้น คือเครื่องจักรใหญ่จะมีก็สูบก็ตามจะต้องมี ปั้มน้ำมันกำลังสูงประจำอยู่ทุกสูบ การฉีดน้ำมันวิธีนี้มีส่วนที่สำคัญอยู่สองแห่งคือที่ตัวปั้ม (Injection Pump) และที่ตัวคันหัวฉีด (Injection Valve) ตัวปั้มติดอยู่ส่วนล่างของข้างสูบ ตัวคันหัวฉีดติด อยู่บนฝาสูบ จากปั้มถึงตัวคันมีเป๊บน้ำมันต่อถึงกัน เมื่อปั้มทำงานจะส่งน้ำมันไปตามเป๊บน้ำมันนี้ เข้าไปคันให้คันหัวฉีดเปิดแล้วฉีดเป็นฝอยเข้าสู่ การบังคับแตงให้น้ำมันฉีดเข้าสู่มากน้อยนั้น แตงที่ตัวปั้ม เช่นบ๊อสซ์ปั้ม (Bosch Pump) เป็นต้น การฉีดวิธีนี้บางทีก็ทำตัวปั้ม (Injection Pump) กับตัวคันหัวฉีด (Injection Valve) รวมเข้าเป็นตัวเดียวกันเรียกว่า “ยูนิตอินเจกเตอร์” (Unit Injector) เช่นหัวฉีดเครื่องยนต์เกรย์มาร์รินเป็นต้น ยูนิตอินเจกเตอร์นี้ติดอยู่บนฝาสูบเครื่อง จักรใหญ่จังหวะของปั้มทำงานกระทำโดยลูกเบี้ยวเช่นเดียวกัน แต่การบังคับแตงให้น้ำมันฉีดเข้าสู่ ได้มากน้อยนั้นแตงโดยเนื้อที่ตรงปากของลูกสูบของปั้ม (Plunger) อาการและรายละเอียดจะได้ กล่าวเป็นอย่าง ๆ ต่อไปในเรื่องปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง

การฉีดเป็นฝอยเข้าสู่ (Spray Penetration) น้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดเข้าสู่บนนั้น ต้อง ให้เป็นฝอยละเอียดมีลักษณะคล้ายหมอกและต้องให้พุ่งกระจายไปทั่วบริเวณห้องเผาไหม้ เพื่อให้ ผสมกับอากาศเกิดการเผาไหม้ทั่วถึงกันทุกซอกทุกมุม ในการนี้จะต้องคำนึงถึงกำลังแรงของน้ำมันที่ ฉีดเพื่อให้ชนะกับกำลังอัดภายในสูบขนาดของรูที่ปลายหัวฉีด (Nozzle) และมุมของหัวฉีด บัญหา อันนี้ได้เกิดความยุ่งยากขึ้นสำหรับห้องเผาไหม้ (Combustion Chamber) ของสูบล่าง (Lower Cylinder) ของเครื่อง Double Acting เป็นอันมากเพราะสูบล่างของเครื่อง Double Acting นั้น มีก้านสูบอยู่กึ่งกลางของห้องเผาไหม้พอดี ฉะนั้นจึงต้องติดหัวฉีดที่ฝาสูบล่างเป็นสองตัว และจัดมุม ไม่ให้น้ำมันฉีดเข้าไปกระทบกับก้านสูบ

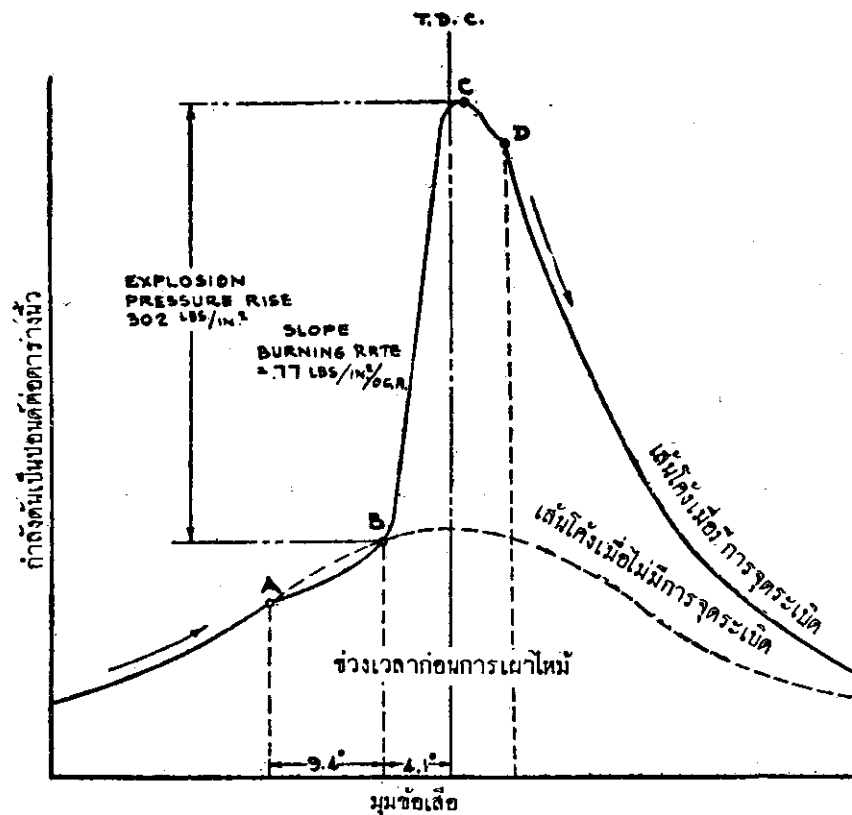
**การเผาไหม้ (Combustion)** การเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซลเกิดขึ้น ได้จากความร้อนของการอัดอากาศภายในสูบอย่างเดียว ฉะนั้นการเผาไหม้จะดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับอากาศเป็นส่วนสำคัญ ตามเกณฑ์ใกล้เคียงน้ำมันเชื้อเพลิงหนัก ๑ ปอนด์ ต้องการอากาศหนัก ๑๔ ปอนด์ ที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้ดีอย่างไรก็ตามถือเสียว่าเมื่อจะให้เครื่องดีเซลหรือเกิดการเผาไหม้ดีเราจะต้องหาวิธีทำให้อากาศเข้าสู่ได้มากไว้ โดยปกติเมื่อเครื่องเดินเบาจะมีอากาศเข้าสู่เหลือเพื่อและเมื่อเครื่องเดินเต็มตัวอากาศจะไม่พอ แต่บางครั้งเมื่อเครื่องเดินเกินตัว (Over Load) แล้วยังปรากฏว่ามีอากาศพอที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้น้ำมันได้อีกนั้น อาจเป็นด้วยอากาศกับน้ำมันมีได้กลุกละลាក់กันทั่ว คงอยู่คนละทาง

จำนวนน้ำมันที่ฉีดเข้าสู่ครั้งหนึ่ง ๆ ต้องให้กระจายเป็นเม็ดฝอยเล็กที่สุด เม็ดหนึ่ง ๆ ของน้ำมันจะต้องให้อากาศรอบ ๆ ตัวพอที่จะจุดให้ลุกเป็นไฟได้ ในการที่จะช่วยทำได้เช่นนี้ก็มีทางหนึ่งคือทำให้อากาศที่ถูกอัดในสูบลักษณะเคลื่อนตัว (Turbulence) ปัญหานี้สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลประเภท Air Injection ทำได้ดี เพราะเป็นการฉีดด้วยอากาศอัดสูงอยู่แล้ว สำหรับเครื่อง Mechanical Injection ก็มีวิธีแก้ปัญหานี้หลายทาง เป็นต้นว่า จัดแปลงรูปร่างของห้องเผาไหม้ และทำยอกลูกสูบเป็นรูปต่าง ๆ เพื่อให้อากาศที่ถูกอัดตัวเกิดการววกเวียนเคลื่อนตัว ในเครื่อง ๒ จังหวะใช้อากาศช่วยเป่า (Air Scavenging) เพื่อให้เกิดการววกเวียนโดยทำรูปของอากาศที่เข้าสู่ให้อากาศวิ่งชนกับศูนย์กลางกระบอกสูบ

ลักษณะของการเผาไหม้ที่ดีนั้น มีข้อที่ควรสังเกตสำคัญ ๆ ดังนี้ คือ:-

- ก. น้ำมันเชื้อเพลิงจะต้องฉีดเข้าสู่ถูกต้องตามจังหวะ คือหมายความว่าสิ้นหัวฉีดจะต้องเปิดและปิดสัมพันธ์กับตำแหน่งลูกสูบให้ถูกต้องตามกำหนด
- ข. น้ำมันเชื้อเพลิงที่ดีจะต้องมีลักษณะกระจายเป็นฝอยละเอียดคล้ายกับหมอก
- ค. น้ำมันเชื้อเพลิงจะต้องผสมกับอากาศพอที่จะช่วยให้เกิดการลุกไหม้ได้ทันที
- ง. อากาศต้องมีพอที่จะช่วยการเผาไหม้ได้หมดจดดี
- จ. อุณหภูมิของการอัดต้องสูงพอที่จะจุดเชื้อเพลิงได้

ในรูปที่ ๘๓ เป็นไดอะแกรม (เส้นโค้ง) แสดงกำลังดัน-เวลา (Pressure Time) จากเครื่องวัดอินดิเคเตอร์ "Furnboro" ของเครื่องยนต์ประเภท Mechanical Injection เครื่องหนึ่ง



รูปที่ ๘๓ แสดงกำลังดันภายในสูบและมุมข้อเหวี่ยงที่หมุนไป

เส้นโค้งเส้นล่างส่วนที่เป็นจุดไขปลาส่งว่า เมื่อยังไม่ฉีดเชื้อเพลิงเข้าสู่สูบ ก็อัดอากาศเฉย ๆ (Cold Compression) จุด A เป็นจุดที่สิ้นหัวฉีดเริ่มเปิดและการลุกไหม้จะเกิดขึ้นที่จุด B กำลังดันจาก A ถึงจุด B จะตกต่ำกว่าเส้นโค้ง Cold Compression เนื่องจากความร้อนจากอากาศถูกซักไปโดยน้ำมันเชื้อเพลิง ระยะเวลาจาก A ถึง B นี้ เรียกว่าระยะเวลาก่อนการลุกไหม้ (Ignition Delay) จากจุด B เมื่อน้ำมันลุกไหม้กำลังดัน (Pressure) จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงจุดสูงสุดที่ C จุดสูงสุดนี้เกิดขึ้นหลังศูนย์ตายบน (Top Dead Center) เล็กน้อยและกำลังดันเร็วสุดเนื่องจากลูกสูบเลื่อนลงจุด D เป็นจุดที่สิ้นหัวฉีดปิดกั้นน้ำมันเชื้อเพลิงไม่เข้าสู่สูบ และก๊าซขยายตัวดันลูกสูบเลื่อนลงทำงาน

การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นฝอยละเอียดผสมกับอากาศได้ดี ก็จะทำให้อุณหภูมิทวีสูงขึ้นได้ดี และจะร่นระยะเวลาการลุกไหม้ให้สั้นเข้า การที่ทำให้เพิ่มอุณหภูมิได้รวดเร็วจะช่วยให้การเกาะ (Knocking) ภายในสูบน้อยลงและทำให้เครื่องเดินเรียบ

อนึ่ง การเร่งเครื่องโดยเร็วจะทำให้เครื่องเคาะมากขึ้น นอกจากนั้นระยะเวลาการลุกไหม้ที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการใช้น้ำมันแล้ว

การที่มีเสียงเคาะดัง (Knocking) ที่เกิดขึ้นภายในสูบนั้น หมายความว่าน้ำมันเชื้อเพลิงเกิดการลุกไหม้ขึ้นภายในสูบโดยไม่สม่ำเสมอ บ้างเกิดกำลังดันไม่ราบเรียบคล้ายมีการทุบลงบนยอดลูกสูบทำให้เครื่องรวและสั่นสะเทือน อาจเกิดการเสียหายขึ้นได้ การเคาะเกิดขึ้นได้จากการใช้น้ำมันแล้ว น้ำมันตกค้างอยู่ในสูบและอุณหภูมิการอัดตัวภายในสูบ หรือฉีกน้ำมันเข้าสู่สูบเร็วเกินไป

เชื้อเพลิงติดไม่ติดหรือเรียกว่าการเผาไหม้ไม่ทันนั้น จะสังเกตได้ที่ควันของก๊าซเสีย แต่ควันของก๊าซเสียอาจเกิดจากการไหม้ของน้ำมันหล่อลื่น ซึ่งผ่านแหวนลูกสูบขึ้นมายังห้องเผาไหม้ก็ได้ ลักษณะของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ไม่หมดจกทั่วถึงกันและที่พุ่งออกมาทางท่อก๊าซเสียนั้นจะเห็นเป็นสีดำ และถ้าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ยังไม่ลุกไหม้หรือที่ยังไม่ติดไฟจะออกมาเป็นสีน้ำเงิน (Blue Smoke) การเผาไหม้ไม่ติดจะบังเกิดขึ้นเป็นครั้งคราวในที่ที่เริ่มติดเครื่องหรือเดินเครื่องเบา หรือเดินเกินตัว (Over Load) หรือในขณะที่เปลี่ยนจากความเร็วนึงไปอีกความเร็วนึงในทันทีทันใด

ควันที่ออกจากท่อก๊าซเสียของเครื่องยนต์จะทราบไม่ได้ว่าเป็นควันเกิดจากสูบไหน วิธีสังเกตว่าเกิดควันดำจากสูบไหน คือ:-

๑. สังเกตโดยเครื่องวัดอุณหภูมิ หรือ Pyrometer ที่ติดประจำท่อก๊าซเสียของทุก ๆ สูบ ตามปกติถ้าสูบไหนควันค่าอุณหภูมิของก๊าซเสียจะสูงขึ้น

๒. เปิดก๊อกอินดิเคเตอร์ทิ้งไว้โดยสังเกตการเปลี่ยนสีของก๊าซเสียที่ท่อ หรือปล่องของเครื่อง ทำเช่นนั้นตรวจไล่ไปที่ละสูบ

๓. ตัดทวงน้ำมันเข้าที่ละสูบ และตรวจดูสีควันที่ท่อก๊าซเสียหรือปล่อง วิธีนี้ห้ามอย่างเด็ดขาดอย่ากระทำเมื่อเครื่องเดินเต็มตัว เพราะจะทำให้เกิด Over Load ขึ้นแก่สูบอื่นได้ ในเมื่อเครื่องนั้นบังคับอยู่ด้วยกัฟเวอร์เนอร์

ถ้าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดถูกต้องตามจังหวะ และกำลังของเครื่องที่เดินอยู่ในเกณฑ์ปกติแต่ควันยังดำอยู่ ก็คงเป็นด้วยส่วนประกอบในทางน้ำมันบกพร่องขึ้นโดยมากมักจะเป็นด้วย

ก. ล้นหัวฉีดติด

ข. น้ำมันสกปรกหรือมีสิ่งเจือปน

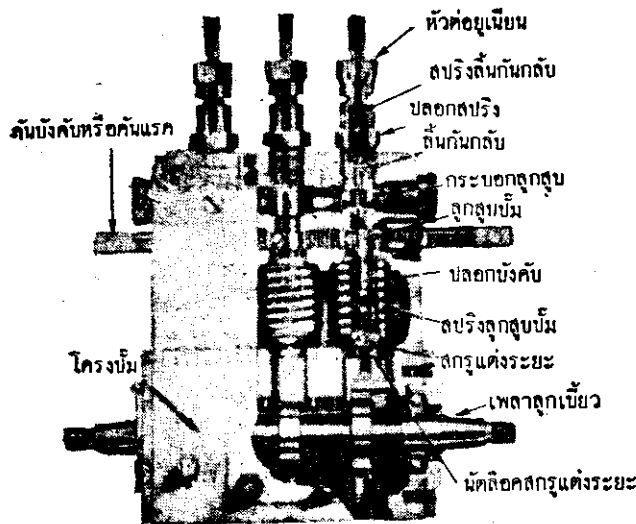
- ก. รูฉีดน้ำมัน (Nozzle Holse) ที่ปลายหัวฉีดบางรูชำรุดหรือตัน  
 ง. จังหวะของเครื่องฉีด หรือลูกเบี้ยวปัมน้ำมันไปหัวฉีดผิดหรือชำรุด

เมื่อรวบรวมสาเหตุต่าง ๆ ที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้ไม่ดีขึ้นนั้น อาจเป็นไปได้ตามหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้.-

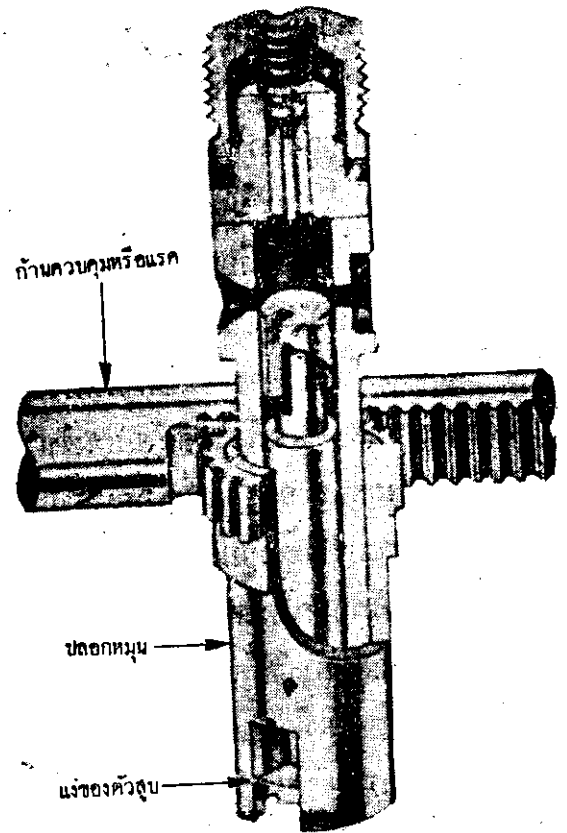
- ก. น้ำมันเชื้อเพลิงเลวหรือสกปรก  
 ข. อากาศมีไม่พอ  
 ค. อุณหภูมิของการอัดอากาศตกต่ำมาก  
 ง. เครื่องมีกำลังไม่เท่ากันระหว่างสูบ  
 จ. จังหวะการฉีด หรือระยะเวลาที่ฉีดไม่ถูกต้อง  
 ฉ. จังหวะของเครื่องฉีดไป  
 ช. การออกแบบสร้างของห้องเผาไหม้ไม่ถูกต้อง  
 ซ. เกณฑ์เรโซการอัดต่ำมาก  
 ฌ. อุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นต่ำไป  
 ญ. อุณหภูมิของอากาศที่เข้าเครื่องต่ำไป

**สูบน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Pump)** ได้กล่าวมาแล้วในระบบทางน้ำมันเชื้อเพลิงว่า สูบน้ำมันเชื้อเพลิงมีอยู่ ๒ อย่าง คือสูบน้ำมันกำลังคันสูง (Measuring Pump) หรือ (High Pressure Injection Pump) กับสูบน้ำมันกำลังคันต่ำ (Transfer Pump)

ในเครื่องดีเซลสมัยเก่าหรือเครื่องดีเซลที่มีความเร็วต่ำ สูบน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังคันต่ำมิได้ติดอยู่กับเครื่องจักรใหญ่ ก็เป็นสูบที่เดินอิสระโดยตัวของมันเองมีหน้าที่เพียงแต่คอยสูบน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังใหญ่ (Main Tank) ขึ้นไปยังถังใช้การ (Gravity Tank) ซึ่งติดตั้งอยู่ที่สูงเป็นพัก ๆ เมื่อน้ำมันในถังใช้การพร่อง น้ำมันในถังใช้การนี้ก็ต้องให้น้ำมันไหลลงมายังสูบน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังสูงเอง โดยน้ำหนักสวนเครื่องดีเซลสมัยใหม่หรือเครื่องที่มีความเร็วสูงจะใช้ให้น้ำมันจากถังใช้การไหลลงมายังสูบน้ำมันกำลังคันสูงโดยน้ำหนักอย่างเดียวนั้นไม่ทัน ฉะนั้นจึงต้องใช้สูบน้ำมันกำลังคันต่ำช่วยสูบจากถังใช้การมายังสูบน้ำมันกำลังคันสูงอีกด้วย และสูบน้ำมันกำลังคันต่ำนี้ต้องเดินเป็นประจําไปพร้อมกับเครื่องจักรใหญ่ โดยใช้กำลังขับเคลื่อนมาจากเพลาลูกเบี้ยวของเครื่องจักรใหญ่ สูบน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังคันต่ำที่กล่าวนี้ส่วนมากเป็นแบบเฟืองขับกัน (gear pump) เพราะสามารถสูบได้ทุกโอกาสแม้ว่า



รูปที่ ๔๔ แสดงรูปผ่าภายใน



รูปที่ ๔๕ แสดงกลไกหมุนของตัวสูบ

น้ำมันในท่อทางจะขาดตอน (Positive Displacement Type) สืบแบบนี้ทางส่ง (Discharge) จะมี ลิ้นน้ำมันไหลกลับ (Relief Valve) ติดอยู่ด้วยเมื่อน้ำมันส่งไปมากลิ้นนี้จะเปิดให้น้ำมันไหลกลับ มาเข้าทางดูด (Suction) เอง การที่ทำเช่นนี้ก็เพื่อมิให้น้ำมันที่จะไปเข้าสูบกักถังคันสูงขาดสายได้ ส่วน สูบน้ำมันกักถังคันสูงเมื่อได้รับน้ำมันจะส่งมาจากถังใช้การ หรือจากสูบกักถังคันต่ำก็ตาม มีหน้าที่จะ ปรับแต่งจำนวนน้ำมันไปยังหัวฉีดให้ถูกต้องตามกำลังของเครื่อง

สูบน้ำมันกักถังคันสูงที่ใช้กันแพร่หลายสำหรับเครื่องดีเซลประเภท Mechanical Injection Type นั้นโดยมากเป็นแบบบ๊อสช์ (Bosch Fuel Pump) รูปที่ ๔๔, ๔๕ แสดงให้เห็นส่วน สำคัญต่าง ๆ ของปั๊มแบบบ๊อสช์ซึ่งเป็นชนิดที่แยกประจำแต่ละสูบของเครื่องจักรใหญ่ ผิวสัมผัส ระหว่างภายในกระบอกสูบและลูกสูบได้เจียรระในเรียบและปรับเลื่อนขึ้นลงได้สนิท เวลาใช้การยอม ให้น้ำมันเชื้อเพลิงซึมแทรกกระหว่างผิวสัมผัสได้บ้างเพื่อประโยชน์ในการหล่อลื่นผิวสัมผัส เสียจตส และเพื่อต้องการให้ลูกสูบมีกำลังอัดขึ้นด้วย

ที่ปลายลูกสูบ (Plunger) ได้เจาะเป็นร่องเล็ก ๆ (Slot) ตรงขึ้นไปทางยอดลูกสูบเพื่อใช้เป็นทางสำหรับแบ่งน้ำมันเชื้อเพลิงที่เกินต้องการไม่ให้ฉีดเข้าสู่ได้โดยให้ไหลกลับไปทางเดิม อาการกระทำแสดงให้เห็นในรูปที่ ๘๔, ๘๕ ดังนี้คือ.-

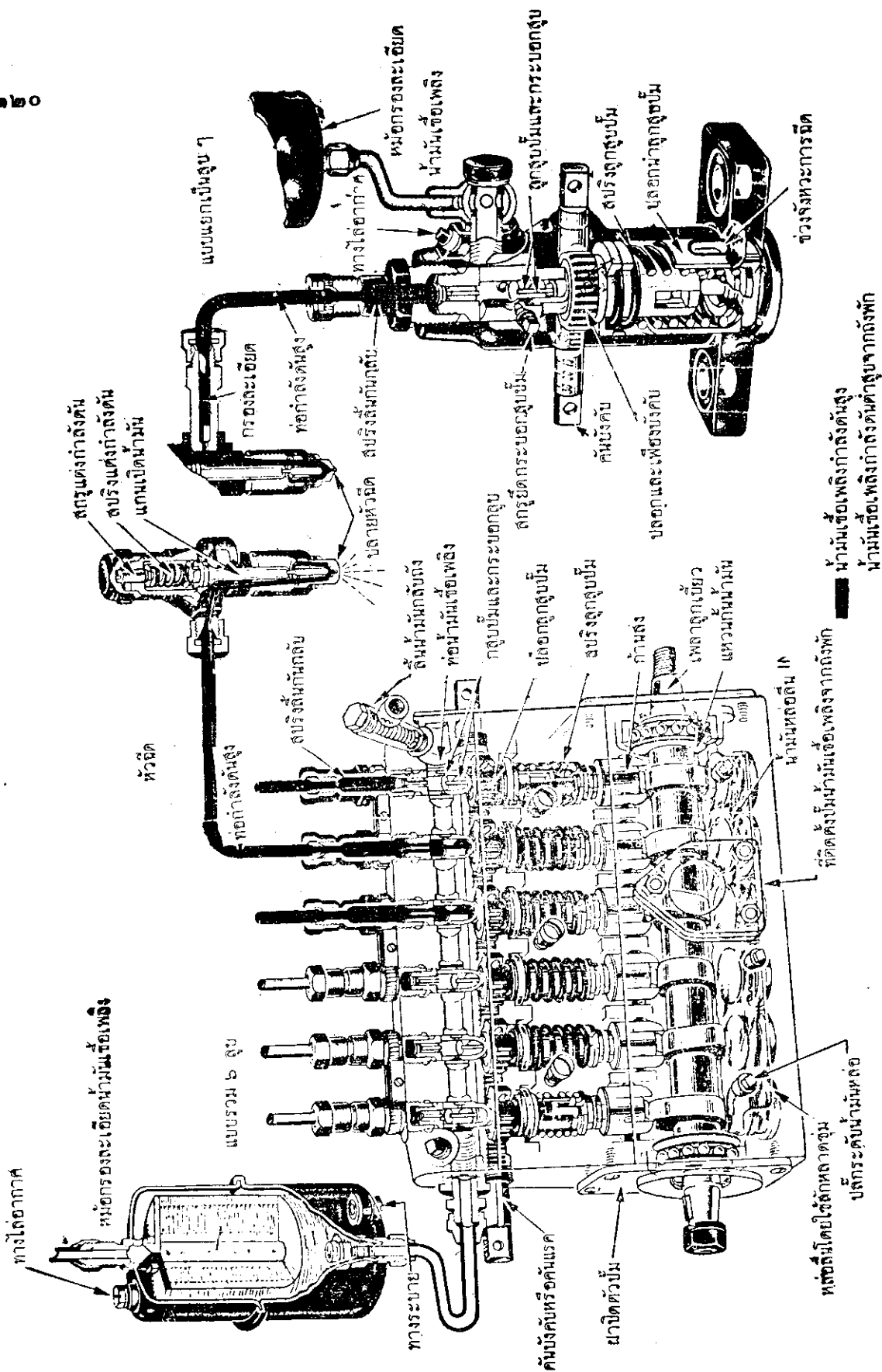
เมื่อลูกสูบ (Plunger) เคลื่อนลง ลูกสูบจะดูดน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งส่งมาจากถัง Gravity หรือจาก Transfer Pump มากมายอยู่ที่ทางเข้า (Inlet Port) ให้เข้ามาอยู่ที่ช่องว่างบนยอดลูกสูบ เมื่อลูกสูบเคลื่อนขึ้นน้ำมันจะไหลกลับไปสู่ทางเดิม จนกระทั่งลูกสูบจะเคลื่อนขึ้นไปเปิดทางน้ำมันเข้า (Inlet Port) นั้นเสีย และต่อไปจำนวนน้ำมันที่เหลืออยู่บนที่ว่างยอดลูกสูบก็จะถูกอัดตัวส่งไปดันให้ลิ้นหัวฉีดเปิดแล้วฉีดเข้าสู่ของเครื่องจักรใหญ่ต่อไป

ถ้าเราหมุนตัวลูกสูบ (Plunger) ให้ร่องเล็ก (Slot) มาตรงกับทางน้ำมันเข้า (Inlet Port) นั้นพอดีแล้ว เมื่อลูกสูบเคลื่อนขึ้นน้ำมันจะไหลกลับทางเดิมหมด ในลักษณะนี้น้ำมันเชื้อเพลิงจะไม่มีโอกาสฉีดเข้าสู่ และเครื่องจะไม่ติดถ้าหากว่าเครื่องติดอยู่เดิมก็จะดับทันที ต่อไปถ้าเราหมุนลูกสูบกะหรือกะเนให้รอยขอบของปากเลื่อนมาปิดช่องน้ำมันเข้าที่ละน้อย เมื่อลูกสูบเคลื่อนขึ้นน้ำมันจะไหลกลับไม่หมด คงเหลือส่งเข้าหัวฉีดบ้าง ถ้าน้ำมันที่ฉีดส่งเข้าสู่ของเครื่องจักรใหญ่ได้เพียงเล็กน้อยนี้ทำให้เครื่องติดอยู่ได้ ก็จะมีเรียกว่าเครื่องเดินเบา

ถ้าหมุนลูกสูบต่อไปอีก เมื่อลูกสูบเคลื่อนขึ้นจะเห็นได้ว่าขอบวงปาก (Land Of Lip) จะปิดทางน้ำมันไหลกลับน้อยลงทุกที และจะส่งไปยังหัวฉีดมากขึ้นเครื่องจะเดินเร็วขึ้น และเครื่องจะเดินเต็มที่ในเมื่อหมุนให้ส่วนยาวที่สุดของขอบปากปิดทางน้ำมันไม่ให้ไหลกลับเลย คือเมื่อลูกสูบเคลื่อนขึ้นน้ำมันบนที่ว่างยอดลูกสูบ (Plunger) จะไม่มีทางไหลกลับเลย

ลักษณะและอาการ และตำแหน่งของลูกสูบ (Plunger) ของสูบน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังตันสูงแบบบีอัสจะเข้าใจได้ดังแสดงในรูปที่ ๘๗

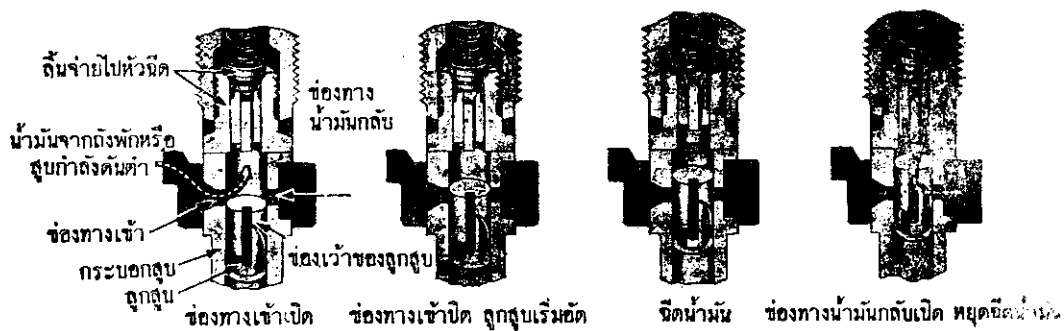
๑. ลูกสูบลงอยู่สุดระยะเลื่อนน้ำมันไหลเข้ามาทาง (Inlet Port)
๒. ขอบของลูกสูบเริ่มปิดช่องน้ำมันเข้า (Inlet Port) และน้ำมันที่ค้างอยู่ปลายลูกสูบจะกลับออกมาได้โดยทางร่องเล็ก (Slot)
๓. ลูกสูบกำลังอัดน้ำมันเชื้อเพลิงส่งไปยังหัวฉีด ฉีดเข้าสู่เครื่องจักรใหญ่ จะเห็นได้ว่าน้ำมันที่อยู่ในที่ว่างปลายลูกสูบ (Bushing) จะไม่มีทางไหลกลับไปทางเดิมได้เลย (Inlet Port)
๔. แสดงให้เห็นร่องเล็ก (Slot) มาอยู่ตรงแนวกับช่องน้ำมันกลับพอดี เวลาลูกสูบเคลื่อนขึ้นต่อไปอีกจะไม่เกิดกำลังอัด น้ำมันจะไหลกลับได้หมด ไม่ส่งไปยังหัวฉีด



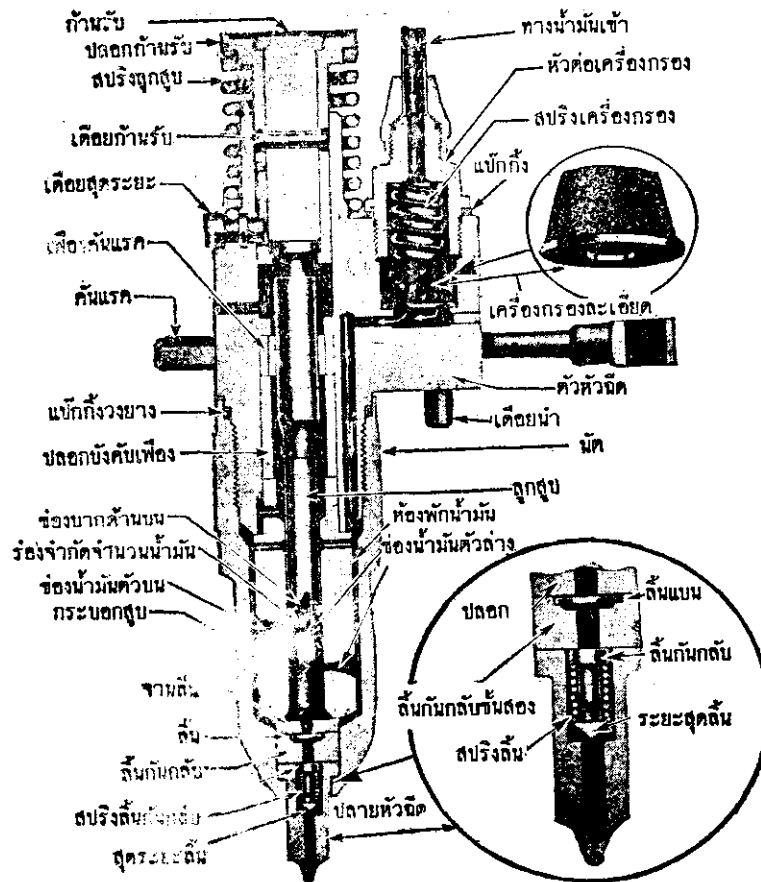
ลูกสูบ (Plunger) นี้จะบังคับให้หมุนไปมา คือบังคับให้น้ำมันอัดไปหัวฉีดได้มากน้อย หรือบังคับให้เครื่องเดินช้าและเร็วได้นั้น กระทำโดยเฟืองหัว (Gear Rock) หรือเรียกว่าคันบังคับ ทุกวันนี้เราเรียกทับศัพท์ว่า เกียร์แรค เกียร์แรคนี้ติดต่อบังคับด้วยกัฟเวอร์เนอร์ หรือจะบังคับด้วยมือก็ได้

**ยูนิตอินเจ็คเตอร์ (Unit Injector)** สูบน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงที่ใช้กับเครื่องดีเซล หมุนเร็วชนิด ๒ จังหวะ มักจะทำตัวสูบ (Fuel Pump) กับลิ้นหัวฉีด (Injection Valve) รวมอยู่ด้วยกันเป็นตัวย่อยเรียกว่า ยูนิตอินเจ็คเตอร์ รูปที่ ๘๘ เป็นรูปผ่าแสดงให้เห็นส่วนประกอบต่าง ๆ น้ำมันเชื้อเพลิงที่ส่งมาจากถังใช้การหรือจาก Transfer Pump จะมาเข้าทางช่องขวามือผ่านหม้อกรอง (Filter) และจะมารวมอยู่รอบนอกปลอกสูบ (Bushing) ปลาสปลอกสูบทำมาขึ้นกับส่วนล่างของตัวสูบ ช่องน้ำมันเชื้อเพลิง (Inlet Port) ที่กระบอกสูบมี ๒ ช่อง เรียกว่าช่องบนและช่องล่าง (Upper Port และ Lower Port) การปากที่ตัวลูกสูบ (Plunger) ก็ปากผิวก้นกับช่องตัวลูกสูบแบบบัสส์ เพื่อการเลื่อนขึ้นลงของลูกสูบ และการบังคับให้ลูกสูบหมุนเพื่อให้ น้ำมันเข้ามากน้อยนั้นเป็นเช่นเดียวกัน ตามรูปที่ ๘๐ จะเข้าใจอาการกระทำได้ง่ายดังต่อไปนี้ :-

#### DIESEL ENGINE MAINTENANCE TRAINING MANUAL-U. S. NAVY



รูปที่ ๘๘ แสดงอาการการฉีดน้ำมัน เพื่อจุดระเบิดหนึ่งครั้ง



รูปที่ ๘๘ แสดงรูปผ่าหัวฉีดน้ำมันเครื่อง จีเอ็ม

รูปที่ ๕๐ (กลาง) แสดงให้เห็นตำแหน่งต่าง ๆ ของลูกสูบ (Plunger) เลื่อนขึ้นลง จากซ้าย รูปที่ ๑ ลูกสูบ (Plunger) เลื่อนขึ้นสู่ระยะ น้ำมันเชื้อเพลิงจะเข้าไปเติม อยู่ในกระบอกสูบจากช่องบนและช่องล่าง

รูปที่ ๒ ลูกสูบเลื่อนลง บากล่างจะปิดช่องน้ำมันล่างก่อน จนกระทั่งบาคบนเริ่มปิด ช่องน้ำมันบน ลูกสูบจะเริ่มอัดน้ำมันผ่านหัวฉีดไปเข้าสูบ ตามในลักษณะของรูปนี้ จะเห็นได้ว่า ระยะที่อัดฉีดน้ำมันไปใช้การนั้นมีอยู่ระยะหนึ่งตามที่ทำลูกศรกำกับไว้ (Effective Stroke) เท่านั้น เมื่อลูกสูบเลื่อนลงต่อไปจนบากล่างเปิดช่องน้ำมันล่างแล้ว น้ำมันจะออกทางช่องล่างลูกสูบก็หมด กำลังอัดต่อไปจนเลื่อนลงสู่ระยะ

รูปที่ ๓ แสดงให้เห็นลูกสูบ (Plunger) เลื่อนลงจนสู่ระยะอัดน้ำมันเริ่มออกทาง ช่องน้ำมันล่างได้แล้ว

รูปที่ ๔ ลูกสูบ (Plunger) เลื่อนลงสู่ระยะเลื่อนต่ำสุด

รูปที่ ๕๐ (ล่าง) แสดงตำแหน่งต่าง ๆ ของลูกสูบที่หมุนให้บาคต่างบังคับกับน้ำมันเชื้อเพลิงฉีดเข้าสู่มากน้อยตามความเร็วของเครื่อง

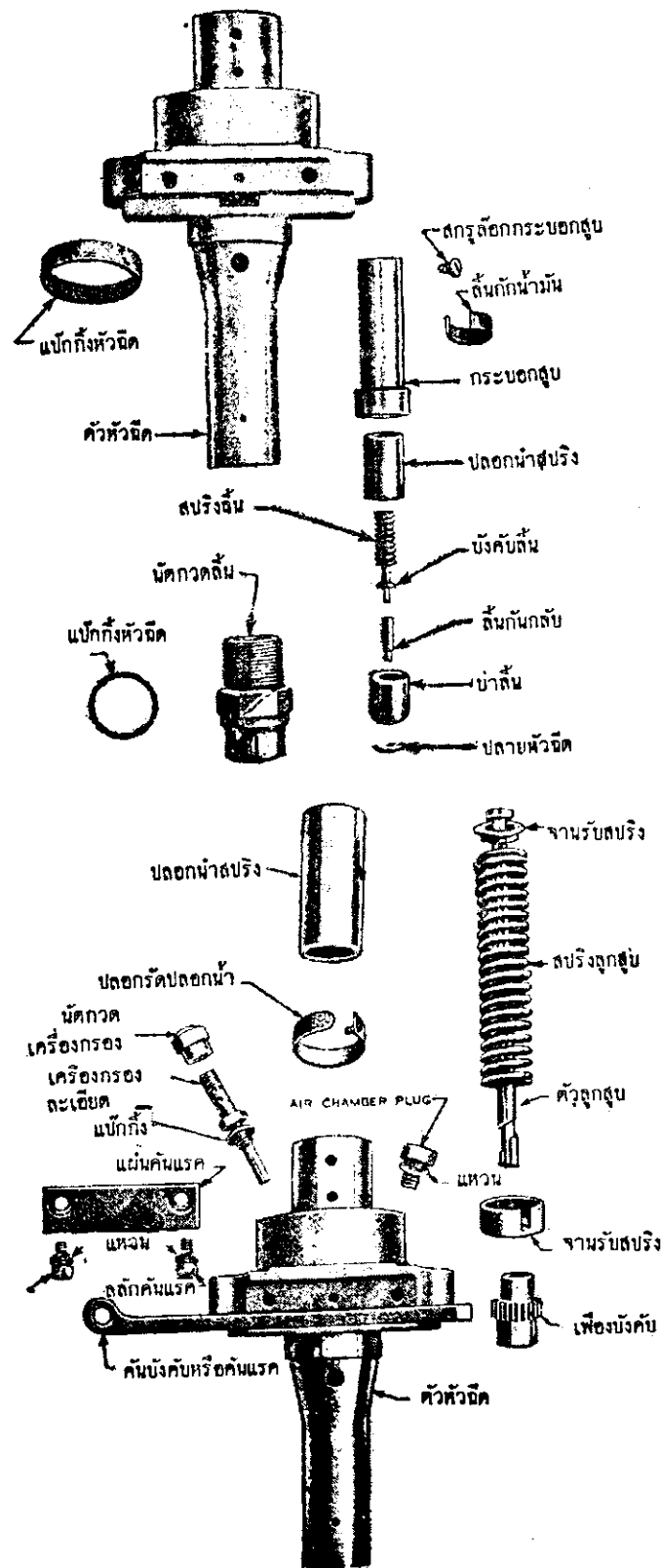
จากซ้าย :-

รูปที่ ๑ หมุนลูกสูบให้ร่องบาค (Slot) ของลูกสูบมาอยู่ตรงช่องทางน้ำมันเชื้อเพลิง เข้า (Inlet Port) พอที่ ลักษณะนี้ลูกสูบจะไม่มีกำลังอัด น้ำมันเชื้อเพลิงจะไหลกลับหมดเครื่องจะ คับหรือหยุด

รูปที่ ๒ เมื่อหมุนลูกสูบต่อไปจากซ้ายไปขวาตามลูกศรให้ร่อง (Slot) เลยไป และให้ ส่วนสันของบาคมาปิดช่องน้ำมันเข้า ลูกสูบจะมีกำลังอัดอยู่ระยะหนึ่ง (Effective Stroke) เท่ากับ ส่วนยาวของบาค เมื่อลูกสูบเลื่อนลงพ้นขอบบาคไปแล้ว น้ำมันก็จะกลับทางได้ ลูกสูบจะหมด กำลังอัด จะเห็นได้ว่าเวลาที่น้ำมันฉีดเข้าสู่นั้นน้อยมาก ลักษณะนี้เครื่องจะเดินเบา

รูปที่ ๓ เมื่อหมุนลูกสูบต่อไปให้กึ่งกลางส่วนโค้งของบาคตรงช่องน้ำมันเข้าระยะเวลา ของการอัดมีมากขึ้น จำนวนน้ำมันเข้าสู่มากขึ้น เครื่องจะเดินเร็วขึ้น ลักษณะนี้เรียกว่า เครื่องเดิน ครึ่งตัว

รูปที่ ๔ หมุนลูกสูบต่อไปให้ขอบสูงสุดของส่วนโค้งของบาคมาตรงช่องน้ำมันเข้า ระยะ เวลาอัดน้ำมันจะนานที่สุด น้ำมันจะฉีดเข้าสู่มากที่สุด เครื่องจะเดินเต็มตัว



รูปที่ ๔๔ ส่วนประกอบหัวฉีดเครื่อง วินตัน

รูปที่ ๔๐ (บน) แสดงอาการของลิ้นฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง (Spray Valve) เข้าสู่สูบน้ำมันเชื้อเพลิงจากยอกลูกสูบ (Plunger) ของสูบน้ำมันจะมาเข้าอยู่รอบลิ้นนมหนู (Needle Valve) ซึ่งมีสปริงกดอยู่ เมื่อลูกสูบ (Plunger) อัดน้ำมันเชื้อเพลิงเกิดกำลังดันขึ้นจะดันหน้าลิ้นนมหนูทำให้สปริงหดตัว ลิ้นนมหนูจะเฉยพ้นจากบาล์น้ำมันเชื้อเพลิง ก็ผ่านลิ้นนมหนูไปยังหัวฉีด (Spray Tip) และกันผ่านรูเล็ก ๆ กระจายเป็นฝอยเข้าสู่ที่ปลายหัวฉีดจะเป็นรูเล็ก ๆ รูปผักบัว มี ๖ รู

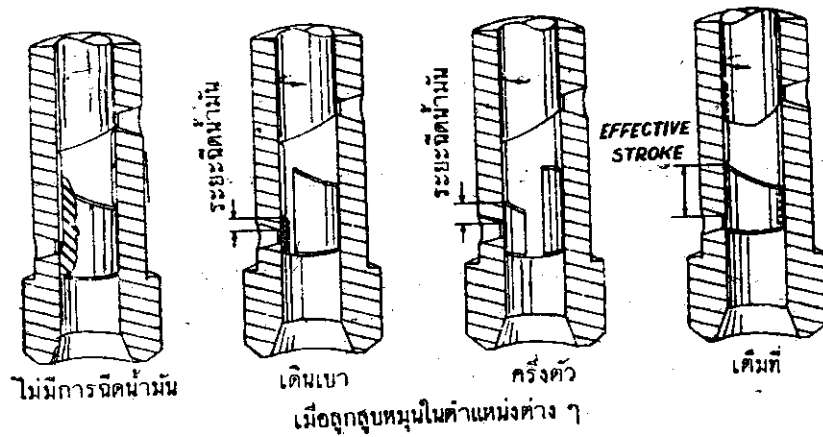
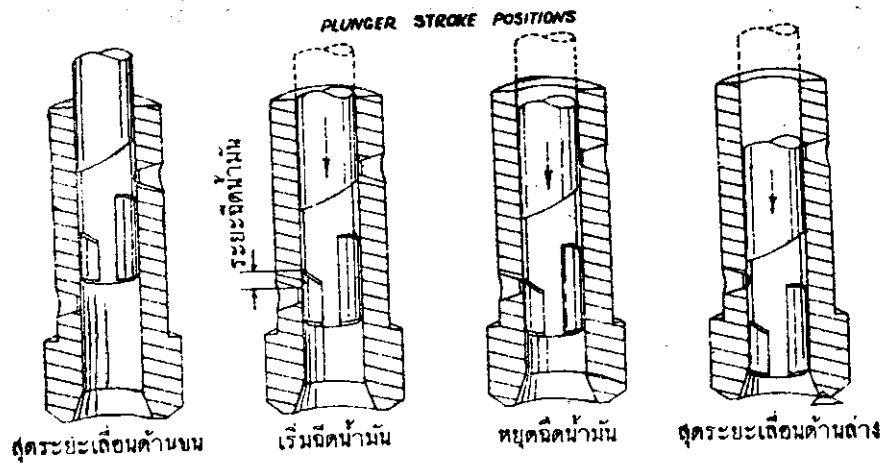
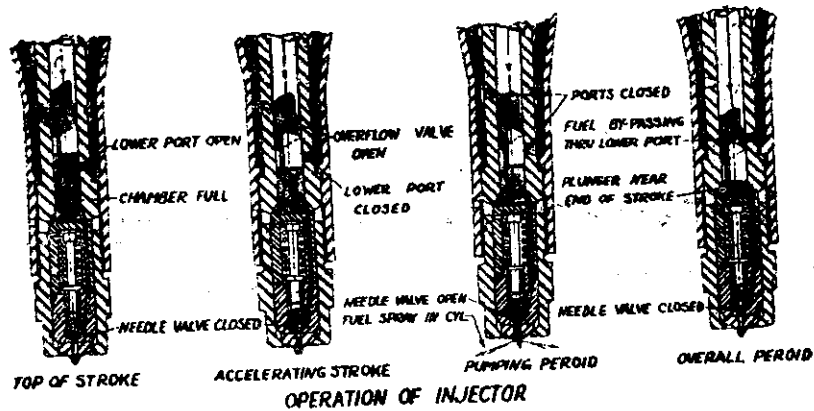
**ลิ้นหัวฉีด (Injection Valve)** ลิ้นหัวฉีดที่ใช้กันแพร่หลายในเครื่องยนต์ประเภท (Mechanical Injection) นั้น โดยมากเป็นแบบ Bosch ดังในรูปที่ ๔๑ น้ำมันเชื้อเพลิงจะเข้ามายังตัวลิ้นหัวฉีด (๑) โดยทางท่อน้ำมัน (๒) และผ่านเครื่องกรองน้ำมัน (๓) ไปตามรู (๔) ซึ่งจะเป็นเส้นตึงลงไปถึงช่องพักน้ำมันรูปกรวยอยู่โคนเข็มนมหนู (๕) เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงจะดันผ่านรูพ่นน้ำมันที่ปลายหัวฉีด (Spray Tip) พ่นเป็นฝอยเข้าไปภายในสูบ รูพ่นน้ำมันอาจมีตั้งแต่ ๘ ถึง ๑๐ รู รูหนึ่ง ๆ โตประมาณ ๐.๐๑๐ นิ้ว น้ำมันเชื้อเพลิงอาจซึมไปตามรอบนอกของลิ้นนมหนู (๕) ได้ ฉะนั้นจึงเจาะระบาย (๑๓) และต่อท่อติดต่อไปลงทางชุดของสูบน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง หรือต่อไปลงถึงน้ำมันตก (Over Flow Tank) ก็ได้กำลังดันน้ำมันที่จะดันให้หัวฉีดเปิดได้นั้นแรงได้ที่สปริงกดกันลิ้น (๔)

**กัฟเวอร์เนอร์ (Governor)** กัฟเวอร์เนอร์เป็นเครื่องบังคับหรือรักษาความเร็วและกำลังของเครื่องจักรใหญ่ให้อยู่ในระดับที่ต้องการ ถ้าเครื่องทำงานเกินกำลังที่กำหนดทั้งไว้กัฟเวอร์เนอร์จะบังคับให้เครื่องจักรใหญ่ลดกำลังลง หรือให้หยุดเสียได้โดยอาการกระทำต่อเนื่องไปยังกันน้ำมันเชื้อเพลิงที่จะฉีดเข้าสู่ของเครื่องจักรใหญ่

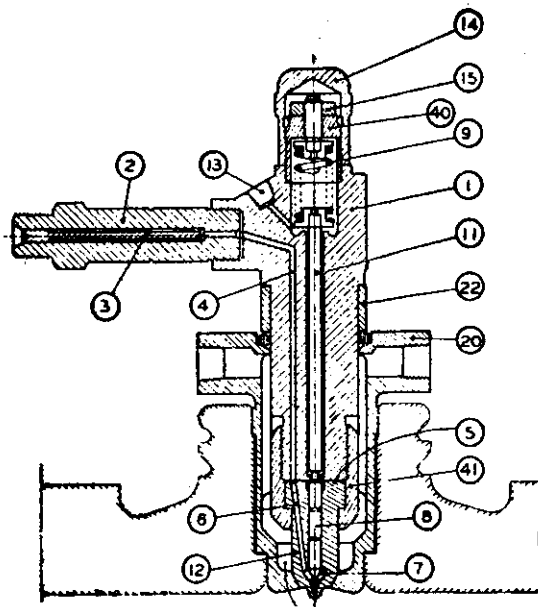
กัฟเวอร์เนอร์มี ๒ ประเภท แตกต่างกันไปแต่ความประสงค์ที่จะใช้กับงาน คือ-

๑. Over Speed Governor (บังคับให้เครื่องไม่ให้มีความเร็วเกินกำหนด)
๒. Regulating Speed Governor (ปรับความเร็วให้คงที่)

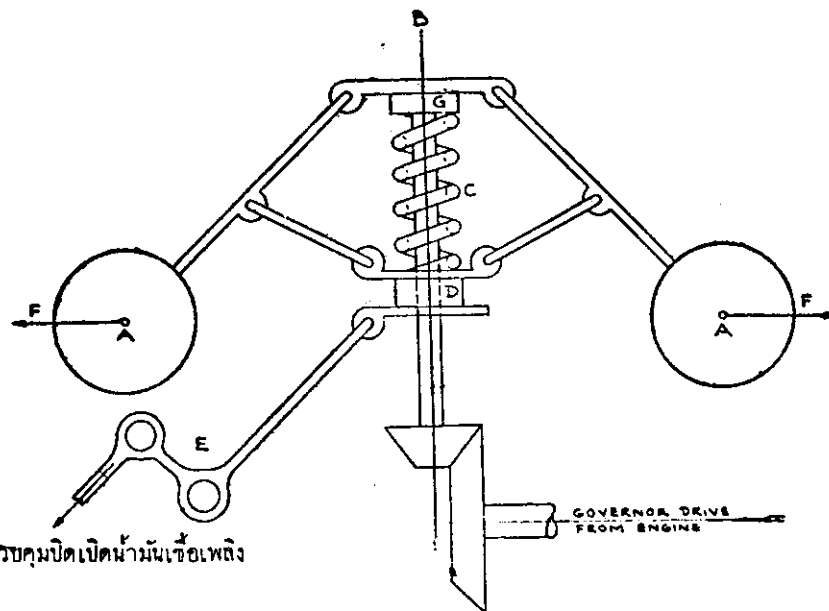
Over Speed Governor ใช้กับเครื่องจักรใหญ่ภายในเรือโดยมาก ธรรมชาติเครื่องจักรใหญ่ในเรือมักจะเดินในความเร็วไม่คงที่ มีการเดินเบา ครึ่งตัว และเต็มตัว ความเร็วเหล่านี้ใช้บังคับและแก่ด้วยมือทั้งสิ้น ซึ่ง Over Speed Governor จะยังไม่ทำงาน จะทำงานก็ต่อเมื่อความเร็วของเครื่องจักรใหญ่ทวีเกินเขตเต็มตัวไป คือความเร็วที่เครื่องจะทนทานต่อไปไม่ได้ ส่วน



รูปที่ ๕๐ plunger position



รูปที่ ๓๑ หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ บ็อสช์



กลไกการไปควบคุมเปิดน้ำมันเชื้อเพลิง

รูปที่ ๓๒ กังฟเวอร์เนอร์ควบคุมเมื่อความเร็วสูงเกินไป

รูปที่ ๓๖ Phantom views of APe and APe Boosel

ประกอบที่เคลื่อนไหวยะเกิดหักชำรุดขึ้น ฉะนั้นจึงได้คิดกัฟเวอร์เนอร์ประเภทนี้ไว้เพื่อป้องกันมิให้เครื่องจักรใหญ่เป็นอันตรายในอุบัติเหตุต่าง ๆ ซึ่งช่างเครื่องมักบังคับด้วยมือไม่ทัน เช่นใบจักรหลุด เรือถูกคลื่นท้ายยกทำให้ใบจักรพันน้ำ คลัทช์หรือเกียร์เพล่าใบจักรหลุดจากเพล่าเครื่อง เป็นต้น เหตุเหล่านี้จะทำให้เพล่าของเครื่องจักรใหญ่หมุนร่วอย่างแรง เพราะใบจักรไม่มีความต้านทาน หรือเรียกว่าหมุนฟรี

Over Speed Governor โดยมากเป็นแบบ “กำลังเหวี่ยง” (Centrifugal Forces) คือกำลังเหวี่ยงของน้ำหนัก พยายามที่จะถ่วงออกจากแกนหมุน กำลังเหวี่ยงจะถ่วงออกจากแกนมากน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับความเร็วของแกนที่หมุนเร็วและหมุนช้าด้วยกำลังเหวี่ยงของน้ำหนักแกนของน้ำหนักนั้นก็มีกันติดต่อไปบังคับทางน้ำมันเปิดเปิดเข้าสู่ของเครื่องจักรใหญ่ รูปที่ ๙๒ แสดงอาการของกัฟเวอร์เนอร์แบบนี้คือ เพล่าหรือแกน (B) ของกัฟเวอร์เนอร์ขับให้หมุนโดยกำลังซึ่งต่อเนื่องมาจากเพลาลูกเบี้ยวเครื่องจักรใหญ่ น้ำหนัก (A) จะหมุนเหวี่ยงถ่วงออกจากแกน (B) ด้วยแรงเหวี่ยง (Centifugal Force) (F) มากน้อยแล้วแต่ความเร็วของเครื่องจักรใหญ่ สปริง (C) มีหน้าที่สำหรับกดปลดออก (D) ต้านกับแรงเหวี่ยงของ (A) ที่ปลดออก (D) มีกัน (E) ต่อไปบังคับเปิดเปิดทางฉีกน้ำมันเข้าสู่เครื่องจักรใหญ่เมื่อความเร็วของเครื่องจักรใหญ่ทวีขึ้น แรงเหวี่ยงจะทำให้น้ำหนัก (A) ถ่วงออกมากขึ้นบังคับให้สปริง (C) หดตัวดึงปลดออก (D) ตามขึ้นไปด้วย ถ้าความเร็วของเครื่องจักรใหญ่ทวีสูงขึ้นเกินเขตที่ดึงไว้ปลดออก (D) จึงดึงกัน (E) ตัดทางน้ำมันเชื้อเพลิงฉีดเข้าสู่เครื่องจักรใหญ่ เครื่องจักรใหญ่จะเบาลงหรือหยุด

Over Speed Governor บางชนิดก็กระทำให้ส่งอากาศปิดทางน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่เครื่องจักรใหญ่เดินเบาลงมาถึงจุดหนึ่ง แต่บางชนิดก็กระทำให้ปิดน้ำมันไม่ให้เขาสูบเลย เครื่องจักรใหญ่จะหยุด ชนิดหลังนี้เมื่อเครื่องจักรใหญ่หยุดแล้ว ก่อนจะติดเครื่องใหญ่จะต้องตั้งกัฟเวอร์เนอร์ใหม่ ที่ (G) เป็นที่สำหรับแต่งกำลังสปริง (C) ให้กัฟเวอร์เนอร์ทำงานในความเร็วที่ต้องการ

Regulating Speed Governor เครื่องกัฟเวอร์เนอร์ประเภทนี้เป็นเครื่องที่ไว้ต่อการปรับความเร็ว และกำลังของเครื่องให้เดินสม่ำเสมอตรงตัวอยู่ในเกณฑ์ความเร็วที่ตั้งไว้เป็นอย่างที่อาการของเครื่องรวมเอาอาการกระทำของแรง ๒ อย่างมาใช้ คือจากแรงเหวี่ยง (Centrifugal Forces) อย่างเดียวกับ Over Speed Governor และจากแรงความเฉื่อย (Force of Inertia)

เมื่อเครื่องจักรใหญ่ได้รับภาระ (Load) เพิ่มขึ้นความเร็วจะลดลง กัมฟเวอร์เนอร์จะบังคับให้น้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่มากขึ้นโดยเร็ว และเมื่อภาระ (Load) น้อยลงทำให้ความเร็วของเครื่องจักรใหญ่ทวีสูงขึ้น กัมฟเวอร์เนอร์จะบังคับให้น้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่บ้น้อยลงทันที อาการกระทำของกัมฟเวอร์เนอร์ประเภทนี้ไวมากสะดวกแก่ช่างเครื่องในการระวางเวลาใช้เครื่อง

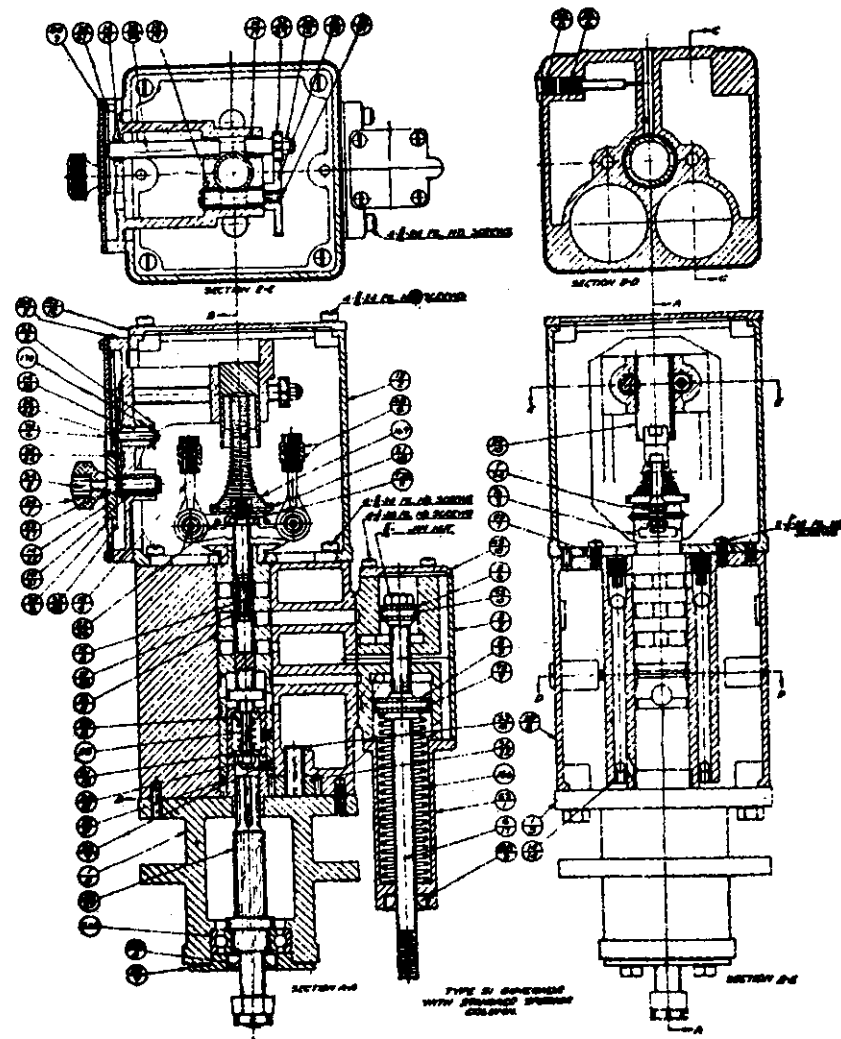
รายละเอียดในส่วนประกอบที่สำคัญและอาการกระทำของเครื่อง กัมฟเวอร์เนอร์ประเภทนี้จะเข้าใจได้ดีจากรูปที่ ๕๔-๕๗ เป็นไคอะแกรมของกัมฟเวอร์เนอร์แบบ WOOD WARD ซึ่งนิยมใช้กันเป็นส่วนมากในรัฐนาวิออเมริกัน

ส่วนประกอบและอาการของกัมฟเวอร์เนอร์แบบนี้ คือ:-

๑. ลูกเหวี่ยง (Fly Balls) ซึ่งได้รับกำลังหมุนจากเพลาลูกเบี้ยวของเครื่องจักรใหญ่ แกนของลูกเหวี่ยงส่วนล่างเป็นดินน้ำมัน (Pilot Valve) สำหรับเปิดปิดทางน้ำมันไฮดรอลิก (D-1) จากสูบไฮดรอลิกแบบฟันเฟือง (Rotary Gear Pump) ไปเข้าสู่บ้นกำลัง หรือเรียกว่า "เซอร์โวมอเตอร์" (Power Piston Servo Motor) สูบไฮดรอลิกแบบฟันเฟืองนั้นส่งกำลังหมุนมาจากเพลารองเครื่องจักรใหญ่ บนปลอกลูกเหวี่ยงเป็นสปริงต้านความเร็ว (Speed Regulating Spring) เวลาเครื่องจักรใหญ่หมุนเร็วปลอกลูกเหวี่ยงจะดันสปริงขึ้น ทำให้ดินน้ำมันตัวล่างเปิดให้น้ำมันไฮดรอลิกที่จะดันลูกสูบไปเซอร์โวมอเตอร์ไหลกลับลงถึงน้ำมันตก (Oil Sump D-1) รวมความว่าหน้าที่ของลูกเหวี่ยง (Fly Balls) นี้ทำเฉพาะแต่ให้ดินน้ำมัน (Pilot Valve) ปิดเปิดส่งน้ำมันไฮดรอลิกไปยังเซอร์โวมอเตอร์และระบายกลับ

๒. เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor Or Power Motor) เป็นสูบซึ่งลูกสูบเลื่อนลงโดยกำลังน้ำมันไฮดรอลิก และเลื่อนขึ้นโดยกำลังแบ่งของสปริงส่วนต่างๆ ประกอบไปด้วยลูกสูบ (Power Piston) เลื่อนขึ้นลงภายใน กระบอกสูบ (Power Cylinder) ซึ่งตอนบนต่อกับทางน้ำมันไฮดรอลิก (Y-1) ตอนล่างติดต่อกับทางน้ำมันกลับถึงน้ำมันตก (C-1) ใต้ลูกสูบทำเป็นปลันเยอร์ (Plunger) ติดอยู่ ปลันเยอร์เลื่อนขึ้นลงตามลูกสูบ ใต้ปลันเยอร์มีทางระบาย (X-1) ซึ่งแบ่งให้เกิดสุญญากาศ (Vacuum) ได้มากน้อยสำหรับหน่วงหรือชดเชย (Compensate) ให้ลูกสูบเลื่อนขึ้นลงสม่ำเสมอไม่กระชอก

ก้านของลูกสูบมีทางติดต่อกับเปิดปิดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าหัวฉีดของเครื่องจักรใหญ่ เมื่อลูกสูบ (Power Piston) เลื่อนขึ้นจะส่งอาการไปปิดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่เครื่องจักรใหญ่



รูปที่ ๔๓ กังฟเวอร์ไฮดรอลิกแบบ วูคเกอร์

๓. กำลังน้ำมัน (Oil Pressure) กำลังกันหรือกำลังอัดของน้ำมันไฮดรอลิกที่ใช้สำหรับ  
 กันให้ลูกสูบของเซอร์โวมอเตอร์เลื่อนลง เพื่อจะส่งอาการไปเปิดให้น้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่สูบของเครื่อง  
 จักรใหญ่มากขึ้น ในเมื่อความเร็วของเครื่องจักรใหญ่ลดลง กำลังกันน้ำมัน (Oil Pressure) เกิดจาก  
 สูบฟันเฟือง (Gear Pump) ซึ่งดูดน้ำมันไฮดรอลิกจากถังน้ำมันไฮดรอลิก (Oil Sump) ส่งขึ้นไป  
 ยังส่วนล่างของหม้ออัดน้ำมันไฮดรอลิก (P-1) ส่วนบนของหม้ออัดน้ำมันมีสปริง (Spring  
 Loaded Accumulator) ใช้เป็นน้ำหนักสำหรับกดน้ำมันไฮดรอลิกให้เกิดขึ้นกำลัง (Constant

Pressure) ทางด้านขวาของหม้ออัดน้ำมัน ได้จะเป็นทางระบายน้ำมันกลับลงสู่ถังน้ำมันตก (D-1) คือเมื่อน้ำมันเกิดกำลังดันมากจะดัน弁้นสปริงออกไปเอง ฉะนั้นน้ำมันที่เหลือยู่ภายใน (P-1) จึงเป็นกำลังดันคงที่

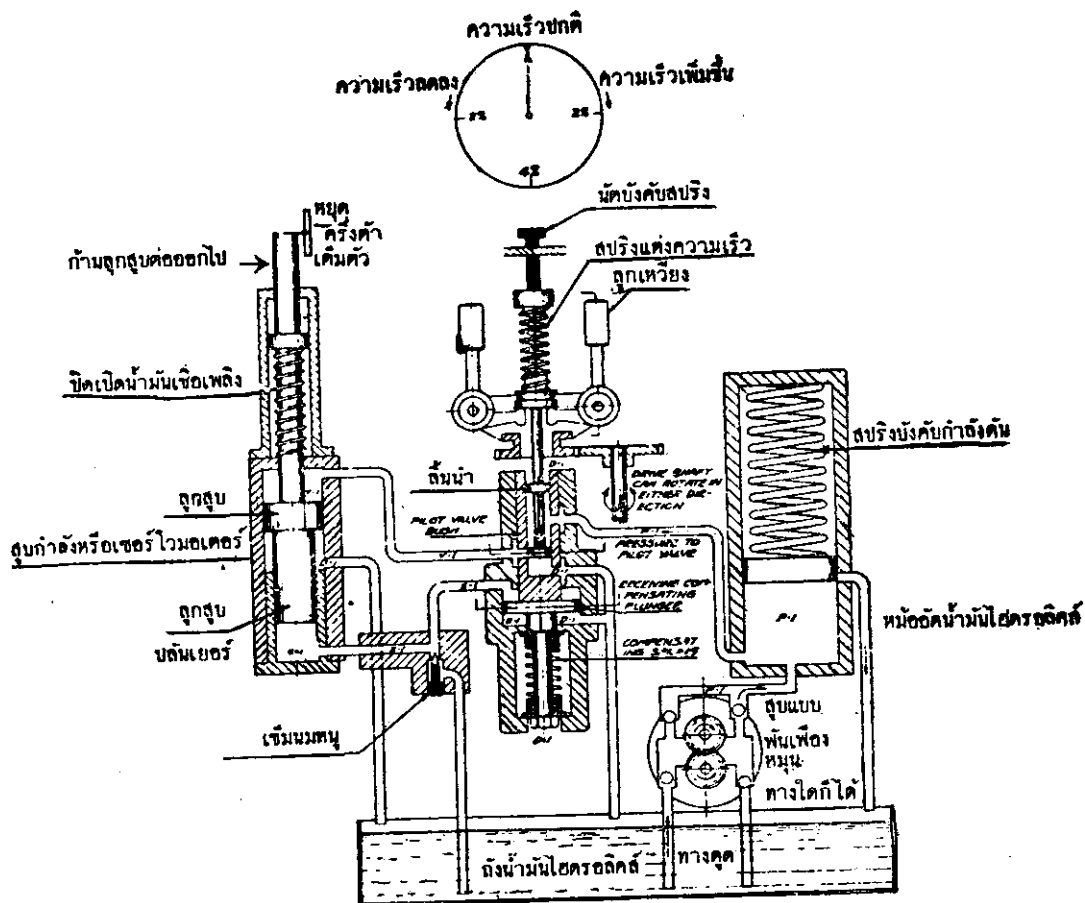
ส่วนล่างของหม้ออัดน้ำมัน (P-1) ทางซ้ายมือ มีทางส่งน้ำมันที่มีกำลังดันประจำไปยังห้องดันให้ลูกเหวี่ยง และจะส่งไปดันลูกสูบ (Servo Motor) ในเมื่อลิ้นนำ (Pilot Valve) เปิด คือเมื่อความเร็วของเครื่องจักรใหญ่ตก

๔. กำลังทรงตัว (Compensating) คือเป็นกำลังที่ช่วยให้ลูกสูบของเซอร์โวมอเตอร์กลับคืนอยู่ในอาการทรงตัว ในเมื่อได้เปิดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่ของเครื่องจักรใหญ่ให้เหมาะสมกับความเร็วแล้ว ส่วนประกอบที่ทำให้เกิดกำลังทรงตัวมีลูกสูบ (Compensating Plunger) ส่วนบนของลูกสูบนี้ติดกับปลอกของลิ้นนำ (Pilot Valve Bush) ภายในลูกสูบมีสปริง (Compensating Spring) ติดอยู่บนช่องของลูกสูบ ทางด้านซ้ายมือมีทาง (X-1) ติดต่อกับยังสูบของเซอร์โวมอเตอร์ และระหว่าง (X-1) มีเข็มมนหนูสำหรับแท่งให้แก๊ฟเวอร์เนอร์เกิดการทรงตัวอยู่ในความเร็วเดิม หน้าที่ของลูกสูบ (Compensating Plunger) นี้คือ:-

ก. เลื่อนขึ้น เพื่อยกปลอกลิ้นนำ (Pilot Valve Bush) ไปทางน้ำมัน Y-1 ไม่ให้น้ำมันกลับ

ข. เลื่อนลง เพื่อดึงปลอกลิ้นนำให้ช่องน้ำมัน (Y-1) ที่ตัวปลอกเลื่อนลงมาปิดทางน้ำมัน ไม่ให้ไปเข้าสู่เซอร์โวมอเตอร์

อาการที่ลูกสูบ (Compensating Plunger) เลื่อนขึ้นได้นั้นเกิดจากสัญญาณใน (Y-1) ขณะที่ลูกสูบเซอร์โวมอเตอร์เลื่อนขึ้น และอาการของลูกสูบ Compensating Plunger เลื่อนลงได้ก็โดยกำลังดันของลูกสูบเซอร์โวมอเตอร์ขณะที่เลื่อนลง

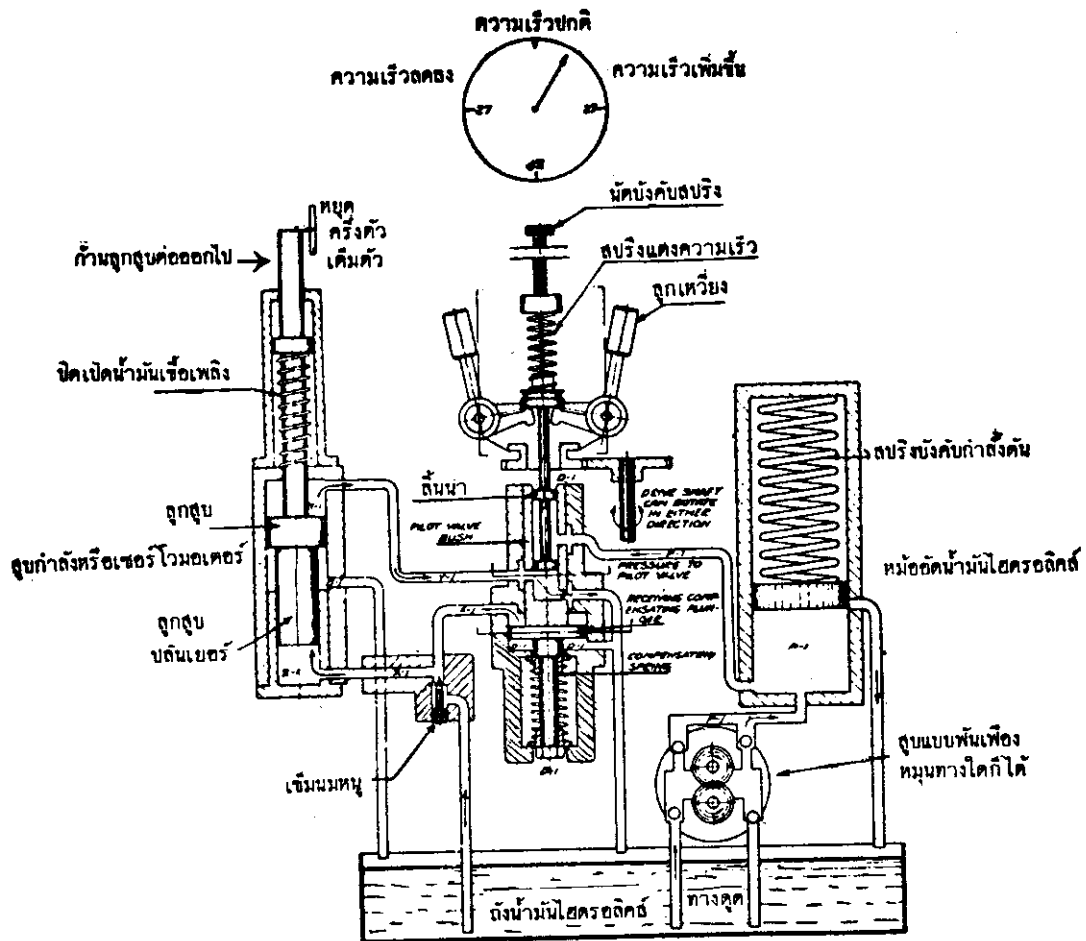


รูปที่ ๔๔ อากาศที่เวอร์เนอร์ เมื่อความเร็วปกติ ภาระปานกลาง

ในรูปที่ ๔๔ ซึ่งทั้งไว้นักให้เครื่องจักรใหญ่เดินด้วยความเร็วปานกลางและทำงานอยู่ด้วยกำลังครึ่งตัว โดยแสดงอยู่ที่เครื่องวัดความเร็ว และเครื่องบอกกำลังงาน (เครื่องส่งจักร) ในลักษณะนี้จะเห็นได้ว่าลิ้นนำ (Pilot Valve) ปิดทาง (Y-1) พอดี และลูกสูบเซอร์โวไฮดรอลิกก็อยู่หนึ่ง กงทำหน้าที่ติดต่อกับเปิดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่เครื่องจักรใหญ่ให้ทำงานด้วยกำลังครึ่งตัว (Half Load)

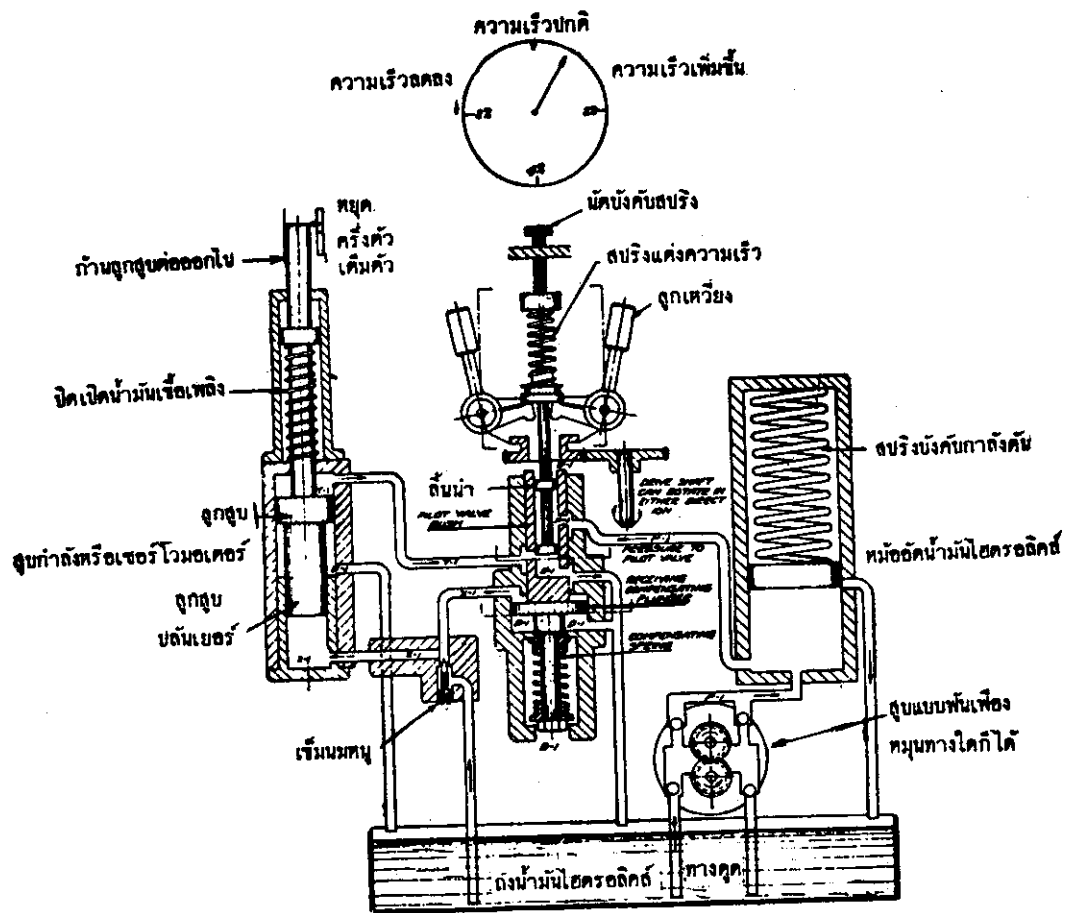
ขณะที่เครื่องจักรใหญ่กำลังเดินอยู่ ถ้าเกิดถูกภาระ (Load) ความเร็วของเครื่องจักรใหญ่จะเพิ่มขึ้นทันที กระทำให้ลูกเหวี่ยง (Fly Ball) หมุนต่างออกและยกลิ้นนำ (Pilot Valve) ขึ้นเปิดทางให้น้ำมันไฮดรอลิกใน (Y-1) ไหลกลับลงถึงน้ำมันตก (D-1) ฉะนั้นเมื่อบนลูกสูบเซอร์โวไฮดรอลิกไม่มีกำลังกดลูกสูบเซอร์โวไฮดรอลิกจะเลื่อนขึ้นโดยกำลังของสปริง และส่งอากาศ

ติดต่อไปอีกทางน้ำมันเชื้อเพลิงให้เข้าสู่อุปกรณ์เครื่องจักรใหญ่ขึ้นลง เครื่องจักรใหญ่ก็จะลดความเร็ว  
ตามลงมาด้วยรูปที่ ๔๕ และ ๔๖



รูปที่ ๔๕ แสดงอาการกัปเวอร์เนอร์เมื่อความเร็วสูงขึ้นเนื่องจากภาระลดลง

ขณะที่ลูกสูบเชอร์วอมอเตอร์เลื่อนขึ้นขึ้นจะเกิดสูญญากาศ (Vacuum) ขึ้นที่ (X-1) และ  
จะดูดลูกสูบ (Compensating Plunger) เลื่อนขึ้น คือตัวปลอกลิ้นนำ (Pilot Valve Bush)  
เลื่อนขึ้นด้วย จนกระทั่งช่องน้ำมัน (Y-1) ที่ปลอกลิ้นนำจะไปพอดกับลิ้นนำตัวล่าง คือเปิดทาง  
น้ำมันไฮดรอลิก (Y-1) ที่ไหลกลับเสีย ลูกสูบเชอร์วอมอเตอร์จะหยุดเลื่อนไปดังในรูปที่ ๔๖  
เมื่อกัปเวอร์เนอร์ได้ปรับให้เกิดการทรงตัวถูกต้องแล้วอาการจะกลับคืนมาอยู่ในลักษณะเดิม คือรูป  
ที่ ๔๕ ตามที่ได้กล่าวมานี้เป็นการกระทำของเครื่องกัปเวอร์เนอร์ ในเมื่อความเร็วของเครื่องจักร

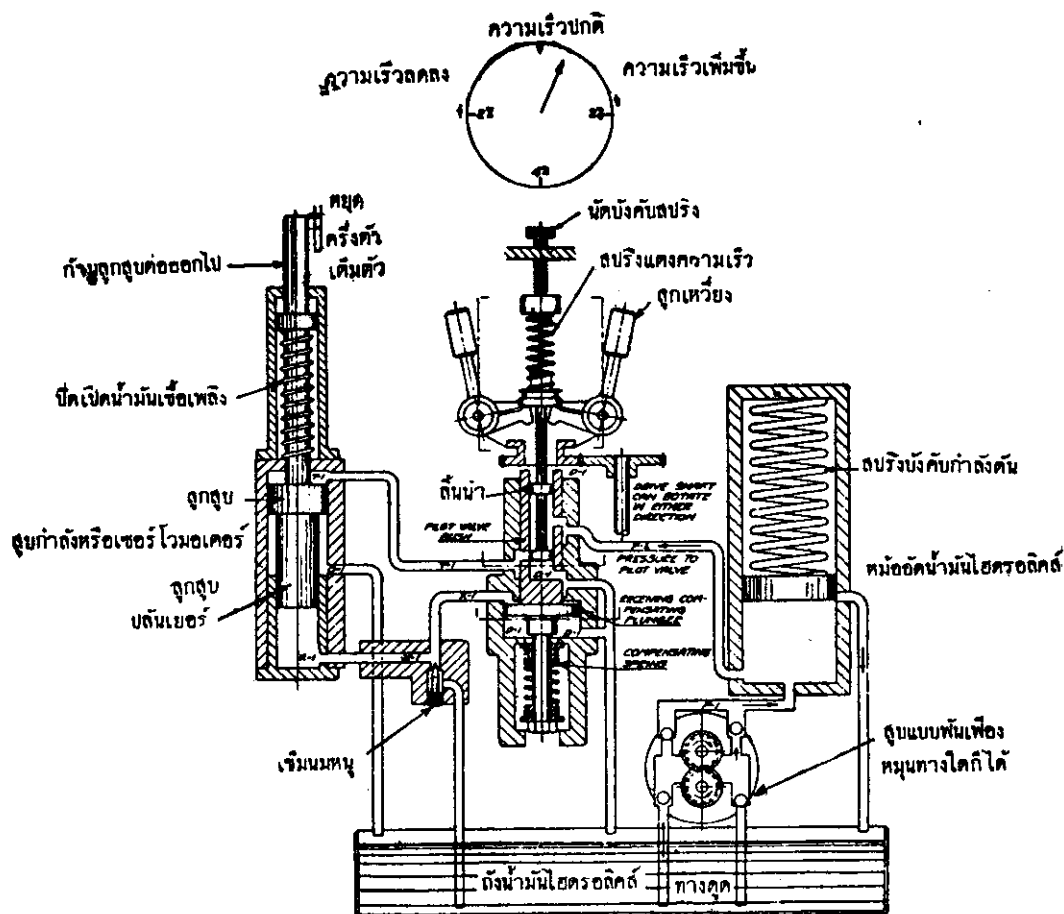


รูปที่ ๘๖

ใหญ่เพิ่มขึ้น การกระทำของเครื่องกัฟเวอร์เนอร์ในเมื่อความเร็วของเครื่องจักรใหญ่ลดลงก็เป็นทำนองเดียวกันแต่เป็นการกลับตรงกันข้าม

**การแต่งกัฟเวอร์เนอร์ (Adjustment)** สำหรับเครื่องกัฟเวอร์เนอร์แบบ WOODWARD นั้น มีที่แต่งที่สำคัญอยู่สองแห่ง คือ:-

๑. แต่งหรือตั้งความเร็วโดยนัตบังคับสปริงลูกเหวี่ยง (Fly ball)
๒. แต่งการทรงตัวของกัฟเวอร์เนอร์ คือแต่งที่เข็มหนหนุ (Compensating Needle) เพื่อให้ปลอกลิ้นน้ำ (Pilot Valve Bush) เลื่อนขึ้นลงปิดเปิดทางน้ำมัน (Y-1) โดยทันทีในเมื่อก้านลูกสูบของเซอร์โวไฮดรอลิกได้ติดต่อทำการปิดเปิดทางน้ำมันเข้าสู่ เครื่องจักรใหญ่ให้เหมาะสมกับความเร็วนั้นแล้ว เข็มหนหนุ (Needle Valve) นี้ไม่จำเป็นต้องแต่งบ่อย ๆ โดยปรกติเครื่องกัฟเวอร์เนอร์ที่เรียบร้อยดีแล้วเมื่อแต่งครั้งเดียวแล้วก็ไม่ต้องไปแต่งอะไรอีก



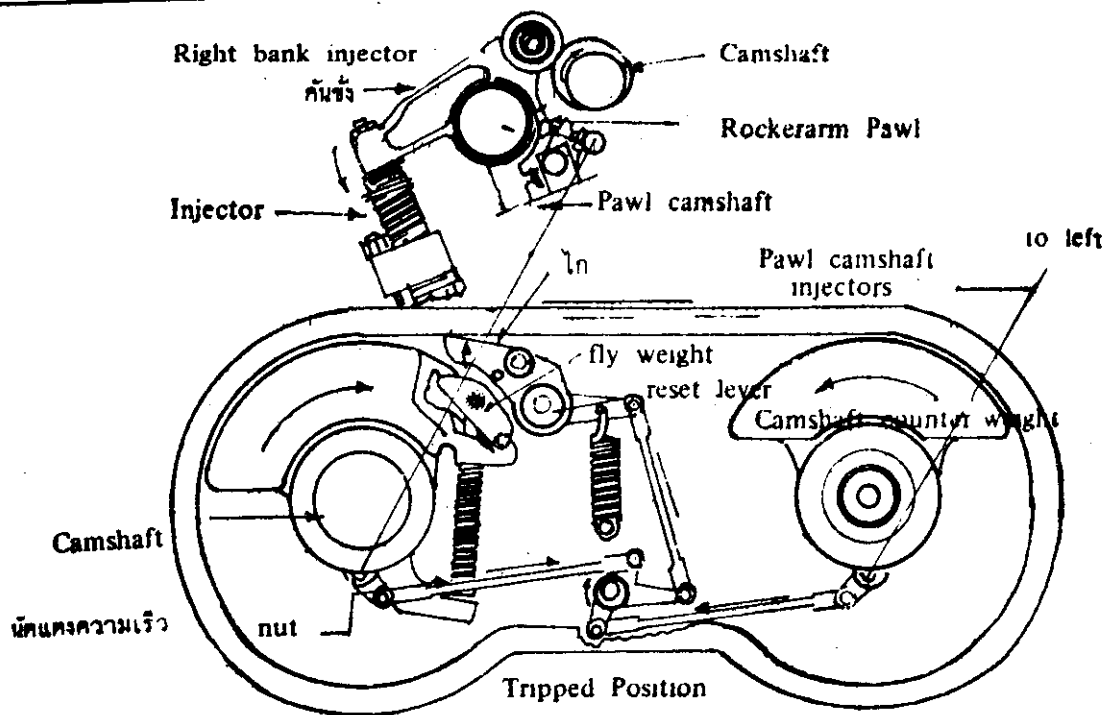
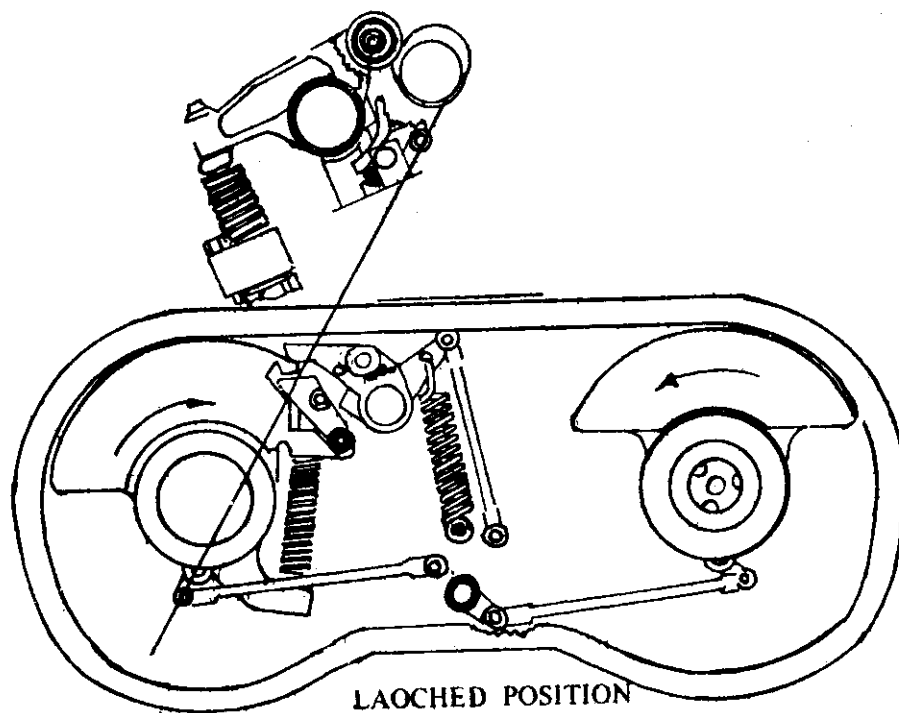
รูปที่ ๔๗

น้ำมันที่ใช้กับเครื่องกังพเวอร์เนอร์ (ตามที่กล่าวในที่นี้ว่าน้ำมันไฮดรอลิก) นั้นเป็นน้ำมันหล่อลื่น (Lubricating Oil) หมายเลข S.A.E. ๓๐ ถึง ๕๐ ความสะอาดของน้ำมันนี้ต้องระวังเป็นพิเศษถ้าหากว่ามีผงหรือเกิดสกปรกขึ้นเพียงเล็กน้อยเครื่องกังพเวอร์เนอร์อาจขัดข้องได้ อายุของน้ำมันหล่อที่ใช้ได้นานประมาณ ๑๐๐ ชั่วโมงใช้การต้องถ่ายทิ้งและเปลี่ยนใหม่ ส่วนต่างๆ ที่เคลื่อนไหวเสียดสีของกังพเวอร์เนอร์ต้องคล่องมีความฝืดน้อยที่สุด ฉะนั้นต้องระวังรักษาในเรื่องน้ำมันหล่อที่ใช้ให้มาก

**กังพเวอร์เนอร์แบบมาร์เกตต์ (Matquette)** กังพเวอร์เนอร์แบบนี้ใช้กันมากสำหรับเครื่อง General Motor แบบ V ในเรือ L.S.T. เช่น ร.ล. อ่างทอง, กุด, ไผ่ ฯลฯ รูปที่ ๔๘ เป็นไดอะแกรมแสดงอาการกระทำของเครื่อง Over Speed Governor และ Regulating Speed Governor ของแต่ละแบบตามลำดับ

๑. Over Speed Governor ทั้งให้เครื่องจักรใหญ่หมุนโดยความเร็วที่สูงสุดไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้ ถ้าเครื่องจักรใหญ่หมุนเร็วกว่าที่กำหนดไว้ Over Speed Governor จะแสดงอาการตัดทางน้ำมันเชื้อเพลิงโดยยก Rocker Arm (คันชั่ง) ของสับน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังกันสูงที่หัวฉีด (Unit Injector Pump) ให้ลูกกลิ้งห่างออกไปกระทบกับลูกเบี้ยว ฉะนั้นน้ำมันจะไม่ฉีดเข้าสู่และเครื่องจะหยุดทันที เมื่อต้องการจะให้เครื่องจักรใหญ่เดินต่อไปก็ต้องตั้ง Over Speed Governor ใหม่ แล้วจึงติดเครื่องเป็นปกติเดินต่อไปดังเดิม

รูปที่ ๔๘ (บน) แสดงให้เห็นตำแหน่งของ Over Speed Governor ขณะที่เครื่องจักรใหญ่เดินอยู่ในลักษณะปกติคือไม่เกิน ๘๗๐ รอบต่อนาที ในรูปที่ ๔๘ (ล่าง) แสดงให้เห็นตำแหน่งของ Over Speed Governor ทำการตัดทางน้ำมันเชื้อเพลิงไม่ได้ Unit Injector ทำงานคือเมื่อเครื่องจักรใหญ่หมุนเกินกว่าความเร็วตามที่ตั้งไว้ อาการกระทำของ Over Speed Governor นี้คล้ายกับอาการขึ้นนกและอาการดันไกของปืน การตั้ง (Reset) ของ Over Speed Governor ก็คือการขึ้นนก ขณะที่เครื่องจักรใหญ่มีความเร็วก็คืออาการดึงของนิ้วมือที่ไกปืน ถ้าเครื่องหมุนเร็วเกินกำหนดก็เหมือนกับเราดึงไกปืนสั้น กลไกของเครื่อง Governor ทั้งกล้านี้ติดอยู่ที่ปลายเพลลา (Cam Shaft) และที่ปลายเพลลา Cam Shaft Caunter Weight ที่หัวเครื่อง รูปบนแสดงให้เห็นแฉ่งล่างของ Trip Pawl (คือไก) ขบอยู่ในปากของ Reset (คือนก) และเหนียวยึดกันอยู่โดยสปริง C ส่วนสิ่งที่สำหรับลั่นไกนั้นคือแผ่นน้ำหนักเหวี่ยง (Fly Weight) ติดอยู่กับ Cam Shaft ปลายของ Fly Weight นี้เองจะถ่างออกไปดันปลายบนของ Trip Pawl (ไก) ขณะที่เครื่องจักรใหญ่เดินและหมุนเร็วเกินกำหนดที่ตั้งไว้จะทำให้แฉ่งที่ปลายล่างของ (Trip Pawl) ถ่างออกจนหลุดพ้นจากปากของ Reset (นก) Reset จะหมุนกลับโดยกำลังดึงของสปริงกระทำให้แฉ่งและปากทั้งกล้านี้แล้วพลากจากกัน ขณะนี้เองสปริง B จะหดตัวกลับและทำการส่งต่อไปหมุนเพลลาอันหนึ่ง (Pawl Cam Shaft) ซึ่งมีลูกเบี้ยวไปชักคันชั่งสับน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่ (Injector Rocker Arm) ให้พ้นจาก Cam Shaft ทุกๆ สิบ โดยเหตุนี้ Injector จะถูกกักอยู่โดยปลายข้างขวาของ Rocker Arm หนึ่งอยู่ Injector จะไม่ทำงานต่อไปเครื่องจักรใหญ่จะหยุดทั้งในรูปที่ ๔๘ ถ้าจะให้เครื่องจักรเดินต่อไปก็ต้องตั้ง Over Speed Governor ใหม่โดยหมุนก้าน Reset (ขึ้นนก) ไปทางตรงข้ามกับเข็มนาฬิกา จนให้แฉ่งล่าง Trip Pawl (ไก) ขบกับปากของ Reset ใหม่ทั้งรูปที่ ๔๘ และจึงกิก-



เครื่องต่อไปดังเดิม จุดที่จะให้ Over Speed ทำงานนั้นแต่งได้ทันทีแต่ความเร็ว (Trip Speed Adjusting Nut) ใต้สปริง A

๒. Regulating Speed Governor เครื่อง Regulating Speed Governor แบบ Marquette นี้ตามหลักเกณฑ์แล้วถือว่ามีความสมบัติ คุณภาพ ลักษณะและอาการคล้ายกับ Regulating Speed Governor แบบ Wood Ward ทุกประการ เป็นแต่การสร้างเท่านั้นที่ผิดแผกต่างกัน ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องกัปเวอร์เนอร์มีดังนี้ ดูไดอะแกรมในรูปที่ ๕๘

(๑) Speed Control Column คือคันบังคับความเร็วของเครื่องจักรใหญ่ให้หมุนอยู่ในความเร็วที่กำหนด คันบังคับนี้ติดต่อกับลูกสูบ (Plunger) S ซึ่งเลื่อนขึ้นลงอยู่ในกระบอกสูบไฮโดรลิก T ลูกสูบนี้จะบังคับให้น้ำมันซึ่งมีกำลังอัดไฮโดรลิกไปกระทำเกี่ยวข้องกับลูกสูบกำลัง (Power Piston) H และกระทำเกี่ยวข้องกับส่วนอื่นๆ อีก ซึ่งจะได้อธิบายอาการโดยละเอียดต่อไป

(๒) Oil Supply Mechanism คือเครื่องสูบน้ำมันไฮโดรลิกแบบฟันเฟือง (Gear Type) A ซึ่งส่งอาการหมุนมาจากเครื่องจักรใหญ่ สูบน้ำมันไฮโดรลิกมีลิ้นลูกปืน (Ball Check Valve) ๔ ลิ้น ลิ้น ๒ ลิ้น ลิ้นทางซ้าย ลิ้น ๒ ลิ้นทางขวาทำอาการอย่างเดียวกันแล้วแต่เครื่องจักรจะหมุน สูบฟันเฟือง A จะสูบน้ำมันจากห้องน้ำมันตก (Oil Sump) ของกัปเวอร์เนอร์ไปคันสูบสปริง B (Spring Loaded Accumulator) ทำให้ลูกสูบ C เลื่อนขึ้นจนเปิดช่อง D น้ำมันที่คันลูกสูบ C เปิดช่อง D ก็จะได้ลิ้นไป ฉะนั้นกำลังดันน้ำมันนี้จึงเป็นกำลังคงที่ในรูปไม่มีลิ้นระบาย

(๓) Fly Weight Mechanism คือเป็นน้ำหนักเหวี่ยง (Fly Weight) เพลของน้ำหนักเหวี่ยงส่งกำลังหมุนมาจากเครื่องจักรใหญ่อย่างเดียวกับสูบฟันเฟือง เมื่อความเร็วของเครื่องจักรใหญ่เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นก็จะกระทำให้น้ำหนักเหวี่ยง L ถ่างออกหรือหดเข้า การถ่างออกของ L นี้จะกระทำให้สปริง M หดตัวขึ้น และการหดตัวขึ้นของ L จะกระทำให้สปริง M ยืดตัวลง สปริง M ติดอยู่ปลายก้านลิ้นน้ำ (Pilot Valve) F ฉะนั้นลิ้นน้ำ F จะเลื่อนขึ้นและลงก็ขึ้นอยู่กับการหดขึ้นและยืดลงของสปริงผลของการเลื่อนขึ้นลง ลิ้นน้ำนี้จะปิดเปิดแต่งให้น้ำมันอัดไปกระทำกับลูกสูบกำลัง (Power Piston) H ให้ตั้งเฟืองหัวของสูบน้ำมันหัวฉีด (Injector Rack) เข้าและออกแต่งให้น้ำมันเชื้อเพลิงฉีดเข้าสู่มากน้อย

(๔) Compensating Mechanism เครื่องรับกำลังชดเชยคือช่วงเวลาที่สูบกำลัง (Power Piston) เคลื่อนตัวออกโดยการกระทำของสูบน้ำมันอัดซึ่งเปิดมาจากลิ้นน้ำ (Pilot Valve) นั้น จะ

บังเกิดกำลังอันหนึ่งสำหรับรับและผ่อนให้ H อยู่ในอาการทรงตัว คือไม่กระโชกกระชาก (Compensating) กำลังอันนี้จะบังเกิดขึ้นชั่วขณะหนึ่งที่ H เคลื่อนตัวเท่านั้น ถ้า H เคลื่อนตัวเข้าก็จะบังเกิดกำลังอัดน้ำมัน ไปดันลูกสูบ P ซึ่งติดต่อกับส่วนล่างของ Pilot Valve F โดยสปริง Q ทำให้ Pilot Valve เกิดอาการทรงตัวเลื่อนขึ้นทำนองเดียวกัน ถ้า H เคลื่อนตัวออกได้ P จะเกิด Vacuum และจะดึง P ให้เลื่อนลง Pilot Valve ก็จะเลื่อนลงด้วย ส่วนสำคัญของ Compensating Mechanism นี้มีอีกอันหนึ่งคือลิ้นนมหนูแต่งกำลังชดเชย (Compensating Needle Valve) R ลิ้น R นี้สำหรับเปิดให้น้ำมันอัดชดเชย ระบายออกและระบายเข้าเรียกว่า Compensating Oil และจะกระทำชั่วขณะหนึ่งเมื่อ H เคลื่อนตัวเช่นเดียวกับ P ลิ้น R นี้สำคัญมากในการที่จะแต่งให้ได้ที ถ้าแต่งให้เปิดมากจะทำให้ฟวอร์เนอร์ไม่คงที่ เครื่องจักรใหญ่จะเดินไม่สม่ำเสมอ ถ้าแต่งให้ปิดมากไป เครื่องจักรใหญ่จะเดินเข้าสู่ระดับปกติช้ามากในเมื่อเกิดความเร็วเปลี่ยนแปลง ฉะนั้นนมหนูนี้เขาเปิดให้อยู่ในเกณฑ์ ๑/๘ ถึง ๓/๘ รอบเท่านั้น

(๕) Shut Down Mechanism คือเครื่องตัดทางน้ำมันเชื้อเพลิงไม่ให้เข้าหัวฉีดบนเครื่องฟวอร์เนอร์มีปุ่มสำหรับกดให้ลูกสูบ V เลื่อนลงกระทำให้น้ำมันซึ่งมีกำลังอัดเข้าไปดันลูกสูบเล็ก ๆ อีกลูกหนึ่งคือ V และกำลังอัดของน้ำมันนี้จะเลยเข้าไปดันลูกสูบ P ขึ้นจนสุด กระทำให้น้ำมันอัดไปดัน H ได้เต็มที่ทางด้านเดียวลักษณะนี้กัน H ซึ่งติดต่อกับเฟืองหัวหัวฉีดจะตัดทางน้ำมันไม่ให้ฉีดเข้าสูบ เครื่องจักรใหญ่จะหยุด

(๖) Power Piston คือลูกสูบกำลัง H เป็นลูกสูบที่ทำงานสองด้าน (Double Acting) ด้าน I สำหรับกำลังประจำ (Constant Pressure) ซึ่งส่งมาจาก E ส่วนด้าน J สำหรับกำลังแต่ง (Regulating Pressure) ซึ่งส่งมาจากช่องทาง G เมื่อลิ้นนำ (Pilot Valve) เลื่อนลงเปิดน้ำมันอัดจากช่องทาง E มายัง G ได้แล้วจะทำให้ลูกสูบกำลัง H เคลื่อนตัวไปในทางเปิดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่หัวฉีดมากขึ้นเพราะเหตุว่าเนื้อที่ของลูกสูบกำลัง H ด้าน J นั้นมีมากกว่าด้าน I เมื่อลิ้นนำ (Pilot Valve) เลื่อนขึ้นจนกระทั่งช่อง K เปิด น้ำมันในช่องทาง G จะหมกกำลังอัด และไหลกลับลงสู่ทางน้ำมันตก (Oil Sump) ลักษณะนี้ลูกสูบกำลัง H จะเคลื่อนตัวไปทางตรงข้ามที่กล่าวแล้ว คือไปในทางปิดน้ำมันเชื้อเพลิงไม่ให้เข้าหัวฉีด

อาการกระทำของเครื่องกัฟเวอร์เนอร์ เป็นดังนี้:-

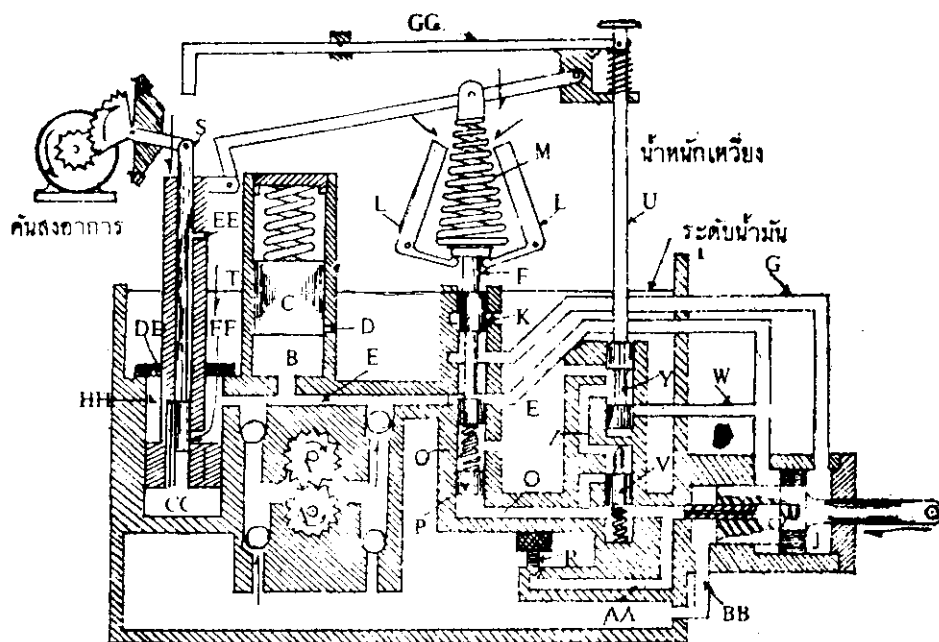
๑. รูปที่ ๔/๔ เพิ่มความเร็วของเครื่องจักรใหญ่ (Increasing Engine Speed) การบังคับเครื่องใหญ่ติดต่อกันด้วยมอเตอร์ไฮดรอลิก ในลักษณะเร่งเครื่องหรือเพิ่มความเร็วนี้มอเตอร์บังคับเครื่อง (Receive Motor) จะหมุนฟันเฟืองกัปตันเยอร์ S ลง ทำให้น้ำมันอัดใน CC ไหลผ่าน DD ไปออกช่อง EE ฉะนั้นในห้อง CC จึงหมดกำลังต้าน และปลอก T จะถูก B กดเลื่อนตามลงมาด้วย ดังแสดงโดยลูกศรชี้ลงที่ส่วนปลายของ T เมื่อ T เลื่อนลงจะทำให้สปริง M กดแผ่นน้ำหนักรื้อให้ลื่นน้ำ (Pilot Valve) F เลื่อนลงปิดในน้ำมันอัด E ผ่านไปช่องทาง G เข้าไปคันสูบกำลัง H เปิดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าหัวฉีดมากขึ้น ทำให้เครื่องจักรใหญ่หมุนเร็วขึ้น เมื่อเครื่องจักรใหญ่หมุนเร็วขึ้นแผ่นน้ำหนักรื้อ L จะหมุนเหวี่ยงถ่างออก เมื่อ L ถ่างออกก็จะกลับกักลื่นน้ำ F เลื่อนขึ้นและเริ่มเปิดช่องทางน้ำมันอัด E ให้เข้าคัน H น้อยลง ในเวลาเดียวกันที่ H ถูกคันเคลื่อนตัวนี้ น้ำมันในช่อง N จะถูกอัดเกิดเป็นกำลังชดเชยไปคันลูกสูบ P ใต้ F ให้เลื่อนขึ้นด้วย และลั่นออกไปทางลั่นนมหนู R อีกทางหนึ่ง ก็เป็นกำลังที่เหลือ

๒. รูปที่ ๑๐๑ ความเร็วเครื่องจักรใหญ่คงที่ (Constant Engine Speed) ขณะเมื่อมอเตอร์บังคับเครื่องยกปลันเยอร์ S ขึ้นจนปิดช่อง DD และ L เหวี่ยงออกยก F ขณะกำลังสปริง M และ M ดันกันซึ่ง T ขึ้นจนกระทั่งอาการเหล่านี้อยู่ในตำแหน่ง

ก. ปลันเยอร์ S ปิดช่อง DD และ FF

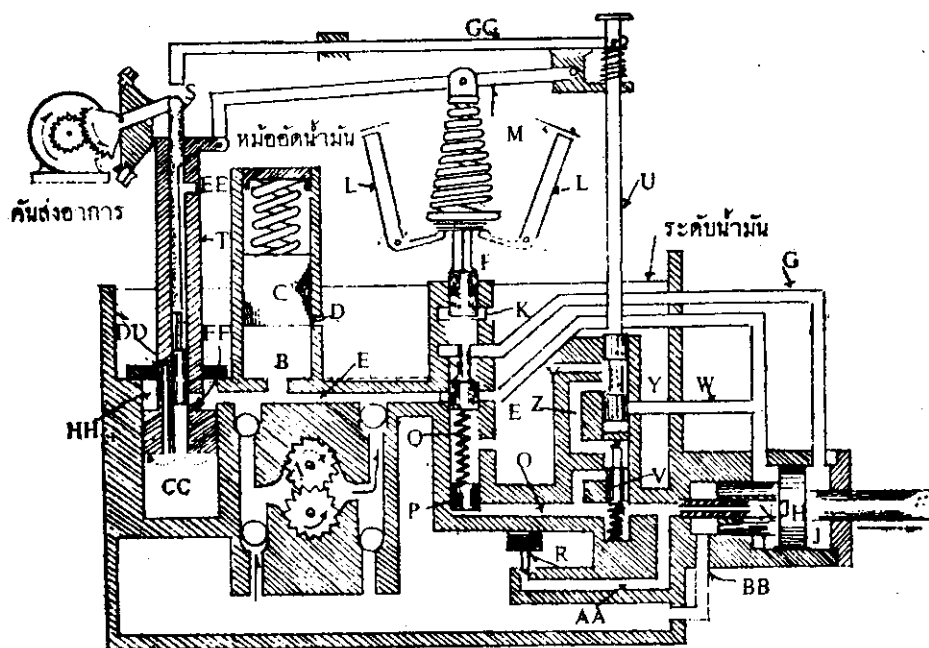
ข. ลื่นน้ำ F ปิดช่องน้ำมันอัด E และปิดช่อง K แล้ว จะกระทำให้น้ำมันอัดที่ไปคัน H ถูกกักตัวนิ่งอยู่และในช่อง CC ก็เช่นเดียวกัน ส่วนน้ำมันในช่อง D และ AA ก็จะมีหมดกำลังชดเชย ฉะนั้นในลักษณะนี้ T และ H จะอยู่นิ่งและเครื่องจักรใหญ่จะหมุนอยู่ในความเร็วประจำ

๓. รูปที่ ๑๐๐ ถ่วงลดความเร็วเครื่องจักรใหญ่ (Decreasing Engine Speed) ในตำแหน่งลดความเร็วนี้ อาการของกัฟเวอร์เนอร์จะกระทำตรงข้ามกับการเพิ่มความเร็วดังกล่าวแล้วในข้อ ๑ คือมอเตอร์บังคับเครื่องยกปลันเยอร์ขึ้นแล้วจะทำให้ช่อง FF เปิด น้ำมันอัดใน CC จะดันกันกระบอก T เลื่อนขึ้นด้วย ดังแสดงทางลูกศรชี้ขึ้นในรูป T จมยกกันซึ่งและถึงสปริง M ยึดตัวขึ้นทำให้แผ่นน้ำหนักรื้อ L เริ่มถ่างออก ปลาย L อีกข้างหนึ่งถึงก้านซึ่งติดกับก้าน Pilot



เครื่องยนต์เดินเร็วขึ้น

รูปที่ ๙๙



เครื่องยนต์เดินช้าลง

รูปที่ ๑๐๐ แสดงอาการทำงานของกัฟเวอร์เนอร์

Valve ทำให้ F เลื่อนขึ้น เมื่อ F เลื่อนขึ้นเปิดช่อง K แล้ว น้ำมันอัดที่ถูกกักอยู่ในคันสูบกำลัง H ในคัน J จะไหลออกทางช่อง K และหมักกำลังอัด ฉะนั้นน้ำมันอัดที่ถูกกักอยู่ในสูบกำลัง H คัน I จะดัน H เลื่อนไปปิดทางน้ำมันเชื้อเพลิงให้เข้าปั๊มหัวฉีด (Injector Pump) น้อยลงทำให้ I เครื่องจักรใหญ่ลดความเร็วเบาลง ในขณะที่ H เคลื่อนตัวนี้กำลังชดเชย (Compensating) จะบังเกิดขึ้นคือ ในช่อง N จะเกิดสุญญากาศ (Vacuum) และจะดูดลูกสูบ P ทำให้คัน F เลื่อนลงปิดช่อง K เสียกำลังชดเชยจะเกิดขึ้นอยู่ชั่วขณะหนึ่ง น้ำมันจะไหลเข้าทางลิ้นนมหนู R เพื่อเข้าที่แทนกำลังสุญญากาศที่เกิดขึ้นให้เต็มเท่านั้น

#### ๔. หยุดเครื่องจักรใหญ่ (Shut Down Position)

เมื่อกดปุ่มหยุดเครื่อง (Shut Down Botton) ซึ่งอยู่บนฝาغطไฟเวอร์เนอร์ลงจะทำให้คัน U เลื่อนลง และจะทำให้ช่อง X ปิด ฉะนั้นน้ำมันอัดจาก E จะเข้าไปทาง Z และขยายตัวคันลิ้น V ปิดไม่ให้ไปทาง N คือให้ไปคัน P เลื่อน F ขึ้นทางเดียว เมื่อเป็นเช่นนี้ช่อง K จะเปิดและหมักกำลังชดเชย ฉะนั้นน้ำมันอัด E จะดันยอดลูกสูบกำลัง H เลื่อนไปปิดน้ำมันเชื้อเพลิงได้สะดวกทางเดียว N เครื่องจักรใหญ่จะหยุด

เมื่อจำเป็นที่จะต้องดับเครื่องทั้งกล่าวนี้ ควรจะลดความเร็วของเครื่องลงให้ช้ามากเสียก่อน แล้วจึงค่อยกดปุ่มดับเครื่อง และกดอยู่จนกระทั่งเครื่องหยุดนิ่งสนิทถ้าเครื่องยังไม่หยุดนิ่งแล้วปล่อยปุ่มกด น้ำมันเชื้อเพลิงจะฉีดเครื่องจะติดขึ้นได้อีก

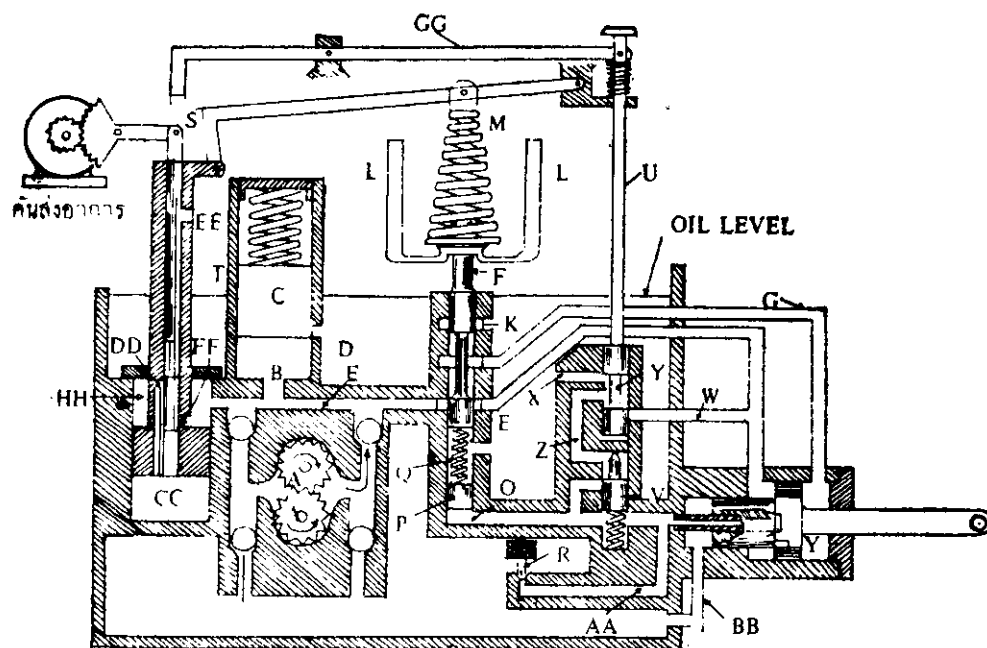
#### การระวังกษาทางน้ำมันเชื้อเพลิง (Maintenance of Fuel System)

เพื่อมิให้มีการผิดพลาดและบกพร่อง ในเรื่องทางน้ำมันเชื้อเพลิงเกิดขึ้นช่วงเครื่องควรจดจำและเอาใจใส่ปฏิบัติตามหัวข้อสำคัญ ๆ ดังต่อไปนี้.-

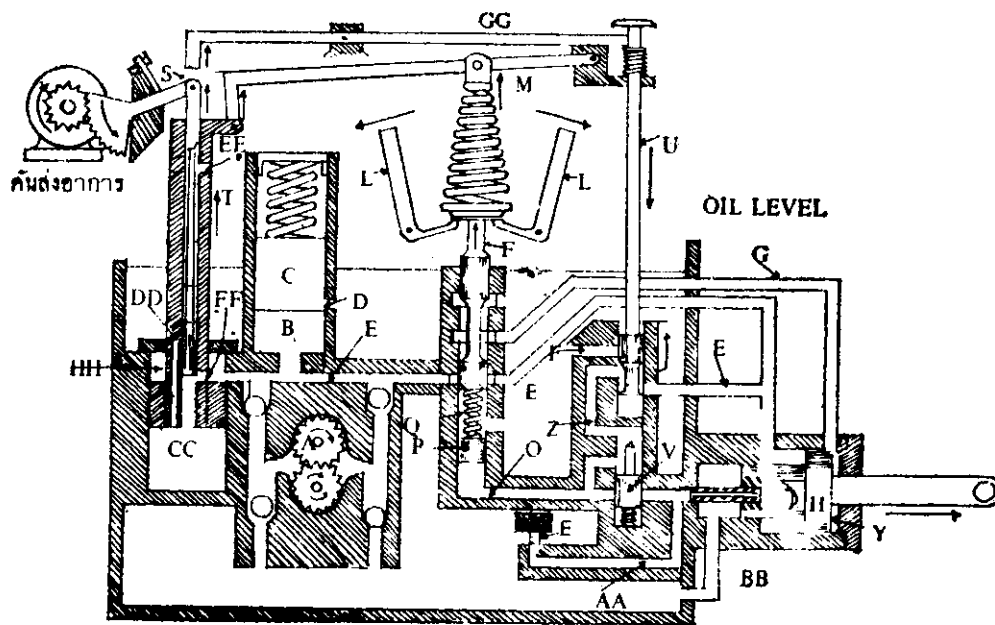
๑. ต้องเป็นที่เชื่อได้ว่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในสภาวะดีแล้ว
๒. ต้องเป็นที่แน่นอนว่าบรรดาลิ้นต่าง ๆ เกี่ยวกับน้ำมันเชื้อเพลิงไม่รว
๓. ต้องเป็นที่แน่นอนว่าได้สอบจังหวะของสูบน้ำมันเชื้อเพลิงถูกต้องแล้ว สูบน้ำมันเชื้อ

เพลิงมักจะคลาดเคลื่อนได้ง่าย เนื่องจากความกระเทือนและการสึกกร่อนในเมื่อเครื่องเดินนาน ๆ ฉะนั้นทางที่ดีควรหมั่นตรวจสอบและตั้งจังหวะให้ถูกต้องเสมอในเมื่อเลิกใช้เครื่อง ๑ ครั้ง หรือ ๒ ครั้งแล้ว

๔. เป็นที่แน่นอนว่าจำนวนน้ำมันที่ฉีดเข้าเครื่องแต่ละสูบนั้นถูกต้องตามจำนวนจังหวะ
๕. ต้องเป็นที่แน่นอนว่ากำลังอัดของน้ำมันถูกต้อง



รูปที่ ๑๐๑ ความเร็วคงที่



ตำแหน่งหยุดเครื่อง

รูปที่ ๑๐๒ แสดงอาการทำงานของก๊อฟเวอร์เนอร์

บทที่ ๘

# การใช้น้ำมันหล่อลื่น (Lubricating)

ประสิทธิภาพและคุณภาพของการหล่อลื่นที่รักษาให้เครื่องจักรคงทนอยู่ได้นานนั้นถือว่าเป็นสิ่งสำคัญยิ่งอย่างหนึ่ง ฉะนั้นเป็นการจำเป็นที่ช่างกลจะต้องรู้ว่าน้ำมันที่ใช้ในการหล่อลื่นนั้นประเภทไหนใช้กับเครื่องจักรชนิดอะไรจึงจะเหมาะสม ในอเมริกาเขามีองค์การจัดสรรแยกประเภทของน้ำมันหล่อลื่นไว้ใช้ในราชการทหารโดยเฉพาะ สำหรับทหารเรือเขามีองค์การเรียกว่า "Bureau of Ship" น้ำมันหล่อลื่นที่จะนำมาใช้ในราชการทหารเรือนั้น เขาระบุเป็นหมายเลขสัญลักษณ์ (ตัวย่อ) ไว้ เรียกว่า "Navy Symbol" ดังตัวอย่างต่อไปนี้.-

| ประเภทน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ Classification                  | หมายเลข Navy Symbol |
|------------------------------------------------------------|---------------------|
| Forced-feed oils (การหล่อลื่นแบบใช้สับอัดน้ำมันหล่อ) ..... | 2075                |
| ความหนืดวัดที่ 130°ฟ.                                      | 2110                |
|                                                            | 2135                |
|                                                            | 2190                |
|                                                            | 2250                |
| Forced-feed oils .....                                     | 3050                |
| ความหนืดวัดที่ 130°ฟ.                                      | 3065                |
|                                                            | 3080                |
|                                                            | 3100                |
| Aviation oils (น้ำมันหล่อเครื่องยนต์เครื่องบิน)            | 1065                |
|                                                            | 1080                |
|                                                            | 1100                |
|                                                            | 1120                |
|                                                            | 1150                |

|                                                 |      |
|-------------------------------------------------|------|
| Compounded Marine Engine Oil                    | 4065 |
| Mineral Marine .....                            | 5065 |
| Engine and Cylinder Oil.....                    | 5150 |
|                                                 | 5190 |
| Compounded Steam Cylinder Oil (Tallow)          | 6135 |
| Compounded Air - Compressor Cylinder Oils ..... | 8190 |
| Tranformer Oils .....                           | 9045 |

หมายเลขสัญลักษณ์ (Symbol) ข้างบนนี้มีความหมายบอกประเภทและคุณลักษณะของน้ำมันที่จะใช้ไว้เสร็จ หมายเลขสัญลักษณ์มีทั้งหมด ๔ ตัว เลขตัวหน้าบอกประเภทของน้ำมันหล่อลื่นที่จะต้องใช้กับเครื่องอย่างไหน เลข ๓ ตัวหลังบอกถึงความหนืด (Viscosity) ของน้ำมันนั้น ๆ ประเภทของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ตามที่บอกไว้ในตัวเลขตัวหน้านั้นมี ๔ ประเภท ดังนี้.-

1. Aircraft Engine (เครื่องบิน)
2. Low Viscosity Index (จำพวกความหนืดต่ำ)
3. Medium and High V.I. (จำพวกความหนืดปานกลางและสูง)
4. Compounded Marine Engine (จำพวกน้ำมันผสมสำหรับใช้เครื่องในเรือ)
5. Cylinder Mineral (น้ำมันหยอดสูบ)
6. Compounded Steam Cylinder (Tallow)
7. Compounded Steam Cylinder (Lard or Tallow)
8. Compound Air Compressor Cylinder (น้ำมันหยอดสูบเครื่องอัดลม)
9. Diesel Engine (Heavy Duty) (เครื่องยนต์ดีเซล)

ตัวอย่างเช่นสัญลักษณ์ (Symbol) ๒๒๕๐ หมายความว่าน้ำมันหล่อประเภทนี้ใช้กับการหล่อลื่นโดยใช้กำลังสูบ ๆ เข้าไปหล่อ มีความหนืด (Viscosity) วัดอุณหภูมิที่ ๑๓๐ ฟ.

การวัดความหนืด (Viscosity) หรือเม็ทน้ำมัน "Body" ของน้ำมันหล่อลื่นนั้น เขาใช้วิธีของ "Saybolt Universal" คือเป็นการวัดความหนืดของ ๆ เหลว โดยปล่อยให้ของเหลวซึ่งมีความจุ ๖๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร ไหลออกจากรูซึ่งเป็นมาตรฐานอันหนึ่งนับเวลานานเป็น

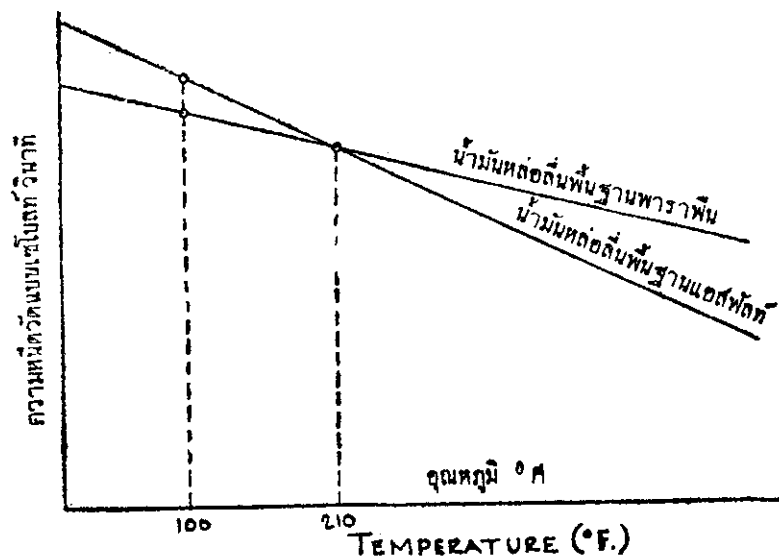
วินาที (Seconds) และของเหลวนี้จะต้องอยู่ในเกณฑ์ของอุณหภูมิที่กำหนดไว้ด้วย สำหรับน้ำมันเบาใช้เกณฑ์อุณหภูมิ ๑๓๐°ฟ. และสำหรับน้ำมันหนักใช้เกณฑ์อุณหภูมิ ๒๑๐°ฟ. น้ำมันหนักจะมีความหนืดมาก น้ำมันเบาจะมีความหนืดน้อย ยิ่งอุณหภูมิสูงขึ้นยิ่งมีความหนืดลดลง

ประเภทของน้ำมันหล่อที่ใช้ตามเลขตัวหน้าในอันดับที่ ๑, ๓, ๔, ๕, ๖, ๗ และ Symbol 9500 นั้นวัด Viscosity ที่อุณหภูมิ ๒๑๐°ฟ. และอันดับที่ ๒, ๘ และ ๙ (นอกจาก Symbol 9500) วัด Viscosity ที่อุณหภูมิ ๑๓๐°ฟ.

ตารางต่อไปนี้เป็นารวัดประเภทของน้ำมันหล่อซึ่งสมาคม "Society of Automotive Engineers" (S.A.E.) ได้บัญญัติไว้เพื่อเปรียบเทียบ Viscosity ต่าง ๆ

| S.A.E. | No.      | Viscosity Seconds Saybolts<br>(ความหนืดวัดเป็นวินาที) |            |
|--------|----------|-------------------------------------------------------|------------|
|        |          | At 130° F.                                            | At 210° F. |
|        | 10       | 90-120                                                |            |
|        | 20       | 120-185                                               |            |
|        | 30       | 185-255                                               |            |
|        | 40       | 255.....                                              | 80         |
|        | 50.....  |                                                       | 80-125     |
|        | 60 ..... |                                                       | 105-125    |
|        | 70 ..... |                                                       | 125-150    |

ความมุ่งหมายของการหล่อลื่น ก็เพื่อจะรักษาให้ความหนืดของตัวหล่อลื่นแทรกอยู่ในระหว่างผิวสัมผัสของเนื้อโลหะที่เสียดสีกันโดยไม่มีการเปลี่ยนสภาพในเมื่อเกิดความร้อนขึ้น และจะต้องไม่เป็นวัตถุที่กัดผิวสัมผัสของเนื้อโลหะนั้น ๆ น้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์จึงความีความสิ้นก็สำหรับใช้กับโลหะ แต่มีข้อเสียที่มิสามารถจะทนความร้อนได้สูง และโดยทั่วไปความหนืดของน้ำมันที่มีพื้นฐานมาจากพาราฟิน (Paraffine Base) ย่อมเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าความหนืดของน้ำมันที่มีพื้นฐานมาจากแอสฟัลท์ (Asphaltic Base) ดังแสดงให้เห็นตามโคอะแกรมในรูปต่อไปนี้



รูป ที่ ๑๐๓ เส้นอุณหภูมิ-ความหนืด

เส้นแสดงอุณหภูมิความหนืด (Temperature Viscosity Line)

น้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องจักรนั้น น้ำมันชนิดหนึ่งอาจเหมาะสำหรับเครื่องจักรประเภทหนึ่ง และอาจไม่เหมาะสำหรับเครื่องจักรประเภทอื่นก็ได้ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลเท่านั้น สำหรับน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์เองก็แบ่งแยกชนิดหรือเกรดไว้ต่าง ๆ กัน เพื่อให้เหมาะกับการใช้ในเครื่องต่าง ๆ กัน เป็นต้นว่าเครื่องชนิดหมุนช้า หมุนปานกลาง หมุนเร็ว อย่างไรก็ตามการจัดระบบของทางน้ำมันหล่อลื่นในเครื่องยนต์ดีเซลโดยทั่ว ๆ ไปแล้วไม่ผิดแผกกันนัก ส่วนต่าง ๆ ของระบบทางน้ำมันเชื้อเพลิงประกอบไปด้วยสิ่งต่อไปนี้

๑. สูบน้ำมันหล่อลื่น (Lubricating oil pump) ใช้สำหรับสูบน้ำมันหล่อลื่นส่งไปหล่อลื่นบรรดาสวนเสียดสีต่าง ๆ ของเครื่องจักรใหญ่ สูบน้ำมันหล่อลื่นนี้สร้างเป็นแบบฟันเฟือง (Gear Type) ซึ่งใช้ขับให้หมุนโดยการติดต่อกับเครื่องจักรใหญ่ หรือขับให้หมุนโดยอิสระด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

๒. ถังน้ำมันตก (Oil Drained Tank or Sump) เป็นถังสำหรับรองรับน้ำมันที่ไหลกลับจากการหล่อลื่นตามส่วนเสียดสีต่าง ๆ ของเครื่องจักรใหญ่

๓. หม้อต้มน้ำร้อนน้ำมันหล่อ (Oil Cooler) สำหรับดับความร้อนของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านมาจากส่วนเสียดสีต่าง ๆ ให้คงอยู่ในอุณหภูมิที่ต้องการ

๔. ถังแยกน้ำมัน (Oil Setting Tank) เป็นถังสำหรับแยกน้ำและสิ่งอื่น ๆ ที่ปนมากับน้ำมันหล่อลื่น ออกไปทั้ง ถังแยกน้ำนี้ใช้สำหรับเรือสมัยเก่า สำหรับเรือสมัยใหม่ใช้เครื่องแยกน้ำมัน (Purifier) แทน

๕. หม้อกรองหยาบ (Strainers) สำหรับกรองน้ำมันหล่อลื่นก่อนที่จะไหลไปยังถังน้ำมันตก

๖. หม้อกรองละเอียดและเครื่องแยกน้ำ (Filter and Purifiers) หม้อกรองละเอียดสำหรับกรองน้ำมันหล่อลื่นที่ร้อนแล้ว ผงหรือสิ่งทีละเอียดเกาะติดมากับน้ำมันหล่อลื่น จะแยกตัวจากน้ำมันเมื่อถูกความร้อน เครื่อง Purifiers สำหรับแยกน้ำและสิ่งอื่น ๆ ที่ปนมากับน้ำมัน

๗. ท่อน้ำมันหล่อลื่น เครื่องวัดกำลังดัน เครื่องวัดความร้อนและเครื่องมืออื่น ๆ

**คุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่น** (Properties Of Lubricating Oil) น้ำมันหล่อลื่นที่นำมาใช้ในการหล่อลื่นเครื่องกลนั้น ควรจะมีคุณภาพเพื่อเป็นข้อสังเกตโดยสังเขปต่อไปนี้

๑. **ความหนืด** (Viscosity) ความหนืดถือว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของน้ำมันหล่อลื่น น้ำมันหล่อลื่นที่ดีเมื่อถูกความร้อนต้องไม่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย การเสียดสี การสึกกร่อน แตกหักและการหมดเปลืองขึ้นอยู่กับการใช้ น้ำมันหล่อลื่นที่เลว

๒. **จุดไหล** (Pour Point) คือจุดต่ำที่สุดของอุณหภูมิที่น้ำมันหล่อลื่นจะไหลออกจากถังได้สะดวก น้ำมันหล่อลื่นที่สูบส่งไปตามส่วนเสียดสีต่าง ๆ ไม่สะดวกและเครื่องจะติดยากในอากาศหนาวจัด ก็เกี่ยวกับจุดไหลของน้ำมันหล่อลื่นนี้

๓. **คราบเขม่า** (Carbon Residue) คือ จำพวกคาร์บอนที่ตกค้างเกิดเป็นคราบเขม่าเหลือจับติดอยู่ในเมื่อได้ใช้น้ำมันหล่อลื่นจนแห้งหรือระเหยไปหมด จำพวกคาร์บอนนี้จะจับติดอยู่ตามส่วนเสียดสีต่าง ๆ ซึ่งเป็นเหตุทำให้เครื่องผิดเกิดติดขัดขึ้นได้

๔. **จุดวาบไฟ** (Flash Point) เป็นอุณหภูมิที่น้ำมันหล่อลื่นเกิดการระเหยออกติดไฟในเมื่อถูกความร้อน ฉะนั้นน้ำมันหล่อลื่นทุกชนิดจะต้องมี Flash Point สูงพอที่จะไม่เกิดอันตรายขึ้น

๕. **ลักษณะเป็นกรด** (Corrosion) คือการตรวจลักษณะของน้ำมันหล่อลื่นว่ามีอำนาจเป็นกรด ซึ่งจะกัดเนื้อโลหะของเครื่องหรือไม่ ถ้าพบว่ามีลักษณะเป็นกรดน้ำมันหล่อลื่นนั้นก็ใช้ไม่ได้

๖. **น้ำและสิ่งเจือปน (Water And Sediment)** น้ำมันหล่อลื่นจะต้องตรวจให้รู้ว่าไม่มีน้ำมันและสิ่งอื่น ๆ เจือปน

๗. **การกลายเป็นกรด (Acidity)** น้ำมันหล่อลื่นต้องมีคุณสมบัติกลับเป็นกลาง (Neutral Reaction) คือเมื่อถูกกับสิ่งอื่น ๆ เช่น โลหะของเครื่องจะไม่กัดส่วนนั้นเป็นร่องหรือสึกกร่อน และจะไม่เกิดเป็นเมือกชั้นหรือโคลนเมื่อถูกน้ำ และจะไม่เกิดการบวม

๘. **การกลายเป็นเมือก (Emulsion)** น้ำมันหล่อลื่นจะต้องตรวจให้รู้ว่ามีคุณสมบัติแยกน้ำออกได้ดีเพียงไร

๙. **การเกิดออกไซด์ (Oxidation)** น้ำมันหล่อลื่นเมื่อปนกับออกซิเจนแล้วจะเกิดเป็นตะกอนหรือโคลนมากน้อยเพียงใด

๑๐. **สี (Color)** สีของน้ำมันหล่อลื่นจะต้องไม่เปลี่ยนแปลงไป หากสีของน้ำมันเปลี่ยนแปลงไป แสดงว่าน้ำมันนั้นไม่บริสุทธิ์มีสิ่งอื่นเจือปน

๑๑. **ฝุ่น (Ash)** น้ำมันหล่อลื่นต้องไม่มีผง ทราช ฝุ่น หรือขี้เถ้าเจือปน ซึ่งจะทำให้กัดส่วนที่สัมผัสเสียคือเป็นร่องและสึกกร่อน

๑๒. **กำมะถัน (Sulphur)** น้ำมันหล่อลื่นต้องไม่มีกำมะถันหรือส่วนผสมใด ๆ ของกำมะถันที่จะเกิดเป็นกรดเจือปนอยู่เลย

เนื่องจากความต้องการที่จะลดน้ำหนักของเครื่องดีเซลให้เบาลง และให้กินเนื้อที่ติดตั้งน้อยกับทั้งต้องการที่จะให้มีความเร็วสูงขึ้นเช่นนี้ จึงเป็นปัญหาในเรื่องการหล่อลื่นและการจัดหา น้ำมันหล่อลื่น เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะและอาการกระทำของเครื่องเป็นอย่างมาก

ในสมัยก่อน เครื่องดีเซลประเภทฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยอากาศอัด (Air Injection) ซึ่งมีความเร็วต่ำถึงกระนั้นก็ดี ปัญหาบางประการในเรื่องการหล่อลื่นและการจัดหาน้ำมันก็ยังมิได้เป็นที่แน่นอนลงไปได้ มาสมัยนี้เครื่องดีเซลเปลี่ยนเป็นประเภทฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงโดยลูกสูบปั๊ม (Mechanical Injection) ซึ่งได้ลดน้ำหนักเบาลงโดยใช้แรมผสม และเพิ่มความเร็วโดยใช้เครื่อง ๒ จังหวะและเครื่องระเบิดสองทาง (Double Acting) แล้วก็ตาม แต่วิธีของการหล่อลื่น และชนิดของน้ำมันที่จะใช้หล่อลื่นให้ได้ผลดีเป็นที่แน่นอนตายตัวนั้น ก็หาได้ปรากฏแน่นอนลงไปไม่ เหตุผลบางประการที่ทำให้ยุ่งยากหรือเป็นปัญหาในเรื่องการหล่อลื่นมีอยู่ดังนี้ คือ

๑. เครื่องยิ่งเล็ก ถึงพักน้ำมันหล่อลื่นเล็กและความเร็วสูงยิ่งทำให้อุณหภูมิของเครื่องสูงขึ้น
  ๒. อุณหภูมิของวงแหวนลูกสูบยิ่งสูง ก็ยิ่งทำให้วงแหวนติดได้ง่ายขึ้น ผลที่สุดก็จะทำให้ลูกสูบติดไปด้วย
  ๓. อุณหภูมิของเครื่องสูง เครื่องทำงานหนัก (Load) และความเร็วสูงเหล่านี้เป็นความจำเป็นที่ต้องใช้แบริงทำด้วยโลหะแข็งมาก
  ๔. ผงละเอียดซึ่งเกิดจากแบริงนี้ ปนอยู่ทั่วไปในน้ำมันหล่อลื่น จำเป็นต้องใช้เครื่องแยกน้ำมัน (Purifiers) อย่างละเอียด
  ๕. กำลังตันในสูบยิ่งมาก ก็ทำให้แบริงได้รับกำลังมาก
  ๖. จำนวนเปอร์เซ็นต์ของน้ำมันเชื้อเพลิงตกลงไปปนกับน้ำมันหล่อลื่นในห้องแครงก็ได้มากขึ้น ในการใช้เครื่องดีเซลประเภท Mechanical Injection
  ๗. ความเร็วและอุณหภูมิยิ่งสูงขึ้น ก็ยิ่งทำให้การหล่อลื่นภายในสูบให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น
  ๘. การใช้เครื่องดีเซล ๒ จังหวะมากขึ้น และทั้งเพิ่มกำลังทำงานมากขึ้นด้วยกระทำให้ต้องหาวิธีการหล่อลื่นเป็นพิเศษ อย่างเดียวกับเครื่องดีเซลที่ใช้เครื่องซูเปอร์ชาร์ทจะต้องดัดแปลงการหล่อลื่นให้ดีขึ้นกว่าธรรมดา
  ๙. การใช้แบริงทำด้วยทองแดง ทำให้น้ำมันหล่อลื่นเพิ่มจำนวนออกไซด์ขึ้น
  ๑๐. การเพิ่มระยะห่าง (Clearance) ให้มากขึ้นโดยใช้ลูกสูบที่ทำด้วยแร่ผสมอลูมิเนียมทำให้เกิดปัญหาในเรื่องความหมดเปลืองของน้ำมันหล่อลื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเครื่องขนาดใหญ่ในขณะที่เมื่อเดินเบา เพราะว่าแร่อลูมิเนียมมีการขยายตัวและหดตัวได้มาก และเครื่องยิ่งใหญ่การหดตัวและขยายตัวก็ยิ่งมากตามเนื้อที่ของแร่ ฉะนั้นจึงต้องทำระยะห่างให้มากไว้เมื่อเครื่องเดินเบาเครื่องมีความร้อนน้อยการขยายตัวก็น้อย ทำให้น้ำมันหล่อลื่นขึ้นไปบนยอดลูกสูบปนกับก๊าซเสียไปไ้มาก
  ๑๑. ปัญหาของน้ำมันหล่อลื่นเมื่อจะติดเครื่องขณะที่อยู่ในอากาศหนาวจัด
- วิธีตรวจสอบผลของน้ำมันหล่อลื่นที่ดีที่สุดก็คือตรวจสอบผลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว น้ำมันนั้นจะมีความหนืดคงตัวเหมาะสมหรือไม่ ในการไหลผ่านไปหล่อลื่นตามส่วนเสียดสีซึ่งมีอุณหภูมิ

ต่าง ๆ กันตลอดเครื่อง รวมทั้งที่หล่อลงในภายในของลูกสูบซึ่งมีอุณหภูมิสูงเนื่องจากการเผาไหม้ตามผิวหน้าของส่วนเสียดสีต่าง ๆ จะปรากฏมีคราบเขม่ามากน้อยเพียงใด น้ำมันยังคงเบี่ยงอยู่หรือแห้งไป นอกจากความคงตัวของน้ำมันแล้วน้ำมันนั้นจะต้องมีความต้านทานมิให้เกิดการผสมกับออกซิเจนหรือผสมสิ่งอื่นใด ทำให้เกิดการกรดหรือเกิดเป็นเมือกและไม่ผสมกับน้ำทำให้เกิดไอระเหยในห้องแครงก์ ซึ่งไอระเหยเมื่อหดตัวแล้วจะเกิดความชื้นเป็นสนิมขึ้น น้ำมันหล่อลื่นที่ทำให้เกิดกรดได้นั้น ก็เกิดจากการผสมออกซิเจนเมื่อความร้อนสูง ฉะนั้นน้ำมันหล่อลื่นควรจะรักษาอุณหภูมิให้สูงกว่า ๑๕๐°ฟ. (๘๒.๒๒°ซ.) เพื่อมิให้เกิดการผสมกับออกซิเจน (Oxidation) ได้มาก และควรรักษาให้ต่ำกว่า ๑๐๐° F.

ในรัฐนิวอิงแลนด์น้ำมันที่ใช้ในการหล่อลื่นเครื่องดีเซล เป็นน้ำมันที่สกัดหรือกลั่นมาโดยตรงจากน้ำมันแร่ (mineral oil) น้ำมันที่ใช้กับเครื่องจักรทุกชนิดจะต้องผ่านการตรวจของทางทหารหน่วยหนึ่งเรียกว่า Bureau of Ship ซึ่งโดยมากก็ตรวจสอบผลของน้ำมันที่ทดลองใช้แล้วว่ามีคุณค่าเพียงใด การตรวจดังกล่าวนี้ยังคงดำเนินการอยู่กับการค้นคว้าและทดสอบผลที่จะได้น้ำมันหล่อลื่นที่มีคุณภาพสูงต่อไป

การหล่อลื่นเครื่องดีเซลที่ถูกต้องดีนั้นจะต้องให้ได้ผลครบถ้วนดังหัวข้อต่อไปนี้ :-

๑. ป้องกันมิให้วงแหวนลูกสูบติด
๒. หยากผิวสัมผัสของลูกสูบได้ดี
๓. ป้องกันการชำรุดเสียหายของแบร็ง วงแหวน สูบ และลูกสูบได้ดี
๔. ไม่กักแบร็งสึกกร่อน
๕. ช่วยในการผนึก (seal) กำลั้งอัดของลูกสูบให้ดีขึ้น
๖. ชักความร้อนจากลูกสูบและแบร็งได้ดี
๗. ไม่มีคาร์บอนหรือคราบน้ำมันจับบนยอดลูกสูบและลูกสูบ
๘. ไม่เกิดเป็นขี้โคลนหรือขี้ตะกอนอุดตามท่อทางและที่หม้อกรองหยาบ
๙. ไม่เกิดเป็นขี้โคลนจับที่หม้อกรองละเอียด
๑๐. รักษาภายในเครื่องสะอาด
๑๑. ไม่ทำให้หม้อดับความร้อนน้ำมันหล่อลื่นสกปรก

๑๒. ไม่เกิดเป็นเซตจับตามท่อทางต่าง ๆ
๑๓. ไม่ทำให้ช่อง ล้นอากาศและก๊าซเสียสกรปรก
๑๔. เกณฑ์ความหนาตเปลี่ยนน้อย
๑๕. ติดเครื่องไถ่ง่ายในอากาศเย็น
๑๖. เหมาะที่จะใช้กับเครื่องอื่น ๆ และเครื่องจักรช่วย
๑๗. มีระยะเวลาที่จะต้องเปลี่ยนใหม่นาน
๑๘. ใช้กับหม้อกรองละเอียดชนิดใด ๆ ก็ได้

หากว่าน้ำมันหล่อลื่นไม่ได้ตามต้องการทั้งที่กล่าวมานี้ทั้งหมด ก็ควรเลือกเอาน้ำมันที่มีคุณภาพที่ใกล้เคียงที่สุดของหัวข้อที่สำคัญ ๆ สำหรับในรัฐนาวิอเมริกา น้ำมันหล่อลื่นที่จะใช้กับเครื่องจักรชนิดไหนนั้น ทางการค้าทำด้วยและหมายเลขกำกับไว้ให้เสร็จ

**ทางท่อน้ำมันหล่อลื่น** น้ำมันหล่อลื่นที่ส่งไปหล่อตามที่ต่าง ๆ ของเครื่องดีเซลนั้นใช้ส่งไปตามกำลังดันของสูบ สูบน้ำมันหล่อลื่นโดยมากเป็นแบบพื้นเพื่องซึ่งมีกำลังดันประมาณ ๓๐-๔๐ ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว ในรูปที่ ๑๐๔ เป็นแผนท่อทางหล่อลื่นของเครื่องดีเซลแบบ Bureau M.A.N. ทางเดินของน้ำมันหล่อลื่นดังนี้คือ สูบน้ำมันหล่อลื่นได้สูบน้ำมันหล่อลื่นจากถังพัก (Oil Sump) ผ่านหม้อกรองหยาบ (Strainers) ส่งไปยังหม้อดับความร้อน (Cooler) (ถ้าเป็นทางเดินน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องแบบใหม่ก็มีเครื่อง Purifier ติดอยู่กับทางเดินตอนนี้ด้วย) จากหม้อดับความร้อนแล้วจะไปยังท่อพัก (Header) ท่อพักนี้มีทางแยกจ่ายไปหล่อตามส่วนต่าง ๆ ของเครื่อง เช่น (รูปที่ ๑๐๔)

ก. แยกไปหล่อลื่นแบร็งใหญ่ ที่แบร็งใหญ่นี้ได้เจาะเป็นทางน้ำมันผ่านแขนข้อเสื่อทะเลือข้อเสื่อเพื่อหล่อแบร็งเคือข้อเสื่อ จากแบร็งเคือข้อเสื่อน้ำมันหล่อลื่นจะขึ้นไปหล่อลื่นแบร็งเคือข้อเสื่อในลูกสูบโดยผ่านรูกวางซึ่งเจาะทะลุภายในก้านต่อ น้ำมันหล่อลื่นเมื่อหล่อลื่นส่วนนี้แล้วก็กลับตกลงในท้องข้อเสื่อแล้วตกลงถึงพักตามเดิม

ข. ทางแยกอื่น ๆ จากที่จ่ายจะแยกไปหล่อตามเพื่องต่าง ๆ ตามเพลลา และแบร็งเพลลา ลูกเบี้ยว ตามคันบังคับคันลั่น และคันลั่น และตาม Liner ของลูกสูบ

การหล่อลื่นอาจทำวิธีผัดแผกกันแล้วแต่การออกแบบสร้างโดยเฉพาะของเครื่องนั้นๆ แต่จุดสำคัญจะเป็นแบบเดียวกันหมด



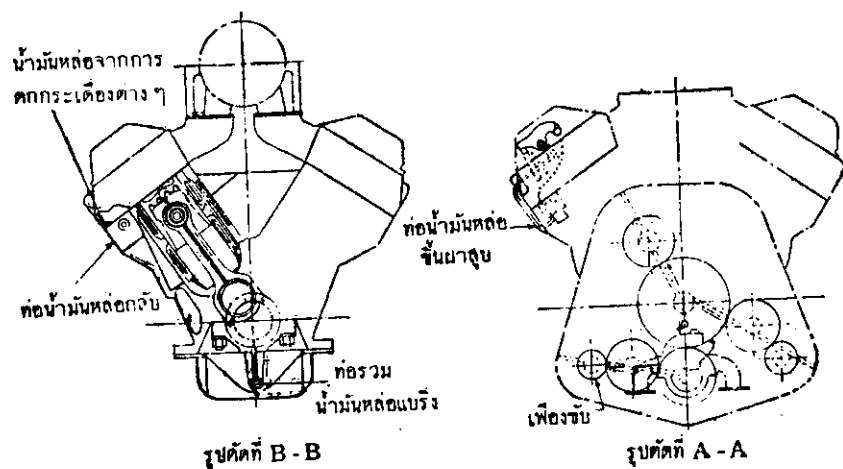
ในเครื่องแบบใหม่ ๆ ที่มีความเร็วสูงได้จัดให้มีการหล่อลื่นภายในยอคสูบโดยใช้น้ำมันหล่อลื่นซึ่งขึ้นไปยังเคียวชักก้านต่อในลูกสูบ ให้ฉีกเป็นฝอยเพื่อลดความร้อนยอคลูกสูบและลูกสูบ

หมายเหตุ การหล่อลื่นและการดับความร้อนภายในสูบนี้ ได้กล่าวโดยละเอียดมาแล้วในบทที่ ๓ ว่าด้วยส่วนเคลื่อนไหวที่สำคัญ

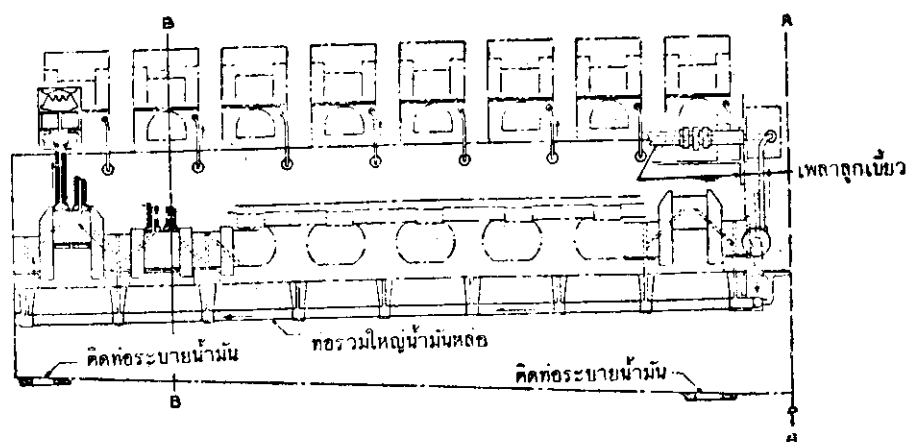
ในรูปที่ ๑๐๕ แสดงถึงวิธีการหล่อลื่นของเครื่องแบบ Winton แบบตัว "V" เครื่องหนึ่ง สูบน้ำมันหล่อลื่นเป็นแบบพื้นเฟืองซึ่งบังคับให้เดินโดยติดกับเพลาลูกเบี้ยว สูบน้ำมันหล่อลื่นนี้จะสูบน้ำมันจากถังพัก (Oil Sump Tank) ผ่านหม้อกรองหยาบ (Strainer) แล้วส่งไปดับความร้อนในหม้อดับความร้อน (Cooler) จากหม้อดับความร้อนส่งไปยังท่อพัก (Main Manifold) ซึ่งมีทางแยกไปหยัดและหล่อลื่นของส่วนต่าง ๆ ของเครื่องดังต่อไปนี้:-

๑. แยกเป็นท่อเล็ก ๆ ท่อไปหล่อตามเฟืองขับสูบน้ำหล่อ เพื่อขับเครื่องเป่าลม (Blower) และเฟืองอื่น ๆ ดังแสดงในรูปตัดที่ A-A และยังส่งไปหล่อลื่นตามแบร็งเพลาลูกเบี้ยว สูบน้ำมันเชื้อเพลิง หัวฉีดซึ่งอยู่บนฝาสูบและเครื่องกักฟเวอร์เนอร์น้ำมันหล่อลื่น ที่ส่งไปหล่อลื่นที่เคลื่อนไหวต่าง ๆ บนฝาสูบเสร็จแล้วจะไหลตกลงยังถาดมีท่อต่อลงห้องข้อเหวี่ยงตามในรูปตัดตรง B-B

๒. แยกเป็นท่อเล็ก ๆ ไปหล่อลื่นแบร็งใหญ่ทุกอัน แล้วส่งเข้าไปในรูซึ่งเจาะผ่านเพลาค้อนและแกนข้อเหวี่ยงไปทะลุออกยังเคียวข้อเหวี่ยง จากแบร็งเคียวข้อเหวี่ยง น้ำมันหล่อลื่นจะผ่านเข้า



รูปที่ ๑๐๕



รูปที่ ๑๐๖ ระบบน้ำมันหล่อเครื่อง วินตัน

ซึ่งเจาะทะลุภายในก้านค้อนขึ้นไปยังเดือยขัดก้านต่อ (Wrist Pin Bearing) แล้วส่งขึ้นไปพ่นกระจายเป็นฝอยเพื่อหล่อลื่นภายในยอคลูกสูบท้ายถังที่ไต่กล่วมาแล้ว น้ำมันหล่อลื่นที่หล่อลื่นส่วนต่าง ๆ เหล่านี้เสร็จแล้วจะตกลงยังห้องข้อเสือ แล้วไหลลงสู่ถังพักน้ำมันหล่อลื่นแล้วถูกสูบน้ำมันหล่อลื่นชักไปอีคววนเวียนอยู่เช่นนี้ ถังพักน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องแบบนี้จุประมาณ ๔๓ แกลลอน ก็เป็นความจุพอสำหรับใช้หล่อวนเวียน

ความหมดเปลืองของน้ำมันหล่อลื่น (Lubricating Oil Consumption) ความหมดเปลืองของน้ำมันหล่อลื่นนี้เป็นสิ่งสำคัญ ไม่แต่ในเรื่องที่เกี่ยวกับความประหยัดเท่านั้นยังต้องคำนึงถึงว่า น้ำมันที่จะนำมาใช้นั้นต้องมีคุณภาพดีพอที่จะรักษาเครื่องให้สะอาดไม่เกิดเป็นเขม่าจับอีกด้วย น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ไปอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยแล้วควรจะเป็นประมาณ ๑ แกลลอน ต่อ ๓,๐๐๐ B.H.P, ต่อ ๑ ชั่วโมง เหตุที่น้ำมันหล่อลื่นต้องหมดเปลืองไปมากก็เนื่องจาก

๑. แหวนสปริงกวาดน้ำมันที่ถูกสูบกวาดน้ำมันขึ้นไปหล่อยอคลูกสูบมากทำให้น้ำมันถูกความร้อนระเหยไปกับก๊าซเสีย ถ้าเครื่องยิ่งหมุนเร็วมากก็ยิ่งเปลืองมาก
  ๒. เครื่องหลวม ชำรุด และระบบน้ำมันหล่อลื่นรั่วไหล
  ๓. น้ำมันเชื้อเพลิงปนกับน้ำมันหล่อลื่นมาก ทำให้ความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นเสื่อมลง
- นอกจากเหตุเหล่านี้แล้ว ยังมีเหตุอื่น ๆ อีกที่ทำให้น้ำมันหล่อลื่นเปลือง ร่องวงแหวนน้ำมัน (Oil Ring) หรือรูน้ำมันตกที่ร่องวงแหวนน้ำมันต้านความร้อนของเครื่องทวีเพิ่มขึ้นจำนวน

น้ำมันหล่อลื่นฟุ้งหรือกระฉอกมาก เกิดการจับเป็นคราบตามกระบอกสูบมากขึ้น ผงและสิ่งสกปรกปนมากับอากาศเข้าสู่สูบน้ำมันหล่อลื่นเปลี่ยนสภาพเกิดออกซิเจนมากขึ้น เกิดเขม่า เกิดครก และเกิดเป็นเมือก ฯลฯ เหล่านี้เป็นเหตุต้องให้เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่น และยังทำให้เครื่องสกปรก เวลาที่ทางรัฐบาลอเมริกันกำลังค้นคิดจะหาน้ำมันหล่อลื่นเพื่อกำจัดปัญหาที่ยากสำหรับการหล่อลื่นเครื่องยนต์เซลอยู่ เรียกว่าน้ำมันหล่อลื่นผสมสำเร็จเครื่องยนต์เซล (Compound Diesel Engine Lubricating Oil) คือเป็นน้ำมันแร่ที่มีส่วนผสมเพื่อจะป้องกันมิให้เกิดและเพิ่มออกซิเจนได้มาก มิให้เกิดเขม่า มิให้เกิดคราบจับเกิดเป็นเมือกและเกิดครก

คุณภาพของน้ำมันหล่อลื่นผสม นอกจากนั้นแล้วยังต้องรักษาเครื่องให้สะอาดอีกด้วยทั้งหัวข้อย่อย ๆ ซึ่งกำลังค้นคว้าอยู่มีดังนี้ คือ:-

๑. ป้องกันมิให้วงแหวนลูกสูบติด
๒. มิให้เกิดเป็นคราบจับผิวโลหะ
๓. ลดจำนวนคาร์บอน การเกิดเขม่าให้จับผิวโลหะให้น้อยลง
๔. ป้องกันมิให้เกิดเป็นครกกัดแบร้งทุกชนิดไม่ว่าทำด้วยแร่ใด ๆ
๕. มิให้วงแหวนลูกสูบและกระบอกสูบสึกกร่อนได้ง่ายทั้งอุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำ
๖. ป้องกันมิให้น้ำมันในห้องเครื่องเกิดเป็นเมือกหรือเป็นโคลน
๗. รักษาเครื่องให้สะอาดและชำระคาร์บอนหรือเขม่าซึ่งมีอยู่เดิมออกไป

การหล่อลื่นเครื่องยนต์อู่อากาศ น้ำมันที่หล่อลื่นเครื่องยนต์อู่อากาศควรใช้น้ำมันหล่อลื่นชนิดที่เบากว่าหรือใสกว่าที่ใช้กับเครื่องยนต์เซล แต่อย่าให้มีที่เป็นเชื้อเพลิงปะปนไปกับเครื่องยนต์อู่อากาศได้เป็นอันขาด เพราะจะเกิดเป็นประกายติดกับอากาศอัดกำลังสูงซึ่งมีความร้อนและจะระเบิดขึ้น น้ำมันหล่อลื่นต้องระวังจนกว่าให้รั่วไหลหรือมีทางเข้าไปในสูบน้ำอัดอากาศได้มากเกินควร เพราะอาจผสมเกิดเป็นคาร์บอนได้มาก ซึ่งจะทำให้เกิดเชื้อเพลิงขึ้นได้

เครื่องยนต์อู่อากาศซึ่งเดินด้วยเครื่องยนต์เซล ต้องระวังอย่าให้ท่อทางก๊าซเสียรั่วเข้าปนกับน้ำมันหล่อลื่น ซึ่งอาจนำก๊าซระเหยเข้าไปในสูบน้ำอัดอากาศได้ แต่โดยมากเพื่อป้องกันอันตรายถ้าเป็นเครื่องยนต์นี้ เขามักจัดให้ทางเดินน้ำมันหล่อลื่นแยกออกจากหากคือให้หล่อลื่นเฉพาะสูบน้ำอัดอากาศเป็นพิเศษ มิให้ผ่านมาจากเครื่องยนต์เซลและให้หยดหล่อได้กระบอกสูบเพียง ๒-๓ หยด ต่อนาที

กระทำความสะอาดเครื่องอัดอากาศ ไม่ควรใช้น้ำมันก๊าดหรือเป็นซินลางโดยเฉพาะอย่างยิ่งภายในกระบอกสูบและห้องข้อเสื่อ เพราะน้ำมันเชื้อเพลิงเหล่านี้อาจติดค้างอยู่ได้ เครื่องอัดอากาศตามปกติย่อมมีละอองน้ำ ซึ่งเกิดจากอากาศอัดกลั่นตัวเป็นละอองน้ำและทำให้น้ำมันหล่อลื่นเกิดเป็นเมือกได้เร็ว ฉะนั้นเขามักเติมน้ำมันสัตว์ (Animal Oil) ปนกับน้ำมันหล่อลื่นซึ่งเป็นน้ำมันแร่ (Mineral Oil) บ้างเล็กน้อย เพราะน้ำมันสัตว์ปนกับน้ำมันแล้วใช้หล่อลื่นได้ดีกว่าน้ำมันก๊าดเมื่อปนกับน้ำ

**สูบน้ำมันหล่อ** (Lubricating Oil Pump) สูบเหล่านี้โดยมากเป็นแบบฟันเฟือง (Positive Displacement Gear Type) เครื่องสูบน้ำมันหล่อลื่นอาจเดินด้วยเพลาลูกเบี้ยวหรือเพลาชข้อเสื่อของเครื่องจักรใหญ่ซึ่งฟันเฟืองไปหมุน

ถึงแม้จะใช้สูบน้ำมันหล่อลื่น ซึ่งฟันเฟืองหมุนโดยตรงพร้อมไปกับเครื่องจักรใหญ่ก็ตาม แต่ก็ยังคงต้องมีสูบน้ำมันหล่อลื่นช่วยไว้ด้วย เพราะจะได้ช่วยใช้ในเมื่อเครื่องที่หมุนโดยเครื่องจักรใหญ่ขัดข้อง และจำเป็นต้องใช้เครื่องจักรใหญ่ต่อไปเช่นเรือรบเข้าปฏิบัติการรบเป็นต้น การใช้สูบน้ำมันหล่อลื่นแบบฟันเฟืองมีข้อเสียอยู่อันหนึ่งในเรื่องอากาศตกค้างอยู่ในทางเดินน้ำมัน ซึ่งเป็นการยากที่จะไล่ให้อากาศออกได้ ฉะนั้นในท่อทางเดินน้ำมันหล่อลื่นจะต้องระวังป้องกันไม่ให้เกิดมีอากาศตกค้างอยู่ได้

ที่เครื่องสูบน้ำมันหล่อลื่นนี้ มีลิ้นอยู่อันหนึ่งเรียกว่าลิ้นผ่อนกำลังกัน (Relief Valve) มีประโยชน์สำหรับแบ่งให้น้ำมันหล่อลื่นส่งไปหล่อลื่นด้วยกำลังที่คงที่ คือเมื่อเครื่องหมุนเต็มที่ลิ้นจะเปิดให้น้ำมันหล่อลื่นไหลกลับเข้าทางตุ่สูญเสีย คงให้ส่งไปหล่อลื่นตามจำนวนที่ตั้งไว้

**ถังน้ำมันตก** (Sump Tank) ของน้ำมันหล่อลื่นที่จัดตั้งไว้ใต้ระดับของเครื่องจักรใหญ่ เพื่อให้ให้น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการหล่อลื่นแล้วไหลกลับโดยน้ำหนักจำนวนน้ำมันหล่อลื่น ที่ส่งผ่านไปหล่อตามส่วนต่าง ๆ ที่มีความร้อนนั้นก็ชักความร้อนนั้นมาด้วย ฉะนั้นความร้อนของน้ำมันหล่อลื่นจะต้องดับให้เย็นเสียก่อนแล้วจึงส่งไปหล่อใหม่รูปที่ ๑๐๗ เป็นหม้อดับความร้อนน้ำมันหล่อลื่นแบบหนึ่ง ภายในรูปกระบอกทำด้วยเหล็กหล่อ ภายในมีผนังปิดหุ้มท้าย ที่ผนังเจาะรูสำหรับใส่หม้อหลอดให้น้ำมันเดินภายในหลอด ส่วนน้ำทะเลที่เข้าหล่ออยู่ภายนอก ทางน้ำทะเลที่สูบเข้าหล่อจะเข้าทางท่อส่วนล่างแล้วปล่อยให้ออกทางท่อข้างบนของหม้อไปออกนอกเรือ และมีลิ้นตรงช่องทางน้ำเข้า

และน้ำออกเพื่อแบ่งให้จำนวนน้ำทะเลไหลเข้าหล่อน้อยได้ตามความต้องการ กับยังมีปรอทวัดอุณหภูมิติดอยู่ด้วย เพื่อตรวจอาการร้อนที่น้ำได้ชักออกไป อุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นจะต้องการให้ทรงตัวอยู่ในระดับไหนแล้วแต่ความหนืด (Viscosity) ที่ผู้สร้างกำหนดไว้ สำหรับน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ในเครื่องนั้น ๆ แต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นต้องไม่เกินกว่าจุดติดไฟ (Flash Point) ในเวลาใช้การ

หม้อต้มน้ำร้อนน้ำมันหล่อลื่นควรจะได้เปิดออกทำความสะอาดทันที ในเมื่อทางเดินของน้ำมันหล่อลื่นเดินไม่สะดวก โดยสังเกตที่เกจวัดกำลังคั้นน้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

การทำความสะอาด เมื่อได้ถอดหม้อหล่อลื่นต้องรีบทำความสะอาดทันที ถ้าทิ้งไว้ให้ถูกอากาศจนแห้งจะทำให้สิ่งที่เกรอะกรัง และขี้เขม่าจับแน่นภายในหลอกซึ่งจะทำให้เอียงได้ยากในภายหลัง การล้างทำความสะอาดภายในหลอกใช้วิธีเอาหลอดแช่ลงในน้ำมันชนิดหนึ่ง ควรใช้ลวดหรือแปรงลวดแรงทำความสะอาด ควรกระทำและระวังอย่าให้หลอกจำพวกนี้ถูกกระทบกระเทือน

ในเวลาใช้หม้อต้มน้ำร้อนน้ำมันหล่อลื่น กำลังคั้นของน้ำที่เข้าไปหล่อลื่นต้องให้น้อยกว่ากำลังคั้นของน้ำมันหล่อลื่นเสมอ เพื่อป้องกันมิให้น้ำรั่วเข้าไปปนกับน้ำมันเข้าหล่อ

**หม้อกรองละเอียดและหม้อแยกน้ำมัน** (Filter And Purifier) น้ำมันหล่อลื่นเมื่อเกิดสิ่งโสโครกเจือปนขึ้นแล้ว จะทำให้คุณภาพของน้ำมันหล่อลื่นนั้นเสียไป ฉะนั้นจึงต้องจัดให้มีหม้อกรองละเอียดและหม้อแยกน้ำมัน เพื่อกำจัดสิ่งโสโครกต่าง ๆ ออกไป สิ่งที่ทำให้น้ำมันหล่อลื่นเกิดโสโครก หรือสกปรกได้นั้นมีหลายอย่างเช่นผงฝุ่นละออง ผงเศษโลหะ ซึ่งมาจากที่อื่น ๆ และผงโลหะที่เกิดจากส่วนของเครื่องที่เป็นเหล็กอ่อนและพลาวง

วิธีการกรองละเอียดและแยกน้ำมันที่ใช้กันอยู่มี ๓ อย่าง คือ.-

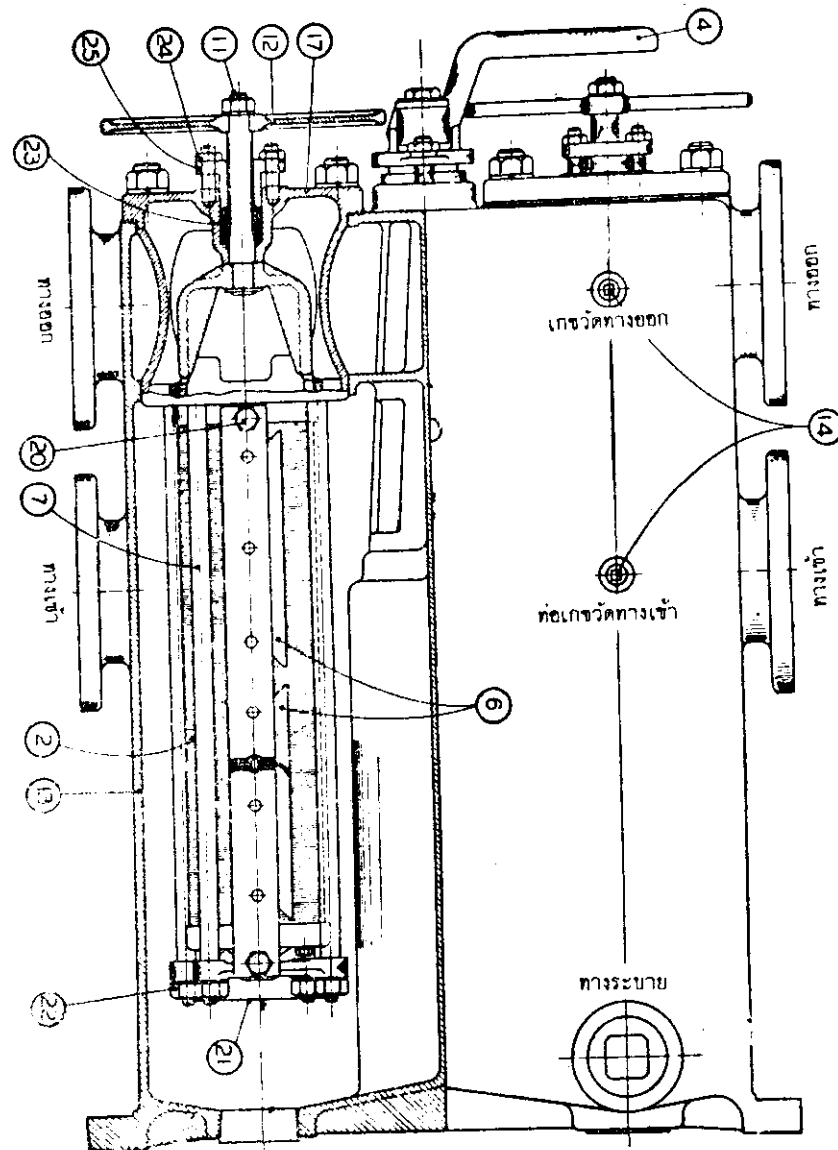
๑. แบ่งน้ำมันหล่อลื่นที่หลังจากการหล่อลื่นมาแล้ว ส่วนหนึ่งแยกผ่านลิ้น Bye Pass เข้าไปหม้อแยกน้ำ เพื่อแยกน้ำออกแล้วก็กลับเข้าทางน้ำมันหล่อลื่นตามเดิมวิธีนี้เรียกว่า Continuous Cypass System

๒. แบ่งปล่อยให้น้ำมันหล่อลื่นที่ตกจากหล่อเครื่องมาแล้วไปเข้าถังใบหนึ่งจนได้จำนวนพอแล้ว ก็ส่งไปยังหม้อแยกน้ำเป็นพัก ๆ ไป



๓. ให้น้ำมันหล่อลื่นที่ตกจากการหล่อเครื่องแล้วทั้งหมด ผ่านหม้อกรองละเอียดทั้งหมด  
หม้อกรองละเอียดนี้มีไว้สำหรับกรองผงละเอียดที่เป็นโลหะหรือของแข็ง ส่วนการแยกน้ำที่  
ปนมากับน้ำมันหล่อลื่น มีวิธีแยกอยู่ ๒ วิธี คือ.-

๑. โดยอุ่นน้ำมันหล่อลื่นให้ร้อนเสียก่อนแล้วจึงส่งไปเข้าถังพักหลายชั่วโมง การขยาย  
ตัวจะทำให้ น้ำแยกการเกาะตัวจากน้ำมันแล้วตกลงนอนก้นถัง ต่อไปเปิดก๊อกกันดังปล่อยน้ำออกทั้ง



รูปที่ ๑๐๘ หม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ

๒. โดยส่งน้ำมันหล่อไปทำการเหวี่ยงตัวภายในหม้อแยกน้ำซึ่งจะได้กล่าวต่อไป ผง  
หยาบๆ ที่ปนกับน้ำมันหล่อสิ้นใช้กรองเอาออกโดยเอาน้ำมันเข้ากรองในหม้อกรองหยาบ เรียกว่า  
Strainers ถือเป็นเครื่องกรองที่หยาบกว่า Filters

**หม้อแยกน้ำ** (Purifiers) มีอยู่หลายชนิด แต่โดยมากเป็นแบบที่ใช้หมุนให้เกิดอาการ  
เหวี่ยงออก อาการกระทำก็เหมือนกับรูปที่ ๑๐๘ เป็นรูปแสดงอาการของหม้อแยกน้ำ Gould-  
Hydroil Purifiers

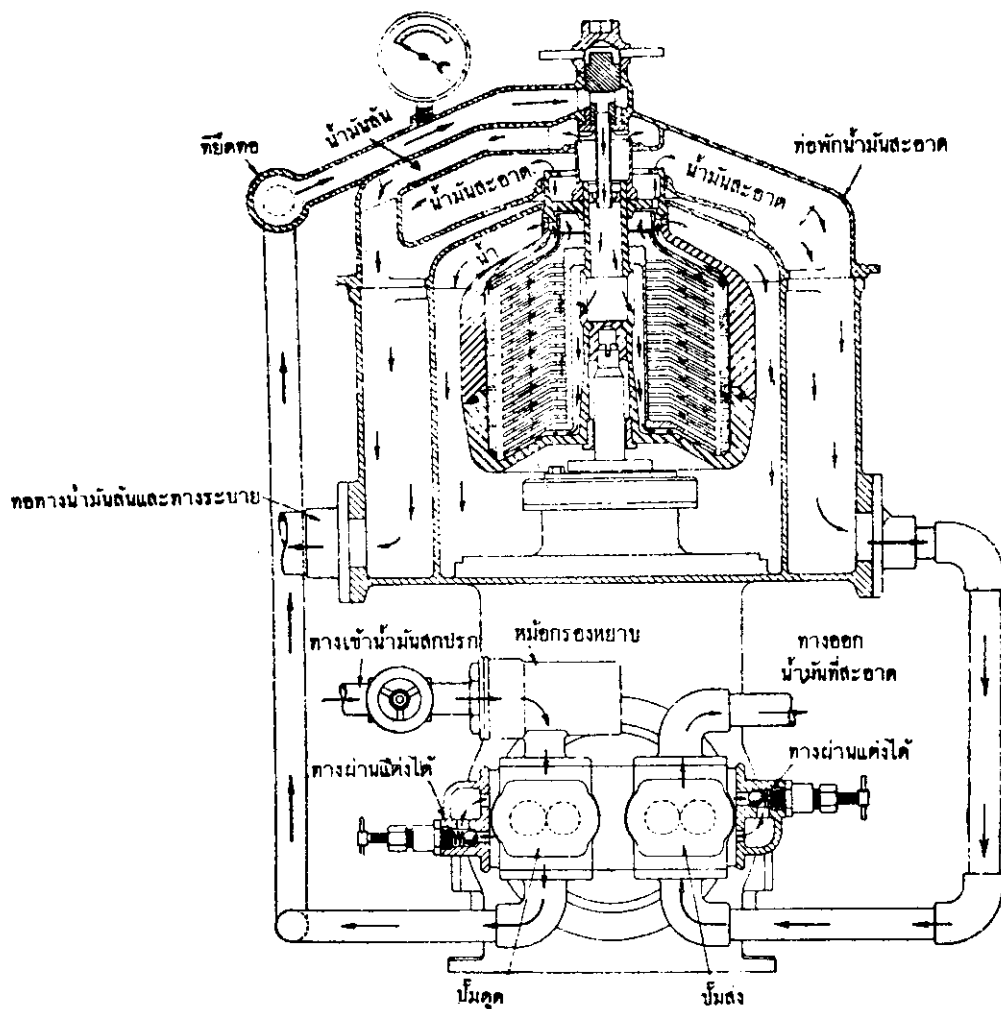
น้ำมันหล่อสิ้นที่ใช้แล้ว ถือว่าเป็นสิ่งที่เจือปนประกอบไปด้วยน้ำมัน น้ำ และของแข็ง  
ซึ่งจะต้องแยกออกจากกัน อาการที่น้ำและของแข็งแยกออกจากกันภายในหม้อแยกน้ำมันออกเป็น  
ดังนี้ คือ:-

น้ำมันที่ใช้แล้วจะถูกส่งไปเข้าช่องกลางหม้อ และแยกอยู่กันหม้อตามลัทธิการแยกน้ำ  
นี้มีรูปร่างคล้ายขวด ที่กึ่งกลางของกันหม้อทำไว้เป็นรูปสำหรับสวมให้หมุนอยู่บนปลายแกนด้วย  
กำลังมอเตอร์ไฟฟ้า เมื่อหม้อนั้นหมุนจะทำให้ น้ำมัน น้ำ และของแข็งที่ปนอยู่ถูกเหวี่ยงออกไปตั้ง  
ฉากกับแกนและจะเกิดแยกตัวออกเป็นชั้น ๆ ตามลำดับของน้ำหนักไป น้ำมันที่เบาที่สุดจะอยู่วงใน  
น้ำจะอยู่กลาง ผงหรือเศษโลหะที่เป็นของแข็งจะอยู่รอบนอกและปล่อยให้ตกค้างอยู่ในหม้อ จะเปิด  
เอาออกทั้งได้เป็นครั้งคราวเมื่อเลิกแล้ว น้ำและน้ำมันมีทางเหวี่ยงให้แยกทางกันออกไปจากหม้อ  
น้ำจะเหวี่ยงได้ขึ้นไปข้างหม้อและน้ำออกไปทางช่องข้างๆ เกือบถึงปากหม้อแล้วปล่อยทิ้งไป ส่วน  
น้ำมันที่ไต่ขึ้นตามครีบริบรอบแกน ภายในหม้อไปออกตามช่องบนฝา แล้วมีทางติดต่อไปเข้าสู่บ่อส่งไป  
ใช้การหล่อสิ้นต่อไป

การใช้ การระวังรักษาและการทำความสะอาดหม้อแยกน้ำนั้น ต้องเอาใจใส่เป็นพิเศษ  
เวลาเลิกต้องทำความสะอาดภายในหม้อทุกครั้ง เครื่องมือเครื่องอะไหล่ต้องเตรียมไว้ให้พร้อมที่จะ  
ใช้ได้เสมอ

**การใช้ น้ำมันหล่อสิ้น** (Operating of the Lubricating Oil Systems) การที่  
จะใช้หรือเดินสูบน้ำมันหล่อสิ้นไปหล่อเครื่องจักรทุกครั้งไป ควรตรวจและทดสอบให้เป็นระเบียบ  
ตามหัวข้อต่อไปนี้ให้เรียบร้อยเสียก่อน คือ:-

๑. สูบ (ใช้สูบลูกสูบด้วยมือถ้ามี) หรือระบายน้ำหล่อจากถังใช้การหรือถังน้ำมันตก ถ้ามีน้ำ  
หยดอยู่กันดังนั้นก็ให้จัดการเอาออกเสียให้หมด



รูปที่ ๑๐๔ Coulds Hydroil Purifier

๒. เมื่อได้ระบายน้ำหรือกำจัดสิ่งโสโครกออกจากถังน้ำมันตกแล้ว ให้เปิดน้ำมันหล่อลื่นจากถังใหญ่เติมถังก้ำมันตกให้ได้ระดับเดิม ข้อสำคัญควรต้องระวังอย่าเติมน้ำมันหล่อลื่นที่บริสุทธิ์ลงไปน้ำมันที่ใช้แล้วที่สกปรก และอย่าใช้น้ำมันหล่อลื่นต่างชนิดปนกัน

๓. ตรวจสอบเครื่องวัดกำลังคั้นน้ำมันหล่อตามที่ตั้งต่าง ๆ ให้เรียบร้อย

๔. ตรวจสอบและทำความสะอาดบรรดาหม้อกรองน้ำมันหล่อตามที่ตั้งต่าง ๆ ให้เรียบร้อย

๕. ทดลองเดินสูบน้ำมันหล่อลื่นไปตามแบร้งใหญ่และส่วนต่าง ๆ ที่ติดต่อกับทางเดินของน้ำมันหล่อลื่น รักษากำลังคั้นน้ำมันหล่อลื่นให้คงที่

**หมายเหตุ** การทดสอบน้ำมันหล่อลื่นก่อนเดินเครื่องในอากาศหนาวจัด ต้องอุ่นน้ำมันหล่อลื่นเสียก่อน ฉะนั้นจึงยังไม่ต้องเติมน้ำเข้าถังความร้อนเพื่อรักษาความร้อนที่เข้ำน้ำมันหล่อลื่นให้คงที่ และต้องการตรวจรั่วในหม้อต้มความร้อนด้วย

๖. ตรวจสอบแบร้งค์ทุกตัวดูให้เห็นว่ามีน้ำมันหล่อลื่นไหลซึมมาพอเพียง ถ้าไม่มีน้ำมันหล่อไหลออกมา แสดงว่ามีที่รั่วไปทางอื่น ตามก้านต่อเช่นเดียวกันต้องดูว่ามีน้ำมันหล่อไหลกลับตกลงมาตามก้านต่อหรือไม่ ถ้ามีก็แสดงว่าทางน้ำมันหล่อลื่นที่ส่งไปหล่อแบร้งค์ติดต่อกันต่อ หรือที่ข้อต่อไม่สนิท

๗. ตรวจสอบหม้อต้มความร้อนว่ามีน้ำมันหล่อลื่นรั่วหรือไม่

๘. ตรวจสอบและทดสอบน้ำเข้าหม้อต้มความร้อนทั้งทางตรง และทางติดต่อกับจากทางน้ำกับไฟ

๙. ตรวจสอบสัญญาณบอกกำลังกันต่ำว่าจะทำงานหรือไม่โดยค่อยๆ ลดกำลังน้ำมันหล่อลื่นจนเครื่องบอกสัญญาณมีเสียงกังน

๑๐. เติมน้ำเข้าหม้อต้มความร้อน ทดกำลังกันให้ถึงขีดที่ต้องการ

๑๑. รักษากำลังกันของน้ำมันหล่อลื่นให้อยู่ในระดับเพียงพอที่ส่งไปหล่อตามแบร้งค์ต่างๆ ได้ดี และต้องคอยแต่งให้เหมาะสมกับความเร็วของเครื่องในเมื่อเร็วเดิน

๑๒. ตรวจสอบน้ำมันหล่อจากถังน้ำมันตก เพื่อจะรู้ว่าน้ำมันตกค้างอยู่ในทางน้ำมันหล่อลื่นหรือที่เครื่องจักร หรือหม้อต้มความร้อนเกิดวุ่น

กำลังของน้ำมันหล่อลื่นที่จะส่งน้ำมันไปหล่อตามส่วนต่างๆ ของเครื่องมีกำหนดแตกต่างกัน แล้วแต่การสร้างของเครื่องนั้นๆ ตามเกณฑ์ที่ใช้ทั่วไป กำลังดันน้ำมันหล่อที่เครื่องสูบส่งไปที่แบร้งค์ เมื่ออ่านที่เครื่องวัดกำลังดันอย่างน้อยที่สุดต้องมีประมาณ ๑๐ ถึง ๒๐ ปอนด์ต่อ ตารางนิ้ว ซึ่งทั้งนี้แล้วแต่ความเร็วของเครื่องความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นและความร้อนที่เกิดจากแบร้งค์ เป็นต้นว่าเมื่อเห็นน้ำมันหล่อลื่นมีอุณหภูมิสูงขึ้นก็ต้องเดินสูบน้ำมันหล่อลื่น และเติมน้ำเข้าหม้อต้มความร้อนให้แรงขึ้น

ในขณะที่เครื่องเดินอยู่ พึงสังเกตไว้ว่าถ้าเห็นเกจวัดกำลังน้ำมันหล่อลื่นสูงขึ้นทันทีทันใดแล้ว โดยมากต้องเป็นด้วยหม้อกรองหยابน้ำมันหล่อลื่นเกิดตันขึ้น ต้องรีบเปลี่ยนทางน้ำมันหล่อ

สิ้นไปเข้าหม้อกรองหยาบอีกใบหนึ่ง ธรรมชาติหม้อกรองหยาบมีไว้ ๒ ใบ เหตุขัดข้องในเรื่องระบบ น้ำมันหล่อ ซึ่งทำให้กำลังคั้นน้ำมันหล่อตกต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่ว่าจะเป็นเพราะท่อทางน้ำมันอุดตัน หรือเกิดการรั่วไหลในระบบฯ ก็ตาม ต้องรีบแก้ไข ก่อนอื่นต้องหยุดเครื่องทันทีเพื่อมิให้เกิดความเสียหายต่อส่วนอื่น ๆ ของเครื่อง พร้อมทั้งแจ้งให้นายทหารยามพรกนาวินเรือเดินทราบ

หม้อกรองหยาบควรจะเปลี่ยนกันทำความสะอาดภายในเวลาเข้ายามละครึ่งและจงพิจารณา คุยอย่างละเอียดว่า สิ่งที่ถูกคั้นหรือสิ่งที่ตกค้างอยู่ภายในหม้อกรองนั้นเป็นอะไร ถ้าเป็นผงหรือเศษ โลหะจงพิจารณาให้ดูว่าเป็นเศษหรือผงมาจากโลหะอะไร เป็นต้นว่าเป็นเศษผงทองเหลืองหรือเป็นแร่ พลวงก็แสดงว่าแบร้งเกิดแตกหรือละลายขึ้น ซึ่งจำเป็นต้องตรวจสอบตามแบร้งต่าง ๆ ให้รู้แน่ ถ้าหากว่าเศษผงที่ตกค้างอยู่เป็นจำพวกสนิมเหล็ก แสดงว่าผิวพื้นภายในของถังน้ำมันหล่อสิ้นสกปรกเป็น สนิมสีกร่อน แล้วผงสนิมปนมากับน้ำมันหล่อสิ้น เมื่อเป็นเช่นนั้นก็จำเป็นต้องล้างถังขัดสนิมและ ทำความสะอาดในโอกาสแรกที่อำนวยให้

การป้องกันไม่ให้น้ำรั่วเข้าไปปะปนกับน้ำมันหล่อสิ้น ควรจะเอาใจใส่ให้มาก น้ำเข้าไป ปนกับน้ำมันหล่อสิ้นแล้วไม่เพียงแต่จะทำให้เกิดความฝืดและทำให้เยื่อ (Oil Film) ของน้ำมัน หล่อสิ้นเสื่อมคุณภาพไปเท่านั้น ยังกระทำให้เกิดเป็นกรดกัดตามผิวโลหะตามทางเดินของน้ำมัน หล่อสิ้นอีกด้วย ฉะนั้นขณะใดเมื่อเรือจอดหรือเลิกเดินเครื่องแล้วควรจะได้ใส่น้ำมันที่ตกค้างอยู่ตาม กันถังหรือตามส่วนล่างของแบร้งออกทิ้งเสียให้หมด (ถ้ามีท่อระบายน้ำมันหล่อตามแบร้งใหญ่)

จุดสำคัญที่ทำให้ น้ำเข้าไปปะปนกับน้ำมันหล่อสิ้นในทางของน้ำมันหล่อสิ้นได้นั้นมีดังนี้คือ :-

๑. รั่วตามหลอดหรือหัวต่อหลอดในหม้อคับความร้อนน้ำมันหล่อสิ้น
๒. เข้าทางท่อระบายอากาศบนถังน้ำมันหล่อสิ้นต่าง ๆ
๓. รั่วตามส่วนต่างๆ ของเครื่องที่ใช้ น้ำเข้าเพื่อคับความร้อนแล้วตกลงปนกับน้ำมัน หล่อสิ้นในห้องข้อเสือ

หลังจากที่ได้ใช้เครื่องติดต่อกันมานานเป็นเวลาพอสมควร น้ำมันหล่อสิ้นที่ใช้อยู่นั้น ควรจะได้แยกน้ำออกเสียทั้งหมด โดยสูบขึ้นถึงพักอุ่นให้ร้อนแล้วส่งเข้าแยกในหม้อแยกน้ำ (Purifier) หากไม่มีหม้อแยกน้ำใช้ ก็ใช้วิธีอุ่นน้ำมันหล่อสิ้น โดยสูบขึ้นไปในถังพัก (Settle Tank) นั้น นาน ๆ ด้วยความร้อนประมาณ ๑๘๐°ฟ. น้ำที่ปนอยู่ก็แยกออกจากน้ำมันหล่อสิ้นตกลงก้นถัง แล้ว เบ็ดก็ออกก้นถังปล่อยน้ำทิ้ง

**เดินน้ำมันหล่อลื่นเข้าหล่อเครื่องทุกวันเพื่อเรือออก** (Circulate Oil Through System Daily) ในเวลาเรือออกควรเดินสูบน้ำมันหล่อลื่นเข้าหล่อผ่านส่วนต่าง ๆ ของเครื่องตามทางวนเวียนของน้ำมันหล่อลื่นทุกวัน ๆ ละ ๑๕ นาทีเป็นอย่างน้อย และในขณะเดียวกันต้องหมั่นเครื่องด้วย น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้เฉพาะในการนี้ควรใช้น้ำมันบริสุทธิ์ การทำเช่นนั้นก็เพื่อรักษาให้ส่วนที่เคลื่อนไหวต่าง ๆ ไม่เกิดความฝืดติดแน่นไล่เขม่าและขี้น้ำมันที่ตกค้างอยู่ให้หลุดไป

การรั่วในทางน้ำมันหล่อลื่นบังเกิดโดยเหตุ ๒ ประการ คือ น้ำมันหล่อลื่นออกไปประการหนึ่ง และน้ำรั่วเข้ามาป็นอีกประการหนึ่ง ในประการแรกอาจสังเกตได้ดังนี้คือ ความหมดเปลืองของน้ำมันหล่อลื่นจะทวีสูงขึ้นผิดปกติและมีน้ำมันรั่วลงมาปนอยู่กับน้ำห้องเรือและตามที่อื่นๆ มาก ในประการที่ ๒ อาจสังเกตได้โดยเปิดก๊อกกันดั่งน้ำมันตกและถึงพักเอนน้ำมันออกตรวจดู หรือตรวจตามหม้อแยกน้ำ หรือจะสังเกตได้โดยคุ้ระดับน้ำมันตก ในดั่งน้ำมันตกถ้ามีน้ำรั่วเข้าระดับน้ำมันจะสูงขึ้น

**การตรวจและการทดลอง** (Inspection And Test) การรั่วไหลตามทางน้ำมันหล่อลื่น นอกจากจะเพิ่มความหมดเปลืองแล้ว ยังจะทำให้กำลังกันของน้ำมันหล่อลื่นลดไปไม่เพียงพอที่จะส่งน้ำมันเข้าไปหล่อเครื่องได้ตามต้องการ ซึ่งทำให้บังเกิดผลเสียหายแก่เครื่องขึ้นได้ ฉะนั้นเพื่อจะได้ระมัดระวังและป้องกันการรั่วไหลได้ทันทั่วทั้งที จึงควรมีการตรวจและการทดลองเป็นประจำดังหัวข้อต่อไปนี้.-

๑. เมื่อถึงกำหนดเข้ายามในผลัดหนึ่ง ๆ จะต้องวัดดูจำนวนน้ำมันหล่อลื่นในดั่งน้ำมันตกทุกครั้งไป

๒. ในยามผลัดหนึ่ง ๆ อย่างน้อยที่สุดจะต้องเปิดก๊อกทดลองและตรวจดูน้ำเข้าดับความร้อนน้ำมันหล่อลื่น ว่ามีน้ำมันหล่อลื่นมาปนกับน้ำที่เข้าดับหรือไม่

๓. ตรวจดูน้ำห้องเรือเสมอ ๆ ว่ามีน้ำมันหล่อลื่นตกลงไปหรือไม่

๔. คอยตรวจสอบคุ้ระดับน้ำมันหล่อลื่นในดั่งน้ำมันตกให้อยู่ในระดับพอดี ในเมื่อเครื่องเดินอยู่ในความเร็วต่าง ๆ เพื่อป้องกันน้ำมันล้นหรือตกต่ำเกินกว่าระดับที่กำหนดไว้

ในระยะทุก ๆ ๖ เดือน ควรล้างและทำความสะอาดท่อทางน้ำมันหล่อลื่นครั้งหนึ่ง ๆ ภายใต้น้ำมันหล่อลื่นถ้าปรากฏหรือแสดงว่าจะเกิดสนิม จะต้องชุบหรือใช้แปรงออกให้หมด การล้าง

กราดน้ำมันหรือสิ่งสกปรกที่จับอยู่ภายในท่อทางเดินของน้ำมันหล่อลื่นนั้น ใช้น้ำเดือดกับโซดาฟอสเฟต  
สบู่น้ำล้างและให้วนเวียนอยู่อย่างน้อยที่สุดประมาณ ๑ ชั่วโมง เสร็จแล้วเปลี่ยนน้ำยาที่ล้างออก  
ทิ้งให้หมดอย่าให้ตกค้างอยู่ตามที่ใด ๆ ได้ เมื่อใส่น้ำยาที่ล้างออกหมดแล้วต้องรีบเติมน้ำมันหล่อลื่น  
เข้าแทนที่ทันที เพื่อป้องกันมิให้ผิวภายในถังและท่อทางน้ำมันหล่อลื่นเกิดเป็นสนิม แล้วเติมน้ำมัน  
หล่อลื่นวนเวียนผ่านท่อทางน้ำมันนั้นประมาณ ๒ ชั่วโมง เสร็จแล้วส่งน้ำมันหล่อลื่นนี้ไปยังถังพัก  
เพื่อจัดการแยกน้ำหรือสิ่งโสโครกที่ติดปนมากับน้ำมันหล่อลื่นออกเสีย แล้วเติมน้ำมันหล่อลื่นเข้า  
หล่อวนเวียนใหม่ แล้วส่งขึ้นถังพักแยกน้ำออกเหมือนคราวที่แล้วทำอยู่อย่างนี้จนตรวจและทดลอง  
ว่า ไม่มีน้ำหรือสิ่งโสโครกปนอยู่กับน้ำมันหล่อลื่น

**เครื่องวัดต่างๆ (Gauges)** เครื่องวัดต่างๆ เกี่ยวกับน้ำมันหล่อลื่น เช่น ลูกท่อน วัด  
ระดับน้ำมันหล่อลื่นในถังน้ำมันตก และบรรดาเครื่องวัดกำลังดันตามที่ต่าง ๆ ของน้ำมันหล่อลื่น  
จะใช้งานได้เรียบร้อยหรือไม่ สำหรับเครื่องวัดกำลังดันควรจะต้องตรวจและทดลองทุก ๑๕ นาทีเสมอ

การตรวจและทดลองตามหัวข้อต่อไปนี้ควรถือเป็นแนวปฏิบัติ คือ:-

๑. ก่อนที่จะเดินเครื่องจะต้องทดลองทางเดินของน้ำมันหล่อลื่นทุกครั้งไป
๒. ตรวจและทดลองดูว่าถังน้ำมันตกมีน้ำมันตกค้างหรือไม่
๓. ตรวจและทดลองลูกท่อนวัดระดับน้ำมันที่ถังน้ำมันตก
๔. ทำความสะอาดหม้อกรองน้ำมันหยาบ ผลัดยามละ ๑ ครั้ง และตรวจดูภายในว่ามี  
เศษหรือผงโลหะตกค้างอยู่หรือไม่ ถ้ามีจึงพิจารณาว่าเป็นโลหะมาจากส่วนใดและเกิดการชำรุดเสีย-  
หายขึ้นเพียงใด
๕. ตรวจและทดลองก็อกตรวจน้ำข้างหม้อกับความร้อนน้ำมันหล่อลื่น อย่างน้อยยามละ  
๑ ครั้ง และดูว่ามีน้ำมันปนมากับน้ำหรือไม่ ถ้ามีแสดงว่าน้ำมันรั่ว ต้องเปลี่ยนทางน้ำมันหล่อลื่น  
ไปเข้าในหม้อด้วยความร้อนอีกใบหนึ่ง แล้วจัดการแก้ไขรักษากำลังดันของน้ำมันหล่อลื่นให้สูงกว่า  
กำลังดันของน้ำที่เข้าค้ำในหม้อด้วยความร้อนไว้เสมอ
๖. นายยามทุกผลัดจะต้องส่งต่อกันให้ตรวจและระวังรักษาอย่าให้เกิดการรั่วในทางของ  
น้ำมันหล่อลื่นขึ้นได้

๗. เวลาเรื่อกจอกให้เดินน้ำมันหล่อลื่นเข้าหล่อลื่นส่วนเสียดสีต่างๆ ของเครื่อง โดยใช้  
 สบูโยกน้ำมันหล่อลื่นด้วยมือทุกวัน อย่างน้อยวันละ ๑๕ นาที ในขณะเดียวกันให้หมุนเครื่องด้วย  
 มือไปด้วย

๘. ทดลองและทำความสะอาดหม้อแยกน้ำ

๙. ทดลองเครื่องสัญญาณบอกน้ำมันหล่อลื่นตกต่ำ

๑๐. หลังจากได้ใช้เครื่องติดต่อกันมานาน หรือเรือเดินทางในระยะนานครั้งหนึ่งถ้าได้มี  
 เวลาหยุดเครื่องหรือเรือจอดเมื่อใด ควรจัดการส่งน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ยู่ขึ้นถึงพักและทำการแยก  
 น้ำ (Purifier) เสียก่อนครั้งหนึ่ง จงระวังอย่าเติมน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ได้ใช้ไปปนกับน้ำมันหล่อลื่น  
 ที่สกปรก

๑๑. ทุก ๆ ๖ เดือนควรทำความสะอาดท่อทางเดินน้ำมันหล่อลื่นทั้งหมดอย่างน้อย ที่สุด  
 หนึ่งครั้ง การทำความสะอาดเช็ดภายในถังน้ำมันหล่อลื่นไม่ควรใช้ผ้าหรือยู่ที่เปื้อนยู่ ควรใช้ผ้า  
 ที่หนา ๆ เพื่อมิให้มีเศษผงที่หลุดลุ่ยตกค้างอยู่ภายใน

๑๒. เมื่อปรากฏว่าน้ำมันหล่อลื่นมีน้ำปน ให้รีบจัดการส่งขึ้นถึงพักอุ่นให้ร้อนและส่งไป  
 แยกน้ำในหม้อแยกน้ำโดยเร็ว เพื่อป้องกันมิให้น้ำมันหล่อลื่นเกิดเป็นกรดและเป็นเมือกเป็นโคลนได้

๑๓. ตรวจและทำความสะอาดถังน้ำมันตก

๑๔. เมื่อส่วนหนึ่งส่วนใดของระบบน้ำมันหล่อลื่น หรือจะเป็นช่องทางที่ติดต่อยัง  
 ทางน้ำมันหล่อลื่นได้เปิดออกทั้งไว้เพื่อรอการซ่อมทำก็ตาม จะต้องคลุมปิดด้วยผ้าใบให้มิดชิด ถ้า  
 เป็นแป็บก็ควรทำเป็นไม้จุกอุดเสีย เพื่อป้องกันมิให้ผงหรือสิ่งอื่นใดเข้าไป

๑๕. ตรวจและทดลองเครื่องวัดกำลังคั้นน้ำมันหล่อลื่นทุก ๆ ๑๕ นาที

๑๖. บรรดาดังน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องจักรช่วยและเครื่องจักรอื่น ๆ ต้องมีไว้ให้เต็ม  
 และสะอาด และต้องเป็นไปตามลักษณะและชนิดของน้ำมันที่จะใช้กับเครื่องนั้น ๆ

๑๗. อย่าใช้ผงตะกั่วดำ ไชสัตัว น้ำมันสัตว์ และน้ำมันพืชทาตามก้านลั่น ก้านสูบ  
 วาลว ตามท่อทางน้ำมันหล่อลื่น เพราะอาจจะรั่วไหลลงไปปนกับน้ำมันหล่อลื่นได้

๑๘. ต้องระวังจงหนักอย่าได้ใช้น้ำมันหล่อลื่น ที่ต่างชนิดต่างประเภทมาผสมกันเป็นอัน-

**ข้อควรระวัง** (Safety Precautions) เพื่อมิให้เกิดการเสียหายขึ้นแก่เครื่อง และใช้เครื่องคงทนอยู่ในสภาพที่ดีที่สุด ฉะนั้นจำเป็นจะต้องเข้าใจในการใช้และการระวังรักษาตลอดจนการแก้ไขได้เป็นอย่างดี หัวข้อต่อไปนี้เป็นหลักปฏิบัติอย่างย่อ ๆ ในเรื่องของน้ำมันหล่อลื่นโดยทั่วไป

๑. ถ้าทางน้ำมันหล่อลื่นเกิดตันหรือขัดข้อง ต้องรีบหยุดเครื่องทันที เพื่อแก้ไข และทดลองให้น้ำมันหล่อลื่นเดินสะดวกเสียก่อน แล้วจึงเดินเครื่องต่อไป

๒. ถ้าปรากฏว่ากำลังดันที่สูบน้ำมันหล่อลื่นสูงขึ้นในทันทีทันใด จงตรวจดูน้ำมันหล่อลื่นที่ไหลจากเบร้งต่าง ๆ ทันที ถ้าไม่มีน้ำมันไหลออกหรือขาดสายไปก็แสดงว่าทางน้ำมันหล่อลื่นเกิดตันขึ้น และเหตุขัดข้องอันนี้มักจะเป็นที่หม้อกรองหยาดตัน

๓. เตรียมเครื่องสูบน้ำมันอะไหล่ไว้ให้พร้อมที่จะใช้ได้ทันทีเมื่อเครื่องใช้การเกิดขัดข้อง เพื่อมิให้น้ำมันหล่อลื่นเกิดขาดสาย

๔. เมื่อเห็นอุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นทวีสูงขึ้น ต้องเดินสูบน้ำมันหล่อลื่นและเดินน้ำเข้าดับความร้อนให้สูงขึ้น

๕. ต้องคอยระมัดระวังป้องกันมิให้น้ำเข้าไปในทางน้ำมันหล่อลื่นได้

๖. ต้องตรวจและทดลองเครื่องวัดกำลังดันต่าง ๆ ในทางน้ำมันหล่อลื่นอย่างน้อยผลัดยามละ ๑ ครั้ง

๗. น้ำมันหล่อลื่นควรจะดับความร้อนในเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า ๑๐๐° ฟ. ขึ้นไป เมื่ออุณหภูมิอยู่ในระดับสูง (Maximum) จะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ ถ้าหากว่าบังคับให้อุณหภูมิลดลงไม่ได้เมื่อเดินเครื่องสูบน้ำมันหล่อลื่นให้แรงขึ้น และเดินน้ำดับความร้อนแรงขึ้นแล้วก็ตาม จำต้องเบາเครื่องหรือหยุดเครื่องแล้วแต่กรณี

๘. เมื่อหม้อดับความร้อนใบใดไม่ใช้ ต้องเปิดน้ำที่ตกค้างออกทิ้งให้หมด

๙. ภายหลังจากได้ล้างท่อทางน้ำมันหล่อลื่น ด้วยโซดาหรือน้ำมันก๊าดเสร็จแล้วต้องรีบสูบน้ำมันหล่อลื่นเข้าถังทันที แล้วเติมน้ำมันหล่อลื่นที่สะอาดลงให้เต็มตามระดับใช้การ

๑๐. สูบ (หรือโยก) น้ำมันหล่อลื่นเมื่อเรือจอดวันละ ๑๕ นาที และหมุนเครื่องไปด้วย

๑๑. ในเวลาเดินเรือต้องคอยตรวจดูทางน้ำมันหล่อลื่นว่ามีน้ำมันอยู่หรือไม่ ถ้ามีต้องพยายามแยกน้ำออกเสียให้หมด อย่าเติมน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ได้ใช้ปนกับน้ำมันหล่อที่สกปรก

๑๒. เมื่อซ่อมท่อทางติดต่อกับน้ำมันหล่อลื่นค้างไว้ ต้องปิดหรืออุดทางน้ำมันนั้น ๆ เสียให้มิดชิด เพื่อป้องกันมิให้ผงหรือสิ่งอื่น ๆ เข้าไป

๑๓. ให้เดินสูบน้ำมันหล่อลื่นให้เรียบร้อยก่อน แล้วจึงเดินสูบน้ำด้วยความร้อน และทอนเล็กเครื่องให้เล็กสูบน้ำก่อน แล้วจึงเลิกสูบน้ำมันหล่อ เพื่อป้องกันมิให้น้ำมันมีโอกาสเข้ามาในระบบน้ำมันหล่อได้

๑๔. อย่าใช้น้ำมันหล่อลื่นที่ไม่ถูกต้อง หรือสงสัยว่าเกิดตะกอนจับตามท่อทางน้ำมันสูบน้ำอัดเข้าไปในเครื่องจักรเป็นอันขาด

## บทที่ ๙

### การดับความร้อน

(Cooling Sytem)

ความประสงค์ในการดับความร้อนหรือชักความร้อนของเครื่องดีเซลนั้น ก็เพื่อให้โลหะที่เป็นส่วนประกอบของเครื่องดีเซลคงทนอยู่ได้ ได้กล่าวแล้วว่าเครื่องดีเซลเป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพความร้อนสูง และตามหลักการถ้าเราสามารถสร้างโลหะที่คงทนต่อความร้อนได้สูงกว่าที่เป็นอยู่เวลานี้ หรือสามารถเลิกใช้การดับความร้อนเสียได้แล้ว เราจะได้ประสิทธิภาพของความร้อนของเครื่องเพิ่มขึ้นอีกมาก คือได้ผลงานที่เกิดจากความร้อนมากขึ้นอีก แต่ในทางปฏิบัติเราทำไม่ได้ จำเป็นต้องให้ความร้อนนั้นเสียไปบ้าง ตามปกติความร้อนย่อมสูญเสียอยู่บ้างแล้วคือเสียไปโดยการลามซึมไปตามเนื้อโลหะในจังหวะอัด จังหวะทำงาน ออกไปสู่อากาศและในจังหวะไล่ก๊าซเสีย ฉะนั้นการดับความร้อนแม้จะขัดกับหลักการดังกล่าวแล้วก็ตาม แต่ก็จำเป็นต้องใช้สำหรับเหตุผลในทางปฏิบัติซึ่งมีอยู่ ๓ ประการ คือ :-

- ก. เพื่อรักษาให้น้ำมันหล่อลื่นเป็นเยื่อบาง ๆ (Oil Film) ไล่ตามลูกสูบและตามผิวกระบอกสูบอยู่ในสภาพเดิม ไม่ให้ไหม้หรือเกิดเป็นคราบเขม่าขึ้นได้
- ข. เพื่อป้องกันไม่ไห้ส่วนต่าง ๆ อ่อนตัว หรือแตกร้าวขึ้นในขณะที่เครื่องทำงาน ด้วยกำลังไม่คงที่ ความประสงค์คือการให้เนื้อโลหะได้ยึดหดสม่ำเสมอทั่วกันพอสมควร
- ค. เพื่อรักษากำลังของโลหะที่ใช้ให้ทนทาน

ความประสงค์ในการสร้างก็ได้พยายามอย่างยิ่งที่จะป้องกันมิให้ส่วนต่างๆ ของเครื่องได้รับความร้อนแตกต่างกันมาก พยายามให้ได้รับความร้อนมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันที่สุดเท่าที่จะทำได้ เป็นต้นว่าตัวสูบก็ได้ทำให้มีน้ำหล่อลื่นตลอดระยะเลื่อนของลูกสูบซึ่งเรียกว่าเสื้อสูบ เพื่อป้องกันมิให้กระบอกสูบและลูกสูบร้อนเกินไป และเพื่อป้องกันมิให้เยื่อน้ำมันที่ขึ้นไปหล่อไล่กระบอกสูบกับลูกสูบไหม้เกิดเป็นคราบขึ้นได้ ตัวฝาสูบก็เช่นเดียวกัน ได้สร้างให้มีช่องทางน้ำเข้าหล่อภายในเพื่อมิให้เนื้อโลหะเกิดการอ่อนตัว ฉะนั้นแล้วส่วนที่ยึดเหนี่ยวเช่นสลักยึดฝาสูบจะทนทานอยู่ไม่นาน

ควรจำไว้เสมอว่า เขม่าหรือคราบน้ำมันเป็นสิ่งซึ่งความร้อนเมื่อเกิดขึ้นแล้ว ความร้อนจะลามซึมออกไปถึงน้ำหล่อได้ยาก ซึ่งจะบังเกิดผลทำให้ทวิอุณหภูมิสูงขึ้น นอกจากนั้นยังทำให้บังเกิดความผิด และทำให้วงแหวนสปริงลุดติด

การที่จะชักหรือระบายความร้อนให้ลามซึมผ่านสิ่งใด ๆ ออกไปนั้น เป็นเรื่องที่จะต้องใช้เวลา จะให้ออกไปโดยเร็วนั้นไม่ได้ แล้วแต่เนื้อของโลหะหรือสิ่งนั้น ๆ จะเป็นสิ่งนำความร้อนได้ดีหรือช้าเร็วกว่ากันเพียงใด เนื้อโลหะชนิดเดียวกันแต่มีขนาดหนานางกว่ากัน การลามซึมของความร้อนก็ย่อมช้าเร็วกว่ากัน

การสร้างตัวสูบและฝาสูบของเครื่องดีเซลนั้น ได้กำหนดขนาดความหนานางไว้จำกัด เหมาะกับกำลังดันของเครื่อง เช่นเครื่องขนาดเล็กมีกำลังน้อยก็ใช้โลหะบาง เครื่องขนาดใหญ่ที่มีกำลังมากก็ใช้โลหะหนา เหตุนี้การที่จะชักหรือระบายความร้อนออกจากลูกสูบ กระบอกสูบและฝาสูบของเครื่องขนาดใหญ่ให้ลามซึมออกมาจนถึงน้ำที่ดับความร้อนนั้น จึงต้องช้ากว่าเครื่องขนาดเล็ก ฉะนั้นเครื่องดีเซลขนาดใหญ่จึงต้องหาวิธีดับความร้อนจากเนื้อโลหะของสูบให้ออกไปภายนอกโดยวิธีอื่น คือใช้น้ำหรือน้ำมันเดินวนเวียนเข้าหล่อภายในยอดลูกสูบ เพื่อชักความร้อนจากเนื้อโลหะของลูกสูบไปภายนอกโดยตรง ไม่ต้องลามซึมผ่านความหนาของกระบอกสูบไป วิธีลำบากในการสร้างและการใช้ระวังรักษา เพราะว่าน้ำอาจรั่วลงห้องแครงค์ได้ง่าย ดังกล่าวมาแล้วในบทที่ ๓

การเปิดให้น้ำเข้าหล่อเสื้อสูบ ฝาสูบ และภายในยอดลูกสูบก็เป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งในการปฏิบัติ การเปิดน้ำแรงทำให้ผงคราบขี้ตะกอนที่จับตามผิวช่องทางน้ำหล่อหลุดไป แต่ไม่ควรให้แรงเกินไป จะทำให้รั่วเข้าภายในสูบได้ และไม่ควรให้อุณหภูมิของน้ำต่ำจนเกินไป จะทำให้เนื้อโลหะขยายตัวไม่สม่ำเสมอ ถ้าเปิดเครื่องสูบน้ำเบาเกินไป ความร้อนของเนื้อโลหะจะทวีสูงขึ้น และขี้เกลือในช่องทางน้ำหล่อจะสะสมตกค้างมากขึ้น

น้ำที่ใช้หล่อเครื่องถ้าอุณหภูมิสูง เกลือแคลเซียมและเกลือนแมกนีเซียมจะแยกออกก่อตัวเป็นภาพจับผิวภายในช่องทางน้ำหล่อ คราบหรือขี้เกลือเหล่านี้เป็นสิ่งที่กันความร้อนได้อย่างดี ฉะนั้นถ้ามีขี้เกลือเกิดขึ้นมาก ความร้อนซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ การอัด และการเสียดสีภายในสูบจะลามซึมออกไปถึงทางน้ำหล่อได้ยาก ตามผิวภายในช่องทางน้ำหล่อ ถ้าตรงไหนมีคราบหรือขี้เกลือจับอยู่ โลหะตรงนั้นจะทวีความร้อนสูงขึ้น ซึ่งจะทำให้่อนตัวเกิดแตกหักเสียหายขึ้นได้

อุณหภูมิของเครื่องดีเซลอาจบังคับหรือแต่งได้โดยการเปิดน้ำเข้าหล่อ มีอยู่ ๒ วิธี ซึ่งแล้วแต่การจัดทางเดินของน้ำหล่อและสูบน้ำหล่อที่ใช้

๑. เป็นวิธีง่าย ๆ ธรรมดา โดยการแบ่งเปิดเปิดทางดูดและทางส่งของสูบน้ำหล่อ ถ้า น้ำหล่อเดินไม่แรงหรือไปหล่อซ้ำเครื่องก็จะร้อนขึ้น ถ้าเดินน้ำเข้าหล่อแรงเครื่องก็จะเย็นลง หากว่าเครื่องสูบน้ำหล่อเป็นเครื่องอิสระมิได้เดินโดยเครื่องจักรใหญ่ การแบ่งก็แบ่งโดยเดินเครื่องสูบน้ำ นั้นให้ผ่านเบาหรือแรงก็ได้ผลเช่นเดียวกัน

๒. เป็นวิธีการแบ่งโดยการไหลผ่าน (By pass) คือแบ่งให้น้ำที่เข้าหล่อออกมาแล้ว ให้อวกกลับไปเข้าหล่ออีกโดยติดลิ้นผ่าน ที่ท่อทางน้ำหล่อออกจากเครื่องแล้วแบ่งให้น้ำอุ่นที่หล่อ แล้วนำกลับไปเข้าทางดูดของสูบน้ำหล่อปนกับน้ำเย็นเข้าไปหล่อเครื่องอีก การแบ่งโดยวิธีนี้ทำให้ รักษาอุณหภูมิได้ดีขึ้นอีก และทำให้น้ำวิ่งได้แรงตลอดทางน้ำหล่อ

น้ำหล่อถ้าใช้น้ำทะเลเข้าหล่อนั้น เมื่อผ่านการหล่อออกจากเครื่องแล้ว ไม่ควรให้มี อุณหภูมิต่ำกว่า  $๑๒๐^{\circ}$  ฟ. มิฉะนั้นคราบและขี้เกลือจะเกิดขึ้นดังกล่าวแล้ว

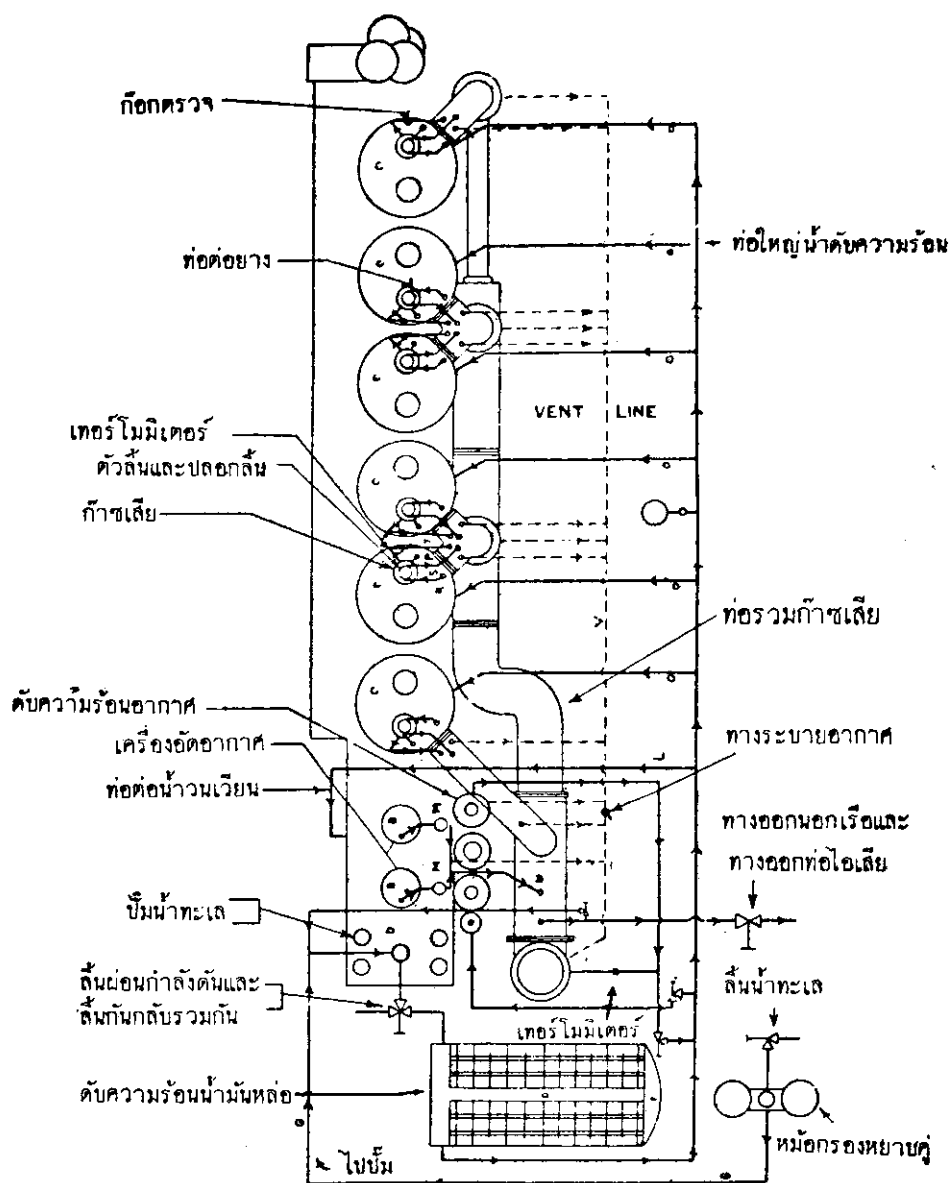
วิธีดับความร้อนที่ใช้น้ำอยู่โดยทั่วไปนั้นแบ่งออกเป็น ๒ วิธี คือ:-

๑. ใช้น้ำทะเล เป็นวิธีเรียกกันว่า “วิธีเปิด” (Open System) คือใช้น้ำทะเลผ่าน เข้าหล่อช่องทางน้ำหล่อของเครื่อง เสร็จแล้วปล่อยให้ออกไปนอกเรือ

๒. ใช้น้ำจืด เรียกกันว่า “วิธีปิด” (Closed System) คือใช้น้ำจืดผ่านเข้าหล่อช่องทางน้ำหล่อของเครื่อง เสร็จแล้วส่งไปเข้าหม้อดับความร้อน (Heat Exchanger) แล้วส่งกลับ เข้าหล่อเครื่องววกเวียนต่อไปใหม่

**วิธีดับความร้อนด้วยน้ำทะเล** ในเครื่องดีเซลแบบเก่า และเครื่องที่ใช้สำหรับเรือหรือ เครื่องจักรช่วยต่าง ๆ โดยมากใช้น้ำทะเลดับความร้อน เครื่องที่ควรจะเป็นตัวอย่างสำหรับการดับ ความร้อนด้วยวิธีนี้คือเครื่อง Bureau Type M.A.N. ทางเดินของน้ำหล่อได้แสดงไว้ในรูปที่ ๑๑๐

สูบน้ำทะเลที่ใช้ในการนี้โดยมากเป็นเครื่องพัดน้ำ (Centrifugal) แยกออกจากเครื่อง จักรใหญ่เป็นเครื่องอิสระหมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า และสำหรับบางเครื่องก็ใช้สูบแบบปล้นเยอร์ (Plunger Type) ซึ่งติดอยู่กับเครื่องจักรใหญ่เดินด้วยพั่นเฟือง ซึ่งส่งกำลังมาจากเพลาช้อเสือหรือ บางทีจัดให้มีทั้งสองอย่าง คือทั้ง Centrifugal Type และ Plunger Type เพื่อสะดวกในเมื่อเครื่อง ไคเครื่องหนึ่งขัดข้อง



รูปที่ ๑๑๐ ระบบทำความเย็นด้วยน้ำทะเล เครื่องยนต์แมน

ทั้งในรูป ๑๑๐ สบน้ำจะชักน้ำทะเลผ่านหม้อกรองและถังกักเก็บก่อน แล้วส่งเข้าไปหล่อหม้อทำความเย็นของน้ำมันหล่อลื่น (Lubricating Oil Cooler) ออกจากหม้อทำความเย็น น้ำมันหล่อลื่นแล้วแยกส่งไปเข้าหล่อภายในเสื้อของเครื่องอัดอากาศทางหนึ่ง และไปหล่อเครื่องจักรใหญ่อีกทางหนึ่งซึ่งเป็นทางใหญ่ (Main) จากทางใหญ่นี้แต่ละสูบต่างก็มีทางแยกไปหล่อภายใน

ฝาสูบ ล้นก๊าซเสีย และบ่าล้นก๊าซเสียสำหรับเครื่องนี้ใช้น้ำหล่อด้วย ฉะนั้นน้ำหล่อผ่านภายในฝาสูบ แล้วจะผ่านเข้าหล่อภายในก้านล้นและภายในบ่าล้น แล้วออกไปหล่อที่ท่อพักก๊าซเสีย (Exhaust Header) ท่อน้ำหล่อที่ต่อจากฝาสูบไปยังท่อพักก๊าซเสียนี้มีปรอทวัดความร้อนติดอยู่เพื่อวัดความร้อนของน้ำหล่อ เมื่อน้ำไหลผ่านท่อก๊าซเสียแล้วจะเข้าไปหล่อรอบนอกของล้นก๊าซเสียภายในเรือ (Inboard Exhaust Valve) แล้วจึงไปเข้าหล่อหม้อระงับเสียง เสร็จแล้วปล่อยออกนอกเรือ

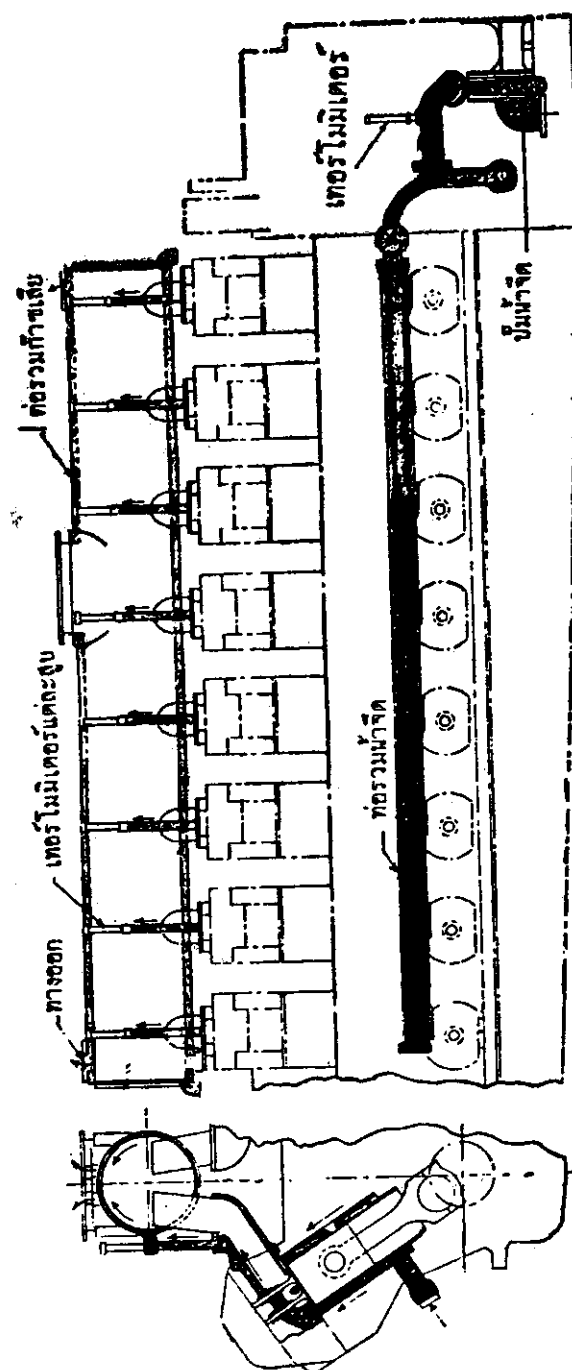
เรือที่มีล้นก๊าซเสียภายในเรือนั้น เป็นเรือที่จัดให้ปล่องท่อก๊าซเสียไหลออกข้างนอกเรือ หรือท้ายเรือใกล้เคียงกับน้ำนั้น เวลาที่ไม่ใช้เครื่องก็ต้องปิดล้นนี้เสีย เพื่อมิให้น้ำทะเลเข้าไปภายในสูบ เช่นเรือคาน้ำ

**วิธีดับความร้อนด้วยน้ำฉีด** การจัดน้ำฉีดเข้าหล่อเครื่องเพื่อดับหรือขับความร้อนให้ออกไปภายนอกซึ่งเรียกว่าการดับความร้อน “วิธีฉีด” นั้นแสดงให้เห็นในรูปที่ ๑๑๑ เป็นทางเดินน้ำหล่อของเครื่อง Winton สูบน้ำฉีดเข้าหล่อเป็นแบบพัดน้ำ (Centrifugal Pump) ติดอยู่ทางหัวเครื่อง ซึ่งได้รับการหมุนโดยเพลาคู่มือจักรใหญ่ สูบพัดน้ำจะชักน้ำจากถังพัก (Expansion Tank) ผ่านหม้อดับความร้อนน้ำหล่อ (Water Cooler) มาเข้าทางชุดของพัดน้ำแล้วพัดน้ำจะส่งออกมาทางท่อใหญ่ (Water Manifold) ท่อใหญ่นี้วางทอดอยู่ตามยาวข้างหนึ่งของเครื่องจักรใหญ่ จากท่อใหญ่นี้มีทางแยกไปเข้าหล่อภายในเสื้อสูบฝาสูบ และหล่อรอบนอกของท่อพักก๊าซเสีย (Exhaust Header) ออกจากหล่อท่อพักก๊าซเสียก็ส่งไปเข้าถังพัก (Expansion Tank) แล้วพัดน้ำก็ชักน้ำร้อนนี้ผ่านเข้าหม้อดับความร้อนเสร็จแล้วส่งไปหล่อวนเวียนต่อไปใหม่

**การดับความร้อนลูกสูบ (Piston Cooling)** วิธีต่าง ๆ ของการถ่ายหรือชักความร้อนออกจากลูกสูบ (ได้กล่าวไว้ในบทที่ ๓ ตามรูปที่ ๓๖ และ ๓๗)

เนื่องจากลูกสูบของเครื่องจักรใหญ่เป็นสิ่งที่ได้รับความร้อนสูง ฉะนั้นการจัดน้ำทะเลเข้าหล่อภายในยอคลูกสูบจึงไม่ใคร่จะใช้ เพราะว่าน้ำทะเลเมื่อถูกความร้อนจะเกิดเป็นคราบ ขี้เกลือ คราบจับภายในช่องทางน้ำหล่อได้ง่าย

การจัดน้ำเข้าหล่อภายในยอคลูกสูบของเครื่องขนาดใหญ่โดยมาก มิได้รวมอยู่กับทางหล่อส่วนอื่น ๆ ได้จัดแยกไว้โดยเฉพาะ และใช้น้ำฉีดหล่อแบบเดียวกันแบบ Closed System ดังได้กล่าวมาแล้ว แต่ถ้าใช้น้ำมันหล่อลื่นภายในยอคลูกสูบแล้ว โดยมากใช้รวมอยู่กับทางน้ำมันหล่อลื่นส่วนอื่น ๆ แต่ต้องระวังหม้อดับความร้อนเพราะความร้อนจะเพิ่มขึ้นกว่าธรรมดา หม้อดับความร้อนสำหรับการนี้มักจะดัดแปลงเป็นพิเศษ เพื่อระบายความร้อนออกไปจากน้ำมันหล่อลื่นได้เร็ว



รูปที่ ๑๑๑ ระดับความร้อนด้วยน้ำจืดเครื่องยนต์วินตัน

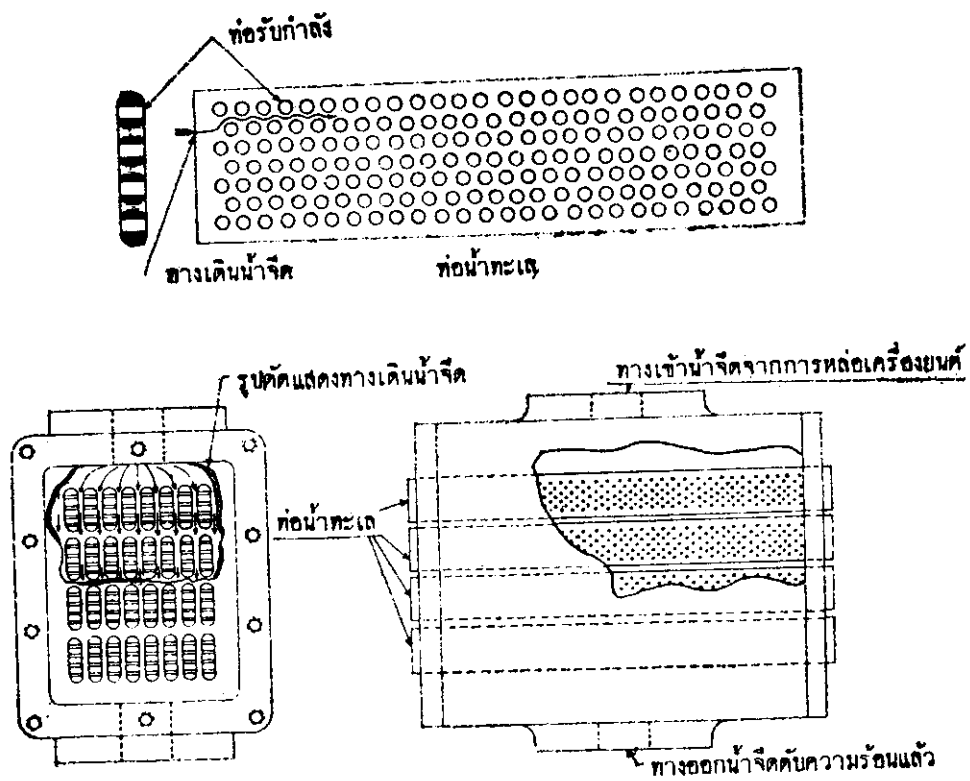
อย่างไรก็ตามแบบก็ได้จัดแยกทางน้ำมันหล่อลื่นแยกออกจากเป็นส่วนหนึ่งต่างหาก ไม่รวมกับส่วนอื่นๆ ก็มี

ในการหล่อเพื่อขับหรือระบายความร้อนภายในยอคลูกสูบ จะเป็นน้ำหรือน้ำมันหล่อลื่นก็ตาม ธรรมดาเขาจัดสร้างให้แลเห็นทางไหลออกเพื่อให้ช่างเครื่องได้สังเกตอาการ และแต่งได้ถูกต้อง

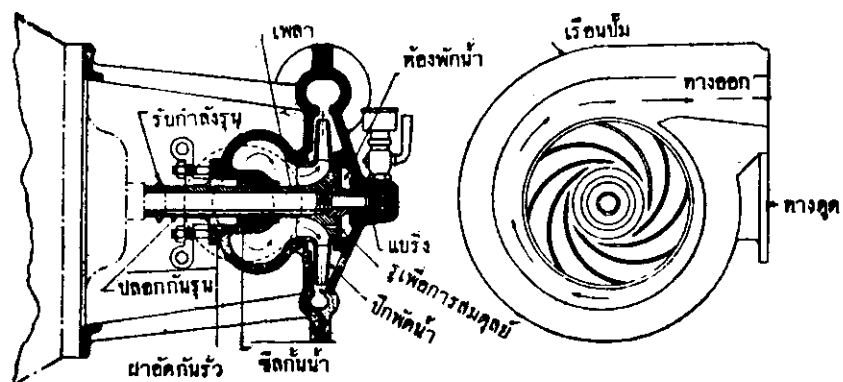
ตามทางออกของน้ำหรือน้ำมันหล่อลื่นก็ตาม ทุกๆ แห่งมีปรอทวัดความร้อนติดอยู่เพื่อสังเกตอุณหภูมิและมีลิ้นสำหรับแตงน้ำหรือน้ำมันหล่อลื่นให้มีอุณหภูมิคงที่ตามต้องการ

**เครื่องสูบน้ำหล่อ** (Circulating Water Pump) เครื่องสูบน้ำหล่อสำหรับเครื่องดีเซลขนาดใหญ่โดยมากเป็นเครื่องอิสระแบบพัดน้ำ (Centrifugal Type) หมุนด้วยกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องสูบน้ำอิสระนี้สะดวกในการแตงให้น้ำเข้าหล่อได้ดีที่สุด

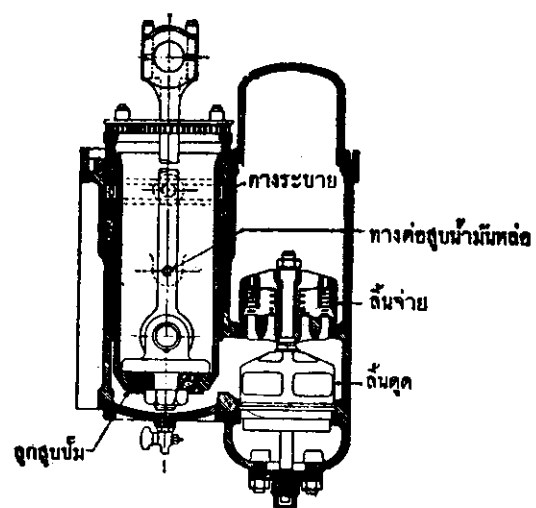
เครื่องสูบน้ำหล่อที่ติดอยู่กับเครื่องดีเซลนั้นมีใช้แบบพัดน้ำและแบบลูกสูบ (Plunger) ส่งกำลังมาทำให้เครื่องเดินโดยต่อสายโซ่ สายพาน ฟันเฟืองหรือบางชนิดก็มีคันชัก (Lever) ต่อมาจากเพลาช้อเสื่อทางส่งของสูบน้ำหล่อโดยมากมักจะติดลิ้นผ่อนกำลังกัน (Relief Valve) ไว้เพื่อแตงให้กำลังน้ำส่งไปดับความร้อน ได้มากน้อยตามต้องการ โดยแตงให้น้ำไหลกลับเข้าทางคูดของสูบอีก สูบน้ำหล่อชนิดพัดน้ำมีข้อเสียอยู่อย่างหนึ่งคือต้องระวังอย่าให้ทางคูดรวัว หรือมีอากาศค้าง (Air Bound) อยู่ได้ รูป ๑๑๓ และ ๑๑๔ แสดงให้เห็นเครื่องสูบน้ำหล่อทั้งสองแบบ



รูปที่ ๑๑๒ การถ่ายเทความร้อนแบบอาร์สันใช้กับเครื่องยนต์วินตัน



รูปที่ ๑๑๓ ปั้มแบบหอยโข่ง



รูปที่ ๑๑๔ ปั๊มน้ำแบบชักเอียง

## การใช้และระวังกษา (Operating Instruction)

ความประสงค์ที่จะให้เครื่องอยู่ในสภาพใช้การได้ดี และมีอายุยืนนานบรรดาช่างเครื่องทุกคนที่ได้รับหน้าที่ให้ใช้และระวังกษาแล้ว จักต้องเอาใจใส่เรียนรู้อาการและรายละเอียดของเครื่องนั้นให้เข้าใจจริงๆ จงจดจำไว้เสมอว่าเครื่องดีเซลนั้นมีความร้อนสูง เนื้อโลหะยืดหดมาก ระยะห่าง (Clearance) ต่าง ๆ ต้องอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ฉะนั้นการใช้และระวังกษาจะผิดพลาดหรือปล่อยเรือไม่ได้เป็นอันขาด ความเสียหายของเครื่องดีเซลโดยมากที่เกิดขึ้นก็โดยการปล่อย ขาดความเอาใจใส่ระวังกษาไม่ถูกต้องเป็นต้นเหตุ สำหรับราชนาวีไม่ควรมีเช่นนั้น เพราะเครื่องเสียสมรรถภาพของเรือก็เสียไปด้วย ซึ่งในเวลาสงครามพลอันนั้นจะเป็นบทเรียนได้ดี

**การคิดเครื่องและหยุดเครื่อง (Starting And Stopping)** หัวข้อต่อไปนี้กล่าวกว้างๆ เรียงตามลำดับในความสำคัญของการคิดเครื่องและหยุดเครื่องของดีเซลประเภท Air Injection และ Mechanical Injection โดยทั่วไป ส่วนรายการละเอียดช่างเครื่องจะต้องศึกษาสำหรับเครื่องนั้นๆ โดยเฉพาะต่อไป

### ก. เครื่องประเภท Air Injection

#### (ก) คิดเครื่อง

๑. เดินมอเตอร์สูบน้ำหล่อ
๒. ตรวจและเติมน้ำมันหล่อลื่นในถังน้ำมันตกให้อยู่ในระดับที่ใช้การ
๓. เดินเครื่องสูบน้ำมันหล่อลื่น และตรวจทางน้ำมันหล่อลื่น
๔. ตรวจน้ำมันเชื้อเพลิงในถังใช้การ (Gravity Tank) ว่าบรรจุไว้เต็มหรือเปล่า
๕. กระปุกน้ำมันหยดตามที่ต่าง ๆ เติมน้ำมันหล่อลื่นไว้ให้เต็มพร้อมที่จะใช้
๖. ตรวจดูกระปุกอัดจาระบี ถ้ามีจาระบีน้อยให้เติมและอัด
๗. เบ้ากระโปรงลื่นน้ำทะเล ของเครื่องสูบน้ำหล่อ และตรวจคู่มือกรองน้ำ (Strainer) และหม้อกรองหยบน้ำมันหล่อให้สะอาด
๘. ตรวจคู่มือกรองละเอียด (Filter) ของน้ำมันเชื้อเพลิง และน้ำมันหล่อลื่น

๙. เปิดก๊อกรินทิกเตอร์หมดทุกตัว

๑๐. ใส่เกียร์หมุนเครื่องด้วยมือ หมุนเครื่องหลายๆ รอบในขณะที่เครื่องสูบน้ำมันหล่อลื่นกำลังเดินอยู่ ตรวจสอบสิ่งผิดปกติต่างๆ ว่า น้ำมันเข้าหล่อเรียบร้อยหรือไม่ และตรวจสอบที่ก๊อกรินทิกเตอร์จนแน่ใจว่าภายในสูบไม่มีน้ำรั่วเข้าหรือตกค้างอยู่ การหมุนเครื่องเพื่อทดลองนี้ห้ามใช้หมุนด้วยอากาศอัด

๑๑. ปลดเกียร์หมุนเครื่องด้วยมือออก

๑๒. เปิดลิ้นอากาศอัดจากขวตักอากาศ ตรวจสอบทางอากาศอัดให้เรียบร้อยทดลองลิ้นอากาศและสันก๊าซเสียด้วยกำลังอัดของอากาศฉีด แต่ต้องระวังอย่าให้แรงถึงกับเครื่องหมุน

๑๓. เปิดลิ้นอากาศอัดไปลิ้นหัวฉีด ตรวจสอบทางอากาศที่หม้อแยงน้ำ (Separators) และหม้อดับความร้อน (Cooler) ระวังตุกำลังดันตามเลขต่างๆ

๑๔. ปิดก๊อกรินทิกเตอร์

๑๕. สูบน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยมือ ไล่อากาศทางน้ำมันเชื้อเพลิงออกให้หมด

๑๖. เปิดลิ้นท่อก๊าซเสียภายในเรือ และนอกเรือเต็ม ที่เสร็จแล้วพร้อม ที่จะติดเครื่องได้

#### (ข) หยอดเครื่อง

๑. ขณะที่เครื่องหยุดลงนี้ เครื่องจะร้อนขึ้นถ้าสูบน้ำหล่อลื่นติดอยู่กับเครื่องจักรใหญ่ ฉะนั้นถ้ามีเครื่องสูบน้ำอิสระก็ต้องเดินน้ำเข้าหล่อการเดินน้ำเข้าหล่อต้องค่อยๆ เดิน รักษาอุณหภูมิให้คงที่แล้วค่อยๆ ลดลงจนเครื่องเย็นลงพอสมควรแล้วจึงหยุด การทำเช่นนี้ก็เพื่อป้องกันมิให้ผิวของทางน้ำหล่อเกิดเป็นคราบขี้เกลือขึ้นได้

๒. เปิดก๊อกระบายน้ำหล่อตามท่อทางก๊าซเสียออกให้หมด

๓. ตรวจสอบและระบายน้ำตามท่ออากาศต่างๆ ออกให้หมด

๔. ทำความสะอาดเครื่องพันห้องและห้องเรือให้สะอาดเสร็จแล้วปรับแต่งแก้ไขสิ่งขัดข้องที่ได้พบเห็นมาแล้วให้ดีขึ้นตามเดิม

### ข. เครื่องประเภท Mechanical Injection

#### (ก) ติดเครื่อง

๑. เดินเครื่องมอเตอร์สูบน้ำเข้าหล่อ และตรวจสอบทางน้ำหล่อ

๒. ตรวจสอบและเติมน้ำมันหล่อลื่นภายในถังน้ำมันตกให้อยู่ในระดับใช้การ

๓. เดินเครื่องสูบน้ำมันหล่อลื่น และตรวจทางน้ำมันหล่อลื่น
๔. ตรวจและบรรจุน้ำมันเชื้อเพลิงในถังน้ำมันใช้การว่าบรรจุไว้พร้อมที่จะใช้
๕. กระปุกน้ำมันหยอดตามที่ต่าง ๆ เติมน้ำมันหล่อลื่นให้เต็มพร้อมที่จะใช้
๖. ตรวจดูกระปุกจาระบี ถ้ามีจาระบีน้อยให้เติมและวัด
๗. เป่ากระโปรงล้นน้ำทะเลของเครื่องสูบน้ำหล่อและตรวจดูหม้อกรอง (Strainer)

น้ำและหม้อกรองหยาดน้ำมันหล่อให้สะอาด

๘. ตรวจดูหม้อกรองละเอียด (Filter) ของน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่นให้

สะอาด

๙. ตรวจดูชุดเก็บอากาศสำหรับติดเครื่องว่าบรรจุไว้ถูกต้อง หรือไม่

๑๐. ใส่เกียร์หมุนเครื่องด้วยมือ แล้วหมุนเครื่องหลาย ๆ รอบ ขณะที่เครื่องสูบน้ำมันหล่อลื่นกำลังเดินอยู่ ตรวจดูสิ่งผิดปกติต่าง ๆ ว่าน้ำมันหล่อลื่นเข้าหล่อดีหรือไม่ และตรวจดูก๊อกลินคิกเตอร์จนเป็นที่แน่ใจว่าภายในสูบไม่มีน้ำรั่วเข้าหรือตกค้างอยู่ การหมุนเครื่องเพื่อทดลองนี้ห้ามใช้หมุนด้วยอากาศอีก

๑๑. เปิดก๊อกลินคิกเตอร์หมดทุกตัว และตรวจดูล้นผ่านกำลังคันบนฝาสูบให้

เรียบร้อย

๑๒. ปลดเกียร์หมุนเครื่องด้วยมือ
๑๓. ไล่อากาศตามทางน้ำมันเชื้อเพลิงออกให้หมดโดยใช้สูบลม
๑๔. ปิดก๊อกลและลิ้นต่าง ๆ บนฝาสูบให้พร้อมที่จะติดเครื่อง
๑๕. ตั้งกัมฟเวอร์เนอร์ให้ตรงกับความเร็วที่ต้องการ

#### (ข) หอดเครื่อง

๑. เดินเครื่องสูบน้ำหล่อ และน้ำหล่อลื่นอิสระรักษาอุณหภูมิให้คงที่แล้วค่อย ๆ ปลดปล่อยให้เครื่องเย็นลง

๒. ระบายน้ำหล่อทางก๊าซเสียออกให้หมด
๓. เปิดระบายอากาศตามท่อทางอากาศติดเครื่องออกทั้งให้หมด
๔. ปิดลิ้นต่าง ๆ ให้หมด ระวังเมื่ออากาศหนาวจัดจะทำให้เกิดน้ำแข็งตามท่อทางน้ำหล่อ ต้องระบายน้ำออกทั้ง

๕. ทำความสะอาดเครื่อง เช็ดพื้นห้องเครื่องและท้องเรือให้แห้งเสร็จแล้วปรับแต่งและแก้ไขสิ่งต่าง ๆ ที่เห็นขัดข้องตามที่เข้ามาแล้ว

**การปรับแต่ง (Adjustment)** การที่จะปรับแต่งให้เครื่องเดินได้เรียบร้อยต่อนั้นช่างเครื่องจะต้องเรียนรู้ให้ซึ้ง มีเหตุผล มีไหวพริบ และยังต้องมีความชำนาญ เพราะว่าในแบบแปลนหรือในสมัคคู่มือของเครื่องบางเครื่องมิได้แสดงและกล่าวไว้ให้ชัดเจน ต่อไปเป็นข้อแนะนำซึ่งช่างเครื่องควรจะต้องรู้โดยทั่วไป

เกชวักกำลังคันต่าง ๆ จะต้องแสดงถูกต้องแน่นอน และจะต้องตรวจสอบอย่างน้อยทุก ๆ ๓ เดือน ชิคหรือเครื่องหมายที่ทำไว้ที่หน้าปั๊มว่าเกชของเครื่องอะไร ใช้อยู่ประจำหรือเปลี่ยนแปลงไปตามความเร็วหรือไม่ เป็นต้นว่า กำลังคันของสูบน้ำหล่อจะต้องเปลี่ยนแปลงตามความเร็วของเครื่อง และรักษาอุณหภูมิของน้ำออกให้คงที่ คือประมาณ ๑๒๐° ฟ. หม้อกรองตันเป็นเหตุอันหนึ่งที่ทำให้เกชกำลังคันสูงไปกว่าธรรมดา ฉะนั้นจะต้องคอยตรวจทำหม้อกรองให้สะอาดอยู่เสมอ เช็มน้ำกำลังคันอาจสั้นได้ในเมื่อมีอากาศค้างอยู่ ฉะนั้นควรมีที่ระบายออก โดยเจาะรูเล็ก ๆ และติดก๊อกอยู่ที่เบ้าเกชเพื่อไล่อากาศทิ้ง

กำลังคันของน้ำมันหล่อลื่นก็เปลี่ยนตามความเร็วของเครื่องเช่นเดียวกัน และเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องคอยระวังอย่าให้เกิดผิดพลาดขึ้นได้ สูบน้ำมันหล่อลื่นติดอยู่กับเครื่องกำลังคันจะเปลี่ยนแปลงไปตามเครื่องถ้าเป็นสูบที่เดินโดยอิสระ การแตงน้ำมันเข้าหล่อต้องระวังให้มาก

อุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นก็เปลี่ยนแปลงตามความเร็วของเครื่องเช่นเดียวกัน และเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องคอยระวังอย่าให้เกิดผิดพลาดขึ้นได้ สูบน้ำมันหล่อลื่นที่ติดอยู่กับเครื่อง เช่น อากาศหนาวจัดน้ำมันหล่อจะหืดตัวหรือข้น กำลังคันจะสูงขึ้นหรือหากว่าความหนืด (Viscosity) ของน้ำมันหล่อลื่นจางไป กำลังคันก็จะตกลง ในเมืองหนาวในบางครั้งถึงกับต้องอุ่นน้ำมันหล่อลื่นให้ร้อนตามอุณหภูมิที่ต้องการเสียก่อนจึงจะเดินเครื่องได้

มีข้อสังเกตอยู่ว่าส่วนต่าง ๆ จะร้อนมากน้อยเพียงใดนั้น ก็โดยอุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นที่ออกจากห้องแคว้งก็ ส่วนสูบน้ำมันหล่อลื่น ทางน้ำมันหล่อลื่น และการดับความร้อนน้ำมันหล่อลื่นจะอยู่ในสภาพที่ดีหรือไม่นั้น ก็สังเกตได้โดยดูความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างน้ำมันเข้าและน้ำมันออกของหม้อดับความร้อนน้ำมันหล่อลื่น

สูบน้ำมันหล่อลื่นเดินไม่สะดวก หรือเกิดขัดข้องขึ้นชั่วขณะหนึ่งขณะใดก็ตาม จงนึกถึงแบริงตัวท้ายจะต้องขาดน้ำมันหล่อลื่นไป น้ำมันหล่อลื่นต้องเลือกใช้ให้เหมาะกับเครื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเครื่องอัดอากาศ ซึ่งอาจเป็นอันตรายเกิดระเบิดขึ้นได้ ดังได้กล่าวในบทที่ ๘

ทางน้ำมันหล่อลื่นระวังอย่าให้มีอากาศค้างค้ำหรือตกค้างอยู่ได้ ต้องคอยระบายอากาศเสมอ ๆ อากาศค้ำ (Air lock) มักจะเกิดเมื่อเดินเครื่องทีแรก ๆ หลังจากการถอดปรับหรือมักจะเกิดขึ้นเมื่อเรือถูกคลื่นจัด คือท้องเรือตรงที่ติดต่อกับทางทศของน้ำมันหล่อลื่นยกสูงขึ้นพ่นระดับ

อุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นจะต้องระวังให้มากเช่นเดียวกับกำลังคันทันอย่าเดินน้ำมันหล่อลื่นที่เย็นจัดเข้าไปหล่อในเมื่อเครื่องยังกำลังร้อน จะทำให้ฝาสูบและกระบอกสูบรั่วหรือแตกได้

การฉีกน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่อุปกรณ์ที่สำคัญที่สุดในการใช้เครื่องดีเซลฉะนั้นทางน้ำมันเชื้อเพลิงต้องเรียบร้อย เครื่องบางเครื่องได้จัดให้มีคนบังคับถังล้นน้ำมันเชื้อเพลิงให้ฉีกเข้าสู่อุปกรณ์เร็วตามตำแหน่งของลูกสูบในขณะที่เครื่องกำลังเดินอยู่ คือ สามารถจะแบ่งให้น้ำมันเริ่มฉีกเข้าสู่อุปกรณ์ที่ลูกสูบจะเลื่อนขึ้นไปถึงศูนย์ตายบน โดยอ่านเป็นตีกีร์ของมุมที่ข้อเสื่อได้ การถังล้นน้ำมันเชื้อเพลิงนี้ตรงตามความเร็วของเครื่อง คือถ้าเป็นเครื่องเดินเร็วก็ทำให้ล้นน้ำมันเชื้อเพลิงเปิดเร็วขึ้นให้เปิดก่อนถึงศูนย์ตายบนน้อยจำนวนตีกีร์ที่มุมข้อเสื่อก่อนถึงศูนย์ตายบนมาก ถ้าเครื่องเดินช้าก็ตรงข้าม

การสังเกตก๊าซเสียออกจากสูบเพื่อจะให้อ่านว่าเครื่องดีเซลหรือไม้นั้น เขามีเครื่องชนิดหนึ่งติดประจำอยู่ที่ท่อก๊าซเสียออกจากสูบ เรียกว่า Pyrometer คือเป็นเครื่องวัดอุณหภูมิของก๊าซเสียแต่ละสูบ ถ้าก๊าซเสียของทุก ๆ สูบมีอุณหภูมิเท่ากันก็แสดงว่าทุกสูบเกิดกำลังงานเท่ากัน อุณหภูมิของก๊าซเสียจะแสดงตามกำลังของเครื่อง ถ้าเครื่องเดินเบาอุณหภูมิจะน้อย ถ้าเครื่องเดินเต็มตัวอุณหภูมิจะทวีสูงขึ้น ตามปกติถ้าเครื่อง Pyrometer ที่ติไม่ชำรุดแล้วจะบอกอาการเผาไหม้ภายในสูบได้ถูกต้องนอกจากจะมีเหตุบางประการเกิดขึ้นซึ่งทำให้ Pyrometer แสดงผิดพลาดไป เช่น ล้นก๊าซเสียรั่ว ล้นหัวฉีดรั่ว น้ำมันหล่อลื่นสูบเข้าหล่อไม่เท่ากันทุกสูบ กำลังน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีกเข้าไปไม่เท่ากัน กำลังอัดไม่เท่ากัน

ลักษณะของควันของก๊าซเสียที่ออกจากปล่องหรือท่อ ก็เป็นข้อสังเกตอาการของเครื่องได้เหมือนกัน ถ้าเครื่องเดินเต็มที่จะถึงเขตเกินกำลัง Over Load จึงจะปรากฏมีควันเป็นสีดำเพราะเชื้อเพลิงฉีกเข้ามาก ไม่พอเหมาะกับอากาศที่ลูกสูบอัด และถ้าฉีกน้ำมันเข้ามากต่อไปอีกความร้อนของอากาศจะไม่พอที่จะจุดน้ำมันเชื้อเพลิง เครื่องจะดับ ถ้าเครื่องเดินเบาตามปกติแล้วปรากฏมีควันดำเกิดขึ้น ก็พึงสังเกตว่าการเผาไหม้ของสูบใดสูบหนึ่งไม่ดีเป็นโดยเหตุหลายประการ เช่น ล้นหัวฉีดรั่ว การถังจิงหะฉีกน้ำมันเชื้อเพลิงไม่ถูกต้อง ฯลฯ

ได้กล่าวแล้วว่าเครื่องดีเซลเป็นเครื่องที่มีกำลังสูง มีความร้อนสูงและมีความสั่นสะเทือนมาก ฉะนั้นเวลาเครื่องทุกคราวต้องคอยตรวจว่าบรรดาคันตลัดตามส่วนต่าง ๆ จะมีกลายตัวหรือชำรุดอย่างใดเกิดขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งคันทันตลัดก็ตลัดและส่วนประกอบต่าง ๆ บนฝาสูบ

การอุ่นเครื่องควรจะอุ่นให้เครื่องร้อนขึ้นทีละน้อย เพื่อต้องการให้เนื้อโลหะเกิดการขยายตัวสม่ำเสมอ ตามปกติควรใช้เวลาอย่างน้อย ๑๕ นาที จึงค่อย ๆ เร่งความเร็วได้ตามกำหนด

ถ้าเป็นเวลาที่ยากหาเวลาจักรควรใช้เวลาอุ่นเครื่องให้มากกว่านี้ นอกจากมีเหตุฉุกเฉินเกิดขึ้น ซึ่งจำเป็นต้องรีบปฏิบัติในทันทีทันใด

อย่างไรก็ตามการอุ่นเครื่องอาจไม่ใช้เวลาเท่ากันก็ได้ เครื่องชนิดหนึ่งอาจอุ่นได้เร็วกว่าเครื่องอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งช่างกลจะต้องเรียนรู้ลักษณะการตั้งและสภาพของเครื่องที่ตนใช้ได้ดี

**การบำรุงรักษา** สาเหตุที่ทำให้ส่วนต่าง ๆ เกิดการชำรุดเสียหายขึ้นได้นั้นจะกล่าวเป็นหัวข้อสั้น ๆ ดังต่อไปนี้—

**ก. แบร้งนํารูด เป็นตัว**

- พลวงอ่อนเกินไป
- ตั้งแบร้งไม่แน่น
- เครื่องหมุนเร็วเกินไป
- ระยะห่าง (Clearance) ระหว่างแบร้งกับเพลามาก
- ระดับของแบร้งไม่ได้ศูนย์
- แบร้งรับน้ำหนักเกินไป
- ก่อนติดเครื่องไม่ได้ทดลอง โยน้ำมันหล่อลื่นด้วยมือเพื่อตรวจทางน้ำมันหล่อลื่นเสียก่อน
- ใช้น้ำมันหล่อลื่นไม่เหมาะกับเครื่อง
- น้ำมันหล่อลื่นมีส่วนที่เป็นกรดเจือปน
- มีกัมมะถันมาจากน้ำมันเชื้อเพลิง
- มีน้ำปน
- มีผงโลหะปน
- ขาดน้ำมันหล่อลื่น
- ขาดน้ำมันหล่อลื่น
- น้ำมันหล่อลื่นน้อย ต่ำกว่าระดับที่ต้องการ
- กำลังคั้นน้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่าที่กำหนด
- ทางน้ำมันหล่อลื่นไม่สะดวกหรือตัน
- อุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นสูง

**ข. กระบอกสูบนํารูด เป็นตัว**

- มีผงโลหะปนกับน้ำมันเชื้อเพลิง

- มีผงโลหะปนกับน้ำมันหล่อลื่น
- มีผงโลหะปนกับอากาศ
- มีน้ำปนกับน้ำมันเชื้อเพลิง
- มีน้ำปนมากับน้ำมันหล่อลื่น
- น้ำมันเชื้อเพลิงเกิดเป็นกรด
- ความหนืด (Viscosity) ของน้ำมันหล่อลื่นไม่เหมาะกับเครื่อง
- เครื่องร้อนเกินไป
- น้ำมันหล่อลื่นไม่พอ
- สปริงหรือวงแหวนสปริงลูกสูบรั่วหรือชำรุด
- ลูกสูบแตกหรือชำรุด
- ใช้เวลาอุ่นเครื่องน้อย
- ใช้ น้ำมันหล่อลื่นเย็นเกินไป
- ระยะห่าง (Clearance) ระหว่างลูกสูบกับกระบอกสูบมากเกินไป

ค. **อุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นสูงเกินไป** เป็นตัว

- น้ำมันหล่อลื่นในถังน้ำมันตกหรือในห้องแก๊วร้อนเกินไป
- ความจุในห้องแก๊วร้อนเกินไป
- ทางน้ำมันหล่อลื่นไม่ดี
- หม้อค้ำความร้อนน้ำมันหล่อลื่นเกินไป
- ความหนืด (Viscosity) ของน้ำมันหล่อลื่นไม่เหมาะกับเครื่อง
- ห้องแก๊วเกิดเมือกหรือตะกอนมาก
- แบร์ริงร้อนเกินไป
- ใช้เครื่องเกินกำลัง
- น้ำเข้ากับความร้อนในสูบและในที่อื่น ๆ ไม่พอ
- การไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงล่าช้า

จ. **ห้องแก๊วก็สกปรก** เป็นตัว

- มีน้ำปนโดยน้ำหล่อเสื่อสูบรั่ว
- มีน้ำปนโดยรั่วเข้ากับทางน้ำมันหล่อลื่น
- คุณภาพของน้ำมันไม่ดี เมื่อระเหยเป็นไอแยกตัวเป็นน้ำ

- มีผงโลหะปนมากับน้ำมันหล่อลื่น
- มีผงโลหะเกิดจากแบร็ริงชำรุด
- มีผลโลหะปนมาจากอากาศภายนอกเข้าสู่
- มีเขม่าเกิดจากการเผาไหม้ไม่ทึบภายในสูบ
- มีคราบน้ำมันเกิดจากเยื่อน้ำมันหล่อลื่นที่ถูกความร้อนตามผิวกระบอกสูบ
- วงแหวนสปริงลูกสูบรั่ว
- น้ำมันฉีดเข้าสู่สูบมากเกินไป

**จ. ห้องเผาไหม้สกปรก เป็นตัว**

- มีผงปนมากับอากาศ
- น้ำมันเชื้อเพลิงสกปรก
- เกิดจากการบดชนขึ้นโดยน้ำมันเชื้อเพลิง คือ :-
  ๑. น้ำมันเชื้อเพลิงมีธาตุคาร์บอนมาก
  ๒. การเผาไหม้ไม่ดี
  ๓. ใช้เครื่องเกินกำลังอยู่เนือง ๆ
  ๔. การกึ่งจังหวะการเผาไหม้ไม่ถูก
- เกิดจากการบดชนขึ้นโดยน้ำมันหล่อลื่น คือ :-
  ๑. การใช้น้ำมันหล่อลื่นไม่เหมาะกับเครื่อง
  ๒. น้ำมันหล่อลื่นมากเกินไป และขึ้นไปเผาไหม้
  ๓. น้ำมันหล่อลื่นร้อนเกินไป
  ๔. เครื่องเดินเบามากเกินไป เชื้อเพลิงติดบ้างไม่ติดบ้าง

**ฉ. วงแหวนลูกสูบคด เป็นตัวลูกสูบชำรุด คือ :-**

- ลูกสูบได้รับความร้อนมากเกินไป
  - ลูกสูบไม่ได้ศูนย์กับก้านต่อ
- เป็นตัวทั่วกระบอกสูบชำรุด คือ :-
- น้ำหล่อสูบไม่พอ
  - ผิวภายในกระบอกสูบสกปรก
  - กระบอกสูบรั่วเป็นรอยหรือแตก

- วงแหวนสปริงลูกสูบหัก
  - วงแหวนสปริงลูกสูบอ่อน
- เป็นด้วยระยะห่าง (Clearance) ของร่องวงแหวนไม่พอ  
 เป็นด้วยคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่นไม่ดี  
 เป็นด้วยซีซีเมาซึ่งเกิดจากการเผาไหม้สะสมไว้มาก  
 เป็นด้วยผงซึ่งปะปนมากับอากาศ  
 เป็นด้วยวงแหวนสปริงลูกสูบได้รับความร้อนสูง คือ :-

- เครื่องเดินเกินกำลัง
- ใช้น้ำมันหล่อลื่นที่มีความหนืดไม่ถูกต้อง
- น้ำมันหล่อลื่นไม่พอ

เป็นด้วยการหล่อเสียดสี หรือภายในลูกสูบไม่เพียงพอ คือ :-

- ขาดน้ำหล่อ
- มีขี้เกลือจับตามผิวภายในเสียดสีมาก
- เสียดสีได้รับความร้อนสูง

เป็นด้วยการต่งลิ้นไม่ถูกต้อง

ข. การเผาไหม้ไม่ดี เป็นด้วย :-

- ลูกสูบทำงานไม่สม่ำเสมอ
- การฉีกน้ำมันเชื้อเพลิงไม่ถูกต้อง

๑. ลิ้นหัวฉีดตัน

- น้ำมันเชื้อเพลิงข้นเกินไป
- น้ำมันเชื้อเพลิงสกปรก
- น้ำมันเชื้อเพลิงมีน้ำปน

๒. หัวฉีดรว

- น้ำมันเชื้อเพลิงใสเกินไป
- ลิ้นหัวฉีดขาดการบดมีรอยมาก
- กำลังคั่นน้ำมันเชื้อเพลิงไม่คงที่

๓. หัวฉีดเกิดเขม่าจับ

- ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงไม่ถูกต้อง
- หัวฉีดร้อนเกินไป
- ๔. มีอากาศในท่อทางน้ำมันเชื้อเพลิง
- ๕. รูหัวฉีดมีขนาดไม่ถูกต้อง
- ๖. การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงไปถูกส่วนที่เย็น
- ๗. กำลังดันการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำ
- สปริงกทหลังลิ้นหัวฉีดอ่อน
- ๘. การตั้งลิ้นหัวฉีดไม่ถูกต้อง
- แท่งจังหวะการฉีดไม่ถูกต้องตามงาน (Load)
- แท่งจังหวะการฉีดไม่ถูกต้องตามน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้
- อากาศบริสุทธิ์ไม่พอ :-

๑. ทางอากาศที่เข้าไม่สะดวก

๒. ลิ้นลิ้นไม่ถูกต้อง

๓. ระยะเวลาการยกลิ้นเปิดไม่ถูกต้อง

- ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงไม่ถูกต้อง เป็นตัว :-

๑. มีจำนวน Cetane ต่ำมาก

๒. มีความหนืดของน้ำมันเชื้อเพลิงไม่เหมาะสม

๓. มีส่วนที่ไม่ระเหยหรือส่วนที่เป็นตะกอนตกค้างอยู่มาก

- อนุกรมของการอัดน้อยไป เป็นตัว :-

๑. ลูกสูบชำรุดแตกร้าว

๒. วงแหวนสปริงลูกสูบหักหรือชำรุด

๓. ตัวกระบอกสูบชำรุด

๔. วงแหวนสปริงลูกสูบติด

๕. ใช้น้ำมันหล่อลื่นใสเกินไป

- เรโซการอัดต่ำ

- ลิ้น (ตัวใดตัวหนึ่ง) รั่ว

- เครื่องเดินมี Load น้อยเกินไป
- เครื่องเดินเบาเกินไป
- น้ำเข้าหล่อเสียดเกินไป (หมายถึงประเทศหนาว)
- อากาศเข้าสูบน้ำเย็นเกินไป

ข. ก๊าซเสียเกิดควันมาก เป็นตัว :-

- การเผาไหม้ไม่ดี (ทั้งข้อ ข.)
- น้ำมันเชื้อเพลิงมากเกินไป
- ตั้งจังหวะการเผาไหม้ไม่ถูก (Misfiring)
- เครื่องทำงานหนักเกินไป

ค. มีเสียงเคาะภายในสูบ เป็นตัว :-

- เชื้อเพลิงมีจำนวน Cetane ต่ำ
- การเผาไหม้ไม่ดี (ทั้งข้อ ข.)
- ตั้งจังหวะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเร็วเกินไป

ง. กำลังของเครื่องตกลงไป เป็นตัว :-

- การเผาไหม้ไม่ดี (ทั้งข้อ ข.)
- อากาศเข้าไม่พอ
- เชื้อเพลิงมีค่าความร้อนต่ำ
- ท่อทางของก๊าซเสียออกไม่สะดวกหรือตัน เป็นตัว :-

๑. เกิดเขม่าจับตามช่องหรือดันทันก๊าซเสีย
๒. ตั้งดันทันก๊าซเสียไม่ถูกต้อง
๓. ดันทันก๊าซเสียเร็ว
๔. กำลังของการอัดต่ำ
๕. ใช้น้ำมันหล่อลื่นไม่ถูกต้อง
๖. แบริงต่าง ๆ คับเกินไป
๗. วงแหวนลูกสูบกับเกินไป

ค. น้ำมันหล่อลื่นเปลืองกว่าปกติ เป็นภัย :-

- น้ำมันหล่อลื่นขึ้นได้กระบอกสูบมากเกินไป
  ๑. แบร้งหลวมมาก
  ๒. ทางออกของน้ำมันหล่อลื่นจากแบร้งโตมาก
  ๓. กำลังคั้นน้ำมันหล่อลื่นสูงไป
- แหวนสปริงลูกสูบรักน้ำมันไม่ถูกต้อง
  ๑. ลูกสูบหลวม
  ๒. กระบอกสูบหรือแหวนกวาดน้ำมันหล่อลื่นชำรุด
  ๓. แหวนกวาดน้ำมันหล่อลื่นหลวม
  ๔. วงแหวนสปริงลูกสูบมีระยะห่าง (clearance) มากเกินไป
  ๕. วงแหวนสปริงลูกสูบตึก
  ๖. วงแหวนกวาดน้ำมันตึก
- ความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นไม่เพียงพอ
  ๑. น้ำมันหล่อลื่นใสเกินไป
  ๒. น้ำมันเชื้อเพลิงรั่วลงปนน้ำมันหล่อ
  ๓. อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นสูงเกินไป
- มีการรั่วไหลในระบบน้ำมันหล่อลื่น
- ฝาปิดปลายเคียวชักก้านต่อกันน้ำมันหล่อลื่นไม่อยู่
- น้ำมันหล่อลื่นรั่วออกทางระบายอากาศ
- เครื่องเดินด้วยความเร็วสูงเมื่อใช้งานเบา