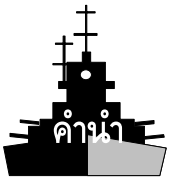
เครื่องยนต์ดีเซล เอ็ม ทียู ๓๙๖



MTU Series 396 TC/TB/TE.

๑๙ กันยายน ๒๕๔๓



คู่มือเครื่องยนต์ดีเซล mtu เล่มนี้ เรียบเรียงจากคู่มือ mtu v 396 TC/TB/TE Description and Operation Manual ซึ่งเป็นคู่มือสำหรับผู้ใช้งานเครื่อง(Operator) ของบริษัท mtu ผู้ผลิตเครื่องยนต์ดังกล่าว เพื่อใช้ประกอบการฝึกอบรมในหลักสูตรการฝึกอบรมของกองฝึกการช่างกล กฝร.ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของเครื่อง การใช้เครื่อง การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องและการแก้ไขข้อขัดข้องระดับผู้ใช้งานเครื่อง เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานภายในเรือและศึกษารายละเอียดของเครื่องต่อไป เนื่องจากรายละเอียดของแต่ละเครื่องนั้นจะแตกต่างกัน ซึ่งรายละเอียดดังกล่าว จะต้องดูในคู่มือประจำเครื่องนั้นๆเท่านั้น ดังนั้น คู่มือเล่มนี้จึงไม่สามารถใช้เป็นคู่มือประจำเครื่องในการปฏิบัติงานภายในเรือได้

หากพบข้อความหรือเนื้อหาภายในคู่มือเล่มนี้ขาดตกบกพร่องหรือไม่ถูกต้อง กรุณาแจ้งมาที่กองฝึกการช่างกล กฝร. เพื่อจะได้แก้ไขเพิ่มเติมต่อไป

ร.อ.สณชัย ผู้เลื่องลือ

กฝล.กฝร.

๑๙ ก.ย.๔๓

โทรฯ. 068-2699,2697

บทที่ 1

รายละเอียดทั่วไปของเครื่อง

บริษัทผู้ผลิตเครื่องยนต์ดีเซล mtu คือ บริษัท Motoren und Turbinen Union ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน ซึ่งได้ผลิตเครื่องยนต์ดีเซลออกมาหลายแบบเพื่อการใช้งานที่แตกต่างกัน เช่น ใช้ในเรือ ใช้ในรถไฟ เป็นต้น ปัจจุบันที่มีใช้อยู่ในเรือรบของกองทัพเรือ อนุกรม(Series)หนึ่ง คือ อนุกรม 396

เครื่องยนต์ดีเซล mtu อนุกรม(Series) 396 นี้ มี 4 ขนาด คือ V.6 สูบ , V.8 สูบ , V.12 สูบ และ V.16 สูบ ซึ่งเครื่องทั้ง 4 ขนาดนี้ จะมีระบบการทำงานบางอย่างต่างกันเป็น 3 แบบ คือ แบบ TC/TB/TE แต่โดยหลักการทำงานแล้ว เครื่องยนต์ในอนุกรมเดียวกัน แม้จะต่างขนาดหรือต่างแบบกันก็จะมีส่วนประกอบและหลักการทำงานเหมือนกัน จะต่างกันเฉพาะรายละเอียดบางประการ ซึ่งจะต้องดูในคู่มือประจำเครื่องเท่านั้น

1.กลุ่มการใช้งานของเครื่อง(Application Groups)

เครื่องยนต์ mtu แต่ละแบบหรือแต่ละขนาด จะถูกสร้างขึ้นมาใช้ให้เหมาะสมกับงานแต่ละประเภทแตกต่างกันออกไปแยกเป็นกลุ่มตามลักษณะการใช้งาน ซึ่งจะสัมพันธ์กับการใช้งานและการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

1.1 เป็นเครื่องจักรใหญ่ในเรือ

กลุ่ม **1 A.** (สำหรับเรือความเร็วต่ำ)

ใช้กับเรือที่ไม่จำกัดระยะเวลาการใช้เครื่อง และ/หรือ เรือที่ไม่จำกัดระยะเวลาการใช้กำลังงานต่อเนื่อง(Continuous Rating)

ได้แก่เครื่อง 6V,8V,12V 396 TC 62

6V,8V,12V,16V 396 TC 63

12V,16V,20V 1163 TB 62/63

กลุ่ม **1 D.** (สำหรับเรือความเร็วสูง)

ใช้กับเรือโดยสาร,เรือท่องเที่ยว,เรือตรวจการณ์(Patrol Boats),เรือที่มีระบบขับเคลื่อนหลายเครื่อง(Combined Propulsion System),เรือความเร็วสูง เช่น เรือช่วยชีวิตในทะเล เป็นต้น

ได้แก่เครื่อง 6V,8V,12V 396 TB 83

12V,16V,20V 538 TB 82

กลุ่ม **1 DS. (**สำหรับเรือความเร็วสูงมาก**)**

ใช้กับเรือความเร็วสูงมาก,เรือตรวจการณ์ความเร็วสูง(FPB's)และเรือที่ใช้งานพิเศษ

ได้แก่เครื่อง 6V,8V,12V,16V 396 TB 93

12V,16V,20V 538 TB 91

12V,16V,20V 1163 TB 92/93

1.2 เป็นเครื่องขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

กลุ่ม **3 A**.

ใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้งานต่อเนื่อง(Continuous Operation)

ได้แก่เครื่อง 6V,8V,12 V 396 TC 32/52

6V,8V,12V,16V 396 TC 33/53

6V,8V,12V,16V 396 TB 33/53

12V,16V,20V 1163 TB 32/52

กลุ่ม **3 C.**

ใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้งานต่อเนื่องแต่หยุดพักทุกปี(Annual Limit)

ได้แก่เครื่องในกลุ่ม 3 A ซึ่งแยกเป็น 2 ลักษณะการใช้ คือ

ใช้ในเรือ ได้แก่เครื่อง TB 52/53 , TC 52/53

ใช้ติดตั้งอยู่กับที่ ได้แก่เครื่อง TB 32/33 , TC 32/33

1.3 เป็นเครื่องจักรช่วย

กลุ่ม **4 A.**

ใช้กับงานต่อเนื่อง เช่น เครื่องสูบน้ำ,เครื่องอัดลม,เครื่องเป่าลม(Blowers),เครื่องเจาะ (Drilling Rigs) เป็นต้น

ได้แก่เครื่อง 6V,8V,12V 396 TC 52/32

6V,8V,12V,16V 396 TC 53/33

12V,16V,20V 1163 TB 52/32

กลุ่ม **4 C.**

ใช้กับงานระยะเวลาสั้นๆ เช่น เครื่องสูบน้ำดับเพลิง,เครื่องสูบน้ำฉุกเฉิน เป็นต้น

ได้แก่เครื่องในกลุ่ม 4 A ซึ่งแยกเป็น 2 ลักษณะการใช้ คือ

ใช้ในเรือ ได้แก่เครื่อง TB 52/53 , TC 52/53

ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่เครื่อง TB 32/33 , TC 32/33

1.4 ใช้ในรถไฟ

กลุ่ม **2 A.**

เป็นหัวลากรถไฟ(Rail Traction)

ได้แก่เครื่อง 6V,8V,12V 396 TC 12

6V,8V,12V 396 TC 13

12V,16V,20V 1163 TB 12

กลุ่ม **3 A.**

เป็นเครื่องขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ได้แก่เครื่อง 6V,8V,12V 396 TC 12

6V,8V,12V,16V 396 TC 13

1.5 ใช้กับยานพาหนะหรืองานหนัก

กลุ่ม **5 A.**

ใช้กับงานหนักระยะเวลาสั้นๆแต่ต้องการกำลังงานสูง เช่น เครื่องกว้าน เป็นต้น

ได้แก่เครื่อง 6V,8V,12V,16V 396 TC 43

2.กำลังงานออกของเครื่อง(Power Output) (รูป 1-4)

กำลังงานออกของเครื่องขึ้นอยู่กับความเร็วและสภาวะแวดล้อมต่างๆของเครื่อง คือ อุณหภูมิอากาศดีเข้าเครื่อง อุณหภูมิน้ำทะเลและความกดดันบรรยากาศ ซึ่งเมื่อค่าต่างๆดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์กำหนดเครื่องยนต์จะสามารถให้กำลังงานออกมาได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเช่นกัน ในการคิดค่ากำลังงานออกของเครื่องทั้งหมดจะคิดเป็น ๓ ระยะ คือ

= กำลังงานต่อเนื่อง(Continuous Power) = 100 %

= กำลังงานเกินกำลัง(Overload Power) = 110 %

= กำลังงานสูงสุด(Maximum Power) = 120 %

เช่น เครื่อง 12 V 396 TC 82

ให้กำลังงานต่อเนื่อง 970 กว. ที่ 1,750 รอบ/นาที

ให้กำลังงานเกินกำลัง 1,050 กว. ที่ 1,800 รอบ/นาที

เมื่อ อุณหภูมิอากาศดีเข้าเครื่อง 27°C

อุณหภูมิน้ำทะเลระบายความร้อน 32°C

ความกดบรรยากาศ 1,000 mbar (ของบาโรมิเตอร์)

แต่ในการใช้งานจะใช้ 1, 2 หรือ 3 ระยะ ขึ้นอยู่กับกำลังงานออกของเครื่อง(Power Output) ตามกลุ่มการใช้งานของเครื่อง เช่น

เครื่องในกลุ่ม 1A. สามารถให้กำลังงานออกได้ถึง กำลังงานต่อเนื่อง

เครื่องในกลุ่ม 1D. สามารถให้กำลังงานออกได้ถึง กำลังงานเกินกำลัง

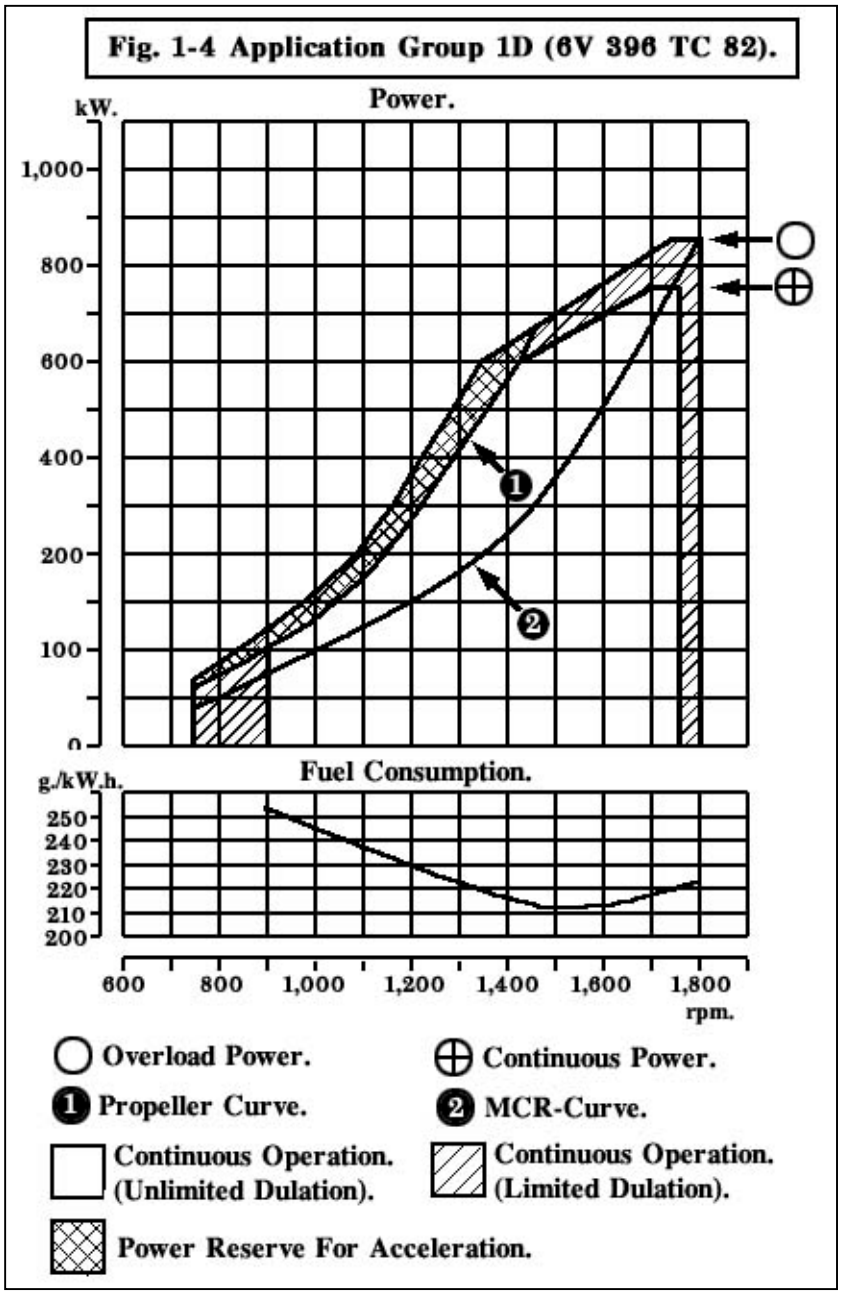
เครื่องในกลุ่ม 1DS. สามารถให้กำลังงานออกได้ถึง กำลังงานสูงสุด

การใช้งานในย่านกำลังงานต่างๆนี้ สามารถใช้ได้โดยไม่ทำให้เครื่องเสียหายเนื่องจากความเค้นของโลหะ(Overstress) ดังนี้

กำลังงานต่อเนื่อง ใช้ได้ตลอดเวลาโดยไม่จำกัดระยะเวลาใช้งาน(ตลอด 24 ชม.)

กำลังงานเกินกำลัง ใช้ได้ 2 ชม. ในระยะเวลาใช้งาน 12 ชม.(2+10)

กำลังงานสูงสุด ใช้ได้ $^{1}/_{2}$ ชม. ในระยะเวลาใช้งาน 6 ชม.($^{1}/_{2}$+5 $^{1}/_{2}$)



จากรูป 1-4

Propeller Curve เป็นเส้นโค้งทางทฤษฎีซึ่งกำหนดโดยผู้ผลิตเครื่องยนต์ จากหลักการที่ให้เครื่องยนต์และใบจักรทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด แสดงถึง การเพิ่มขึ้นของกำลังงานออก(Power Output) ของเครื่อง เมื่อค่าความเร็วเครื่องและค่าการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเปลี่ยนไป

MCR-Curve(Max.Continuous Rating Curve) เป็นเส้นโค้งที่แสดงถึง ค่าความเร็วเครื่องที่สัมพันธ์กับการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ที่เครื่องยนต์มีภาระทางความร้อน(Thermally Load) ถึง 100 % ที่การใช้งานต่อเนื่อง(Continuous Operation)

3.รหัสตัวเลขและตัวอักษรของเครื่อง

ตัวอย่าง เครื่องยนต์ 12 V 396 TB 83 - DB 51 L

	12	หมายถึง จำนวนสูบ (12 สูบ)
หรือ	V	หมายถึง ลักษณะการวางสูบเป็นแบบอักษร V
	R	หมายถึง ลักษณะการวางสูบเรียงแถว(In-Line)
	396	หมายถึง อนุกรมของเครื่อง(Series) เมื่อหารด้วย 100 จะเป็นความจุกระบอกสูบ 1 สูบ เป็นลิตร(3.96 ลิตร)
หรือ	T	หมายถึง เป็นเครื่องที่ใช้เทอร์โบชาร์จขับหมุนด้วยแก๊สเสีย
	A	หมายถึง ไม่มีการอัดส่งอากาศดีเข้าเครื่อง
หรือ	B	หมายถึง ระบายความร้อนอากาศดีเข้าเครื่องด้วยน้ำจากภายนอกเครื่อง(น้ำทะเล)และมีการระบายความร้อนลูกสูบ
	C	หมายถึง ระบายความร้อนอากาศดีเข้าเครื่องด้วยน้ำจากภายในเครื่อง(น้ำจืด)และมีการระบายความร้อนลูกสูบ
	E	หมายถึง ระบายความร้อนอากาศดีเข้าเครื่องด้วยระบบระบายความร้อนแยกส่วน(Split-Circuit Coolant System)และมีการระบายความร้อนลูกสูบ
	A	หมายถึง ไม่มีระบบระบายความร้อนอากาศดีเข้าเครื่องแต่มีการระบายความร้อนลูกสูบ
	Z	หมายถึง ไม่มีระบบระบายความร้อนอากาศดีเข้าเครื่องและไม่มีการระบายความร้อนลูกสูบ
	5,6,9,8	หมายถึง เป็นเครื่องที่ใช้กับเรือ
หรือ	4	หมายถึง เป็นเครื่องที่ใช้กับยานพาหนะหรืองานหนัก
หรือ	3	หมายถึง เป็นเครื่องที่ใช้ติดตั้งบนบก
หรือ	1	หมายถึง เป็นเครื่องที่ใช้กับรถไฟ
	3	หมายถึง ดัชนีของแบบ(Design Index)
	D	หมายถึง ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล
	B	หมายถึง เรือนสูบเป็นเหล็กหล่อสามารถติดตั้งกลไกหน้าแปลนส่งอาการขับหมุน(Flange Mounting of Driven Machinery)

5 หมายถึง ไม่มีอำนาจแม่เหล็กและป้องกันการสั่นสะเทือน

1 หมายถึง ประกอบด้วยสูบน้ำทะเลและหม้อระบายความร้อนใช้น้ำทะเล

L หมายถึง ทิศทางการหมุนของเครื่องทวนเข็มนาฬิกา(CCW.)

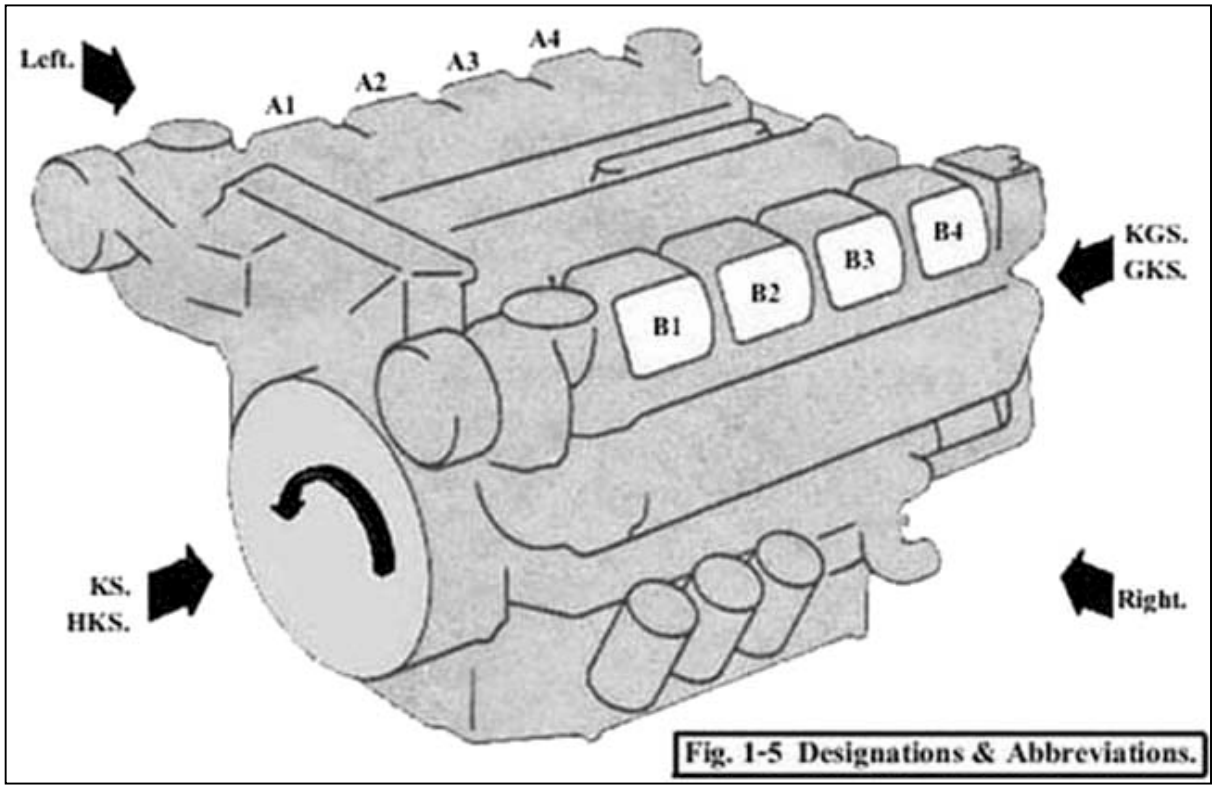


Fig. 1-5 Designations & Abbreviations.

4.ลักษณะรูปแบบของเครื่อง (รูป 1-5)

เป็นเครื่องที่วางสูบลักษณะเป็นแบบอักษร V โดยเรียกชื่อแต่ละด้าน(End)และแต่ละแถวสูบ (Bank) ดังนี้

KS. หรือ HKS. คือ ด้านส่งกำลังงานออก(Main PTO. End)

KGS. หรือ GKS. คือ ด้านตรงข้ามด้านส่งกำลังงานออก(Auxiliary PTO.End)

เมื่อมองจากด้าน KS. เข้าหาเครื่อง ด้านซ้ายมือ คือ แถวสูบ A (A-Bank)

ด้านขวามือ คือ แถวสูบ B (B-Bank)

โดยเริ่มนับสูบเป็นสูบ 1 จากด้าน KS. เข้าไปตามลำดับและชิ้นส่วนประกอบอื่นๆ ของเครื่องที่เหมือนกันตั้งแต่ 2 ชิ้นส่วนขึ้นไป จะนับหรือเรียกชื่อ เช่นเดียวกับสูบของเครื่อง

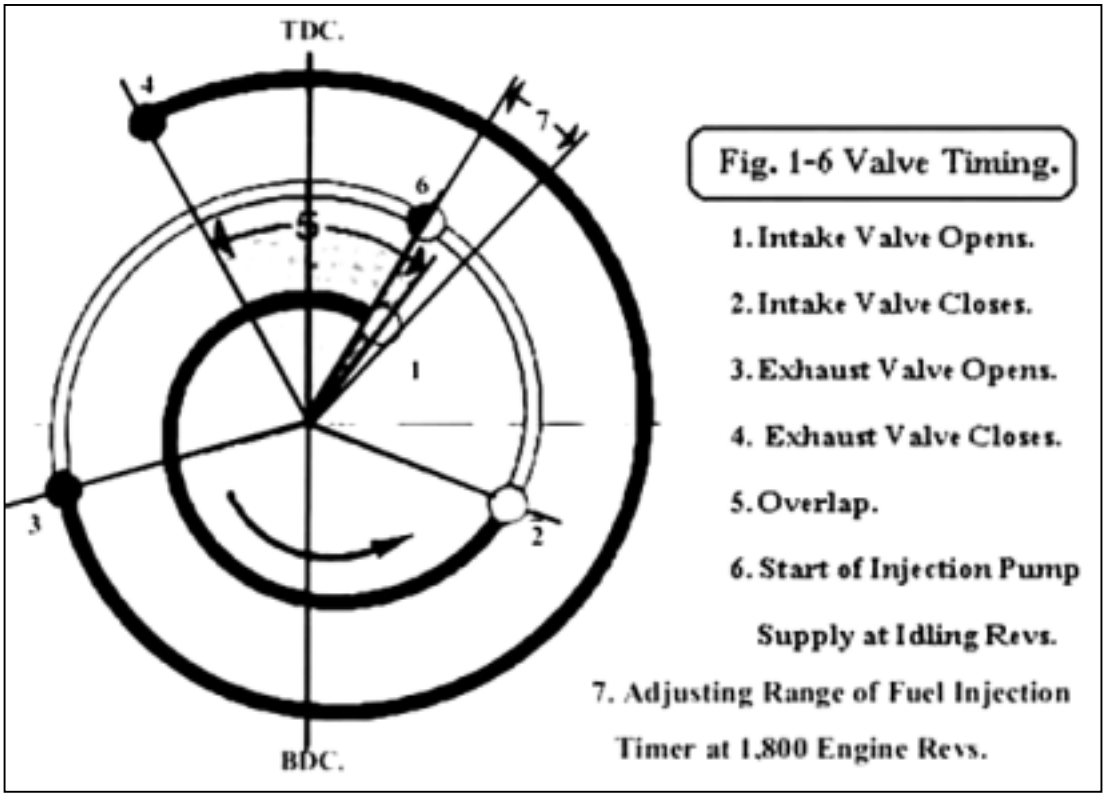
5.รายละเอียดจำเพาะของเครื่อง (รูป 1-6)

การทำงาน เป็นเครื่อง 4 จังหวะ,ทำงานด้านเดียว(Single Acting)

การเผาไหม้ ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้โดยตรง(Direct Injection)

การส่งอากาศดีเข้าเครื่อง ใช้เทอร์โบชาร์จขับหมุนด้วยแก๊สเสีย

การระบายความร้อน	ใช้น้ำระบายความร้อน
การวางสูบ	แบบอักษร V ทำมุม 90°C.
ความโตกระบอกสูบ	165 มม.
ช่วงชัก	185 มม.
ความจุกระบอกสูบ	3.96 ลิตร
อัตราส่วนการอัด	ประมาณ 12-13 : 1
ทิศทางการหมุน (มองจากด้าน KS.)	ทวนเข็มนาฬิกา(กลับทางหมุนไม่ได้)
ความเร็วจุดระเบิด(Firing Speed) (ที่อุณหภูมิน้ำจืดระบายความร้อน 40°C.)	ประมาณ 100 - 120 รอบ/นาที
ความเร็วเครื่องใช้งานคงที่ (ขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า)	1,200,1,500 หรือ 1,800 รอบ/นาที
ความเร็วเครื่องเดินเบา (เป็นเครื่องจักรใหญ่)	ประมาณ 600-700 รอบ/นาที
ระยะห่างของลิ้น(Valve Clearance) (เมื่อเครื่องเย็น)	ลิ้นอากาศดี 0.30 มม., ลิ้นแก๊สเสีย 0.45 มม



6.ค่าใช้การต่าง ๆ ของเครื่อง(Operational Data)

เกณฑ์ค่ากำลังดันและอุณหภูมิต่างๆในคู่มือประจำเครื่องนั้น เป็นเกณฑ์มาตรฐานของเครื่องเท่านั้น ในการใช้งานเครื่องจริงค่าต่างๆเหล่านี้จะแตกต่างออกไปบ้างตามสภาวะแวดล้อมของเครื่อง ดังนั้นเกณฑ์ค่าที่แน่นอนของแต่ละเครื่อง ให้ดูในบันทึกทดสอบเพื่อการตรวจรับเครื่อง(Engine Acceptance Test Record) ประจำเครื่อง

สำหรับเครื่องอนุกรม(Series) 396 นี้ จะมีอยู่หลายแบบ(TC/TB/TE) และ หลายขนาด (6V,8V,12V,16V) ดังนั้นเกณฑ์ค่าต่างๆดังกล่าว ในเครื่องแต่ละแบบหรือแต่ละขนาดจะแตกต่างกันค่อนข้างมาก ในคู่มือเล่มนี้จะเป็นค่าโดยประมาณเท่านั้น

6.1 กำลังดันต่าง ๆ(Pressures)

กำลังดันน้ำมันหล่อลื่น(ก่อนเข้าเครื่อง) {(ที่ความเร็วปกติ)(Rated Speed)}	4.0-5.5	บาร์
กำลังดันน้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง (ก่อนเข้าสูบน้ำจืด)	0.2-1.0	บาร์
กำลังดันน้ำมันเชื้อเพลิง (ก่อนเข้าสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง)	2.5-3.5	บาร์
กำลังดันอากาศดีเข้าเครื่อง (หลังจากหม้อระบายความร้อนอากาศดี)	(-0.14)-(1.3)	บาร์

6.2 อุณหภูมิต่าง ๆ(Temperatures)

อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ (ก่อนเข้าเครื่อง)	85-105	$^{\circ}$C.
อุณหภูมิน้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง (ก่อนเข้าเครื่อง)	80-90	$^{\circ}$C.
อุณหภูมิแก๊สเสีย (หลังออกจากเทอร์โบชาร์จ)	480-530	$^{\circ}$C.
อุณหภูมิอากาศดีเข้าเครื่อง (หลังออกจากหม้อระบายความร้อนอากาศดี)	45-60	$^{\circ}$C.

บทที่ 2
ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่อง

ส่วนประกอบต่าง ๆที่สำคัญของเครื่อง มีดังนี้

= เรือนสูบ(Crankcase) (รายละเอียดข้อ 1)

= ส่วนขับหมุนเครื่อง(Running Gear) (รายละเอียด ข้อ 2)

= ฝาสูบ(Cylinder Head) (รายละเอียด ข้อ 3)

= กลไกควบคุมลิ้น(Valve Gear) (รายละเอียด 4)

= อุปกรณ์ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Equipment) (รายละเอียด ข้อ 5)

= เครื่องควบคุมความเร็วเครื่องยนต์(Engine Governor) (รายละเอียด ข้อ 6)

= อุปกรณ์ตัดการทำงานของสูบ(Cylinder Cutout) (รายละเอียด ข้อ 7)

1.เรือนสูบ(Crankcase)

เป็นส่วนประกอบหลักของเครื่อง ทำด้วยเหล็กหล่อคุณภาพสูง(High-Grade Cast-Iron Castings)

มี 2 แบบ คือ แบบส่วนเดียว(Single-Unit Crankcase) (รายละเอียดข้อ 1.1)

แบบสองส่วน(Two-Piece Crankcase) (รายละเอียดข้อ 1.2)

1.1 แบบส่วนเดียว(Single-Unit Crankcase) (รูป 2-1.1 / 2-1.2)

ลักษณะ

ส่วนบน จะเป็นช่องประกอบปลอกสูบ(Liner) 2 แถวสูบ(Bank)และช่องทางเดินของน้ำจืดระบายความร้อนและน้ำมันหล่อลื่น ด้านในทั้งสองแถวสูบจะเป็นช่องสำหรับประกอบเพลาลูกเบี้ยว(Camshaft) ด้านละเพลา

ส่วนกลางตอนบน ประกอบด้วยท่อน้ำมันหล่อหลัก(Main Oil Gallery) ซึ่งยาวตลอดเรือนสูบสำหรับส่งน้ำมันหล่อลื่นไปหล่อลื่นระบายความร้อนให้กับส่วนต่างๆ ของเครื่อง เช่น ส่งผ่านท่อแยกลงไปหล่อลื่นแบริ่งใหญ่(Main Bearing)และไปฉีดพ่นที่หัวฉีดฝอย(Spray Nozzle)ไประบายความร้อนลูกสูบเป็นต้น

ส่วนกลางตอนล่าง จะเป็นช่องสำหรับประกอบเพลาข้อเหวี่ยง(Crankshaft) ซึ่งรองรับด้วยแบริ่งใหญ่(Main Bearing)แบบฝา ๒ ชิ้น(Shell Bearing)และฝาครอบแบริ่งใหญ่(Main Bearing Cap) ซึ่งยึดกับเรือนสูบด้วยสลักยึด

ด้านล่างของเรือนสูบ เป็นห้องเพลาข้อเหวี่ยง(Crankspace) ประกอบด้วยอ่างน้ำมันหล่อ(Oil Pan)ซึ่งเป็นโลหะเบา(Light-Metal) สำหรับเก็บน้ำมันหล่อไว้ใช้ภายในระบบของเครื่อง

ด้านบนทั้งสองแถวสูบ ประกอบด้วยฝาสูบ(Cylinder Head)

ด้าน KGS. ประกอบด้วยหมู่เฟืองขับ(Gear Train) อยู่ภายในห้องหมู่เฟือง(Gearcase) ได้รับกำลังขับหมุนจากเฟืองเพลาข้อเหวี่ยง(Crankshaft Gear)และส่งอาการไปขับหมุนอุปกรณ์ช่วยต่างๆของเครื่อง เช่น สูบน้ำมันหล่อลื่น(Oil Pump) สูบน้ำทะเล(Raw Water Pump) เป็นต้น

ด้าน KS. ประกอบด้วยล้อช่วยแรง(Flywheel) อยู่ภายในเรือนล้อช่วยแรง(Flywheel Housing) ซึ่งจะมีช่องสำหรับประกอบเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ(Barring Tool),ช่องตรวจดูขีดเครื่องหมายจังหวะการจุดระเบิดของเครื่อง(สูบ A1)และช่องตรวจดูสภาพหน้าแปลนต่อ(Coupling)ด้วย

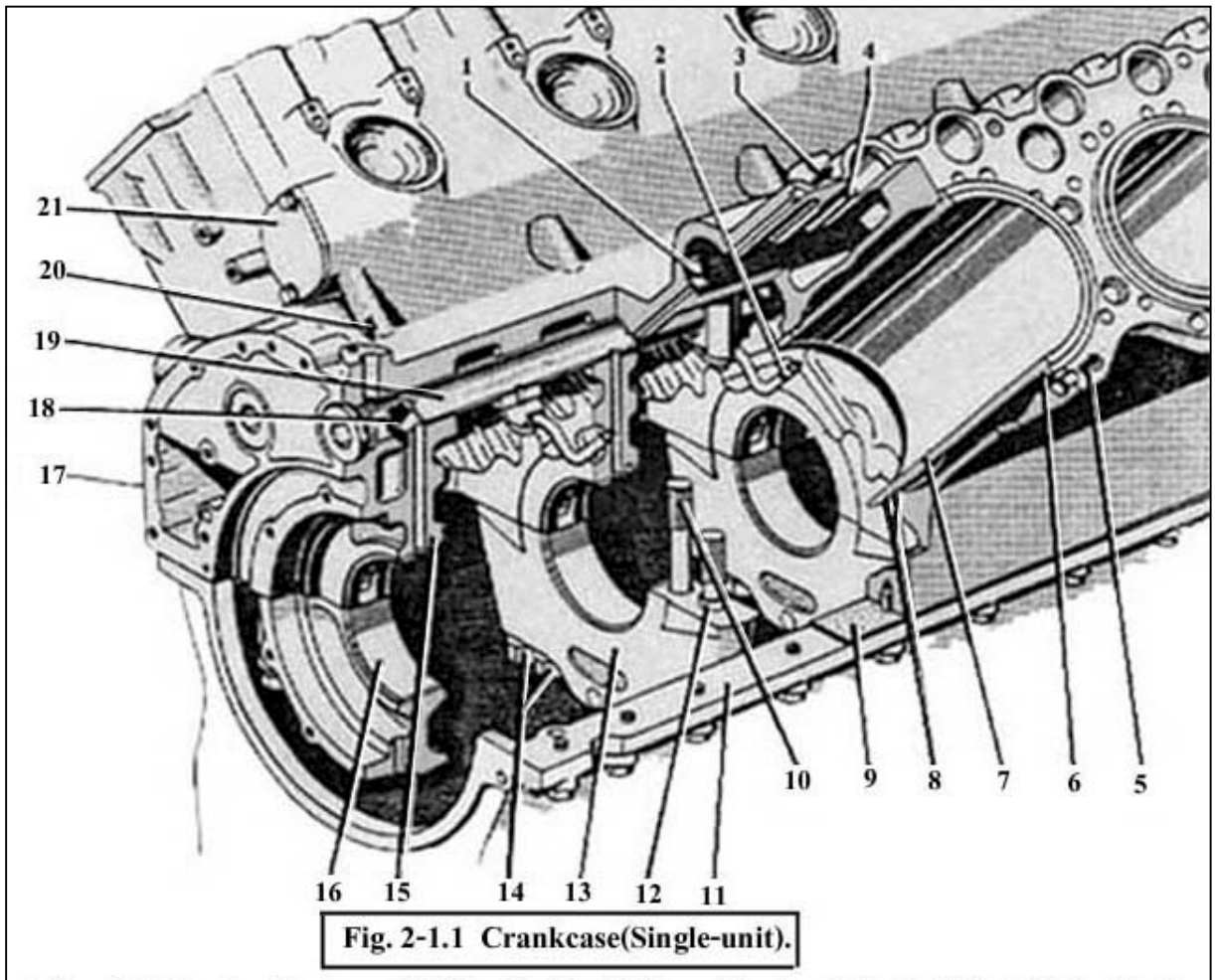


Fig. 2-1.1 Crankcase(Single-unit).

1. Camshaft Bearing Bore.	2. Piston Cooling Oil Spray Nozzle.	3. Engie Oil to Cylinder Head.
4. Tappet Guide Bush.	5. Coolant to Cylinder Head.	6. O-ring.
7. Cylinder Liner.	8. Sealing Ring.	9. Gasket.
10. Main Bearing Cap Stud.	11. Oil Pan.	12. Sleeve.
13. Main Bearing Cap.	14. Nut.	15. Alignment Pin.
16. Main Bearing Shell.	17. Crankcase.	18. Engine Oil Inlet.
19. Main Oil Gallery.	20. Engine Oil to Distribution Block.	21. Camshaft Cover Plate.

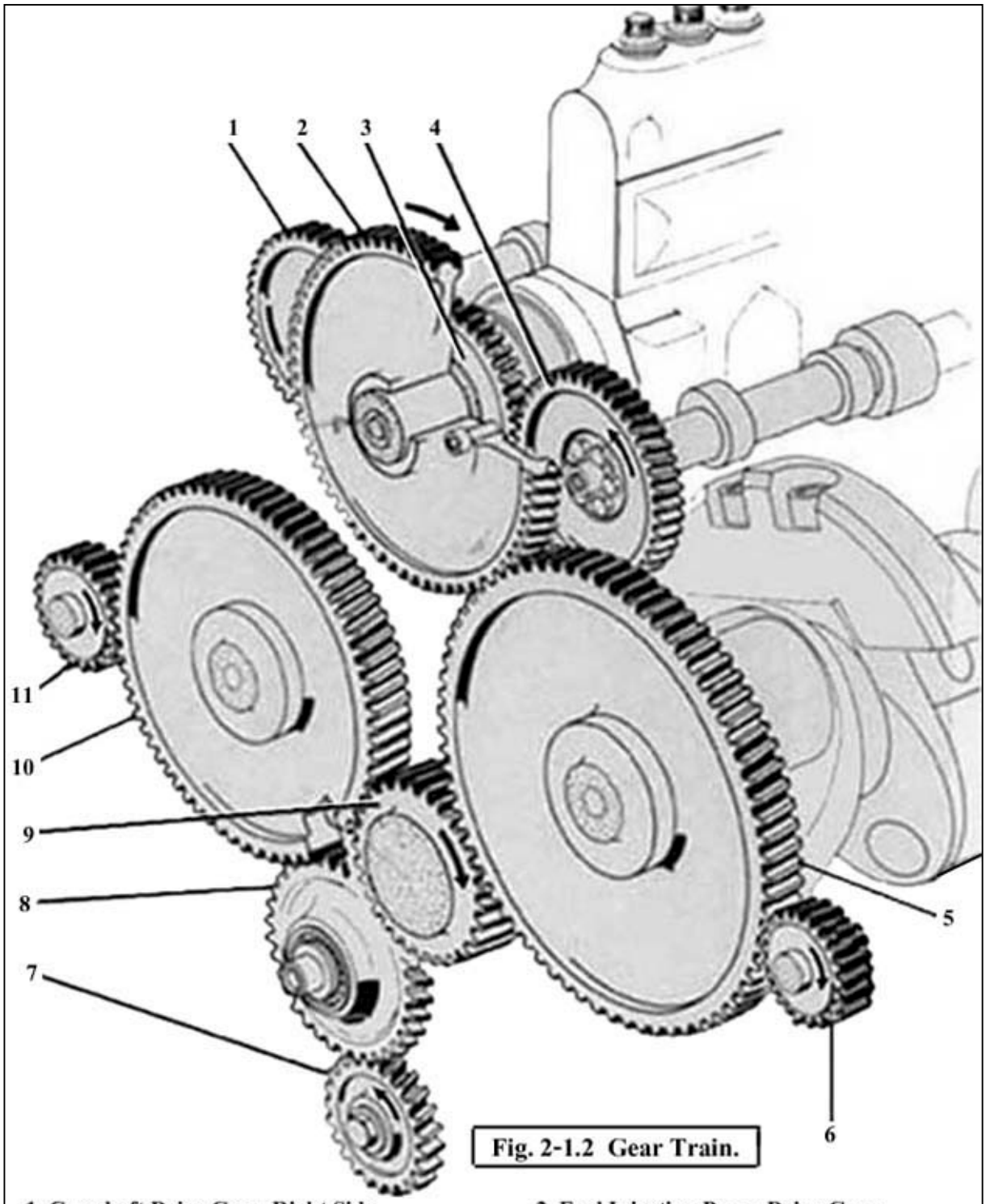


Fig. 2-1.2 Gear Train.

1. Camshaft Drive Gear, Right Side.
2. Fuel Injection Pump Drive Gear.
3. Camshaft Drive Idler Gear.
4. Camshaft Drive Fear, Left Side.
5. Large Idler Gear, Left Side.
6. Raw Water Pump Drive Gear.
7. Engine Oil Pump Drive Gear.
8. Engine Oil Pump Idler Gear.
9. Crankshaft Gear.
10. Engine Coolant Pump Drive Idler Gear, Right Side.
11. Engine Coolant Pump Drive Gear.

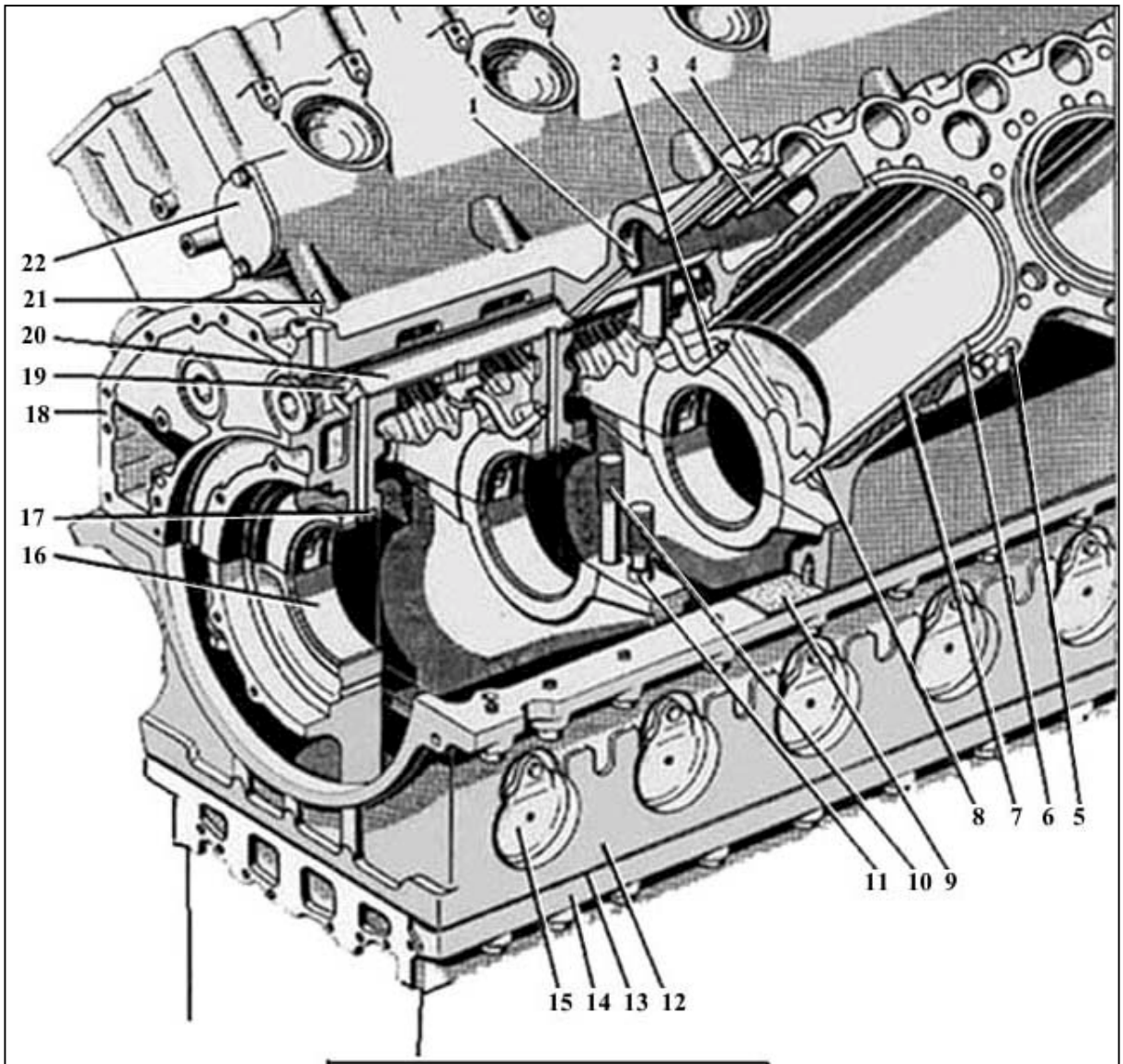


Fig. 2-1.3 Crankcase(Two-piece).

1. Camshaft Bearing.
2. Piston Cooling Oil Spray Nozzle.
3. Tappet Guide Bush.
4. Engine Oil to Cylinder Head.
5. Engine Coolant to Cylinder Head.
6. O-ring.
7. Cylinder Liner.
8. Sealing Ring.
9. Gasket.
10. Stress Bolt.
11. Adapter Sleeve.
12. Crankcase Intermediate Frame.
13. Gasket.
14. Oil Pan.
15. Inspection Port Cover.
16. Crankshaft Bearing.
17. Locating Pin.
18. Crankcase Upper Section.
19. Engine Oil Inlet.
20. Main Oil Gallery.
21. Engine Oil to Distributor.
22. Camshaft Bearing End Cover.

1.2 แบบสองส่วน(Two-Piece Crankcase) (รูป 2-1.2 / 2.1.3)

ลักษณะ

มีลักษณะส่วนใหญ่ เช่นเดียวกับแบบส่วนเดียว ที่กล่าวมาแล้ว

ที่แตกต่าง คือ สร้างเป็น 2 ส่วน คือ เรือนสูบส่วนบน(Crankshaft Upper Section) และเรือนสูบส่วนกลาง(Crankcase Intermediate Frame) ประกอบเข้าด้วยกันโดยใช้สลักยึด

ที่เรือนสูบส่วนกลางด้านใน ประกอบด้วยฝาครอบแบริ่งใหญ่(Main Bearing Cap) ด้านข้างทั้งสองด้านประกอบด้วยช่องตรวจ(Inspection Ports) สำหรับตรวจดูส่วนต่างๆภายใน ปกติจะปิดด้วยฝาปิด(Cover)

1.3 ส่วนประกอบที่สำคัญอื่น ๆของเรือนสูบ มีดังนี้

1.3.1 ปลอกสูบ(Liner) (รูป 2-1.1 / 2-1.3)

ลักษณะ

ทำด้วยเหล็กหล่อแบบแรงเหวี่ยงคุณภาพสูง(High-Grade Centrifugally Cast Iron)(เทวัตถุลงในแม่พิมพ์ที่กำลังหมุนอยู่) ใช้น้ำจืดระบายความร้อนเดินโดยรอบด้านนอกสัมผัสกับปลอกสูบ ด้านบนทำเป็นบ่ายื่นออกมารับกับด้านบนของเรือนสูบ ส่วนบนมีการกันรั่วด้วยวงกันรั่ว(O-Ring) 1 วง และส่วนล่าง 2 วง(Sealing Ring)

ปลอกสูบ จะประกอบเข้ากับช่องของเรือนสูบ จากด้านบนลงมา

1.3.2 ส่วนระบายกำลังดันเรือนสูบ(Crankcase Breather) (รูป 2-2.1 / 2-2.2)

ทำหน้าที่ ลดกำลังดันภายในห้องเพลาข้อเหวี่ยง(Crankspace)

ประกอบอยู่บนสูบแถว B (B-Bank) ด้าน KGS

ลักษณะการทำงาน

เป็นหม้อกรองอากาศแบบเปียก(Wet-Type Air filter) หรือ แบบไส้กรองโลหะ(Metal Mesh filling) ซึ่งอาจจะมีลักษณะต่างกันบ้าง แต่การทำงานเหมือนกัน ดังนี้

ไส้กรองโลหะ ที่จะทำหน้าที่แยกน้ำมันหล่อออกจากอากาศ(Oil Separation) ประกอบอยู่ภายในเรือน(Housing)ซึ่งด้านล่างมีท่อทางถึงภายในห้องเพลาข้อเหวี่ยง ด้านบนประกอบด้วยฝาปิด(Cover) ซึ่งจะมีช่องทางสำหรับต่อท่อระบายอากาศ(Vent Line)ที่ฝาปิด(Cover) ไปเข้าที่ทางดูดของเทอร์โบชาร์จ

เมื่อเครื่องยนต์ทำงาน เกิดความร้อนและมีกำลังดันขึ้นภายในห้องเพลาข้อเหวี่ยง อากาศซึ่งมีไอน้ำมันหล่อปนอยู่ จะถูกเทอร์โบชาร์จดูดเข้ามาผ่านหม้อกรองแบบเปียกหรือไส้ตะแกรงโลหะ ส่วนที่เป็นน้ำมันหล่อจะเกาะติดอยู่ที่ไส้กรองและตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป ส่วนที่เป็นอากาศจะถูกดูดเข้าไปในเทอร์โบชาร์จและอัดส่งเข้ากระบอกสูบต่อไป

การซ่อมบำรุงรักษาเรือนสูบและส่วนประกอบ

ไม่มี

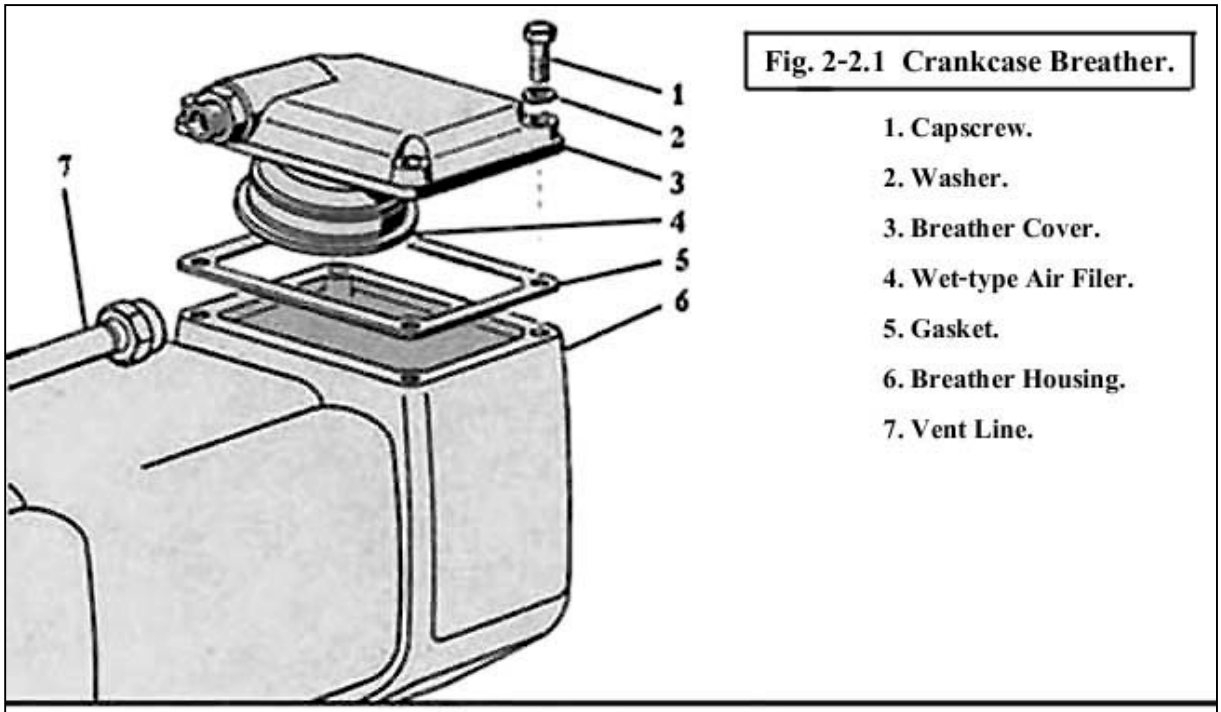


Fig. 2-2.1 Crankcase Breather.

1. Capscrew.
2. Washer.
3. Breather Cover.
4. Wet-type Air Filer.
5. Gasket.
6. Breather Housing.
7. Vent Line.

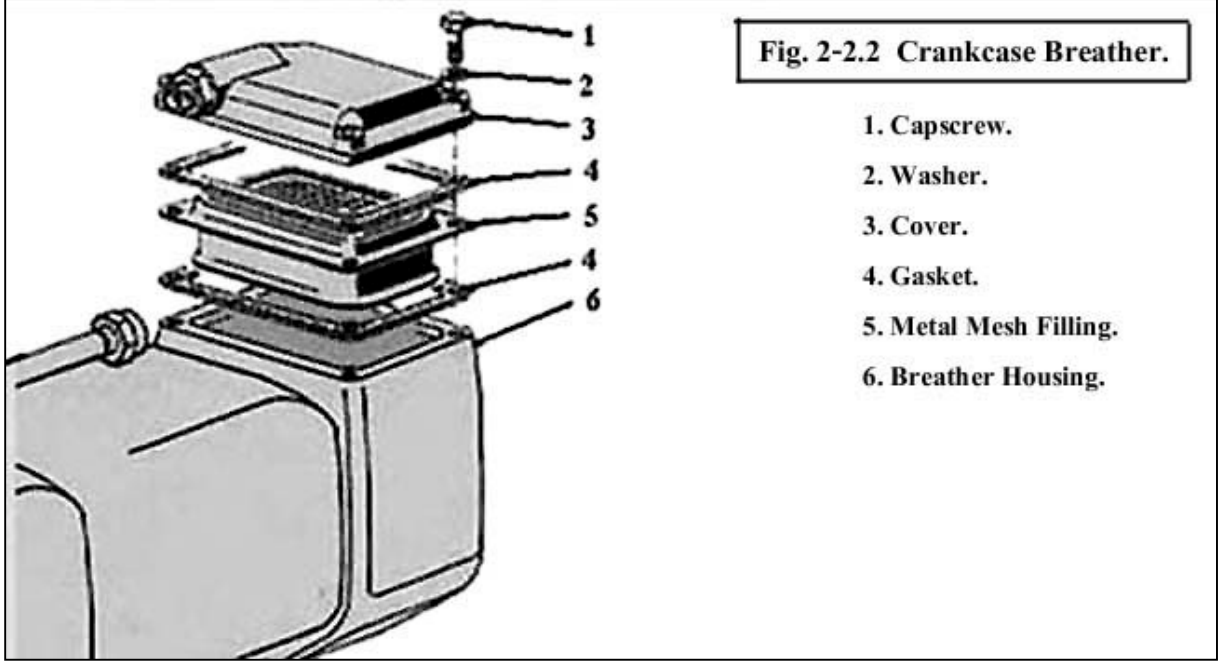


Fig. 2-2.2 Crankcase Breather.

1. Capscrew.
2. Washer.
3. Cover.
4. Gasket.
5. Metal Mesh Filling.
6. Breather Housing.

2.ส่วนขับหมุนเครื่อง(Running Gear or Crankdrive) (รูป 2-3)

หมายถึง ส่วนประกอบของเครื่อง ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนกำลังงานจากการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบให้เป็นกำลังงานทางกล(กำลังงานขับหมุน) ส่งไปใช้งานภายนอกและขับหมุนอุปกรณ์ช่วยต่างๆของเครื่อง

ประกอบด้วยส่วนต่างๆ 3 ส่วนคือ ลูกสูบ(Piston) (รายละเอียดข้อ 2.1)

ก้านต่อ(Connecting Rod) (รายละเอียดข้อ 2.2)

เพลาข้อเหวี่ยง(Crankshaft) (รายละเอียดข้อ 2.3)

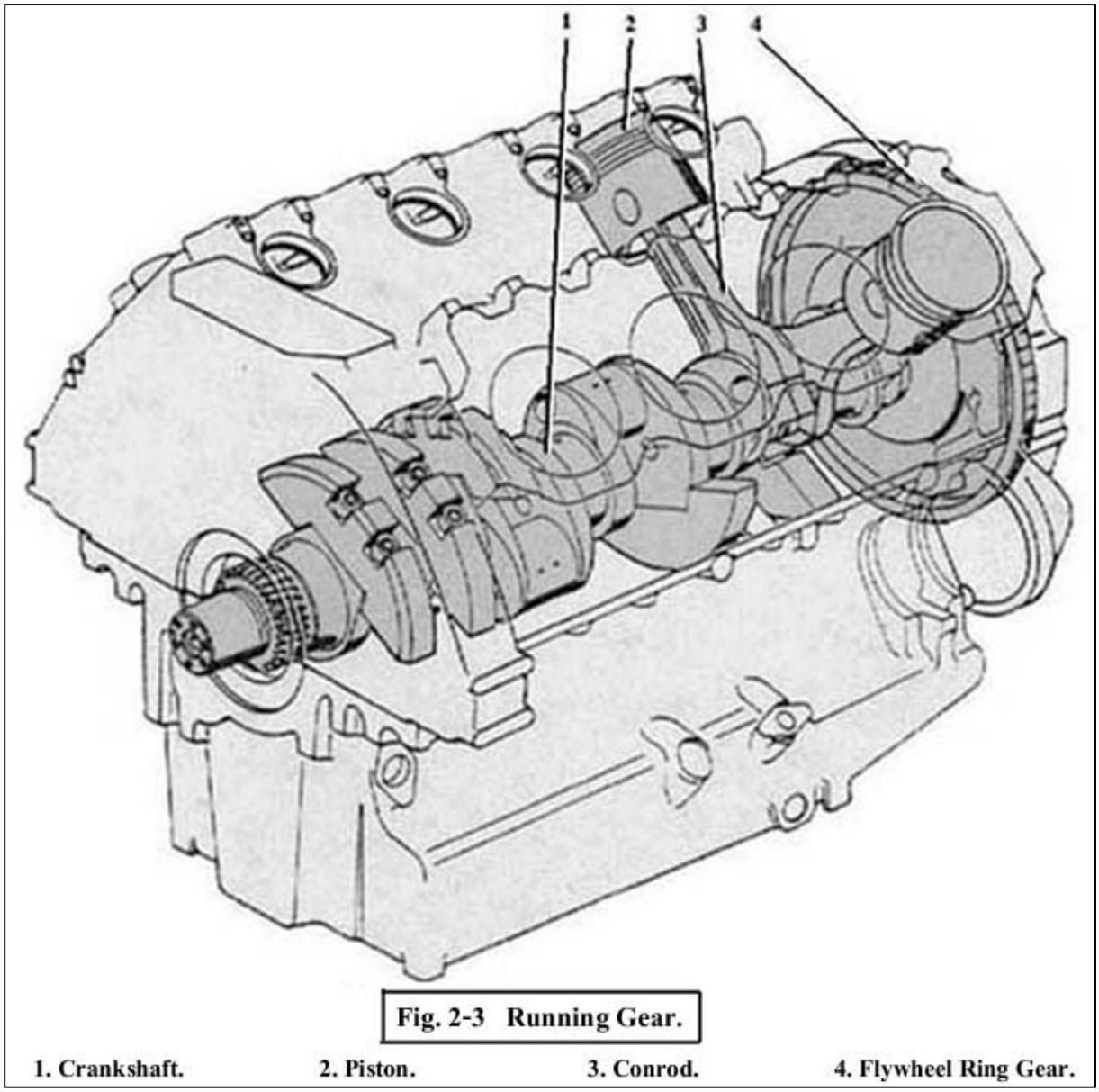


Fig. 2-3 Running Gear.

1. Crankshaft. **2. Piston.** **3. Conrod.** **4. Flywheel Ring Gear.**

2.1 ลูกสูบ(Piston) (รูป 2-4.1 ถึง 2-4.3)

ทำหน้าที่ เปลี่ยนกำลังงานจากการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบ ให้เป็นกำลังงานทางกล(เลื่อนขึ้นลงกลับไป-กลับมา)

เป็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำมันหล่อ(Oil-Cooled Piston) สร้างเป็น 2 ส่วน คือ ยอดลูกสูบ(Piston Crown)และกระโปรงลูกสูบ(Piston Skirt) แล้วนำมาประกอบเข้าด้วยกัน

มี 2 แบบ คือ แบบแยกส่วนไม่ได้(Groove Insert Type) (รายละเอียดข้อ 2.1.1)
แยกส่วนได้(Composite Type) (รายละเอียดข้อ 2.1.2)

2.1.1 แบบแยกส่วนไม่ได้(Groove Insert Type) (รูป 2-4.1)

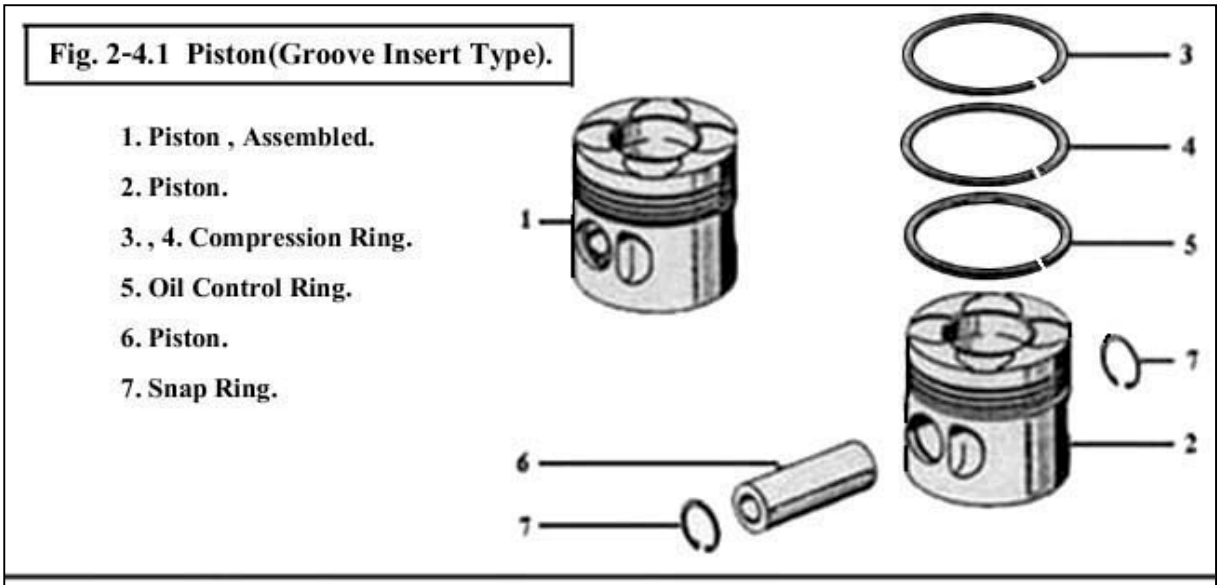
ลักษณะ

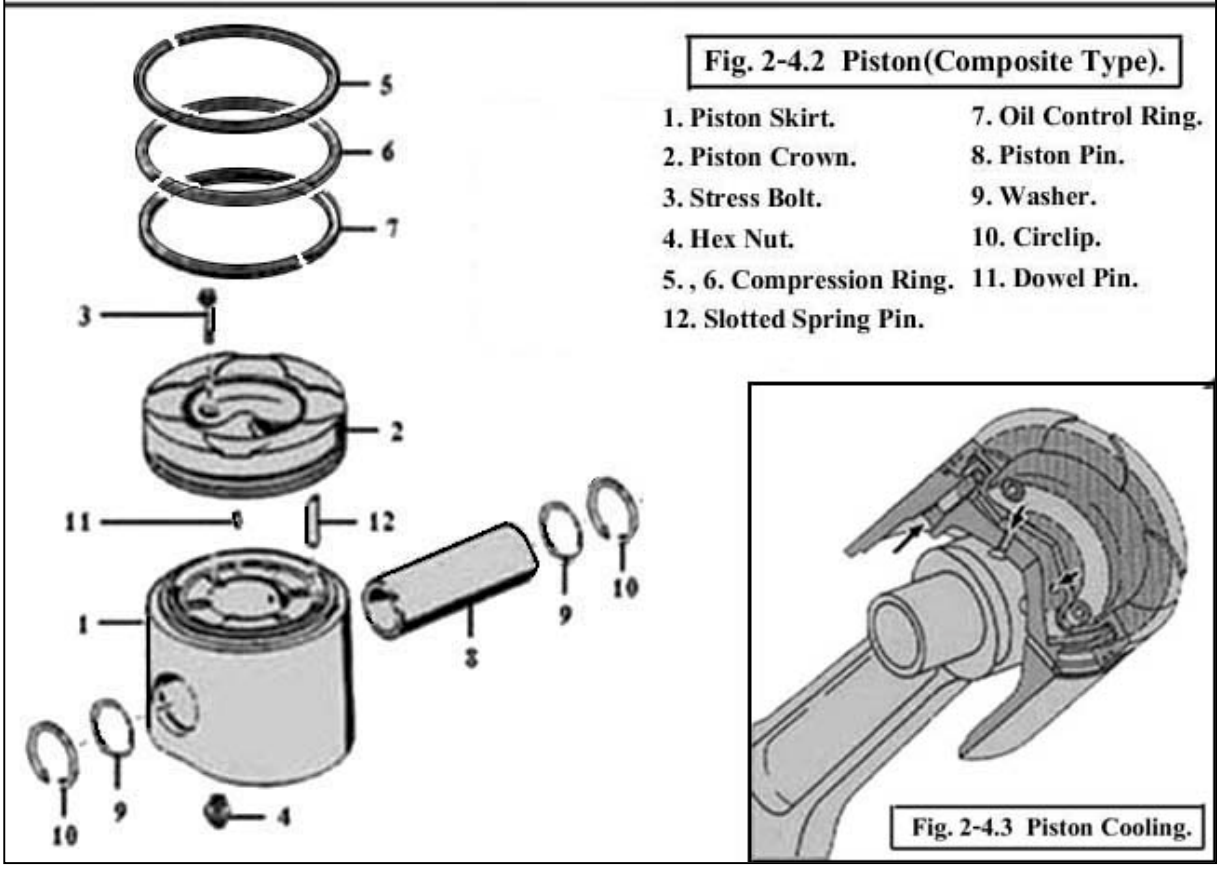
ยอดลูกสูบ(Piston Crown) ทำด้วยโลหะเบาชนิดพิเศษ(Special Grade Light Alloy) ด้านบน-

ตรงกลาง ทำเว้าเป็นห้องเผาไหม้ 1 ห้องและเป็นห้องระยะห่างลิ้น(Valve Clearance Pocket) 4 ห้อง ด้านข้างจะมีร่องสำหรับประกอบแหวนอัดกันรั่ว(Compression Ring) 2-3 วง

กระโปรงลูกสูบ(Piston Skirt) ทำด้วยโลหะผสมกราไฟท์(Graphite) ภายในจะมีช่องทางส่งน้ำมันหล่อและช่องทางน้ำมันหล่อกลับ ด้านข้างจะมีช่องสำหรับประกอบสลักลูกสูบแบบลอยตัว(Floating Piston Pin)โดยมีแหวนล็อค(Snap Ring)ทั้งสองด้าน

ยอดลูกสูบและกระโปรงลูกสูบ ประกอบเข้าด้วยกัน ด้วยวิธีเชื่อมประสานทางไฟฟ้า(Electron Beam Welding)และมีแหวนกวาดน้ำมันหล่อลื่น(Oil Control Ring) ประกอบอยู่ในร่องระหว่างส่วนทั้งสอง 1 วง





2.1.2 แบบแยกส่วนได้(Composite Type) (รูป 2-4.2)

ลักษณะ

ยอดลูกสูบ(Piston Crown) ทำด้วยโลหะแข็ง(Steel) ด้านบน ทำเป็นห้องเช่นเดียวกับแบบแรก และมีช่องสำหรับร้อยสลักยึด(Stress Bolt) ด้านข้างมีร่องสำหรับประกอบแหวนอัดกันรั่ว 2 วง

กระโปรงลูกสูบ(Piston Skirt) ทำด้วยโลหะเบา(Light-Metal) ด้านบนจะมีช่องสำหรับประกอบปลอกเกลียว(Threaded Bushes)หรือนัตพิเศษ(Special Nuts) ส่วนอื่นๆจะมีลักษณะเช่นเดียวกับแบบแรก

ยอดลูกสูบและกระโปรงลูกสูบ ประกอบเข้าด้วยกันโดยใช้สลักยึดร้อยผ่านช่องที่ยอดลูกสูบลงมายึดกับปลอกเกลียวหรือนัตพิเศษที่กระโปรงลูกสูบ เพื่อให้มีกำลังยึดมากกว่าการยึดกับกระโปรงลูกสูบซึ่งเป็นโลหะเบา

ลูกสูบทั้งสองแบบ(รูป 2-4.3) ได้รับการระบายความร้อนโดยน้ำมันหล่อที่ฉีดพ่นจากหัวฉีดฝอย(Spray Nozzle)ที่เรือนสูบ ฉีดพ่นน้ำมันหล่อผ่านช่องทางที่กระโปรงลูกสูบเข้าไปผ่านภายในช่องว่างระหว่างยอดลูกสูบกับกระโปรงลูกสูบ เป็นการระบายความร้อนให้กับลูกสูบ แล้วตกลงหล่อลื่นสลักลูกสูบและตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป

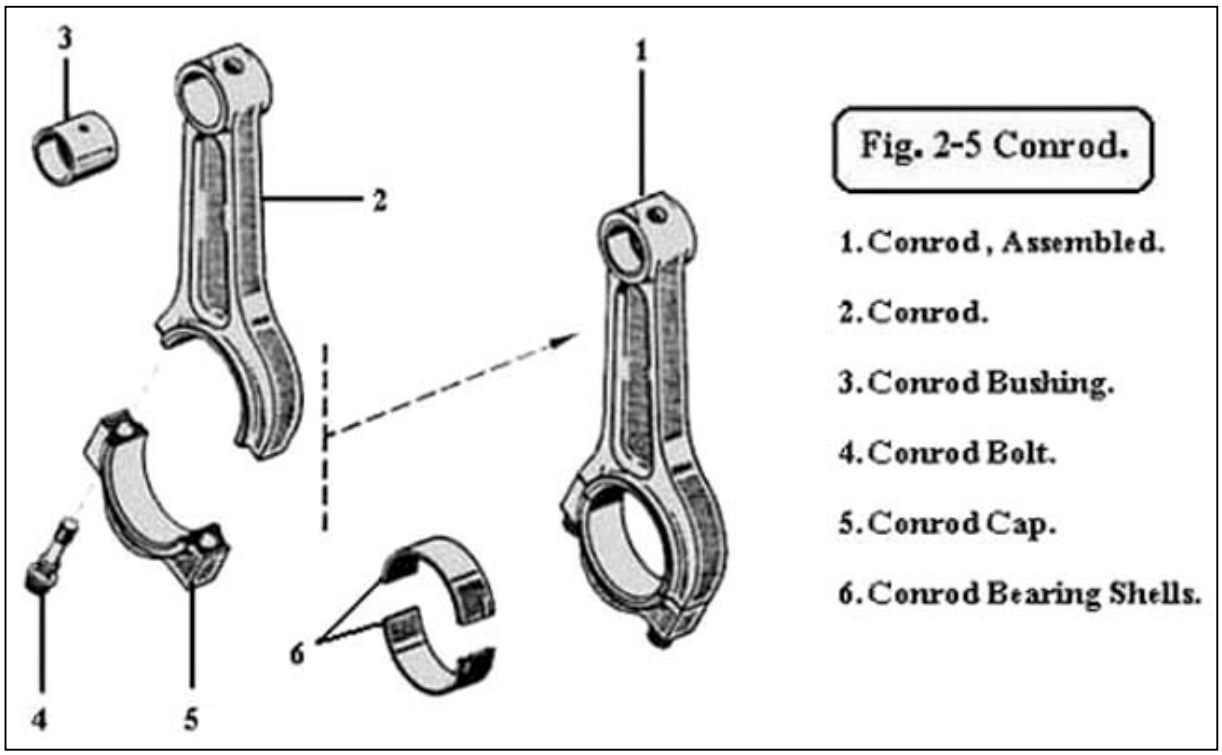
2.2 ก้านต่อ(Connecting Rod or Conrod) (รูป 2-5)

ทำหน้าที่ รับกำลังงานจากลูกสูบและส่งต่อไปยังเพลาข้อเหวี่ยง(Crankshaft)

ลักษณะ

เป็นแบบธรรมดา(Blade Rod) เหมือนกันทั้งสองแถวสูบ(ทุกสูบ)

ทำด้วยวิธี Drop-Forged(ตอกอัดวัตถุลงบนแม่พิมพ์) แล้วปรับแต่งให้เรียบร้อย



ปลายเล็ก(ปลายบน) ประกอบเข้ากับสลักลูกสูบ(Piston Pin)โดยมีแบริ่งแบบปลอก(Bushing) เป็นส่วนรองรับผิวสัมผัส ได้รับการหล่อลื่นโดยน้ำมันหล่อระบายความร้อนลูกสูบตกลงมาตามช่องทางภายในลูกสูบ เข้าหล่อลื่นแล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป

ปลายใหญ่(ปลายล่าง) ประกอบด้วยฝาครอบก้านต่อ(Conrod Cap) โดยใช้สลักยึด(Conrod Bolt)เข้ากับก้านต่อ เมื่อประกอบเข้ากับเดือยข้อเหวี่ยง(Crank Pin) ก้านต่อ 2 อันของสูบตรงข้ามกัน (เช่น สูบ A1 และ B1)จะประกอบอยู่บนเดือยข้อเหวี่ยง(Crank Pin)อันเดียวกัน โดยมีแบริ่งแบบฝา 2 ชิ้น (Shell Bearing)ของก้านต่อแต่ละอันเป็นส่วนรองรับผิวสัมผัส ได้รับการหล่อลื่นโดยน้ำมันหล่อจากรูเพลาข้อเหวี่ยงเข้ามาหล่อลื่น แล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป

2.3 เพลาข้อเหวี่ยง(Crankshaft) (รูป 2-6)

ทำหน้าที่ เปลี่ยนกำลังงานเลื่อนขึ้นลงของลูกสูบและก้านต่อให้เป็นกำลังงานทางหมุน

ลักษณะ

ทำด้วยโลหะตีขึ้นรูป(Forging)เจาะรูทะลุตลอดเพลา(เพื่อเป็นทางส่งน้ำมันหล่อไปหล่อลื่นแบริ่งก้านต่อชุดล่าง) เคลือบแข็งและขัดมันในส่วนที่รองรับกับแบริ่งต่างๆ ทุกแขนข้อเหวี่ยงจะประกอบด้วยน้ำหนักถ่วง(Counterweight) เพื่อให้เพลาได้สมดุลย์ขณะหมุน

ปลายเพลาด้าน KGS. ประกอบด้วยเฟืองเพลาข้อเหวี่ยง(Crankshaft Gear) สำหรับส่งอาการขับหมุนให้หมู่เฟืองขับ(Gear Train)

ปลายเพลาด้าน KS. ประกอบด้วยล้อช่วยแรง(Flywheel)และหน้าแปลนส่งกำลังงานออก(PTO.

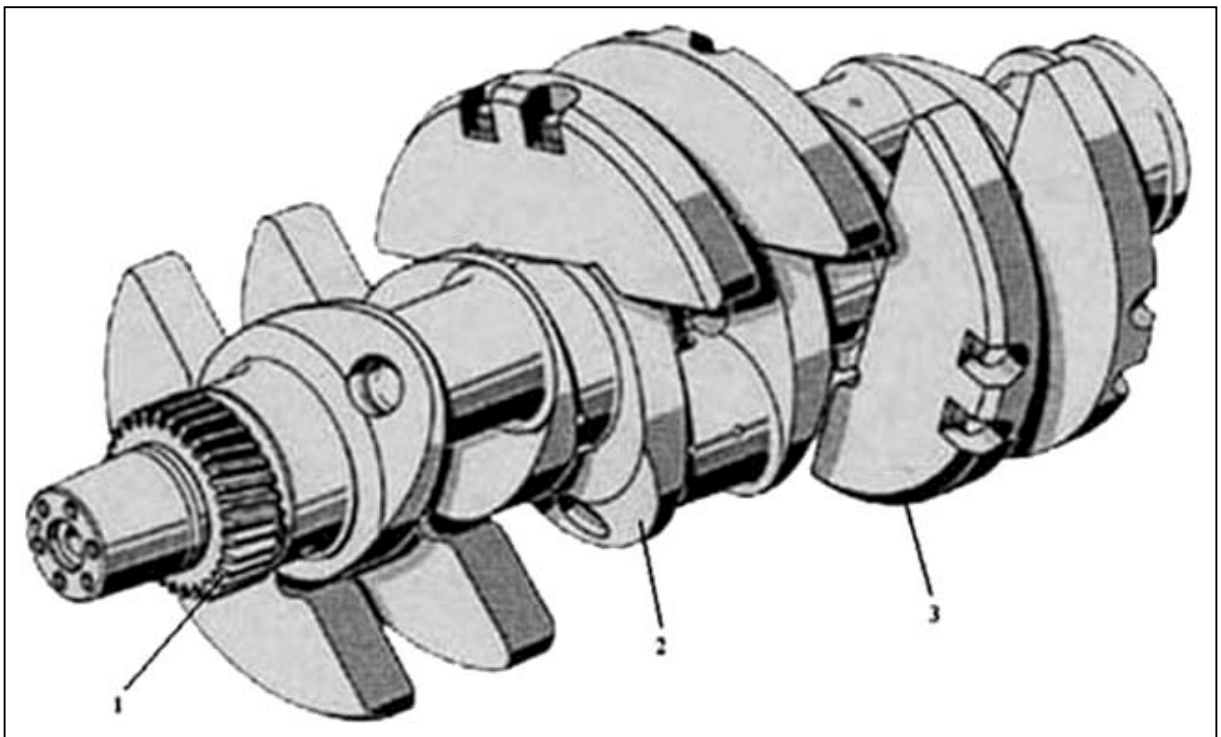


Fig. 2-6 Crankshaft.

1. Crankshaft Gear. **2. Crankshaft.** **3. Counterweight.**

Flange) สำหรับส่งต่อกำลังงานไปใช้งานภายนอก เช่น ขับหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือขับหมุนเพลาใบจักร เป็นต้น ซึ่งที่หน้าแปลนส่งกำลังงานออกนี้ จะมีขีดเครื่องหมายตำแหน่งจุดระเบิดของสูบ A1 อยู่ โดยมีเข็มชี้อยู่ที่เรือนล้อช่วยแรง(Flywheel Housing)

ตลอดเพลา รองรับด้วยแบริ่งใหญ่(Main Bearing) เป็นแบบฝา 2 ชิ้น(Sleeve Bearing) และแบบลูกกลิ้งกลม(Deep Groove Ball Bearing) 1 ชุด อยู่ด้าน KS. ทำหน้าที่กันรุน(Axial Thrust) การหล่อลื่นแบริ่งเหล่านี้ โดยน้ำมันหล่อจากท่อน้ำมันหล่อหลัก ส่งผ่านท่อทางแยกลงมาหล่อลื่นแบริ่งทุกชุด แล้วไหลผ่านรูเพลาข้อเหวี่ยงไปหล่อลื่นแบริ่งก้านต่อชุดล่าง แล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป

*** <u>หมายเหตุ</u>**

เครื่อง TE บางรุ่น จะมีชุดรับแรงสั่นสะเทือนประกอบอยู่ที่ปลายเพลาข้อเหวี่ยงด้าน KGS. ด้วย

การซ่อมบำรุงรักษาส่วนขับหมุนเครื่อง

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 1-5

3.ฝาสูบ(Cylinder Head) (รูป 2-7)

ทำหน้าที่ ปิดผนึกห้องเผาไหม้ด้านบน

ลักษณะ

เป็นแบบฝาสูบแยก(1สูบ ใช้ 1 ฝาสูบ) ทำด้วยเหล็กหล่อชนิดพิเศษ(Special-Grade Cast Iron)

ภายใน เจาะเป็นช่องทางเดินอากาศดี-แก๊สเสีย,ช่องทางเดินน้ำจืดระบายความร้อนและช่องทางส่งน้ำมันหล่อ ประกอบอยู่บนเรือนสูบทุกสูบด้วยสลักยึด(Stress Bolt) โดยมีแผ่นรอง(Supporting Plate)และแผ่นกันรั่ว(Gasket) ช่วยกันรั่วทุกฝาสูบ

ด้านบนฝาสูบ จะประกอบด้วยเรือนกลไกควบคุมลิ้น(Valve Gear Housing)และฝาครอบฝาสูบ (Cylinder Head Cover) ตามลำดับ

ส่วนประกอบที่สำคัญของฝาสูบ คือ

ปลอกรับหัวฉีด(Protective Sleeve) (รายละเอียดข้อ 3.1)

ลิ้นอากาศดี-ลิ้นแก๊สเสีย(Inlet-Exhaust Valve) (รายละเอียดข้อ 3.2)

3.1 ปลอกรับหัวฉีด(Protective Sleeve) (รูป 2-7)

ประกอบอยู่ที่ส่วนกลางฝาสูบ จำนวน 1 ปลอก

เป็นที่สำหรับประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injector)

ลักษณะ

เป็นปลอกกลม ปลายส่วนล่างจะมีขนาดเล็กกว่าส่วนบน ที่ปลายส่วนล่างด้านนอกจะเป็นเกลียวสำหรับกวดยึดเข้ากับฝาสูบและที่ส่วนบนจะประกอบด้วยวงกันรั่ว(O-Ring) จำนวน 1 วง สำหรับกันรั่วน้ำจืดระบายความร้อนอยู่โดยรอบภายนอกปลอกรับหัวฉีด

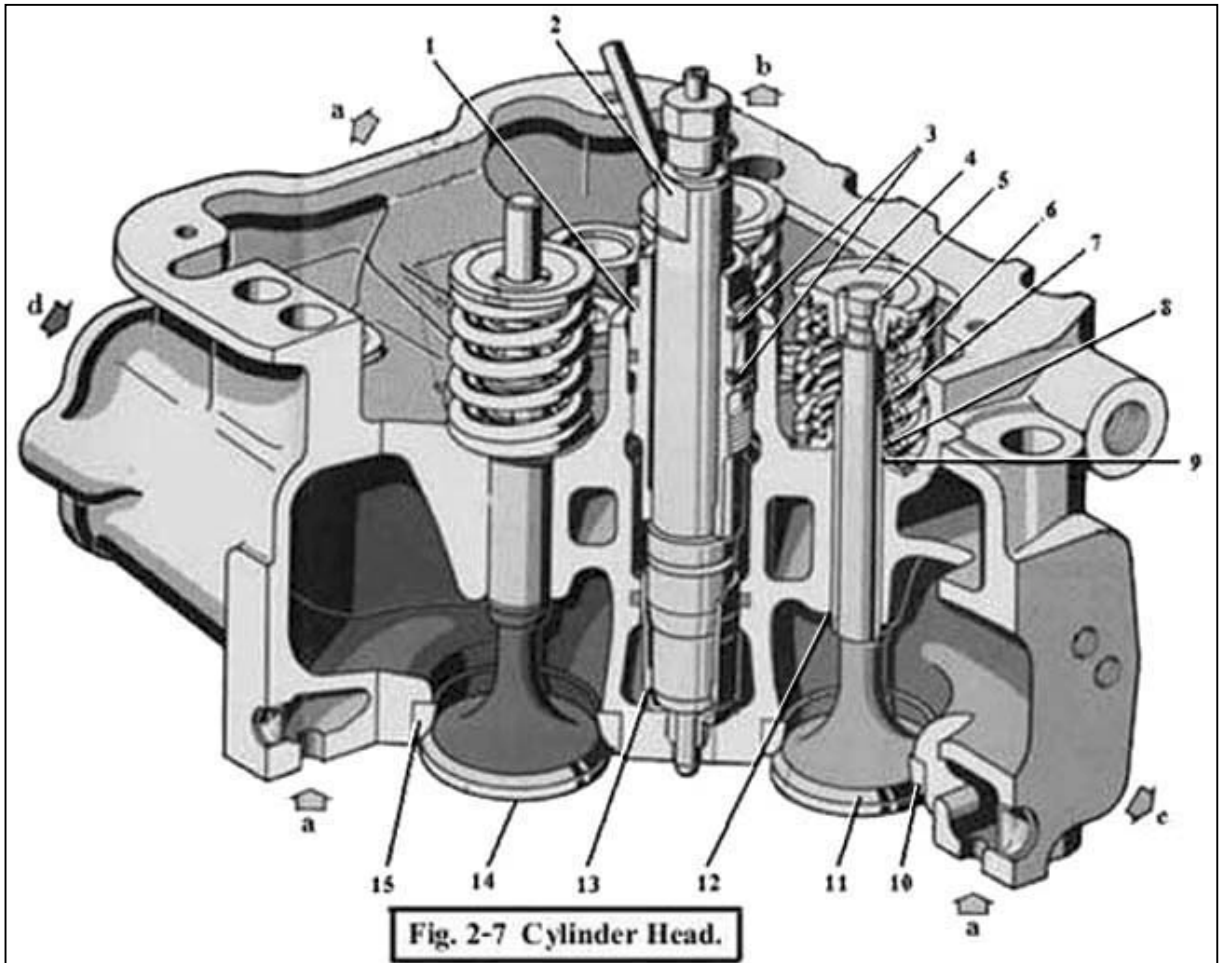


Fig. 2-7 Cylinder Head.

1. Thrust Screw.	2. Fuel Injector.	3. O-ring.	4. Spring Retainer.
5. Valve Collet.	6. Valve Spring , Outer.	7. Valve Spring , Inner.	8. Valve Rotator.
9. Snap Ring.	10. Valve Seat Insert.	11. Exhaust Valve.	12. Valve Guide.
13. Protective Sleeve.	14. Inlet Valve.	15. Valve Seat Insert.	
a. = Engine Coolant.	b. = Engine Oil.	c. = Exhaust Gas.	d. = Air.

3.2 **ลิ้นอากาศดี-ลิ้นแก๊สเสีย**(Inlet-Exhaust Valve) (รูป 2-7 / 2-8)

ประกอบอยู่โดยรอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง จำนวน 4 ลิ้น(อย่างละ 2 ลิ้น)

ลักษณะการทำงาน

ลิ้นทั้งหมด จะประกอบอยู่ในปลอกนำลิ้น(Valve Guide) โดยมีสปริงลิ้น(Valve Spring) ลิ้นละ 2 ชุด ปกติลิ้นจะปิดด้วยกำลังสปริงลิ้นและจะเปิดด้วยกำลังกดจากกระเดื่องกดลิ้น(Valve Rocker Arm)

ลิ้นอากาศดี ก้านลิ้น(Valve Stem)จะยาวกว่าและขนาดของหัวลิ้น(Valve Head)จะโตกว่าของลิ้นแก๊สเสีย เพื่อให้การกวาดล้างแก๊สเสียได้ผลดียิ่งขึ้น

ลิ้นแก๊สเสีย ภายในลิ้นบรรจุไว้ด้วยโซเดียม(Sodium) เพื่อให้มีการถ่ายเทความร้อนที่ดี(ลิ้นอากาศดีไม่มี) และลิ้นแก๊สเสียจะประกอบด้วยชุดหมุนลิ้น(Valve Rotator)(บางเครื่องอาจประกอบอยู่ทั้งลิ้นอากาศดีและแก๊สเสีย) ที่ทำให้ลิ้นหมุนตัวเล็กน้อยขณะเปิด เพื่อป้องกันไม่ให้หัวลิ้น(Valve Head) ได้รับความร้อนเฉพาะจุดและไม่ให้คราบเขม่า(Carbon)เกาะสะสมบริเวณบ่าลิ้น(Valve Seat)

ลักษณะการทำงานของชุดหมุนลิ้น(Valve Rotator) # (รูป 2-8)

ทิศทางการหมุน ทวนเข็มนาฬิกา(CCW.)

ประกอบอยู่ด้านล่างของแผ่นรองสปริง(Cap)ของลิ้นแก๊สเสีย

ประกอบด้วยแผ่นสปริง(Belleville Spring),ฝาบังคับลูกกลิ้ง(Ball Race)และลูกกลิ้ง(Steel Ball)พร้อมสปริงลูกกลิ้ง(Ball Spring)ที่ประกอบอยู่ในร่องซึ่งลาดเอียงเป็นแอ่งลึกตรงกลางร่องของเรือน (Body)

เมื่อลิ้นปิดอยู่ คือ ไม่มีกำลังกดจากกระเดื่องกดลิ้น ลูกกลิ้งจะถูกสปริงลูกกลิ้ง ดันให้เลื่อนไปอยู่ด้านริมสุดของร่องลูกกลิ้ง ซึ่งเป็นส่วนที่สูงของร่อง

ในขณะที่ลิ้นเปิด คือ ขณะที่กระเดื่องกดลิ้นกดลง จะมีแรงกดส่งผ่านก้านลิ้น,แผ่นรองสปริง, แผ่นสปริงและฝาลูกบังคับลูกกลิ้งถึงลูกกลิ้งตามลำดับ ทำให้ลูกกลิ้งถูกกดให้เลื่องลง ไปอยู่ส่วนที่ต่ำที่สุดของร่อง ซึ่งในขณะที่ลิ้นเปิดนี้ ผิวสัมผัสระหว่างส่วนต่างๆที่ส่งผ่านกำลังกดดังกล่าวจะมีความฝืดสูง ทำให้มีการส่งต่ออาการเลื่อนตัวของลูกกลิ้งย้อนกลับ ทำให้ลิ้นหมุนตัวไปตามระยะเลื่อนของลูกกลิ้ง

ในขณะที่ลิ้นปิดด้วยกำลังสปริงลิ้น คือ ไม่มีกำลังกดจากกระเดื่องกดลิ้น ลูกกลิ้งจะถูกสปริงลูกกลิ้งดันให้เลื่อนกลับตำแหน่งเดิม แต่ในขณะนี้ผิวสัมผัสระหว่างส่วนต่างๆที่ส่งผ่านกำลังกดดังกล่าวจะมีความฝืดน้อย ลูกกลิ้งจึงเลื่อนกลับตำแหน่งเดิมโดยไม่มีการส่งต่ออาการเลื่อนตัวของลูกกลิ้งกลับไปยังลิ้น ทำให้ลิ้นไม่หมุนตัวไปตามระยะเลื่อนของลูกกลิ้ง

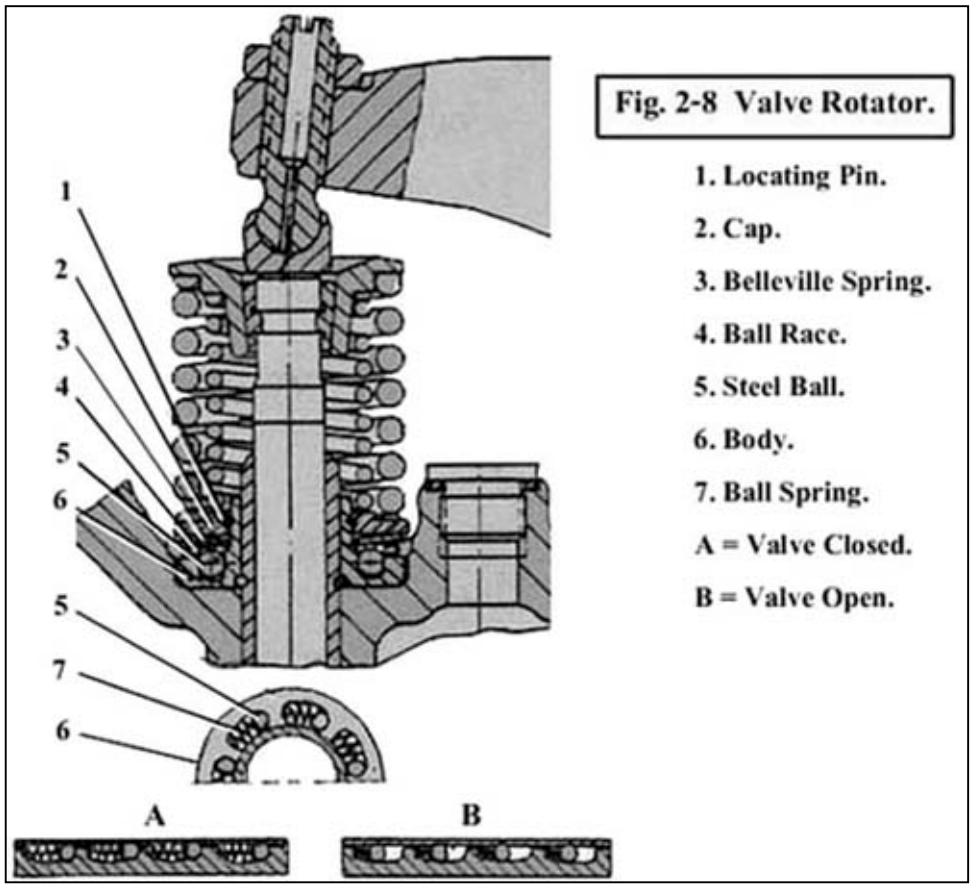


Fig. 2-8 Valve Rotator.

1. Locating Pin.
2. Cap.
3. Belleville Spring.
4. Ball Race.
5. Steel Ball.
6. Body.
7. Ball Spring.

A = Valve Closed.

B = Valve Open.

4.กลไกควบคุมลิ้น(Valve Gear) (รูป 2-9)

หมายถึง ส่วนประกอบที่ทำหน้าที่ควบคุมการปิด-เปิดของลิ้นอากาศดี-ลิ้นแก๊สเสีย

ประกอบด้วยส่วนต่างๆ 3 ส่วน คือ เพลาลูกเบี้ยว(Camshaft)

ก้านส่ง(Push Rod)

กระเดื่องกดลิ้น(Rocker Arm)

ลักษณะการทำงาน

เพลาลูกเบี้ยว(Camshaft) ประกอบอยู่ที่ส่วนบนด้านในเรือนลูกสูบ จำนวน 2 เพลา ทำหน้าที่ควบคุมการปิด-เปิดของลิ้นทั้งสองแถวสูบ(Bank) เพลาละแถวสูบ

ลักษณะเป็นเพลายาวตลอดเรือนสูบ แต่ละสูบจะมีลูกเบี้ยว 2 ลูก สำหรับลิ้นอากาศดี 1 ลูกและลิ้นแก๊สเสีย 1 ลูก รองรับเพลาด้วยแบริ่งแบบฝา 2 ชิ้น(Sleeve Bearing)ตลอดเพลา โดยแบริ่งด้าน KGS จะทำหน้าที่กันรุน(Axial Thrust)ด้วย ปลายเพลาด้าน KGS. จะประกอบด้วยเฟืองขับ(Drive Gear) สำหรับรับอาการขับหมุนจากหมู่เฟืองขับ(Gear Train)และส่งอาการหมุนผ่านลูกเบี้ยว(Cam)ให้ก้านส่ง

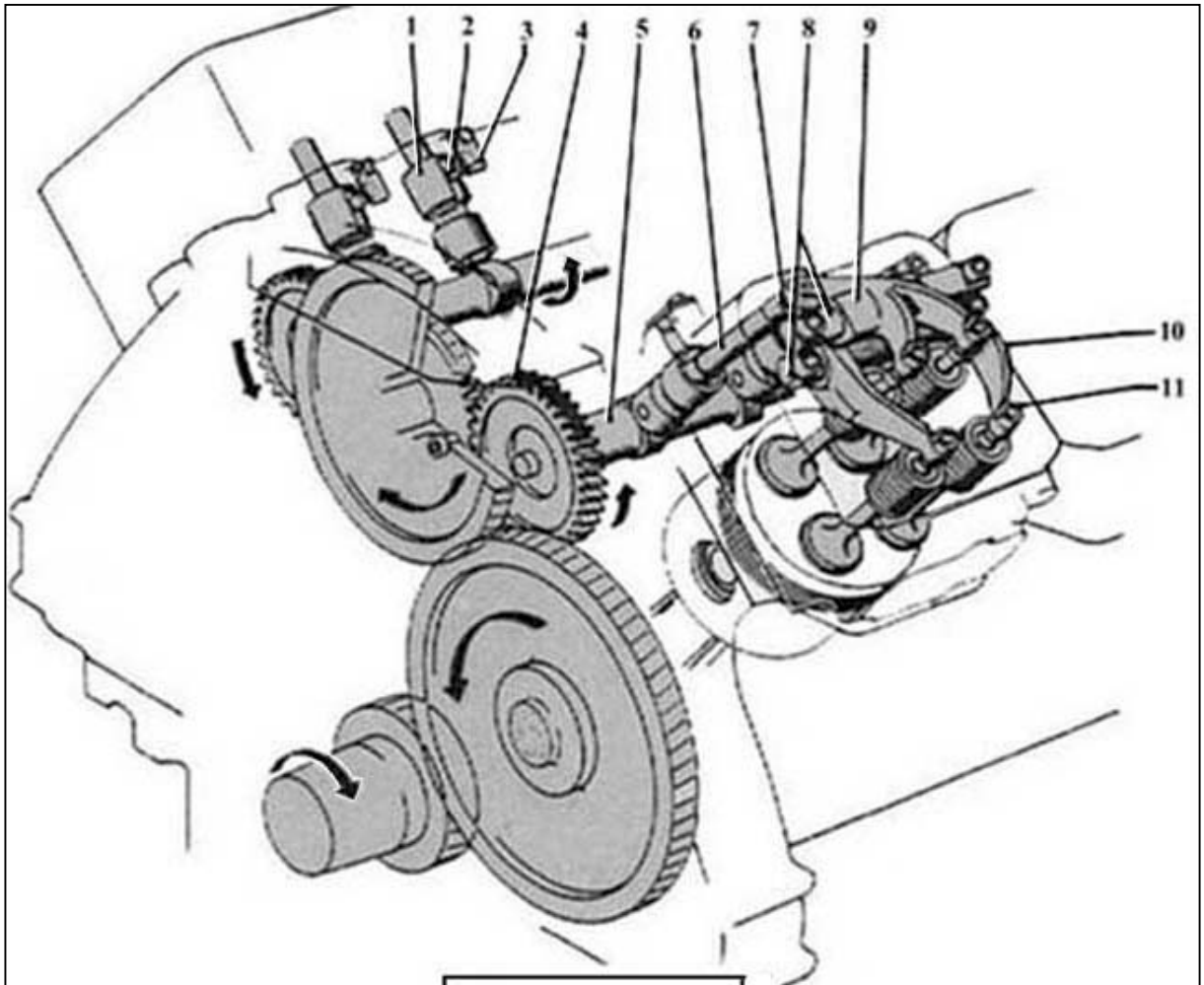


Fig. 2-9 Valve Gear.

1. Roller Tappet.	2. Guide Pin.	3. Arrestor.	4. Drive Gear.
5. Camshaft.	6. Push Rod.	7. Ball Stud.	8. Rocker Shaft.
9. Rocker , Intake.	10. Rocker , Exhaust.	11. Adjusting Screw.	

ก้านส่ง(Push Rod) เป็นแบบมีลูกกลิ้งที่ขาก้านส่ง(Roller Tappet) ใน 1 สูบ ประกอบด้วยก้านส่ง 2 ก้าน สำหรับลิ้นอากาศดีและลิ้นแก๊สเสียอย่างละ 1 ก้าน โดยชุดก้านส่ง คือ ขาก้านส่งและก้านส่งจะรับอาการจากลูกเบี้ยวของเพลาลูกเบี้ยวและส่งต่ออาการให้กระเดื่องกดลิ้น

กระเดื่องกดลิ้น(Rocker Arm) เป็นแบบกระเดื่องแขนคู่(Twin Arm Rocker) ประกอบอยู่กับเพลากระเดื่อง(Rocker Shaft)อยู่บนฝาสูบภายในเรือนกลไกควบคุมลิ้น(Valve Gear Housing) จำนวน 2 ชุด คือ กระเดื่องแขนยาว 1 ชุดสำหรับลิ้นแก๊สเสียและกระเดื่องแขนสั้น 1 ชุดสำหรับลิ้นอากาศดี โดยปลายแขนเดี่ยวของกระเดื่องทั้งสองชุดจะรับอาการจากปลายบนของก้านส่ง และปลายแขนคู่จะส่งอาการปิด-เปิดให้ลิ้นอากาศดี-ลิ้นแก๊สเสียทั้งสี่ลิ้น ซึ่งที่ปลายแขนคู่ของกระเดื่องกดลิ้นจะประกอบด้วยสลักเกลียวปรับแต่ง(Adjusting Screw) สำหรับปรับแต่งระยะห่างลิ้น(Valve Clearance) ขณะไม่ได้เดินเครื่อง

การหล่อลื่น โดยน้ำมันหล่อจากท่อน้ำมันหล่อหลัก(Main Oil Gallery) ส่งผ่านช่องทางภายในเรือนสูบเข้าหล่อลื่นแบริ่งเพลาลูกเบี้ยว แล้วส่วนหนึ่งจะส่งผ่านท่อส่งด้านในเครื่องและช่องทางที่ฝาสูบเข้าหล่อลื่นเพลากระเดื่องและหล่อลื่นปลายแขนคู่ของกระเดื่องกดลิ้น ก่อนตกลงหล่อลื่นชุดขาก้านส่งแล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อผ่านท่อทางด้านนอกเครื่อง โดยด้านบนฝาสูบจะประกอบด้วยเรือนกลไกลควบคุมลิ้น(Valve Gear Housing)และฝาครอบฝาสูบ(Cylinder Head Cap) ทำหน้าที่กั้นส่วนที่เป็นน้ำมันหล่อกับน้ำมันเชื้อเพลิงไม่ให้รั่วไหลปนกัน

ก่อนเริ่มเดินเครื่องครั้งแรก(Initial Startup) ต้องเติมน้ำมันหล่อใส่สลักเกลียวปรับแต่งให้เต็ม

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียด บทที่ 9 ข้อ 6-10

5.อุปกรณ์ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Equipment) (รูป 2-10)

หมายถึง ส่วนประกอบที่ทำหน้าที่สูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงเข้าห้องเผาไหม้

ประกอบด้วยส่วนต่างๆ 4 ส่วน คือ

สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงหรือสูบน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง(Fuel Injection Pump) (รายละเอียดข้อ 5.1)

ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง(Fuel Pressure Line) (รายละเอียดข้อ 5.1)

ส่วนปรับแต่งจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Timer) (รายละเอียดข้อ 5.2)

หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Nozzels) (รายละเอียดข้อ 5.3)

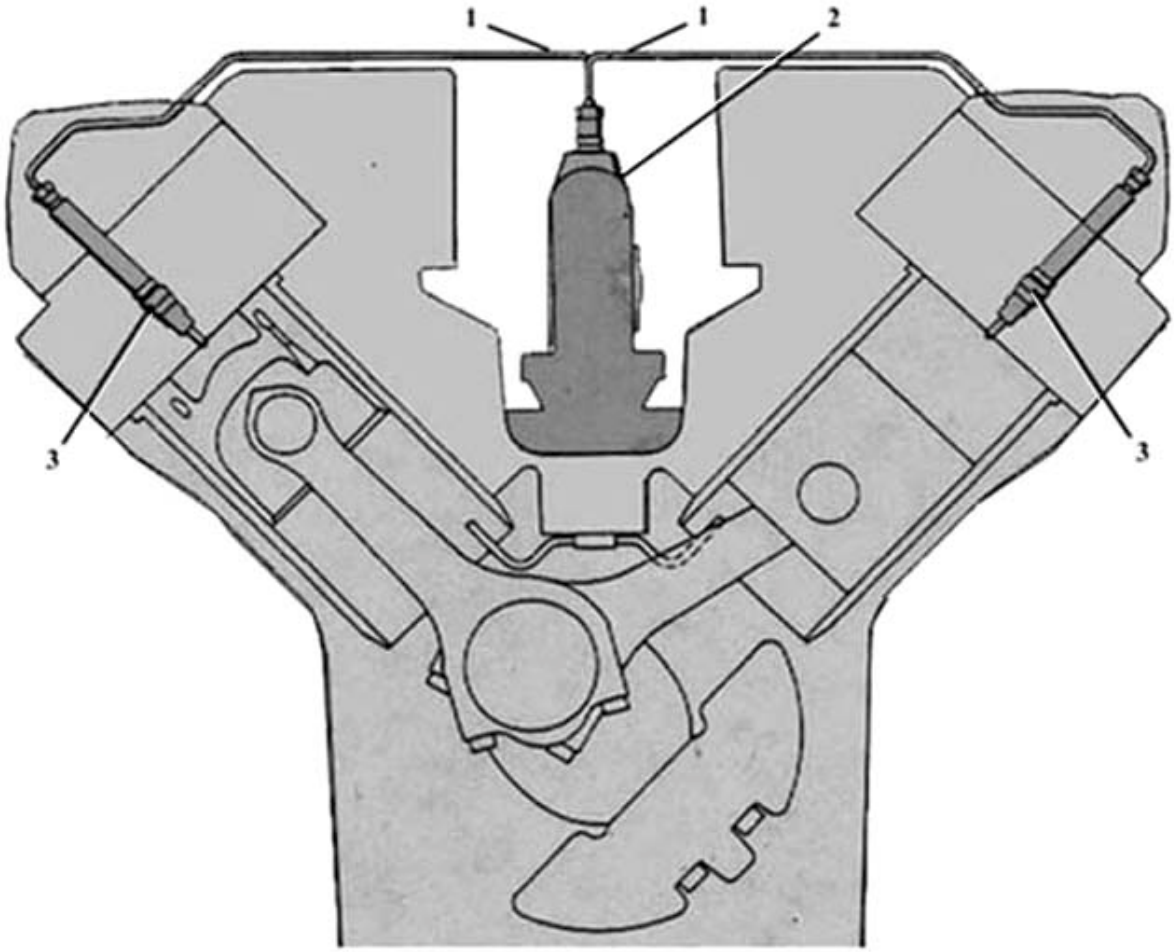


Fig. 2-10 Fuel Injection Equipment.

1. Fuel Pressure Line. 2. Fuel Injection Pump. 3. Fuel Injector.

5.1 **สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงหรือสูบน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง**(Fuel Injection Pump) (รูป 2-11.1)

ในเครื่องแต่ละแบบหรือแต่ละขนาด รายละเอียดของสูบน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงจะต่างกันด้วย แต่จะมีลักษณะการทำงานเหมือนกัน ดังนี้

ทำหน้าที่ สูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงไปเข้าหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ผ่านท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง(Fuel Pressure Line)ซึ่งเป็นท่อสำเร็จรูป [*ในบางเครื่อง* จะเป็นท่อ 2 ชั้น] ***ห้ามดัดให้เสียรูปทรง***

เป็นแบบลูกสูบเลื่อน(Plunger) ของบริษัทบอสช์(Bosch) ประกอบรวมกันเป็นชุดเดียว อยู่ตรงกลางเครื่องด้านบนเรือนสูบ(ระหว่างแถวสูบทั้งสอง)

ลักษณะ

เรือนของสูบ(Pump Housing) ทำด้วยโลหะเบา(Light metal) ประกอบด้วยส่วนต่างๆคือลิ้นส่งและช่องจำกัดน้ำมันกลับ(Delivery Valve and Return Restrictor)[หรือลิ้นส่งและลิ้นผ่อนกำลังดัน(Delivery and pressure Relief Valve)],ชุดลูกสูบเลื่อน(Pump Element),คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel

Rack),ลูกกลิ้งขาก้านส่ง(Roller Tappet),เพลาลูกเบี้ยว(Camshaft)และลิ้นส่งน้ำมันหล่อ(Oil Feed Valve)

ชุดลูกสูบเลื่อน(Pump Element) ประกอบด้วยลูกสูบเลื่อน(Plunger)และปลอกลูกสูบเลื่อน(Barrel)เป็นชุด จำนวนชุดเท่ากับจำนวนสูบของเครื่อง ลักษณะของลูกสูบเลื่อน(Plunger) ปลายบนจะมี

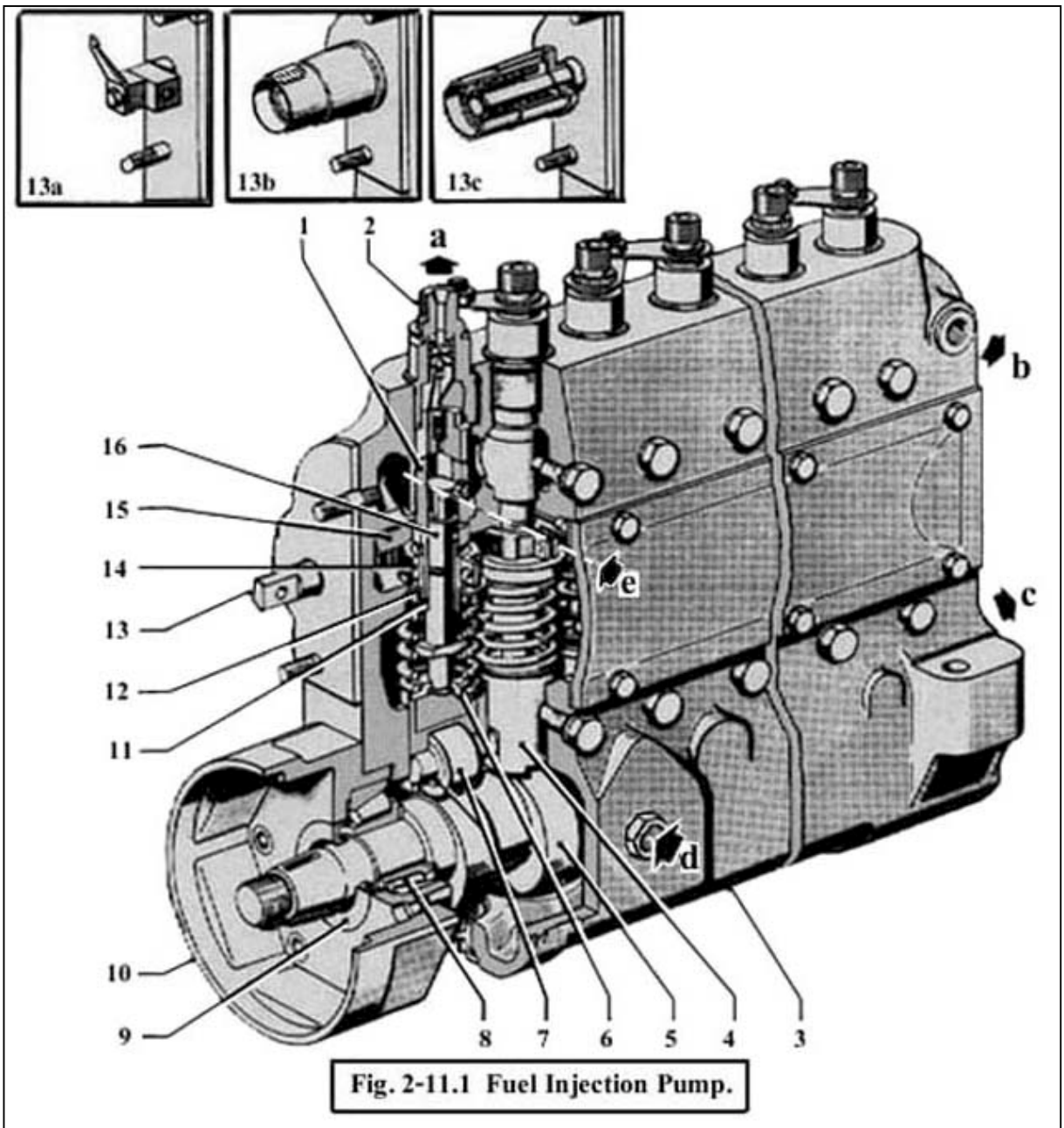


Fig. 2-11.1 Fuel Injection Pump.

1. Pump Element Barrel.	2. Delivery Valve.	3. Housing.
4. Roller Tappet.	5. Camshaft.	6. Lower Spring Retainer.
7. Roller.	8. Tapered Roller Bearing.	9. Oil Seal.
10. Bearing Cover.	11. Control Sleeve.	12. Upper Spring Retainer.
13. Control Rack.	13a. Control Rack With Pointer.	13b. Rack Travel Indicator.
13c. Cutout Cylinder.	14. Control Sleeve Toothed Quadrant.	15. Control Rack Teeth.
16. Pump Element.	a. Fuel Outlet(Pressurized)	b. Fuel Outlet(Return).
c. Engine Oil Return.	d. Engine Oil Inlet.	e. Fuel Inlet.

ร่องถึงแง่เฉียงล่าง ตอนล่างประกอบด้วยสปริงลูกสูบเลื่อน(Plunger Spring)และปลอกควบคุม(Control Sleeve) ที่มีฟันเฟืองขบอยู่กับเฟืองของคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Rack) ปลอกลูกสูบเลื่อน(Barrel) ตอนบน จะมีช่องทางน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า-ออก อยู่ 2 ช่องทาง ด้านบนของชุดลูกสูบเลื่อน ประกอบด้วยลิ้นส่งและช่องจำกัดน้ำมันกลับ [หรือลิ้นส่งและลิ้นผ่อนกำลังดัน] (รายละเอียด ข้อ 5.1.1)

เพลาลูกเบี้ยว(Camshaft) ได้รับการขับหมุนจากหมู่เฟืองขับ(Gear Train)ผ่านส่วนปรับแต่งจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Timer)และส่งต่ออาการผ่านลูกกลิ้งขาก้านส่งให้ลูกสูบเลื่อน(Plunger)เลื่อนตัวขึ้นในการสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง(เลื่อนขึ้นโดยลูกเบี้ยวและเลื่อนลงโดยสปริงลูกสูบเลื่อน)

คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Rack) มีลักษณะเป็นคันยาวตลอดเรือนของสูบและมีเฟืองขบอยู่กับเฟืองของปลอกควบคุม(Control Sleeve) ได้รับอาการเลื่อนตัวจากเครื่องควบคุมความเร็ว(Governor) และส่งอาการผ่านปลอกควบคุม ให้ลูกสูบเลื่อนหมุนตัว ในการปรับแต่งปริมาณการส่งหรือการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

ในเครื่องที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ตัดการทำงานของสูบ(Cylinder Cutout) คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงนี้ จะเป็นแบบ 2 ชั้น (รายละเอียดข้อ 7)

ลิ้นส่งน้ำมันหล่อ(Oil Feed Valve) ประกอบอยู่ที่ท่อทางน้ำมันหล่อเข้าเรือนของสูบ ปกติจะปิดด้วยแรงกดของสปริงลิ้นและเปิดด้วยลูกเบี้ยวเพื่อส่งน้ำมันหล่อเข้าหล่อลื่นส่วนต่างๆภายในเรือนของสูบ น้ำมันหล่อภายในเรือนของสูบ ถ้ามีปริมาณสูงจะไหลกลับอ่างน้ำมันหล่อทาง ทางช่องทางน้ำมันล้น (Spill Line)

การทำงาน # (รูป 2-11.2)

จังหวะที่ 1 ลูกสูบเลื่อน เลื่อนลง จนกระทั้งบ่าบนเปิดช่องทางน้ำมันของปลอกลูกสูบเลื่อน (Barrel) เป็นจังหวะดูดให้น้ำมันเชื้อเพลิงจากห้องดูด(Suction Gallery) เข้ามาภายในห้องส่ง(Delivery Chamber) ด้านบนลูกสูบเลื่อน

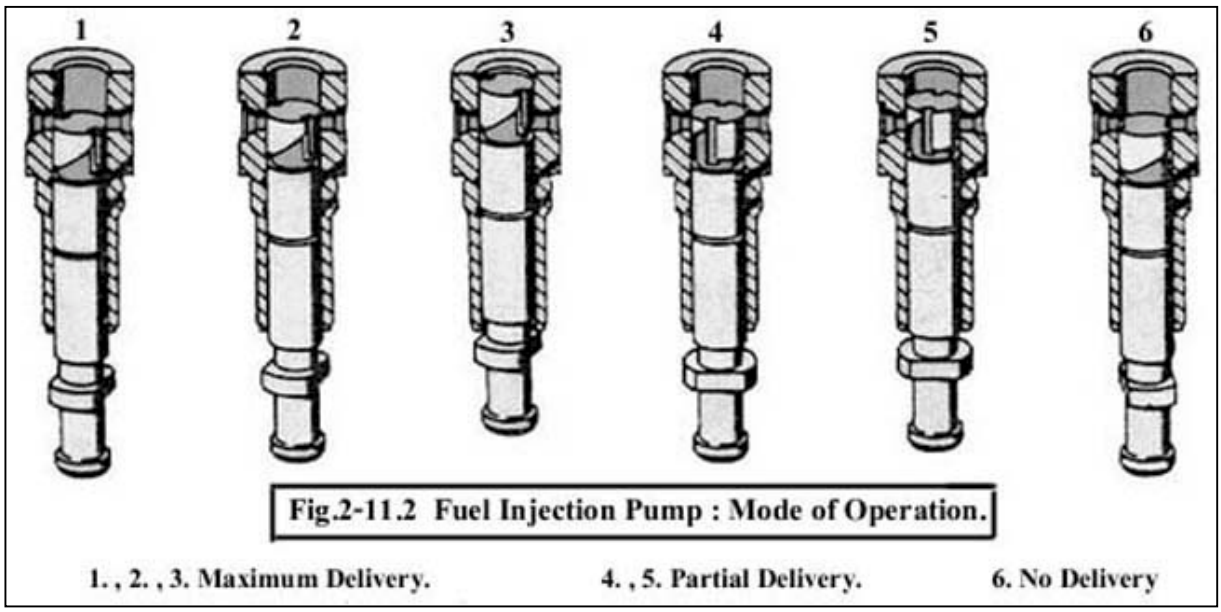


Fig.2-11.2 Fuel Injection Pump : Mode of Operation.

1. , 2. , 3. Maximum Delivery. **4. , 5. Partial Delivery.** **6. No Delivery**

จังหวะที่ 2 ลูกสูบเลื่อน เลื่อนขึ้น จนกระทั้งบ่าบนปิดช่องทางน้ำมันของปลอกลูกสูบเลื่อน เป็นจังหวะเริ่มส่งน้ำมันเชื้อเพลิงภายในห้องส่ง(ไปเข้าห้องเผาไหม้)

จังหวะที่ 3 ลูกสูบเลื่อน เลื่อนขึ้น จนกระทั้งแง่เฉียงล่างเปิดช่องทางน้ำมันของปลอกลูกสูบเลื่อน ให้น้ำมันเชื้อเพลิงภายในห้องส่งด้านบนลูกสูบเลื่อน ไหลออกผ่านช่องทางออกสู่ห้องดูดได้เป็นจังหวะสิ้นสุดการส่ง

ปริมาณการส่งน้ำมันเชื้อเพลิง คือ ระยะจากบ่าบนถึงแง่เฉียงล่าง

ในจังหวะที่ 1,2,3 จะมีการส่งน้ำมันเชื้อเพลิงมากที่สุด(Max.Delivery)

ในจังหวะที่ 4,5 ลูกสูบเลื่อนได้รับอาการหมุนตัว ทำให้มีระยะจากบ่าบนถึงแง่เฉียงล่างน้อยลง นั่นคือ จะมีการส่งน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยลงหรือส่งเพียงบางส่วน(Partial Delivery)

ในจังหวะที่ 6 ลูกสูบเลื่อนได้รับอาการหมุนตัว จนกระทั่งร่องน้ำมันตรงกับช่องทางของปลอกลูกสูบเลื่อน ทำให้ไม่มีการอัดส่งน้ำมันเชื้อเพลิง แม้ว่าลูกสูบเลื่อน เลื่อนขึ้น นั่นคือ จะไม่มีการส่งน้ำมันเชื้อเพลิง(Zero Delivery)

น้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล(Leak-off Fuel)ระหว่างลูกสูบเลื่อนกับปลอกลูกสูบเลื่อน จะไหลผ่านช่องทางรั่วไหลที่ปลอกลูกสูบเลื่อน กลับห้องดูดหรือบางแบบต่อท่อทางออกภายนอก

5.1.1 **ลิ้นส่งและช่องจำกัดน้ำมันกลับ**(Delivery Valve and Return Restrictor) (รูป 2-12.1)

[หรือ **ลิ้นส่งและลิ้นผ่อนกำลังดัน**(Delivery Valve and Pressure Relief Valve) (รูป 2-12.2)]

ชุดลิ้นทั้งสองแบบจะประกอบอยู่ด้านบนของชุดลูกสูบเลื่อน(Pump Element) มีใช้ในเครื่องต่างรุ่นกัน แต่ทำหน้าที่เหมือนกัน คือ

= ป้องกันการเกิดแรงกระแทกในท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง

= ป้องกันน้ำมันเชื้อเพลิงหยดลงห้องเผาไหม้

= ลดภาระให้ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง(ให้ไม่ต้องรับกำลังดันสูงตลอดเวลา)

ลิ้นส่งและช่องจำกัดน้ำมันกลับ(Delivery Valve and Return Restrictor) (รูป 2-12.1)

ลักษณะการทำงาน

ส่วนบน ประกอบด้วยกรวยลิ้น(Valve Cone) มีสปริงกดอยู่ด้านบน อยู่ภายในเรือนลิ้นส่ง(Delivery Valve Holder) และที่เรือนลิ้นชั้นในจะมีช่องจำกัด(Restrictor)อยู่ด้วย

ส่วนล่าง ประกอบด้วยลิ้นส่ง(Delivery Valve) อยู่ภายในปลอกลิ้น(Valve Guide) มีสปริงกดอยู่ด้านบน ที่ลิ้นส่งจากส่วนล่าง จะมีลักษณะเป็นร่องทางตั้ง(Vertical Flute),ลูกสูบ(Piston)และบ่ากรวย(Conical Seat) ตามลำดับ

ในจังหวะส่งของลูกสูบเลื่อน(Plunger) กำลังดันใต้ลิ้นส่ง จะดันให้ลิ้นส่งเลื่อนขึ้น จนกระทั่งลูกสูบ(Piston)เปิดช่องทางให้น้ำมันเชื้อเพลิงผ่านขึ้นไปทางช่องจำกัด ดันให้กรวยลิ้นเปิดให้น้ำมันเชื้อเพลิงส่งเข้าท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง ไปฉีดพ่นออกที่หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เข้าห้องเผาไหม้ไป

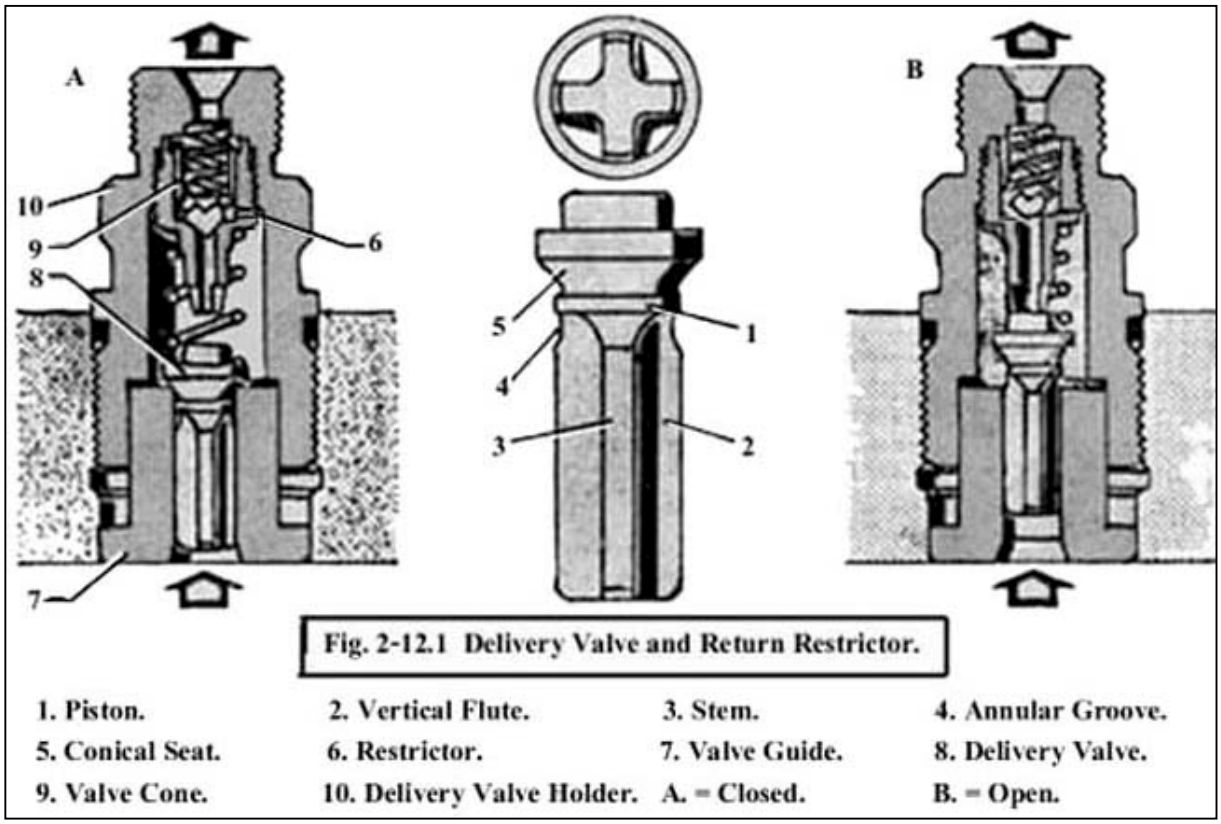


Fig. 2-12.1 Delivery Valve and Return Restrictor.

1. Piston.	2. Vertical Flute.	3. Stem.	4. Annular Groove.
5. Conical Seat.	6. Restrictor.	7. Valve Guide.	8. Delivery Valve.
9. Valve Cone.	10. Delivery Valve Holder.	A. = Closed.	B. = Open.

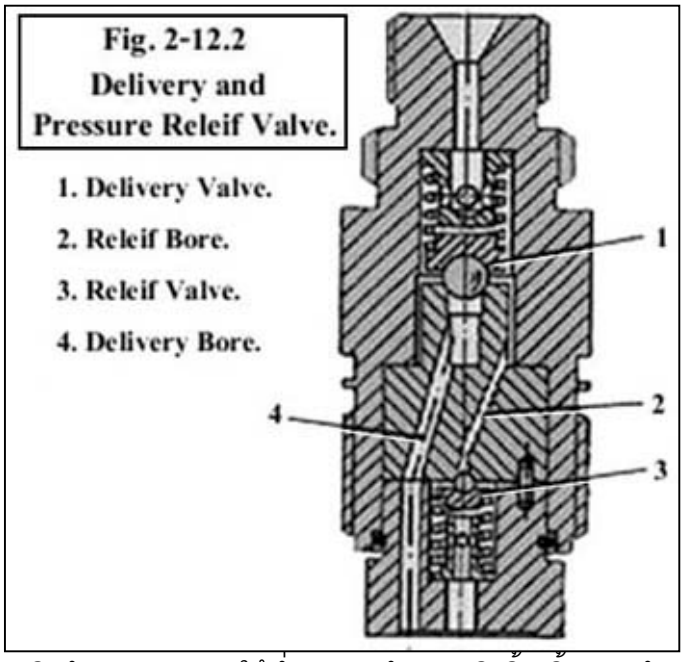
เมื่อสิ้นสุดจังหวะส่งของลูกสูบเลื่อน คือ กำลังดันใต้ลิ้นส่งลดลงต่ำกว่าด้านบน ลิ้นส่งและกรวยลิ้นจะเลื่อนลงปิดช่องทางด้วยกำลังดันสปริง ลิ้นส่งจะเริ่มปิดช่องทางด้วยลูกสูบและเลื่อนลงต่อไปอีกจนกระทั่งบ่ากรวย(Conical Seat)ปิดช่องทาง ซึ่งปริมาตรของระยะเลื่อนของลูกสูบถึงบ่ากรวยจะทำให้กำลังดันภายในด้านบนลิ้นส่งลดลง และกำลังดันภายในท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงจะระบายกลับผ่านช่องจำกัดด้วย ทำให้หัวฉีดปิด(ด้วยกำลังสปริงภายใน)อย่างรวดเร็ว น้ำมันเชื้อเพลิงจึงไม่หยดลงห้องเผาไหม้ และเป็นการลดภาระให้ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงให้ไม่ต้องรับกำลังดันสูงมากตลอดเวลา และการที่มีกำลังดันบางส่วนอยู่ในท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง จะทำให้ไม่เกิดแรงกระแทกขึ้นภายใน ในจังหวะส่งของลูกสูบเลื่อน(Plunger)

ลิ้นส่งและลิ้นผ่อนกำลังดัน(Delivery Valve and Pressure Relief Valve) (รูป 2-12.2)

ภายในชุดลิ้นประกอบด้วยลิ้นกันกลับ 2 ชุด ทำงานตรงข้ามกัน คือ ชุดลิ้นขนาดใหญ่เป็นลิ้นส่ง(Delivery Valve) มีสปริงกดอยู่ด้านบน ชุดลิ้นขนาดเล็กเป็นลิ้นผ่อนกำลังดัน(Pressure Relief Valve) มีสปริงดันอยู่ด้านล่าง

ในจังหวะส่งของลูกสูบเลื่อน(Plunger) กำลังดันใต้ชุดลิ้น จะดันให้ลิ้นผ่อนกำลังดันปิด ในขณะเดียวกันจะดันให้ลิ้นส่งเปิด ส่งน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าผ่านท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง และฉีดพ่นออกที่หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(ด้วยกำลังดันน้ำมันเชื้อเพลิง)

เมื่อสิ้นสุดจังหวะส่งของลูกสูบเลื่อน กำลังดันใต้ชุดลิ้นจะลดลง กำลังดันภายในท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงจะสูงกว่า จะดันให้ลิ้นส่งปิด ในขณะเดียวกันลิ้นผ่อนกำลังดันจะเปิด ระบายกำลังดัน-



ภายในท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงออกให้ต่ำลงกว่ากำลังสปริงลิ้น ลิ้นผ่อนกำลังดันจึงจะปิดให้มีกำลังดันบางส่วนอยู่ภายในท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง เป็นการลดภาระให้ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงและทำให้หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงปิด(ด้วยกำลังสปริงภายใน)อย่างรวดเร็ว น้ำมันเชื้อเพลิงจึงไม่หยดลงห้องเผาไหม้ และการที่มีกำลังดันบางส่วนอยู่ภายใน ทำให้ไม่เกิดแรงกระแทกขึ้นภายใน ในจังหวะส่งของลูกสูบเลื่อนด้วย

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 32 และ 38 -39

5.2 ส่วนปรับแต่งจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Timer) (รูป 2-13.1 / 2-13.2)

ทำหน้าที่ ปรับแต่งจังหวะเริ่มส่ง(เริ่มฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิงให้สัมพันธ์กับความเร็วเครื่อง เพื่อให้พอดีกับจังหวะจุดระเบิดของเครื่อง(ความเร็วสูงจะต้องฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงล่วงหน้ามาก) โดยการส่งอาการให้เพลาลูกเบี้ยวของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงหมุนนำหน้าเฟืองขับ(Drive Gear)

มุมการปรับแต่งสูงสุดประมาณ 5°-8° ของเพลาลูกเบี้ยว(10°-16° ของเพลาข้อเหวี่ยง)

ลักษณะ

ประกอบด้วยส่วนต่างๆ อยู่กับเฟืองขับ(Drive Gear)ของหมู่เฟืองขับ(Gear Train) ดังนี้

เพลาขับ(Drive Shaft) ประกอบอยู่ภายในช่องที่ส่วนกลางของเฟืองขับ(Drive Gear) จะทำหน้าที่ส่งต่ออาการหมุนผ่านปลอกเฟือง(Coupling Sleeve)ให้เพลาลูกเบี้ยว(Camshft)ของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Pump)

จานหน่วง(Counter Flange) ยึดแน่นกับเพลาขับ(Drive Shaft)ด้วยแหวนล็อค(Ring Spring Clamp) 1-2 ชุด(ชุดละ 2 วง) โดยมีสลักยึด(Stress Bolt)กวดอัดปลอกนำ(Locating Sleeve)และปลอกอัด(Collared Bush)ให้แหวนล็อคไม่หลุดหลวม

ชุดลูกเบี้ยว(Cam or Curve Piece),สปริง(Spring)และตุ้มเหวี่ยง(Flyweights) จำนวน 5 ชุด

โดยแต่ละชุดประกอบกัน ดังนี้คือ ลูกเบี้ยว(Cam or Curved Piece) ที่ปลายด้านในยึดติดกับเฟืองขับ ปลายด้านนอกเลื่อนตัวหมุนได้ สปริง(Spring) ที่ปลายด้านหนึ่งจะดันอยู่กับจานหน่วง อีกด้านหนึ่งดันอยู่กับปลายด้านนอกของลูกเบี้ยวและตุ้มเหวี่ยง(Flyweights) ประกอบอยู่ระหว่างร่องของจานหน่วงกับลูกเบี้ยว

การทำงาน

เมื่อเฟืองขับได้รับอาการหมุน จะส่งต่ออาการหมุนผ่านลูกเบี้ยว,ตุ้มเหวี่ยง,จานหน่วง,เพลาขับและปลอกเฟือง(Coupling Sleeve)ให้เพลาลูกเบี้ยวของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงหมุน ทำให้สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงทำงานสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้

เมื่อความเร็วเครื่องสูงขึ้น ตุ้มเหวี่ยงจะถูกเหวี่ยงตัวออกจากจุดศูนย์กลางเพลา ดันให้จานหน่วงหมุนไปล่วงหน้า ทำให้เพลาลูกเบี้ยวขับลูกสูบเลื่อนหมุนล่วงหน้าไปด้วย ซึ่งการหมุนล่วงหน้าดังกล่าวนี้จะสัมพันธ์โดยตรงกับความเร็วเครื่อง นั่นคือ ทำให้มีการส่ง(การฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิงเร็วขึ้น เมื่อความเร็วเครื่องสูงขึ้น เพื่อให้พอดีกับจังหวะจุดระเบิดของเครื่อง

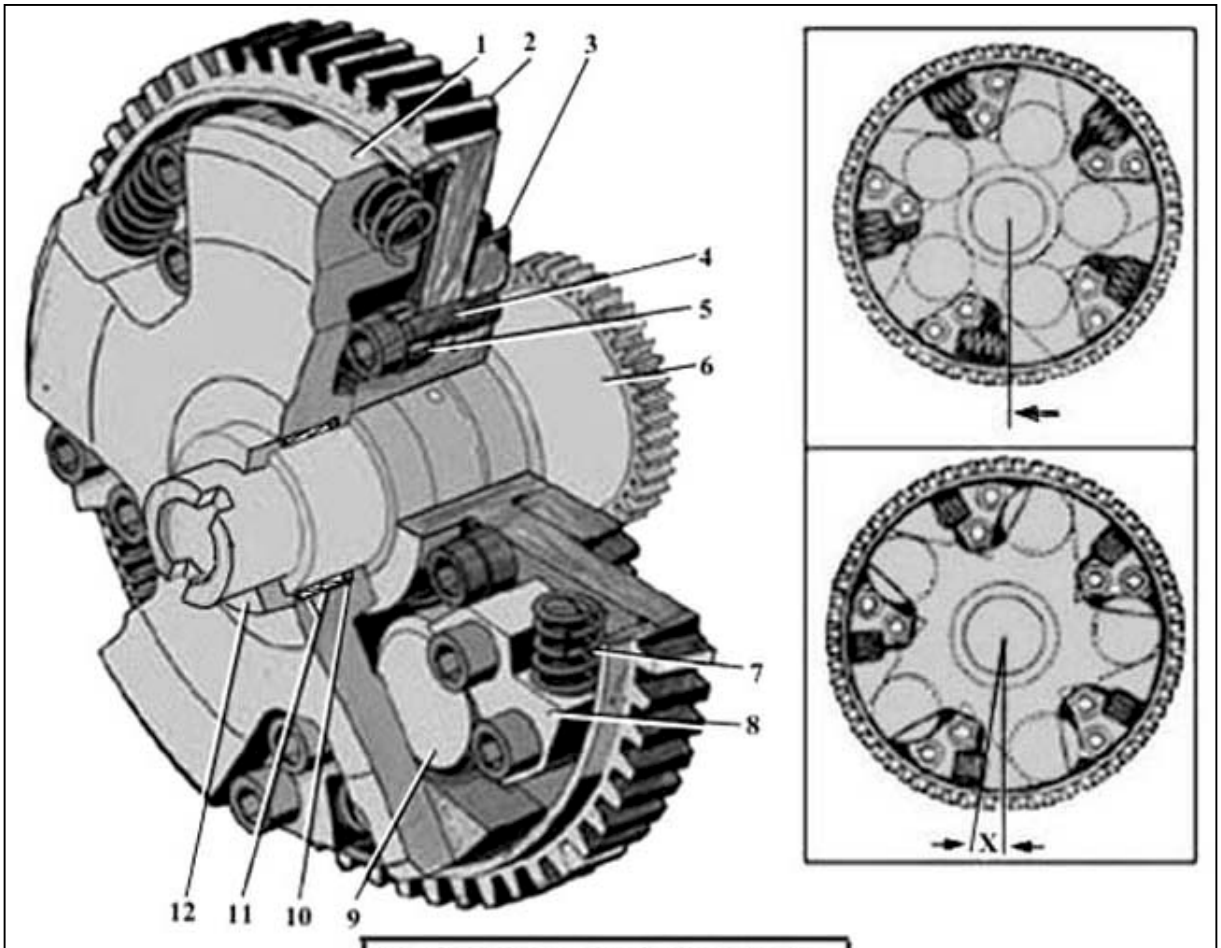


Fig. 2-13.1 Fuel Injection Timer.

1. Counterflange.	2. Drive Gear.	3. Idler Gear.	4. Stress Bolt.
5. Spacer Sleeve.	6. Drive Shaft.	7. Spring.	8. Cam or Curve Piece.
9. Flyweight.	10. Thrust Washer.	11. Ring Spring Clamp.	
12. Callared Bush.	X = Max. Adjusting Range.		

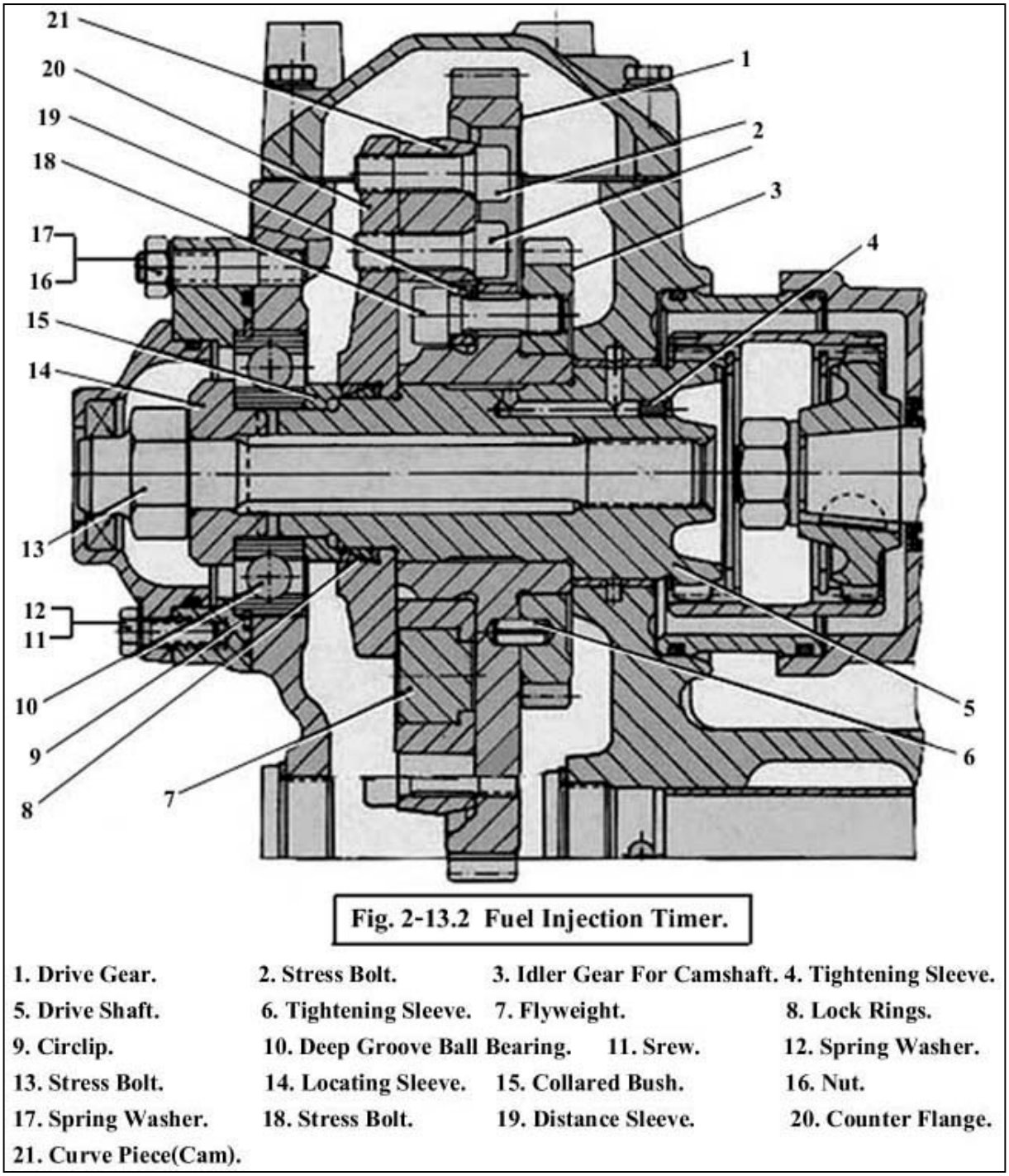


Fig. 2-13.2 Fuel Injection Timer.

1. Drive Gear.	**2. Stress Bolt.**	**3. Idler Gear For Camshaft.**	**4. Tightening Sleeve.**
5. Drive Shaft.	**6. Tightening Sleeve.**	**7. Flyweight.**	**8. Lock Rings.**
9. Circlip.	**10. Deep Groove Ball Bearing.**	**11. Srew.**	**12. Spring Washer.**
13. Stress Bolt.	**14. Locating Sleeve.**	**15. Collared Bush.**	**16. Nut.**
17. Spring Washer.	**18. Stress Bolt.**	**19. Distance Sleeve.**	**20. Counter Flange.**
21. Curve Piece(Cam).			

5.3 **หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง**(Fuel Injector) (รูป 2-14)

ในเครื่องแต่ละรุ่นจะมีขนาดต่างกัน แต่ลักษณะการทำงานเหมือนกัน ดังนี้

ประกอบอยู่ภายในกึ่งกลางฝาสูบๆละ 1 หัว

ทำหน้าที่ ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงเข้าห้องเผาไหม้

จำนวนรูหัวฉีด 5 รู มุมการฉีด 152°

ค่ากำลังดันเปิดหัวฉีดใช้งาน ประมาณ 235-278 บาร์(ดูในคู่มือประจำเครื่อง)

ลักษณะ

หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง จะประกอบอยู่ภายในปลอกรับหัวฉีด(Protective Sleeve) มีวงกันรั่ว 2 วง (CE Ring and Back-up Ring) สำหรับกันรั่วระหว่างหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงกับปลอกรับหัวฉีด ด้านบนจะมีปลอกเกลียว(Thrust Screw) กวดยึดหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้ากับฝาสูบและปลอกอัด(Thrust Sleeve) รับแรงอัดอยู่ระหว่างปลอกเกลียวกับหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(*บางเครื่องไม่มีปลอกอัด ใช้แต่ปลอกเกลียว*)

ประกอบด้วยส่วนใหญ่ๆ 2 ส่วน คือ เรือนหัวฉีด(Nozzle Holder)และปลายหัวฉีด(Injection Nozzle)

เรือนหัวฉีด(Nozzle Holder) ภายในเจาะเป็นช่องทางเดินน้ำมันเชื้อเพลิงและห้องสปริงซึ่งประกอบด้วยเดือยกั้นสปริง(Thrust Pin),สปริงหัวฉีด(Spring)และแผ่นรองสปริง(Shim)

ปลายหัวฉีดฉีด(Injection Nozzle) ประกอบด้วยตัวหัวฉีด(Nozzle Body)และเข็มหัวฉีด (Nozzle Needle) โดยมีนัตหัวฉีด(Retaining Nut)กวดยึดส่วนทั้งสองเข้ากับเรือนหัวฉีด มีแหวนรอง

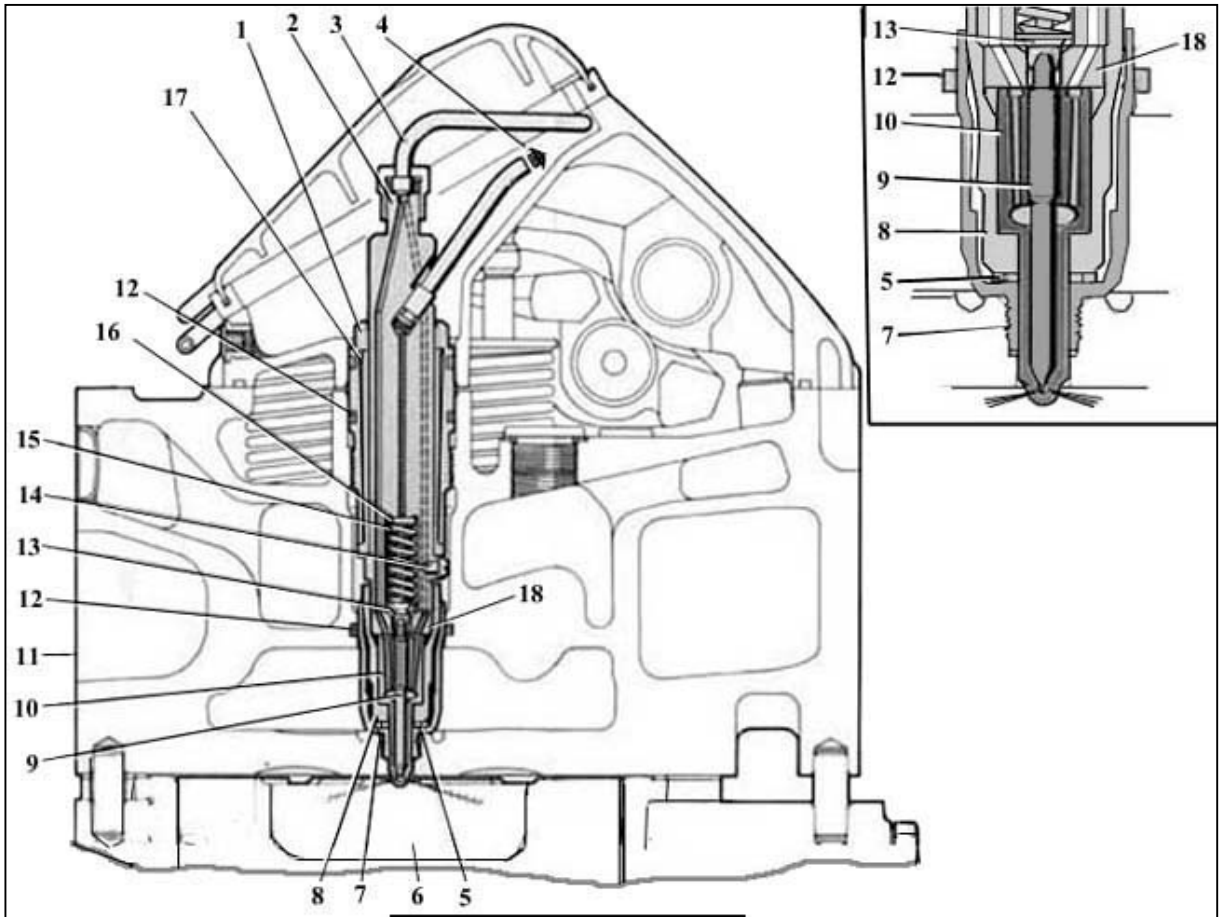


Fig. 2-14 Fuel Injector.

1. Thrust Screw.	2. Nozzle Holder.	3. Fuel Pressure Line.	4. Leak-off Fuel.
5. CE Ring & Back-up Ring.	6. Combustion Chamber.	7. Protective Sleeve.	8. Retaining Nut.
9. Needle Valve.	10. Nozzle Body.	11. Cylinder Head.	12. "O" Ring.
13. Stem(Thrust Pin).	14. Locating Pin.	15. Spring.	16. Shim.
17. Thruat Sleeve.	18. Washer.		

(Washer) 1 อัน ***ตัวหัวฉีดและเข็มหัวฉีดนี้ใช้เป็นคู่ ห้ามใช้สลับคู่กัน ถ้าเปลี่ยนต้องเปลี่ยนเป็นชุด ทั้งสองส่วน***

การทำงาน

ปกติเข็มหัวฉีดจะปิดรูหัวฉีดด้วยแรงดันของสปริงหัวฉีด ผ่านเดือยกั้นสปริง(Thrust Pin)

ในจังหวะส่งของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงจะถูกส่งผ่านท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงมาเข้าหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ผ่านช่องทางภายในเรือนหัวฉีดและตัวหัวฉีดเข้าไปภายในห้องกำลังดัน(Pressure Chamber)ของตัวหัวฉีดด้านล่างของเข็มหัวฉีด เป็นแรงดันต่อเข็มหัวฉีดที่จะทำให้เข็มหัวฉีดเลื่อนขึ้น

เมื่อแรงดันต่อเข็มหัวฉีดดังกล่าวสูงกว่าแรงดันสปริงหัวฉีด เข็มหัวฉีดจะเลื่อนขึ้นเปิดรูหัวฉีด ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจากห้องกำลังดันเข้าห้องเผาไหม้ไป

เมื่อสิ้นสุดจังหวะส่งของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง แรงดันภายในห้องกำลังดันจะลดลงและต่ำกว่าดันสปริงหัวฉีด เข็มหัวฉีดจะปิดด้วยแรงดันของสปริงหัวฉีด

น้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล(Leak-off Fuel)ระหว่างตัวหัวฉีดกับเข็มหัวฉีด จะถูกระบายออกภายนอกผ่านห้องสปริงและช่องทางที่เรือนหัวฉีด เพื่อช่วยในการหล่อลื่นระบายความร้อนส่วนทั้งสองด้วย

ดังนั้น จะเห็นได้ว่าแรงดันหรือความแข็งของสปริงหัวฉีด จะเป็นตัวกำหนดค่ากำลังเปิดของหัวฉีด ทำให้สามารถปรับแต่งค่ากำลังเปิดของหัวฉีดได้ โดยการเปลี่ยนความหนาของแผ่นรองสปริง(Shim)

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียด บทที่ 9 ข้อ 33 – 37

6.เครื่องควบคุมเครื่องยนต์(Engine Governor)

ทำหน้าที่ เป็นเครื่องควบคุมความเร็ว(Speed Governor) โดยการปรับแต่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับภาระและความเร็วเครื่อง

สำหรับเครื่องยนต์ mtu. อนุกรม(Series) 396 นี้ มีการใช้งานทั้งเป็นเครื่องจักรใหญ่และเป็นเครื่องขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าภายในเรือ ดังนั้นเครื่องควบคุมเครื่องยนต์จึงมีความแตกต่างกันไปด้วย จำแนกได้ ดังนี้

สำหรับเครื่องจักรใหญ่มี 2 แบบคือ

แบบแรงเหวี่ยง(Centrifugal Direct Power Governor) (รายละเอียดข้อ 6.1)

แบบอิเล็กทรอนิค(Electronic Governor) (รายละเอียดข้อ 6.3)

สำหรับเครื่องขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามี 2 แบบ คือ

แบบแรงเหวี่ยงทำงานร่วมกับกำลังดันน้ำมันหล่อ(Centrifugal Hydraulic Power Governor) (รายละเอียดข้อ 6.2)

แบบอิเล็กทรอนิค(Electronic Governor) (รายละเอียดข้อ 6.4)

6.1 เครื่องควบคุมความเร็วแบบแรงเหวี่ยง(Centrifugal Direct Power Governor)

(รูป 2-15.1 / 2-15.2)

สำหรับเครื่องจักรใหญ่

ทำหน้าที่-ปรับแต่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสม ทุกย่านความเร็วเครื่อง

ผู้ผลิต Bosch

แบบ(Model) RQUV All Speed Governor

ลักษณะ

ชุดตุ้มเหวี่ยง(Flyweight) 1 ชุด(2 ลูก) ประกอบอยู่กับเดือยหมุน(Pilot Pin) มีสปริงปรับความเร็ว (Speeder Spring)ประกอบอยู่ด้านนอก ทำให้มีแรงดันให้ตุ้มเหวี่ยงเลื่อนเข้าหาจุดศูนย์กลางการหมุน ชุดตุ้มเหวี่ยงจะได้รับการขับหมุนจากเพลาลูกเบี้ยวของสูบน้ำมันเชื้อเพลิงผ่านเฟืองตรง(Spur Gear) - ทำให้เกิดแรงเหวี่ยงให้ตุ้มเหวี่ยงเลื่อนออกจากจุดศูนย์กลาง การเลื่อนตัวเข้า-ออกของตุ้มเหวี่ยง จะส่งอาการผ่านข้อต่อหมุน(Bell Crank),ก้านส่งความเร็ว(Speeder Rod),ปลอกเลื่อน(Slide Shoe),คันส่งกำลัง(Power Lever)และคันลอย(Floating Lever) ให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Rack)เลื่อนตัว ส่งอาการเพื่อให้มีการเพิ่ม-ลดการส่ง(ฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้

คันส่งกำลัง(Power Lever) ถูกออกแบบให้เปลี่ยนจุดหมุนได้ เพื่อเปลี่ยนอัตราการส่งต่ออาการ (Transmission Raito) และความสามารถในการทำงาน(Work Capacity)

การตั้งค่าความเร็วเครื่อง(Speed Setting Value) คือ การสั่งเพิ่ม-ลดความเร็วเครื่อง ที่มีใช้อยู่ปัจจุบัน(ในเรือ PCF) จะใช้หน่วยตั้งค่าความเร็วเครื่องแบบกลไก(Mechanical Speed Setting Unit) คือ ใช้สายอ่อนส่งกำลัง(Teleflex Cable) ส่งต่ออาการให้คันควบคุม(Control Lever)หมุนเพลาควบคุม (Control Shaft)และก้านนำ(Guide Lever) ทำให้คันส่งกำลัง(Power Lever)เลื่อนตัว ส่งต่ออาการผ่านคันลอย(Floating Lever) ให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงเลื่อนตัว ในการเพิ่ม-ลดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้

เครื่องควบคุมความเร็วได้รับการหล่อลื่นโดยน้ำมันหล่อลื่นจากระบบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ส่งเข้ามาและไหลกลับอ่างน้ำมันหล่อตลอดเวลาที่เครื่องเดินอยู่ ***ก่อนการใช้เครื่องครั้งแรก(Initial Operation)จะต้องเติมน้ำมันหล่อใส่ประมาณ 1 ลิตร*** ขณะใช้งานไม่ต้องตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อในเครื่องควบคุมความเร็ว

การทำงาน

เมื่อเพิ่มความเร็วเครื่อง ตุ้มเหวี่ยงจะเลื่อนออกจากจุดศูนย์กลาง เพิ่มแรงกดต่อสปริงปรับความเร็ว ถ้าความเร็วเครื่องสูงกว่าค่าที่กำหนด(Speed Setting) ตุ้มเหวี่ยงจะเลื่อนออกจากจุดศูนย์กลางส่งต่ออาการผ่านส่วนต่างๆดังที่กล่าวมาแล้ว ให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงเลื่อนตัวไปในทิศทางลดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงหรือทิศทางตำแหน่งหยุด(Toward Stop Position)

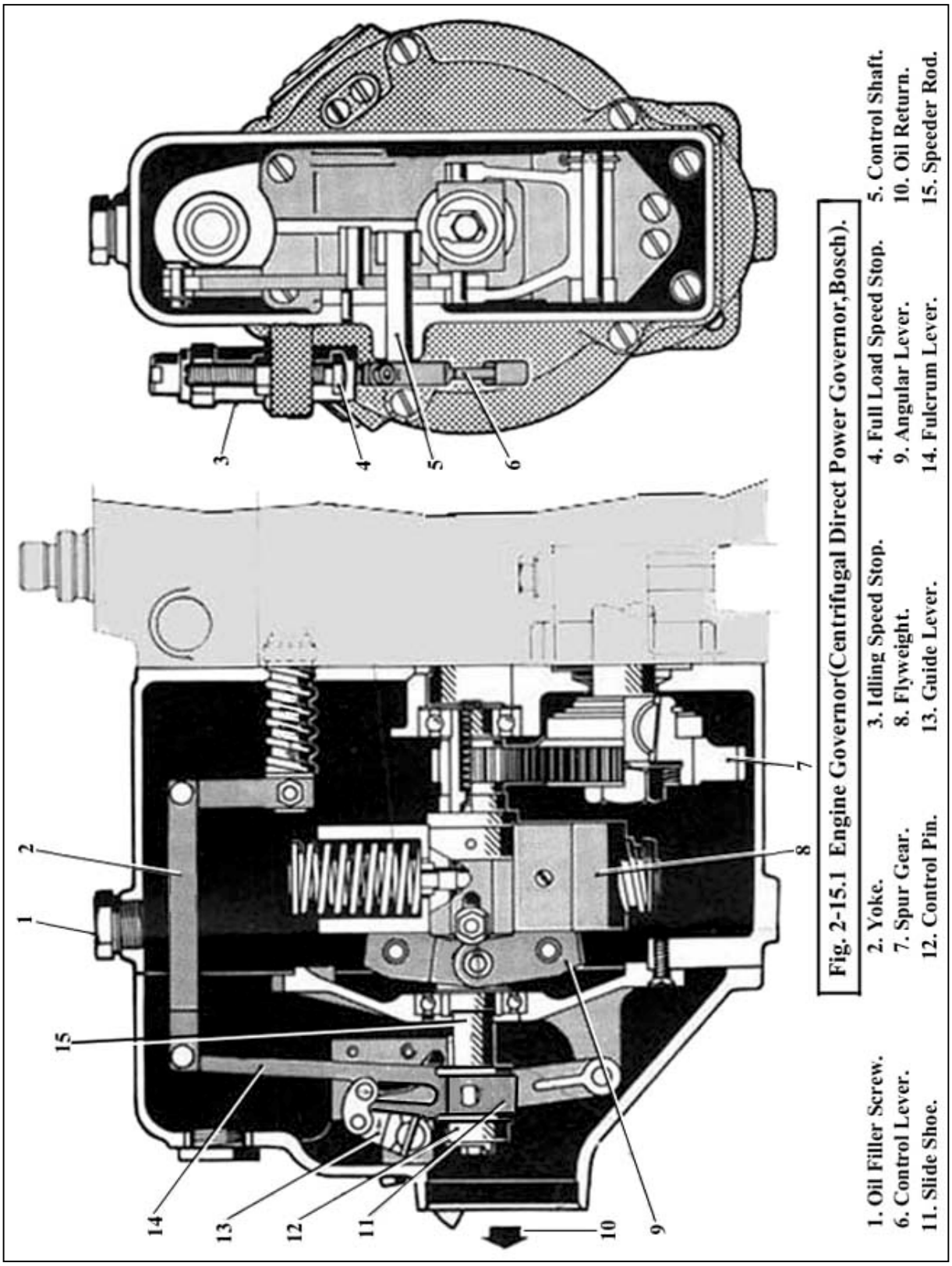
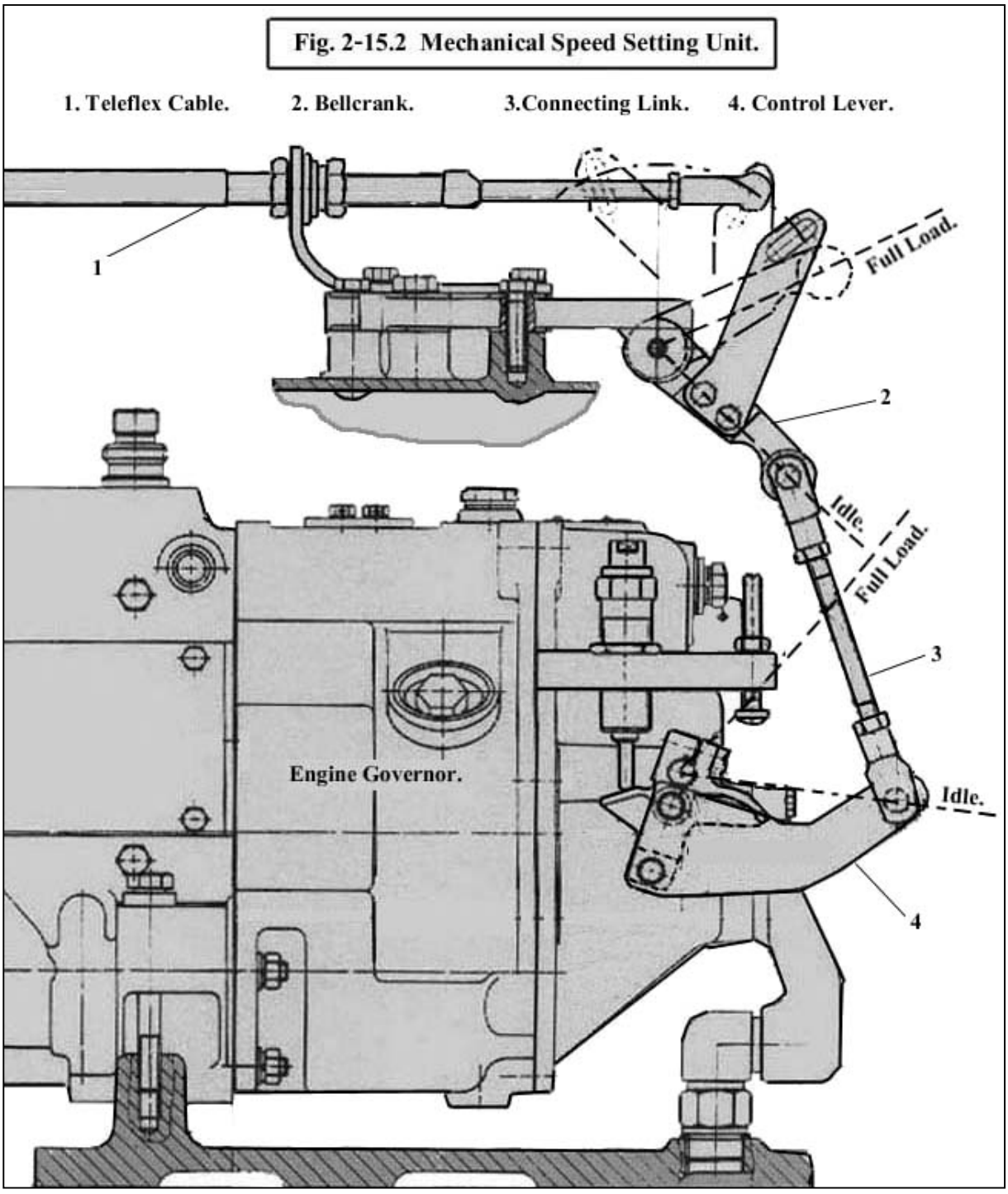


Fig. 2-15.1 Engine Governor(Centrifugal Direct Power Governor,Bosch).

1. Oil Filler Screw.	2. Yoke.	3. Idling Speed Stop.	4. Full Load Speed Stop.	5. Control Shaft.
6. Control Lever.	7. Spur Gear.	8. Flyweight.	9. Angular Lever.	10. Oil Return.
11. Slide Shoe.	12. Control Pin.	13. Guide Lever.	14. Fulcrum Lever.	15. Speeder Rod.



เมื่อลดความเร็วเครื่อง ตุ้มเหวี่ยงจะเลื่อนเข้าด้วยแรงดันของสปริงปรับความเร็ว และถ้าความเร็วเครื่องต่ำกว่าย่านที่กำหนด ตุ้มเหวี่ยงจะเลื่อนเข้าหาจุดศูนย์กลาง ส่งต่ออาการผ่านส่วนต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว ให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงเลื่อนตัวไปในทิศทางเพิ่มการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

6.2 เครื่องควบคุมความเร็วแบบแรงเหวี่ยงทำงานร่วมกับกำลังดันน้ำมันหล่อ

(Centrifugal Hydraulic Power Governor) (รูป 2-16.1 / 2-16.2)

สำหรับเครื่องขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ตั้งค่าความเร็วเครื่องด้วยหน่วยตั้งค่าความเร็วเครื่องแบบไฟฟ้า(Electric Speed Setting Unit)

ผู้ผลิต mtu

แบบ(Model) R 071 E 01 F

ทำหน้าที่ ควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงขณะเริ่มเดินเครื่อง(ไม่มีกำลังดันน้ำมันหล่อ)
จำกัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงป้องกันเครื่องทำงานเกินกำลัง
ให้เครื่องยนต์เดินเบา(Idling Speed)ถ้ากำลังดันน้ำมันหล่อตกต่ำ
ปรับแต่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับความเร็วและภาระของเครื่อง ซึ่งต้องอยู่ในย่านความเร็วตกของเครื่อง(Speed Droop)

ลักษณะ

ชุดตุ้มเหวี่ยง(30:Flyweight) 1 ชุด(2 ลูก) จะได้รับแรงดันจากสปริงปรับความเร็ว(29:Speeder Spring) ทำให้ตุ้มเหวี่ยง(30)หุบเข้าและได้รับการขับหมุนจากเพลาลูกเบี้ยวของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Injection Pump)ทำให้ตุ้มเหวี่ยงกาง(30)ออก การหุบเข้าและกางออกของตุ้มเหวี่ยง(30)นี้ จะส่งอาการผ่านก้านปรับความเร็ว(22:Speeder Rod)ให้มีการปิด-เปิดกำลังดันน้ำมันหล่อให้เข้าทำงานในลูกสูบกำลัง(18:Actuating Piston) ทำให้ลูกสูบกำลัง(18)มีการเลื่อนตัวส่งอาการผ่านคันส่งอาการ (12:Transmission Lever)และก้านส่งอาการ(3:Transmission Rod)ให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง (34:Injection Pump Rack)เลื่อนตัวในการเพิ่ม-ลดการส่ง(การฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้

การตั้งค่าความเร็วเครื่อง(การสั่งเพิ่ม-ลดความเร็ว) ก็โดยมอเตอร์ตั้งค่าความเร็ว(36:Speed Setting Motor)ส่งอาการไปหมุนเพลาตั้งค่าความเร็ว(33:Speed Setting Shaft) ให้มีการส่งต่ออาการไปปรับเพิ่ม-ลดความแข็งของสปริงปรับความเร็ว(29:Speeder Spring)

การทำงาน

เมื่อไม่ได้เดินเครื่อง(Engine Inoperative) จะไม่มีกำลังดันน้ำมันหล่อเข้าทำงานในเครื่องควบคุมความเร็ว(ทางช่องทาง a) ลูกสูบชดเชย(14:Compensation Piston)จะล็อคอยู่กับแบริ่งลูกกลิ้ง (15:Grooved Ball Bearing),ลูกสูบกำลัง(18:Actuating Piston)และก้านปรับความเร็ว(22:Speeder Rod) โดยสปริงบังคับ(17:Holdinging Spring) ในขณะนี้สปริงเริ่มเดิน(13:Start Spring)จะทำหน้าที่เป็นสปริงปรับความเร็ว(29:Speeder Spring) จะส่งอาการผ่านคันส่งอาการ(12:Transmission Lever) และก้านส่งอาการ(3:Transmission Rod)ให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(34) เลื่อนตัวไปอยู่ในตำแหน่งเริ่มเดิน(Start) ในขณะเดียวกันลูกสูบกำลัง(18) จะส่งอาการให้ตุ้มเหวี่ยง(30:Flyweight)หุบเข้า

เมื่อเครื่องยนต์เริ่มเดิน(During Startup) ขณะที่เครื่องยนต์เริ่มจุดระเบิด ตุ้มเหวี่ยง(30)จะได้รับแรงขับหมุนจากเพลาลูกเบี้ยวของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Pump) ทำให้ตุ้มเหวี่ยง(30)กางออกและมีแรงเหวี่ยงเพียงพอส่งอาการให้ก้านปรับความเร็ว(22)เลื่อนไปทางขวา ให้มีการลดการส่ง-

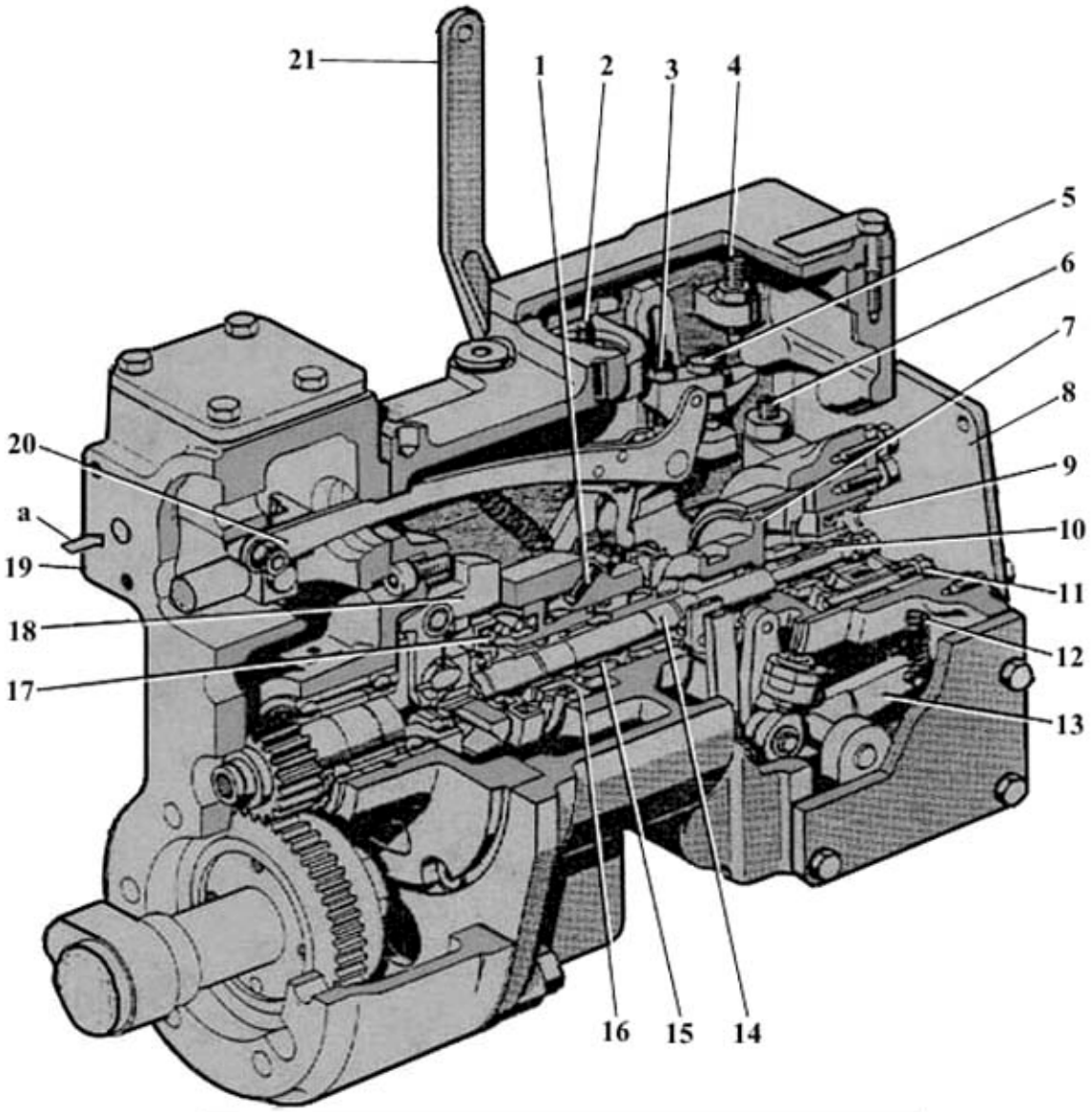


Fig. 2-16.1 Engine Governor (Centrifugal Hydraulic Power Governor,MTU).

1. Speed Setting Piston Lower Stop Screw.
2. Full-load Stop Screw.
3. Rack Travel Precision Setting Screw.
4. Stop Screw,No-fuel Position.
5. Stop Screw, Start Fuel Position.
6. Buffer Setting Screw.
7. Amplifier Piston.
8. Restoring Piston.
9. Clamp Spring.
10. Valve Plunger,Amplifier Piston.
11. Stop Screw.,Amplifier Piston Zero Position.
12. Startup Spring.
13. Floating Lever.
14. Speeder Rod.
15. Pilot Valve Plunger.
16. Speed Setting Piston.
17. Speeder Spring.
18. Flyweight.
19. Intermediate Housing.
20. Relay Strap.
21. Shutdown Lever.
a = Engine Oil In.

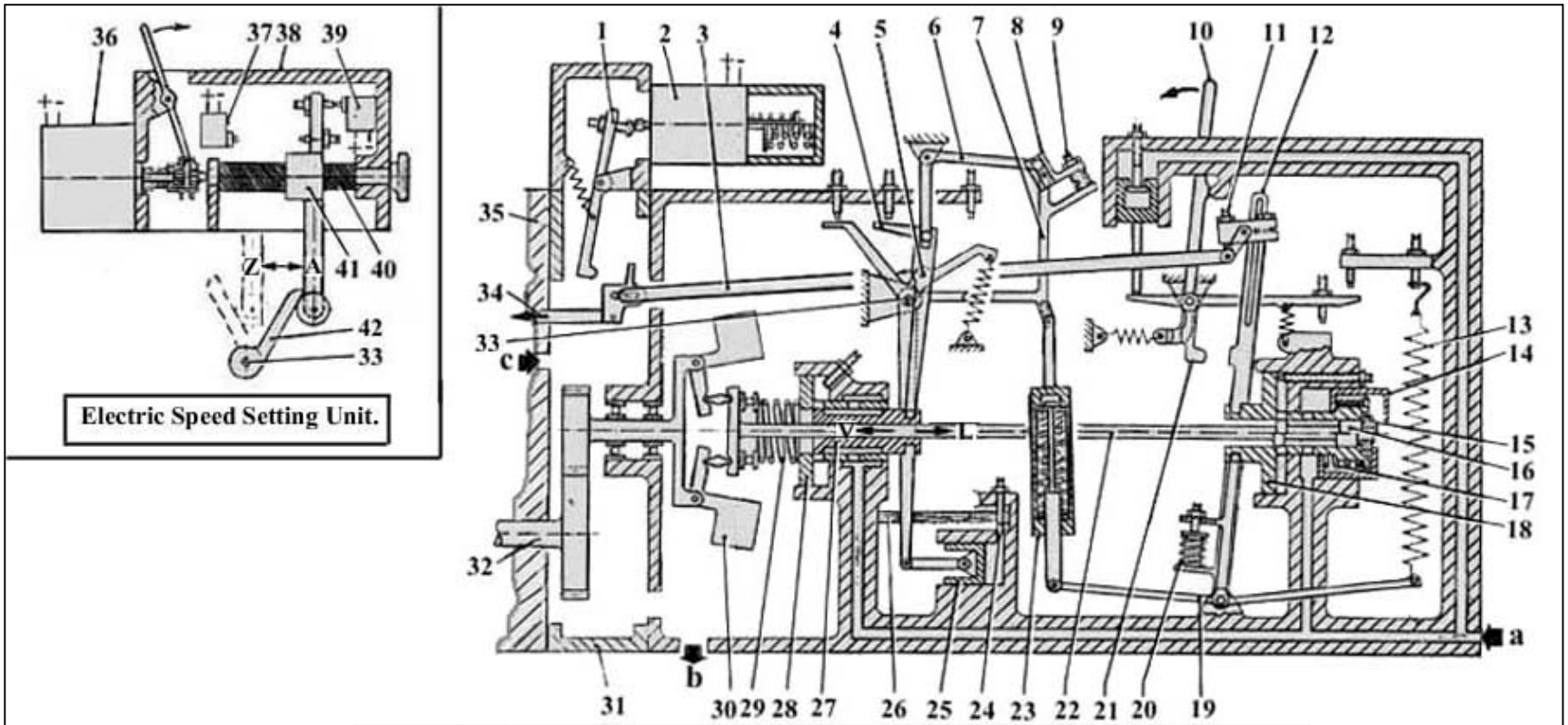


Fig. 2-16.2 Engine Governor(Centrifugal Hydraulic Power Governor , MTU)

1. Shutdown Lever. 2. Shutdown Solenoid. 3. Transmission Rod. 4. Adjusting Lever. 5.Eccentric.
6. Angular Lever. 7. Compensation Lever. 8. Guide Piece. 9. Droop Adjusting Screw.10. Manual Shutdown Lever.
11. Control Rack Lever Fine Adjustment. 12. Transmission Lever. 13. Start Spring. 14. Compensation Piston.
15. Grooved Ball Bearing. 16. Actuating Piston Pilot Valve. 17. Holding Spring. 18. Actuating Piston. 19. Lever with Compensation Linkage.
20. Override for Control Rack Return. 21. Angular Lever. 22. Speeder Rod. 23. Resilient Compensation Unit. 24. Needle Valve.
25. Damper Piston. 26. Oil Sump. 27. Speeder Spring Piston Pilot Valve. 28. Speeder Spring Piston.
29. Speeder Spring. 30. Flyweight. 31. Intermediate Housing. 32. Governor Drive. 33. Speed Setting Shaft.
34. Injection Pump Rack. 35. Injection Pump. 36. Speed Setting Motor. 37. Full Load Speed Limit Switch.
38. Electric Speed Setting Unit. 39. Idling Speed Limit Switch. 40. Spindle. 41. Follower. 42. Speed Setting Lever.
A = Speed Decrease. L = Idling. V = Full Load. Z = Speed Increase.
a = Connection to Engine Oil System. b = Oil Return to Engine. c = Oil Return from Injection Pump.

(การฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้ให้เหมาะสม จนกระทั่งมีกำลังดันน้ำมันหล่อเข้าทำงานทางช่องทาง a (กำลังดันต่ำที่สุด 2 บาร์) เข้าทำงานต่อลูกสูบชดเชย(14)และลูกสูบกำลัง(18) ทำให้ลูกสูบชดเชย(14)เลื่อนไปทางขวา ให้ลูกสูบชดเชย(14)กับลูกสูบกำลัง(18),ก้านปรับความเร็ว(22),แบริ่งลูกกลิ้ง(15:Grooved Ball Bearing)และลิ้นนำลูกสูบกำลัง16:Actuating Piston Pilot Valve)ซึ่งล็อคกันอยู่ เป็นอิสระจากกัน ในขณะนี้สปริงเริ่มเดิน(13)จะไม่มีผลต่อการทำงานของเครื่องควบคุมความเร็ว ในขณะเดียวกัน กำลังดันน้ำมันหล่อจะผ่านลิ้นนำลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(27:Speeder Spring Piston Pilot Valve)เข้าทำงานต่อลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(28:Speeder Spring Piston) ทำให้ลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(28)เลื่อนไปทางซ้าย เป็นการปรับเพิ่มแรงดัน(เพิ่มความแข็ง)ของสปริงปรับความเร็ว(29) จนกระทั่งช่องทางน้ำมันหล่อถูกปิดโดยบ่าของลิ้นนำลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(27) ทำให้มีการส่งอาการให้เพิ่มการส่ง(การฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้ ความเร็วเครื่องยนต์จะเพิ่มสูงขึ้น ในขณะเดียวกันตุ้มเหวี่ยง(30)จะกางออกส่งอาการให้ก้านปรับความเร็ว(22:Speeder Rod)และลูกสูบปรับความเร็ว(28:Speeder Spring Piston)เลื่อนไปทางขวา จนกระทั่งแรงเหวี่ยงของตุ้มเหวี่ยง(30)ทำให้ก้านปรับความเร็ว(22)เลื่อนไปทางขวา ทำให้มีการส่ง(การฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิงลดลง ความเร็วเครื่องยนต์จะลดลงจนกระทั่งแรงดันของสปริงปรับความเร็ว(29)สมดุลย์กับแรงเหวี่ยงของตุ้มเหวี่ยง(30) เครื่องยนต์จะเดินด้วยความเร็วคงที่ ที่ความเร็วเดินเบา(Idle Speed)

เมื่อเพิ่มกำลังงานออก(Increse Power Output) เมื่อภาระ(Load)ของเครื่องเพิ่มขึ้น ความเร็วเครื่องจะตกลง(Drop) แรงเหวี่ยงของตุ้มเหวี่ยง(30)จะลดลงและหุบเข้า สปริงปรับความเร็ว(29)จะยืดตัวออก(ลดความแข็งลง) ทำให้ก้านปรับความเร็ว(22)เลื่อนไปทางซ้าย ลิ้นนำลูกสูบกำลัง(16)จะเลื่อนไปทางซ้ายด้วย ก็จะเปิดให้กำลังดันน้ำมันหล่อเข้าทำงานต่อลูกสูบกำลัง(18) ทำให้ลูกสูบกำลัง(18) เลื่อนไปทางซ้ายและส่งอาการให้มีเพิ่มการส่ง(การฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้ ความเร็วเครื่องยนต์จะเพิ่มขึ้นอีก จนกระแรงเหวี่ยงของตุ้มเหวี่ยง(30)สมดุลย์กับแรงดันของสปริงปรับความเร็ว(29)ความเร็วเครื่องยนต์จะคงที่อีกแต่จะต่ำกว่าความเร็วก่อนเพิ่มภาระ เนื่องจากแรงดัน(ความแข็ง)ของสปริงปรับความเร็วลดลง แต่อย่างไรก็ตามอัตราการตกลงของความเร็วดังกล่าวจะอยู่ในย่านความเร็วตกของเครื่อง(Droop Range)

เมื่อลดกำลังงานออก(Decrease Power Output) คือ เมื่อภาระ(Load)ของเครื่องลดลง ความเร็วเครื่องจะเพิ่มขึ้น แรงเหวี่ยงของชุดตุ้มเหวี่ยง(30)จะเพิ่มขึ้น เพิ่มแรงดันต่อสปริงปรับความเร็ว(29) ทำให้สปริงปรับความเร็ว(29)หดตัว(เพิ่มความแข็ง) ก็จะส่งอาการให้ก้านปรับความเร็ว(22)เลื่อนไปทางขวา ลิ้นนำลูกสูบกำลัง(16)จะเลื่อนไปทางขวาด้วยและจะเปิดระบายกำลังดันน้ำมันหล่อออกจากลูกสูบกำลัง(18) ทำให้ลูกสูบกำลัง(18)เลื่อนไปทางขวาส่งอาการให้มีการลดการส่ง(การฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้ ความเร็วเครื่องยนต์จะลดลงอีก จนกระแรงเหวี่ยงของตุ้มเหวี่ยง(30)สมดุลย์กับแรงดันของสปริงปรับความเร็ว(29)ความเร็วเครื่องยนต์จะคงที่อีก แต่จะสูงกว่าความเร็วก่อนลดภาระ

เนื่องจากแรงดัน(ความแข็ง)ของสปริงปรับความเร็วเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามอัตราการเพิ่มขึ้นของความเร็วดังกล่าวจะอยู่ในย่านความเร็วตกของเครื่อง(Droop Range)

เมื่อเพิ่มความเร็วหรือเครื่องรับภาระเต็มที่(Increase Speed or Full Load Setting) คือ เมื่อเพลาตั้งค่าความเร็วเครื่อง(33:Speed Setting Shaft)หมุนไปทางซ้าย(ทิศทางเพิ่มความเร็ว) จะส่งอาการผ่านเพลาเยื้องศูนย์(5:Eccentric)และคันปรับแต่ง(4)ให้ลิ้นนำลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(27)เลื่อนไปทางซ้ายเปิดกำลังดันน้ำมันหล่อเข้าทำงานต่อลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(28) ทำให้ลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(28)เลื่อนไปทางซ้าย เพิ่มความแข็งของสปริงปรับความเร็ว(29)ทำให้ตุ้มเหวี่ยง(30)หุบเข้า จนกระทั่งช่องทางน้ำมันหล่อของลิ้นนำลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(27)ถูกปิดอีกครั้งโดยลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(28) ก้านปรับความเร็ว(22)จะเลื่อนไปทางซ้ายเปิดกำลังดันน้ำมันหล่อเข้าทำงานต่อลูกสูบกำลัง(18)ให้เลื่อนไปทางซ้ายด้วย ทำให้มีการส่งอาการเพิ่มการส่ง(การฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิง ความเร็วเครื่องจะเพิ่มขึ้น แรงเหวี่ยงของตุ้มเหวี่ยง(30)ก็จะเพิ่มขึ้นและกางออก ทำให้ก้านปรับความเร็ว(22)และลิ้นนำลูกสูบกำลัง(16)เลื่อนไปทางขวาเปิดระบายกำลังดันน้ำมันหล่อออกจากลูกสูบกำลัง(18) ทำให้ลูกสูบกำลัง(18)เลื่อนไปทางขวา ทำให้มีการส่งอาการลดการส่ง(การฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้ ความเร็วเครื่องยนต์จะลดลงอีก จนกระแรงเหวี่ยงของตุ้มเหวี่ยง(30)สมดุลย์กับแรงดันของสปริงปรับความเร็ว(29)ความเร็วเครื่องยนต์จะคงที่อีกครั้ง

การปรับแต่งย่านความเร็วตกของเครื่อง(Speed Droop Adjustment) ในขณะที่มีการเพิ่มการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง คือ ก้านปรับความเร็ว(22)และลูกสูบกำลัง(18)เลื่อนไปทางซ้าย จะทำให้ชุดชดเชย(23:Resilient Compensation Unit) ถูกดึงเลื่อนลงด้วย ซึ่งจะมีการส่งต่ออาการผ่านคันชดเชย(7:Compensation Lever)และคันหมุน(6:Angular Lever)หมุนทวนเข็มนาฬิกา ให้คันปรับแต่ง(4:Adjusting Lever.)ส่งอาการ ให้ลิ้นนำลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(27)เลื่อนไปทางซ้ายด้วย แต่มีระยะเลื่อนน้อยกว่าลูกสูบกำลัง(18)และก้านปรับความเร็ว(22)ตามการออกแบบ นั่นคือ ลูกสูบกำลัง(18)และก้านปรับความเร็ว(22)จะเลื่อนไปในทิศทางเดียวกับลิ้นนำลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(27) เพื่อปรับแต่งย่านความเร็วตกโดยการปรับความแข็งของสปริงปรับความเร็ว(29) คือ เพิ่มความแข็งของสปริงเป็นการเพิ่มค่าย่านความเร็วตกและลดความแข็งของสปริงเป็นการลดค่าย่านความเร็วตก

การทำงานดังกล่าวนี้จะถูกหน่วง(Delay) ด้วยลูกสูบหน่วง(25:Damper Piston)

การปรับแต่งย่านความเร็วตก(Droop) สามารถปรับแต่งได้ที่สลักเกลียวปรับแต่ง(9:Droop Adjusting Screw)

ถ้ากำลังดันน้ำมันหล่อตกต่ำ(Low Oil Pressure) คือ ต่ำกว่าประมาณ 2 บาร์ ลูกสูบชดเชย(17:Compensation Piston) จะเลื่อนกลับด้วยกำลังสปริง ซึ่งจะมีการทำงานเช่นเดียวกับการเริ่มเดินเครื่องที่กล่าวมาแล้ว คือ จะทำให้เครื่องยนต์จะกลับมาเดินอยู่ที่ความเร็วเดินเบา(Idle Speed)

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 11

6.3 เครื่องควบคุมความเร็วแบบอิเล็กทรอนิค R 082 (Electronic Governor R 082)

(รูป 2-17.1 ถึง 2-17.4)

สำหรับเครื่องจักรใหญ่

ผู้ผลิต MTU

แบบ(Type) EMR-R 082

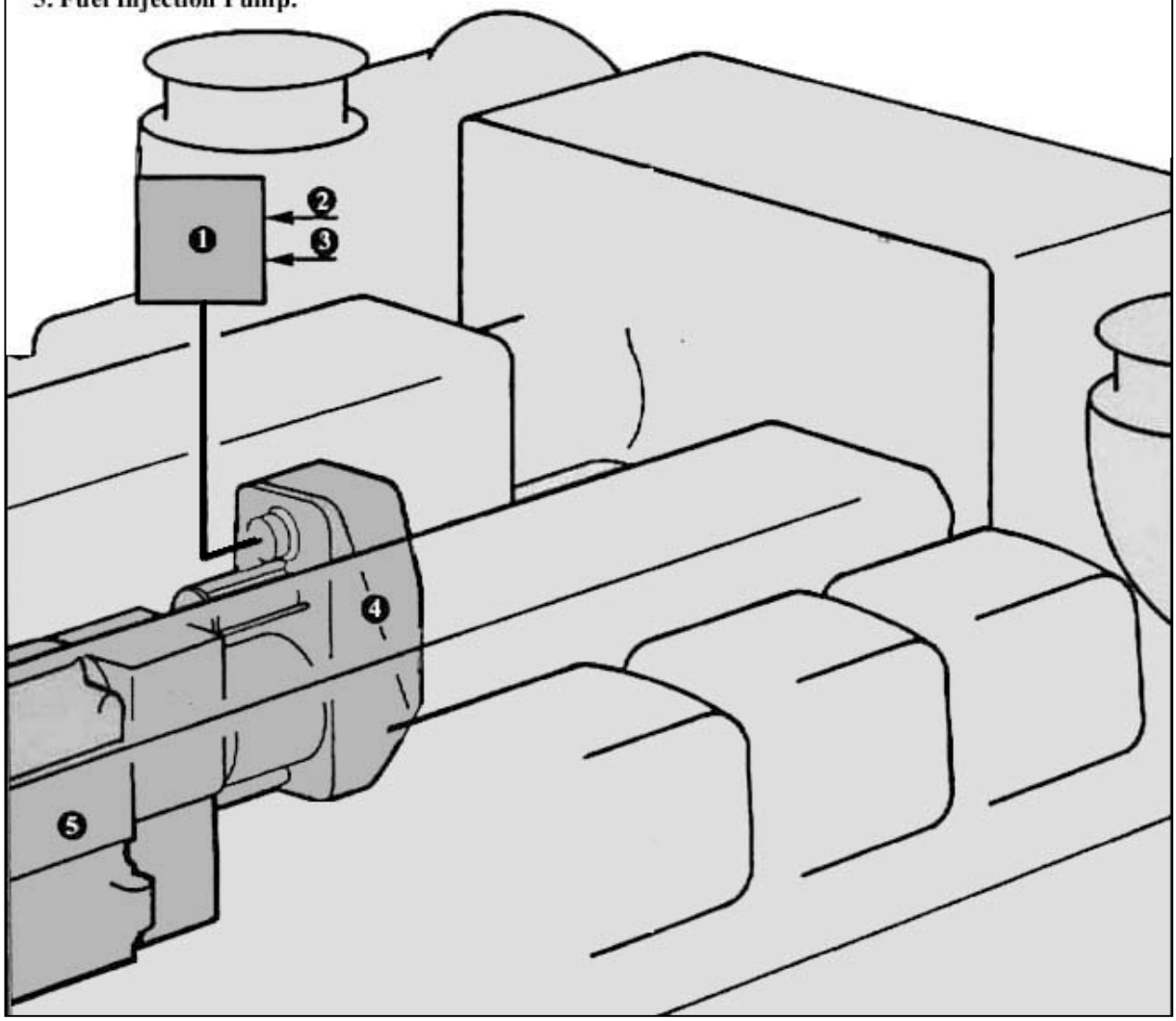
ทำหน้าที่ รักษาความเร็วเครื่องให้คงที่เมื่อภาระเปลี่ยนไป
ปรับแต่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อเริ่มเดินเครื่อง
จำกัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงสูงสุดของเครื่อง
เลิกเครื่องถ้ากระแสไฟฟ้าเข้าระบบ(Power Supply) ขัดข้อง

Fig. 2-17.1 Engine Governor(Electronic Governor , MTU).

1. Engine Governor(Electronic Box). **2. Signal , Preset Speed(from RCS.).**

3. Signal , Actaul Speed(from Engine Speed Sensor). **4. Governor Actuator(Final Control Element).**

5. Fuel Injection Pump.



ลักษณะ

ประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ

ตู้อิเล็กทรอนิค(Electronic Box) ภายในประกอบด้วยแผ่นวงจรสำเร็จรูปต่างๆ(Plug-in Cards PS 5-01,MPU 8-01,RZ 1-01,RG 1-01,MDS1-01) และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคต่างๆ เช่น รีเลย์ เป็นต้น ใช้กระแสไฟเข้าเลี้ยง(Power Supply) 24 V.DC.

ส่วนควบคุมสุดท้าย(Final Control Element) ประกอบอยู่ที่สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Pump) ภายในประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ ขดลวดแม่เหล็ก(Magnet Coil) จำนวน 2 ขด ทำงานด้วยกระแสไฟ 24 V.DC.ค่ากระแสไฟสูงสุด 10 A ทำหน้าที่เป็นหน่วยตั้งค่าความเร็วเครื่อง (Speed Setting Unit) ในการส่งอาการให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Rack)เลื่อนตัว เพื่อเพิ่มหรือลดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง,ความต้านทานป้อนกลับเปลี่ยนค่าได้(Feedback Potentiometer)จำนวน 2 ตัว เป็นตัวตรวจจับการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel-Feed Sensor) ทำหน้าที่วัดระยะเลื่อนแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง (ซึ่งมีระยะเลื่อนประมาณ 0-20 mm) ให้แรงเคลื่อนออกประมาณ 1-8 V. และสปริงดึงกลับ(Return

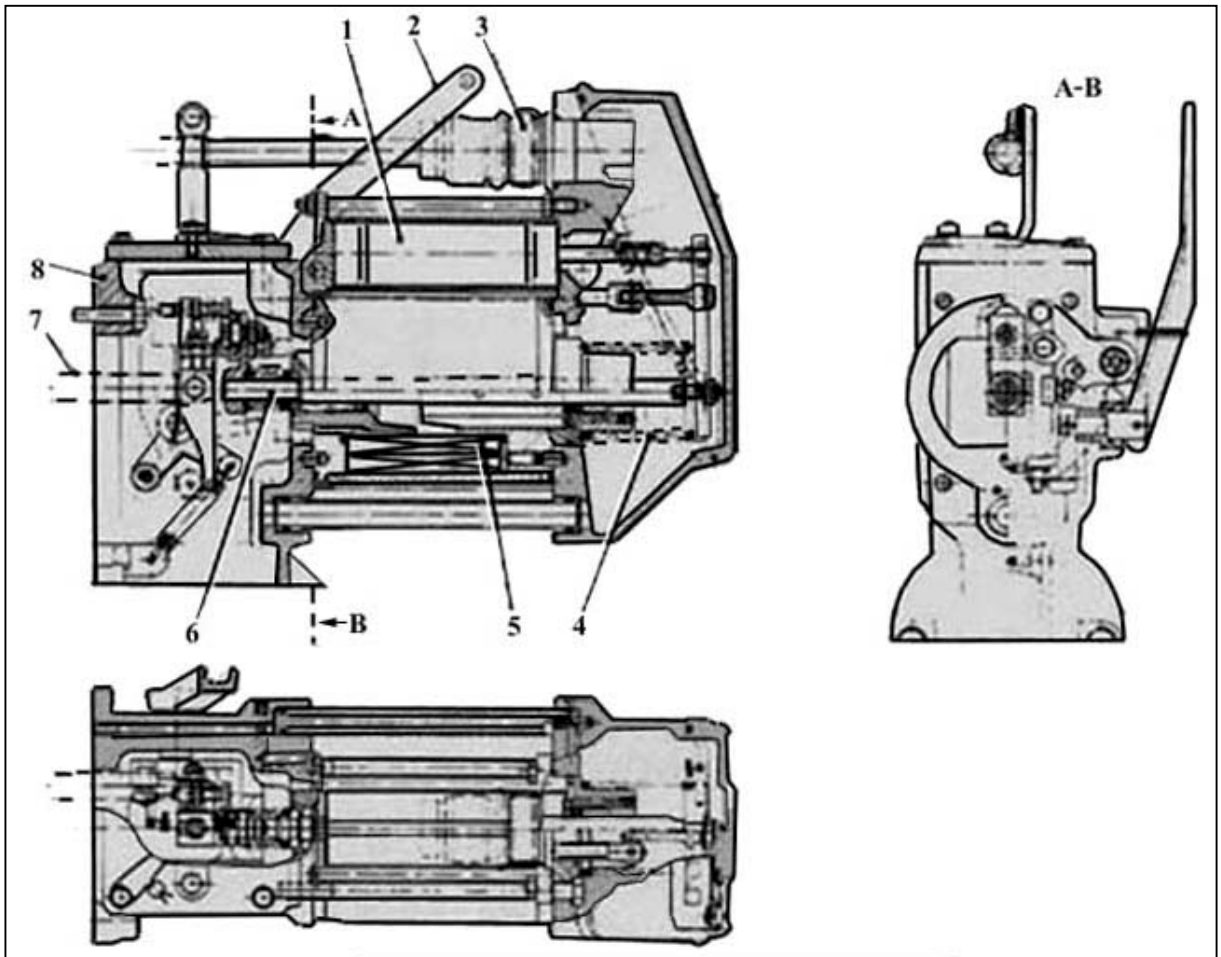


Fig. 2-17.2 Electric Speed Setting Unit.

1. Feed-back Potentiometer.
2. Manual Shutdown Lever.
3. Connecting Plug.
4. Return Spring.
5. Solenoid.
6. Speed Setting Shaft.
7. Injection Pump Control Rack.
8. Intermediate Housing.

Spring) เป็นสปริงที่ส่งอาการให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงเลื่อนตัว ไปในทิศทางหยุดเครื่อง(Stop)

ตัวตรวจจับความเร็วเครื่อง(Engine Speed Sensor) แบบ(Type) DM 11-A ประกอบอยู่ใกล้กับสูบน้ำจืด(Water Pump) ประกอบด้วยขดลวดจำนวน 2 ขด ซึ่งจะกำเนิดสัญญาณออก(output Signal)โดยเฟืองขับสูบน้ำจืด เป็นสัญญาณแรงเคลื่อนกระแสไฟสลับ(Sine-Wave AC.V.) จำนวน 2 สัญญาณ มีค่าความถี่สัมพันธ์กับความเร็วเครื่อง(31 pulse/รอบเพลาข้อเหวี่ยง)

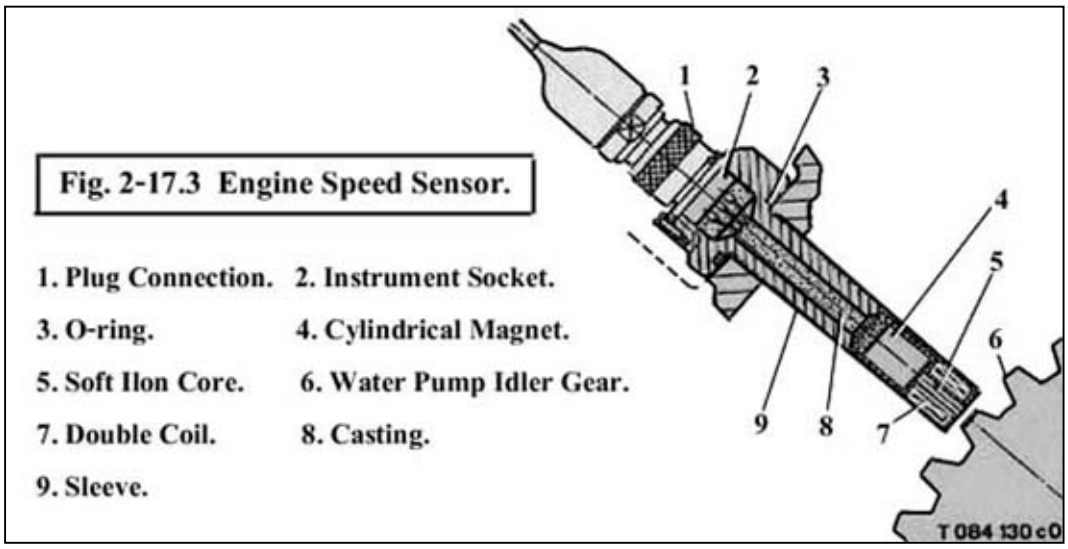


Fig. 2-17.3 Engine Speed Sensor.

1. Plug Connection. 2. Instrument Socket.
3. O-ring. 4. Cylindrical Magnet.
5. Soft Ilon Core. 6. Water Pump Idler Gear.
7. Double Coil. 8. Casting.
9. Sleeve.

การทำงาน

เครื่องควบคุมความเร็วแบบนี้ จะมีการทำงานเป็น 2 ส่วน สัมพันธ์กัน ดังนี้

ส่วนแรก ทำหน้าที่เป็นเครื่องควบคุมความเร็ว(Speed Governor) จะรับค่าความเร็วที่ต้องการ(Rated Speed Value)จากระบบควบคุมระยะไกล(Remote Control System)และค่าความเร็วจริง(Actual Speed Value)จากตัวตรวจจับความเร็วเครื่อง ค่าความเร็วทั้งสองจะถูกเปรียบเทียบประมวลผลให้เป็นค่าการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้องการ(Rated Fuel-Feed Value) แล้วส่งให้ส่วนทั้งสอง

ส่วนที่สอง ทำหน้าที่เป็นเครื่องควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel-Injection Governor) จะรับค่าการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจริง(Actual Fuel-Feed Value)จากความต้านทานป้อนกลับเปลี่ยนค่าได้ เข้ามาประมวลผลเปรียบเทียบกับค่าการฉีดน้ำมันเชื่อเพลงที่ต้องการจากส่วนแรก ผลจากการเปรียบเทียบจะถูกขยายสัญญาณ(เพิ่มค่าให้สูงขึ้น)โดยส่วนขยายสัญญาณออก(Driver Output Stage)และส่งเป็นสัญญาณออกไปควบคุมการทำงานของขดลวดแม่เหล็ก(Magnet Coil) เพื่อให้สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงมีการปรับแต่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

ถ้าระบบไฟฟ้าเข้าเลี้ยง(Power Supply)ขัดข้อง สปริงดึงกลับ(Return Spring) จะส่งอาการให้สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงมาอยู่ที่ตำแหน่งหยุดเครื่อง(Stop)ทันที

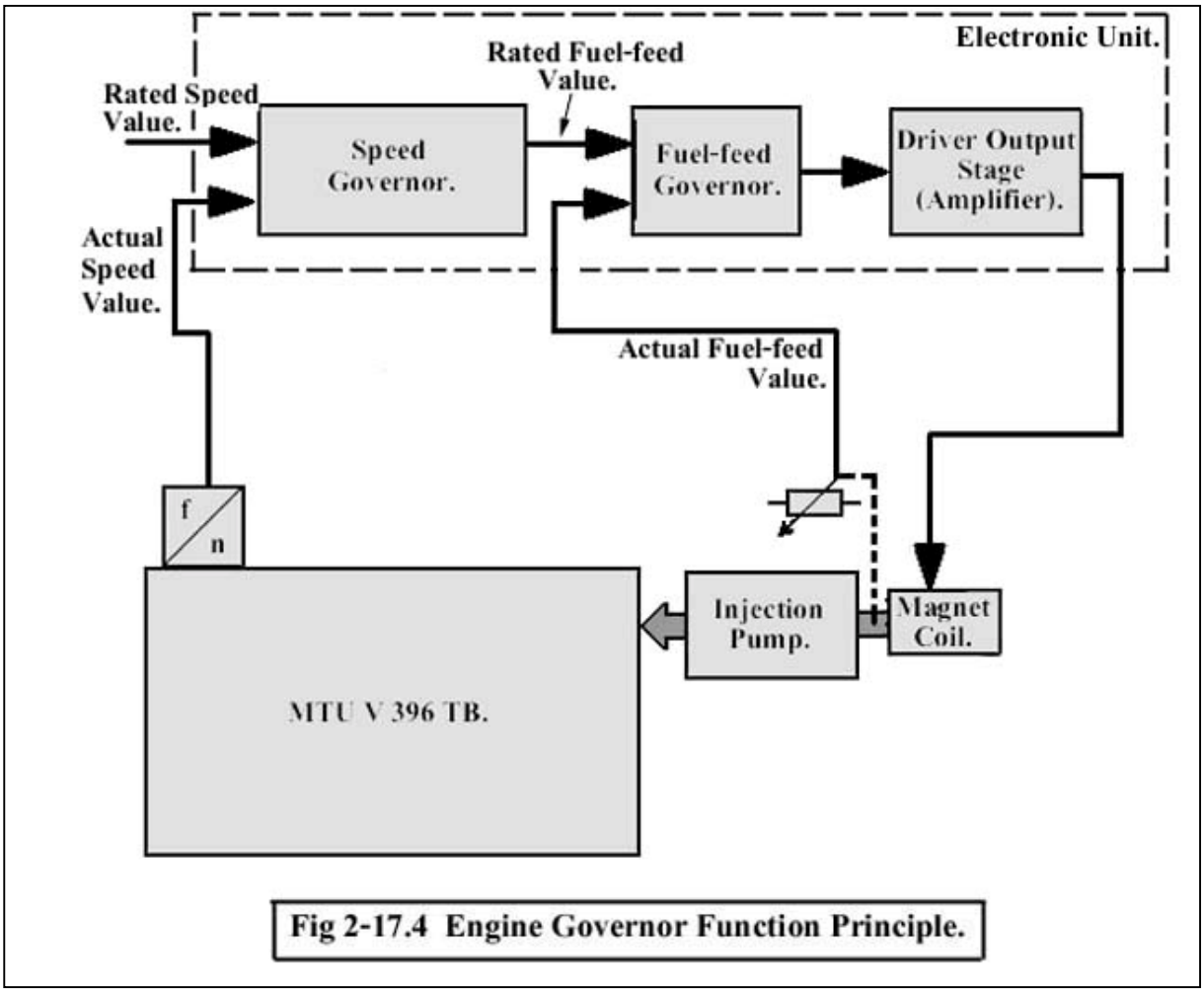


Fig 2-17.4 Engine Governor Function Principle.

ตัวตรวจจับความเร็วเครื่อง,ตัวตรวจจับการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและขดลวดแม่เหล็กที่มีใช้อย่างละ 2 ส่วน ก็เพื่อสำรองไว้ 1 ส่วน คือ ปกติระบบจะใช้งานเพียงส่วนเดียว ซึ่งถ้าส่วนที่ใช้งานอยู่ขัดข้องระบบจะเปลี่ยนไปใช้งานส่วนที่ 2 โดยอัตโนมัติ

รายละเอียดต่างๆ ให้ดูในคู่มือ MTU Elektronik.

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียด บทที่ 9 ข้อ 11

6.4 **เครื่องควบคุมความเร็วแบบอิเล็กทรอนิค** Barber Colman (รูป 2-18.1 ถึง 2-18.3)

สำหรับเครื่องขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

แบบ(Model) DYNA 1+4

บริษัทผู้ผลิต Barber Colman

ทำหน้าที่ จำกัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เมื่อเริ่มเดินเครื่อง

ปรับแต่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมะสมกับภาระและความเร็วเครื่อง

ลักษณะ

ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

ตู้ต่อปลายสาย(Junction Box) ภายในประกอบด้วยส่วนและอุปกรณ์ที่สำคัญ คือ ตู้ควบคุมอิเล็กทรอนิค(Electronic Control Box),ความต้านทานเปลี่ยนค่าได้(Potentiometer) จำนวน 2 ตัว ขนาดตัวละ 50 kohms,ความต้านทาน(Resistor) จำนวน 1 ตัวและแผงต่อปลายสายต่างๆ(Terminals) ภายในตู้ควบคุมอิเล็กทรอนิค(Electronic Control Box) ประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิคที่จะทำงานเปรียบเทียบค่าความเร็วจริงของเครื่อง(Actual Speed Value)กับค่าความเร็วที่ตั้งไว้(Nominal Speed Value) เพื่อส่งสัญญาณไปปรับแต่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่อง

ตัวตรวจจับความเร็วเครื่อง(Speed Sensor) ประกอบอยู่ที่เฟืองเริ่มเดินเครื่อง(Starter Ring Gear) ประกอบด้วยขดลวด(Coil) 1 ขด ซึ่งจะกำเนิดคลื่นแรงเคลื่อน(Volltage Pulses) ที่มีค่าความถี่สัมพันธ์โดยตรงกับความเร็วเครื่อง

ตัวกระตุ้นการทำงาน(Actuator) ประกอบอยู่ที่สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Pump)

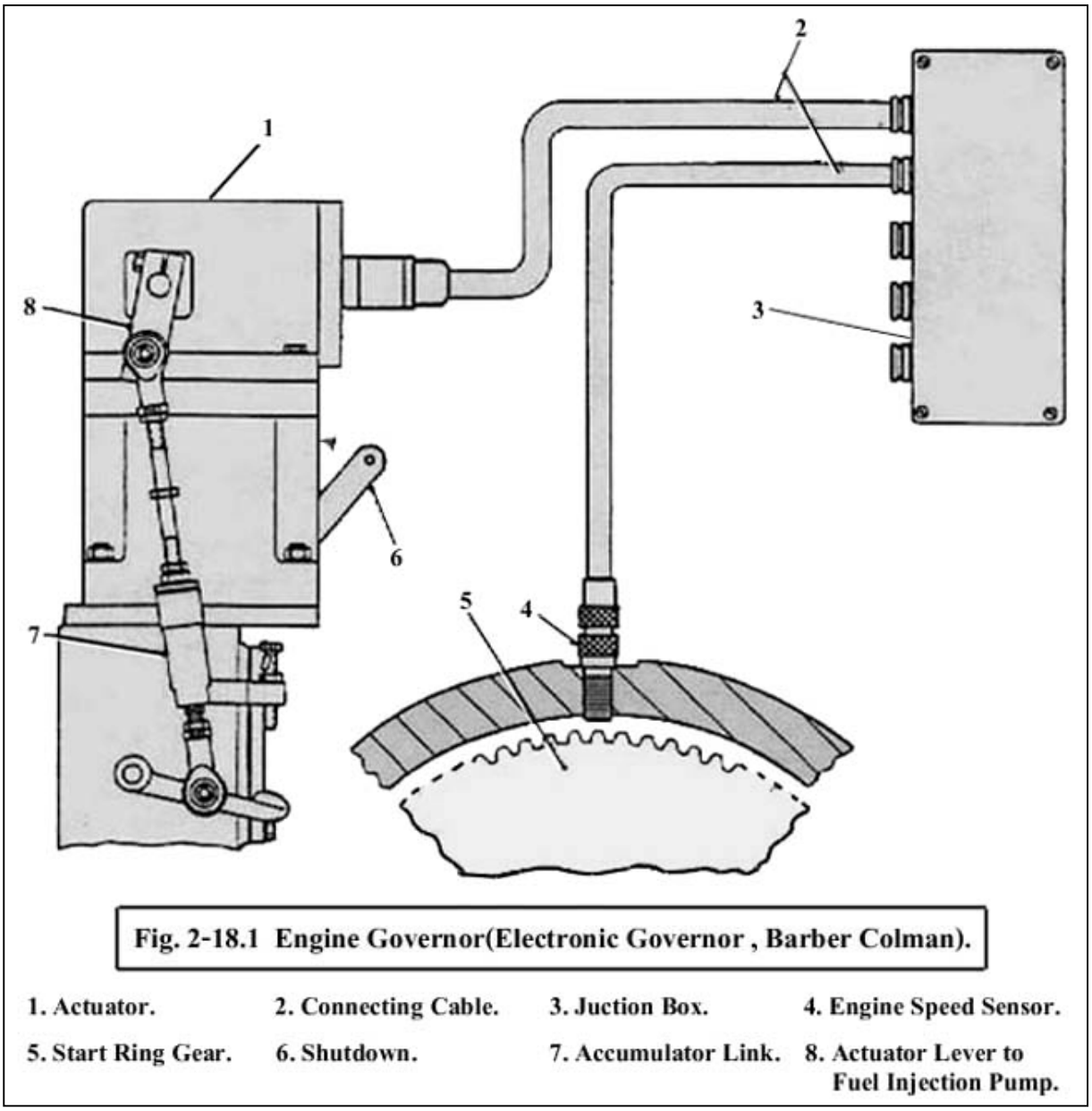


Fig. 2-18.1 Engine Governor(Electronic Governor , Barber Colman).

1. Actuator.	2. Connecting Cable.	3. Juction Box.	4. Engine Speed Sensor.
5. Start Ring Gear.	6. Shutdown.	7. Accumulator Link.	8. Actuator Lever to Fuel Injection Pump.

ภายในประกอบด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า(Solenoid),ความต้านทานเปลี่ยนค่าได้(Potentiometer)และสปริง โดยขดลวดแม่เหล็กและสปริง ทำหน้าที่ส่งอาการเลื่อนตัวให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Rack) ในทิศทางตรงข้ามกัน และความต้านทานเปลี่ยนค่าได้จะทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจับการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel-Feed Sensor) ที่ส่งค่าการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจริงของเครื่อง ให้ตู้ควบคุมอิเล็กทรอนิค

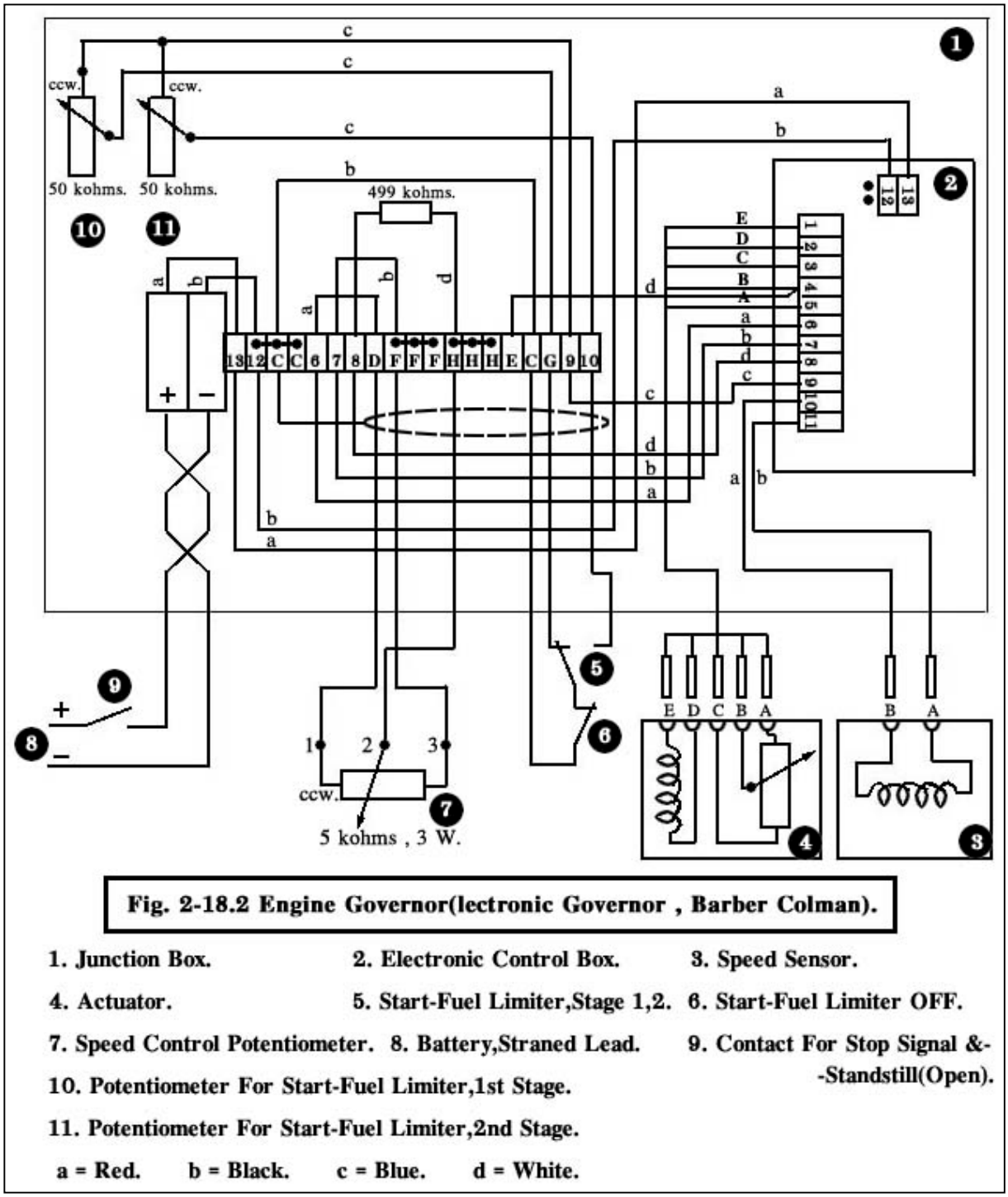


Fig. 2-18.2 Engine Governor(lectronic Governor , Barber Colman).

1. Junction Box.
2. Electronic Control Box.
3. Speed Sensor.
4. Actuator.
5. Start-Fuel Limiter,Stage 1,2.
6. Start-Fuel Limiter OFF.
7. Speed Control Potentiometer.
8. Battery,Straned Lead.
9. Contact For Stop Signal &--Standstill(Open).
10. Potentiometer For Start-Fuel Limiter,1st Stage.
11. Potentiometer For Start-Fuel Limiter,2nd Stage.

a = Red. b = Black. c = Blue. d = White.

หน่วยตั้งค่าความเร็วเครื่อง(Speed Setting Unit) แบบไฟฟ้า(Electric) ทำหน้าที่ปรับแต่งความเร็วเครื่องโดยอัตโนมัติ ประกอบด้วยความต้านทานเปลี่ยนค่าได้(R1:Potentiometer) ขนาด 5 Kohms ,3 W.(ที่ 10 รอบ) ได้รับการหมุนปรับแต่งค่าความต้านทานจากมอเตอร์ผ่านเฟือง(Gear)หรือปุ่มหมุน(Knob)ผ่านเฟืองเช่นเดียวกัน,สวิทช์จำกัด 3 ตัว เป็นกลไกที่ทำหน้าที่จำกัดระยะเลื่อนในการปรับแต่งค่าความต้านทานเปลี่ยนค่าได้ของมอเตอร์ คือ S 1 ทำหน้าที่จำกัดความเร็วสูงสุด(Upper Limit) , S 2 ทำหน้าที่จำกัดความเร็วต่ำสุด(Lower Limit) และ S 3 ทำหน้าที่ส่งสัญญาณความเร็วกึ่งกลาง(Intermediate Setting)

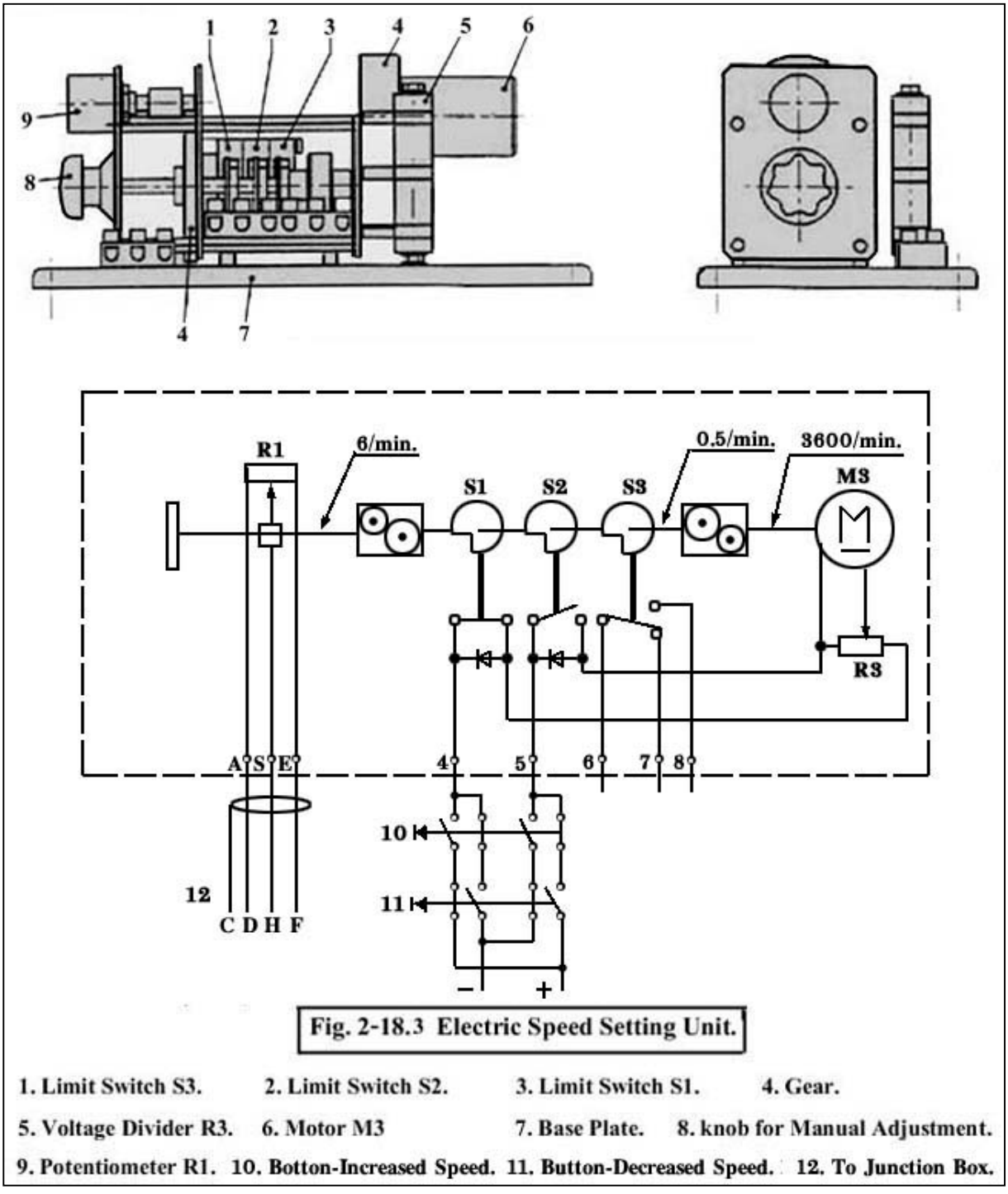


Fig. 2-18.3 Electric Speed Setting Unit.

1. Limit Switch S3. 2. Limit Switch S2. 3. Limit Switch S1. 4. Gear.
5. Voltage Divider R3. 6. Motor M3 7. Base Plate. 8. knob for Manual Adjustment.
9. Potentiometer R1. 10. Botton-Increased Speed. 11. Button-Decreased Speed. 12. To Junction Box.

การทำงาน

ตู้ควบคุมอิเล็กทรอนิค จะได้รับสัญญาณตั้งค่าความเร็ว(Speed Setting Signal) จากความต้านทานเปลี่ยนค่าได้ของหน่วยตั้งค่าความเร็งเครื่องและค่าความเร็วเครื่องจริง(Actual Speed Value) เข้ามาเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างของค่าทั้งสอง ผลของการเปรียบเทียบจะส่งเป็นสัญญาณออก โดยมีการขยายสัญญาณให้ตัวกระตุ้นการทำงาน ส่งอาการให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง มีการปรับแต่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ให้เหมาะสมกับความเร็วและภาระของเครื่อง

การจำกัดระยะเลื่อนคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อให้มีการเผาไหม้ดีที่สุด โดยความต้านทานเปลี่ยนค่าได้(10,11) มี 2 ขั้น(Stage) คือ ขั้นที่ 1 ช่วงเริ่มเดินเครื่อง(Start-up) จะเริ่มมีการทำงานได้เมื่อเปิดกระแสไฟเข้าระบบ(Switch On) ขั้นที่ 2 ช่วงเพิ่มความเร็วเครื่อง(Run-up) จะเริ่มมีการทำงานได้เมื่อความเร็งเครื่องสูงประมาณ 300 รอบ/นาที โดยรีเลย์ความเร็วเครื่อง(Speed-Sensitive Relay) การจำกัดระยะเลื่อนคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงนี้ สามารถยกเลิกได้โดยการส่งสัญญาณของสวิทช์ต่างๆ คือ กำลังดันอากาศดีเข้าเครื่องหรือความเร็งเครื่องสูงถึง 80 % ของความเร็วใช้การ เมื่อการจำกัดระยะเลื่อนคันแร็คมีการทำงาน กระแสไฟลบ(-) จะผ่านจุดต่อปลายสาย(Terminal) C และความต้านทานเปลี่ยนค่าได้(ตัวที่ทำงานอยู่ในช่วงนั้น)ให้ตู้ควบคุมอิเล็กทรอนิค เพื่อให้มีการจำกัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในช่วงเริ่มเดินเครื่อง(Start-up)และช่วงเพิ่มความเร็วเครื่อง(Run-up)

การตั้งค่าความเร็วเครื่อง คือ การเพิ่ม-ลดความเร็วเป็น ดังนี้ คือ เมื่อกดปุ่ม Increase กระแสไฟจะผ่านจุดต่อปลายสาย 4 , สวิทช์จำกัด S1 , ตัวแบ่งกระแส(Voltage Divider) R3 และมอเตอร์ แล้วกลับทางจุดต่อปลายสาย 5 ทำให้มอเตอร์หมุนให้คานเลื่อน(Slider) S ของความต้านทานเปลี่ยนค่าได้ R1 เลื่อนไปทาง E แต่ถ้ากดปุ่ม Decrease กระแสไฟจะผ่านจุดต่อปลายสาย 5 ,สวิทช์จำกัด S2 , ตัวแบ่งกระแส S 3 และมอเตอร์ แล้วกลับทางจุดต่อปลายสาย 4 ทำให้มอเตอร์หมุนให้คานเลื่อน S เลื่อนไปทาง A (รายละเอียดต่างๆ ให้ดูในคู่มือ MTU Elektronik)

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดดูบทที่ 9 ข้อ 11

7. อุปกรณ์ตัดการทำงานของสูบ(Cylinder Cutout) (รูป 2-19.1 ถึง 2-19.3)

เป็นอุปกรณ์เพิ่มเติม มีใช้ในเครื่องจักรใหญ่บางเครื่องเท่านั้น

ทำหน้าที่ ตัดการทำงานของสูบ(Cut-out) 1 แถวสูบ(Bank) เมื่อเดินเครื่องตัวเปล่า(Idle Speed) หรือ เมื่อเครื่องรับภาระน้อย(Low-load) โดยการตัดน้ำมันเชื้อเพลิง และ จะต่อการทำงานของสูบ(Cut-in) หรือส่งน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสูบเมื่อเข้าคลัทช์

ข้อดี ทำให้สูบที่จุดระเบิดมีการเผาไหม้ที่ดี
ลดควันขาวที่เกิดจากน้ำมันเชื้อเพลิงไม่เผาไหม้
ทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ไม่เผาไหม้จะไปปนน้ำมันหล่อลดลง

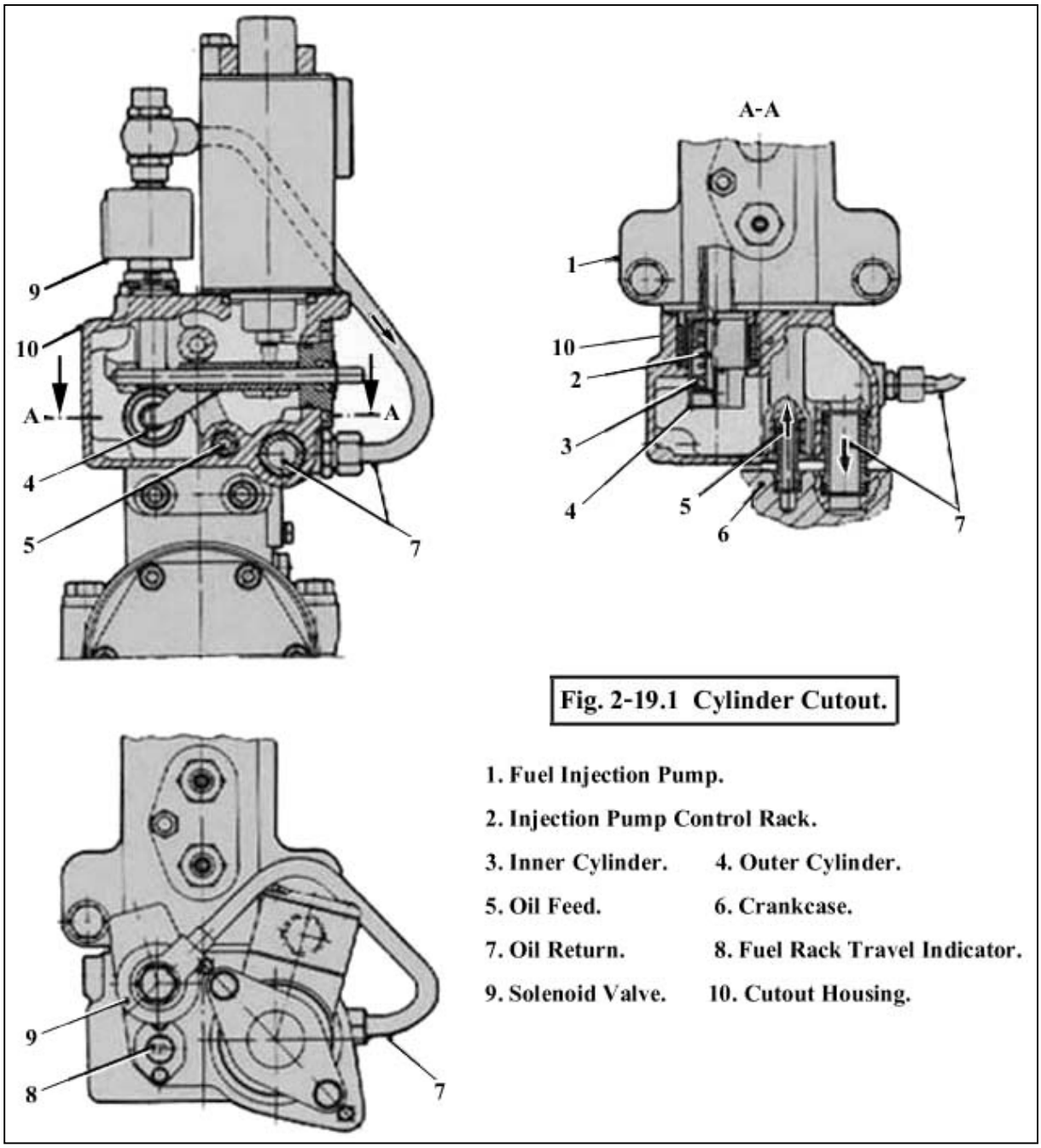


Fig. 2-19.1 Cylinder Cutout.

1. Fuel Injection Pump.
2. Injection Pump Control Rack.
3. Inner Cylinder.
4. Outer Cylinder.
5. Oil Feed.
6. Crankcase.
7. Oil Return.
8. Fuel Rack Travel Indicator.
9. Solenoid Valve.
10. Cutout Housing.

ลักษณะ

ส่วนประกอบต่างๆของอุปกรณ์ตัดการทำงานของสูบ จะประกอบอยู่ที่สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Injection Pump) ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ กลไกตัดการทำงานของสูบ(Cylinder Cutout Mechanism)และลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้า 3/2 ทาง(3/2-Way Solenoid Valve)

ลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้า 3/2 ทาง(3/2-Way Solenoid Valve) ประกอบด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า (Solenoid) ที่ทำงานด้วยกระแสไฟตรง 24 V.และอาร์เมเจอร์(Armature) ซึ่งถ้าไม่มีกระแสไฟฟ้าเข้าเลี้ยงขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า(De-energized) อาร์เมเจอร์จะส่งอาการให้ลิ้นปิดช่องทางน้ำมันหล่อและเมื่อมีกระแสไฟเข้าเลี้ยงขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า(Energized) จะทำให้อาร์เมเจอร์จะส่งอาการให้ลิ้นเปิดช่องทางน้ำมันหล่อ

กลไกตัดการทำงานของสูบ(Cylinder Cutout Mechanism) ประกอบอยู่ภายในสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ทำงานด้วยกำลังดันน้ำมันหล่อ(จากระบบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์) ประกอบด้วย

= เรือนกลไกตัดการทำงาน(Cutout Housing) เป็นที่ประกอบอุปกรณ์กลไกต่างๆและเป็นช่องทางกำลังดันน้ำมันหล่อเข้า-ออก

= ปลอกสูบชั้นนอก(Outer Cylinder) เป็นส่วนที่ส่งอาการเลื่อนตัวให้กับคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงชั้นนอก(Control Rack Outer Section) ซึ่งจะส่งต่ออาการหมุนให้ลูกสูบเลื่อน(Plunger)ของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของแถวสูบที่จะมีการตัด-ต่อการทำงาน(Cut-out/Cut-in) ส่วนลูกสูบเลื่อน(Plunger)ของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของแถวสูบที่จะทำงานจุดระเบิดตลอดเวลาที่เดินเครื่อง จะรับอาการหมุนจากคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงชั้นใน(Control Rack Inner Section) ซึ่งรับการทำงานจากเครื่องควบคุมความเร็ว(Speed Governor)โดยตรง

= ลูกสูบ(Piston),สปริงล็อคคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(Control Rack Lock-up Spring)และปลอกสูบชั้นใน(Inner Cylinder) จะเป็นส่วนที่จะตัด-ต่อการส่งต่ออาการ ระหว่างคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงชั้นนอกกับคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงชั้นใน

การทำงาน

เมื่อลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้าไม่มีกระแสไฟเข้าเลี้ยง(De-energized) ลิ้นจะปิดช่องทางน้ำมันหล่อจากท่อส่งน้ำมันหล่อ(Oil Feed) ที่จะเข้าทำงานในกลไกตัดการทำงานของสูบ และเปิดระบายกำลังดันภายในกลไกการตัดทำงานของสูบออกภายนอก ทางท่อน้ำมันหล่อกลับ(Oil Return) ทำให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงชั้นในซึ่งรับอาการทำงานจากเครื่องควบคุมความเร็ว ส่งต่ออาการผ่านสปริงล็อคคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงชั้นนอกเลื่อนไปด้วย ทำให้ลูกสูบเลื่อน(Plunger)ของทั้งสองแถวสูบหมุนตัว ให้มีการส่งน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสูบทุกสูบเหมือนกัน นั่นคือ ทุกสูบมีการจุดระเบิดหรือต่อการทำงานของสูบ(Cut-in) ตามปกติ

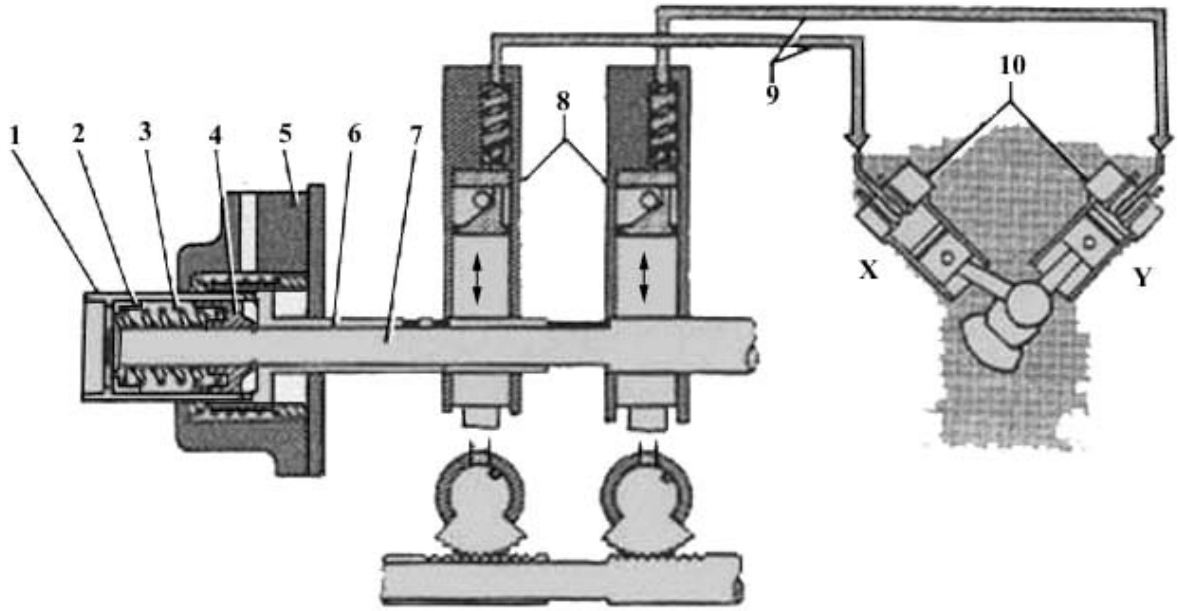
เมื่อลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้ามีกระแสไฟเข้าเลี้ยง(Energized) ลิ้นจะเปิดน้ำมันหล่อจากท่อส่งน้ำมันหล่อ เข้าทำงานในปลอกสูบชั้นในและชั้นนอกของกลไกตัดการทำงานของลูกสูบ และปิดช่องทางน้ำมันหล่อกลับ ทำให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงชั้นนอกเลื่อนตัว ส่งอาการหมุนลูกสูบเลื่อน(Plunger)ใน 1 แถวสูบ ไปที่ตำแหน่งไม่ส่งน้ำมันเชื้อเพลิงหรือหยุดเครื่อง(Stop) นั่นคือ การตัดของสูบ(Cut-out) 1 แถวสูบ(Bank) ในขณะที่คันแร็ดน้ำมันเชื้อเพลิงชั้นในซึ่งรับอาการจากเครื่องควบคุมเร็วโดยตรง จะส่งอาการหมุนลูกสูบเลื่อน(Plunger)อีก 1 แถวสูบ ให้มีการส่งน้ำมันเชื้อเพลิงตามปกติ นั่นคือ มีการจุดระเบิดตามปกติ(Cut-in) 1 แถวสูบ

การซ่อมบำรุงรักษา

ไม่มี

Fig. 2-19.2 Normal Operating Position(All Cylinder Operative).

1. Outer Cylinder. 2. Inner Cylinder. 3. Control Rack Lock-up Spring. 4. Piston.
5. Cutout Housing. 6. Control Rack Outer Section. 7. Control Rack Inner Section.
8. Pump Element. 9. H.P. Fuel Line. 10. Cylinder X and Y Operative.



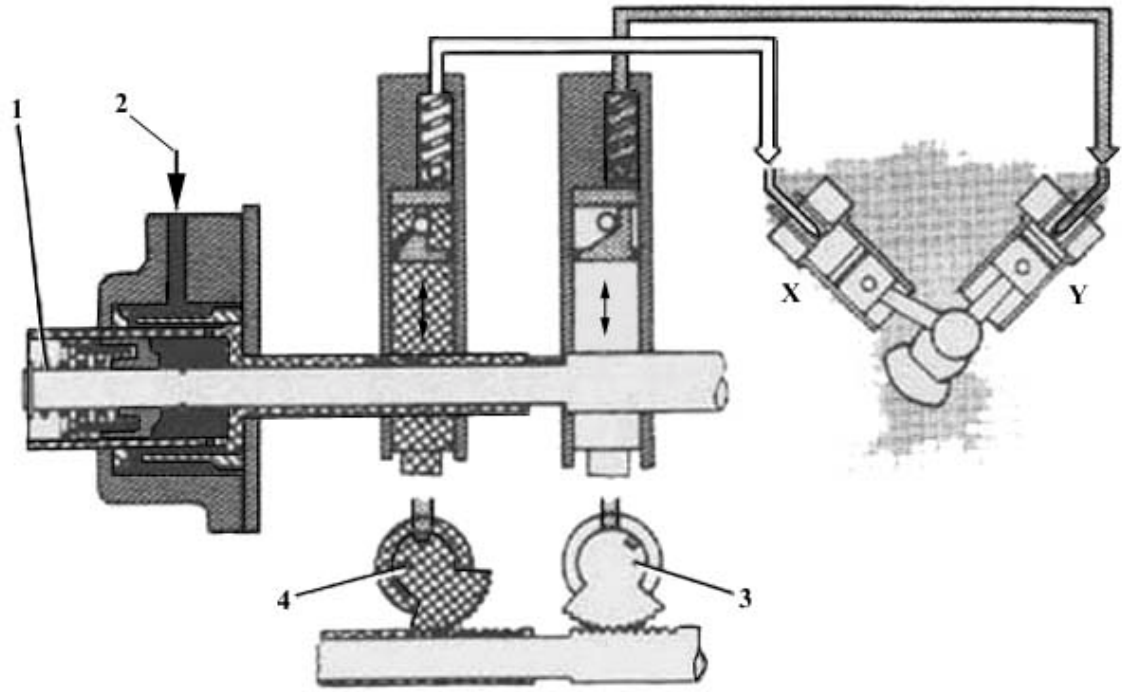


Fig. 2-19.3 Cutout Actuated Position.

1. Governor Booster Spring. 2. Pressurized Oil. 3. Element Turned for Delivery.
4. Element Held at Zelo Delivery. X = Inactive Cylinder. Y = Operative Cylinder.

บทที่ 3
ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง

(Fuel System)

ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง ทำหน้าที่ส่งน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปผสมกับอากาศดีภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ ซึ่งในเครื่องแต่ละแบบ(TC/TB/TE)จะมีหลักการทำงานเหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันในรายละเอียดของส่วนประกอบเท่านั้น(ดูในคู่มือประจำเครื่อง)

1.ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบ (รูป 3-1.1 / 3-1.2)

หม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Prefilter) (รายละเอียด ข้อ 3.1)

สูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Delivery Pump) (รายละเอียด ข้อ 3.2)

สูบโยกมือน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Hand Pump) (รายละเอียด ข้อ 3.3)

หม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Duplex Filter) (รายละเอียด ข้อ 3.4)

หม้อรับน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล(Leak-off Fuel Tank) (รายละเอียดข้อ 3.5)

อุปกรณ์ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Equipment) (รายละเอียดบทที่ 2 ข้อ 6)

2.การทำงานของระบบ (รูป 3-1.1)

เมื่อเดินเครื่อง สูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Delivery Pump)ซึ่งเป็นแบบเฟือง(Gear Pump) ได้รับการขับหมุนโดยเพลาลูกเบี้ยวด้านซ้าย จะดูดน้ำมันเชื้อเพลิงผ่านหม้อกรองหยาบ(Fuel Prefilter)เข้ามากรองสิ่งสกปรกที่ปนมากับน้ำมันเชื้อเพลิง แล้วส่งออกไปผ่านหม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Duplex filter)ซึ่งจะกรองสิ่งสกปรกอีกครั้งหนึ่ง น้ำมันเชื้อเพลิงที่ผ่านการกรองแล้วนี้ จะถูกส่งเข้าสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Pump) ซึ่งจะสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง(ประมาณ 240 บาร์) ผ่านท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง(High Pressure)ไปเข้าหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injector) ซึ่งจะเปิดฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยเข้าผสมกับอากาศดีภายในกระบอกสูบ ทำให้เกิดการเผาไหม้ต่อไป

น้ำมันเชื้อเพลิงที่เหลือจากการส่งของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง จะถูกส่งออกภายนอกระบบ(กลับถังใช้การ) ทางท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกลับถัง(Fuel Return Line)ผ่านลิ้นน้ำมันล้น(Overflow Valve) ซึ่งตั้งค่ากำลังดันเปิดไว้ที่ 2.0 บาร์ เพื่อรักษากำลังดันน้ำมันเชื้อเพลิงไว้ภายในสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและช่วยไล่อากาศออกจากสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

น้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล(Leak-off Fuel)ภายในหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(เป็นลักษณะปกติของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง) จะถูกส่งออกภายนอกผ่านท่อน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล(Leak-off fuel Line)และลิ้นกันกลับ(Non-Return Valve) ไปรวมกับน้ำมันเชื้อเพลิงจากท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกลับถังที่ช่องจำกัดการไหล(Flow Restrictor) ส่งออกจากระบบไป

กำลังดันน้ำมันเชื้อเพลิงจากสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง จะถูกรักษากำลังดันไว้ไม่ให้เกิน 6.5 บาร์ ด้วยลิ้นผ่อนกำลังดัน(Pressure Relief Valve)ของสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง

ที่หม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง จะมีการไล่อากาศ(Vent)ออกจากระบบตลอดเวลาด้วยกำลังดันภายในระบบเอง ผ่านลิ้นกันกลับ(Non-Return Valve) ซึ่งตั้งค่ากำลังดันเปิดไว้ที่ 0.5 บาร์และช่องจำกัดการไหล(flow Restrictor) ออกไปรวมกับน้ำมันเชื้อเพลิงที่ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกลับถัง เพื่อส่งออกภายนอกไป ลิ้นกันกลับในส่วนนี้จะทำให้เราสามารถเปลี่ยนไส้หม้อกรองละเอียดทีละใบได้ในขณะที่เครื่องเดินอยู่ และช่องจำกัดการไหลช่วยจะลดการสูญเสียกำลังดันภายในระบบไปกับการไล่อากาศให้น้อยที่สุด

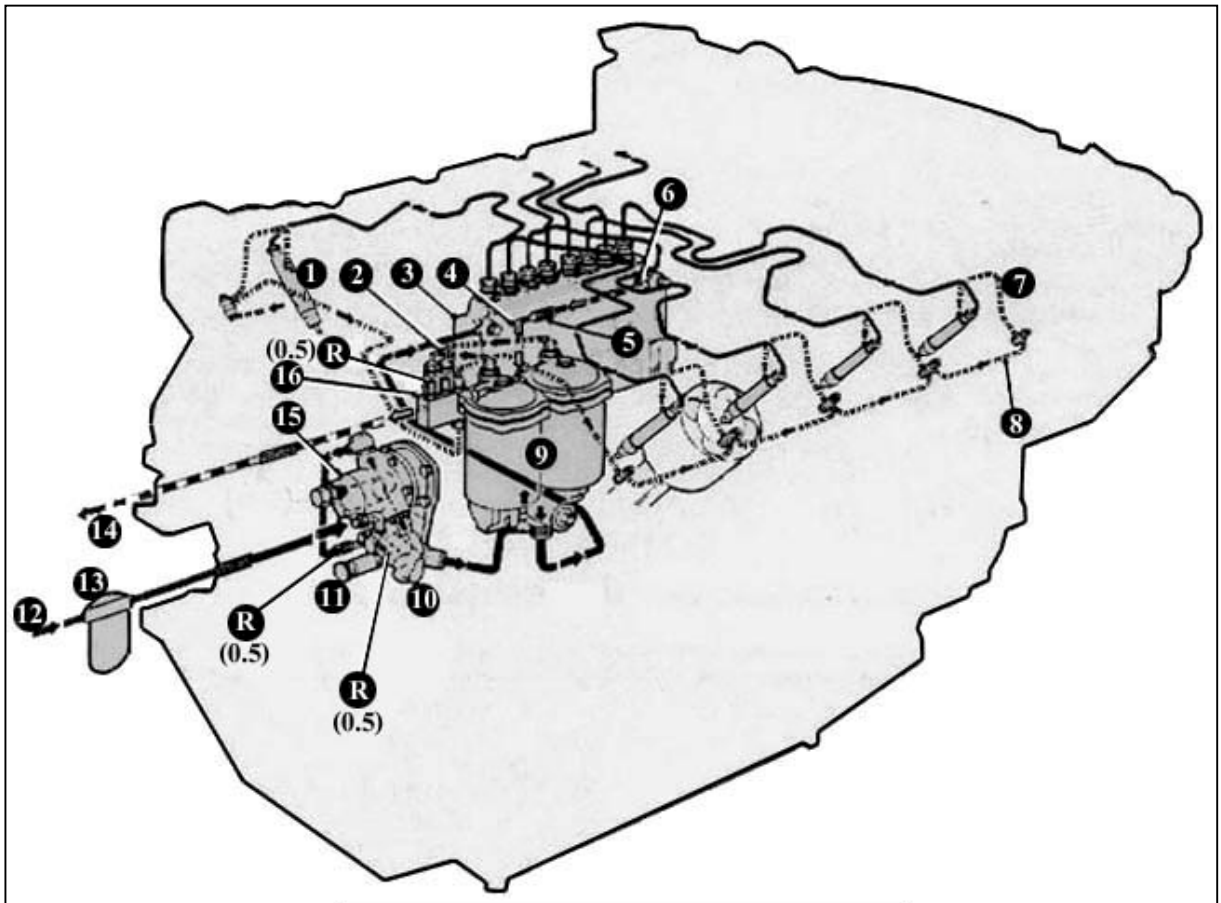


Fig. 3-1.1 Fuel System (8 V 396 TC)

1. Fuel Injector.	2. Vent Line.	3. Fuel Injection Pump.
4. Fuel Return Line.	5. Over Flow Valve.	6. Cold Start Equipment Connection.
8. Leak-off Fuel Collecting Line	9. Fuel Duplex Filter.	10. Collecting Reservoir.
11. Fuel Priming Pump.	12. From the Fuel Tank.	13. To the Fuel Prefilter.
14. To the Fuel Tank.	15. Fuel Delivery Pump.	16. Flow Restrictor.
R = Non-return Valve (BAR).		

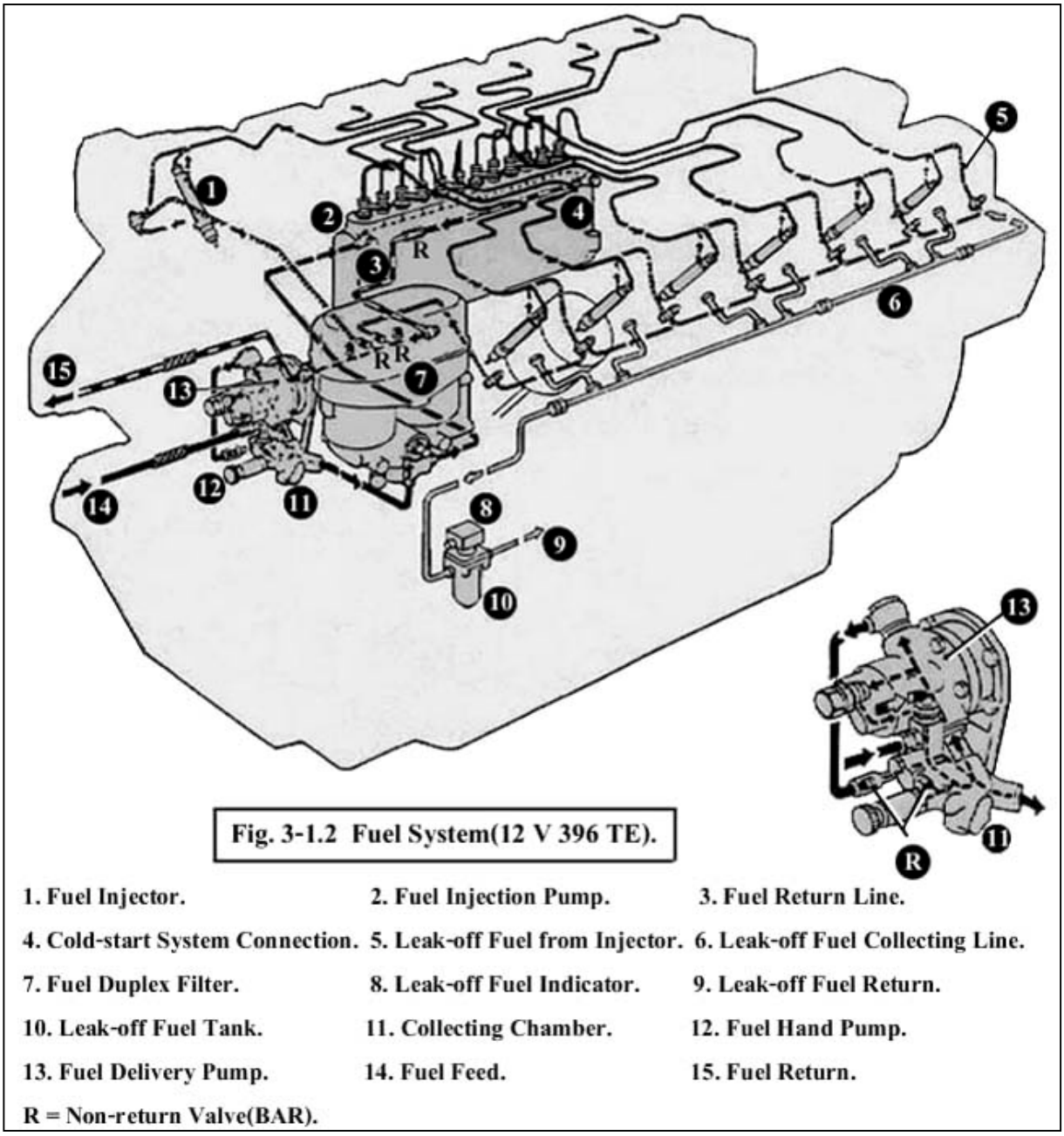


Fig. 3-1.2 Fuel System(12 V 396 TE).

1. Fuel Injector.	**2. Fuel Injection Pump.**	**3. Fuel Return Line.**
4. Cold-start System Connection.	**5. Leak-off Fuel from Injector.**	**6. Leak-off Fuel Collecting Line.**
7. Fuel Duplex Filter.	**8. Leak-off Fuel Indicator.**	**9. Leak-off Fuel Return.**
10. Leak-off Fuel Tank.	**11. Collecting Chamber.**	**12. Fuel Hand Pump.**
13. Fuel Delivery Pump.	**14. Fuel Feed.**	**15. Fuel Return.**

R = Non-return Valve(BAR).

จาก รูป 3-1.2 *ในบางเครื่อง* ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง(High Pressure Line) จะมีท่อหุ้มอยู่อีกชั้นหนึ่งหรือเป็นท่อ 2 ชั้น ระหว่างสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงถึงเรือนกลไกควบคุมลิ้น(Valve Gear Housing) น้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงที่ส่งเข้าหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกส่งผ่านท่อชั้นใน ส่วนท่อชั้นนอก(ช่องว่างระหว่างท่อชั้นนอกกับท่อชั้นใน) จะใช้รองรับน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งอาจจะรั่วไหลจากท่อชั้นใน (ปกติจะต้องไม่มี) ถ้ามี น้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหลส่วนนี้ จะไหลผ่านท่อชั้นนอกและช่องทางที่ส่วนกลางของเรือนกลไกควบคุมลิ้น ออกจากเครื่อง ทางท่อน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหลด้านข้างเครื่อง ไปเข้าหม้อรับน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล(Leak-off Fuel Tank) เพื่อทำให้เกิดสัญญาณเตือน(Alarm)ต่อไป

ในขณะที่ไม่ได้เดินเครื่อง สามารถไล่อากาศออกจากระบบได้โดยใช้สูบโยกมือน้ำมันเชื้อเพลิง

3.การซ่อมบำรุงรักษาระบบ

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 40-42

4.รายละเอียดของระบบ

4.1 หม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Prefilter) (รูป 3-2)

ประกอบอยู่ที่ ทางเข้าสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Delivery Pump)

ทำหน้าที่ กรองน้ำมันเชื้อเพลิงก่อนเข้าสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง(ก่อนเข้าระบบ)

ในแต่ละเครื่องจะมีลักษณะและขนาดแตกต่างกัน ในที่นี้จะกล่าวถึงแบบตะแกรงโลหะ(Edge-Type Filter)

ความถี่ในการกรอง 0.1 มม.

ลักษณะการทำงาน

ภายนอก จะเป็นถ้วยหม้อกรอง(Filter Bowl) ประกอบอยู่ด้านล่าง ยึดติดกับหัวหม้อกรอง(Filter Head)ด้วยสลักและนัตยึด(Securing Nut) ที่หัวหม้อกรองประกอบด้วยช่องทางน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า-ออก 2 ช่องทาง

ภายในถ้วยหม้อกรอง ประกอบด้วยแปรงกวาด(Cleaning Rake)ยึดอยู่กับหัวหม้อกรองและไส้หม้อกรองแบบตะแกรงโลหะซึ่งสามารถหมุนได้ด้วยมือหมุน(Handle) เพื่อให้แปรงกวาดกรีดทำความสะอาดผิวภายนอกไส้หม้อกรอง

น้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกดูดเข้ามาผ่านช่องทางเข้าที่หัวหม้อกรอง เข้าไปภายในถ้วยหม้อกรองรอบๆภายนอกไส้หม้อกรอง น้ำมันเชื้อเพลิงที่สะอาดจะผ่านไส้หม้อกรองเข้าภายในและออกทางช่อง-

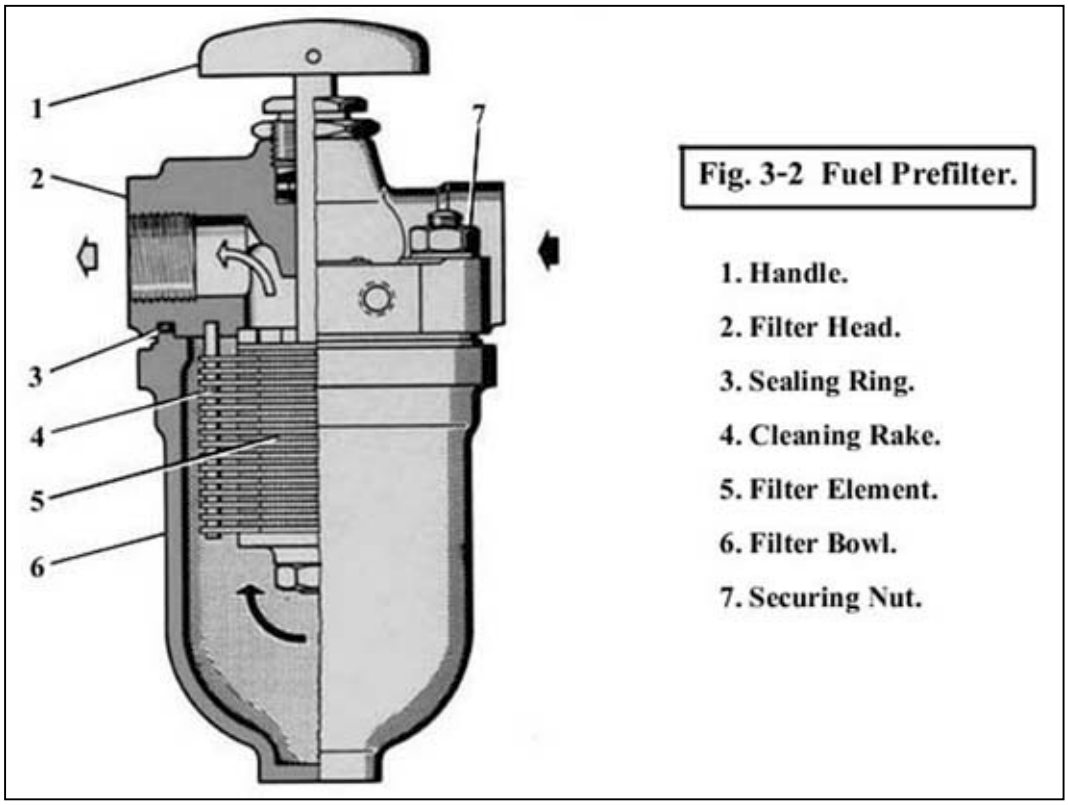


Fig. 3-2 Fuel Prefilter.

1. Handle.
2. Filter Head.
3. Sealing Ring.
4. Cleaning Rake.
5. Filter Element.
6. Filter Bowl.
7. Securing Nut.

ทางออกที่หัวหม้อกรองส่งเข้าสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงไป สิ่งสกปรกที่ปนมากับน้ำมันเชื้อเพลิงจะเกาะติดอยู่ภายนอกไส้หม้อกรอง

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 44-46

4.2 **สูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง**(Fuel Delivery Pump) (รูป 3-3)

ประกอบอยู่ที่ด้าน KGS. ของเครื่อง

ทำหน้าที่ สูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันต่ำ เข้าสู่ระบบ

ลักษณะการทำงาน

เป็นสูบแบบเฟือง(Gear Pump) ได้รับการขับหมุนโดยเพลาลูกเบี้ยวด้านซ้ายของเครื่อง

เรือนของสูบ(Housing) ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ หน้าแปลน(Flange),แผ่นรับเฟือง(Gear Carrier Plate)และฝาปิด(Cover) ประกอบเข้าด้วยกันด้วยสลักยึดโดยไม่มีแผ่นกันรั่ว(Gasket)

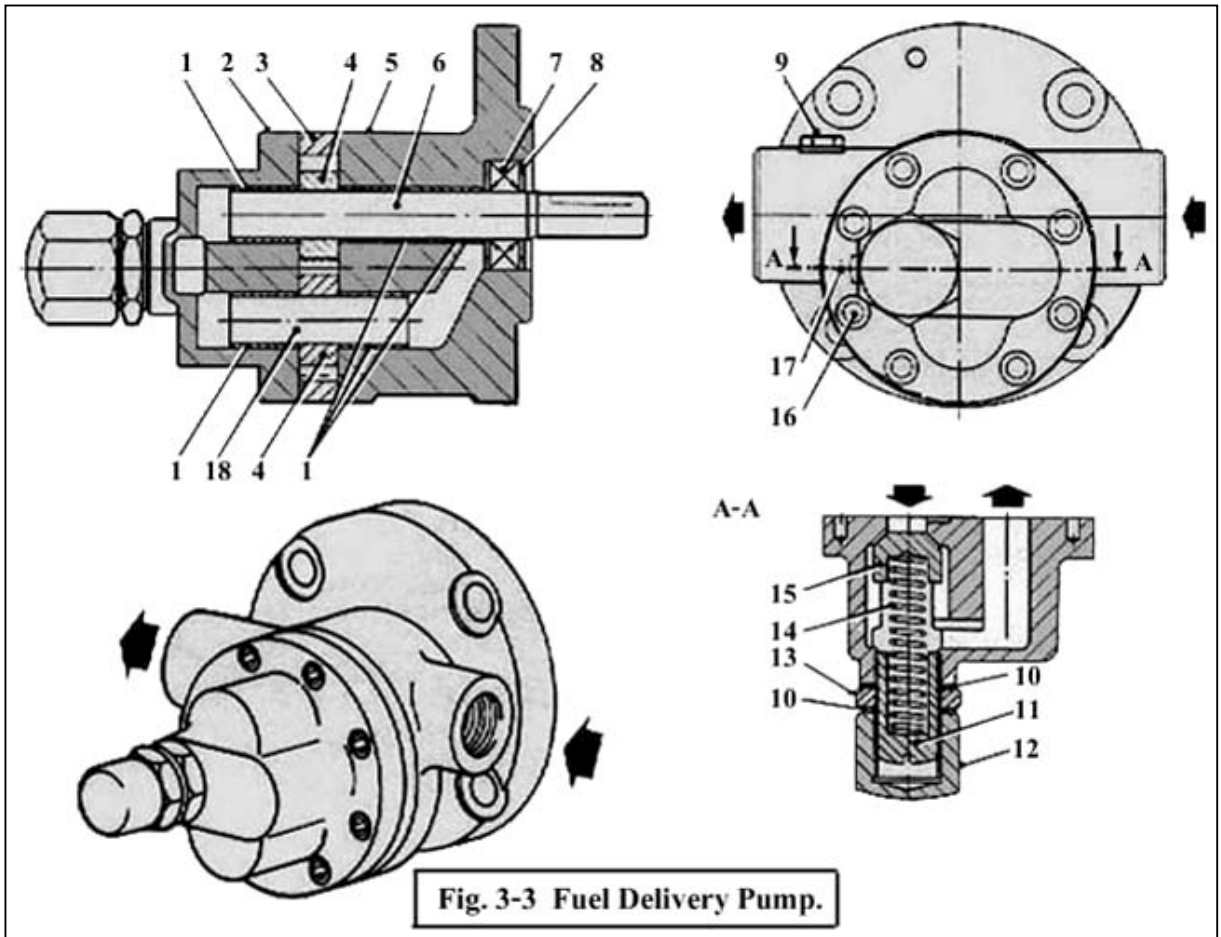


Fig. 3-3 Fuel Delivery Pump.

1. Bushing.	2. Cover.	3. Gear Carrier Plate.	4. Gear.
5. Flange.	6. Drive Shaft.	7. Shaft Seal.	8. Snap Ring.
9. Plug.	10. Sealing Ring.	11. Valve Spindle.	12. Domed Nut.
13. Pipe Nut.	14. Valve Spring.	15. Valve Cone.	16. Socket Head Screw.
17. Tapered Dowel.	18. Pump Shaft Gear.		

ภายในประกอบด้วยเฟือง(Gear)และเพลา(Shaft)ของสูบจำนวน 2 ชุด เป็นเพลาขับ(Drive Shaft) 1 เพลาและเพลาตาม(Pump Gear Shaft) 1 เพลา เพลาทั้งสองรองรับด้วยแบริ่งปลอก(Bushing) ได้รับการหล่อลื่นด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงภายในสูบ

ที่ฝาปิด(Cover) ภายในประกอบด้วยลิ้นผ่อนกำลังดัน(Pressure Relief Valve) ตั้งค่ากำลังดันเปิด(Opening Pressure)ที่ 6.5 บาร์ ทำหน้าที่ เปิดกำลังดันในทางส่งให้ไหลกลับทางดูด ถ้ากำลังดันในทางส่งสูงกว่าเกณฑ์ค่ากำลังดันเปิด

เมื่อเดินเครื่อง เฟืองของสูบจะหมุน เกิดแรงดูดขึ้นภายในสูบและดูดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้ามาในช่องว่างระหว่างฟันเฟืองกับแผ่นรับเฟือง แล้วจะถูกส่งออกจากสูบทางช่องทางส่ง เข้าสู่ระบบไป

ถ้ากำลังดันน้ำมันเชื้อเพลิงในช่องทางส่ง สูงกว่าค่ากำลังดันเปิดของลิ้นผ่อนกำลังดันฯ จะเปิดให้กำลังดันในทางส่ง ไหลกลับช่องทางดูด

การซ่อมบำรุงรักษา

ไม่มี

4.3 สูบโยกมือน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Priming Pump) (รูป 3-4)

ประกอบอยู่กับสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง

ทำหน้าที่ ไล่อากาศออกจากระบบน้ำมันเชื้อเพลิง(Priming) เมื่อไม่ได้เดินเครื่อง

แต่ละเครื่องจะมีลักษณะแตกต่างกันบ้าง แต่การทำงานจะเหมือนกัน

ลักษณะการทำงาน

เป็นแบบลูกสูบเลื่อน(Plunger Type)

ภายในเรือนของสูบ(Housing) ประกอบด้วยชุดลูกสูบเลื่อน(Plunger)และก้านลูกสูบเลื่อน(Plunger Rod)ส่งต่ออาการถึงมือจับ(Handle)ภายนอก โดยที่มือจับและปลอก(Sleeve)จะมีเกลียวสำหรับกวดให้ยึดติดกันปลายอีกด้านหนึ่งของเรือนของสูบ ที่ช่องทางดูดและช่องทางส่งประกอบด้วยลิ้นกันกลับ 2 ลิ้น คือ ลิ้นดูด(Intake Valve)และลิ้นส่ง(Delivery Valve)

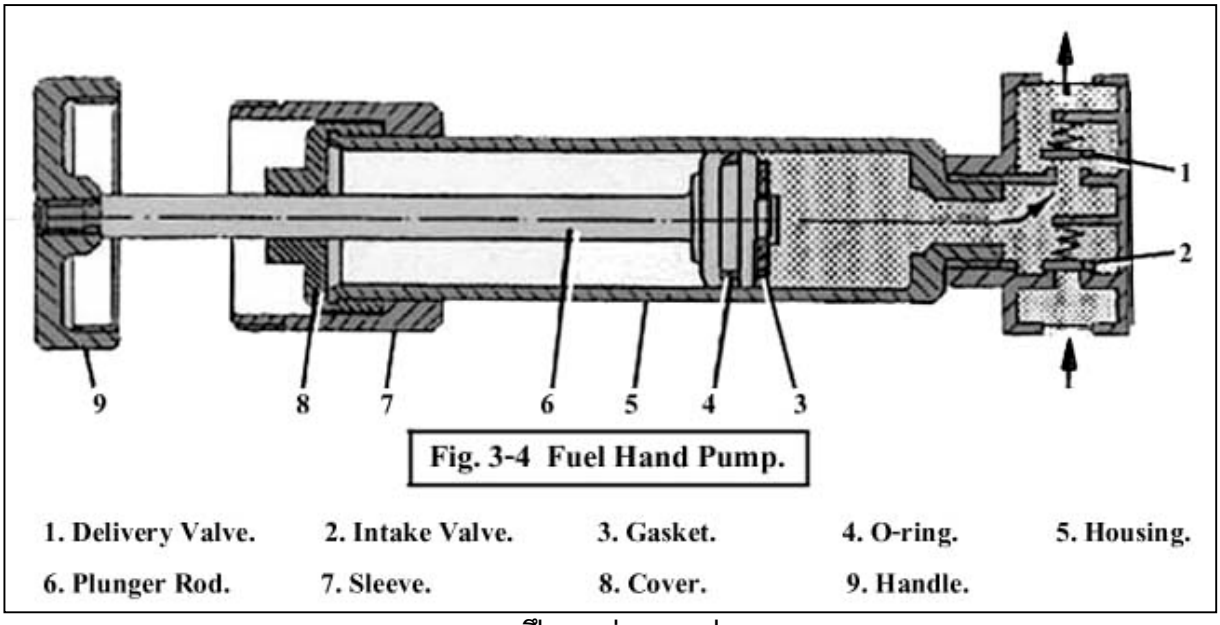


Fig. 3-4 Fuel Hand Pump.

1. Delivery Valve. 2. Intake Valve. 3. Gasket. 4. O-ring. 5. Housing.
6. Plunger Rod. 7. Sleeve. 8. Cover. 9. Handle.

เมื่อดึงมือจับเลื่อนออก จะเป็นจังหวะดูด เกิดแรงดูดขึ้นภายในสูบทำให้ลิ้นส่งปิด ในขณะเดียวกันลิ้นดูดจะเปิด ให้น้ำมันเชื้อเพลิงเข้ามาภายในสูบ

เมื่อกดมือจับเลื่อนเข้า จะเป็นจังหวะส่ง ทำให้ลิ้นดูดปิด ในขณะเดียวกันลิ้นส่งจะเปิด ให้น้ำมันเชื้อเพลิงภายในสูบ ส่งผ่านออกไปเข้าระบบต่อไป

การซ่อมบำรุงรักษา

ไม่มี

4.4 หม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Duplex Filter) (รูป 3-5.1 ถึง 3-5.3)

ประกอบอยู่ระหว่างสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงกับสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

ทำหน้าที่ กรองน้ำมันเชื้อเพลิงก่อนเข้าสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

เป็นแบบหม้อกรองคู่(Duplex or Dual Filter) ใน 1 เครื่อง จะใช้หม้อกรอง 1 ชุด (2 ใบ)

ลักษณะส่วนประกอบจะต่างกันเป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

4.4.1 ลักษณะแรก (รูป 3-5.2)

เครื่องแบบ TC/TB

ลักษณะการทำงาน

ส่วนที่ต่างกัน ในเครื่องทั้งสองแบบ คือ อ่างน้ำมันล้น(Spill Collector)

ส่วนอื่นๆ จะมีลักษณะส่วนใหญ่เหมือนกัน ดังนี้

ภายในเรือนหม้อกรอง(Filter Bowl)แต่ละใบประกอบด้วยไส้หม้อกรองละเอียด(Micronic Element) 1 ใบ

ส่วนล่างของเรือนหม้อกรอง ประกอบด้วยปลั๊กระบาย(Drain Plug)สำหรับเปิดระบายตะกอนภายในหม้อกรองออกทิ้งภายนอก และช่องทางน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า-ออกหม้อกรอง ซึ่งปิด-เปิดได้ด้วยลิ้นเปลี่ยนทาง(Diverter Valve)ที่บิดได้ 4 ตำแหน่ง ทำให้สามารถเปิดใช้หม้อกรองได้ทีละใบ เพื่อเปลี่ยนไส้หม้อกรองได้ ในขณะเครื่องเดินอยู่(ปกติจะเปิดใช้พร้อมกันทั้งสองใบ)

ด้านบน ปิดไว้ด้วยฝาปิดหม้อกรอง(Filter Cover) ซึ่งประกอบด้วยปลั๊กระบายอากาศ(Vent Plug) จำนวน 2 ตัว สำหรับเปิดไล่อากาศเมื่อต้องการและช่องทางระบายอากาศ(Vent Line) ซึ่งจะไล่อากาศออกจากระบบตลอดเวลา ด้วยกำลังดันภายในระบบเอง ในขณะเครื่องเดินอยู่

น้ำมันเชื้อเพลิง(จากสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง) จะถูกส่งเข้ามาที่ช่องทางเข้าที่ลิ้นเปลี่ยนทาง เข้าไปภายในหม้อกรองรอบๆภายนอกไส้หม้อกรอง น้ำมันที่สะอาดจะผ่านไส้หม้อกรองเข้าภายในและไหลออกจากหม้อกรองผ่านลิ้นเปลี่ยนทางเข้าสู่ระบบต่อไป สิ่งสกปรกต่างๆจะเกาะติดอยู่ภายนอกไส้หม้อกรอง

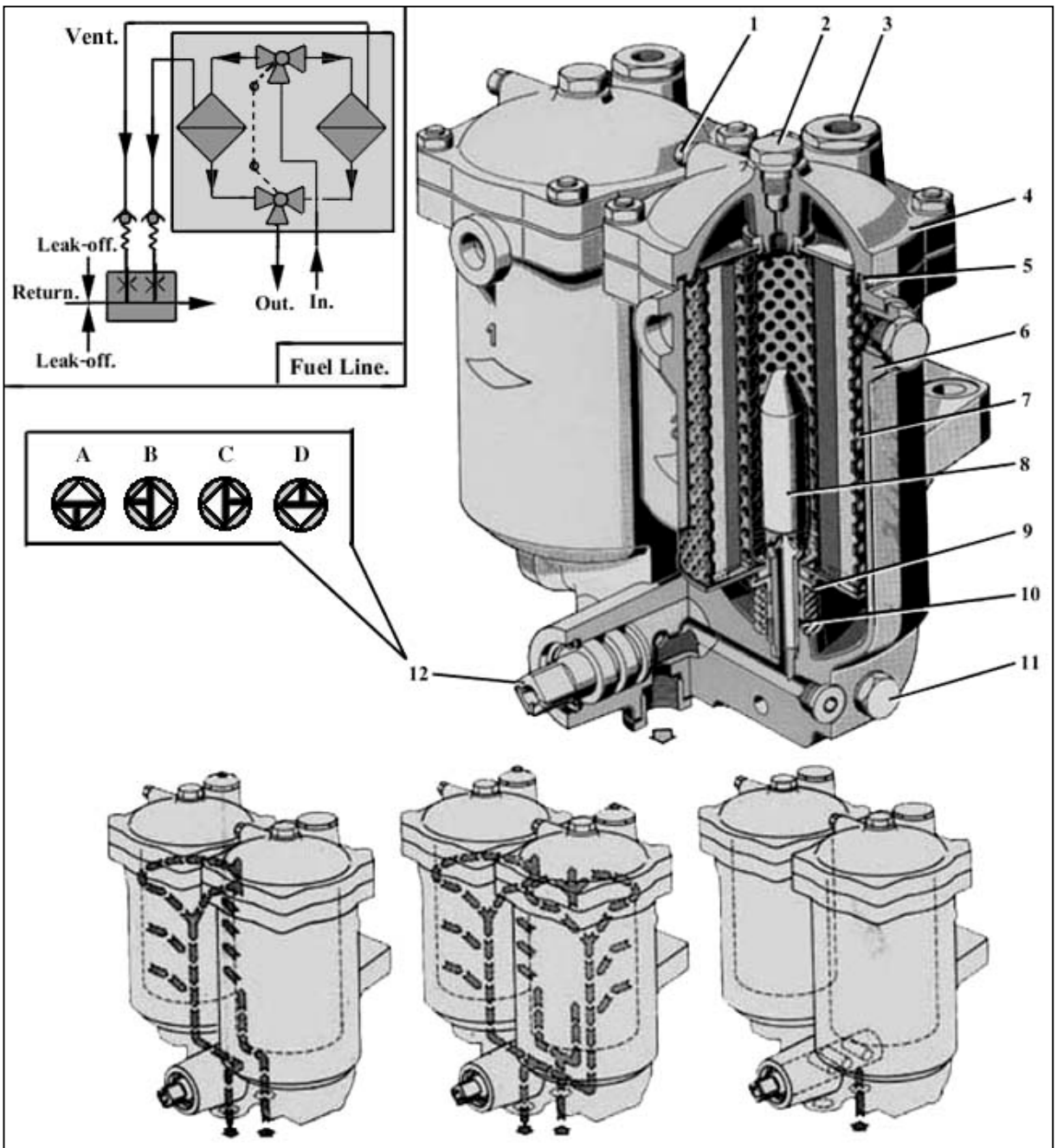


Fig. 3-5.1 Fuel Duplex Filter (TC).

1. Vent Plug(Side-mounted). 2. Vent Plug(Top-mounted). 3. Connection for Vent Line. 4. Filter Cover.
5. Sealing Ring. 6. Filter Bowl. 7. Filter Element(Micronic). 8. Alignment Pin.
9. Sealing Ring. 10. Spring. 11. Drain Plug. 12. Diverter Valve.

A = Both Filters In Operation. B = Left Filter In Operation , Right Filter Off.

D = Both Filters Off. C = Right Filter In Opertion , Left Filter Off.

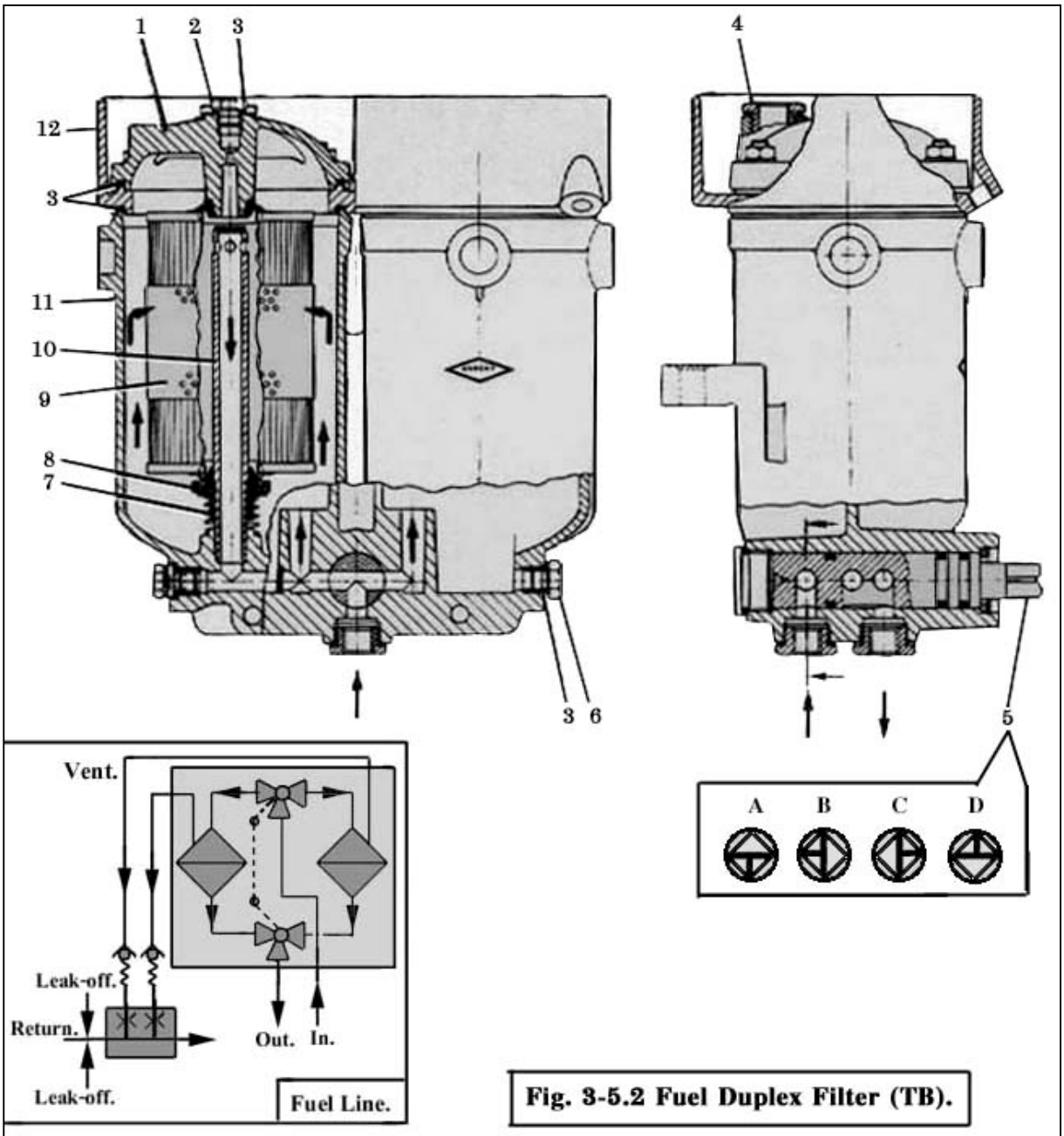


Fig. 3-5.2 Fuel Duplex Filter (TB).

1. Filter Head. 2. Vent Plug. 3. Sealing Ring. 4. Vent Line Connection.
5. Three-way Cock. 6. Drain Plug. 7. Spring. 8. Gasket.
9. MICRONIC Element. 10. Discharge Pipe. 11. Bowl. 12. Spill Collector.

A = Both Filters In Operation. B = Left Filter In Operation , Right Filter Off.
D = Both Filters Off. C = Right Filter In Opertion , Left Filter Off.

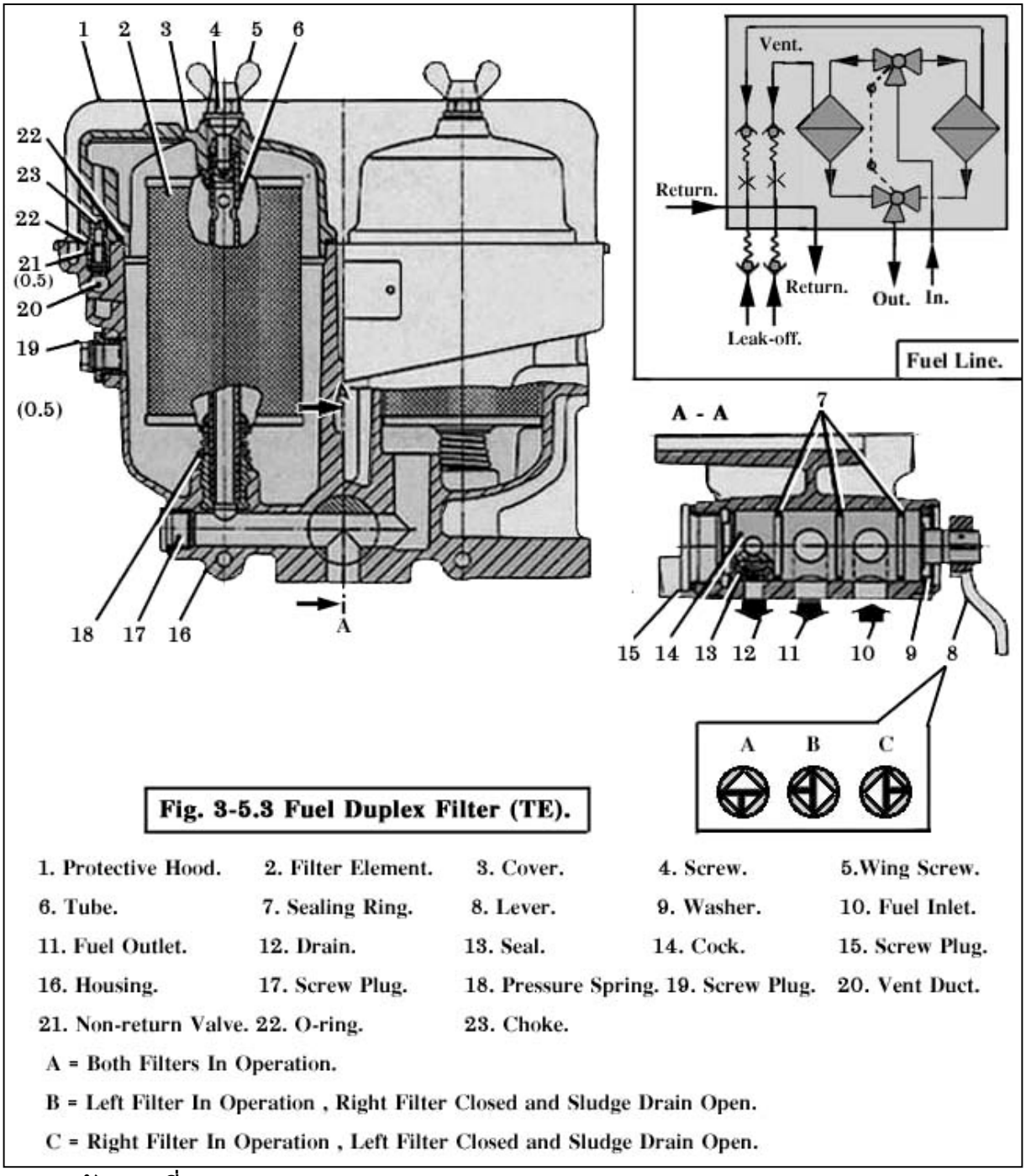


Fig. 3-5.3 Fuel Duplex Filter (TE).

1. Protective Hood.	2. Filter Element.	3. Cover.	4. Screw.	5.Wing Screw.
6. Tube.	7. Sealing Ring.	8. Lever.	9. Washer.	10. Fuel Inlet.
11. Fuel Outlet.	12. Drain.	13. Seal.	14. Cock.	15. Screw Plug.
16. Housing.	17. Screw Plug.	18. Pressure Spring.	19. Screw Plug.	20. Vent Duct.
21. Non-return Valve.	22. O-ring.	23. Choke.		

A = Both Filters In Operation.

B = Left Filter In Operation , Right Filter Closed and Sludge Drain Open.

C = Right Filter In Operation , Left Filter Closed and Sludge Drain Open.

4.4.2 **ลักษณะที่สอง**(รูป 3-5.3)

เครื่องแบบ TE

ลักษณะการทำงาน

ส่วนที่แตกต่างจากลักษณะแรก คือ ฝาปิดหม้อกรอง(Cover) ใช้สลักเกลียว(Screw)ยึด มีฝาครอบ(Hood)ด้านนอก,ส่วนบนของเรือนหม้อกรอง(Housing)จะประกอบด้วยลิ้นกันกลับ(Non-Return Valve)และช่องจำกัด(Choke) จำนวน 2 ชุด ซึ่งจะทำงานไล่อากาศออกจากหม้อกรองด้วยกำลังดันภายในระบบตลอดเวลาที่เครื่องเดินอยู่ โดยลิ้นกันกลับตั้งค่ากำลังดันเปิด(Opening Pressure)ไว้ที่ 0.5 บาร์ จะเป็นส่วนที่ช่วยให้สามารถเปลี่ยนไส้หม้อกรองได้ทีละใบในขณะเดินเครื่องอยู่และช่องจำกัดจะช่วยลด

การสูญเสียกำลังดันภายในระบบไปกับการไล่อากาศ ส่วนที่แตกต่างอีกส่วน คือลิ้นเปลี่ยนทาง(Diverter Valve)สามารถบิดใช้ได้ 3 ตำแหน่ง และส่วนล่างของหม้อกรองประกอบด้วยก๊อกระบาย(Drain Cock)

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 47-50

4.5 หม้อรับน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล (Leak-off Fuel Tank) (รูป 3-6)

ทำหน้าที่ รับน้ำมันเชื้อเพลิงที่รั่วไหลจากท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง เพื่อสร้างสัญญาณเตือน มีใช้เฉพาะบางเครื่องเท่านั้น(มีท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงเป็นท่อ 2 ชั้น)

ลักษณะการทำงาน

ส่วนบนของหม้อ(Tank) ประกอบด้วยช่องทางน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า-ออก 2 ช่องทาง

ด้านล่าง ประกอบด้วยปลั๊กระบาย(Plug)สำหรับเปิดระบายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในออกทิ้ง

ภายใน ประกอบด้วยชุดตรวจวัดการรั่วไหล(Leak-off Fuel Indicator) คือ ชุดลูกลอยแม่เหล็ก (Float With Annular Magnet)และชุดสวิทช์เปลี่ยนทาง(Contact Switch)

เมื่อมีน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหลจากท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง รั่วไหลลงมาเข้าหม้อรับน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล จะทำให้ลูกลอยแม่เหล็กลอยเลื่อนขึ้นด้วยตามระดับน้ำมันเชื้อเพลิง และถ้าลูกลอยแม่เหล็กเลื่อนขึ้นถึงระยะ 2 ใน 3 ของระยะเลื่อนทั้งหมด จะทำให้สวิทช์เปลี่ยนทาง เปลี่ยนตำแหน่งส่งสัญญาณทำให้เกิดสัญญาณเตือน เมื่อสวิทช์ลูกลอยเลื่อนลงต่ำกว่า 2 ใน 3 ของระยะเลื่อนทั้งหมด สวิทช์เปลี่ยนทางก็จะเปลี่ยนตำแหน่ง กลับมาอยู่ที่ตำแหน่งปกติ

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 43

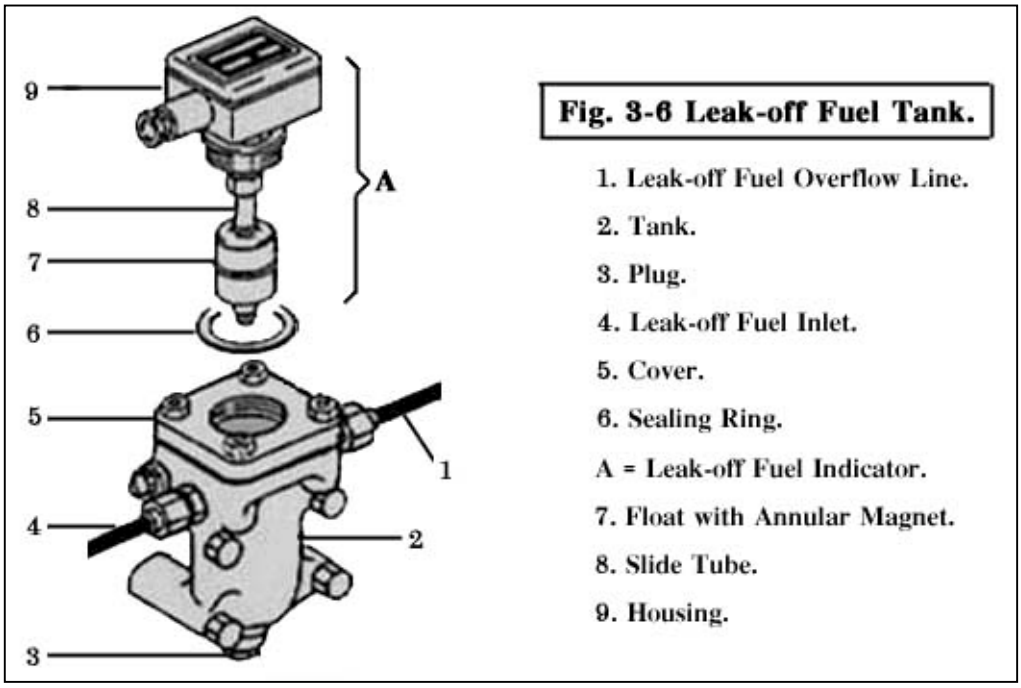


Fig. 3-6 Leak-off Fuel Tank.

1. Leak-off Fuel Overflow Line.
2. Tank.
3. Plug.
4. Leak-off Fuel Inlet.
5. Cover.
6. Sealing Ring.

A = Leak-off Fuel Indicator.

7. Float with Annular Magnet.
8. Slide Tube.
9. Housing.

บทที่ 4
ระบบอากาศดี-แก๊สเสีย
(Intake-Exhaust System)

ในเครื่องแต่ละแบบ(TC/TB/TE) ระบบอากาศดี-แก๊สเสีย จะมีหน้าที่และหลักการทำงานเหมือนกัน คือ เมื่อเดินเครื่อง แก๊สเสียจากการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบจะถูกขับไล่ออกมา ให้ไปเข้าทำงานขับหมุนเทอร์โบชาร์จแล้วจึงปล่อยออกทิ้งภายนอก เทอร์โบชาร์จก็จะทำงานดูดอากาศดีจากภายนอกเข้ามาอัดส่งเข้ากระบอกสูบไปผสมกับน้ำมันมันเชื้อเพลิง เพื่อการจุดระเบิดเผาไหม้ต่อไป แต่จะแตกต่างกันเฉพาะในรายละเอียดบางอย่างเท่านั้น

1.ส่วนประกอบของระบบ (รูป 4-1)

หม้อกรองอากาศดี(Air Filter) (รายละเอียดข้อ 4.1)

เทอร์โบชาร์จ(Exhaust Turbocharger) (รายละเอียดข้อ 4.2)

หม้อระบายความร้อนอากาศดี(Intercooler) (รายละเอียดข้อ 4.3)

ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน(Emergency Air Shut-off Flaps) (รายลเอียดข้อ 4.4)

ท่อระบายน้ำตกอากาศดี(Condensate Drain Line) (รายละเอียดข้อ 4.5)

2.การทำงานของระบบ (รูป 4-1)

เมื่อเดินเครื่อง แก๊สเสียจากการเผาไหม้แต่ละสูบ จะถูกไล่ออกมารวมกันภายในท่อรวมแก๊สเสีย (Exhaust Manifolds) ซึ่งมีอยู่ 2 ท่อ(แถวสูบละ 1 ท่อ)ด้านข้างเรือนสูบ(Crankcase) แก๊สเสียจากท่อรวมแก๊สเสียนี้จะถูกส่งเข้าทำงานขับหมุนเทอร์โบชาร์จซึ่งมีอยู่ 2 ตัว (แถวสูบละ 1 ตัว) แล้วปล่อยทิ้งออกภายนอกไป

อากาศดีจะถูกเทอร์โบชาร์จดูดจากภายนอกผ่านหม้อกรองอากาศดี(Air filter) เพื่อกรองเศษวัสดุหรือฝุ่นละอองที่ปนมา แล้วอัดส่งผ่านหม้อระบายความร้อนอากาศดีเข้าเครื่อง(Intercooler) เพื่อระบายความร้อนออกจากอากาศดี แล้วจึงผ่านลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน(Emergency Air Shut-off Flaps) และเข้าท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด(Air/Coolant Manifold)ซึ่งมีอยู่ 2 ท่อ ด้านในเครื่อง แล้วแยกส่งเข้ากระบอกสูบแต่ละสูบ เพื่อผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงในการจุดระเบิดเผาไหม้ต่อไป

น้ำตกซึ่งเกิดขึ้นภายในระบบอากาศดีจะถูกระบายออกทิ้งภายนอก ทางท่อระบายน้ำตกอากาศดี(Condensate Drain Line) ด้วยกำลังดันภายในระบบ ตลอดเวลาที่เครื่องเดินอยู่

*** <u>หมายเหตุ</u>**

* ท่อรวมแก๊สเสียมีใช้อยู่ 2 แบบ คือ แบบที่ไม่มีการระบายความร้อนและแบบที่มีการระบายความร้อน แบบหลังจะประกอบอยู่ภายในเรือนระบายความร้อน(Cooling Housing) ซึ่งเป็นเรือน 2 ชั้น หรือเป็นท่อแก๊สเสีย 2 ชั้น ใช้น้ำจืดเดินภายในเพื่อช่วยระบายความร้อนและป้องกันความร้อนภายในแผ่ออกมาภายนอก

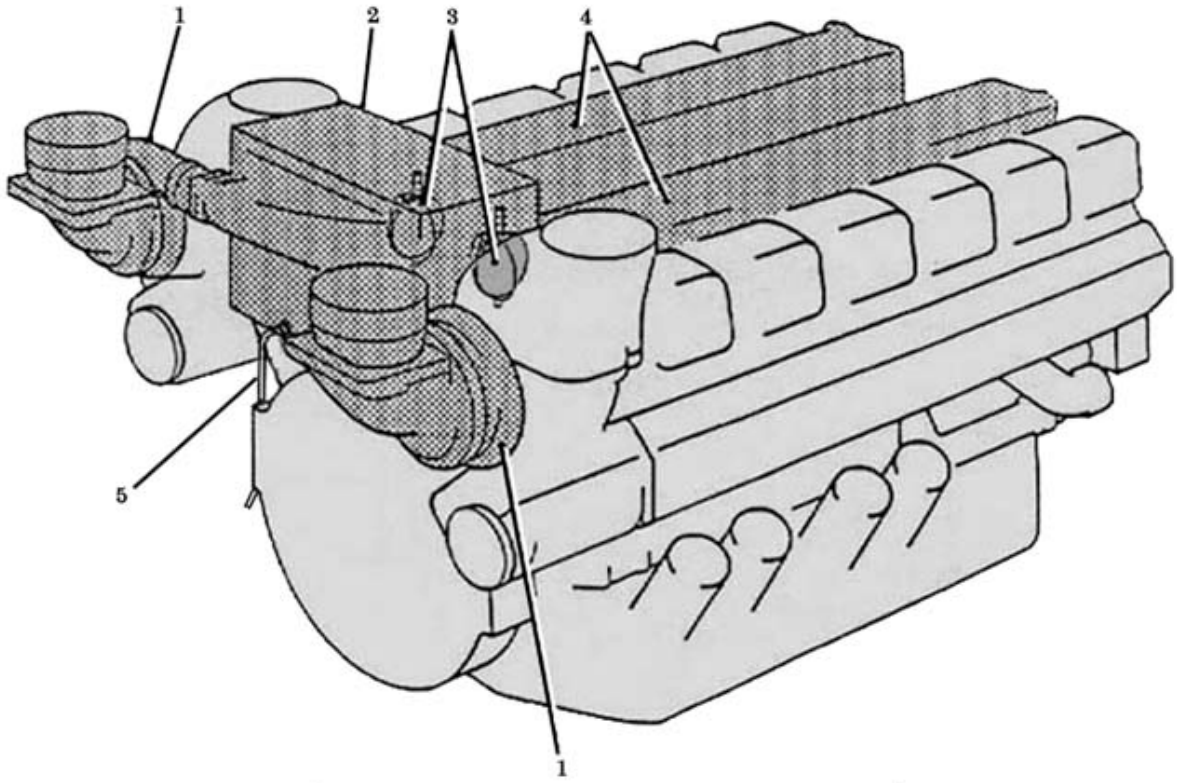


Fig. 4-1 Air/Exhaust System (12 V 396 TE).

1. Exhaust Turbocharger. 2. Intercooler. 3. Emergency Air Shut-off Flap.
4. Charge Air Manifold. 5. Condensate Drain Line.

* ท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด(Air/Coolant Manifold) แต่ละท่อภายในจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งจะเป็นท่อรวมอากาศดี(Air Manifold)และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นท่อรวมน้ำจืด(Coolant Manifold)

3.การซ่อมบำรุงรักษาระบบ(Maintenance)

รายละเอียด บทที่ 9 ข้อ 13 – 18 และ 30 – 31

4.รายละเอียดของระบบ

4.1 หม้อกรองอากาศดี(Air Filter)

ประกอบอยู่ที่ ทางอากาศดีเข้าเทอร์โบชาร์จ

ทำหน้าที่ กรองเศษวัสดุหรือสิ่งสกปรกที่ปนมากับอากาศดีก่อนเข้าเทอร์โบชาร์จ

ปัจจุบันมีใช้อยู่ 2 แบบ คือ

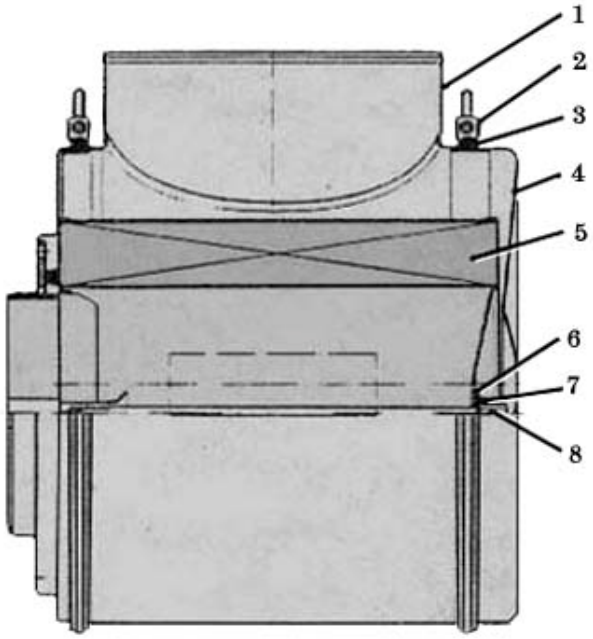
4.1.1 หม้อกรองอากาศดีแบบแห้ง(Dry-Type Air Filter) (รูป 4-2.1)

ลักษณะการทำงาน

ภายในเรือนหม้อกรอง(Housing) จะประกอบด้วยไส้หม้อกรอง(Micro-Top Element) แบบแห้ง (Dry-type) จำพวกกระดาษ(Paper)

เมื่อเดินเครื่อง เทอร์โบชาร์จจะดูดอากาศดีผ่านช่องทางดูดของหม้อกรองอากาศดีเข้ามาภายในรอบๆภายนอกไส้หม้อกรอง สิ่งสกปรกต่างๆจะเกาะอยู่ภายนอกไส้หม้อกรอง ส่วนอากาศดีจะผ่านเข้า-

ภายในและเข้าสู่เทอร์โบชาร์จไป



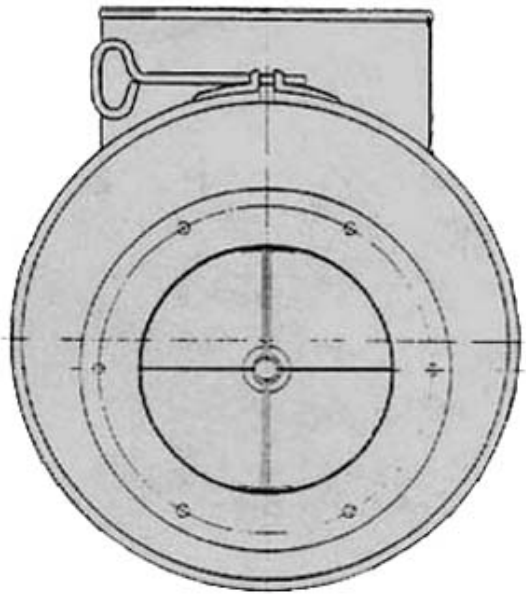


Fig. 4-2.1 Air Filter(Dry-Type).

1. Pico Air Filter. 2. Clamp. 3. Gasket. 4. End Cover.
5. Micro-top Element. 6. Gasket. 7. Washer. 8. Bolt.

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 19 – 20

4.1.2 **หม้อกรองอากาศดีแบบเปียก**

(Wet-Type Air Filter) (รูป 4-2.2)

ลักษณะการทำงาน

เป็นชุดหม้อกรองสำเร็จรูป ประกอบอยู่ที่ทางอากาศดีเข้าเทอร์โบชาร์จ ไส้หม้อกรองเป็นเส้นใยโลหะที่ชุ่มด้วยน้ำมันหล่อลื่น

เมื่อเดินเครื่องเทอร์โบชาร์จจะดูดอากาศดีจากภายนอกหม้อกรองเข้ามา สิ่งสกปรกต่างๆ จะเกาะติดอยู่ที่ฟิล์มน้ำมันหล่อของไส้หม้อกรอง ส่วนอากาศดีจะผ่านไส้หม้อกรองเข้าภายใน เข้าสู่เทอร์โบชาร์จไป

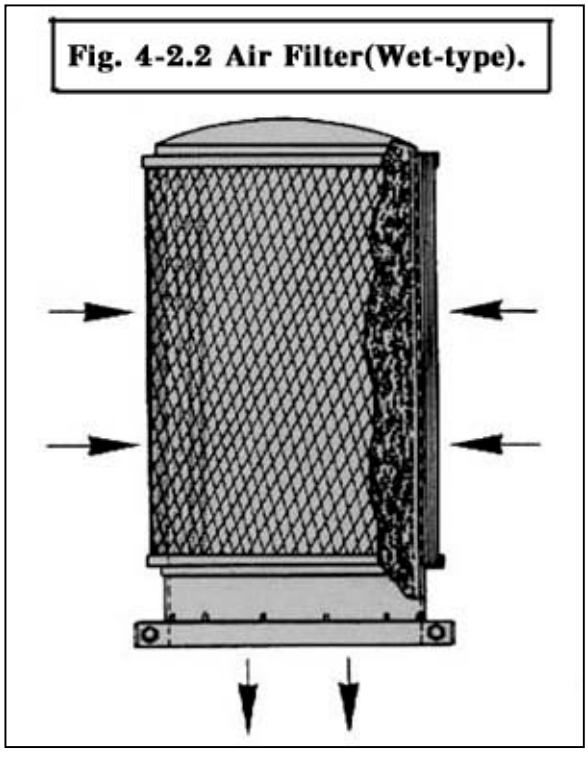


Fig. 4-2.2 Air Filter(Wet-type).

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 20

4.2 **เทอร์โบชาร์จ**(Exhaust Turbocharger) (รูป 4-3)

ประกอบอยู่ที่ทางอากาดีออกจากหม้อกรองอากาศดี ใน 1 เครื่องจะประกอบด้วยเทอร์โบชาร์จ 2 ตัว (แถวสูบละตัว)

ทำหน้าที่ เป็นเครื่องอัดอากาศ(Compressor) อัดส่งอากาศดีเข้ากระบอกสูบ ทำให้ได้น้ำหนักอากาศดีเข้ากระบอกสูบมากกว่าที่ลูกสูบดูดอากาศดีเข้าตามปกติ ทำให้สามารถฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปผสมกับอากาศดีเพื่อการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ได้มากขึ้นในปริมาตรกระบอกสูบเท่าเดิม ผลที่ได้คือเครื่องยนต์จะให้กำลังงานออก(Power Output)สูงขึ้น ในปริมาตรกระบอกสูบเท่าเดิม

ทำงานด้วยแก๊สเสียของเครื่องยนต์(ใช้แก๊สเสียเป็นต้นกำลังขับหมุน)

ในแต่ละเครื่องรายละเอียดของเทอร์โบชาร์จจะต่างกัน แต่โดยหลักการทำงานเหมือนกัน ดังนี้

ความเร็วการหมุนสูงสุด ประมาณ 70,000 – 80,000 รอบ/นาที

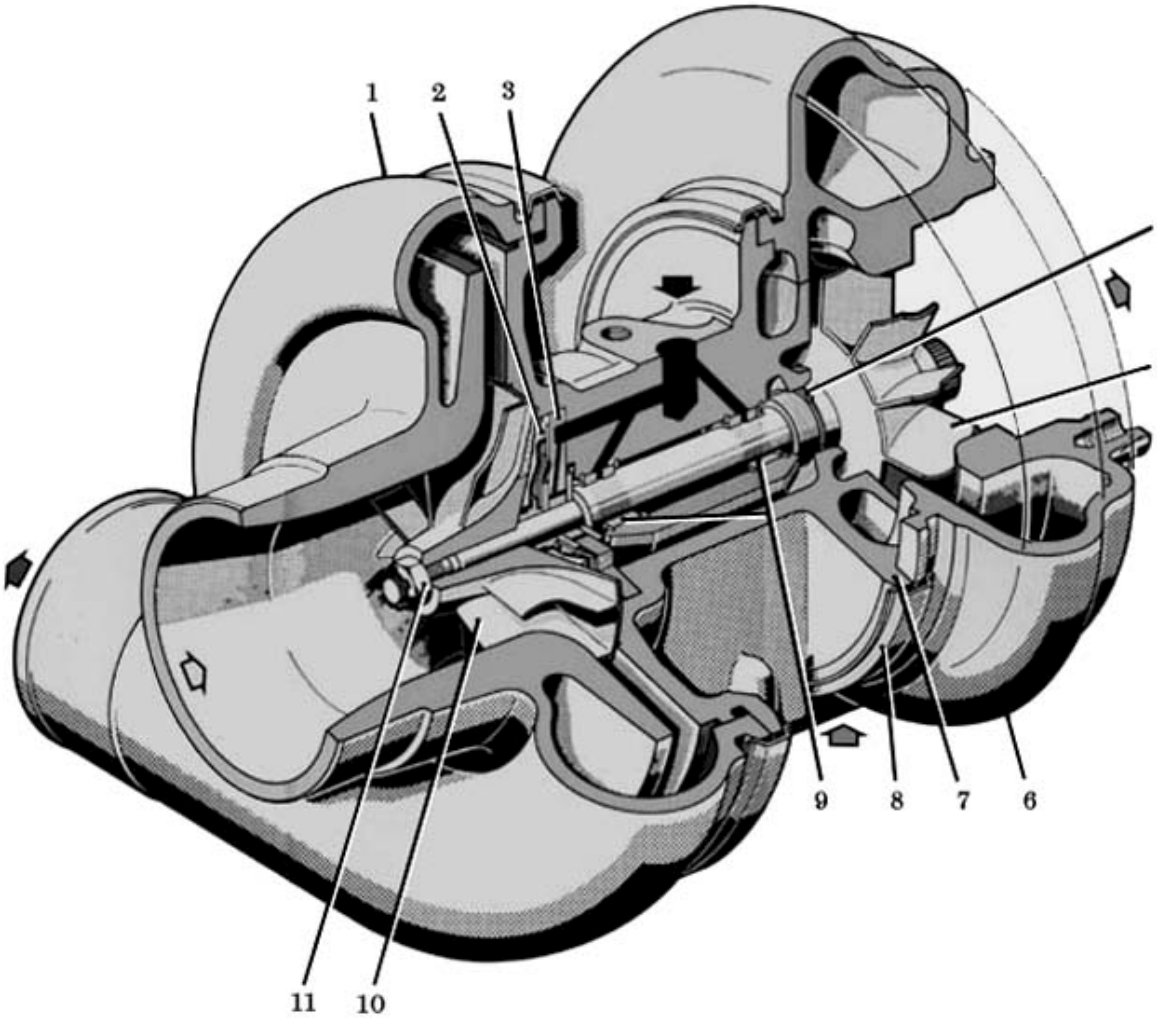


Fig. 4.3 Exhaust Turbocharger (TC).

1. Compressor Housing. 2. Bearing Housing Cover. 3. Thrust Bearing Disc. 4. Piston Ring.
5. Rotor. 6. Turbine Housing. 7. Bearing Housing. 8. Strap.
9. Bearing Bush. 10. Impeller Wheel. 11. Shaft Nut.

ลักษณะ

ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ เรือน(Housing)และส่วนหมุน(Rotor Assembly)

เรือน(Housing) เป็นเรือน 3 ส่วน ประกอบเข้าด้วยกัน คือ เรือนพัดอากาศดี(Compressor Housing),เรือนแบริ่ง(Bearing Housing)และเรือนกังหันแก๊ส(Turbine Housing)

เรือนกังหันแก๊ส(Turbine Housing) มีอยู่ 2 แบบ คือ ***แบบหนึ่ง*** เป็นเรือนชั้นเดียว จะมีแผ่นโลหะป้องกันความร้อนหุ้มเรือนกังหันแก๊สอยู่ภายนอกหรือมีเรือนระบายความร้อน(Cooling Housing) ซึ่งเป็นเรือน 2 ชั้น ใช้น้ำจืดระบายความร้อนเดินภายในระหว่างชั้นทั้งสอง เพื่อระบายความร้อนและป้องกันความร้อนภายในแผ่กระจายออกมาภายนอก ***อีกแบบหนึ่ง*** เรือนกังหันแก๊ส จะเป็นเรือน 2 ชั้น ใช้น้ำจืดระบายความร้อนเดินภายในระหว่างชั้นทั้งสอง เพื่อระบายความร้อนและป้องกันความร้อนภายในแผ่กระจายออกมาภายนอก

ส่วนหมุน(Rotor Assembly) ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ กังหันแก๊ส(Turbine Wheel),พัดอากาศดี(Compressor Wheel)และเพลาหมุน(Rotor Shaft)

เพลาหมุน(Rotor Shaft) ประกอบอยู่ภายในเรือนแบริ่ง(Bearing Housing) รองรับด้วยแบริ่งปลอก(Sleeve Bearing) 2 ชุด ได้รับการหล่อลื่นโดยกำลังดันน้ำมันหล่อจากระบบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ ส่งเข้ามาหล่อลื่นระบายความร้อนแล้วไหลกลับลงอ่างน้ำมันหล่อ(Oil Pan)ไป โดยจะมีวงกันรั่ว(Piston Ring) 2 ชุด ป้องกันอากาศดีหรือแก๊สเสียเข้าไปภายในแบริ่งและป้องกันน้ำมันหล่อแบริ่งเข้าไปภายในอากาศดีหรือแก๊สเสีย ***ในบางแบบ*** จะมีลิ้นกันกลับ(Non-Return Valve) ตั้งค่ากำลังเปิดไว้ประมาณ 0.1 บาร์ ประกอบอยู่ที่เรือนพัดอากาศดี ทำหน้าที่เปิดกำลังดันอากาศดีจากด้านหลังพัดอากาศดี ผ่านช่องภายในส่งไปช่วยกันรั่วที่วงกันรั่วด้านแก๊สเสียด้วย ป้องกันอาการรุนของเพลาด้วยวงกันรุน(Thrust Washer)

กังหันแก๊ส(Turbine Wheel) เชื่อมประสาน(Welded–on)ติดกับปลายเพลาหมุนอยู่ภายในเรือนกังหันแก๊ส

พัดอากาศดี(Compressor Wheel) ประกอบติดกับปลายหมุนอีกด้านด้วยนัต(Nut) ซึ่งบางแบบจะเป็นนัตแม่เหล็ก(Magnetic Nut) เพื่อส่งสัญญาณให้ตัวตรวจจับความเร็ว(Speed Sensor)

การทำงาน

แก๊สเสียจากท่อรวมแก๊สเสียจะถูกส่งเข้าเป่าปีกกังหันแก๊ส ทำให้ส่วนหมุน หมุนไปได้ แล้วปล่อยทิ้งออกภายนอกไป พัดอากาศดีจะหมุนดูดอากาศดีจากภายนอก(ผ่านหม้อกรองอากาศดี)เข้ามา อัดส่งเข้ากระบอกสูบต่อไป

ก่อนเริ่มเดินเครื่องครั้งแรก หรือ หลังจากซ่อมทำใหญ่(Overhaul)เทอร์โบชาร์จหรือเครื่องยนต์ จะต้องเติมน้ำมันหล่อที่สะอาดให้เต็มเรือนแบริ่ง

ถ้าเทอร์โบชาร์จขัดข้องหรือชำรุด จะต้องตรวจหาสาเหตุเพื่อพิจารณาว่า สามารถเดินเครื่องต่อไปโดยจะทำให้เครื่องยนต์เสียหายเพิ่มขึ้นอีกหรือไม่ ถ้าจำเป็นจะต้องเดินเครื่องใช้งานต้องให้เครื่องรับภาระเพียงส่วนน้อย(Partial Load)และให้อุณหภูมิแก๊สเสียรวมสูงไม่เกิน 500°C และจะต้องซ่อมทำเทอร์โบชาร์จหรือเปลี่ยนใหม่ในโอกาสแรก

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 12

4.3 หม้อระบายความร้อนอากาศดี(Intercooler)

ประกอบอยู่ระหว่างเทอร์โบชาร์จกับท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด จำนวน 1 ใบ

ทำหน้าที่ ระบายความร้อนออกจากอากาศดีด้วยน้ำ(เครื่องแบบ TC/TE ใช้น้ำจืด , แบบ TB ใช้น้ำทะเล) ทำให้ได้น้ำหนักอากาศดีส่งเข้ากระบอกสูบมากขึ้น [*ในเครื่องแบบ TE* ยังทำหน้าที่อุ่นอากาศดีให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อเดินเครื่องความเร็วต่ำ ทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ดีในช่วงความเร็วต่ำ (รายละเอียด บทที่ 5 ข้อ 2.3)]

มีใช้อยู่ 2 แบบ คือ

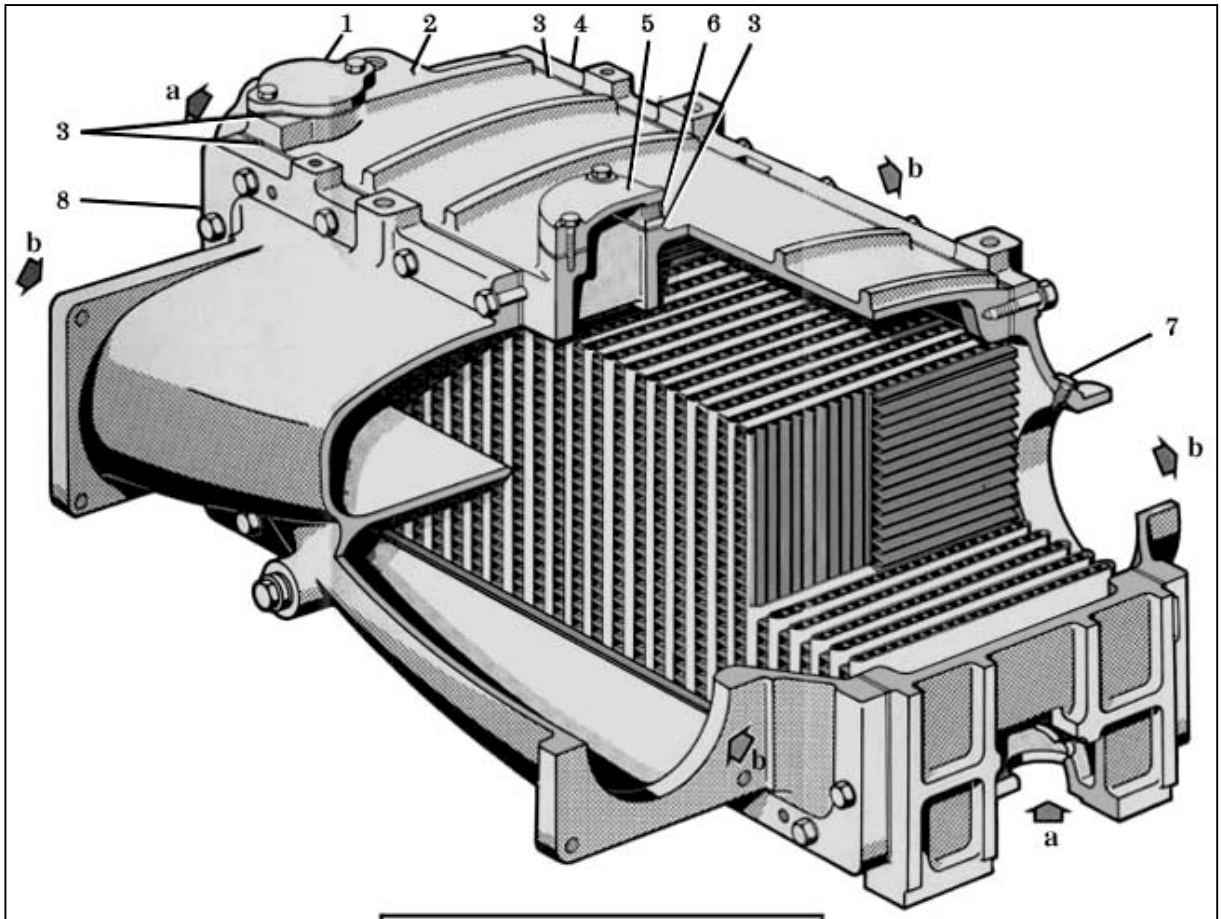


Fig. 4-4.1 Intercooler (TC).

1. Cover Plate.	2. Radiator Block.	3. Gasket.	4. Outlet Cover.
5. Cover Plate.	6. Vent Connection.	7. Oil Spray Nozzle Connection.	
8. Inlet Cover.	a = Engine Coolant.	b = Air.	

4.3.1 แบบหลอดแบน (รูป 4-4.1)

ลักษณะการทำงาน

ภายในชุดระบายความร้อน(Radiator Block) ประกอบด้วยหมู่หลอดแบนมีครีบ(Fin)อยู่ทั้งภายนอกและภายในหลอด

ด้านข้างด้านหนึ่ง ประกอบด้วยฝาปิดทางเข้า(Inlet Cover) เป็นช่องทางอากาศดีเข้า(จากเทอร์โบชาร์จ) อีกด้านหนึ่งประกอบด้วยฝาปิดทางออก(Outlet Cover) เป็นช่องทางอากาศดีออก(ไปเข้าท่อรวมอากาศดี)

อากาศดีจากเทอร์โบชาร์จ จะถูกส่งเข้าที่ช่องทางเข้าด้านข้างและเข้าไปผ่านด้านนอกหลอดของหมู่หลอด แล้วออกทางช่องทางออก ไปเข้าท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด เพื่อส่งเข้ากระบอกสูบต่อไป

น้ำระบายความร้อน จะถูกส่งเข้ามาที่ช่องทางเข้าด้านล่างหม้อระบายความร้อนอากาศดี และเข้าไปภายในหลอดของหมู่หลอด แล้วส่งออกจากหม้อระบายความร้อนอากาศดี ทางช่องทางออกไป

ทิศทางการไหลของน้ำระบายความร้อนและอากาศดี จะเป็นแบบขวางกันหรือตัดกัน(Cross flow)

การซ่อมบำรุงรักษา

ไม่มี

4.3.2 แบบหลอดกลม (รูป 4-4.2)

ลักษณะการทำงาน

เป็นชุดหมู่หลอดกลมมีครีบอยู่ภายนอกหลอด โดยตรงปลายหลอดจะประกอบติดกับแผ่นประกอบหมู่หลอด(Tube Plate) ภายนอกด้านข้างประกอบด้วยฝาปิดข้าง(Side Panel)ทั้ง 2 ด้าน และฝาปิดทั้งด้านล่างและด้านบน

ช่องทางน้ำระบายความร้อนเข้า-ออก จะอยู่ที่ฝาปิดด้านบน และมีห้องน้ำ(Water Box)อยู่ที่ฝาปิดด้านบน 3 ห้องและฝาปิดด้านล่าง 2 ห้อง

อากาศดีจากเทอร์โบชาร์จจะถูกส่งผ่านภายนอกหมู่หลอดภายในหม้อระบายความร้อนอากาศดี แล้วส่งออกไปเข้าท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด เพื่อส่งเข้ากระบอกสูบต่อไป

น้ำระบายความร้อนจะถูกส่งเข้าที่ช่องทางเข้า ผ่านห้องน้ำช่องทางเข้าด้านบน เข้าไปภายในหลอดของหมู่หลอดส่วนแรก แล้ววกวนผ่านห้องน้ำและภายในหลอดของหมู่หลอดทุกหมู่ แล้วผ่านห้องน้ำช่องทางออก ส่งออกภายนอกไปที่ช่องทางออก ทิศทางการไหลของอากาศดีกับน้ำระบายความร้อนจะขวางกันหรือตัดกัน(Cross Flow)

การซ่อมบำรุงรักษา

ไม่มี

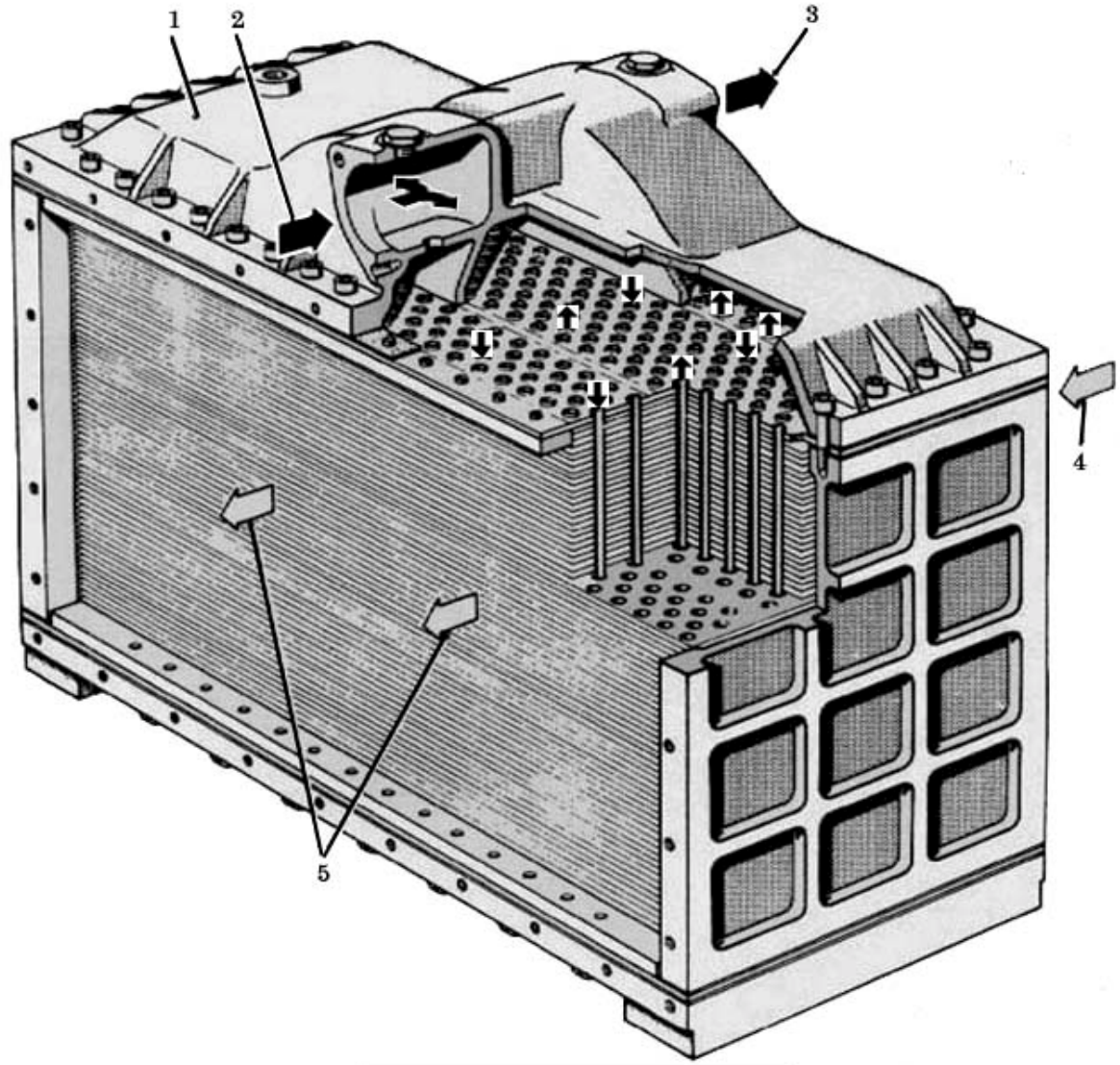


Fig. 4-4.2 Intercooler (TB).

1. Intercooler. 2. Coolant Inlet. 3. Coolant Outlet. 4. Air Inlet. 5. Air Outlet.

4.4 **ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน**(Emergency Air Shut-off Flaps) (รูป 4-5)

ประกอบอยู่ที่ ท่อทางอากาศดีเข้าเทอร์โบชาร์จหรือท่อทางออกหม้อระบายความร้อนอากาศดี จำนวน 2 ลิ้น

ทำหน้าที่ ปิดอากาศดีเข้าเครื่องเพื่อเลิกเครื่องฉุกเฉิน(Emergency Stop) ซึ่งจะทำให้เครื่องยนต์หยุดเดินได้เร็วกว่าการปิดน้ำมันเชื้อเพลิงโดยเครื่องควบคุมความเร็ว(Speed Governor)

ในแต่ละเครื่องส่วนประกอบจะแตกต่างกันบ้าง แต่หลักการทำงานจะเหมือนกัน ดังนี้

ลักษณะ

เป็นลิ้นแผ่น(Flap)ประกอบอยู่กับเพลาลิ้น(Shaft)อยู่ภายในท่อทางอากาศดี ที่ปลายเพลาลิ้นด้านนอกท่อทางอากาศดี ประกอบด้วยสปริง(Spring)ซึ่งมีกำลังดันที่พยายามทำให้ลิ้นแผ่นปิด และแม่-

เหล็กไฟฟ้า(Solenoid)ซึ่งทำงานด้วยกระแสไฟฟ้า 24 V.DC.ส่งอาการให้คันปลด(Release Lever)ขัดตัวกับคันเปิด(Resetting Lever)ของลิ้น ให้ลิ้นอยู่ในตำแหน่งเปิด นอกจากนี้ยังประกอบด้วยสวิทช์จำกัด (Limit Switch) สำหรับส่งสัญญาณการทำงานของลิ้นไปเข้าระบบควบคุมเครื่อง

ลิ้นแผ่นทั้งสองจะส่งอาการถึงกันโดยก้านดึง(Pull Rod)

การทำงาน

ปกติลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินนี้ จะต้องเปิดอยู่ตลอดเวลา โดยลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้าดังที่กล่าวมาแล้ว การทำงานปิดลิ้นอากาศดีฉุกเฉิน ทำได้ 2 ลักษณะ คือ

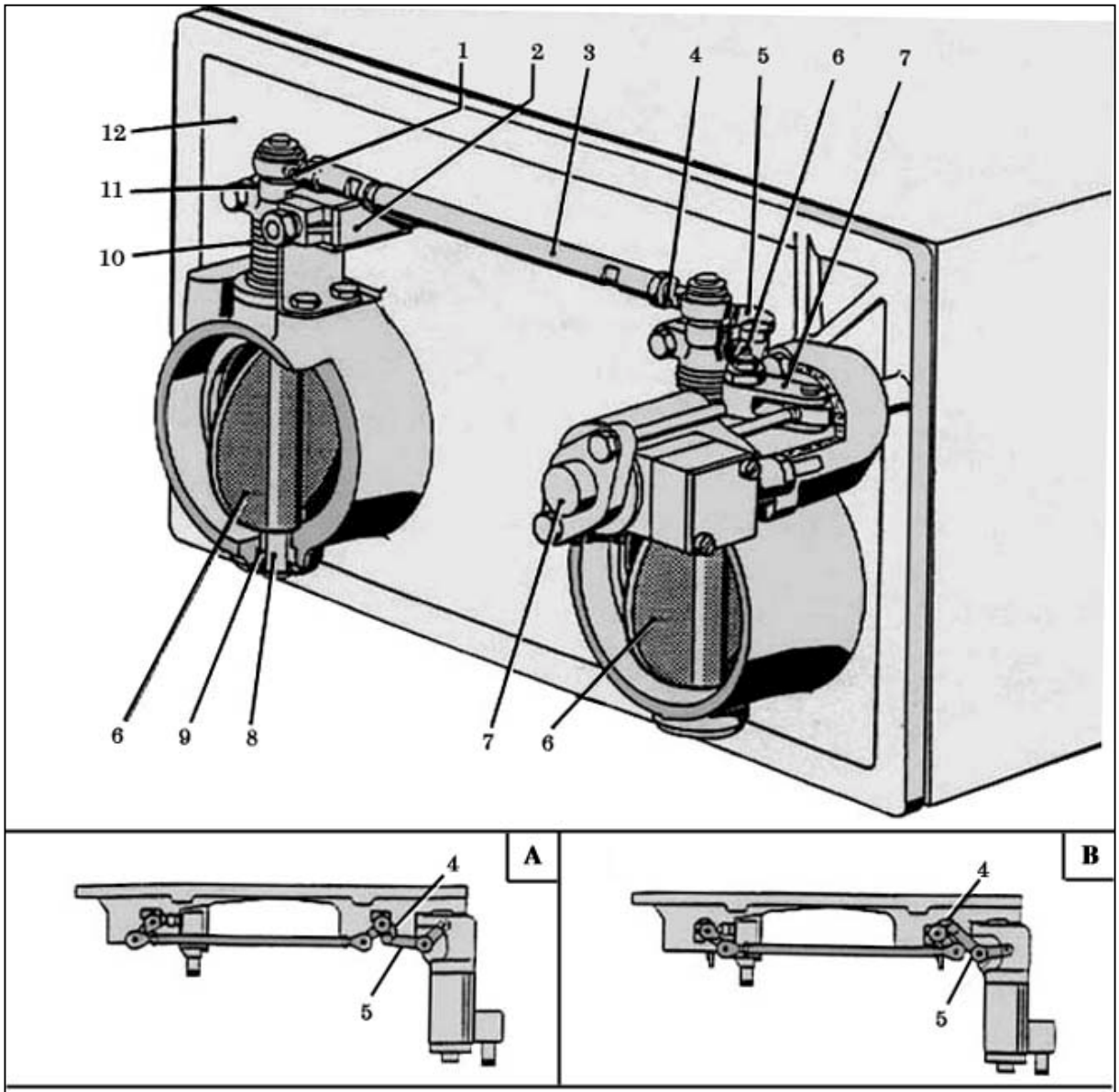


Fig. 4-5 Emergency Air Shut-off Flaps.

1. Grease Nipple.	2. Limit Switch.	3. Pull Rod.	4. Resetting Lever.
5. Release Lever.	6. Flap.	7. Solenoid.	8. Shaft.
9. Bearing Bush.	10. Spring.	11. Resetting Lever.	12. Intercooler Cover.
A = Flaps Closed.	B = Flaps Open.		

การปิดอัตโนมัติ(Automatic Actuation) เช่น เมื่อเกิดความเร็วเครื่องสูงเกิน(Overspeed) ระบบควบคุมเครื่องจะต่อกระแสไฟให้แม่เหล็กไฟฟ้าเกิดอำนาจแม่เหล็ก(Energized) ดึงคันปลด (Release Lever) ออกจากคันเปิด(Resetting Lever) ทำให้สปริงส่งอาการให้ลิ้นแผ่นปิดช่องทางอากาศดีที่จะส่งเข้ากระบอกสูบ ทำให้เครื่องยนต์หยุดเดินทันที เมื่อลิ้นแผ่นปิดจะส่งสัญญาณผ่านสวิทช์จำกัดไปเข้าระบบควบคุมเครื่อง เพื่อตัดวงจรเริ่มเดินเครื่องและให้เครื่องควบคุมความเร็วตัดน้ำมันเชื้อเพลิงที่จะส่งเข้ากระบอกสูบด้วย

การปิดด้วยมือ(Manual Actuation) โดยการกดปุ่มเลิกเครื่องฉุกเฉิน(Emergency Stop) จะเป็นการต่อกระแสไฟฟ้าให้แม่เหล็กไฟฟ้าเช่นเดียวกับการปิดอัตโนมัติ หรือ ใช้มือดึงคันปลด(Release Lever)ออกจากคันเปิด(Resetting Lever) ซึ่งจะทำให้ลิ้นปิด เช่นเดียวกับการปิดอัตโนมัติที่กล่าวมาแล้ว

เมื่อมีการเลิกเครื่องฉุกเฉินดังที่กล่าวมาแล้ว ก่อนเริ่มเดินเครื่องจะต้องตรวจสอบแก้ไขข้อขัดข้องและไล่อากาศด้วยระบบเริ่มเดิน (รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 4)

การเปิดลิ้นกระทำได้โดยการดึงก้านดึง(Pull Rod) ให้ลิ้นไปอยู่ที่ตำแหน่งเปิด คันปลด(Release Lever)จะถูกสปริงของแม่เหล็กไฟฟ้าดันกลับมา ให้ขัดตัวอยู่กับคันเปิด(Release Lever)ให้ลิ้นอยู่ที่ตำแหน่งเปิดตลอดเวลา

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 21 – 26

4.5 ท่อระบายน้ำตกอากาศดี(Condensate Drain Line) (รูป 4-6)

ประกอบอยู่ที่ส่วนล่างของหม้อระบายความร้อนอากาศดี จำนวน 1 ท่อ

ทำหน้าที่ ระบายน้ำตกที่เกิดขึ้นในระบบอากาศดีออกทิ้งภายนอก

ลักษณะการทำงาน

เป็นท่อจำกัด(Restrictor)ขนาดเล็ก ต่อจากภายในระบบอากาศดีกับท่อภายนอกด้วยนัตข้อต่อ (Union Nut)

เมื่อเดินเครื่อง จะมีกำลังดันอากาศดีขึ้นภายในระบบอากาศดีเข้าเครื่อง และเกิดน้ำตกขึ้นภายในระบบเนื่องจากอากาศดีมีความชื้น กำลังดันภายในระบบจะช่วยไล่น้ำตกออกจากระบบผ่านท่อจำกัดและท่อทางออกทิ้งภายนอก โดยท่อจำกัดจะช่วยลดการสูญเสียกำลังดันภายในระบบให้มีน้อยที่สุด

ปกติเมื่อเดินเครื่อง จะมีน้ำตกถูกระบายออกทางท่อระบายน้ำตกอากาศดีนี้เล็กน้อยตลอดเวลา แต่ถ้ามีน้ำตกถูกระบายออกเป็นปริมาณมาก อาจเกิดจากหม้อระบายความร้อนอากาศดี(Intercooler) เกิดการรั่วไหล

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 27 – 29

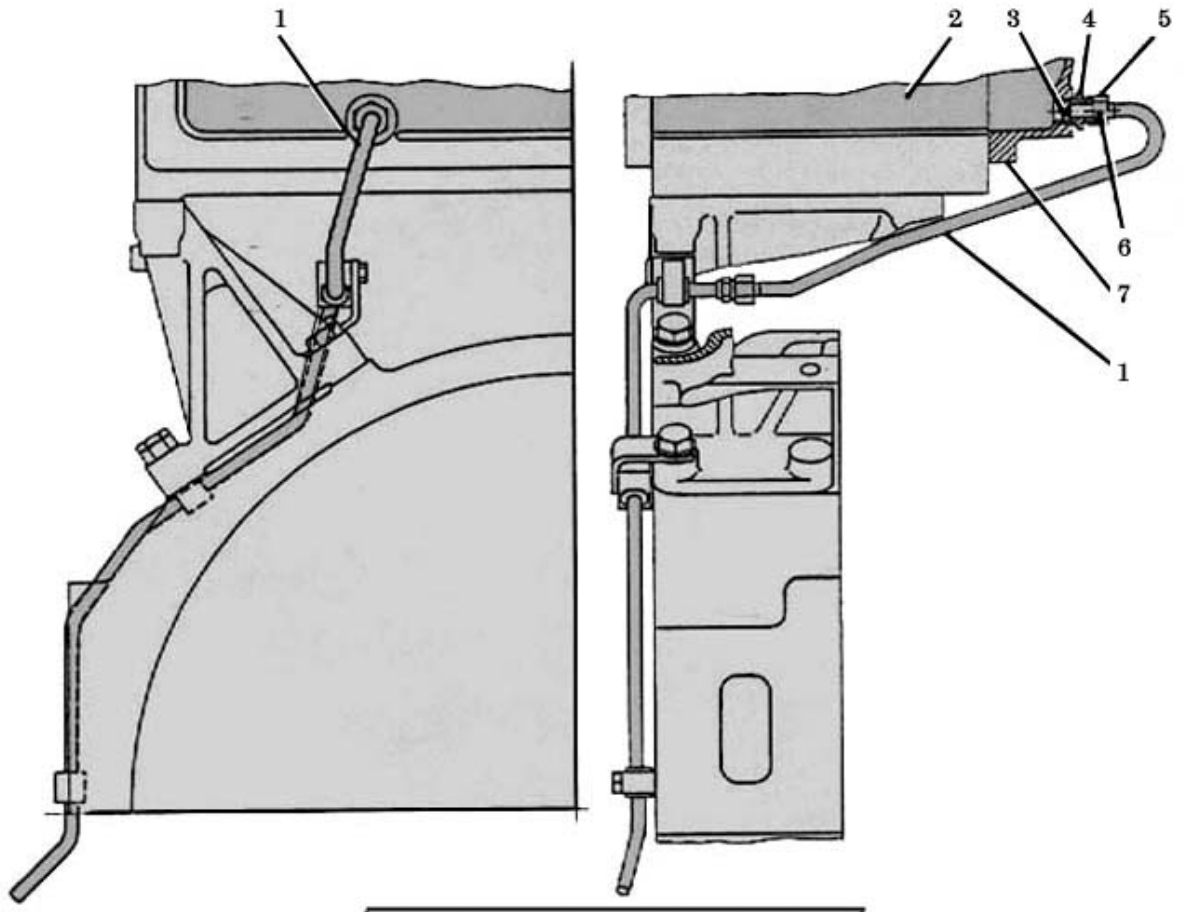


Fig. 4-6 Condensate Drain Line.

1. Condensate Drain Line. 2. Intercooler. 3. Restrictor. 4. Union.
5. Nut. 6. Sealing Cone. 7. Cover.

บทที่ 5

ระบบระบายความร้อน

(Cooling System)

ระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์ดีเซล mtu v 396 เป็นแบบใช้น้ำระบายความร้อน โดยใช้น้ำ 2 ระบบ คือ ระบบน้ำจืด(Engine Coolant System)เป็นระบบปิด คือ ใช้วนเวียนอยู่ภายในระบบเป็นน้ำจืดที่ปรับปรุงคุณภาพแล้ว(Treated Water) และระบบน้ำทะเล(Raw Water System) เป็นระบบเปิด คือ ดูดน้ำทะเลเข้ามาใช้ภายในระบบแล้วส่งออกจากระบบไป โดยทั้งสองระบบ จะทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับส่วนต่างๆของเครื่องแยกต่างหากกัน

*ในบางเครื่อง*จะประกอบด้วยชุดอุ่นน้ำจืด(Coolant Preheating Unit) สำหรับอุ่นน้ำจืดภายในระบบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นถึงประมาณ 40°C เป็นการอุ่นเครื่องก่อนเริ่มเดินเครื่อง เพื่อให้เครื่องยนต์เริ่มเดินได้ง่าย,มีการเผาไหม้สมบูรณ์,ลดควันของแก๊สเสียและลดการสึกหรอเกินควรจากการเริ่มเดินเมื่อเครื่องเย็น

ระบบระบายความร้อนนี้จะต่างกันเป็น 3 แบบ ตามแบบของเครื่องยนต์ คือแบบ TC,TB และTE

1.ส่วนประกอบของระบบ(รูป 5-1 ถึง 5-3)

1.1 ระบบน้ำจืด

สูบน้ำจืด(Coolant Pump) (รายละเอียด ข้อ 4.1)

เครื่องควบคุมอุณหภูมิมิน้ำจืด(Thermostat) (รายละเอียด ข้อ 4.3)

ถังพักน้ำจืด(Expansion Tank) (รายละเอียด ข้อ 4.4)

หม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler) (รายละเอียด ข้อ 4.4)

ชุดอุ่นน้ำจืด(Coolant Preheating Unit) (รายละเอียด ข้อ 4.5)

1.2 ระบบน้ำทะเล (รูป 5-2.1 ถึง 5-2.3)

สูบน้ำทะเล(Raw Water Pump) (รายละเอียด ข้อ 4.2)

2.การทำงานของระบบ

2.1 เครื่องแบบ TC (รูป 5-1.1 / 5-1.2)

ก่อนเริ่มเดินเครื่อง ในเครื่องที่ประกอบด้วยชุดอุ่นน้ำจืด(Preheating Unit) จะใช้ชุดอุ่นน้ำจืดอุ่นน้ำจืดให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น โดยสูบน้ำวนเวียน(Electric Pump)ของชุดอุ่นน้ำจืดซึ่งขับหมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า จะดูดน้ำจืดจากระบบภายในเครื่อง มาผ่านขดลวดไฟฟ้าให้น้ำจืดมีอุณหภูมิสูงขึ้น แล้วส่งกลับเข้าระบบภายในเครื่อง เป็นการอุ่นเครื่องให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อจะเริ่มเดินเครื่องต้องเลิกใช้ชุดอุ่นน้ำจืดนี้

เมื่อเดินเครื่อง สูบน้ำจืด(Coolant Pump)ซึ่งได้รับการการขับหมุนด้วยหมู่เฟืองขับ(Gear Train) จะดูดน้ำจืดจากห้องน้ำล่าง(Bottom Water Chamber)ของหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant)เข้ามา

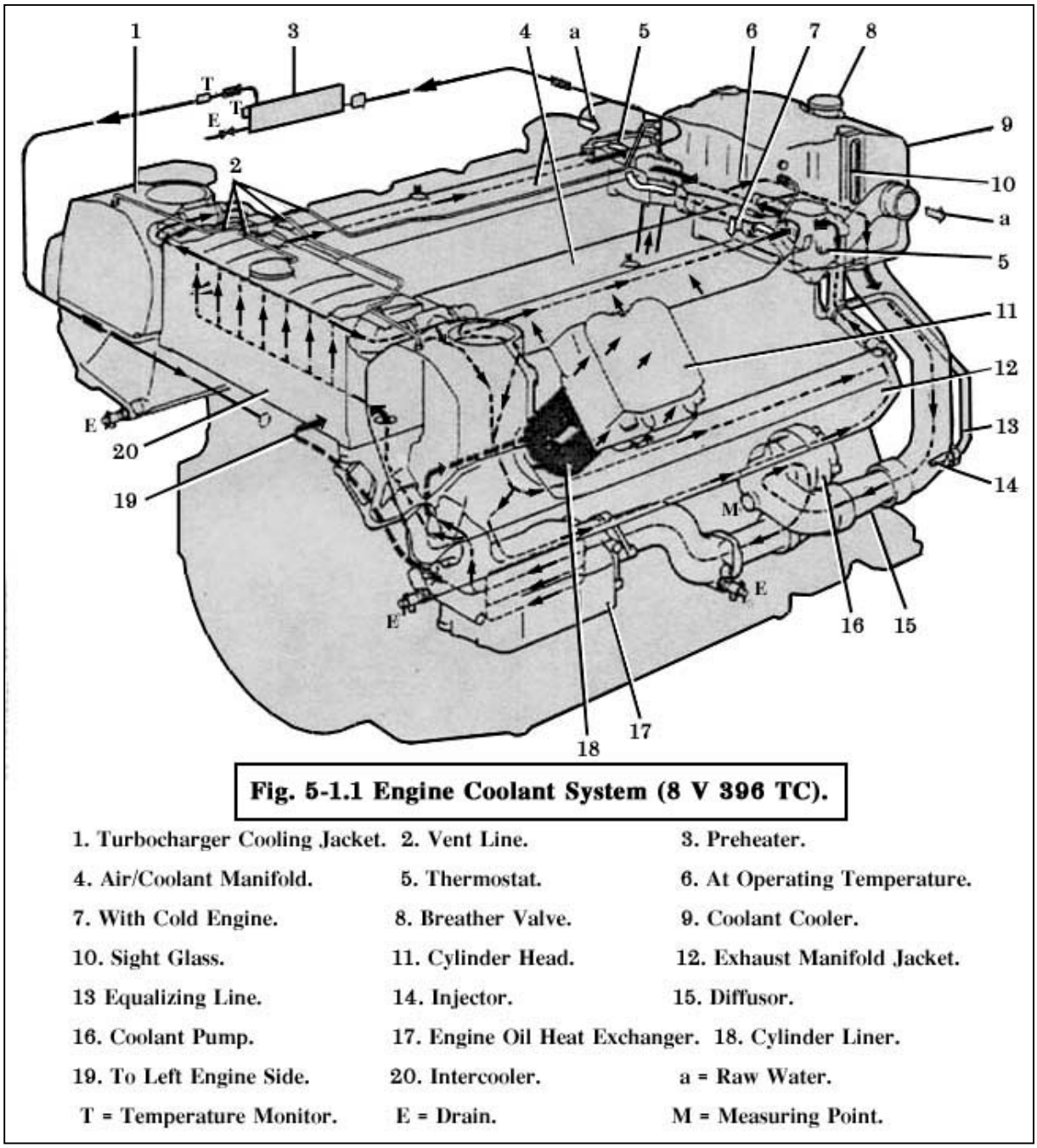


Fig. 5-1.1 Engine Coolant System (8 V 396 TC).

1. Turbocharger Cooling Jacket.	2. Vent Line.	3. Preheater.
4. Air/Coolant Manifold.	5. Thermostat.	6. At Operating Temperature.
7. With Cold Engine.	8. Breather Valve.	9. Coolant Cooler.
10. Sight Glass.	11. Cylinder Head.	12. Exhaust Manifold Jacket.
13 Equalizing Line.	14. Injector.	15. Diffusor.
16. Coolant Pump.	17. Engine Oil Heat Exchanger.	18. Cylinder Liner.
19. To Left Engine Side.	20. Intercooler.	a = Raw Water.
T = Temperature Monitor.	E = Drain.	M = Measuring Point.

และส่งไประบายความร้อนให้กับน้ำมันหล่อที่หม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ(Engine Oil Heat Exchanger) แล้วส่งแยกไป ดังนี้

ส่วนหนึ่ง ส่งไประบายความร้อนให้กับปลอกสูบ(Cylinder Liner)และฝาสูบ(Cylinder Head) ทุกๆสูบ แล้วไปเข้าท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด(Air/Coolant Manifold) ในส่วนที่เป็นท่อรวมน้ำจืด

อีกส่วนหนึ่ง ส่งไประบายความร้อนให้กับอากาศดีที่หม้อระบายความร้อนอากาศดี (Intercooler) แล้วทางหนึ่งจะไปเข้าท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด ในส่วนที่เป็นท่อรวมน้ำจืด อีกทางหนึ่งไประบายความร้อนให้กับเทอร์โบชาร์จและท่อรวมแก๊สเสีย(Exhaust Manifold)ทั้งสองด้านของเครื่อง แล้วไปเข้าเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด(Thermostat) รวมกับน้ำจืดที่มาจากท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด

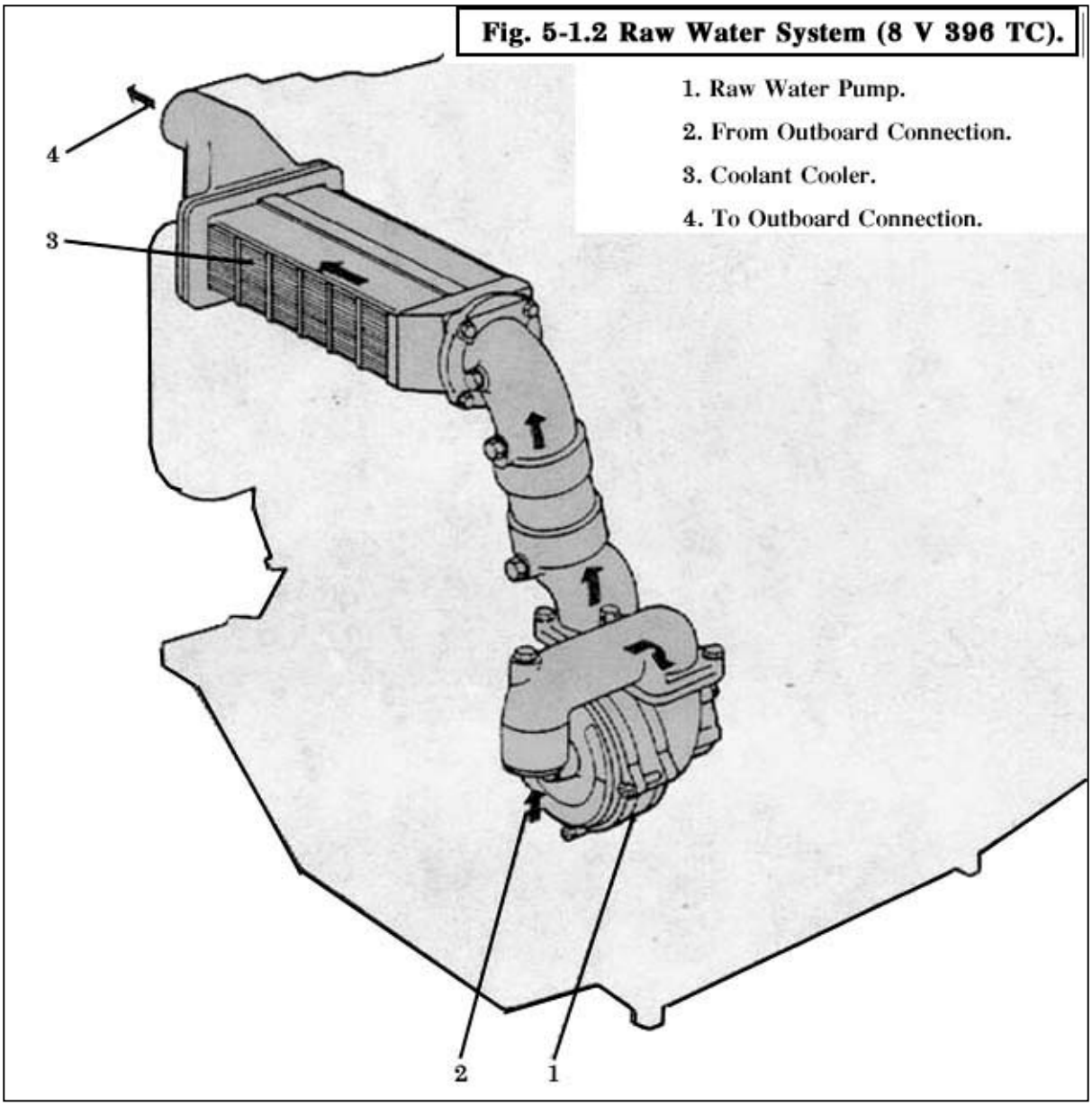
อีกส่วนหนึ่ง ส่งไประบายความร้อนให้กับส่วนต่างๆอีกด้านหนึ่งของเครื่อง ซึ่งจะเป็นเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว

ที่เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด ถ้าน้ำจืดมีอุณหภูมิต่ำ จะเปิดให้น้ำจืดไปเข้าถังพักน้ำจืดโดยตรง แต่ถ้าน้ำจืดมีอุณหภูมิสูง จะเปิดให้น้ำจืดไปผ่านหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler) ก่อนเข้าถังพักน้ำจืด และจะถูกสูบน้ำจืด สูบส่งวนเวียนเข้าระบบอีกดังที่กล่าวมาแล้ว

ที่ทางดูดของสูบน้ำจืด จะประกอบด้วยกรวยพ่นน้ำ(Diffuser)และหัวฉีดพ่น(Injector) ซึ่งจะต่อท่อชดเชยน้ำจืด(Equalizing Line)จากถังพักน้ำจืดโดยตรง เพื่อช่วยเพิ่มกำลังดันในทางดูดของสูบน้ำจืด และป้องกันการเกิดโพรงอากาศ(Cavitation)ขึ้นภายในสูบน้ำจืด

จากจุดที่สูงที่สุดของส่วนต่างๆภายในระบบน้ำจืด จะต่อท่อระบายอากาศ(Vent Line)ไปเข้าถังพักน้ำจืด เพื่อระบายอากาศออกจากระบบ

ในขณะเดียวกัน สูบน้ำทะเล(Raw Water Pump) ซึ่งได้รับการขับหมุนโดยหมู่เฟืองขับ ก็จะดูด-



น้ำทะเลจากภายนอกเข้ามา และส่งไประบายความร้อนให้กับน้ำจืดที่หม้อระบายความร้อนน้ำจืด แล้วส่งออกนอกระบบไป

การซ่อมบำรุงรักษาระบบ

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 53-63

2.2 เครื่องแบบ TB (รูป 5-2.1 / 5-2.2)

ถ้ามีชุดอุ่นน้ำจืด(Preheating Unit) ก็จะมีการทำงานเช่นเดียวกับ แบบ TC ที่กล่าวมาแล้ว

เมื่อเดินเครื่องสูบน้ำจืด(Coolant Pump)ซึ่งได้รับการขับหมุนด้วยหมู่เฟืองขับ(Gear Train) จะดูดน้ำจืดห้องน้ำล่าง(Bottom Water Chamber)ของหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler)เข้า-

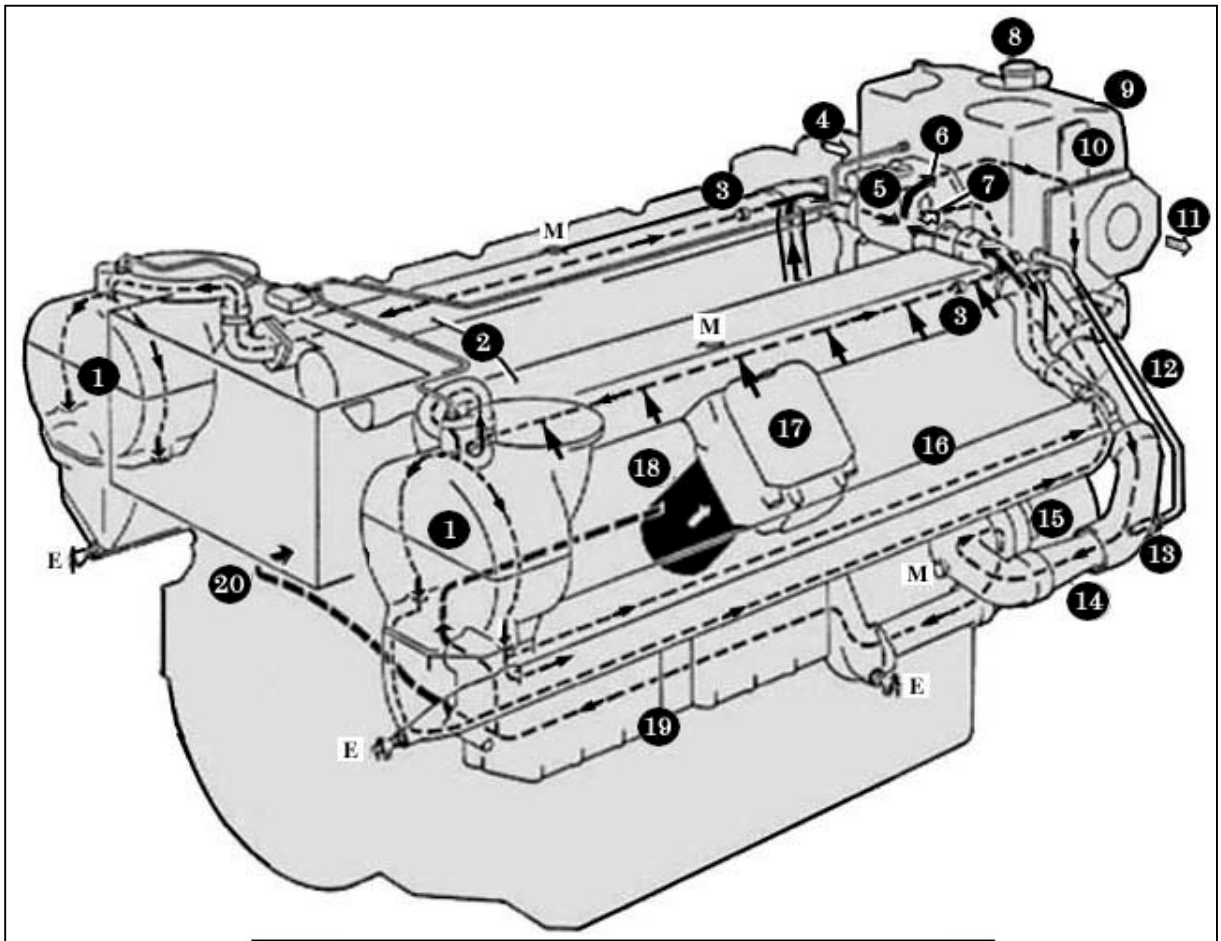


Fig. 5-2.1 Engine Coolant System (12 V 396 TB).

1. Turbocharger Cooling Jacket.	2. Charge Air/Coolant Manifold.	3. Flow Restrictor.
4. Raw Water Inlet.	5. Coolant Thermostat.	6. At Operating Temperature.
7. With Cold Engine.	8. Coolant Filler Neck.	9. Coolant Cooler.
10. Sight Glass.	11. Raw Water Outlet.	12. Coolant Equalizing Line.
13. Injector.	14. Diffusor.	15. Engine Coolant Pump.
16. Exhaust Pipe.	17. Cylinder Head.	18. Cylinder Liner.
19. Engine Oil Heat Exchanger.	20. To Left Engine Side.	
E = Drain.	D = Measuring Point.	

มา และส่งไประบายความร้อนให้กับน้ำมันหล่อที่หม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ(Engine Oil Heat Exchanger) แล้วส่งแยกออกไป ดังนี้

ส่วนหนึ่ง จะส่งไประบายความร้อนให้กับปลอกสูบ(Cylinder Liner)และฝาสูบ(Cylinder Head) ทุกๆสูบ แล้วออกไปเข้าท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด(Charge Air/Coolant Manifold)ในส่วนที่เป็นท่อรวมน้ำจืด แล้วทางหนึ่งจะส่งไปเข้าเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด(Thermostat)ผ่านช่องจำกัด(Flow Restrictor) อีกทางหนึ่ง จะส่งไประบายความร้อนให้กับเทอร์โบชาร์จและท่อรวมแก๊สเสีย(Exhaust Pipe) แล้วไปเข้าเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดรวมกับน้ำจืดจากท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด(ช่องจำกัดจะเป็นตัวกำหนดปริมาณน้ำจืด ที่จะไประบายความร้อนให้กับเทอร์โบชาร์จและท่อรวมแก๊สเสีย)

อีกส่วนหนึ่ง จะส่งไประบายความร้อนให้กับส่วนต่างๆของเครื่องอีกด้านหนึ่ง ซึ่งจะเป็นเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว

เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด(Thermostat),ท่อระบายอากาศ(Vent Line),หัวฉีดพ่น(Injector) และกรวยพ่นน้ำ(Diffuser) จะมีการทำงานเช่นเดียวกับเครื่องแบบ TC ที่กล่าวมาแล้ว

ในขณะเดียวกัน สูบน้ำทะเล(Raw Water Pump)ซึ่งได้รับการขับหมุนด้วยหมู่เฟืองขับ(Gear Train) จะดูดน้ำทะเลจากภายนอกเข้ามา และส่งออกแยกไป ดังนี้

ส่วนหนึ่ง ส่งไประบายความร้อนให้กับน้ำจืดที่หม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler)

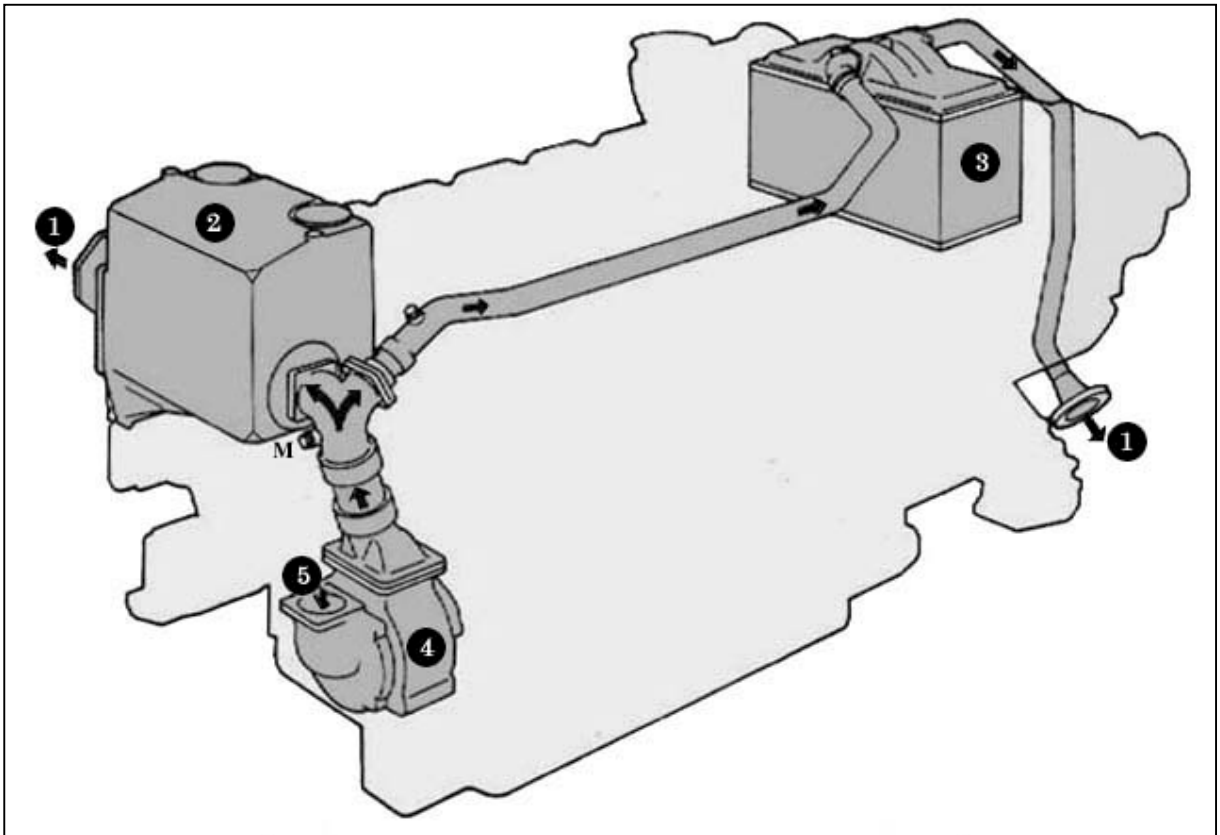


Fig. 5-2.2 Raw Water System (12 V 396 TB).

1. Raw Water Outlet. 2. Coolant Cooler. 3. Intercooler.
4. Raw Water Pump. 5. Raw Water Inlet. M = Measuring Point.

แล้วส่งออกภายนอกไป

อีกส่วนหนึ่ง ส่งไประบายความร้อนให้กับอากาศดีที่หม้อระบายความร้อนอากาศดี (Intercooler) แล้วส่งออกภายนอกไป

การซ่อมบำรุงรักษาระบบ

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ53 – 56

2.3 เครื่องแบบ TE (รูป 5-3.1 / 5-3.2 และ 6-6.2 / 6-6.3)

ถ้ามีชุดอุ่นน้ำจืด จะทำงานเช่นเดียวกับเครื่องแบบ TC ที่กล่าวมาแล้ว

ในเครื่องแบบ TE นี้ ระบบน้ำจืดจะแบ่งเป็น 2 วงจร ซึ่งมีการทำงาน ดังนี้

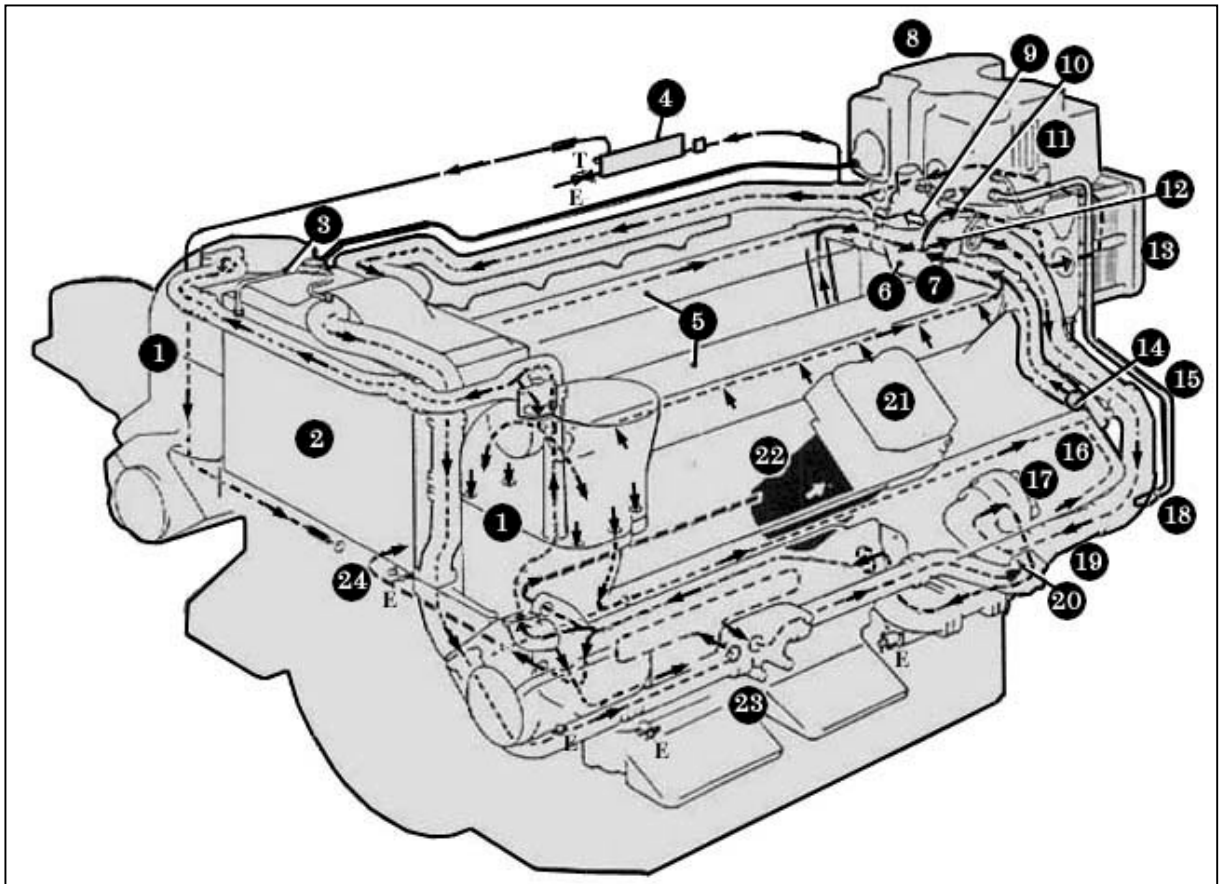


Fig. 5.3.1 Engine Coolant System (12 V 396 TE).

1. Turbocharger Coolant Jacket.	2. Intercooler.	3. Vent Line.
4. Coolant Preheating Unit.	5. Charge Air/Coolant Manifold.	6. Coolant Thermostat.
7. Bypass to Engine Coolant Pump.	8. Coolant Expansion Tank.	9. Bypass to Intercooler.
10. To Engine Coolant Cooler.	11. Sight Glass.	12. Flow Restrictor.
13. Engine Coolant Cooler.	14. Strainer.	15. Coolant Expansion Line.
16. Exhaust Manifold Coolant Jacket.	17. Engine Coolant Pump.	18. Injector.
19. Diffusor.	20. From Low-temp. Circuit(Mixing Point).	
21. Cylinder Head.	22. Cylinder Liner.	23. Engine Oil to Heat Exchanger.
24. To Left Side of Engine.	E = Drain.	T = Temperature Monitor.

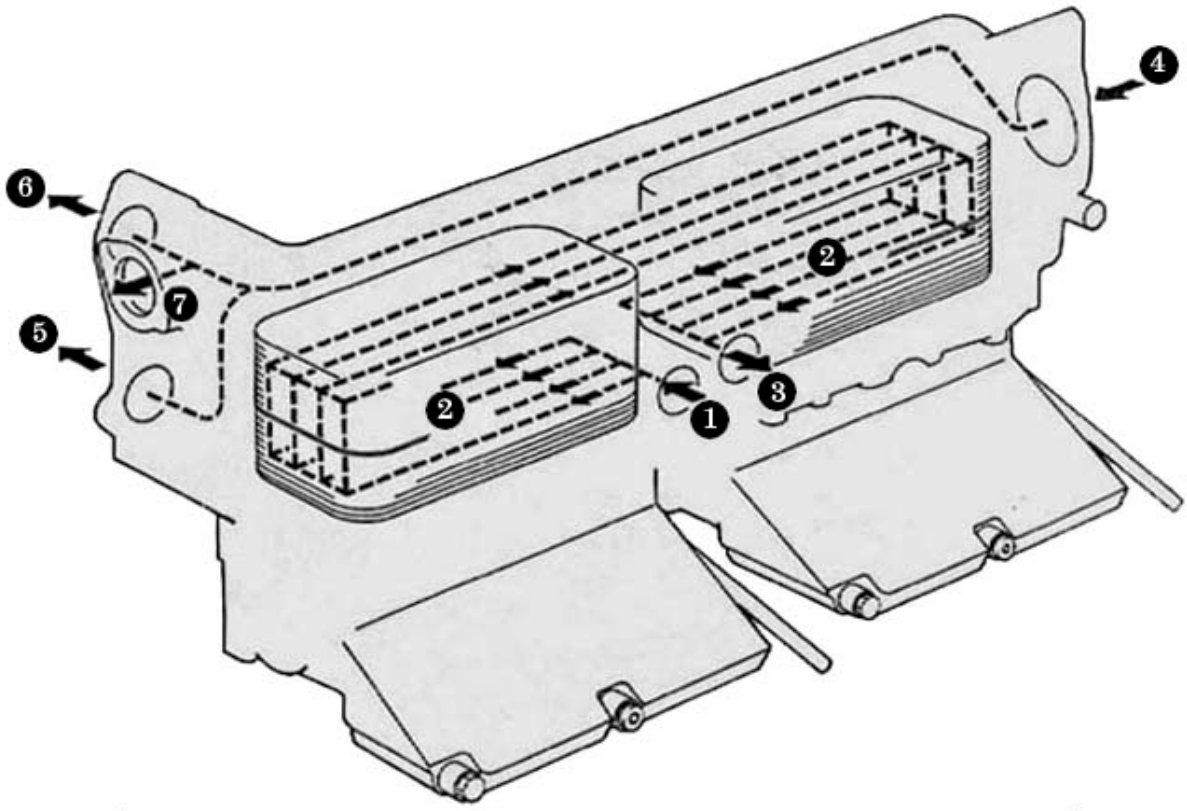


Fig. 5-3.2 Coolant Flow in the Engine Oil Heat Exchanger (TE).

1. Low-temp. Coolant Inlet(from Intercooler).
2. Coolant Flow around Cooler Core.
3. Low-temp. Coolant Outlet(to Mixing Point).
4. High-temp. Coolant(from Coolant Pump).
5. High-temp. Coolant to Left Side.
6. High-temp. Coolant to Right Side.
7. High-temp. Coolant to Exhaust Coolant Jackets.

2.3.1 **วงจรอุณหภูมิสูง**(High Temperature Circuit) (รูป 5-3.2)

เมื่อเดินเครื่องสูบน้ำจืด(Coolant Pump)ซึ่งได้รับการขับหมุนด้วยหมู่เฟืองขับ(Gear Train) จะดูดน้ำจืดจากช่องทางลัดคงที่(Permanently Open Bypass)ของเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด(Thermostat)ผ่านช่องจำกัด(Flow Restrictor)เข้ามา และส่งออกไปผ่านเรือนส่วนบนของหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ(Engine Oil Heat Exchanger) แล้วส่งไประบายความร้อนให้กับส่วนต่างๆของเครื่อง ดังนี้

ส่วนหนึ่ง ส่งไประบายความร้อนให้กับปลอกสูบ(Cylinder Liner)และฝาสูบ(Cylinder Head)ทุกๆสูบ แล้วออกไปรวมกันที่ท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด(Charge Air/Coolant Manifold)ในส่วนที่เป็นท่อรวมน้ำจืด แล้วไปเข้าเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด

อีกส่วนหนึ่ง ส่งไประบายความร้อนให้กับเทอร์โบชาร์จและท่อรวมแก๊สเสีย(Exhaust Manifold)ทั้งสองด้านของเครื่อง แล้วผ่านหม้อกรองหยาบ(Strainer)ไปเข้าเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด รวมกับน้ำจืดจากท่อรวมน้ำจืด

อีกส่วนหนึ่ง ส่งไประบายความร้อนให้กับปลอกสูบและฝาสูบอีกด้านหนึ่งของเครื่อง ซึ่งจะเป็นเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว

น้ำจืดจากท่อรวมน้ำจืดทั้งสองด้านของเครื่อง จะถูกส่งเข้ามาภายในเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด ทางหนึ่งจะผ่านช่องทางลัดคงที่และช่องจำกัดวนเวียนกลับเข้าทางดูดของสูบน้ำจืด อีกทางหนึ่งจะถูกควบคุมอุณหภูมิโดยเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด ให้เข้าสู่วงจรอุณหภูมิต่ำต่อไป

หัวฉีดพ่น(Injector),กรวยพ่นน้ำ(Diffuser)และท่อระบายอากาศ(Vent Line) จะมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับเครื่อง แบบ TC ที่กล่าวมาแล้ว

2.3.2 วงจรอุณหภูมิต่ำ(Low Temperature Circuit) (รูป 5-3.1)

ในขณะที่เครื่องยนต์เดินตัวเปล่า(Idling Operation)และรับภาระน้อย(Partial Load) อากาศดีเข้าเครื่อง(Charge Air)จะถูกอุ่นให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นโดยน้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง จนกระทั่งเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดปิดช่องทางลัด(Bypass)น้ำจืดที่ไปเข้าหม้อระบายความร้อนอากาศดี(Intercooler)โดยตรง ซึ่งมีการทำงานดังนี้

ถ้าอุณหภูมิน้ำจืดยังต่ำอยู่ เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดจะเปิดให้น้ำจืดผ่านช่องทางลัด(By-pass)ไปผ่านหม้อระบายความร้อนอากาศดีและหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ(Engine Oil Heat Exchanger) แล้วเข้าสู่วงจรอุณหภูมิสูง ที่ทางดูดของสูบน้ำจืด

ถ้าน้ำจืดมีอุณหภูมิสูง เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดจะเปิดให้น้ำจืดไปผ่านหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler) ก่อนที่จะไปเข้าหม้อระบายความร้อนอากาศดี ดังที่กล่าวมาแล้ว

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 53 – 56

2.3.3 ระบบน้ำทะเล(Raw Water System) (รูป 5-3.2)

เมื่อเดินเครื่อง สูบน้ำทะเล(Raw Water Pump)ซึ่งได้รับการขับหมุนโดยหมู่เฟืองขับ(Gear Train) จะดูดน้ำทะเลจากภายนอกเข้ามา และส่งไประบายความร้อนให้กับน้ำจืดที่หม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler) แล้วส่งออกภายนอกระบบไป

ในกรณีฉุกเฉิน คือ ถ้าสูบน้ำทะเลขัดข้องจะใช้สูบน้ำทะเลสำรอง(Reserve Raw Water Pump) ซึ่งขับหมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าส่งน้ำทะเลเข้าระบบแทน โดยการเปิดลิ้นปิด(9:Shut-off Valve)ให้น้ำทะเลจากสูบน้ำทะเลสำรองเข้าทำงานในระบบ(ปกติลิ้นนี้จะต้องปิดไว้) ซึ่งในขณะนี้กำลังดันน้ำทะเลจะเข้าสู่สูบน้ำทะเลด้วย ถ้าสูบน้ำทะเลขัดข้องเนื่องจากเรือน(Housing)ชำรุดจะต้องปิดทางเข้า-ออกของสูบน้ำทะเลด้วยการกลับด้านหน้าแปลนสองทาง(Dual Purpose Flanges)ทั้งสองด้วย เพื่อป้องกันน้ำทะเลเข้าไปภายในเรือนของสูบ

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 61-63

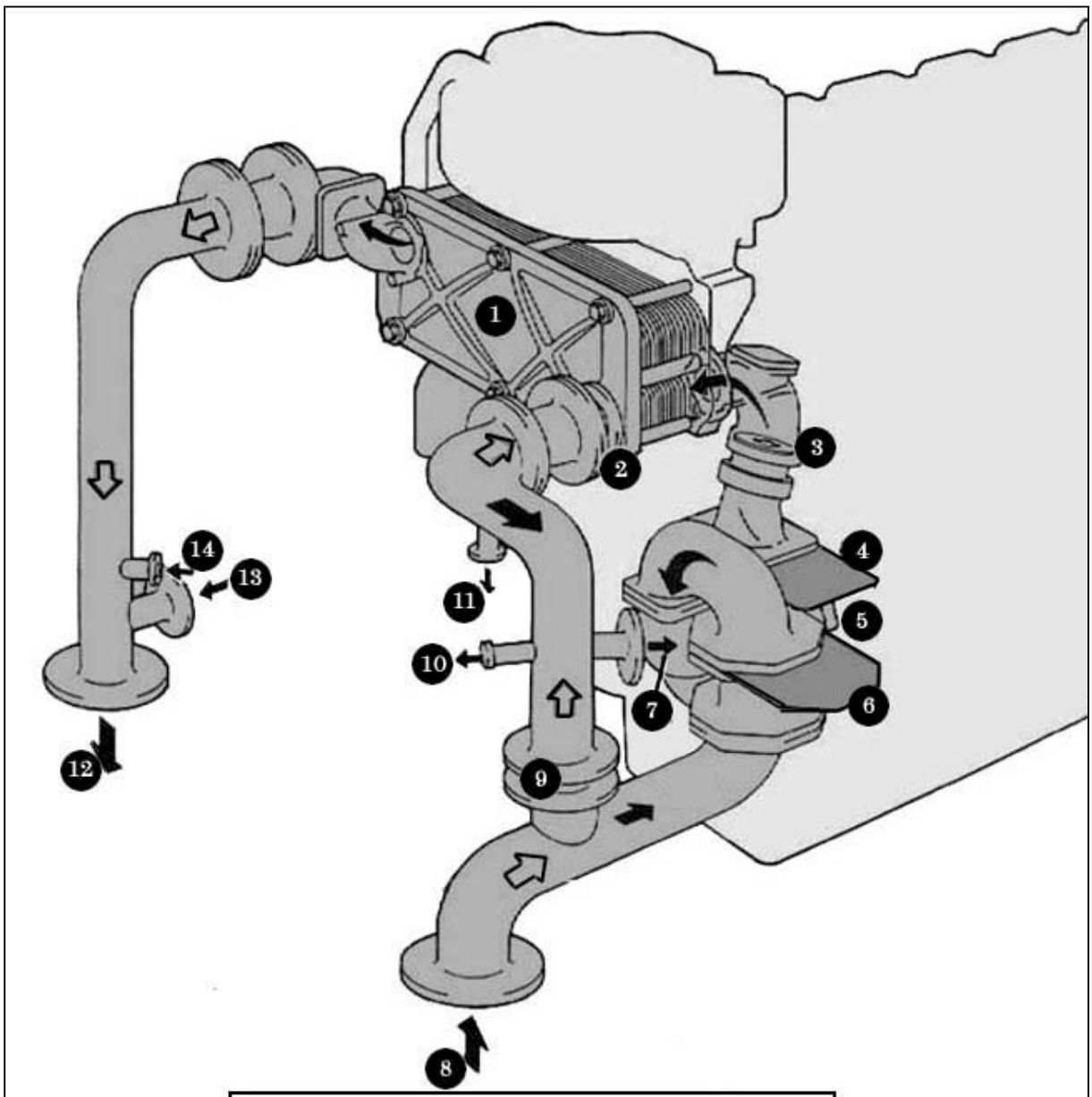


Fig. 5-3.3 Raw Water System (12 V 396 TE).

1. Engine Coolant Cooler. 2. Raw Water Outlet/Inlet. 3. Flow Restrictor.
4. Dual-purpose Flange After Pump. 5. Raw Water Pump. 6. Dual-purpose Flange Before Pump.
7. To Alternator Cooler. 8. Raw Water Inlet. 9. Shut-off Valve(Normally Closed).
10. To Fuel Heat Exchanger. 11. To Acoustic Enclosure Coolant Cooler.
12. Raw Water Outlet. 13. From Alternator Cooler.
14. From Acoustic Enclosure Coolant Cooler.

= Normal Operation. = Emergency Operation.

3.รายละเอียดของระบบ

3.1 **สูบน้ำจืด**(Coolant Pump) (รูป 5-4)

ทำหน้าที่ สูบส่งน้ำจืดระบายความร้อน ให้วนเวียนภายในระบบ

ประกอบอยู่ทางด้าน KGS. ของเครื่อง จำนวน 1 ตัว

ได้รับการขับหมุนโดยหมู่เฟืองขับ(Gear Train)

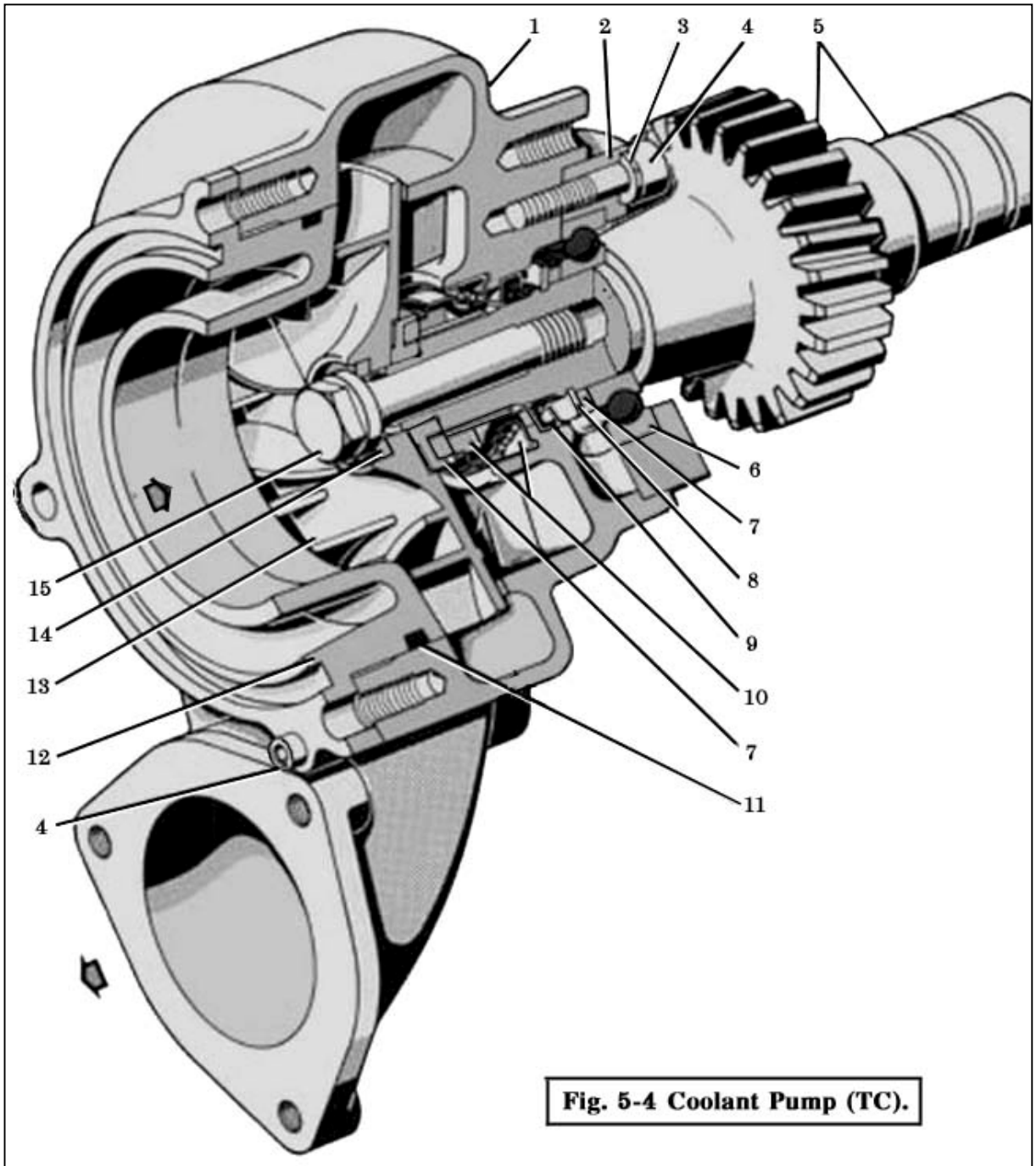


Fig. 5-4 Coolant Pump (TC).

1. Water Pump Housing. 2. Bearing Housing. 3. Lock Washer.
4. Socket Head Screw. 5. Pump Shaft with Drive Gear Wheel. 6. Deep Groove Ball Bearing.
7. Thrust Ring. 8. Locking Ring. 9. Oil Seal.
10. Water Seal. 11. O-ring. 12. Connecting Piece.
13. Impeller Wheel. 14. Washer. 15. Stress Bolt.

ในแต่ละเครื่อง รายละเอียดและส่วนประกอบจะต่างกัน แต่การทำงานจะเหมือนกัน

ลักษณะการทำงาน

เป็นสูบแบบแรงเหวี่ยง(Centrifugal Pump)

เรือน(Housing) เป็นเรือน 2 ส่วนประกอบเข้าด้วยกัน คือ เรือนของสูบ(Pump Housing)และเรือนแบริ่ง(Bearing Housing) และประกอบด้วยท่อต่อ(Connection Element)เป็นช่องทางดูดของสูบ โดยมีช่องทางส่งอยู่ที่ด้านล่างเรือนของสูบ

เพลาสูบ(Pump Shaft) ประกอบอยู่ภายในเรือนของสูบ ปลายเพลาด้านนอกเรือนของสูบมีเฟืองขับหมุน(Drive Gear)เป็นส่วนที่รับอาการหมุนจากหมู่เฟืองขับมาขับหมุนสูบให้ทำงาน ปลายเพลาภายในเรือนของสูบประกอบด้วยปีกพัดน้ำ(Impeller)โดยใช้สลักยึด(Stress Bolt)ยึดติดกับเพลา รองรับเพลาด้วยแบริ่งลูกกลิ้งกลม(Ball Bearing)จำนวน 1 หรือ 2 ชุด ได้รับการหล่อลื่นโดยน้ำมันหล่อจากการวิดสาด(Splash Oil)จากหมู่เฟืองขับ และมีการกันรั่วเพลาด้วยวงกันรั่ว(Seal) 2 ชุด คือ วงกันรั่วน้ำมันหล่อ(Oil Seal)ทำหน้าที่กันรั่วเพลาด้านน้ำมันหล่อ และวงกันรั่วน้ำ(Water Seal)ทำหน้าที่กันรั่วเพลาด้านน้ำจืด โดยวงกันรั่วทั้งสองมีระยะห่างกันหรือช่องว่างพอสมควร จะเจาะรูทะลุเรือนของสูบลงด้านล่าง เป็นรูตรวจรั่ว(Telltale Bore) ไว้สำหรับตรวจสอบสภาพของวงกันรั่วทั้งสอง ซึ่งปกติจะต้องไม่มีน้ำมันหล่อหรือน้ำจืดรั่วไหลออกมาทางรูตรวจรั่วนี้ ถ้ามีแสดงว่าวงกันรั่วนั้นชำรุด

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 51

3.2 สูบน้ำทะเล(Raw Water Pump) (รูป 5-5.1 และ 5-5.2)

ทำหน้าที่ สูบส่งน้ำทะเลเข้าระบบน้ำทะเล

ประกอบอยู่ทางด้าน KGS ของเครื่อง จำนวน 1 ตัว

ได้รับการขับหมุนโดยหมู่เฟืองขับ(Gear Train)

ในแต่ละเครื่องอาจจะมีลักษณะและรายละเอียดต่างกัน แต่การทำงานจะเหมือนกัน

เป็นสูบแบบแรงเหวี่ยงไล่อากาศได้เอง(Self-Priming Centrifugal Pump)

ปัจจุบันที่มีใช้อยู่ จะมีลักษณะต่างกันอยู่ 2 ลักษณะคือ

3.2.1 ลักษณะแรก (รูป 5-5.1)

ลักษณะการทำงาน

เรือนของสูบ(Pump Housing)เป็นเรือนส่วนเดียว มีช่องทางน้ำทะเลเข้า-ออกอยู่ด้านบนเรือนของสูบ และประกอบด้วยแผ่นควบคุม(Control Disc)และฝาครอบสูบ(Pump Cover)โดยใช้สลักยึดกับเรือนของสูบ ด้านล่างประกอบด้วยก๊อกระบาย(Drain Cock)

เพลาสูบ(Pump Shaft) ประกอบอยู่ภายในเรือนของสูบ ปลายเพลาด้านนอกเรือนของสูบมีเฟืองขับหมุน(Drive Gear)เป็นส่วนที่รับอาการหมุนจากหมู่เฟืองขับ มาขับหมุนสูบให้ทำงาน ปลาย-

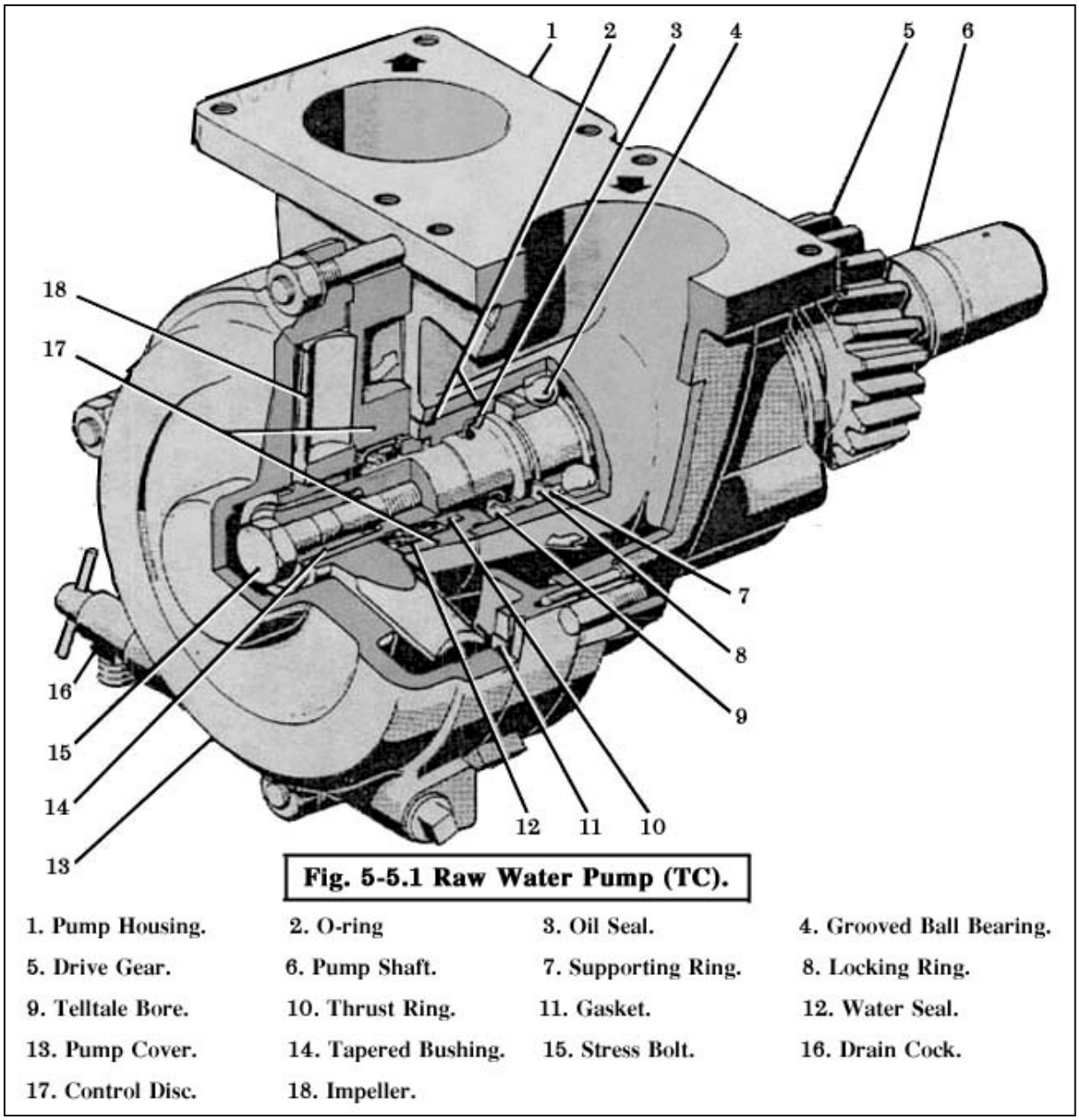


Fig. 5-5.1 Raw Water Pump (TC).

1. Pump Housing.	2. O-ring	3. Oil Seal.	4. Grooved Ball Bearing.
5. Drive Gear.	6. Pump Shaft.	7. Supporting Ring.	8. Locking Ring.
9. Telltale Bore.	10. Thrust Ring.	11. Gasket.	12. Water Seal.
13. Pump Cover.	14. Tapered Bushing.	15. Stress Bolt.	16. Drain Cock.
17. Control Disc.	18. Impeller.		

เพลาภายในเรือนของสูบ ประกอบด้วยปีกพัดน้ำ(Impeller)โดยใช้ปลอกลิ่ม(Tapered Bushing)และสลักยึด(Stress Bolt)ยึดเข้ากับเพลา รองรับเพลาด้วยแบริ่งลูกกลิ้งกลม(Ball Bearing) 1 ชุด ได้รับการหล่อลื่นโดยการวิดสาด(Splash Oil)จากหมู่เฟืองขับและมีการกันรั่วเพลาด้วยวงกันรั่ว(Seal) 2 ชุด คือ วงกันรั่วน้ำ(Water Seal)สำหรับกันรั่วเพลาด้านน้ำทะเลและวงกันรั่วน้ำมันหล่อ(Oil Seal)สำหรับกันรั่วเพลาด้านน้ำมันหล่อ โดยวงกันรั่วทั้งสองมีระยะห่างกันหรือช่องว่างพอสมควร จะเจาะรูทะลุเรือนของสูบลงด้านล่างเป็นรูตรวจรั่ว(Telltale Bore) สำหรับตรวจสอบสภาพของวงกันรั่วทั้งสอง ซึ่งปกติจะต้องไม่มีน้ำทะเลหรือน้ำมันหล่อรั่วไหลออกมาจากรูตรวจรั่วนี้ ถ้ามีแสดงว่าวงกันรั่วชำรุด

การที่มีช่องทางดูดอยู่ในระดับสูง ก็เพื่อใช้กักน้ำให้เต็มอยู่ภายในสูบตลอดเวลาขณะไม่ได้เดินเครื่อง เพื่อให้สูบมีการไล่อากาศได้เอง(Self-Priming) ทันทีที่เริ่มเดินเครื่อง

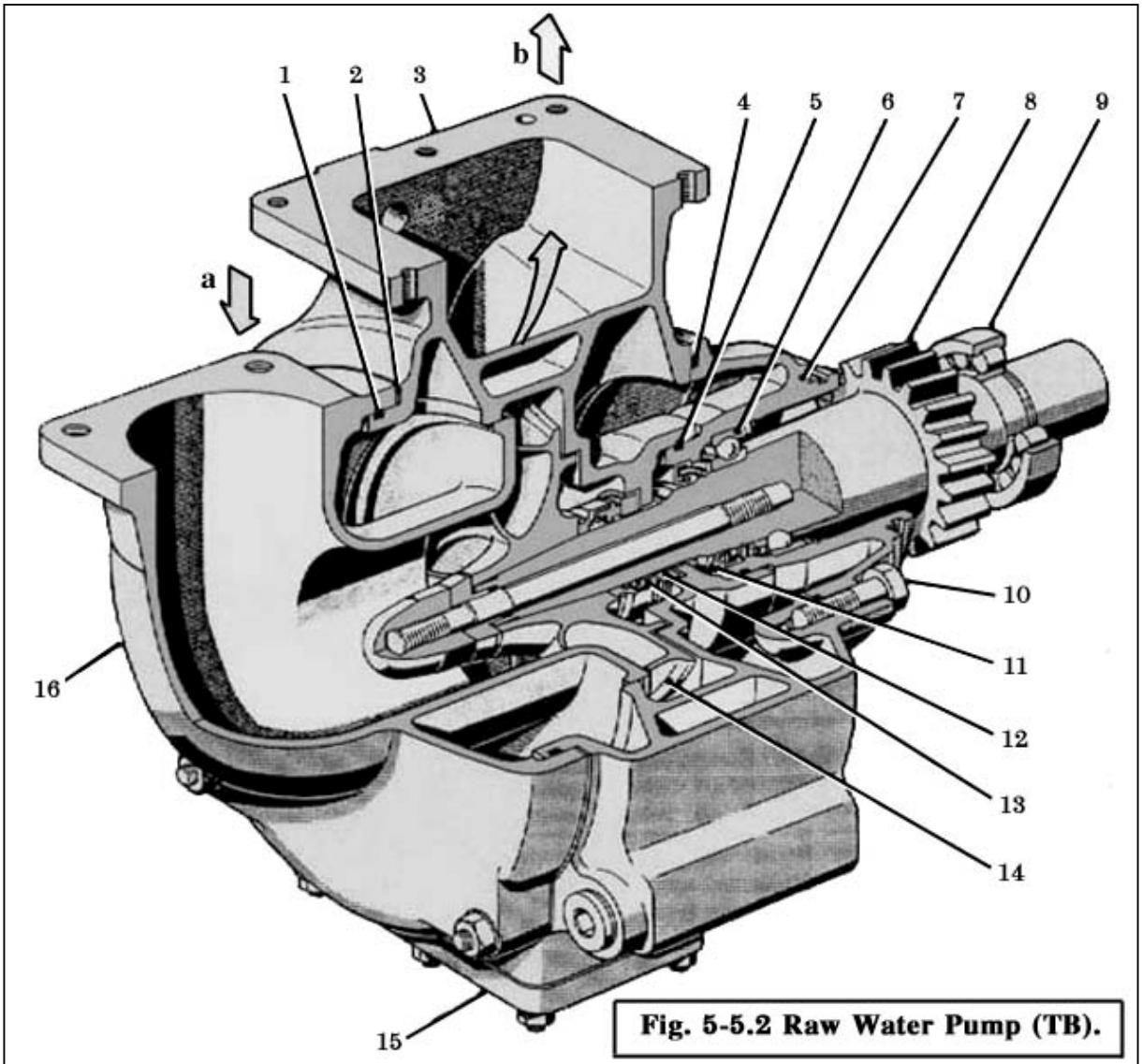


Fig. 5-5.2 Raw Water Pump (TB).

1. Sealing Ring.	2. Spacer.	3. Pump Housing.	4. Sealing Ring.
5. Sealing Ring.	6. Grovved Ball Bearing.	7. Bearing Housing.	8. Pump Shaft.
9. Cylindrical Roller Bearing.	10. Screw.	11. Oil Seal.	12. Butting Ring.
13. Slip-ring Seal.	14. Pump Impeller.	15. Cover Plate.	
16. Inlet Elbow.	a = Raw Water Inlet.	b = Raw Water Outlet.	

3.2.2 **ลักษณะที่สอง** (รูป 5-5.2)

ลักษณะการทำงาน

เรือน(Housing) เป็นเรือนสองส่วน คือ เรือนของสูบ(Pump Housing)และเรือนแบริ่ง(Bearing Housing)ประกอบเข้าด้วยกันด้วยสลักเกลียว(Screw) และด้านข้างเรือนของสูบประกอบด้วยข้อต่อทางเข้า(Inlet Elbow)เป็นช่องทางดูดของสูบ โดยมีช่องทางส่งอยู่ที่ด้านบนเรือนของสูบ ด้านล่างเรือนของสูบประกอบด้วยฝาปิด(Cover Plate)และปลั๊กระบาย(Drain Plug)

เพลาสูบ(Pump Shaft) ประกอบอยู่ภายในเรือนของสูบ ปลายเพลาด้านนอกเรือนของสูบประกอบด้วยเฟืองขับหมุน(Drive Gear)เป็นส่วนที่รับอาการหมุนจากหมู่เฟืองขับ มาขับหมุนสูบให้-

ทำงาน ปลายเพลาภายในเรือนของสูบประกอบด้วยปีกพัดน้ำ(Impeller)โดยใช้สลักยึด(Stress Bolt) และนัต(Nut)ยึดเข้ากับเพลา รองรับเพลาด้วยแบริ่งลูกกลิ้งกลม(Ball Bearing) 1 ชุด ได้รับการหล่อลื่นด้วยน้ำมันหล่อจากการวิดสาด(Splash Oil)จากหมู่เฟืองขับ มีการกันรั่วเพลาสูบเช่นเดียวกับลักษณะแรกที่กล่าวมาแล้ว

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 52

3.3 เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด(Coolant Thermostat)

ทำหน้าที่ ควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง ให้อยู่ในเกณฑ์ใช้การตลอดเวลาที่เครื่องเดินอยู่ โดยทำให้น้ำจืดระบายความร้อนมีอุณหภูมิสูงถึงอุณหภูมิใช้การอย่างรวดเร็วเมื่อเริ่มเดินเครื่องและรักษาอุณหภูมิให้คงที่เมื่อเดินเครื่องอยู่

อุณหภูมิเริ่มเปิด(Start To Open) ประมาณ 70-77°C (ดูในคู่มือประจำเครื่อง)

อุณหภูมิเปิดเต็มที่(Fully Open) ประมาณ 80-88°C (ดูในคู่มือประจำเครื่อง)

ประกอบอยู่ที่ทางน้ำจืดออกจากเครื่อง(ระบายความร้อนเครื่องแล้ว) จำนวน 1 หรือ 2 ตัว

ในแต่ละเครื่องลักษณะและรายละเอียดจะต่างกัน แต่หลักการทำงานจะเหมือนกัน

ปัจจุบันที่มีใช้งานอยู่ จะแตกต่างเป็น 2 ลักษณะ คือ

3.3.1 ลักษณะแรก (รูป 5-6.1)

เครื่องแบบ TC/TB

ลักษณะการทำงาน

ที่เรือน(Housing) จะมีช่องทางน้ำจืดเข้า-ออก ดังนี้คือ ช่องทางน้ำจืดเข้า จากเครื่องยนต์(From Engine) 1 หรือ 2 ช่องทาง,ช่องทางน้ำจืดออก ไปเข้าสูบน้ำจืด(To Coolant Pump) 1 ช่องทางและช่องทางน้ำจืดออก ไปเข้าหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(To Intercooler) 1 ช่องทาง

ภายใน ประกอบด้วยลิ้นเลื่อน(Slide Valve) ทำหน้าที่ปิด-เปิด ช่องทางน้ำจืดออกทั้งหมด ได้รับอาการเลื่อนตัวจากสปริงดึงกลับ(Return Spring)และส่วนรับความร้อน(Thermal Element)

ส่วนรับความร้อน(Thermal Element) เป็นกระเปาะที่ภายในบรรจุไว้ด้วยขี้ผึ้งที่ไวต่อการขยายตัว(Heat Expensive Wax)

เมื่อเริ่มเดินเครื่อง น้ำจืดซึ่งระบายความร้อนเครื่องแล้ว จะถูกส่งเข้ามาภายในเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดทางช่องทางเข้า ในขณะนี้อุณหภูมิน้ำจืดนี้ยังต่ำอยู่(ต่ำกว่าค่าอุณหภูมิเริ่มเปิด) ลิ้นเลื่อนจะได้รับอาการเลื่อนตัวจากสปริงดึงกลับ ทำให้เปิดช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าสูบน้ำจืดเต็มที่ ในขณะเดียวกัน จะปิดช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าหม้อระบายความร้อนน้ำจืด ทำให้ไม่มีการระบายความร้อนออกจากน้ำจืด เพื่อให้อุณหภูมิน้ำจืดสูงถึงค่าใช้การอย่างรวดเร็ว เมื่อเริ่มเดินเครื่อง

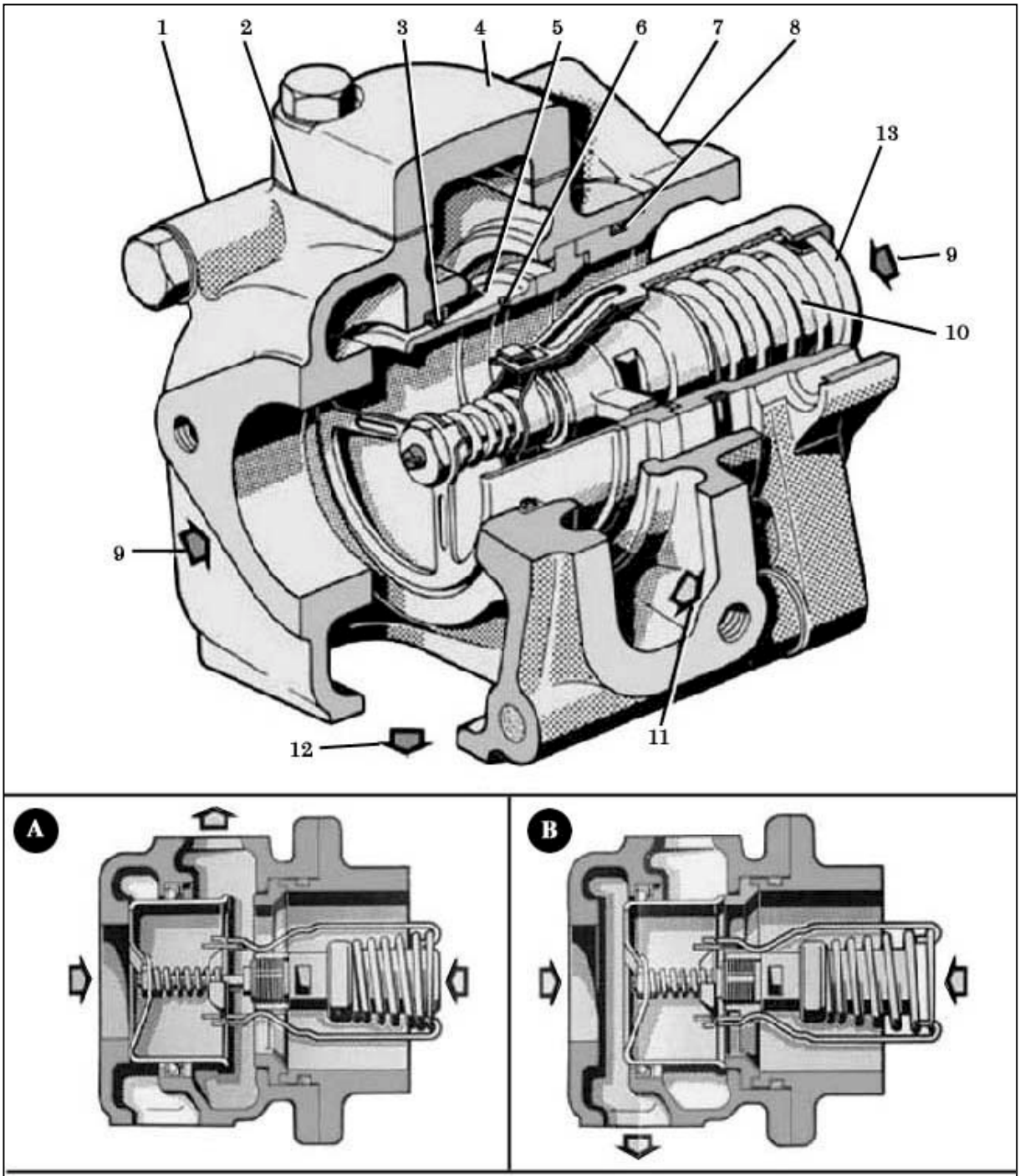


Fig. 5-6.1 Coolant Thermostat (TC).

1. Housing. 2. Gasket. 3. Sealing Ring. 4. Cover.
5. Slide Valve. 6. Vent Bore. 7. Intermediate Housing. 8. O-ring.
9. From Engine. 10. Thermal Element. 11. To Cooler. 12. To Coolant Pump.
13. Return Spring. A = Engine at Operating Temperature. B = Engine Cold.

เมื่ออุณหภูมิน้ำจืดระบายความร้อนสูงขึ้นถึงค่าอุณหภูมิเริ่มเปิด ขี้ผึ้งที่ไวต่อการขยายตัวของส่วนรับความร้อนจะขยายตัว ทำให้ส่วนรับความร้อนส่งอาการให้ลิ้นเลื่อน เลื่อนตัวเริ่มปิดช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าสูบน้ำจืด ในขณะเดียวกัน ก็จะเริ่มเปิดช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าหม้อระบายความร้อนน้ำจืด ทำให้เริ่มมีการระบายความร้อนออกจากน้ำจืด

การเลื่อนตัวของลิ้นเลื่อนเพื่อปิด-เปิดช่องทางน้ำจืดออกทั้งสองช่องทางนี้ จะสัมพันธ์โดยตรงกับอุณหภูมิน้ำจืด คือ เมื่ออุณหภูมิน้ำจืดสูงขึ้น ลิ้นเลื่อนก็จะได้รับอาการเลื่อนตัวมากขึ้น ทำให้เลื่อนตัวปิดช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าสูบน้ำจืดมากขึ้น ในขณะเดียวกัน ก็จะเปิดช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าหม้อระบายความร้อนน้ำจืดมากขึ้นด้วย จนกระทั่งอุณหภูมิน้ำจืดสูงถึงค่าอุณหภูมิเปิดเต็มที่ ลิ้นเลื่อนก็จะปิดช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าสูบน้ำจืด ในขณะเดียวกัน ก็จะเปิดช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าหม้อระบายความร้อนน้ำจืดเต็มที่ ทำให้มีการระบายความร้อนออกจากน้ำจืดเต็มที่ เพื่อรักษาอุณหภูมิน้ำจืดให้คงที่ตลอดเวลาที่เดินเครื่องอยู่

3.3.2 **ลักษณะที่สอง** (รูป 5-6.2)

เครื่องแบบ TE

ลักษณะการทำงาน

ที่เรือน(Housing) จะมีช่องทางน้ำจืดเข้า-ออก ดังนี้คือ ช่องทางน้ำจืดเข้า จากเครื่องยนต์(From Engine) 2 ช่องทาง,ช่องทางลัดคงที่(Permanent Bypass)เป็นช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าสูบน้ำจืด(To Coolant Pump) 1 ช่องทาง,ช่องทางลัด(Bypass)เป็นช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าหม้อระบายความร้อนอากาศดี(To Intercooler) 1 ช่องทางและช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(To Coolant Cooler) 1 ช่องทาง

ช่องทางลัดคงที่(Permanent Bypass) เป็นช่องทางซึ่งเปิดไว้คงที่ตลอด(Permanent Bypass) ดังนั้นเมื่อเดินเครื่อง จะมีน้ำจืดระบายความร้อนเครื่องจากช่องทางเข้าส่วนหนึ่ง ผ่านช่องทางลัดคงที่นี้ไปเข้าสูบน้ำจืดตลอดเวลา

ภายในเรือน ประกอบด้วยลิ้นเลื่อน(Slide Valve),ส่วนรับความร้อน(Thermal Element)และสปริงดึงกลับ(Compression Spring)ที่จะทำงานปิด-เปิดช่องทางน้ำจืดออกที่เหลือ ซึ่งจะมีการทำงานเช่นเดียวกับลักษณะแรกที่กล่าวมาแล้ว

ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดบางแบบ ถ้าส่วนรับความร้อนชำรุดหรือไม่ทำงาน เราสามารถที่จะตั้งฉุกเฉิน(Emergency Setting)เพื่อใช้งานต่อไปได้

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 74

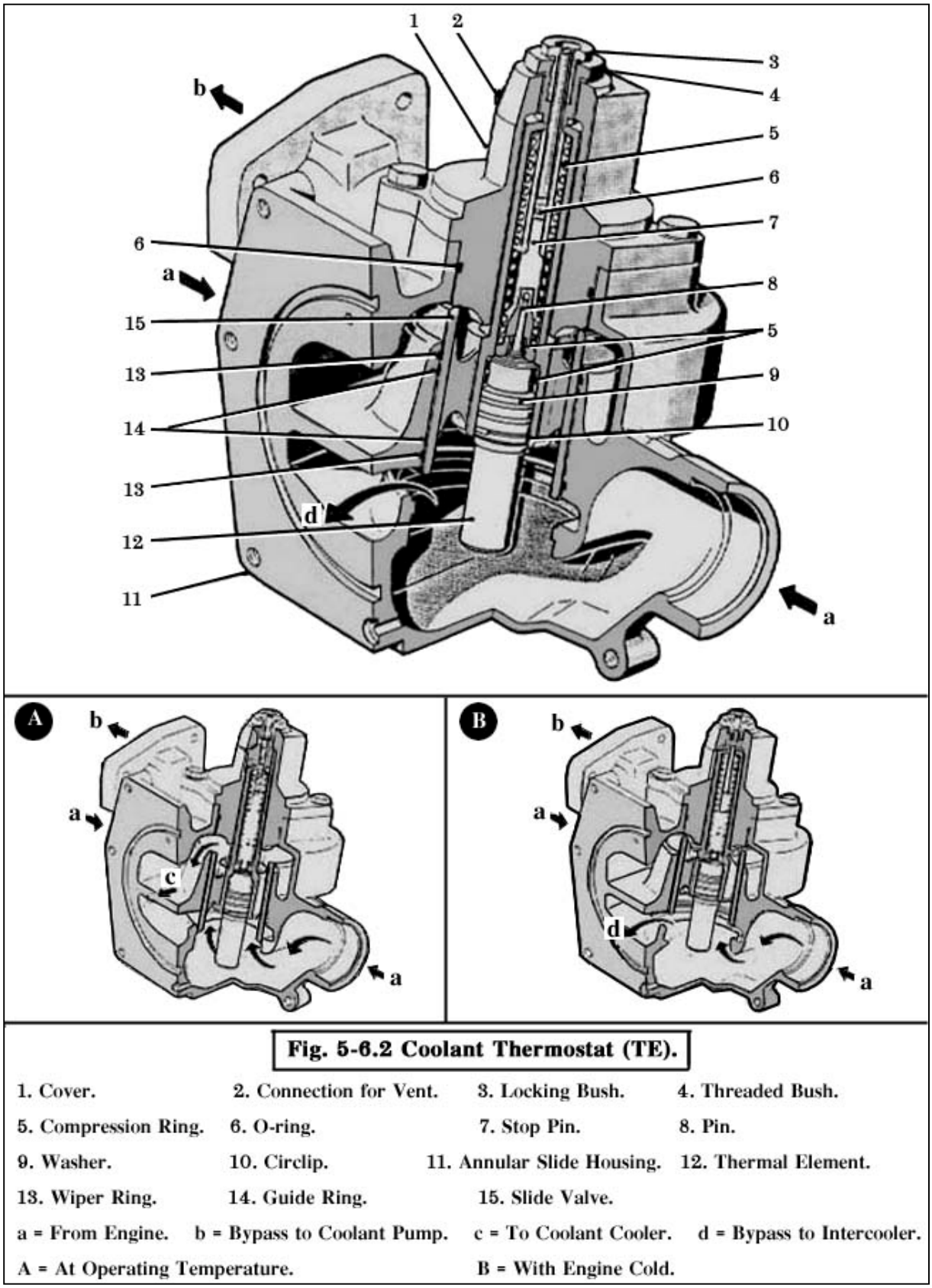


Fig. 5-6.2 Coolant Thermostat (TE).

1. Cover. 2. Connection for Vent. 3. Locking Bush. 4. Threaded Bush.
5. Compression Ring. 6. O-ring. 7. Stop Pin. 8. Pin.
9. Washer. 10. Circlip. 11. Annular Slide Housing. 12. Thermal Element.
13. Wiper Ring. 14. Guide Ring. 15. Slide Valve.

a = From Engine. b = Bypass to Coolant Pump. c = To Coolant Cooler. d = Bypass to Intercooler.

A = At Operating Temperature. B = With Engine Cold.

3.4 **หม้อระบายความร้อนน้ำจืด**(Coolant Cooler)

ประกอบอยู่ทางด้าน KGS. ของเครื่อง

ปัจจุบันที่มีใช้งานอยู่ จะแตกต่างกันเป็น 2 ลักษณะ คือ

3.4.1 **ลักษณะแรก** (รูป 5-7.1 / 5-7.2)

เครื่องแบบ TC/TB

ลักษณะการทำงาน

ภายในเรือน(Housing)จะแบ่งเป็น 2 ส่วน ทำหน้าที่ต่างกัน คือ

ส่วนล่าง จะเป็นหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler) ส่วนบน จะเป็นถังพักน้ำจืด (Coolant Expansion Tank)

หม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler)

ทำหน้าที่ ระบายความร้อนออกจากน้ำจืดโดยน้ำทะเล

ประกอบด้วยหมู่หลอดระบายความร้อน(Core)เป็นแบบหลอดแบน(Flat Tube Type) ใช้น้ำทะเลเดินนอกหลอดและให้น้ำจืดเดินในหลอด มีทิศทางการไหลขวางกันหรือตัดกัน(Cross Flow) ด้านล่างของหมู่หลอดจะเป็นห้องน้ำล่าง(Bottom Water Chamber) คือส่วนของน้ำจืดซึ่งผ่านหมู่หลอดระบายความร้อนแล้ว และห้องน้ำทางลัด(Bypass Duct) คือส่วนของน้ำจืดที่ไม่ผ่านหมู่หลอดระบายความร้อนจะมีช่องทางถึงส่วนบนซึ่งเป็นถังพักน้ำจืด

ถังพักน้ำจืด(Coolant Expansion Tank)

ทำหน้าที่ ชดเชยการขยายตัวหรือหดตัวของน้ำจืด

ชดเชยน้ำจืดให้ระบบตลอดเวลา

เป็นทางเติมน้ำจืดเข้าระบบ

ระบายอากาศออกจากน้ำจืด

ตรวจสอบระดับน้ำจืดด้วยสายตา

ด้านข้าง ประกอบด้วยช่องทางสำหรับต่อท่อระบายอากาศ(Vent Line Connection)จากระบบน้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง,แผ่นแก้วตรวจระดับน้ำจืด(Sight Glass)สำหรับตรวจดูระดับน้ำจืดภายในถังพักน้ำจืด,ช่องทางสำหรับประกอบชุดตรวจวัดระดับน้ำจืด(Coolant Level Monitor)และท่อดูดตะกอนน้ำยาป้องกันสนิม(Corrosion Inhibitor) ด้านบน ประกอบด้วยท่อระบายอากาศ(Vent)ซึ่งจะปิดไว้ด้วยฝาปิดระบาย(Breather Valve)

ฝาปิดระบาย(Breather Valve) ประกอบด้วยลิ้นกำลังดูด(Suction Valve)ซึ่งตั้งค่ากำลังดันเปิด(Opening Pressure) ที่ -0.10 บาร์(Vacuum) และลิ้นกำลังดัน(Discharge Valve)ซึ่งตั้งค่ากำลังดันเปิดที่ 0.85-1.15 บาร์(Gauge) เมื่ออุณหภูมิน้ำจืดระบายความร้อนสูงขึ้นน้ำจืดจะขยายตัว กำลังดันภายในระบบจะสูงขึ้นด้วย ถ้ากำลังดันสูงถึง 0.85-1.15 บาร์ ลิ้นกำลังดันจะเปิดให้อากาศและ/หรือน้ำ-

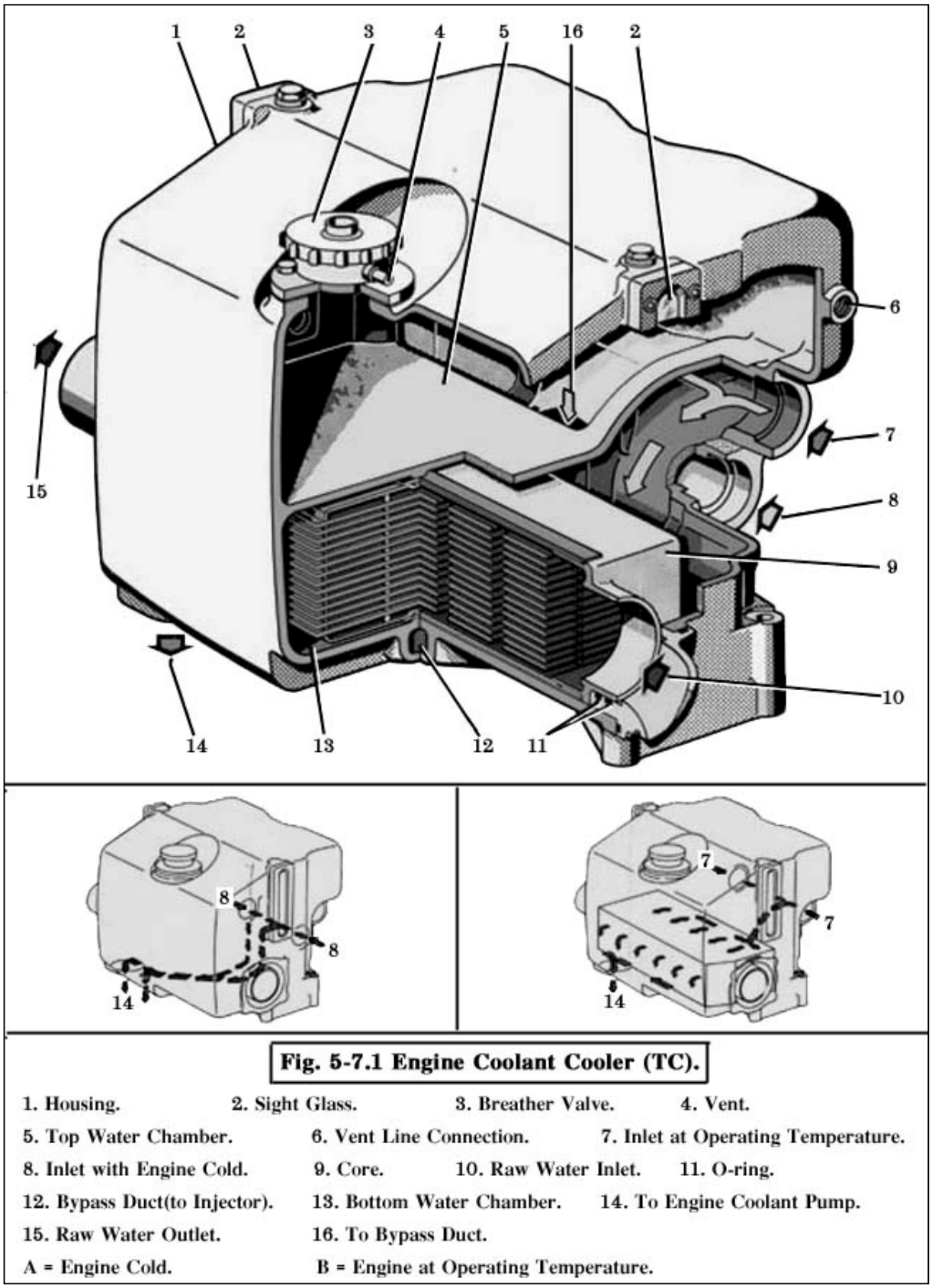
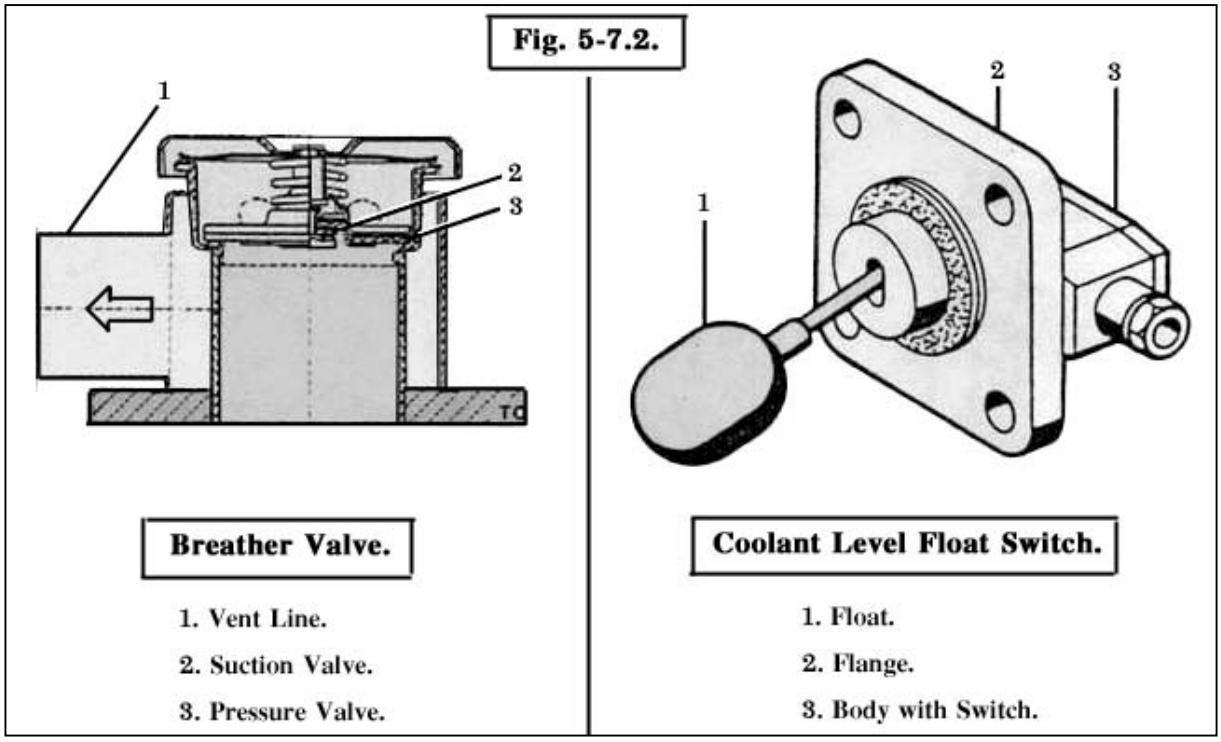


Fig. 5-7.1 Engine Coolant Cooler (TC).

1. Housing. 2. Sight Glass. 3. Breather Valve. 4. Vent.
5. Top Water Chamber. 6. Vent Line Connection. 7. Inlet at Operating Temperature.
8. Inlet with Engine Cold. 9. Core. 10. Raw Water Inlet. 11. O-ring.
12. Bypass Duct(to Injector). 13. Bottom Water Chamber. 14. To Engine Coolant Pump.
15. Raw Water Outlet. 16. To Bypass Duct.
A = Engine Cold. B = Engine at Operating Temperature.



จืดภายในระบบระบายออกจากระบบทางท่อระบายอากาศ(Vent) เพื่อไม่ให้ระบบเสียหายรั่วไหลจากกำลังดันภายในระบบ ในทางตรงข้าม ถ้าอุณหภูมิน้ำจืดลดลงน้ำจืดจะหดตัว กำลังดันภายในระบบจะลดลงด้วย ถ้ากำลังดันลดลงถึง -0.10 บาร์ ลิ้นกำลังดูดจะเปิดให้อากาศจากภายนอก เข้าไปภายในระบบได้ทางท่อระบายอากาศ(Vent) เพื่อไม่ให้ระบบเสียหายรั่วไหลจากกำลังดันภายนอก

3.4.1 **ลักษณะที่สอง** (รูป 5-7.3 / 5-7.4)

เครื่องแบบ TE

ลักษณะการทำงาน

ถังพักน้ำจืด(Coolant Expansion Tank)และหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler) จะทำเป็น 2 ส่วน แยกออกจากกัน

ด้านบน จะเป็นถังพักน้ำจืด ซึ่งมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับลักษณะแรกที่กล่าวมาแล้ว จะเชื่อมต่อกับระบบน้ำจืดระบายความร้อนโดยท่อชดเชยน้ำจืด(Coolant Expansion Line)

ด้านล่าง จะเป็นหม้อระบายความร้อนน้ำจืดแบบแผ่น(Plate Core Cooler) ซึ่งจะประกอบด้วยเรือนหม้อระบายความร้อน(Cooler Housing),หมู่แผ่นระบายความร้อน(Plate Core)และฝาปิด(Thrust Plate) โดยจำนวนแผ่นระบายความร้อนนี้สามารถติดตั้งได้ตามต้องการ มีการกันรั่วระหว่างแผ่นระบายความร้อนด้วยวงกันรั่วแบบมีร่อง(Profile Seal)สำหรับป้องกันการรั่วไหลของน้ำจืดหรือน้ำทะเล

น้ำจืดระบายความร้อน จากเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด(Coolant Thermostat) ถ้าอุณหภูมิต่ำจะเข้ามาที่ช่องทางเข้าของเรือนหม้อระบายความร้อนและผ่านช่องทางลัด(Bypass)ไปเข้าหม้อระบายความร้อนอากาศดี(Intercooler)โดยตรง แต่ถ้าเป็นน้ำจืดอุณหภูมิสูงถึงอุณหภูมิใช้การ จะเข้ามาที่ช่อง-

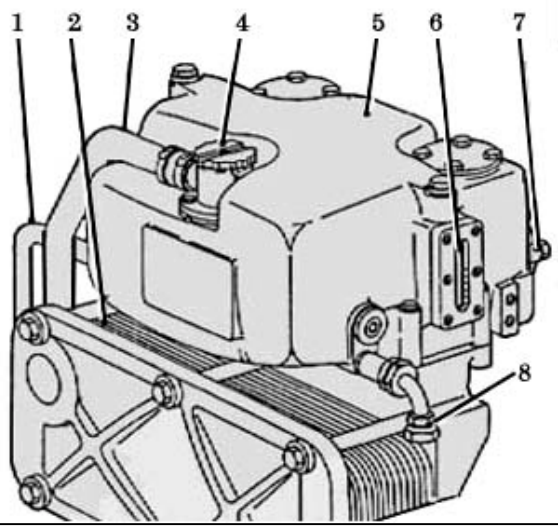


Fig. 5-7.3 Coolant Expansion Tank (TE).

1. Coolant Expansion Line.
2. Coolant Cooler.
3. Overflow(Vent).
4. Breather Valve.
5. Coolant Expansion Tank.
6. Sigth Glass.
7. Location for Installation Fluid Level Monitor.
8. Elbow for Precipitated Corrosion Inhibitor - Extraction.

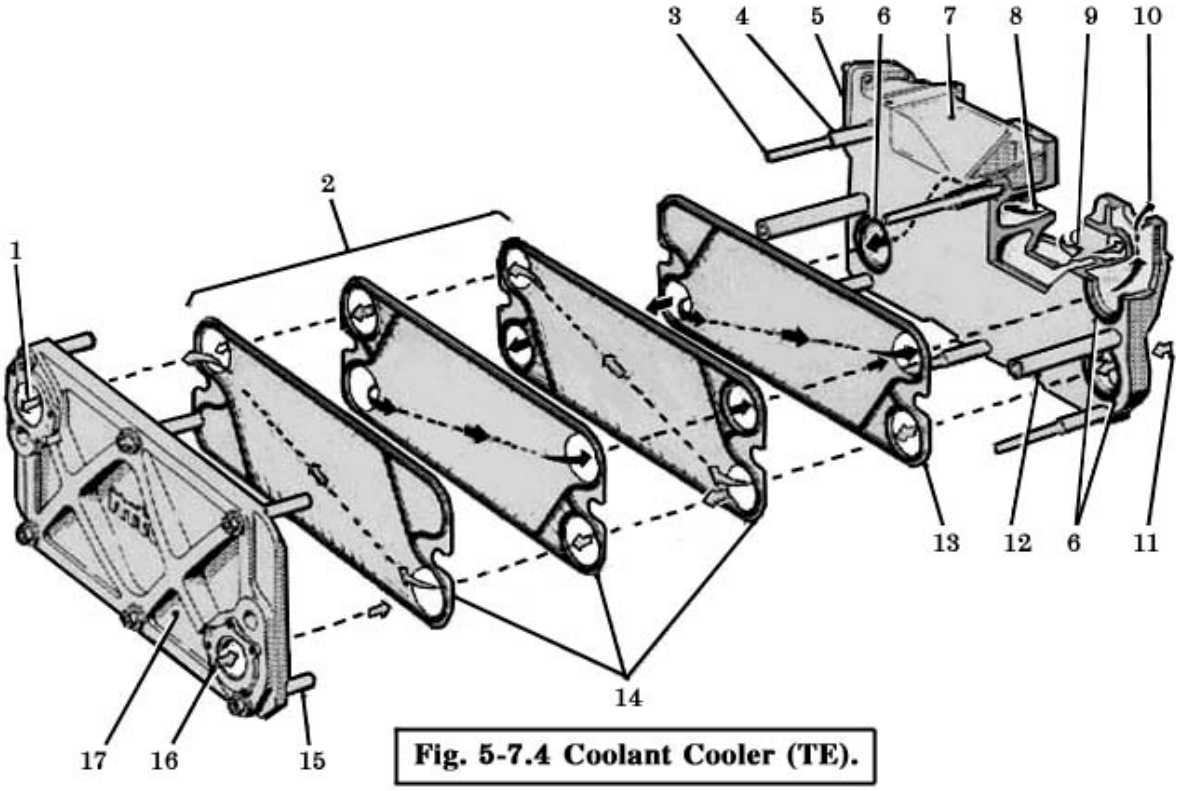


Fig. 5-7.4 Coolant Cooler (TE).

1. Raw Water Outlet.
2. Plate Core.
3. Stud.
4. Spacer Sleeve.
5. Cover.
6. O-ring.
7. Cooler Housing.
8. At Operating Temperature.
9. Bypass to Intercooler.
10. At Operating Temperature to Intercooler.
11. From Raw Water Pump.
12. Guide Pin.
13. First Plate.
14. Grooved Plate.
15. Threaded Insert.
16. From Reserve Raw Water Pump.
17. Thrust Plate.

= Engine Coolant. = Raw Water.

ทางเข้าของเรือนหม้อระบายความร้อน จะถูกส่งผ่านหมู่แผ่นระบายความร้อน แล้วจึงส่งออกทางช่องทางออกที่เรือนหม้อระบายความร้อน ไปเข้าหม้อระบายความร้อนอากาศดี

น้ำทะเล จากสูบน้ำทะเล(Raw Water Pump) จะถูกส่งเข้ามาที่ช่องทางเข้าของเรือนหม้อระบายความร้อน ผ่านหมู่แผ่นระบายความร้อนสวนกับทิศทางการไหลของน้ำจืดแล้วส่งออกภายนอกทางช่องทางออกที่แผ่นกั้น

ในกรณีฉุกเฉิน สามารถใช้สูบน้ำทะเลสำรอง(Reserve Raw Water Pump)ส่งน้ำทะเลเข้าทางช่องทางเข้าที่แผ่นกั้นแทนสูบน้ำทะเลประจำระบบได้

#การซ่อมบำรุงรักษา#

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 72-73 และ 64-66

3.5 ชุดอุ่นน้ำจืด(Coolant Preheating Unit) (รูป 5-8.1 / 5-8.2)

ทำหน้าที่ อุ่นน้ำจืดระบายความร้อนให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น เพื่อเป็นการอุ่นเครื่องก่อนเริ่มเดินเครื่อง เป็นส่วนประกอบเพิ่มเติม มีใช้เฉพาะบางเครื่อง

อุณหภูมิการอุ่น(Trip Point)	40°C ลงมา ต่อการอุ่น(Cut-in)
	45°C ขึ้นไป ตัดการอุ่น(Cut-out)
อุณหภูมิตัดการทำงาน(Limited Setting)	95°C ขึ้นไป
การแสไฟฟ้าทำงาน	440/380 V. 50-60 Hz.

ลักษณะการทำงาน

ประกอบด้วยส่วนใหญ่ๆ ดังนี้

หม้ออุ่นน้ำวนเวียน(Continuous Flow Heater) ภายในประกอบด้วยขดลวดไฟฟ้าจำนวน 2-3 ชุดๆละ 3 ขด ต่อกันแบบดาว(Star)ทำหน้าที่อุ่นน้ำจืดภายในให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น โดยมีเครื่องควบคุมอุณหภูมิ(Thermostat)ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดที่อุ่นให้อยู่ในเกณฑ์ตลอดเวลาและตัวจำกัดอุณหภูมิ(Temperature Limiter) ทำหน้าที่จำกัดอุณหภูมิอุ่นน้ำจืดไม่ให้สูงเกินกำหนด

สูบน้ำวนเวียน(Electric Pump) เป็นสูบขับหมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ทำหน้าที่สูบน้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง มาผ่านหม้ออุ่นน้ำวนเวียนแล้วส่งกลับเข้าเครื่อง โดยที่ทางส่งจะประกอบด้วยลิ้นกันกลับ(Non-Return Valve) ทำหน้าที่ป้องกันน้ำจืดระบายความร้อนจากเครื่องเข้ามาผ่านหม้ออุ่นน้ำวนเวียนขณะเดินเครื่อง

เมื่อเปิดกระแสไฟเข้าระบบ(Switch On) สูบน้ำวนเวียนจะเริ่มทำงาน สูบน้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง มาผ่านหม้ออุ่นน้ำวนเวียนแล้วส่งกลับเข้าเครื่อง ขณะเดียวกัน ขดลวดไฟฟ้าภายในหม้ออุ่นน้ำวนเวียนจะมีกระแสไฟไหลผ่าน เกิดความร้อนและถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำจืดระบายความร้อนที่วนเวียนผ่าน ทำให้น้ำจืดมีอุณหภูมิสูงขึ้น ผลที่ได้คือ เครื่องยนต์จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นไปด้วย

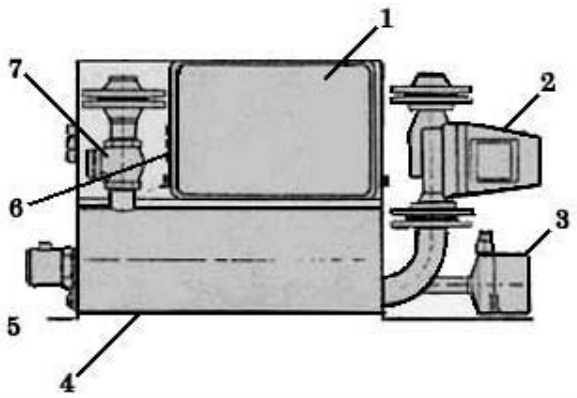


Fig. 5-8.1 Coolant Preheater.

1. Terminal Box.
2. Electric Pump.
3. Thermostat.
4. Continuous Flow Heater.
5. Heating Element.
6. Control Switch Terminal.
7. Swing Check Valve.

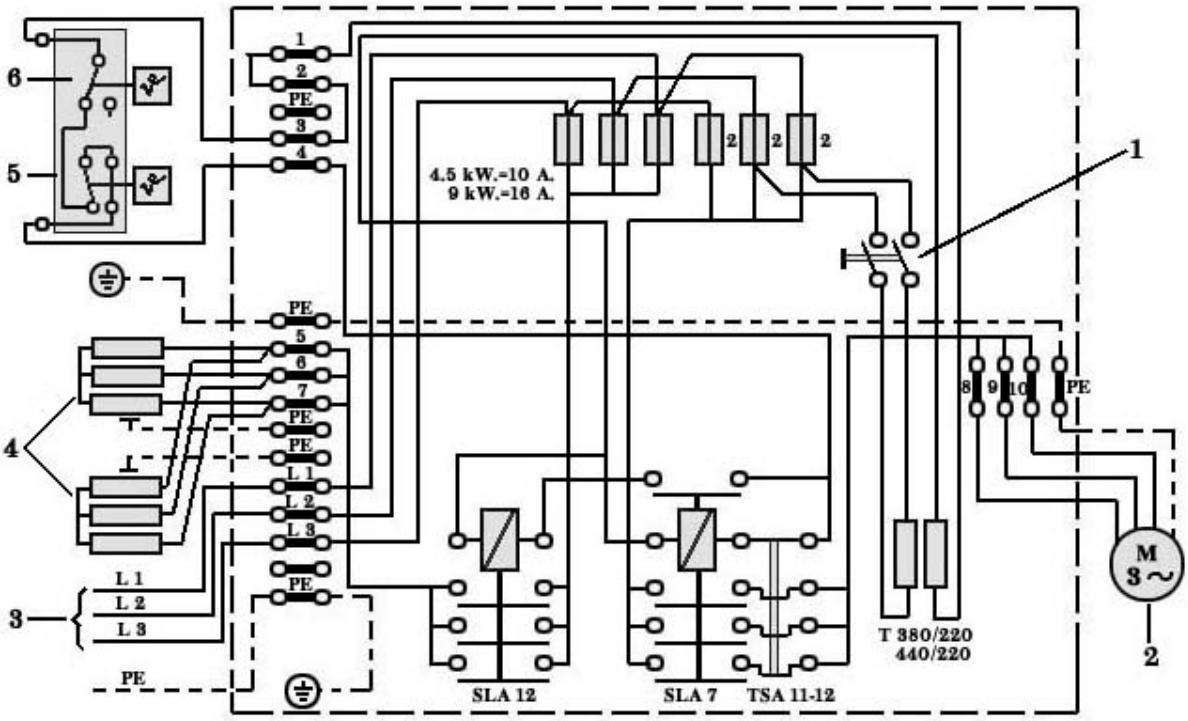


Fig. 5-8.2 Coolant Preheater.

1. Control Switch. 2. Electro-motor. 3. Power Supply.
4. Heating. 5. Temperature Limiter. 6. Thermostat.

ถ้าอุณหภูมิน้ำจืดสูงขึ้น ถึง 45°C เครื่องควบคุมอุณหภูมิจะตัดวงจรกระแสไฟไม่อุ่นน้ำจืด และถ้าอุณหภูมิน้ำจืดต่ำกว่า 40°C เครื่องควบคุมอุณหภูมิจะต่อวงจรกระแสไฟอุ่นน้ำจืดอีก แต่ถ้าอุณหภูมิน้ำจืดสูงถึง 95°C ตัวจำกัดอุณหภูมิ(Temperature Limiter)ของเครื่องควบคุมอุณหภูมิ จะตัดวงจรกระแสไฟฟ้าเลิกการอุ่นน้ำจืด ซึ่งในกรณีนี้แสดงว่าระบบขัดข้อง จะต้องตรวจสอบแก้ไขและตั้งระบบใหม่(Reset)

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 67-71

บทที่ 6
ระบบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์

(Engine Oil System)

ระบบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ จะทำหน้าที่ส่งน้ำมันหล่อลื่นไปหล่อลื่นระบายความร้อนให้กับส่วนต่างๆของเครื่อง รวมถึงส่งเข้าทำงานในอุปกรณ์ตัดการทำงานของสูบ(Cylinder Cutout)และเครื่องควบคุมความเร็ว(Governor)ด้วย

สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล mtu อนุกรม(Series) 396 นี้ ระบบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เป็นแบบระบบสูบส่ง(Forced Feed System) โดยมีอ่างน้ำมันหล่อ(Oil Pan)แบบเปียก(Wet Sump)ประกอบอยู่ด้านล่างของเรือนสูบ(Crankcase) ทำหน้าที่เก็บน้ำมันหล่อไว้ใช้ภายในระบบ

เมื่อเดินเครื่องสูบน้ำมันหล่อ(Oil Pump)ประจำระบบ จะทำงานดูดน้ำมันหล่อจากอ่างน้ำมันหล่อส่งไปหล่อลื่นระบายความร้อนและทำงานในส่วนต่างๆของเครื่องแล้วกลับเข้าอ่างน้ำมันหล่อ เพื่อวนเวียนเข้าสูบน้ำมันหล่อและส่งวนเวียนเข้าระบบอีก ดังที่กล่าวมาแล้ว

ในบางเครื่อง จะประกอบด้วยระบบน้ำมันหล่อลื่นอีกระบบหนึ่ง คือ ระบบปรับระดับน้ำมันหล่อ (Oil Level Regulating System) ซึ่งจะทำหน้าที่ปรับระดับหรือรักษาระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อให้อยู่ในระดับใช้การตลอดเวลาที่เครื่องเดินอยู่

ความจุน้ำมันหล่อของอ่างน้ำมันหล่อในแต่ละเครื่องจะต่างกันดังนี้ คือ ปริมาณน้ำมันหล่อเมื่อเมื่อสูงถึงขีดบนสุด(Max)ของเหล็กวัดระดับน้ำมันหล่อ(Oil Dipstick) หรือ เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อ สำหรับเครื่อง 6 V ประมาณ 64 ลิตร , เครื่อง 8 V ประมาณ 90 ลิตร และ เครื่อง 12 V ประมาณ 125 ลิตร

1.ส่วนประกอบของระบบ (รูป 6-1.1 / 6-1.2)

สูบน้ำมันหล่อ(Oil Pump) (รายละเอียด ข้อ 3.1)

สูบจำกัดน้ำมันหล่อ(Oil Metering Pump) (รายละเอียด ข้อ 3.2)

สูบปรับระดับน้ำมันหล่อ(Oil Level Regulating Pump) (รายละเอียด ข้อ 3.3)

หม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ(Engine Oil Heat Exchanger) (รายละเอียด ข้อ 3.4)

หม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ(Engine Oil Filter) (รายละเอียด ข้อ 3.5)

หม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อ(Engine Oil Edge-Type Filter) (รายละเอียด ข้อ 3.6)

หม้อกรองทางลัดน้ำมันหล่อ(Engine Oil Bypass Filter) (รายละเอียด ข้อ 3.7)

2.การทำงานของระบบ (รูป 6-1.1 ถึง 6-1.4)

จากรูป 6-1.1 / 6-1.2

เมื่อเดินเครื่อง สูบน้ำมันหล่อ(Oil Pump)ซึ่งเป็นสูบแบบเฟือง(Gear Pump) ได้รับการขับหมุนโดย

หมู่เฟืองขับ(Gear Train) จะทำงานสูบน้ำมันหล่อจากอ่างน้ำมันหล่อ(Oil Pan)ของเครื่อง ผ่านตะแกรงกรอง(Strainer)เข้ามา แล้วส่งออกไประบายความร้อนที่หม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ(Engine Oil Heat Exchanger) [*ในบางเครื่อง* น้ำมันหล่อจากสูบน้ำมันหล่อส่วนหนึ่งจะมีท่อทางแยก ส่งน้ำมันหล่อไปผ่านหม้อกรองทางลัดน้ำมันหล่อ(Engine Oil Bypass Filter)ซึ่งอยู่ภายนอกเครื่อง เพื่อกรองสิ่งสกปรกต่างๆที่ปนมากับน้ำมันหล่อ แล้วกลับเข้าอ่างน้ำมันหล่อ]

น้ำมันหล่อที่ผ่านหม้อระบายความร้อนแล้ว จะส่งไปผ่านหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ(Engine Oil Filter)เพื่อกรองสิ่งสกปรกต่างๆที่ปนมากับน้ำมันหล่อ แล้วส่งไปเข้าท่อน้ำมันหล่อหลัก(Main Oil gallery)

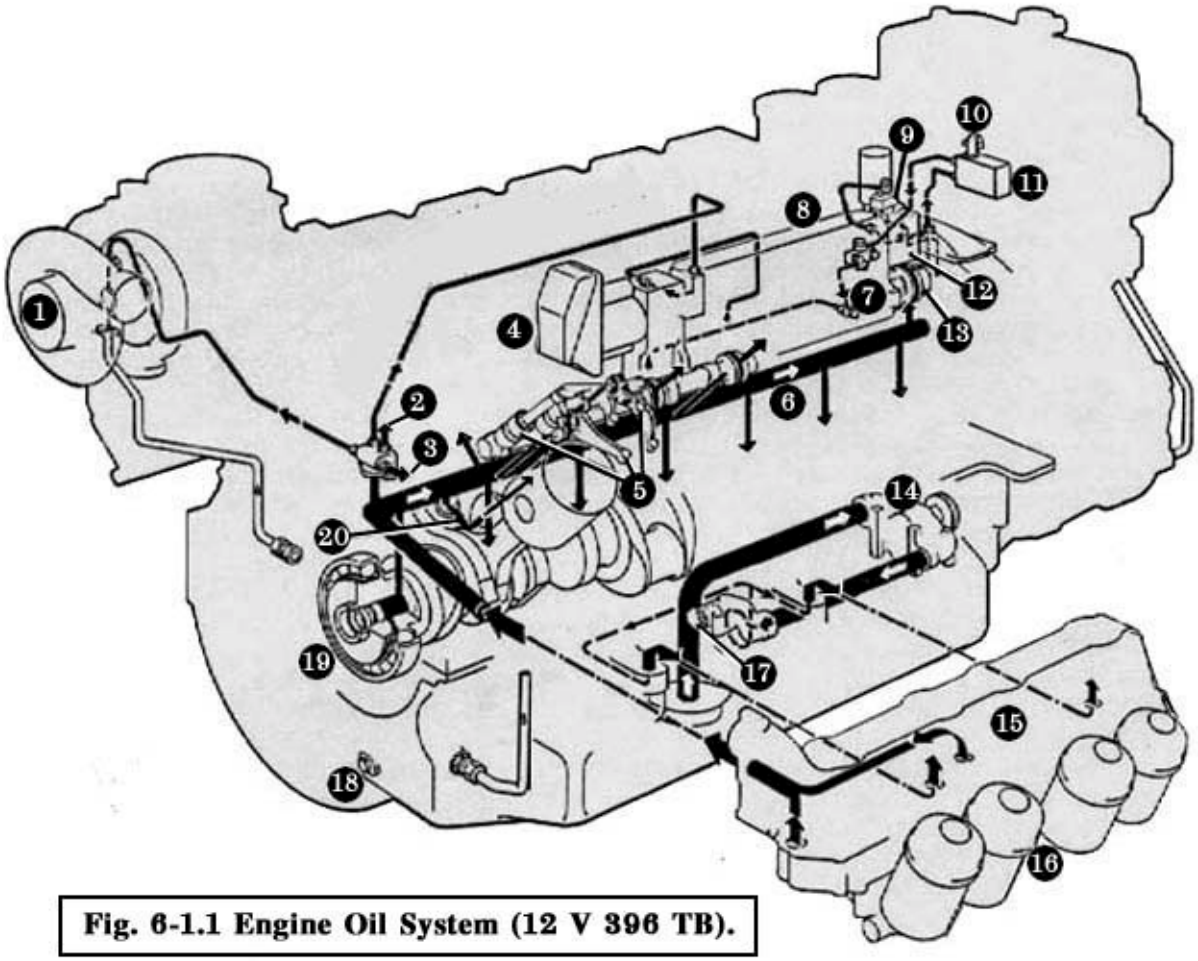
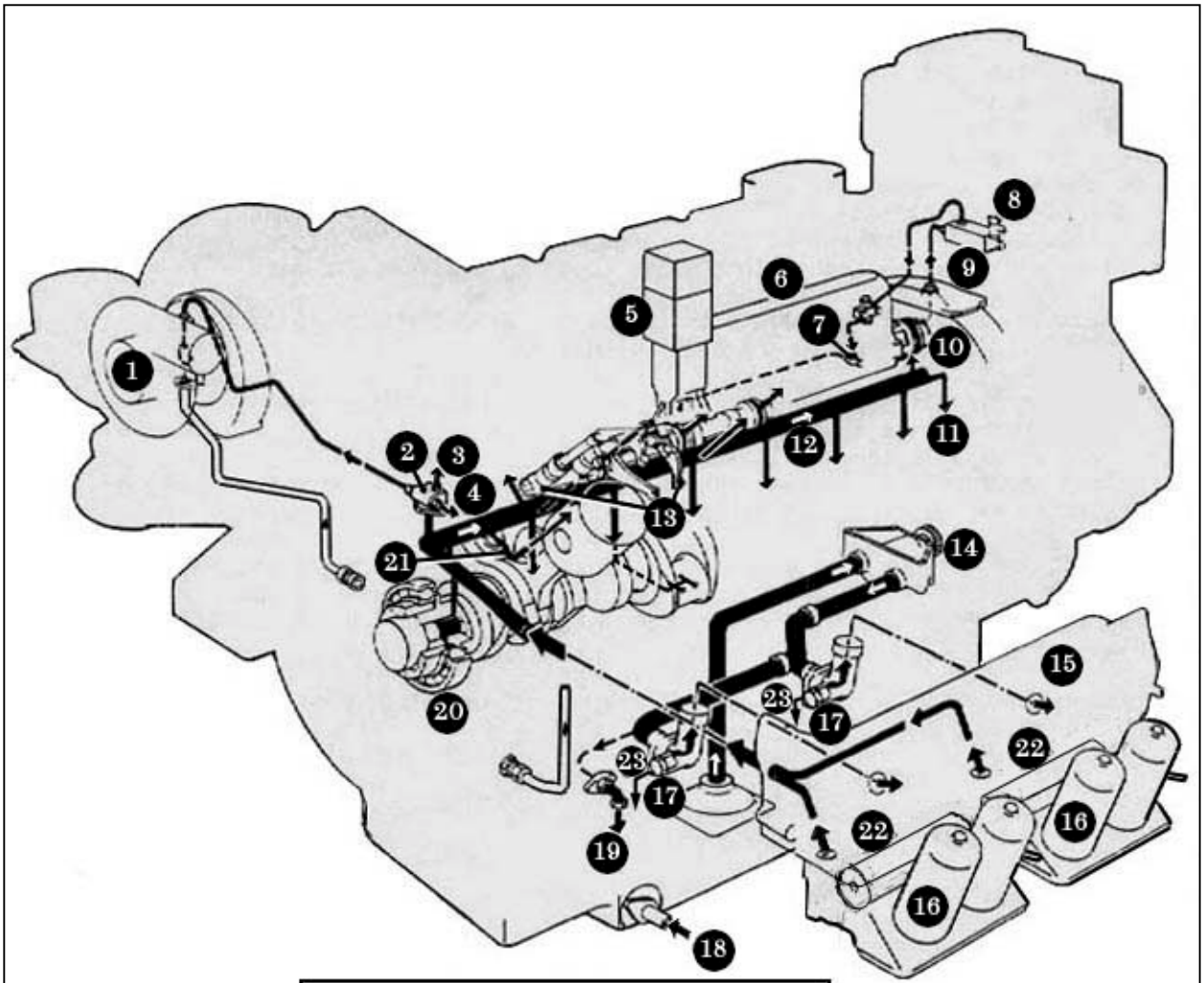


Fig. 6-1.1 Engine Oil System (12 V 396 TB).

1. Exhaust Turbocharger.	2. To Valve Seat Lubrication.	3. To Turbocharger,Right Side.
4. Governor Actuator.	5. Valve Gear.	6. Main Oil Gallery.
7. Oil Feed Valve.	8. Fuel Injection Pump.	9. Solenoid Valve.
10. Oil Sampling Cock.	11. Measuring Block.	12. Cut-out Housing.
13. Fuel Injection Pump Drive.	14. Engine Oil Pump.	15. Engine Oil Heat Exchanger.
16. Engine Oil Filter.	17. Pressure Relief Valve(15 bar).	18. Oil Drain.
19. Thrust Bearing.	20. Spray Nozzle.	

[*ในเครื่องแบบ TE* น้ำมันหล่อจากหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ จะส่งผ่านหม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อ (Engine Oil Edge-Type Filter)ซึ่งทำหน้าที่เป็นหม้อกรองนิรภัยของระบบ(Safety or Back up Filter) ก่อนส่งเข้าท่อน้ำมันหล่อหลัก]

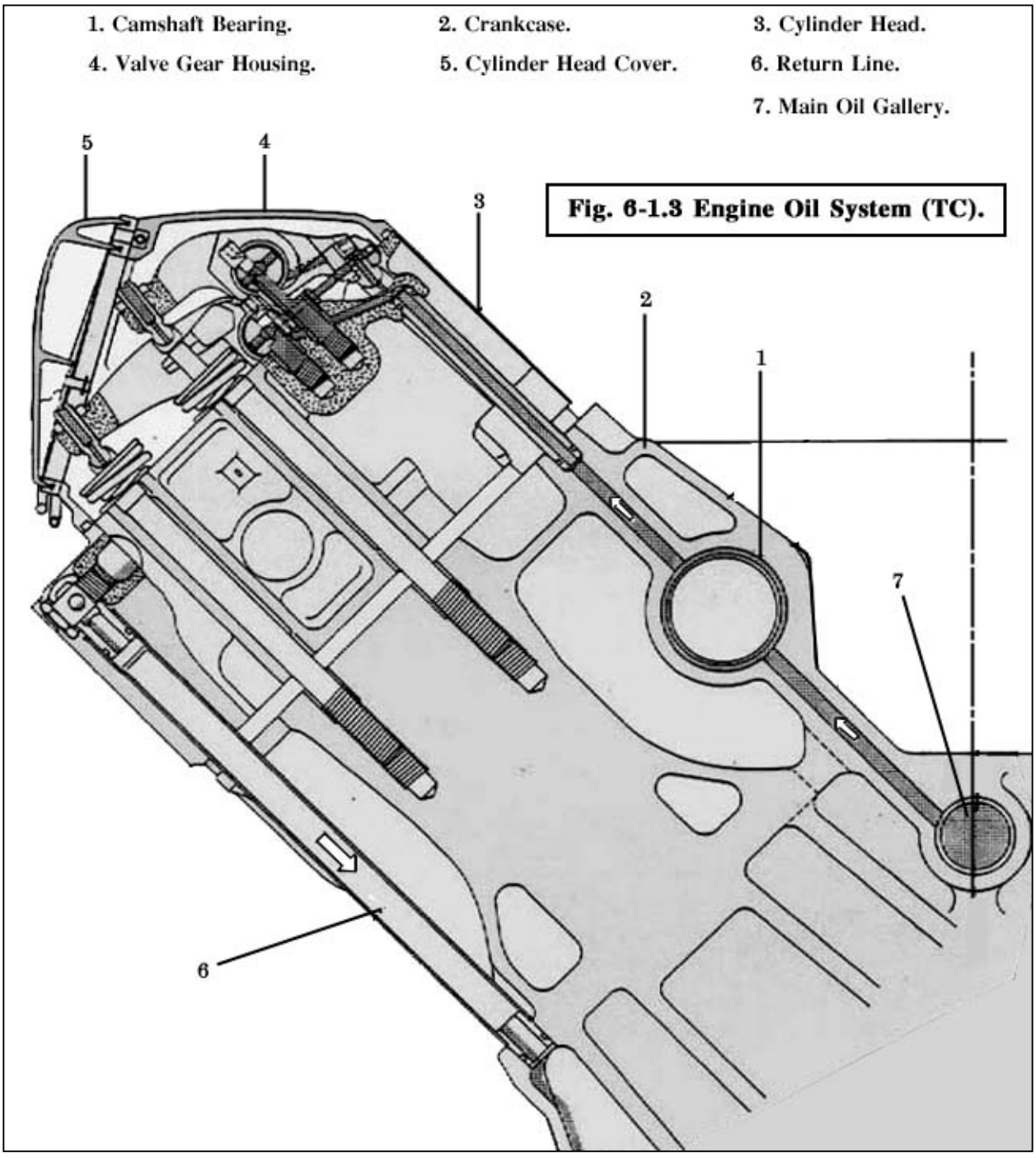


Engine Oil System (12 V 396 TE).

1. Exhaust Turbocharger.
2. Oil Distributor.
3. To Valve Seat Lubrication.
4. To Turbocharger,Right Side.
5. Governor Actuator.
6. Fuel Injection Pump.
7. Oil Feed Valve.
8. Oil Sampling Cock.
9. Measuring Block.
10. Fuel Injection Pump Drive.
11. To Support Bearing.
12. Main Oil Gallery.
13. Valve Gear.
14. Engine Oil Pump.
15. Engine Oil Heat Exchanger.
16. Engine Oil Filter.
17. Pressure Relief Valve(15 bar).
18. From Oil Bypass Filter.
19. To Oil Bypass Filter.
20. Thrust Bearing.
21. Spray Nozzle.
22. Engine Oil Edge-type Filter.
23. Engine Oil Bypass to Oil Pan.

จากท่อน้ำมันหล่อหลัก(Main Oil gallery) น้ำมันหล่อก็จะถูกส่งไปหล่อลื่นระบายความร้อนและทำงานในส่วนต่างๆของเครื่อง ดังนี้

ส่วนหนึ่ง ส่งผ่านท่อทางด้านล่างตลอดแนวยาวของท่อน้ำมันหล่อหลัก ไปฉีดพ่นออกที่หัวฉีดพ่น(Spray Nozzle)ของทุกสูบ เข้าระบายความร้อนลูกสูบและตกลงหล่อลื่นสลักลูกสูบ(Piston Pin) แล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป



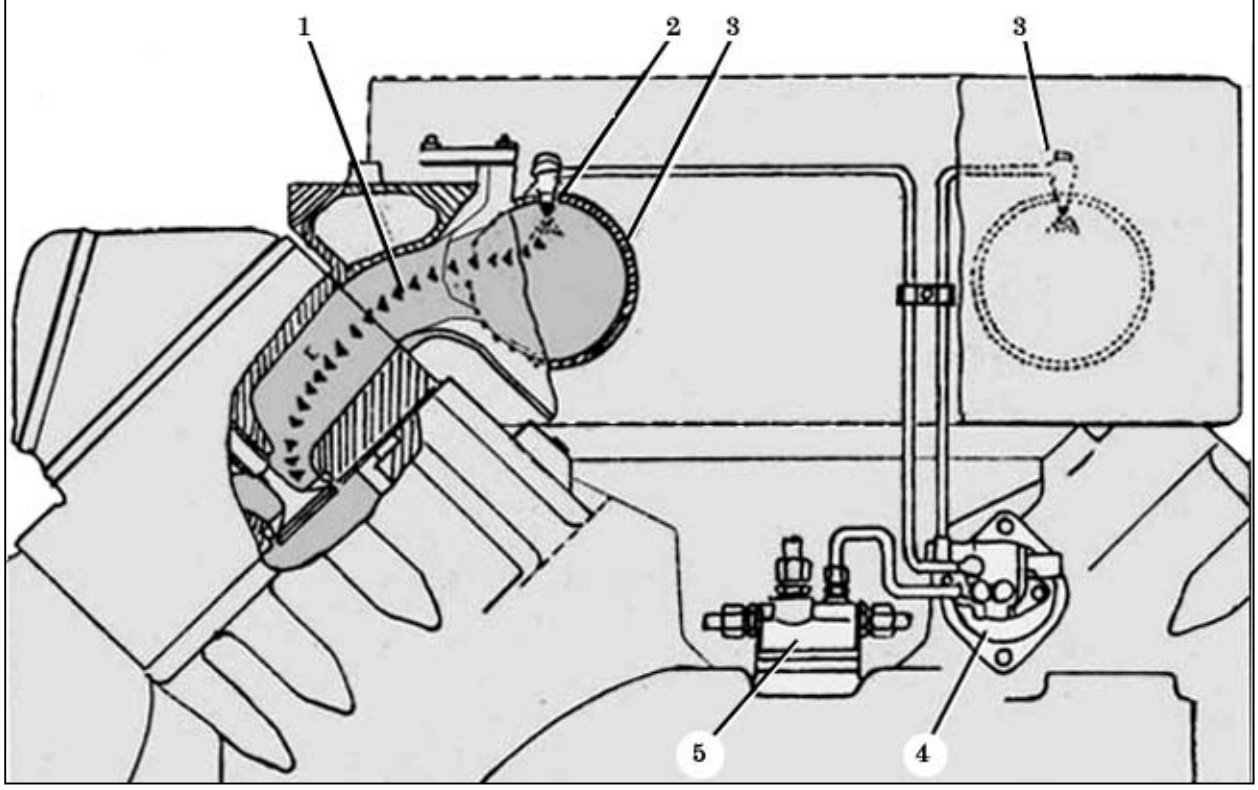
อีกส่วนหนึ่ง ส่งผ่านท่อทางด้านล่างตลอดแนวยาวของท่อน้ำมันหล่อหลัก(คนละท่อกับส่วนแรก) ไปหล่อลื่นแบริ่งใหญ่(Main Bearing)ที่เพลาข้อเหวี่ยง(Crankshaft) และผ่านไปในรูเพลาข้อเหวี่ยงไปหล่อลื่นแบริ่งก้านต่อ(Connecting Rod Bearing)ชุดล่าง แล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป

จากรูป 6-1.3 ส่วนหนึ่ง ส่งผ่านท่อทางด้านบนตลอดแนวยาวของท่อน้ำมันหล่อหลัก ไปหล่อลื่นกลไกควบคุมลิ้น(Valve Gear) คือ ส่งผ่านท่อทางไปหล่อลื่นแบริ่งเพลาลูกเบี้ยว แล้วผ่านช่องทางภายในฝาสูบไปหล่อลื่นแบริ่งเพลากระเดื่องกดลิ้น(Rocker Shaft) แล้วไหลกลับผ่านท่อทางกลับ(Return Line)ด้านนอกเครื่องลงอ่างน้ำมันหล่อและผ่านก้านส่ง(Push Rod)หล่อลื่นขาก้านส่ง(Tappet) แล้วลงอ่างน้ำมันหล่อไป

อีกส่วนหนึ่ง ส่งผ่านท่อทางด้านบน(ด้าน KS ของเครื่อง) ส่งไปหล่อลื่นแบริ่งเทอร์โบชาร์จทั้งสองชุด แล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป,[ส่งเข้าทำงานในเครื่องควบคุมความเร็ว(Governor)-*(ถ้าเป็นแบบแรงเหวี่ยงทำงานร่วมกับกำลังดันหล่อ)*แล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป] และ [*ในบางเครื่อง(**จากรูป** 6-1.4)* จะส่งไปผ่านสูบจำกัดน้ำมันหล่อ(Oil Metering Pump)ซึ่งทำหน้าที่จำกัดปริมาณน้ำมันหล่อไปฉีดพ่นออกที่หัวฉีดพ่น(Spray Nozzle)ที่ทางเข้าท่อรวมอากาศดีทั้งสองแถวสูบ ให้น้ำมันหล่อผสมกับอากาศดีเข้าเครื่อง เป็นการหล่อลื่นบ่าลิ้น(Valve Seat Lubrication)และลดการสึกหรอของลิ้นอากาศดี(Inlet Valve)]

Fig. 6-1.4 Valve Seat Lubrication.

1. Air/Coolant Manifold.
2. Oil Spray Nozzle.
3. Intercooler Outlet Cover.
4. Oil Metering Pump.
5. Oil Distributer.



อีกส่วนหนึ่ง ส่งผ่านท่อทางด้านบน(ด้าน KGS ของเครื่อง) [ส่งผ่านลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้า(Solenoid Valve)เข้าทำงานในอุปกรณ์ตัดการทำงานของสูบ(Cylinder Cutout)-*(ถ้ามี)* แล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป] อีกทางส่งไปเข้าจุดวัดค่า(Measuring Block),ก๊อกทดลอง(Sampling Cock)และส่งผ่านลิ้นส่งน้ำมันหล่อ(Oil Feed Valve)ซึ่งจะเปิดด้วยลูกเบี้ยวของเพลาลูกเบี้ยวขับสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Pump) ให้น้ำมันหล่อเข้าหล่อลื่นสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง [และเครื่องควบคุมความเร็ว-*ถ้าเป็นแบบแรงเหวี่ยง*] แล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป

จากรูป 6-1.5 ระบบปรับระดับน้ำมันหล่อ(Oil Level Regulating System) จะทำหน้าที่รักษาระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อ(Oil Pump)ให้อยู่ในระดับใช้การตลอดเวลาที่เครื่องเดินอยู่ ดังนี้ คือ

เมื่อเดินเครื่อง สูบปรับระดับน้ำมันหล่อ(Oil Level Regulating Pump)ซึ่งแบบเฟืองคู่(Twin Gear Pump)ถูกขับหมุนโดยเพลาข้อเหวี่ยงจะทำงาน คือ เฟืองของสูบชุดหนึ่งจะเป็นสูบส่งเข้า(Replenishment Element) จะดูดน้ำมันหล่อจากถังพัก(Refill Tank)ภายนอกเครื่องเข้าและส่งออกไปผ่านลิ้นกันกลับ(Non-Return Valve)ไปเข้าอ่างน้ำมันหล่อเข้าเครื่อง ในขณะเดียวเฟืองของสูบอีกชุดหนึ่งจะเป็นสูบดูดออก(Extraction Element) จะดูดน้ำมันหล่อจากอ่างน้ำมันหล่อ(Oil Pan)เข้ามาและส่งออกไปผ่านลิ้นรักษากำลังดัน(Pressure Maintaining Valve)ไปเข้าถังพักภายนอกเครื่อง การรักษาระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อ ก็โดยสูบส่งเข้าจะมีอัตราการส่งน้ำมันหล่อต่ำกว่าสูบดูดออก เพื่อไม่ให้ระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อสูงเกินไป และป้องกันไม่ให้ระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อต่ำเกินไปโดยท่อทางดูดของสูบดูดออกจะทำเป็นท่อน้ำมันล้น(Over Flow) คือน้ำมันหล่อจะถูกดูดออกเมื่อสูงกว่าระดับท่อทางดูดนี้เท่านั้น

การซ่อมบำรุงรักษาระบบ

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 76-79

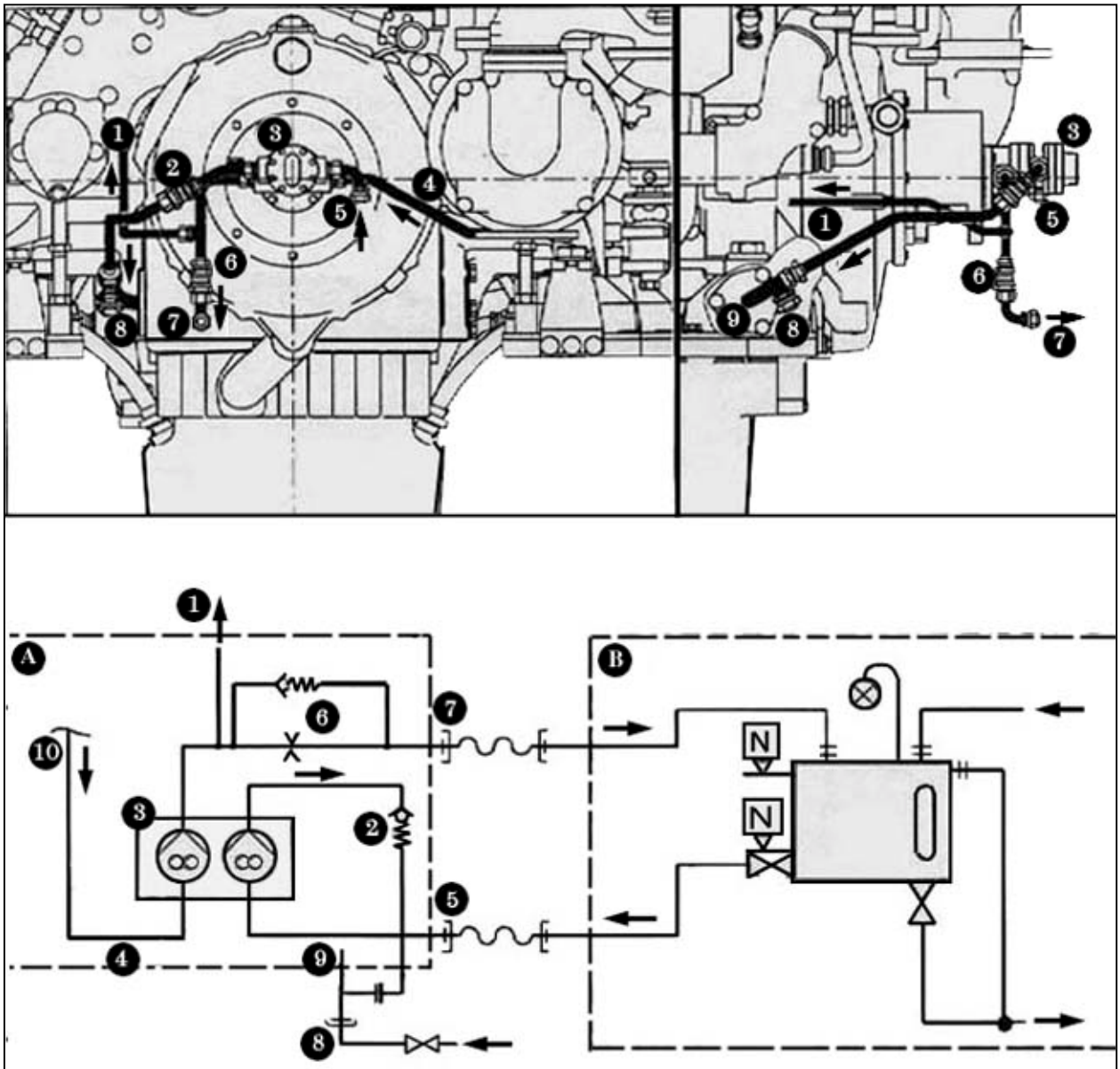


Fig. 6-1.5 Oil Level Regulating System (12 V 396 TE).

1. To Measuring Block.
2. Non-return Valve.
3. Engine Oil Level Regulating Pump.
4. Extraction Pipe.
5. Connection from Refill Tank.
6. Pressure Maintening Valve.
7. Connection to Refill Tank.
8. Filler Line Connection.
9. Engine Oil Inlet in Oil Pan.
10. Overflow Pipe.
A = Engine.
B = Refill Tank.

3.รายละเอียดของระบบ

3.1 สูบน้ำมันหล่อ(Oil Pump) (รูป 6-2 / 6-3)

ทำหน้าที่ สูบส่งน้ำมันหล่อไปหล่อลื่นระบายความร้อนและส่งเข้าทำงานในส่วนต่างๆของเครื่อง

ประกอบอยู่ด้านล่างของเรือนสูบ อยู่ภายในอ่างน้ำมันหล่อ ด้าน KGS. ของเครื่อง

ลักษณะการทำงาน

เป็นสูบแบบเฟือง(Gear Pump) ได้รับการขับหมุนโดยหมู่เฟืองขับ(Gear Train)

ภายในเรือนของสูบ(Pump Housing) ประกอบด้วยชุดเฟือง 2 เฟือง คือ เฟืองขับ(Drive Gear) ประกอบอยู่กับเพลาขับ(Drive Shaft)และเฟืองตาม(Secondary Gear)ประกอบอยู่กับเพลาตาม รองรับเพลาทั้งสองด้วยแบริ่งแบบปลอก(Bushings) โดยปลายเพลาขับจะประกอบด้วยเฟืองขับหมุน(Drive Gear) ซึ่งจะรับอาการขับหมุนจากหมู่เฟืองขับ มาขับหมุนเฟืองของสูบ

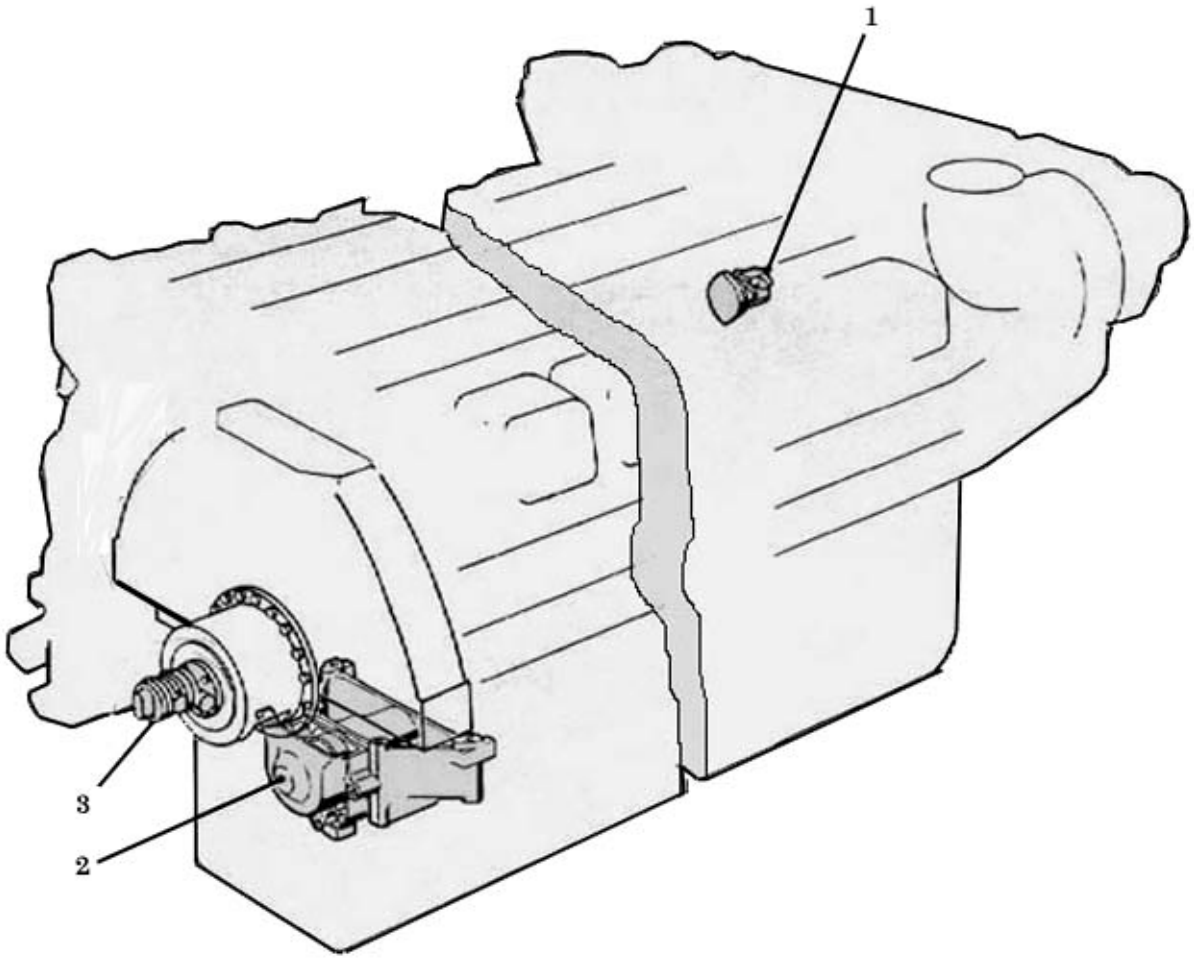


Fig. 6-2 Oil Pump (12 V 396 TE).

1. Valve Seat Lube Oil Pump. 2. Engine Oil Pump. 3. Engine Oil Level Ragulating Pump.

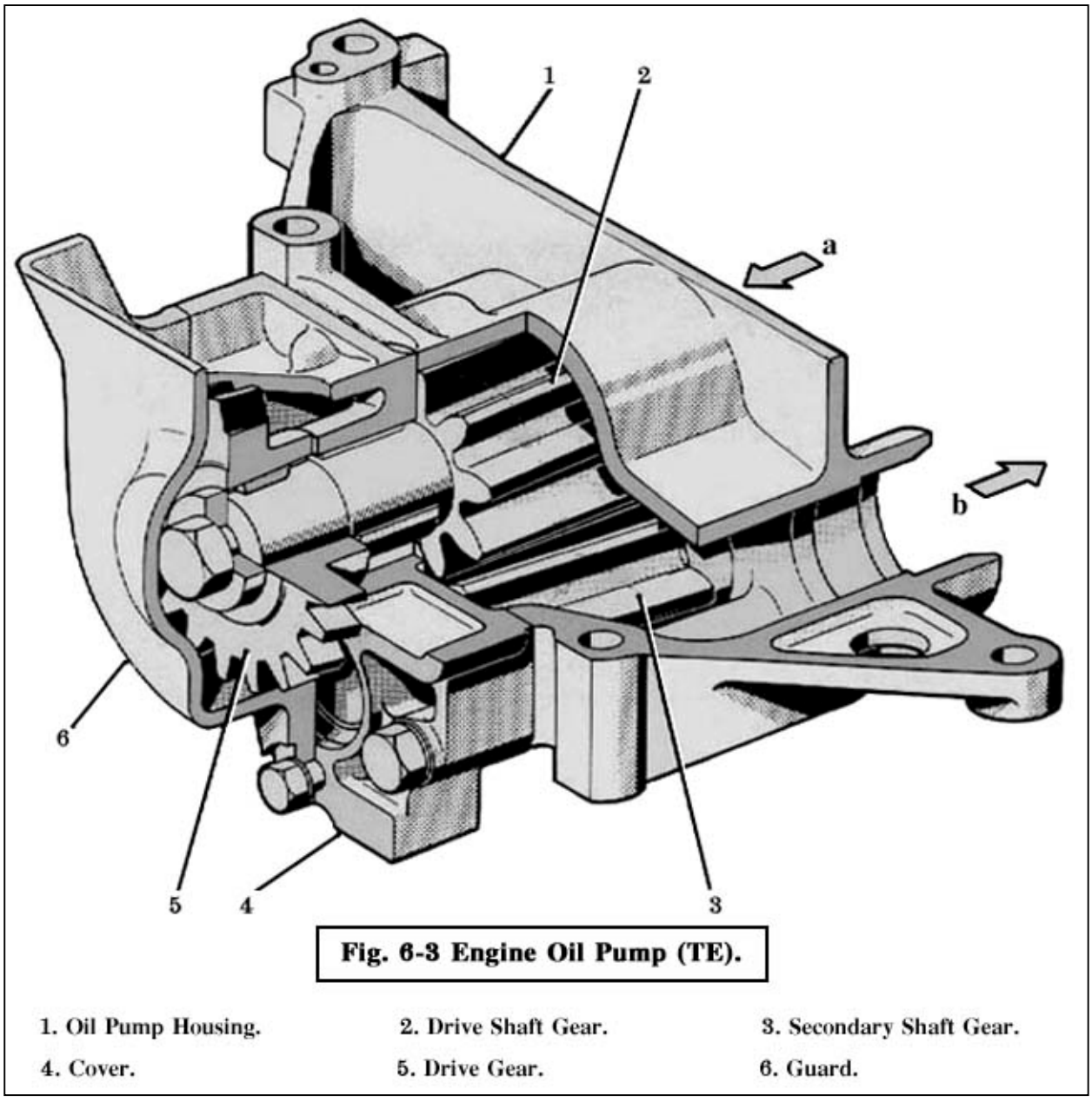


Fig. 6-3 Engine Oil Pump (TE).

1. Oil Pump Housing. 2. Drive Shaft Gear. 3. Secondary Shaft Gear.
4. Cover. 5. Drive Gear. 6. Guard.

การซ่อมบำรุงรักษา

ไม่มี

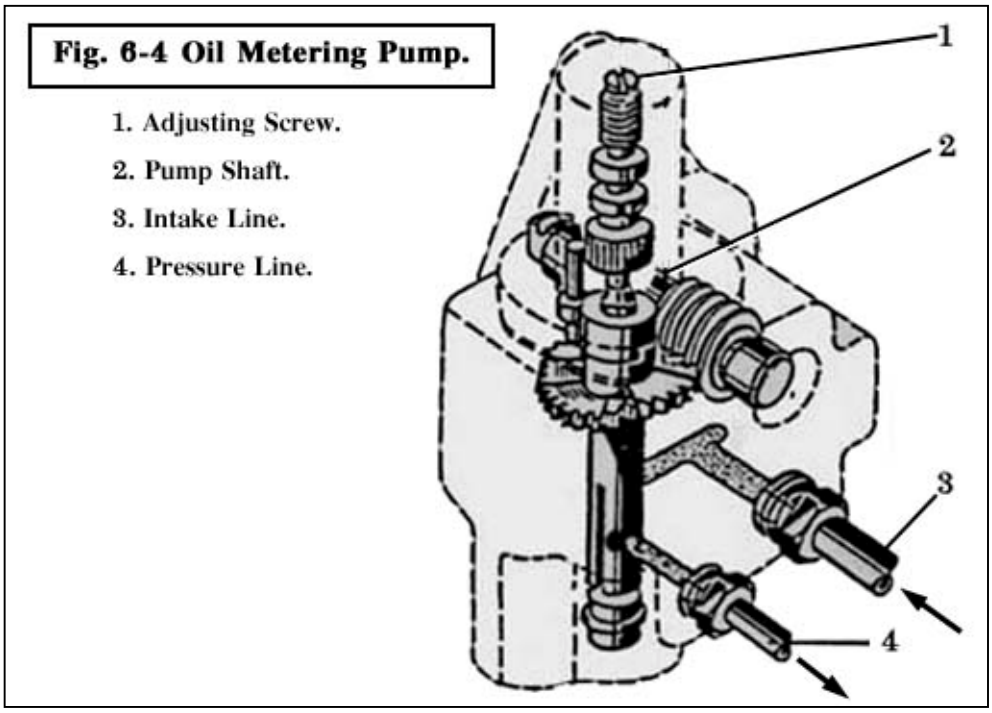
3.2 **สูบจำกัดน้ำมันหล่อ**(Oil Metering Pump) (รูป 6-2 / 6-4)

มีใช้เฉพาะบางเครื่อง

ทำหน้าที่ จำกัดปริมาณน้ำมันหล่อที่ส่งไปหล่อลื่นบ่าลิ้น

ประกอบอยู่ทางด้าน KS. ของเครื่อง

ลักษณะการทำงาน



เป็นสูบแบบลูกสูบ(Plunger Type Pump) ได้รับการขับหมุนโดยเพลาลูกเบี้ยวผ่านหน้าแปลนต่อ (Coupling) ให้กำลังดันน้ำมันหล่อจากช่องทางเข้า(Intake Line) ผ่านไปยังช่องทางส่ง(Pressure Line)เป็นหยดหรือเป็นจังหวะ เพื่อส่งไปหล่อลื่นบ่าลิ้นต่อไป

ด้านบน ประกอบด้วยสลักเกลียวปรับแต่ง(Adjusting Screw)สำหรับปรับแต่งอัตราการไหล(Pump Flow) ของน้ำมันหล่อ

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 75

3.3 สูบปรับระดับน้ำมันหล่อ(Oil Level Regulating Pump) (รูป 6-2 / 6-5)

มีใช้เฉพาะบางเครื่อง

ทำหน้าที่ รักษาระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อ(Oil Pan)ของเครื่อง ให้อยู่ในระดับใช้การตลอดเวลาที่เครื่องเดินอยู่

ประกอบอยู่ทางด้าน KGS. ของเครื่อง

ลักษณะการทำงาน

เป็นสูบแบบเฟืองคู่(Twin Gear Pump) คือ ภายในเรือนของสูบ(Pump Housing)ประกอบด้วยเฟืองสูบ 2 ชุด ชุดหนึ่งเป็นสูบส่งเข้า(Replenishment Element) อีกชุดหนึ่งเป็นสูบดูดออก(Extraction Element) เฟืองสูบแต่ละชุดประกอบด้วยเฟือง 2 เฟือง คือ เฟืองขับ(Drive Gear)ประกอบอยู่กับเพลาขับ

(Drive Shaft)และเฟืองตาม(Running)ประกอบอยู่กับเพลาตาม(Running Shaft) โดยเพลาขับจะได้รับการขับหมุนจากเพลาข้อเหวี่ยงหรือเพลาลูกเบี้ยวด้านบี(B-Bank)ผ่านหน้าแปลน(Coupling)มาขับหมุนสูบ เพลาทั้งสองรองรับด้วยแบริ่งปลอก(Bushings) ได้รับการหล่อลื่นโดยกำลังดันน้ำมันหล่อจากทางส่งของสูบส่งเข้า

เรือนของสูบ(Pump Housing)ประกอบด้วยฝาปิด(Cover)หัวท้าย,แผ่นรองรับเฟือง(Gear Carrier Plates)และแบริ่งกลาง(Intermediate Bearing) ประกอบเข้าด้วยกันด้วยการใช้สลักยึดโดยไม่มีแผ่นกันรั่ว (Gasket)ระหว่างส่วนต่างๆ มีช่องทางน้ำมันหล่อเข้า-ออกอยู่ด้านข้างอย่างละ 2 ช่องทาง

เมื่อเดินเครื่อง เฟืองสูบทั้งสองชุดก็จะทำงานพร้อมกัน คือ สูบส่งเข้า จะดูดน้ำมันหล่อเข้ามาทางช่องทางดูด(a:จากถังพักภายนอกเครื่อง)และส่งออกทางช่องทางส่ง(d:ไปอ่างน้ำมันหล่อของเครื่อง) ในขณะเดียวกัน สูบดูดออก จะดูดน้ำมันหล่อเข้ามาทางช่องเข้า(b:จากอ่างน้ำมันหล่อของเครื่อง)และส่งออกทางช่องทางออก(c:ไปถังพักภายนอก)

การซ่อมบำรุงรักษา

ไม่มี

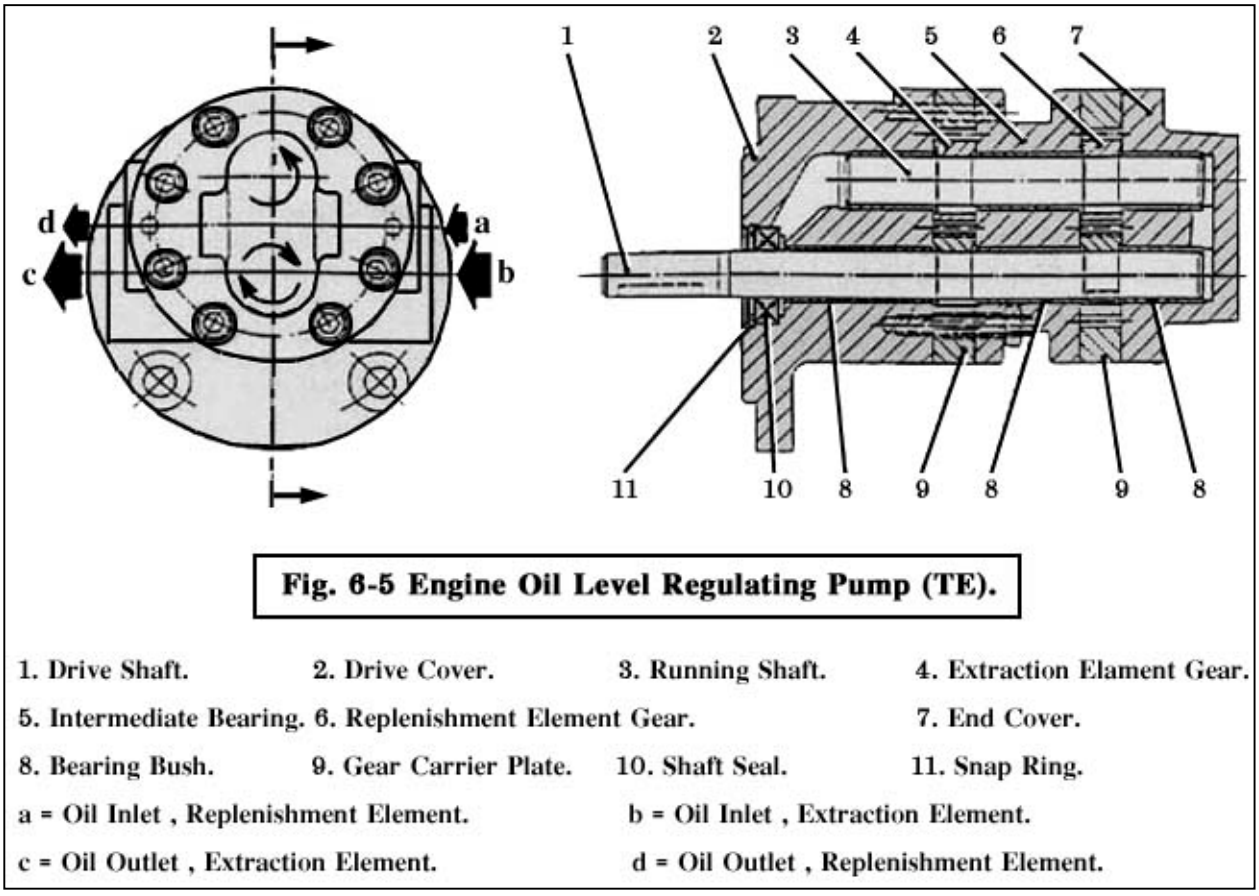


Fig. 6-5 Engine Oil Level Regulating Pump (TE).

1. Drive Shaft. 2. Drive Cover. 3. Running Shaft. 4. Extraction Elament Gear.
5. Intermediate Bearing. 6. Replenishment Element Gear. 7. End Cover.
8. Bearing Bush. 9. Gear Carrier Plate. 10. Shaft Seal. 11. Snap Ring.
a = Oil Inlet , Replenishment Element. b = Oil Inlet , Extraction Element.
c = Oil Outlet , Extraction Element. d = Oil Outlet , Replenishment Element.

3.4 หม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ(Engine Oil Heat Exchanger)(รูป 6-6.1 / 6-6.2)

ประกอบอยู่ด้านข้างเรือนสูบ จำนวน 1-2 ใบ(ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่อง)

ทำหน้าที่ ระบายความร้อนออกจากน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์

ลักษณะการทำงาน

เป็นแบบหลอดแบน(Plate Core) ใช้น้ำจืดเดินนอกหลอดและน้ำมันหล่อเดินในหลอด

ส่วนบน จะเป็นเรือน(Housing)ซึ่งภายในประกอบชุดหลอดระบายความร้อน(Core) จำนวน 1-2 ชุด (ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่อง) และช่องทางเข้า-ออกของน้ำจืดและน้ำมันหล่อ

ส่วนล่าง ประกอบด้วยฝาปิด(Cover)หรือฐาน(Base)ของหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ ซึ่งจะเป็นที่ประกอบหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ(Engine Oil Filter) [*ในเครื่องแบบ TE* จะประกอบด้วยหม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อ(Engine Oil Edge-Type filter)ด้วย] และประกอบด้วยลิ้นที่สำคัญ คือ ลิ้นทางลัด(Bypass Valve)ซึ่งตั้งค่ากำลังดันเปิดลิ้น(Opening Pressure)ไว้ที่ 6.0 บาร์ สำหรับหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ , ลิ้นทางลัด(Bypass Valve)ซึ่งตั้งค่ากำลังดันเปิดลิ้นไว้ที่ [2.5 บาร์-*ในเครื่องแบบ TC/TB*],[2.0 บาร์-*ในเครื่องแบบ TE*]สำหรับหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ และ ลิ้นจำกัดกำลังดัน(Unloader or Pressure Limiting Valve)ซึ่งตั้งค่ากำลังดันเปิดลิ้นไว้ที่ 5.5 บาร์ สำหรับจำกัดกำลังดันน้ำมันหล่อสะอาด(ผ่านหม้อกรองแล้ว)

กำลังดันน้ำมันหล่อจากสูบน้ำมันหล่อ จะถูกส่งเข้าที่ช่องทางเข้าของหม้อระบายความร้อน ผ่านเข้าไปภายในหลอดของชุดระบายความร้อน แล้วออกไปผ่านหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ แล้วจึงส่งออกทางช่องทางออกของหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ ไปเข้าท่อน้ำมันหล่อหลัก(Main Oil Gallery)ต่อไป [*ในเครื่องแบบ TE* น้ำมันหล่อที่ออกจากหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อแล้ว จะผ่านหม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่ออีกครั้งหนึ่ง ก่อนส่งเข้าท่อน้ำมันหล่อหลัก]

น้ำจืดระบายความร้อน จะถูกส่งเข้าที่ช่องทางเข้าและผ่านภายนอกหลอดของหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ แล้วออกทางช่องทางออกไป

ถ้าอุณหภูมิน้ำมันหล่อต่ำมากหรือชุดหลอดระบายความร้อนมีคราบสกปรกมากจนเกิดการอุดตัน ทำให้กำลังดันก่อนเข้าชุดหลอดระบายความร้อนสูงกว่ากำลังดันหลังออกจากชุดหลอดระบายความร้อน ถึงค่ากำลังดันเปิดลิ้น(Opening Pressure 6.0 บาร์) ลิ้นทางลัด(Bypass Valve)นี้ จะเปิดให้น้ำมันหล่อจากทางเข้าหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อผ่านไปเข้าหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อโดยตรง โดยไม่ผ่านหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ

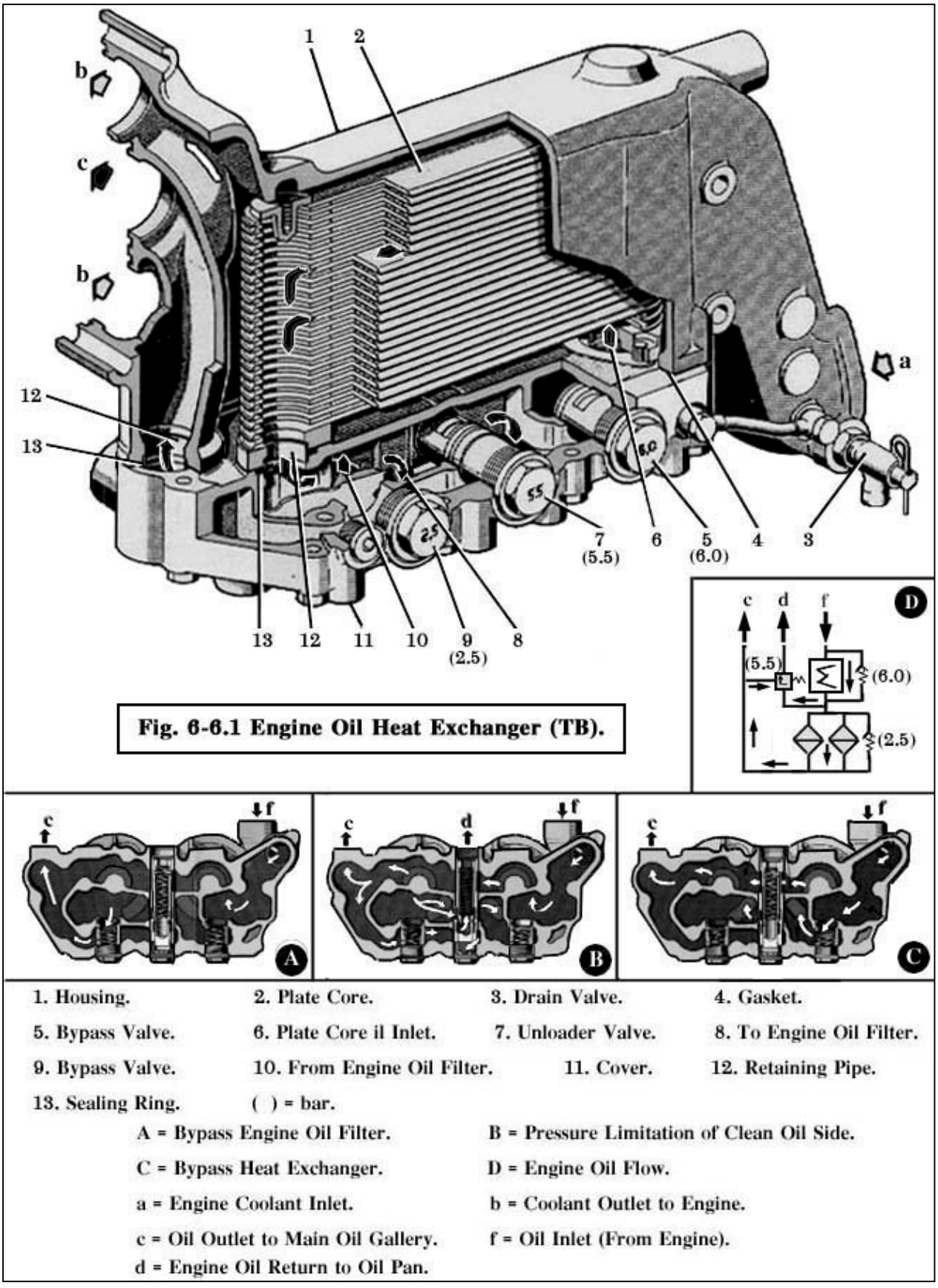


Fig. 6-6.1 Engine Oil Heat Exchanger (TB).

1. Housing.
2. Plate Core.
3. Drain Valve.
4. Gasket.
5. Bypass Valve.
6. Plate Core il Inlet.
7. Unloader Valve.
8. To Engine Oil Filter.
9. Bypass Valve.
10. From Engine Oil Filter.
11. Cover.
12. Retaining Pipe.
13. Sealing Ring.
( ) = bar.

A = Bypass Engine Oil Filter.
B = Pressure Limitation of Clean Oil Side.
C = Bypass Heat Exchanger.
D = Engine Oil Flow.
a = Engine Coolant Inlet.
b = Coolant Outlet to Engine.
c = Oil Outlet to Main Oil Gallery.
f = Oil Inlet (From Engine).
d = Engine Oil Return to Oil Pan.

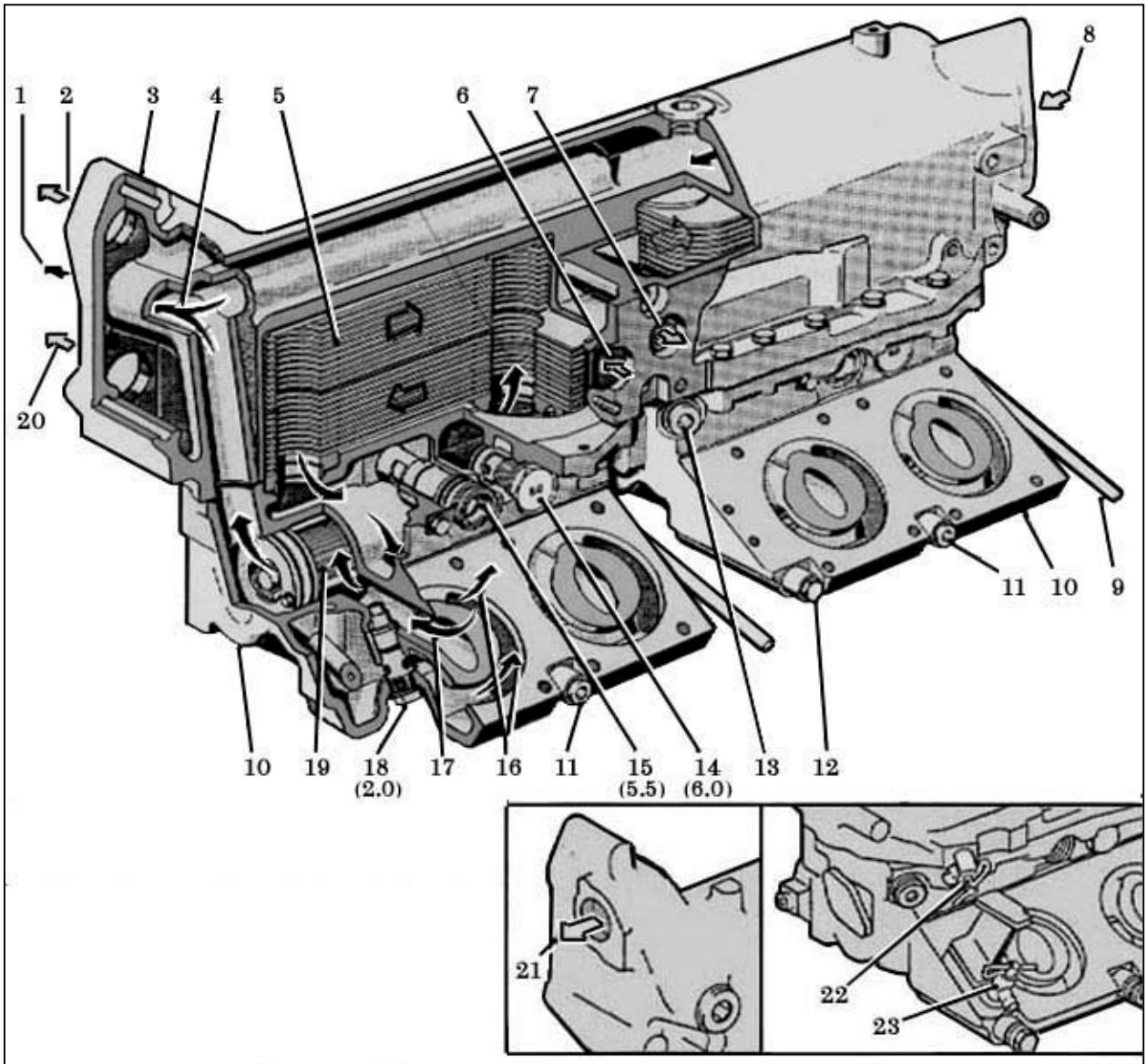


Fig. 6-6.2 Engine Oil Heat Exchanger (TE).

1. Clean Oil to Main Oil Gallery.
2. High-temp. Coolant to Right Side.
3. Housing.
4. Clean Oil.
5. Oil Cooler Core.
6. Low-temp. Coolant from Intercooler.
7. Low-temp. Coolant to Mixing Point.
8. High-temp. Coolant from Coolant Pump.
9. Ratchet Lever.
10. Base.
11. Oil Measuring Point.
12. Oil Sludge Drain Valve(Engine Oil Filters).
13. Oil Measuring Point.
14. Bypass Valve for Cooler Core.
15. Pressure Limiting Valve for Engine Oil Filter.
16. To Engine Oil Filters.
17. From Engine Oil Filters.
18. Bypass Valve for Filter Element.
19. Eingine Oil Edge-type Filter.
20. High-temp. Coolant to Left Side.
21. High-temp. Coolant to Exhaust Coolant Jackets.
22. Drain Valve.
23. Oil Sludge Drain Valve(Edge-type Filter).
24. Engine Oil Return to Oil Pan.

( ) = bar.

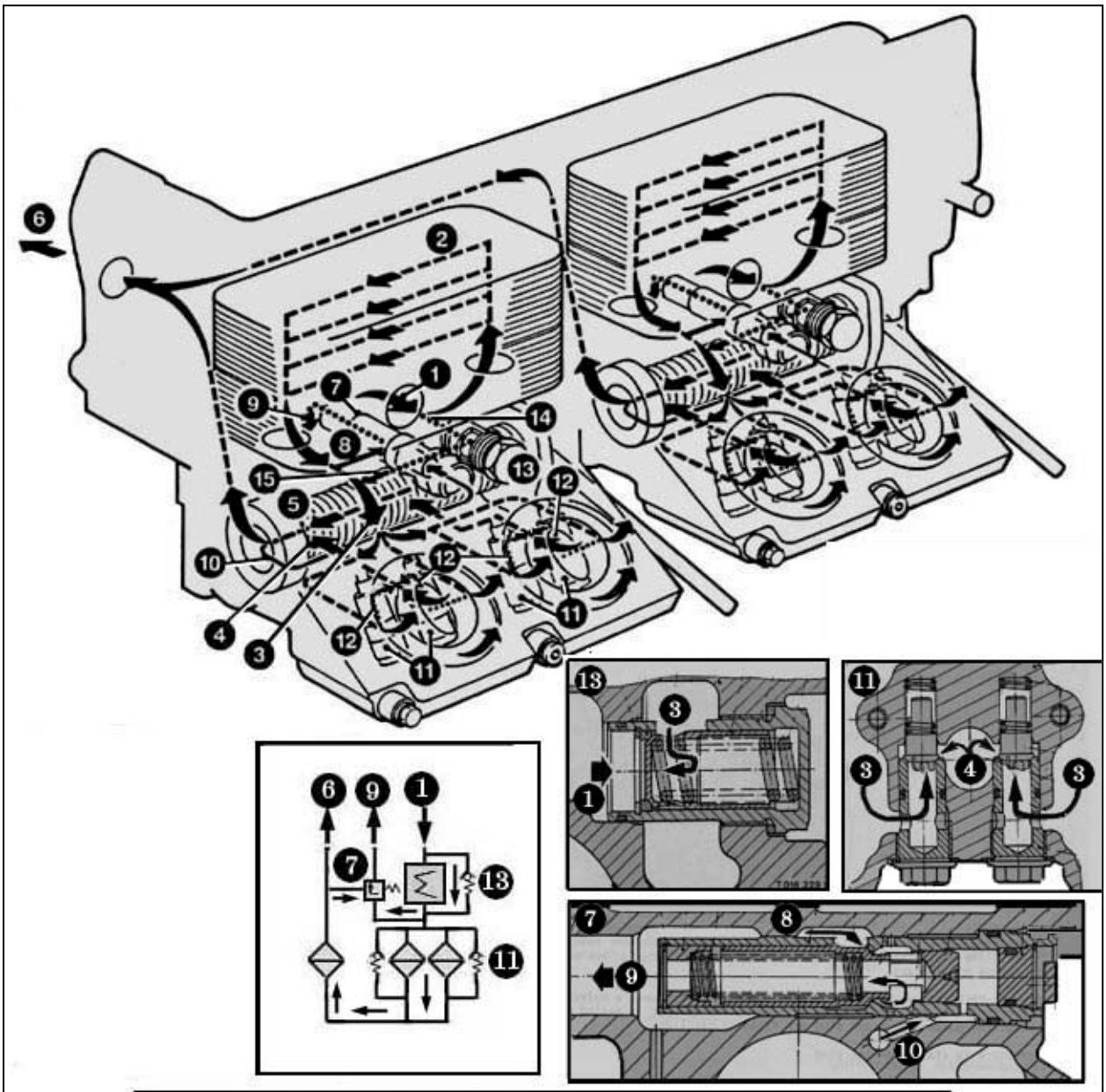


Fig. 6-6.3 Oil Flow in The Engine Oil Heat Exchanger (TE).

1. The Oil from the Engine Oil Pump.
2. The Oil Flow through the Oil Cooler Cores.
3. The Oil to the Engine Oil Filters.
4. The Oil to Edge-type Oil Filters.
5. The Filtered Oil from Edge-type Oil Filters.
6. The Clean Oil to Main Oil Gallery.
7. Pressure Limiting Valve 5.5 bar.
8. The Oil to Pressure Limiting Valve 5.5 bar.
9. The Excess Oil Return to Oil Pan(from Pressure Liming Valve 5.5 bar).
10. The Clean Oil Pressure to Actuate Pressure Liming Valve 5.5 bar.
11. Bypass Valve 2.0 bar.
12. The Unfiltered Oil to Edge-type Oil Filters(from Bypass Valve 2.0 bar).
13. Bypass Valve 6.0 bar.
14. The Uncooled Oil to Bypass Valve 6.0 bar.
15. The Uncooled Oil to Engine Oil Filters(from Bypass Valve 6.0 bar).

ถ้าหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่ออุดตัน คือถ้ากำลังดันก่อนเข้าหม้อกรองสูงกว่ากำลังดันหลังออกจากหม้อกรองถึงค่ากำลังดันเปิดลิ้น(Opening Pressure 2.0 หรือ 2.5 บาร์) ลิ้นทางลัด(Bypass Valve)นี้จะเปิดให้น้ำมันหล่อผ่านไปเข้าท่อน้ำมันหล่อหลักหรือหม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อโดยตรง โดยไม่ผ่านหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ

ลิ้นจำกัดกำลังดัน(Unloader or Pressure Limiting Valve) จะถูกควบคุมการทำงานปิด-เปิดด้วยกำลังดันน้ำมันหล่อสะอาดก่อนเข้าท่อน้ำมันหล่อหลัก ดังนี้คือ ถ้ากำลังดันน้ำมันหล่อสะอาดก่อนเข้าท่อน้ำมันหล่อหลักสูงถึงค่ากำลังดันเปิดลิ้น(Opening Pressure 5.5 บาร์) จะทำให้ลิ้นจำกัดกำลังดันเปิดระบายกำลังดันก่อนเข้าหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อให้ไหลกลับลงอ่างน้ำมันหล่อเป็นการลดภาระให้หม้อกรองละเอียดให้ไม่ต้องรับกำลังดันสูงเกินไป และเป็นการจำกัดกำลังดันน้ำมันหล่อก่อนเข้าท่อน้ำมันหล่อหลักไม่ให้สูงเกินไปด้วย

การซ่อมบำรุงรักษา

ไม่มี

3.5 หม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ(Engine Oil Filter) (รูป 6-71 / 6-7.2)

ประกอบอยู่ที่ ส่วนล่างด้านข้างหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ จำนวน 2-4 ใบ(ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่อง)

ทำหน้าที่ กรองน้ำมันหล่อให้สะอาดก่อนส่งเข้าหล่อลื่นระบายความร้อนและทำงานในระบบ

มีใช้อยู่ 2 ลักษณะ คือ

3.5.1 ลักษณะแรก (รูป 6-7.1)

ลักษณะการทำงาน

ส่วนล่าง เป็นฐานหม้อกรอง(Filter Base) จะเป็นช่องทางน้ำมันหล่อเข้า-ออกหม้อกรองด้วยประกอบด้วยท่อนำ(Filter Guide),ปลั๊กระบาย(Drain Plug)สำหรับเปิดระบายน้ำมันหล่อและตะกอนภายในหม้อกรองออกทิ้งภายนอกและลิ้นเปลี่ยนทาง(Diverter Valve)สำหรับปิด-เปิดช่องทางน้ำมันหล่อเข้า-ออกหม้อกรองแต่ละใบ

ส่วนบน ประกอบด้วยถ้วยหม้อกรอง(Filter Bowl)โดยใช้สลักเกลียว(Screw)ยึดส่วนล่างของถ้วยหม้อกรองเข้ากับฐานหม้อกรอง

ด้านบน ประกอบด้วยฝาปิดหม้อกรอง(Filter Cover)โดยใช้สลักยึด(Securing Bolt)กวดยึดกับปลายบนของท่อนำ(Guide Tube)และประกอบด้วยปลั๊กระบายอากาศ(Vent Plug)

ภายในหม้อกรองแต่ละใบ จะประกอบด้วยไส้หม้อกรอง(Filter Element) 1 ใบ โดยไส้หม้อกรองจะประกอบเป็นชุดติดกับฝาหม้อกรองด้วยนัตยึด(Retraining Nut)

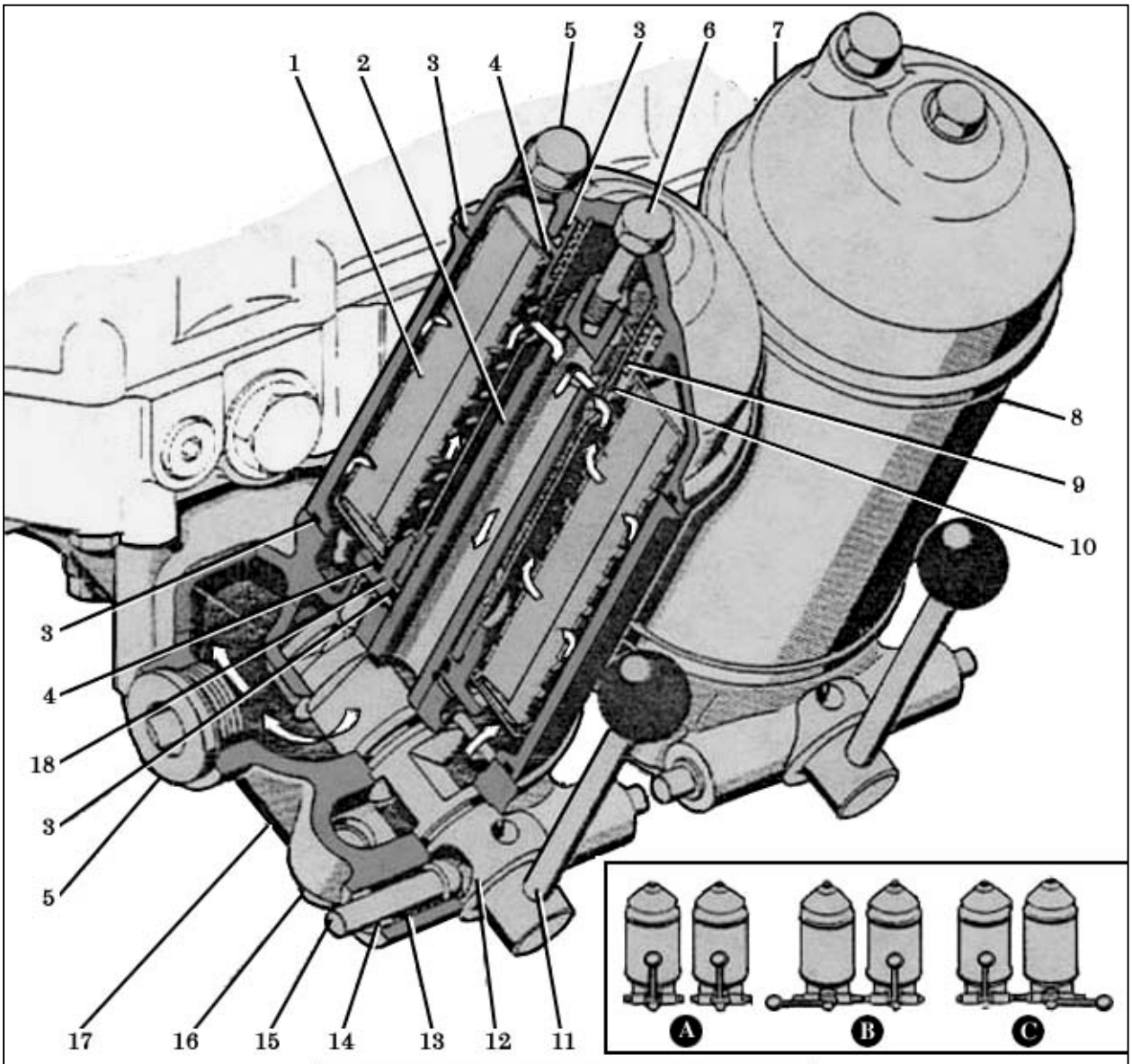


Fig. 6-7.1 Engine Oil Filter (TC).

1. Paper Filter Element.	2. Guide Tube.	3. Sealing Ring.	4. Gasket.
5. Plug.	6. Securing Screw.	7. Filter Cover.	8. Filter Bowl.
9. Sliding Element.	10. Snap Ring.	11. On/Off Lever.	12. Diverter Valve.
13. Spring.	14. Guide Sleeve.	15. Ball Pin.	16. Drain Plug.
17. Filter Base.	18. Retaining Nut.		

A = Operating Position. B = Left Filter Disengaged. C = Right Filter Disengaged.

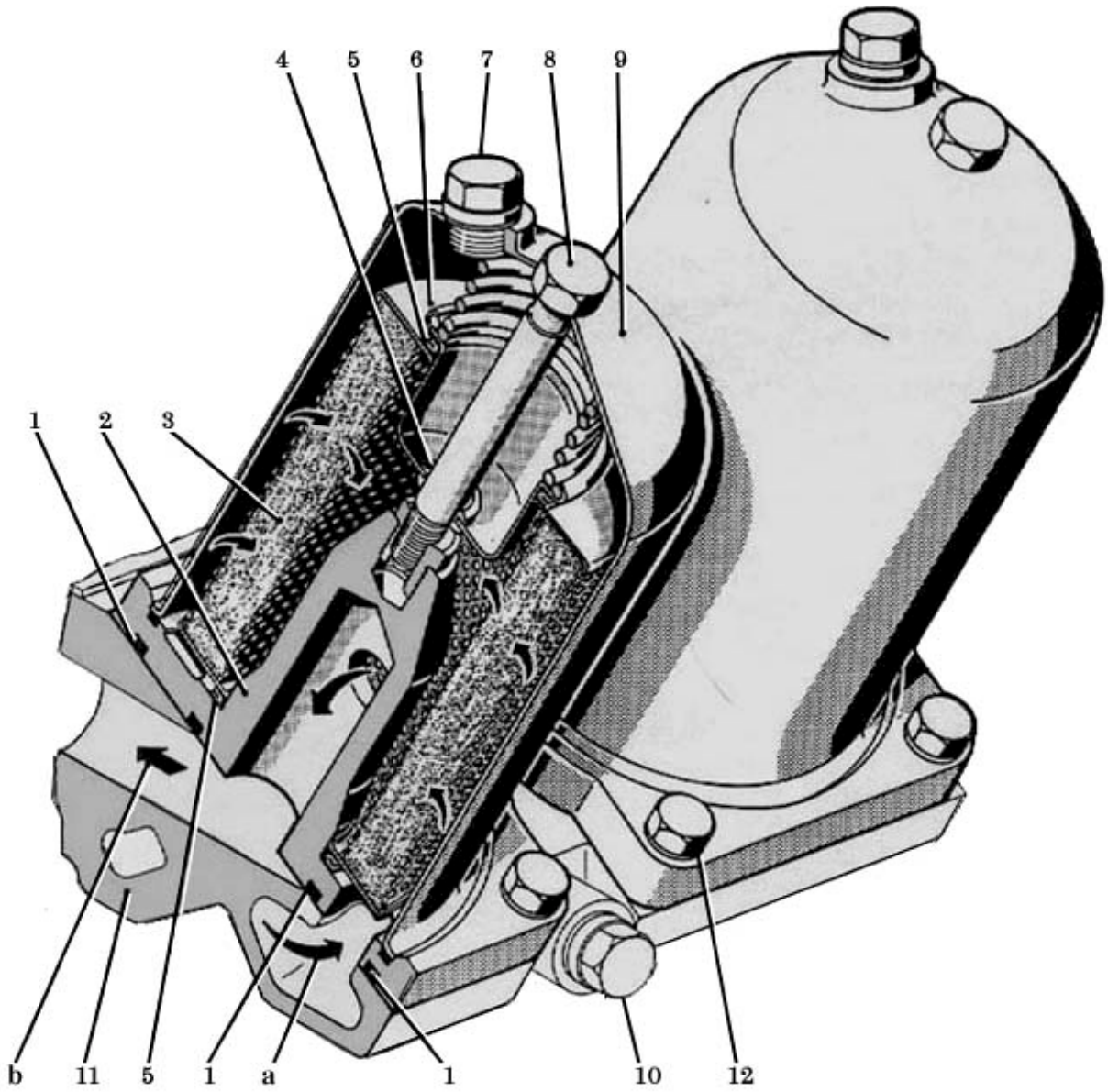


Fig. 6-7.2 Engine Oil Filter (TE).

1. O-ring. 2. Filter guide. 3. Filter Element. 4. Viton Sealing Ring.
5. Gasket. 6. Spring Retainer. 7. Vent Screw. 8. Centre Screw.
9.Filter Bowl. 10. Plug. 11. Base. 12. Screw.
a = From Engine Oil HeatExchanger. b = To Engine Oil Edge-type Filter.

กำลังดันน้ำมันหล่อ(จากหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ) จะถูกส่งเข้ามาและผ่านลิ้นเปลี่ยนทางเข้าไปภายในหม้อกรองรอบๆภายนอกไส้หม้อกรอง น้ำมันหล่อที่สะอาดจะผ่านไส้หม้อกรองเข้าไปภายในท่อนำ(Guide Tube)และผ่านลิ้นเปลี่ยนทางออกจากหม้อกรองไป สิ่งสกปรกต่างๆจะเกาะติดอยู่ภายนอกไส้หม้อกรองและตกลงสู่ส่วนล่างของหม้อกรอง สามารถเปิดระบายทิ้งออกภายนอกได้โดยปลั๊กระบาย(Drain Plug)

การที่มีลิ้นเปลี่ยนทางอยู่ที่หม้อกรองทุกใบนี้ ทำให้เราสามารถปิดหม้อกรองได้ทีละใบ เพื่อเปลี่ยนไส้หม้อกรองในขณะเครื่องเดินอยู่ แต่โดยปกติจะต้องเปิดใช้หม้อกรองทุกใบ

3.5.2 ลักษณะที่สอง (รูป 6-7.2)

ลักษณะการทำงาน

ส่วนล่าง จะเป็นท่อนำ(Filter Guide)โดยใช้สลักเกลียว(Screw)ยึดติดกับฐาน(Base)ของหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ

ส่วนบน ประกอบด้วยถ้วยหม้อกรอง(Filter Bowl)โดยใช้สลักตัวกลาง(Centre Screw)ยึดติดกับท่อนำและประกอบด้วยปลั๊กระบายอากาศ(Vent Plug)

การทำงาน เช่นเดียวกับแบบแรกเพียงแต่ไม่มีลิ้นเปลี่ยนทางเท่านั้น

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 80-84

3.6 หม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อ(Engine Oil Edge-Type Filter) (รูป 6-8)

มีเฉพาะเครื่องแบบ TE

ประกอบอยู่ ภายในฐาน(Base)ของหม้อระบายความร้อน

ทำหน้าที่ เป็นหม้อกรองช่วยหรือหม้อกรองนิรภัย(Backup or Safety Filter) โดย 1 ใบ จะทำงานร่วมกับหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ 2 ใบ

ความถี่การกรอง(Particle Retention) 0.05 มม.

ลักษณะการทำงาน

ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ คือ ไส้หม้อกรองตะแกรงโลหะ(Edge-Type Filter Element),แปรงกวาด(Scraper)และคันหมุนทางเดียว(Handle)

หม้อกรองทั้งชุด จะประกอบอยู่ภายในฐานหม้อระบายความร้อนโดยใช้สลักเกลียว(Screw)ยึด

น้ำมันหล่อจากหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ จะถูกส่งเข้ามารอบๆภายนอกไส้หม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อ น้ำมันหล่อที่สะอาดจะผ่านไส้หม้อกรองเข้าภายในและส่งออกตามช่องทางออกไปเข้าท่อน้ำมันหล่อหลักไป สิ่งสกปรกต่างๆจะเกาะติดอยู่ภายนอกไส้หม้อกรอง

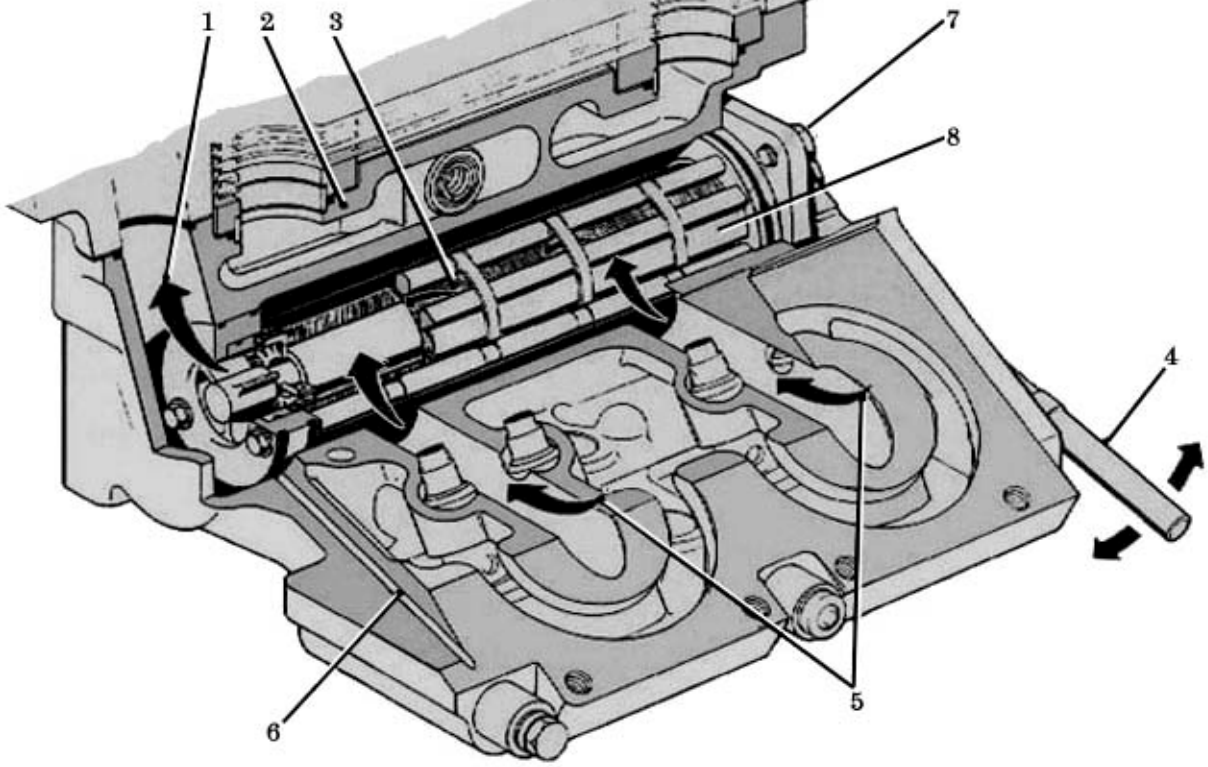


Fig. 6-8 Engine Oil Edge-type Filter (TE).

1. Clean Oil Outlet.
2. Housing , Lower Section.
3. Edge-type Filter Elment.
4. Handle.
5. From the Engine Oil Filter.
6. Oil Sludge Drain.
7. Screw.
8. Scraper.

ไส้หม้อกรองสามารถทำความสะอาดได้ โดยการโยกคันหมุนทางเดียว(Handle) เพื่อหมุนไส้หม้อกรองให้พื้นผิวภายนอกไส้หม้อกรองกรีดกับแปรงกวาดให้สิ่งสกปรกต่างๆที่เกาะติดอยู่หลุดล่วงลงด้านล่าง และเปิดระบายทิ้งออกภายนอกด้วยลิ้นระบาย(Drain Valve)

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 85-87

3.7 หม้อกรองทางลัดน้ำมันหล่อ(Engine Oil Bypass Filter) (รูป 6-9)

มีใช้เฉพาะบางเครื่อง

ทำหน้าที่ กรองน้ำมันหล่อ(แล้วส่งกลับอ่างน้ำมันหล่อ)

เป็นส่วนประกอบภายนอกแยกต่างหากจาก ในแต่ละเครื่องจะใช้ 2-4 ใบ ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่อง โดยหม้อกรองทุกใบจะทำงานขนานกัน

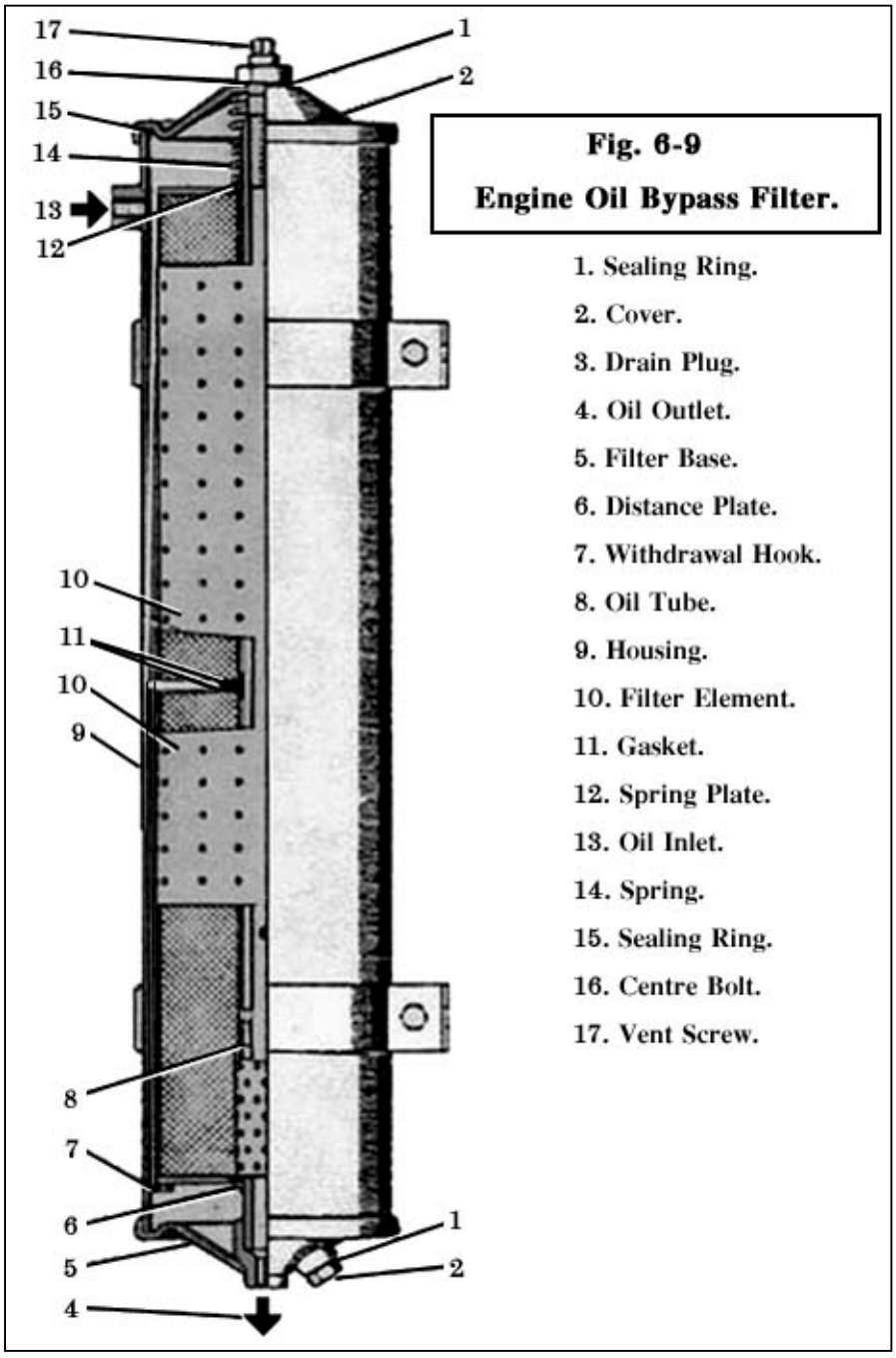


Fig. 6-9
Engine Oil Bypass Filter.

1. Sealing Ring.
2. Cover.
3. Drain Plug.
4. Oil Outlet.
5. Filter Base.
6. Distance Plate.
7. Withdrawal Hook.
8. Oil Tube.
9. Housing.
10. Filter Element.
11. Gasket.
12. Spring Plate.
13. Oil Inlet.
14. Spring.
15. Sealing Ring.
16. Centre Bolt.
17. Vent Screw.

ลักษณะการทำงาน

หม้อกรองแต่ละใบ ภายในเรือนหม้อกรอง(Housing)จะประกอบด้วยไส้หม้อกรอง(Filter Element) 2 ใบ เรียงซ้อนกันอยู่ โดยใบล่างจะมีขอเกี่ยว(Withdraw Hook)สำหรับดึงไส้หม้อกรองขึ้นด้วย ด้านล่างของเรือนหม้อกรอง ประกอบด้วยฐานหม้อกรอง(Base)ซึ่งจะมีปลั๊กระบาย(Drain Plug)และช่องทางออกอยู่ด้วย ส่วนช่องทางน้ำมันหล่อเข้าจะอยู่ที่ส่วนบนของเรือนหม้อกรอง ด้านบนของเรือนหม้อกรอง ประกอบด้วยฝาปิดหม้อกรอง(Cover)ยึดด้วยสลักตัวกลาง(Center Bolt)และปลั๊กระบายอากาศ(Vent Screw)สำหรับเปิดไล่อากาศภายในหม้อกรองออกสู่ภายนอก

น้ำมันหล่อ(จากสูบน้ำมันหล่อ) จะถูกส่งเข้ามาที่ช่องทางเข้าและเข้าไปภายในหม้อกรองรอบๆภายนอกไส้หม้อกรอง น้ำมันหล่อที่สะอาดจะผ่านไส้หม้อกรองเข้าไปภายใน แล้วออกทางช่องทางออกไป(เข้าอ่างน้ำมันหล่อ) สิ่งสกปรกต่างๆจะเกาะติดอยู่ภายนอกไส้หม้อกรองและตกลงสู่ส่วนล่างของหม้อกรอง สามารถเปิดระบายออกทิ้งภายนอกได้โดยปลั๊กระบาย

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 88-89



บทที่ 7
ระบบเริ่มเดินเครื่อง
(Starting System)

ระบบเริ่มเดินเครื่อง จะทำหน้าที่เริ่มหมุนเครื่องยนต์ให้มีความเร็วสูงถึงความเร็วจุดระเบิดของเครื่อง(Firing Speed) เพื่อให้เครื่องยนต์มีการจุดระเบิดเริ่มเดินเครื่อง เมื่อเครื่องยนต์เดินแล้วระบบเริ่มเดินเครื่องก็จะหยุดทำงาน

ในบางเครื่อง จะประกอบด้วยระบบเริ่มเดินเมื่อเครื่องเย็น(Cold Start System)อีกระบบหนึ่ง ทำหน้าที่อุ่นอากาศดีเข้าเครื่องให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำงานร่วมกับระบบเริ่มเดินที่ทำหน้าที่หมุนเครื่องยนต์ในการเริ่มเดินเครื่อง ทำให้เครื่องเริ่มเดินได้ง่ายเมื่อมีความจำเป็นต้องเริ่มเดินเครื่องที่อุณหภูมิของเครื่องต่ำมาก(ต่ำกว่า 10°C)

ระบบเริ่มเดินเครื่อง สำหรับเครื่อง mtu.v 396 ที่ใช้ภายในเรือ ปัจจุบันมีใช้อยู่ 3 แบบ แตกต่างกันตามความเหมาะสมกับขนาดของเครื่องและระบบของเรือ คือ

= ระบบเริ่มเดินเครื่องแบบมอเตอร์ไฟฟ้า(Electric Starting System)

= ระบบเริ่มเดินเครื่องแบบมอเตอร์กำลังดันลม(Compressed Air Starting System)

= ระบบเริ่มเดินเครื่องแบบจานจ่ายลมเข้ากระบอกสูบ(Air-In-Cylinder Starting System)

1.ระบบเริ่มเดินเครื่องแบบมอเตอร์ไฟฟ้า(Electric Starting System)

ใช้กระแสไฟทำงาน 24 V.DC.

1.1 ส่วนประกอบของระบบ

1.1.1 รีเลย์ล็อคการเริ่มเดิน(Start Interlock Relay) (รูป 7-1)

ทำหน้าที่ ป้องกันการเริ่มเดินเครื่องหรือตัดวงจรกระแสไฟเริ่มเดินเครื่อง ถ้าความเร็วเครื่องยนต์ลดลงต่ำกว่าความเร็วจุดระเบิด(Firing Speed) หรือ เมื่อเครื่องยนต์เดินอยู่

ประกอบด้วย

รีเลย์เริ่มเดิน(Start Relay I : St.Rel.I) มีสวิทช์เปลี่ยนทางแบบปกติปิด(Normally Closed : NC Contact)

รีเลย์ล็อคการเริ่มเดิน(Interlock Relay II : Intl.Rel.II) มีสวิทช์เปลี่ยนทางแบบปกติเปิด (Normally Open : NO Contact) มีขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า 2 ชุด คือ EW และ HW ทำงานในทิศทางเดียวกัน

รีเลย์เลิกเครื่อง(Shutdown Relay III : Sht.Rel.III) มีสวิทช์เปลี่ยนทางแบบปกติปิด(Normally Closed : NC Contact)

ตัวเก็บประจุ(Condenser : C)

ความต้านทาน(Resistor : R2)

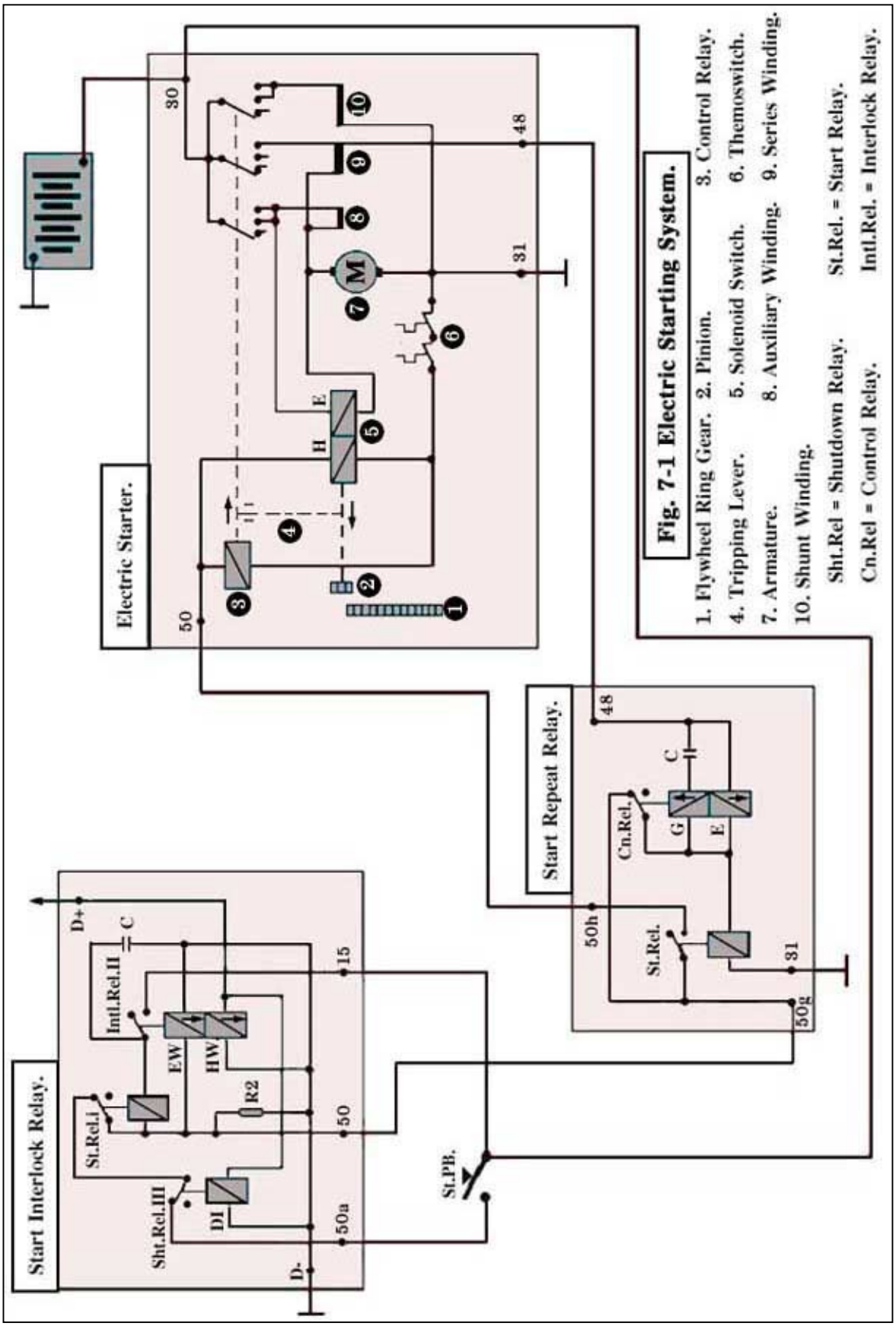


Fig. 7-1 Electric Starting System.

1. Flywheel Ring Gear. 2. Pinion. 3. Control Relay.
4. Tripping Lever. 5. Solenoid Switch. 6. Themoswitch.
7. Armature. 8. Auxiliary Winding. 9. Series Winding.
10. Shunt Winding.

Sht.Rel = Shutdown Relay. St.Rel. = Start Relay.
Cn.Rel = Control Relay. Intl.Rel. = Interlock Relay.

1.1.2 **รีเลย์เริ่มเดินซ้ำ**(Start Repeat Relay) (รูป 7-1)

ทำหน้าที่ ป้องกันการเริ่มเดินเครื่องหรือตัดวงจรกระแสไฟฟ้าเริ่มเดินเครื่อง ถ้าเฟืองเริ่มเดิน (Pinion) ไม่เข้าขบ(Not Engaged)กับเฟืองหมุนเครื่อง(Flywheel Ring Gear)พอดี แล้วดำเนินการเริ่มเดินเครื่องใหม่

ประกอบด้วย

รีเลย์เริ่มเดิน(Start Relay : St.Rel.) มีสวิทช์เปลี่ยนทางแบบปกติเปิด(Normally Open : NO Contact)

รีเลย์ควบคุม(Control Relay : Cn.Rel.) มีสวิทช์เปลี่ยนทางแบบปกติเปิด(Normally Open : NO Contact) มีขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า 2 ชุด คือ G และ E ทำงานตรงข้ามกัน

ตัวเก็บประจุ(Condenser : C)

1.1.3 **มอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดิน**(Electric Starter) (รูป 7.1 และ 7.2)

ทำหน้าที่ หมุนเครื่องยนต์ให้ความเร็วถึงความเร็วจุดระเบิดเมื่อเริ่มเดินเครื่อง

เป็นมอเตอร์กระแสไฟตรง แบบ Series-wound ใช้กระแสไฟ 24 V.DC.

ลักษณะการทำงาน

อาร์เมเจอร์(Armature)ของมอเตอร์ จะทำเป็นเพลากลวง โดยปลายเพลาด้านคอมมิวเตเตอร์ (Commutator) จะประกอบด้วยสวิทช์แม่เหล็กไฟฟ้า(Solenoid Switch),รีเลย์ควบคุม(Control Relay) และกลไกต่างๆ คือ คันส่งอาการ(Tripping Lever)และคันปลด(Release Lever) ปลายอีกด้านหนึ่งประกอบด้วยชุดแผ่นคลัทช์(Multi–Disc Clutch)และเฟืองเริ่มเดิน(Pinion)ตามลำดับ ภายในเพลาประกอบด้วยกลไกต่างๆ คือ เพลาหมุน(Splined Shaft),คันส่งเฟืองเริ่มเดิน(Engagement Rod) และสปริงดึงกลับ(Return Spring)

ชุดแผ่นคลัทช์(Multi–Disc Clutch) เป็นส่วนที่ส่งอาการหมุนจากอาร์เมเจอร์ไปหมุนเฟืองเริ่มเดินผ่านเพลาหมุน ทำหน้าที่ป้องกันอาร์เมเจอร์มีความเร็วสูงเกิน(Overspeed) โดยลดแรงบิด(Torque) เมื่อเกิดกรณี Overruning คือ ความเร็วเฟืองเริ่มเดิน(จากเครื่องยนต์) สูงกว่าความเร็วของอาร์เมเจอร์

สวิทช์อุณหภูมิ(Thermoswitch) ทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ร้อนเกิน(Thermal Overload) ในระหว่างการเริ่มเดิน มีอยู่ 2 ตัว ต่ออนุกรมกัน คือ ตัวหนึ่งอยู่ภายในขดลวด(Coil) ของสวิทช์แม่เหล็กไฟฟ้า อีกตัวหนึ่งต่ออยู่ระหว่างขดลวด E(E Coil)กับแปรงถ่าน ถ้าการเริ่มเดินผิดปกติหรือใช้เวลานานเกินไป จะทำให้มีกระแสไฟไหลผ่านวงจรมาก เกิดความร้อนสูงเกิน สวิทช์อุณหภูมิจะตัดกระแสไฟวงจรเริ่มเดินของมอเตอร์ เป็นการหยุดการเริ่มเดิน ซึ่งจะต้องหยุดพักประมาณ 20 นาที ให้ความร้อนลดลงจึงเริ่มเดินใหม่ได้

ขดลวดสนามแม่เหล็กซึ่งพันอยู่ที่ขาแม่เหล็ก(Pole Shoes) ประกอบด้วยขดลวดอนุกรม(Series) และขดลวดขนาน(Shunt) โดยขดลวดขนานจะทำหน้าที่จำกัดความเร็วตัวเปล่า(No-Load Speed)ของ

อาร์เมเจอร์ หรือเป็นเบรคให้อาร์เมเจอร์หยุดหมุนอย่างรวดเร็วหลังจากหยุดการเริ่มเดิน เพื่อให้พร้อมสำหรับการเริ่มเดินได้ใหม่ได้เร็วที่สุด

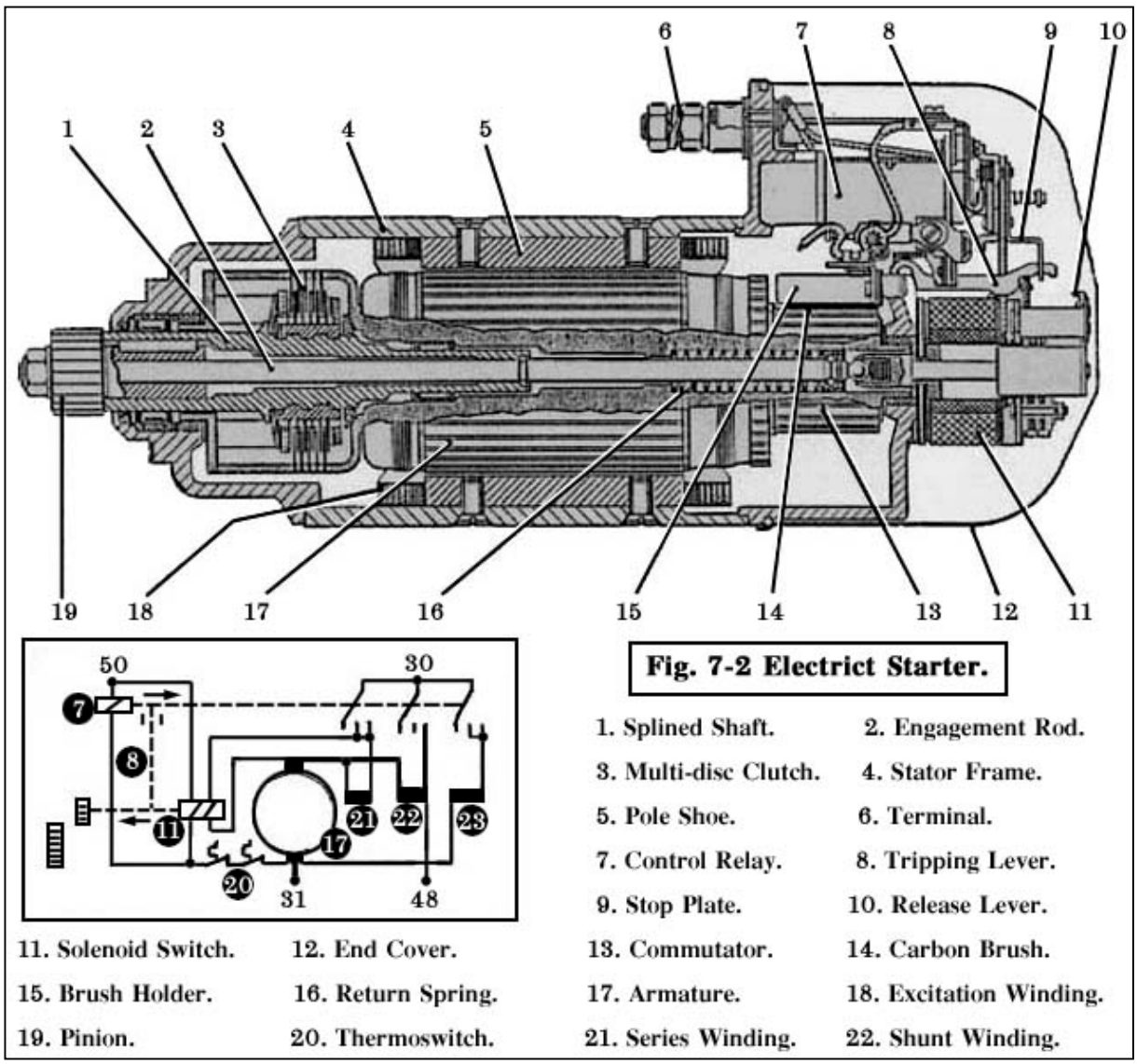


Fig. 7-2 Electrict Starter.

1. Splined Shaft. 2. Engagement Rod.
3. Multi-disc Clutch. 4. Stator Frame.
5. Pole Shoe. 6. Terminal.
7. Control Relay. 8. Tripping Lever.
9. Stop Plate. 10. Release Lever.
11. Solenoid Switch. 12. End Cover.
13. Commutator. 14. Carbon Brush.
15. Brush Holder. 16. Return Spring.
17. Armature. 18. Excitation Winding.
19. Pinion. 20. Thermoswitch.
21. Series Winding. 22. Shunt Winding.

1.2 การทำงานของระบบ (รูป 7-1)

1.2.1 เมื่อกดปุ่ม "Start"(St.PB.)

↗ ที่รีเลย์ล็อคการเริ่มเดิน(Start Interlock Relay)

กระแสไฟ +24 V.DC.จะผ่าน Terminal 50a ➔ NC Contact ของ Sht.Rel.III. ➔ NC Contact ของ St.Rel.I ➔Terminal 50 ➔ Terminal 50g ของ Start Repeat Relay

ในขณะเดียวกันจะผ่าน EW Coil ของ Intl.Rel.II. ➔Terminal D–(⊥) ทำให้ EW Coil ทำงาน (Energized) ให้ NO.Contact ปิดวงจร(Closed) ต่อกระแสไฟจากTerminal 15 เข้าประจุ(Charge) C

ในขณะนี้ ที่ E1 Coil ของ St.Rel.I.จะเป็นบวกทั้งสองขั้วหรือไม่มีความต่างศักย์ ทำให้ไม่ทำงาน (De-Energized) ให้ NC.Contact ยังคงปิดวงจร(Closed)อยู่ต่อไป

🗲🗲 ที่รีเลย์เริ่มเดินซ้ำ(Start Repeat Relay)

กระแสไฟ +24 V.DC.จะผ่าน Terminal 50g ➔ NC.Contact ของ Cn.Rel.➔ Coil ของ St.Rel ➔Terminal 31(⊥) ทำให้ St.Rel. ทำงาน(Energized) ปิดวงจร(Closed) NO.Contact ต่อกระแสไฟจาก Terminal 50 g ➔Terminal 50h ➔Terminal 50 ของ Electric Starter

ในขณะเดียวกันกระแสไฟจะผ่าน G Coil ของ Cn.Rel.เข้าประจุ(Charge) C ทำให้ G Coil ทำงาน(Energized) ปิดวงจร(Closed) NC.Contact ไว้ และลบล้างอำนาจของ E Coil

🗲🗲🗲 ที่มอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดิน(Electric Starter)

➢ Engagement Stage I.

กระแสไฟ +24V.DC.จะผ่าน Terminal 50 ➔ Coil ของ Control Relay และ ขด H(Holding Coil) ของ Solenoid Switch ➔ Thermoswitch ➔Terminal 31(⊥) ทำให้ Coil ทั้งสองทำงาน (Energized)

อาร์เมเจอร์ ของ Solenoid Switch จะเลื่อนตัวส่งอาการให้คันส่งเฟืองเริ่มเดิน(Pinion) เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่อง(Flywheel Ring Gear)

Contact ของ Control Relay จะต่อกระแสไฟ +24 V.DC.จาก Terminal 30 ➔ E Coil (Engagement) ของ Solenoid Switch และขด Shunt ➔ อาร์เมเจอร์ ➔ Terminal 31(⊥) ทำให้มอเตอร์เริ่มหมุนไปได้ แต่ในกรณีนี้ E Coil จะเป็นความต้านทานหน่วง(Ballast Resistor)ให้อาร์เมเจอร์และขด Shunt ให้มีความต้านทานสูง(High-Impedance) เป็นการจำกัดกระแสไฟที่ผ่านอาร์เมเจอร์ ทำให้อาร์เมเจอร์มีแรงบิดน้อย แต่หมุนไปได้เพื่อให้เฟืองเริ่มเดิน(Pinion) เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่อง(Flywheel Ring Gear)ได้ง่าย แต่เครื่องยนต์ไม่หมุน

➢➢ Engagement Stage II.

เมื่อเฟืองเริ่มเดินเลื่อนเข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่องก่อนสุดระยะเลื่อน คันปลด(Release Lever) จะส่งอาการให้คันส่งอาการ(Tripping Lever) ให้ Contact ของ Control Relay เปลี่ยนทางด้วยกำลังสปริง ไปต่อกระแสไฟเข้าขด Series และต่อขด Shunt ให้ขนานกับขด Series และอาร์เมเจอร์ ทำให้มอเตอร์มีกระแสไฟเข้าสูงสุด ดังนั้น มอเตอร์จะมีแรงบิดสูงสุด เริ่มหมุนเครื่องยนต์ไปได้จนถึงความเร็วจุดระเบิด(Firing Speed) เครื่องยนต์ก็จะเริ่มเดินทำงานจุดระเบิดได้เอง

🗲🗲🗲🗲 ที่ Start Repeat Relay

ที่ Terminal 50g และ 48 จะไม่มีความต่างศักย์(เป็นบวกทั้งคู่) นั่นคือ Cn.Rel. จะไม่มีกระแสไฟผ่าน G.Coil เข้าประจุ C และไม่มีกระแสไฟผ่าน E Coil เช่นเดียวกัน ทำให้ Cn.Coil ไม่ทำงาน(De-energized) และยังคงปิดวงจร(Close) NC.Contact ดำเนินการเริ่มเดินต่อไป

เมื่อเครื่องยนต์มีการจุดระเบิดเริ่มเดินแล้ว เฟืองเริ่มเดิน(Pinion) จะมีความเร็วสูงขึ้น จนกระทั่งสูงกว่าความเร็วตัวเปล่า(No-Load Speed)ของอาร์เมเจอร์ ชุดแผ่นคลัทช์จะปลด ไม่ส่งต่อแรงหมุน

ระหว่างอาร์เมเจอร์กับเฟืองเริ่มเดิน เพื่อป้องกันอาร์เมเจอร์มีความเร็วสูงเกิน(Over speed)

เมื่อเครื่องเดินแล้ว จะมีแรงเคลื่อนกระแสไฟฟ้า(Generator Voltage) จาก Terminal D+ ➔ HW.Coil ของ Intl.Rel.II และ D1 Coil ของ Sht.Rel.III ➔Terminal D-(⊥) ทำให้ HW.Coil ทำงาน (Energized) ปิดวงจร(Closed) NC.Contact ต่อกระแสไฟจาก Terminal 15 เข้าประจุ C.เช่นเดิม และ D1 Coil ก็จะทำงาน(Energized) เปิดวงจร(Open) NC.Contact ตัดวงจรกระแสไฟเริ่มเดินเครื่อง เป็นการหยุดการเริ่มเดินเครื่องและเมื่อปล่อยปุ่ม “Start“ เฟืองเริ่มเดินจะเลื่อนออกจากเฟืองหมุนเครื่อง กลับสู่ตำแหน่งเดิมด้วยกำลังสปริงดึงกลับ(Return Spring) เป็นการเสร็จสิ้นการเริ่มเดิน

1.2.2 เมื่อเริ่มเดินเครื่องล้มเหลว(Blind Attempt) (รูป 7-1)

เมื่อมีการเริ่มเดินเครื่อง ถ้าเกิดกรณีเฟืองเริ่มเดิน(Pinion)กับเฟืองหมุนเครื่อง(Flywheel Ring Gear) ไม่เข้าขบกัน(Edge-On-Edge Contact) จะทำให้เฟืองเริ่มเดินหยุดหมุน กรณีนี้เรียกว่า Blind Attempt ซึ่งจะต้องหยุดการเริ่มเดินทันที เพื่อป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดินเสียหาย หลังจากหยุดสักครู่ก็สามารถดำเนินการเริ่มเดินได้ใหม่

🗲 ที่ Start Repeat Relay

ในขณะ Engagement Stage I. ที่ Cn.Rel.จะมีกระแสไฟผ่าน G Coil เข้าประจุ C. ทำให้ G Coil ทำงาน(Energized) ปิดวงจร(Closed) NC.Contact และลบล้างอำนาจ E Coil แต่ถ้าเฟืองเริ่มเดินไม่เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่องพอดี นั่นคือ เมื่อ C ได้รับการประจุเรียบร้อยแล้ว G Coil ก็จะไม่ทำงาน(De-energized) ในขณะเดียวกันจะมีกระแสไฟผ่าน E Coil ➔Terminal 48 ➔ Terminal 48 ของมอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดิน ➔ ขด Series ➔ อาร์เมเจอร์ ➔Terminal 31(⊥) ทำให้ E Coil ทำงาน(Energized) เปิดวงจร (Open) NC.Contact ตัดวงจรกระแสไฟฟ้าของตัวเองและ St.Rel.

St.Rel. จะหยุดการทำงาน(De-energized) เปิดวงจร(Open) NO.Contact ตัดวงจรกระแสไฟ Terminal 50h ที่จะไปเข้ามอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดิน เป็นการหยุดการเริ่มเดินเครื่อง

ในขณะนี้ C. จะคายประจุ(Discharge) กระแสไฟจะผ่าน G Coil และ E Coil ซึ่งเป็นกระแสทิศทางเดียว(Unidirectional) ทำให้ Cn.Rel. จะยังคงเปิดวงจร(Open) NC.Contact อยู่ เป็นการหน่วงเวลาการหยุดพักการเริ่มเดิน

เมื่อ C.คายประจุเรียบร้อย Cn.Rel. จะกลับมาปิดวงจร(Closed) NC.Contact อีกครั้ง เป็นการดำเนินการเริ่มเดินอีกครั้ง ถ้ายังกดปุ่ม “Start” ไว้อยู่

1.2.3 เมื่อกดปุ่ม Start ขณะเครื่องเดินอยู่ *หรือ*

เมื่อเครื่องยนต์ความเร็วลดลงต่ำกว่าความเร็วจุดระเบิด (รูป 7-1)

🗲 ที่ Start Interlock Relay

ในขณะเครื่องเดินอยู่จะมีแรงเคลื่อนกระแสไฟฟ้า(Generator Voltage) จาก Terminal D+ ➔ HW.Coil ของ Intl.Rel.II และ D1 Coil ของ Sht.Rel.III ➔Terminal D-(⊥) ทำให้ HW.Coil ทำงาน

(Energized) ปิดวงจร(Closed) NC.Contact ต่อกระแสไฟจาก Terminal 15 เข้าประจุ C.เช่นเดิม และ D1 Coil ก็จะทำงาน(Energized) เปิดวงจร(Open) NC.Contact ตัดวงจรกระแสไฟเริ่มเดินเครื่อง นั่นคือ ในขณะนี้ถ้ากดปุ่ม “Start” ก็จะไม่มีการดำเนินการเริ่มเดินเครื่องตามข้อ 1.2.1

ถ้าความเร็วเครื่องลดลงต่ำกว่าความเร็วจุดระเบิด จะทำให้ D1 Coil ไม่ทำงาน(De-energized) จะปิดวงจร(Closed) NC.Contact ต่อวงจรกระแสไฟเริ่มเดิน และ HW.Coil ก็จะหยุดการทำงาน(De-energized) จะเปิดวงจร(Open) NO.Contact ทำให้ C.คายประจุ(Discharge) ผ่าน E1 Coil ของ St.Rel.I ➔ R2 ➔ Terminal D-(⊥) ทำให้ E1.Coil ทำงาน(Energized) เปิดวงจร(Open) NC.Contact ตัดวงจรกระแสไฟเริ่มเดิน ในระหว่างเครื่องยนต์ลดความเร็วลงจนกระทั่งหยุดหมุน

1.3 การซ่อมบำรุงรักษาระบบ

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 90-94 และ 104-105

2. ระบบเริ่มเดินแบบมอเตอร์กำลังดันลม(Compressed Air Starting System) (รูป 7-3)

ใช้กำลังดันลมทำงาน ประมาณ 6 บาร์

2.1 ส่วนประกอบของระบบ (รูป 7-3)

หม้อกรองกำลังดันลม(Air Filter) (รายละเอียด ข้อ 2.1.1)

หม้อน้ำมันหล่อ(Oiler) (รายละเอียดข้อ 2.1.2)

ลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้า(Solenoid Valve) (รายละเอียดข้อ 2.1.3)

มอเตอร์กำลังดันลมเริ่มเดิน(Compressed Air Starter) (รายละเอียดข้อ 2.1.3)

2.1.1 หม้อกรองกำลังดันลม(Air Filter) (รูป 7-4)

ทำหน้าที่ กรองสิ่งสกปรกที่ปนมากับกำลังดันลมเริ่มเดินก่อนเข้าทำงานในระบบ

ประกอบอยู่ที่ท่อทางกำลังดันลมเข้าระบบ

ลักษณะการทำงาน

เป็นหม้อกรองแบบตะแกรงโลหะ ประกอบอยู่ในท่อทางโดยมีฝาเกลียว(Screw Cap) กวดเข้าจากด้านล่าง

เมื่อมีกำลังดันลมไหลผ่านท่อทางและหม้อกรอง สิ่งสกปรกที่ปนมาจะถูกดักไว้โดยหม้อกรอง

2.1.2 หม้อน้ำมันหล่อ(Oiler) (รูป 7-5)

ทำหน้าที่ ผสมน้ำมันหล่อเข้ากับกำลังดันลม ก่อนส่งไปหล่อลื่นมอเตอร์กำลังดันลมเริ่มเดิน

น้ำมันหล่อที่ใช้ เป็นน้ำมันหล่อชนิดพิเศษ (รายละเอียดให้ดูในคู่มือประจำเครื่อง)

ลักษณะการทำงาน

เป็นหม้อเก็บน้ำมันหล่อ(Oil Container) ประกอบอยู่ที่ท่อทางกำลังดันลมก่อนเข้ามอเตอร์กำลังดันลมเริ่มเดิน ด้านข้างประกอบด้วยแผ่นแก้ววัดระดับ(Sight Glass) สำหรับตรวจดูระดับน้ำมันหล่อภายในหม้อเก็บน้ำมันหล่อ

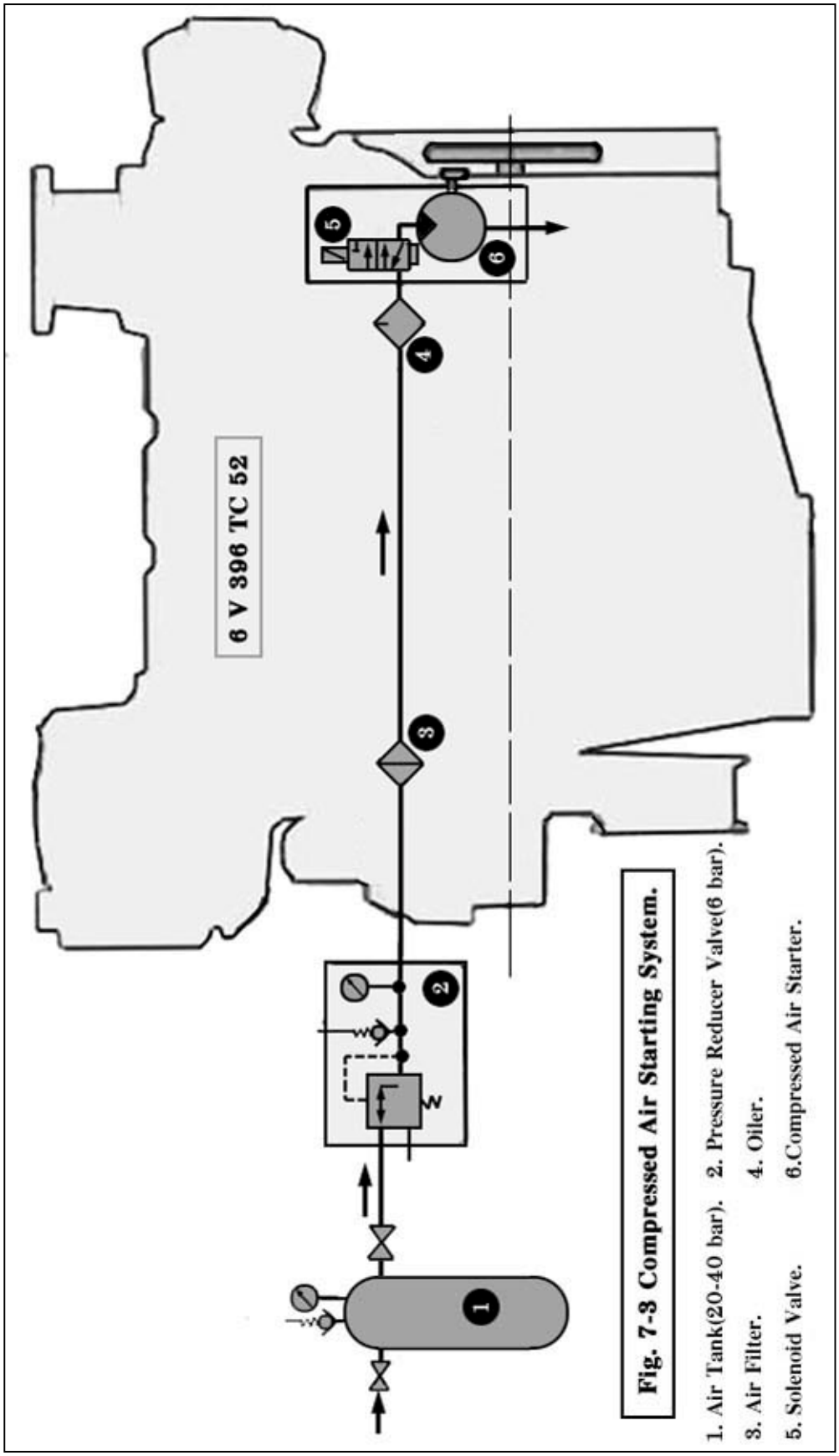
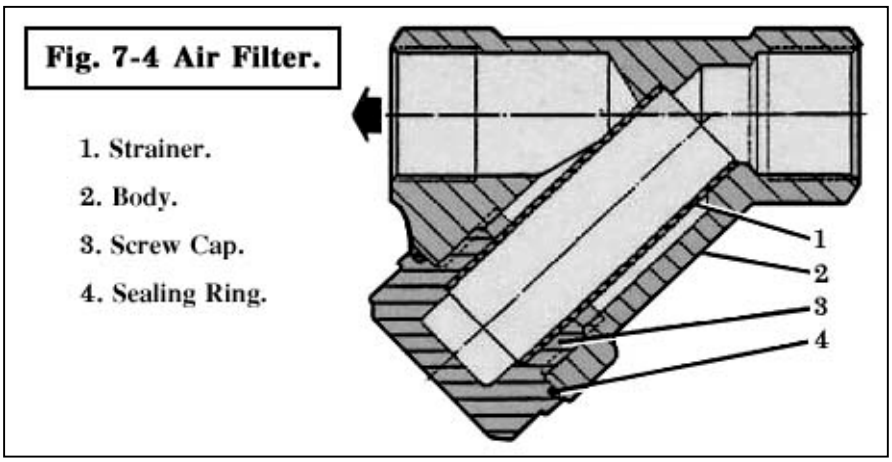
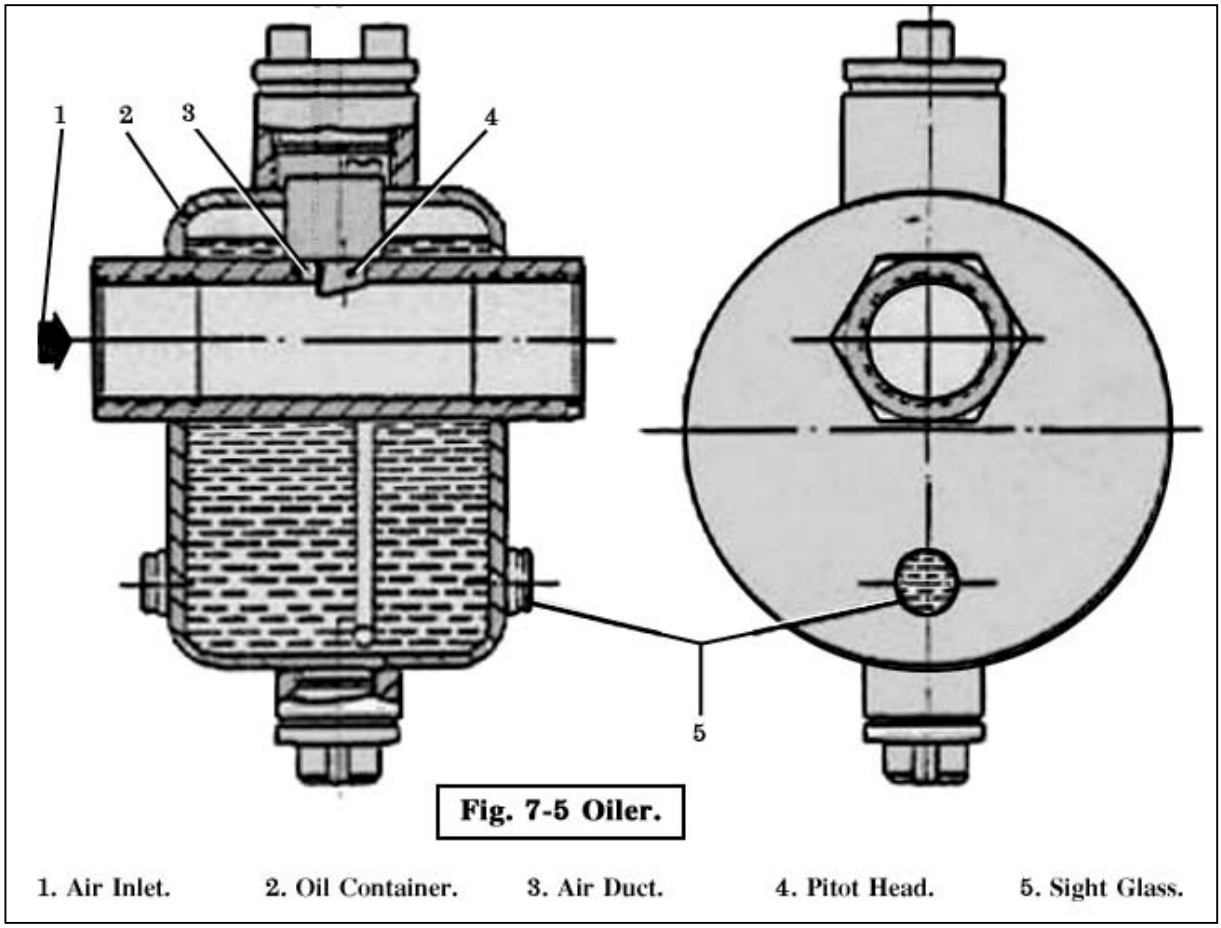


Fig. 7-3 Compressed Air Starting System.

1. Air Tank(20-40 bar). 2. Pressure Reducer Valve(6 bar).
3. Air Filter. 4. Oiler.
5. Solenoid Valve. 6.Compressed Air Starter.

เมื่อมีกำลังดันลมเริ่มเดินไหลผ่านท่อทางภายในหม้อน้ำมันหล่อ กำลังดันลมเริ่มเดินจะผ่านช่องลม(Air Channel) กดลงบนพื้นผิวหน้าน้ำมันหล่อภายในหม้อเก็บน้ำมัน และผ่านหัวรีดลม(Pitot Head) ซึ่งเป็นบ่ายื่นออกมา ทำให้กำลังดันลมไหลผ่านด้วยความเร็วสูงขึ้น เกิดกำลังดันด้านหน้าหัวรีดลมสูงกว่ากำลังดันหลังหัวรีดลม เป็นผลให้เกิดกำลังดันส่งน้ำมันหล่อภายในหม้อเก็บน้ำมันหล่อผ่านช่องน้ำมันหล่อ(Oil Channel) ด้านหลังหัวรีดลม เข้ามาภายในท่อทาง เป็นละอองฝอยผสมกับกำลังดันลมเริ่มเดิน ไปหล่อลื่นมอเตอร์กำลังดันลมเริ่มเดินต่อไป





2.1.3 **มอเตอร์กำลังดันลมเริ่มเดิน**(Compressed Air Starter)

และ **ลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้า**(Solenoid Valve) (รูปที่ 7-6)

ลักษณะการทำงาน

มอเตอร์เป็นแบบลูกสูบหมุน(Rotating Piston Motor) โดยส่วนหมุน(Rotor) จะทำหน้าที่ส่งอาการหมุนผ่านเฟืองและชุดแผ่นคลัทช์(Multi-Disc Clutch) ไปขับหมุนเฟืองเริ่มเดิน(Meshing)ในการเริ่มเดินเครื่อง

ลักษณะที่สำคัญของมอเตอร์ คือ จะออกแบบให้มอเตอร์หมุนเมื่อเฟืองเริ่มเดินของมอเตอร์เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่อง(Flywheel Ring Gear)เรียบร้อยแล้วเท่านั้น เพื่อป้องกันมอเตอร์เสียหายขณะเริ่มเดินเครื่องและชุดแผ่นคลัทช์จะป้องกันการทำงานเกินกำลัง(Overload)

ลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้า ประกอบอยู่ด้านข้างมอเตอร์ ทำงานด้วยกระแสไฟฟ้า +24 V.DC.ทำหน้าที่เปิด–ปิด กำลังดันลมเข้าทำงานในมอเตอร์กำลังดันลมเริ่มเดิน

เมื่อยังไม่กดปุ่ม"Start" กำลังดันลมเริ่มเดิน(จากหม้อน้ำมันหล่อ) จะเข้ามาที่ลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งขณะนี้อยู่ที่ตำแหน่งปิดและเข้ามาที่มอเตอร์ กดลงบนด้านหลังของแผ่นลิ้น(6:Valve Plate)ซึ่งขณะนี้อยู่ที่ตำแหน่งปิด กำลังดันส่วนหนึ่งจะผ่านช่องทางภายในและลิ้นเลื่อนควบคุม(3:Control Slide)ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่งขวาสุด เข้าดันด้านขวาของลูกสูบเลื่อน(2:Displacement Piston) ให้เลื่อนไปทางซ้ายสุด ส่งอาการผ่านคันส่ง(1:Linkage)และเพลาหมุน(12:Spindle) ให้เฟืองเริ่มเดิน(13:Meshing Pinion)อยู่ที่ตำแหน่งไม่เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่อง(Flywheel Ring Gear)และล็อคไว้ที่ตำแหน่งนี้ และเข้าดันด้านขวาของลิ้นลม(8:Air Valve) ให้ก้านส่งลิ้น(9:Valve Tappet) เลื่อนไปอยู่ที่ตำแหน่งซ้ายสุด

เมื่อกดปุ่ม"Start" ลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้า จะทำงาน(Energized) เปิดกำลังดันลมเข้าดันด้านขวาของลิ้นเลื่อนควบคุม(3 : Control Slide) ทำให้ลิ้นเลื่อนควบคุม เลื่อนไปทางซ้ายสุด

ลิ้นเลื่อนควบคุม(3:Control Slide) จะระบายกำลังดันลมออกจากด้านขวาของลูกสูบเลื่อน(2:Displacement Piston) ในขณะเดียวกัน ก็จะเปิดกำลังดันลมเข้าดันด้านซ้ายด้วย ทำให้ลูกสูบเลื่อนเลื่อนไปทางด้านขวา

ลูกสูบเลื่อน(2:Displacement Piston) จะส่งอาการผ่านคันส่ง(1:Linkage)และเพลาหมุน(12:Spindle) ส่งเฟืองเริ่มเดิน(13:Meshing Pinion)เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่อง(Flywheel Ring Gear)ของเครื่องยนต์ ซึ่งในขณะนี้จะมีกำลังดันลมส่วนหนึ่งจากด้านซ้ายของลูกสูบเลื่อน ผ่านช่องพ่น(11:Nozzle)เพื่อจำกัดกำลังดันลมเข้าทำงานในส่วนหมุน(Rotor) ทำให้มอเตอร์หมุนไปได้อย่างช้าๆ เพื่อป้องกันเฟืองเริ่มเดินและเฟืองหมุนเครื่องไม่เข้าขบกันพอดี(Tooth-On-Tooth)

ในระหว่างการเลื่อนตัวของลูกสูบเลื่อน(2:Displacement Piston) เพื่อส่งเฟืองเริ่มเดิน(13:Meshing Pinion)เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่อง(Flywheel Ring Gear) จนเกือบสุดระยะนั้น จะส่งอาการให้ก้านส่งลิ้น(9:Valve Tappet)เลื่อนไปทางขวาด้วย ทำให้ลิ้นลม(8:Air Valve)เปิดกำลังดันลม-

เข้าดันด้านซ้ายของลูกสูบลิ้น(4:Valve Piston) ทำให้ลูกสูบลิ้น เลื่อนไปทางขวา

ลูกสูบลิ้น(4:Valve Piston)จะส่งอาการให้แผ่นลิ้น(6:Valve Plate) เปิดกำลังดันลมส่วนใหญ่จากช่องทางเข้าของมอเตอร์ เข้าทำงานในส่วนหมุน(Rotor) ทำให้มอเตอร์เริ่มหมุนเครื่องยนต์เพื่อเริ่มเดินเครื่อง จนกระทั่งความเร็วเครื่องสูงถึงความเร็วจุดระเบิด(Firing Speed)และเครื่องยนต์เดินเรียบร้อย

เมื่อปล่อยปุ่ม"Start" ลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้า จะหยุดทำงาน(De-energized) ปิดกำลังดันลมที่เข้าทำงานที่ลิ้นเลื่อนควบคุม(3:Control Slide)และระบายกำลังดันที่ทำงานอยู่ออกทิ้งภายนอก ทำให้ลิ้นเลื่อนควบคุม เลื่อนกลับไปทางขวาที่ตำแหน่งเดิม ด้วยกำลังสปริง

ลิ้นเลื่อนควบคุม(3:Control Slide) จะเปิดกำลังดันลมเข้าดันด้านขวาของลูกสูบเลื่อน(2:Displacement Piston) ทำให้ลูกสูบเลื่อน เลื่อนไปทางด้านซ้าย

ลูกสูบเลื่อน(2:Displacement Piston) จะส่งอาการให้ก้านส่งลิ้น(9:Valve Tappet)เป็นอิสระและส่งอาการผ่านคันส่ง(1:Linkage)และเพลาหมุน(12:Spindle) ดึงเฟืองเริ่มเดินออกจากเฟืองหมุนเครื่อง กลับมาอยู่ในตำแหน่งเดิม

ก้านส่งลิ้น(9:Valve Tappet) จะเลื่อนกลับตำแหน่งเดิมด้วยกำลังสปริง ก็จะปิดกำลังดันลมที่เข้าดันด้ายซ้ายของลูกสูบลิ้น(4:Valve Piston)และระบายกำลังดันลมที่ทำงานอยู่ออกทิ้งภายนอก ทำให้ลูกสูบลิ้นเลื่อนไปทางซ้ายด้วยกำลังสปริง ทำให้แผ่นลิ้น(6:Valve Plate) เลื่อนไปทางซ้ายด้วย แผ่นลิ้นจะปิดกำลังดันลมส่วนใหญ่ที่เข้าทำงานในส่วนหมุน(Rotor) ทำให้มอเตอร์หยุดหมุน เป็นการเสร็จสิ้นการเริ่มเดินเครื่อง

2.2 การซ่อมบำรุงรักษาระบบ(Maintenance)

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 90-94 และ 106-108

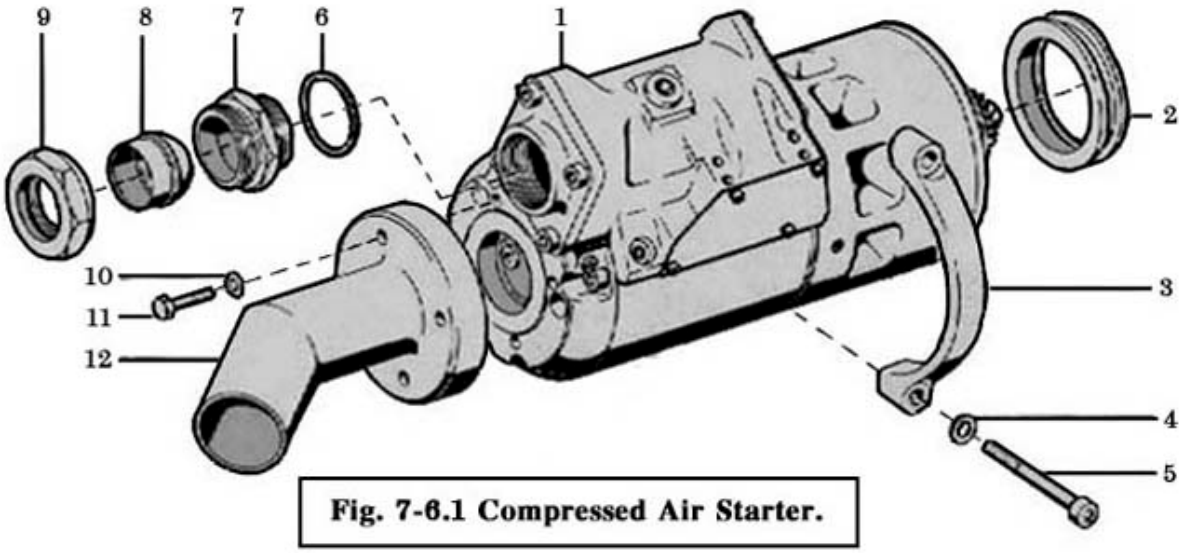
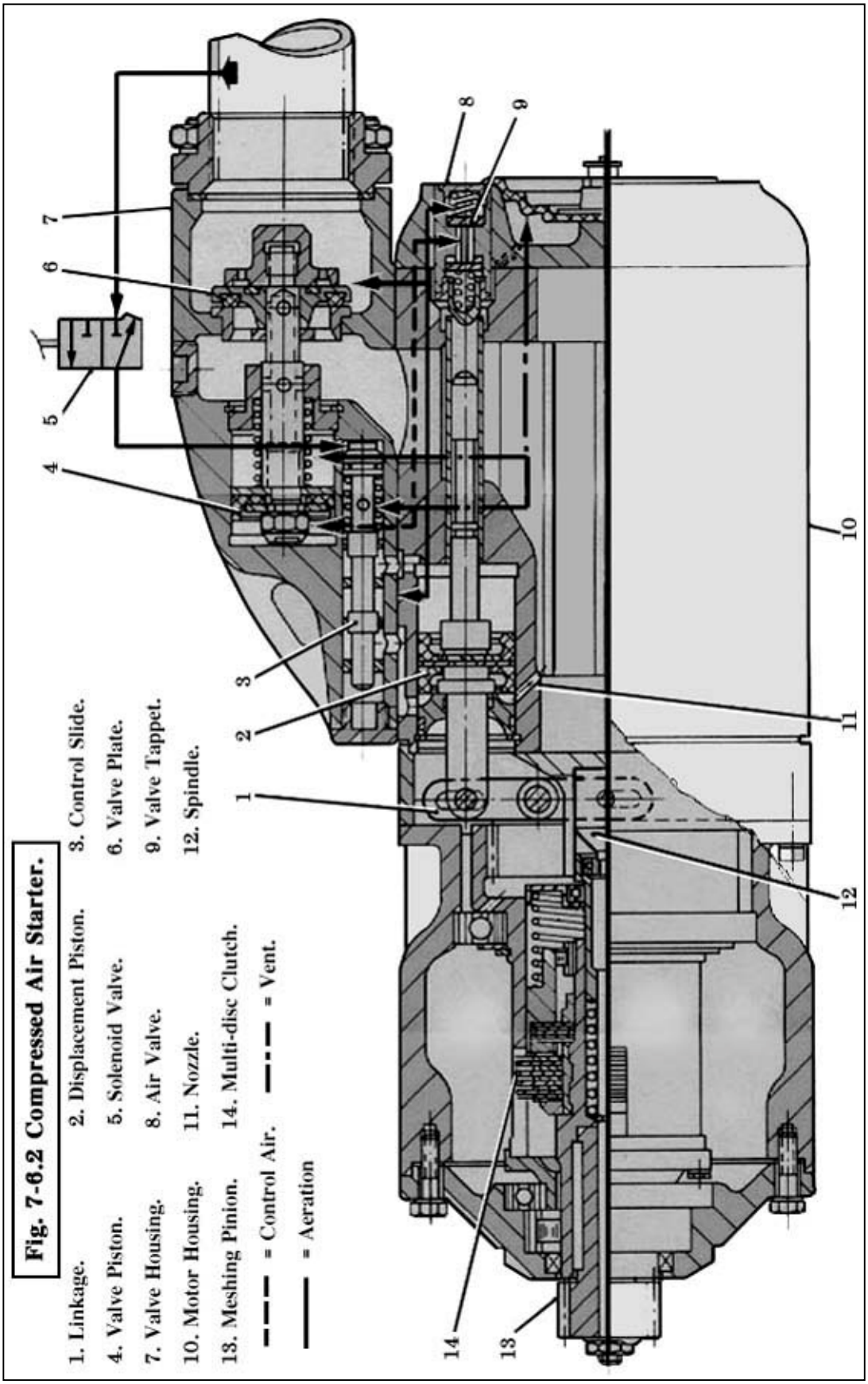


Fig. 7-6.1 Compressed Air Starter.

1. Compressed Starter.	2. Distance Ring.	3. Holder.	4. Washer.
5. Screw.	6. Sealing Ring.	7. Union.	8. Sealing Taper.
9. Nut.	10. Spring Washer.	11. Screw.	12. Elbow , Air Outlet.



กองฝึกการช่างกล กฝร.

3.ระบบเริ่มเดินเครื่องแบบจานจ่ายลมเข้ากระบอกสูบ(Air-In-Cylinder Starting System)(รูป 7-7)

ใช้กำลังดันลมทำงาน 16-40 บาร์

3.1 ส่วนประกอบของระบบ (รูป 7-7)

ลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง(Solenoid 3-Way Valve) (รายละเอียด ข้อ 3.3.1)

จานจ่ายลมเริ่มเดิน(Starting Air Distributor) (รายละเอียด ข้อ 3.3.2)

ลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศ(Starting & Decompression Valve) (รายละเอียด ข้อ 3.3.3)

3.2 การทำงานของระบบ (รูป 7-7)

เมื่อยังไม่ได้กดปุ่ม "Start" กำลังดันลมเริ่มเดิน(จากขวดเก็บลม) จะมีอยู่ที่ลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง ซึ่งขณะนี้จะไม่มีกระแสไฟฟ้า(De-energized) จะปิดกำลังดันลมเริ่มเดิน ไม่ให้เข้าไปทำงานในระบบ พร้อมทั้งระบายกำลังดันภายในระบบออกทิ้งภายนอกด้วย

เมื่อกดปุ่ม "Start" ลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง จะมีกระแสไฟฟ้าเข้าทำงาน(Energized) จะเปิดกำลังดันลมเริ่มเดิน ให้เข้าไปทำงานในระบบ คือ ไปเข้าจานจ่ายลมเริ่มเดิน

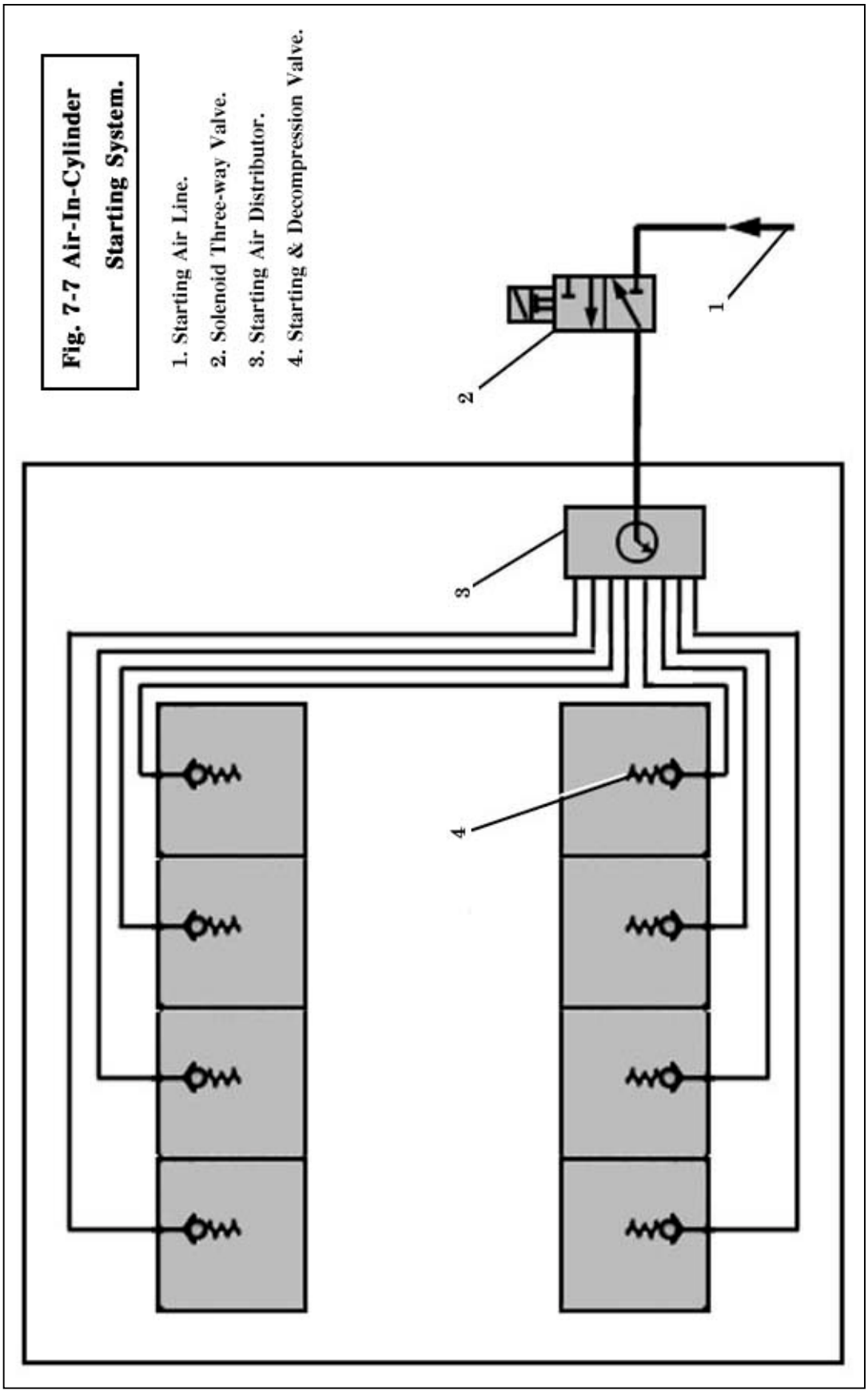
จานจ่ายลมเริ่มเดิน ซึ่งได้รับการขับหมุนด้วยเพลาลูกเบี้ยว จะจ่ายกำลังดันลมผ่านช่องทางภายในที่เปิดอยู่ 1 ช่องทาง ไปยังลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศที่ต่ออยู่

ลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศ ซึ่งประกอบอยู่ที่ฝาสูบทุกสูบ จะเปิดให้กำลังดันลมดังกล่าว เข้าไปภายในกระบอกสูบและดันลูกสูบให้เลื่อนลง เป็นการเริ่มหมุนเครื่องยนต์

เมื่อเครื่องยนต์หมุนไป จานจ่ายลมเริ่มเดินก็จะถูกขับหมุนไปด้วย ทำให้ช่องทางจ่ายกำลังดันลมไปตรงกับลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศของสูบอื่นต่อไป(ซึ่งจะเป็นไปตามจังหวะจุดระเบิดของเครื่อง) ลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศของสูบนั้น ก็จะเปิดกำลังดันลมเริ่มเดินเข้าดันลูกสูบให้เลื่อนลง เป็นการหมุนเครื่องต่อไป

วงรอบการทำงานดังกล่าวจะดำเนินการต่อไปเรื่อยๆ จนกระทั่งความเร็วเครื่องสูงถึงความเร็วจุดระเบิด(Firing Speed) เครื่องยนต์ก็จะทำงานจุดระเบิดและเดินต่อไปได้จนถึงความเร็วเดินเบาตัวเปล่า (Idle Speed)

เมื่อเครื่องยนต์เดินเรียบร้อยและเลิกการเริ่มเดินเครื่อง เป็นการตัดกระแสไฟฟ้า +24 V.DC ที่เข้าลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง(De-energized) ลิ้นก็จะปิดกำลังดันลมเริ่มเดินที่เข้าทำงานในระบบ พร้อมทั้งระบายกำลังดันลมภายในระบบออกทิ้งภายนอกด้วย


Fig. 7-7 Air-In-Cylinder Starting System.
1. Starting Air Line.
2. Solenoid Three-way Valve.
3. Starting Air Distributor.
4. Starting & Decompression Valve.
1
2
3
4

3.3 รายละเอียดของระบบ

3.3.1 ลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง(Solenoid 3-Way Valve) (รูป 7-8)

ในแต่ละเครื่องอาจจะมีลักษณะแตกต่างกันบ้าง แต่การทำงานจะเหมือนกัน

ทำหน้าที่ ปิด-เปิด กำลังดันลมเริ่มเดินเข้าทำงานในระบบ

ควบคุมการปิด-เปิดด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า(Solenoid) +24 V.DC หรือ ปิด-เปิดด้วยมือ (Manual)

ลักษณะ

ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

ส่วนล่าง เป็นเรือนลิ้น(Valve Housing) มีช่องทางกำลังดันลม เข้า-ออก 3 ช่องทาง คือ ช่องทางกำลังดันลมเข้า(จากขวดเก็บลม : P) , ช่องทางกำลังดันลมออก(ไปทำงานในระบบ : A) และ ช่องทางระบาย(ออกทิ้งภายนอก : R) ภายในประกอบด้วยแท่งลิ้น(Valve Sleeve) ที่มีชุดกันรั่ว(Seal Pack) 2 ชุด ทำหน้าที่ ปิด-เปิด ช่องทางกำลังดันลมทั้งสาม

ส่วนบน เป็นชุดขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า(Solenoid),ลิ้นนำ(Pilot Valve Armature)ซึ่งเลื่อนตัวได้ด้วยอำนาจแม่เหล็กของขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าและลูกเบี้ยวสวิทช์(Switching Cam)ซึ่งรับอาการหมุนจากคันหมุน(Hand Lever)หรือลูกบิด(Hand wheel) ด้านข้างจะมีช่องทางระบายของลิ้นนำ(E) 1 ช่องทาง

คันหมุนหรือลูกบิด(Hand Lever or Hand wheel) จะใช้สำหรับควบคุมการปิด-เปิดลิ้นด้วยมือ (ไม่ใช้ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า) โดยจะส่งอาการหมุนให้ลิ้นนำเลื่อนตัว ตั้งการทำงานได้ 2 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่ง Auto หรือ Aus/Off เป็นตำแหน่งปิดไม่ให้กำลังดันลมเข้าทำงานในระบบ(ปิดช่องทาง P-A)และเปิดระบายกำลังดันภายในระบบออกทางช่องทางระบาย(เปิดช่องทาง A-R)*(ปกติจะอยู่ที่ตำแหน่งนี้ เพื่อให้ควบคุมการปิด-เปิดของลิ้นด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า)* ตำแหน่ง Manual หรือ Hand หรือ An/ On เป็นตำแหน่งเปิดให้กำลังดันลมเข้าทำงานในระบบ(เปิดช่องทาง P-A) และปิดช่องทางระบาย(ปิดช่องทาง A-R)

การทำงาน

การควบคุมปิด-เปิดลิ้น กระทำได้ 2 ลักษณะ คือ

> การปิด-เปิดลิ้นด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า(Solenoid) มีการทำงานดังนี้ คือ

ก่อนเริ่มเดินเครื่อง กำลังดันลมเริ่มเดิน(จากขวดเก็บลม) จะเข้ามาที่ช่องทางกำลังดันลมเข้า(P) ดันบ่าล่างของชุดกันรั่ว(Seal Pack)ชุดบนของแท่งลิ้น(Valve Sleeve) เกิดแรงที่จะทำให้แท่งลิ้นเลื่อนขึ้น แต่ขณะนี้ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้ายังไม่มีกระแสเข้าเลี้ยง(De-energized) จึงไม่มีอำนาจแม่เหล็ก ทำให้ลิ้นนำ(Pilot Valve)เปิดช่องทางภายในลิ้น ให้กำลังดันลมจากช่องทางกำลังดันลมเข้า(P) ผ่านช่องทางภายในเข้าไปในห้องลม(Chamber)ด้านบนแท่งลิ้น เกิดแรงกดให้แท่งลิ้นเลื่อนลง ทำให้ชุดกันรั่ว(Seal Pack)

ชุดบน ปิดช่องทางกำลังดันลมเข้ากับช่องทางกำลังดันลมออก(ปิดช่องทาง P-A) เป็นการปิดไม่ให้กำลังลมเริ่มเดินเข้าทำงานในระบบ ในขณะเดียวกันชุดกันรั่ว(Seal Pack)ชุดล่าง จะเปิดช่องทางกำลังดันลมออกกับช่องทางระบาย(เปิดช่องทาง A-R) เป็นการระบายกำลังดันลมภายในระบบออกภายนอก ไม่ให้มีกำลังดันตกค้างอยู่ภายในระบบด้วย

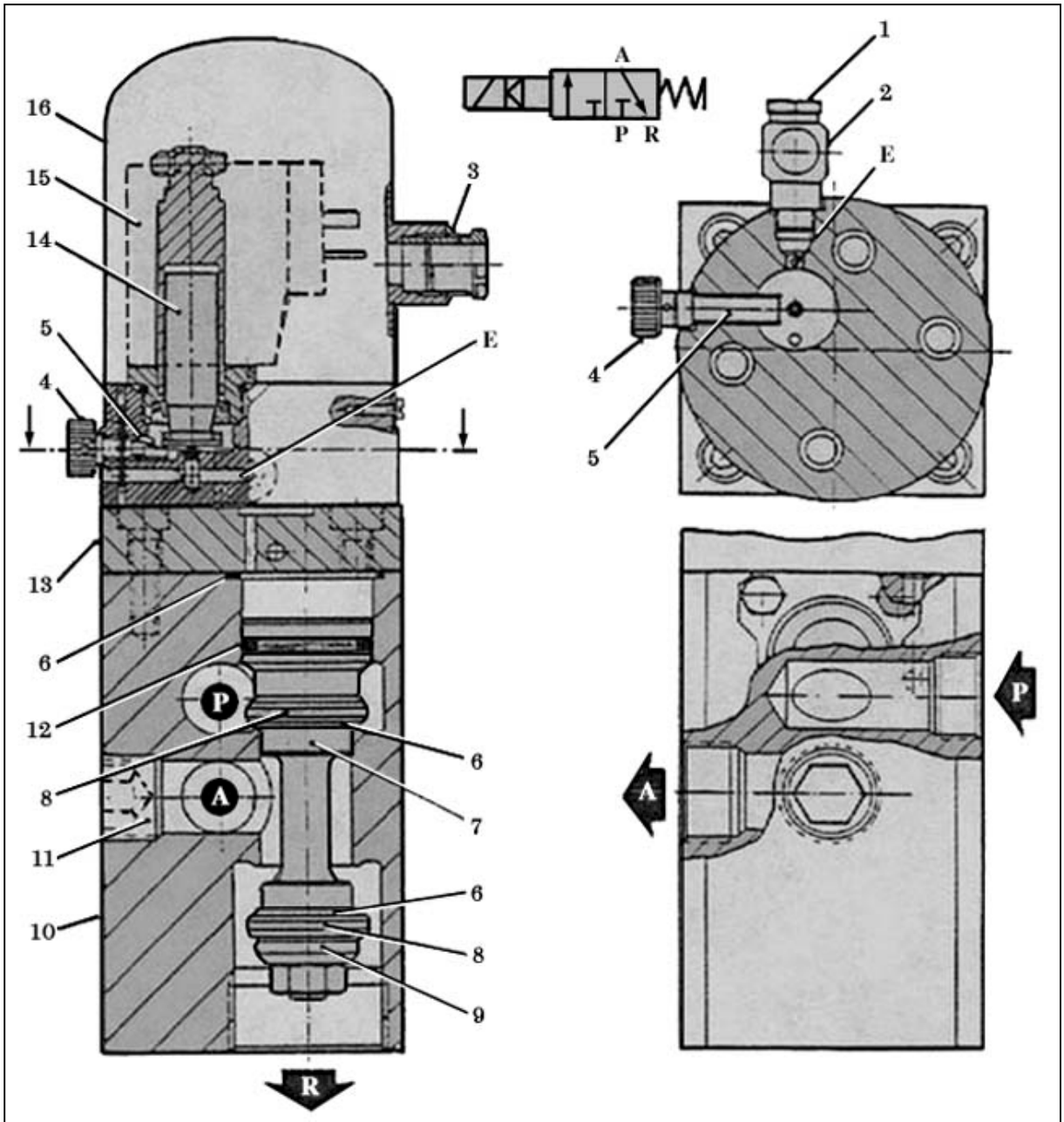


Fig. 7-8 Solenoid Three-way Valve.

1. Hollow Bolt.	2. Connection Adapter.	3. Cable Inlet.	4. Handhweel.
5. Switching Cam.	6. Sealing Ring.	7. Valve Sleeve.	8. Seal Pack.
9. Two-hole Nut.	10. Valve Housing.	11. Plug.	12. Piston Ring.
13. Intermediate Housing.	14. Pilot Valve Armature.	15. Solenoid.	16. Cover.
A = Starting Air.	E = Pilot Valve Vent.	P = Compressed Air.	R = Starting Air Vent.

เมื่อเริ่มเดินเครื่อง ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าจะมีกระแสไฟเข้าเลี้ยง(Energized) จะเกิดอำนาจแม่เหล็กทำให้ลิ้นนำเลื่อนตัว ปิดช่องทางไม่ให้กำลังดันลมเข้าไปภายในห้องลม ในขณะเดียวกันก็จะระบายกำลังดันภายในห้องลมออกทางช่องระบาย(E) ทำให้กำลังดันลมที่ช่องทางเข้า(P)ดันบ่าล่างของชุดกันรั่ว(Seal Pack)ชุดบนของแท่งลิ้น ทำให้แท่งลิ้นเลื่อนขึ้น ชุดกันรั่วชุดบนจะเปิดช่องทางกำลังดันลมเข้ากับช่องทางกำลังดันลมออก(เปิดช่องทาง P-A) เป็นการเปิดกำลังดันลมเข้าทำงานในระบบ ในขณะเดียวกัน ชุดกันรั่ว(Seal Pack)ชุดล่าง ก็จะปิดช่องทางกำลังดันลมออกกับช่องทางระบาย(ปิดช่องทาง A-R)

เมื่อเลิกการเริ่มเดินเครื่อง ส่วนต่างๆ จะกลับมาอยู่ในตำแหน่งเช่นเดียวกับ"ก่อนเริ่มเดินเครื่อง" ที่กล่าวมาแล้ว

>> การปิด-เปิดลิ้นด้วยมือ(Manual) มีการทำงานดังนี้

ก่อนเริ่มเดินเครื่อง คันหมุน(Hand Lever)หรือลูกบิด(Hand wheel) จะอยู่ที่ตำแหน่ง Auto หรือ Aus/Off ซึ่งเป็นตำแหน่งปิดไม่ให้กำลังดันลมเริ่มเดินเข้าทำงานในระบบ

เมื่อเริ่มเดินเครื่อง หมุนคันหมุนหรือลูกบิด ไปตำแหน่ง Manual หรือ Hand หรือ An/on ซึ่งเป็นตำแหน่งเปิดกำลังดันลมเริ่มเดินให้เข้าทำงานในระบบ คันหมุนหรือลูกบิดจะส่งอาการหมุนผ่านลูกเบี้ยวสวิทช์ ให้ลิ้นนำเลื่อนตัว ซึ่งการทำงานของลิ้นจะเป็นเช่นเดียวกับการปิด-เปิดด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าที่กล่าวมาแล้ว

3.3.2 **จานจ่ายลมเริ่มเดิน**(Starting Air Distributor) (รูป 7-9)

ทำหน้าที่ ปิด–เปิดกำลังดันลมเริ่มเดินไปเข้าลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศ(Starting & Decompression Valve)

ประกอบอยู่ทางด้าน KGS ของเครื่อง

ลักษณะ

เรือนจานจ่าย(Distributor Housing) ภายในจะมีช่องสำหรับประกอบเพลาขับ(Drive Shaft) และช่องทางระบาย โดยมีช่องทางกำลังดันลมออก(ไปเข้าลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศ) อยู่โดยรอบเท่าจำนวนลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศ

แผ่นหน้าสัมผัส(Contact Face) ประกอบอยู่กับเรือนจานจ่าย จะมีช่องทางกำลังดันลมเท่ากับจำนวนช่องทางกำลังดันลมออกของเรือนจานจ่าย

แผ่นจานจ่าย(Distributor Disc) ประกอบติดกับเพลาขับด้วยนัต(Nut) ได้รับการขับหมุนจากเพลาลูกเบี้ยว(Cam Shaft)ผ่านเพลากลาง(Intermediate Shaft) ด้วยความเร็วครึ่งหนึ่งของความเร็วเครื่องยนต์ โดยที่แผ่นจานจ่ายนี้จะมีช่องทางกำลังดันลม 1 ช่องทาง สำหรับเปิดกำลังดันลมผ่านช่องทางที่แผ่นหน้าสัมผัสและเรือนจานจ่ายไปเข้าลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศ

ฝาปิดจานจ่าย(Cover) ประกอบติดอยู่กับเรือนจานจ่ายด้วยสลักนัต ทำหน้าที่เป็นห้องลมโดยมีช่องทางกำลังดันลมเข้า(จากลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง) 1 ช่องทาง

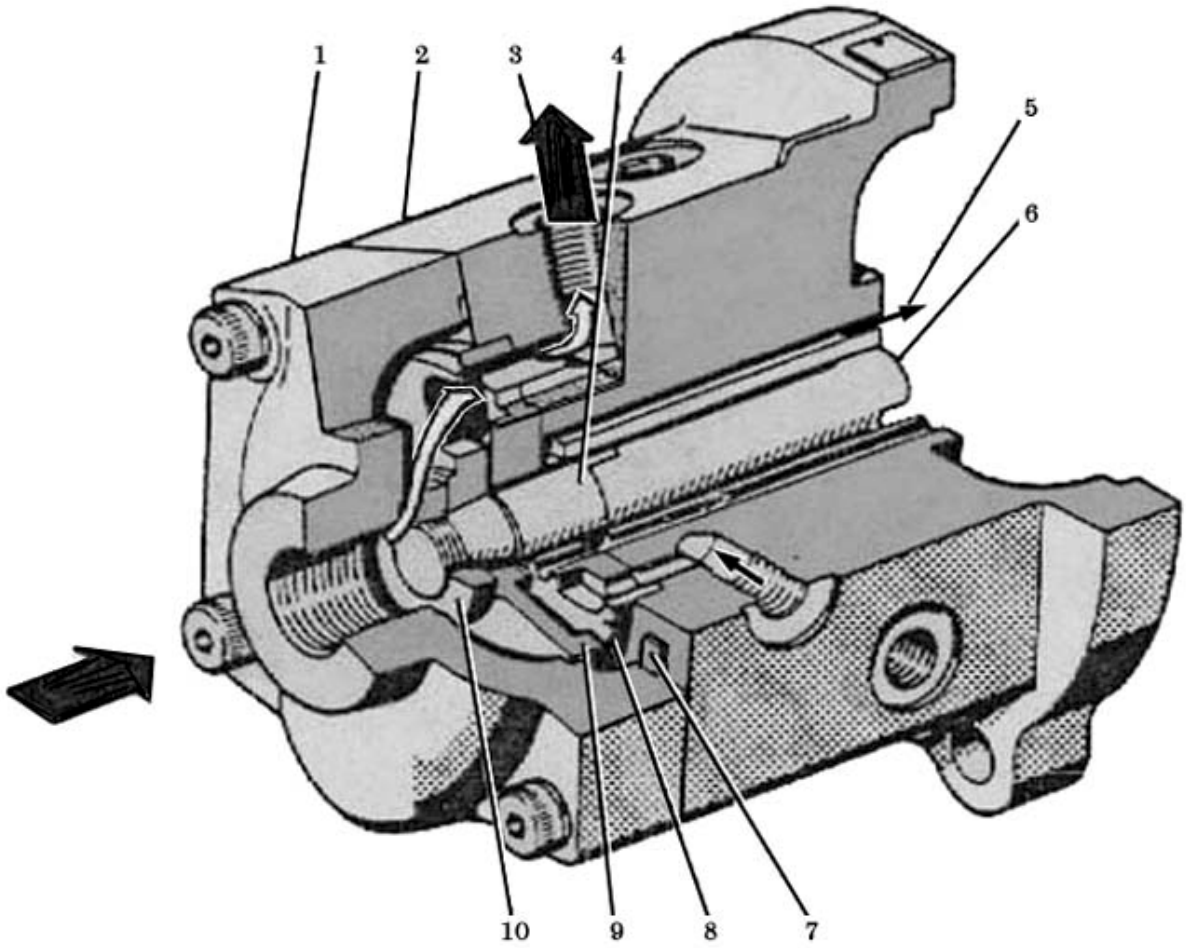


Fig. 7-9 Starting Air Distributor.

1. Cover. 2. Distributor Housing. 3. To Starting Valve. 4. Drive Shaft.
5. Vent. 6. Intermediate Shaft. 7. Gasket. 8. Contact Face.
9. Distributor Disc. 10. Nut.

การทำงาน

เมื่อเริ่มเดินเครื่อง กำลังดันลม(จากลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง) จะเข้ามาที่ช่องทางเข้าของฝาปิดจานจ่าย เข้าไปภายในห้องลม เกิดแรงกดต่อแผ่นจานจ่ายให้แนบสัมผัสกับแผ่นหน้าสัมผัสของเรือนจานจ่าย กำลังดันลมภายในห้องลมนี้จะผ่านช่องทางกำลังดันลมของแผ่นจานจ่ายและช่องทางกำลังดันลมของแผ่นหน้าสัมผัสที่เปิดตรงกันอยู่ แล้วผ่านช่องทางของเรือนจานจ่าย ไปลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศ 1 ลิ้น ซึ่งจะเปิดให้กำลังดันลมดังกล่าวเข้ากระบอกสูบและดันลูกสูบให้เลื่อนลง เป็นการเริ่มหมุนเครื่อง ขณะเดียวกันแผ่นจานจ่ายจะถูกขับหมุนด้วยเพลาลูกเบี้ยวไปด้วย จนกระทั่งช่องทางกำลังดันลมของแผ่นจานจ่ายไปตรงกับช่องทางกำลังดันลมของหน้าสัมผัสช่องต่อไป ก็จะเปิดให้กำลังดันลมเริ่มเดินผ่านไปยังลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศที่ต่ออยู่กับช่องทางนี้ ซึ่งก็จะเปิดให้กำลังดันลมดังกล่าวนี้เข้ากระบอกสูบและดันลูกสูบให้เลื่อนลงเช่นเดียวกันเพื่อหมุนเครื่องต่อไป ซึ่งลำดับการเปิดช่องทางกำลังดันลมดังกล่าวนี้จะเป็นไปตามลำดับการจุดระเบิดของเครื่อง จนกระทั่งเสร็จสิ้นการเริ่มเดิน กำลังดันลมเริ่มเดินภายใน

ระบบจะถูกระบายออกทิ้งภายนอก(โดยลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง) ทำให้ไม่มีแรงกดต่อแผ่นจานจ่ายๆจะเป็นอิสระจากแผ่นหน้าสัมผัสและหมุนต่อไปกับเครื่องยนต์ตลอดเวลาโดยไม่เกิดความเสียหาย

3.3.3 ลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศ(Starting & Decompression Valve) (รูป 7-10)

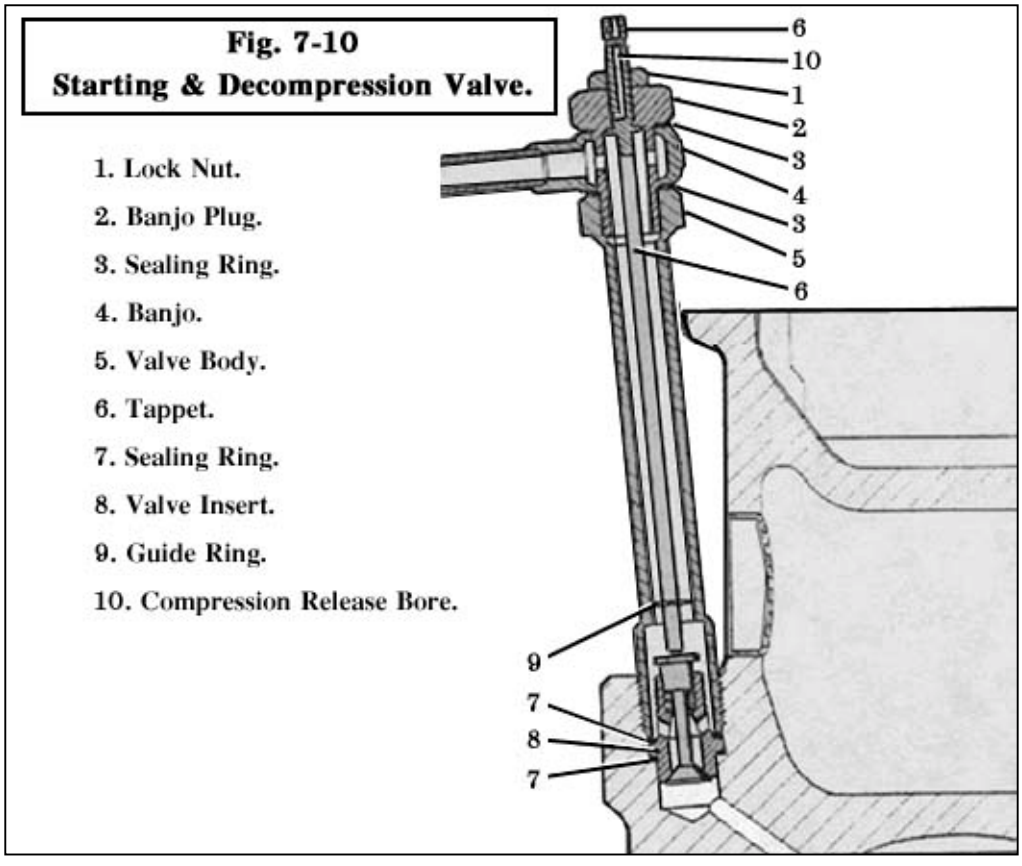
ทำหน้าที่ ปิด-เปิดกำลังดันลมเริ่มเดินเข้าทำงานในกระบอกสูบและเปิดไล่อากาศในกระบอกสูบ ประกอบอยู่ที่ฝาสูบทุกสูบ

ลักษณะ

ส่วนกลางเป็นเรือนลิ้น(Valve Body)ซึ่งที่ปลายด้านล่างจะเป็นเกลียวสำหรับประกอบเข้ากับฝาสูบ ภายในกลวงจะเป็นช่องทางเดินกำลังดันลม ส่วนล่างประกอยด้วยชุดลิ้นกันกลับซึ่งปกติจะปิดด้วยกำลังสปริงลิ้น ส่วนบนประกอบด้วยช่องทางกำลังดันลมเข้าและก้านลิ้น(Tappet) ซึ่งมีช่องทางไล่อากาศ(Compression Release Bore) อยู่ตรงกลางและมีลักษณะเป็นก้านลิ้นยาวสำหรับส่งอาการถึงชุดลิ้นกันกลับ ปกติก้านลิ้นจะถูกล็อคไว้ด้วยนัตล็อค(Lock Nut)

การทำงาน

เป็นลิ้นลมเริ่มเดิน(Starting Valve) คือ เมื่อเครื่องเริ่มเดิน กำลังดันลมเริ่มเดิน(จากจานจ่ายลมเริ่มเดิน) จะเข้ามาที่ช่องทางเข้า ผ่านช่องทางภายในเรือนลิ้น ดันชุดลิ้นกันกลับให้เปิดและเข้าไปภายในกระบอกสูบเข้าดันลูกสูบให้เลื่อนลงต่อไป เมื่อเสร็จสิ้นการเริ่มเดินแล้ว กำลังดันลมเริ่มเดินก็จะถูกระบายออกทิ้งภายนอก(โดยลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง) ชุดลิ้นกันกลับก็จะถูกปิดด้วยกำลังสปริงและกำลังอัดภายในกระบอกสูบ



เป็นลิ้นไล่อากาศ(Decompression Valve) ก็โดยการหมุนคลายนัตล็อค แล้วกวดก้านลิ้นเข้าจนกระทั่งช่องทางไล่อากาศเปิดและส่งอาการให้ชุดลิ้นกันกลับเปิดด้วย เมื่อหมุนเครื่อง(ด้วยมือหรือระบบเริ่มเดิน) อากาศภายในกระบอกสูบจะถูกไล่ออกมาผ่านช่องทางภายในฝาสูบและช่องทางไล่อากาศออกสู่ภายนอกได้ เมื่อไล่อากาศเสร็จแล้ว จึงคลายก้านลิ้นกลับเข้าที่จนสุดระยะ ช่องทางไล่อากาศและลิ้นกันกลับก็จะปิด แล้วจึงกวดนัตล็อคให้แน่น

3.4 การซ่อมบำรุงรักษาระบบ(Maintenance)

รายละเอียด บทที่ 9 ข้อ 90-94 และ 99-103

4.ระบบเริ่มเดินเมื่อเครื่องเย็น(Cold Start System) (รูป 7-11 / 7-12)

ทำหน้าที่ อุ่นอากาศดีเข้าเครื่องให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อเริ่มเดินเครื่องที่อุณหภูมิของเครื่องต่ำมาก(ต่ำกว่า 10°C)

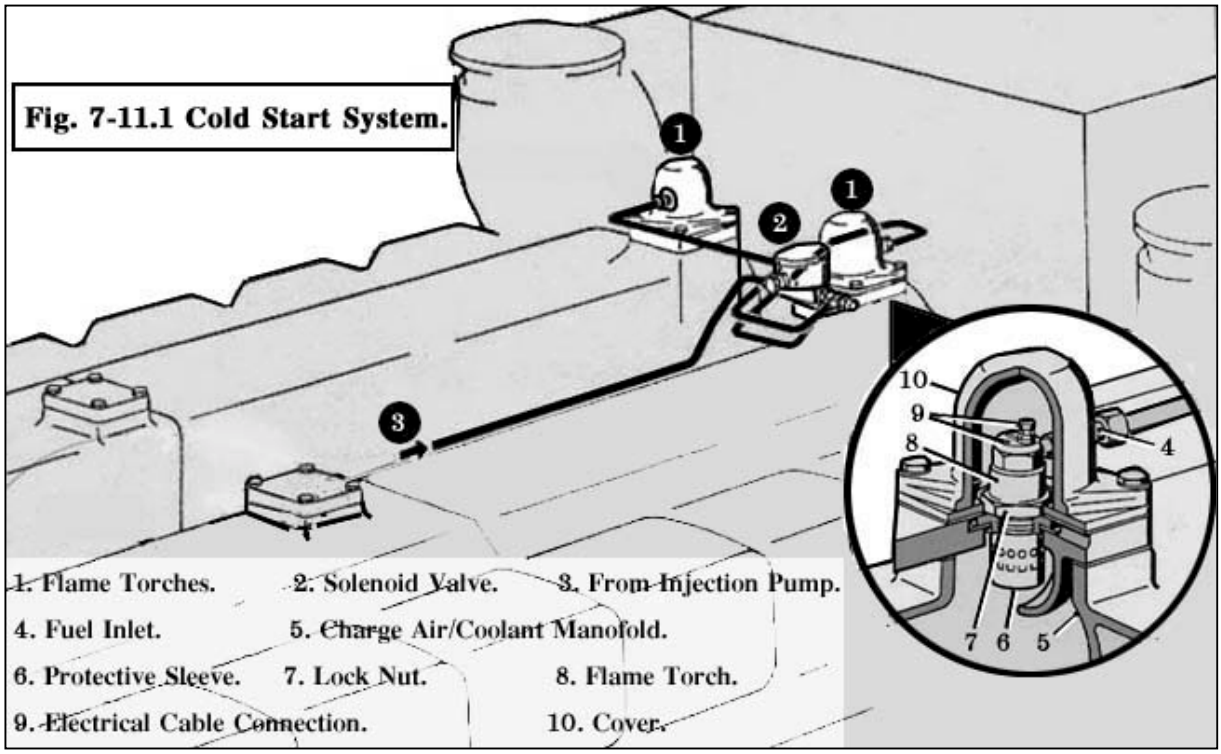
ข้อดี คือ ลดการเกิดควันขาวและทำให้เครื่องยนต์เดินเรียบ(Smooth)ได้เร็วขึ้นเมื่อเริ่มเดินเครื่อง

ระยะเวลาเผาหัว เมื่ออุณหภูมิ		
(Pre-glowing Time)	(+10°C) - (0°C)	60 วินาที
	(0°C) - (-10°C)	90 วินาที

4.1 ส่วนประกอบของระบบ (รูป 7-11)

ลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้า(Solenoid Valve) ทำหน้าที่ ปิด–เปิดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าทำงานในระบบ

หัวเผา(Flame Torch) ทำหน้าที่ เผาน้ำมันเชื้อเพลิงให้ลุกไหม้เป็นเปลวไฟอยู่ภายในท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด(Charge Air/Coolant Manifold) ประกอบอยู่ที่ท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด ท่อละ 1 หัว ทำงานด้วยกระแสไฟฟ้า 19 V.DC. ภายในหัวเผาประกอบด้วยตะแกรงกรอง(Filter)และขดท่อน้ำมัน(Spiral Tube) ซึ่งขดเป็นวงอยู่โดยรอบเดือยเผา(Igniter Pin)



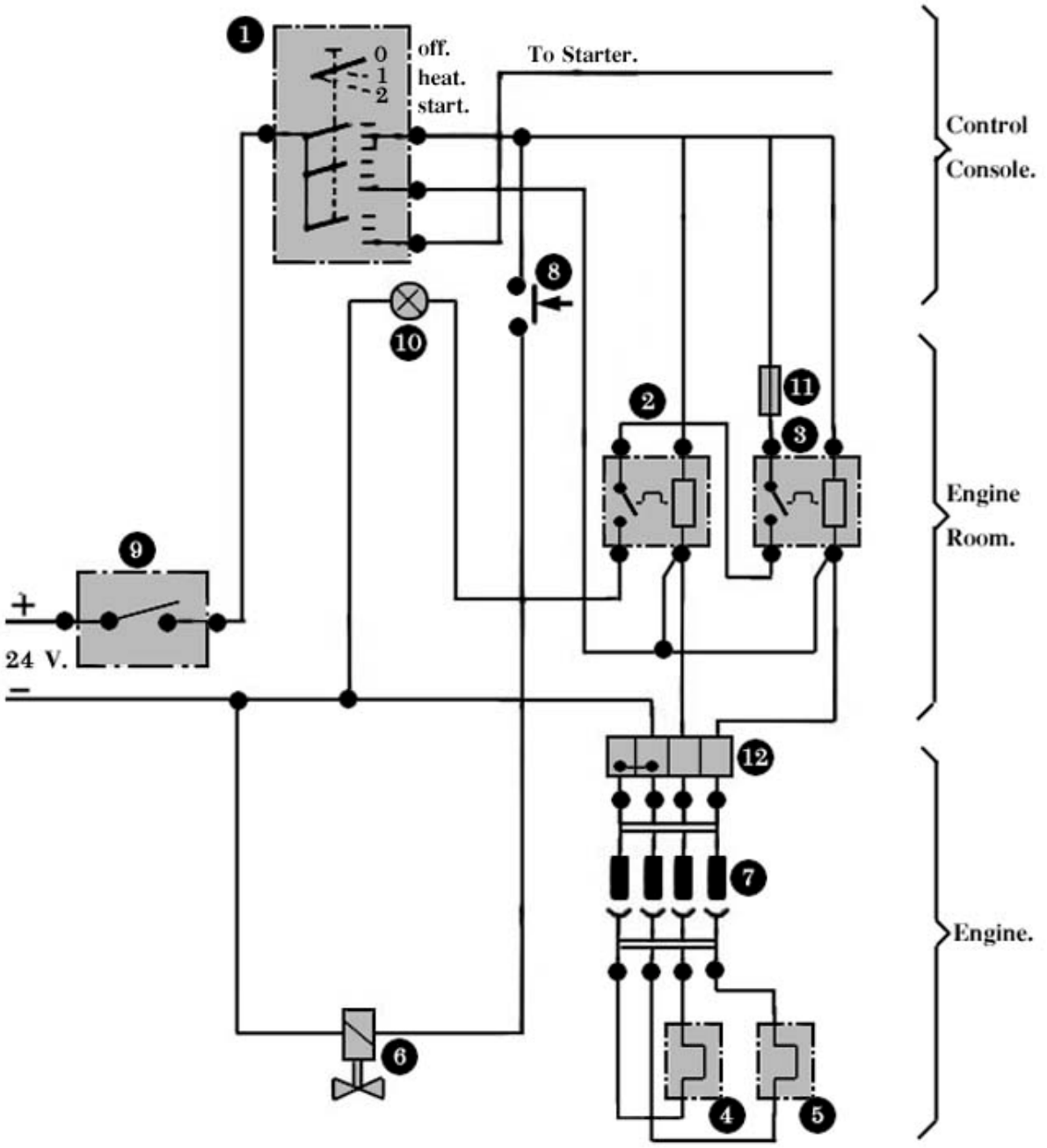


Fig. 7-11.2 Wiring Diagram Cold Starting System.(2-Pole).

1. Pre-glowing Switch.
2. , 3. Series Resistor with Bimetal Contact.
4. , 5. Flame Torh.
6. Solenoid Valve.
7. Plug Connector.
8. Flaming Switch.
9. Master Switch.
10. Control Lamp.
11. Fuse(6 Amp).
12. Terminals.

4.2 การทำงานของระบบ

การทำงานของระบบนี้สามารถควบคุมได้ด้วยระบบอิเล็กทรอนิคหรือควบคุมได้ด้วยมือ (Manual) ซึ่งถ้าควบคุมการทำงานด้วยระบบอิเล็กทรอนิค ขั้นตอนการทำงานของระบบก็จะเป็นไปโดยอัตโนมัติ โดยใช้อุปกรณ์จำพวกรีเลย์เวลา(Time Relay) มาควบคุมการทำงาน แต่ถ้าควบคุมการทำงานด้วยมือ ขั้นตอนในการทำงานต่างๆของระบบ ผู้ปฏิบัติจะต้องกระทำเองทุกขั้นตอน ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงการควบคุมการทำงานของระบบด้วยมือ ซึ่งมีขั้นตอนการเริ่มเดินเครื่อง(Starting Sequence) ดังนี้

> บิดสวิทช์เผาหัว(Pre-glowing Switch) ไปตำแหน่งที่ 1(Heat or Pre-glowing) เป็นการเปิดกระแสไฟฟ้าเข้าหัวเผา(Flame Torch) ให้ร้อนขึ้นประมาณ 1,000°C ซึ่งต้องใช้เวลาอย่างน้อย 60 วินาที สวิทช์เปลี่ยนทางโลหะคู่(Bimetal Contact)ของความต้านทานอนุกรม(Series Resistor) จะต่อกระแสไฟให้ดวงไฟควบคุม(Control Lamp)ติดสว่างขึ้น(ระยะเวลาการเผาหัวตามที่กล่าวมาแล้ว)

>> บิดสวิทช์เผาหัว ไปตำแหน่งที่ 2(Start) เป็นการเปิดกระแสไฟเข้าระบบเริ่มเดินเครื่อง ทำให้เครื่องยนต์เริ่มหมุนหรือมีการเริ่มเดิน ทำให้มีกำลังดันน้ำมันเชื้อเพลิง(จากสูบน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง)ส่งเข้ามาที่ระบบเริ่มเดินเมื่อเครื่องเย็น

>>> ประมาณ 3-5 วินาที กดปุ่มเผาไหม้(Flaming Switch) เป็นการเปิดกระแสไฟเข้าเลี้ยงลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้ลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้าทำงาน(Energized) เปิดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าหัวเผา(Flame Torch) น้ำมันเชื้อเพลิงจะเข้าไปภายในผ่านตะแกรงกรองและขดท่อน้ำมัน ทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นจนกระทั่งกลายเป็นไอและพ่นเป็นเปลวไฟออกจากขดท่อน้ำมัน อยู่ภายในท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด เพื่ออุ่นอากาศดีที่ผ่านมาก่อนเข้ากระบอกสูบ ให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น

>>>> บิดสวิทช์เผาหัวมาที่ตำแหน่ง 1 เป็นการหยุดการทำงานของระบบเริ่มเดินเครื่อง แต่ระบบเริ่มเดินเมื่อเครื่องเย็น ยังทำงานอยู่จนกว่าเครื่องจะเดินเรียบร้อย ซึ่งช่วงเวลาตั้งแต่เผาไหม้(Flaming) จนกระทั่งเครื่องเดินได้เรียบร้อย จะต้องไม่เกิน 2 นาที(120 วินาที)

>>>>> บิดสวิทช์เผาหัวมาที่ตำแหน่ง 0 เป็นการปิดกระแสไฟเข้าระบบทั้งหมดและปล่อยปุ่มเผาไหม้ เป็นการหยุดการทำงานของระบบทั้งหมด

ข้อควรจำ !

! ระบบนี้จะใช้งานเมื่อ อุณหภูมิของเครื่องต่ำกว่า 10°C เท่านั้น

! ถ้าเริ่มเดินเครื่องครั้งแรกไม่สำเร็จ จะต้องหยุดพักอย่างน้อย 60 วินาที จึงเริ่มเดินครั้งที่ 2

! ถ้าเริ่มเดินเครื่องครั้งที่ 2 ยังไม่สำเร็จอีก จะต้องหยุดการเริ่มเดินและตรวจสอบแก้ไขข้อขัดข้องก่อนเริ่มเดินเครื่องครั้งใหม่

4.3 การซ่อมบำรุงรักษาระบบ(Maintenance)

รายละเอียด บทที่ 9 ข้อ 109

บทที่ 8
คำแนะนำในการใช้เครื่อง
(Operating Instruction)

จุดประสงค์ของคำแนะนำในการใช้เครื่อง ก็เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ใช้เครื่อง ได้ใช้เครื่องอย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะเป็นผลให้ความสิ้นเปลืองในการซ่อมทำต่ำลงด้วย ซึ่งคำแนะนำในการใช้เครื่องนี้ ประกอบด้วยคำแนะนำในการปฏิบัติงาน ในขั้นตอนต่างๆ คือ

การเตรียมการก่อนใช้เครื่อง(Before-Operation Service) (รายละเอียด ข้อ 1)

การใช้เครื่อง(Engine Operation) (รายละเอียด ข้อ 2)

การตรวจสอบขณะใช้เครื่อง(Operational Checks) (รายละเอียด ข้อ 3)

การเลิกเครื่อง(Engine Shutdown) (รายละเอียด ข้อ 4)

การปฏิบัติหลังจากเลิกเครื่อง(After-Shutdown Service) (รายละเอียด ข้อ 5)

มาตราการฉุกเฉิน(Emergency Measure) (รายละเอียด ข้อ 6)

และในที่นี้จะกล่าวถึงการตรวจสอบสีของแก๊สเสีย(รายละเอียด ข้อ 7) และ แนวทางการแก้ไขข้อขัดข้อง (Troubleshooting)(รายละเอียด ข้อ 8) ด้วย

1.การเตรียมการก่อนการใช้เครื่อง(Before-Operation Service)

ก่อนเริ่มเดินเครื่องทุกครั้ง สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ การเริ่มเดินเครื่องนั้นเป็นการเริ่มเดินเครื่องจากสภาพใด ใน 3 ลักษณะ ต่อไปนี้ คือ

หลังจากเลิกเครื่องเป็นระยะเวลาสั้นๆ **(I)**

หลังจากเลิกเครื่องเป็นระยะเวลานาน(มากกว่า 1 สัปดาห์) **(II)**

เริ่มเดินเครื่องครั้งแรก(Initial Startup)หรือเครื่องที่มีการปฏิบัติดูแลรักษา (Preserved Engine) **(III)**

ดังนั้น การเตรียมการก่อนการใช้เครื่อง จึงแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะดังกล่าว ซึ่งสำหรับรายละเอียดในการปฏิบัติงานต่างๆ จะแตกต่างกันไปในแต่ละเครื่อง ซึ่งจะต้องดูในคู่มือประจำเครื่องเท่านั้น

Before-Operation Service.

	งานที่ต้องปฏิบัติ	I	II	III	วิธีการปฏิบัติ
1.	ระบบท่อทางอากาศดีเข้าเครื่อง =ตรวจสอบน้ำตกที่ท่อระบายน้ำตกอากาศดี	X	X	X	บทที่ 9 ข้อ 27
2.	น้ำมันเชื้อเพลิง =ตรวจระดับน้ำมันเชื้อเพลิง	X	X	X	บทที่ 9 ข้อ 41
3.	น้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง =ตรวจสอบระดับน้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง	X	X	X	บทที่ 9 ข้อ 54
	=อุ่น(Preheat)น้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง	X	X	X	ดูคู่มือประจำเครื่อง
4.	ระบบน้ำทะเล =เปิดลิ้นน้ำทะเล เข้า–ออก ระบบ	X	X	X	ดูคู่มือประจำระบบ
5.	น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ = ตรวจสอบระดับ	X	X	X	บทที่ 9 ข้อ 78
6.	หม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ =ตรวจสอบตำแหน่งลิ้นเปลี่ยนทาง	X	X	X	บทที่ 6 ข้อ 3.5
7.	ระบบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ =เปิดลิ้นทางเข้าหม้อกรองทางลัดน้ำมันหล่อ	X	X	X	ดูคู่มือประจำระบบ
8.	ระบบตรวจสอบ(Monitoring System) =เปิดกระแสไฟฟ้าเข้าเลี้ยงระบบ(Switch On)	X	X	X	ดูคู่มือประจำระบบ
9.	ระบบกำลังดันลม(Compressed Air) =ตรวจสอบกำลังดันลมที่ขวดเก็บ	X	X	X	ดูคู่มือประจำระบบ
	=เปิดลิ้นลมเข้าระบบ	X	X	X	ดูคู่มือประจำระบบ
	=ระบายน้ำตกออกจากระบบ	X	X	X	ดูคู่มือประจำระบบ
10.	เรือนแบริ่ง(Bearing Housing) =ตรวจระดับน้ำมันหล่อลื่น	X	X	X	ดูคู่มือประจำเครื่อง
11.	ส่วนขับหมุนเครื่อง(Running Gear) =หมุนเครื่องด้วยมือ(รวมถึงหลังจากเลิกเครื่องหลายๆชั่ว-โมงด้วย)		X	X	บทที่ 9 ข้อ 2
12.	เครื่องควบคุมความเร็ว(Governor) =ตรวจสอบการทำงาน		X	X	บทที่ 9 ข้อ 11
13.	ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน(Emergency Air Shut-off Flaps) =ตรวจสอบตำแหน่งใช้งาน		X	X	บทที่ 9 ข้อ 21

14.	หม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง =ตรวจสอบตำแหน่งลิ้นเปลี่ยนทาง	X	X	ดูคู่มือประจำระบบ
15.	หม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง =ตรวจสอบตำแหน่งลิ้นเปลี่ยนทาง	X	X	บทที่ 9 ข้อ 47
16.	อุปกรณ์ช่วย(Accessories)อิเล็กทรอนิคส์ =ตรวจสอบปลั๊กต่อต่างๆ	X	X	คู่มือประจำระบบ
17.	เครื่องที่มีการเก็บรักษา(Preservation) =ระบายน้ำมันหล่อป้องกันสนิม(Preservation Oil)ทิ้งและตรวจ-สอบส่วนต่างๆ ด้วยสายตา		X	ดูคู่มือประจำเครื่อง
18.	ห้องเผาไหม้ =ไล่อากาศในห้องเผาไหม้		X	บทที่ 9 ข้อ 4
19.	เรือนอากาศดีเข้าเครื่อง(Intake Air Housing) =ถอดฝาปิด(Cover Plates)		X	ดูคู่มือประจำเครื่อง
20.	สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง =เติมน้ำมันหล่อลื่น		X	บทที่ 9 ข้อ 32
21.	น้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง =เติมน้ำจืดเข้าระบบ		X	บทที่ 9 ข้อ 53
22.	ระบบน้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง =ตรวจสอบการอุดตันของท่อทางระบายอากาศต่างๆ		X	บทที่ 9 ข้อ 60
23.	ชุดอุ่นน้ำจืด(Preheating Unit) =เปิดกระแสไฟฟ้าเข้าเลี้ยงระบบ(Switch On)		X	ดูคู่มือประจำเครื่อง
24.	น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ =เติมน้ำมันหล่อเข้าระบบ		X	บทที่ 9 ข้อ 76
25.	จุดหล่อลื่นต่างๆ(Lubricating Points) =จัดการหล่อลื่นให้เรียบร้อย		X	ดูคู่มือประจำเครื่อง
26.	การควบคุมเครื่อง(Engine Controls) =ตรวจสอบการทำงาน		X	ดูคู่มือประจำเครื่อง
27.	หน้าแปลนต่อส่งกำลังงานออก(Coupling) =เติมน้ำมันหล่อลื่น		X	ดูคู่มือประจำเครื่อง
28.	เรือนแบริ่ง =เติมน้ำมันหล่อให้เต็ม		X	ดูคู่มือประจำเครื่อง

2.การใช้เครื่อง(Engine Operation)

	งานที่ต้องปฏิบัติ	วิธีปฏิบัติ
1.	น้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง =เลิกอุ่นน้ำจืด	ดูคู่มือประจำเครื่อง
2.	เครื่องยนต์ =เริ่มเดินเครื่อง	บทที่ 9 ข้อ 93
	=ตรวจฟังเสียงเครื่อง	บทที่ 9 ข้อ 110
	=ตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทางภายนอกต่างๆ	---
	=ตรวจสอบความเร็วเครื่อง,กำลังดันและอุณหภูมิที่มาตรวัดแสดงค่า	บทที่ 9 ข้อ 112-114
	=อุ่นเครื่อง(Warm-up)	บทที่ 9 ข้อ 116
3.	ถ้าเป็นเครื่องยนต์ใหม่หรือเครื่องที่มีการเก็บรักษา(Preservation)และเริ่มเดินครั้งแรก ให้เดินทดสอบ(Test Run) ดังนี้ =ตรวจสอบการตกต่ำ(Depression) ของกำลังดันอากาศดีเข้าเครื่อง	บทที่ 9 ข้อ 13
	=ตรวจสอบกำลังดันต้านกลับ(Back pressure) ของแก๊สเสีย	บทที่ 9 ข้อ 15

3.การตรวจสอบขณะใช้เครื่อง(Operational Check)

ก็คืองานซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง ขั้น W 1 นั่นเอง

	งานที่ต้องปฏิบัติ	วิธีปฏิบัติ
1.	ขณะใช้เครื่อง =ตรวจสอบสีของแก๊สเสีย	ข้อ 7
2.	ระบบแก๊สเสีย =ระบายน้ำตกภายในระบบ	บทที่ 9 ข้อ 16
3.	ระบบท่อทางอากาศดี =ตรวจสอบท่อระบายน้ำตกอากาศดีดูน้ำตกและการอุดตัน	บทที่ 9 ข้อ 27-28
4.	น้ำมันเชื้อเพลิง =ตรวจสอบระดับน้ำที่ถังใช้การ	ดูคู่มือประจำระบบ
	=ระบายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในหม้อรับน้ำมันเชื้อเพลิงรั่ว ไหล	บทที่ 9 ข้อ 43
5.	หม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง =เปิดระบายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในหม้อกรอง	บทที่ 9 ข้อ 45
	=หมุนมือหมุน(Ratchet Handle)	บทที่ ข้อ 44
6.	น้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง =ตรวจสอบระดับ	บทที่ 9 ข้อ 54
7.	น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ =ตรวจสอบระดับ	บทที่ 9 ข้อ 78
8.	ระบบตรวจสอบ(Monitoring System) =ทดสอบดวงไฟ(Lamp Test)	ดูคู่มือประจำระบบ

9.	ขณะใช้เครื่อง =ตรวจฟังเสียงของเครื่อง	 บทที่ 9 ข้อ 110
	=ตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทางภายนอก	บทที่ 9 ข้อ 111
	=ตรวจสอบความเร็วเครื่องและกำลังงานออก	บทที่ 9 ข้อ 112
10.	ตรวจสอบกำลังดันและอุณหภูมิที่มาตรวัดแสดงค่ากำลังดันลม	ดูคู่มือประจำระบบ
	ตรวจสอบกำลังดันใช้การที่ขวดเก็บลม	ดูคู่มือประจำระบบ
	ระบายน้ำตกภายในระบบ	ดูคู่มือประจำระบบ
11.	แบตเตอรี่ =ตรวจสอบ	 ดูคู่มือแบตเตอรี่

4.การเลิกเครื่อง(Engine Shutdown)

	งานที่ต้องปฏิบัติ	**วิธีปฏิบัติ**
1.	เครื่องยนต์ =เลิกเครื่อง	 บทที่ 9 ข้อ 95

5.การปฏิบัติหลังจากเลิกเครื่อง(After-Shutdown Service)

ก่อนการเลิกเครื่องทุกครั้ง สิ่งที่ต้องคำนึง คือ ระยะเวลาของการหยุดเดินเครื่องนั้นยาวนานเพียงไร เพื่อที่จะได้ปฏิบัติงานหลังจากเลิกเครื่องได้อย่างถูกต้อง

ถ้าเครื่องยนต์ต้องหยุดเดินเครื่องนานกว่า 3 เดือน จะต้องปฏิบัติงานการเก็บรักษาเครื่อง (Preservation - ดูในคู่มือประจำเครื่อง)

After-Shutdown Service.

	งานที่ต้องปฏิบัติ	**วิธีปฏิบัติ**
1.	ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน(Emergency Air Shut-off Flaps) =ปิดด้วยมือ(เฉพาะเลิกเครื่องเป็นระยะเวลานาน)	 บทที่ 9 ข้อ 22
2.	น้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง =เปิดระบายออก(ถ้าอุณหภูมิต่ำมากจนแข็งตัว)	 บทที่ 9 ข้อ 55
3.	น้ำทะเล =ปิดลิ้นน้ำทะเล เข้า-ออกระบบ	 ดูคู่มือประจำระบบ
4.	น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ =ตรวจสอบระดับ	 บทที่ 9 ข้อ 78
5.	ระบบตรวจสอบ(Monitoring System) =ปิดกระแสไฟฟ้าที่เข้าระบบ(Switch Off)	 ดูคู่มือประจำระบบ
6.	ระบบกำลังดันลม(Compressed Air) =ปิดลิ้นลมเข้าระบบ	 ดูคู่มือประจำระบบ

6.มาตรการฉุกเฉิน(Emergency Measure)

ในกรณีที่เกิดการผิดปกติหรือการขัดข้องกับระบบของเครื่องต่อไปนี้ เราสามารถที่จะใช้เครื่องฉุกเฉิน(Emergency Operation)ต่อไปได้เป็นระยะเวลาสั้นๆ จนกว่าการขัดข้องจะได้รับการแก้ไข

Emergency Measure.

	งานที่ต้องปฏิบัติ	วิธีปฏิบัติ
1.	เทอร์โบชาร์จ =การใช้เครื่องโดยไม่ใช้เทอร์โบชาร์จ	บทที่ 4 ข้อ 4.2
2.	น้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง =การตั้งฉุกเฉินเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด(Coolant Thermostat)	บทที่ 9 ข้อ 74

7.การตรวจสอบสีของแก๊สเสีย

ถ้า***เครื่องยนต์เดินปกติและมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ แก๊สเสียของเครื่องจะเป็นสีเทาอ่อน (Light-Gray)*** แต่ถ้ามีความผิดปกติกับเครื่องยนต์ แก๊สเสียจะเปลี่ยนเป็นสีต่างๆ ที่พอสังเกตุได้ง่าย ดังนี้

7.1 แก๊สเสียสีดำ(Black Exhaust Gases)

แสดงว่า ***การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์(Incomplete Combustion)***

	สาเหตุ	การตรวจสอบ	หมายเหตุ
1.	อากาศดีเข้าเครื่องไม่พอ	1.หม้อกรองอากาศดีสกปรก	บทที่ 9 ข้อ 19-20
		2.เทอร์โบชาร์จสกปรกหรือขัดข้อง	---
		3.ท่อทางอากาศดีรั่วไหล	ตรวจด้วยสายตา
2.	ระบบแก๊สเสียผิดปกติ	1.ท่อทางแก๊สเสียสกปรก	ตรวจด้วยสายตา
		2.กำลังดันต้านกลับแก๊สเสีย	บทที่ 9 ข้อ 15
3.	อุปกรณ์ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงผิดปกติ	1.หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	ดูคู่มือเฉพาะ
		2.สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	ดูคู่มือเฉพาะ
		3.จังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	บทที่ 9 ข้อ 38
		4.ระยะห่างลิ้นอากาศดี-แก๊สเสีย	บทที่ 9 ข้อ 6
4.	กำลังอัดภายในสูบไม่ถูกต้อง	1.ระยะห่างลิ้นอากาศดี-แก๊สเสีย	บทที่ 9 ข้อ 6
		2.แหวนอัดของลูกสูบ	ดูคู่มือเฉพาะ
		3.แผ่นกันรั่ว(Gaskets)ฝาสูบ	ดูคู่มือเฉพาะ
		4.เครื่องรับภาระมากเกิน(Overload)	ดูคู่มือเฉพาะ
5.	การส่งต่อกำลังของเครื่องไม่-ปกติ	1.หน้าแปลนต่อ(Coupling)ชำรุด	ดูคู่มือประจำเครื่อง
		2.เพลากากบาท(Universal Shaft) ชำรุด	ดูคู่มือประจำเครื่อง
		3.หมู่เฟืองทด(Gear Box) ผิดปกติ	คู่มือเฉพาะ

7.2 **แก๊สเสียสีน้ำเงิน**(Blue Exhaust Gases)

แสดงว่า ***มีน้ำมันหล่อเข้าห้องเผาไหม้มากเกินไป(Excessive Oil In Combustion Chamber)***

	สาเหตุ	การตรวจสอบ	หมายเหตุ
1.	มีน้ำมันหล่อเข้าห้องเผาไหม้มากเกินไป	1.ระดับน้ำมันหล่อในเครื่องสูงเกินไป	บทที่ ข้อ
		2.แหวนลูกสูบชำรุดผิดปกติ	---
		3.ส่วนระบายอากาศห้องเพลาข้อเหวี่ยงผิดปกติ	---
		4.สูบกำจัดน้ำมันหล่อผิดปกติ(Oil Metering Pump) ผิดปกติ	บทที่ 9 ข้อ 75
		5.ปลอกสูบสึกหรอมาก	ดูคู่มือเฉพาะ
		6.ปลอกนำก้านลิ้น(Valve Guided) ชำรุด	ดูคู่มือเฉพาะ
		7.กำลังอัดในสูบไม่ถูกต้อง	บทที่ 9 ข้อ 5

7.3 **แก๊สเสียสีขาว**(White Exhaust Gases)

แสดงว่า ***น้ำมันเชื้อเพลิงไม่จุดระเบิดเผาไหม้(No Ignition)***

	สาเหตุ	การตรวจสอบ	หมายเหตุ
1.	เครื่องเย็น	1.อุณหภูมิน้ำจืด	ตรวจด้วยสายตา
		2.เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด (Thermostat)	บทที่ 9 ข้อ 74
2	อุณหภูมิอากาศดีเข้าเครื่องต่ำเกินไป	1.เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด	บทที่ 9 ข้อ 74
		2.วงจรอุณหภูมิต่ำ	---
3.	น้ำมันเชื้อเพลิง	1.มีน้ำปนในน้ำมันเชื้อเพลิง	ดูคู่มือเฉพาะ
4.	มีน้ำในห้องเผาไหม้	1.ฝาสูบ,ปลอกสูบรั่วไหล	ดูคู่มือเฉพาะ
		2.หม้อระบายความร้อนอากาศดีรั่วไหล	บทที่ 9 ข้อ 27
5.	อุปกรณ์ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงผิดปกติ	1.หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	บทที่ 9 ข้อ 35
		2.อุปกรณ์ตัดการทำงานของสูบ (Cylinder Cutout)	---

8.แนวทางการแก้ไขข้อขัดข้อง(Troubleshooting)

ถ้าเกิดความผิดปกติขึ้นกับเครื่องยนต์ เราสามารถที่จะวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เครื่องยนต์เกิดอาการผิดปรกติ ได้จากอาการทำงานหรือการแสดงออกต่างๆ ของเครื่องยนต์ในขณะนั้น ในกรณีที่เครื่องยนต์มีความผิดปกติเล็กน้อย ควรจะต้องลดความเร็วเครื่องลงมาเดินเครื่องที่ความเร็วตัวเปล่า(Idling Speed) หรือ ถ้าไม่สามารถหาสาเหตุของความผิดปกติได้ก็ควรจะต้องเลิกเครื่อง

พึงระลึกไว้ว่า ***"เลิกเครื่องไว้ก่อน ดีกว่าเครื่องยนต์เสียหายมากขึ้น"***

8.1 แนวทางปฏิบัติทั่ว ๆไป(General)

เมื่อเกิดข้อขัดข้องขึ้นกับเครื่องยนต์อย่างใดอย่างหนึ่ง การแก้ไขโดยทั่วไป มีดังนี้

8.1.1 น้ำรั่วไหลภายในเครื่อง(Internal Water Leakage)

ผลที่ตามมาก็คือ การเกิดสนิมและการกัดกร่อนขึ้นภายใน

ถ้าไม่สามารถซ่อมทำหรือแก้ไขการรั่วไหลได้ทันที เพื่อหลีกเลี่ยงผลดังกล่าว ให้ปฏิบัติดังนี้

= ระบายน้ำจืดและน้ำมันหล่อออกจากเครื่อง

= เติมน้ำมันหล่อป้องกันสนิม(Preservation Oil) น้ำมันก๊าดหรือน้ำมันดีเซลเข้าเครื่องให้ระดับสูงที่สุดเท่าที่จะทำได้

= ถอดท่อรวมอากาศและน้ำจืด

= ถอดหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

= หมุนเครื่องด้วยมือและฉีดพ่นน้ำมันหล่อป้องกันสนิม,น้ำมันก๊าดหรือน้ำมันดีเซล ผ่านลิ้น-อากาศดีที่เปิด เข้าห้องเผาไหม้

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ การปฏิบัติเพื่อป้องกันสนิมและการกัดกร่อนดังกล่าวนี้ สามารถป้องกันได้เพียง 2–3 วัน เท่านั้น เพราะฉะนั้นจะต้องซ่อมทำหรือแก้ไขการรั่วไหลและทำความสะอาดเครื่องโดยเร็วที่สุด

Δ เมื่อซ่อมทำและทำความสะอาดเครื่องเรียบร้อยแล้ว จะต้องเติมน้ำจืดและน้ำมันหล่อตามคู่มือ mtu. Fluids and Lubricants Specification No.1061 ก่อนเริ่มเดินเครื่อง

Δ เมื่อใช้เครื่องครบ 50 ชม.แรก จะต้องเปลี่ยนน้ำมันหล่อใหม่ เนื่องจากอาจจะมีน้ำตกค้างอยู่ภายในระบบเข้าผสมกับน้ำมันหล่อที่เติมครั้งแรก

8.1.2 มีน้ำมันเชื้อเพลิงปนในน้ำมันหล่อ(Engine Oil Diluted with fuel)

หลังจากหาสาเหตุและซ่อมทำเรียบร้อยแล้ว ปกติจะต้องปฏิบัติดังนี้ คือ

= เปลี่ยนน้ำมันหล่อใหม่ โดยน้ำมันหล่อเก่าในอ่างน้ำมันเครื่อง(Oil Pan),หม้อกรองละเอียดน้ำ-มันหล่อ(Oil filter)และหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ ต้องระบายทิ้งออกให้หมด เปลี่ยนไส้กรองกระดาษ (Paper filter Element) แล้วทำความสะอาดไส้กรองตะแกรงโลหะ(Edge-Type filter)

8.1.3 **หลังจากซ่อมทำเครื่อง**(After Work On Engine)

ถ้ามีการเปลี่ยนส่วนประกอบของส่วนขับหมุนเครื่อง(Running Gear) เช่น ปลอกสูบ(Liner)หรือลูกสูบ เป็นต้น จะต้องปฏิบัติตามขั้นตอน การเดินเครื่องให้สึกเข้าที่(Run-in)

8.1.4.**หลังจากเครื่องหยุดเดินเพราะลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินปิด**(By Emergency Air Shut-off flap)

ก่อนเริ่มเดินเครื่องใหม่ จะต้องปฏิบัติดังนี้

= เปิดลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินด้วยมือ (รายละเอียด บทที่ 9 ข้อ 22)

= ไล่อากาศภายในห้องเผาไหม้ (รายละเอียด บทที่ 9 ข้อ 4)

8.1.5.**การใช้เครื่องฉุกเฉิน**(Emergency Operation)

ถ้าเกิดจากเทอร์โบชาร์จขัดข้อง ให้ปฏิบัติตามรายละเอียด บทที่ 4 ข้อ 4.2

ถ้าเกิดจากเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด(Coolant Thermostat) ขัดข้อง ให้ปรับแต่งฉุกเฉิน ตามรายละเอียด บทที่ 9 ข้อ 74

8.2.**สภาพการผิดปกติ**(Fault Condition)

สภาพการผิดปกติซึ่งจะกล่าวถึงต่อไปนี้ เป็นตัวอย่างการผิดปกติซึ่งอาจเกิดขึ้นได้และแนวทางการแก้ไข การตรวจสอบ/ทดสอบ เพื่อตรวจหาสาเหตุการผิดปกติต่างๆ ส่วนรายละเอียดวิธีปฏิบัติในการตรวจสอบหรือทดสอบนั้น ให้ดูรายละเอียดในคู่มือประจำเครื่องหรือคู่มือประจำระบบนั้นๆ

8.2.1 **เกิดสัญญาณเตือนระดับน้ำจืดต่ำเกิน**(Engine Coolant Low Level Alarm)

	สาเหตุของการผิดปกติ	**การตรวจสอบ/ทดสอบ**
1.	ระบบน้ำจืดไม่ปิดผนึก	1.ตรวจปิดถังพักน้ำจืดด้วยสายตา
		2.ตรวจการรั่วไหลของฝาปิดระบาย(Breather Valve)
2.	น้ำจืดรั่วไหลออกภายนอกเครื่อง	1.ตรวจดูการรั่วไหลของท่อทางภายนอกเครื่อง,ช่องทางระบาย(Drain)และภายนอกเรือนสูบด้วยสายตา
3.	หม้อระบายความร้อนน้ำจืดรั่วไหล	1.ตรวจสอบ/ทดสอบการรั่วไหล
4.	น้ำจืดรั่วไหลภายในเครื่อง	1.ตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อ
		2.ตรวจสอบคุณภาพน้ำมันหล่อ
		3.ตรวจสอบฝาสูบ
		4.ตรวจสอบวงกันรั่ว(Seal) ปลอกสูบ
		5.ตรวจสอบปลอกสูบ
		6.ตรวจสอบเรือนสูบ
5.	อุปกรณ์ตรวจวัดระดับผิดปกติ	1.ทดสอบการทำงาน

8.2.2.**ระดับน้ำมันหล่อต่ำเกิน**(Engine Oil Low Level)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	น้ำมันหล่อรั่วไหลภายนอกเครื่อง	1.ตรวจสอบท่อทางทางนอกเครื่อง,ท่อทางระบาย (Drain) , ภายนอกเรือนสูบและอ่างน้ำมันหล่อ (Oil Pan) ด้วยสายตา
2.	หม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อรั่วไหล	1.ตรวจสอบ/ทดสอบการรั่วไหล
3.	เครื่องยนต์สึกหรอ	1.ตรวจสอบปลอกนำก้านลิ้น(Valve Guide),ปลอก-สูบ,แหวนลูกสูบ(Piston Rings)
4.	ระบบปรับน้ำมันหล่อ(Oil Level Regulating System)ทำงานผิดปกติ	1.ตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อในถังพัก(Refill Tank) ด้วยสายตา
		2.ตรวจสอบสูบปรับระดับน้ำมันหล่อและส่วนขับหมุน (Pump Drive)
		3.ตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทาง

8.2.3.**ระดับน้ำมันหล่อสูงเกิน**(Engine Oil High Level)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	มีน้ำปนในน้ำมันหล่อ	1.ตรวจสอบดูการรั่วไหลของหม้อระบายความร้อนน้ำ-มันหล่อ,วงกันรั่วปลอกสูบ,ปลอกสูบและเรือนสูบ
2.	มีน้ำมันเชื้อเพลิงปนในน้ำมันหล่อ	1.ตรวจสอบ/ทดสอบการรั่วไหลของหัวฉีดน้ำมันเชื้อ-เพลิงและสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง
3.	ระบบปรับน้ำมันหล่อผิดปกติ	1.ตรวจสอบสูบปรับระดับน้ำมันหล่อด้วยสายตา
		2.ตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อในถังพักด้วยสายตาว่าระดับต่ำเกินไปหรือไม่

8.2.4.**เกิดสัญญาณเตือนกำลังดันลมเริ่มเดินต่ำเกิน**(Starting Air Pressure Alarm)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	ระบบอากาศอัด(Compressed Air) ผิดปกติ	1.ตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทางเข้าถังด้วยสายตา
		2.ตรวจสอบการทำงานของเครื่องอัดอากาศ (Compressor),ลิ้นควบคุมกำลังดัน
2.	ระบบลมเริ่มเดินผิดปกติ	1.ตรวจสอบการรั่วไหลของถังและท่อทาง
		2.ตรวจสอบจานจ่ายลมและท่อทาง
		3.ตรวจสอบลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง
3.	ระบบอิเล็กทรอนิคส์ผิดปกติ	1.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิคส์
		2.ตรวจสอบตัวตรวจจับกำลังดัน(Pressure Sensor)

8.2.5.อุณหภูมิอุ่นน้ำจืดต่ำเกิน(Engine Coolant Preheat Low Temperature)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	ชุดอุ่นน้ำจืด(Preheating Unit)	1.ตรวจเปิดกระแสไฟ(Switch On)
2.	ระบบอุ่นน้ำจืดผิดปกติ	1.ตรวจสอบกระแสไฟเข้าระบบ
		2.ตรวจสอบการทำงานของเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat)
		3.ตรวจสอบชุดอุ่นน้ำจืดและสูบน้ำจืด

8.2.6.เมื่อกดปุ่มเริ่มเดินแล้ว เครื่องไม่หมุน(Engine Does not turn)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	ไม่มีสัญญาณให้เริ่มเดิน(Start Release Signal) จากระบบ-อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมเครื่อง	1.ตรวจสอบดวงไฟสัญญาณ“Ready For Operating“
		2.ตรวจเปิดลิ้นเปิดอากาศดีฉุกเฉิน
		3.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิกส์
2.	อุปกรณ์เริ่มเดินเครื่องขัดข้อง =ระบบเริ่มเดินแบบจานจ่ายลมเข้ากระบอกสูบ	1.ตรวจสอบกำลังดันลมต่ำหรือไม่
		2.ตรวจเปิดลิ้นลมเข้าระบบ
		3.ตรวจสอบลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง,จานจ่ายลมเริ่มเดินและส่วนขับหมุน
		4.ตรวจสอบกระแสไฟเข้าลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง
	=ระบบเริ่มเดินแบบมอเตอร์ไฟฟ้า -รีเลย์เริ่มเดินซ้ำ เปิด/ปิด(On/Off) ตลอดเวลาและเฟืองเริ่มเดินเลื่อนตัวแต่ไม่เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่อง	1.ทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดิน
		2.ตรวจสอบเฟืองเริ่มเดิน
		3.ตรวจสอบเฟืองหมุนเครื่อง
	- รีเลย์เริ่มเดินซ้ำ เปิด/ปิด(On/Off) ตลอดเวลาแต่เฟืองเริ่มไม่เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่อง	1.ตรวจสอบฟิวส์มอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดิน
		2.ตรวจสอบสายไฟ
		3.ทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดิน
	- เฟืองเริ่มเดิน เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่องแต่เครื่องไม่หมุน	1.ทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดิน
		2.ตรวจสอบกระแสไฟของแบตเตอรี่พอหรือไม่

8.2.7.**เมื่อกดปุ่มเริ่มเดิน เครื่องยนต์ไม่จุดระเบิดหรือหมุนไป 2-3 รอบแล้วหยุด**

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	การควบคุมเครื่องผิดปกติ	1.ตรวจสอบทดสอบเครื่องควบคุมความเร็ว (Governor)
		2.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิกส์
2.	น้ำมันเชื้อเพลิงเข้าเครื่องไม่เพียงพอ	1.ตรวจสอบเปิดลิ้นเข้าระบบ
		2.ตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทางเข้า–ออกสูบส่งน้ำ-มันเชื้อเพลิง
		3.ตรวจสอบล้างเปลี่ยนไส้กรองหม้อกรองหยาบ,หม้อ-กรองละเอียด
		4.ตรวจระบายอากาศออกจากระบบน้ำมันเชื้อเพลิง
		5.ตรวจสอบน้ำปนในน้ำมันเชื้อเพลิง
		6.ตรวจสอบลิ้นน้ำมันกลับถัง(Overflow Valve) และลิ้นกันกลับ(Check Valve) ดูค่ากำลังดันเปิด
3.	อุณหภูมิน้ำจืดระบายความร้อนต่ำเกิน	1.ตรวจสอบการทำงานของชุดอุ่นน้ำจืด
		2.ตรวจสอบระบบน้ำจืดต่ำเกินไปหรือไม่
4.	ระบบเริ่มเดินเครื่องผิดปกติ = ระบบลมเริ่มเดินเครื่อง -เครื่องหมุนความเร็วไม่ถึงความเร็ว-จุดระเบิด(Firing Speed)	1.ตรวจสอบกำลังดันลมต่ำเกินไปหรือไม่
		2. ตรวจสอบตั้งจานจ่ายลมเริ่มเดิน
		3.ตรวจสอบปิดลิ้นไล่อากาศ
	= ระบบไฟฟ้าเริ่มเดินเครื่อง - แบตเตอรี่มีกำลังไฟไม่เพียงพอ	1.ตรวจสอบกำลังไฟของแบตเตอรี่

8.2.8. **เครื่องยนต์จุดระเบิดไม่สม่ำเสมอ**(Engine Fire Erratically)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	เครื่องยนต์ได้รับน้ำมันเชื้อเพลิงไม่-เพียงพอ เช่นเดียวกับสาเหตุของการ-ผิดปกติ ข้อ 2 ของข้อ 8.2.7	1.เช่นเดียวกับ การตรวจสอบ/ทดสอบ ข้อ 3 และ 6 ของ สาเหตุของการผิดปกติ ข้อ 2 ของข้อ 8.2.7
2.	อุปกรณ์ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงผิดปกติ	1.ทดสอบการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและสูบ-ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง
		2.ตรวจสอบจังหวะเริ่มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

8.2.9. **เครื่องเร่งความเร็วไม่ถึงความเร็วสูงสุด**(Engine Does Not Reach Full-load Speed)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	เครื่องยนต์ได้รับน้ำมันเชื้อเพลิงไม่-เพียงพอ เช่นเดียวกับ สาเหตุของการผิดปกติ ข้อ 2 ของข้อ 8.2.7	1.เช่นเดียวกับ การตรวจสอบ/ทดสอบ ข้อ 3 และ 6 ของ สาเหตุของการผิดปกติ ข้อ 2 ของข้อ 8.2.7
2	อากาศดีเข้าเครื่องไม่เพียงพอ	1.ตรวจสอบความสกปรกและการชำรุดของเทอร์โบ-ชาร์จ
		2.ตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทาง
		3.ตรวจสอบการอุดตันของหม้อกรองอากาศดี
3.	อากาศดีเข้าเครื่องอุณหภูมิสูง	1.ตรวจสอบคราบสกปรกของหม้อระบายความร้อน-อากาศดี
		2. ตรวจสอบกำลังดันน้ำทะเล
		3. ตรวจสอบเปิดลิ้นน้ำทะเล
		4.ตรวจสอบคราบสกปรกและการอุดตันของหม้อกรอง-น้ำทะเล
4.	อุปกรณ์ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงผิดปกติ	1.ทดสอบการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง
		2. ตรวจสอบจังหวะเริ่มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง
5	การควบคุมเครื่องผิดปกติ	1.ทดสอบ/ตรวจสอบการทำงานของเครื่องควบคุม-ความเร็ว
6.	กำลังอัดภายในสูบไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบกำลังภายในสูบ
		2. ตรวจสอบระยะห่างลิ้นอากาศดี- แก๊สเสีย
		3.ตรวจสอบลิ้นอากาศดี-แก๊สเสีย,แผ่นกันรั่ว(Gasket) ฝาสูบและแหวนอัดกันรั่วลูกสูบ
7.	การส่งกำลังงานออกของเครื่อง (Power Take Off) ผิดปกติ	1.เครื่องรับภาระมากเกิน(Overload)
		2.หน้าแปลนต่อ(Coupling) ชำรุด
		3.หมู่เฟืองทด(Gear Box) ผิดปกติ
		4.เรือนแบริ่ง(Bearing Housing) ชำรุด
		5.เพลาต่อกากะบาท(Universal Shaft)

8.2.10. **ความเร็วเครื่องไม่คงที่**(Engine Speed Not Steady)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	การควบคุมเครื่องผิดปกติ	1.ตรวจสอบ/ทดสอบการทำงานของเครื่องควบคุมความเร็ว(Governor)
		2.ตรวจสอบหน่วยตั้งค่าความเร็วเครื่อง(Speed Setting Unit)
		3.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิกส์
		4.ตรวจสอบส่วนเชื่อมต่อเครื่องควบคุมความเร็ว (Governor Linkage)

8.2.11.**เกิดสัญญาณเตือนอุณหภูมิแก๊สเสียรวมสูงเกิน**(Alarm,High Exhaust Bulk Temperature)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	อุปกรณ์ตรวจวัดผิดปกติ	1.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิกส์
		2.ตรวจสอบตัวตรวจจับอุณหภูมิแก๊สเสีย (Thermocouple)
		3.ตรวจสอบมาตรวัดแสดงค่า(Gauge)
2.	อากาศดีเข้าเครื่องไม่เพียงพอ	1.เปลี่ยนทำความสะอาดหม้อกรองอากาศดี
		2.ตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทางอากาศดี
		3.ตรวจสอบความสกปรกและการชำรุดของเทอร์โบ-ชาร์จ
3.	อากาศดีเข้าเครื่องอุณหภูมิสูง เช่นเดียวกับ สาเหตุของการผิดปกติ ข้อ 3 ของข้อ 8.2.9	1.เช่นเดียวกับ การตรวจสอบ/ทดสอบ ข้อ 1-4 ของสาเหตุของการผิดปกติ ข้อ 3 ของข้อ 8.2.9
4.	ท่อทางแก๊สเสียออกจากเทอร์โบชาร์จผิดปกติ	1.ตรวจสอบกำลังดันต้านกลับ(Back Pressure)
5.	อุปกรณ์ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงผิดปกติ เช่นเดียวกับ สาเหตุของการผิดปกติ ข้อ 4 ของข้อ 8.2.9	1.เช่นเดียวกับ การตรวจสอบ/ทดสอบ ข้อ 1-2 ของสาเหตุของการผิดปกติ ข้อ 4 ข้อ 8.2.9

8.2.12.เกิดสัญญาณเตือนอุณหภูมิน้ำจืดสูงเกิน(Alarm,High Engine Coolant Temperature)

	สาเหตุของการผิดปกติ	**การตรวจสอบ/ทดสอบ**
1.	อุปกรณ์ตรวจวัดค่าผิดปกติ	1.ตรวจสอบการทำงานของตัวตรวจจับอุณหภูมิ (Sensors & Transmitters)
		2.ตรวจสอบการทำงานของมาตรวัดแสดงค่า (Gauges)
		3.ตรวจสอบการทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์
2.	ระบบน้ำจืดผิดปกติ	1.ตรวจสอบระบบน้ำจืดในถังพักน้ำจืดต่ำหรือไม่
		2.ตรวจสอบการทำงานเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด (Thermostat)
		3.ตรวจสอบกำลังดันสูบน้ำจืด
		4.ตรวจคราบสกปรกภายในระบบ
		5.ตรวจสอบการอุดตันของท่อระบายอากาศ(Vent Line)
		6.ตรวจสอบการรั่วไหลของหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ
3.	ระบบน้ำทะเลผิดปกติ	1.ตรวจเปิดลิ้นน้ำทะเล
		2.ตรวจความสกปรกหม้อกรองน้ำทะเล(Filter)
		3.ตรวจสอบความสกปรกหม้อระบายความร้อนน้ำจืด
4.	มีแก๊สจากการเผาไหม้เข้าสู่ระบบน้ำ-จืด	1.ตรวจสอบการรั่วไหลของฝาสูบและปลอกสูบ

8.2.13.น้ำจืดระบายความร้อนอุณหภูมิต่ำเกิน(Low Engine Coolant Temperature)

	สาเหตุของการผิดปกติ	**การตรวจสอบ/ทดสอบ**
1.	เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด (Thermostat)	1.ตรวจสอบการทำงานของเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำ-จืด

8.2.14.**กำลังดันน้ำมันหล่อสูงขึ้น**(Engine Oil Pressure Rises)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	อุปกรณ์วัดค่าผิดปกติ	1.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิกส์
		2.ตรวจสอบมาตรวัดแสดงค่ากำลังดัน(Gauge)
		3.ทดสอบการทำงานของตัวตรวจจับกำลังดัน (Sensors & Transmitters)
2.	มีน้ำปนในน้ำมันหล่อ	1.ตรวจสอบการรั่วไหลของหม้อระบายความร้อนน้ำ-มันหล่อ
		2.ตรวจสอบการรั่วไหลของฝาสูบ
		3.ตรวจสอบการรั่วไหลของปลอกสูบ
		4.ตรวจสอบการรั่วไหลของเรือนสูบ
3.	ลิ้นผ่อนกำลังดันน้ำมันหล่อ (Pressure Relief Valve)	1.ตรวจสอบค่ากำลังดันเปิดของลิ้นผ่อนกำลังดันน้ำ-มันหล่อ

8.2.15.**เกิดสัญญาณเตือนกำลังดันน้ำมันหล่อต่ำเกิน**(Alarm,Low Engine Oil Pressure)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	ระดับน้ำมันหล่อต่ำเกิน	1.ตรวจสอบระบบน้ำมันหล่อ
2.	อุปกรณ์วัดค่าผิดปกติ เช่นเดียวกับสาเหตุของการผิดปกติ ข้อ 8.2.14	1.เช่นเดียวกับ การตรวจสอบ/ทดสอบ ข้อ 1-3 ของสาเหตุของการผิดปกติ ข้อ 8.2.14
3.	น้ำมันหล่อรั่วไหลภายนอกเครื่อง	1.ตรวจการรั่วไหลของท่อทางและส่วนของระบบภาย-นอกเครื่อง
4.	น้ำมันหล่อรั่วไหลภายในเครื่อง	---
5.	มีน้ำมันเชื้อเพลิงปนในน้ำมันหล่อ	1.ตรวจสอบการรั่วไหลของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง
		2.ตรวจสอบการรั่วไหลของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง
6.	ลิ้นผ่อนกำลังดันน้ำมันหล่อผิดปกติ	1.ตรวจสอบค่ากำลังดันเปิดของลิ้นผ่อนกำลังดันน้ำ-มันหล่อ
7.	หม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อผิดปกติ	1.ตรวจเปลี่ยนไส้หม้อกรอง
8.	กำลังดันตก(Pressure Loss) ในส่วนขับหมุนเครื่อง(Running Gear)	1.ตรวจสอบการส่งน้ำมันหล่อที่จุดหล่อลื่นของส่วนขับ-หมุนเครื่อง
9.	สูบน้ำมันหล่อ(Oil Pump)	1.ตรวจสอบสูบน้ำมันหล่อและส่วนขับหมุน(Pump Drive)

8.2.16.**เกิดสัญญาณเตือนอุณหภูมิน้ำมันหล่อสูงเกิน**(Alarm,High Engine Oil Temperature)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	อุปกรณ์วัดค่าผิดปกติ	1.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิกส์
		2.ตรวจสอบมาตรวัดแสดงค่า(Gauges)
		3.ตรวจสอบตัวตรวจจับอุณหภูมิ(Sensors & Transmitters)
2.	หม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อผิด-ปกติ	1.ตรวจดูความสกปรกหม้อระบายความร้อนน้ำมัน-หล่อ
		2.ตรวจสอบความร้อนหม้อระบายความร้อนน้ำมัน-หล่อ

8.2.17.**ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน ปิดเลิกเครื่องฉุกเฉินเนื่องจากเกิดสัญญาณเตือนความเร็วเครื่อง สูงเกิน**(Overspeed Alarm)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	การป้องกันความเร็วเครื่องสูงเกิน กำหนด ผิดปกติ	1.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิกส์
		2.ตรวจสอบตัวตรวจจับความเร็ว(Sensor & Transmitter)
2.	การควบคุมเครื่องผิดปกติ	1.ตรวจสอบการทำงานของเครื่องควบคุมความเร็ว (Governor)
		2.ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ตั้งค่าความเร็ว-เครื่อง(Speed Setting Device)
3.	การส่งกำลังออกผิดปกติ	1.ตรวจสอบการชำรุดของหน้าแปลนต่อส่งกำลังงาน-ออก(Coupling)
		2.ตรวจสอบหมู่เฟืองทด(Gear Box)
		3.เพลาต่อกากะบาท(Universal Shaft) ชำรุด

8.2.18.**ระดับน้ำจืดสูงขึ้น**(Engine Coolant Level Rises)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	มีระบบน้ำมันหล่อเข้าสู่ระบบน้ำจืด	1.ตรวจสอบการรั่วไหลของหม้อระบายความร้อนน้ำ-มันหล่อ

8.2.19.**เทอร์โบชาร์จมีเสียงเดินผิดปกติ**(Abnormal Turbocharger Running Noise)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	เทอร์โบชาร์จผิดปกติ	1.ตรวจสอบระดับน้ำจืดในถังพักน้ำจืด
		2.ตรวจสอบการชำรุดของแบริ่งเทอร์โบชาร์จ
		3.ตรวจสอบระยะห่างของส่วนหมุน(Rotor Assembly Clearance)

8.2.20 **เกิดสัญญาณเตือนกำลังดันน้ำจืดต่ำเกิน**(Alarm,Low Engine Coolant Pressure)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	ระดับน้ำจืดต่ำเกิน	1.ตรวจสอบระดับน้ำจืดในถังพักน้ำจืด
2.	อุปกรณ์วัดค่าผิดปกติ	1.ตรวจสอบมาตรวัดแสดงค่า(Gauges)
		2.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิกส์
		3.ตรวจสอบตัวตรวจจับอุณหภูมิ(Sensors & Transmitters)
3.	ระบบน้ำจืดรั่วไหลภายนอกเครื่อง	1.ตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทางและอุปกรณ์ของ-ระบบภายนอกเครื่อง
4.	ระบบน้ำจืดรั่วไหลภายในเครื่อง	---
5.	สูบน้ำจืดผิดปกติ	1.ตรวจสอบสูบน้ำจืดและส่วนขับหมุนสูบ(Pump Drive)

8.2.21.**เกิดสัญญาณเตือนกำลังดันน้ำทะเลต่ำเกิน**(Alarm,Low Raw Water Pressure)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	น้ำทะเลเข้าระบบไม่เพียงพอ	1.ตรวจสอบเปิดลิ้นท่อทางน้ำทะเล
		2.ตรวจสอบสูบน้ำทะเล
		3.ตรวจสอบคราบสกปรกหม้อระบายความร้อนน้ำจืด
2.	ระบบน้ำทะเลรั่วไหล	1.ตรวจสอบท่อทางและอุปกรณ์ของระบบภายนอก-เครื่อง
3.	อุปกรณ์วัดค่าผิดปกติ	1.ตรวจสอบมาตรวัดแสดงค่า(Gauges)
		2.ตรวจสอบตัวตรวจจับกำลังดัน(Sensor & Transmitters)
		3.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิกส์
4.	สูบน้ำทะเลผิดปกติ	1.ตรวจสอบสูบน้ำทะเลและส่วนขับหมุนสูบ(Pump Drive)

8.2.22.**กำลังดันน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำเกิน**(Low Fuel Pressure)

	สาเหตุของการผิดปกติ	**การตรวจสอบ/ทดสอบ**
1.	ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหลหรือมีคราบสกปรก	1.ตรวจทำความสะอาดหม้อกรองหยาบ(Prefilter)
		2.ตรวจเปลี่ยนไส้กรองหม้อกรองละเอียด(Duplex Filter)
		3.ตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทาง
		4.ตรวจสอบการทำงานของลิ้นผ่อนกำลังดัน (Pressure Relief Valve)
2..	อุปกรณ์วัดค่าผิดปกติ	1.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิกส์ 2.ตรวจสอบตัวตรวจจับกำลังดัน(Sensor & Transmitter)
3.	สูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง(Delivery Pump) ผิดปกติ	1.ตรวจสอบสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงและส่วนขับหมุน (Pump Drive)



บทที่ 9
การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องยนต์
(Maintenance of The Engine)

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องยนต์ mtu ทุกเครื่อง โดยปกติจะมีแผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง(Maintenance Plan) และ ตารางเวลาการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง(Maintenance Frequency Chart)กำหนดงานและระยะเวลาที่จะต้องปฏิบัติงานซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง ซึ่งกำหนดโดยผู้ผลิตเครื่องควบคู่มากับเครื่องยนต์เสมอ

🕮 ตารางเวลาการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง(Maintenance Frequency Chart)

เป็นตารางกำหนดระยะเวลาที่จะต้องปฏิบัติงานซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง(ต้องทำเมื่อไร **?**) ซึ่งจะกำหนดระยะเวลาจากชั่วโมงใช้งาน(Operating Hour) หรือ ระยะเวลาใช้การเครื่อง(Limit) โดยแบ่งขั้นการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง(Maintenance Stage) ออกเป็น ๖ ขั้น คือ W1,W2,W3,W4,W5 และ W6 แยกตามกลุ่มการใช้งานของเครื่อง(Application Group) ตามตารางต่อไปนี้

Maintenance Frequency Chart

Application Group.➔			1A	1D	1DS	3A	3C
Maintenance Stage.	W1	Every Operating Day.	+	+	+	+	+
	W2	Operating Hour.	250	250	150	250	250
		Limit(Month)	6	6	6	6	6
	W3	Operating Hour.	1,000	500	300	1,000	1,000
		Limit(Year)	1	1	1	1	1
	W4	Operating Hour.	2,000	1,500	1,500	2,000	1,500
		Limit(Year)	2	2	2	2	2
	W5	Operating Hour.	6,000	3,000	3,000	6,000	3,000
		Limit(Year)	6	6	6	6	6
	W6	Operating Hour.	24,000	9,000	6,000	24,000	9,000
		Limit(Year)	12	12	12	12	12

🕮 แผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง(Maintenance Plan)

เป็นตารางกำหนดงานต่างๆที่จะต้องปฏิบัติในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องในแต่ละขั้น(ต้องทำอะไร **?**) ซึ่งงานซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง ของแต่ละเครื่องนั้นจะแตกต่างกันออกไป ให้ดูรายละเอียด ในคู่มือประจำเครื่องเท่านั้น

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องขั้น W1 เป็นการตรวจสอบประจำวันที่ใช้เครื่อง (Operational Check)

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องขั้น W2 , W3 และ W4 เป็นการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องในระหว่างที่ไม่ได้ใช้เครื่องปกติ โดยไม่ต้องมีการถอดประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่อง

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องขั้น W5 เป็นการซ่อมทำใหญ่ขั้นกลาง(Intermediate Overhaul) ซึ่งจะต้องมีการถอดประกอบบางชิ้นส่วน

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องขั้น W6 เป็นการซ่อมทำใหญ่หลัก(Major Overhaul) จะต้องถอดประกอบทุกชิ้นส่วนของเครื่อง(ยกเครื่องขึ้นไปถอดทำ บนโรงงานซ่อมทำ)

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องครั้งแรก(One-Time,Additional Service) เป็นการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องใหม่ หรือ เครื่องที่มีการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องขั้น W5 หรือ W6 หลังจากใช้งานครบ 5O ชั่วโมงแรก

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องเมื่อเลิกเครื่องเป็นระยะเวลานาน ต้องฉีดพ่นน้ำมันหล่อเครื่องยนต์(Engine Oil) เข้าที่ช่องทางดูดอากาศดี พร้อมทั้งหมุนเครื่องด้วยระบบเริ่มเดินเครื่องและใช้คันเลิกเครื่อง(Shutdown Lever)ด้วย โดยต่อไปต้องหมุนเครื่องด้วยมือเดือนละครั้ง ถ้าต้องเลิกเครื่องเป็นระยะเวลานานกว่า 3 เดือน ให้ปฏิบัติงาน การเก็บรักษาเครื่อง(Preservation) (รายละเอียด ดูในคู่มือประจำเครื่อง)

การปฏิบัติงานซ่อมบำรุงรักษาเครื่องในแต่ละขั้น จะต้องปฏิบัติเมื่อครบชั่วโมงใช้งานของเครื่อง(Operating Hour)หรือครบระยะเวลาใช้การของเครื่อง(Limit)(อย่างหนึ่งอย่างใดครบกำหนด จะต้องการปฏิบัติงานทันที)

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่าง *แผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง(Maintenance Plan) ของเครื่อง 12 V 396 TB 83 DB 51 L ซึ่งประกอบด้วย แผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องครั้งแรก(One-Time Additional Service) และ แผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องขั้น W1-W5*

One-Time Additional Services.

Code No.		Task Description.
60.101	Valve gear.	Check valve clearances, adjust as necessary
10.111	Air system.	Check tightness of fastening bolts and nuts.
10.531	Exhaust system.	Check tightness of fastening bolts and nuts.
12.311	Fuel prefilter:	Clean.
12.321	Fuel duplex filter.	Drain, replace paper elements.
13.112	Engine coolant pump.	Check Relief bore for obstruction.
13.123	Raw water pump.	Check Relief bore for obstruction.
16.002	Engine oil.	Take sample and analyze(MTU Test Kit).
19.011	Engine mounting.	Check tightness of fastening bolts and nuts.

Maintenance Echelon W1 : Operational Check.

Code No		Task Description.
10.051	Engine operation.	Check exhaust gas color.
10.051	Exhaust system.	Drain condensate(if drain cock is provide)
10.181	Air system.	Check condensate drain line for water leak discharge and obstruction.
12.001	Fuel	Check supply.
14.011	Engine coolant.	Check level.
16.002	Engine oil.	Check level.
84.002	Engine operation.	Check running noises.
84.002	Engine operation.	Check engine and external pipework for leaks.
84.002	Engine operation.	Check engine revalutions,temperature and pressure,if gauges installed.
86.051	Compressed air.	Check supply.
86.051	Compressed air.	Drain condensate from system.
88.811	Bearing housing	Check oil level.

Maintenance Echelon W2-W4.

Code No		Task Description.	Maintenance Echelon W⟶ 2	3	4
10.111	Air system.	Check pipework for leaks and damage.	x	X	x
10.151	Air system.	Check function of emergency air shut-off flaps.	x	X	x
14.012	Engine coolant.	Take sample and analyze(MTU Test Kit)	x	X	x
16.001	Engine oil	Change-every 2nd maintenance echelon.	x	X	x
16.002	Engine oil	Take sample and analyze(MTU Test Kit)	x	X	x
16.111	Engine oil filter.	Drain oil Sludge and examine for metallic residues.	x	X	x
16.111	Engine oil filter.	Replace paper elements and sealing rings	x	X	x
88.911	V-belts.	Check condition and tension.	x	X	x
06.101	Valve gear.	Check and adjust valve clearances.		X	
06.161	Valve gear.	Check cylinder head cover gasket, replace if necessary.		x	x
10.051	Exhaust system	Check system, check drain for obstruction.		x	x
10.121	Air filter.	Clean.		x	x
10.531	Exhaust system.	Check security & insulation of exhaust pipework & turbocharger.		x	x
12.311	Fuel prefilter.	Clean.		x	x
12.321	Fuel duplex filter.	Drain and replace paper elements.		x	x
13.112	Engine coolant pump.	Check relief bore for obstructions.		x	x
13.123	Raw water pump.	Check relief bore for obstructions.		x	x
14.031	Raw water.	Check supply.		x	x
14.511	Raw water.	Clean filter.		x	x
16.009	Lubrication points.	Lubricate.		x	x
84.311	Engine coolant.	Check function of level monitor.		x	x
86.621	Compressed air.	Clean filter or replace element.		x	x
88.111	Torsionally resilient coupling.	Check condition(visual inspection)		x	x
88.811	Bearing housing	Chang oil-every 3rd maintenance echelon.		x	x
88.911	V-belts.	Adjust tension.		x	x
05.109	Cylinders.	Check compression pressures.			X
06.101	Valve gear.	Check component condition(visual check)			x
07.106	Governor.	Check bolted connections , stops and wiring for security and damage.			x
10.011	Air system.	Check charge air pressure.			X
10.181	Air system.	Clean condensate drain line.			X
11.311	Fuel injectors.	Remove and test, replace sealing ring.			X
14.013	Engine coolant.	Change coolant, flush cooling system.			X
14.019	Engine coolant.	Clean strainers in coolant outlets after exhaust manifolds.			x
19.011	Engine mounting.	Check tightness of fastening bolts.			x
84.011	Monitoring system.	Check function(trip values) of monitoring instruments.			x
87.002	Engine controls.	Check function.			x

Maintenance Echelon W5.

Code No		Task Description.
02.01	Gear train.	Check in installed condition(visual inspection)
03.02	Running gear.	Check appearance of cylinder liners.
03.03	Running gear.	Check condition and clean piston crows.
05.03	Cylinder heads.	Remove cylinder head, recondition valve seat inserts, reface valves.
05.04	Cylinder heads.	Replace cylinder head gaskets and water & oil seals.
05.10	Cylinder heads.	Replace O-ring on protective sleeves.
06.03	Valve gear.	Remove and inspect rocker arms.
06.04	Valve gear.	Check valve tappets for wear.
09.06	Exhaust turbocharger.	Remove, disassemble, clean, check bearing clearance ,renew bearing if necessary.
10.08	Air manifolds.	Remove, clean, replace gaskets.
10.10	Exhaust manifolds.	Remove, clean, replace gaskets.
10.12	Intercooler.	Remove, clean, leak-test.
10.28	Exhaust system.	Check condition of insulation.
10.33	Exhaust system.	Carry out water pressure test.
10.52	Exhaust manifolds.	Replace protective plates.
11.03	Fuel injection pump.	Remove and check(calibration,for leaks)
11.09	Injection timer.	Check function.
11.13	Fuel injection pump.	Check drive coupling, replace coupling sleeve sealing rings.
11.15	Fuel injection pump.	Check timing.
11.20	Cylinder cutout.	Check function.
12.28	Fuel.	Clean tank, inspect fuel pipes and seals.
13.06	Engine coolant pump.	Remove, disassamble inspect components and renew gaskets.
13.07	Raw water pump.	Remove, disassamble inspect components and renew gaskets.
14.05	Engine coolant cooler.	Remove, clean, leak-test.
14.18	Engine coolant	Clean auxiliary tank, inspect pipes and seals.
14.25	Coolant thermostat.	Renew thermal element.
16.09	Engine oil heat exchanger.	Remove, clean, leak-test.
16.18	Engine oil filters.	Remove, clean, replace gaskets.
16.23	Engine oil.	Clean supplementary tank, check seals and pipes.
16.29	Engine oil heat exchanger.	Check relief and bypass valves.
18.03	Starting valves.	Check for leaks.
18.05	Starting air system.	Check starting valves.
18.07	Starting air pipework.	Remove and clean.
18.08	Starting air distributor.	Remove, check, readjust.
18.09	Starting air system.	Check air bottles and/or tank for leaks.
19.03	Engine mounting.	Check engine alignment.
87.02	Engine control.	Check, readjust as necessary.

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องที่ควรทราบ.

ต่อไปนี้เป็นรายละเอียดขั้นตอนหรือวิธีปฏิบัติ(Task Description)งานซ่อมบำรุงรักษาเครื่องต่างๆ สำหรับเครื่อง mtu v 396 TC/TB/TE ที่ควรทราบ

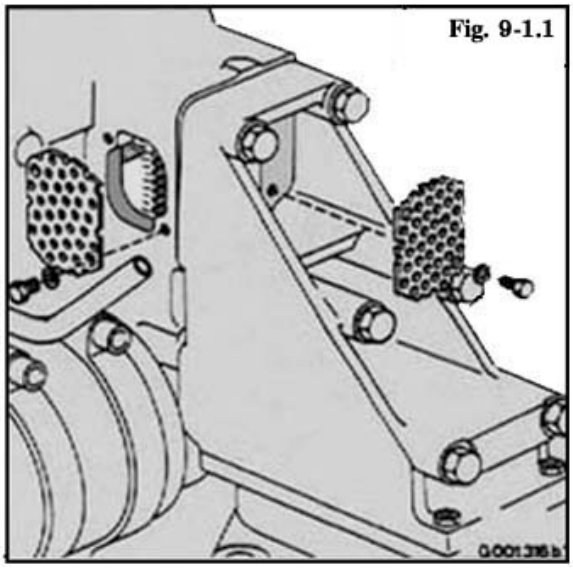
1.การติดตั้งเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ(Engine Barring Installation) (รูป 9-1.1 / 9-1.2)

ป้องกันการเริ่มเดินเครื่อง (รายละเอียด ข้อ 91)

ถอดฝาปิด เรือนล้อช่วยแรง(Flywheel Housing)

ประกอบเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ(Barring Tool) เข้ากับช่องประกอบด้านข้าง โดยให้เฟืองของเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่อง(Flywheel Ring Gear)

กวดนัตยึดเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ เข้ากับเรือนล้อช่วยแรงให้แน่น


Fig. 9-1.1

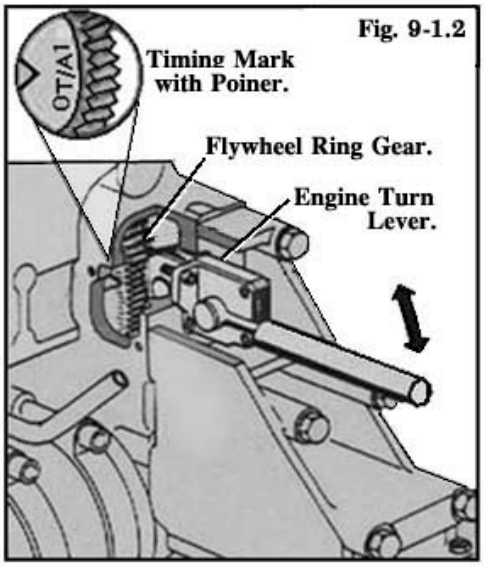


Fig. 9-1.2

2.การหมุนเครื่องด้วยมือ(Manual Cranking) (รูป 9-1.2)

โยกเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ 2-3 รอบตามทิศทางหมุนของเครื่อง ถ้ารู้สึกว่ามีความฝืดสูง จะต้องตรวจสอบแก้ไข ก่อนเริ่มเดินเครื่อง

3.การถอดเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ(Removing Engine Barring Tool) (รูป 9-1.1 / 9-1.2)

คลายนัตยึดและถอดเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ

ประกอบฝาปิดและเรือนล้อช่วยแรง เข้าที่เดิม

การให้(เลิกการป้องกัน)การเริ่มเดินเครื่อง (รายละเอียด ข้อ 92)

4.การไล่อากาศในห้องเผาไหม้(Blowing Out Cylinder)

สำหรับเครื่องที่ใช้ระบบเริ่มเดินแบบจานจ่ายลมเข้ากระบอกสูบ(Air-In-Cylinder Starting System)

เปิดลิ้นไล่อากาศ(Decompression Valve) (รายละเอียดข้อ 103)

ยึดคันเลิกเครื่อง(Shutdown Lever)ของเครื่องควบคุมความเร็ว ไว้ที่ตำแหน่ง 0(Zero)

หมุนลูกบิดของลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง(Solenoid 3-Way Valve) ไปตำแหน่ง Manual เป็นการเปิดกำลังดันลมเริ่มเดินเข้าหมุนเครื่อง ให้เครื่องยนต์หมุนไปหลายๆรอบ

หมุนลูกบิดของลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง ไปไว้ตำแหน่ง Auto เป็นการปิดกำลังดันลมเริ่มเดิน

ปล่อยคันเลิกเครื่องของเครื่องควบคุมความเร็วให้เป็นอิสระ

ปิดลิ้นไล่อากาศ (รายละเอียดข้อ 103)

5.การทดสอบกำลังอัดภายในสูบ(Testing Compression Pressure) (รูป 9-2.1 / 9-2.2)

ยึดคันเลิกเครื่องของเครื่องควบคุมความเร็ว ไว้ที่ตำแหน่ง Stop

ถอดหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injector)ออกจากฝาสูบที่จะทดสอบ (รายละเอียดข้อ 33)

ถ้ามีลิ้นลมเริ่มเดิน(Starting Air Valve)ประกอบอยู่ที่ฝาสูบที่จะทดสอบด้วย จะต้องถอดท่อทางกำลังดันลมเข้าลิ้นออกและอุดท่อทางให้เรียบร้อย

หมุนเครื่องด้วยระบบเริ่มเดิน เพื่อไล่เขม่าภายในห้องเผาไหม้ออก (รายละเอียดข้อ 90)

ประกอบท่อต่อ(Connector)พร้อมวงกันรั่ว(Sealing Ring) เข้าที่ช่องประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและต่อเครื่องมือบันทึกกำลังอัด(Compression Pressure Recorder)

หมุนเครื่องด้วยระบบเริ่มเดิน จนกระทั่งค่าที่บันทึกได้ค่าสูงสุด

ระบายกำลังอัดภายในสูบออก โดยใช้ลิ้นระบายอากาศ(Vent Valve)

เลื่อนแผ่นบันทึกกำลังอัด(Chart)ขึ้น โดยยกสลักป้อน(Feeder Pin)ขึ้น

ถอดท่อต่อและเครื่องมือบันทึกกำลังอัด

ประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เข้าที่เดิม (รายละเอียดข้อ 34)

ประกอบท่อกำลังดันลมเริ่มเดิน เข้าที่เดิม

ดำเนินการทดสอบหากำลังอัดภายในสูบ ของสูบอื่นต่อไปตามลำดับขั้นตอนที่กล่าวมาแล้ว จนครบทุกสูบ

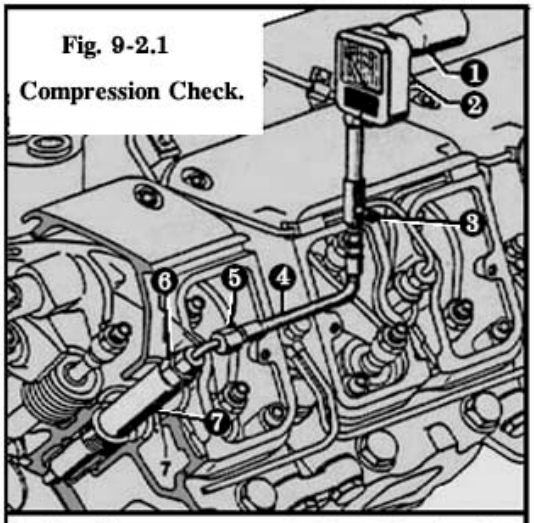


Fig. 9-2.1
Compression Check.

1. Handle. 2. Chart Feeder Pin.
3. Vent Valve. 4. Metal Tube. 5. Adapter.
6. Intermediate Piece. 7. Connector.

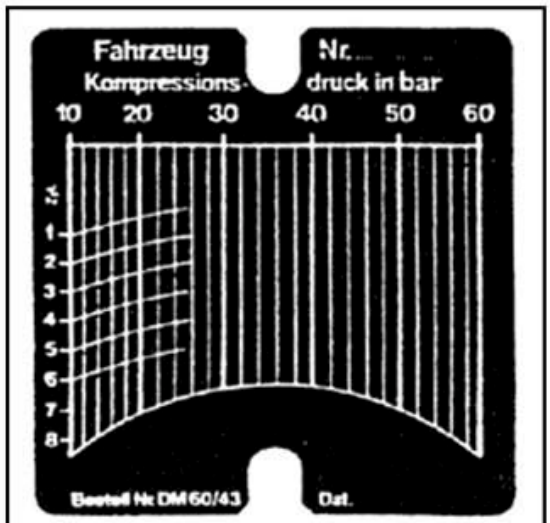


Fig. 9-2.2 The Chart.

คำนวณหากำลังอัดเฉลี่ยของทุกสูบ

เปรียบดูค่ากำลังอัดเฉลี่ยกับค่ากำลังอัดของแต่ละสูบ จะต้องต่างกันไม่เกิน 3 บาร์

ปล่อยคันเลิกเครื่องให้เป็นอิสระ

6.การตรวจสอบและปรับแต่งระยะห่างลิ้น(Checking And Adjusting Valve Clearance)

(รูป 9-3.1 ถึง 9-3.5)

การปฏิบัติจะต้องกระทำในขณะที่อุณหภูมิน้ำจืดระบายความร้อนสูงไม่เกิน 40℃ และ ***ลิ้นอากาศดี-แก๊สเสีย ต้องปิดสนิท*** ดังนี้

ติดตั้งเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ (รายละเอียดข้อ 1)

ถอดฝาครอบฝาสูบ(Cylinder Head Cover)

หมุนเครื่องด้วยมือ ตามทิศทางหมุนของเครื่อง ให้สูบ A1 อยู่ที่ศูนย์ตายบนจังหวะการจุดระเบิด(Firing TDC.) ซึ่งสังเกตได้โดย

> จากรูป 9-1.2 ดูเข็มชี้จังหวะจุดระเบิด(Timing Pointer) จะต้องชี้ตรงขีดเครื่องหมายจังหวะจุดระเบิด(Timing Mark) บนเฟืองหมุนเครื่อง(Flywheel Ring Gear) หรือ

>> จากรูป 9-3.1 ขีดเครื่องหมาย(Mark)ปลายเพลาลูกเบี้ยวด้าน KS. ตรงกับขีดเครื่องหมายที่เรือนสูบ(Housing) หรือ

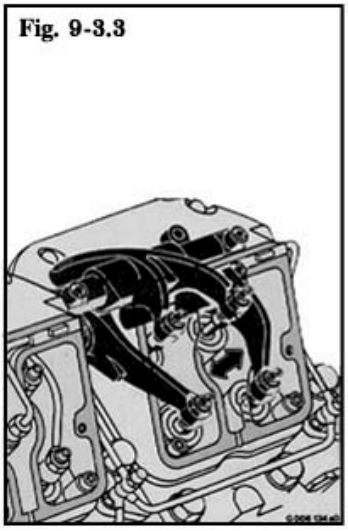


Fig. 9-3.3

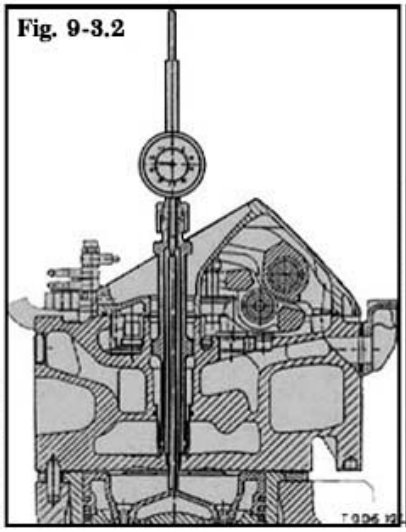


Fig. 9-3.2

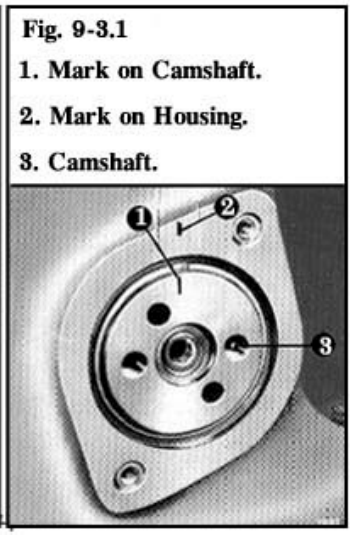


Fig. 9-3.1
1. Mark on Camshaft.
2. Mark on Housing.
3. Camshaft.

>>> จากรูป 9-3.2 ถอดหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงออก แล้วใช้ไดแอ็ลเกจ(Dial Gauge)วัดระยะเลื่อนลูกสูบ

🛠 ตรวจสอบจังหวะการจุดระเบิดดังกล่าวได้โดย ใช้มือขยับปลายกระเดื่องกดลิ้นอากาศดีและกระเดื่องกดลิ้นแก๊สเสีย จะต้องขยับขึ้น-ลงได้ หรือ เป็นอิสระทั้งคู่ คือ ไม่มีแรงกดลงบนลิ้นอากาศดีและลิ้นแก๊สเสีย นั่นคือ ลิ้นปิดสนิท (รูป 9-3.3) 🛠

ถอดฝาครอบ(Cover)ส่วนขับหมุนสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Injection Pump Drive)ออก (รูป 9-3.4)

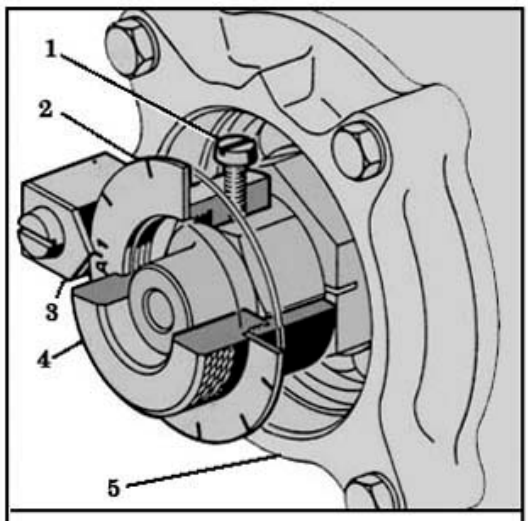


Fig. 9-3.4
1. Locking Screw. 2. Timing Disc.
3. Timimg Pointer. 4. Clamp Screw.
5. Bearing Flange.

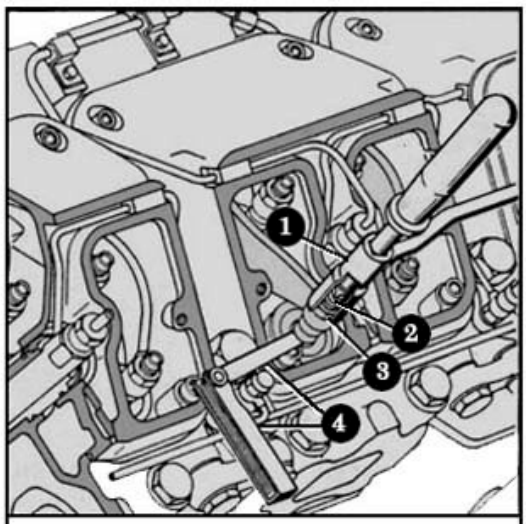


Fig. 9-3.5
1. Adjusting Wrench. 2. Adjusting Screw.
3. Lock Nut. 4. Feeler Gauge.

ติดตั้งจานตั้งจังหวะ(Timing Disc) เข้ากับส่วนขับหมุนสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและติดตั้งเข็มชี้(Timing Pointer)เข้ากับฝาครอบแบริ่ง(Bearing Flange) โดยให้เข็มชี้ ชี้ตรงขีด A1 ของจานตั้งจังหวะ(รูป 9-3.5)

ใช้ฟิลเลอร์เกจ(Feeler Gauge) ตรวจสอบระยะห่างของลิ้น(Valve Clearance)

*** ถ้าระยะห่างเกินกว่าเกณฑ์กำหนด ถึง 0.1 มม.ให้ปรับแต่งใหม่ *** ดังนี้

ใช้เครื่องมือพิเศษคลายนัตล็อด(Lock Nut) ออกพอประมาณ

กวดหรือคลายสลักเกลียวปรับแต่ง(Adjusting Screw) ให้ระยะลิ้นได้ตามเกณฑ์กำหนด

กวดนัตล็อคให้แน่น แล้วตรวจสอบระยะห่างลิ้นอีกครั้ง

หมุนเครื่องด้วยมือ ให้สูบต่อไปอยู่ที่ศูนย์ตายบนจังหวะจุดระเบิด โดยดูได้ที่เครื่องหมายบนจานตั้งจังหวะ แล้วตรวจสอบและปรับแต่งระยะห่างลิ้น เช่นเดียวกับสูบ A1ที่กล่าวมาแล้ว และตรวจสอบสูบอื่นๆ ต่อไปจนครบทุกสูบ

ประกอบฝาครอบฝาสูบ เข้าที่เดิม (รายละเอียดข้อ 10)

ถอดจานตั้งจังหวะและเข็มชี้

ประกอบฝาครอบส่วนขับหมุนสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เข้าที่เดิม

ถอดเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ (รายละเอียดข้อ 3)

7.**การตรวจสอบชิ้นส่วน**(Component Check) (รูป 9-3.3)

ถอดฝาครอบฝาสูบ(Cylinder Head Cover)ออก (รายละเอียดข้อ 8)

ใช้ไฟส่องตรวจดูส่วนต่างๆ

ประกอบฝาครอบฝาสูบ เข้าที่เดิม (รายละเอียดข้อ 10)

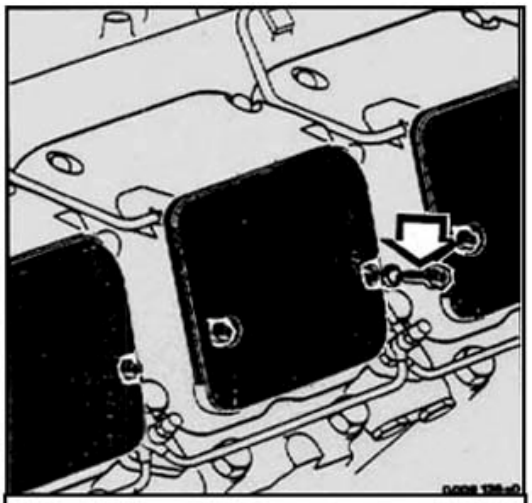
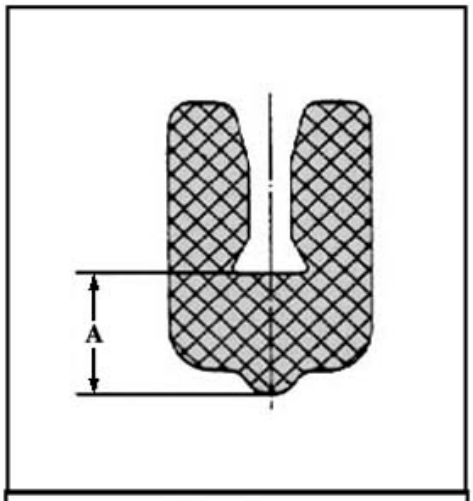


Fig. 9-4 Removing Cylinder Head Cover.



Fig, 9-5
Checking Cylinder Head Gasket.

8.การถอดฝาครอบฝาสูบ(Removing Cylinder Head Cover) (รูป 9-4)

ถอดสลักยึด(Screw)และฝาครอบฝาสูบ

9.การตรวจสอบแผ่นกันรั่วฝาสูบ(Checking Cylinder Head Gasket) (รูป 9-5)

ถอดแผ่นกันรั่วฝาสูบ

ตรวจสอบความหนาและสภาพของแผ่นกันรั่ว ถ้ามีความหนาน้อยกว่า 3.0 มม.หรือชำรุดเสียหายให้เปลี่ยนใหม่

10.การประกอบฝาครอบฝาสูบ(Installing Cylinder Head Cover) (รูป 9-4)

ประกอบฝาครอบฝาสูบ เข้าที่เดิม แล้วกวดสลักยึดให้แน่น

11.การตรวจสอบการทำงานของเครื่องควบคุมความเร็ว(Checking Governor Function)

จะกระทำเมื่อ

* ก่อนเริ่มเดินเครื่องครั้งแรก(Initial Start-up) *หรือ*

* ก่อนเริ่มเดินเครื่องหลังจากมีการซ่อมทำเครื่องยนต์หรือเครื่องควบคุมความเร็ว *หรือ*

* ก่อนเริ่มเดินเครื่องหลังจากเลิกเครื่องเป็นเวลานาน

การตรวจสอบที่ต้องกระทำ คือ ตรวจสอบตำแหน่งเริ่มเดิน/เลิกเครื่อง(Start/Stop Position Check) ซึ่งจะเป็นการตรวจสอบดูการส่งอาการของเครื่องควบคุมความเร็ว ให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Rack)ของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Pump)เลื่อนตัวไปอยู่ตำแหน่งเริ่มเดิน(Start) และการเลื่อนตัวของคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงไปที่ตำแหน่งเลิกเครื่อง(Stop)โดยอุปกรณ์เลิกเครื่อง(Shutdown Devices)

เนื่องจากเครื่องควบคุมความเร็วของเครื่องแต่ละเครื่องจะแตกต่างกัน วิธีปฏิบัติให้ดูในรายละเอียดของคู่มือประจำเครื่อง

12.การตรวจสอบระยะห่างส่วนหมุนและการหมุนของเทอร์โบชาร์จ(Rotor Group Clearance And Movement Check)

เครื่องแบบ TE

ถอดท่ออากาศดีเข้าเทอร์โบชาร์จ

ใช้มือหมุน ส่วนหมุน(Rotor)ในขณะเดียวกันกดเรือนพัดอากาศดี(Compressor Housing)เข้าด้วย

สังเกตดู พัดอากาศดี(Compressor Wheel) จะต้องไม่สัมผัสกับเรือนพัดอากาศดี

ใช้ไดแอ็ลเกจ(Dial Gauge) วัดระยะรุน(Axial Clearance)ของส่วนหมุน สูงสุด 0.14 มม.

ประกอบท่ออากาศดี เข้าที่เดิม

13.การตรวจสอบการตกต่ำของกำลังดันอากาศดี(Intake Air Depressure Check)

ต่อมาตรวัดกำลังดันแบบท่อยู(U-Type Pressure Gauge) เข้าที่เรือนอากาศดีเข้า(Intake Air Housing) ของเทอร์โบชาร์จ

เดินเครื่องที่ความเร็วภาระสูงสุด(Max Load)และอ่านค่าที่มาตรวัดกำลังดัน ค่าดังกล่าวให้ดูในบันทึกทดสอบเพื่อการตรวจรับเครื่อง(Acceptance Test Record)ของเครื่อง

ถอดมาตรวัดกำลังดันออก

14.การตรวจสอบกำลังดันอากาศดีเข้าเครื่อง(Charge Air Pressure Check) (รูป 9-6)

ต่อมาตรวัดกำลังดัน เข้าที่ท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด(Charge Air/Coolant Manifold)

เดินเครื่องและอ่านค่าที่มาตรวัดกำลังดัน ที่ความเร็วและภาระต่างๆ ซึ่งควรเป็นที่ความเร็วและภาระเดียวกับที่บันทึกไว้ในบันทึกทดสอบเพื่อการตรวจรับเครื่อง(Acceptance Test Record)ของเครื่อง ทุกค่า

เปรียบเทียบค่าที่อ่านได้ที่มาตรวัดกำลังดันกับค่าในบันทึกทดสอบเพื่อการตรวจรับเครื่อง ค่าที่อ่านได้จะต้องต่ำกว่าค่าในบันทึกทดสอบเพื่อการตรวจรับเครื่อง ไม่เกิน 0.15 บาร์(100 mm.Hg.)

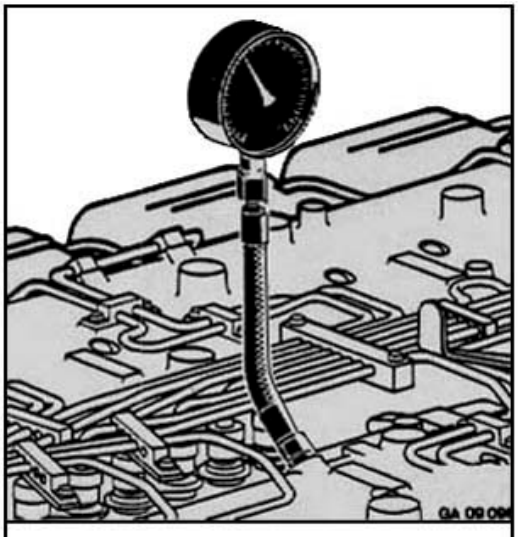


Fig. 9-6 Checking Charge Air Pressure.



Fig. 9-7 Checking Tightness of Air Pipe Work Fastening Bolts.

15.การตรวจสอบกำลังดันแก๊สเสียต้านกลับ(Exhaust Back Pressure Check)

ต่อมาตรวัดกำลังดันแบบท่อยู เข้ากับท่อรวมแก๊สเสีย

เดินเครื่องที่ความเร็วภาระสูงสุด(Full Load) และอ่านค่าที่มาตรวัดกำลังดัน ค่าดังกล่าวให้ดูในบันทึกทดสอบเพื่อการตรวจรับเครื่อง ของเครื่อง

ถอดมาตรวัดกำลังดันออกจากเครื่อง

16.การตรวจสอบระบบแก๊สเสียและการอุดตันของการระบายน้ำตก(Exhaust System Check And Condensate Drian Obstruction Check)

ตรวจดูการรั่วไหล,การชำรุดเสียหายของท่อทางระบบแก๊สเสียทั้งหมดและการอุดตันของท่อระบายน้ำตก ด้วยสายตา

17.การตรวจสอบความแน่นหนาของระบบอากาศดี(Intake Air System Security) (รูป 9-7)

ในขณะที่เครื่องเย็น ใช้ประแจกวดตรวจดูการยึดแน่นของนัตและสลักยึดต่างๆ ถ้าหลุดหลวม กวดให้แน่น

18.การตรวจสอบการรั่วไหลและการชำรุดเสียหายของระบบอากาศดี(Intake Air System Leak And Damage Check)

ในขณะที่เครื่องเดินอยู่ ตรวจดูการรั่วไหลและการชำรุดเสียหาย ของท่อทางระบบอากาศดีทั้งหมด

19.การเปลี่ยนไส้หม้อกรองอากาศดี(Air Filter Element Replacement) (รูป 9-8)

ไส้หม้อกรองแบบแห้ง(Dry Type)

คลายปลอกรัด(Clamping Band)และถอดฐานหม้อกรอง(Filter Base)

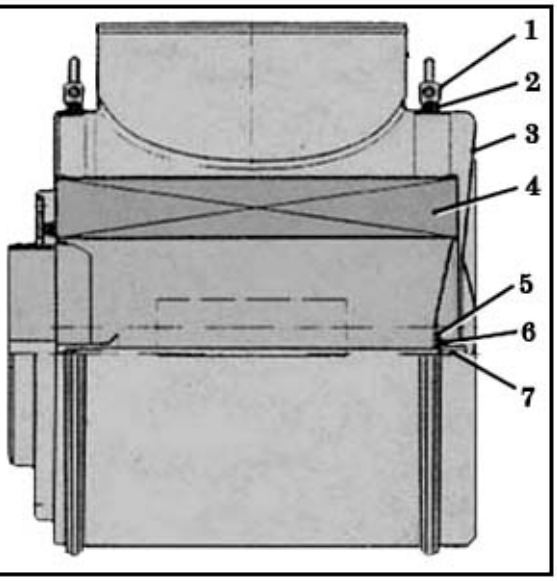
ถอดสลักยึด(Retaining Bolt)และดึงไส้หม้อกรองออก

ประกอบไส้หม้อกรองใหม่เข้าที่

ประกอบส่วนต่างๆ เข้าที่เดิม

Fig. 9-8
Air Filter Element Replacement.

1. Clamping Band.
2. Gasket.
3. Filter Base.
4. Filter Element.
5. Gasket.
6. Washer.
7. Bolt.



20.การทำความสะอาดไส้หม้อกรองอากาศดี(Cleaning Air Filter Element)

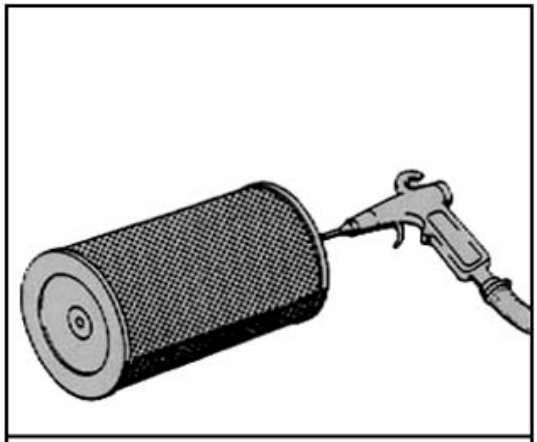


Fig. 9-9.1 Cleaning Air Filter Element.

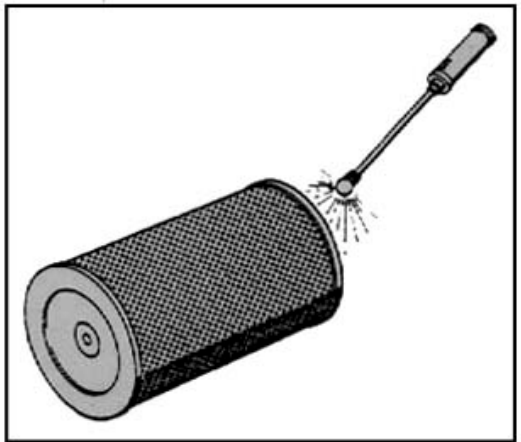


Fig. 9-9.2 Checking Air Filter Element.

20.1 แบบแห้ง(Dry Type) (รูป 9-9.1 และ 9-9.2)

ถอดไส้หม้อกรอง ออกมาจากเรือนหม้อกรอง

ใช้ผ้าเปียก(Damp Cloth) เช็ดภายในเรือนหม้อกรอง(Bowl)ให้สะอาด และเทผงฝุ่นออกจากห้องรับผงฝุ่น(Dust Collector)

ให้สังเกตดู ความสะอาดของพื้นผิวที่ผนึกและกันรั่ว(Sealing)ต่างๆ เป็นพิเศษ

ไส้หม้อกรอง ให้ใช้ปืนลมเป่าจากภายใน ด้วยกำลังดันลมไม่เกิน 5 บาร์ ให้ผงฝุ่นต่างๆ ที่เกาะอยู่ให้หลุดออกให้หมด และถ้ามีความสกปรกมาก ให้เปลี่ยนไส้กรองใหม่(รายละเอียดข้อ 19)

ใช้ไฟส่อง ตรวจดูความสะอาดและการชำรุดเสียหาย ถ้ามีรอยชำรุดให้เปลี่ยนใหม่

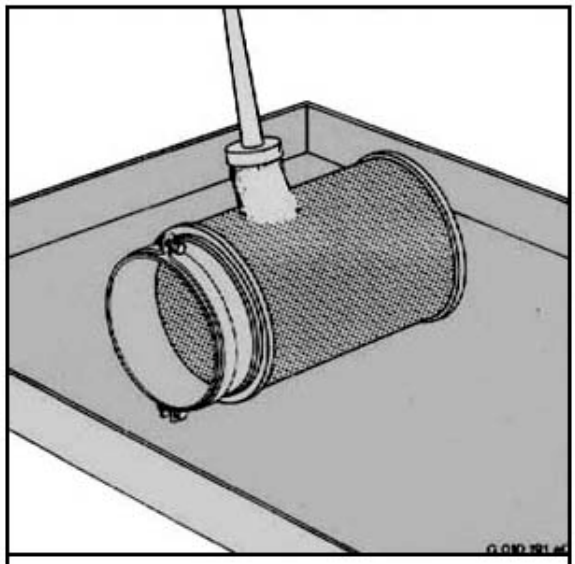


Fig. 9-10 Cleaning Air Filter.

20.2 แบบเปียก(Wet Type) (รูป 9-10)

ถอดหม้อกรอง ออกมาจากเครื่อง

ล้างหม้อกรอง ด้วยน้ำมันดีเซล

ปล่อยให้หม้อกรองแห้งหรือเป่าด้วยกำลังดันลมจากภายใน ให้หม้อกรองแห้ง

ใช้น้ำมันหล่อทาบางๆ ให้ทั่วประกอบหม้อกรอง เข้าที่เดิม

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ ถ้าหม้อกรองชุ่มน้ำมันหล่อ ให้หมุนหม้อกรองเพื่อสลัดน้ำมันหล่อออกให้หมด

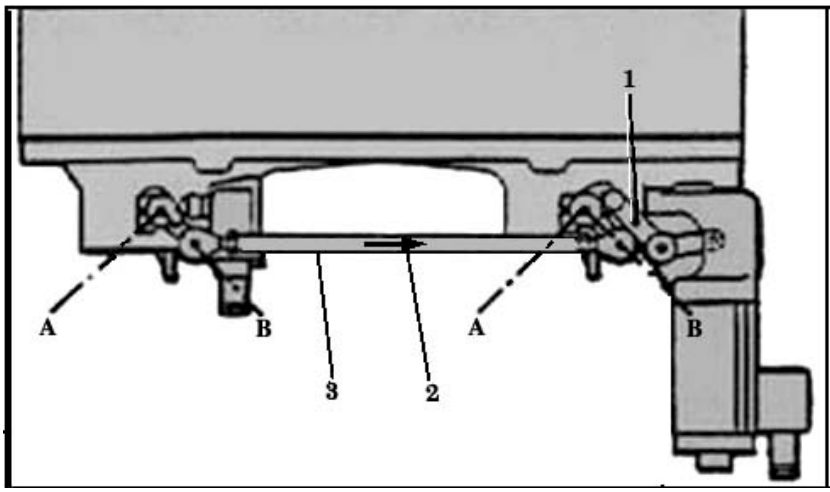


Fig. 9-11
Emergency
Air Shut-off Flap.

1. Release Lever.
2. Opening Direction.
3. Pull Rod.
A = Closed.
B = Open.

21.การตรวจสอบตำแหน่งลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน(Emergency Air Shut-off Flaps,Position Check) (รูป 9-11)

ตรวจดูตำแหน่งคันเปิด(Resetting Lever) ต้องอยู่ที่ตำแหน่ง B ซึ่งเป็นตำแหน่งลิ้นเปิด

22.การปิด/เปิดลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินด้วยมือ(Emergency Air Shut-off Flaps,Manual Closing/Opening)

ในขณะที่ไม่ได้เดินเครื่อง ปลดล็อค คันปลด(Release Lever) ลิ้นจะต้องปิดทันที นั่นคือ คันเปิด(Resetting Lever) จะต้องอยู่ที่ตำแหน่ง A

ดึงก้านดึง(Pull Rod) ให้คันเปิด อยู่ที่ตำแหน่ง B เป็นการเปิดลิ้น

23.การทดสอบลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินด้วยมือ(Emergency Air Shut-off Flaps,Manual Test) (รูป 9-11)

ปิด(Close)ลิ้น ด้วยมือ (รายละเอียดข้อ 22)

ตรวจสอบตำแหน่งลิ้น (รายละเอียดข้อ 21)

เปิด(Open)ลิ้น ด้วยมือ (รายละเอียดข้อ 22)

24.การทดสอบลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินด้วยไฟฟ้า(Emergency Air Shut-off Flaps,Electric Test) (รูป 9-11)

สำหรับ เครื่องที่ใช้ระบบอิเล็กทรอนิกควบคุมเครื่อง

วิธีการทดสอบ ให้ดูในคู่มือระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมเครื่อง

มีข้อสังเกตในการทดสอบ คือ เมื่อลิ้นปิด จะอยู่ที่ตำแหน่ง A ,เครื่องควบคุมความเร็วจะอยู่ที่ตำแหน่ง Stop และดวงไฟสัญญาณ(Indicating Lamp) จะต้องติดสว่างขึ้น

หลังจากทดสอบแล้ว ให้เปิดลิ้น ด้วยการดึงก้านดึง(Pull Rod)

25.การเปิดลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน(Emergency Air Shut-off Flaps,Opening) (รูป 9-11)

เปิดลิ้นด้วยมือ (รายละเอียด ข้อ 22)

ในกรณีที่มีการเลิกเครื่องฉุกเฉิน โดยลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน ต้องตรวจสอบแก้ไขข้อขัดข้องที่ทำให้เลิกเครื่องฉุกเฉินและไล่อากาศในห้องเผาไหม้(รายละเอียดข้อ 24) ก่อนเริ่มเดินเครื่องใหม่

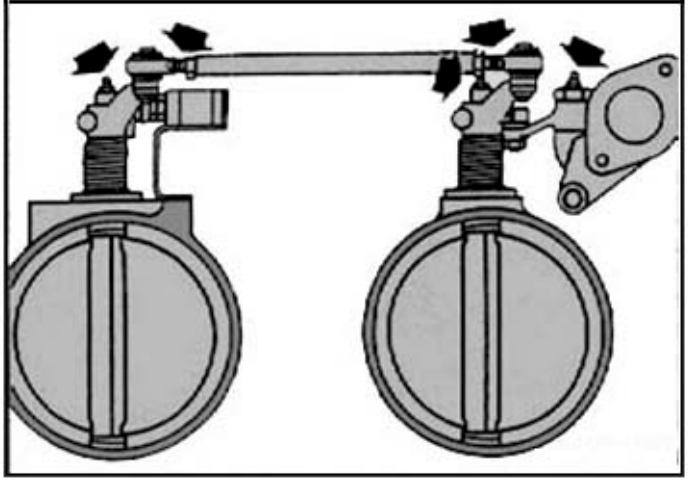
26.การหล่อลื่นลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน(Emergency Air Shut-off Flaps,Lubrication) (รูป 9-12)

ทำความสะอาดนมหนูจาระบี(Grease Nipples)

ใช้กระบอกอัดจาระบี อัดจาระบีเข้าที่นมหนูจาระบี

ชนิดของจาระบี ดูในคู่มือ MTU Fluids And Lubricants Specification A001061

Fig. 9-12
Emergency Air Shut-off Flaps , Lubrication.



27.การตรวจสอบน้ำตกที่ท่อระบายน้ำตกอากาศดี(Condensate Drain Line,Water Discharge Check) (รูป 9-13)

ถ้ามีน้ำตกออกมาปริมาณเล็กน้อย แสดงว่า เป็นน้ำตกภายในระบบปกติ

ถ้ามีน้ำตกออกมาปริมาณมาก แสดงว่า หม้อระบายความร้อนอากาศดี(Intercooler) รั่ว

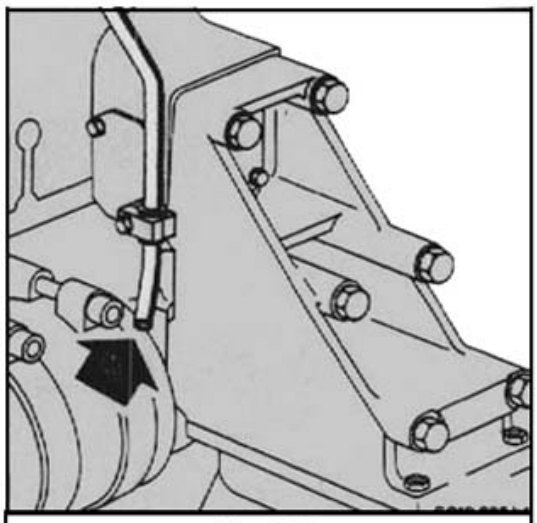


Fig. 9-13
Condensate Drain Line Obstruction Check.

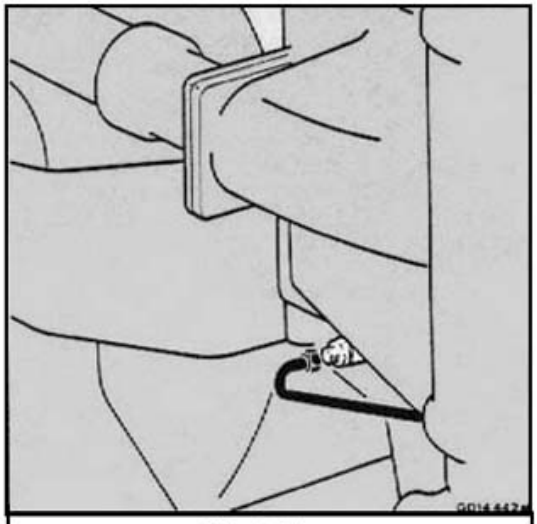


Fig. 9-14
Condensate Drain Line Cleaning.

🛠 ถ้าไม่สามารถซ่อมทำได้ทันที ก่อนเริ่มเดินเครื่องจะต้อง 🛠

> เปิดลิ้นไล่อากาศ(Decompression Valve) หรือ ถอดหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงออก (รายละเอียดข้อ 103 หรือ 33)

>> หมุนเครื่องด้วยมือ (รายละเอียดข้อ 2)

>>> ไล่อากาศในห้องเผาไหม้ (รายละเอียดข้อ 4)

28.**การตรวจสอบการอุดตันของท่อระบายน้ำตกอากาศดี**(Condensate Drain Line ,Obstruction Check) (รูป 9-13)

ในขณะที่เครื่องเดินอยู่ จะต้องมีอากาศพ่นออกมา ทางท่อระบายน้ำตกอากาศดี

29.**การทำความสะอาดท่อระบายน้ำตกอากาศดี**(Condensate Drain Line,Cleaning) (รูป 9-14)

ถอดท่อระบายน้ำตกอากาศดีและท่อจำกัด(Flow Restrictor)

ใช้กำลังดันลม เป่าทำความสะอาดภายใน อย่าให้มีสิ่งสกปรกอุดตันทั้งสองส่วน

ประกอบส่วนต่างๆ เข้าที่เดิม

30.**การตรวจสอบการยึดแน่นของสลักยึดท่อแก๊สเสีย**(Checking Tightness of Exhaust Pipework Fastening Bolts) (รูป 9-15)

ในขณะเครื่องเย็น ตรวจดูการยึดแน่นของสลักยึดท่อแก๊สเสีย ถ้าหลุดหลวม กวดให้แน่น

31.**การตรวจสอบฉนวนหุ้มท่อแก๊สเสีย**(Checking Exhaust Pipework Insulation) (รูป9-16)

ในขณะเครื่องเย็น ตรวจดูสภาพของฉนวนหุ้มท่อแก๊สเสีย

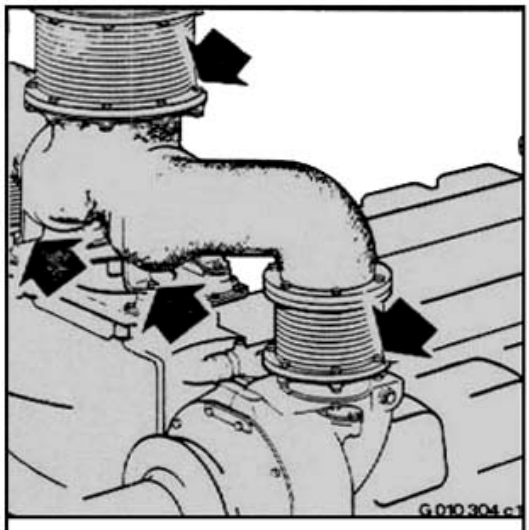


Fig. 9-15 Checking Tightness of Exhaust Pipework Fastening Bolts.

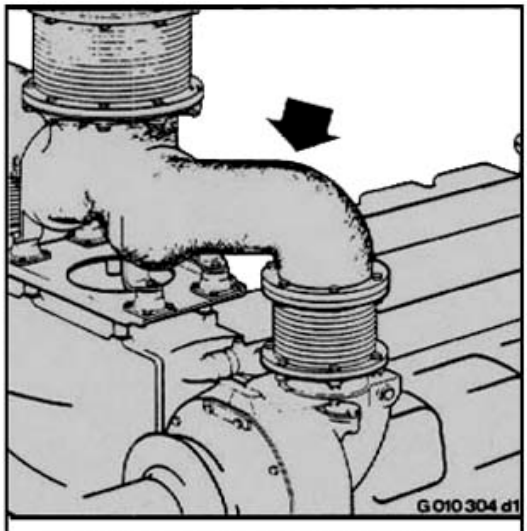


Fig. 9-16 Checking Exhaust Pipework Insulation.

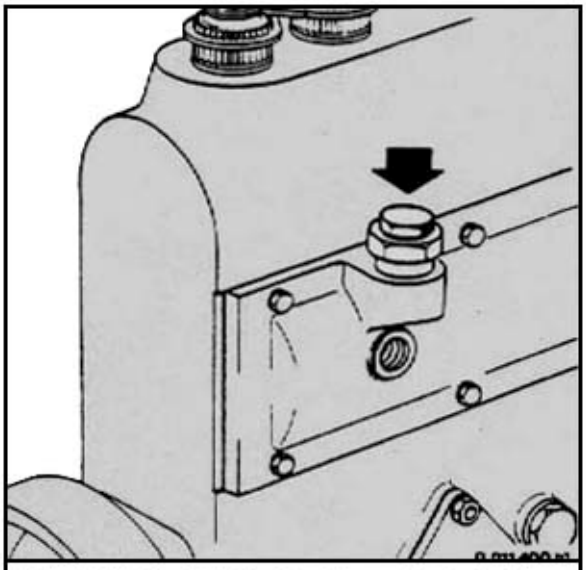


Fig. 9-17 Fuel Injection Pump Lubrication.

32.การหล่อลื่นสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

(Fuel Injection Pump Lubrication)

(รูป 9-17)

ถอดปลั๊กเติมน้ำมันหล่อ(Filter Plug)

เติมน้ำมันหล่อใหม่ ดังนี้

เครื่อง 6,8,16 V ประมาณ 1.0 ลิตร

เครื่อง 12 V ประมาณ 1.5 ลิตร

33.การถอดและทำความสะอาดภายนอกหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Removing And External Cleaning of Fuel Injector) (รูป 9-18.1 ถึง 9-18.3)

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δเมื่อทำงานกับระบบน้ำมันเชื้อเพลิง ห้ามใช้ไฟที่ไม่มีการป้องกันเปลวไฟ(Naked Flame),ห้ามสูบบุหรี่ และ อย่าทำน้ำมันเชื้อเพลิงหก

จากรูป 9-18.1

ถอดฝาครอบฝาสูบ(Cylinder Head Cover)

ถอดท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง(Fuel Pressure Line)

ถอดนัตฝาครอบ(Cap Nut)

ถอดท่อน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล(Leak-off Fuel Line)

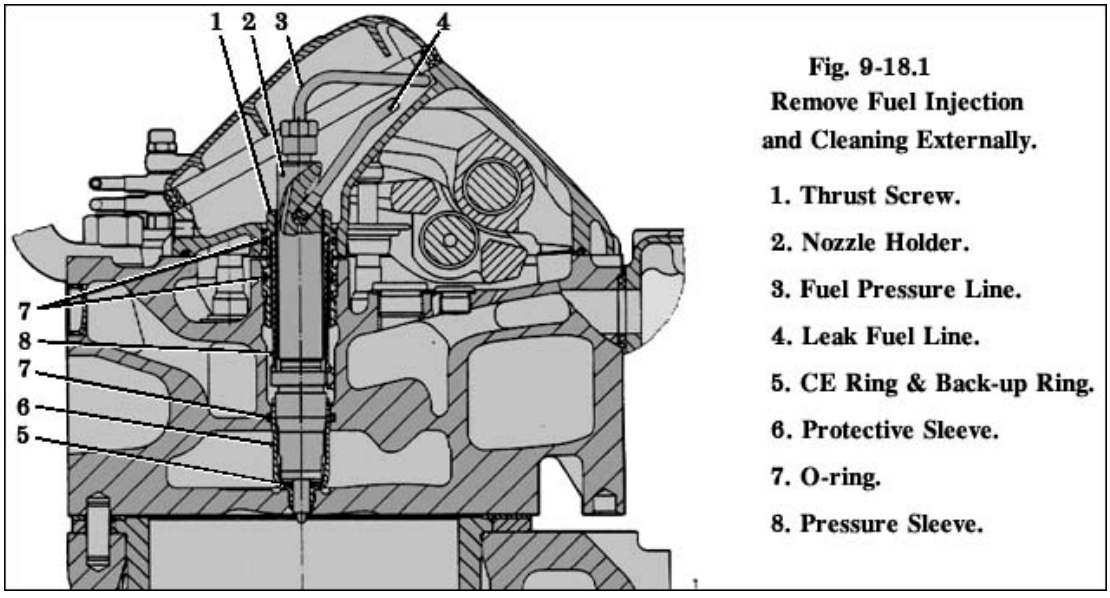


Fig. 9-18.1
Remove Fuel Injection and Cleaning Externally.

1. Thrust Screw.
2. Nozzle Holder.
3. Fuel Pressure Line.
4. Leak Fuel Line.
5. CE Ring & Back-up Ring.
6. Protective Sleeve.
7. O-ring.
8. Pressure Sleeve.

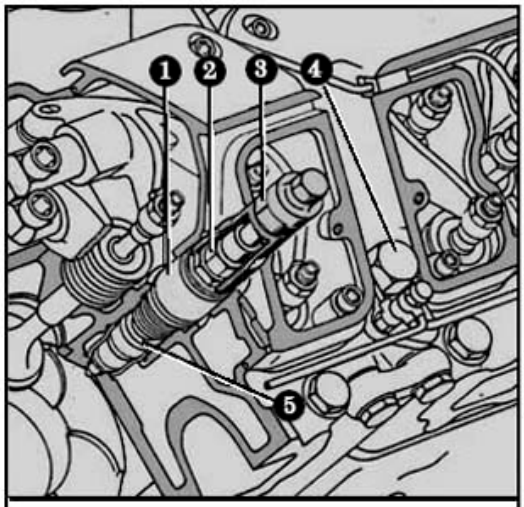


Fig. 9-18.2
1. Thrust Screw. 2. Injector. 3. Extractor.
4. Cap Nut. 5. Pressure Sleeve.

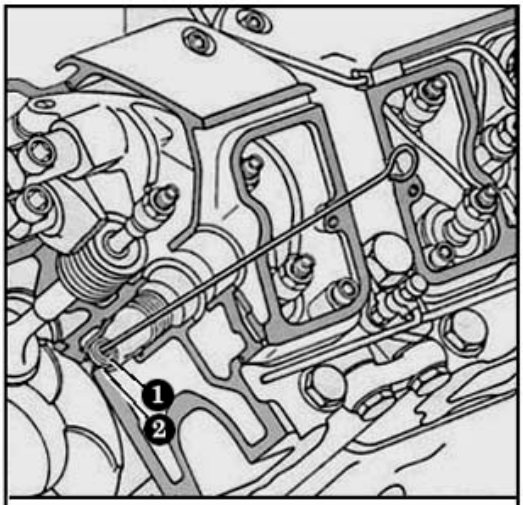


Fig. 9-18.3
1. CE Ring. 2. Back-up Ring.

จากรูป 9-18.2

ใช้เครื่องมือถอดหัวฉีด(Extractor) คลายปลอกเกลียว(Thrust Screw) ออก 2-3 รอบ โดยการหมุนคลายส่วนนอกของเครื่องมือ และถอนหัวฉีดออกจากฝาสูบ โดยกวดส่วนในของเครื่องมือหมุนคลายปลอกเกลียวออกจนสุดระยะ โดยการหมุนส่วนตัวนอกของเครื่องมือถอดหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและปลอกอัด(Pressure Sleeve)

จากรูป 9-18.3

ใช้ขอเกี่ยว(Wire Hook) ถอดวงกันรั่ว 2 วง(Back-up Ring & CE Ring) ออกจากฝาสูบ

ใช้วัสดุชิ้นไม้(Wooden Splinter)และน้ำมันดีเซล ทำความสะอาดคราบเขม่าภายนอกหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง โดยเฉพาะรอบๆปลายหัวฉีด(Nozzle Tip)

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ ห้ามใช้วัสดุแข็งกับปลายหัวฉีด

34.การติดตั้งหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Installing Fuel Injector) (รูป 9-19.1 ถึง 9-19.4)

จากรูป 9-19.1

หมุนเครื่องด้วยมือ ให้ลูกสูบอยู่ที่ศูนย์ตายบน(TDC.)

ใช้จาระบีทาเครื่องคว้านรู(Reamer) เพื่อให้เขม่าเกาะติด(ไม่ตกลงในห้องเผาไหม้)

ใช้เครื่องคว้านรู ทำความสะอาดคราบเขม่าภายในช่องประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฝาสูบ และคว้านรูเท่าที่จำเป็นให้ส่วนที่จะสัมผัสกันแนบสนิทพอดีเท่านั้น

ใช้จาระบีทาวงกันรั่วทั้งสอง(Back-up Ring & CE Ring) และติดเข้ากับปลายหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

ใช้จาระบี ทาหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในส่วนที่จะประกอบปลอกอัด(Pressure Sleeve) ซึ่งในการติดตั้งหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ช่องว่างระหว่างทั้งสองส่วนนี้จะต้องมีจาระบีอยู่เกือบเต็ม

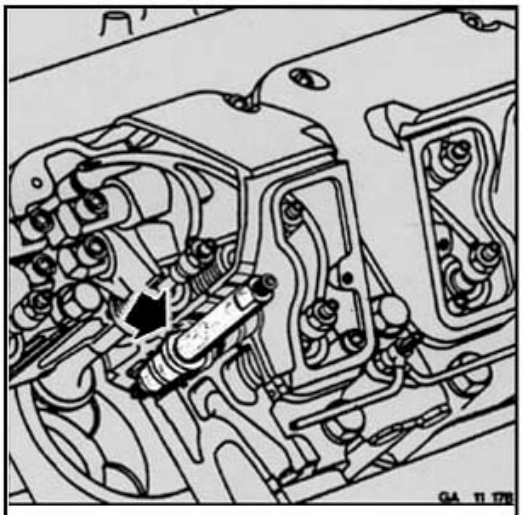


Fig. 9-19.1
Fuel Injection Installation.

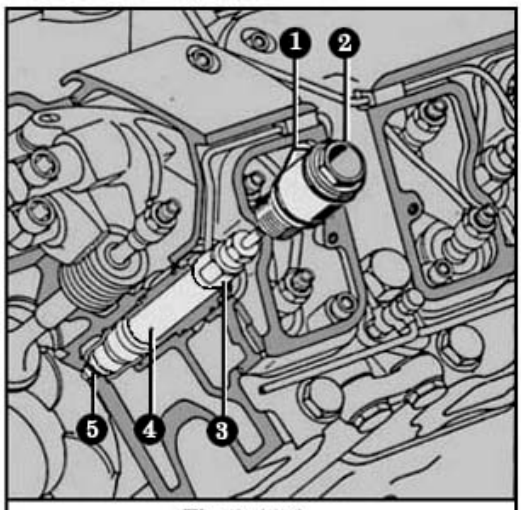


Fig. 9-19.2
1. O-ring. 2. Thrust Screw. 3. Injector.
4.Pressure Sleeve. 5.CE Ring&Back-up Ring.

ประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เข้ากับช่องภายในฝาสูบโดยให้เดือยนำ(Locating Pin) ของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ตรงกับร่องภายในช่องประกอบพอดี

จากรูป 9-19.2

ประกอบปลอกอัด เข้ากับหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

เปลี่ยนวงกันรั่ว(O-Ring)ของปลอกเกลียวใหม่ โดยใช้จาระบีอาเต้(Ate)ทาวงกันรั่วใหม่ และประกอบเข้ากับร่องของปลอกเกลียว

ประกอบปลอกเกลียว เข้าที่ด้านบนหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

จากรูป 9-19.3

ใช้เครื่องมือถอดหัวฉีด กวดปลอกเกลียวเข้ากับฝาสูบและกวดให้แน่นด้วยแรงกวด 100 Nm.(การหล่อลื่น ใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์)

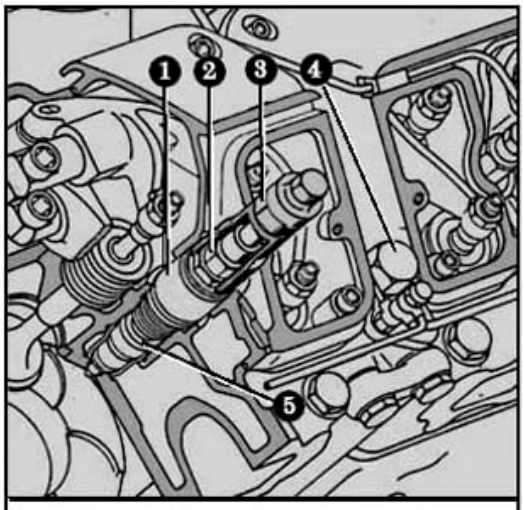


Fig. 9-19.3
1. Thrust Screw. 2. Injector. 3. Extractor.
4. Cap Nut. 5. Pressure Sleeve.

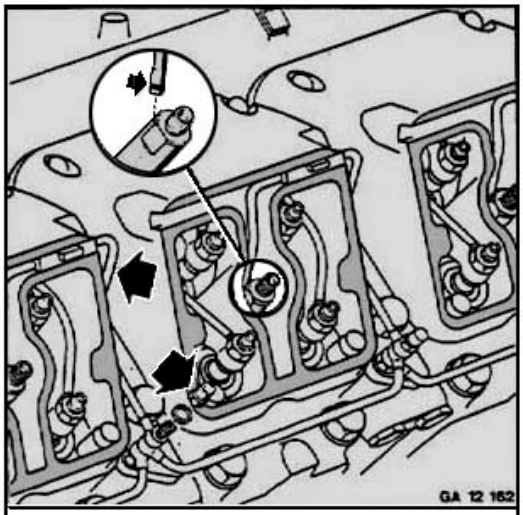


Fig. 9-19.4

ในขณะที่กวดปลอกเกลียว จะต้องแน่ใจว่าช่องว่างระหว่างเรือนหัวฉีด(Nozzle Holder) กับปลอกเกลียว จะต้องเท่ากันโดยรอบ(หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงตรงศูนย์กลางพอดี) ถ้าไม่ได้ดังกล่าว ให้ใช้ประแจปากตายหมุนปลายบนของเรือนหัวฉีดค่อยๆ ในทิศทางตรงข้ามกับการกวดเข้าให้ได้ตรงศูนย์กลางพอดีหลังจากการกวดปลอกเกลียวแล้ว

จากรูป 9-19.4

ประกอบท่อน้ำมันเชื้อเพลิงเข้ากับหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง โดยใช้วงกันรั่ว(O-Ring)ใหม่ และทาด้วยจาระบี

ประกอบท่อน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล เข้าที่เดิม

กวดนัตฝาครอบ(Cap Nut) ให้แน่น

*** <u>หมายเหตุ</u>**

*****ก่อนประกอบฝาครอบฝาสูบ ให้เดินเครื่องที่ความเร็วเดินเบาตัวเปล่าและตรวจสอบการรั่วไหลของท่อต่อต่างๆ

35.**การทดสอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง**(Testing Fuel Injector) (รูป 9-20.1 / 9-20.2)

ต่อท่อของเครื่องทดสอบหัวฉีด(Nozzle Testing Device) เข้ากับหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง แล้วปฏิบัติการทดสอบต่างๆ คือ

> การตรวจสอบก่อนการทดสอบ (รายละเอียดข้อ 35.1)

>> การตรวจสอบค่ากำลังดันเปิด (รายละเอียดข้อ 35.2)

>>> การตรวจสอบการรั่วไหล (รายละเอียดข้อ 35.3)

>>>> การตรวจสอบลักษณะฝอยฉีดและเสียงฉีด (รายละเอียดข้อ 35.4)

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ อย่าให้มือเข้าใกล้ฝอยฉีดของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เพราะฝอยฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงสามารถทะลุผิวหนังเข้าสู่ภายในร่างกายได้ และจะเข้าสู่กระแสเลือดทำให้เลือดเป็นพิษ

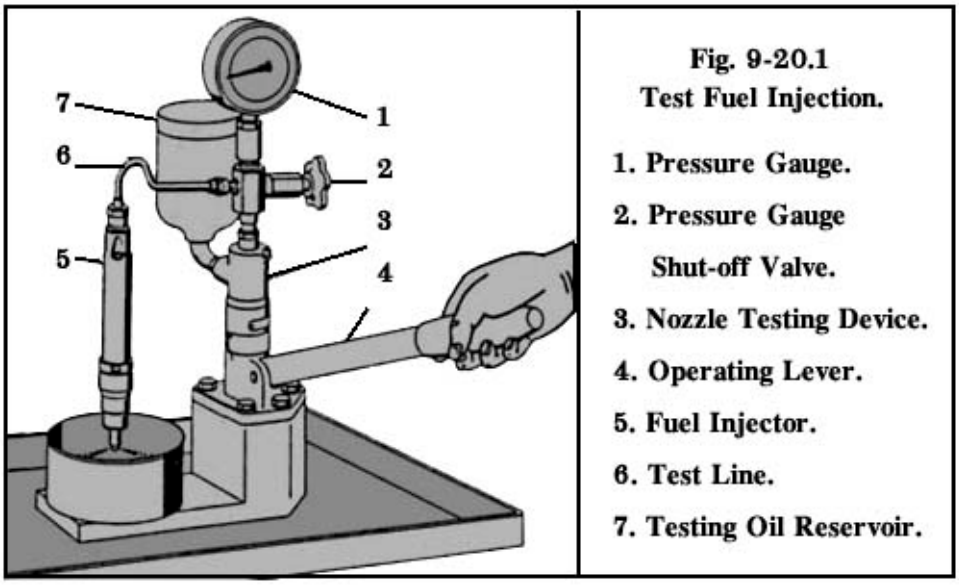


Fig. 9-20.1
Test Fuel Injection.

1. Pressure Gauge.
2. Pressure Gauge Shut-off Valve.
3. Nozzle Testing Device.
4. Operating Lever.
5. Fuel Injector.
6. Test Line.
7. Testing Oil Reservoir.

35.1 **การตรวจสอบก่อนการทดสอบ**(Preliminary Check) (รูป 9-20.1)

ปิด(Close) ลิ้นปิดมาตรวัดกำลังดัน(Pressure Gauge Shut-off)

โยกคันโยก(Operating Lever)ของเครื่องทดสอบหัวฉีด ขึ้น-ลงแรงๆและรวดเร็วหลายๆ ครั้ง เป็นการไล่อากาศและทำความสะอาดภายในหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ไม่ให้สิ่งสกปรกอุดตัน

35.2 **การตรวจสอบค่ากำลังดันเปิด**(Check Opening Pressure) (รูป 9-20.1)

เปิด(Open) ลิ้นปิดมาตรวัดกำลังดัน

โยกคันโยกของเครื่องทดสอบหัวฉีดลงช้าๆ จนกระทั่งหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงออกมา

ในขณะที่เริ่มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Start To Spray) อ่านค่าที่มาตรวัดกำลังดัน นั่นคือ ค่ากำลังดันเปิดของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

ถ้าค่าที่อ่านได้ ต่ำกว่าค่ากำลังดันเปิดต่ำสุด (รายละเอียด บทที่ 2 ข้อ 5.3) จะต้องปรับแต่งใหม่ โดยเปลี่ยนแผ่นรองสปริง(Shim)ของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้หนาขึ้น เพื่อเพิ่มค่ากำลังดันเปิดให้สูงขึ้น ถึงเกณฑ์กำหนด

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δในขณะทดสอบ ต้องให้กำลังดันในการทดสอบเพิ่มขึ้นหรือลดลงช้าๆ เพื่อป้องกันมาตรวัดกำลังดันชำรุดเสียหาย

35.3 **ตรวจสอบการรั่วไหล**(Check Leakage) (รูป 9-20.1)

โยกคันโยกลงช้าๆ จนกระทั่งกำลังดันสูงถึง ค่าที่ต่ำกว่าค่ากำลังดันเปิด 20 บาร์ จึงหยุด

ถ้าไม่มีน้ำมันเชื้อเพลิงหยดออกมาจากรูหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ภายใน 10 วินที แสดงว่าไม่มีการรั่วไหล

35.4 **การตรวจสอบลักษณะฝอยฉีดและเสียงฉีด**(Spray Pattern & Buzz Check)

(รูป 9-20.1 / 9-20.2)

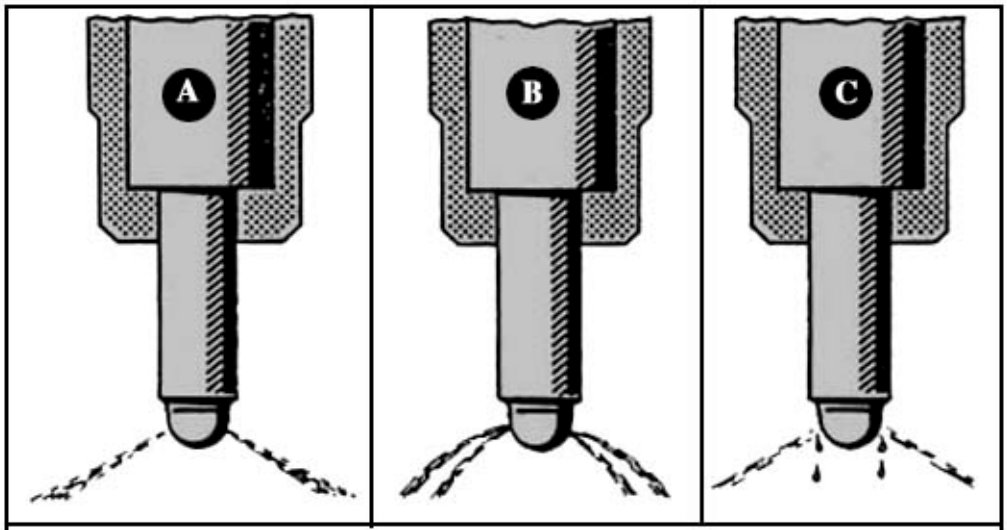


Fig. 9-20.2 Sprey Pattern.

ปิด(Close) ลิ้นปิดมาตรวัดกำลังดัน

โยกคันโยกขึ้น-ลงอย่างรวดเร็ว อย่างน้อย โยกลง 2 ครั้ง/วินาที(2 Downs Strokes)

เสียงฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง จะต้องเป็นเสียงสูง(High Pitched Buzz) แสดงว่าเข็มหัวฉีด (Nozzle Needle) เคลื่อนตัวได้อย่างคล่องตัว

เปรียบเทียบลักษณะฝอยฉีด กับรูป 9-20.2

*** <u>หมายเหตุ</u>**

***** ถ้ามีน้ำมันเชื้อเพลิงหยด ระหว่างการหยุดฉีดของการทดสอบนี้ ไม่ได้แสดงว่าหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล

36. การถอดประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Disassembling Fuel Injector) (รูป 9-21)

ใช้ปากกาแท่น(Vise) จับปากจับพิเศษให้แน่น แล้วใส่หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงลงไปทางตั้ง

ใช้ประแจพิเศษ คลายนัตหัวฉีด(Retaining Nut)ออก แล้วถอดชิ้นส่วนต่างๆ ออกให้หมด

ในขณะที่ถอดตัวหัวฉีด(Nozzle Body) ***ระวัง ! อย่าให้เข็มหัวฉีด(Nozzle Needle) ตกลงพื้น***

เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดสนิมบนพื้นผิวสัมผัส(Lapped Surface)ของเข็มหัวฉีด(Nozzle Needle) ***การจับเข็มหัวฉีด ให้จับด้วยเดือยกั้นสปริง(Stem or Thrust Pin) เท่านั้น***

ล้างทำความสะอาดทุกส่วนในน้ำมันเชื้อเพลิง,ล้างด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงที่กรองสะอาดแล้ว และเป่าให้แห้งด้วยกำลังดันลม

ทำความสะอาดปลายหัวฉีด(Injection Nozzle)

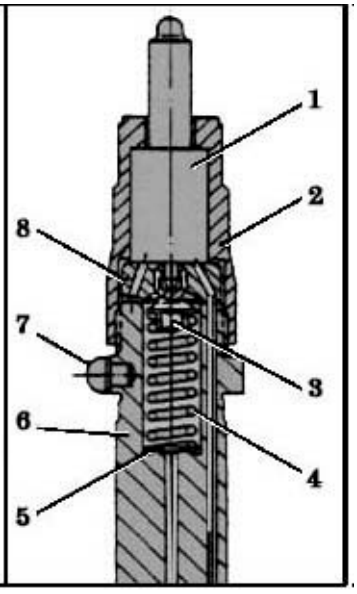
Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δในขณะที่ถอดประกอบ จะต้องแน่ใจว่าอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้สะอาดจริงๆ

Δถ้ามีการถอดประกอบหัวฉีดหลายหัวพร้อมๆกัน จะต้องระวังเป็นพิเศษไม่ให้ส่วนประกอบต่างๆของหัวฉีดแต่ละหัวปะปนกัน

Fig. 9-21 Disassembling Fuel Injector.

1. Nozzle Body.
2. Retaining Nut.
3. Stem(Thrust Pin).
4. Spring.
5. Shim.
6. Nozzle Holder Body.
7. Locating Pin.
8. Washer.



37.การประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Assembling Fuel Injector) (รูป 9-21)

ก่อนประกอบส่วนต่างๆ ให้ล้างด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงที่กรองสะอาดแล้ว

ตรวจดูรอยแตกชำรุดของสปริงหัวฉีด(Spring)และการสึกหรอของเดือยกั้นสปริง(Thrust Pin) ถ้าจำเป็นให้เปลี่ยนใหม่

ใส่หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ลงในปากจับพิเศษในทางตั้ง

ประกอบแผ่นรองสปริง(Shim),สปริงหัวฉีด(Spring)และเดือยกั้นสปริง(Thrust Pin) ลงในเรือนหัวฉีด(Nozzle Holder)

ประกอบแหวนรอง(Washer),ตัวหัวฉีด(Nozzle Body)และเข็มหัวฉีด(Nozzle Needle) ลงบนเรือนหัวฉีด โดยต้องแน่ใจว่าพื้นผิวสัมผัสของส่วนต่างๆสะอาดจริง

ประกอบนัตหัวฉีด(Retaining Nut) ลงบนเรือนหัวฉีดและกวดให้แน่น โดยใช้แรงกวดตามคู่มือประจำเครื่อง(เช่นในเครื่อง TB ใช้แรงกวด 60+30 Nm. การหล่อลื่น ใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์)

ตรวจสอบค่ากำลังดันเปิด

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ ถ้ากวดนัตหัวฉีด ด้วยแรงกวดที่สูงกว่าที่กำหนดไว้ในคู่มือประจำเครื่อง จะทำให้ตัวหัวฉีด(Nozzle Body)บิดเบี้ยวผิดรูป ซึ่งจะเป็นผลให้เข็มหัวฉีด(Nozzle Needle)ติดแน่นหรือขัดตัว

38.การตรวจสอบจุดเริ่มส่งของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Checking Injection Pump Supply Point) (รูป 9-22.1 ถึง 9-22.3)

จุดที่สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เริ่มส่งน้ำมันเชื้อเพลิง คือ จุดที่ลูกสูบเลื่อน(Plunger) อยู่ในตำแหน่งของการทดสอบที่น้ำมันเชื้อเพลิงไหลหยดออกมา 10 วินาที/หยด โดยความสูงระหว่างท่อน้ำมันล้น(Fuel Tube)กับระดับน้ำมันเชื้อเพลิงภายในกรวยน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Container) จะต้องมีประมาณ 250 มม.

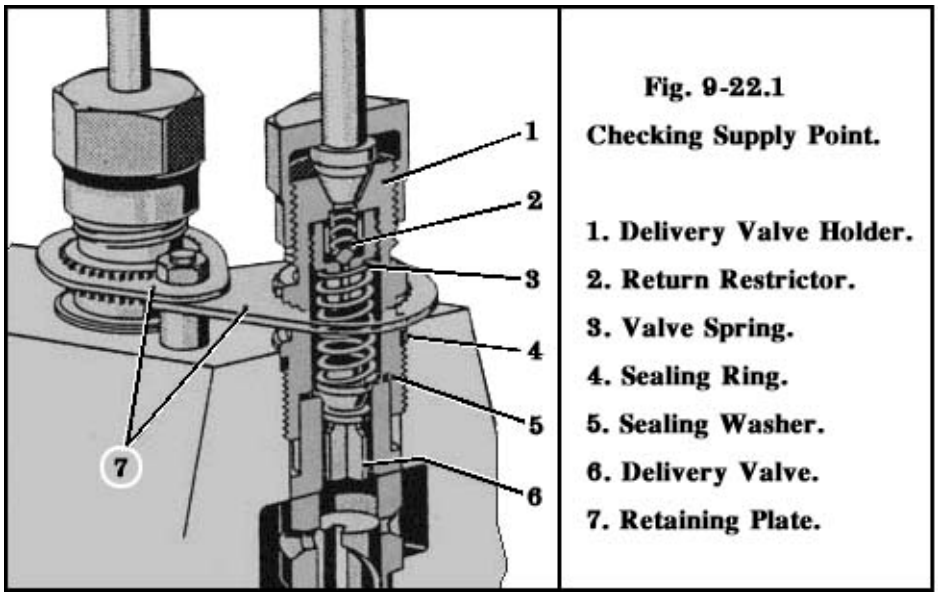


Fig. 9-22.1
Checking Supply Point.

1. Delivery Valve Holder.
2. Return Restrictor.
3. Valve Spring.
4. Sealing Ring.
5. Sealing Washer.
6. Delivery Valve.
7. Retaining Plate.

ขั้นตอนการปฏิบัติ มีดังนี้

จากรูป 9-22.1

ถอดท่อน้ำมันเชื้อเพลิงของสูบ A1 และ A2 ออกจากสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

จัดการปิดหรืออุดท่อต่อ เพื่อป้องกันสิ่งต่างๆ เข้าไปในท่อทางหรือระบบ

ถอดแผ่นยึด(Retaining Plate)

ถอดเรือนลิ้นส่ง(Delivery Valve Holder) ของสูบ A1

ถอดลิ้นส่ง(Delivery Valve) และลิ้นสปริง(Valve Spring)

ถอดช่องจำกัดน้ำมันกลับ(Return Restrictor)

ประกอบเรือนลิ้นส่ง เข้าที่เดิม

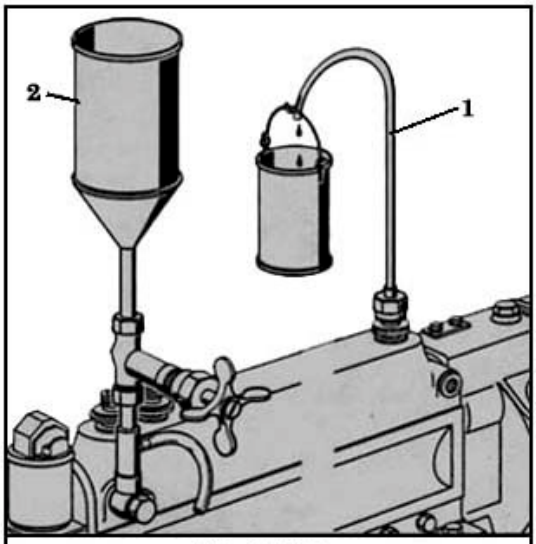


Fig. 9-22.2
1. Overflow Tube. 2. Fuel Container.

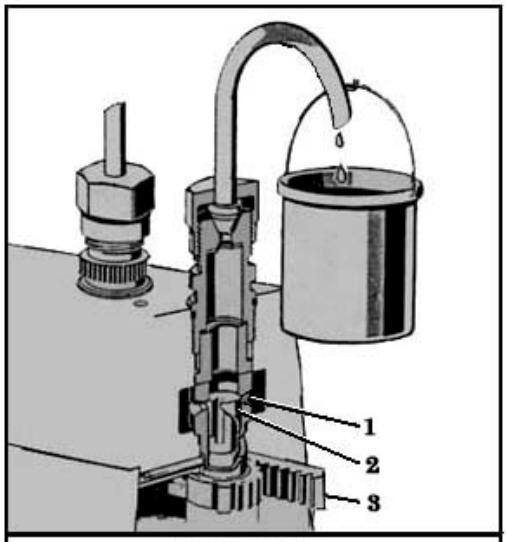


Fig. 9-22.3
1.Intake Port. 2.Plunger. 3.Control Rack.

จากรูป 9-22.2 / 9-22.3

ต่อท่อน้ำมันล้น(Overflow Tube)

ถอดท่อน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า(Fuel Feed Line)สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง และ ต่อกรวยน้ำมัน (Fuel Container) เข้าแทนที่

หมุนเครื่องด้วยมือ ตามทางหมุนของเครื่อง จนกระทั่งเข็มชี้ตรงกับสูบ A1 คือ สูบ A1 อยู่ที่ศูนย์ตายบนจังหวะจุดระเบิด(Firing TDC.) (รายละเอียดข้อ 6)

หมุนเครื่องย้อนทางหมุนของเครื่องประมาณ 45 องศา

เปิดลิ้นปิด(Shut-off Cock) ของกรวยน้ำมันเชื้อเพลิง

โยกคันควบคุม(Control Lever)ที่เครื่องควบคุมความเร็ว ไปถึงสลักห้ามภาระสูงสุด(Full Load Stop) ซึ่งจะทำให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงส่งอาการหมุนลูกสูบเลื่อน(Plunger) ให้อยู่ในตำแหน่งส่งน้ำมันสูงสุด(Full Supply) ทำให้มีน้ำมันเชื้อเพลิงไหลออกจากท่อน้ำมันล้น

หมุนเครื่องตามทางหมุนช้าๆ น้ำมันจากท่อน้ำมันล้นจะไหลช้าลงด้วย หมุนต่อไปจนกระทั่ง น้ำมันไหลออกเป็นหยดแต่ละหยดห่างกันไม่เกิน 10 วินาที ซึ่งที่ตำแหน่งนี้ลูกสูบเลื่อนจะปิดช่องทางน้ำมันเข้าเกือบสนิทและขีดเครื่องที่ล้อช่วยแรง(Flywheel)ตรงกับเข็มชี้(Pointer) ถ้าขีดเครื่องหมายไม่ตรงดังกล่าว จะต้องตั้งจุดเริ่มส่งใหม่ (รายละเอียดข้อ 39)

ปิด ลิ้นปิดของกรวยน้ำมันเชื้อเพลิง

ถอดกรวยน้ำมันและท่อน้ำมันล้น

ต่อท่อน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า(Full Feed Line) เข้าที่เดิม

ถอดเรือนลิ้นส่ง(Delivery Valve Holder),เปลี่ยนวงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่และทาด้วยวาสลิน(Vaseline)

ประกอบวงกันรั่ว(Sealing Washer) ใหม่

ประกอบช่องจำกัดน้ำมันกลับ(Return Restrictor)

ประกอบลิ่นส่ง(Delivery Valve)และสปริงลิ้น

ประกอบเรือนลิ้นส่งและใช้ประแจครอบฟันปลา(Serrated Wrench Socket) กวดด้วยแรงกวด 118 Nm.(12 Kg.m.) และคลายออกแล้วกวดใหม่ด้วยแรงกวด 88 Nm.(9 Kg.m.)

ประกอบแผ่นยึด(Retaining Plate) เข้าที่เดิมและกวดให้แน่น

ต่อท่อน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าทีเดิมและกวดให้แน่นด้วยแรงกวด 49 Nm.(5 Kg.m.)

*** <u>หมายเหตุ</u>**

*****จุดเริ่มส่งน้ำมันเชื้อเพลิง ให้ดูในบันทึกทดสอบเพื่อการตรวจรับเครื่อง(Acceptance Test Record) ของเครื่อง

***** การประกอบส่วนต่างๆ เข้าทีเดิม จะต้องให้ส่วนต่างๆดังกล่าวสะอาดจริงๆ

***** จะต้องตรวจสอบการรั่วไหลของข้อต่อท่อทางต่างๆ เมื่อมีการทดสอบเดินเครื่อง

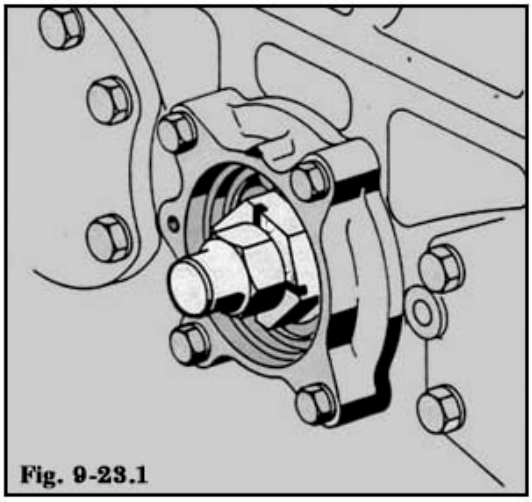
***** ค่าแรงกวดต่างๆ ให้ดูในคู่มือประจำเครื่องเท่านั้น

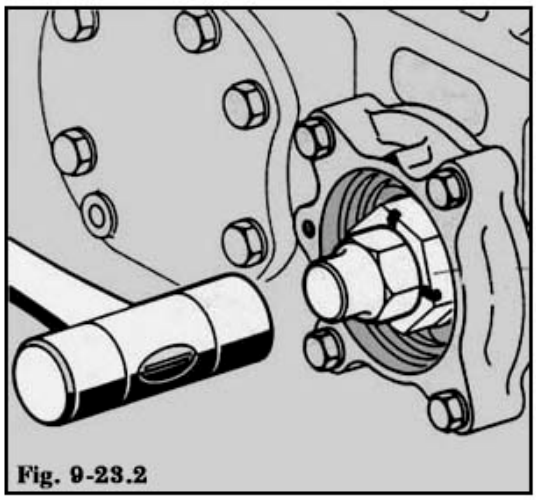
39.การตั้งจุดเริ่มส่งของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Setting The Supply Point of The Fuel Injection Pump) (รูป 9-23.1 ถึง 9-23.4)

จากรูป 9-23.1 / 9-23.2

ถอดฝาครอบ(Cover) ออกจากเพลาขับหมุนสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง โดยให้ขีดเครื่องแสดงจำนวนสูบของเครื่อง ชี้ขึ้นด้านบน

หมุนเครื่องด้วยมือย้อนทางหมุนเล็กน้อย แล้วหมุนตามทางหมุนของเครื่อง จนกระทั่งขีดเครื่องหมายสูบ A1 ตรงกับเข็มชี้ นั่นคือ สูบ A1 จะอยู่ที่ศูนย์ตายบนจังหวะจุดระเบิด (รายละเอียดข้อ 6)

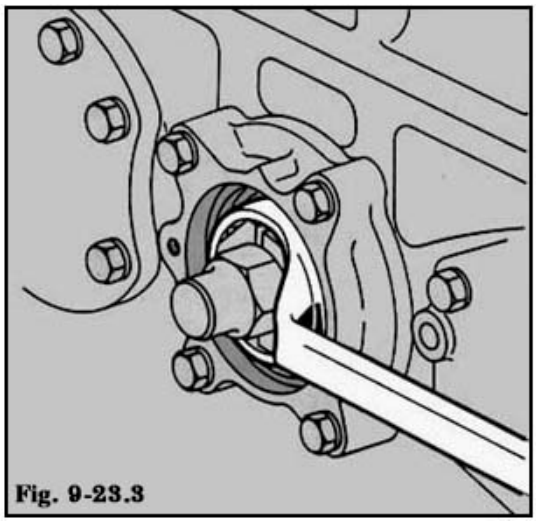

Fig. 9-23.1

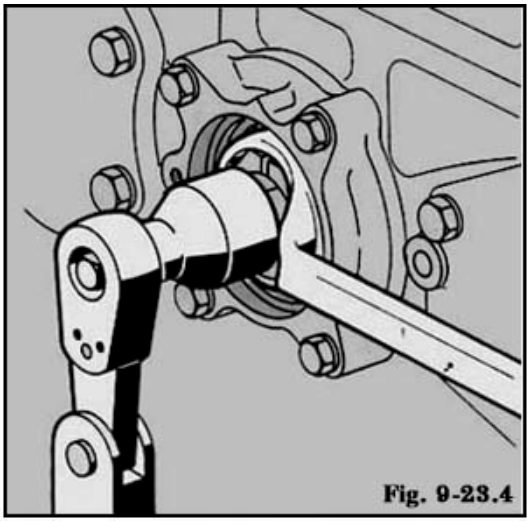

Fig. 9-23.2

ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบจุดเริ่มส่งของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง (รายละเอียดข้อ 38)

คลายสลักยึด(Stress Bolt)ออก 1 รอบ ด้วยประแจครอบ

ใช้ค้อนพลาสติกเคาะเบาๆที่สลักยึด เพื่อให้แหวนล็อค(Ring Spring Clamp)คลายตัว เป็นการปลดล็อคสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงออกจากส่วนปรับแต่งจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Timer)


Fig. 9-23.3


Fig. 9-23.4

จากรูป 9-23.3 / 9-23.4

ใช้ประแจห่วง หมุนปลอกนำ(Locating Sleeve) เพื่อหมุนเพลาขับหมุนสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงทวนเข็มนาฬิกา(CCW.)

เปิด ลิ้นปิดของกรวยน้ำมันเชื้อเพลิง

โยกคันควบคุม(Control Lever)ที่เครื่องควบคุมความเร็ว ไปจนถึงสลักห้ามภาระสูงสุด (Full Load Stop)

หมุนปลอกนำตามเข็มนาฬิกา(CW.)ช้าๆ จนกระทั่งน้ำมันจากท่อน้ำมันล้นไหลออกเป็นหยด แต่ละหยดห่างกันไม่เกิน 10 วินาที

*** <u>หมายเหตุ</u>**

*การหมุนเพลาขับสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงตามเข็มนาฬิกา(CW.)จะทำให้การเริ่มส่งน้ำมันเชื้อเพลิงเร็วขึ้น และการหมุนทวนเข็มนาฬิกา(CCW.)จะทำให้การส่งน้ำมันเชื้อเพลิงช้าลง

*จุดเริ่มส่งน้ำมันเชื้อเพลิง ให้ดูในบันทึกทดสอบเพื่อการตรวจรับเครื่อง(Acceptance Test Record) ของเครื่อง

ใช้ประแจห่วง ยึดปลอกนำไว้ที่ตำแหน่งนี้ แล้วใช้ประแจครอบ กวดสลักยึดด้วยแรงกวดตามคู่มือของเครื่อง (เช่นในเครื่องแบบ TC กวดด้วยแรงกวด 140 Nm. แล้วกวดเข้าอีก180°+10°)

หมุนเครื่องด้วยมือ ย้อนกลับทางหมุนของเครื่อง และตรวจสอบจุดเริ่มส่งน้ำมันเชื้อเพลิงอีกครั้งหนึ่ง

ประกอบฝาปิด(Cover) โดยใช้แผ่นกันรั่ว(Gasket)ใหม่

ถอดอุปกรณ์ทดสอบออกจากเครื่องและประกอบส่วนต่างๆของเครื่องเข้าที่เดิม

40.การใช้น้ำมันเชื้อเพลิง(Fueling)

การเลือกใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ให้เลือกใช้เฉพาะที่ระบุในคู่มือ MTU Fluids And Lubricants Specification No. 1061

41.การตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิง(Checking Fuel Level)

ตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิงในถังใช้การ ถ้าจำเป็นให้เติมให้เต็ม

42.การระบายอากาศออกจากระบบน้ำมันเชื้อเพลิง(Venting Fuel System) (รูป 9-24)

42.1 เครื่องแบบ TC

เปิดปลั๊กระบายอากาศ(Vent Plug)บนหม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Duplex Filters) (รายละเอียด 49)

คลายสูบโยกมือน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Priming Pump) โดยหมุนทวนเข็มนาฬิกา(CCW.)

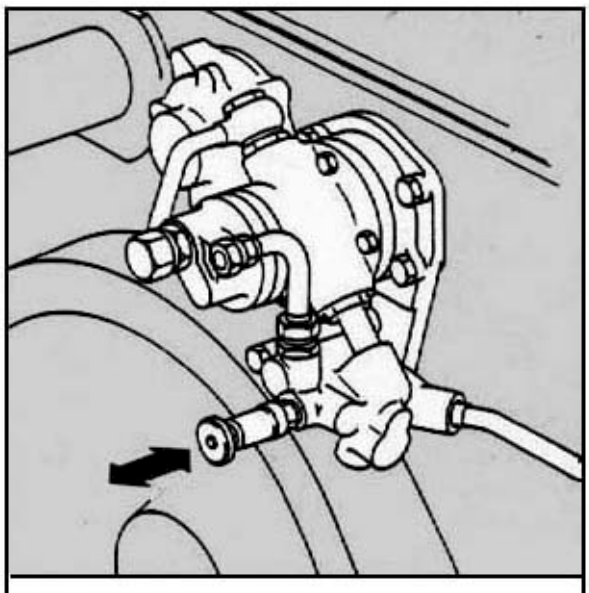


Fig. 9-24 Venting Fuel System.

ใช้สูบโยกมือ จนกระทั่งมีน้ำมันเชื้อเพลิงไหลออกมาทางรูปลั๊กระบายอากาศ

ปิดปลั๊กระบายอากาศ

ใช้สูบโยกมืออีก จนกระทั่งได้ยินเสียงเปิดของลิ้นกันกลับ(Check Valve)ที่ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกลับถัง(Return Line) และมีน้ำมันเชื้อเพลิงเต็มท่อทางของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Pump)

กวดสูบโยกมือน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าให้แน่น

42.2 **เครื่องแบบ** TB/TE

เช่นเดียวกับข้อ 42.1 ที่กล่าวมาแล้ว ยกเว้น ไม่ต้อง ปิด-เปิด ปลั๊กระบายอากาศ

43.การเปิดระบายหม้อรับน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล(Leak-off Fuel Container Draining)

(รูป 9-25)

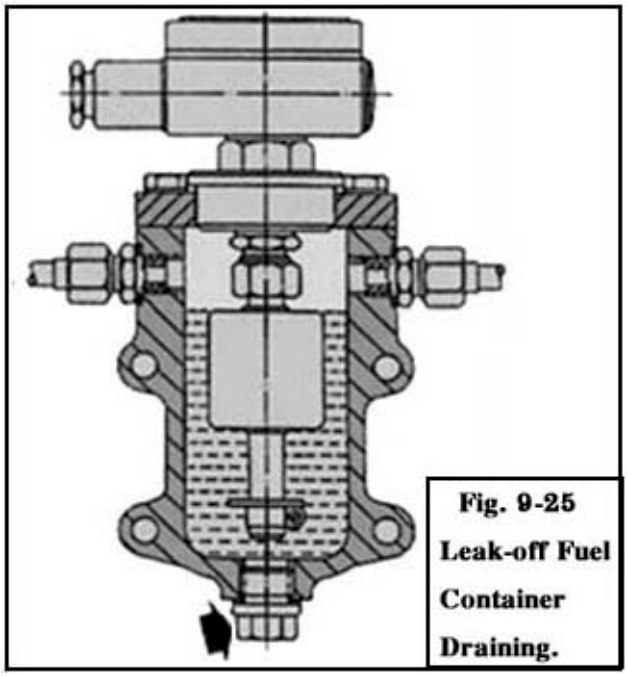


Fig. 9-25 Leak-off Fuel Container Draining.

ใช้ประแจหมุนคลายปลั๊กระบาย(Drain Plug)และเปิดระบายน้ำมันภายในใส่ภาชนะที่เหมาะสม

ประกอบปลั๊กระบายเข้าที่เดิมโดยใช้วงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่และกวดให้แน่น

44.การใช้มือหมุนหม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง(Turning Fuel Prefilter) (รูป 9-26)

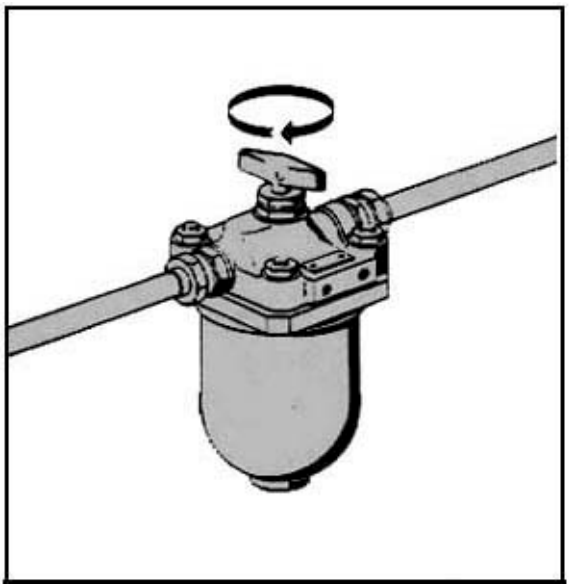


Fig. 9-26 Turning Fuel Prefilter Handle.

เพื่อเป็นการทำความสะอาดไส้หม้อกรอง ให้หมุนมือหมุน(Handle) 1 หรือ 2 ครั้ง

การทำความสะอาดจะได้ผลดีที่สุด คือ จะต้องทำทันทีหลังจากหยุดเดินเครื่อง

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ ให้หลีกเลี่ยงการใช้แรงหมุนมากเกินไป ถ้าจำเป็นให้ทำความสะอาดหม้อกรอง

45.การเทหม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง(Emptying Fuel Prefilter) (รูป 9-27)

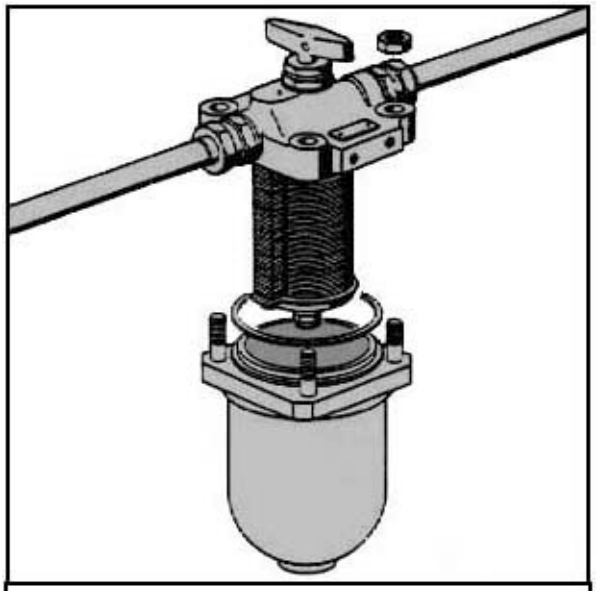


Fig. 9-27 Emptying Fuel Prefilter.

ปิดลิ้นน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า–ออกหม้อกรอง

หมุนมือหมุน(Handle)คลายนัตยึดถ้วยหม้อกรอง (Filter Bowl)

ถอดถ้วยหม้อกรอง

เทน้ำมันเชื้อเพลิงภายในถ้วยหม้อกรองออกทิ้ง แล้วล้างให้สะอาด

ประกอบวงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่ ลงในร่องของถ้วยหม้อกรอง ประกอบถ้วยหม้อกรองเข้าที่และกวดนัตยึดให้แน่น โดยกวดทีละตัวตรงข้ามทะแยงมุม เปิดลิ้นน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า–ออก

46.การทำความสะอาดหม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง(Cleaning Fuel Prefilter) (รูป 9-28.1 / 9-28.2)

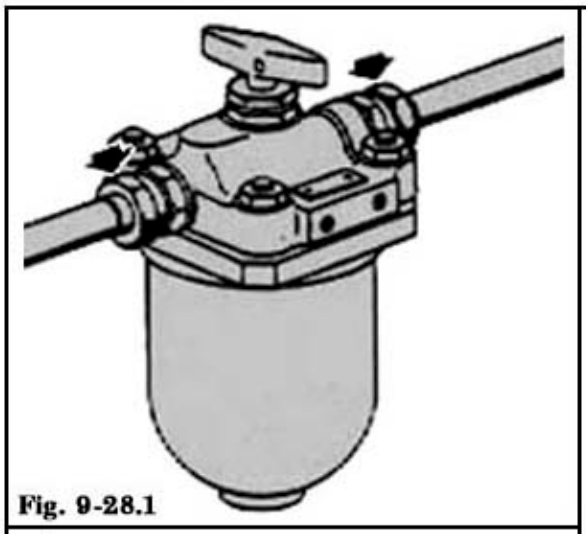


Fig. 9-28.1

Cleanig Fuel Prefilter.

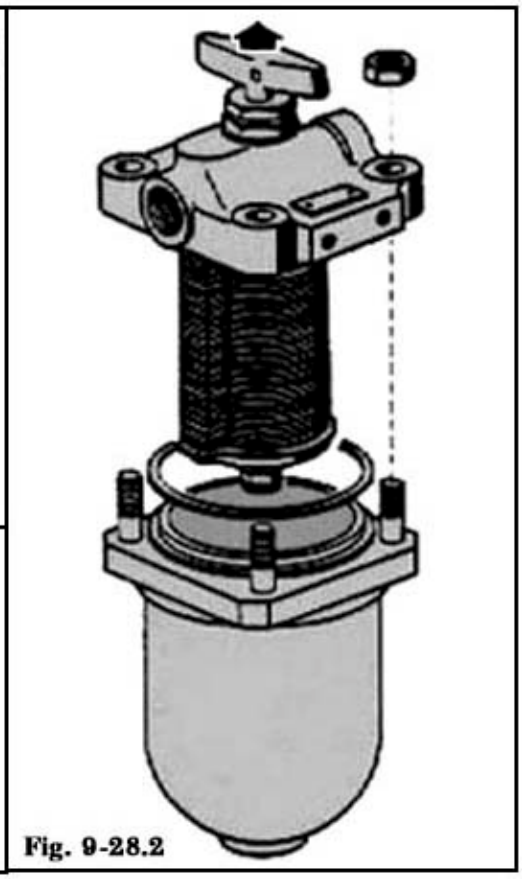


Fig. 9-28.2

ปิดลิ้นน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า–ออกหม้อกรอง

ถอดท่อต่อหม้อกรอง

คลายสลักยึดหม้อกรอง

ถอดถ้วยหม้อกรอง ออกจากไส้หม้อกรอง

ล้างทำความสะอาดไส้หม้อกรองในอ่างน้ำมันเบนซินหรือน้ำมันก๊าด และหมุนมือหมุนให้เศษตะกอนภายนอกไส้หม้อกรอง หลุดออกให้หมด

ล้างทำความสะอาด ถ้วยหม้อกรอง

ประกอบถ้วยหม้อกรองเข้าที่ เช่นเดียวกับข้อ 45

47.การเลือกใช้หม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Duplex Filter,Selection)

โดยปกติ ขณะเดินเครื่อง จะต้องเปิดใช้หม้อกรองพร้อมกันทั้งสองใบ

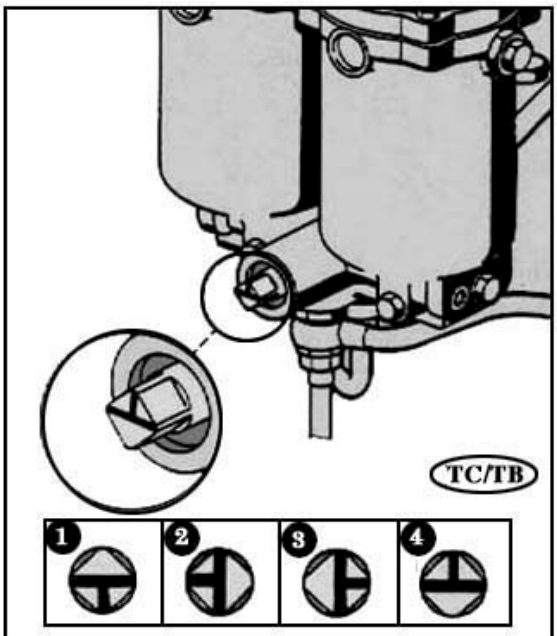


Fig. 9-29 Filter Bowl Selection.
1. Operating Position :
Both Filters In Operation.
2. Right-hand Filter Off :
Left-hand Filter In Operation.
3. Left-hand Filter Off :
Right-hand Filter In Operation.
4. Both Filters Off.

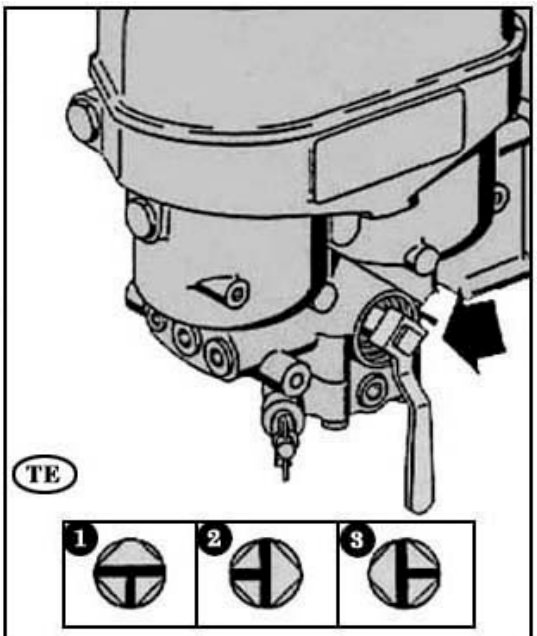


Fig. 9-30 Filter Bowl Selection.
1. Operating Position :
Both Filters In Operation.
2. Right-hand Filter Closed and Sludge Drain Open :
Left-hand Filter In Operaton.
3. Left-hand Filter Closed and Sludge Drain Open :
Right-hand Filter In Operation.

47.1 เครื่องแบบ TC/TB (รูป 9-29)

ใช้ประแจหมุนลิ้นเปลี่ยนทาง (Diverter Valve) เพื่อเลือกใช้หม้อกรองตามต้องการ

47.2 เครื่องแบบ TE (รูป 9-30)

หมุนลิ้นเปลี่ยนทาง(Diverter Valve) ด้วยคันลิ้นเปลี่ยนทาง(Lever) เพื่อเลือกใช้หม้อกรองตามต้องการ

48.การเปิดระบายหม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Duplex Filter,Draining)

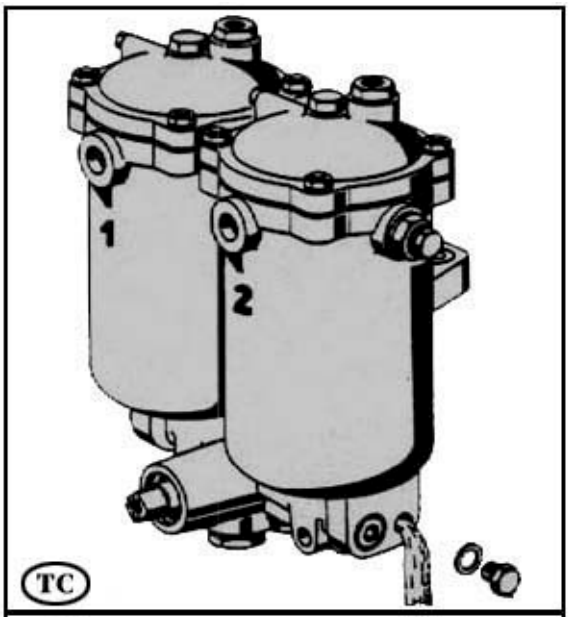


Fig. 9-31 Fuel Duplex Filter , Draining.

48.1 **เครื่องแบบ** TC/TB (รูป 9-31)

ปิดหม้อกรองที่จะเปิดระบาย โดยใช้ลิ้นเปลี่ยนทาง

คลายปลั๊กระบาย(Drain Plug) และระบายน้ำมันเชื้อเพลิงภายใน ใส่ภาชนะ

ประกอบปลั๊กระบายเข้าที่เดิม โดยใช้วงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่

48.2 **เครื่องแบบ** TE (รูป 9-32)

โยกลิ้นเปลี่ยนทาง ปิดหม้อกรองและเปิดระบายตามต้องการ

โยกลิ้นเปลี่ยนทาง ไว้ตำแหน่งปกติ คือ เปิดใช้ทั้งสองใบ

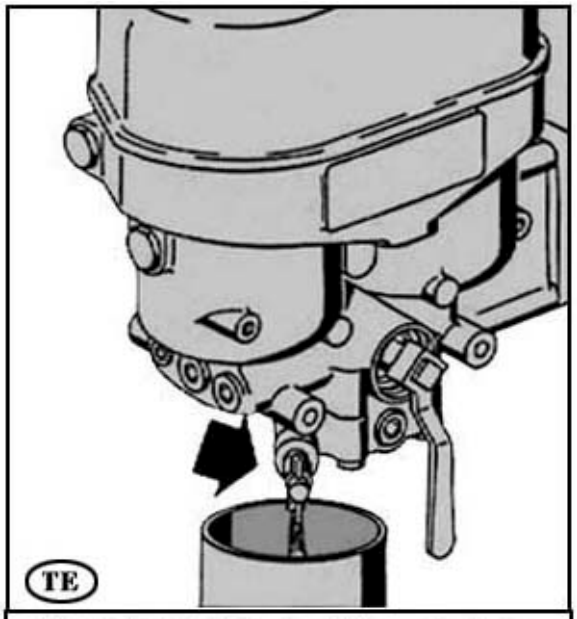


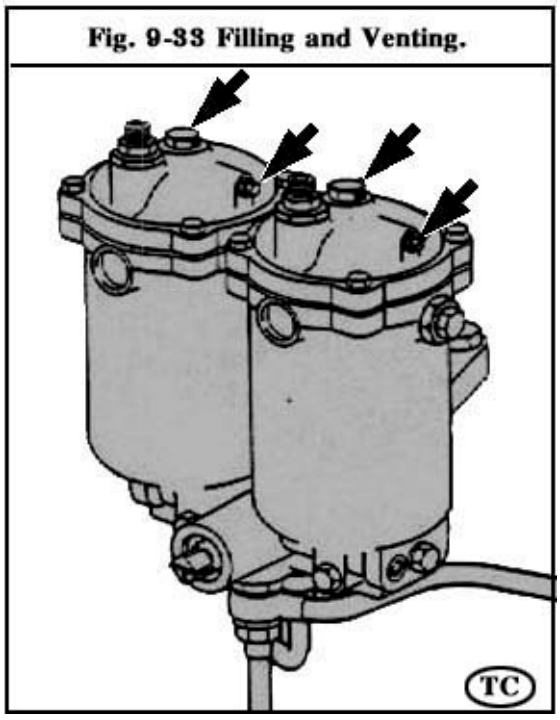
Fig. 9-32 Fuel Duplex Filter , Draining.

49.การเติมและการระบายอากาศหม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง(Filling And Venting Fuel Duplex Filter) (รูป 9-33)

เครื่องแบบ TC/TB

เปิดใช้หม้อกรองทั้งสองใบ ด้วยลิ้นเปลี่ยนทาง

[ถอดปลั๊กระบายอากาศตัวข้าง(Side Vent Plug)และคลายปลั๊กระบายอากาศตัวกลาง (Center Vent Plug) -***เครื่องแบบ TC***]หรือ[คลายปลั๊กระบายอากาศตัวกลาง -***เครื่องแบบ TB***]



ใช้สูบโยกมือน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Priming Pump) จนกระทั่งมีเฉพาะน้ำมันเชื้อเพลิงไหลออกจากรูระบายอากาศด้านข้างหรือตรงกลาง (รายละเอียดข้อ 42.1)

ประกอบและกวดปลั๊กระบายอากาศทั้งสอง ให้แน่น

50.การเปลี่ยนไส้หม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Duplex Filter,Element Replacement)

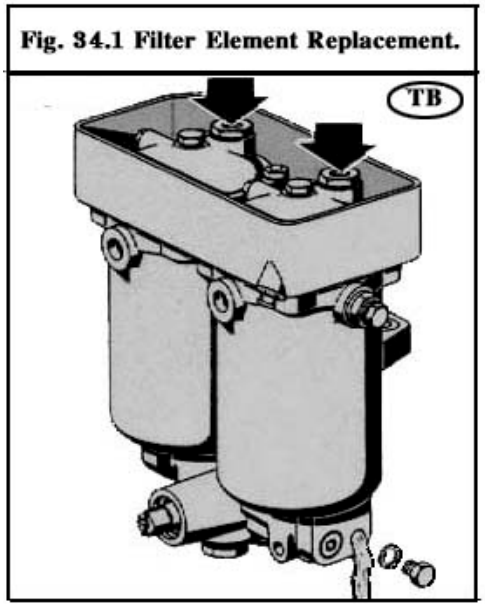
Δ ข้อควรระวัง

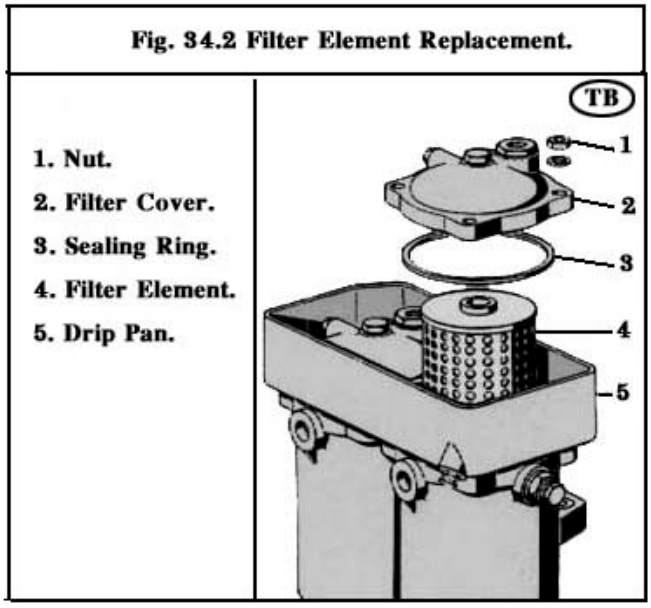
. **Δ**การเปลี่ยนไส้หม้อกรองในขณะเครื่องเดินอยู่ ให้ใช้ลิ้นเปลี่ยนทางปิดหม้อกรองเพื่อเปลี่ยนไส้หม้อกรองทีละใบ และต้องเปิดใช้ทันทีที่ทำงานเสร็จเรียบร้อย

Δการเปลี่ยนไส้หม้อกรองในขณะเครื่องร้อน ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษไม่ให้น้ำมันเชื้อเพลิงหกเรี่ยราด เพราะจะทำให้เกิดไฟไหม้ได้

50.1 เครื่องแบบ TC/TB (รูป 9-34.1 / 9-34.2)

ปิดหม้อกรองที่จะเปลี่ยนไส้หม้อกรอง ด้วยลิ้นเปลี่ยนทาง





เปิดระบายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในหม้อกรองออกทิ้ง (รายละเอียดข้อ 48.1)

ถอดท่อระบายอากาศ(Vent Line) ออกจากช่องทางระบายอากาศ

ทำความสะอาดอ่างน้ำมันล้น(Drip Pan)

ถอดนัตยึด(Securing Nut)และฝาปิดหม้อกรอง(Filter Cover)

ถอดไส้หม้อกรอง ออกทิ้ง

ทำความสะอาดภายในเรือนหม้อกรอง(Filter Bowl)

ประกอบปลั๊กระบายเข้าที่เดิม โดยใช้วงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่

ประกอบไส้หม้อกรองใหม่ เข้าภายในเรือนหม้อกรอง

ประกอบฝาปิดหม้อกรองเข้าที่ โดยใช้วงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่

ประกอบนัตยึดเข้าที่และกวดให้แน่น โดยกวดทีละตัวตรงข้ามทะแยงมุม

เปิดใช้หม้อกรอง ด้วยลิ้นเปลี่ยนทาง

ถ้าเป็นการเปลี่ยนขณะเครื่องหยุดเดินอยู่ ให้เติมและระบายยายอากาศภายในหม้องกรอง (รายละเอียดข้อ 49)

50.2 เครื่องแบบ TE (รูป 9-35)

เปิดระบายน้ำมันเชื้อเพลิง ออกจากหม้อกรอง (รายละเอียดข้อ 48.2)

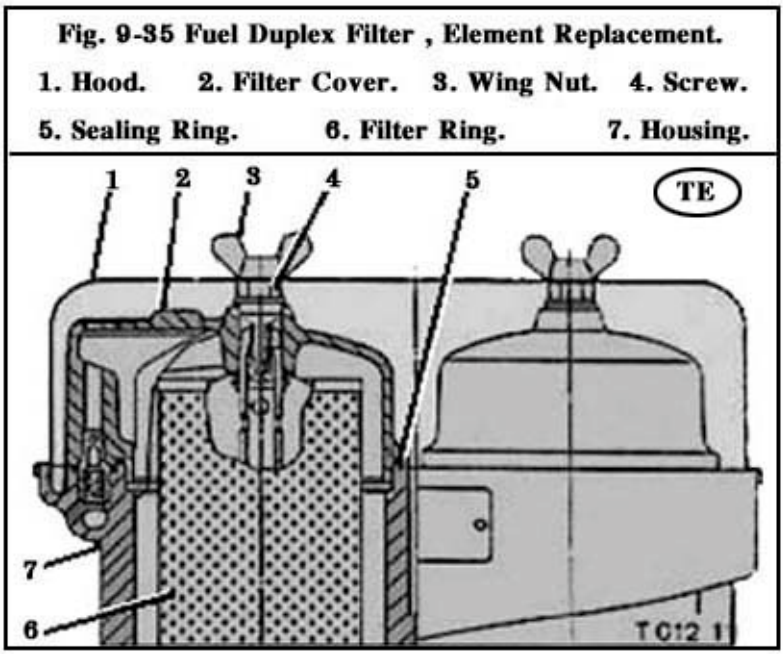
ถอดนัตหางปลา(Wing Nut)และฝาครอบ(Hood)

ถอดสลักเกลียว(Screw)ยึดฝาหม้อกรองและฝาหม้อกรอง(Cover)

ถอดไส้หม้อกรองเก่า ออกทิ้ง

ทำความสะอาดภายในเรือนหม้อกรอง(Housing)

ประกอบไส้หม้อกรองใหม่ ลงในเรือนหม้องกรอง



ประกอบฝาปิดหม้อกรองเข้าที่เดิม โดยใช้วงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่ และกวดสลักเกลียวยึดให้แน่น

เปิดใช้หม้อกรอง ด้วยลิ้นเปลี่ยนทาง

ถ้าเป็นการเปลี่ยนขณะเครื่องหยุดเดินอยู่ ให้เติมและระบายอากาศภายในหม้อกรอง (รายละเอียดข้อ 48.2)

51.การตรวจสอบการอุดตันของรูตรวจรั่วสูบน้ำจืด(Checking Coolant Pump Telltale Bore For Obstruction) (รูป 9-36)

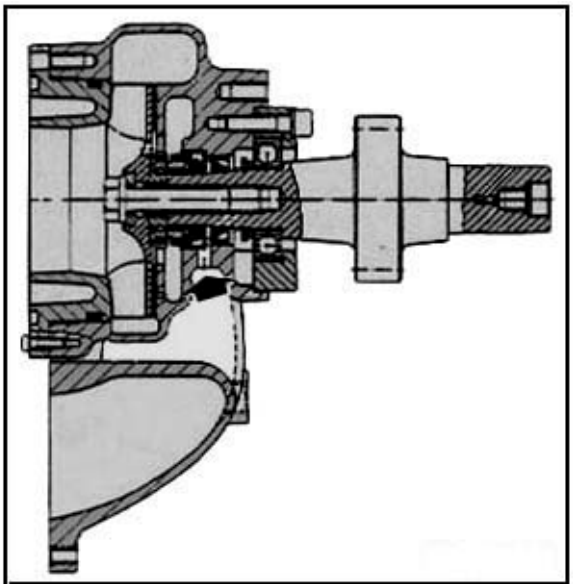


Fig. 9-36 Checking Coolant Pump Telltale Bore For Obstruction.

ใช้ลวดที่มีขนาดพอเหมาะแยงรูตรวจรั่ว ตลอดรูให้ทั่ว

52.การตรวจสอบการอุดตันของรูตรวจรั่วสูบน้ำทะเล(Checking Raw Water Pump Telltale Bore For Obstruction) (รูป 9-37 / 9-38)

ใช้ลวดที่มีขนาดพอเหมาะ แยงรูตรวจรั่ว ตลอดรูให้ทั่ว

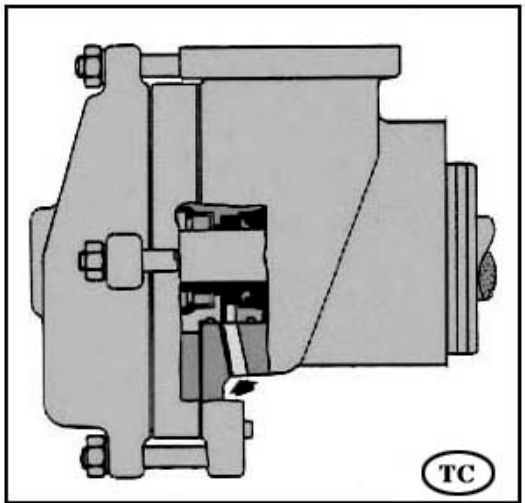


Fig. 9-37 Checking Raw Water Pump Telltale Bore For Obstruction.

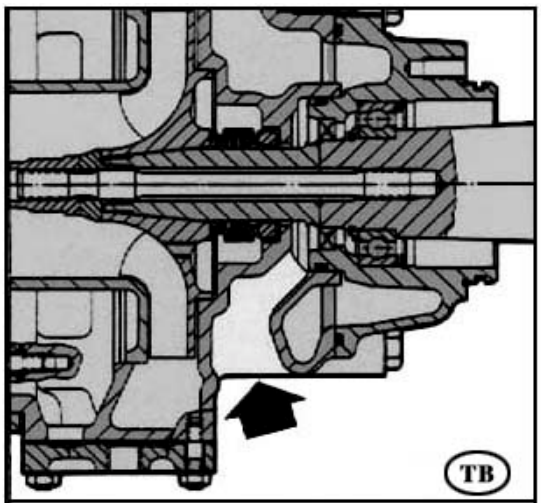


Fig. 9-38 Checking Raw Water Pump Telltale Bore For Obstruction.

53.การเติมน้ำจืดเข้าระบบ(Coolant System Filling) (รูป 9-39)

ก่อนเติมน้ำจืดเข้าระบบ ให้ตรวจสอบการอุดตันของท่อทางระบายอากาศก่อน (รายละเอียดข้อ 60)

เปิดฝาปิดระบาย(Breather Valve)ที่ถังพักน้ำจืด(Expansion Tank) (รายละเอียดข้อ 65)

เติมน้ำจืด เข้าถังพักน้ำจืด(Expansion Tank)หรือท่อทางเติมน้ำจนถึงขีดสูงสุด(Max)ของแผ่นแก้วตรวจระดับน้ำจืด(Sight Glass)

ในระหว่างที่เติมน้ำจืดและหลังจากเติมน้ำจืดเข้าระบบเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจดูการรั่วไหลของท่อทางน้ำจืดทั้งระบบด้วย

ระบายอากาศออกจากน้ำจืด โดยการเดินเครื่องและอุ่นเครื่อง(Warm-up) (รายละเอียดข้อ 116)

ถ้าระดับน้ำจืดตกต่ำ ให้เติมอีกจนถึงขีดสูงสุด(Max)

ปิดฝาปิดระบายที่ถังพักน้ำจืด (รายละเอียดข้อ 66) และเลิกเครื่อง

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ ห้ามเติมน้ำเย็น ใส่เครื่องที่ร้อน

Δ น้ำจืดที่ใช้ ควรเป็นน้ำจืดที่ปรับปรุงคุณภาพแล้ว(Treated Water) ตามรายละเอียดในคู่มือ MTU Fluids And Lubricants Specification No. 1061

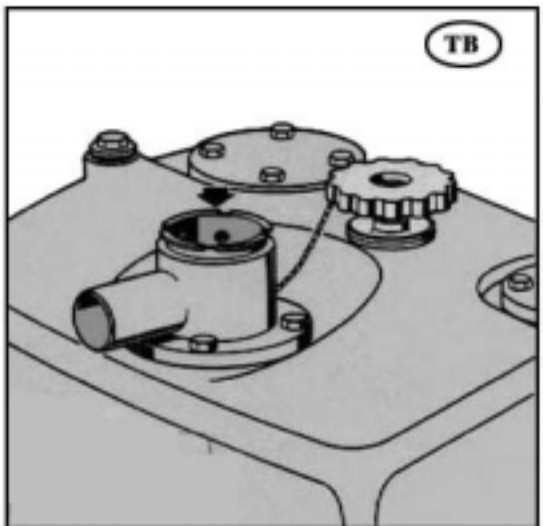


Fig. 9-39 Coolant Filling.

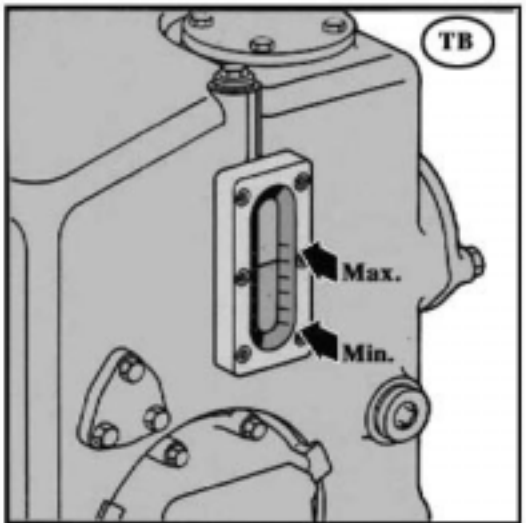


Fig. 9-40 Coolant Level Check.

54.การตรวจสอบระดับน้ำจืด(Coolant Level Check) (รูป 9-40)

ระดับน้ำจืดที่ถังพักน้ำจืด จะต้องอยู่ระหว่างขีดสูงสุด(Max)กับต่ำสุด(Min)

ถ้ามีความจำเป็น ต้องเติมน้ำที่ไม่ได้ปรับปรุงคุณภาพ(Non-Treated Water)เข้าระบบ จะต้องตรวจสอบคุณภาพน้ำจืดภายในระบบในโอกาสแรก,จัดการแก้ไขและปรับปรุงคุณภาพ ตามคู่มือ MTU. Fluids And Lubricants Specification No. 1061

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ เช่นเดียวกับข้อ 53

55.การเปิดระบายน้ำจืด(Engine Coolant Draining)

55.1 เครื่องแบบ TC/TB (รูป 9-41.1 / 9-41.2)

เปิดฝาปิดระบาย(Breather Valve)ที่ถังพักน้ำจืด(Expansion Tank) (รายละเอียดข้อ 65)

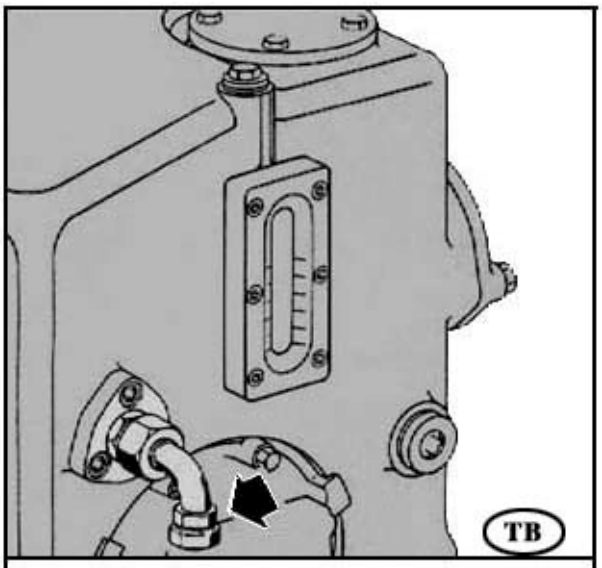


Fig. 9-41.1 Coolant Draining.

ดูดตะกอนน้ำยาป้องกันสนิมออกจากถังพักน้ำจืดทางช่องทางเติมน้ำจืดหรือท่อทางข้างแผ่นแก้วตรวจระดับน้ำจืด

เปิดลิ้นระบาย(Drain Valve) ที่ท่อทางน้ำจืดเข้าหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ(Engine Oil Heat Exchanger)

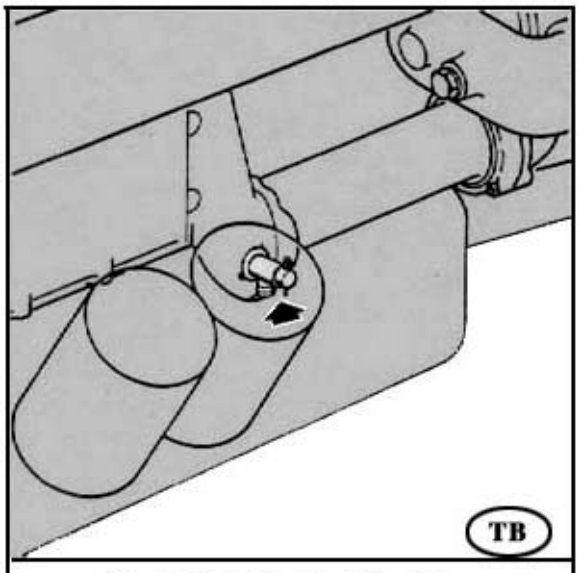


Fig. 9-41.2 Coolant Draining.

เปิดลิ้นระบาย ที่ท่อรวมแก๊สเสีย(Exhaust Manifold)และชุดอุ่นน้ำจืด(Preheating Unit) ระบายน้ำจืดภายในระบบออกให้หมด

ปิด ฝาปิดระบายและลิ้นระบายทั้งหมดที่เปิดไว้ เข้าที่เดิม

55.2 เครื่องแบบ TE (รูป 9-42.1 ถึง 9-42.7)

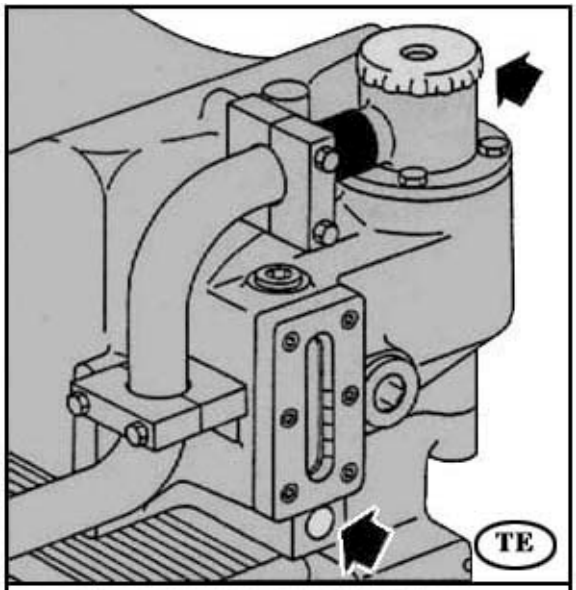


Fig. 9-42.1 Coolant Draining.

เปิดฝาปิดระบาย(Breather Valve) ที่ถังพักน้ำจืด(Expansion Tank) (รายละเอียดข้อ 65)

ดูดตะกอนน้ำยาป้องกันสนิม ออกจากถังพักน้ำจืด ทางช่องทางเติมน้ำจืด หรือท่อทางข้างแผ่นแก้วตรวจระดับน้ำจืด แล้วเปิดระบายน้ำจืด ดังนี้

เปิดระบายน้ำจืด ออกจากชุดอุ่นน้ำจืด(Preheating Unit) (รายละเอียดข้อ 67)

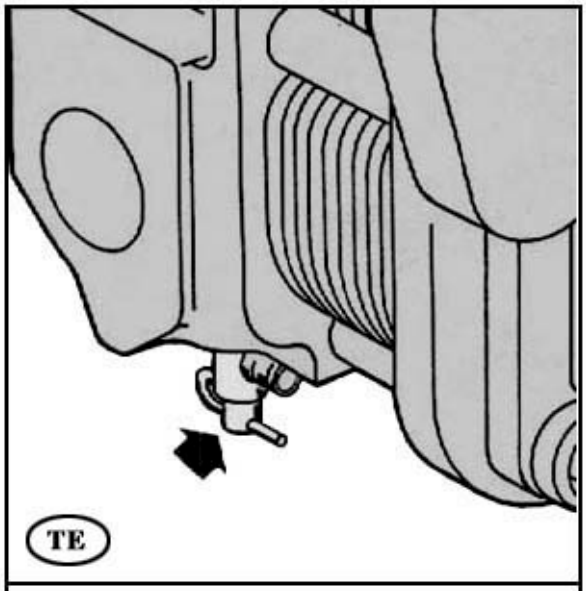


Fig. 9-42.2 Coolant Draining.

เปิดลิ้นระบาย ด้านล่างขวาของหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler)

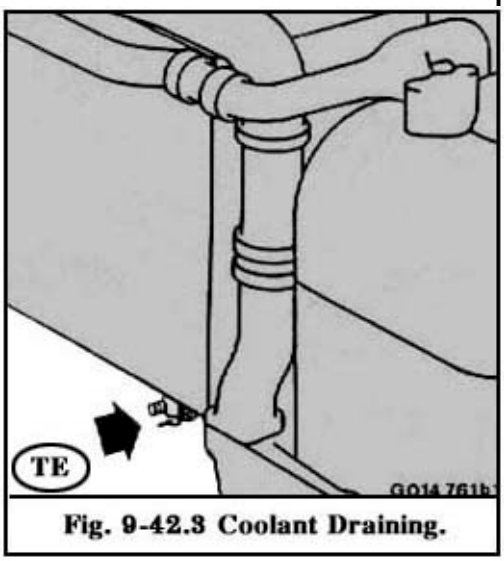


Fig. 9-42.3 Coolant Draining.

เปิดลิ้นระบาย ด้านล่างขวาของหม้อระบายความร้อนอากาศดี(Interooler)

เปิดลิ้นระบาย ที่เรือนติดตั้งเทอร์โบชาร์จ (Turbocharger Carrier Housing)ด้านซ้าย-ขวา

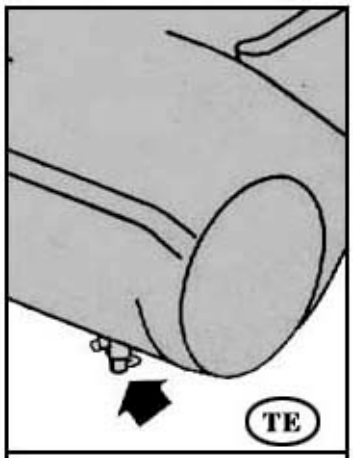


Fig. 9-42.4
Coolant Draining.

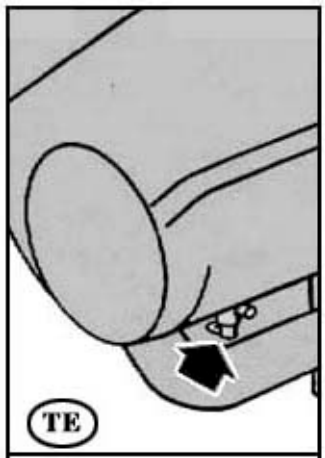


Fig. 9-42.5
Coolant Draining.

เปิดลิ้นระบาย ที่ท่อน้ำจืดเข้าหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ (Engine Oil Heat Exchanger)

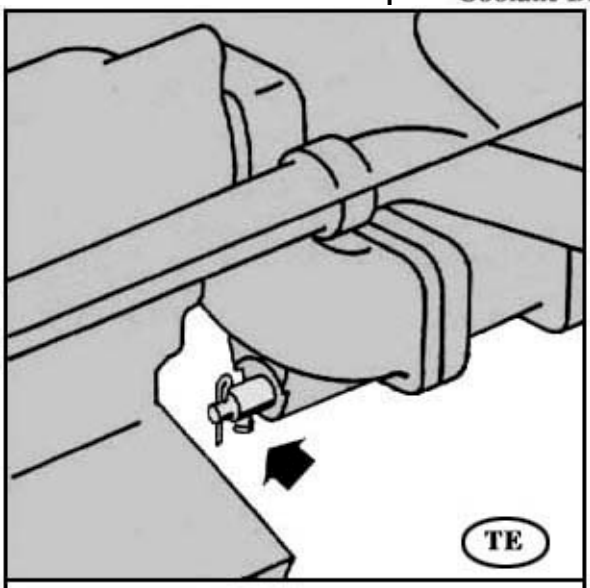


Fig. 9-42.6 Coolant Draining.

เปิดลิ้นระบาย ที่เรือน(Housing) หม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ

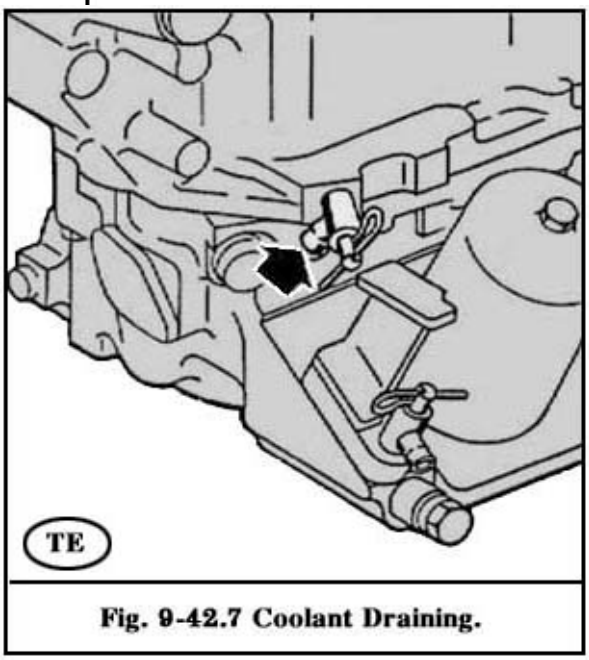


Fig. 9-42.7 Coolant Draining.

เมื่อระบายน้ำจืดออกหมดแล้ว ปิดลิ้นระบายที่เปิดไว้ทั้งหมด

ปิด ฝาปิดระบาย(Breather Valve)ที่ถังพักน้ำจืด(Expansion Tank) (รายละเอียดข้อ 66)

56.การนำน้ำจืดตัวอย่างออกมาตรวจวิเคราะห์(Engine Coolant Sample Extraction)

(รูป 9-41.2 / 9-42.6)

เดินเครื่อง ที่ความเร็วเดินเบาตัวเปล่า(Idle Speed)

เปิดก๊อกตัวอย่าง(Sampling Faucet) ที่ท่อทางน้ำจืดเข้าหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ (Engine Oil Heat Exchanger) ระบายน้ำจืดออกเล็กน้อย เป็นการทำความสะอาดก๊อก แล้วจึงเปิดระบายน้ำจืดใส่ภาชนะที่สะอาดประมาณ 1 ลิตร เพื่อเป็นน้ำจืดตัวอย่างในการตรวจวิเคราะห์

นำน้ำจืดตัวอย่างไปตรวจหาค่าน้ำยาป้องกันการแข็งตัว(Antifreeze),น้ำยาป้องกันสนิม (Corrosion Inhibitor Oil)และค่าความเป็นกรด/ด่าง(pH. Value) ด้วยชุดการทดสอบของ mtu (MTU Test Kit) ตามรายละเอียดคู่มือ Publication A 061764

57.การล้างระบบน้ำจืด(Cooling System Flushing)

เปิดระบายน้ำจืด ออกจากระบบ (รายละเอียดข้อ 51)

ตรวจสอบการอุดตันของท่อระบายอากาศ(Vent Lines) (รายละเอียดข้อ 60)

นำน้ำจืดตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำล้างระบบ(Flushing Water) มาตรวจหาค่าความเป็นกรด/ด่าง(pH. Value)

เติมน้ำจืดล้างระบบ เข้าสู่ระบบน้ำจืด (รายละเอียดข้อ 53)

เริ่มเดินเครื่อง (รายละเอียดข้อ 93)

เดินเครื่องจนถึงอุณหภูมิใช้งาน(Operating Temperature) และเดินเครื่องที่ความเร็วเดินเบาตัวเปล่า(Idle Speed) 30 นาที

เปิดระบายน้ำล้างระบบภายในเครื่อง และนำน้ำล้างระบบดังกล่าวไปตรวจหาความเป็นกรด/ด่าง

เปรียบเทียบค่าความเป็นกรด/ด่าง ระหว่างก่อนล้างระบบกับหลังล้างระบบ

ถ้าค่าความเป็นกรด/ด่างหลังล้างระบบสูงกว่าก่อนล้างระบบ ให้ล้างระบบด้วยน้ำจืดที่สะอาดใหม่ดังที่กล่าวมาแล้ว จนกระทั่งค่าความเป็นกรด/ด่างก่อนกับหลังล้างระบบเท่ากัน

ทำความสะอาดแผ่นแก้วตรวจระดับน้ำจืดที่ถังพักน้ำจืด (รายละเอียดข้อ 64)

เปิดระบายจืดน้ำล้างระบบทิ้ง (รายละเอียดข้อ 51)

เติมน้ำจืดที่ปรับปรุงคุณภาพแล้ว(Treated Water) เข้าระบบ (รายละเอียดข้อ 53)

ข้อควรจำ !

! ถ้าดำเนินการล้างระบบแล้ว 4-5 ครั้ง ค่าความเป็นกรด/ด่างหลังล้างระบบยังสูงกว่าก่อนล้างระบบ มากกว่า 1 pH. จะต้องทำความสะอาดระบบ(Cleaning) ตามรายละเอียดคู่มือ MO. 60262

58.การเปลี่ยนน้ำจืด(Engine Coolant Change)

เปิด ฝาปิดระบาย(Breather Valve) (รายละเอียดข้อ 65)

ดูดตะกอนน้ำยาป้องกันสนิมออก (รายละเอียดข้อ 55)

เปิด ระบายน้ำจืดออกจากระบบ (รายละเอียดข้อ 55)

เติมน้ำจืดเข้าระบบ (รายละเอียดข้อ 53)

ปิด ฝาปิดระบายเข้าที่เดิม (รายละเอียดข้อ 66)

59.การทำความสะอาดตะแกรงกรองน้ำจืด(Coolant Strainer Cleaning)

59.1 **เครื่องแบบ** TC/TB (รูป 9-43)

เปิดระบายน้ำจืดออกจากระบบ (รายละเอียดข้อ 55)

ถอดสลักเกลียว(Screw)และท่องอ(Elbow) ออกจากท่อรวมแก๊สเสีย(Exhaust Manifold) และท่อน้ำจืด(Coolant Pipe)

ถอดตะแกรงกรองน้ำจืดและท่องอ นำไปเป่าทำความสะอาดด้วยกำลังดันลม

ประกอบวงกันรั่ว(O-Ring)ใหม่ให้เข้ากับท่อน้ำจืด และประกอบท่องอเข้ากับท่อน้ำจืดแล้ว จึงประกอบท่องอเข้ากับท่อรวมแก๊สเสีย โดยใช้แผ่นกันรั่ว(Gasket)ใหม่

เติมน้ำจืดเข้าระบบ (รายละเอียดข้อ 53) และตรวจดูการรั่วไหล

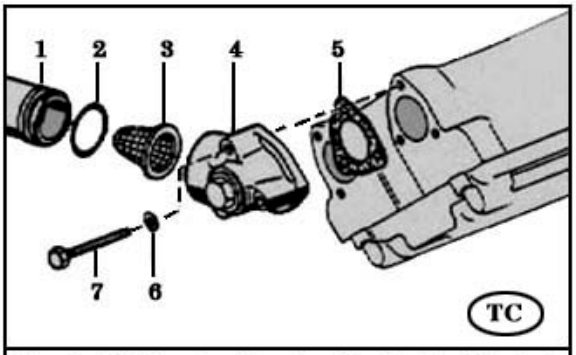


Fig. 9-43 Cleaning Strainer In Coolant Outlet at End of Exhaust Manifold.
1. Coolant Pipe. 2. O-ring. 3. Strainer. 4. Elbow. 5. Gasket. 6. Spring Washer. 7. Screw.

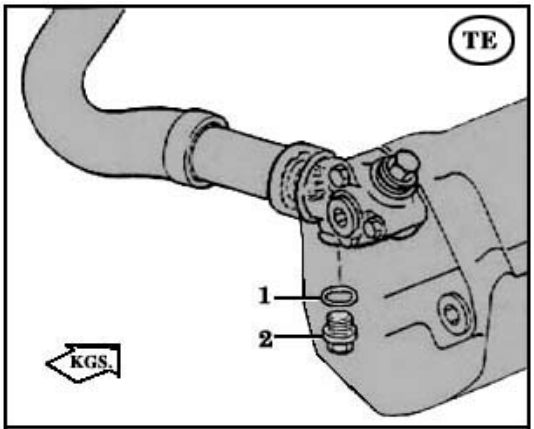


Fig. 9-44 Engine Coolant Strainer In Coolant Return Line , Cleaning.
1. Sealing Ring. 2. Plug.

59.2 **เครื่องแบบ** TE (รูป 9-44)

ในขณะเครื่องเย็น ถอดปลั๊ก(Plug)ที่ท่อน้ำจืดกลับ(Return Line) ทั้งด้าน A และ B(A/B-Side) ระบายน้ำจืดออกประมาณ 2-3 ลิตร ใส่ภาชนะที่เหมาะสม เป็นการล้างคราบสิ่งสกปรกออกจากตะแกรงกรองน้ำจืด

ประกอบปลั๊กเข้าที่เดิมและเปลี่ยนวงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่ ถ้าจำเป็น

60.การตรวจสอบการอุดตันของท่อระบายอากาศระบบน้ำจืด(Coolant System,Vent Line Obstruction Check)

ถอดท่อระบายอากาศ ออกมาเป่าทำความสะอาดด้วยกำลังดันลม แล้วประกอบเข้าที่เดิม

Δ ข้อควรระวัง

Δการอุดตันของท่อระบายอากาศ จะทำให้เครื่องร้อนจัด(Overheat)ขณะใช้เครื่อง จนกระทั่งเครื่องเสียหายได้

61.การตรวจสอบการส่งน้ำทะเล(Raw Water Supply Check)

ในขณะเครื่องเดินอยู่ ตรวจสอบกำลังดันน้ำทะเล ที่มาตรวัดกำลังดัน(Pressure Gauge) หรือ ที่แผงแสดงค่า(Monitoring Panel)

62.การเปิดใช้น้ำทะเลฉุกเฉิน(Raw Water Emergency Supply,Cut-in) (รูป 9-45)

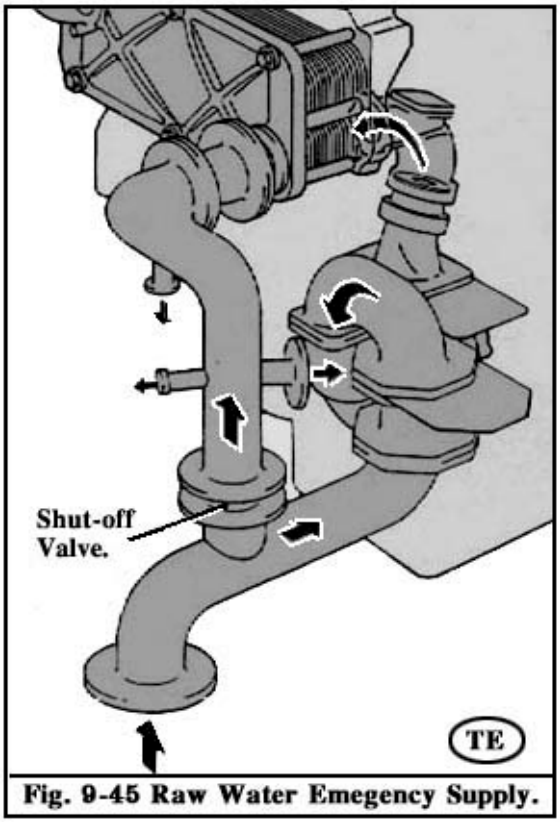


Fig. 9-45 Raw Water Emegency Supply.

เครื่องแบบ TE

เปิด ลิ้นปิด(Shut-off Valve) เพื่อเปิดน้ำทะเลฉุกเฉินเข้าระบบ

เปิด การทำงาน(Switch On) สูบน้ำทะเลสำรอง(Reserve Raw Water Pump)

ตรวจสอบกำลังดัน ที่แผงแสดงค่า (Monitoring Panel)

ข้อควรจำ !

! กำลังดันน้ำทะเลต้องไม่สูงกว่า 2.2 บาร์และอัตราการส่งไม่สูงกว่า 60 ลบม./ชม.(m^3/h)

*** หมายเหตุ**

*****ถ้าเรือน(Housing)ของสูบน้ำทะเล(Raw Water Pump)ของเครื่องชำรุดเสียหาย จะต้องปิดท่อทางเข้า-ออกของสูบน้ำทะเลดังกล่าว ด้วยการกลับด้านหน้าแปลนสองทาง(Dual Purpose Flanges)

63.การปิดน้ำทะเลฉุกเฉิน (รูป 9-45)

ปิดการทำงาน(Switch Off) สูบน้ำทะเลสำรอง

ปิด ลิ้นปิด(Shut-off Valve) เพื่อปิดท่อทางน้ำทะเลฉุกเฉินเข้าระบบ

เปิด ลิ้นน้ำทะเลเข้าระบบน้ำทะเลตามปกติ

*** <u>หมายเหตุ</u>**

*****ถ้ามีการปิดท่อทางเข้า-ออกของสูบน้ำทะเล(Raw Water Pump) ด้วยหน้าแปลนสองทาง(Dual Purpose Flanges) ให้เปิดด้วยการกลับด้านหน้าแปลนสองทางให้เรียบร้อย

64.การทำความสะอาดแผ่นแก้วตรวจระดับน้ำจืด(Sight Glass Cleaning) (รูป 9-46)

ถอดปลั๊กตัวบน(Upper Plug) ของแผ่นแก้วออก

ใช้แปรงแยงขวด(Bottle Brush) แยงทำความสะอาดให้ทั่วแผ่นแก้ว

ประกอบปลั๊กตัวบน เข้าที่เดิมโดยใช้วงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่

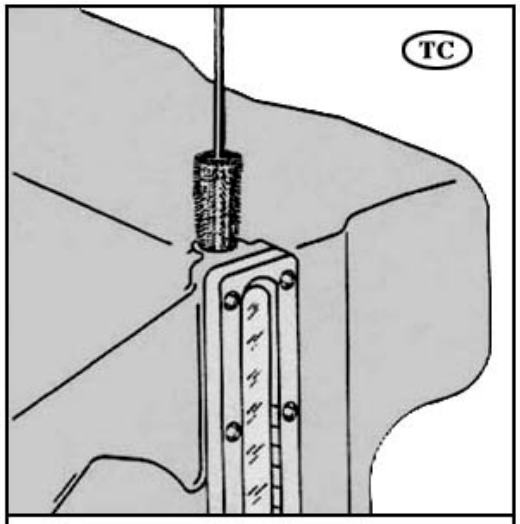


Fig. 9-46 Sight Glass Cleaning.

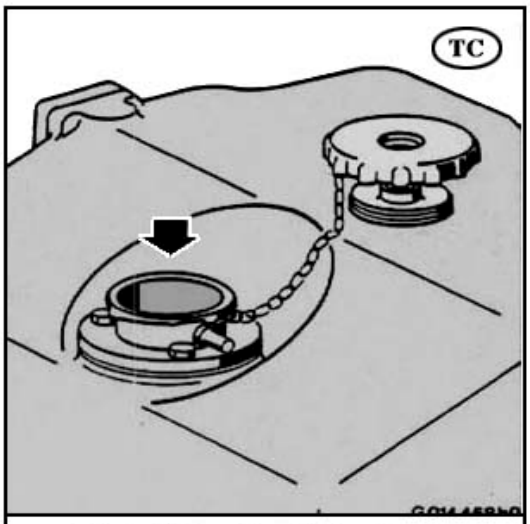


Fig.9-47 Breather Valve Opening.

65.การเปิดฝาปิดระบาย(Breather Valve Opening) (รูป 9-47)

หมุนฝาปิดระบายไปทางซ้าย จนถึงจุดหยุดจุดแรก(First Stop)แล้วหยุด ให้กำลังดันภายในระบายออกมาให้หมด

หมุนฝาปิดระบายต่อไป จนกระทั่งถึงจุดหยุดที่สอง จึงเปิดฝาปิดระบายออก

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ ห้ามเปิด ฝาปิดระบาย ขณะเครื่องยนต์ร้อน

66.การปิดฝาปิดระบาย(Breather Valve Closed) (รูป 9-47)

ประกอบฝาปิดระบายเข้าที่เดิมและหมุนไปทางด้านขวา จนถึงจุดหยุด

67.การเปิดระบายชุดอุ่นน้ำจืด(Coolant Preheating Unit Draining) (รูป 9-48)

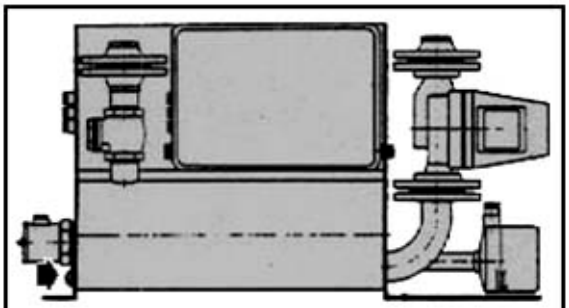


Fig. 9-48 Preheating Unit Draining.

เปิดปลั๊กระบาย(Drain Plug) ระบายน้ำภายในออก

ประกอบปลั๊กระบายเข้าที่เดิม โดยใช้วงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่

68.การใช้งานชุดอุ่นน้ำจืดครั้งแรก(Coolant Preheating Unit Initial Operation) (รูป 5-8)

ตรวจสอบจุดตัดการทำงาน เมื่อกระแสไฟเกิน(Overcurrent) ของมอเตอร์สูบน้ำวนเวียน

เติมน้ำจืดเข้าสูบน้ำวนเวียน(Pump) ให้เต็ม

เปิดการทำงาน(Switch On) ชุดอุ่นน้ำจืด

ตรวจสอบทิศทางการหมุน ของสูบน้ำวนเวียน

ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำจืด ต้องสูงขึ้น

69.การปรับแต่งเครื่องควบคุมอุณหภูมิชุดอุ่นน้ำจืด(Coolant Preheating Unit Thermostat Adjustment) (รูป 5-8)

ถอดสลักเกลียว(Screw)และฝาครอบ(Cover) ของเครื่องควบคุมอุณหภูมิ

ปรับแต่งย่านอุณหภูมิ(Range) ที่สลักเกลียวปรับแต่ง(Adjusting Screw) ตามต้องการ

ประกอบฝาปิดเข้าที่เดิม

70.การตรวจสอบชุดอุ่นน้ำจืด(Coolant Preheating Unit Check) (รูป 5-8)

ขณะเปิดการทำงาน(Switch On)ชุดอุ่นน้ำจืด อุณหภูมิน้ำจืดจะต้องอยู่ในย่านการควบคุม ของเครื่องควบคุมอุณหภูมิและสูบน้ำวนเวียนจะต้องทำงานด้วย

71.การตั้งการทำงานของตัวจำกัดอุณหภูมิใหม่(Coolant Preheating Unit,Temperature Limiter Reset) (รูป 5-8)

ถอดสลักเกลียว(Screw)และฝาครอบ(Cover) ของเครื่องควบคุมอุณหภูมิ

กดเดือยตั้งการทำงานใหม่(Resetting Pin)

ประกอบฝาครอบเข้าที่เดิม

72.การทำความสะอาดหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler Cleaning)

เครื่องแบบ TE

ดูในคู่มือ Maintenance Manual MO 20046/00E

73.การตรวจสอบการรั่วไหลของหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler Leak Check) (รูป 5-7.3 / 5-7.4)

ตรวจดูร่องของวงกันรั่วแบบมีร่อง(Profile Seal) ว่ามีน้ำรั่วออกมาหรือไม่

*** <u>หมายเหตุ</u>**

***** ขณะที่ยังไม่มีการอัดตัว ความกว้างของร่องจะมีประมาณ 8 มม.ถ้าร่องมีการอุดตัน ใช้มีดกรีดตกแต่ง ให้ร่องทะลุถึงกันตลอดวง

74. **การตั้งฉุกเฉินเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด**(Coolant Thermostat Emergency Setting)

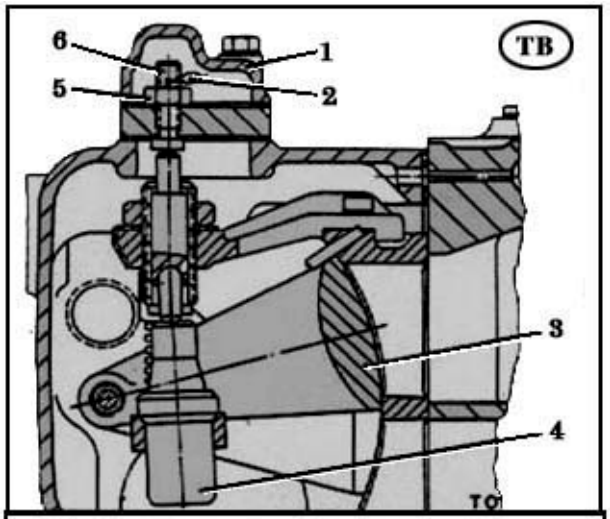


Fig. 9-49 Thermostat Emergency Control.
1. Cover. 2. Lead Seal. 3. Slide Valve.
4.Pellet Case. 5.Locknut. 6.Adjusting Screw.

74.1 **เครื่องแบบ TB** (รูป 9-49)

ถอดฝาครอบ(Cover)

ถอดลวดตราตะกั่ว(Lead Seal) ออกจากสลักเกลียวปรับแต่ง(Adjusting Screw)

คลายนัตล็อค(Lock Nut)ออก และกวดสลักเกลียวปรับแต่งเข้า

74.2 **เครื่องแบบ TE** (รูป9-50)

คลายปลอกล็อค(Locking Bush) ออกพอประมาณ

กวดเดือยกั้น(Stop Pin)เข้า 18-20 มม. (ประมาณ 16 รอบ) ด้วยประแจหกเหลี่ยม (Allen Key)

กวดปลอกล็อคให้แน่น

เมื่อมีการเปลี่ยนส่วนรับความร้อน (Thermal Element) ให้คลายเดือนกั้นออก 18-20 มม.และกวดปลอกล็อคให้แน่น

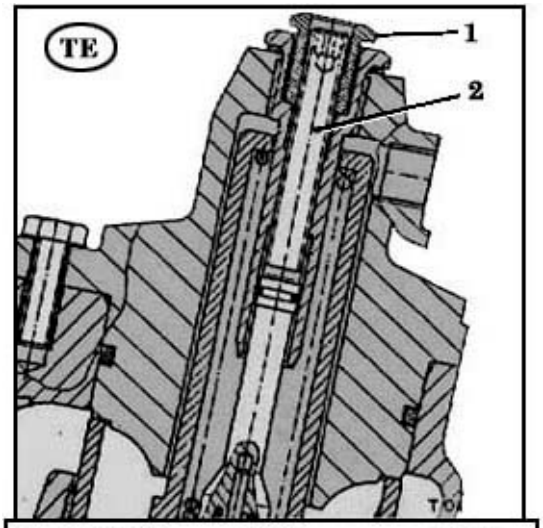


Fig.9-50 Thermostat Emergency Setting.
1. Locking Bush. 2. Stop Pin.

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δขณะใช้เครื่องเมื่อมีการตั้งฉุกเฉินดังกล่าว จะต้องคอยตรวจสอบอุณหภูมิน้ำจืดเป็นพิเศษและเปลี่ยนเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดหรือส่วนรับความร้อน(Thermal Element) ในโอกาสแรก

75.การปรับแต่งอัตราการส่งของสูบจำกัดน้ำมันหล่อ(Oil Metering Pump Delivery Adjustment) (รูป 9-51)

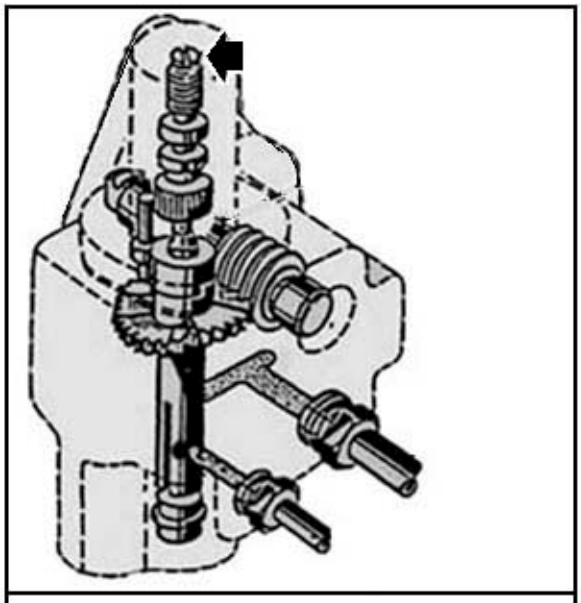


Fig. 9-51 Delivery Adjustment.

ขณะเครื่องเดินอยู่ ตรวจสอบการส่งน้ำมันหล่อที่ท่อทางส่งสูบจำกัดน้ำมันหล่อ

ถอดปลายท่อส่งน้ำมันหล่อ ออกจากท่อรวมอากาศดี

วัดอัตราการส่งน้ำมันหล่อ ด้วยภาชนะวัดค่า(Measurement Container)

ถ้าค่าไม่ได้ตามเกณฑ์ ให้ปรับแต่งที่สลักเกลียวปรับแต่ง(Adjusting Screw) ซึ่งการกวดทวนเข็มนาฬิกา(CCW.) จะเป็นการเพิ่มอัตราการส่ง แต่ถ้ากวดตามเข็มนาฬิกา(CW.)จะเป็นการลดอัตราการส่ง

*** <u>หมายเหตุ</u>** ***** อัตราการส่ง ให้ดูในคู่มือประจำเครื่อง

76. การเติมน้ำมันหล่อเข้าระบบ(Engine Oil System Filling) (รูป 9-52)

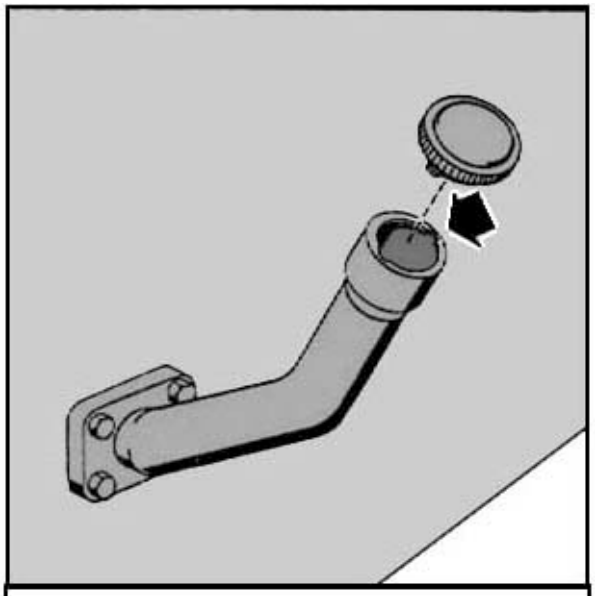


Fig. 9-52 Lub Oil System Filling.

เติมน้ำมันหล่อใหม่เข้าเครื่องทางท่อทางเติม(Filter Neck) จนกระทั่งระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อ(Oil Pan)สูงถึงขีดสูงสุด(Max)ของเหล็กวัดระดับ(Dipstick)

ถ้าเป็นการเติมน้ำมันหล่อครั้งแรก หรือ การเติมหลังจากการเปลี่ยนน้ำมันหล่อ จะต้องระลึกไว้ว่าที่หม้อกรอง(Filter)และหม้อระบายความร้อน(Heat Exchanger) ยังไม่ได้รับการเติมน้ำมันหล่อ จนกว่าจะมีการเดินเครื่อง ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเติมน้ำมันหล่ออีกครั้ง จนถึงขีดสูงสุด(Max)ของเหล็กวัดระดับ(Dipstick) หลังจากทดสอบเดินเครื่อง(Test Run)

ถ้ามีระบบปรับระดับน้ำมันหล่อ(Oil Level Regulating System) ในถังพักน้ำมันหล่อ(Oil Tank)ต้องให้ถึงระดับ 2/3 ของถังด้วย

Δ ข้อควรระวัง

Δน้ำมันหล่อที่ใช้ จะต้องเป็นน้ำมันหล่อใหม่ ตามรายละเอียดในคู่มือ MTU Fluids And Lubricants Specification No.1061 เท่านั้น

77. **การเปลี่ยนน้ำมันหล่อ**(Oil Change)

ต้องกระทำในขณะที่เครื่องยนต์ร้อนอยู่ ดังนี้

ใช้ระบบสูบถ่ายน้ำมันหล่อ ดูดน้ำมันหล่อออกจากระบบให้หมด

เปิดระบาย(Drain)น้ำมันหล่อ ออกจากหม้อกรอง(Filter) และตรวจสอบดูเศษโลหะที่ตกค้างอยู่ในน้ำมันหล่อ

เติมน้ำมันหล่อใหม่ เข้าเครื่อง

Δ ข้อควรระวัง

Δ เช่นเดียวกับ ข้อ 75

78. **การตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อ**(Checking Engine Oil Level) (รูป 9-53)

78.1 **เครื่อง TC/TB ที่ไม่มีระบบปรับระดับน้ำมันหล่อ** (รูป 9-53)

> การตรวจสอบในระหว่างที่ใช้เครื่องปกติ ที่อุณหภูมิใช้งาน (Operating Temperature) ให้ดึงเหล็กวัดระดับ(Dipstick)ออกมา แล้วเช็ดด้วยผ้าสะอาด แล้วจึงสอดเหล็กวัดระดับลงไปวัดระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อ(Oil Pan) ระดับน้ำมันหล่อจะต้องอยู่ระหว่างขีดต่ำสุด(Min)กับสูงสุด(Max)ของเหล็กวัดระดับ

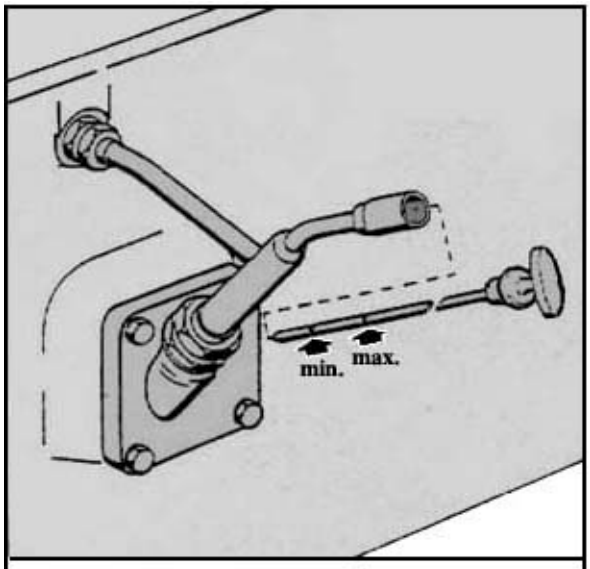


Fig. 9-53 Checking Engine Oil Level.

>> การตรวจสอบก่อนเริ่มเดินเครื่อง สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ระยะเวลาที่เครื่องหยุดเดิน เนื่องจากขณะเครื่องหยุดเดิน จะมีน้ำมันหล่อจากหม้อกรองและหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ ไหลกลับลงอ่างน้ำมันหล่อ ทำให้ระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อสูงกว่าปกติ ถ้าเป็นการเริ่มเดินเครื่อง หลังจากเลิกเครื่องเป็นระยะเวลานาน(Extended Period) ต้องเติมน้ำมันหล่อให้สูงถึงขีดสูงสุด(Max)

ข้อควรจำ !

! เพื่อเปรียบเทียบผลการตรวจสอบระดับน้ำมันให้ถูกต้องทุกครั้ง การตรวจสอบแต่ละครั้งควรกระทำเมื่อเครื่องยนต์อยู่ในสภาวะเดียวกันทุกครั้ง

78.2 **เครื่อง TE ที่มีระบบปรับระดับน้ำมันหล่อ** (รูป 9-53)

> การเติมน้ำมันหล่อครั้งแรก(Initial Filling)และหลังการเปลี่ยนน้ำมันหล่อทุกครั้ง ให้เติมน้ำมันหล่อให้ถึงขีดสูงสุด(Max)ของเหล็กวัดระดับ(Dipstick)ของเครื่อง และในถังพักน้ำมันหล่อ(Oil Tank)ของระบบปรับระดับน้ำมันหล่อให้สูงถึง 2/3 ของถัง

เดินตัวเปล่าประมาณ 2-3 นาที แล้วเลิกเครื่อง หลังจากเลิกเครื่องแล้วประมาณ 5 นาที ดึงเหล็กวัดระดับ(Dipstick)ออกมา แล้วเช็ดด้วยผ้าสะอาด แล้วจึงสอดเหล็กวัดระดับลงไปวัดระดับน้ำมันหล่ออ่างน้ำมันหล่อ(Oil Pan)ของเครื่อง ระดับน้ำมันหล่อจะต้องสูงถึงขีดต่ำสุด(Min)ของเหล็กวัดระดับ และในถังพักน้ำมันหล่อ(Oil Tank)ของระบบปรับระดับน้ำมันหล่อต้องถึงระดับ 2/3 ของถัง ถ้าจำเป็นเติมให้ได้ระดับดังกล่าว

>> ก่อนเริ่มเดินเครื่อง หลังจากเลิกเครื่องเป็นระยะเวลานาน ระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อแและในถังพักน้ำมันหล่อ อย่างน้อยที่สุดต้องสูงถึงขีดต่ำสุด(Min)

>>> การตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อระหว่างที่เครื่องหยุดเดิน หลังจากเลิกเครื่องแล้วประมาณ 5 นาที ระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อและในถังพักน้ำมันหล่อ อย่างน้อยที่สุดต้องสูงถึงขีดต่ำสุด(Min) ถ้าจำเป็นเติมให้ได้ระดับดังกล่าว

ถ้าระบบปรับระดับน้ำมันหล่อผิดปกติ ขณะใช้เครื่องจะต้องตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อทุก 2 ชม ระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อ จะต้องอยู่ระหว่างขีดต่ำสุดกับสูงสุด และในถังพักน้ำมันหล่อต้องสูงถึงระดับ 2/3 ของถัง ถ้าจำเป็นเติมให้ได้ระดับดังกล่าว

79.**การนำน้ำมันหล่อตัวอย่างออกมาตรวจวิเคราะห์**(Oil Sampling) (รูป 9-54)

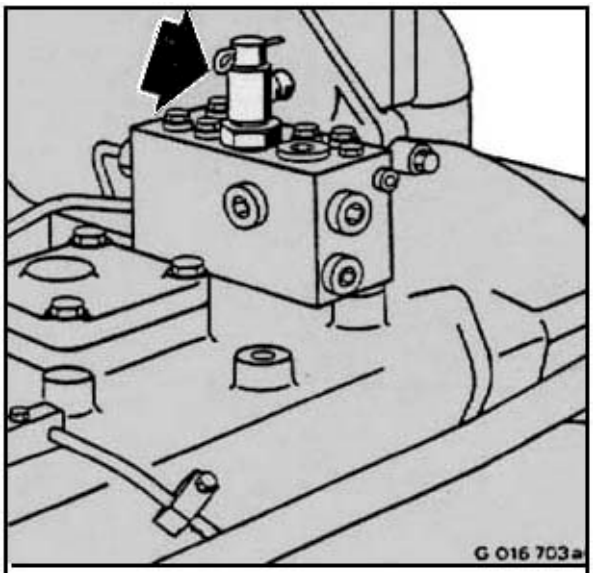


Fig. 9-54 Oil Sampling and Analysis.

ในขณะที่เครื่องเดินอยู่ที่อุณหภูมิใช้งาน เปิดก๊อกระบายน้ำมันหล่อออกประมาณ 2 ลิตร เป็นการทำความสะอาดก๊อก

เปิดก๊อกระบายน้ำมันหล่อ ใส่ภาชนะที่สะอาดประมาณ 1 ลิตร เป็นน้ำมันหล่อตัวอย่าง

นำน้ำมันหล่อตัวอย่าง ไปตรวจวิเคราะห์ด้วยชุดทดสอบของ mtu(MTU Test Kit) ตรวจวิเคราะห์ความสามารถในการกระจายตัว(Dispersion Ability) ด้วยวิธีการทดสอบหยด(Spot Test) ,น้ำปนในน้ำมันหล่อ(Water Content) และน้ำมันเชื้อเพลิง

ที่ปนในน้ำมันหล่อ(Fuel Delution) (รายละเอียด ดูในคู่มือ No. 61764)

80.การเลือกใช้หม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ(Oil Filters Selection) (รูป 9-55)

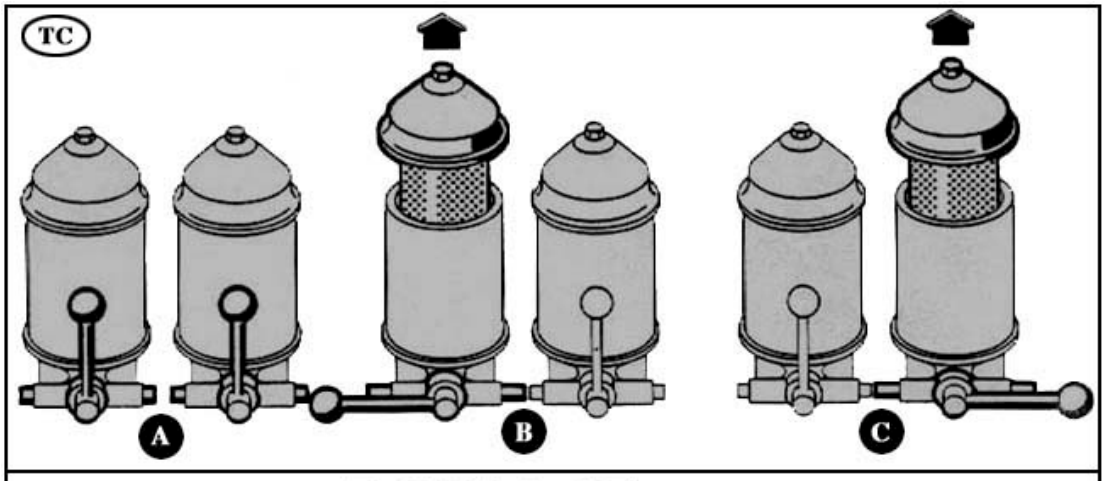


Fig. 9-55 Selecting Oil Filters.
A = Operating Position : Both Filters In Operation.
B = Left-hand Filter Disengaged to Permit Filter Element Replacement.
C = Right-hand Filter Disengaged to Permit Filter Element Replacement.

เครื่องแบบ TC/TB

โยกคันโยกของลิ้นเปลี่ยนทาง(Diverter Valve) ตามรูป 9-55

หม้อกรองใบที่ถูกปิด สามารถเปลี่ยนไส้หม้อกรองได้

Δ ข้อควรระวัง

Δ ในขณะใช้งานเครื่องปกติ จะต้องเปิดใช้หม้อกรองทุกใบ

81.การเปิดระบายตะกอนหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ(Draining Sludge From Oil Filter)

81.1 เครื่องแบบ TC/TB (รูป 9-56)

ปิดหม้อกรองที่จะระบายตะกอนด้วยลิ้นเปลี่ยนทาง(Diverter Valve)

หมุนคลายเปิดปลั๊กระบาย(Drain Plug) ระบายน้ำมันหล่อภายในหม้อกรองออกใส่ภาชนะที่สะอาดให้หมด

ประกอบปลั๊กระบายเข้าที่เดิมโดยใช้วงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่

เปิดใช้หม้อกรอง ด้วยลิ้นเปลี่ยนทาง

ระบายตะกอนภายในหม้อกรองอีกใบหนึ่ง ตามวิธีดังที่กล่าวมาแล้ว

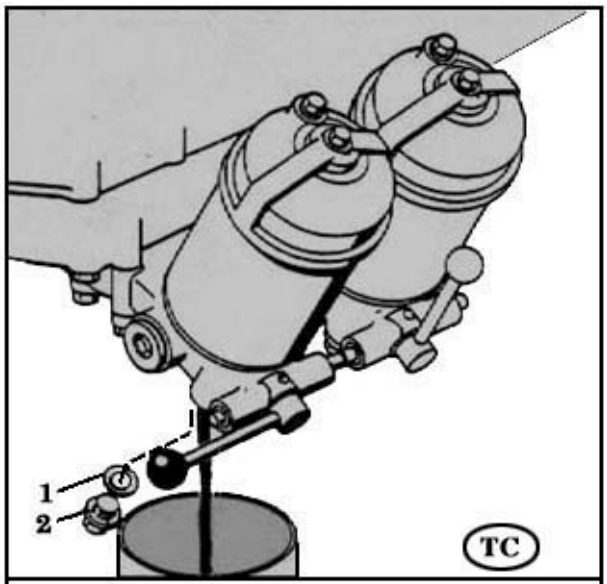


Fig. 9-56 Draining Sludge From Oil Filter.
1. Sealing Ring. 2. Drain Plug.

81.2 **เครื่องแบบ** TE (รูป 9-57)

หมุนคลายปลั๊กระบายอากาศ (Vent Plug)และปลั๊กระบาย(Drain Plug) 2-3 รอบ ระบายน้ำมันหล่อภายในหม้อกรองใส่ภาชนะที่สะอาดให้หมด

กวดปิดปลั๊กทั้งสอง เข้าที่เดิม

ข้อควรจำ !

! ควรระบายตะกอน ในขณะเครื่องร้อนหรือที่อุณหภูมิใช้การ

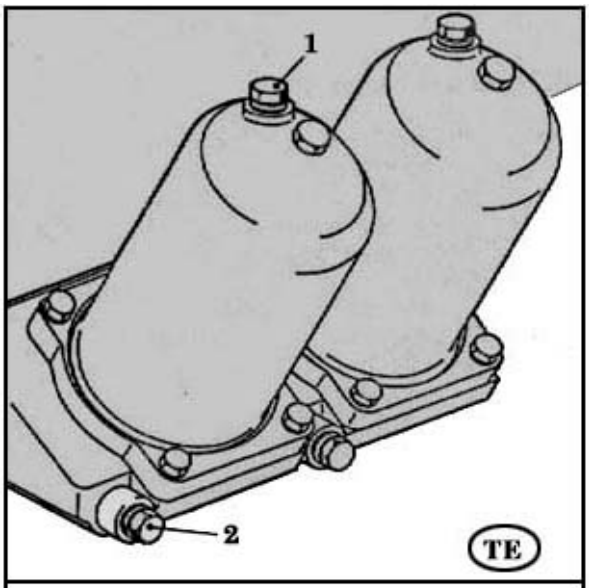


Fig. 9-57 Draining Sludge From Oil Filter.
1. Vent Plug. 2. Drain Plug.

82.**การตรวจวิเคราะห์โลหะตกค้างในตะกอนน้ำมันหล่อ**(Oil Sludge Metallic Residue Analysis) (รูป 9-58)

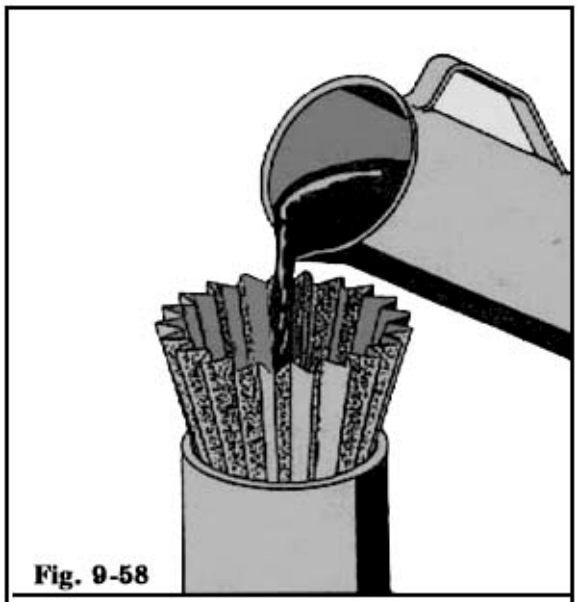


Fig. 9-58

Oil Sludge Metallic Residue Analysis.

ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่สะอาดหรือน้ำยาล้างจาระบี(Grease Dissolving Agent) ผสมกับน้ำมันหล่อ แล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง(Paper Filter) สิ่งสกปรกต่างๆที่ปนมากับน้ำมันจะตกค้างอยู่บนกระดาษกรอง

ถ้ามีโลหะตกค้างอยู่เป็นจำนวนเล็กน้อย ในการใช้งานเครื่องจะต้องดูแลเอาใจใส่ต่อเครื่องยนต์อย่างใกล้ชิด และจะต้องตรวจวิเคราะห์ตะกอนน้ำมันหล่อทุกวัน ดังที่กล่าวมาแล้ว ถ้าพบว่ามีโลหะตกค้างเพิ่มมากขึ้น จะต้องตรวจสอบหาสาเหตุต่อไป

83.**การเปลี่ยนวงกันรั่วและไส้หม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ**(Oil Filter Element And Sealing Ring Replacement)

83.1 **เครื่องแบบ** TC/TB (รูป 9-59)

ปิดหม้อกรอง ด้วยลิ้นเปลี่ยนทาง (รายละเอียดข้อ 79)

ระบายน้ำมันหล่อออกจากหม้อกรอง (รายละเอียดข้อ 80)

คลายสลักยึด(Securing Bolt)

ถอดฝาปิดหม้อกรอง(Filter Cover) พร้อมชุดไส้หม้อกรอง(Filter Element)

คลายนัตยึด(Retaining Nut)

ถอดไส้หม้อกรองออกทิ้ง

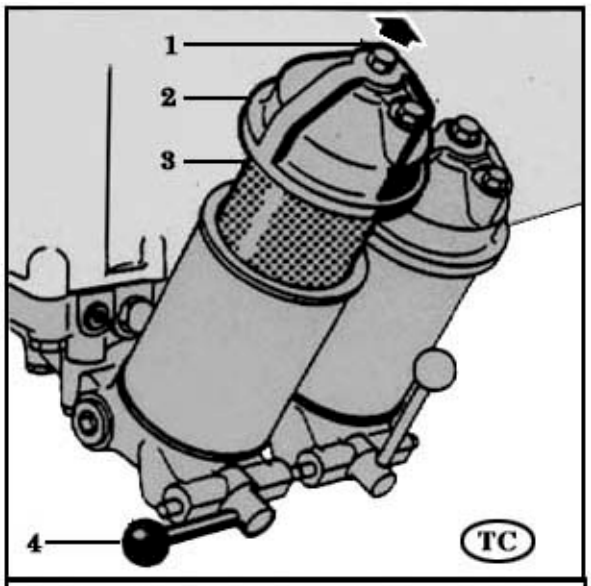


Fig. 9-59.1 Oil Filter Paper Element and Sealing Ring Replacement.

1. Securing Bolt. 2. Filter Cover.
3. Filter Element. 4. On/Off Lever.

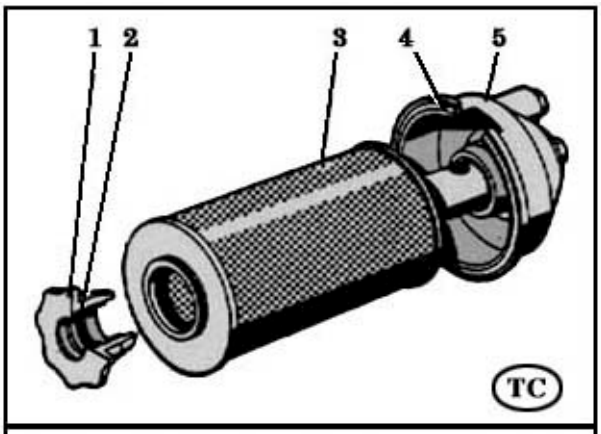


Fig. 9-59.2 Oil Filter Paper Element and Sealing Ring Replacement.

1. Retaining Nut. 2. Sealing Ring.
3. Filter Element. 4. Sealing Ring.
5. Filter Cover.

เปลี่ยนวงกันรั่ว(Sealing Ring) ใหม่

ประกอบไส้หม้อกรองใหม่เข้าที่เดิม แล้วกวดด้วยนัตยึดให้แน่น

ประกอบปลั๊กระบายเข้าที่เดิม โดยใช้วงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่

ประกอบฝาปิดหม้อกรอง พร้อมชุดไส้หม้อกรองเข้าที่เดิม แล้วกวดสลักยึดให้แน่น

เปิดใช้หม้อกรอง ด้วยลิ้นเปลี่ยนทาง

*** <u>หมายเหตุ</u>**

***** ถ้าหม้อกรองสกปรกมาก ให้ถอดฐานหม้อกรอง(Filter Base)มาทำความสะอาดด้วย

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ ถ้ากระทำในขณะที่เครื่องกำลังเดินอยู่ จะต้องกระทำอย่างรวดเร็ว เพื่อให้การปิดไม่ใช้หม้อกรอง เป็นเวลาสั้นๆเท่านั้น

83.2 **เครื่องแบบ** TE (รูป 9-60)

เปิดระบายน้ำมันหล่อ ออกจากหม้อกรอง (รายละเอียดข้อ 79)

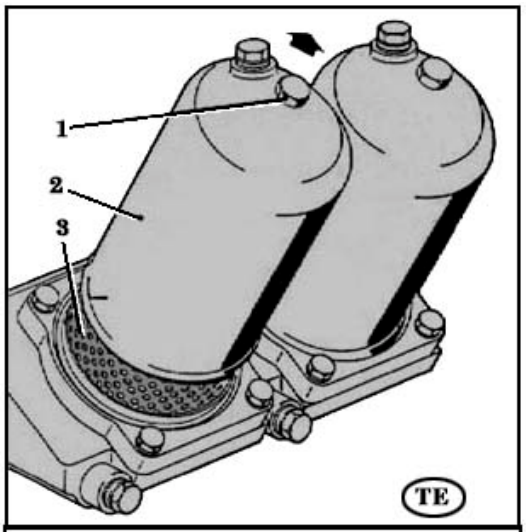


Fig. 9-60.1 Oil Filter Element and Sealing Ring Replacement.
1. Securing Bolt. 2. Filter Bowl.
3. Filter Element.

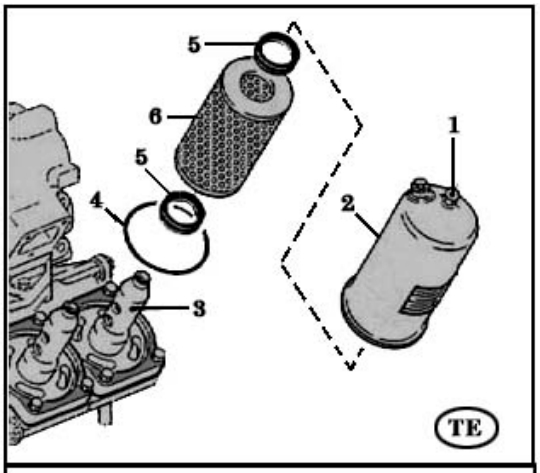


Fig. 9-60.2 Oil Filter Element and Sealing Ring Replacement.
1. Centre Screw.
2. Filter Bowl with Spring Retainer.
3. Filter Guide. 4. O-ring.
5. Gasket. 6. Filter Element.

คลายสลักยึด(Securing Bolt)

ถอดถ้วยหม้อกรอง(Filter Bowl)และชุดสปริงบังคับ(Spring Retainer)

ถอดไส้หม้อกรองออกทิ้ง

ทำความสะอาดท่อนำ,ชุดสปริงบังคับและถ้วยหม้อกรอง

ประกอบวงกันรั่ว(O-Ring)ใหม่ เข้ากับร่องของท่อนำ

ตรวจสอบบ่าสัมผัสของชุดสปริงบังคับภายในถ้วยหม้อกรองและวงกันรั่ว(Viton Sealing Ring) ในชุดสปริงบังคับ

ประกอบแผ่นกันรั่ว(Gasket)ใหม่เข้าที่ท่อนำและชุดสปริงบังคับ

ประกอบไส้หม้อกรองใหม่เข้ากับท่อนำ

ประกอบถ้วยหม้อกรองเข้าที่เดิม โดยระมัดระวังการกดของชุดสปริงบังคับลงบนไส้หม้อกรอง

กวดนัตยึดถ้วยหม้อกรองให้แน่น

*** <u>หมายเหตุ</u>**

***** ถ้าหม้อกรองสกปรกมาก ให้ถอดท่อนำ(Filter Guide)และฐานหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อออกมาทำความสะอาดด้วย

84.การตรวจสอบชุดสปริงบังคับหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ(Engine Oil Filter Spring Retainer Check) (รูป 9-61)

เครื่องแบบ TE

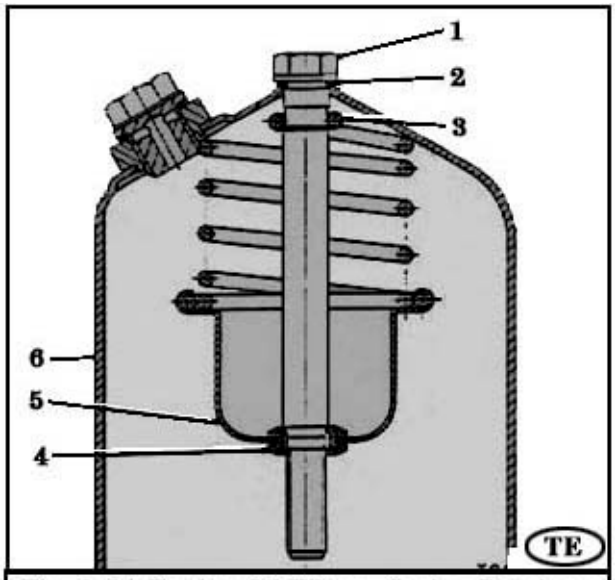


Fig. 9-61 Engine Oil Filter , Spring Retainer in Filter Bowl Check.
1. Centre Screw. 2. Sealing Ring.
3. Spring Lug. 4. Viton Sealing Ring.
5. Spring Retainer. 6. Filter Bowl.

การตรวจสอบ(Check)

ปกติชุดสปริงบังคับ จะไม่สามารถถอดได้ด้วยมือ

ถ้าชุดสปริงบังคับ ไม่ยึดอยู่กับสลักยึด(Centre Screw) ให้บีบห่วงสปริง(Spring Lug)เข้าอีก ให้ชุดสปริงบังคับยึดอยู่กับร่องของสลักยึด

การประกอบ(Assembly)

ทาวงกันรั่ว(Viton Sealing Ring) ด้วยน้ำมันหล่อ

ประกอบชุดสปริงบังคับเข้ากับสลักยึด จนกระทั่งห่วงสปริง(Spring Lug)ลงร่องของสลักยึด

ขณะประกอบ ให้ระมัดระวังสลักยึดจะถูกขูดขีดเป็นรอย

85.การใช้คันหมุนทางเดียวหม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อ (Edge-Type Oil Filter Operation) (รูป 9-62)

เครื่องแบบ TE

โยกคันหมุนทางเดียว(Ratchet Lever) 1-2 รอบ เพื่อทำความสะอาดไส้หม้อกรอง

ล็อคคันหมุนทางเดียว ด้วยสปริงยึด (Retaining Spring)

ข้อควรจำ !

! การทำความสะอาดดังกล่าวนี้ จะได้ผลดีที่สุด คือ ต้องกระทำทันทีหลังจากเลิกเครื่อง

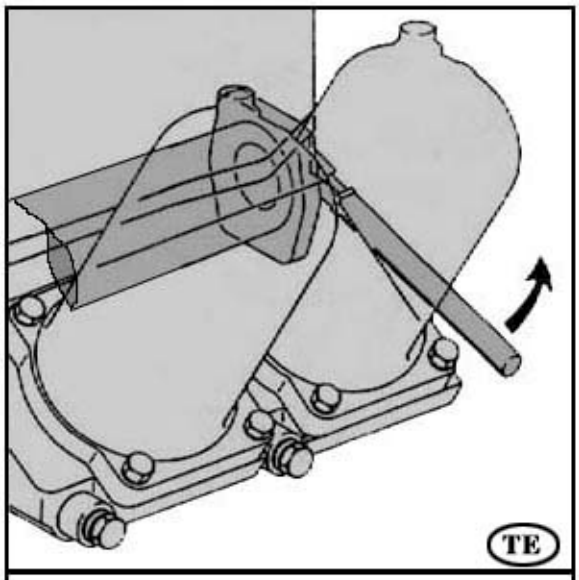


Fig 9-62 Edge-type Oil Filter Lever Operation.

86.การระบายตะกอนหม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อ(Edge-Type Oil Filter Sludge Draining) (รูป 9-63)

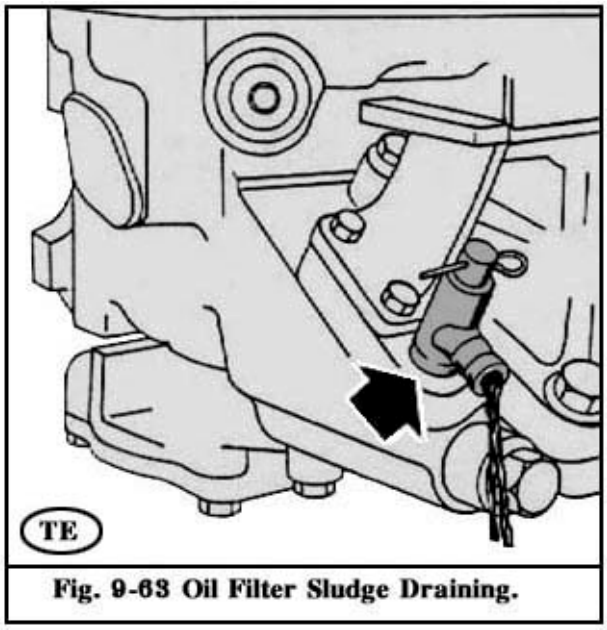


Fig. 9-63 Oil Filter Sludge Draining.

เครื่องแบบ TE

โยกคันหมุนทางเดียว

เปิดลิ้นระบาย(Drain Valve) ระบายน้ำมันหล่อใส่ภาชนะที่สะอาด

ปิดลิ้นระบาย

ล็อคคันหมุนทางเดียว ด้วยสปริงยึด(Retaining Spring)

ข้อควรจำ !

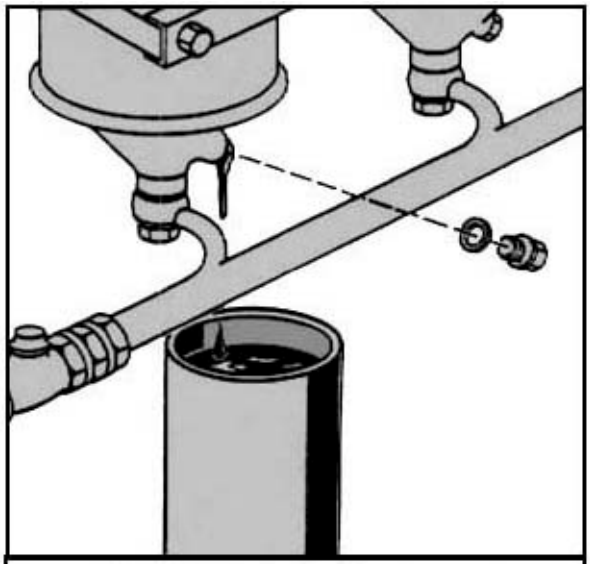
! ต้องกระทำในขณะเครื่องร้อนหรืออยู่ที่อุณหภูมิใช้การ

87.การตรวจวิเคราะห์โลหะตกค้างในน้ำมันหล่อในหม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อ (Edge-Type Oil Filter,Oil Sludge Metallic Residual Analysis) (รูป 9-58)

เครื่องแบบ TE

เพื่อตรวจวิเคราะห์ดูโลหะตกค้างในน้ำมันหล่อภายในหม้อกรองตะแกรงโลหะ กระทำเช่นเดียวกับข้อ 81 ที่กล่าวมาแล้ว

88.การระบายตะกอนหม้อกรองทางลัดน้ำมันหล่อ(Oil Bypass Filter Sludge Draining) (รูป 9-64)


Fig. 9-64 Oil Bypass Filter Sludge Draing.

ปิดลิ้นน้ำมันหล่อ ที่ท่อทางเข้าหม้อกรอง

คลายเปิดปลั๊กระบาย(Drain Plug) ระบายน้ำมันภายในหม้อกรองใส่ภาชนะที่เหมาะสมให้หมด

ประกอบปลั๊กระบายเข้าที่เดิม

เปิดลิ้นน้ำมันหล่อ ที่ท่อทางเข้าหม้อกรองที่ปิดไว้

89.การเปลี่ยนไส้หม้อกรองทางลัดน้ำมันหล่อ(Bypass Filter Element Renewal) (รูป 9-65)

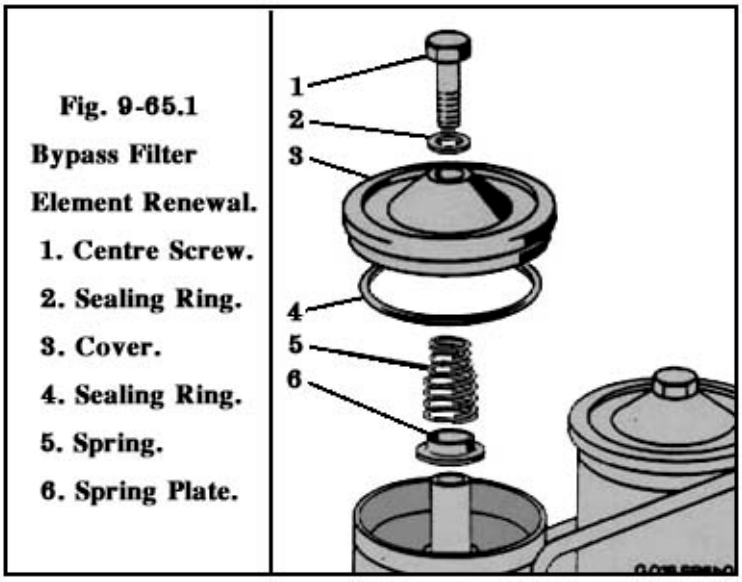


Fig. 9-65.1
Bypass Filter
Element Renewal.
1. Centre Screw.
2. Sealing Ring.
3. Cover.
4. Sealing Ring.
5. Spring.
6. Spring Plate.

ถอดปลั๊กระบาย (Drain Plug) เปิดระบายน้ำมันหล่อภายในหม้อกรองออกให้หมด

ถอดสลักตัวกลาง (Centre Bolt),ฝาปิดหม้อกรอง(Cover)และวงกันรั่ว (Sealing Ring)

ถอดสปริงและแผ่นรองสปริง(Spring Plate)

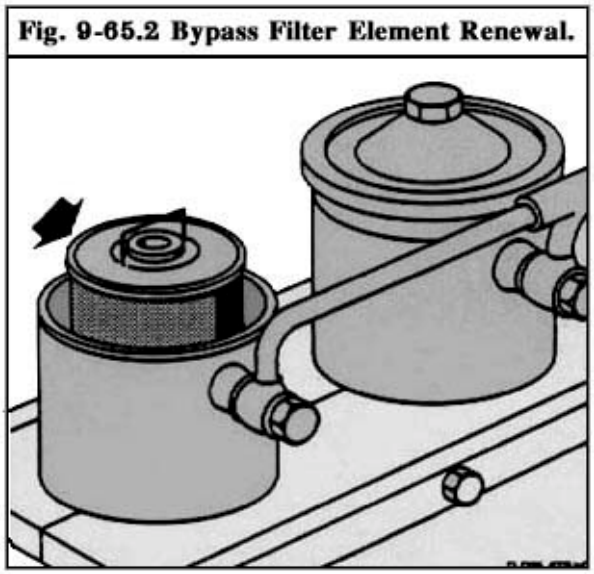


Fig. 9-65.2 Bypass Filter Element Renewal.

ดึงหูหิ้ว(Grip)ไส้หม้อกรองใบบนขึ้น โดยขณะดึงขึ้นให้หมุนซ้าย-ขวา เพื่อให้ดึงขึ้นง่ายและป้องกันน้ำมันหล่อทะลักล้นออกจากหม้อกรอง

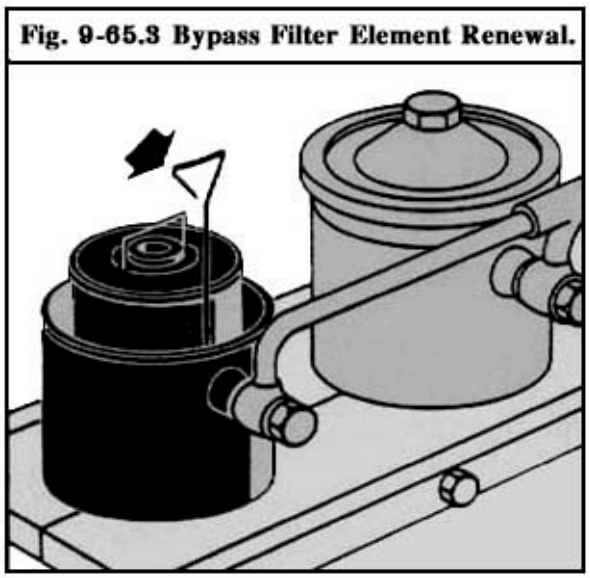


Fig. 9-65.3 Bypass Filter Element Renewal.

จับหูหิ้ว(Grip)ของไส้หม้อกรองใบล่าง หมุนซ้าย-ขวาและดึงขึ้นด้วยขอเกี่ยว (Hook)

ทำความสะอาดเรือนหม้อกรอง(Housing)และฝาปิดหม้อกรอง(Cover)

ประกอบปลั๊กระบาย(Drain Plug)เข้าที่เดิม โดยใช้วงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่

ประกอบขอเกี่ยวลงในหม้อกรองพร้อมกับไส้หม้อกรองใบล่างใหม่

ประกอบไส้หม้อกรองใบบนใหม่ โดยระมัดระวังไม่ให้แผ่นกันรั่ว(Gasket)ระหว่างไส้หม้อกรองชำรุดเสียหาย

ประกอบแผ่นรองสปริง(Spring Plate) เข้าที่เดิม

ประกอบสปริงเข้าที่ โดยให้ด้านที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่าอยู่ด้านล่าง คือ อยู่บนแผ่นรองสปริง

ใช้จาระบีทาวงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่แล้วประกอบลงในร่องที่ฝาปิดหม้อกรอง(Cover)

ประกอบฝาปิดหม้อกรองเข้าที่เดิมและกวดยึดด้วยสลักตัวกลาง(Centre Bolt)ให้แน่น

Δ ข้อควรระวัง

Δ ฝาปิดหม้อกรอง(Cover) รับแรงดันของสปริงอยู่ตลอดเวลา

90.การหมุนเครื่องด้วยระบบเริ่มเดิน(Turning Engine On Starter)

ล็อคคันเลิกเครื่อง(Shut Down Lever) ที่เครื่องควบคุมความเร็ว(Governor) ไว้ที่ตำแหน่งเลิกเครื่อง(Stop)

กดปุ่มเริ่มเดิน ให้เครื่องหมุนประมาณ 10 วินาที

ปลดล็อคคันเลิกเครื่อง กลับไปไว้ที่ตำแหน่งเดิม

Δ ข้อควรระวัง

Δ ก่อนที่จะหมุนเครื่อง จะต้องแน่ใจว่า ไม่มีใครอยู่ในตำแหน่งหรือที่ที่จะเป็นอันตราย

Δ หลังจากปฏิบัติงานแล้ว อุปกรณ์ป้องกันอันตรายต่างๆจะต้องประกอบเข้าที่เดิมและเครื่องมือต่างๆต้องเอาออกจากเครื่องให้หมด

91.การห้ามการเริ่มเดินเครื่อง(To Disable Engine Starting)

91.1 ระบบเริ่มเดินใช้กำลังดันลม(Compressed Air)

ให้ปิดลิ้นลมเข้าระบบและปิดสวิทช์กุญแจ(Key Switch)ตัดกระแสไฟเข้าระบบด้วย แล้วถอดสวิทช์กุญแจออก

91.2 ระบบเริ่มเดินใช้กระแสไฟตรง

ปิดกระแสไฟฟ้าระบบเริ่มเดินด้วยสวิทช์ตัดทางไฟ(Cut-out)และสวิทช์กุญแจ(Key Switch) แล้วดึงสวิทช์กุญแจออก

แขวนป้าย ***"ห้ามเดินเครื่อง กำลังปฏิบัติงาน"*** ที่ลิ้นลมเริ่มเดินเข้าระบบและที่สวิทช์กุญแจ

92.การให้การเริ่มเดินเครื่อง(Engine Start Release)

ปลดป้าย “ห้ามเดินเครื่อง กำลังปฏิบัติงาน” ออก

เปิดลิ้นลมเริ่มเดินเข้าระบบและเปิดกระแสไฟเข้าระบบ ด้วยสวิทช์กุญแจหรือสวิทช์ตัดทางไฟ(Cut-out) (จากข้อ 91)

93.การเริ่มเดินเครื่อง(Engine Starting)

ก่อนเริ่มเดินเครื่อง จะต้องปฏิบัติงาน ”การเตรียมการก่อนใช้งานเครื่อง” ตามรายละเอียดบทที่ 8 ข้อ 1

93.1 ระบบเริ่มเดินแบบมอเตอร์ไฟฟ้า(Electric Starting System)

หลังจากกดปุ่มเริ่มเดิน(Start)แล้ว 8-10 วินาที เครื่องยนต์ยังไม่เริ่มเดิน ให้หยุดพักสักครู่แล้วจึงเริ่มเดินใหม่อีกครั้ง

หลังจากกดปุ่มเริ่มเดิน(Start)ครั้งที่ 2 เครื่องยนต์ยังไม่เริ่มเดิน ให้หยุดการเริ่มเดินและตรวจสอบแก้ไขข้อขัดข้อง

93.2 ระบบเริ่มเดินแบบมอเตอร์กำลังดันลม(Compressed Air Starting System)

หลังจากกดปุ่มเริ่มเดิน(Start)แล้วประมาณ 3 วินาที เครื่องยนต์ยังไม่เริ่มเดิน ให้หยุดพักสักครู่ แล้วจึงเริ่มเดินใหม่อีกครั้ง

หลังจากกดปุ่มเริ่มเดิน(Start)ครั้งที่ 2 เครื่องยนต์ยังไม่เริ่มเดิน ให้หยุดการเริ่มเดินและตรวจสอบแก้ไขข้อขัดข้อง

93.3 ระบบเริ่มเดินแบบจานจ่ายลมเข้ากระบอกสูบ(Air-In-Cylinder Starting System)

หลังจากกดปุ่มเริ่มเดิน(Start)แล้ว เครื่องยนต์ยังไม่เริ่มเดิน ให้หยุดพักสักครู่ แล้วจึงเริ่มเดินใหม่อีกครั้ง

หลังจากกดปุ่มเริ่มเดินครั้งที่ 2 เครื่องยนต์ยังไม่เริ่มเดิน ให้หยุดการเริ่มเดินและตรวจสอบแก้ไขข้อขัดข้อง

ข้อควรจำ ! ! เครื่องยนต์จะเริ่มเดิน ต้องอยู่ในสภาพที่ไม่มีภาระ(No Load) เท่านั้น

94.การเริ่มเดินเครื่องฉุกเฉิน(Emergency Start)

ระบบเริ่มเดินแบบจานจ่ายลมเข้ากระบอกสูบ *ในกรณีที่ระบบไฟฟ้าขัดข้อง*

หมุน คันหมุน(Hand Lever)หรือลูกบิด(Hand Wheel)ด้านข้างลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง (Solenoid 3-Way Valve) ไปตำแหน่ง Manual หรือ Hand หรือ An/On เป็นการเริ่มเดินเครื่อง (รายละเอียดบทที่ 7 ข้อ 3.3.1)

95.การเลิกเครื่อง(Engine Shut Down)

ก่อนเลิกเครื่อง ให้เดินเครื่องตัวเปล่า(Idle Speed)ประมาณ 5 นาที ให้อุณหภูมิเครื่องคงที่ต่ำที่สุด

กดปุ่มเลิกเครื่อง(Stop)ไว้ จนกระทั่งเครื่องหยุดเดิน

ข้อควรจำ !

! ห้ามเลิกเครื่อง ขณะที่เครื่องรับภาระเต็มที่(Full-Load Operation)

96.การเลิกเครื่องด้วยมือ(Engine Manual Shutdown)

ถ้าระบบไฟฟ้าหรือระบบอิเล็กทรอนิกขัดข้อง ให้โยกคันเลิกเครื่อง(Shut Down Lever)ที่เครื่องควบคุมความเร็ว(Governor) ไปที่ตำแหน่งเลิกเครื่อง(Stop)จนกระทั่งเครื่องหยุดเดิน

97.การเลิกเครื่องฉุกเฉินโดยปุ่มกดเลิกเครื่องฉุกเฉิน(Engine Emergency Shutdown By Emergency Stop Button)

เมื่อกดปุ่มเลิกเครื่องฉุกเฉิน(Emergency Stop) เครื่องยนต์จะหยุดเดิน โดยระบบอิเล็กทรอนิกส์ จะส่งอาการให้ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน(Emergency Air Shut-off Flaps) ปิดอากาศดีเข้าเครื่อง และเครื่องควบคุมความเร็ว(Engine Governor)ตัดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าเครื่อง

ก่อนเริ่มเดินเครื่องใหม่ จะต้องเปิดลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน (รายละเอียดข้อ 22) และไล่อากาศภายในห้องเผาไหม้ (รายละเอียดข้อ 4)

98.การเลิกเครื่องฉุกเฉินโดยระบบอิเล็กทรอนิกส์(Emergency Shut Down By Monitoring System)

เมื่อเกิดกรณีฉุกเฉิน ระบบอิเล็กทรอนิกส์จะส่งสัญญาณไปเลิกเครื่องฉุกเฉิน เช่นเดียวการกดปุ่มเลิกเครื่องฉุกเฉิน ที่กล่าวมาแล้ว และจะเกิดสัญญาณเตือน(Alarm)ด้วย

ก่อนเริ่มเดินเครื่องใหม่ จะต้องตรวจสอบแก้ไขข้อขัดข้อง ที่ทำให้เกิดการเลิกเครื่องฉุกเฉิน,เปิดลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน (รายละเอียดข้อ 22) ,กดปุ่มตั้งการทำงานใหม่(Reset) และไล่อากาศภายในห้องเผาไหม้ (รายละเอียดข้อ 4)

99.การตรวจสอบการรั่วไหลของลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง(Solenoid 3-Way Valve Leak Check)

(รูป9-66)

ถอดท่อกำลังดันลมเริ่มเดิน (Starting Air Line) ออกจากลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง

เปิดลิ้นลมเริ่มเดิน เข้าระบบ

ตรวจสอบดู จะต้องไม่มีกำลังดันลมรั่วออกจากช่องทางออกของลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทางและช่องทางระบาย(Vent)ของลิ้นนำ (Pilot Valve)(ศรชี้)

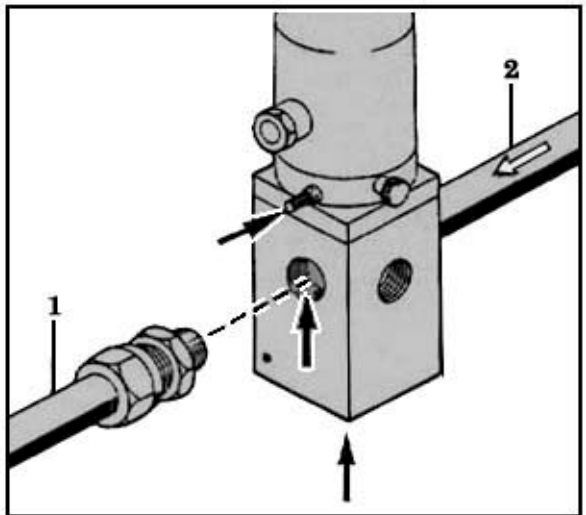


Fig. 9-66 Solenoid 3-way Valve Leak Check.
1. Starting Air Line.
2. Compressed Air Line.

Δ ข้อควรระวัง

Δ เปิดระบายกำลังดันภายในระบบออก ก่อนที่จะเริ่มปฏิบัติงาน

100.การตรวจสอบการทำงานของลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทางด้วยกระแสไฟฟ้า(Solenoid 3-Way Valve,Electrical Function Check) (รูป9-67)

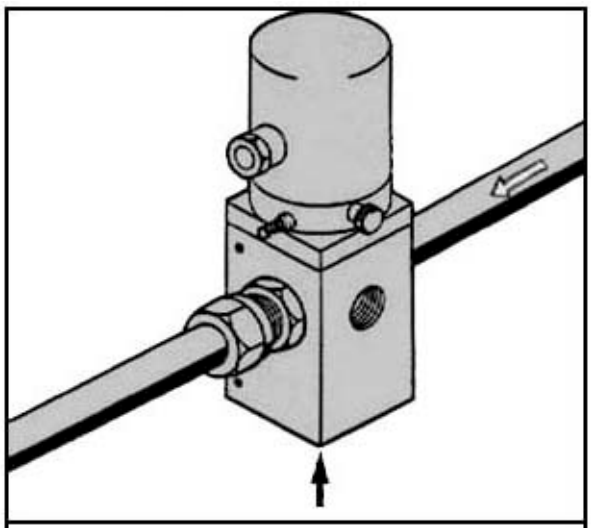


Fig. 9-67 Solenoid 3-way Valve , Electrical Function Check.

โดยตรวจสอบในขณะเริ่มเดินเครื่อง ซึ่งในขณะดังกล่าว ลิ้นจะต้องเปิดเต็มที่ ให้กำลังดันลม ผ่านไปเป็นกำลังดันลมเริ่มเดินเครื่อง และต้องไม่มีกำลังดันลมรั่วไหลออกทางช่องทางระบาย(Vent) (ศรชี้)

เมื่อลิ้นเปิด(เริ่มเดินเครื่อง) จะมีกำลังดันลมระบายออกทางช่องทางระบายด้านบนลิ้น (ช่องทางระบายลิ้นนำ)

เมื่อเสร็จสิ้นการเริ่มเดิน ลิ้นจะปิดและเปิดช่องทางระบายด้านล่าง ระบายกำลังดันลมออกจากท่อทางลมเริ่มเดิน หลังจากระบายกำลังดันลมเริ่มเดินหมดแล้ว จะต้องไม่มีการรั่วไหลที่ช่องทางระบายอีก

การตรวจสอบอีกลักษณะหนึ่ง คือ ในขณะที่เครื่องหยุดเดินอยู่ ให้กดปุ่มเริ่มเดิน(Start) และเลิกเครื่อง(Stop)พร้อมกัน เพื่อให้ลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทางเปิด คือ มีการเริ่มเดินเครื่อง แต่ไม่มีการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้ ตรวจดูการเปิดของลิ้นและช่องทางระบาย เช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว แล้วปล่อยปุ่มกดทั้งสอง แล้วตรวจดูการปิดของลิ้นและช่องทางระบาย เช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว

101.การตรวจสอบการใช้งานลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทางด้วยมือ(Solenoid 3-Way Valve, Manual Control Check)

ปิด ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน(Emergency Air Shut-off Flaps) ด้วยมือ

ล็อค คันเลิกเครื่อง(Shut Down Lever)ที่เครื่องควบคุมความเร็ว(Governor) ไว้ที่ตำแหน่งเลิกเครื่อง(Stop)

เปิด ลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทางด้วยมือ ให้เครื่องยนต์หมุนเป็นเวลาสั้นๆ แล้วปิดลิ้น (ตามข้อ 82)

ปลดล็อค คันเลิกเครื่องและปล่อยกลับตำแหน่งปกติ

เปิด ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินด้วยมือ

102.การใช้งานลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทางด้วยมือ(Solenoid 3-Way Valve,Manual Operation) (รูป 9-68)

บิดลูกบิด(Hand Wheel)หรือคันหมุน(Lever) ไปตำแหน่ง Manual หรือ Hand หรือ An/On เป็นการเปิดลิ้น

บิด ลูกบิดหรือคันหมุนไปตำแหน่ง Auto หรือ Aus/Off เป็นการปิดลิ้น

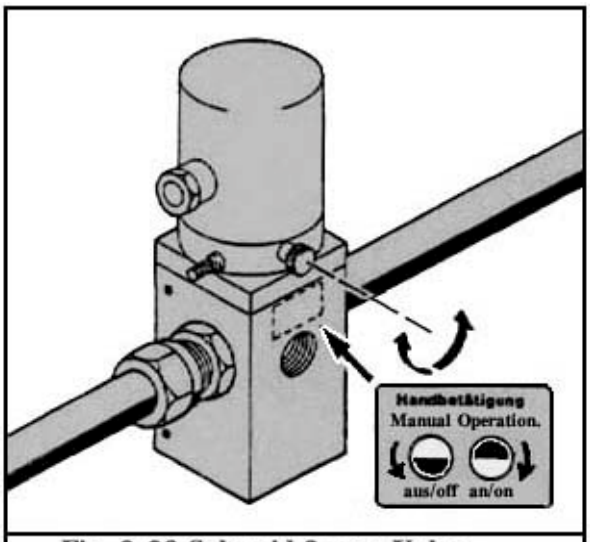


Fig. 9-68 Solenoid 3-way Valve , Manual Operation.

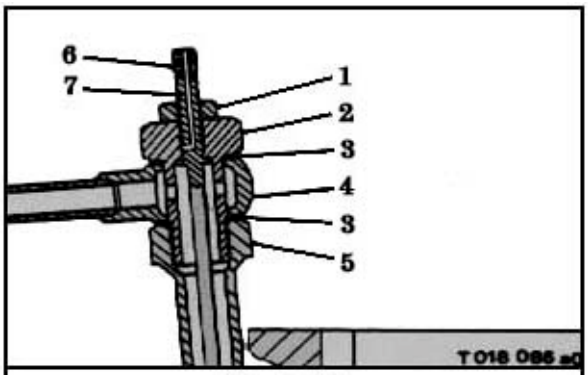


Fig. 9-69
Opening Compression Release Valve.
1. Lock Nut. 2. Banjo Plug.
3. Sealing Ring. 4. Banjo.
5. Valve Body. 6. Tappet.
7. Compression Release Bore.

103.การเปิด-ปิดลิ้นไล่อากาศ(Opening-Closing Decompression Valve) (รูป 9-69)

การเปิด(Opening)

ใช้ประแจคลายนัตล็อค(Lock Nut) กวดก้านลิ้น(Tappet)เข้า จนกระทั่งลิ้นเปิด

การปิด(Closed)

คลายก้านลิ้นออกให้ลิ้นปิดจนสุด ให้แน่นพอตึงมือ แล้วกวดนัตล็อคให้แน่น

104.การตรวจสอบแปรงถ่านและคอมมิวเตเตอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดิน (Examination of Carbon Brushes And Commutator) (รูป9-70)

ถอดแถบ(Strap)ปิดมอเตอร์

ใช้ขอเกี่ยว(Hook) ดึงสปริงกดแปรงถ่านขึ้น โดยต้องระมัดระวังให้ดึงขึ้นตรงๆ อย่าให้เอียงออกด้านข้าง และดึงขึ้นเท่าที่จำเป็นคือเพียงแค่ถอดแปรงถ่านออกได้เท่านั้น

ตรวจสอบสภาพแปรงถ่าน จะต้องเคลื่อนตัวได้อย่างคล่องตัวภายในซองแปรง

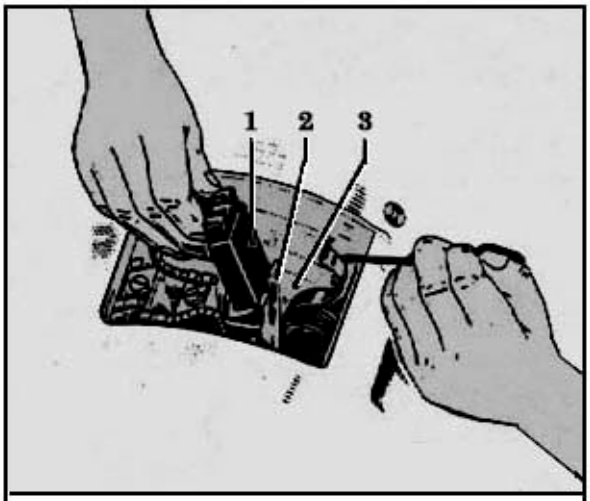


Fig. 9-70 Checking Carbon Brushes and Commutator.
1. Carbon Brush. 2. Brush Holder.
3. Commutator.

(Carbon Brush Guide) แปรงถ่านและซองแปรงจะต้องไม่มีผงฝุ่นเกาะ ถ้าสกปรกใช้ผ้าชุบน้ำมันเบนซินเช็ดให้สะอาดแล้วเช็ดให้แห้ง

ถ้าแปรงถ่านแตก,รอยบัดกรีต่อสายหลุดลุ่ยหรือฉีกขาดไปแตะกับซองแปรงถ่าน ให้เปลี่ยนใหม่

ในการประกอบแปรงถ่านเข้าที่ จะต้องระวังไม่ให้สปริงกระแทกแปรงถ่าน

ตรวจดูสภาพคอมมิวเตเตอร์ ซึ่งลักษณะที่ดี คือพื้นผิวต้องเป็นสีเทาดำสม่ำเสมอ(Smooth Grey Black) ไม่มีผงฝุ่นเกาะ ถ้ามีให้ทำความสะอาดเช่นเดียวกับแปรงถ่านและถ้ามีรอยขีดข่วนให้ถอดออกไปซ่อมทำบนโรงงาน

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ ก่อนทำงานกับมอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดิน ต้องปลดสายขั้วลบของแบตเตอรี่ก่อน

Δ ห้ามใช้ผ้าฝ้ายที่สกปรก(Cotton Waste)

Δห้ามใช้ผ้าทราย(Emery Cloth),ตะไบหรือมีดกับพื้นผิวสัมผัสของแปรงถ่านและคอมมิว-เตเตอร์

105.การชะโลมจุดต่อปลายสาย(Greasing The Terminals) (รูป9-71)

ถอดสายไฟของมอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดินออกจากจุดต่อปลายสาย(Terminals)

ทำความสะอาดจุดต่อสาย(Terminals)และทาด้วยจาระบีทาหน้าสัมผัส Bosch Contact Grease FT 40 VI.

ประกอบสายไฟเข้าที่เดิม

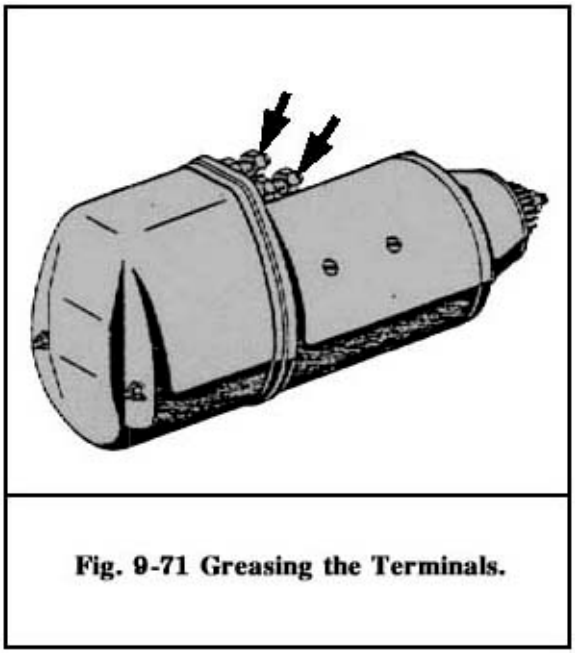


Fig. 9-71 Greasing the Terminals.

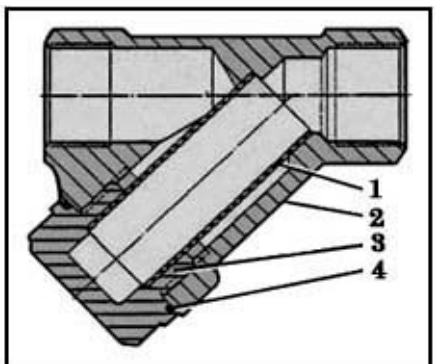


Fig. 9-72 Cleaning Air Filter.
1. Strainer. 2. Body.
3. Screw Cap. 4. Sealing Ring.

106.การทำความสะอาดหม้อกรองกำลังดันลม
(Cleaning Air Filter) (รูป 9-72)

ถอดฝาเกลียว(Screw Cap) ออก

ถอดไส้หม้อกรอง ออกมาเป่าทำความสะอาดด้วยกำลังดันลม

ตรวจดูสภาพวงกันรั่ว(Sealing Ring) ถ้าจำเป็นให้เปลี่ยนใหม่

ประกอบส่วนต่างๆ เข้าที่เดิม

107.การตรวจสอบระดับและเติมน้ำมันหล่อของหม้อน้ำมันหล่อ(Oil Lever Check And Topped Up) (รูป 9-73)

ระดับน้ำมันหล่อ ภายในหม้อน้ำมันหล่อ (Oiler) จะต้องไม่ต่ำกว่าแผ่นแก้ว(Sight Glass)

น้ำมันหล่อที่ใช้ คือ Fuchs -Renolin MR10

Calysol RK

Aral P1962

Gasolin Spezial TU 518

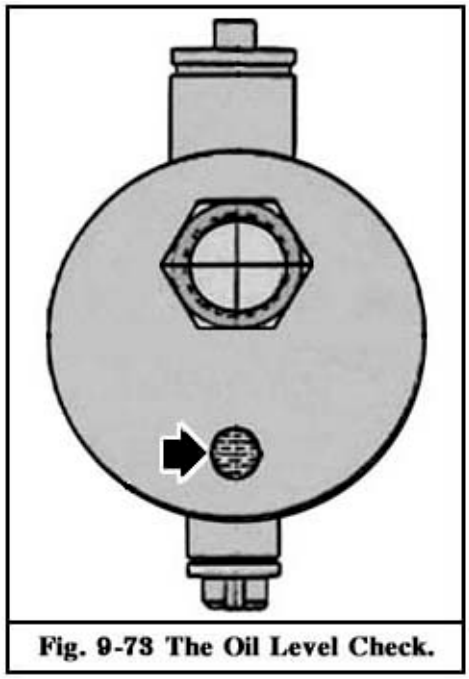


Fig. 9-73 The Oil Level Check.

108.การหล่อลื่นมอเตอร์กำลันดันลมเริ่มเดิน(Lubrication Compressed Air Starter)

ด้านท้ายของมอเตอร์(ด้านท่อลมออก) จะประกอบด้วยนมหนูจาระบี(Grease Nipples) จำนวน 2 อัน จะต้องอัดจาระบีเข้าประมาณ 10 CC.

109.การตรวจสอบการทำงานของระบบเริ่มเดินเมื่อเครื่องเย็น(Cold Start System Function Check) (รูป9-74)

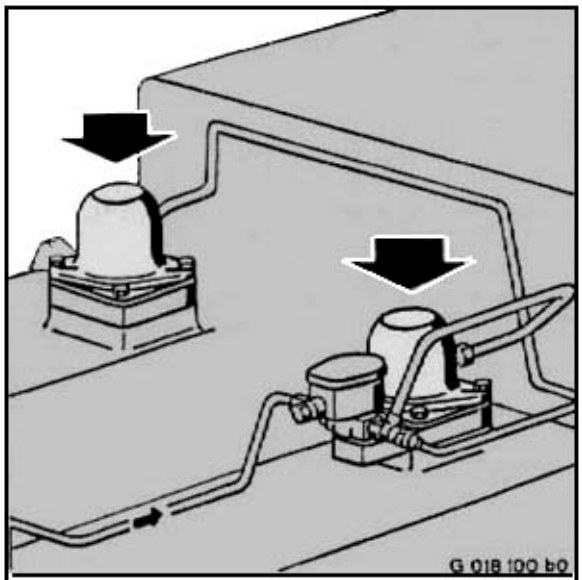


Fig.9-74 Cold Start System Function Check.

บิดสวิทช์เริ่มเดินเครื่อง(Starting Switch) ไปที่ตำแหน่งเผาหัว(Preheat)

ใช้มือตรวจความร้อนของท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด(Air/Coolant Manifold) ที่หัวเผา(Fame Torches)

110.การตรวจสอบฟังเสียงเครื่องเดิน(Running Noise Check)

เดินเครื่องที่ความเร็วเดินเบาตัวเปล่า(Idling Speed)

ตรวจฟังเสียงเครื่องยนต์เดิน จะต้องไม่มีเสียงดังผิดปกติ

111.**การตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทางต่าง ๆ**(Engine And External Pipework,Leak Check)

ตรวจดูการรั่วไหล ของท่อทางน้ำจืด,น้ำมันเชื้อเพลิง,น้ำมันหล่อ,อากาศดีและแก๊สเสีย ทั้งที่เครื่องยนต์และภายนอกเครื่อง ถ้าพบการรั่วไหล ให้จัดการแก้ไขซ่อมทำทันที

112.**การตรวจสอบความเร็วและกำลังงานของเครื่อง**(Engine Speed And Power Check)

เดินเครื่องที่ความเร็วภาระสูงสุด(Full Load Speed)

ตรวจดูความเร็วเครื่องและระยะเลื่อนคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Rack)

เปรียบเทียบค่าทั้งสองกับค่าในบันทึกทดสอบเพื่อการตรวจรับเครื่อง(Acceptance Test Record)ของเครื่อง

113.**การตรวจสอบอุณหภูมิ**(Temperature Check)

เดินเครื่องที่ความเร็วภาระเต็มที่(Full Load Speed)

ตรวจดูค่าอุณหภูมิน้ำมันหล่อ,น้ำจืด,น้ำทะเล,อากาศดีและแก๊สเสีย

เกณฑ์ค่าเหล่านี้ ให้ดูในคู่มือประจำเครื่อง

114.**การตรวจสอบกำลังดัน**(Pressure Check)

เดินเครื่องที่ความเร็วภาระเต็มที่(Full Load Speed)

ตรวจดูค่ากำลังดันน้ำมันหล่อ,น้ำจืด,น้ำทะเล,อากาศดีและลมเริ่มเดินเครื่อง

เกณฑ์ค่าเหล่านี้ ให้ดูได้ในคู่มือประจำเครื่อง

115.**การเดินเครื่องทดสอบ**(Engine Test Run)

เป็นการทดสอบอยู่กับที่ในที่จอดเรือ(Basin Run)

เป็นการเดินเครื่องเพื่อตรวจสอบฟังเสียงเครื่องเดิน,สีของแก๊สเสียและการรั่วไหลของท่อทางต่างๆ

รายละเอียดให้ดูใน คู่มือระบบอีเล็กทรอนิกส์และคู่มือของอู่

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ เป็นการทดสอบเครื่องตัวเปล่าหรือไม่มีภาระเท่านั้น

116.**การอุ่นเครื่อง**(Engine Warm-up)

ค่อยเพิ่มภาระให้เครื่องยนต์ช้าๆ จนกระทั่งอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ สูงถึง 60°C

<u>ข้อควรจำ</u>.!

! อย่าให้เครื่องรับภาระเต็มที่(Full Load) ก่อนค่าอุณหภูมิ ได้ตามเกณฑ์ดังกล่าว

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 รายละเอียดทั่วไปของเครื่อง	**1**
-กลุ่มการใช้งานของเครื่อง	1
-กำลังงานออกของเครื่อง	6
-รหัสตัวเลขและตัวอักษรของเครื่อง	8
-ลักษณะรูปแบบของเครื่อง	9
-รายละเอียดจำเพาะของเครื่อง	9
-ค่าใช้การต่างๆ ของเครื่อง	11
บทที่ 2 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่อง	**12**
-เรือนสูบ	12
-ส่วนขับหมุนเครื่อง	17
-ฝาสูบ	22
-กลไกควบคุมลิ้น	25
-อุปกรณ์ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	26
=สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงหรือสูบน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง	27
=ส่วนปรับแต่งจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	32
=หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	34
-เครื่องควบคุมเครื่องยนต์	36
=แบบแรงเหวี่ยง	37
=แบบแรงเหวี่ยงทำงานร่วมกับกำลังดันน้ำมันหล่อ	39
=แบบอิเล็กทรอนิค R 082	45
=แบบอิเล็กทรอนิค Barber Colman	48
-อุปกรณ์ตัดการทำงานของสูบ	52
บทที่ 3 ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง	**56**
-ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบ	56
-การทำงานของระบบ	56
-การซ่อมบำรุงรักษาระบบ	59
-รายละเอียดของระบบ	59
=หม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง	59

		หน้า
	=สูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง	60
	=สูบโยกมือน้ำมันเชื้อเพลิง	61
	=หม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง	62
	=หม้อรับน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล	66
บทที่ 4	**ระบบอากาศดี-แก๊สเสีย**	**67**
	-ส่วนประกอบของระบบ	67
	-การทำงานของระบบ	67
	-การซ่อมบำรุงรักษาระบบ	68
	-รายละเอียดของระบบ	68
	=หม้อกรองอากาศดี	68
	=เทอร์โบชาร์จ	70
	=หม้อระบายความร้อนอากาศดี	72
	=ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน	74
	=ท่อระบายน้ำตกอากาศดี	76
บทที่ 5	**ระบบระบายความร้อน**	**78**
	-ส่วนประกอบของระบบ	78
	-การทำงานของระบบ	78
	=เครื่องแบบ TC	78
	=เครื่องแบบ TB	81
	=เครื่องแบบ TE	83
	-รายละเอียดของระบบ	87
	=สูบน้ำจืด	87
	=สูบน้ำทะเล	88
	=เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด	91
	=หม้อระบายความร้อนน้ำจืด/ถังพักน้ำจืด	95
	=ชุดอุ่นน้ำจืด	99
บทที่ 6	**ระบบน้ำมันหล่อลื่น**	**101**
	-ส่วนประกอบของระบบ	101
	-การทำงานของระบบ	101
	-รายละเอียดของระบบ	108

หน้า
=สูบน้ำมันหล่อ 108
=สูบจำกัดน้ำมันหล่อ 109
=สูบปรับระดับน้ำมันหล่อ 110
=หม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ 112
=หม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ 116
=หม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อ 119
=หม้อกรองทางลัดน้ำมันหล่อ 120
บทที่ 7 ระบบเริ่มเดินเครื่อง 123
-ระบบเริ่มเดินเครื่องแบบมอเตอร์ไฟฟ้า 123
=ส่วนประกอบของระบบ 123
=การทำงานของระบบ 126
=การซ่อมบำรุงรักษาระบบ 129
-ระบบเริ่มเดินแบบมอเตอร์กำลังดันลม 129
=ส่วนประกอบของระบบและการทำงาน 129
=การซ่อมบำรุงรักษาระบบ 133
-ระบบเริ่มเดินเครื่องแบบจานจ่ายลมเข้ากระบอกสูบ 135
=ส่วนประกอบของระบบ 135
=การทำงานของระบบ 135
=รายละเอียดของระบบ 137
=การซ่อมบำรุงรักษาระบบ 142
-ระบบเริ่มเดินเมื่อเครื่องเย็น 142
=ส่วนประกอบของระบบ 142
=การทำงานของระบบ 144
=การซ่อมบำรุงรักษาระบบ 144
บทที่ 8 คำแนะนำในการใช้เครื่อง 145
-การเตรียมการก่อนการใช้เครื่อง 145
-การใช้เครื่อง 148
-การตรวจสอบขณะใช้เครื่อง 148
-การเลิกเครื่อง 149
-การปฏิบัติหลังจากเลิกเครื่อง 149
-มาตรการฉุกเฉิน 150

หน้า
-การตรวจสอบสีของแก๊สเสีย 150
-แนวทางการแก้ไขข้อขัดข้อง 152
=แนวทางปฏิบัติทั่วๆไป 152
=สภาพการผิดปกติต่างๆ 153
บทที่ 9 การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องยนต์ 164
-ตารางเวลาการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง 164
-แผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง 164
-การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องที่ควรทราบ 168
=การติดตั้งเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ 168
=การหมุนเครื่องด้วยมือ 168
=การถอดเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ 168
=การไล่อากาศในห้องเผาไหม้ 168
=การทดสอบกำลังอัดภายในสูบ 169
=การตรวจสอบและปรับแต่งระยะห่างลิ้น 170
=การตรวจสอบชิ้นส่วน 171
=การถอดฝาครอบฝาสูบ 172
=การตรวจสอบแผ่นกันรั่วฝาสูบ 172
=การประกอบฝาครอบฝาสูบ 172
=การตรวจสอบการทำงานของเครื่องควบคุมความเร็ว 172
=การตรวจสอบระยะห่างส่วนหมุนและการหมุนของเทอร์โบชาร์จ 172
=การตรวจสอบการตกต่ำของกำลังดันอากาศดี 173
=การตรวจสอบกำลังดันอากาศดีเข้าเครื่อง 173
=การตรวจสอบกำลังดันแก๊สเสียด้านกลับ 174
=การตรวจสอบระบบแก๊สเสียและการอุดตันของการระบายน้ำตก 174
=การตรวจสอบความแน่นหนาของระบบอากาศดี 174
=การตรวจสอบการรั่วไหลและการชำรุดเสียหายของระบบอากาศดี 174
=การเปลี่ยนไส้หม้อกรองอากาศดี 174
=การทำความสะอาดไส้หม้อกรองอากาศดี 175
=การตรวจสอบตำแหน่งลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน 176
=การปิด/เปิดลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินด้วยมือ 176
=การทดสอบลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินด้วยมือ 176

หน้า

=การทดสอบลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินด้วยไฟฟ้า 176
=การเปิดลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน 176
=การหล่อลื่นลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน 177
=การตรวจสอบน้ำตกที่ท่อระบายน้ำตกอากาศดี 177
=การตรวจสอบการอุดตันของท่อระบายน้ำตกอากาศดี 178
=การทำความสะอาดท่อระบายน้ำตกอากาศดี 178
=การตรวจสอบการยึดแน่นของสลักยึดท่อแก๊สเสีย 178
=การตรวจสอบฉนวนหุ้มท่อแก๊สเสีย 178
=การหล่อลื่นสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 179
=การถอดและทำความสะอาดภายนอกหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 179
=การติดตั้งหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 180
=การทดสอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 182
=การถอดประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 184
=การประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 185
=การตรวจสอบจุดเริ่มส่งของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 185
=การตั้งจุดเริ่มส่งของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 187
=การใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 189
=การตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิง 189
=การระบายอากาศออกจากระบบน้ำมันเชื้อเพลิง 189
=การเปิดระบายหม้อรับน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล 190
=การใช้มือหมุนหม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง 190
=การเทหม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง 191
=การทำความสะอาดหม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง 191
=การเลือกใช้หม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง 192
=การเปิดระบายหม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง 193
=การเติมและระบายอากาศหม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง 193
=การเปลี่ยนไส้หม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง 194
=การตรวจสอบการอุดตันของรูตรวจรั่วสูบน้ำจืด 196
=การตรวจสอบการอุดตันของรูตรวจรั่วสูบน้ำทะเล 196
=การเติมน้ำจืดเข้าระบบ 197
=การตรวจสอบระดับน้ำจืด 197

หน้า
=การเปิดระบายน้ำจืด 198
=การนำน้ำจืดตัวอย่างออกมาตรวจวิเคราะห์ 201
=การล้างระบบน้ำจืด 201
=การเปลี่ยนน้ำจืด 202
=การทำความสะอาดตะแกรงกรองน้ำจืด 202
=การตรวจสอบการอุดตันของท่อระบายอากาศระบบน้ำจืด 203
=การตรวจสอบการส่งน้ำทะเล 203
=การเปิดใช้น้ำทะเลฉุกเฉิน 203
=การปิดน้ำทะเลฉุกเฉิน 204
=การทำความสะอาดแผ่นแก้วตรวจระดับน้ำจืด 204
=การเปิดฝาปิดระบาย 204
=การปิดฝาปิดระบาย 204
=การเปิดระบายชุดอุ่นน้ำจืด 204
=การใช้งานชุดอุ่นน้ำจืดครั้งแรก 205
=การปรับแต่งเครื่องควบคุมอุณหภูมิชุดอุ่นน้ำจืด 205
=การตรวจสอบชุดอุ่นน้ำจืด 205
=การตั้งการทำงานของตัวจำกัดอุณหภูมิใหม่ 205
=การทำความสะอาดหม้อระบายความร้อนน้ำจืด 205
=การตรวจสอบการรั่วไหลของหม้อระบายความร้อนน้ำจืด 205
=การตั้งฉุกเฉินเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด 206
=การปรับแต่งอัตราการส่งของสูบจำกัดน้ำมันหล่อ 207
=การเติมน้ำมันหล่อเข้าระบบ 207
=การเปลี่ยนน้ำมันหล่อ 208
=การตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อ 208
=การนำน้ำมันหล่อตัวอย่างออกมาตรวจวิเคราะห์ 209
=การเลือกใช้หม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ 210
=การเปิดระบายตะกอนหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ 210
=การตรวจวิเคราะห์โลหะตกค้างในตะกอนน้ำมันหล่อ 211
=การเปลี่ยนวงกันรั่วและไส้หม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ 211
=การตรวจสอบชุดสปริงบังคับหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ 213
=การใช้คันหมุนทางเดียวหม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อ 214

หน้า
=การระบายตะกอนหม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อ 215
=การวิเคราะห์โลหะตกค้างในหม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อ 215
=การระบายตะกอนหม้อกรองทางลัดน้ำมันหล่อ 215
=การเปลี่ยนไส้หม้อกรองทางลัดน้ำมันหล่อ 216
=การหมุนเครื่องด้วยระบบเริ่มเดิน 217
=การห้ามการเริ่มเดินเครื่อง 217
=การให้การเริ่มเดินเครื่อง 217
=การเริ่มเดินเครื่อง 218
=การเริ่มเดินเครื่องฉุกเฉิน 218
=การเลิกเครื่อง 218
=การเลิกเครื่องด้วยมือ 219
=การเลิกเครื่องฉุกเฉินโดยปุ่มกดเลิกเครื่องฉุกเฉิน 219
=การเลิกเครื่องฉุกเฉินโดยระบบอิเล็กทรอนิกส์ 219
=การตรวจสอบการรั่วไหลของลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง 219
=การตรวจสอบการทำงาน ลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทางด้วยกระแสไฟฟ้า 220
=การตรวจสอบการใช้งานลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทางด้วยมือ 220
=การใช้งานลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทางด้วยมือ 221
=การเปิด-ปิดลิ้นไล่อากาศ 221
=การตรวจสอบแปรงถ่านและคอมมิวเตเตอร์มอเตอร์ไฟฟ้าฯ 221
=การชะโลมจุดต่อปลายสาย 222
=การทำความสะอาดหม้อกรองกำลังดันลม 222
=การตรวจสอบระดับและเติมน้ำมันหล่อของหม้อน้ำมันหล่อ 223
=การหล่อลื่นมอเตอร์กำลันดันลมเริ่มเดิน 223
=การตรวจสอบการทำงานของระบบเริ่มเดินเมื่อเครื่องเย็น 223
=การตรวจสอบฟังเสียงเครื่องเดิน 223
=การตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทางต่างๆ 224
=การตรวจสอบความเร็วและกำลังงานของเครื่อง 224
=การตรวจสอบอุณหภูมิ 224
=การตรวจสอบกำลังดัน 224
=การเดินเครื่องทดสอบ 224
=การอุ่นเครื่อง 224

บทที่ 1

รายละเอียดทั่วไปของเครื่อง

บริษัทผู้ผลิตเครื่องยนต์ดีเซล mtu คือ บริษัท Motoren und Turbinen Union ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน ซึ่งได้ผลิตเครื่องยนต์ดีเซลออกมาหลายแบบเพื่อการใช้งานที่แตกต่างกัน เช่น ใช้ในเรือ ใช้ในรถไฟ เป็นต้น ปัจจุบันที่มีใช้อยู่ในเรือรบของกองทัพเรือ อนุกรม(Series)หนึ่ง คือ อนุกรม 396

เครื่องยนต์ดีเซล mtu อนุกรม(Series) 396 นี้ มี 4 ขนาด คือ V.6 สูบ , V.8 สูบ , V.12 สูบ และ V.16 สูบ ซึ่งเครื่องทั้ง 4 ขนาดนี้ จะมีระบบการทำงานบางอย่างต่างกันเป็น 3 แบบ คือ แบบ TC/TB/TE แต่โดยหลักการทำงานแล้วเครื่องยนต์ในอนุกรมเดียวกัน แม้จะต่างขนาดหรือต่างแบบกันก็จะมีส่วนประกอบและหลักการทำงานเหมือนกัน จะต่างกันเฉพาะรายละเอียดบางประการ ซึ่งจะต้องดูในคู่มือประจำเครื่องเท่านั้น

1.กลุ่มการใช้งานของเครื่อง(Application Groups)

เครื่องยนต์ mtu แต่ละแบบหรือแต่ละขนาด จะถูกสร้างขึ้นมาใช้ให้เหมาะสมกับงานแต่ละประเภทแตกต่างกันออกไปแยกเป็นกลุ่มตามลักษณะการใช้งาน ซึ่งจะสัมพันธ์กับการใช้งานและการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

1.1 เป็นเครื่องจักรใหญ่ในเรือ

กลุ่ม **1 A.** (สำหรับเรือความเร็วต่ำ)

ใช้กับเรือที่ไม่จำกัดระยะเวลาการใช้เครื่อง และ/หรือ เรือที่ไม่จำกัดระยะเวลาการใช้กำลังงานต่อเนื่อง (Continuous Rating)

ได้แก่เครื่อง 6V,8V,12V 396 TC 62

6V,8V,12V,16V 396 TC 63

12V,16V,20V 1163 TB 62/63

กลุ่ม **1 D.** (สำหรับเรือความเร็วสูง)

ใช้กับเรือโดยสาร,เรือท่องเที่ยว,เรือตรวจการณ์(Patrol Boats),เรือที่มีระบบขับเคลื่อนหลายเครื่อง (Combined Propulsion System),เรือความเร็วสูง เช่น เรือช่วยชีวิตในทะเล เป็นต้น

ได้แก่เครื่อง 6V,8V,12V 396 TB 83

12V,16V,20V 538 TB 82

กลุ่ม **1 DS. (**สำหรับเรือความเร็วสูงมาก**)**

ใช้กับเรือความเร็วสูงมาก,เรือตรวจการณ์ความเร็วสูง(FPB's)และเรือที่ใช้งานพิเศษ

ได้แก่เครื่อง 6V,8V,12V,16V 396 TB 93

12V,16V,20V 538 TB 91

12V,16V,20V 1163 TB 92/93

1.2 เป็นเครื่องขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

กลุ่ม **3 A**.

ใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้งานต่อเนื่อง(Continuous Operation)

ได้แก่เครื่อง 6V,8V,12 V 396 TC 32/52

6V,8V,12V,16V 396 TC 33/53

6V,8V,12V,16V 396 TB 33/53

12V,16V,20V 1163 TB 32/52

กลุ่ม **3 C.**

ใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้งานต่อเนื่องแต่หยุดพักทุกปี(Annual Limit)

ได้แก่เครื่องในกลุ่ม 3 A ซึ่งแยกเป็น 2 ลักษณะการใช้ คือ

ใช้ในเรือ ได้แก่เครื่อง TB 52/53 , TC 52/53

ใช้ติดตั้งอยู่กับที่ ได้แก่เครื่อง TB 32/33 , TC 32/33

1.3 เป็นเครื่องจักรช่วย

กลุ่ม 4 A.

ใช้กับงานต่อเนื่อง เช่น เครื่องสูบน้ำ,เครื่องอัดลม,เครื่องเป่าลม(Blowers),เครื่องเจาะ(Drilling Rigs) เป็นต้น

ได้แก่เครื่อง 6V,8V,12V 396 TC 52/32

6V,8V,12V,16V 396 TC 53/33

12V,16V,20V 1163 TB 52/32

กลุ่ม **4 C.**

ใช้กับงานระยะเวลาสั้นๆ เช่น เครื่องสูบน้ำดับเพลิง,เครื่องสูบน้ำฉุกเฉิน เป็นต้น

ได้แก่เครื่องในกลุ่ม 4 A ซึ่งแยกเป็น 2 ลักษณะการใช้ คือ

ใช้ในเรือ ได้แก่เครื่อง TB 52/53 , TC 52/53

ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่เครื่อง TB 32/33 , TC 32/33

1.4 ใช้ในรถไฟ

กลุ่ม **2 A.**

เป็นหัวลากรถไฟ(Rail Traction)

ได้แก่เครื่อง 6V,8V,12V 396 TC 12

6V,8V,12V 396 TC 13

12V,16V,20V 1163 TB 12

กลุ่ม **3 A.**

เป็นเครื่องขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ได้แก่เครื่อง 6V,8V,12V 396 TC 12

6V,8V,12V,16V 396 TC 13

1.5 ใช้กับยานพาหนะหรืองานหนัก

กลุ่ม **5 A.**

ใช้กับงานหนักระยะเวลาสั้นๆแต่ต้องการกำลังงานสูง เช่น เครื่องกว้าน เป็นต้น

ได้แก่เครื่อง 6V,8V,12V,16V 396 TC 43

2.กำลังงานออกของเครื่อง(Power Output) (รูป 1-4)

กำลังงานออกของเครื่องขึ้นอยู่กับความเร็วและสภาวะแวดล้อมต่างๆของเครื่อง คือ อุณหภูมิอากาศดีเข้าเครื่อง อุณหภูมิน้ำทะเลและความกดดันบรรยากาศ ซึ่งเมื่อค่าต่างๆดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์กำหนด เครื่องยนต์จะสามารถให้กำลังงานออกมาได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเช่นกัน ในการคิดค่ากำลังงานออกของเครื่องทั้งหมดจะคิดเป็น ๓ ระยะ คือ

= กำลังงานต่อเนื่อง(Continuous Power) = 100 %

= กำลังงานเกินกำลัง(Overload Power) = 110 %

= กำลังงานสูงสุด(Maximum Power) = 120 %

เช่น เครื่อง 12 V 396 TC 82

ให้กำลังงานต่อเนื่อง 970 กว. ที่ 1,750 รอบ/นาที

ให้กำลังงานเกินกำลัง 1,050 กว. ที่ 1,800 รอบ/นาที

เมื่อ อุณหภูมิอากาศดีเข้าเครื่อง 27°C

อุณหภูมิน้ำทะเลระบายความร้อน 32°C

ความกดบรรยากาศ 1,000 mbar (ของบาโรมิเตอร์)

แต่ในการใช้งานจะใช้ 1, 2 หรือ 3 ระยะ ขึ้นอยู่กับกำลังงานออกของเครื่อง(Power Output) ตามกลุ่มการใช้งานของเครื่อง เช่น

เครื่องในกลุ่ม 1A. สามารถให้กำลังงานออกได้ถึง กำลังงานต่อเนื่อง

เครื่องในกลุ่ม 1D. สามารถให้กำลังงานออกได้ถึง กำลังงานเกินกำลัง

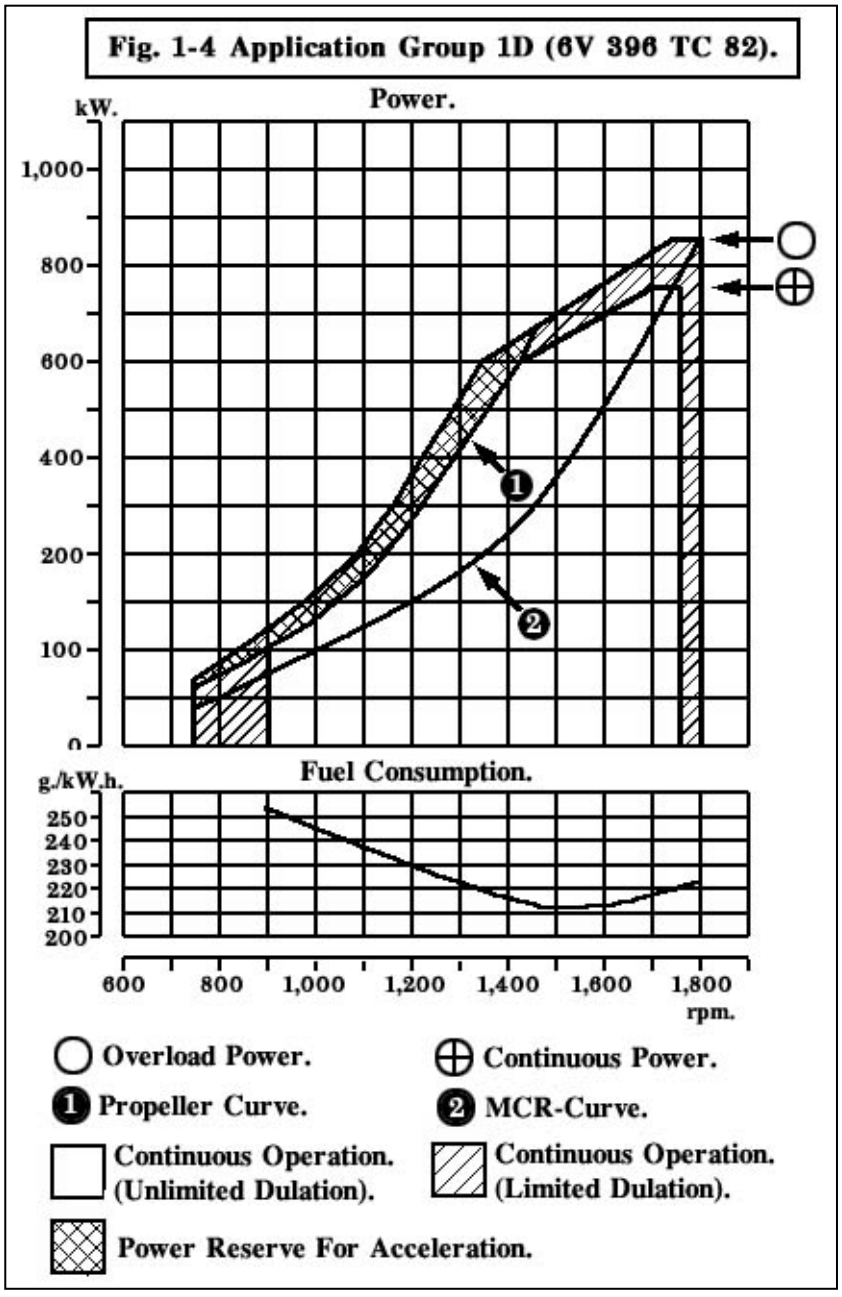
เครื่องในกลุ่ม 1DS. สามารถให้กำลังงานออกได้ถึง กำลังงานสูงสุด

การใช้งานในย่านกำลังงานต่างๆนี้ สามารถใช้ได้โดยไม่ทำให้เครื่องเสียหายเนื่องจากความเค้นของโลหะ (Overstress) ดังนี้

กำลังงานต่อเนื่อง ใช้ได้ตลอดเวลาโดยไม่จำกัดระยะเวลาใช้งาน(ตลอด 24 ชม.)

กำลังงานเกินกำลัง ใช้ได้ 2 ชม. ในระยะเวลาใช้งาน 12 ชม.(2+10)

กำลังงานสูงสุด ใช้ได้ $^1/_2$ ชม. ในระยะเวลาใช้งาน 6 ชม.($^1/_2$+5 $^1/_2$)



จากรูป 1-4

Propeller Curve เป็นเส้นโค้งทางทฤษฎีซึ่งกำหนดโดยผู้ผลิตเครื่องยนต์ จากหลักการที่ให้เครื่องยนต์และใบจักรทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด แสดงถึง การเพิ่มขึ้นของกำลังงานออก(Power Output) ของเครื่อง เมื่อค่าความเร็วเครื่องและค่าการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเปลี่ยนไป

MCR-Curve(Max.Continuous Rating Curve) เป็นเส้นโค้งที่แสดงถึง ค่าความเร็วเครื่องที่สัมพันธ์กับการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ที่เครื่องยนต์มีภาระทางความร้อน(Thermally Load) ถึง 100 % ที่การใช้งานต่อเนื่อง(Continuous Operation)

3.รหัสตัวเลขและตัวอักษรของเครื่อง

<u>ตัวอย่าง</u> เครื่องยนต์ 12 V 396 TB 83 - DB 51 L

	12	หมายถึง จำนวนสูบ (12 สูบ)
หรือ	V	หมายถึง ลักษณะการวางสูบเป็นแบบอักษร V
	R	หมายถึง ลักษณะการวางสูบเรียงแถว(In-Line)
	396	หมายถึง อนุกรมของเครื่อง(Series) เมื่อหารด้วย 100 จะเป็นความจุกระบอกสูบ 1 สูบ เป็นลิตร(3.96 ลิตร)
หรือ	T	หมายถึง เป็นเครื่องที่ใช้เทอร์โบชาร์จขับหมุนด้วยแก๊สเสีย
	A	หมายถึง ไม่มีการอัดส่งอากาศดีเข้าเครื่อง
หรือ	B	หมายถึง ระบายความร้อนอากาศดีเข้าเครื่องด้วยน้ำจากภายนอกเครื่อง(น้ำทะเล)และมีการระบายความร้อนลูกสูบ
	C	หมายถึง ระบายความร้อนอากาศดีเข้าเครื่องด้วยน้ำจากภายในเครื่อง(น้ำจืด)และมีการระบายความร้อนลูกสูบ
	E	หมายถึง ระบายความร้อนอากาศดีเข้าเครื่องด้วยระบบระบายความร้อนแยกส่วน(Split-Circuit Coolant System)และมีการระบายความร้อนลูกสูบ
	A	หมายถึง ไม่มีระบบระบายความร้อนอากาศดีเข้าเครื่องแต่มีการระบายความร้อนลูกสูบ
	Z	หมายถึง ไม่มีระบบระบายความร้อนอากาศดีเข้าเครื่องและไม่มี

การระบายความร้อนลูกสูบ

	5,6,9,8	หมายถึง เป็นเครื่องที่ใช้กับเรือ
หรือ	4	หมายถึง เป็นเครื่องที่ใช้กับยานพาหนะหรืองานหนัก
หรือ	3	หมายถึง เป็นเครื่องที่ใช้ติดตั้งบนบก
หรือ	1	หมายถึง เป็นเครื่องที่ใช้กับรถไฟ
	3	หมายถึง ดัชนีของแบบ(Design Index)
	D	หมายถึง ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล
	B	หมายถึง เรือนสูบเป็นเหล็กหล่อสามารถติดตั้งกลไกหน้าแปลนส่งอาการขับหมุน(Flange Mounting of Driven Machinery)
	5	หมายถึง ไม่มีอำนาจแม่เหล็กและป้องกันการสั่นสะเทือน
	1	หมายถึง ประกอบด้วยสูบน้ำทะเลและหม้อระบายความร้อนใช้น้ำทะเล
	L	หมายถึง ทิศทางการหมุนของเครื่องทวนเข็มนาฬิกา(CCW.)

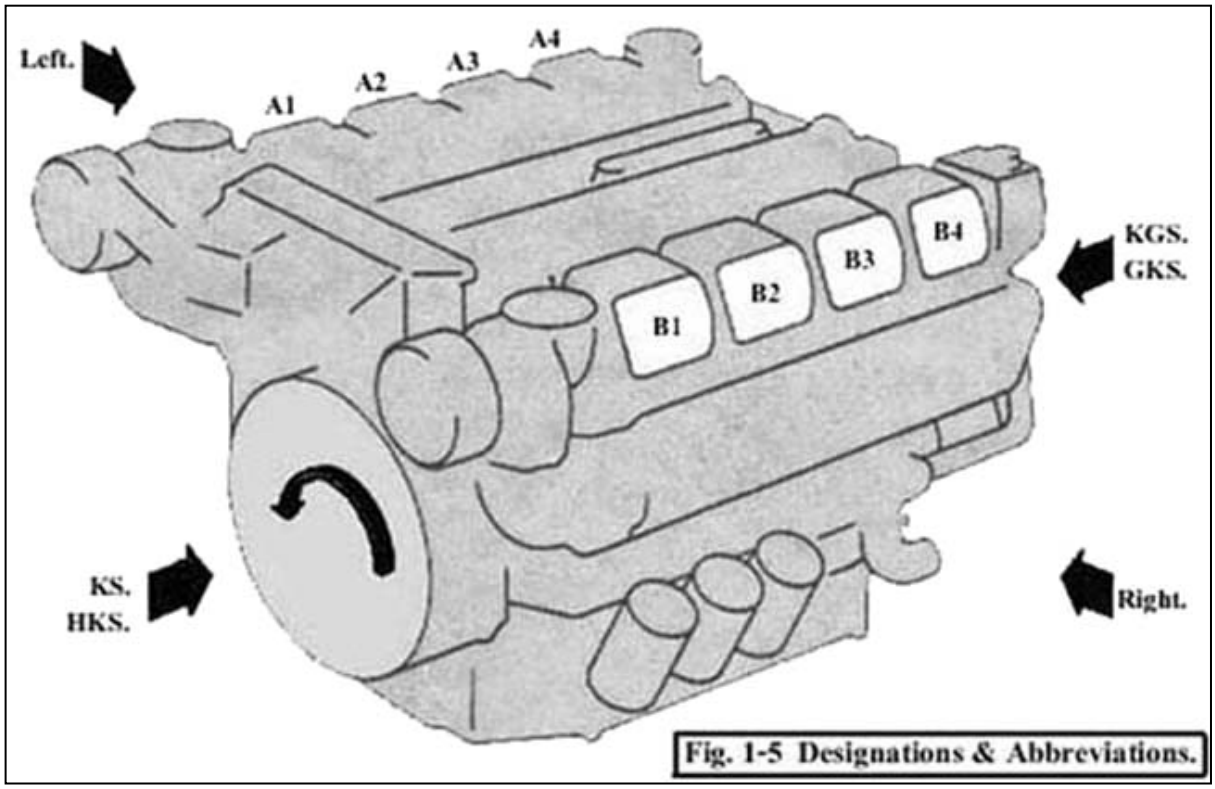


Fig. 1-5 Designations & Abbreviations.

4.ลักษณะรูปแบบของเครื่อง (รูป 1-5)

เป็นเครื่องที่วางสูบลักษณะเป็นแบบอักษร V โดยเรียกชื่อแต่ละด้าน(End)และแต่ละแถวสูบ (Bank) ดังนี้

KS. หรือ HKS. คือ ด้านส่งกำลังงานออก(Main PTO. End)

KGS. หรือ GKS. คือ ด้านตรงข้ามด้านส่งกำลังงานออก(Auxiliary PTO.End)

เมื่อมองจากด้าน KS. เข้าหาเครื่อง ด้านซ้ายมือ คือ แถวสูบ A (A-Bank)

ด้านขวามือ คือ แถวสูบ B (B-Bank)

โดยเริ่มนับสูบเป็นสูบ 1 จากด้าน KS. เข้าไปตามลำดับและชิ้นส่วนประกอบอื่นๆ ของเครื่องที่เหมือนกันตั้งแต่ 2 ชิ้นส่วนขึ้นไป จะนับหรือเรียกชื่อ เช่นเดียวกับสูบของเครื่อง

5.รายละเอียดจำเพาะของเครื่อง (รูป 1-6)

การทำงาน	เป็นเครื่อง 4 จังหวะ,ทำงานด้านเดียว(Single Acting)
การเผาไหม้	ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้โดยตรง(Direct Injection)
การส่งอากาศดีเข้าเครื่อง	ใช้เทอร์โบชาร์จขับหมุนด้วยแก๊สเสีย
การระบายความร้อน	ใช้น้ำระบายความร้อน
การวางสูบ	แบบอักษร V ทำมุม 90°C.
ความโตกระบอกสูบ	165 มม.

ช่วงชัก 185 มม.

ความจุกระบอกสูบ 3.96 ลิตร

อัตราส่วนการอัด ประมาณ 12-13 : 1

ทิศทางการหมุน ทวนเข็มนาฬิกา(กลับทางหมุนไม่ได้)

(มองจากด้าน KS.)

ความเร็วจุดระเบิด(Firing Speed) ประมาณ 100 - 120 รอบ/นาที

(ที่อุณหภูมิน้ำจืดระบายความร้อน 40°C.)

ความเร็วเครื่องใช้งานคงที่ 1,200,1,500 หรือ 1,800 รอบ/นาที

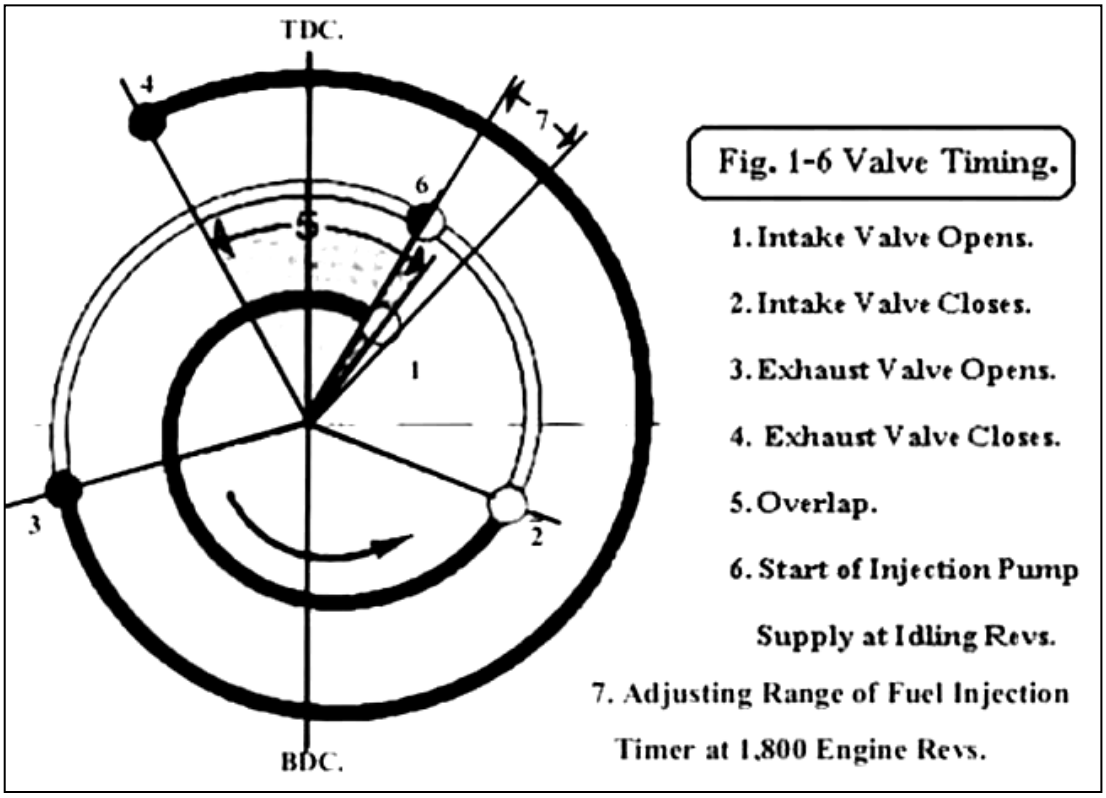
(ขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า)

ความเร็วเครื่องเดินเบา ประมาณ 600-700 รอบ/นาที

(เป็นเครื่องจักรใหญ่)

ระยะห่างของลิ้น(Valve Clearance) ลิ้นอากาศดี 0.30 มม., ลิ้นแก๊สเสีย 0.45 มม

(เมื่อเครื่องเย็น)



6.ค่าใช้การต่างๆ ของเครื่อง(Operational Data)

เกณฑ์ค่ากำลังดันและอุณหภูมิต่างๆในคู่มือประจำเครื่องนั้น เป็นเกณฑ์มาตรฐานของเครื่องเท่านั้น ในการใช้งานเครื่องจริงค่าต่างๆเหล่านี้จะแตกต่างออกไปบ้างตามสภาวะแวดล้อมของเครื่อง ดังนั้นเกณฑ์ค่าที่แน่นอนของแต่ละเครื่อง ให้ดูในบันทึกทดสอบเพื่อการตรวจรับเครื่อง(Engine Acceptance Test Record) ประจำเครื่อง

สำหรับเครื่องอนุกรม(Series) 396 นี้ จะมีอยู่หลายแบบ(TC/TB/TE) และ หลายขนาด (6V,8V,12V,16V) ดังนั้นเกณฑ์ค่าต่างๆดังกล่าว ในเครื่องแต่ละแบบหรือแต่ละขนาดจะแตกต่างกันค่อนข้างมาก ในคู่มือเล่มนี้จะเป็นค่าโดยประมาณเท่านั้น

6.1 กำลังดันต่างๆ(Pressures)

กำลังดันน้ำมันหล่อลื่น(ก่อนเข้าเครื่อง) {(ที่ความเร็วปกติ)(Rated Speed)}	4.0-5.5	บาร์
กำลังดันน้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง (ก่อนเข้าสูบน้ำจืด)	0.2-1.0	บาร์
กำลังดันน้ำมันเชื้อเพลิง (ก่อนเข้าสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง)	2.5-3.5	บาร์
กำลังดันอากาศดีเข้าเครื่อง (หลังจากหม้อระบายความร้อนอากาศดี)	(-0.14)-(1.3)	บาร์

6.2 อุณหภูมิต่างๆ(Temperatures)

อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ (ก่อนเข้าเครื่อง)	85-105	$^{\circ}$C.
อุณหภูมิน้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง (ก่อนเข้าเครื่อง)	80-90	$^{\circ}$C.
อุณหภูมิแก๊สเสีย (หลังออกจากเทอร์โบชาร์จ)	480-530	$^{\circ}$C.
อุณหภูมิอากาศดีเข้าเครื่อง (หลังออกจากหม้อระบายความร้อนอากาศดี)	45-60	$^{\circ}$C.

บทที่ 2

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่อง

ส่วนประกอบต่างๆที่สำคัญของเครื่อง มีดังนี้

= เรือนสูบ(Crankcase) (รายละเอียดข้อ 1)

= ส่วนขับหมุนเครื่อง(Running Gear) (รายละเอียด ข้อ 2)

= ฝาสูบ(Cylinder Head) (รายละเอียด ข้อ 3)

= กลไกควบคุมลิ้น(Valve Gear) (รายละเอียด 4)

= อุปกรณ์ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Equipment) (รายละเอียด ข้อ 5)

= เครื่องควบคุมความเร็วเครื่องยนต์(Engine Governor) (รายละเอียด ข้อ 6)

= อุปกรณ์ตัดการทำงานของสูบ(Cylinder Cutout) (รายละเอียด ข้อ 7)

1.เรือนสูบ(Crankcase)

เป็นส่วนประกอบหลักของเครื่อง ทำด้วยเหล็กหล่อคุณภาพสูง(High-Grade Cast-Iron Castings)

มี 2 แบบ คือ แบบส่วนเดียว(Single-Unit Crankcase) (รายละเอียดข้อ 1.1)

แบบสองส่วน(Two-Piece Crankcase) (รายละเอียดข้อ 1.2)

1.1 แบบส่วนเดียว(Single-Unit Crankcase) (รูป 2-1.1 / 2-1.2)

ลักษณะ

ส่วนบน จะเป็นช่องประกอบปลอกสูบ(Liner) 2 แถวสูบ(Bank)และช่องทางเดินของน้ำจืดระบายความร้อนและน้ำมันหล่อลื่น ด้านในทั้งสองแถวสูบจะเป็นช่องสำหรับประกอบเพลาลูกเบี้ยว(Camshaft) ด้านละเพลา

ส่วนกลางตอนบน ประกอบด้วยท่อน้ำมันหล่อหลัก(Main Oil Gallery) ซึ่งยาวตลอดเรือนสูบ สำหรับส่งน้ำมันหล่อลื่นไปหล่อลื่นระบายความร้อนให้กับส่วนต่างๆ ของเครื่อง เช่น ส่งผ่านท่อแยกลงไปหล่อลื่นแบริ่งใหญ่(Main Bearing)และไปฉีดพ่นที่หัวฉีดฝอย(Spray Nozzle)ไประบายความร้อนลูกสูบ เป็นต้น

ส่วนกลางตอนล่าง จะเป็นช่องสำหรับประกอบเพลาข้อเหวี่ยง(Crankshaft) ซึ่งรองรับด้วยแบริ่งใหญ่(Main Bearing)แบบฝา ๒ ชิ้น(Shell Bearing)และฝาครอบแบริ่งใหญ่(Main Bearing Cap) ซึ่งยึดกับเรือนสูบด้วยสลักยึด

ด้านล่างของเรือนสูบ เป็นห้องเพลาข้อเหวี่ยง(Crankspace) ประกอบด้วยอ่างน้ำมันหล่อ(Oil Pan)ซึ่งเป็นโลหะเบา(Light-Metal) สำหรับเก็บน้ำมันหล่อไว้ใช้ภายในระบบของเครื่อง

ด้านบนทั้งสองแถวสูบ ประกอบด้วยฝาสูบ(Cylinder Head)

ด้าน KGS. ประกอบด้วยหมู่เฟืองขับ(Gear Train) อยู่ภายในห้องหมู่เฟือง(Gearcase) ได้รับกำลังขับหมุนจากเฟืองเพลาข้อเหวี่ยง(Crankshaft Gear)และส่งอาการไปขับหมุนอุปกรณ์ช่วยต่างๆ ของเครื่อง เช่น สูบน้ำมันหล่อลื่น(Oil Pump) สูบน้ำทะเล(Raw Water Pump) เป็นต้น

ด้าน KS. ประกอบด้วยล้อช่วยแรง(Flywheel) อยู่ภายในเรือนล้อช่วยแรง(Flywheel Housing)ซึ่งจะมีช่องสำหรับประกอบเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ(Barring Tool),ช่องตรวจดูขีดเครื่องหมายจังหวะการจุดระเบิดของเครื่อง(สูบ A1)และช่องตรวจดูสภาพหน้าแปลนต่อ(Coupling)ด้วย

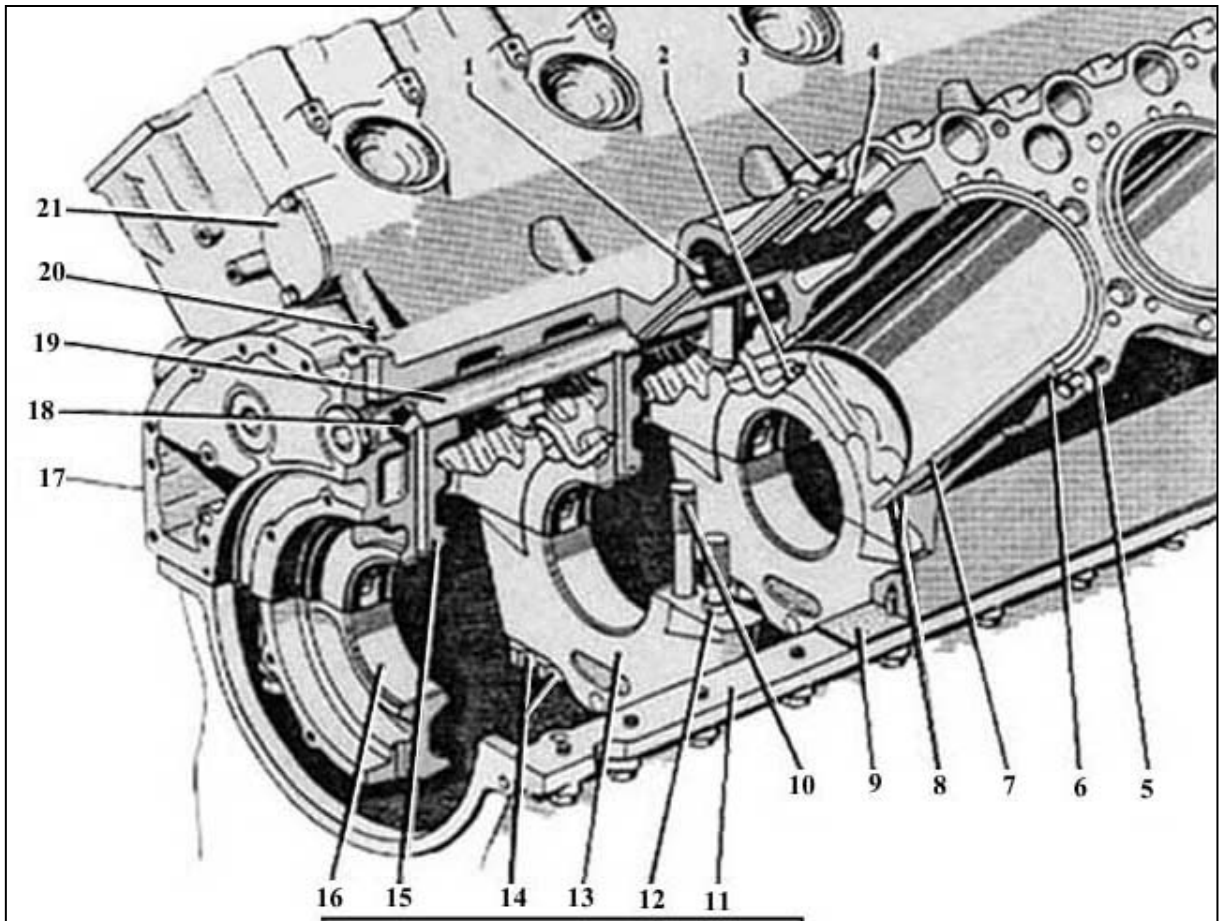


Fig. 2-1.1 Crankcase(Single-unit).

1. Camshaft Bearing Bore.	2. Piston Cooling Oil Spray Nozzle.	3. Engie Oil to Cylinder Head.
4. Tappet Guide Bush.	5. Coolant to Cylinder Head.	6. O-ring.
7. Cylinder Liner.	8. Sealing Ring.	9. Gasket.
10. Main Bearing Cap Stud.	11. Oil Pan.	12. Sleeve.
13. Main Bearing Cap.	14. Nut.	15. Alignment Pin.
16. Main Bearing Shell.	17. Crankcase.	18. Engine Oil Inlet.
19. Main Oil Gallery.	20. Engine Oil to Distribution Block.	21. Camshaft Cover Plate.

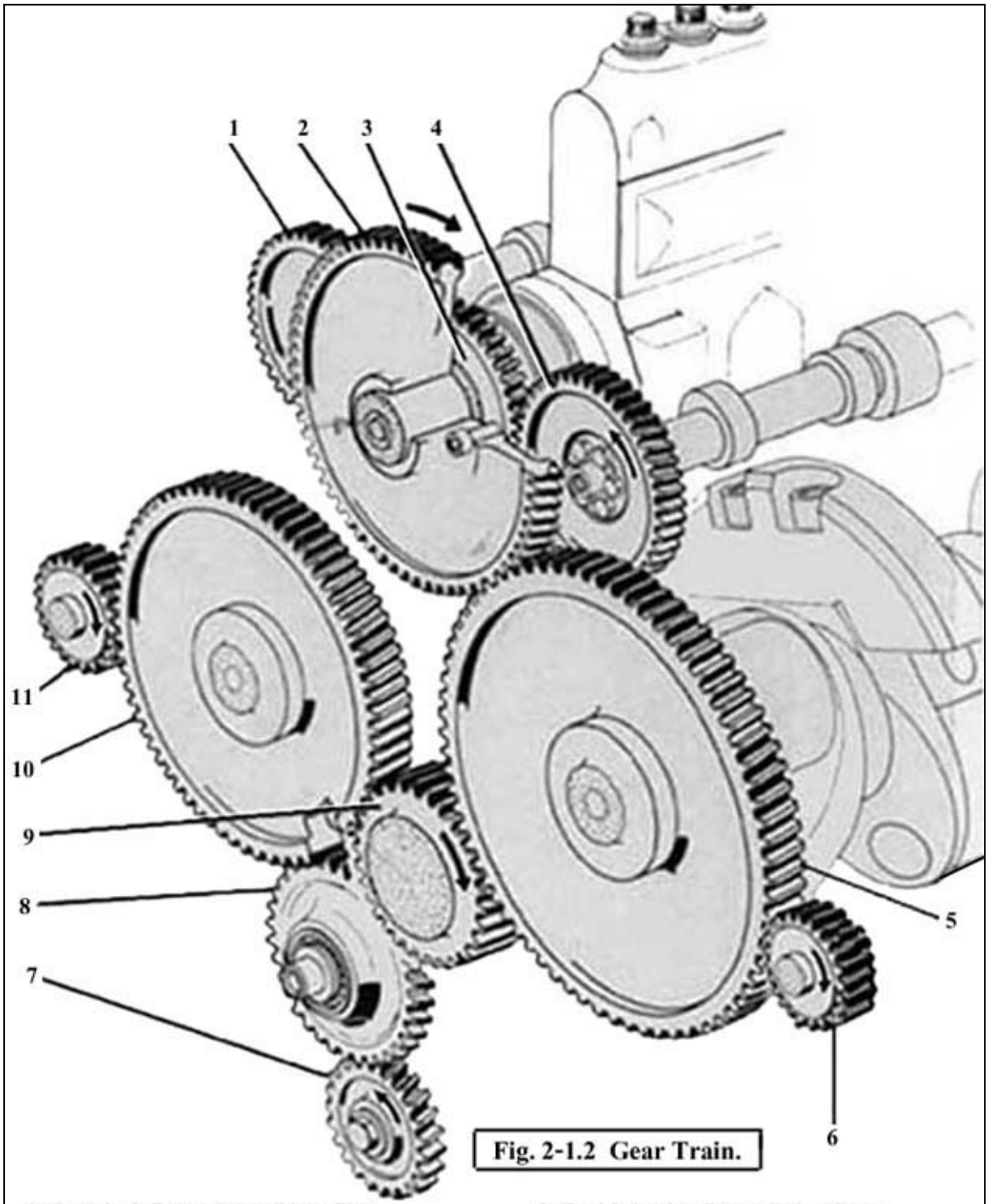


Fig. 2-1.2 Gear Train.

1. Camshaft Drive Gear, Right Side.
2. Fuel Injection Pump Drive Gear.
3. Camshaft Drive Idler Gear.
4. Camshaft Drive Fear, Left Side.
5. Large Idler Gear, Left Side.
6. Raw Water Pump Drive Gear.
7. Engine Oil Pump Drive Gear.
8. Engine Oil Pump Idler Gear.
9. Crankshaft Gear.
10. Engine Coolant Pump Drive Idler Gear, Right Side.
11. Engine Coolant Pump Drive Gear.

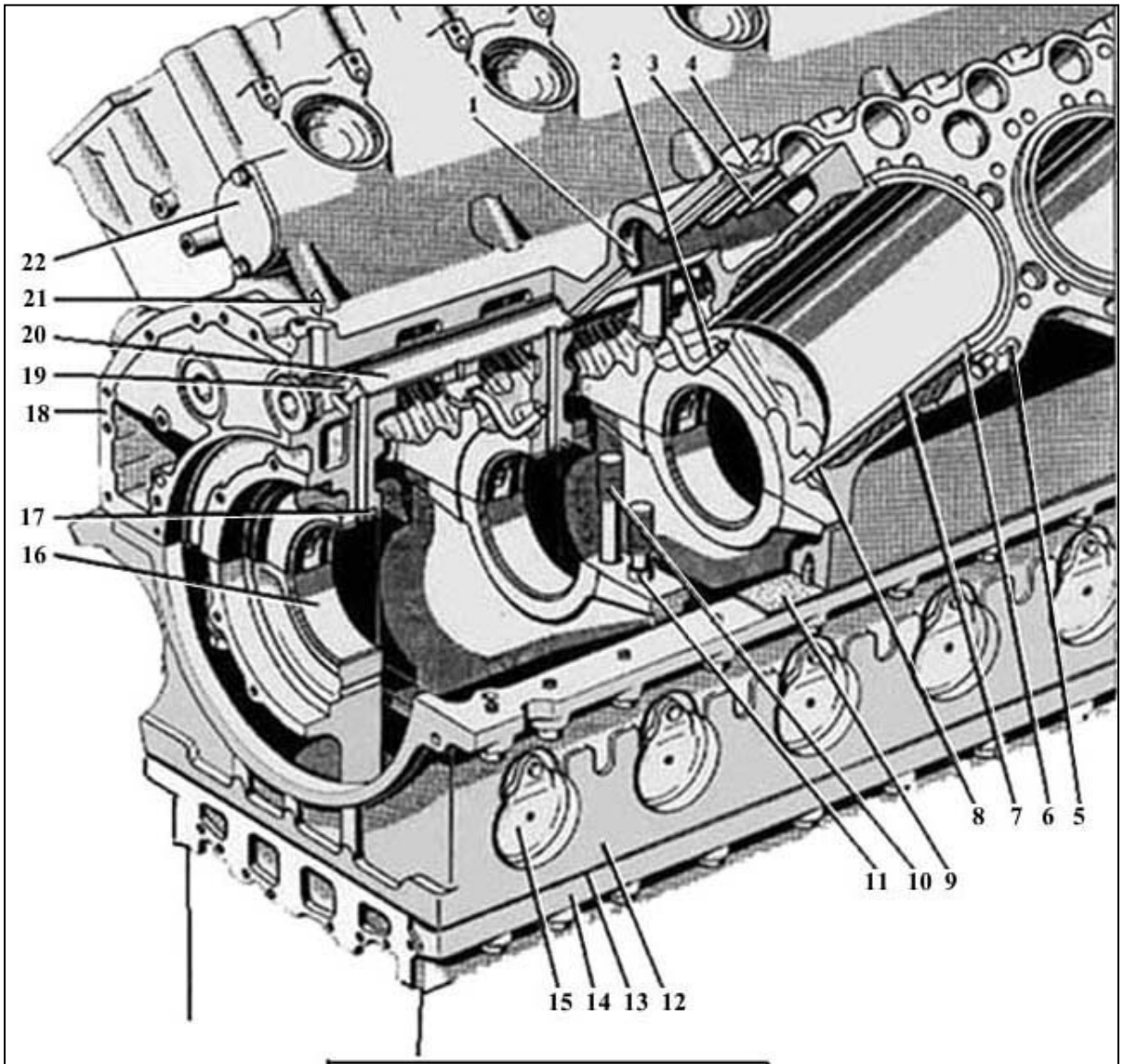


Fig. 2-1.3 Crankcase(Two-piece).

1. Camshaft Bearing.
2. Piston Cooling Oil Spray Nozzle.
3. Tappet Guide Bush.
4. Engine Oil to Cylinder Head.
5. Engine Coolant to Cylinder Head.
6. O-ring.
7. Cylinder Liner.
8. Sealing Ring.
9. Gasket.
10. Stress Bolt.
11. Adapter Sleeve.
12. Crankcase Intermediate Frame.
13. Gasket.
14. Oil Pan.
15. Inspection Port Cover.
16. Crankshaft Bearing.
17. Locating Pin.
18. Crankcase Upper Section.
19. Engine Oil Inlet.
20. Main Oil Gallery.
21. Engine Oil to Distributor.
22. Camshaft Bearing End Cover.

1.2 แบบสองส่วน(Two-Piece Crankcase) (รูป 2-1.2 / 2.1.3)

ลักษณะ

มีลักษณะส่วนใหญ่ เช่นเดียวกับแบบส่วนเดียว ที่กล่าวมาแล้ว

ที่แตกต่าง คือ สร้างเป็น 2 ส่วน คือ เรือนสูบส่วนบน(Crankshaft Upper Section) และเรือนสูบส่วนกลาง(Crankcase Intermediate Frame) ประกอบเข้าด้วยกันโดยใช้สลักยึด

ที่เรือนสูบส่วนกลางด้านใน ประกอบด้วยฝาครอบแบริ่งใหญ่(Main Bearing Cap) ด้านข้างทั้งสองด้าน ประกอบด้วยช่องตรวจ(Inspection Ports) สำหรับตรวจดูส่วนต่างๆภายใน ปกติจะปิดด้วยฝาปิด(Cover)

1.3 ส่วนประกอบที่สำคัญอื่นๆของเรือนสูบ มีดังนี้

1.3.1 ปลอกสูบ(Liner) (รูป 2-1.1 / 2-1.3)

ลักษณะ

ทำด้วยเหล็กหล่อแบบแรงเหวี่ยงคุณภาพสูง(High-Grade Centrifugally Cast Iron)(เทวัตถุลงในแม่พิมพ์ที่กำลังหมุนอยู่) ใช้น้ำจืดระบายความร้อนเดินโดยรอบด้านนอกสัมผัสกับปลอกสูบ ด้านบนทำเป็นบ่ายื่นออกมารับกับด้านบนของเรือนสูบ ส่วนบนมีการกันรั่วด้วยวงกันรั่ว(O-Ring) 1 วง และส่วนล่าง 2 วง(Sealing Ring)

ปลอกสูบ จะประกอบเข้ากับช่องของเรือนสูบ จากด้านบนลงมา

1.3.2 ส่วนระบายกำลังดันเรือนสูบ(Crankcase Breather) (รูป 2-2.1 / 2-2.2)

ทำหน้าที่ ลดกำลังดันภายในห้องเพลาข้อเหวี่ยง(Crankspace)

ประกอบอยู่บนสูบแถว B (B-Bank) ด้าน KGS

ลักษณะการทำงาน

เป็นหม้อกรองอากาศแบบเปียก(Wet-Type Air filter) หรือ แบบไส้กรองโลหะ(Metal Mesh filling) ซึ่งอาจจะมีลักษณะต่างกันบ้าง แต่การทำงานเหมือนกัน ดังนี้

ไส้กรองโลหะ ที่จะทำหน้าที่แยกน้ำมันหล่อออกจากอากาศ(Oil Separation) ประกอบอยู่ภายในเรือน(Housing)ซึ่งด้านล่างมีท่อทางถึงภายในห้องเพลาข้อเหวี่ยง ด้านบนประกอบด้วยฝาปิด(Cover) ซึ่งจะมีช่องทางสำหรับต่อท่อระบายอากาศ(Vent Line)ที่ฝาปิด(Cover) ไปเข้าที่ทางดูดของเทอร์โบชาร์จ

เมื่อเครื่องยนต์ทำงาน เกิดความร้อนและมีกำลังดันขึ้นภายในห้องเพลาข้อเหวี่ยง อากาศซึ่งมีไอน้ำมันหล่อปนอยู่ จะถูกเทอร์โบชาร์จดูดเข้ามาผ่านหม้อกรองแบบเปียกหรือไส้ตะแกรงโลหะ ส่วนที่เป็นน้ำมันหล่อจะเกาะติดอยู่ที่ไส้กรองและตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป ส่วนที่เป็นอากาศจะถูกดูดเข้าไปในเทอร์โบชาร์จและอัดส่งเข้ากระบอกสูบต่อไป

การซ่อมบำรุงรักษาเรือนสูบและส่วนประกอบ

ไม่มี

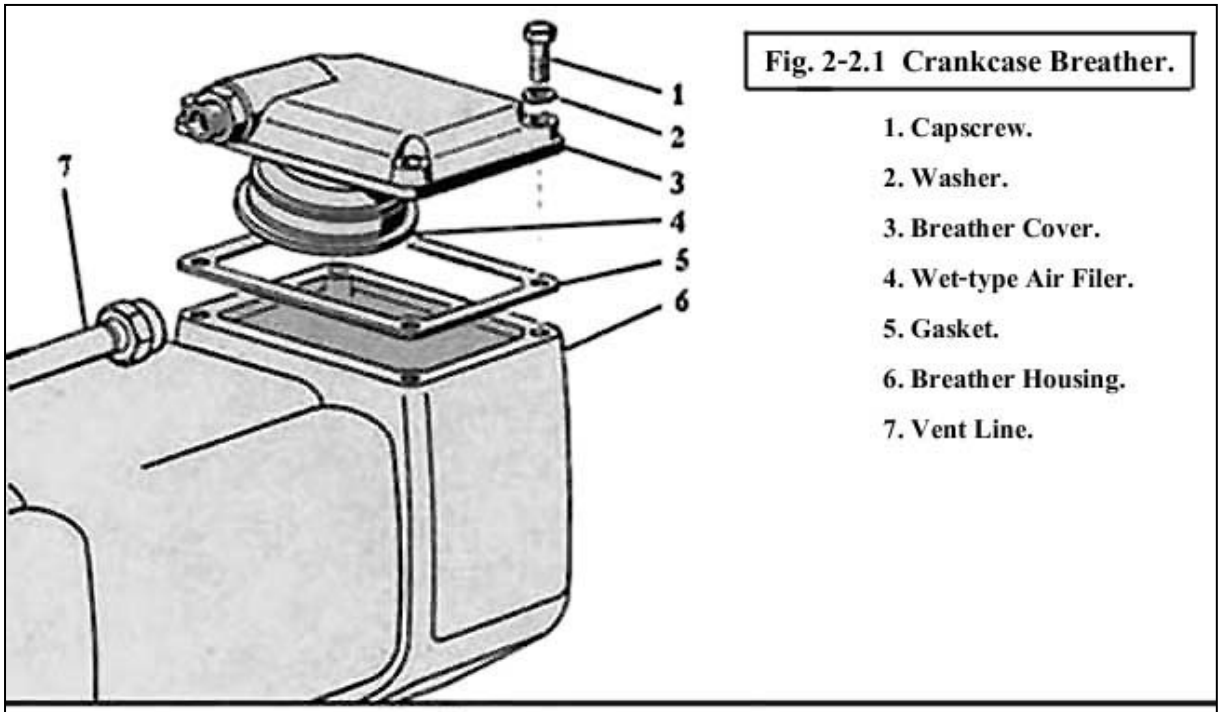


Fig. 2-2.1 Crankcase Breather.

1. Capscrew.
2. Washer.
3. Breather Cover.
4. Wet-type Air Filer.
5. Gasket.
6. Breather Housing.
7. Vent Line.

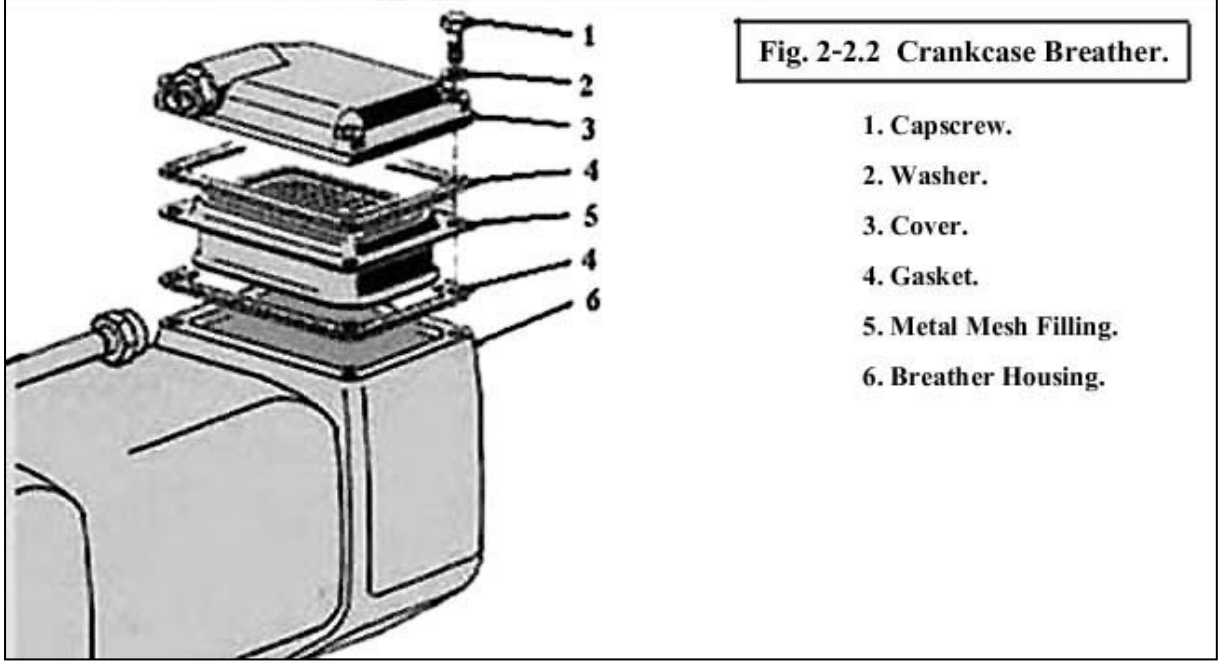


Fig. 2-2.2 Crankcase Breather.

1. Capscrew.
2. Washer.
3. Cover.
4. Gasket.
5. Metal Mesh Filling.
6. Breather Housing.

2.ส่วนขับหมุนเครื่อง(Running Gear or Crankdrive) (รูป 2-3)

หมายถึง ส่วนประกอบของเครื่อง ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนกำลังงานจากการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบให้เป็นกำลังงานทางกล(กำลังงานขับหมุน) ส่งไปใช้งานภายนอกและขับหมุนอุปกรณ์ช่วยต่างๆของเครื่อง

ประกอบด้วยส่วนต่างๆ 3 ส่วนคือ ลูกสูบ(Piston) (รายละเอียดข้อ 2.1)

ก้านต่อ(Connecting Rod) (รายละเอียดข้อ 2.2)

เพลาข้อเหวี่ยง(Crankshaft) (รายละเอียดข้อ 2.3)

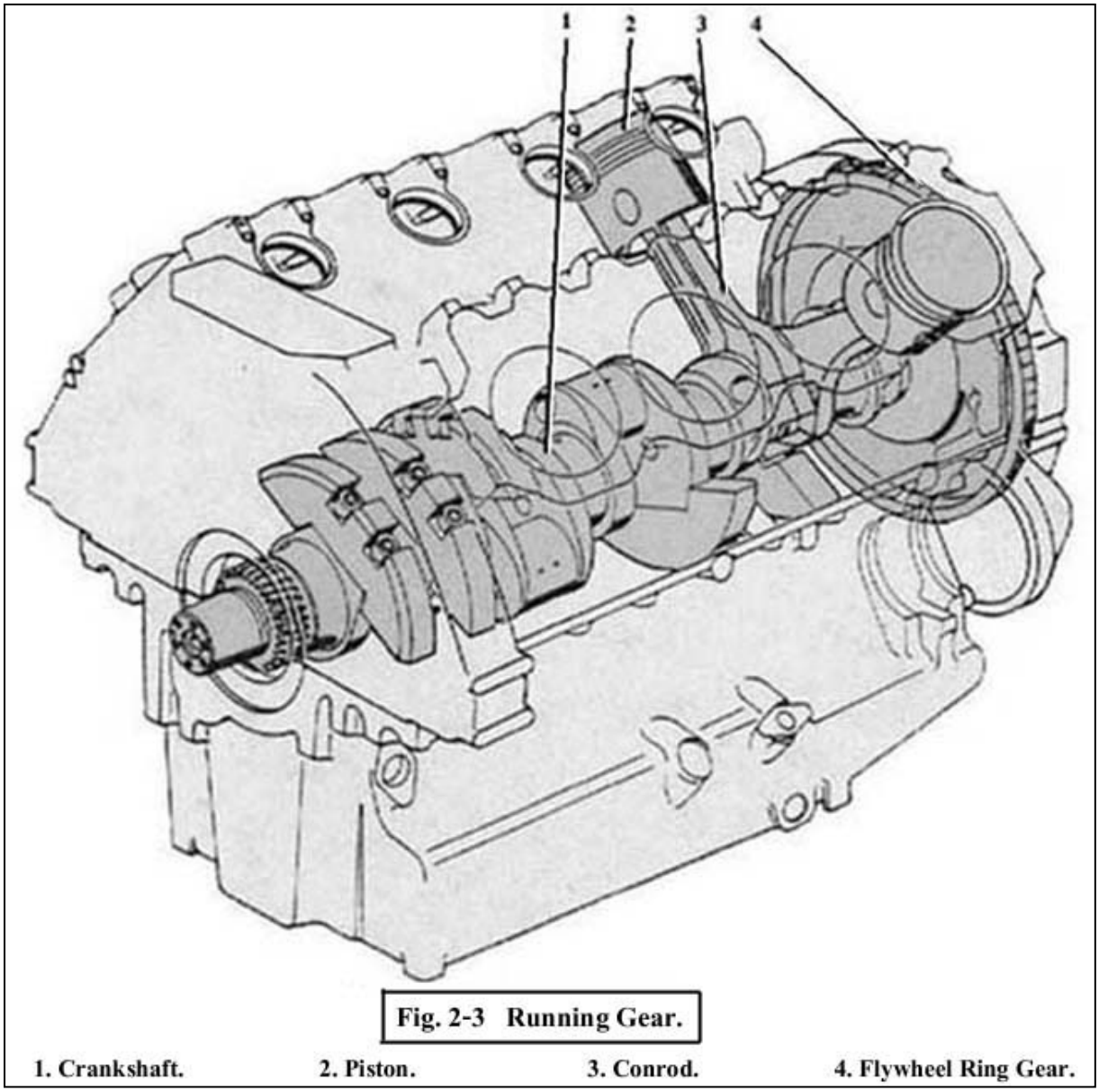


Fig. 2-3 Running Gear.

1. Crankshaft. **2. Piston.** **3. Conrod.** **4. Flywheel Ring Gear.**

2.1 ลูกสูบ(Piston) (รูป 2-4.1 ถึง 2-4.3)

ทำหน้าที่ เปลี่ยนกำลังงานจากการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบ ให้เป็นกำลังงานทางกล(เลื่อนขึ้นลง กลับไป-กลับมา)

เป็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำมันหล่อ(Oil-Cooled Piston) สร้างเป็น 2 ส่วน คือ ยอดลูกสูบ (Piston Crown)และกระโปรงลูกสูบ(Piston Skirt) แล้วนำมาประกอบเข้าด้วยกัน

มี 2 แบบ คือ แบบแยกส่วนไม่ได้(Groove Insert Type) (รายละเอียดข้อ 2.1.1)

แยกส่วนได้(Composite Type) (รายละเอียดข้อ 2.1.2)

2.1.1 แบบแยกส่วนไม่ได้(Groove Insert Type) (รูป 2-4.1)

ลักษณะ

ยอดลูกสูบ(Piston Crown) ทำด้วยโลหะเบาชนิดพิเศษ(Special Grade Light Alloy) ด้านบน-

ตรงกลาง ทำเว้าเป็นห้องเผาไหม้ 1 ห้องและเป็นห้องระยะห่างลิ้น(Valve Clearance Pocket) 4 ห้อง ด้านข้างจะมีร่องสำหรับประกอบแหวนอัดกันรั่ว(Compression Ring) 2-3 วง

กระโปรงลูกสูบ(Piston Skirt) ทำด้วยโลหะผสมกราไฟท์(Graphite) ภายในจะมีช่องทางส่งน้ำมันหล่อและช่องทางน้ำมันหล่อกลับ ด้านข้างจะมีช่องสำหรับประกอบสลักลูกสูบแบบลอยตัว(Floating Piston Pin)โดยมีแหวนล็อค(Snap Ring)ทั้งสองด้าน

ยอดลูกสูบและกระโปรงลูกสูบ ประกอบเข้าด้วยกัน ด้วยวิธีเชื่อมประสานทางไฟฟ้า(Electron Beam Welding)และมีแหวนกวาดน้ำมันหล่อลื่น(Oil Control Ring) ประกอบอยู่ในร่องระหว่างส่วนทั้งสอง 1 วง

2.1.2 แบบแยกส่วนได้(Composite Type) (รูป 2-4.2)

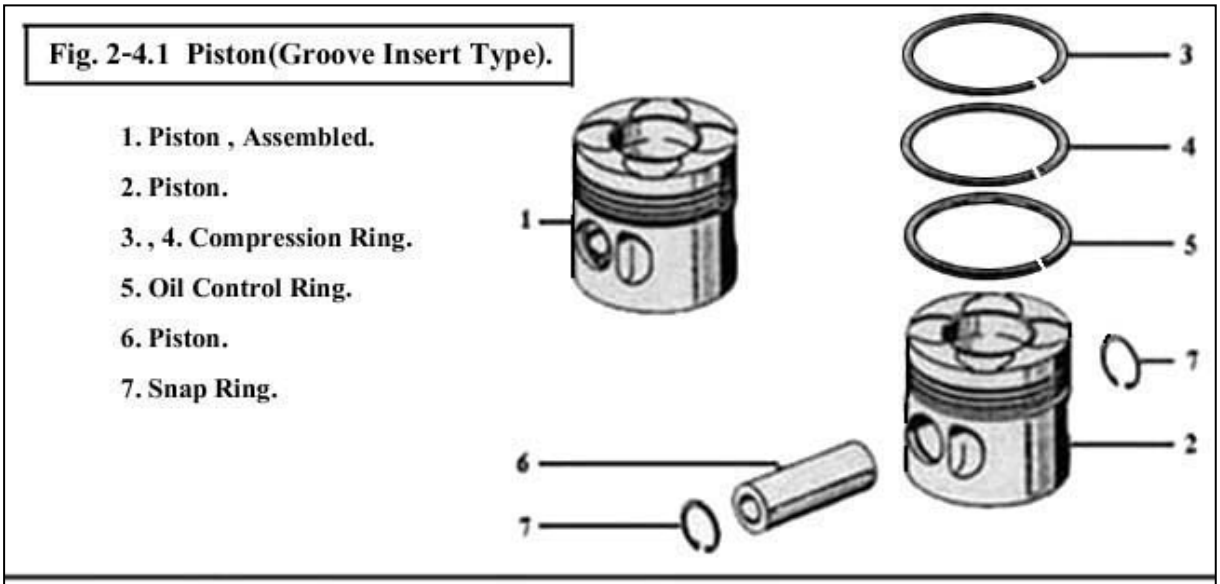


Fig. 2-4.1 Piston(Groove Insert Type).

1. Piston , Assembled.
2. Piston.
3., 4. Compression Ring.
5. Oil Control Ring.
6. Piston.
7. Snap Ring.

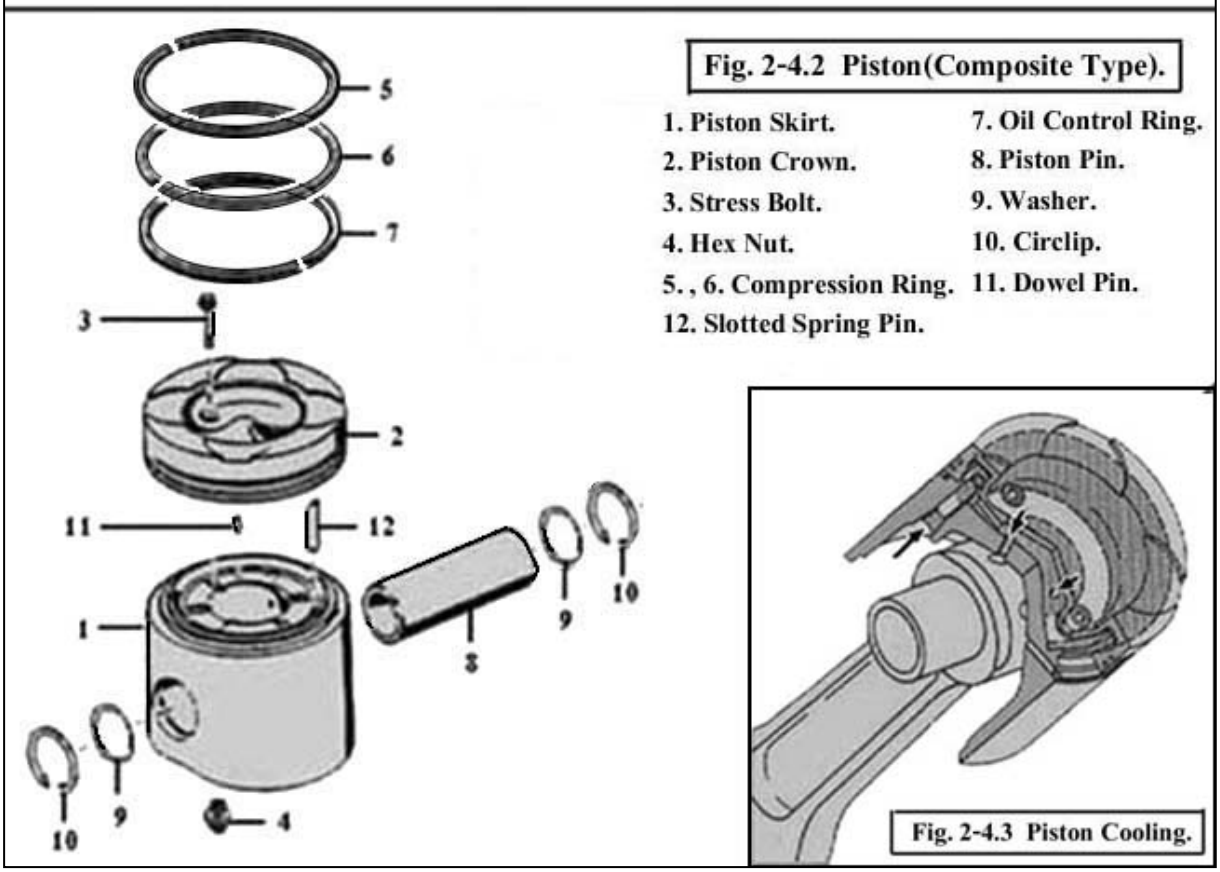


Fig. 2-4.2 Piston(Composite Type).

1. Piston Skirt.
2. Piston Crown.
3. Stress Bolt.
4. Hex Nut.
5., 6. Compression Ring.
7. Oil Control Ring.
8. Piston Pin.
9. Washer.
10. Circlip.
11. Dowel Pin.
12. Slotted Spring Pin.

Fig. 2-4.3 Piston Cooling.

ลักษณะ

ยอดลูกสูบ(Piston Crown) ทำด้วยโลหะแข็ง(Steel) ด้านบน ทำเป็นห้องเช่นเดียวกับแบบแรกและมีช่องสำหรับร้อยสลักยึด(Stress Bolt) ด้านข้างมีร่องสำหรับประกอบแหวนอัดกันรั่ว 2 วง

กระโปรงลูกสูบ(Piston Skirt) ทำด้วยโลหะเบา(Light-Metal) ด้านบนจะมีช่องสำหรับประกอบปลอกเกลียว(Threaded Bushes)หรือนัตพิเศษ(Special Nuts) ส่วนอื่นๆจะมีลักษณะเช่นเดียวกับแบบแรก

ยอดลูกสูบและกระโปรงลูกสูบ ประกอบเข้าด้วยกันโดยใช้สลักยึดร้อยผ่านช่องที่ยอดลูกสูบลงมายึดกับปลอกเกลียวหรือนัตพิเศษที่กระโปรงลูกสูบ เพื่อให้มีกำลังยึดมากกว่าการยึดกับกระโปรงลูกสูบซึ่งเป็นโลหะเบา

ลูกสูบทั้งสองแบบ(รูป 2-4.3) ได้รับการระบายความร้อนโดยน้ำมันหล่อที่ฉีดพ่นจากหัวฉีดฝอย(Spray Nozzle)ที่เรือนสูบ ฉีดพ่นน้ำมันหล่อผ่านช่องทางที่กระโปรงลูกสูบเข้าไปผ่านภายในช่องว่างระหว่างยอดลูกสูบกับกระโปรงลูกสูบ เป็นการระบายความร้อนให้กับลูกสูบ แล้วตกลงหล่อลื่นสลักลูกสูบและตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป

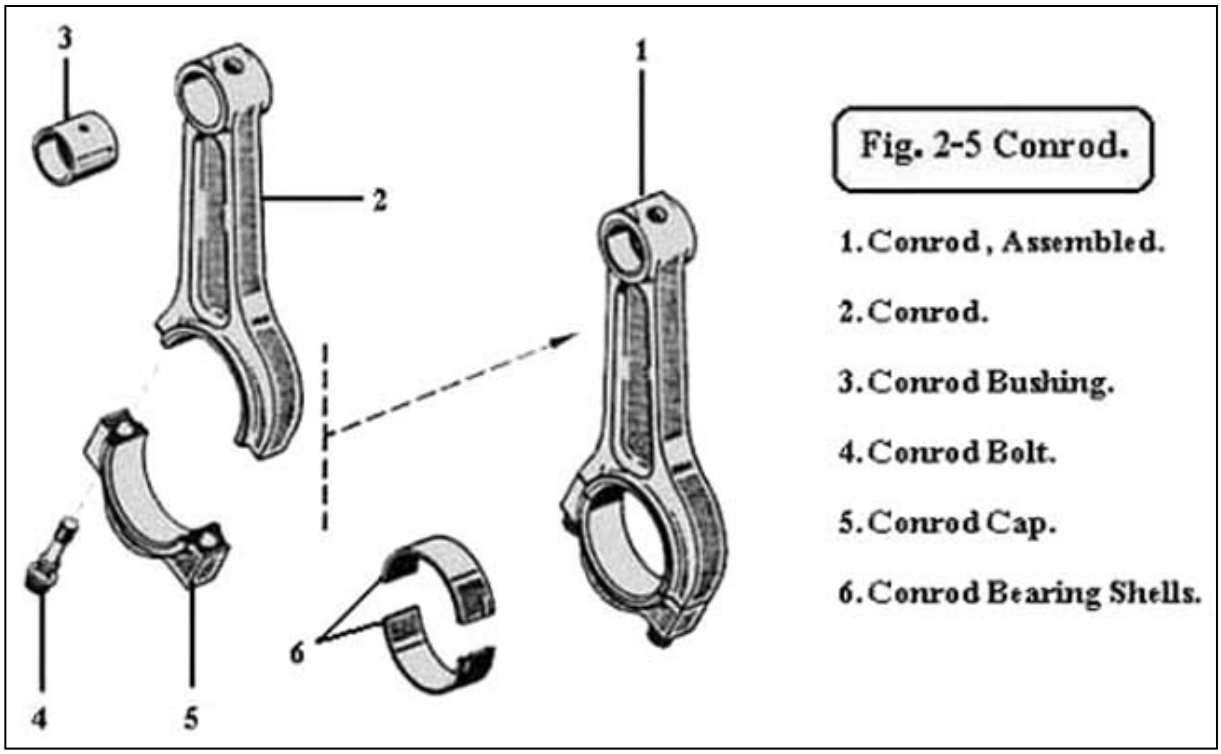
2.2 ก้านต่อ(Connecting Rod or Conrod) (รูป 2-5)

ทำหน้าที่ รับกำลังงานจากลูกสูบและส่งต่อไปยังเพลาข้อเหวี่ยง(Crankshaft)

ลักษณะ

เป็นแบบธรรมดา(Blade Rod) เหมือนกันทั้งสองแถวสูบ(ทุกสูบ)

ทำด้วยวิธี Drop-Forged(ตอกอัดวัตถุลงบนแม่พิมพ์) แล้วปรับแต่งให้เรียบร้อย



ปลายเล็ก(ปลายบน) ประกอบเข้ากับสลักลูกสูบ(Piston Pin)โดยมีแบริ่งแบบปลอก(Bushing)เป็นส่วนรองรับผิวสัมผัส ได้รับการหล่อลื่นโดยน้ำมันหล่อระบายความร้อนลูกสูบตกลงมาตามช่องทางภายในลูกสูบ เข้าหล่อลื่นแล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป

ปลายใหญ่(ปลายล่าง) ประกอบด้วยฝาครอบก้านต่อ(Conrod Cap) โดยใช้สลักยึด(Conrod Bolt)เข้ากับก้านต่อ เมื่อประกอบเข้ากับเดือยข้อเหวี่ยง(Crank Pin) ก้านต่อ 2 อันของสูบตรงข้ามกัน(เช่น สูบ A1 และ B1)จะประกอบอยู่บนเดือยข้อเหวี่ยง(Crank Pin)อันเดียวกัน โดยมีแบริ่งแบบฝา 2 ชิ้น(Shell Bearing)ของก้านต่อแต่ละอันเป็นส่วนรองรับผิวสัมผัส ได้รับการหล่อลื่นโดยน้ำมันหล่อจากรูเพลาข้อเหวี่ยงเข้ามาหล่อลื่น แล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป

2.3 เพลาข้อเหวี่ยง(Crankshaft) (รูป 2-6)

ทำหน้าที่ เปลี่ยนกำลังงานเลื่อนขึ้นลงของลูกสูบและก้านต่อให้เป็นกำลังงานทางหมุน

ลักษณะ

ทำด้วยโลหะตีขึ้นรูป(Forging)เจาะรูทะลุตลอดเพลา(เพื่อเป็นทางส่งน้ำมันหล่อไปหล่อลื่นแบริ่งก้านต่อชุดล่าง) เคลือบแข็งและขัดมันในส่วนที่รองรับกับแบริ่งต่างๆ ทุกแขนข้อเหวี่ยงจะประกอบด้วยน้ำหนักถ่วง(Counterweight) เพื่อให้เพลาได้สมดุลย์ขณะหมุน

ปลายเพลาด้าน KGS. ประกอบด้วยเฟืองเพลาข้อเหวี่ยง(Crankshaft Gear) สำหรับส่งอาการขับหมุนให้หมู่เฟืองขับ(Gear Train)

ปลายเพลาด้าน KS. ประกอบด้วยล้อช่วยแรง(Flywheel)และหน้าแปลนส่งกำลังงานออก(PTO. Flange)

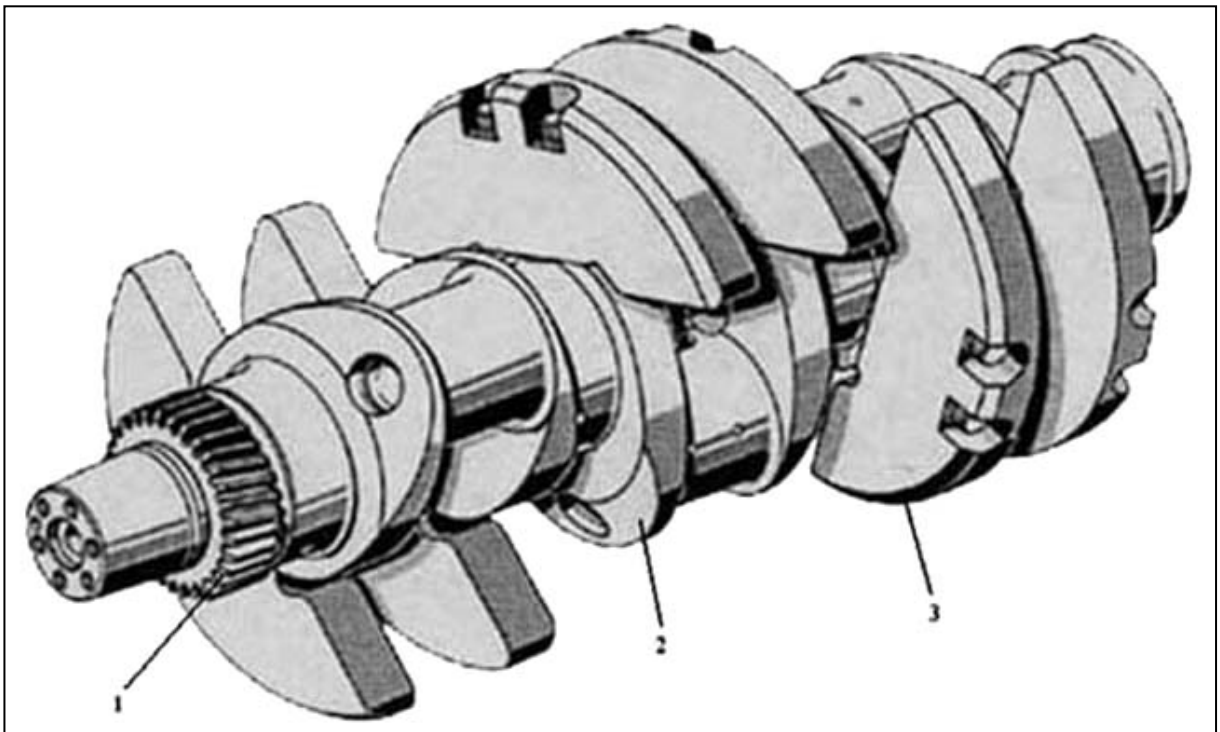


Fig. 2-6 Crankshaft.

1. Crankshaft Gear. **2. Crankshaft.** **3. Counterweight.**

สำหรับส่งต่อกำลังงานไปใช้งานภายนอก เช่น ขับหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือขับหมุนเพลาใบจักร เป็นต้น ซึ่งที่หน้าแปลนส่งกำลังงานออกนี้ จะมีขีดเครื่องหมายตำแหน่งจุดระเบิดของสูบ A1 อยู่ โดยมีเข็มชี้อยู่ที่เรือนล้อช่วยแรง(Flywheel Housing)

ตลอดเพลา รองรับด้วยแบริ่งใหญ่(Main Bearing) เป็นแบบฝา 2 ชิ้น(Sleeve Bearing) และแบบลูกกลิ้งกลม(Deep Groove Ball Bearing) 1 ชุด อยู่ด้าน KS. ทำหน้าที่กันรุน(Axial Thrust) การหล่อลื่นแบริ่งเหล่านี้ โดยน้ำมันหล่อจากท่อน้ำมันหล่อหลัก ส่งผ่านท่อทางแยกลงมาหล่อลื่นแบริ่งทุกชุด แล้วไหลผ่านรูเพลาข้อเหวี่ยงไปหล่อลื่นแบริ่งก้านต่อชุดล่าง แล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป

*** <u>หมายเหตุ</u>**

เครื่อง TE บางรุ่น จะมีชุดรับแรงสั่นสะเทือนประกอบอยู่ที่ปลายเพลาข้อเหวี่ยงด้าน KGS. ด้วย

การซ่อมบำรุงรักษาส่วนขับหมุนเครื่อง

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 1-5

3.ฝาสูบ(Cylinder Head) (รูป 2-7)

ทำหน้าที่ ปิดผนึกห้องเผาไหม้ด้านบน

ลักษณะ

เป็นแบบฝาสูบแยก(1สูบ ใช้ 1 ฝาสูบ) ทำด้วยเหล็กหล่อชนิดพิเศษ(Special-Grade Cast Iron)

ภายใน เจาะเป็นช่องทางเดินอากาศดี-แก๊สเสีย,ช่องทางเดินน้ำจืดระบายความร้อนและช่องทางส่งน้ำมันหล่อ ประกอบอยู่บนเรือนสูบทุกสูบด้วยสลักยึด(Stress Bolt) โดยมีแผ่นรอง(Supporting Plate)และแผ่นกันรั่ว(Gasket) ช่วยกันรั่วทุกฝาสูบ

ด้านบนฝาสูบ จะประกอบด้วยเรือนกลไกควบคุมลิ้น(Valve Gear Housing)และฝาครอบฝาสูบ(Cylinder Head Cover) ตามลำดับ

ส่วนประกอบที่สำคัญของฝาสูบ คือ

ปลอกรับหัวฉีด(Protective Sleeve) (รายละเอียดข้อ 3.1)

ลิ้นอากาศดี-ลิ้นแก๊สเสีย(Inlet-Exhaust Valve) (รายละเอียดข้อ 3.2)

3.1 ปลอกรับหัวฉีด(Protective Sleeve) (รูป 2-7)

ประกอบอยู่ที่ส่วนกลางฝาสูบ จำนวน 1 ปลอก

เป็นที่สำหรับประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injector)

ลักษณะ

เป็นปลอกกลม ปลายส่วนล่างจะมีขนาดเล็กกว่าส่วนบน ที่ปลายส่วนล่างด้านนอกจะเป็นเกลียวสำหรับกวดยึดเข้ากับฝาสูบและที่ส่วนบนจะประกอบด้วยวงกันรั่ว(O-Ring) จำนวน 1 วง สำหรับกันรั่วน้ำจืดระบายความร้อนอยู่โดยรอบภายนอกปลอกรับหัวฉีด

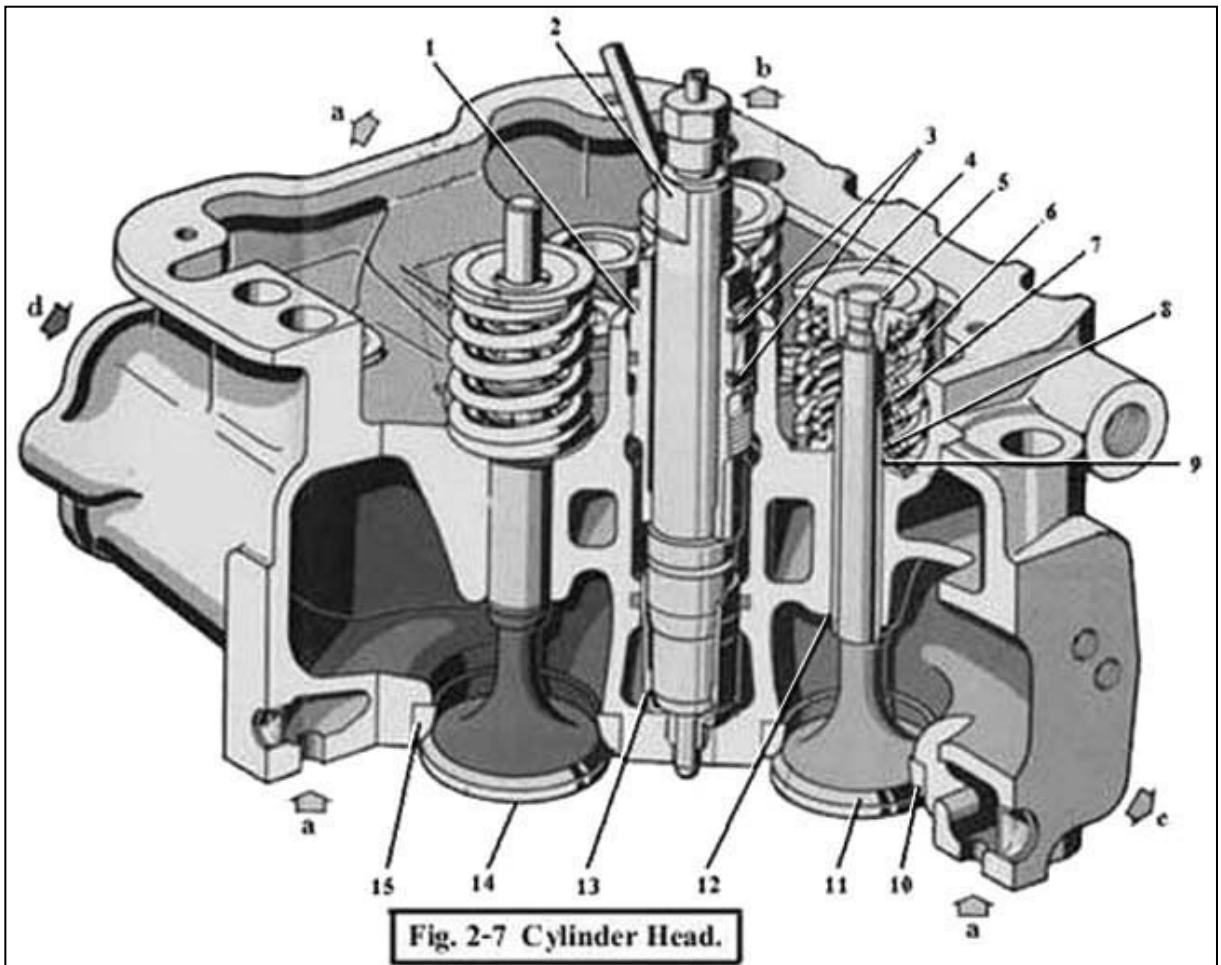


Fig. 2-7 Cylinder Head.

1. Thrust Screw.	2. Fuel Injector.	3. O-ring.	4. Spring Retainer.
5. Valve Collet.	6. Valve Spring , Outer.	7. Valve Spring , Inner.	8. Valve Rotator.
9. Snap Ring.	10. Valve Seat Insert.	11. Exhaust Valve.	12. Valve Guide.
13. Protective Sleeve.	14. Inlet Valve.	15. Valve Seat Insert.	
a. = Engine Coolant.	b. = Engine Oil.	c. = Exhaust Gas.	d. = Air.

3.2 ลิ้นอากาศดี-ลิ้นแก๊สเสีย(Inlet-Exhaust Valve) (รูป 2-7 / 2-8)

ประกอบอยู่โดยรอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง จำนวน 4 ลิ้น(อย่างละ 2 ลิ้น)

ลักษณะการทำงาน

ลิ้นทั้งหมด จะประกอบอยู่ในปลอกนำลิ้น(Valve Guide) โดยมีสปริงลิ้น(Valve Spring) ลิ้นละ 2 ชุด ปกติลิ้นจะปิดด้วยกำลังสปริงลิ้นและจะเปิดด้วยกำลังกดจากกระเดื่องกดลิ้น(Valve Rocker Arm)

ลิ้นอากาศดี ก้านลิ้น(Valve Stem)จะยาวกว่าและขนาดของหัวลิ้น(Valve Head)จะโตกว่าของลิ้นแก๊สเสีย เพื่อให้การกวาดล้างแก๊สเสียได้ผลดียิ่งขึ้น

ลิ้นแก๊สเสีย ภายในลิ้นบรรจุไว้ด้วยโซเดียม(Sodium) เพื่อให้มีการถ่ายเทความร้อนที่ดี(ลิ้นอากาศดีไม่มี) และลิ้นแก๊สเสียจะประกอบด้วยชุดหมุนลิ้น(Valve Rotator)(บางเครื่องอาจประกอบอยู่ทั้งลิ้นอากาศดีและแก๊สเสีย) ที่ทำให้ลิ้นหมุนตัวเล็กน้อยขณะเปิด เพื่อป้องกันไม่ให้หัวลิ้น(Valve Head)ได้รับความร้อนเฉพาะจุดและไม่ให้คราบเขม่า(Carbon)เกาะสะสมบริเวณบ่าลิ้น(Valve Seat)

ลักษณะการทำงานของชุดหมุนลิ้น(Valve Rotator) # (รูป 2-8)

ทิศทางการหมุน ทวนเข็มนาฬิกา(CCW.)

ประกอบอยู่ด้านล่างของแผ่นรองสปริง(Cap)ของลิ้นแก๊สเสีย

ประกอบด้วยแผ่นสปริง(Belleville Spring),ฝาบังคับลูกกลิ้ง(Ball Race)และลูกกลิ้ง(Steel Ball)พร้อมสปริงลูกกลิ้ง(Ball Spring)ที่ประกอบอยู่ในร่องซึ่งลาดเอียงเป็นแอ่งลึกตรงกลางร่องของเรือน(Body)

เมื่อลิ้นปิดอยู่ คือ ไม่มีกำลังกดจากกระเดื่องกดลิ้น ลูกกลิ้งจะถูกสปริงลูกกลิ้ง ดันให้เลื่อนไปอยู่ด้านริมสุดของร่องลูกกลิ้ง ซึ่งเป็นส่วนที่สูงของร่อง

ในขณะที่ลิ้นเปิด คือ ขณะที่กระเดื่องกดลิ้นกดลง จะมีแรงกดส่งผ่านก้านลิ้น,แผ่นรองสปริง,แผ่นสปริงและฝาลูกบังคับลูกกลิ้งถึงลูกกลิ้งตามลำดับ ทำให้ลูกกลิ้งถูกกดให้เลื่องลง ไปอยู่ส่วนที่ต่ำที่สุดของร่อง ซึ่งในขณะที่ลิ้นเปิดนี้ ผิวสัมผัสระหว่างส่วนต่างๆที่ส่งผ่านกำลังกดดังกล่าวจะมีความฝืดสูง ทำให้มีการส่งต่ออาการเลื่อนตัวของลูกกลิ้งย้อนกลับ ทำให้ลิ้นหมุนตัวไปตามระยะเลื่อนของลูกกลิ้ง

ในขณะที่ลิ้นปิดด้วยกำลังสปริงลิ้น คือ ไม่มีกำลังกดจากกระเดื่องกดลิ้น ลูกกลิ้งจะถูกสปริงลูกกลิ้งดันให้เลื่อนกลับตำแหน่งเดิม แต่ในขณะนี้ผิวสัมผัสระหว่างส่วนต่างๆที่ส่งผ่านกำลังกดดังกล่าวจะมีความฝืดน้อย ลูกกลิ้งจึงเลื่อนกลับตำแหน่งเดิมโดยไม่มีการส่งต่ออาการเลื่อนตัวของลูกกลิ้งกลับไปยังลิ้น ทำให้ลิ้นไม่หมุนตัวไปตามระยะเลื่อนของลูกกลิ้ง

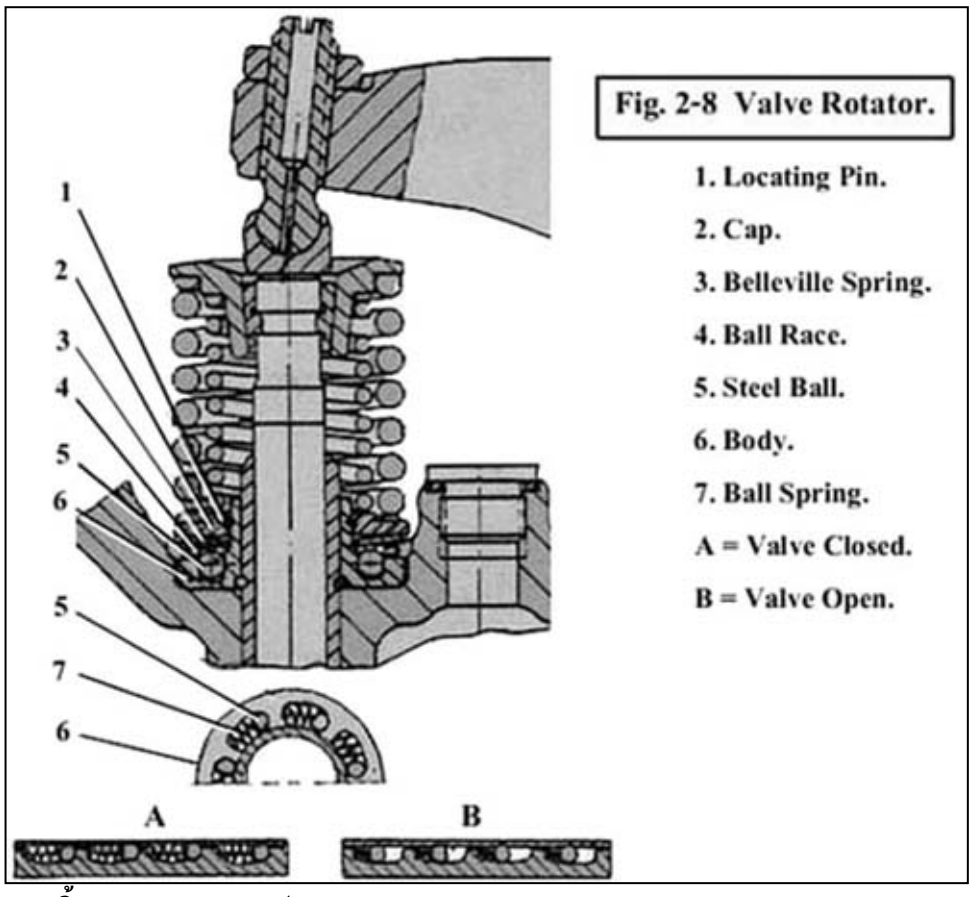


Fig. 2-8 Valve Rotator.

1. Locating Pin.
2. Cap.
3. Belleville Spring.
4. Ball Race.
5. Steel Ball.
6. Body.
7. Ball Spring.

A = Valve Closed.

B = Valve Open.

4.กลไกควบคุมลิ้น(Valve Gear) (รูป 2-9)

หมายถึง ส่วนประกอบที่ทำหน้าที่ควบคุมการปิด-เปิดของลิ้นอากาศดี-ลิ้นแก๊สเสีย

ประกอบด้วยส่วนต่างๆ 3 ส่วน คือ เพลาลูกเบี้ยว(Camshaft)

ก้านส่ง(Push Rod)

กระเดื่องกดลิ้น(Rocker Arm)

ลักษณะการทำงาน

เพลาลูกเบี้ยว(Camshaft) ประกอบอยู่ที่ส่วนบนด้านในเรือนลูกสูบ จำนวน 2 เพลา ทำหน้าที่ควบคุมการปิด-เปิดของลิ้นทั้งสองแถวสูบ(Bank) เพลาละแถวสูบ

ลักษณะเป็นเพลายาวตลอดเรือนสูบ แต่ละสูบจะมีลูกเบี้ยว 2 ลูก สำหรับลิ้นอากาศดี 1 ลูกและลิ้นแก๊สเสีย 1 ลูก รองรับเพลาด้วยแบริ่งแบบฝา 2 ชิ้น(Sleeve Bearing)ตลอดเพลา โดยแบริ่งด้าน KGS จะทำหน้าที่กันรุน(Axial Thrust)ด้วย ปลายเพลาด้าน KGS. จะประกอบด้วยเฟืองขับ(Drive Gear)สำหรับรับอาการขับหมุนจากหมู่เฟืองขับ(Gear Train)และส่งอาการหมุนผ่านลูกเบี้ยว(Cam)ให้ก้านส่ง

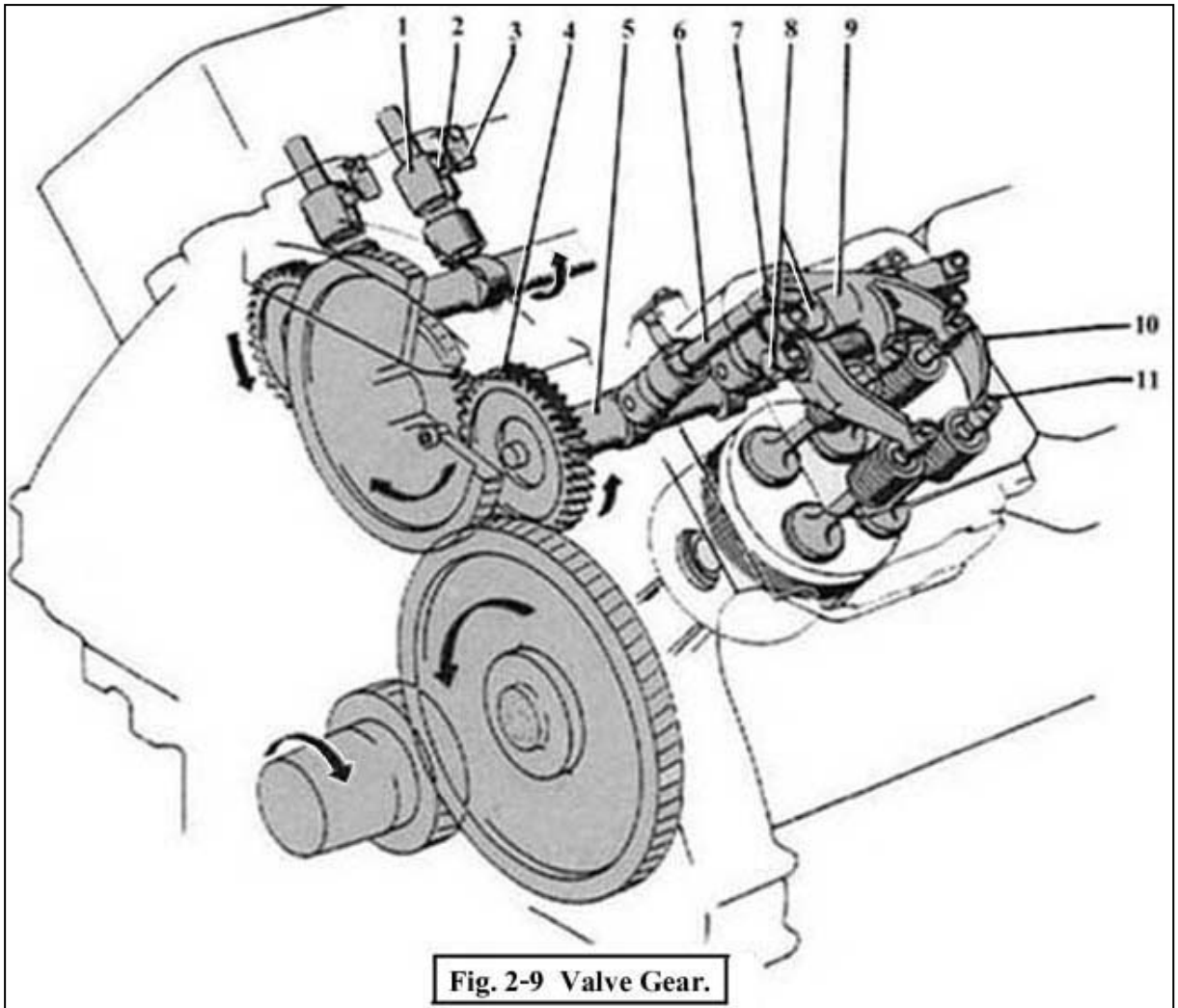


Fig. 2-9 Valve Gear.

1. Roller Tappet.	2. Guide Pin.	3. Arrestor.	4. Drive Gear.
5. Camshaft.	6. Push Rod.	7. Ball Stud.	8. Rocker Shaft.
9. Rocker , Intake.	10. Rocker , Exhaust.	11. Adjusting Screw.	

ก้านส่ง(Push Rod) เป็นแบบมีลูกกลิ้งที่ขาก้านส่ง(Roller Tappet) ใน 1 สูบ ประกอบด้วยก้านส่ง 2 ก้าน สำหรับลิ้นอากาศดีและลิ้นแก๊สเสียอย่างละ 1 ก้าน โดยชุดก้านส่ง คือ ขาก้านส่งและก้านส่งจะรับอาการจากลูกเบี้ยวของเพลาลูกเบี้ยวและส่งต่ออาการให้กระเดื่องกดลิ้น

กระเดื่องกดลิ้น(Rocker Arm) เป็นแบบกระเดื่องแขนคู่(Twin Arm Rocker) ประกอบอยู่กับเพลากระเดื่อง(Rocker Shaft)อยู่บนฝาสูบภายในเรือนกลไกควบคุมลิ้น(Valve Gear Housing) จำนวน 2 ชุด คือ กระเดื่องแขนยาว 1 ชุดสำหรับลิ้นแก๊สเสียและกระเดื่องแขนสั้น 1 ชุดสำหรับลิ้นอากาศดี โดยปลายแขนเดี่ยวของกระเดื่องทั้งสองชุดจะรับอาการจากปลายบนของก้านส่ง และปลายแขนคู่จะส่งอาการปิด-เปิดให้ลิ้นอากาศดี-ลิ้นแก๊สเสียทั้งสี่ลิ้น ซึ่งที่ปลายแขนคู่ของกระเดื่องกดลิ้นจะประกอบด้วยสลักเกลียวปรับแต่ง(Adjusting Screw) สำหรับปรับแต่งระยะห่างลิ้น(Valve Clearance) ขณะไม่ได้เดินเครื่อง

การหล่อลื่น โดยน้ำมันหล่อจากท่อน้ำมันหล่อหลัก(Main Oil Gallery) ส่งผ่านช่องทางภายในเรือนสูบเข้าหล่อลื่นแบริ่งเพลาลูกเบี้ยว แล้วส่วนหนึ่งจะส่งผ่านท่อส่งด้านในเครื่องและช่องทางที่ฝาสูบ เข้าหล่อลื่นเพลากระเดื่องและหล่อลื่นปลายแขนคู่ของกระเดื่องกดลิ้น ก่อนตกลงหล่อลื่นชุดขาก้านส่งแล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อผ่านท่อทางด้านนอกเครื่อง โดยด้านบนฝาสูบจะประกอบด้วยเรือนกลไกลควบคุมลิ้น(Valve Gear Housing)และฝาครอบฝาสูบ(Cylinder Head Cap) ทำหน้าที่กั้นส่วนที่เป็นน้ำมันหล่อกับน้ำมันเชื้อเพลิงไม่ให้รั่วไหลปนกัน

ก่อนเริ่มเดินเครื่องครั้งแรก(Initial Startup) ต้องเติมน้ำมันหล่อใส่สลักเกลียวปรับแต่งให้เต็ม

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียด บทที่ 9 ข้อ 6-10

5.อุปกรณ์ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Equipment) (รูป 2-10)

หมายถึง ส่วนประกอบที่ทำหน้าที่สูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงเข้าห้องเผาไหม้

ประกอบด้วยส่วนต่างๆ 4 ส่วน คือ

สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงหรือสูบน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง(Fuel Injection Pump) (รายละเอียดข้อ 5.1)

ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง(Fuel Pressure Line) (รายละเอียดข้อ 5.1)

ส่วนปรับแต่งจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Timer) (รายละเอียดข้อ 5.2)

หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Nozzels) (รายละเอียดข้อ 5.3)

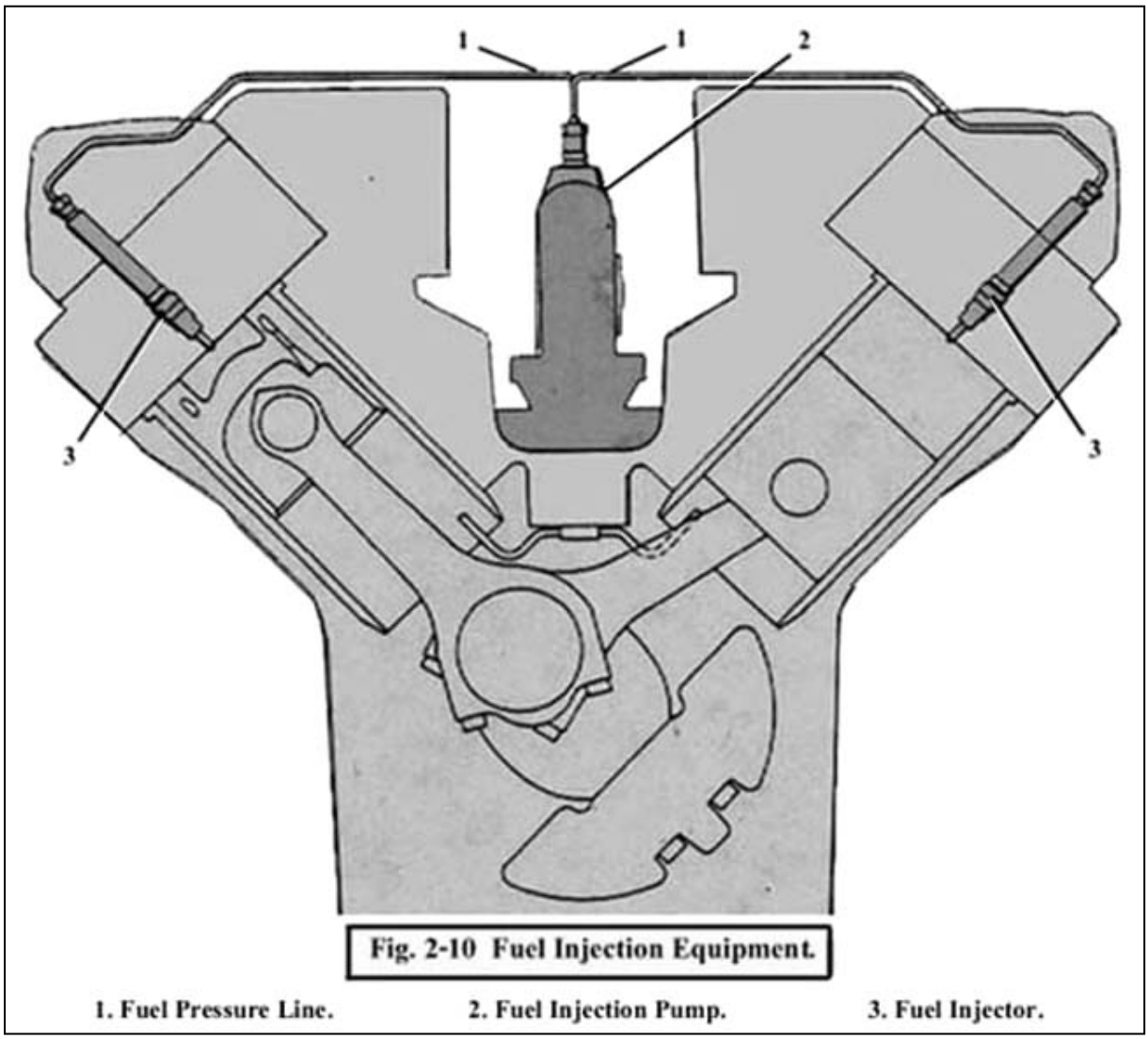


Fig. 2-10 Fuel Injection Equipment.

1. Fuel Pressure Line. **2. Fuel Injection Pump.** **3. Fuel Injector.**

5.1 สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงหรือสูบน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง(Fuel Injection Pump) (รูป 2-11.1)

ในเครื่องแต่ละแบบหรือแต่ละขนาด รายละเอียดของสูบน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงจะต่างกันด้วย แต่จะมีลักษณะการทำงานเหมือนกัน ดังนี้

ทำหน้าที่ สูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงไปเข้าหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ผ่านท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง(Fuel Pressure Line)ซึ่งเป็นท่อสำเร็จรูป [*ในบางเครื่อง* จะเป็นท่อ 2 ชั้น] ***ห้ามดัดให้เสียรูปทรง***

เป็นแบบลูกสูบเลื่อน(Plunger) ของบริษัทบอสช์(Bosch) ประกอบรวมกันเป็นชุดเดียว อยู่ตรงกลางเครื่องด้านบนเรือนสูบ(ระหว่างแถวสูบทั้งสอง)

ลักษณะ

เรือนของสูบ(Pump Housing) ทำด้วยโลหะเบา(Light metal) ประกอบด้วยส่วนต่างๆคือลิ้นส่งและช่องจำกัดน้ำมันกลับ(Delivery Valve and Return Restrictor)[หรือลิ้นส่งและลิ้นผ่อนกำลังดัน(Delivery and pressure Relief Valve)],ชุดลูกสูบเลื่อน(Pump Element),คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Rack),ลูกกลิ้งขาก้านส่ง(Roller Tappet),เพลาลูกเบี้ยว(Camshaft)และลิ้นส่งน้ำมันหล่อ(Oil Feed Valve)

ชุดลูกสูบเลื่อน(Pump Element) ประกอบด้วยลูกสูบเลื่อน(Plunger)และปลอกลูกสูบเลื่อน(Barrel)เป็นชุด จำนวนชุดเท่ากับจำนวนสูบของเครื่อง ลักษณะของลูกสูบเลื่อน(Plunger) ปลายบนจะมีร่องถึงแง่เฉียงล่าง

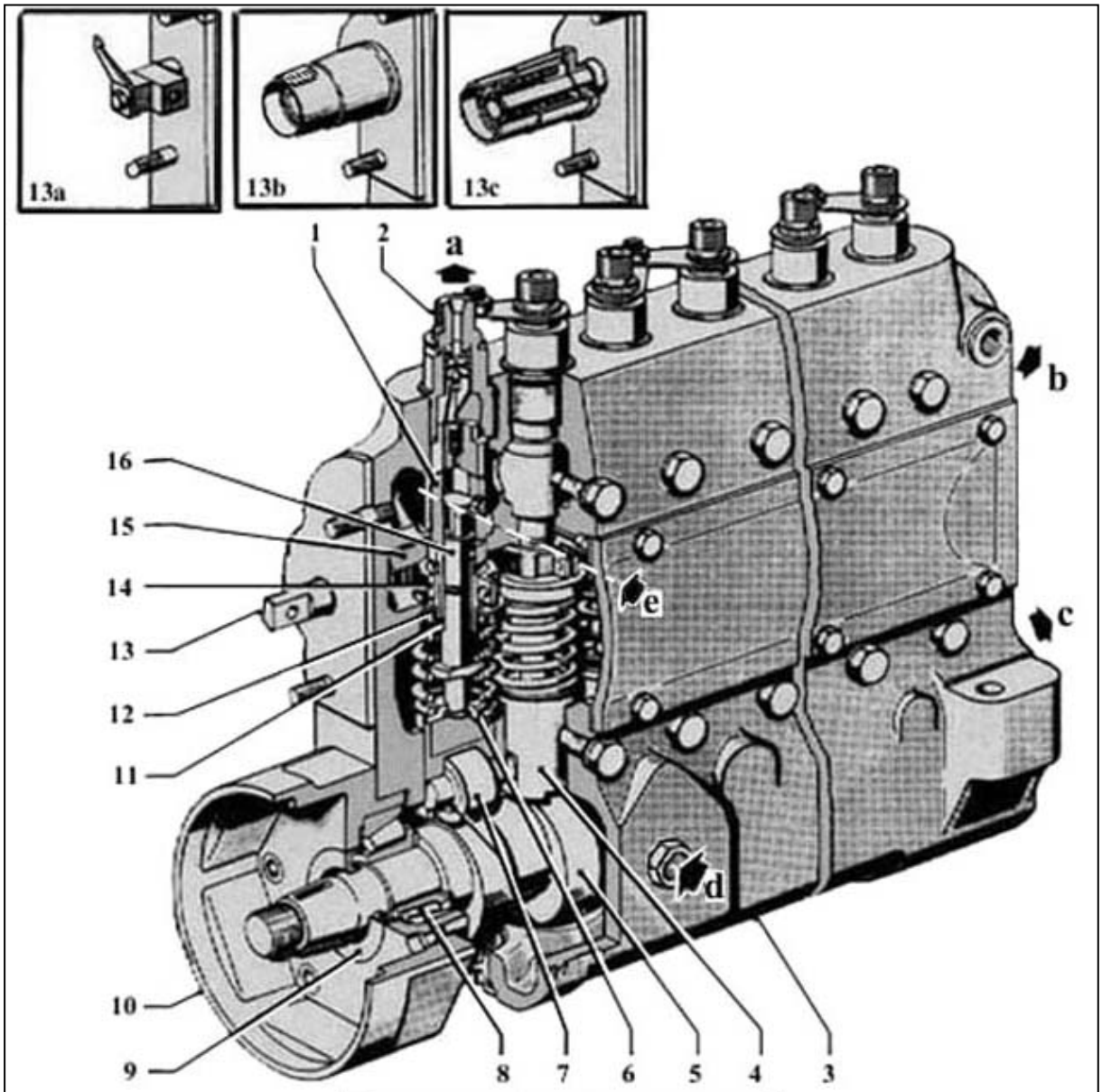


Fig. 2-11.1 Fuel Injection Pump.

1. Pump Element Barrel.	2. Delivery Valve.	3. Housing.
4. Roller Tappet.	5. Camshaft.	6. Lower Spring Retainer.
7. Roller.	8. Tapered Roller Bearing.	9. Oil Seal.
10. Bearing Cover.	11. Control Sleeve.	12. Upper Spring Retainer.
13. Control Rack.	13a. Control Rack With Pointer.	13b. Rack Travel Indicator.
13c. Cutout Cylinder.	14. Control Sleeve Toothed Quadrant.	15. Control Rack Teeth.
16. Pump Element.	a. Fuel Outlet(Pressurized)	b. Fuel Outlet(Return).
c. Engine Oil Return.	d. Engine Oil Inlet.	e. Fuel Inlet.

ตอนล่างประกอบด้วยสปริงลูกสูบเลื่อน(Plunger Spring)และปลอกควบคุม(Control Sleeve) ที่มีฟันเฟืองขบอยู่

กับเฟืองของคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Rack) ปลอกลูกสูบเลื่อน(Barrel)ตอนบน จะมีช่องทางน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า-ออก อยู่ 2 ช่องทาง ด้านบนของชุดลูกสูบเลื่อน ประกอบด้วยลิ้นส่งและช่องจำกัดน้ำมันกลับ [หรือลิ้นส่งและลิ้นผ่อนกำลังดัน] (รายละเอียด ข้อ 5.1.1)

เพลาลูกเบี้ยว(Camshaft) ได้รับการขับหมุนจากหมู่เฟืองขับ(Gear Train)ผ่านส่วนปรับแต่งจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Timer)และส่งต่ออาการผ่านลูกกลิ้งขาก้านส่งให้ลูกสูบเลื่อน(Plunger)เลื่อนตัวขึ้นในการสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง(เลื่อนขึ้นโดยลูกเบี้ยวและเลื่อนลงโดยสปริงลูกสูบเลื่อน)

คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Rack) มีลักษณะเป็นคันยาวตลอดเรือนของสูบและมีเฟืองขบอยู่กับเฟืองของปลอกควบคุม(Control Sleeve) ได้รับอาการเลื่อนตัวจากเครื่องควบคุมความเร็ว(Governor) และส่งอาการผ่านปลอกควบคุม ให้ลูกสูบเลื่อนหมุนตัว ในการปรับแต่งปริมาณการส่งหรือการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

ในเครื่องที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ตัดการทำงานของสูบ(Cylinder Cutout) คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงนี้ จะเป็นแบบ 2 ชั้น (รายละเอียดข้อ 7)

ลิ้นส่งน้ำมันหล่อ(Oil Feed Valve) ประกอบอยู่ที่ท่อทางน้ำมันหล่อเข้าเรือนของสูบ ปกติจะปิดด้วยแรงกดของสปริงลิ้นและเปิดด้วยลูกเบี้ยวเพื่อส่งน้ำมันหล่อเข้าหล่อลื่นส่วนต่างๆภายในเรือนของสูบ น้ำมันหล่อภายในเรือนของสูบ ถ้ามีปริมาณสูงจะไหลกลับอ่างน้ำมันหล่อทาง ทางช่องทางน้ำมันล้น(Spill Line)

การทำงาน # (รูป 2-11.2)

จังหวะที่ 1 ลูกสูบเลื่อน เลื่อนลง จนกระทั่งบ่าบนเปิดช่องทางน้ำมันของปลอกลูกสูบเลื่อน(Barrel) เป็นจังหวะดูดให้น้ำมันเชื้อเพลิงจากห้องดูด(Suction Gallery) เข้ามาภายในห้องส่ง(Delivery Chamber) ด้านบนลูกสูบเลื่อน

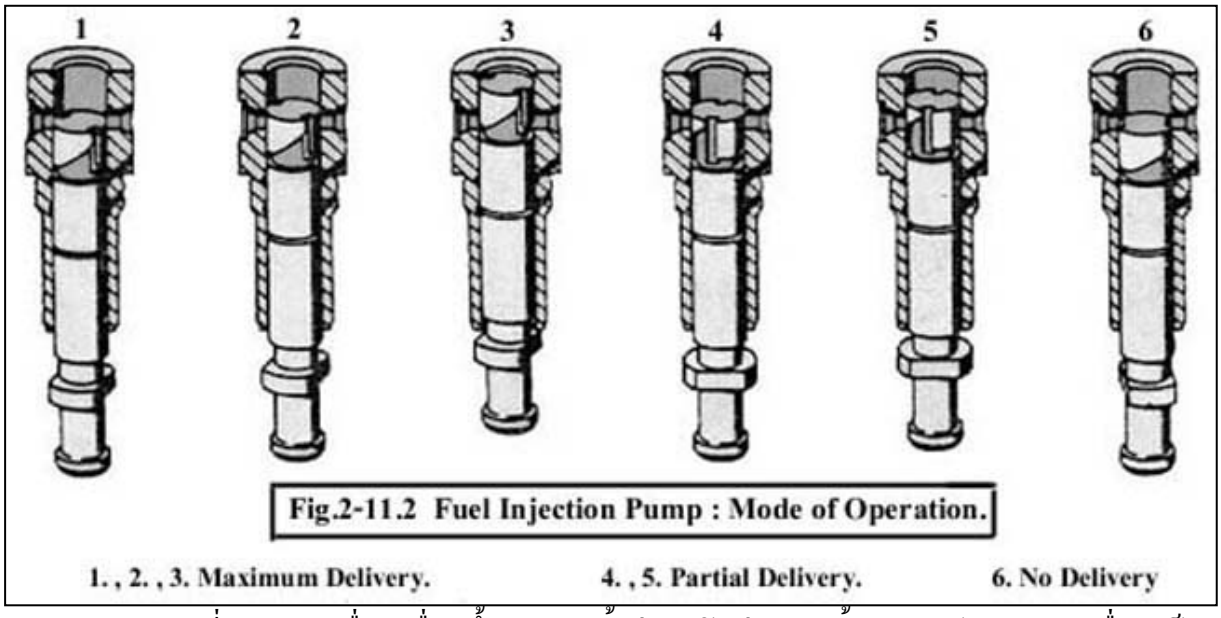


Fig.2-11.2 Fuel Injection Pump : Mode of Operation.

1. , 2. , 3. Maximum Delivery. **4. , 5. Partial Delivery.** **6. No Delivery**

จังหวะที่ 2 ลูกสูบเลื่อน เลื่อนขึ้น จนกระทั่งบ่าบนปิดช่องทางน้ำมันของปลอกลูกสูบเลื่อน เป็นจังหวะเริ่มส่งน้ำมันเชื้อเพลิงภายในห้องส่ง(ไปเข้าห้องเผาไหม้)

จังหวะที่ 3 ลูกสูบเลื่อน เลื่อนขึ้น จนกระทั้งแง่เฉียงล่างเปิดช่องทางน้ำมันของปลอกลูกสูบเลื่อน ให้น้ำมันเชื้อเพลิงภายในห้องส่งด้านบนลูกสูบเลื่อน ไหลออกผ่านช่องทางออกสู่ห้องดูดได้เป็นจังหวะสิ้นสุดการส่ง

ปริมาณการส่งน้ำมันเชื้อเพลิง คือ ระยะจากบ่าบนถึงแง่แฉียงล่าง

ในจังหวะที่ 1,2,3 จะมีการส่งน้ำมันเชื้อเพลิงมากที่สุด(Max.Delivery)

ในจังหวะที่ 4,5 ลูกสูบเลื่อนได้รับอาการหมุนตัว ทำให้มีระยะจากบ่าบนถึงแง่เฉียงล่างน้อยลง นั่นคือ จะมีการส่งน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยลงหรือส่งเพียงบางส่วน(Partial Delivery)

ในจังหวะที่ 6 ลูกสูบเลื่อนได้รับอาการหมุนตัว จนกระทั่งร่องน้ำมันตรงกับช่องทางของปลอกลูกสูบเลื่อน ทำให้ไม่มีการอัดส่งน้ำมันเชื้อเพลิง แม้ว่าลูกสูบเลื่อน เลื่อนขึ้น นั่นคือ จะไม่มีการส่งน้ำมันเชื้อเพลิง(Zero Delivery)

น้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล(Leak-off Fuel)ระหว่างลูกสูบเลื่อนกับปลอกลูกสูบเลื่อน จะไหลผ่านช่องทางรั่วไหลที่ปลอกลูกสูบเลื่อน กลับห้องดูดหรือบางแบบต่อท่อทางออกภายนอก

5.1.1 ลิ้นส่งและช่องจำกัดน้ำมันกลับ(Delivery Valve and Return Restrictor) (รูป 2-12.1)

[หรือ **ลิ้นส่งและลิ้นผ่อนกำลังดัน**(Delivery Valve and Pressure Relief Valve) (รูป 2-12.2)]

ชุดลิ้นทั้งสองแบบจะประกอบอยู่ด้านบนของชุดลูกสูบเลื่อน(Pump Element) มีใช้ในเครื่องต่างรุ่นกัน แต่ทำหน้าที่เหมือนกัน คือ

= ป้องกันการเกิดแรงกระแทกในท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง

= ป้องกันน้ำมันเชื้อเพลิงหยดลงห้องเผาไหม้

= ลดภาระให้ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง(ให้ไม่ต้องรับกำลังดันสูงตลอดเวลา)

ลิ้นส่งและช่องจำกัดน้ำมันกลับ(Delivery Valve and Return Restrictor) (รูป 2-12.1)

ลักษณะการทำงาน

ส่วนบน ประกอบด้วยกรวยลิ้น(Valve Cone) มีสปริงกดอยู่ด้านบน อยู่ภายในเรือนลิ้นส่ง(Delivery Valve Holder) และที่เรือนลิ้นชั้นในจะมีช่องจำกัด(Restrictor)อยู่ด้วย

ส่วนล่าง ประกอบด้วยลิ้นส่ง(Delivery Valve) อยู่ภายในปลอกลิ้น(Valve Guide) มีสปริงกดอยู่ด้านบนที่ลิ้นส่งจากส่วนล่าง จะมีลักษณะเป็นร่องทางตั้ง(Vertical Flute),ลูกสูบ(Piston)และบ่ากรวย(Conical Seat) ตามลำดับ

ในจังหวะส่งของลูกสูบเลื่อน(Plunger) กำลังดันใต้ลิ้นส่ง จะดันให้ลิ้นส่งเลื่อนขึ้น จนกระทั่งลูกสูบ(Piston)เปิดช่องทางให้น้ำมันเชื้อเพลิงผ่านขึ้นไปทางช่องจำกัด ดันให้กรวยลิ้นเปิดให้น้ำมันเชื้อเพลิงส่งเข้าท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง ไปฉีดพ่นออกที่หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เข้าห้องเผาไหม้ไป

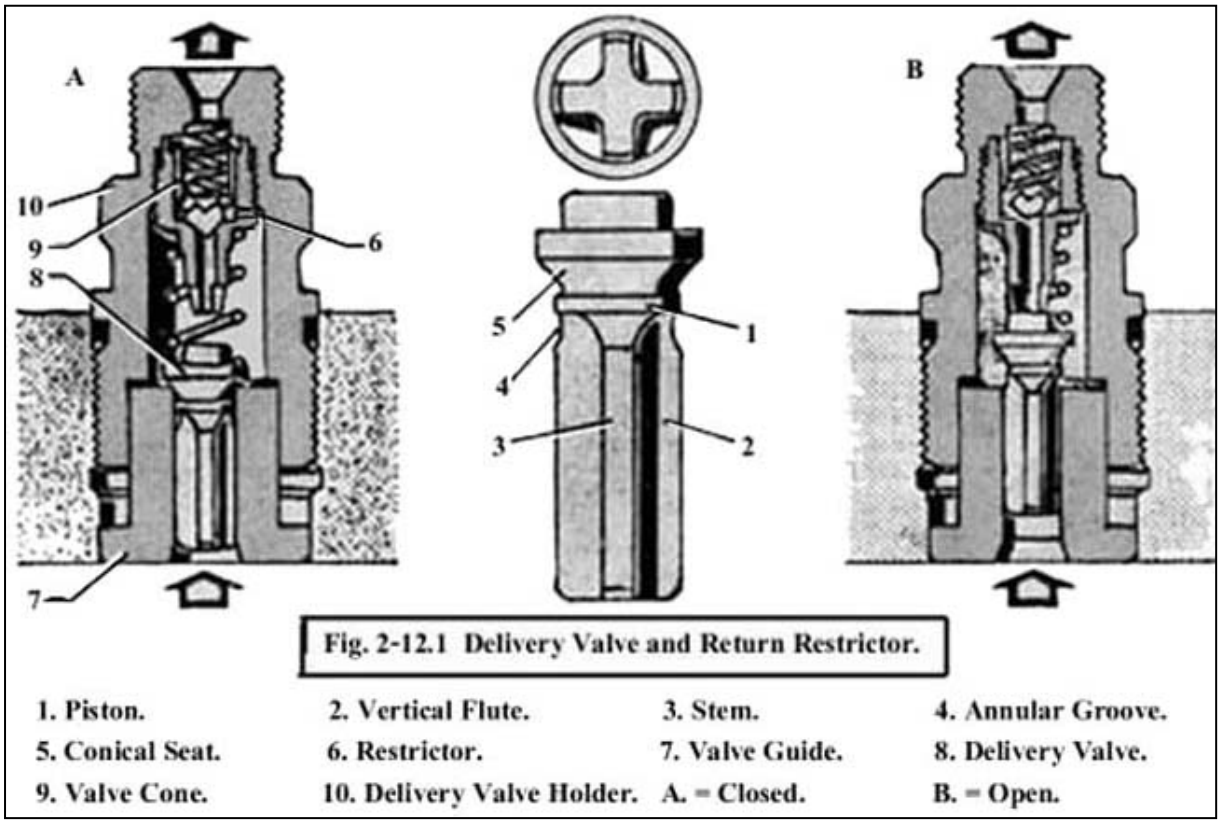


Fig. 2-12.1 Delivery Valve and Return Restrictor.

1. Piston.	2. Vertical Flute.	3. Stem.	4. Annular Groove.
5. Conical Seat.	6. Restrictor.	7. Valve Guide.	8. Delivery Valve.
9. Valve Cone.	10. Delivery Valve Holder.	A. = Closed.	B. = Open.

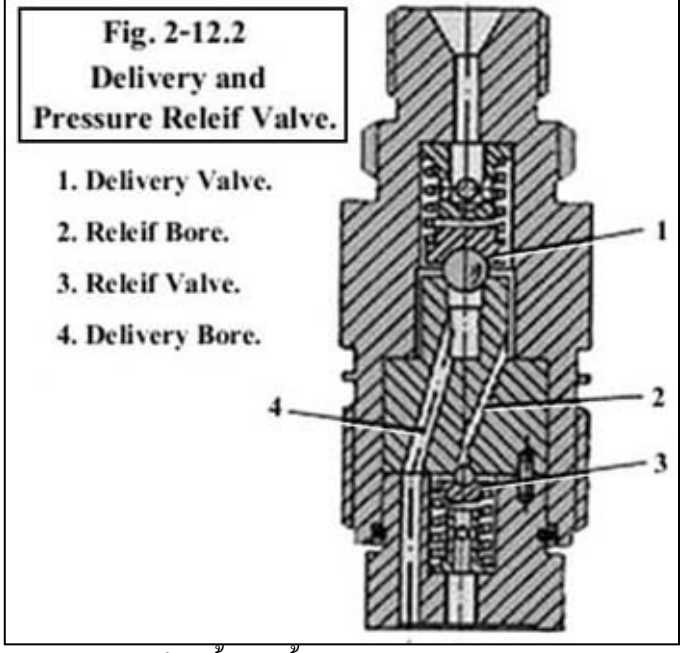
เมื่อสิ้นสุดจังหวะส่งของลูกสูบเลื่อน คือ กำลังดันใต้ลิ้นส่งลดลงต่ำกว่าด้านบน ลิ้นส่งและกรวยลิ้นจะเลื่อนลงปิดช่องทางด้วยกำลังดันสปริง ลิ้นส่งจะเริ่มปิดช่องทางด้วยลูกสูบและเลื่อนลงต่อไปอีก จนกระทั่งบ่ากรวย(Conical Seat)ปิดช่องทาง ซึ่งปริมาตรของระยะเลื่อนของลูกสูบถึงบ่ากรวยจะทำให้กำลังดันภายในด้านบนลิ้นส่งลดลง และกำลังดันภายในท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงจะระบายกลับผ่านช่องจำกัดด้วย ทำให้หัวฉีดปิด(ด้วยกำลังสปริงภายใน)อย่างรวดเร็ว น้ำมันเชื้อเพลิงจึงไม่หยดลงห้องเผาไหม้ และเป็นการลดภาระให้ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงให้ไม่ต้องรับกำลังดันสูงมากตลอดเวลา และการที่มีกำลังดันบางส่วนอยู่ในท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง จะทำให้ไม่เกิดแรงกระแทกขึ้นภายใน ในจังหวะส่งของลูกสูบเลื่อน(Plunger)

ลิ้นส่งและลิ้นผ่อนกำลังดัน(Delivery Valve and Pressure Relief Valve) (รูป 2-12.2)

ภายในชุดลิ้นประกอบด้วยลิ้นกันกลับ 2 ชุด ทำงานตรงข้ามกัน คือ ชุดลิ้นขนาดใหญ่เป็นลิ้นส่ง(Delivery Valve) มีสปริงกดอยู่ด้านบน ชุดลิ้นขนาดเล็กเป็นลิ้นผ่อนกำลังดัน(Pressure Relief Valve) มีสปริงดันอยู่ด้านล่าง

ในจังหวะส่งของลูกสูบเลื่อน(Plunger) กำลังดันใต้ชุดลิ้น จะดันให้ลิ้นผ่อนกำลังดันปิด ในขณะเดียวกันจะดันให้ลิ้นส่งเปิด ส่งน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าผ่านท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง และฉีดพ่นออกที่หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(ด้วยกำลังดันน้ำมันเชื้อเพลิง)

เมื่อสิ้นสุดจังหวะส่งของลูกสูบเลื่อน กำลังดันใต้ชุดลิ้นจะลดลง กำลังดันภายในท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงจะสูงกว่า จะดันให้ลิ้นส่งปิด ในขณะเดียวกันลิ้นผ่อนกำลังดันจะเปิด ระบายกำลังดัน-ภายในท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงออกให้ต่ำลงกว่ากำลังสปริงลิ้น ลิ้นผ่อนกำลังดันจึงจะปิดให้มีกำลังดันบางส่วนอยู่ภายในท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง เป็นการลดภาระให้ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง และทำให้หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงปิด



(ด้วยกำลังสปริงภายใน)อย่างรวดเร็ว น้ำมันเชื้อเพลิงจึงไม่หยดลงห้องเผาไหม้ และการที่มีกำลังดันบางส่วนอยู่ภายใน ทำให้ไม่เกิดแรงกระแทกขึ้นภายใน ในจังหวะส่งของลูกสูบเลื่อนด้วย

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 32 และ 38 -39

5.2 ส่วนปรับแต่งจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Timer) (รูป 2-13.1 / 2-13.2)

ทำหน้าที่ ปรับแต่งจังหวะเริ่มส่ง(เริ่มฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิงให้สัมพันธ์กับความเร็วเครื่อง เพื่อให้พอดีกับจังหวะจุดระเบิดของเครื่อง(ความเร็วสูงจะต้องฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงล่วงหน้ามาก) โดยการส่งอาการให้เพลาลูกเบี้ยวของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงหมุนนำหน้าเฟืองขับ(Drive Gear)

มุมการปรับแต่งสูงสุดประมาณ 5°-8° ของเพลาลูกเบี้ยว(10°-16° ของเพลาข้อเหวี่ยง)

ลักษณะ

ประกอบด้วยส่วนต่างๆ อยู่กับเฟืองขับ(Drive Gear)ของหมู่เฟืองขับ(Gear Train) ดังนี้

เพลาขับ(Drive Shaft) ประกอบอยู่ภายในช่องที่ส่วนกลางของเฟืองขับ(Drive Gear) จะทำหน้าที่ส่งต่ออาการหมุนผ่านปลอกเฟือง(Coupling Sleeve)ให้เพลาลูกเบี้ยว(Camshft)ของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Pump)

จานหน่วง(Counter Flange) ยึดแน่นกับเพลาขับ(Drive Shaft)ด้วยแหวนล็อค(Ring Spring Clamp) 1-2 ชุด(ชุดละ 2 วง) โดยมีสลักยึด(Stress Bolt)กวดอัดปลอกนำ(Locating Sleeve)และปลอกอัด(Collared Bush)ให้แหวนล็อคไม่หลุดหลวม

ชุดลูกเบี้ยว(Cam or Curve Piece),สปริง(Spring)และตุ้มเหวี่ยง(Flyweights) จำนวน 5 ชุด

โดยแต่ละชุดประกอบกัน ดังนี้คือ ลูกเบี้ยว(Cam or Curved Piece) ที่ปลายด้านในยึดติดกับเฟืองขับ ปลายด้านนอกเลื่อนตัวหมุนได้ สปริง(Spring) ที่ปลายด้านหนึ่งจะดันอยู่กับจานหน่วง อีกด้านหนึ่งดันอยู่กับปลายด้านนอกของลูกเบี้ยวและตุ้มเหวี่ยง(Flyweights) ประกอบอยู่ระหว่างร่องของจานหน่วงกับลูกเบี้ยว

การทำงาน

เมื่อเฟืองขับได้รับอาการหมุน จะส่งต่ออาการหมุนผ่านลูกเบี้ยว,ตุ้มเหวี่ยง,จานหน่วง,เพลาขับและปลอกเฟือง(Coupling Sleeve)ให้เพลาลูกเบี้ยวของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงหมุน ทำให้สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงทำงานสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้

เมื่อความเร็วเครื่องสูงขึ้น ตุ้มเหวี่ยงจะถูกเหวี่ยงตัวออกจากจุดศูนย์กลางเพลา ดันให้จานหน่วงหมุนไปล่วงหน้า ทำให้เพลาลูกเบี้ยวขับลูกสูบเลื่อนหมุนล่วงหน้าไปด้วย ซึ่งการหมุนล่วงหน้าดังกล่าวนี้จะสัมพันธ์โดยตรงกับความเร็วเครื่อง นั่นคือ ทำให้มีการส่ง(การฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิงเร็วขึ้น เมื่อความเร็วเครื่องสูงขึ้น เพื่อให้พอดีกับจังหวะจุดระเบิดของเครื่อง

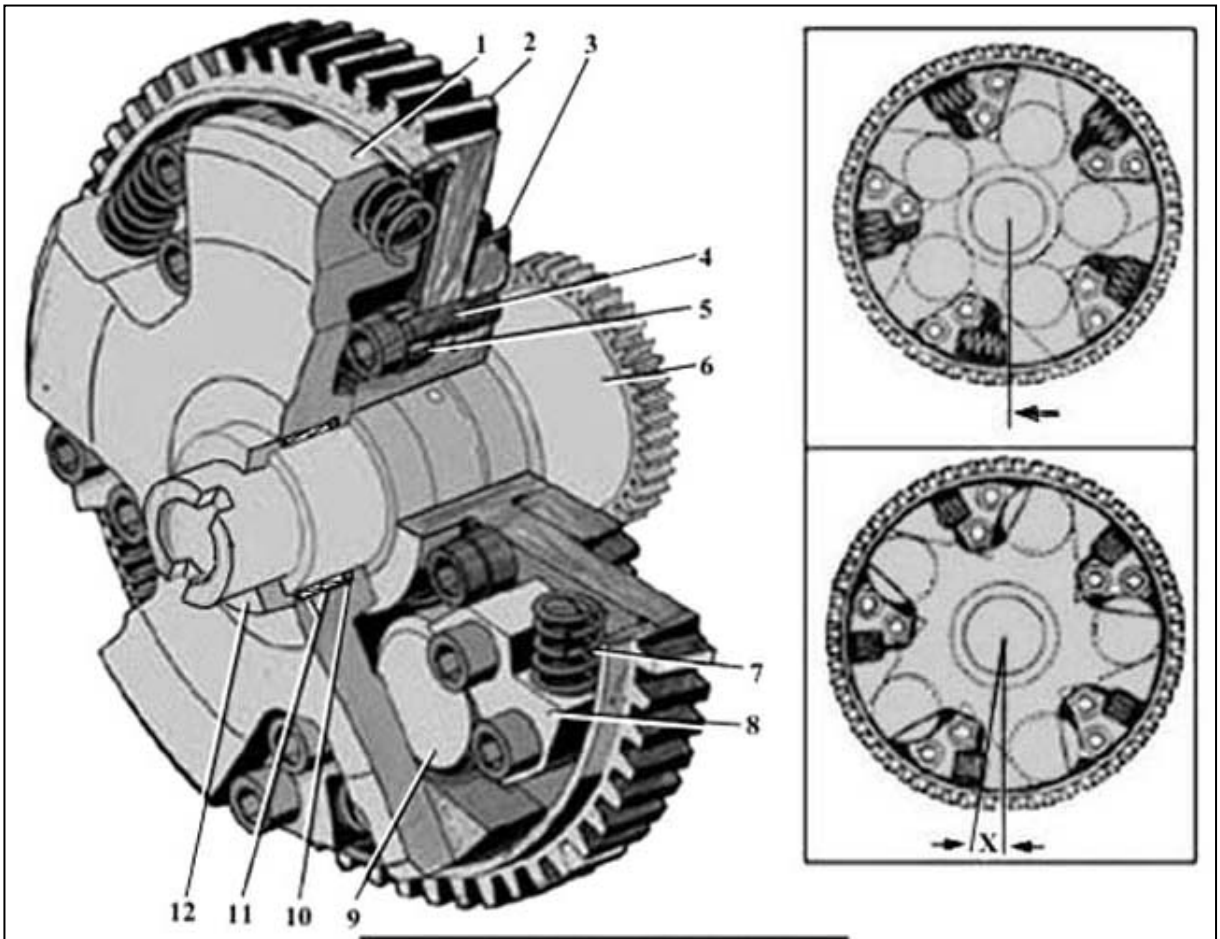


Fig. 2-13.1 Fuel Injection Timer.

1. Counterflange.	2. Drive Gear.	3. Idler Gear.	4. Stress Bolt.
5. Spacer Sleeve.	6. Drive Shaft.	7. Spring.	8. Cam or Curve Piece.
9. Flyweight.	10. Thrust Washer.	11. Ring Spring Clamp.	
12. Callared Bush.	X = Max. Adjusting Range.		

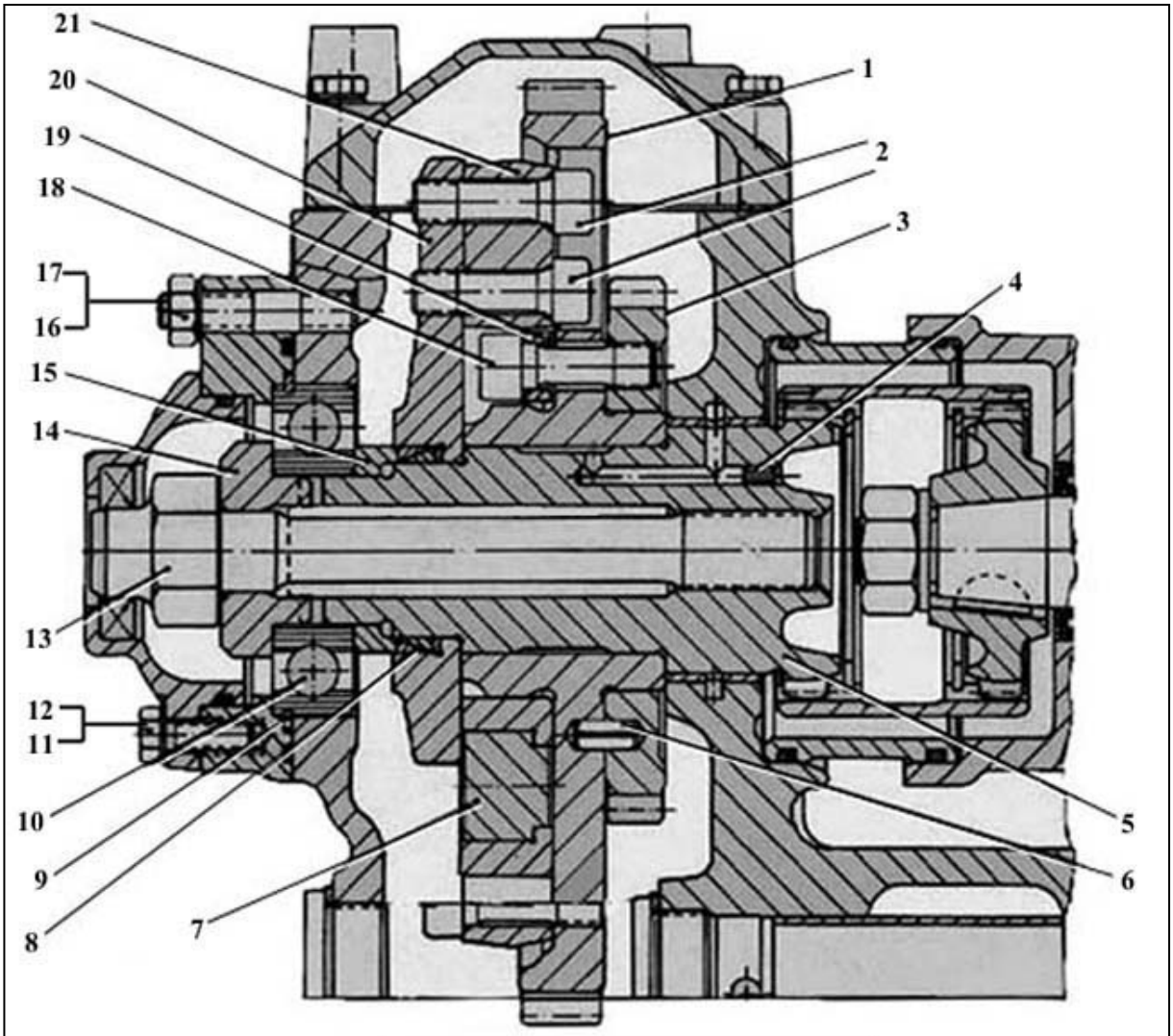


Fig. 2-13.2 Fuel Injection Timer.

1. Drive Gear.	2. Stress Bolt.	3. Idler Gear For Camshaft.	4. Tightening Sleeve.
5. Drive Shaft.	6. Tightening Sleeve.	7. Flyweight.	8. Lock Rings.
9. Circlip.	10. Deep Groove Ball Bearing.	11. Srew.	12. Spring Washer.
13. Stress Bolt.	14. Locating Sleeve.	15. Collared Bush.	16. Nut.
17. Spring Washer.	18. Stress Bolt.	19. Distance Sleeve.	20. Counter Flange.
21. Curve Piece(Cam).			

5.3 หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injector) (รูป 2-14)

ในเครื่องแต่ละรุ่นจะมีขนาดต่างกัน แต่ลักษณะการทำงานเหมือนกัน ดังนี้

ประกอบอยู่ภายในกึ่งกลางฝาสูบๆละ 1 หัว

ทำหน้าที่ ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงเข้าห้องเผาไหม้

จำนวนรูหัวฉีด 5 รู มุมการฉีด 152°

ค่ากำลังดันเปิดหัวฉีดใช้งาน ประมาณ 235-278 บาร์(ดูในคู่มือประจำเครื่อง)

ลักษณะ

หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง จะประกอบอยู่ภายในปลอกรับหัวฉีด(Protective Sleeve) มีวงกันรั่ว 2 วง(CE Ring and Back-up Ring) สำหรับกันรั่วระหว่างหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงกับปลอกรับหัวฉีด ด้านบนจะมีปลอกเกลียว (Thrust Screw) กวดยึดหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้ากับฝาสูบและปลอกอัด(Thrust Sleeve)รับแรงอัดอยู่ระหว่างปลอกเกลียวกับหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(*บางเครื่องไม่มีปลอกอัด ใช้แต่ปลอกเกลียว*)

ประกอบด้วยส่วนใหญ่ๆ 2 ส่วน คือ เรือนหัวฉีด(Nozzle Holder)และปลายหัวฉีด(Injection Nozzle)

เรือนหัวฉีด(Nozzle Holder) ภายในเจาะเป็นช่องทางเดินน้ำมันเชื้อเพลิงและห้องสปริงซึ่งประกอบด้วยเดือยกั้นสปริง(Thrust Pin),สปริงหัวฉีด(Spring)และแผ่นรองสปริง(Shim)

ปลายหัวฉีดฉีด(Injection Nozzle) ประกอบด้วยตัวหัวฉีด(Nozzle Body)และเข็มหัวฉีด(Nozzle Needle) โดยมีนัตหัวฉีด(Retaining Nut)กวดยึดส่วนทั้งสองเข้ากับเรือนหัวฉีด มีแหวนรอง(Washer) 1 อัน ***ตัวหัวฉีดและ***

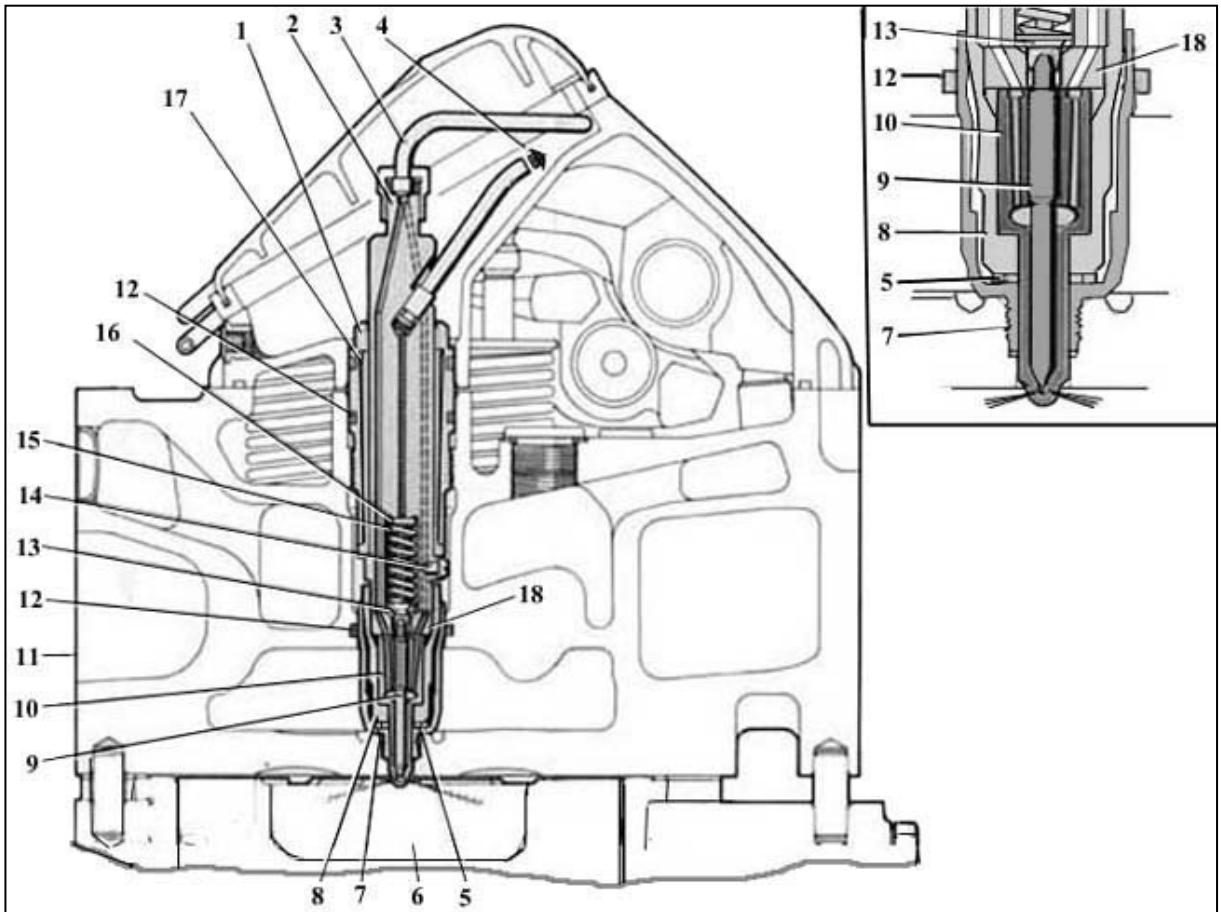


Fig. 2-14 Fuel Injector.

1. Thrust Screw.	2. Nozzle Holder.	3. Fuel Pressure Line.	4. Leak-off Fuel.
5. CE Ring & Back-up Ring.	6. Combustion Chamber.	7. Protective Sleeve.	8. Retaining Nut.
9. Needle Valve.	10. Nozzle Body.	11. Cylinder Head.	12. "O" Ring.
13. Stem(Thrust Pin).	14. Locating Pin.	15. Spring.	16. Shim.
17. Thruat Sleeve.	18. Washer.		

เข็มหัวฉีดนี้ใช้เป็นคู่ ห้ามใช้สลับคู่กัน ถ้าเปลี่ยนต้องเปลี่ยนเป็นชุด ทั้งสองส่วน

การทำงาน

ปกติเข็มหัวฉีดจะปิดรูหัวฉีดด้วยแรงดันของสปริงหัวฉีด ผ่านเดือยกั้นสปริง(Thrust Pin)

ในจังหวะส่งของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงจะถูกส่งผ่านท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงมาเข้าหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ผ่านช่องทางภายในเรือนหัวฉีดและตัวหัวฉีดเข้าไปภายในห้องกำลังดัน(Pressure Chamber)ของตัวหัวฉีดด้านล่างของเข็มหัวฉีด เป็นแรงดันต่อเข็มหัวฉีดที่จะทำให้เข็มหัวฉีดเลื่อนขึ้น

เมื่อแรงดันต่อเข็มหัวฉีดดังกล่าวสูงกว่าแรงดันสปริงหัวฉีด เข็มหัวฉีดจะเลื่อนขึ้นเปิดรูหัวฉีด ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจากห้องกำลังดันเข้าห้องเผาไหม้ไป

เมื่อสิ้นสุดจังหวะส่งของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง แรงดันภายในห้องกำลังดันจะลดลงและต่ำกว่าดันสปริงหัวฉีด เข็มหัวฉีดจะปิดด้วยแรงดันของสปริงหัวฉีด

น้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล(Leak-off Fuel)ระหว่างตัวหัวฉีดกับเข็มหัวฉีด จะถูกระบายออกภายนอกผ่านห้องสปริงและช่องทางที่เรือนหัวฉีด เพื่อช่วยในการหล่อลื่นระบายความร้อนส่วนทั้งสองด้วย

ดังนั้น จะเห็นได้ว่าแรงดันหรือความแข็งของสปริงหัวฉีด จะเป็นตัวกำหนดค่ากำลังเปิดของหัวฉีด ทำให้สามารถปรับแต่งค่ากำลังเปิดของหัวฉีดได้ โดยการเปลี่ยนความหนาของแผ่นรองสปริง(Shim)

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียด บทที่ 9 ข้อ 33 – 37

6.เครื่องควบคุมเครื่องยนต์(Engine Governor)

ทำหน้าที่ เป็นเครื่องควบคุมความเร็ว(Speed Governor) โดยการปรับแต่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับภาระและความเร็วเครื่อง

สำหรับเครื่องยนต์ mtu. อนุกรม(Series) 396 นี้ มีการใช้งานทั้งเป็นเครื่องจักรใหญ่และเป็นเครื่องขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าภายในเรือ ดังนั้นเครื่องควบคุมเครื่องยนต์จึงมีความแตกต่างกันไปด้วย จำแนกได้ ดังนี้

สำหรับเครื่องจักรใหญ่มี 2 แบบคือ

แบบแรงเหวี่ยง(Centrifugal Direct Power Governor) (รายละเอียดข้อ 6.1)

แบบอิเล็กทรอนิค(Electronic Governor) (รายละเอียดข้อ 6.3)

สำหรับเครื่องขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามี 2 แบบ คือ

แบบแรงเหวี่ยงทำงานร่วมกับกำลังดันน้ำมันหล่อ(Centrifugal Hydraulic Power Governor) (รายละเอียดข้อ 6.2)

แบบอิเล็กทรอนิค(Electronic Governor) (รายละเอียดข้อ 6.4)

6.1 เครื่องควบคุมความเร็วแบบแรงเหวี่ยง(Centrifugal Direct Power Governor)

(รูป 2-15.1 / 2-15.2)

สำหรับเครื่องจักรใหญ่

ทำหน้าที่-ปรับแต่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสม ทุกย่านความเร็วเครื่อง

ผู้ผลิต Bosch

แบบ(Model) RQUV All Speed Governor

ลักษณะ

ชุดตุ้มเหวี่ยง(Flyweight) 1 ชุด(2 ลูก) ประกอบอยู่กับเดือยหมุน(Pilot Pin) มีสปริงปรับความเร็ว(Speeder Spring)ประกอบอยู่ด้านนอก ทำให้มีแรงดันให้ตุ้มเหวี่ยงเลื่อนเข้าหาจุดศูนย์กลางการหมุน ชุดตุ้มเหวี่ยงจะได้รับการขับหมุนจากเพลาลูกเบี้ยวของสูบน้ำมันเชื้อเพลิงผ่านเฟืองตรง(Spur Gear) -ทำให้เกิดแรงเหวี่ยงให้ตุ้มเหวี่ยงเลื่อนออกจากจุดศูนย์กลาง การเลื่อนตัวเข้า-ออกของตุ้มเหวี่ยง จะส่งอาการผ่านข้อต่อหมุน(Bell Crank),ก้านส่งความเร็ว(Speeder Rod),ปลอกเลื่อน(Slide Shoe),คันส่งกำลัง(Power Lever)และคันลอย(Floating Lever) ให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Rack)เลื่อนตัว ส่งอาการเพื่อให้มีการเพิ่ม-ลดการส่ง(ฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้

คันส่งกำลัง(Power Lever) ถูกออกแบบให้เปลี่ยนจุดหมุนได้ เพื่อเปลี่ยนอัตราการส่งต่ออาการ(Transmission Raito) และความสามารถในการทำงาน(Work Capacity)

การตั้งค่าความเร็วเครื่อง(Speed Setting Value) คือ การสั่งเพิ่ม-ลดความเร็วเครื่อง ที่มีใช้อยู่ปัจจุบัน(ในเรือ PCF) จะใช้หน่วยตั้งค่าความเร็วเครื่องแบบกลไก(Mechanical Speed Setting Unit) คือ ใช้สายอ่อนส่งกำลัง(Teleflex Cable) ส่งต่ออาการให้คันควบคุม(Control Lever)หมุนเพลาควบคุม(Control Shaft)และก้านนำ(Guide Lever) ทำให้คันส่งกำลัง(Power Lever)เลื่อนตัว ส่งต่ออาการผ่านคันลอย(Floating Lever) ให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงเลื่อนตัว ในการเพิ่ม-ลดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้

เครื่องควบคุมความเร็วได้รับการหล่อลื่นโดยน้ำมันหล่อลื่นจากระบบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ส่งเข้ามาและไหลกลับอ่างน้ำมันหล่อตลอดเวลาที่เครื่องเดินอยู่ ***ก่อนการใช้เครื่องครั้งแรก(Initial Operation)จะต้องเติมน้ำมันหล่อใส่ประมาณ 1 ลิตร*** ขณะใช้งานไม่ต้องตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อ
ในเครื่องควบคุมความเร็ว

การทำงาน

เมื่อเพิ่มความเร็วเครื่อง ตุ้มเหวี่ยงจะเลื่อนออกจากจุดศูนย์กลาง เพิ่มแรงกดต่อสปริงปรับความเร็ว ถ้าความเร็วเครื่องสูงกว่าค่าที่กำหนด(Speed Setting) ตุ้มเหวี่ยงจะเลื่อนออกจากจุดศูนย์กลางส่งต่ออาการผ่านส่วนต่างๆดังที่กล่าวมาแล้ว ให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงเลื่อนตัวไปในทิศทางลดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงหรือทิศทางตำแหน่งหยุด(Toward Stop Position)

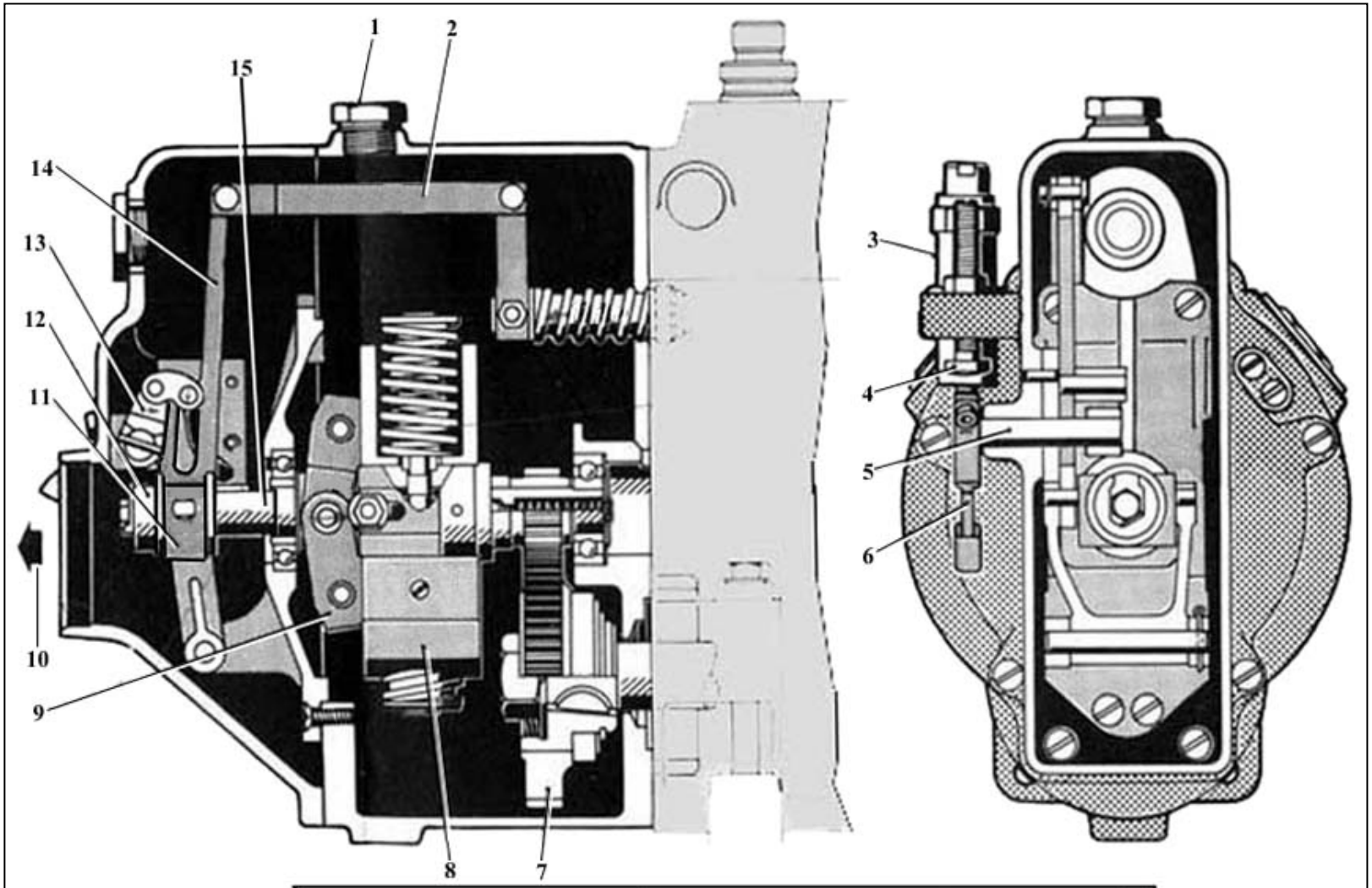
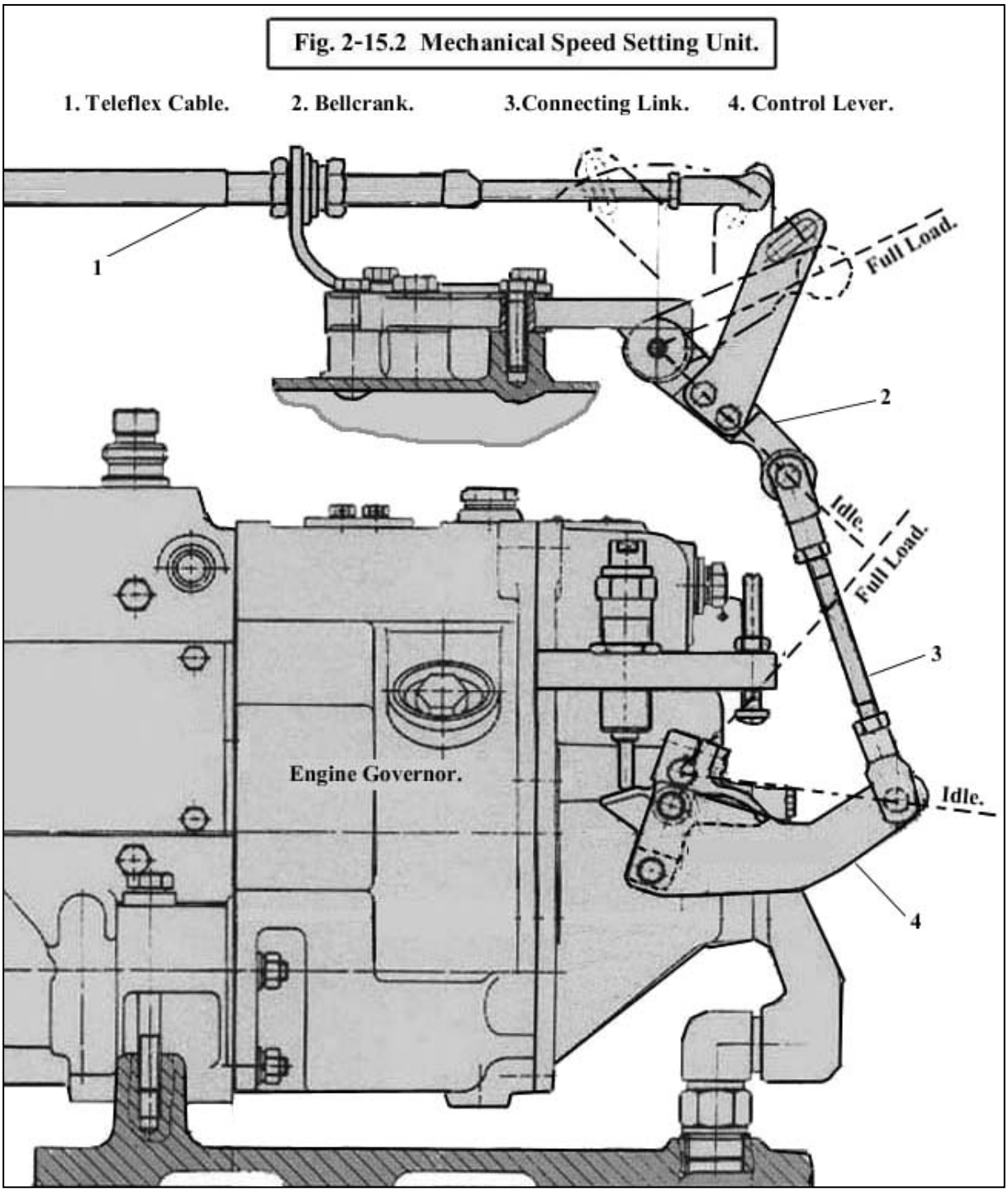


Fig. 2-15.1 Engine Governor(Centrifugal Direct Power Governor,Bosch).

1. Oil Filler Screw.	2. Yoke.	3. Idling Speed Stop.	4. Full Load Speed Stop.	5. Control Shaft.
6. Control Lever.	7. Spur Gear.	8. Flyweight.	9. Angular Lever.	10. Oil Return.
11. Slide Shoe.	12. Control Pin.	13. Guide Lever.	14. Fulcrum Lever.	15. Speeder Rod.



เมื่อลดความเร็วเครื่อง ตุ้มเหวี่ยงจะเลื่อนเข้าด้วยแรงดันของสปริงปรับความเร็ว และถ้าความเร็วเครื่องต่ำกว่าย่านที่กำหนด ตุ้มเหวี่ยงจะเลื่อนเข้าหาจุดศูนย์กลาง ส่งต่ออาการผ่านส่วนต่างๆดังที่กล่าวมาแล้ว ให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงเลื่อนตัวไปในทิศทางเพิ่มการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

6.2 เครื่องควบคุมความเร็วแบบแรงเหวี่ยงทำงานร่วมกับกำลังดันน้ำมันหล่อ

(Centrifugal Hydraulic Power Governor) (รูป 2-16.1 / 2-16.2)

สำหรับเครื่องขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ตั้งค่าความเร็วเครื่องด้วยหน่วยตั้งค่าความเร็วเครื่องแบบไฟฟ้า(Electric Speed Setting Unit)

ผู้ผลิต mtu

แบบ(Model) R 071 E 01 F

ทำหน้าที่ ควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงขณะเริ่มเดินเครื่อง(ไม่มีกำลังดันน้ำมันหล่อ)

จำกัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงป้องกันเครื่องทำงานเกินกำลัง

ให้เครื่องยนต์เดินเบา(Idling Speed)ถ้ากำลังดันน้ำมันหล่อตกต่ำ

ปรับแต่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับความเร็วและภาระของเครื่องซึ่งต้องอยู่ในย่านความเร็วตกของเครื่อง(Speed Droop)

ลักษณะ

ชุดตุ้มเหวี่ยง(30:Flyweight) 1 ชุด(2 ลูก) จะได้รับแรงดันจากสปริงปรับความเร็ว(29:Speeder Spring) ทำให้ตุ้มเหวี่ยง(30)หุบเข้าและได้รับการขับหมุนจากเพลาลูกเบี้ยวของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Pump) ทำให้ตุ้มเหวี่ยงกาง(30)ออก การหุบเข้าและกางออกของตุ้มเหวี่ยง(30)นี้ จะส่งอาการผ่านก้านปรับความเร็ว(22:Speeder Rod)ให้มีการปิด-เปิดกำลังดันน้ำมันหล่อให้เข้าทำงานในลูกสูบกำลัง(18:Actuating Piston) ทำให้ลูกสูบกำลัง(18)มีการเลื่อนตัวส่งอาการผ่านคันส่งอาการ(12:Transmission Lever)และก้านส่งอาการ(3:Transmission Rod)ให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(34:Injection Pump Rack)เลื่อนตัวในการเพิ่ม-ลดการส่ง(การฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้

การตั้งค่าความเร็วเครื่อง(การสั่งเพิ่ม-ลดความเร็ว) ก็โดยมอเตอร์ตั้งค่าความเร็ว(36:Speed Setting Motor)ส่งอาการไปหมุนเพลาตั้งค่าความเร็ว(33:Speed Setting Shaft) ให้มีการส่งต่ออาการไปปรับเพิ่ม-ลดความแข็งของสปริงปรับความเร็ว(29:Speeder Spring)

การทำงาน

เมื่อไม่ได้เดินเครื่อง(Engine Inoperative) จะไม่มีกำลังดันน้ำมันหล่อเข้าทำงานในเครื่องควบคุมความเร็ว(ทางช่องทาง a) ลูกสูบชดเชย(14:Compensation Piston)จะล็อคอยู่กับแบริ่งลูกกลิ้ง(15:Grooved Ball Bearing), ลูกสูบกำลัง(18:Actuating Piston)และก้านปรับความเร็ว(22:Speeder Rod) โดยสปริงบังคับ(17:Holdinging Spring) ในขณะนี้สปริงเริ่มเดิน(13:Start Spring)จะทำหน้าที่เป็นสปริงปรับความเร็ว(29:Speeder Spring) จะส่งอาการผ่านคันส่งอาการ(12:Transmission Lever)และก้านส่งอาการ(3:Transmission Rod)ให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(34) เลื่อนตัวไปอยู่ในตำแหน่งเริ่มเดิน(Start) ในขณะเดียวกันลูกสูบกำลัง(18) จะส่งอาการให้ตุ้มเหวี่ยง(30:Flyweight)หุบเข้า

เมื่อเครื่องยนต์เริ่มเดิน(During Startup) ขณะที่เครื่องยนต์เริ่มจุดระเบิด ตุ้มเหวี่ยง(30)จะได้รับแรงขับหมุนจากเพลาลูกเบี้ยวของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Pump) ทำให้ตุ้มเหวี่ยง(30)กางออกและมีแรงเหวี่ยงเพียงพอส่งอาการให้ก้านปรับความเร็ว(22)เลื่อนไปทางขวา ให้มีการลดการส่ง-

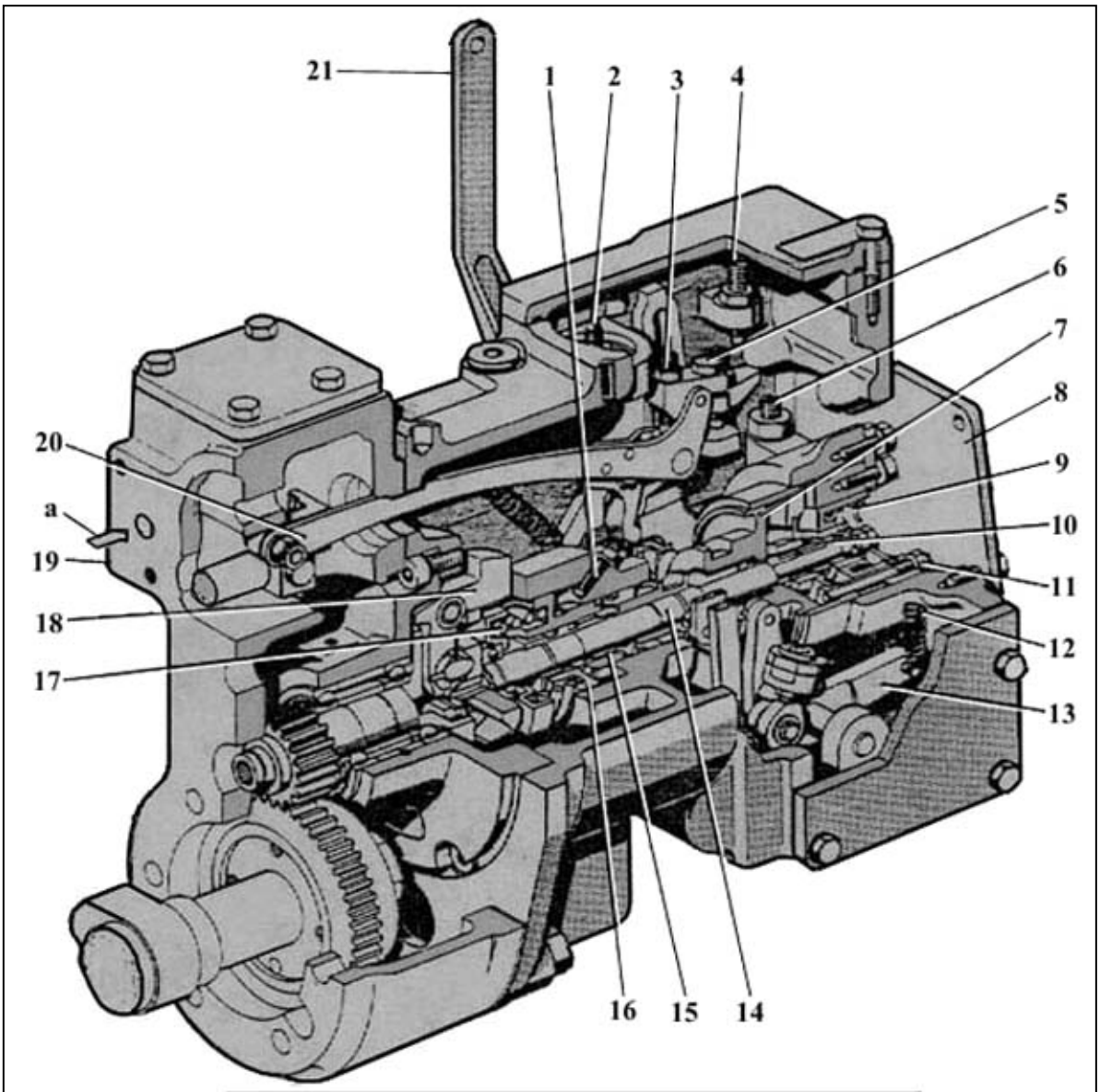


Fig. 2-16.1 Engine Governor (Centrifugal Hydraulic Power Governor, MTU).

1. Speed Setting Piston Lower Stop Screw.
2. Full-load Stop Screw.
3. Rack Travel Precision Setting Screw.
4. Stop Screw,No-fuel Position.
5. Stop Screw, Start Fuel Position.
6. Buffer Setting Screw.
7. Amplifier Piston.
8. Restoring Piston.
9. Clamp Spring.
10. Valve Plunger,Amplifier Piston.
11. Stop Screw.,Amplifier Piston Zero Position.
12. Startup Spring.
13. Floating Lever.
14. Speeder Rod.
15. Pilot Valve Plunger.
16. Speed Setting Piston.
17. Speeder Spring.
18. Flyweight.
19. Intermediate Housing.
20. Relay Strap.
21. Shutdown Lever.

a = Engine Oil In.

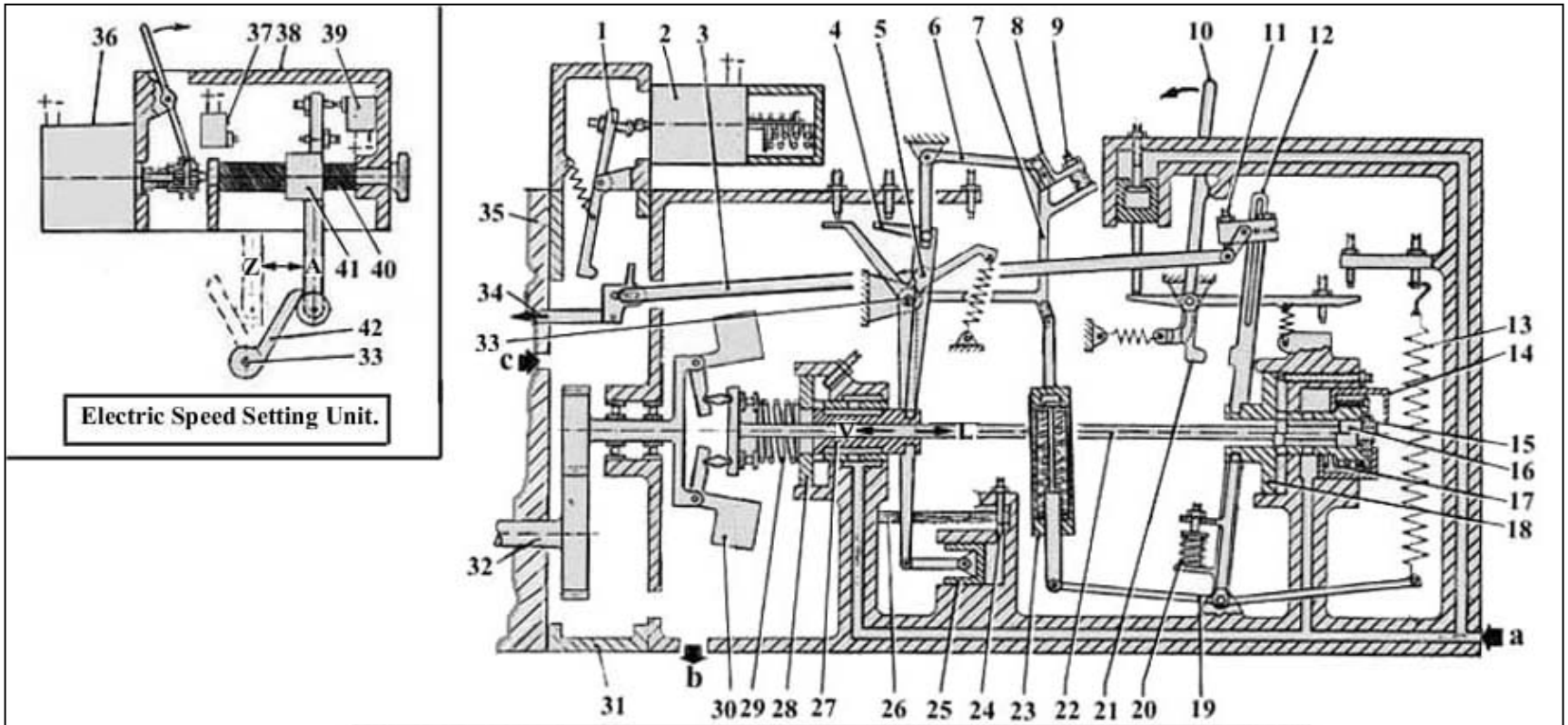


Fig. 2-16.2 Engine Governor(Centrifugal Hydraulic Power Governor , MTU)

1. Shutdown Lever. 2. Shutdown Solenoid. 3. Transmission Rod. 4. Adjusting Lever. 5.Eccentric.
6. Angular Lever. 7. Compensation Lever. 8. Guide Piece. 9. Droop Adjusting Screw.10. Manual Shutdown Lever.
11. Control Rack Lever Fine Adjustment. 12. Transmission Lever. 13. Start Spring. 14. Compensation Piston.
15. Grooved Ball Bearing. 16. Actuating Piston Pilot Valve. 17. Holding Spring. 18. Actuating Piston. 19. Lever with Compensation Linkage.
20. Override for Control Rack Return. 21. Angular Lever. 22. Speeder Rod. 23. Resilient Compensation Unit. 24. Needle Valve.
25. Damper Piston. 26. Oil Sump. 27. Speeder Spring Piston Pilot Valve. 28. Speeder Spring Piston.
29. Speeder Spring. 30. Flyweight. 31. Intermediate Housing. 32. Governor Drive. 33. Speed Setting Shaft.
34. Injection Pump Rack. 35. Injection Pump. 36. Speed Setting Motor. 37. Full Load Speed Limit Switch.
38. Electric Speed Setting Unit. 39. Idling Speed Limit Switch. 40. Spindle. 41. Follower. 42. Speed Setting Lever.
A = Speed Decrease. L = Idling. V = Full Load. Z = Speed Increase.
a = Connection to Engine Oil System. b = Oil Return to Engine. c = Oil Return from Injection Pump.

(การฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้ให้เหมาะสม จนกระทั่งมีกำลังดันน้ำมันหล่อเข้าทำงานทางช่องทาง a (กำลังดันต่ำที่สุด 2 บาร์) เข้าทำงานต่อลูกสูบชดเชย(14)และลูกสูบกำลัง(18) ทำให้ลูกสูบชดเชย(14)เลื่อนไปทางขวา ให้ลูกสูบชดเชย(14)กับลูกสูบกำลัง(18),ก้านปรับความเร็ว(22),แบริ่งลูกกลิ้ง(15:Grooved Ball Bearing) และลิ้นนำลูกสูบกำลัง16:Actuating Piston Pilot Valve)ซึ่งล็อคกันอยู่ เป็นอิสระจากกัน ในขณะนี้สปริงเริ่มเดิน (13)จะไม่มีผลต่อการทำงานของเครื่องควบคุมความเร็ว ในขณะเดียวกัน กำลังดันน้ำมันหล่อจะผ่านลิ้นนำลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(27:Speeder Spring Piston Pilot Valve)เข้าทำงานต่อลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(28:Speeder Spring Piston) ทำให้ลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(28)เลื่อนไปทางซ้าย เป็นการปรับเพิ่มแรงดัน(เพิ่มความแข็ง)ของสปริงปรับความเร็ว(29) จนกระทั่งช่องทางน้ำมันหล่อถูกปิดโดยบ่าของลิ้นนำลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(27) ทำให้มีการส่งอาการให้เพิ่มการส่ง(การฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้ ความเร็วเครื่องยนต์จะเพิ่มสูงขึ้น ในขณะเดียวกันตุ้มเหวี่ยง(30)จะกางออกส่งอาการให้ก้านปรับความเร็ว(22:Speeder Rod)และลูกสูบปรับความเร็ว (28:Speeder Spring Piston)เลื่อนไปทางขวา จนกระทั่งแรงเหวี่ยงของตุ้มเหวี่ยง(30)ทำให้ก้านปรับความเร็ว(22) เลื่อนไปทางขวา ทำให้มีการส่ง(การฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิงลดลง ความเร็วเครื่องยนต์จะลดลง จนกระทั่งแรงดันของสปริงปรับความเร็ว(29)สมดุลย์กับแรงเหวี่ยงของตุ้มเหวี่ยง(30) เครื่องยนต์จะเดินด้วยความเร็วคงที่ ที่ความเร็วเดินเบา(Idle Speed)

เมื่อเพิ่มกำลังงานออก(Increse Power Output) เมื่อภาระ(Load)ของเครื่องเพิ่มขึ้น ความเร็วเครื่องจะตกลง (Drop) แรงเหวี่ยงของตุ้มเหวี่ยง(30)จะลดลงและหุบเข้า สปริงปรับความเร็ว(29)จะยืดตัวออก(ลดความแข็งลง) ทำให้ก้านปรับความเร็ว(22)เลื่อนไปทางซ้าย ลิ้นนำลูกสูบกำลัง(16)จะเลื่อนไปทางซ้ายด้วย ก็จะเปิดให้กำลังดันน้ำมันหล่อเข้าทำงานต่อลูกสูบกำลัง(18) ทำให้ลูกสูบกำลัง(18) เลื่อนไปทางซ้ายและส่งอาการให้มีเพิ่มการส่ง (การฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้ ความเร็วเครื่องยนต์จะเพิ่มขึ้นอีก จนกระแรงเหวี่ยงของตุ้มเหวี่ยง(30) สมดุลย์กับแรงดันของสปริงปรับความเร็ว(29)ความเร็วเครื่องยนต์จะคงที่อีกแต่จะต่ำกว่าความเร็วก่อนเพิ่มภาระ เนื่องจากแรงดัน(ความแข็ง)ของสปริงปรับความเร็วลดลง แต่อย่างไรก็ตามอัตราการตกลงของความเร็วดังกล่าวจะอยู่ในย่านความเร็วตกของเครื่อง(Droop Range)

เมื่อลดกำลังงานออก(Decrease Power Output) คือ เมื่อภาระ(Load)ของเครื่องลดลง ความเร็วเครื่องจะเพิ่มขึ้น แรงเหวี่ยงของชุดตุ้มเหวี่ยง(30)จะเพิ่มขึ้น เพิ่มแรงดันต่อสปริงปรับความเร็ว(29) ทำให้สปริงปรับความเร็ว(29)หดตัว(เพิ่มความแข็ง) ก็จะส่งอาการให้ก้านปรับความเร็ว(22)เลื่อนไปทางขวา ลิ้นนำลูกสูบกำลัง (16)จะเลื่อนไปทางขวาด้วยและจะเปิดระบายกำลังดันน้ำมันหล่อออกจากลูกสูบกำลัง(18) ทำให้ลูกสูบกำลัง(18) เลื่อนไปทางขวาส่งอาการให้มีการลดการส่ง(การฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้ ความเร็วเครื่องยนต์จะลดลงอีก จนกระแรงเหวี่ยงของตุ้มเหวี่ยง(30)สมดุลย์กับแรงดันของสปริงปรับความเร็ว(29)ความเร็วเครื่องยนต์จะคงที่อีก แต่จะสูงกว่าความเร็วก่อนลดภาระ เนื่องจากแรงดัน(ความแข็ง)ของสปริงปรับความเร็วเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามอัตราการเพิ่มขึ้นของความเร็วดังกล่าวจะอยู่ในย่านความเร็วตกของเครื่อง(Droop Range)

เมื่อเพิ่มความเร็วหรือเครื่องรับภาระเต็มที่(Increase Speed or Full Load Setting) คือ เมื่อเพลาตั้งค่าความเร็วเครื่อง(33:Speed Setting Shaft)หมุนไปทางซ้าย(ทิศทางเพิ่มความเร็ว) จะส่งอาการผ่านเพลาเยื้องศูนย์

(5:Eccentric)และคันปรับแต่ง(4)ให้ลิ้นนำลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(27)เลื่อนไปทางซ้ายเปิดกำลังดันน้ำมันหล่อเข้าทำงานต่อลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(28) ทำให้ลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(28)เลื่อนไปทางซ้าย เพิ่มความแข็งของสปริงปรับความเร็ว(29)ทำให้ตุ้มเหวี่ยง(30)หุบเข้า จนกระทั่งช่องทางน้ำมันหล่อของลิ้นนำลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(27)ถูกปิดอีกครั้งโดยลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(28) ก้านปรับความเร็ว(22)จะเลื่อนไปทางซ้ายเปิดกำลังดันน้ำมันหล่อเข้าทำงานต่อลูกสูบกำลัง(18)ให้เลื่อนไปทางซ้ายด้วย ทำให้มีการส่งอาการเพิ่มการส่ง(การฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิง ความเร็วเครื่องจะเพิ่มขึ้น แรงเหวี่ยงของตุ้มเหวี่ยง(30)ก็จะเพิ่มขึ้นและกางออก ทำให้ก้านปรับความเร็ว(22)และลิ้นนำลูกสูบกำลัง(16)เลื่อนไปทางขวาเปิดระบายกำลังดันน้ำมันหล่อออกจากลูกสูบกำลัง(18) ทำให้ลูกสูบกำลัง(18)เลื่อนไปทางขวา ทำให้มีการส่งอาการลดการส่ง(การฉีด)น้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้ ความเร็วเครื่องยนต์จะลดลงอีก จนกระแรงเหวี่ยงของตุ้มเหวี่ยง(30)สมดุลย์กับแรงดันของสปริงปรับความเร็ว(29)ความเร็วเครื่องยนต์จะคงที่อีกครั้ง

การปรับแต่งย่านความเร็วตกของเครื่อง(Speed Droop Adjustment) ในขณะที่มีการเพิ่มการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง คือ ก้านปรับความเร็ว(22)และลูกสูบกำลัง(18)เลื่อนไปทางซ้าย จะทำให้ชุดชดเชย(23:Resilient Compensation Unit) ถูกดึงเลื่อนลงด้วย ซึ่งจะมีการส่งต่ออาการผ่านคันชดเชย(7:Compensation Lever)และคันหมุน(6:Angular Lever)หมุนทวนเข็มนาฬิกา ให้คันปรับแต่ง(4:Adjusting Lever.)ส่งอาการ ให้ลิ้นนำลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(27)เลื่อนไปทางซ้ายด้วย แต่มีระยะเลื่อนน้อยกว่าลูกสูบกำลัง(18)และก้านปรับความเร็ว(22)ตามการออกแบบ นั่นคือ ลูกสูบกำลัง(18)และก้านปรับความเร็ว(22)จะเลื่อนไปในทิศทางเดียวกับลิ้นนำลูกสูบสปริงปรับความเร็ว(27) เพื่อปรับแต่งย่านความเร็วตกโดยการปรับความแข็งของสปริงปรับความเร็ว(29) คือ เพิ่มความแข็งของสปริงเป็นการเพิ่มค่าย่านความเร็วตกและลดความแข็งของสปริงเป็นการลดค่าย่านความเร็วตก

การทำงานดังกล่าวนี้จะถูกหน่วง(Delay) ด้วยลูกสูบหน่วง(25:Damper Piston)

การปรับแต่งย่านความเร็วตก(Droop) สามารถปรับแต่งได้ที่สลักเกลียวปรับแต่ง(9:Droop Adjusting Screw)

ถ้ากำลังดันน้ำมันหล่อตกต่ำ(Low Oil Pressure) คือ ต่ำกว่าประมาณ 2 บาร์ ลูกสูบชดเชย(17:Compensation Piston) จะเลื่อนกลับด้วยกำลังสปริง ซึ่งจะมีการทำงานเช่นเดียวกับการเริ่มเดินเครื่องที่กล่าวมาแล้ว คือ จะทำให้เครื่องยนต์จะกลับมาเดินอยู่ที่ความเร็วเดินเบา(Idle Speed)

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 11

6.3 เครื่องควบคุมความเร็วแบบอิเล็กทรอนิค R 082 (Electronic Governor R 082)

(รูป 2-17.1 ถึง 2-17.4)

สำหรับเครื่องจักรใหญ่

ผู้ผลิต MTU

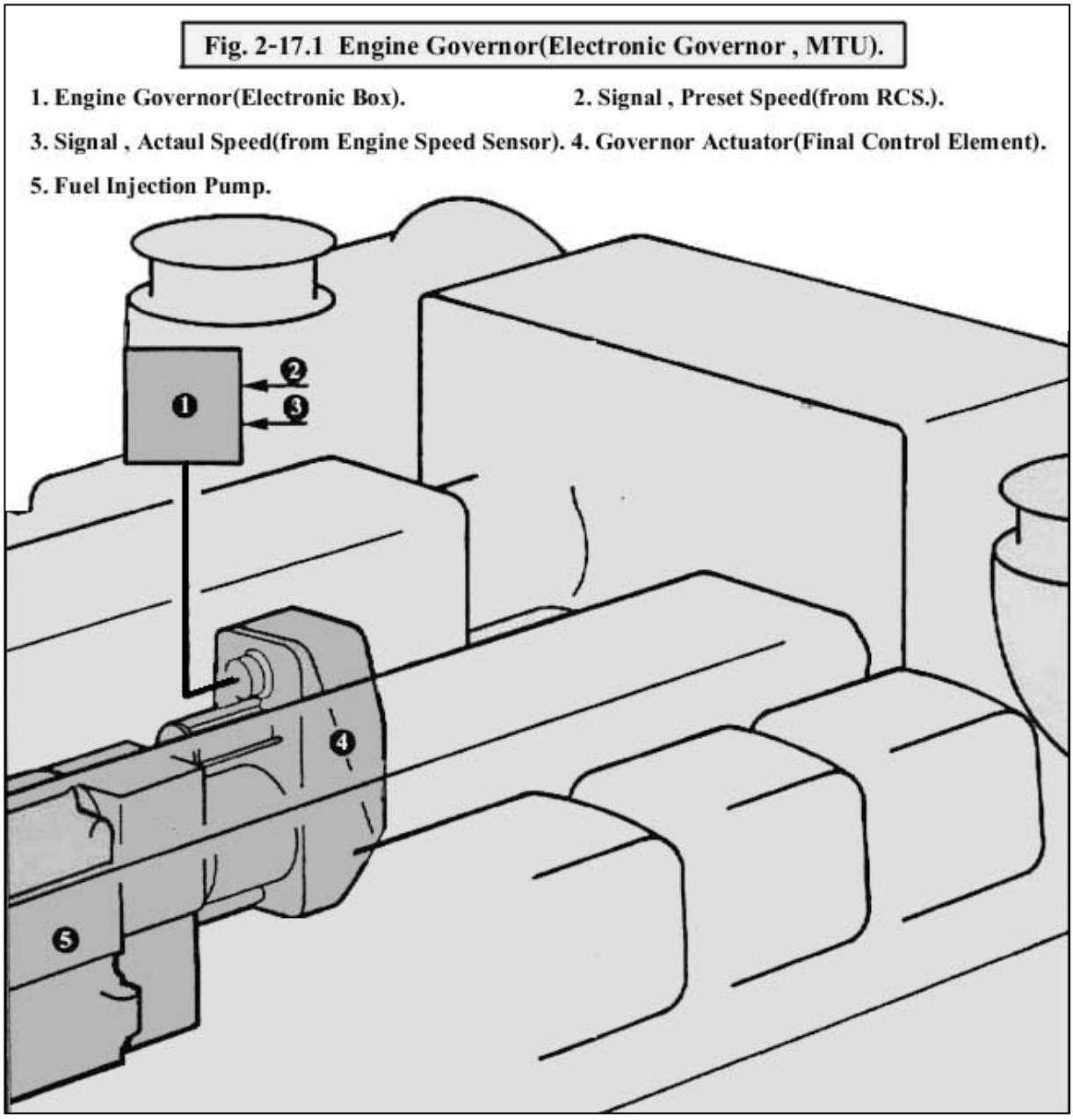
แบบ(Type) EMR-R 082

ทำหน้าที่ รักษาความเร็วเครื่องให้คงที่เมื่อภาระเปลี่ยนไป

ปรับแต่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อเริ่มเดินเครื่อง

จำกัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงสูงสุดของเครื่อง

เลิกเครื่องถ้ากระแสไฟฟ้าเข้าระบบ(Power Supply) ขัดข้อง



ลักษณะ

ประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ

ตู้อิเล็กทรอนิค(Electronic Box) ภายในประกอบด้วยแผ่นวงจรสำเร็จรูปต่างๆ(Plug-in Cards PS 5-01,MPU 8-01,RZ 1-01,RG 1-01,MDS1-01) และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคต่างๆ เช่น รีเลย์ เป็นต้น ใช้กระแสไฟเข้าเลี้ยง(Power Supply) 24 V.DC.

ส่วนควบคุมสุดท้าย(Final Control Element) ประกอบอยู่ที่สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Pump) ภายในประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ ขดลวดแม่เหล็ก(Magnet Coil) จำนวน 2 ขด ทำงานด้วยกระแสไฟ 24 V.DC.ค่ากระแสไฟสูงสุด 10 A ทำหน้าที่เป็นหน่วยตั้งค่าความเร็วเครื่อง(Speed Setting Unit) ในการส่งอาการให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Rack)เลื่อนตัว เพื่อเพิ่มหรือลดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง,ความต้านทานป้อนกลับเปลี่ยนค่าได้(Feedback Potentiometer)จำนวน 2 ตัว เป็นตัวตรวจจับการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel-Feed Sensor) ทำหน้าที่วัดระยะเลื่อนแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(ซึ่งมีระยะเลื่อนประมาณ 0-20 mm) ให้แรงเคลื่อนออกประมาณ 1-8 V. และสปริงดึงกลับ(Return Spring) เป็นสปริงที่ส่งอาการให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงเลื่อนตัว ไปในทิศทางหยุด

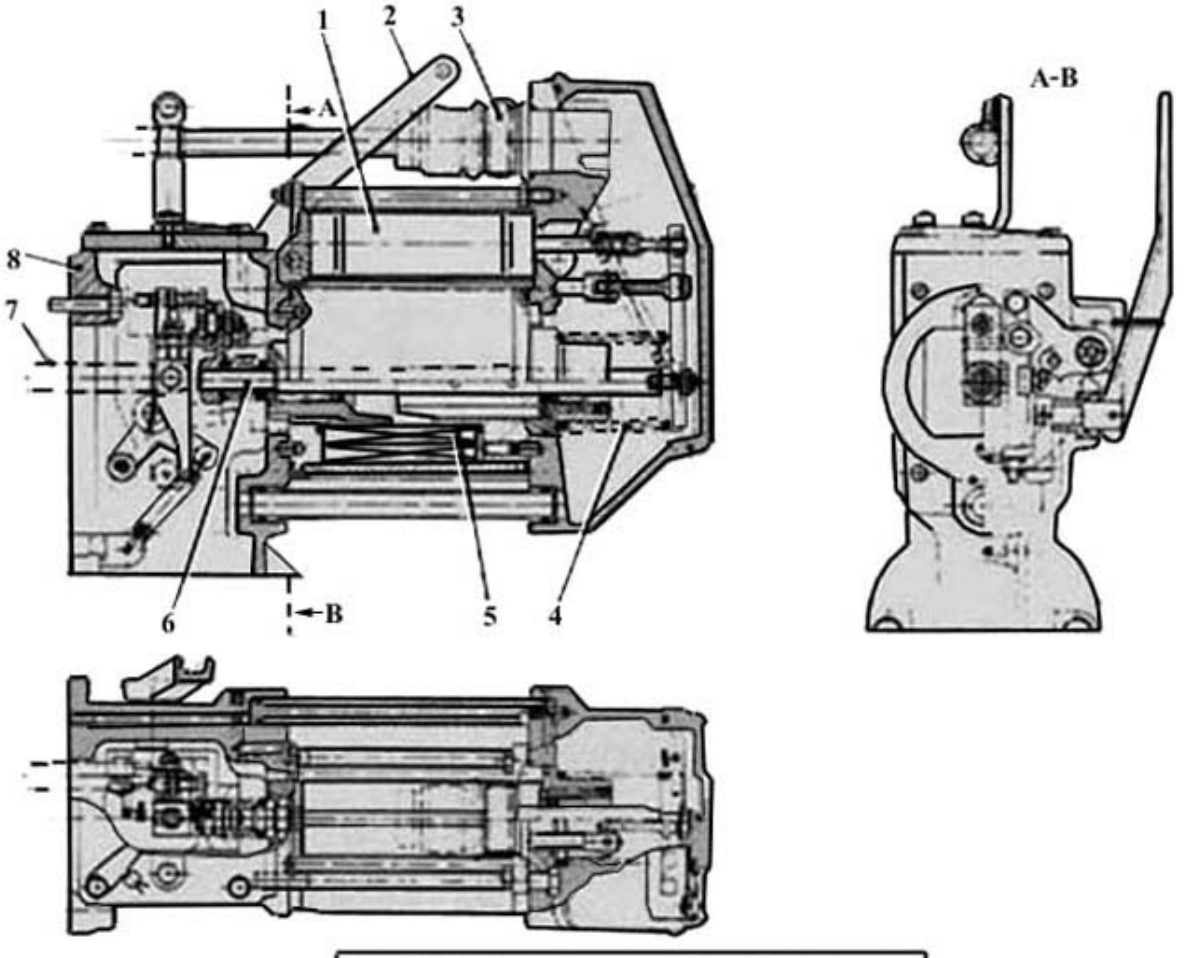


Fig. 2-17.2 Electric Speed Setting Unit.

1. Feed-back Potentiometer.
2. Manual Shutdown Lever.
3. Connecting Plug.
4. Return Spring.
5. Solenoid.
6. Speed Setting Shaft.
7. Injection Pump Control Rack.
8. Intermediate Housing.

เครื่อง(Stop)

ตัวตรวจจับความเร็วเครื่อง(Engine Speed Sensor) แบบ(Type) DM 11-A ประกอบอยู่ใกล้กับสูบน้ำจืด (Water Pump) ประกอบด้วยขดลวดจำนวน 2 ขด ซึ่งจะกำเนิดสัญญาณออก(output Signal)โดยเฟืองขับสูบน้ำจืดเป็นสัญญาณแรงเคลื่อนกระแสไฟสลับ(Sine-Wave AC.V.) จำนวน 2 สัญญาณ มีค่าความถี่สัมพันธ์กับความเร็วเครื่อง(31 pulse/รอบเพลาข้อเหวี่ยง)

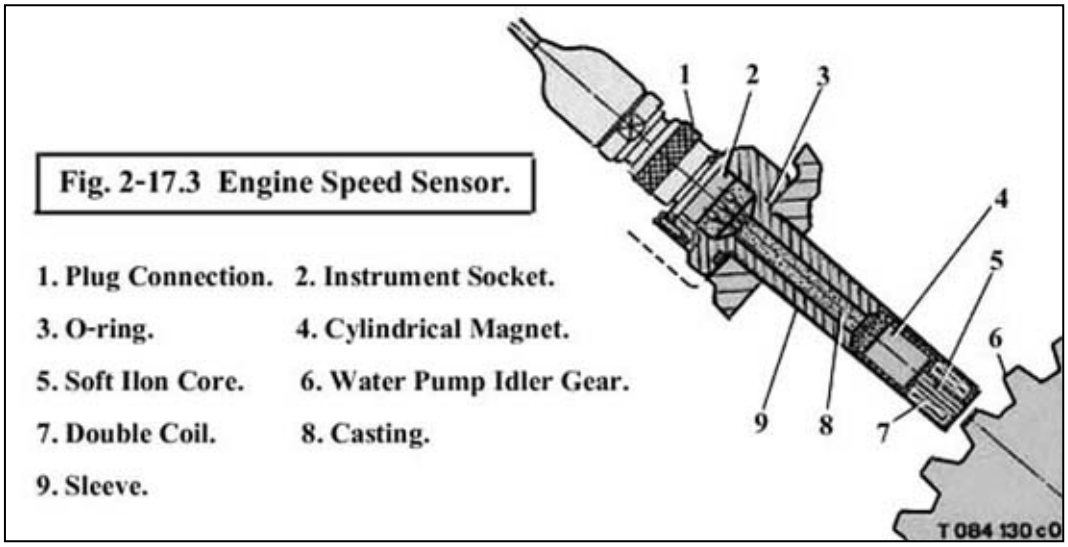


Fig. 2-17.3 Engine Speed Sensor.

1. Plug Connection. 2. Instrument Socket.
3. O-ring. 4. Cylindrical Magnet.
5. Soft Ilon Core. 6. Water Pump Idler Gear.
7. Double Coil. 8. Casting.
9. Sleeve.

การทำงาน

เครื่องควบคุมความเร็วแบบนี้ จะมีการทำงานเป็น 2 ส่วน สัมพันธ์กัน ดังนี้

ส่วนแรก ทำหน้าทีเป็นเครื่องควบคุมความเร็ว(Speed Governor) จะรับค่าความเร็วที่ต้องการ(Rated Speed Value)จากระบบควบคุมระยะไกล(Remote Control System)และค่าความเร็วจริง(Actual Speed Value)จากตัวตรวจจับความเร็วเครื่อง ค่าความเร็วทั้งสองจะถูกเปรียบเทียบประมวลผลให้เป็นค่าการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้องการ(Rated Fuel-Feed Value) แล้วส่งให้ส่วนทั้งสอง

ส่วนที่สอง ทำหน้าที่เป็นเครื่องควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel-Injection Governor) จะรับค่าการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจริง(Actual Fuel-Feed Value)จากความต้านทานป้อนกลับเปลี่ยนค่าได้ เข้ามาประมวลผลเปรียบเทียบกับค่าการฉีดน้ำมันเชื่อเพลงที่ต้องการจากส่วนแรก ผลจากการเปรียบเทียบจะถูกขยายสัญญาณ(เพิ่มค่าให้สูงขึ้น)โดยส่วนขยายสัญญาณออก(Driver Output Stage)และส่งเป็นสัญญาณออกไปควบคุมการทำงานของขดลวดแม่เหล็ก(Magnet Coil) เพื่อให้สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงมีการปรับแต่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

ถ้าระบบไฟฟ้าเข้าเลี้ยง(Power Supply)ขัดข้อง สปริงดึงกลับ(Return Spring) จะส่งอาการให้สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงมาอยู่ที่ตำแหน่งหยุดเครื่อง(Stop)ทันที

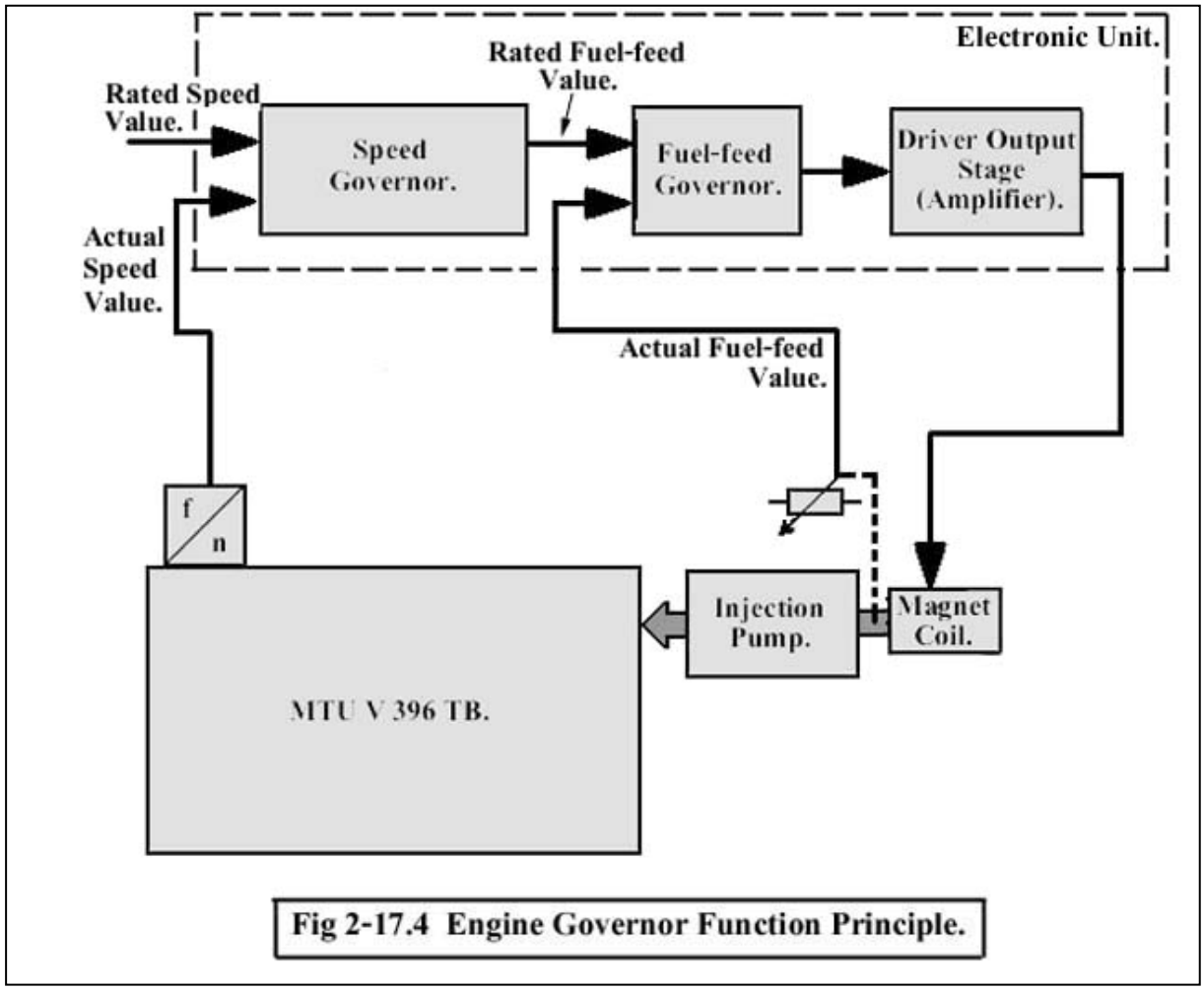


Fig 2-17.4 Engine Governor Function Principle.

ตัวตรวจจับความเร็วเครื่อง,ตัวตรวจจับการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและขดลวดแม่เหล็กที่มีใช้อย่างละ 2 ส่วน ก็เพื่อสำรองไว้ 1 ส่วน คือ ปกติระบบจะใช้งานเพียงส่วนเดียว ซึ่งถ้าส่วนที่ใช้งานอยู่ขัดข้อง ระบบจะเปลี่ยนไปใช้งานส่วนที่ 2 โดยอัตโนมัติ

รายละเอียดต่างๆ ให้ดูในคู่มือ MTU Elektronik.

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียด บทที่ 9 ข้อ 11

6.4 เครื่องควบคุมความเร็วแบบอิเล็กทรอนิค Barber Colman (รูป 2-18.1 ถึง 2-18.3)

สำหรับเครื่องขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

แบบ(Model) DYNA 1+4

บริษัทผู้ผลิต Barber Colman

ทำหน้าที่ จำกัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เมื่อเริ่มเดินเครื่อง

ปรับแต่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมะสมกับภาระและความเร็วเครื่อง

ลักษณะ

ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

ตู้ต่อปลายสาย(Junction Box) ภายในประกอบด้วยส่วนและอุปกรณ์ที่สำคัญ คือ ตู้ควบคุมอิเล็กทรอนิค (Electronic Control Box),ความต้านทานเปลี่ยนค่าได้(Potentiometer) จำนวน 2 ตัว ขนาดตัวละ 50 kohms,ความต้านทาน(Resistor) จำนวน 1 ตัวและแผงต่อปลายสายต่างๆ(Terminals) ภายในตู้ควบคุมอิเล็กทรอนิค(Electronic Control Box) ประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิคที่จะทำงานเปรียบเทียบค่าความเร็วจริงของเครื่อง(Actual Speed Value)กับค่าความเร็วที่ตั้งไว้(Nominal Speed Value) เพื่อส่งสัญญาณไปปรับแต่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่อง

ตัวตรวจจับความเร็วเครื่อง(Speed Sensor) ประกอบอยู่ที่เฟืองเริ่มเดินเครื่อง(Starter Ring Gear) ประกอบด้วยขดลวด(Coil) 1 ขด ซึ่งจะกำเนิดคลื่นแรงเคลื่อน(Volltage Pulses) ที่มีค่าความถี่สัมพันธ์โดยตรงกับความเร็วเครื่อง

ตัวกระตุ้นการทำงาน(Actuator) ประกอบอยู่ที่สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Pump)

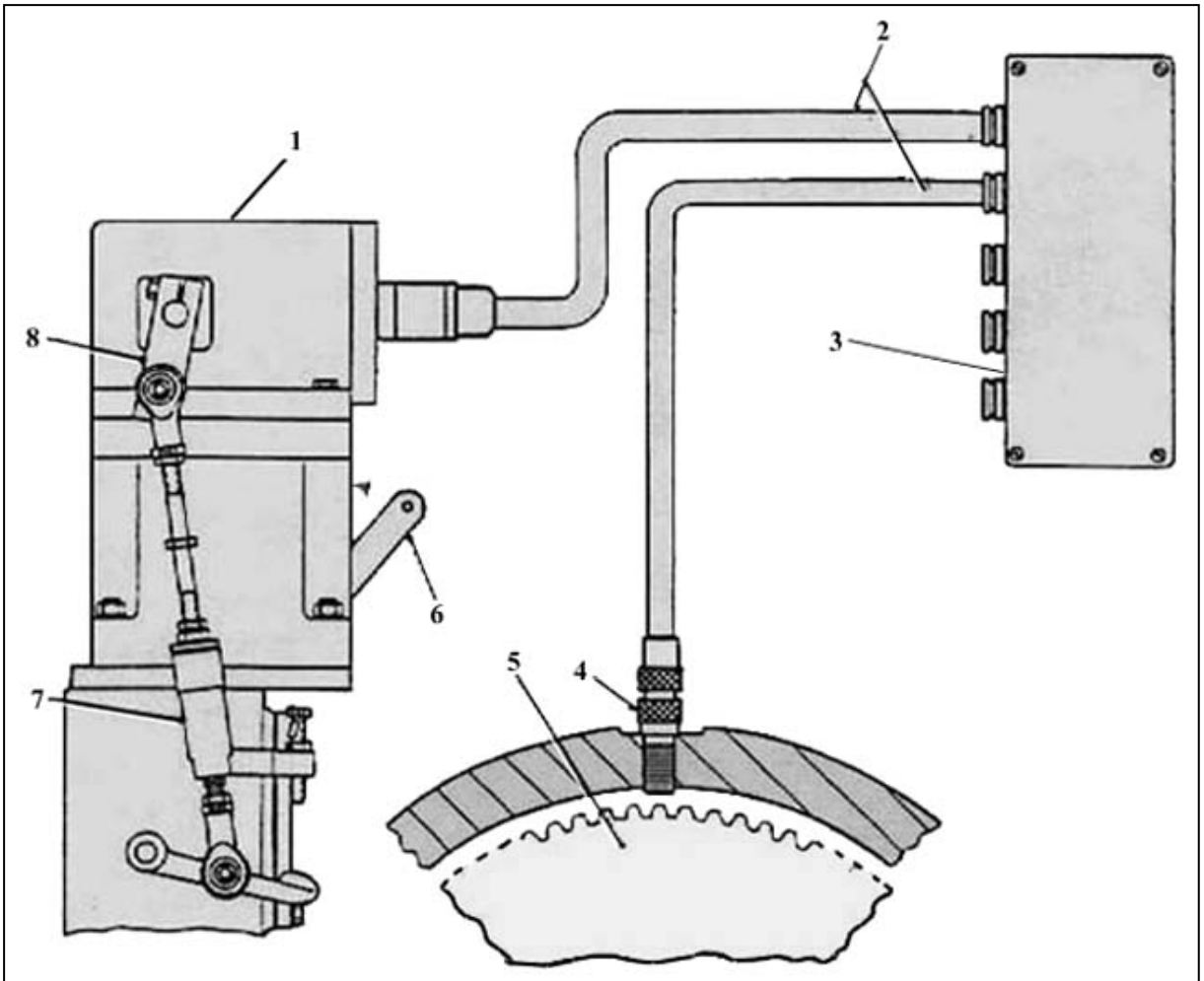


Fig. 2-18.1 Engine Governor(Electronic Governor , Barber Colman).

1. Actuator.	2. Connecting Cable.	3. Juction Box.	4. Engine Speed Sensor.
5. Start Ring Gear.	6. Shutdown.	7. Accumulator Link.	8. Actuator Lever to Fuel Injection Pump.

ภายในประกอบด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า(Solenoid),ความต้านทานเปลี่ยนค่าได้(Potentiometer)และสปริง โดยขดลวดแม่เหล็กและสปริง ทำหน้าที่ส่งอาการเลื่อนตัวให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Rack)ในทิศทางตรงข้ามกัน และความต้านทานเปลี่ยนค่าได้จะทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจับการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel-Feed Sensor) ที่ส่งค่าการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจริงของเครื่อง ให้ตู้ควบคุมอิเล็กทรอนิค

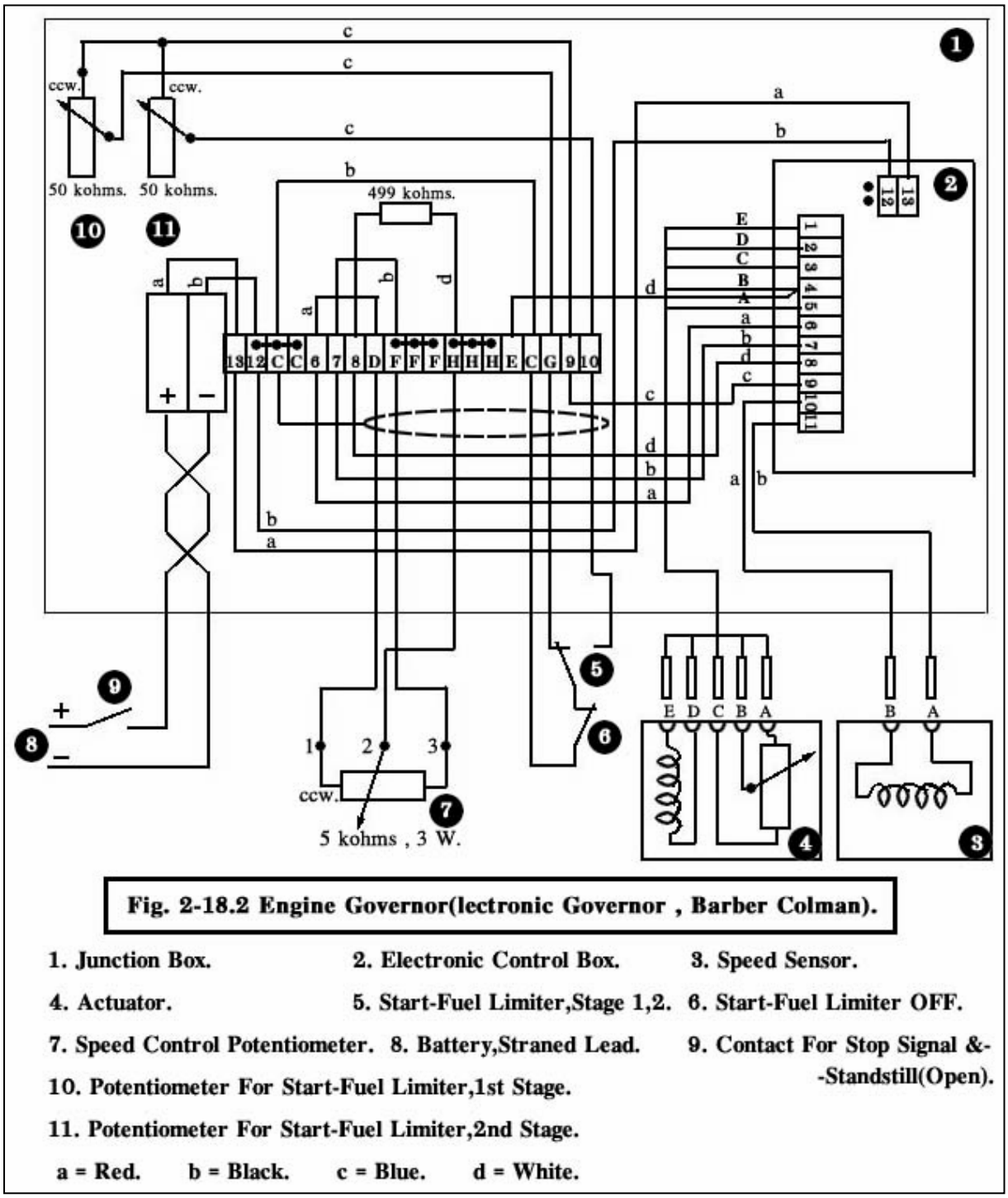


Fig. 2-18.2 Engine Governor(lectronic Governor , Barber Colman).

1. Junction Box.
2. Electronic Control Box.
3. Speed Sensor.
4. Actuator.
5. Start-Fuel Limiter,Stage 1,2.
6. Start-Fuel Limiter OFF.
7. Speed Control Potentiometer.
8. Battery,Straned Lead.
9. Contact For Stop Signal &--Standstill(Open).
10. Potentiometer For Start-Fuel Limiter,1st Stage.
11. Potentiometer For Start-Fuel Limiter,2nd Stage.

a = Red. b = Black. c = Blue. d = White.

หน่วยตั้งค่าความเร็วเครื่อง(Speed Setting Unit) แบบไฟฟ้า(Electric) ทำหน้าที่ปรับแต่งความเร็วเครื่องโดยอัตโนมัติ ประกอบด้วยความต้านทานเปลี่ยนค่าได้(R1:Potentiometer) ขนาด 5 Kohms ,3 W.(ที่ 10 รอบ) ได้รับการหมุนปรับแต่งค่าความต้านทานจากมอเตอร์ผ่านเฟือง(Gear)หรือปุ่มหมุน(Knob)ผ่านเฟืองเช่นเดียวกัน, สวิทช์จำกัด 3 ตัว เป็นกลไกที่ทำหน้าที่จำกัดระยะเลื่อนในการปรับแต่งค่าความต้านทานเปลี่ยนค่าได้ของมอเตอร์ คือ S 1 ทำหน้าที่จำกัดความเร็วสูงสุด(Upper Limit) , S 2 ทำหน้าที่จำกัดความเร็วต่ำสุด(Lower Limit) และ S 3 ทำหน้าที่ส่งสัญญาณความเร็วกึ่งกลาง(Intermediate Setting)

การทำงาน

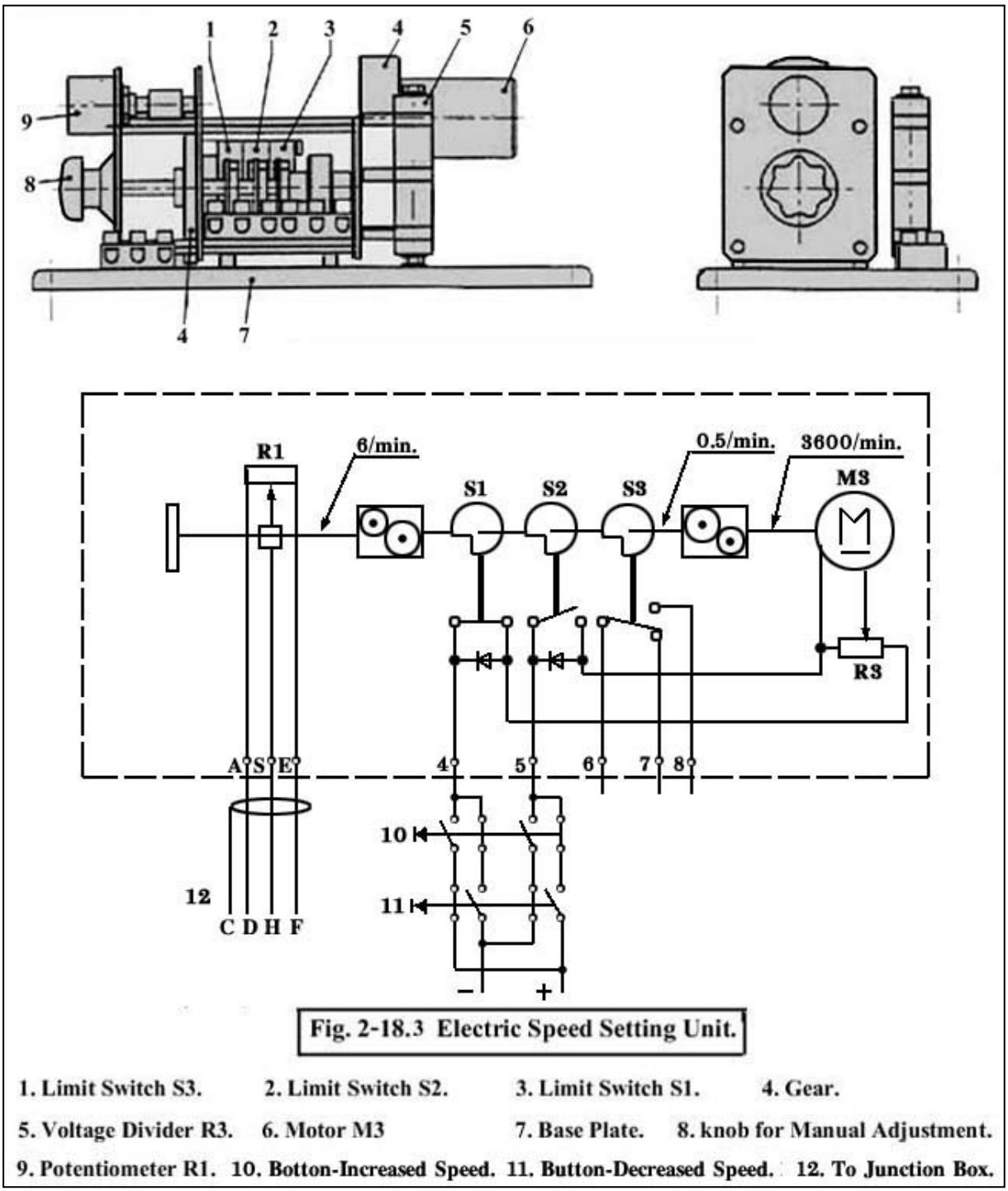


Fig. 2-18.3 Electric Speed Setting Unit.

1. Limit Switch S3. 2. Limit Switch S2. 3. Limit Switch S1. 4. Gear.
5. Voltage Divider R3. 6. Motor M3 7. Base Plate. 8. knob for Manual Adjustment.
9. Potentiometer R1. 10. Botton-Increased Speed. 11. Button-Decreased Speed. 12. To Junction Box.

ตู้ควบคุมอิเล็กทรอนิค จะได้รับสัญญาณตั้งค่าความเร็ว(Speed Setting Signal) จากความต้านทานเปลี่ยนค่าได้ของหน่วยตั้งค่าความเร็งเครื่องและค่าความเร็วเครื่องจริง(Actual Speed Value)เข้ามาเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างของค่าทั้งสอง ผลของการเปรียบเทียบจะส่งเป็นสัญญาณออก โดยมีการขยายสัญญาณให้ตัวกระตุ้นการทำงาน ส่งอาการให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง มีการปรับแต่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ให้เหมาะสมกับความเร็วและภาระของเครื่อง

การจำกัดระยะเลื่อนคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อให้มีการเผาไหม้ดีที่สุด โดยความต้านทานเปลี่ยนค่าได้ (10,11) มี 2 ขั้น(Stage) คือ ขั้นที่ 1 ช่วงเริ่มเดินเครื่อง(Start-up) จะเริ่มมีการทำงานได้เมื่อเปิดกระแสไฟเข้าระบบ (Switch On) ขั้นที่ 2 ช่วงเพิ่มความเร็วเครื่อง(Run-up) จะเริ่มมีการทำงานได้เมื่อความเร็งเครื่องสูงประมาณ 300 รอบ/นาที โดยรีเลย์ความเร็วเครื่อง(Speed-Sensitive Relay) การจำกัดระยะเลื่อนคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงนี้ สามารถยกเลิกได้โดยการส่งสัญญาณของสวิทช์ต่างๆ คือ กำลังดันอากาศดีเข้าเครื่องหรือความเร็งเครื่องสูงถึง 80 % ของความเร็วใช้การ เมื่อการจำกัดระยะเลื่อนคันแร็คมีการทำงาน กระแสไฟลบ(-) จะผ่านจุดต่อปลายสาย(Terminal) C และความต้านทานเปลี่ยนค่าได้(ตัวที่ทำงานอยู่ในช่วงนั้น)ให้ตู้ควบคุมอิเล็กทรอนิค เพื่อให้มีการจำกัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในช่วงเริ่มเดินเครื่อง(Start-up)และช่วงเพิ่มความเร็วเครื่อง(Run-up)

การตั้งค่าความเร็วเครื่อง คือ การเพิ่ม-ลดความเร็วเป็น ดังนี้ คือ เมื่อกดปุ่ม Increase กระแสไฟจะผ่านจุดต่อปลายสาย 4 , สวิทช์จำกัด S1 , ตัวแบ่งกระแส(Voltage Divider) R3 และมอเตอร์ แล้วกลับทางจุดต่อปลายสาย 5 ทำให้มอเตอร์หมุนให้คานเลื่อน(Slider) S ของความต้านทานเปลี่ยนค่าได้ R1 เลื่อนไปทาง E แต่ถ้ากดปุ่ม Decrease กระแสไฟจะผ่านจุดต่อปลายสาย 5 ,สวิทช์จำกัด S2 , ตัวแบ่งกระแส S 3 และมอเตอร์ แล้วกลับทางจุดต่อปลายสาย 4 ทำให้มอเตอร์หมุนให้คานเลื่อน S เลื่อนไปทาง A (รายละเอียดต่างๆ ให้ดูในคู่มือ MTU Elektronik)

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดดูบทที่ 9 ข้อ 11

7. อุปกรณ์ตัดการทำงานของสูบ(Cylinder Cutout) (รูป 2-19.1 ถึง 2-19.3)

เป็นอุปกรณ์เพิ่มเติม มีใช้ในเครื่องจักรใหญ่บางเครื่องเท่านั้น

ทำหน้าที่ ตัดการทำงานของสูบ(Cut-out) 1 แถวสูบ(Bank) เมื่อเดินเครื่องตัวเปล่า(Idle Speed) หรือ เมื่อเครื่องรับภาระน้อย(Low-load) โดยการตัดน้ำมันเชื้อเพลิง และ จะต่อการทำงานของสูบ(Cut-in) หรือส่งน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสูบเมื่อเข้าคลัทช์

ข้อดี ทำให้สูบที่จุดระเบิดมีการเผาไหม้ที่ดี

ลดควันขาวที่เกิดจากน้ำมันเชื้อเพลิงไม่เผาไหม้

ทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ไม่เผาไหม้จะไปปนน้ำมันหล่อลดลง

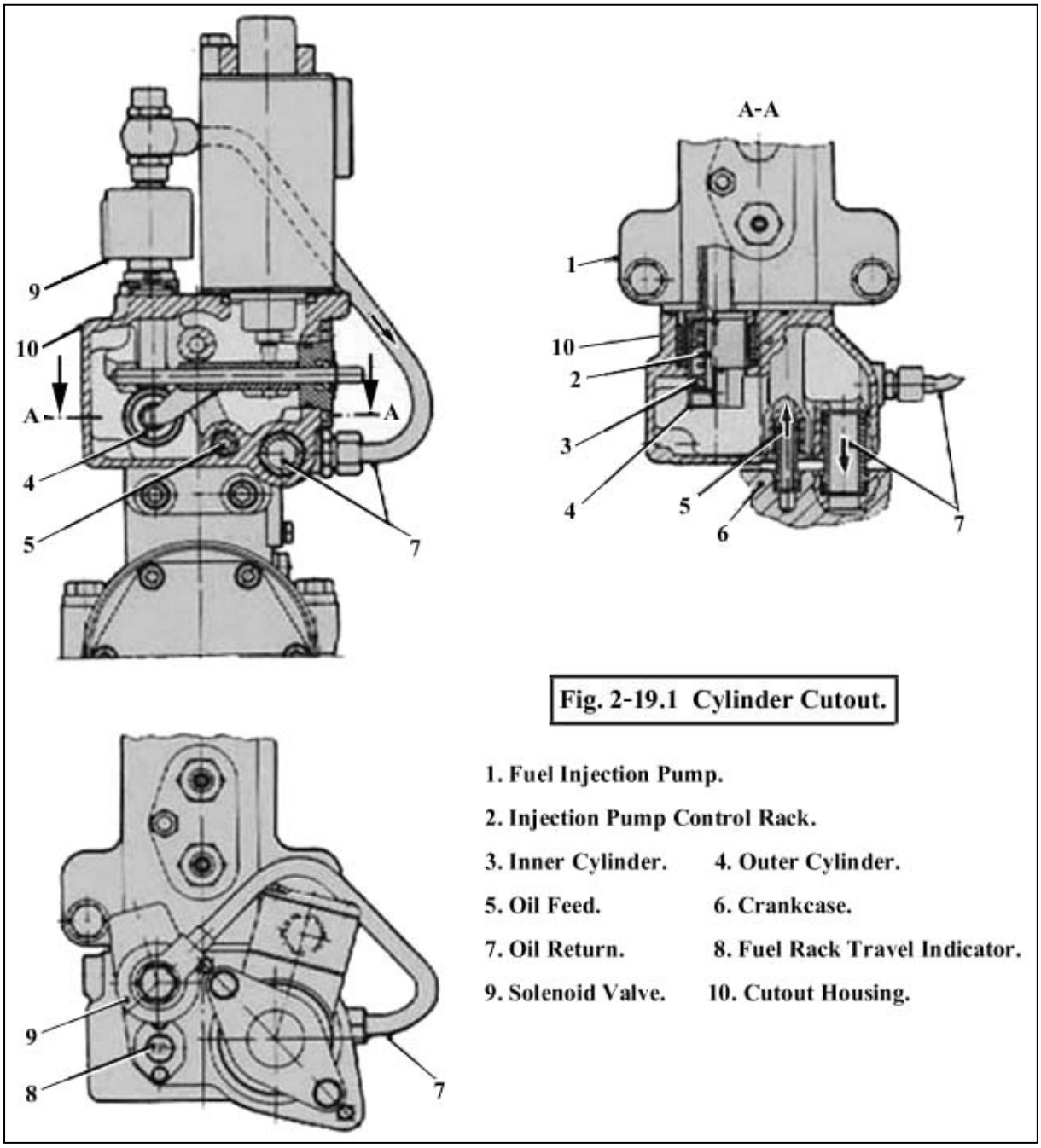


Fig. 2-19.1 Cylinder Cutout.

1. Fuel Injection Pump.
2. Injection Pump Control Rack.
3. Inner Cylinder.
4. Outer Cylinder.
5. Oil Feed.
6. Crankcase.
7. Oil Return.
8. Fuel Rack Travel Indicator.
9. Solenoid Valve.
10. Cutout Housing.

ลักษณะ

ส่วนประกอบต่างๆของอุปกรณ์ตัดการทำงานของสูบ จะประกอบอยู่ที่สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Pump) ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ กลไกตัดการทำงานของสูบ(Cylinder Cutout Mechanism) และลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้า 3/2 ทาง(3/2-Way Solenoid Valve)

ลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้า 3/2 ทาง(3/2-Way Solenoid Valve) ประกอบด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า(Solenoid) ที่ทำงานด้วยกระแสไฟตรง 24 V.และอาร์เมเจอร์(Armature) ซึ่งถ้าไม่มีกระแสไฟฟ้าเข้าเลี้ยงขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า (De-energized) อาร์เมเจอร์จะส่งอาการให้ลิ้นปิดช่องทางน้ำมันหล่อและเมื่อมีกระแสไฟเข้าเลี้ยงขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า(Energized) จะทำให้อาร์เมเจอร์จะส่งอาการให้ลิ้นเปิดช่องทางน้ำมันหล่อ

กลไกตัดการทำงานของสูบ(Cylinder Cutout Mechanism) ประกอบอยู่ภายในสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ทำงานด้วยกำลังดันน้ำมันหล่อ(จากระบบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์) ประกอบด้วย

= เรือนกลไกตัดการทำงาน(Cutout Housing) เป็นที่ประกอบอุปกรณ์กลไกต่างๆและเป็นช่องทางกำลังดันน้ำมันหล่อเข้า-ออก

= ปลอกสูบชั้นนอก(Outer Cylinder) เป็นส่วนที่ส่งอาการเลื่อนตัวให้กับคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงชั้นนอก (Control Rack Outer Section) ซึ่งจะส่งต่ออาการหมุนให้ลูกสูบเลื่อน(Plunger)ของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของแถวสูบที่จะมีการตัด-ต่อการทำงาน(Cut-out/Cut-in) ส่วนลูกสูบเลื่อน(Plunger)ของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของแถวสูบที่จะทำงานจุดระเบิดตลอดเวลาที่เดินเครื่อง จะรับอาการหมุนจากคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงชั้นใน(Control Rack Inner Section) ซึ่งรับการทำงานจากเครื่องควบคุมความเร็ว(Speed Governor)โดยตรง

= ลูกสูบ(Piston),สปริงล็อคคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(Control Rack Lock-up Spring)และปลอกสูบชั้นใน (Inner Cylinder) จะเป็นส่วนที่จะตัด-ต่อการส่งต่ออาการ ระหว่างคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงชั้นนอกกับคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงชั้นใน

การทำงาน

เมื่อลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้าไม่มีกระแสไฟเข้าเลี้ยง(De-energized) ลิ้นจะปิดช่องทางน้ำมันหล่อจากท่อส่งน้ำมันหล่อ(Oil Feed) ที่จะเข้าทำงานในกลไกตัดการทำงานของสูบ และเปิดระบายกำลังดันภายในกลไกการตัดทำงานของสูบออกภายนอก ทางท่อน้ำมันหล่อกลับ(Oil Return) ทำให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงชั้นในซึ่งรับอาการทำงานจากเครื่องควบคุมความเร็ว ส่งต่ออาการผ่านสปริงล็อคคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงชั้นนอกเลื่อนไปด้วย ทำให้ลูกสูบเลื่อน(Plunger)ของทั้งสองแถวสูบหมุนตัว ให้มีการส่งน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสูบทุกสูบเหมือนกัน นั่นคือ ทุกสูบมีการจุดระเบิดหรือต่อการทำงานของสูบ(Cut-in) ตามปกติ

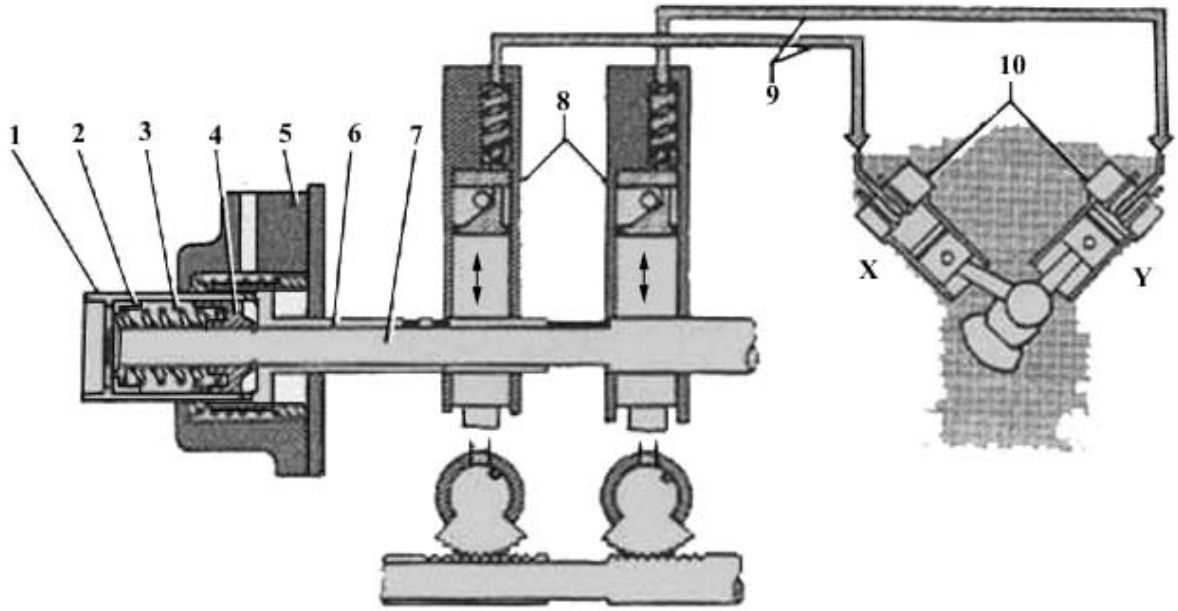
เมื่อลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้ามีกระแสไฟเข้าเลี้ยง(Energized) ลิ้นจะเปิดน้ำมันหล่อจากท่อส่งน้ำมันหล่อ เข้าทำงานในปลอกสูบชั้นในและชั้นนอกของกลไกตัดการทำงานของลูกสูบ และปิดช่องทางน้ำมันหล่อกลับ ทำให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงชั้นนอกเลื่อนตัว ส่งอาการหมุนลูกสูบเลื่อน(Plunger)ใน 1 แถวสูบ ไปที่ตำแหน่งไม่ส่งน้ำมันเชื้อเพลิงหรือหยุดเครื่อง(Stop) นั่นคือ การตัดของสูบ(Cut-out) 1 แถวสูบ (Bank) ในขณะที่คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงชั้นในซึ่งรับอาการจากเครื่องควบคุมเร็วโดยตรง จะส่งอาการหมุนลูกสูบเลื่อน(Plunger)อีก 1 แถวสูบ ให้มีการส่งน้ำมันเชื้อเพลิงตามปกติ นั่นคือ มีการจุดระเบิดตามปกติ(Cut-in) 1 แถวสูบ

การซ่อมบำรุงรักษา

ไม่มี

Fig. 2-19.2 Normal Operating Position(All Cylinder Operative).

1. Outer Cylinder. 2. Inner Cylinder. 3. Control Rack Lock-up Spring. 4. Piston.
5. Cutout Housing. 6. Control Rack Outer Section. 7. Control Rack Inner Section.
8. Pump Element. 9. H.P. Fuel Line. 10. Cylinder X and Y Operative.



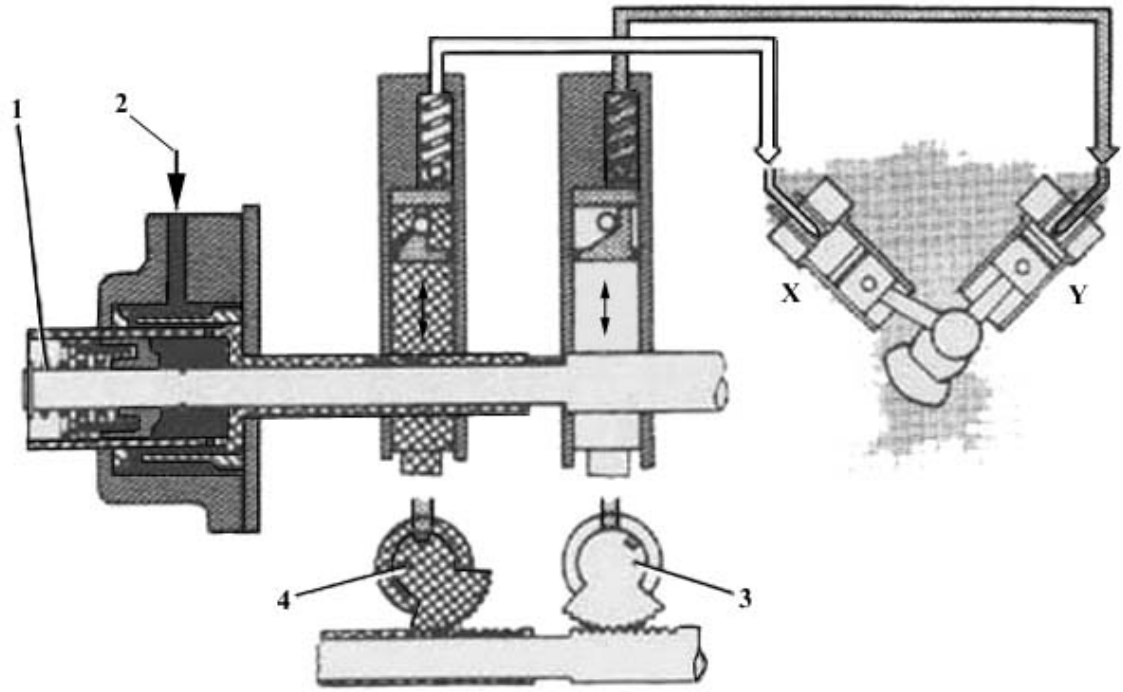


Fig. 2-19.3 Cutout Actuated Position.

1. Governor Booster Spring. 2. Pressurized Oil. 3. Element Turned for Delivery.
4. Element Held at Zelo Delivery. X = Inactive Cylinder. Y = Operative Cylinder.

บทที่ 3

ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง

(Fuel System)

ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง ทำหน้าที่ส่งน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปผสมกับอากาศดีภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ ซึ่งในเครื่องแต่ละแบบ(TC/TB/TE)จะมีหลักการทำงานเหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันในรายละเอียดของส่วนประกอบเท่านั้น(ดูในคู่มือประจำเครื่อง)

1.ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบ (รูป 3-1.1 / 3-1.2)

หม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Prefilter) (รายละเอียด ข้อ 3.1)

สูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Delivery Pump) (รายละเอียด ข้อ 3.2)

สูบโยกมือน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Hand Pump) (รายละเอียด ข้อ 3.3)

หม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Duplex Filter) (รายละเอียด ข้อ 3.4)

หม้อรับน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล(Leak-off Fuel Tank) (รายละเอียดข้อ 3.5)

อุปกรณ์ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Equipment) (รายละเอียดบทที่ 2 ข้อ 6)

2.การทำงานของระบบ (รูป 3-1.1)

เมื่อเดินเครื่อง สูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Delivery Pump)ซึ่งเป็นแบบเฟือง(Gear Pump) ได้รับการขับหมุนโดยเพลาลูกเบี้ยวด้านซ้าย จะดูดน้ำมันเชื้อเพลิงผ่านหม้อกรองหยาบ(Fuel Prefilter)เข้ามากรองสิ่งสกปรกที่ปนมากับน้ำมันเชื้อเพลิง แล้วส่งออกไปผ่านหม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Duplex filter)ซึ่งจะกรองสิ่งสกปรกอีกครั้งหนึ่ง น้ำมันเชื้อเพลิงที่ผ่านการกรองแล้วนี้ จะถูกส่งเข้าสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Pump) ซึ่งจะสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง(ประมาณ 240 บาร์) ผ่านท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง(High Pressure)ไปเข้าหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injector) ซึ่งจะเปิดฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยเข้าผสมกับอากาศดีภายในกระบอกสูบ ทำให้เกิดการเผาไหม้ต่อไป

น้ำมันเชื้อเพลิงที่เหลือจากการส่งของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง จะถูกส่งออกภายนอกระบบ(กลับถังใช้การ)ทางท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกลับถัง(Fuel Return Line)ผ่านลิ้นน้ำมันล้น(Overflow Valve) ซึ่งตั้งค่ากำลังดันเปิดไว้ที่ 2.0 บาร์ เพื่อรักษากำลังดันน้ำมันเชื้อเพลิงไว้ภายในสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและช่วยไล่อากาศออกจากสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

น้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล(Leak-off Fuel)ภายในหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(เป็นลักษณะปกติของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง) จะถูกส่งออกภายนอกผ่านท่อน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล(Leak-off fuel Line)และลิ้นกันกลับ(Non-Return Valve) ไปรวมกับน้ำมันเชื้อเพลิงจากท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกลับถังที่ช่องจำกัดการไหล(Flow Restrictor) ส่งออกจากระบบไป

กำลังดันน้ำมันเชื้อเพลิงจากสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง จะถูกรักษากำลังดันไว้ไม่ให้เกิน 6.5 บาร์ ด้วยลิ้นผ่อนกำลังดัน(Pressure Relief Valve)ของสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง

ที่หม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง จะมีการไล่อากาศ(Vent)ออกจากระบบตลอดเวลาด้วยกำลังดันภายในระบบเอง ผ่านลิ้นกันกลับ(Non-Return Valve) ซึ่งตั้งค่ากำลังดันเปิดไว้ที 0.5 บาร์และช่องจำกัดการไหล (flow Restrictor) ออกไปรวมกับน้ำมันเชื้อเพลิงที่ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกลับถัง เพื่อส่งออกภายนอกไป ลิ้นกันกลับในส่วนนี้จะทำให้เราสามารถเปลี่ยนไส้หม้อกรองละเอียดทีละใบได้ในขณะที่เครื่องเดินอยู่ และช่องจำกัดการไหลช่วยจะลดการสูญเสียกำลังดันภายในระบบไปกับการไล่อากาศให้น้อยที่สุด

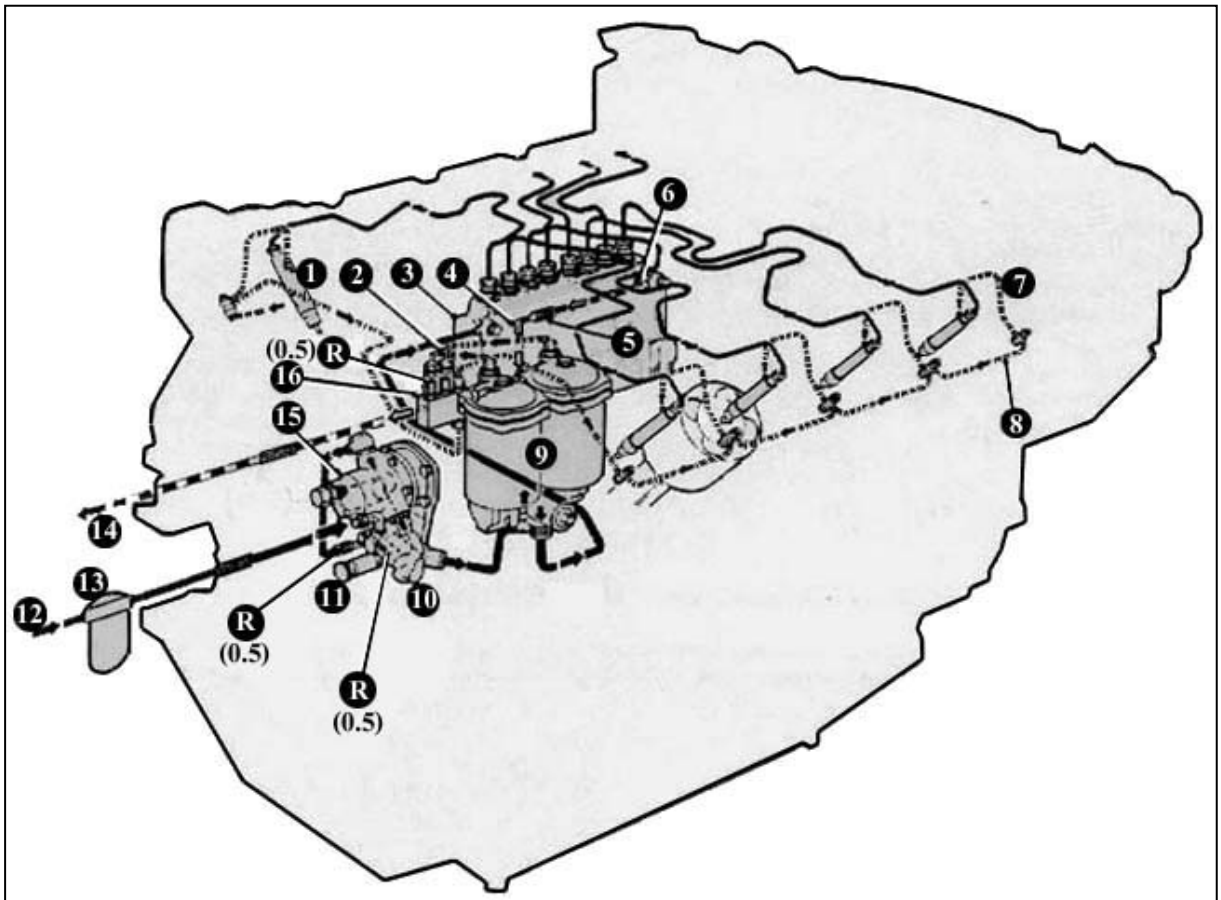


Fig. 3-1.1 Fuel System (8 V 396 TC)

1. Fuel Injector.	2. Vent Line.	3. Fuel Injection Pump.
4. Fuel Return Line.	5. Over Flow Valve.	6. Cold Start Equipment Connection.
8. Leak-off Fuel Collecting Line	9. Fuel Duplex Filter.	10. Collecting Reservoir.
11. Fuel Priming Pump.	12. From the Fuel Tank.	13. To the Fuel Prefilter.
14. To the Fuel Tank.	15. Fuel Delivery Pump.	16. Flow Restrictor.

R = Non-return Valve (BAR).

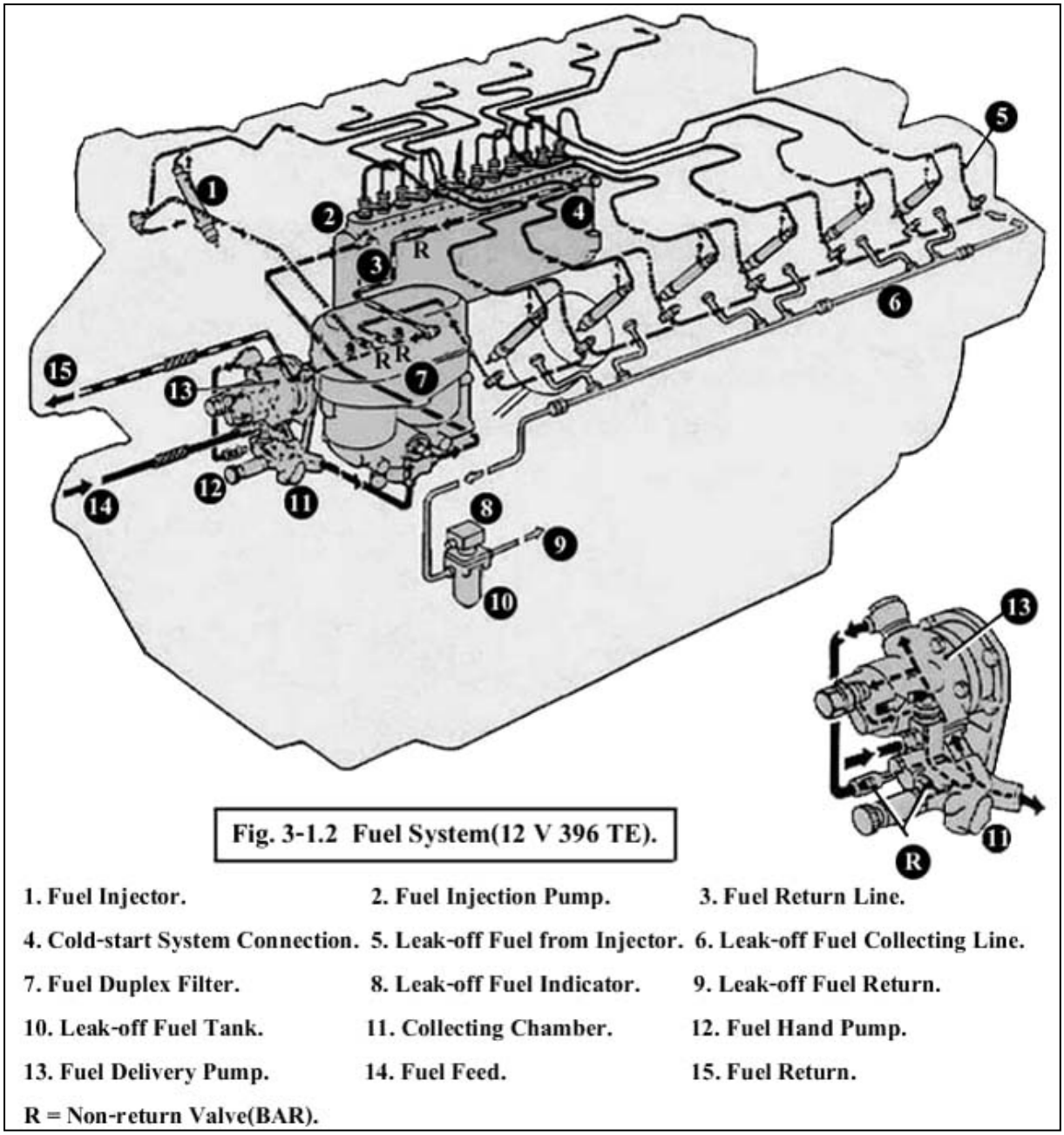


Fig. 3-1.2 Fuel System(12 V 396 TE).

1. Fuel Injector.	**2. Fuel Injection Pump.**	**3. Fuel Return Line.**
4. Cold-start System Connection.	**5. Leak-off Fuel from Injector.**	**6. Leak-off Fuel Collecting Line.**
7. Fuel Duplex Filter.	**8. Leak-off Fuel Indicator.**	**9. Leak-off Fuel Return.**
10. Leak-off Fuel Tank.	**11. Collecting Chamber.**	**12. Fuel Hand Pump.**
13. Fuel Delivery Pump.	**14. Fuel Feed.**	**15. Fuel Return.**

R = Non-return Valve(BAR).

จาก รูป 3-1.2 *ในบางเครื่อง* ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง(High Pressure Line) จะมีท่อหุ้มอยู่อีกชั้นหนึ่ง หรือเป็นท่อ 2 ชั้น ระหว่างสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงถึงเรือนกลไกควบคุมลิ้น(Valve Gear Housing) น้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงที่ส่งเข้าหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกส่งผ่านท่อชั้นใน ส่วนท่อชั้นนอก(ช่องว่างระหว่างท่อชั้นนอกกับท่อชั้นใน) จะใช้รองรับน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งอาจจะรั่วไหลจากท่อชั้นใน(ปกติจะต้องไม่มี) ถ้ามี น้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหลส่วนนี้ จะไหลผ่านท่อชั้นนอกและช่องทางที่ส่วนกลางของเรือนกลไกควบคุมลิ้น ออกจากเครื่อง ทางท่อน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหลด้านข้างเครื่อง ไปเข้าหม้อรับน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล(Leak-off Fuel Tank) เพื่อทำให้เกิดสัญญาณเตือน(Alarm)ต่อไป

ในขณะที่ไม่ได้เดินเครื่อง สามารถไล่อากาศออกจากระบบได้โดยใช้สูบโยกมือน้ำมันเชื้อเพลิง

3.การซ่อมบำรุงรักษาระบบ

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 40-42

4.รายละเอียดของระบบ

4.1 หม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Prefilter) (รูป 3-2)

ประกอบอยู่ที่ ทางเข้าสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Delivery Pump)

ทำหน้าที่ กรองน้ำมันเชื้อเพลิงก่อนเข้าสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง(ก่อนเข้าระบบ)

ในแต่ละเครื่องจะมีลักษณะและขนาดแตกต่างกัน ในที่นี้จะกล่าวถึงแบบตะแกรงโลหะ(Edge-Type Filter)

ความถี่ในการกรอง 0.1 มม.

ลักษณะการทำงาน

ภายนอก จะเป็นถ้วยหม้อกรอง(Filter Bowl) ประกอบอยู่ด้านล่าง ยึดติดกับหัวหม้อกรอง(Filter Head) ด้วยสลักและนัตยึด(Securing Nut) ที่หัวหม้อกรองประกอบด้วยช่องทางน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า-ออก 2 ช่องทาง

ภายในถ้วยหม้อกรอง ประกอบด้วยแปรงกวาด(Cleaning Rake)ยึดอยู่กับหัวหม้อกรองและไส้หม้อกรองแบบตะแกรงโลหะซึ่งสามารถหมุนได้ด้วยมือหมุน(Handle) เพื่อให้แปรงกวาดกรีดทำความสะอาดผิวภายนอกไส้หม้อกรอง

น้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกดูดเข้ามาผ่านช่องทางเข้าที่หัวหม้อกรอง เข้าไปภายในถ้วยหม้อกรองรอบๆภายนอกไส้หม้อกรอง น้ำมันเชื้อเพลิงที่สะอาดจะผ่านไส้หม้อกรองเข้าภายในและออกทางช่อง-ทางออกที่หัวหม้อกรอง

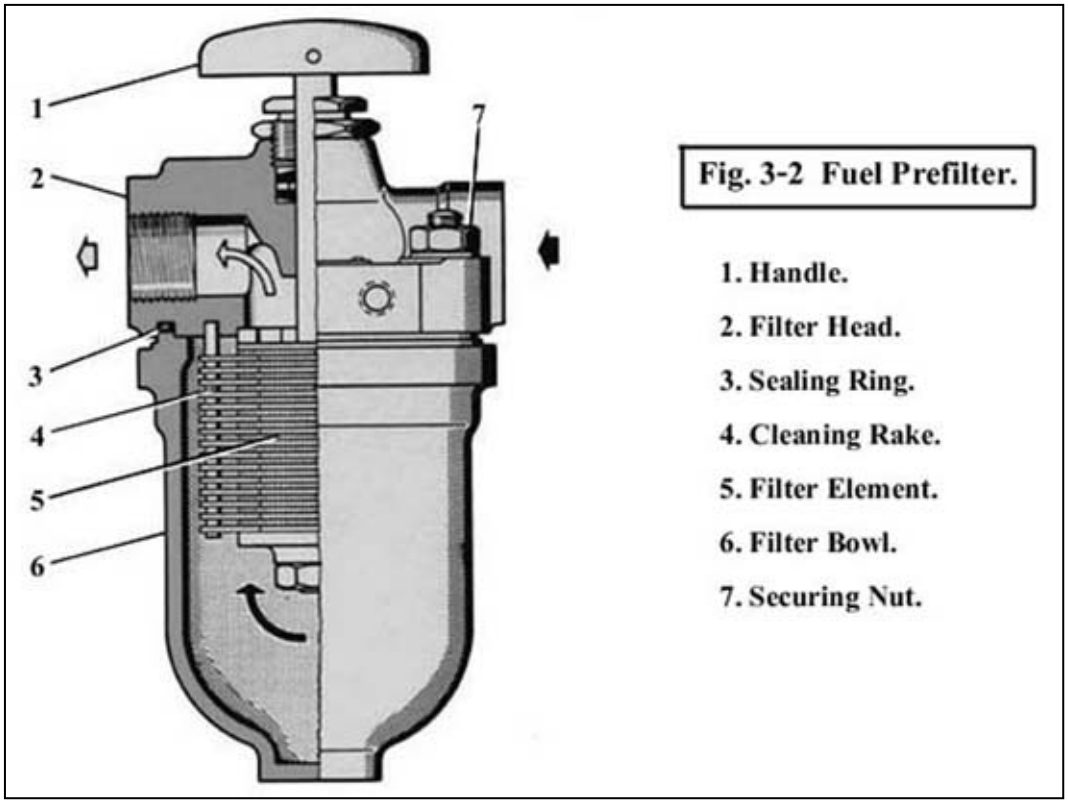


Fig. 3-2 Fuel Prefilter.

1. Handle.
2. Filter Head.
3. Sealing Ring.
4. Cleaning Rake.
5. Filter Element.
6. Filter Bowl.
7. Securing Nut.

ส่งเข้าสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงไป สิ่งสกปรกที่ปนมากับน้ำมันเชื้อเพลิงจะเกาะติดอยู่ภายนอกไส้หม้อกรอง

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 44-46

4.2 สูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Delivery Pump) (รูป 3-3)

ประกอบอยู่ที่ด้าน KGS. ของเครื่อง

ทำหน้าที่ สูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันต่ำ เข้าสู่ระบบ

ลักษณะการทำงาน

เป็นสูบแบบเฟือง(Gear Pump) ได้รับการขับหมุนโดยเพลาลูกเบี้ยวด้านซ้ายของเครื่อง

เรือนของสูบ(Housing) ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ หน้าแปลน(Flange),แผ่นรับเฟือง(Gear Carrier Plate) และฝาปิด(Cover) ประกอบเข้าด้วยกันด้วยสลักยึดโดยไม่มีแผ่นกันรั่ว(Gasket)

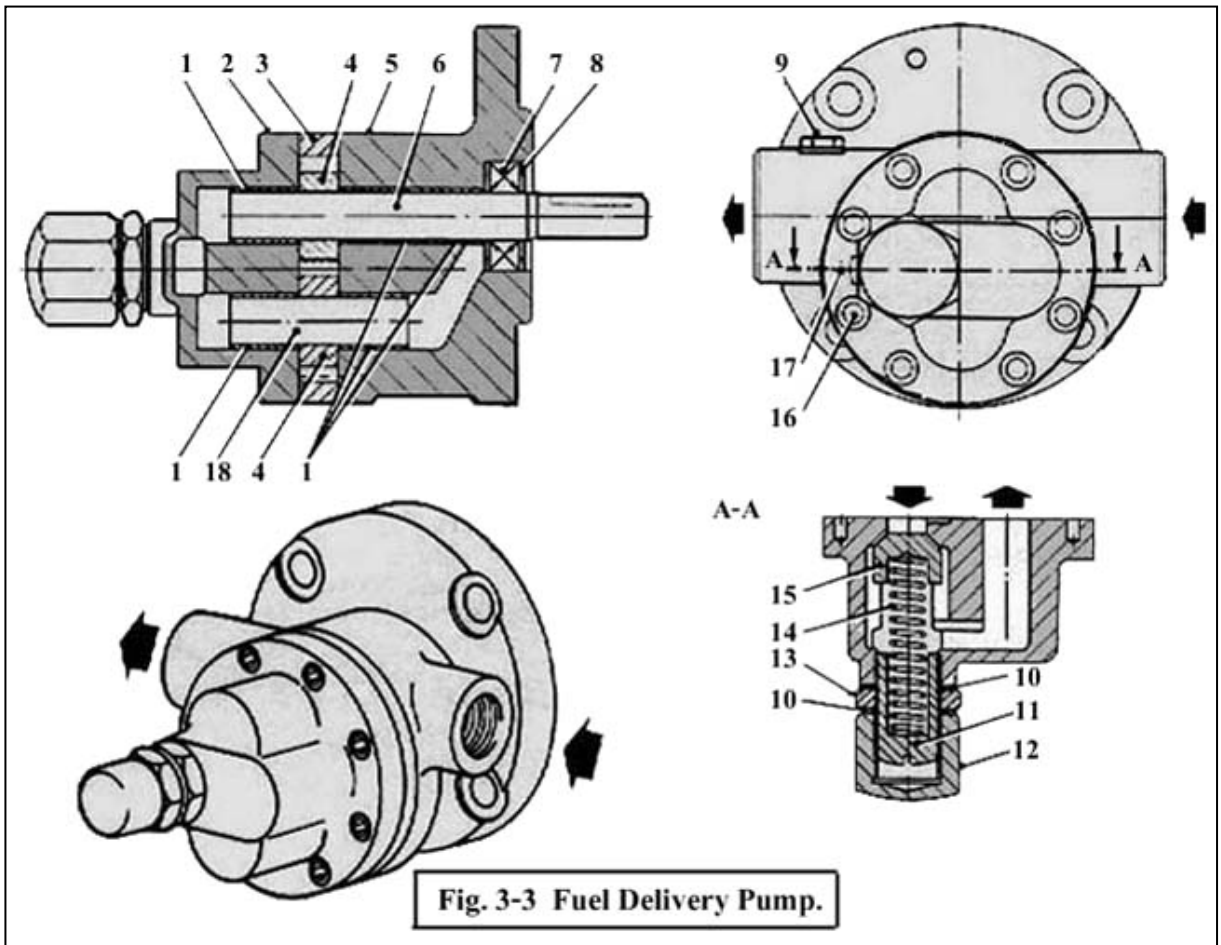


Fig. 3-3 Fuel Delivery Pump.

1. Bushing.	2. Cover.	3. Gear Carrier Plate.	4. Gear.
5. Flange.	6. Drive Shaft.	7. Shaft Seal.	8. Snap Ring.
9. Plug.	10. Sealing Ring.	11. Valve Spindle.	12. Domed Nut.
13. Pipe Nut.	14. Valve Spring.	15. Valve Cone.	16. Socket Head Screw.
17. Tapered Dowel.	18. Pump Shaft Gear.		

ภายในประกอบด้วยเฟือง(Gear)และเพลา(Shaft)ของสูบจำนวน 2 ชุด เป็นเพลาขับ(Drive Shaft) 1 เพลา และเพลาตาม(Pump Gear Shaft) 1 เพลา เพลาทั้งสองรองรับด้วยแบริ่งปลอก(Bushing) ได้รับการหล่อลื่นด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงภายในสูบ

ที่ฝาปิด(Cover) ภายในประกอบด้วยลิ้นผ่อนกำลังดัน(Pressure Relief Valve) ตั้งค่ากำลังดันเปิด (Opening Pressure)ที่ 6.5 บาร์ ทำหน้าที่ เปิดกำลังดันในทางส่งให้ไหลกลับทางดูด ถ้ากำลังดันในทางส่งสูงกว่าเกณฑ์ค่ากำลังดันเปิด

เมื่อเดินเครื่อง เฟืองของสูบจะหมุน เกิดแรงดูดขึ้นภายในสูบและดูดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้ามาในช่องว่างระหว่างฟันเฟืองกับแผ่นรับเฟือง แล้วจะถูกส่งออกจากสูบทางช่องทางส่ง เข้าสู่ระบบไป ถ้ากำลังดันน้ำมันเชื้อเพลิงในช่องทางส่ง สูงกว่าค่ากำลังดันเปิดของลิ้นผ่อนกำลังดันๆ จะเปิดให้กำลังดันในทางส่ง ไหลกลับช่องทางดูด

การซ่อมบำรุงรักษา

ไม่มี

4.3 สูบโยกมือน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Priming Pump) (รูป 3-4)

ประกอบอยู่กับสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง

ทำหน้าที่ ไล่อากาศออกจากระบบน้ำมันเชื้อเพลิง(Priming) เมื่อไม่ได้เดินเครื่อง

แต่ละเครื่องจะมีลักษณะแตกต่างกันบ้าง แต่การทำงานจะเหมือนกัน

ลักษณะการทำงาน

เป็นแบบลูกสูบเลื่อน(Plunger Type)

ภายในเรือนของสูบ(Housing) ประกอบด้วยชุดลูกสูบเลื่อน(Plunger)และก้านลูกสูบเลื่อน(Plunger Rod) ส่งต่ออาการถึงมือจับ(Handle)ภายนอก โดยที่มือจับและปลอก(Sleeve)จะมีเกลียวสำหรับกวดให้ยึดติดกันปลายอีกด้านหนึ่งของเรือนของสูบ ที่ช่องทางดูดและช่องทางส่งประกอบด้วยลิ้นกันกลับ 2 ลิ้น คือ ลิ้นดูด(Intake Valve)และลิ้นส่ง(Delivery Valve)

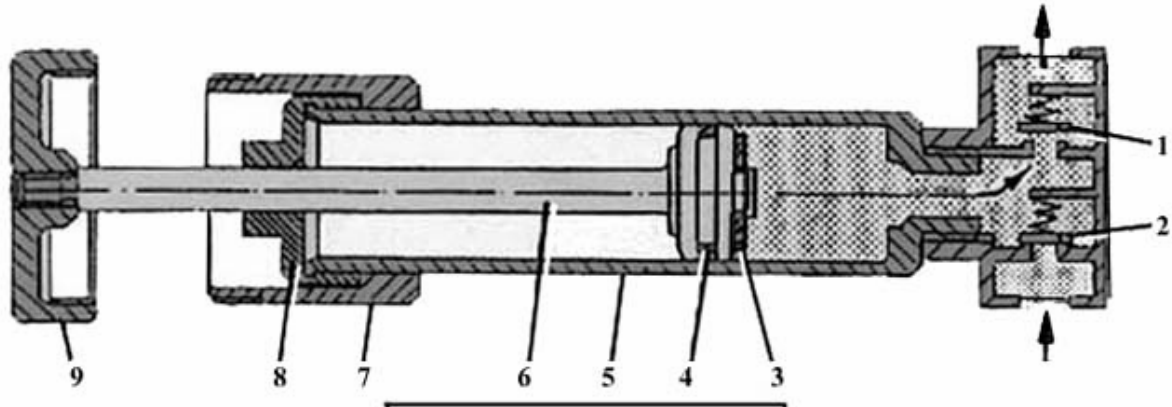


Fig. 3-4 Fuel Hand Pump.

1. Delivery Valve. 2. Intake Valve. 3. Gasket. 4. O-ring. 5. Housing.
6. Plunger Rod. 7. Sleeve. 8. Cover. 9. Handle.

เมื่อดึงมือจับเลื่อนออก จะเป็นจังหวะดูด เกิดแรงดูดขึ้นภายในสูบทำให้ลิ้นส่งปิด ในขณะเดียวกันลิ้นดูดจะเปิด ให้น้ำมันเชื้อเพลิงเข้ามาภายในสูบ

เมื่อกดมือจับเลื่อนเข้า จะเป็นจังหวะส่ง ทำให้ลิ้นดูดปิด ในขณะเดียวกันลิ้นส่งจะเปิด ให้น้ำมันเชื้อเพลิงภายในสูบ ส่งผ่านออกไปเข้าระบบต่อไป

การซ่อมบำรุงรักษา

ไม่มี

4.4 หม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Duplex Filter) (รูป 3-5.1 ถึง 3-5.3)

ประกอบอยู่ระหว่างสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงกับสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

ทำหน้าที่ กรองน้ำมันเชื้อเพลิงก่อนเข้าสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

เป็นแบบหม้อกรองคู่(Duplex or Dual Filter) ใน 1 เครื่อง จะใช้หม้อกรอง 1 ชุด (2 ใบ)

ลักษณะส่วนประกอบจะต่างกันเป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

4.4.1 ลักษณะแรก (รูป 3-5.2)

เครื่องแบบ TC/TB

ลักษณะการทำงาน

ส่วนที่ต่างกัน ในเครื่องทั้งสองแบบ คือ อ่างน้ำมันล้น(Spill Collector)

ส่วนอื่นๆ จะมีลักษณะส่วนใหญ่เหมือนกัน ดังนี้

ภายในเรือนหม้อกรอง(Filter Bowl)แต่ละใบประกอบด้วยไส้หม้อกรองละเอียด(Micronic Element) 1 ใบ

ส่วนล่างของเรือนหม้อกรอง ประกอบด้วยปลั๊กระบาย(Drain Plug)สำหรับเปิดระบายตะกอนภายในหม้อกรองออกทิ้งภายนอก และช่องทางน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า-ออกหม้อกรอง ซึ่งปิด-เปิดได้ด้วยลิ้นเปลี่ยนทาง (Diverter Valve)ที่บิดได้ 4 ตำแหน่ง ทำให้สามารถเปิดใช้หม้อกรองได้ทีละใบ เพื่อเปลี่ยนไส้หม้อกรองได้ในขณะเครื่องเดินอยู่(ปกติจะเปิดใช้พร้อมกันทั้งสองใบ)

ด้านบน ปิดไว้ด้วยฝาปิดหม้อกรอง(Filter Cover) ซึ่งประกอบด้วยปลั๊กระบายอากาศ(Vent Plug) จำนวน 2 ตัว สำหรับเปิดไล่อากาศเมื่อต้องการและช่องทางระบายอากาศ(Vent Line) ซึ่งจะไล่อากาศออกจากระบบตลอดเวลา ด้วยกำลังดันภายในระบบเอง ในขณะเครื่องเดินอยู่

น้ำมันเชื้อเพลิง(จากสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง) จะถูกส่งเข้ามาที่ช่องทางเข้าที่ลิ้นเปลี่ยนทาง เข้าไปภายในหม้อกรองรอบๆภายนอกไส้หม้อกรอง น้ำมันที่สะอาดจะผ่านไส้หม้อกรองเข้าภายในและไหลออกจากหม้อกรองผ่านลิ้นเปลี่ยนทางเข้าสู่ระบบต่อไป สิ่งสกปรกต่างๆจะเกาะติดอยู่ภายนอกไส้หม้อกรอง

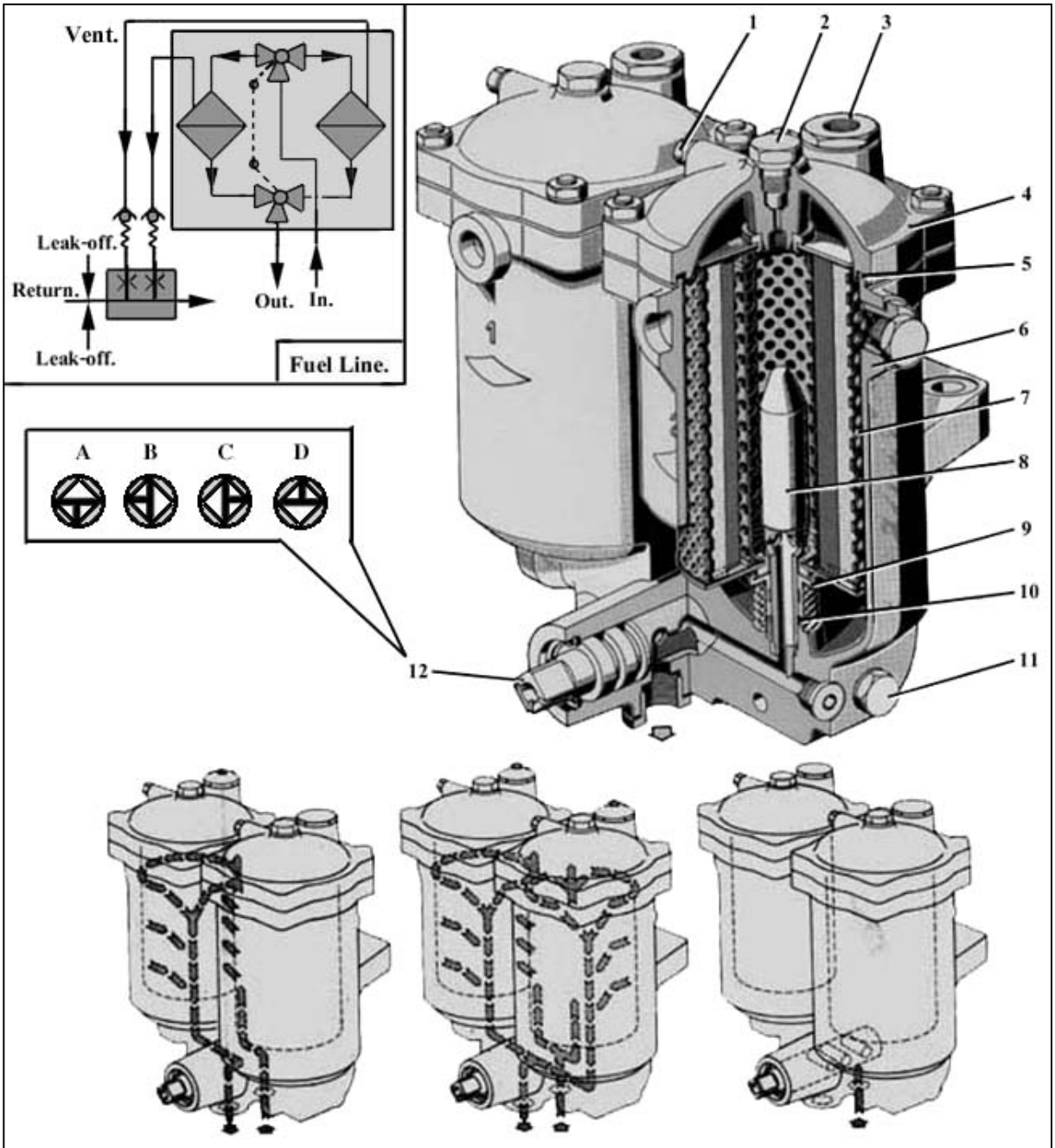


Fig. 3-5.1 Fuel Duplex Filter (TC).

1. Vent Plug(Side-mounted). 2. Vent Plug(Top-mounted). 3. Connection for Vent Line. 4. Filter Cover.
5. Sealing Ring. 6. Filter Bowl. 7. Filter Element(Micronic). 8. Alignment Pin.
9. Sealing Ring. 10. Spring. 11. Drain Plug. 12. Diverter Valve.

A = Both Filters In Operation. B = Left Filter In Operation , Right Filter Off.

D = Both Filters Off. C = Right Filter In Opertion , Left Filter Off.

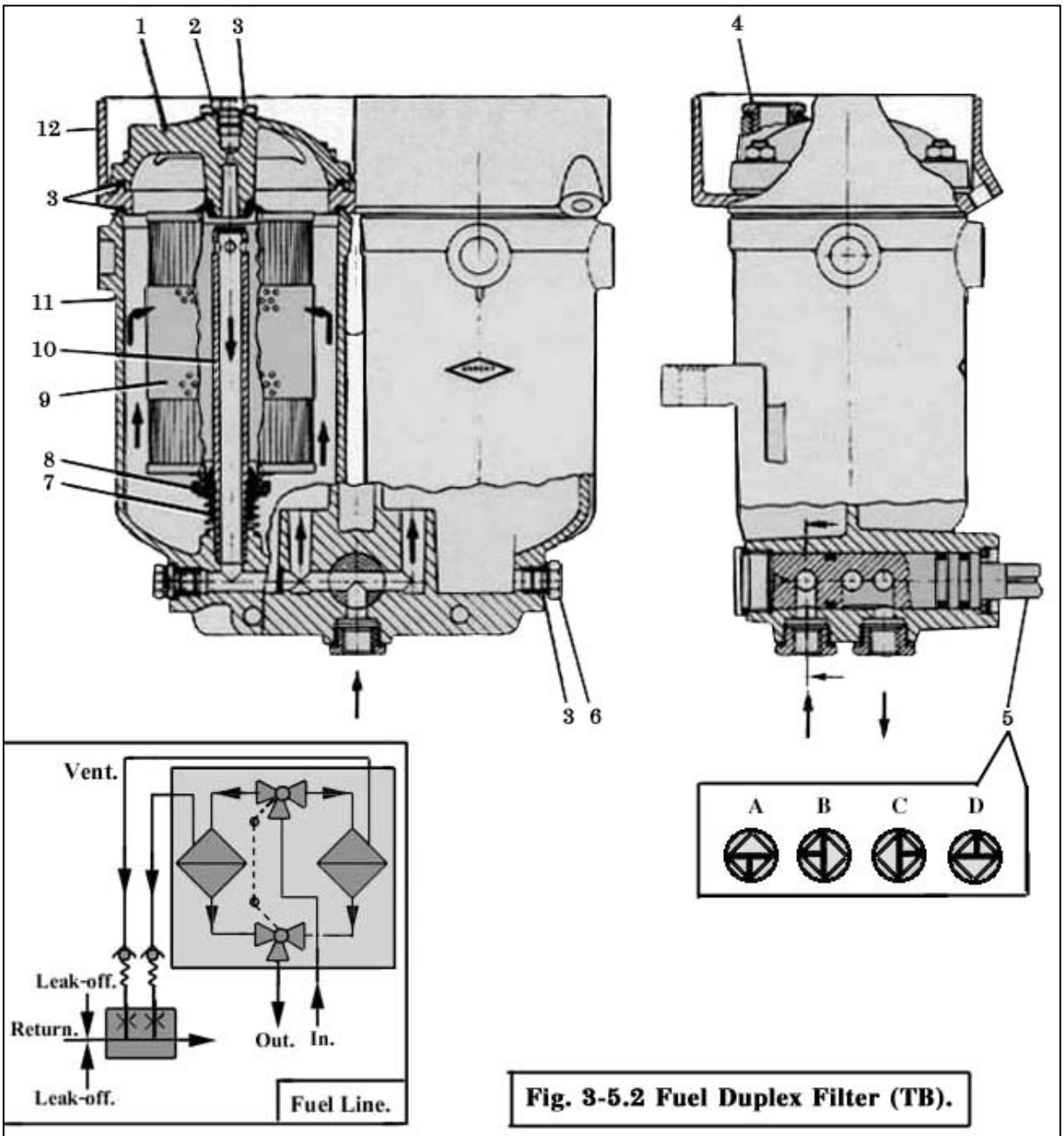


Fig. 3-5.2 Fuel Duplex Filter (TB).

1. Filter Head. 2. Vent Plug. 3. Sealing Ring. 4. Vent Line Connection.
5. Three-way Cock. 6. Drain Plug. 7. Spring. 8. Gasket.
9. MICRONIC Element. 10. Discharge Pipe. 11. Bowl. 12. Spill Collector.

A = Both Filters In Operation. B = Left Filter In Operation , Right Filter Off.

D = Both Filters Off. C = Right Filter In Opertion , Left Filter Off.

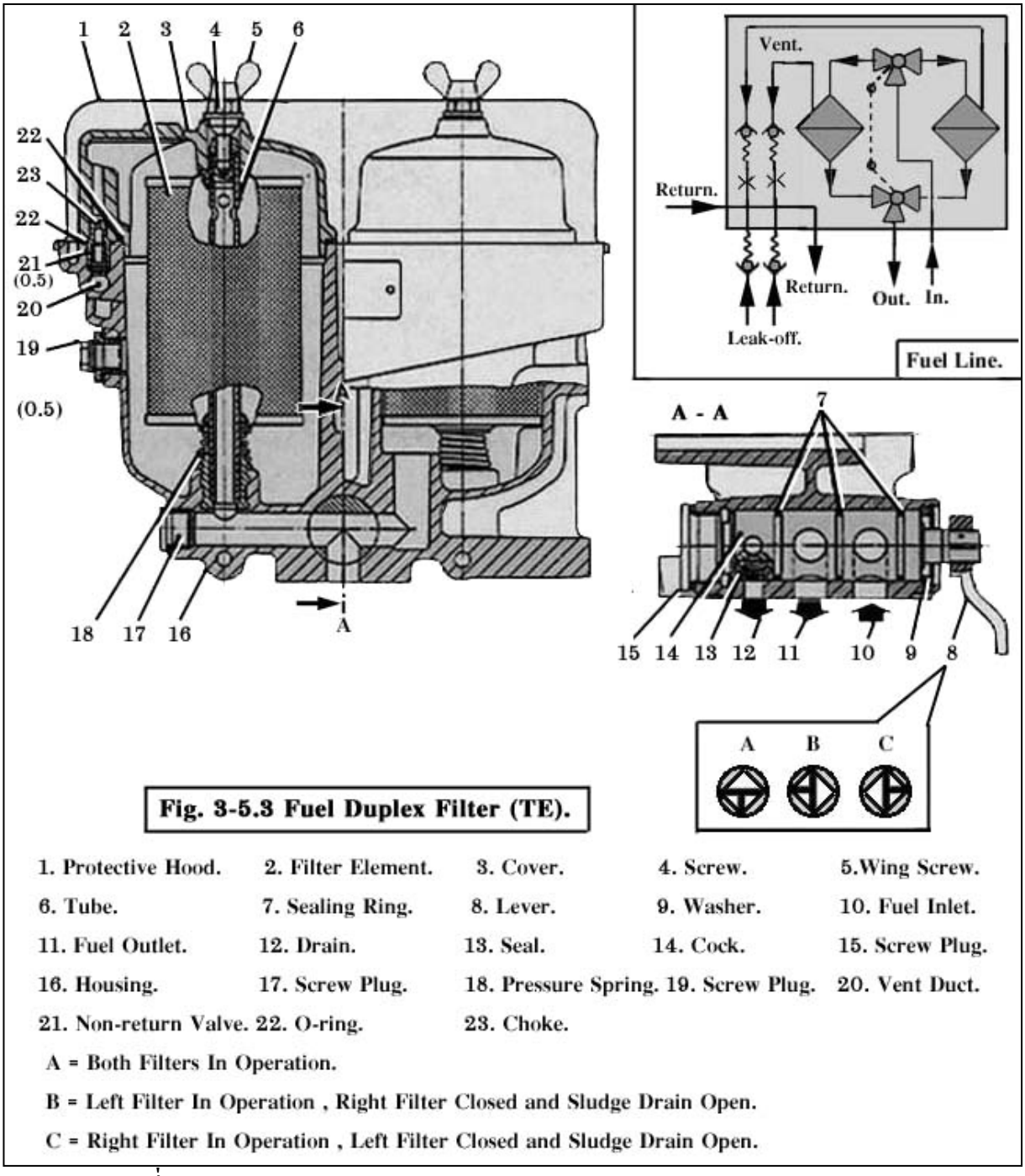


Fig. 3-5.3 Fuel Duplex Filter (TE).

1. Protective Hood.	2. Filter Element.	3. Cover.	4. Screw.	5.Wing Screw.
6. Tube.	7. Sealing Ring.	8. Lever.	9. Washer.	10. Fuel Inlet.
11. Fuel Outlet.	12. Drain.	13. Seal.	14. Cock.	15. Screw Plug.
16. Housing.	17. Screw Plug.	18. Pressure Spring.	19. Screw Plug.	20. Vent Duct.
21. Non-return Valve.	22. O-ring.	23. Choke.		

A = Both Filters In Operation.

B = Left Filter In Operation , Right Filter Closed and Sludge Drain Open.

C = Right Filter In Operation , Left Filter Closed and Sludge Drain Open.

4.4.2 ลักษณะที่สอง(รูป 3-5.3)

เครื่องแบบ TE

ลักษณะการทำงาน

ส่วนที่แตกต่างจากลักษณะแรก คือ ฝาปิดหม้อกรอง(Cover) ใช้สลักเกลียว(Screw)ยึด มีฝาครอบ(Hood) ด้านนอก,ส่วนบนของเรือนหม้อกรอง(Housing)จะประกอบด้วยลิ้นกันกลับ(Non-Return Valve)และช่องจำกัด (Choke) จำนวน 2 ชุด ซึ่งจะทำงานไล่อากาศออกจากหม้อกรองด้วยกำลังดันภายในระบบตลอดเวลาที่เครื่องเดินอยู่ โดยลิ้นกันกลับตั้งค่ากำลังดันเปิด(Opening Pressure)ไว้ที่ 0.5 บาร์ จะเป็นส่วนที่ช่วยให้สามารถเปลี่ยนไส้หม้อกรองได้ทีละใบในขณะเดินเครื่องอยู่และช่องจำกัดจะช่วยลดการสูญเสียกำลังดันภายในระบบไปกับการไล่

อากาศ ส่วนที่แตกต่างอีกส่วน คือลิ้นเปลี่ยนทาง(Diverter Valve)สามารถบิดใช้ได้ 3 ตำแหน่ง และส่วนล่างของหม้อกรองประกอบด้วยก๊อกระบาย(Drain Cock)

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 47-50

4.5 หม้อรับน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล (Leak-off Fuel Tank) (รูป 3-6)

ทำหน้าที่ รับน้ำมันเชื้อเพลิงที่รั่วไหลจากท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง เพื่อสร้างสัญญาณเตือน มีใช้เฉพาะบางเครื่องเท่านั้น(มีท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงเป็นท่อ 2 ชั้น)

ลักษณะการทำงาน

ส่วนบนของหม้อ(Tank) ประกอบด้วยช่องทางน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า-ออก 2 ช่องทาง

ด้านล่าง ประกอบด้วยปลั๊กระบาย(Plug)สำหรับเปิดระบายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในออกทิ้ง

ภายใน ประกอบด้วยชุดตรวจวัดการรั่วไหล(Leak-off Fuel Indicator) คือ ชุดลูกลอยแม่เหล็ก(Float With Annular Magnet)และชุดสวิทช์เปลี่ยนทาง(Contact Switch)

เมื่อมีน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหลจากท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง รั่วไหลลงมาเข้าหม้อรับน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล จะทำให้ลูกลอยแม่เหล็กลอยเลื่อนขึ้นด้วยตามระดับน้ำมันเชื้อเพลิง และถ้าลูกลอยแม่เหล็กเลื่อนขึ้นถึงระยะ 2 ใน 3 ของระยะเลื่อนทั้งหมด จะทำให้สวิทช์เปลี่ยนทาง เปลี่ยนตำแหน่งส่งสัญญาณทำให้เกิดสัญญาณเตือน เมื่อสวิทช์ลูกลอยเลื่อนลงต่ำกว่า 2 ใน 3 ของระยะเลื่อนทั้งหมด สวิทช์เปลี่ยนทางก็จะเปลี่ยนตำแหน่งกลับมาอยู่ที่ตำแหน่งปกติ

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 43

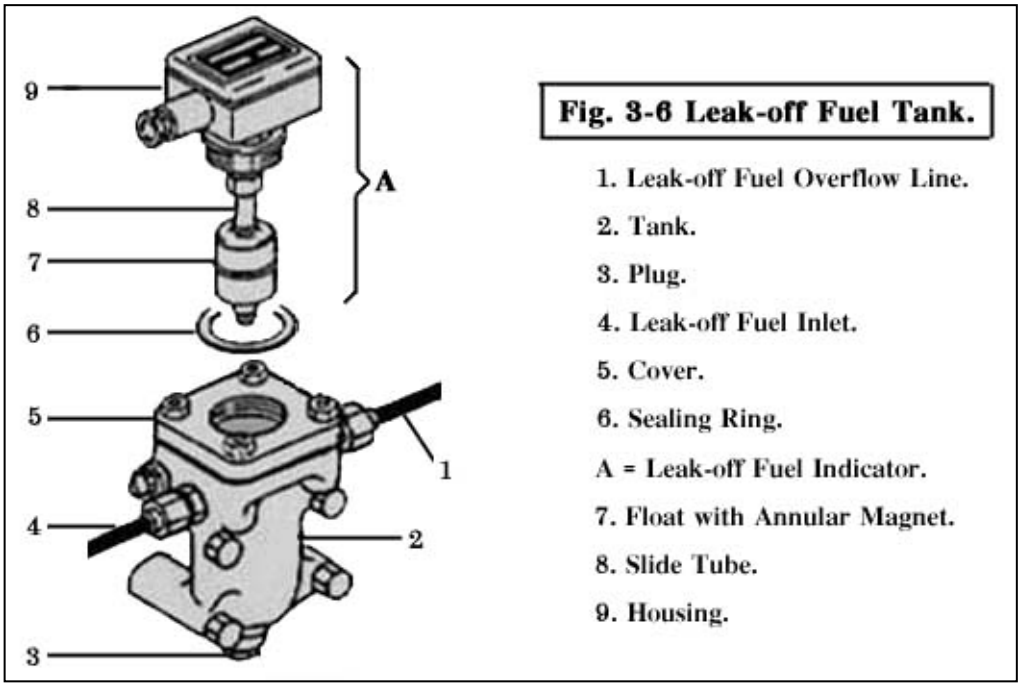


Fig. 3-6 Leak-off Fuel Tank.

1. Leak-off Fuel Overflow Line.
2. Tank.
3. Plug.
4. Leak-off Fuel Inlet.
5. Cover.
6. Sealing Ring.

A = Leak-off Fuel Indicator.

7. Float with Annular Magnet.
8. Slide Tube.
9. Housing.

บทที่ 4

ระบบอากาศดี-แก๊สเสีย

(Intake-Exhaust System)

ในเครื่องแต่ละแบบ(TC/TB/TE) ระบบอากาศดี-แก๊สเสีย จะมีหน้าที่และหลักการทำงานเหมือนกัน คือ เมื่อเดินเครื่อง แก๊สเสียจากการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบจะถูกขับไล่ออกมา ให้ไปเข้าทำงานขับหมุนเทอร์โบชาร์จแล้วจึงปล่อยออกทิ้งภายนอก เทอร์โบชาร์จก็จะทำงานดูดอากาศดีจากภายนอกเข้ามาอัดส่งเข้ากระบอกสูบไปผสมกับน้ำมันมันเชื้อเพลิง เพื่อการจุดระเบิดเผาไหม้ต่อไป แต่จะแตกต่างกันเฉพาะในรายละเอียดบางอย่างเท่านั้น

1.ส่วนประกอบของระบบ (รูป 4-1)

หม้อกรองอากาศดี(Air Filter) (รายละเอียดข้อ 4.1)

เทอร์โบชาร์จ(Exhaust Turbocharger) (รายละเอียดข้อ 4.2)

หม้อระบายความร้อนอากาศดี(Intercooler) (รายละเอียดข้อ 4.3)

ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน(Emergency Air Shut-off Flaps) (รายลเอียดข้อ 4.4)

ท่อระบายน้ำตกอากาศดี(Condensate Drain Line) (รายละเอียดข้อ 4.5)

2.การทำงานของระบบ (รูป 4-1)

เมื่อเดินเครื่อง แก๊สเสียจากการเผาไหม้แต่ละสูบ จะถูกไล่ออกมารวมกันภายในท่อรวมแก๊สเสีย(Exhaust Manifolds) ซึ่งมีอยู่ 2 ท่อ(แถวสูบละ 1 ท่อ)ด้านข้างเรือนสูบ(Crankcase) แก๊สเสียจากท่อรวมแก๊สเสียนี้จะถูกส่งเข้าทำงานขับหมุนเทอร์โบชาร์จซึ่งมีอยู่ 2 ตัว (แถวสูบละ 1 ตัว) แล้วปล่อยทิ้งออกภายนอกไป

อากาศดีจะถูกเทอร์โบชาร์จดูดจากภายนอกผ่านหม้อกรองอากาศดี(Air filter) เพื่อกรองเศษวัสดุหรือฝุ่นละอองที่ปนมา แล้วอัดส่งผ่านหม้อระบายความร้อนอากาศดีเข้าเครื่อง(Intercooler) เพื่อระบายความร้อนออกจากอากาศดี แล้วจึงผ่านลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน(Emergency Air Shut-off Flaps)และเข้าท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด (Air/Coolant Manifold)ซึ่งมีอยู่ 2 ท่อ ด้านในเครื่อง แล้วแยกส่งเข้ากระบอกสูบแต่ละสูบ เพื่อผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงในการจุดระเบิดเผาไหม้ต่อไป

น้ำตกซึ่งเกิดขึ้นภายในระบบอากาศดีจะถูกระบายออกทิ้งภายนอก ทางท่อระบายน้ำตกอากาศดี (Condensate Drain Line) ด้วยกำลังดันภายในระบบ ตลอดเวลาที่เครื่องเดินอยู่

** หมายเหตุ*

* ท่อรวมแก๊สเสียมีใช้อยู่ 2 แบบ คือ แบบที่ไม่มีการระบายความร้อนและแบบที่มีการระบายความร้อน แบบหลังจะประกอบอยู่ภายในเรือนระบายความร้อน(Cooling Housing) ซึ่งเป็นเรือน 2 ชั้นหรือเป็นท่อแก๊สเสีย 2 ชั้น ใช้น้ำจืดเดินภายในเพื่อช่วยระบายความร้อนและป้องกันความร้อนภายในแผ่ออกมาภายนอก

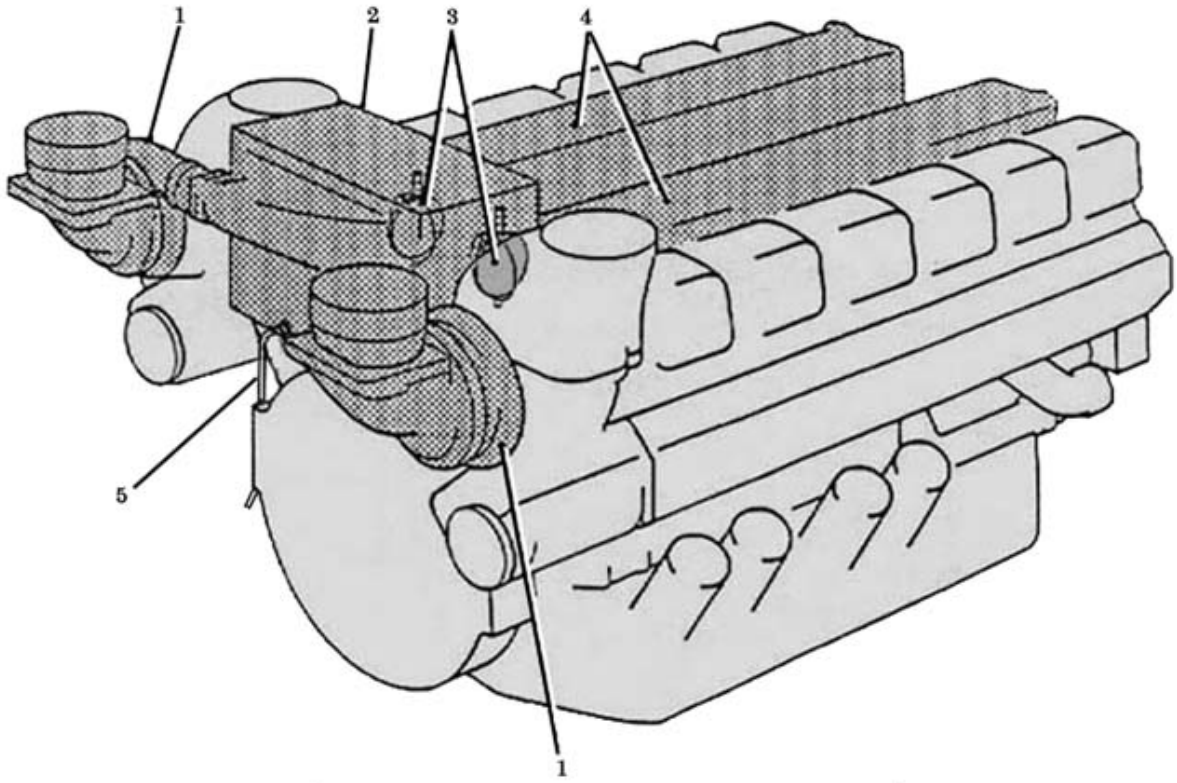


Fig. 4-1 Air/Exhaust System (12 V 396 TE).

1. Exhaust Turbocharger. 2. Intercooler. 3. Emergency Air Shut-off Flap.
4. Charge Air Manifold. 5. Condensate Drain Line.

* ท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด(Air/Coolant Manifold) แต่ละท่อภายในจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งจะเป็นท่อรวมอากาศดี(Air Manifold)และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นท่อรวมน้ำจืด(Coolant Manifold)

3.การซ่อมบำรุงรักษาระบบ(Maintenance)

รายละเอียด บทที่ 9 ข้อ 13 – 18 และ 30 – 31

4.รายละเอียดของระบบ

4.1 หม้อกรองอากาศดี(Air Filter)

ประกอบอยู่ที่ ทางอากาศดีเข้าเทอร์โบชาร์จ

ทำหน้าที่ กรองเศษวัสดุหรือสิ่งสกปรกที่ปนมากับอากาศดีก่อนเข้าเทอร์โบชาร์จ

ปัจจุบันมีใช้อยู่ 2 แบบ คือ

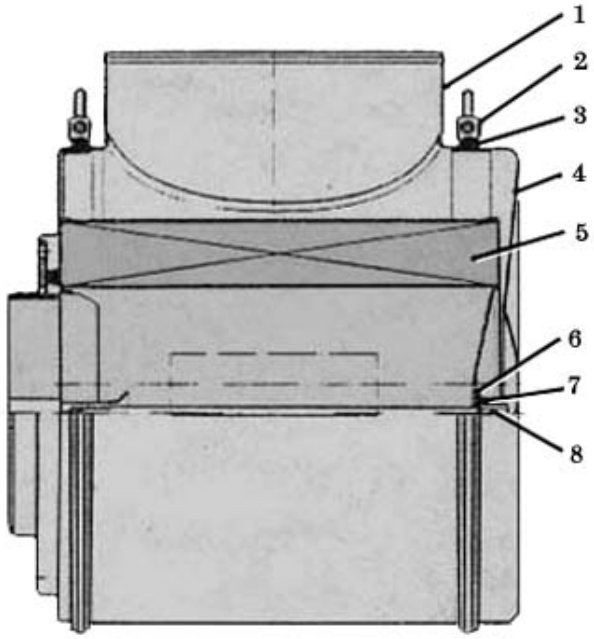
4.1.1 หม้อกรองอากาศดีแบบแห้ง(Dry-Type Air Filter) (รูป 4-2.1)

ลักษณะการทำงาน

ภายในเรือนหม้อกรอง(Housing) จะประกอบด้วยไส้หม้อกรอง(Micro-Top Element) แบบแห้ง(Dry-type) จำพวกกระดาษ(Paper)

เมื่อเดินเครื่อง เทอร์โบชาร์จจะดูดอากาศดีผ่านช่องทางดูดของหม้อกรองอากาศดีเข้ามาภายในรอบๆ ภายนอกไส้หม้อกรอง สิ่งสกปรกต่างๆจะเกาะอยู่ภายนอกไส้หม้อกรอง ส่วนอากาศดีจะผ่านเข้า-

ภายในและเข้าสู่เทอร์โบชาร์จไป



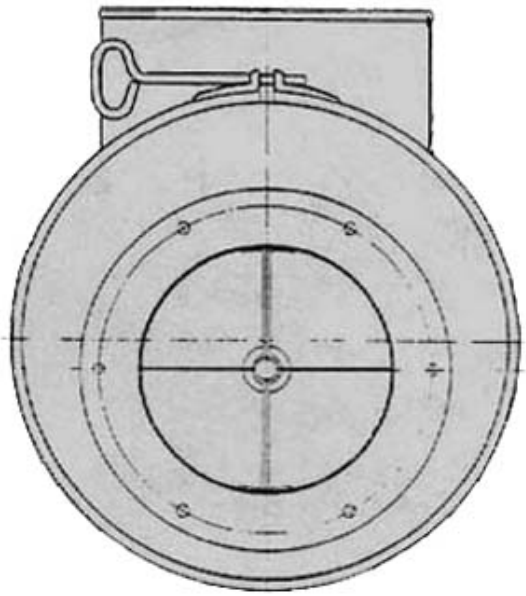


Fig. 4-2.1 Air Filter(Dry-Type).

1. Pico Air Filter. 2. Clamp. 3. Gasket. 4. End Cover.
5. Micro-top Element. 6. Gasket. 7. Washer. 8. Bolt.

การซ่อมบำรุงรักษา

4.1.2 หม้อกรองอากาศดีแบบเปียก

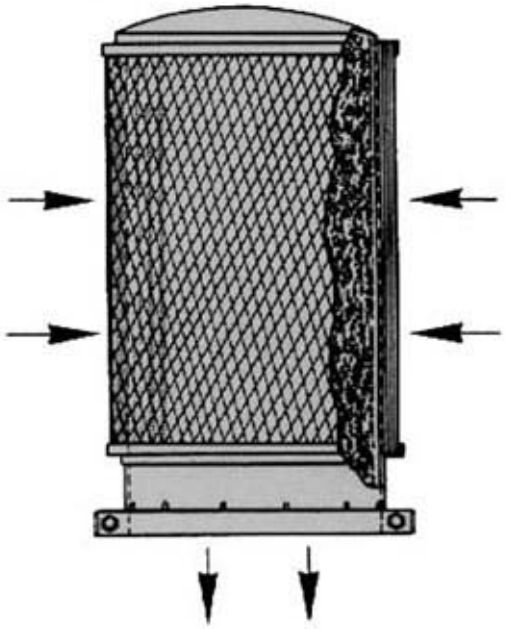
(Wet-Type Air Filter) (รูป 4-2.2)

ลักษณะการทำงาน

เป็นชุดหม้อกรองสำเร็จรูป ประกอบอยู่ที่ทางอากาศดีเข้าเทอร์โบชาร์จ ไส้หม้อกรองเป็นเส้นใยโลหะที่ชุ่มด้วยน้ำมันหล่อลื่น

เมื่อเดินเครื่องเทอร์โบชาร์จจะดูดอากาศดีจากภายนอกหม้อกรองเข้ามา สิ่งสกปรกต่างๆ จะเกาะติดอยู่ที่ฟิล์มน้ำมันหล่อของไส้หม้อกรอง ส่วนอากาศดีจะผ่านไส้หม้อกรองเข้าภายใน เข้าสู่เทอร์โบชาร์จไป

Fig. 4-2.2 Air Filter(Wet-type).



การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 20

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 19 – 20

4.2 เทอร์โบชาร์จ(Exhaust Turbocharger) (รูป 4-3)

ประกอบอยู่ที่ทางอากาดีออกจากหม้อกรองอากาศดี ใน 1 เครื่องจะประกอบด้วยเทอร์โบชาร์จ 2 ตัว (แถวสูบละตัว)

ทำหน้าที่ เป็นเครื่องอัดอากาศ(Compressor) อัดส่งอากาศดีเข้ากระบอกสูบ ทำให้ได้น้ำหนักอากาศดีเข้ากระบอกสูบมากกว่าที่ลูกสูบดูดอากาศดีเข้าตามปกติ ทำให้สามารถฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปผสมกับอากาศดีเพื่อการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ได้มากขึ้นในปริมาตรกระบอกสูบเท่าเดิม ผลที่ได้คือเครื่องยนต์จะให้กำลังงานออก(Power Output)สูงขึ้น ในปริมาตรกระบอกสูบเท่าเดิม

ทำงานด้วยแก๊สเสียของเครื่องยนต์(ใช้แก๊สเสียเป็นต้นกำลังขับหมุน)

ในแต่ละเครื่องรายละเอียดของเทอร์โบชาร์จจะต่างกัน แต่โดยหลักการทำงานเหมือนกัน ดังนี้

ความเร็วการหมุนสูงสุด ประมาณ 70,000 – 80,000 รอบ/นาที

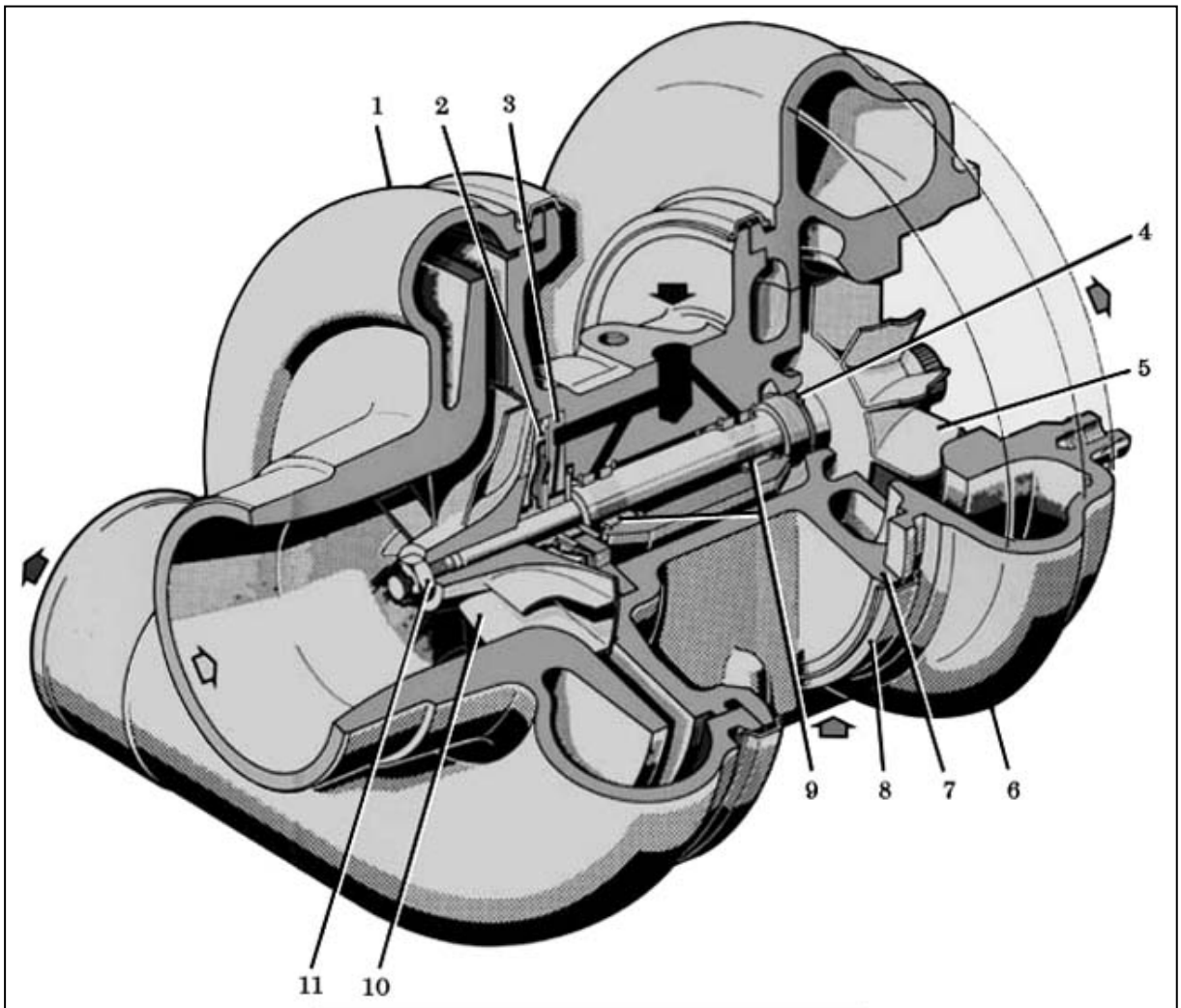


Fig. 4.3 Exhaust Turbocharger (TC).

1. Compressor Housing. 2. Bearing Housing Cover. 3. Thrust Bearing Disc. 4. Piston Ring.
5. Rotor. 6. Turbine Housing. 7. Bearing Housing. 8. Strap.
9. Bearing Bush. 10. Impeller Wheel. 11. Shaft Nut.

ลักษณะ

ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ เรือน(Housing)และส่วนหมุน(Rotor Assembly)

เรือน(Housing) เป็นเรือน 3 ส่วน ประกอบเข้าด้วยกัน คือ เรือนพัดอากาศดี(Compressor Housing),เรือนแบริ่ง(Bearing Housing)และเรือนกังหันแก๊ส(Turbine Housing)

เรือนกังหันแก๊ส(Turbine Housing) มีอยู่ 2 แบบ คือ ***แบบหนึ่ง*** เป็นเรือนชั้นเดียว จะมีแผ่นโลหะป้องกันความร้อนหุ้มเรือนกังหันแก๊สอยู่ภายนอกหรือมีเรือนระบายความร้อน(Cooling Housing) ซึ่งเป็นเรือน 2 ชั้น ใช้น้ำจืดระบายความร้อนเดินภายในระหว่างชั้นทั้งสอง เพื่อระบายความร้อนและป้องกันความร้อนภายในแผ่กระจายออกมาภายนอก ***อีกแบบหนึ่ง*** เรือนกังหันแก๊ส จะเป็นเรือน 2 ชั้น ใช้น้ำจืดระบายความร้อนเดินภายในระหว่างชั้นทั้งสอง เพื่อระบายความร้อนและป้องกันความร้อนภายในแผ่กระจายออกมาภายนอก

ส่วนหมุน(Rotor Assembly) ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ กังหันแก๊ส(Turbine Wheel),พัดอากาศดี(Compressor Wheel)และเพลาหมุน(Rotor Shaft)

เพลาหมุน(Rotor Shaft) ประกอบอยู่ภายในเรือนแบริ่ง(Bearing Housing) รองรับด้วยแบริ่งปลอก(Sleeve Bearing) 2 ชุด ได้รับการหล่อลื่นโดยกำลังดันน้ำมันหล่อจากระบบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ ส่งเข้ามาหล่อลื่นระบายความร้อนแล้วไหลกลับลงอ่างน้ำมันหล่อ(Oil Pan)ไป โดยจะมีวงกันรั่ว(Piston Ring) 2 ชุด ป้องกันอากาศดีหรือแก๊สเสียเข้าไปภายในแบริ่งและป้องกันน้ำมันหล่อแบริ่งเข้าไปภายในอากาศดีหรือแก๊สเสีย ***ในบางแบบ*** จะมีลิ้นกันกลับ(Non-Return Valve) ตั้งค่ากำลังเปิดไว้ ประมาณ 0.1 บาร์ ประกอบอยู่ที่เรือนพัดอากาศดี ทำหน้าที่เปิดกำลังดันอากาศดีจากด้านหลังพัดอากาศดี ผ่านช่องภายในส่งไปช่วยกันรั่วที่วงกันรั่วด้านแก๊สเสียด้วย ป้องกันอาการรุนของเพลาด้วยวงกันรุน(Thrust Washer)

กังหันแก๊ส(Turbine Wheel) เชื่อมประสาน(Welded–on)ติดกับปลายเพลาหมุนอยู่ภายในเรือนกังหันแก๊ส

พัดอากาศดี(Compressor Wheel) ประกอบติดกับปลายหมุนอีกด้านด้วยนัต(Nut) ซึ่งบางแบบจะเป็นนัตแม่เหล็ก(Magnetic Nut) เพื่อส่งสัญญาณให้ตัวตรวจจับความเร็ว(Speed Sensor)

การทำงาน

แก๊สเสียจากท่อรวมแก๊สเสียจะถูกส่งเข้าเป่าปีกกังหันแก๊ส ทำให้ส่วนหมุน หมุนไปได้ แล้วปล่อยทิ้งออกภายนอกไป พัดอากาศดีจะหมุนดูดอากาศดีจากภายนอก(ผ่านหม้อกรองอากาศดี)เข้ามา อัดส่งเข้ากระบอกสูบต่อไป

ก่อนเริ่มเดินเครื่องครั้งแรก หรือ หลังจากซ่อมทำใหญ่(Overhaul)เทอร์โบชาร์จหรือเครื่องยนต์ จะต้องเติมน้ำมันหล่อที่สะอาดให้เต็มเรือนแบริ่ง

ถ้าเทอร์โบชาร์จขัดข้องหรือชำรุด จะต้องตรวจหาสาเหตุเพื่อพิจารณาว่า สามารถเดินเครื่องต่อไปโดยจะทำให้เครื่องยนต์เสียหายเพิ่มขึ้นอีกหรือไม่ ถ้าจำเป็นจะต้องเดินเครื่องใช้งานต้องให้เครื่องรับภาระเพียงส่วนน้อย(Partial Load)และให้อุณหภูมิแก๊สเสียรวมสูงไม่เกิน 500°C และจะต้องซ่อมทำเทอร์โบชาร์จหรือเปลี่ยนใหม่ในโอกาสแรก

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 12

4.3 หม้อระบายความร้อนอากาศดี(Intercooler)

ประกอบอยู่ระหว่างเทอร์โบชาร์จกับท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด จำนวน 1 ใบ

ทำหน้าที่ ระบายความร้อนออกจากอากาศดีด้วยน้ำ(เครื่องแบบ TC/TE ใช้น้ำจืด , แบบ TB ใช้น้ำทะเล) ทำให้ได้น้ำหนักอากาศดีส่งเข้ากระบอกสูบมากขึ้น [*ในเครื่องแบบ TE* ยังทำหน้าที่อุ่นอากาศดีให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อเดินเครื่องความเร็วต่ำ ทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ดีในช่วงความเร็วต่ำ (รายละเอียด บทที่ 5 ข้อ 2.3)]

มีใช้อยู่ 2 แบบ คือ

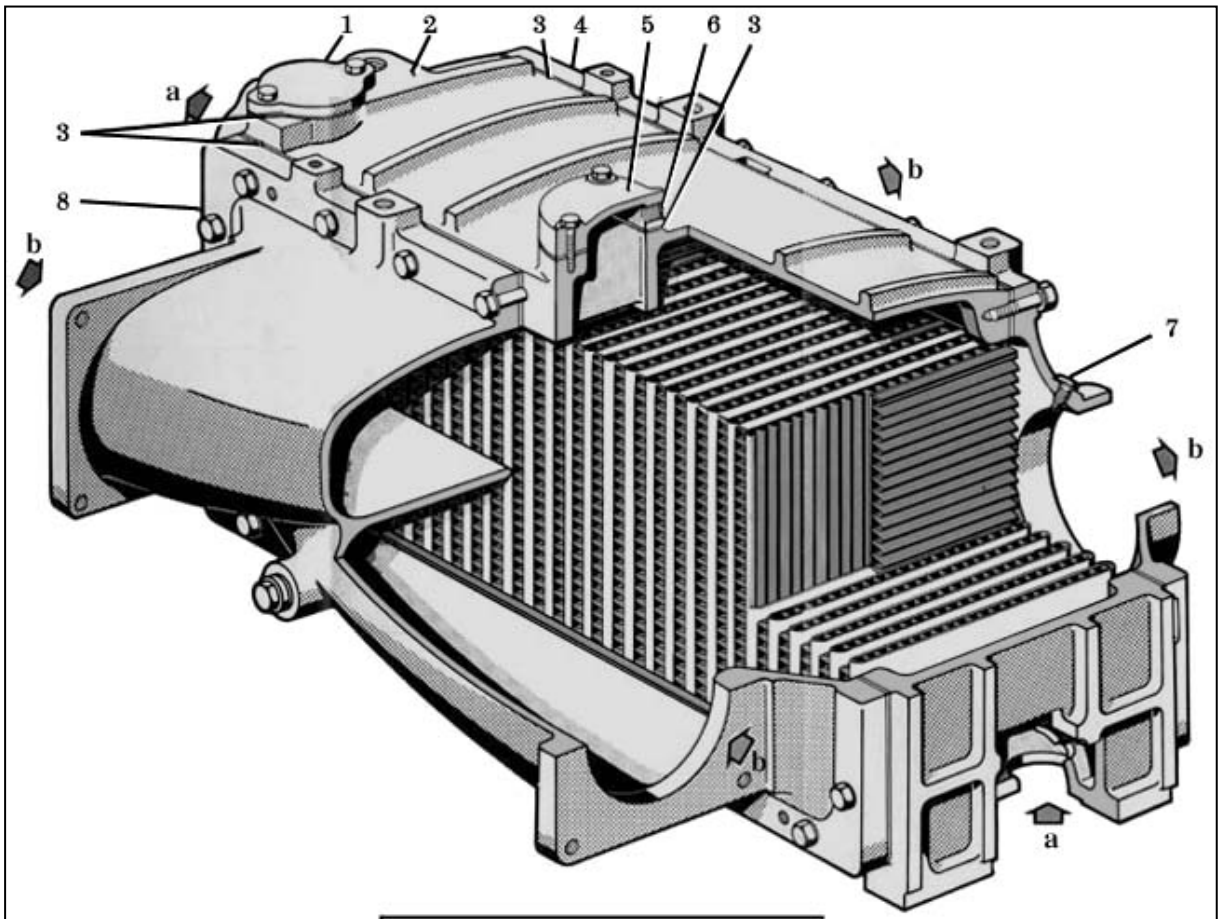


Fig. 4-4.1 Intercooler (TC).

1. Cover Plate. 2. Radiator Block. 3. Gasket. 4. Outlet Cover.
5. Cover Plate. 6. Vent Connection. 7. Oil Spray Nozzle Connection.
8. Inlet Cover. a = Engine Coolant. b = Air.

4.3.1 แบบหลอดแบน (รูป 4-4.1)

ลักษณะการทำงาน

ภายในชุดระบายความร้อน(Radiator Block) ประกอบด้วยหมู่หลอดแบนมีครีบ(Fin)อยู่ทั้งภายนอกและภายในหลอด

ด้านข้างด้านหนึ่ง ประกอบด้วยฝาปิดทางเข้า(Inlet Cover) เป็นช่องทางอากาศดีเข้า(จากเทอร์โบชาร์จ) อีกด้านหนึ่งประกอบด้วยฝาปิดทางออก(Outlet Cover) เป็นช่องทางอากาศดีออก(ไปเข้าท่อรวมอากาศดี)

อากาศดีจากเทอร์โบชาร์จ จะถูกส่งเข้าที่ช่องทางเข้าด้านข้างและเข้าไปผ่านด้านนอกหลอดของหมู่หลอด แล้วออกทางช่องทางออก ไปเข้าท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด เพื่อส่งเข้ากระบอกสูบต่อไป

น้ำระบายความร้อน จะถูกส่งเข้ามาที่ช่องทางเข้าด้านล่างหม้อระบายความร้อนอากาศดี และเข้าไปภายในหลอดของหมู่หลอด แล้วส่งออกจากหม้อระบายความร้อนอากาศดี ทางช่องทางออกไป

ทิศทางการไหลของน้ำระบายความร้อนและอากาศดี จะเป็นแบบขวางกันหรือตัดกัน(Cross flow)

การซ่อมบำรุงรักษา

ไม่มี

4.3.2 แบบหลอดกลม (รูป 4-4.2)

ลักษณะการทำงาน

เป็นชุดหมู่หลอดกลมมีครีบอยู่ภายนอกหลอด โดยตรงปลายหลอดจะประกอบติดกับแผ่นประกอบหมู่หลอด(Tube Plate) ภายนอกด้านข้างประกอบด้วยฝาปิดข้าง(Side Panel)ทั้ง 2 ด้าน และฝาปิดทั้งด้านล่างและด้านบน

ช่องทางน้ำระบายความร้อนเข้า-ออก จะอยู่ที่ฝาปิดด้านบน และมีห้องน้ำ(Water Box)อยู่ที่ฝาปิดด้านบน 3 ห้องและฝาปิดด้านล่าง 2 ห้อง

อากาศดีจากเทอร์โบชาร์จจะถูกส่งผ่านภายนอกหมู่หลอดภายในหม้อระบายความร้อนอากาศดี แล้วส่งออกไปเข้าท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด เพื่อส่งเข้ากระบอกสูบต่อไป

น้ำระบายความร้อนจะถูกส่งเข้าที่ช่องทางเข้า ผ่านห้องน้ำช่องทางเข้าด้านบน เข้าไปภายในหลอดของหมู่หลอดส่วนแรก แล้ววกวนผ่านห้องน้ำและภายในหลอดของหมู่หลอดทุกหมู่ แล้วผ่านห้องน้ำช่องทางออกส่งออกภายนอกไปที่ช่องทางออก ทิศทางการไหลของอากาศดีกับน้ำระบายความร้อนจะขวางกันหรือตัดกัน (Cross Flow)

การซ่อมบำรุงรักษา

ไม่มี

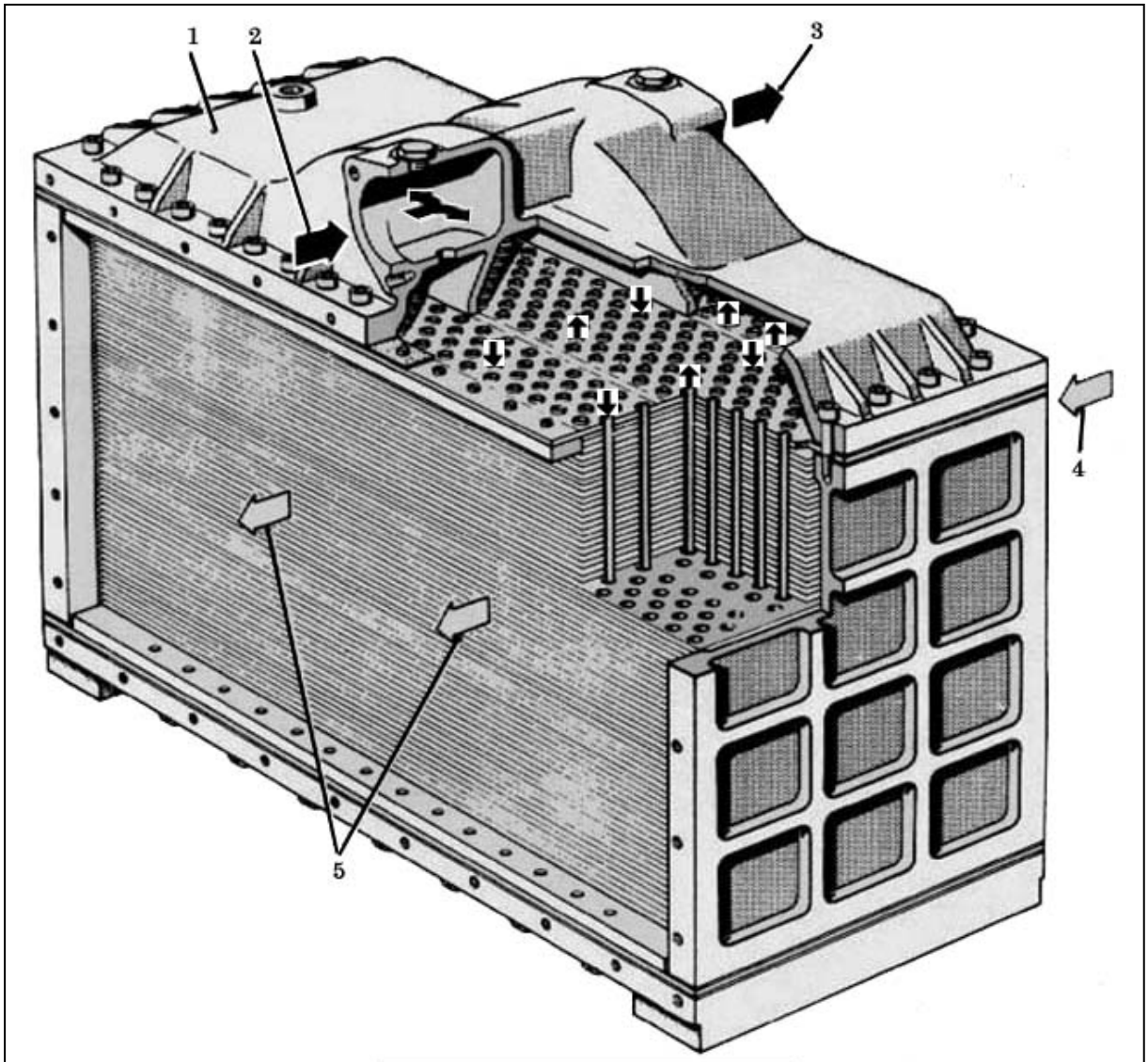


Fig. 4-4.2 Intercooler (TB).

1. Intercooler. 2. Coolant Inlet. 3. Coolant Outlet. 4. Air Inlet. 5. Air Outlet.

4.4 ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน(Emergency Air Shut-off Flaps) (รูป 4-5)

ประกอบอยู่ที่ ท่อทางอากาศดีเข้าเทอร์โบชาร์จหรือท่อทางออกหม้อระบายความร้อนอากาศดี จำนวน 2 ลิ้น

ทำหน้าที่ ปิดอากาศดีเข้าเครื่องเพื่อเลิกเครื่องฉุกเฉิน(Emergency Stop) ซึ่งจะทำให้เครื่องยนต์หยุดเดินได้เร็วกว่าการปิดน้ำมันเชื้อเพลิงโดยเครื่องควบคุมความเร็ว(Speed Governor)

ในแต่ละเครื่องส่วนประกอบจะแตกต่างกันบ้าง แต่หลักการทำงานจะเหมือนกัน ดังนี้

ลักษณะ

เป็นลิ้นแผ่น(Flap)ประกอบอยู่กับเพลาลิ้น(Shaft)อยู่ภายในท่อทางอากาศดี ที่ปลายเพลาลิ้นด้านนอกท่อทางอากาศดี ประกอบด้วยสปริง(Spring)ซึ่งมีกำลังดันที่พยายามทำให้ลิ้นแผ่นปิด และแม่-เหล็กไฟฟ้า(Solenoid)

ซึ่งทำงานด้วยกระแสไฟฟ้า 24 V.DC.ส่งอาการให้คันปลด(Release Lever)ขัดตัวกับคันเปิด(Resetting Lever)ของลิ้น ให้ลิ้นอยู่ในตำแหน่งเปิด นอกจากนี้ยังประกอบด้วยสวิทช์จำกัด(Limit Switch) สำหรับส่งสัญญาณการทำงานของลิ้นไปเข้าระบบควบคุมเครื่อง

ลิ้นแผ่นทั้งสองจะส่งอาการถึงกันโดยก้านดึง(Pull Rod)

การทำงาน

ปกติลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินนี้ จะต้องเปิดอยู่ตลอดเวลา โดยลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้าดังที่กล่าวมาแล้วการทำงานปิดลิ้นอากาศดีฉุกเฉิน ทำได้ 2 ลักษณะ คือ

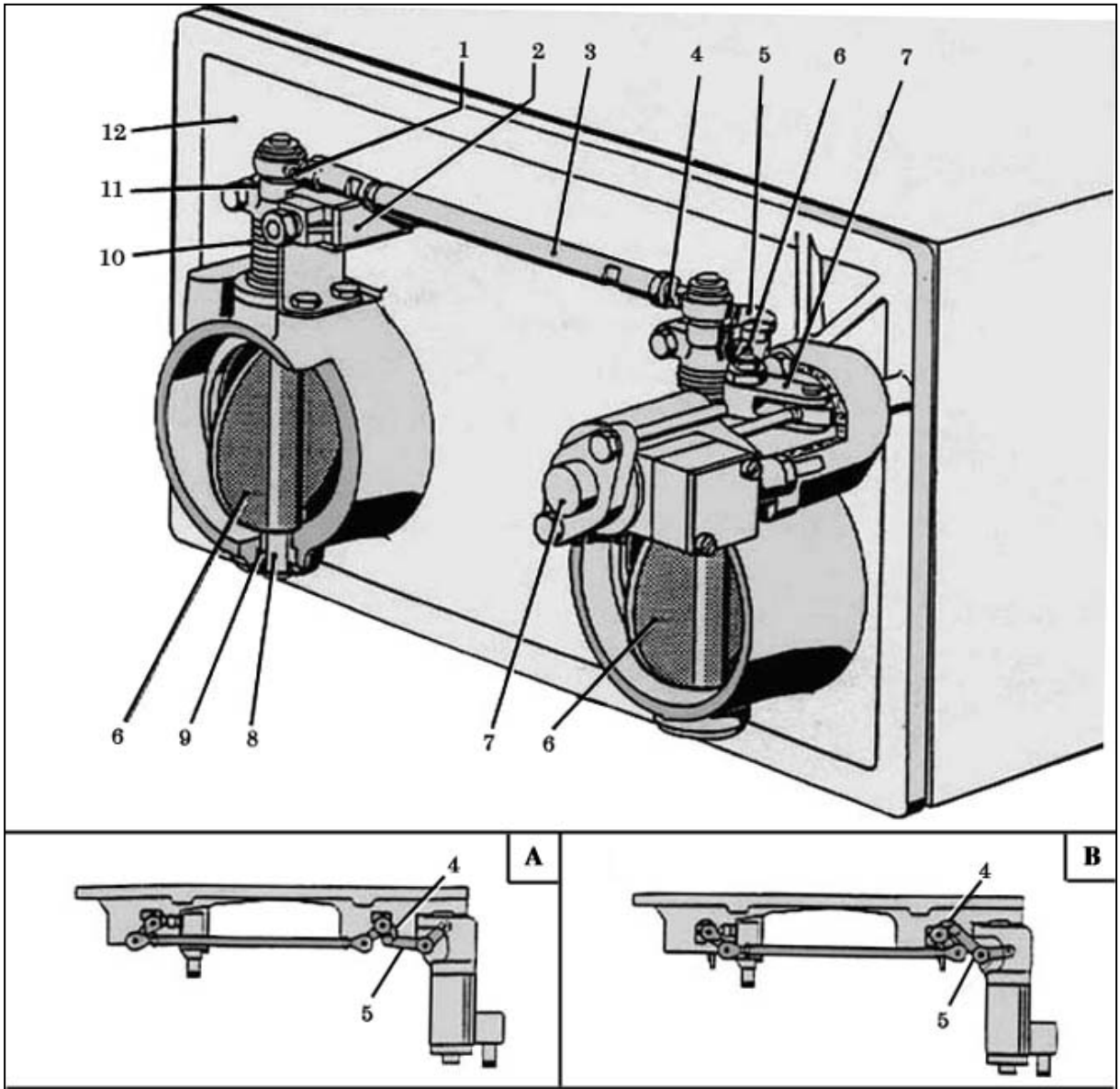


Fig. 4-5 Emergency Air Shut-off Flaps.

1. Grease Nipple.	2. Limit Switch.	3. Pull Rod.	4. Resetting Lever.
5. Release Lever.	6. Flap.	7. Solenoid.	8. Shaft.
9. Bearing Bush.	10. Spring.	11. Resetting Lever.	12. Intercooler Cover.
A = Flaps Closed.	B = Flaps Open.		

การปิดอัตโนมัติ(Automatic Actuation) เช่น เมื่อเกิดความเร็วเครื่องสูงเกิน(Overspeed) ระบบควบคุมเครื่องจะต่อกระแสไฟให้แม่เหล็กไฟฟ้าเกิดอำนาจแม่เหล็ก(Energized) ดึงคันปลด(Release Lever) ออกจากคันเปิด(Resetting Lever) ทำให้สปริงส่งอาการให้ลิ้นแผ่นปิดช่องทางอากาศดีที่จะส่งเข้ากระบอกสูบ ทำให้เครื่องยนต์หยุดเดินทันที เมื่อลิ้นแผ่นปิดจะส่งสัญญาณผ่านสวิทช์จำกัดไปเข้าระบบควบคุมเครื่อง เพื่อตัดวงจรเริ่มเดินเครื่องและให้เครื่องควบคุมความเร็วตัดน้ำมันเชื้อเพลิงที่จะส่งเข้ากระบอกสูบด้วย

การปิดด้วยมือ(Manual Actuation) โดยการกดปุ่มเลิกเครื่องฉุกเฉิน(Emergency Stop) จะเป็นการต่อกระแสไฟฟ้าให้แม่เหล็กไฟฟ้าเช่นเดียวกับการปิดอัตโนมัติ หรือ ใช้มือดึงคันปลด(Release Lever)ออกจากคันเปิด(Resetting Lever) ซึ่งจะทำให้ลิ้นปิด เช่นเดียวกับการปิดอัตโนมัติที่กล่าวมาแล้ว

เมื่อมีการเลิกเครื่องฉุกเฉินดังที่กล่าวมาแล้ว ก่อนเริ่มเดินเครื่องจะต้องตรวจสอบแก้ไขข้อขัดข้องและไล่อากาศด้วยระบบเริ่มเดิน (รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 4)

การเปิดลิ้นกระทำได้โดยการดึงก้านดึง(Pull Rod) ให้ลิ้นไปอยู่ที่ตำแหน่งเปิด คันปลด(Release Lever)จะถูกสปริงของแม่เหล็กไฟฟ้าดันกลับมา ให้ขัดตัวอยู่กับคันเปิด(Release Lever)ให้ลิ้นอยู่ที่ตำแหน่งเปิดตลอดเวลา

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 21 – 26

4.5 ท่อระบายน้ำตกอากาศดี(Condensate Drain Line) (รูป 4-6)

ประกอบอยู่ที่ส่วนล่างของหม้อระบายความร้อนอากาศดี จำนวน 1 ท่อ

ทำหน้าที่ ระบายน้ำตกที่เกิดขึ้นในระบบอากาศดีออกทิ้งภายนอก

ลักษณะการทำงาน

เป็นท่อจำกัด(Restrictor)ขนาดเล็ก ต่อจากภายในระบบอากาศดีกับท่อภายนอกด้วยนัตข้อต่อ(Union Nut)

เมื่อเดินเครื่อง จะมีกำลังดันอากาศดีขึ้นภายในระบบอากาศดีเข้าเครื่อง และเกิดน้ำตกขึ้นภายในระบบเนื่องจากอากาศดีมีความชื้น กำลังดันภายในระบบจะช่วยไล่น้ำตกออกจากระบบผ่านท่อจำกัดและท่อทางออกทิ้งภายนอก โดยท่อจำกัดจะช่วยลดการสูญเสียกำลังดันภายในระบบให้มีน้อยที่สุด

ปกติเมื่อเดินเครื่อง จะมีน้ำตกถูกระบายออกทางท่อระบายน้ำตกอากาศดีนี้เล็กน้อยตลอดเวลา แต่ถ้ามีน้ำตกถูกระบายออกเป็นปริมาณมาก อาจเกิดจากหม้อระบายความร้อนอากาศดี(Intercooler)เกิดการรั่วไหล

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 27 – 29

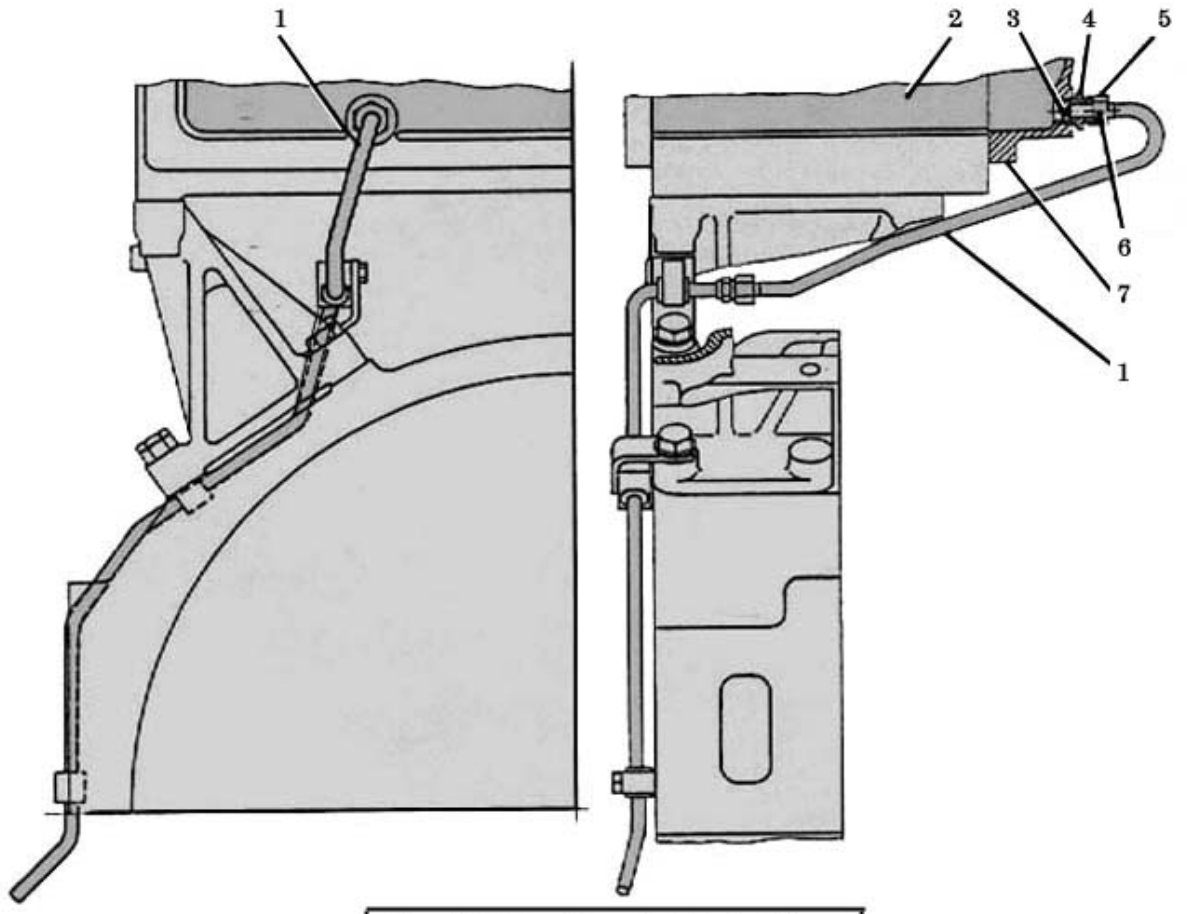


Fig. 4-6 Condensate Drain Line.

1. Condensate Drain Line. 2. Intercooler. 3. Restrictor. 4. Union.
5. Nut. 6. Sealing Cone. 7. Cover.

บทที่ 5

ระบบระบายความร้อน

(Cooling System)

ระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์ดีเซล mtu v 396 เป็นแบบใช้น้ำระบายความร้อน โดยใช้น้ำ 2 ระบบ คือ ระบบน้ำจืด(Engine Coolant System)เป็นระบบปิด คือ ใช้วนเวียนอยู่ภายในระบบเป็นน้ำจืดที่ปรับปรุงคุณภาพแล้ว(Treated Water) และระบบน้ำทะเล(Raw Water System) เป็นระบบเปิด คือ ดูดน้ำทะเลเข้ามาใช้ภายในระบบแล้วส่งออกจากระบบไป โดยทั้งสองระบบ จะทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับส่วนต่างๆของเครื่องแยกต่างหากกัน

*ในบางเครื่อง*จะประกอบด้วยชุดอุ่นน้ำจืด(Coolant Preheating Unit) สำหรับอุ่นน้ำจืดภายในระบบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นถึงประมาณ 40°C เป็นการอุ่นเครื่องก่อนเริ่มเดินเครื่อง เพื่อให้เครื่องยนต์เริ่มเดินได้ง่าย,มีการเผาไหม้สมบูรณ์,ลดควันของแก๊สเสียและลดการสึกหรอเกินควรจากการเริ่มเดินเมื่อเครื่องเย็น

ระบบระบายความร้อนนี้จะต่างกันเป็น 3 แบบ ตามแบบของเครื่องยนต์ คือแบบ TC,TB และTE

1.ส่วนประกอบของระบบ(รูป 5-1 ถึง 5-3)

1.1 ระบบน้ำจืด

สูบน้ำจืด(Coolant Pump) (รายละเอียด ข้อ 4.1)

เครื่องควบคุมอุณหภูมิมิน้ำจืด(Thermostat) (รายละเอียด ข้อ 4.3)

ถังพักน้ำจืด(Expansion Tank) (รายละเอียด ข้อ 4.4)

หม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler) (รายละเอียด ข้อ 4.4)

ชุดอุ่นน้ำจืด(Coolant Preheating Unit) (รายละเอียด ข้อ 4.5)

1.2 ระบบน้ำทะเล (รูป 5-2.1 ถึง 5-2.3)

สูบน้ำทะเล(Raw Water Pump) (รายละเอียด ข้อ 4.2)

2.การทำงานของระบบ

2.1 เครื่องแบบ TC (รูป 5-1.1 / 5-1.2)

ก่อนเริ่มเดินเครื่อง ในเครื่องที่ประกอบด้วยชุดอุ่นน้ำจืด(Preheating Unit) จะใช้ชุดอุ่นน้ำจืด อุ่นน้ำจืดให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น โดยสูบน้ำวนเวียน(Electric Pump)ของชุดอุ่นน้ำจืดซึ่งขับหมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า จะดูดน้ำจืดจากระบบภายในเครื่อง มาผ่านขดลวดไฟฟ้าให้น้ำจืดมีอุณหภูมิสูงขึ้น แล้วส่งกลับเข้าระบบภายในเครื่อง เป็นการอุ่นเครื่องให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อจะเริ่มเดินเครื่องต้องเลิกใช้ชุดอุ่นน้ำจืดนี้

เมื่อเดินเครื่อง สูบน้ำจืด(Coolant Pump)ซึ่งได้รับการการขับหมุนด้วยหมู่เฟืองขับ(Gear Train) จะดูดน้ำจืดจากห้องน้ำล่าง(Bottom Water Chamber)ของหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant)เข้ามา

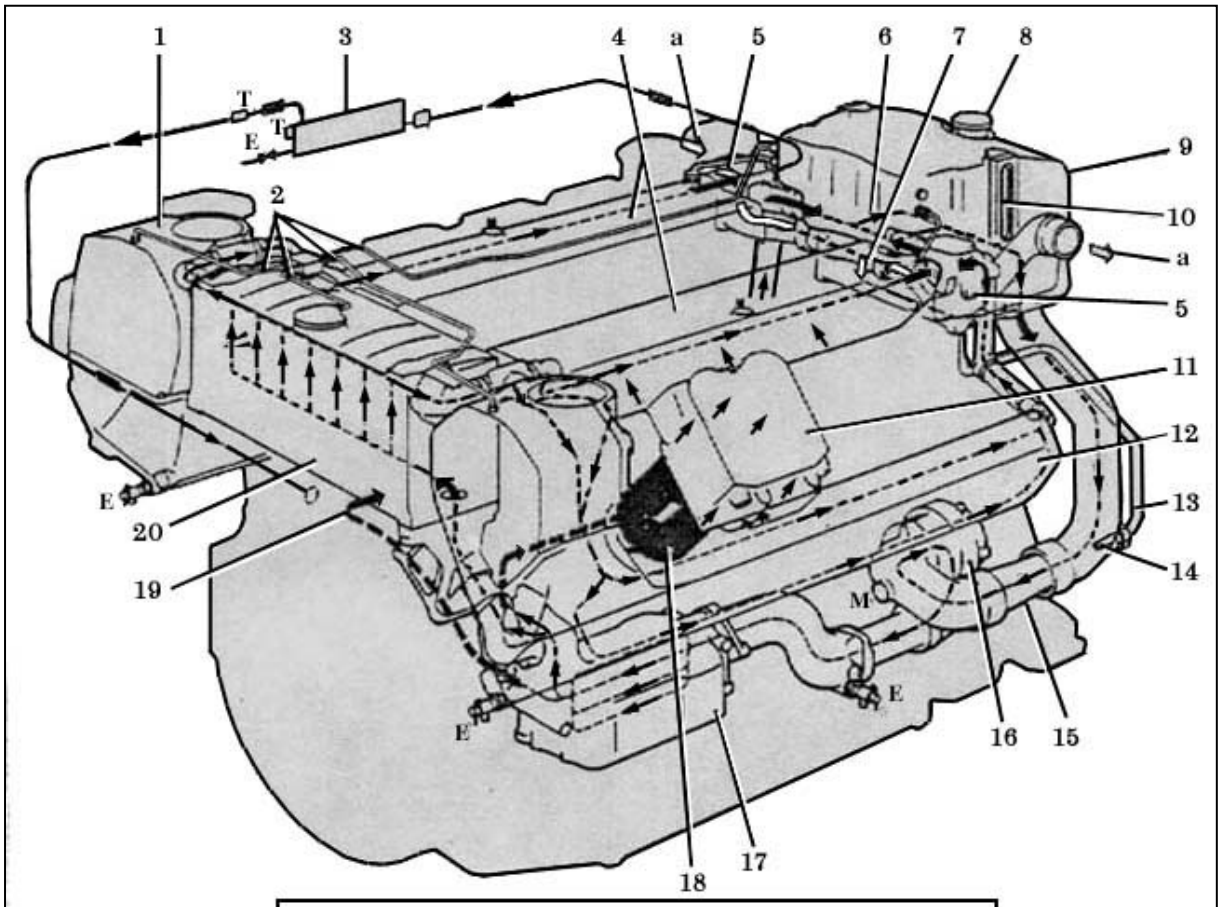


Fig. 5-1.1 Engine Coolant System (8 V 396 TC).

1. Turbocharger Cooling Jacket.	2. Vent Line.	3. Preheater.
4. Air/Coolant Manifold.	5. Thermostat.	6. At Operating Temperature.
7. With Cold Engine.	8. Breather Valve.	9. Coolant Cooler.
10. Sight Glass.	11. Cylinder Head.	12. Exhaust Manifold Jacket.
13 Equalizing Line.	14. Injector.	15. Diffusor.
16. Coolant Pump.	17. Engine Oil Heat Exchanger.	18. Cylinder Liner.
19. To Left Engine Side.	20. Intercooler.	a = Raw Water.
T = Temperature Monitor.	E = Drain.	M = Measuring Point.

และส่งไประบายความร้อนให้กับน้ำมันหล่อที่หม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ(Engine Oil Heat Exchanger) แล้วส่งแยกไป ดังนี้

ส่วนหนึ่ง ส่งไประบายความร้อนให้กับปลอกสูบ(Cylinder Liner)และฝาสูบ(Cylinder Head)ทุกๆสูบ แล้วไปเข้าท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด(Air/Coolant Manifold) ในส่วนที่เป็นท่อรวมน้ำจืด

อีกส่วนหนึ่ง ส่งไประบายความร้อนให้กับอากาศดีที่หม้อระบายความร้อนอากาศดี(Intercooler) แล้วทางหนึ่งจะไปเข้าท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด ในส่วนที่เป็นท่อรวมน้ำจืด อีกทางหนึ่งไประบายความร้อนให้กับเทอร์โบชาร์จและท่อรวมแก๊สเสีย(Exhaust Manifold)ทั้งสองด้านของเครื่อง แล้วไปเข้าเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด (Thermostat) รวมกับน้ำจืดที่มาจากท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด

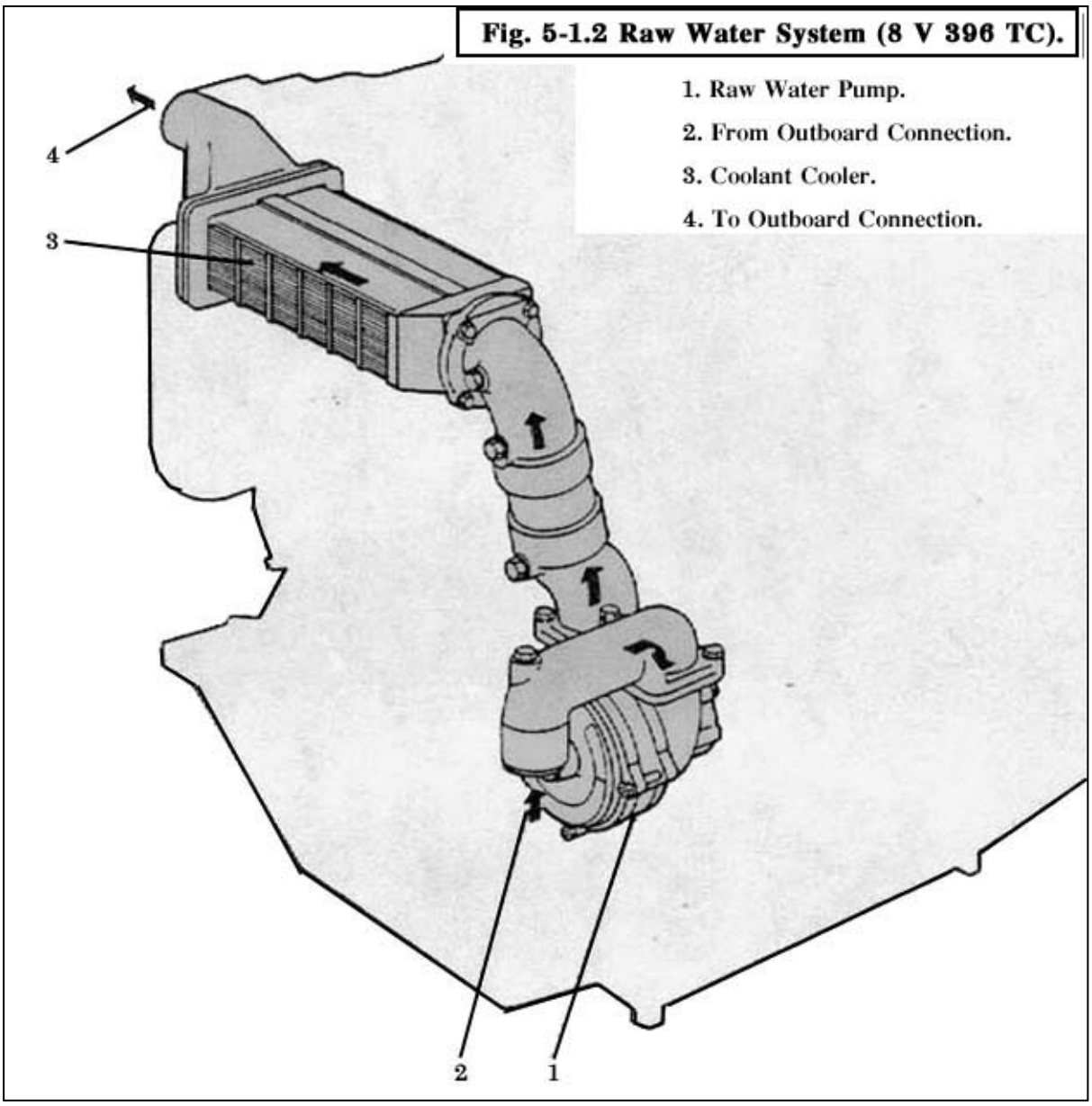
อีกส่วนหนึ่ง ส่งไประบายความร้อนให้กับส่วนต่างๆอีกด้านหนึ่งของเครื่อง ซึ่งจะเป็นเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว

ที่เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด ถ้าน้ำจืดมีอุณหภูมิต่ำ จะเปิดให้น้ำจืดไปเข้าถังพักน้ำจืดโดยตรง แต่ถ้าน้ำจืดมีอุณหภูมิสูง จะเปิดให้น้ำจืดไปผ่านหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler) ก่อนเข้าถังพักน้ำจืด และจะถูกสูบน้ำจืด สูบส่งวนเวียนเข้าระบบอีกดังที่กล่าวมาแล้ว

ที่ทางดูดของสูบน้ำจืด จะประกอบด้วยกรวยพ่นน้ำ(Diffuser)และหัวฉีดพ่น(Injector) ซึ่งจะต่อท่อชดเชยน้ำจืด(Equalizing Line)จากถังพักน้ำจืดโดยตรง เพื่อช่วยเพิ่มกำลังดันในทางดูดของสูบน้ำจืดและป้องกันการเกิดโพรงอากาศ(Cavitation)ขึ้นภายในสูบน้ำจืด

จากจุดที่สูงที่สุดของส่วนต่างๆภายในระบบน้ำจืด จะต่อท่อระบายอากาศ(Vent Line)ไปเข้าถังพักน้ำจืด เพื่อระบายอากาศออกจากระบบ

ในขณะเดียวกัน สูบน้ำทะเล(Raw Water Pump) ซึ่งได้รับการขับหมุนโดยหมู่เฟืองขับ ก็จะดูด-น้ำทะเล



จากภายนอกเข้ามา และส่งไประบายความร้อนให้กับน้ำจืดที่หม้อระบายความร้อนน้ำจืด แล้วส่งออกนอกระบบไป

การซ่อมบำรุงรักษาระบบ

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 53-63

2.2 เครื่องแบบ TB (รูป 5-2.1 / 5-2.2)

ถ้ามีชุดอุ่นน้ำจืด(Preheating Unit) ก็จะมีการทำงานเช่นเดียวกับ แบบ TC ที่กล่าวมาแล้ว

เมื่อเดินเครื่องสูบน้ำจืด(Coolant Pump)ซึ่งได้รับการขับหมุนด้วยหมู่เฟืองขับ(Gear Train) จะดูดน้ำจืดห้องน้ำล่าง(Bottom Water Chamber)ของหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler)เข้า-มา และส่งไประบาย

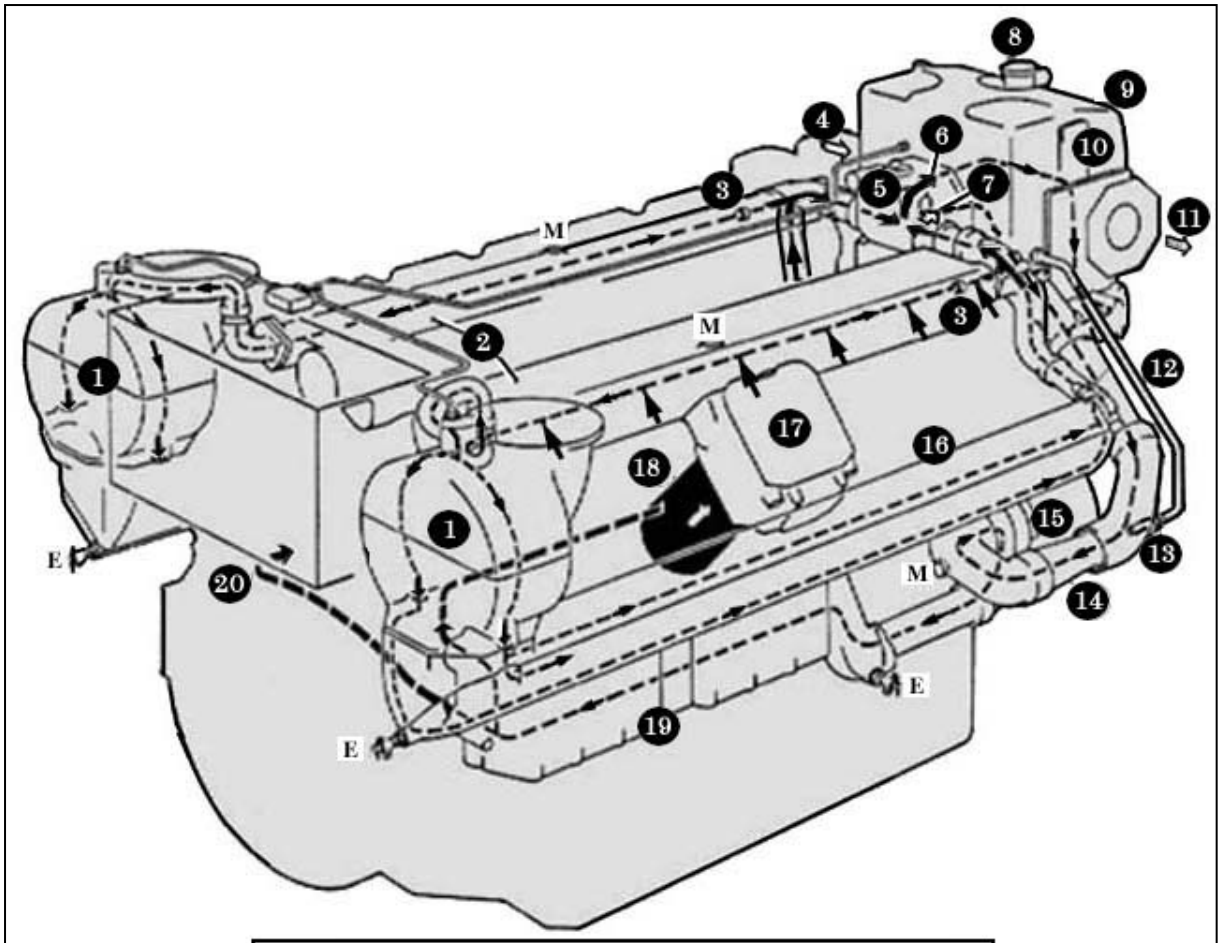


Fig. 5-2.1 Engine Coolant System (12 V 396 TB).

1. Turbocharger Cooling Jacket.	2. Charge Air/Coolant Manifold.	3. Flow Restrictor.
4. Raw Water Inlet.	5. Coolant Thermostat.	6. At Operating Temperature.
7. With Cold Engine.	8. Coolant Filler Neck.	9. Coolant Cooler.
10. Sight Glass.	11. Raw Water Outlet.	12. Coolant Equalizing Line.
13. Injector.	14. Diffusor.	15. Engine Coolant Pump.
16. Exhaust Pipe.	17. Cylinder Head.	18. Cylinder Liner.
19. Engine Oil Heat Exchanger.	20. To Left Engine Side.	
E = Drain.	D = Measuring Point.	

ความร้อนให้กับน้ำมันหล่อที่หม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ(Engine Oil Heat Exchanger) แล้วส่งแยกออกไป ดังนี้

ส่วนหนึ่ง จะส่งไประบายความร้อนให้กับปลอกสูบ(Cylinder Liner)และฝาสูบ(Cylinder Head)ทุกๆสูบ แล้วออกไปเข้าท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด(Charge Air/Coolant Manifold)ในส่วนที่เป็นท่อรวมน้ำจืด แล้วทางหนึ่งจะส่งไปเข้าเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด(Thermostat)ผ่านช่องจำกัด(Flow Restrictor) อีกทางหนึ่ง จะส่งไประบายความร้อนให้กับเทอร์โบชาร์จและท่อรวมแก๊สเสีย(Exhaust Pipe) แล้วไปเข้าเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดรวมกับน้ำจืดจากท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด(ช่องจำกัดจะเป็นตัวกำหนดปริมาณน้ำจืด ที่จะไประบายความร้อนให้กับเทอร์โบชาร์จและท่อรวมแก๊สเสีย)

อีกส่วนหนึ่ง จะส่งไประบายความร้อนให้กับส่วนต่างๆของเครื่องอีกด้านหนึ่ง ซึ่งจะเป็นเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว

เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด(Thermostat),ท่อระบายอากาศ(Vent Line),หัวฉีดพ่น(Injector)และกรวยพ่นน้ำ(Diffuser) จะมีการทำงานเช่นเดียวกับเครื่องแบบ TC ที่กล่าวมาแล้ว

ในขณะเดียวกัน สูบน้ำทะเล(Raw Water Pump)ซึ่งได้รับการขับหมุนด้วยหมู่เฟืองขับ(Gear Train) จะดูดน้ำทะเลจากภายนอกเข้ามา และส่งออกแยกไป ดังนี้

ส่วนหนึ่ง ส่งไประบายความร้อนให้กับน้ำจืดที่หม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler) แล้วส่งออก

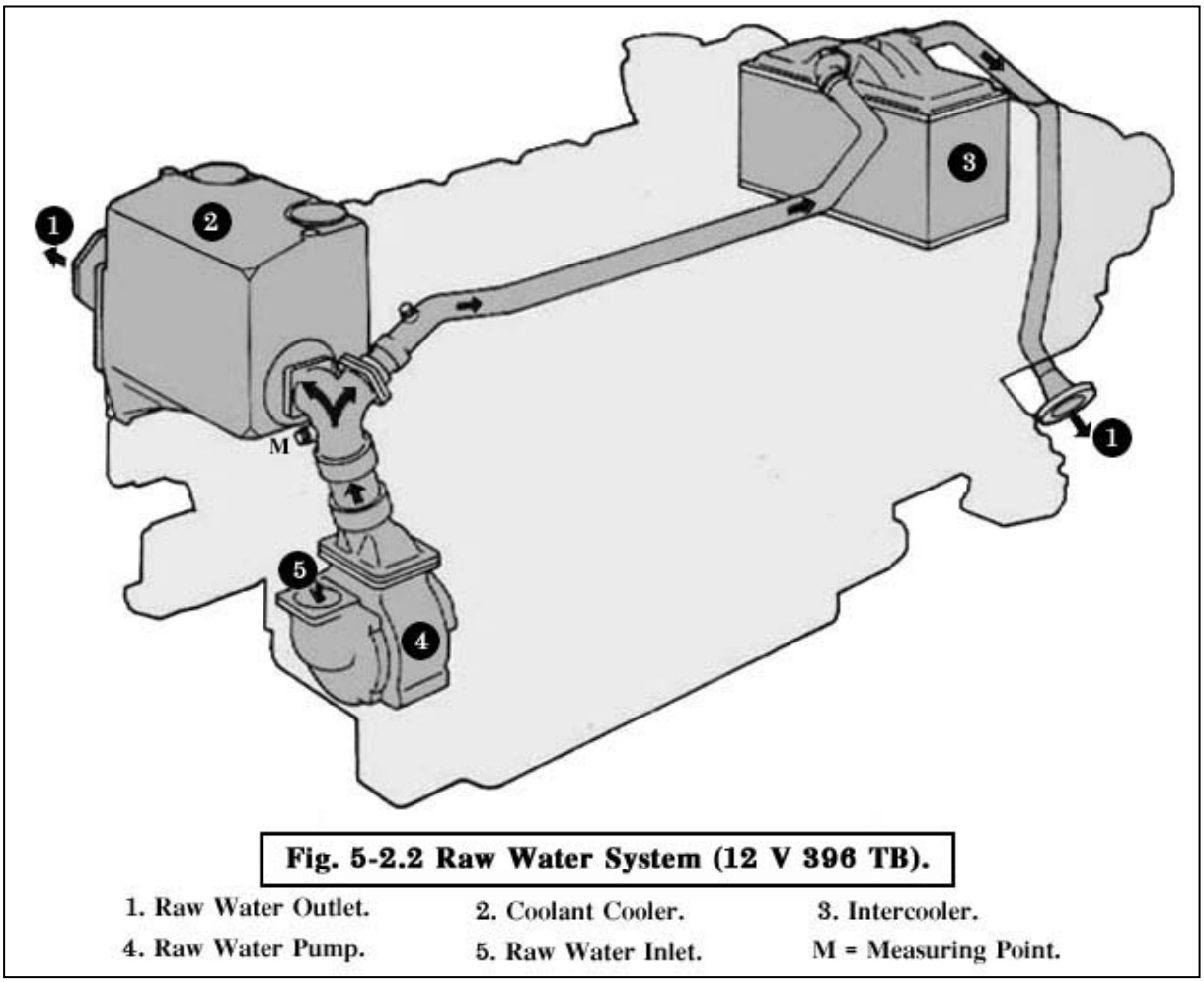


Fig. 5-2.2 Raw Water System (12 V 396 TB).

1. Raw Water Outlet. 2. Coolant Cooler. 3. Intercooler.
4. Raw Water Pump. 5. Raw Water Inlet. M = Measuring Point.

ภายนอกไป

อีกส่วนหนึ่ง ส่งไประบายความร้อนให้กับอากาศดีที่หม้อระบายความร้อนอากาศดี(Intercooler) แล้วส่งออกภายนอกไป

การซ่อมบำรุงรักษาระบบ

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ53 – 56

2.3 เครื่องแบบ TE (รูป 5-3.1 / 5-3.2 และ 6-6.2 / 6-6.3)

ถ้ามีชุดอุ่นน้ำจืด จะทำงานเช่นเดียวกับเครื่องแบบ TC ที่กล่าวมาแล้ว

ในเครื่องแบบ TE นี้ ระบบน้ำจืดจะแบ่งเป็น 2 วงจร ซึ่งมีการทำงาน ดังนี้

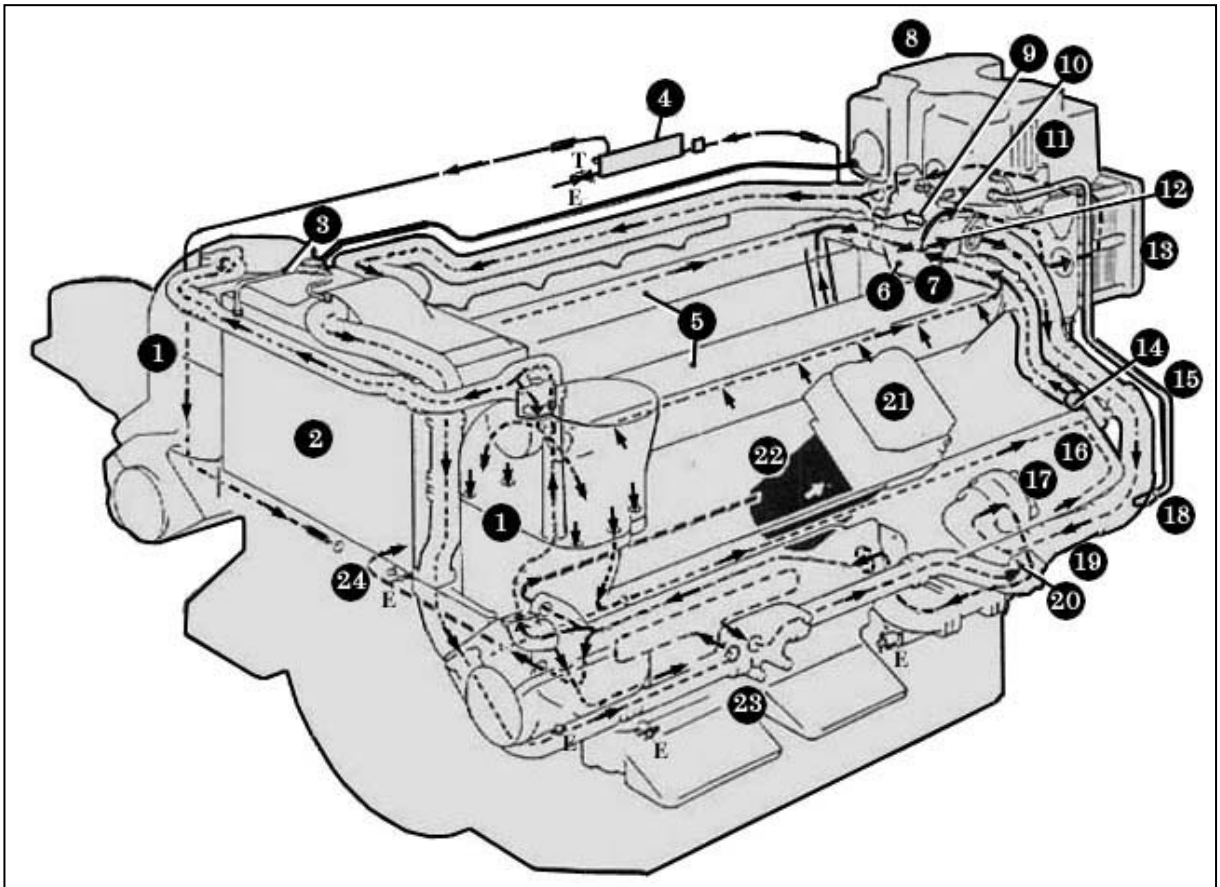


Fig. 5.3.1 Engine Coolant System (12 V 396 TE).

1. Turbocharger Coolant Jacket.	2. Intercooler.	3. Vent Line.
4. Coolant Preheating Unit.	5. Charge Air/Coolant Manifold.	6. Coolant Thermostat.
7. Bypass to Engine Coolant Pump.	8. Coolant Expansion Tank.	9. Bypass to Intercooler.
10. To Engine Coolant Cooler.	11. Sight Glass.	12. Flow Restrictor.
13. Engine Coolant Cooler.	14. Strainer.	15. Coolant Expansion Line.
16. Exhaust Manifold Coolant Jacket.	17. Engine Coolant Pump.	18. Injector.
19. Diffusor.	20. From Low-temp. Circuit(Mixing Point).	
21. Cylinder Head.	22. Cylinder Liner.	23. Engine Oil to Heat Exchanger.
24. To Left Side of Engine.	E = Drain.	T = Temperature Monitor.

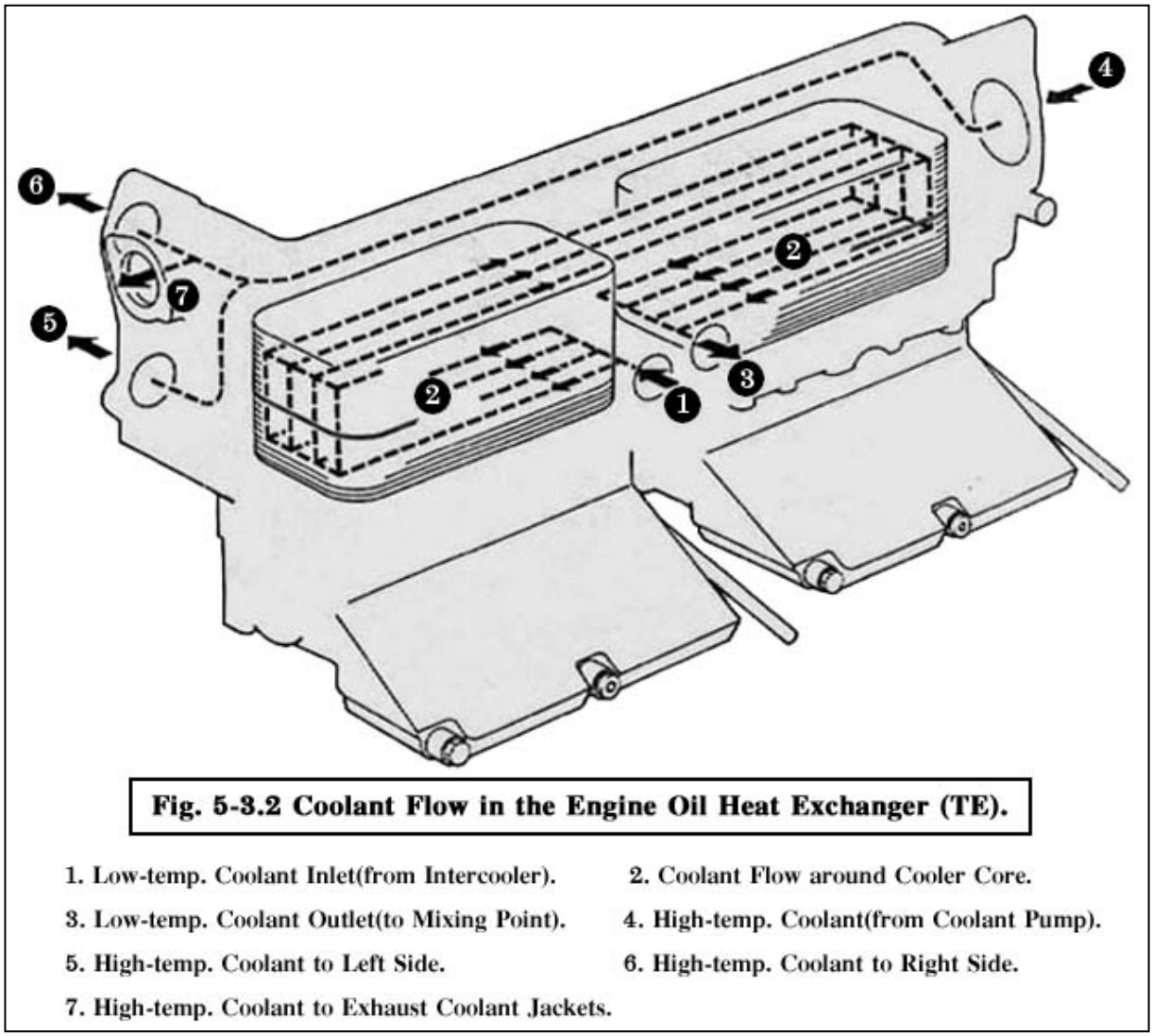


Fig. 5-3.2 Coolant Flow in the Engine Oil Heat Exchanger (TE).

1. Low-temp. Coolant Inlet(from Intercooler).
2. Coolant Flow around Cooler Core.
3. Low-temp. Coolant Outlet(to Mixing Point).
4. High-temp. Coolant(from Coolant Pump).
5. High-temp. Coolant to Left Side.
6. High-temp. Coolant to Right Side.
7. High-temp. Coolant to Exhaust Coolant Jackets.

2.3.1 วงจรอุณหภูมิสูง(High Temperature Circuit) (รูป 5-3.2)

เมื่อเดินเครื่องสูบน้ำจืด(Coolant Pump)ซึ่งได้รับการขับหมุนด้วยหมู่เฟืองขับ(Gear Train) จะดูดน้ำจืดจากช่องทางลัดคงที่(Permanently Open Bypass)ของเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด(Thermostat)ผ่านช่องจำกัด(Flow Restrictor)เข้ามา และส่งออกไปผ่านเรือนส่วนบนของหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ(Engine Oil Heat Exchanger) แล้วส่งไประบายความร้อนให้กับส่วนต่างๆของเครื่อง ดังนี้

ส่วนหนึ่ง ส่งไประบายความร้อนให้กับปลอกสูบ(Cylinder Liner)และฝาสูบ(Cylinder Head)ทุกๆสูบ แล้วออกไปรวมกันที่ท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด(Charge Air/Coolant Manifold)ในส่วนที่เป็นท่อรวมน้ำจืด แล้วไปเข้าเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด

อีกส่วนหนึ่ง ส่งไประบายความร้อนให้กับเทอร์โบชาร์จและท่อรวมแก๊สเสีย(Exhaust Manifold)ทั้งสองด้านของเครื่อง แล้วผ่านหม้อกรองหยาบ(Strainer)ไปเข้าเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด รวมกับน้ำจืดจากท่อรวมน้ำจืด

อีกส่วนหนึ่ง ส่งไประบายความร้อนให้กับปลอกสูบและฝาสูบอีกด้านหนึ่งของเครื่อง ซึ่งจะเป็นเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว

น้ำจืดจากท่อรวมน้ำจืดทั้งสองด้านของเครื่อง จะถูกส่งเข้ามาภายในเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด ทางหนึ่งจะผ่านช่องทางลัดคงที่และช่องจำกัดวนเวียนกลับเข้าทางดูดของสูบน้ำจืด อีกทางหนึ่งจะถูกควบคุมอุณหภูมิโดยเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด ให้เข้าสู่วงจรอุณหภูมิต่ำต่อไป

หัวฉีดพ่น(Injector),กรวยพ่นน้ำ(Diffuser)และท่อระบายอากาศ(Vent Line) จะมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับเครื่อง แบบ TC ที่กล่าวมาแล้ว

2.3.2 วงจรอุณหภูมิต่ำ(Low Temperature Circuit) (รูป 5-3.1)

ในขณะที่เครื่องยนต์เดินตัวเปล่า(Idling Operation)และรับภาระน้อย(Partial Load) อากาศดีเข้าเครื่อง(Charge Air)จะถูกอุ่นให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นโดยน้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง จนกระทั่งเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดปิดช่องทางลัด(Bypass)น้ำจืดที่ไปเข้าหม้อระบายความร้อนอากาศดี(Intercooler)โดยตรง ซึ่งมีการทำงานดังนี้

ถ้าอุณหภูมิน้ำจืดยังต่ำอยู่ เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดจะเปิดให้น้ำจืดผ่านช่องทางลัด(By-pass)ไปผ่านหม้อระบายความร้อนอากาศดีและหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ(Engine Oil Heat Exchanger) แล้วเข้าสู่วงจรอุณหภูมิสูง ที่ทางดูดของสูบน้ำจืด

ถ้าน้ำจืดมีอุณหภูมิสูง เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดจะเปิดให้น้ำจืดไปผ่านหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler) ก่อนที่จะไปเข้าหม้อระบายความร้อนอากาศดี ดังที่กล่าวมาแล้ว

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 53 – 56

2.3.3 ระบบน้ำทะเล(Raw Water System) (รูป 5-3.2)

เมื่อเดินเครื่อง สูบน้ำทะเล(Raw Water Pump)ซึ่งได้รับการขับหมุนโดยหมู่เฟืองขับ(Gear Train) จะดูดน้ำทะเลจากภายนอกเข้ามา และส่งไประบายความร้อนให้กับน้ำจืดที่หม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler) แล้วส่งออกภายนอกระบบไป

ในกรณีฉุกเฉิน คือ ถ้าสูบน้ำทะเลขัดข้องจะใช้สูบน้ำทะเลสำรอง(Reserve Raw Water Pump)ซึ่งขับหมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าส่งน้ำทะเลเข้าระบบแทน โดยการเปิดลิ้นปิด(9:Shut-off Valve)ให้น้ำทะเลจากสูบน้ำทะเลสำรองเข้าทำงานในระบบ(ปกติลิ้นนี้จะต้องปิดไว้) ซึ่งในขณะนี้กำลังดันน้ำทะเลจะเข้าสู่สูบน้ำทะเลด้วย ถ้าสูบน้ำทะเลขัดข้องเนื่องจากเรือน(Housing)ชำรุดจะต้องปิดทางเข้า-ออกของสูบน้ำทะเลด้วยการกลับด้านหน้าแปลนสองทาง(Dual Purpose Flanges)ทั้งสองด้วย เพื่อป้องกันน้ำทะเลเข้าไปภายในเรือนของสูบ

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 61-63

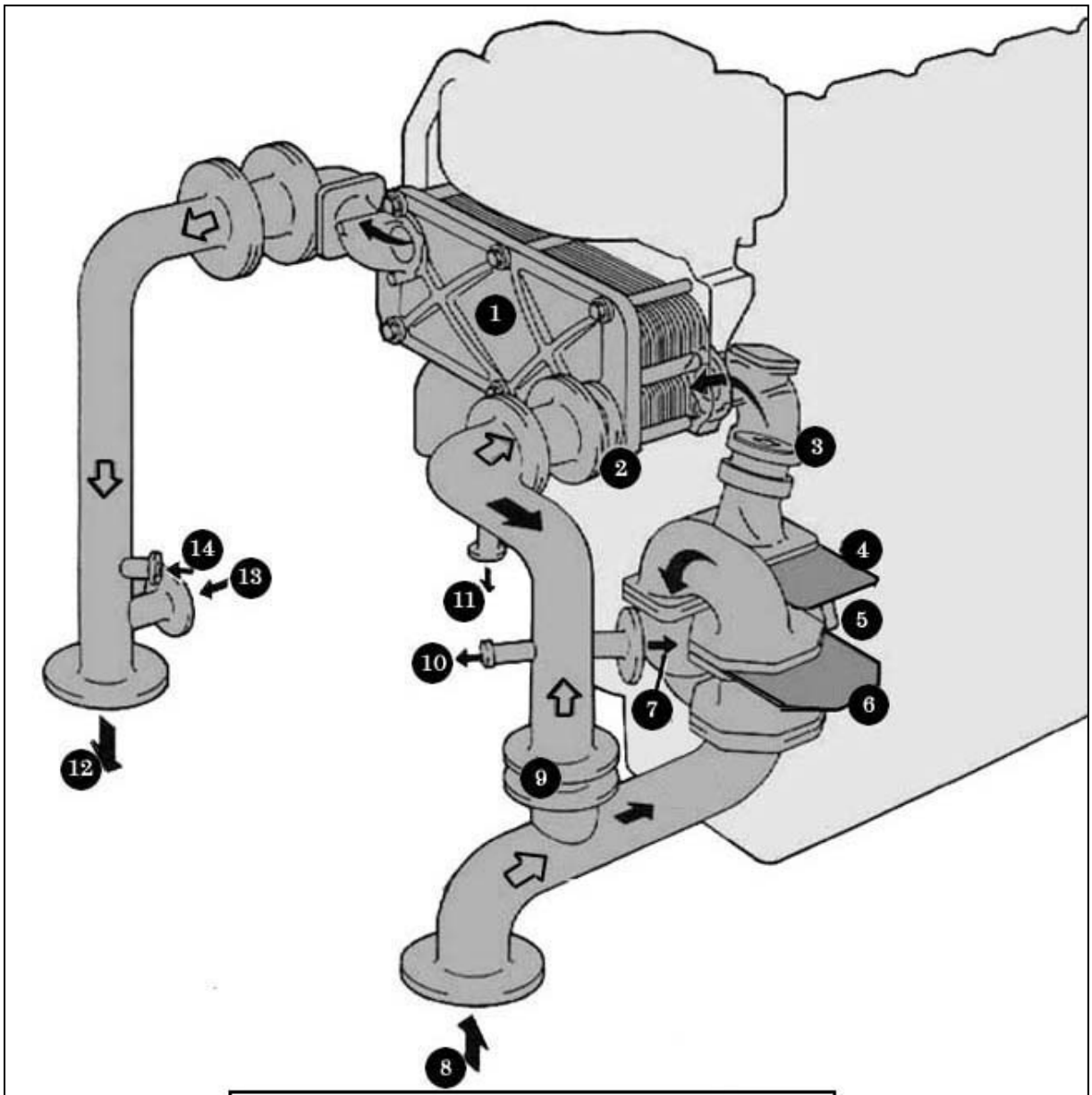


Fig. 5-3.3 Raw Water System (12 V 396 TE).

1. Engine Coolant Cooler. 2. Raw Water Outlet/Inlet. 3. Flow Restrictor.
4. Dual-purpose Flange After Pump. 5. Raw Water Pump. 6. Dual-purpose Flange Before Pump.
7. To Alternator Cooler. 8. Raw Water Inlet. 9. Shut-off Valve(Normally Closed).
10. To Fuel Heat Exchanger. 11. To Acoustic Enclosure Coolant Cooler.
12. Raw Water Outlet. 13. From Alternator Cooler.
14. From Acoustic Enclosure Coolant Cooler.

= Normal Operation. = Emergency Operation.

3.รายละเอียดของระบบ

3.1 สูบน้ำจืด(Coolant Pump) (รูป 5-4)

ทำหน้าที่ สูบส่งน้ำจืดระบายความร้อน ให้วนเวียนภายในระบบ

ประกอบอยู่ทางด้าน KGS. ของเครื่อง จำนวน 1 ตัว

ได้รับการขับหมุนโดยหมู่เฟืองขับ(Gear Train)

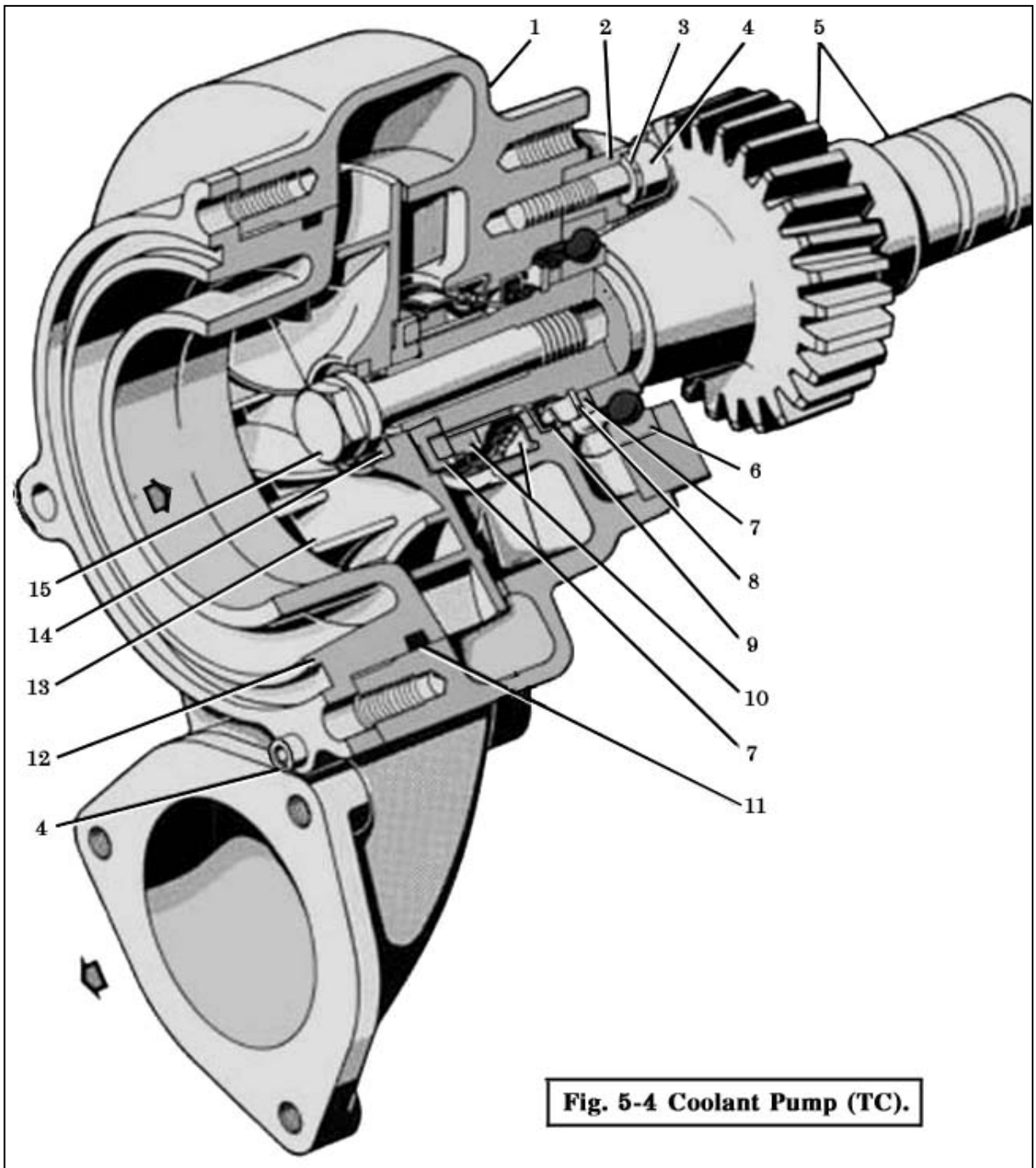


Fig. 5-4 Coolant Pump (TC).

1. Water Pump Housing. 2. Bearing Housing. 3. Lock Washer.
4. Socket Head Screw. 5. Pump Shaft with Drive Gear Wheel. 6. Deep Groove Ball Bearing.
7. Thrust Ring. 8. Locking Ring. 9. Oil Seal.
10. Water Seal. 11. O-ring. 12. Connecting Piece.
13. Impeller Wheel. 14. Washer. 15. Stress Bolt.

ในแต่ละเครื่อง รายละเอียดและส่วนประกอบจะต่างกัน แต่การทำงานจะเหมือนกัน

ลักษณะการทำงาน

เป็นสูบแบบแรงเหวี่ยง(Centrifugal Pump)

เรือน(Housing) เป็นเรือน 2 ส่วนประกอบเข้าด้วยกัน คือ เรือนของสูบ(Pump Housing)และเรือนแบริ่ง (Bearing Housing) และประกอบด้วยท่อต่อ(Connection Element)เป็นช่องทางดูดของสูบ โดยมีช่องทางส่งอยู่ที่ด้านล่างเรือนของสูบ

เพลาสูบ(Pump Shaft) ประกอบอยู่ภายในเรือนของสูบ ปลายเพลาด้านนอกเรือนของสูบมีเฟืองขับหมุน (Drive Gear)เป็นส่วนที่รับอาการหมุนจากหมู่เฟืองขับมาขับหมุนสูบให้ทำงาน ปลายเพลาภายในเรือนของสูบ ประกอบด้วยปีกพัดน้ำ(Impeller)โดยใช้สลักยึด(Stress Bolt)ยึดติดกับเพลา รองรับเพลาด้วยแบริ่งลูกกลิ้งกลม (Ball Bearing)จำนวน 1 หรือ 2 ชุด ได้รับการหล่อลื่นโดยน้ำมันหล่อจากการวิดสาด(Splash Oil)จากหมู่เฟืองขับ และมีการกันรั่วเพลาด้วยวงกันรั่ว(Seal) 2 ชุด คือ วงกันรั่วน้ำมันหล่อ(Oil Seal)ทำหน้าที่กันรั่วเพลาด้านน้ำมันหล่อ และวงกันรั่วน้ำ(Water Seal)ทำหน้าที่กันรั่วเพลาด้านน้ำจืด โดยวงกันรั่วทั้งสองมีระยะห่างกันหรือช่องว่างพอสมควร จะเจาะรูทะลุเรือนของสูบลงด้านล่าง เป็นรูตรวจรั่ว(Telltale Bore) ไว้สำหรับตรวจสอบสภาพของวงกันรั่วทั้งสอง ซึ่งปกติจะต้องไม่มีน้ำมันหล่อหรือน้ำจืดรั่วไหลออกมาทางรูตรวจรั่วนี้ ถ้ามีแสดงว่าวงกันรั่วนั้นชำรุด

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 51

3.2 สูบน้ำทะเล(Raw Water Pump) (รูป 5-5.1 และ 5-5.2)

ทำหน้าที่ สูบส่งน้ำทะเลเข้าระบบน้ำทะเล

ประกอบอยู่ทางด้าน KGS ของเครื่อง จำนวน 1 ตัว

ได้รับการขับหมุนโดยหมู่เฟืองขับ(Gear Train)

ในแต่ละเครื่องอาจจะมีลักษณะและรายละเอียดต่างกัน แต่การทำงานจะเหมือนกัน

เป็นสูบแบบแรงเหวี่ยงไล่อากาศได้เอง(Self-Priming Centrifugal Pump)

ปัจจุบันที่มีใช้อยู่ จะมีลักษณะต่างกันอยู่ 2 ลักษณะคือ

3.2.1 ลักษณะแรก (รูป 5-5.1)

ลักษณะการทำงาน

เรือนของสูบ(Pump Housing)เป็นเรือนส่วนเดียว มีช่องทางน้ำทะเลเข้า-ออกอยู่ด้านบนเรือนของสูบ และประกอบด้วยแผ่นควบคุม(Control Disc)และฝาครอบสูบ(Pump Cover)โดยใช้สลักยึดกับเรือนของสูบ ด้านล่างประกอบด้วยก๊อกระบาย(Drain Cock)

เพลาสูบ(Pump Shaft) ประกอบอยู่ภายในเรือนของสูบ ปลายเพลาด้านนอกเรือนของสูบมีเฟืองขับหมุน (Drive Gear)เป็นส่วนที่รับอาการหมุนจากหมู่เฟืองขับ มาขับหมุนสูบให้ทำงาน ปลาย-

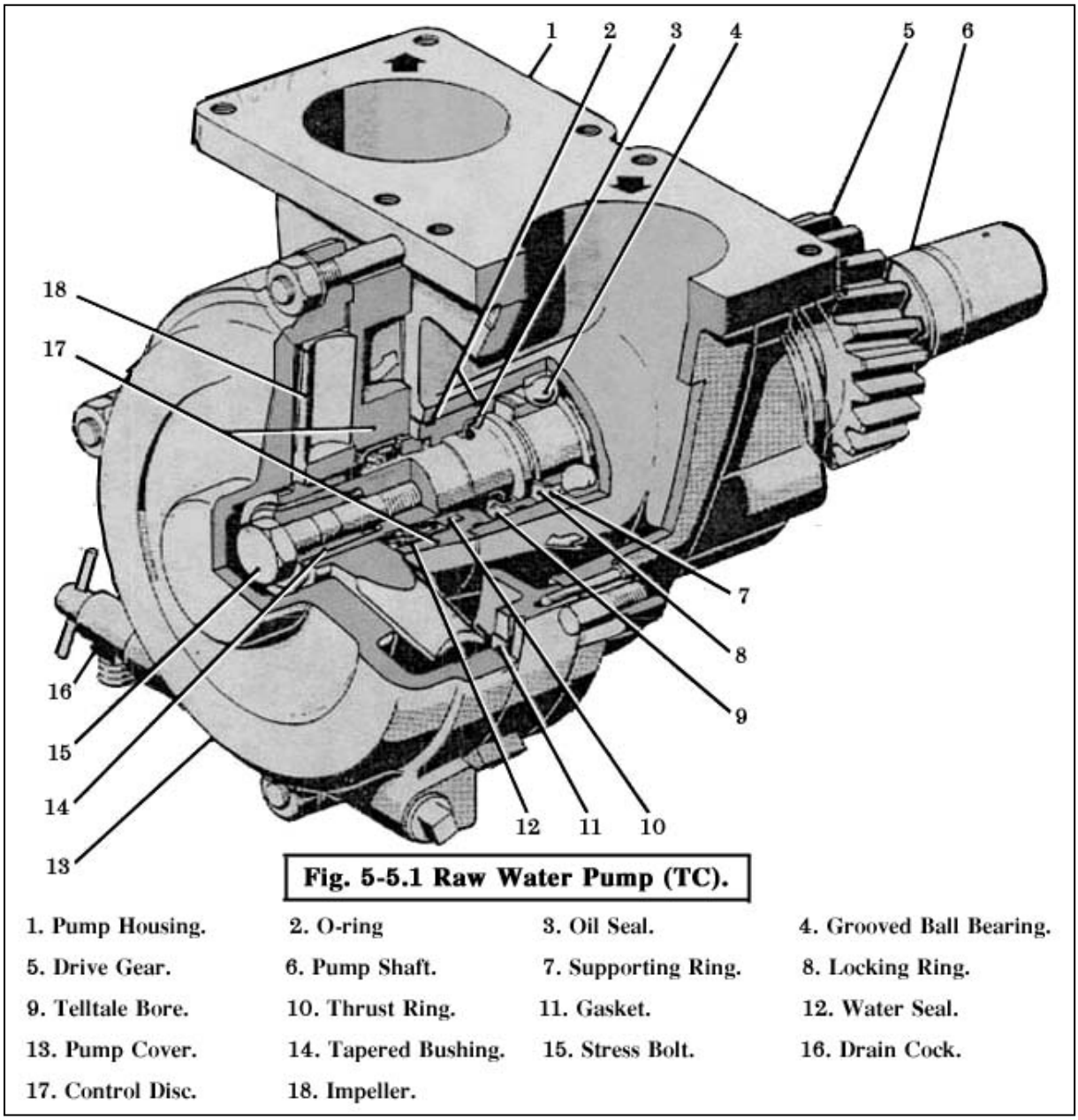


Fig. 5-5.1 Raw Water Pump (TC).

1. Pump Housing.	2. O-ring	3. Oil Seal.	4. Grooved Ball Bearing.
5. Drive Gear.	6. Pump Shaft.	7. Supporting Ring.	8. Locking Ring.
9. Telltale Bore.	10. Thrust Ring.	11. Gasket.	12. Water Seal.
13. Pump Cover.	14. Tapered Bushing.	15. Stress Bolt.	16. Drain Cock.
17. Control Disc.	18. Impeller.		

เพลาภายในเรือนของสูบ ประกอบด้วยปีกพัดน้ำ(Impeller)โดยใช้ปลอกลิ่ม(Tapered Bushing)และสลักยึด(Stress Bolt)ยึดเข้ากับเพลา รองรับเพลาด้วยแบริ่งลูกกลิ้งกลม(Ball Bearing) 1 ชุด ได้รับการหล่อลื่นโดยการวิดสาด(Splash Oil)จากหมู่เฟืองขับและมีการกันรั่วเพลาด้วยวงกันรั่ว(Seal) 2 ชุด คือ วงกันรั่วน้ำ(Water Seal)สำหรับกันรั่วเพลาด้านน้ำทะเลและวงกันรั่วน้ำมันหล่อ(Oil Seal)สำหรับกันรั่วเพลาด้านน้ำมันหล่อ โดยวงกันรั่วทั้งสองมีระยะห่างกันหรือช่องว่างพอสมควร จะเจาะรูทะลุเรือนของสูบลงด้านล่างเป็นรูตรวจรั่ว(Telltale Bore) สำหรับตรวจสอบสภาพของวงกันรั่วทั้งสอง ซึ่งปกติจะต้องไม่มีน้ำทะเลหรือน้ำมันหล่อรั่วไหลออกมาจากรูตรวจรั่วนี้ ถ้ามีแสดงว่าวงกันรั่วชำรุด

การที่มีช่องทางดูดอยู่ในระดับสูง ก็เพื่อใช้กักน้ำให้เต็มอยู่ภายในสูบตลอดเวลาขณะไม่ได้เดินเครื่อง เพื่อให้สูบมีการไล่อากาศได้เอง(Self-Priming) ทันทีที่เริ่มเดินเครื่อง

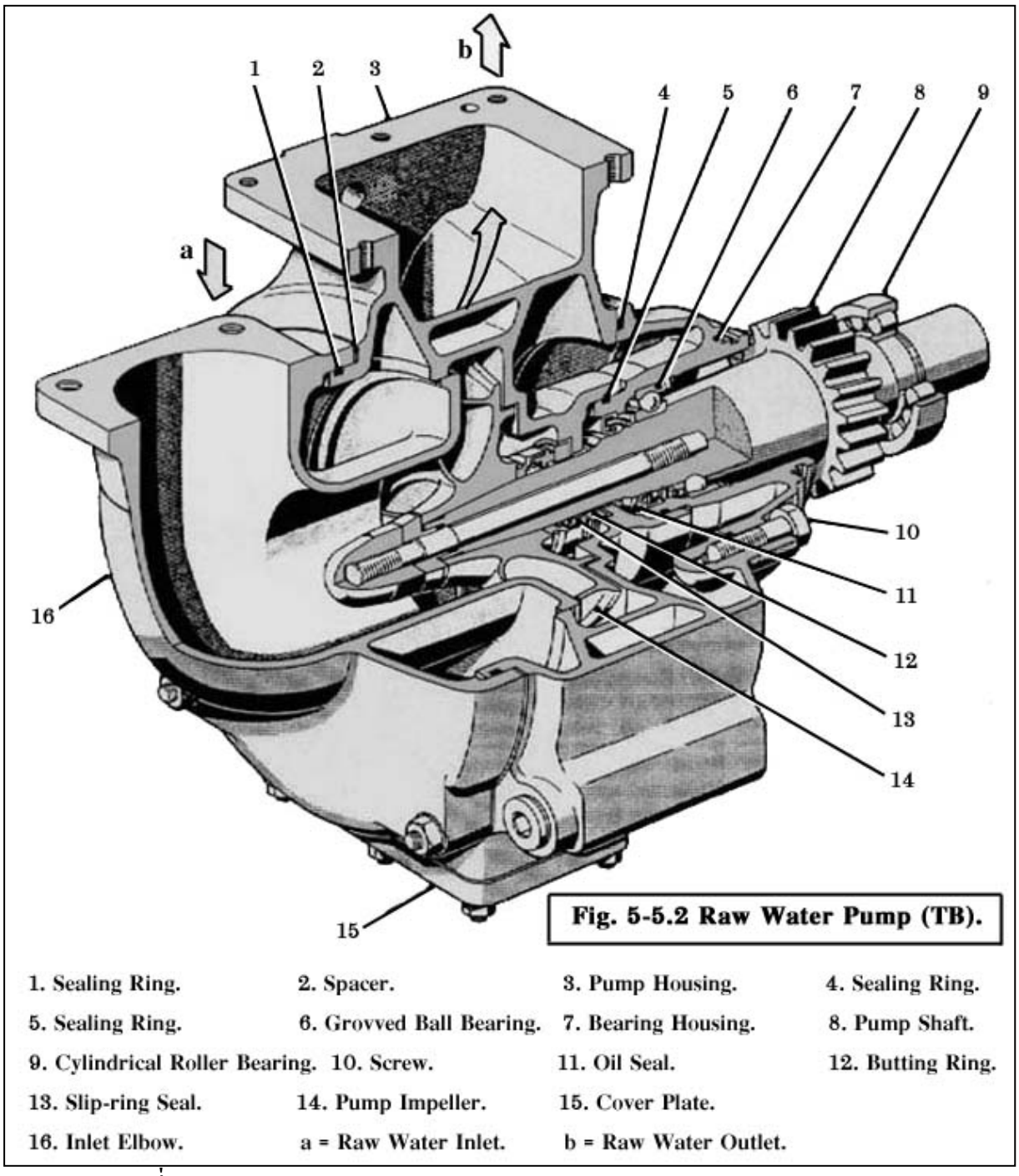


Fig. 5-5.2 Raw Water Pump (TB).

1. Sealing Ring.	2. Spacer.	3. Pump Housing.	4. Sealing Ring.
5. Sealing Ring.	6. Grovved Ball Bearing.	7. Bearing Housing.	8. Pump Shaft.
9. Cylindrical Roller Bearing.	10. Screw.	11. Oil Seal.	12. Butting Ring.
13. Slip-ring Seal.	14. Pump Impeller.	15. Cover Plate.	
16. Inlet Elbow.	a = Raw Water Inlet.	b = Raw Water Outlet.	

3.2.2 ลักษณะที่สอง (รูป 5-5.2)

ลักษณะการทำงาน

เรือน(Housing) เป็นเรือนสองส่วน คือ เรือนของสูบ(Pump Housing)และเรือนแบริ่ง(Bearing Housing) ประกอบเข้าด้วยกันด้วยสลักเกลียว(Screw) และด้านข้างเรือนของสูบประกอบด้วยข้อต่อทางเข้า(Inlet Elbow) เป็นช่องทางดูดของสูบ โดยมีช่องทางส่งอยู่ที่ด้านบนเรือนของสูบ ด้านล่างเรือนของสูบประกอบด้วยฝาปิด (Cover Plate)และปลั๊กระบาย(Drain Plug)

เพลาสูบ(Pump Shaft) ประกอบอยู่ภายในเรือนของสูบ ปลายเพลาด้านนอกเรือนของสูบประกอบด้วย เฟืองขับหมุน(Drive Gear)เป็นส่วนที่รับอาการหมุนจากหมู่เฟืองขับ มาขับหมุนสูบให้-ทำงาน ปลายเพลาภายใน

เรือนของสูบประกอบด้วยปีกพัดน้ำ(Impeller)โดยใช้สลักยึด(Stress Bolt)และนัต(Nut)ยึดเข้ากับเพลา รองรับเพลาด้วยแบริ่งลูกกลิ้งกลม(Ball Bearing) 1 ชุด ได้รับการหล่อลื่นด้วยน้ำมันหล่อจากการวิดสาด(Splash Oil)จากหมู่เฟืองขับ มีการกันรั่วเพลาสูบเช่นเดียวกับลักษณะแรกที่กล่าวมาแล้ว

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 52

3.3 เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด(Coolant Thermostat)

ทำหน้าที่ ควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง ให้อยู่ในเกณฑ์ใช้การตลอดเวลาที่เครื่องเดินอยู่ โดยทำให้น้ำจืดระบายความร้อนมีอุณหภูมิสูงถึงอุณหภูมิใช้การอย่างรวดเร็วเมื่อเริ่มเดินเครื่องและรักษาอุณหภูมิให้คงที่เมื่อเดินเครื่องอยู่

อุณหภูมิเริ่มเปิด(Start To Open) ประมาณ 70-77°C (ดูในคู่มือประจำเครื่อง)

อุณหภูมิเปิดเต็มที่(Fully Open) ประมาณ 80-88°C (ดูในคู่มือประจำเครื่อง)

ประกอบอยู่ที่ทางน้ำจืดออกจากเครื่อง(ระบายความร้อนเครื่องแล้ว) จำนวน 1 หรือ 2 ตัว

ในแต่ละเครื่องลักษณะและรายละเอียดจะต่างกัน แต่หลักการทำงานจะเหมือนกัน

ปัจจุบันที่มีใช้งานอยู่ จะแตกต่างเป็น 2 ลักษณะ คือ

3.3.1 ลักษณะแรก (รูป 5-6.1)

เครื่องแบบ TC/TB

ลักษณะการทำงาน

ที่เรือน(Housing) จะมีช่องทางน้ำจืดเข้า-ออก ดังนี้คือ ช่องทางน้ำจืดเข้า จากเครื่องยนต์(From Engine) 1 หรือ 2 ช่องทาง,ช่องทางน้ำจืดออก ไปเข้าสูบน้ำจืด(To Coolant Pump) 1 ช่องทางและช่องทางน้ำจืดออก ไปเข้าหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(To Intercooler) 1 ช่องทาง

ภายใน ประกอบด้วยลิ้นเลื่อน(Slide Valve) ทำหน้าที่ปิด-เปิด ช่องทางน้ำจืดออกทั้งหมด ได้รับอาการเลื่อนตัวจากสปริงดึงกลับ(Return Spring)และส่วนรับความร้อน(Thermal Element)

ส่วนรับความร้อน(Thermal Element) เป็นกระเปาะที่ภายในบรรจุไว้ด้วยขี้ผึ้งที่ไวต่อการขยายตัว(Heat Expensive Wax)

เมื่อเริ่มเดินเครื่อง น้ำจืดซึ่งระบายความร้อนเครื่องแล้ว จะถูกส่งเข้ามาภายในเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดทางช่องทางเข้า ในขณะนี้อุณหภูมิน้ำจืดนี้ยังต่ำอยู่(ต่ำกว่าค่าอุณหภูมิเริ่มเปิด) ลิ้นเลื่อนจะได้รับอาการเลื่อนตัวจากสปริงดึงกลับ ทำให้เปิดช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าสูบน้ำจืดเต็มที่ ในขณะเดียวกัน จะปิดช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าหม้อระบายความร้อนน้ำจืด ทำให้ไม่มีการระบายความร้อนออกจากน้ำจืด เพื่อให้อุณหภูมิน้ำจืดสูงถึงค่าใช้การอย่างรวดเร็ว เมื่อเริ่มเดินเครื่อง

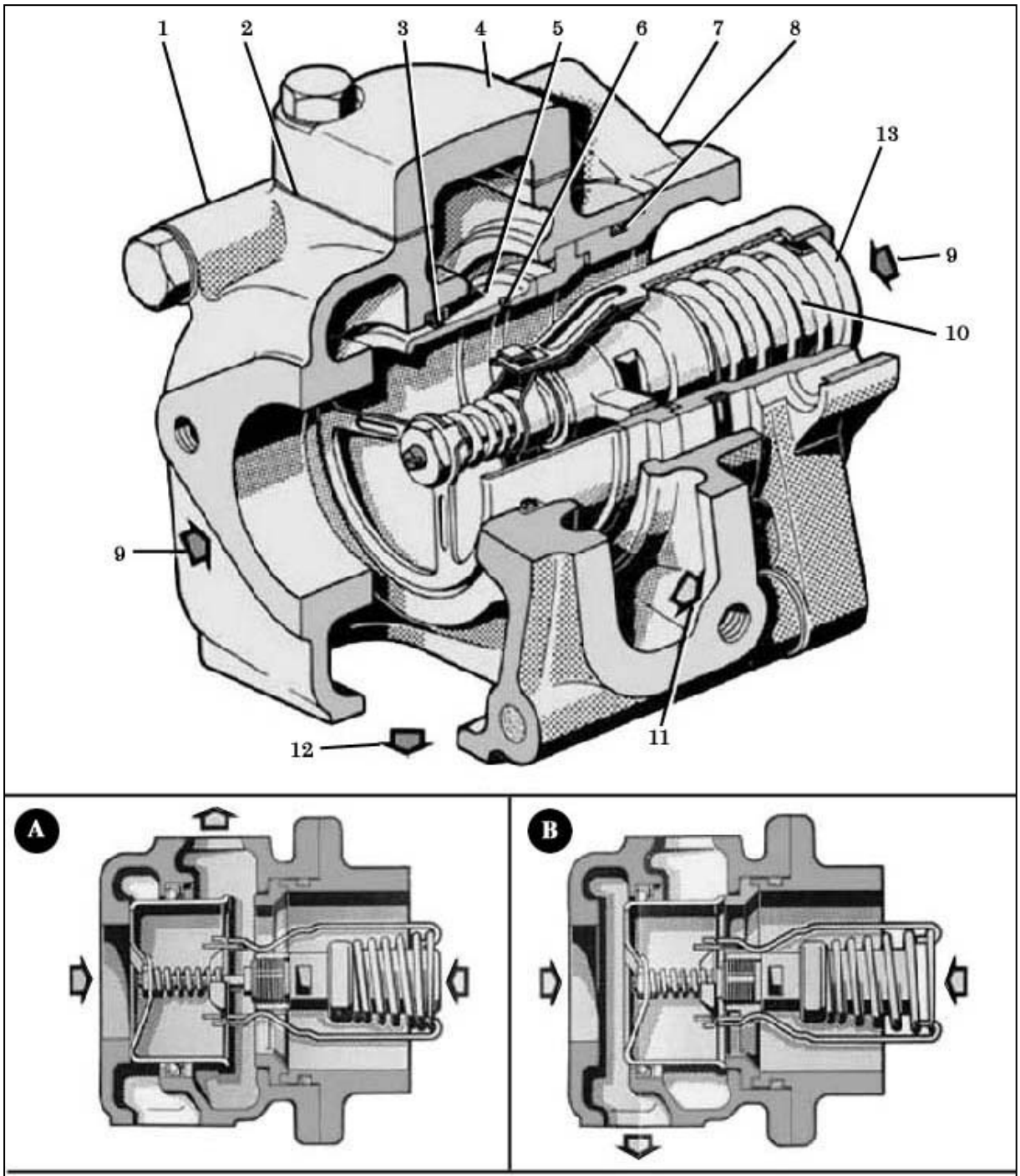


Fig. 5-6.1 Coolant Thermostat (TC).

1. Housing. 2. Gasket. 3. Sealing Ring. 4. Cover.
5. Slide Valve. 6. Vent Bore. 7. Intermediate Housing. 8. O-ring.
9. From Engine. 10. Thermal Element. 11. To Cooler. 12. To Coolant Pump.
13. Return Spring. A = Engine at Operating Temperature. B = Engine Cold.

เมื่ออุณหภูมิน้ำจืดระบายความร้อนสูงขึ้นถึงค่าอุณหภูมิเริ่มเปิด ขี้ผึ้งที่ไวต่อการขยายตัวของส่วนรับความร้อนจะขยายตัว ทำให้ส่วนรับความร้อนส่งอาการให้ลิ้นเลื่อน เลื่อนตัวเริ่มปิดช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าสูบน้ำจืด ในขณะเดียวกัน ก็จะเริ่มเปิดช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าหม้อระบายความร้อนน้ำจืด ทำให้เริ่มมีการระบายความร้อนออกจากน้ำจืด

การเลื่อนตัวของลิ้นเลื่อนเพื่อปิด-เปิดช่องทางน้ำจืดออกทั้งสองช่องทางนี้ จะสัมพันธ์โดยตรงกับอุณหภูมิน้ำจืด คือ เมื่ออุณหภูมิน้ำจืดสูงขึ้น ลิ้นเลื่อนก็จะได้รับอาการเลื่อนตัวมากขึ้น ทำให้เลื่อนตัวปิดช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าสูบน้ำจืดมากขึ้น ในขณะเดียวกัน ก็จะเปิดช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าหม้อระบายความร้อนน้ำจืดมากขึ้นด้วย จนกระทั่งอุณหภูมิน้ำจืดสูงถึงค่าอุณหภูมิเปิดเต็มที่ ลิ้นเลื่อนก็จะปิดช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าสูบน้ำจืด ในขณะเดียวกัน ก็จะเปิดช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าหม้อระบายความร้อนน้ำจืดเต็มที่ ทำให้มีการระบายความร้อนออกจากน้ำจืดเต็มที่ เพื่อรักษาอุณหภูมิน้ำจืดให้คงที่ตลอดเวลาที่เดินเครื่องอยู่

3.3.2 ลักษณะที่สอง (รูป 5-6.2)

เครื่องแบบ TE

ลักษณะการทำงาน

ที่เรือน(Housing) จะมีช่องทางน้ำจืดเข้า-ออก ดังนี้คือ ช่องทางน้ำจืดเข้า จากเครื่องยนต์(From Engine) 2 ช่องทาง,ช่องทางลัดคงที่(Permanent Bypass)เป็นช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าสูบน้ำจืด(To Coolant Pump) 1 ช่องทาง,ช่องทางลัด(Bypass)เป็นช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าหม้อระบายความร้อนอากาศดี(To Intercooler) 1 ช่องทางและช่องทางน้ำจืดออกไปเข้าหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(To Coolant Cooler) 1 ช่องทาง

ช่องทางลัดคงที่(Permanent Bypass) เป็นช่องทางซึ่งเปิดไว้คงที่ตลอด(Permanent Bypass) ดังนั้นเมื่อเดินเครื่อง จะมีน้ำจืดระบายความร้อนเครื่องจากช่องทางเข้าส่วนหนึ่ง ผ่านช่องทางลัดคงที่นี้ ไปเข้าสูบน้ำจืดตลอดเวลา

ภายในเรือน ประกอบด้วยลิ้นเลื่อน(Slide Valve),ส่วนรับความร้อน(Thermal Element)และสปริงดึงกลับ(Compression Spring)ที่จะทำงานปิด-เปิดช่องทางน้ำจืดออกที่เหลือ ซึ่งจะมีการทำงานเช่นเดียวกับลักษณะแรกที่กล่าวมาแล้ว

ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดบางแบบ ถ้าส่วนรับความร้อนชำรุดหรือไม่ทำงาน เราสามารถที่จะตั้งฉุกเฉิน(Emergency Setting)เพื่อใช้งานต่อไปได้

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 74

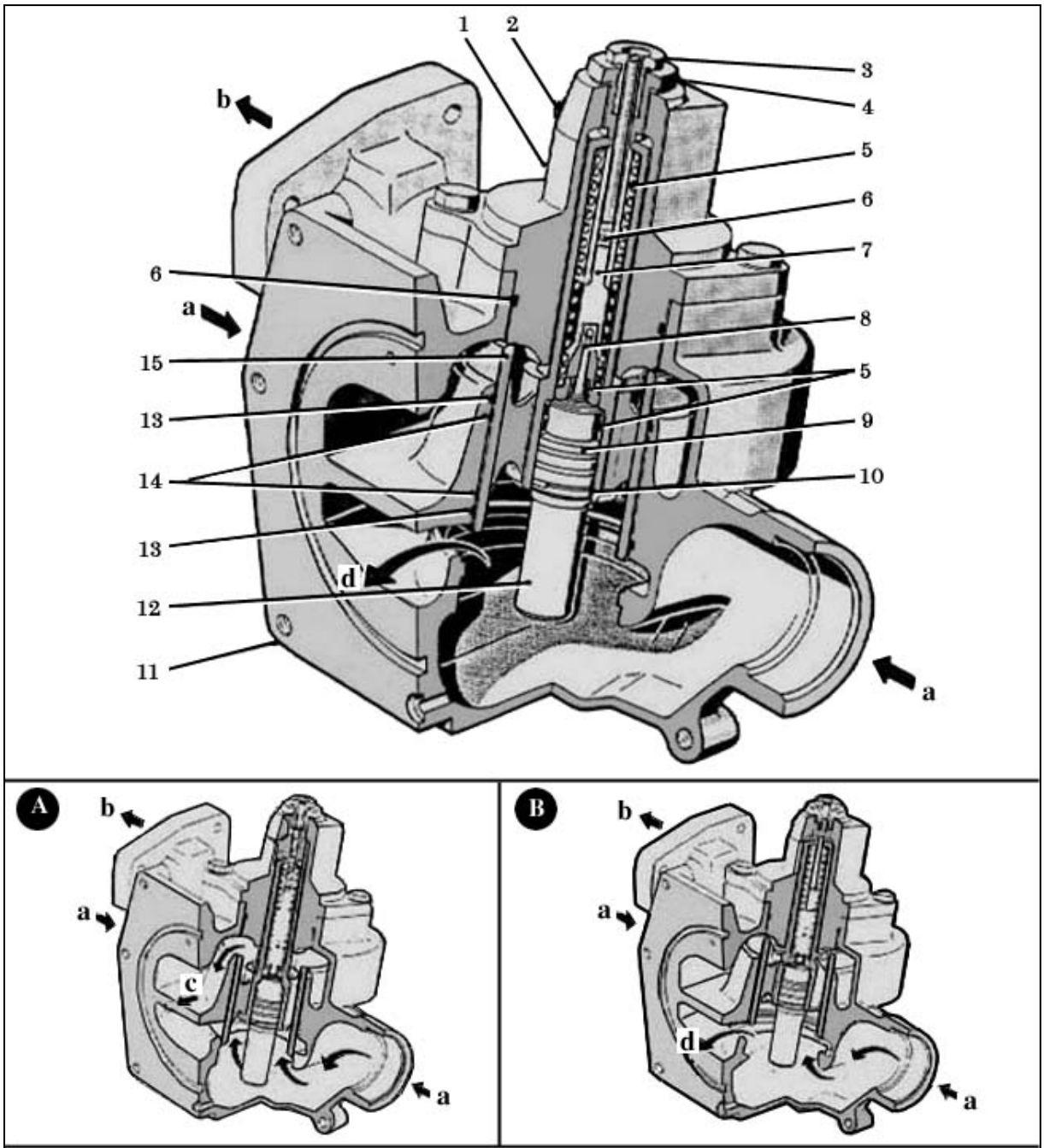


Fig. 5-6.2 Coolant Thermostat (TE).

1. Cover. 2. Connection for Vent. 3. Locking Bush. 4. Threaded Bush.
5. Compression Ring. 6. O-ring. 7. Stop Pin. 8. Pin.
9. Washer. 10. Circlip. 11. Annular Slide Housing. 12. Thermal Element.
13. Wiper Ring. 14. Guide Ring. 15. Slide Valve.

a = From Engine. b = Bypass to Coolant Pump. c = To Coolant Cooler. d = Bypass to Intercooler.

A = At Operating Temperature. B = With Engine Cold.

3.4 หม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler)

ประกอบอยู่ทางด้าน KGS. ของเครื่อง

ปัจจุบันที่มีใช้งานอยู่ จะแตกต่างกันเป็น 2 ลักษณะ คือ

3.4.1 ลักษณะแรก (รูป 5-7.1 / 5-7.2)

เครื่องแบบ TC/TB

ลักษณะการทำงาน

ภายในเรือน(Housing)จะแบ่งเป็น 2 ส่วน ทำหน้าที่ต่างกัน คือ

ส่วนล่าง จะเป็นหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler) ส่วนบน จะเป็นถังพักน้ำจืด(Coolant Expansion Tank)

หม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler)

ทำหน้าที่ ระบายความร้อนออกจากน้ำจืดโดยน้ำทะเล

ประกอบด้วยหมู่หลอดระบายความร้อน(Core)เป็นแบบหลอดแบน(Flat Tube Type) ใช้น้ำทะเลเดินนอกหลอดและให้น้ำจืดเดินในหลอด มีทิศทางการไหลขวางกันหรือตัดกัน(Cross Flow) ด้านล่างของหมู่หลอดจะเป็นห้องน้ำล่าง(Bottom Water Chamber) คือส่วนของน้ำจืดซึ่งผ่านหมู่หลอดระบายความร้อนแล้ว และห้องน้ำทางลัด(Bypass Duct) คือส่วนของน้ำจืดที่ไม่ผ่านหมู่หลอดระบายความร้อนจะมีช่องทางถึงส่วนบนซึ่งเป็นถังพักน้ำจืด

ถังพักน้ำจืด(Coolant Expansion Tank)

ทำหน้าที่ ชดเชยการขยายตัวหรือหดตัวของน้ำจืด

ชดเชยน้ำจืดให้ระบบตลอดเวลา

เป็นทางเติมน้ำจืดเข้าระบบ

ระบายอากาศออกจากน้ำจืด

ตรวจสอบระดับน้ำจืดด้วยสายตา

ด้านข้าง ประกอบด้วยช่องทางสำหรับต่อท่อระบายอากาศ(Vent Line Connection)จากระบบน้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง,แผ่นแก้วตรวจระดับน้ำจืด(Sight Glass)สำหรับตรวจดูระดับน้ำจืดภายในถังพักน้ำจืด, ช่องทางสำหรับประกอบชุดตรวจวัดระดับน้ำจืด(Coolant Level Monitor)และท่อดูดตะกอนน้ำยาป้องกันสนิม (Corrosion Inhibitor) ด้านบน ประกอบด้วยท่อระบายอากาศ(Vent)ซึ่งจะปิดไว้ด้วยฝาปิดระบาย(Breather Valve)

ฝาปิดระบาย(Breather Valve) ประกอบด้วยลิ้นกำลังดูด(Suction Valve)ซึ่งตั้งค่ากำลังดันเปิด(Opening Pressure) ที่ -0.10 บาร์(Vacuum) และลิ้นกำลังดัน(Discharge Valve)ซึ่งตั้งค่ากำลังดันเปิดที่ 0.85-1.15 บาร์ (Gauge) เมื่ออุณหภูมิน้ำจืดระบายความร้อนสูงขึ้นน้ำจืดจะขยายตัว กำลังดันภายในระบบจะสูงขึ้นด้วย ถ้ากำลังดันสูงถึง 0.85-1.15 บาร์ ลิ้นกำลังดันจะเปิดให้อากาศและ/หรือน้ำ-

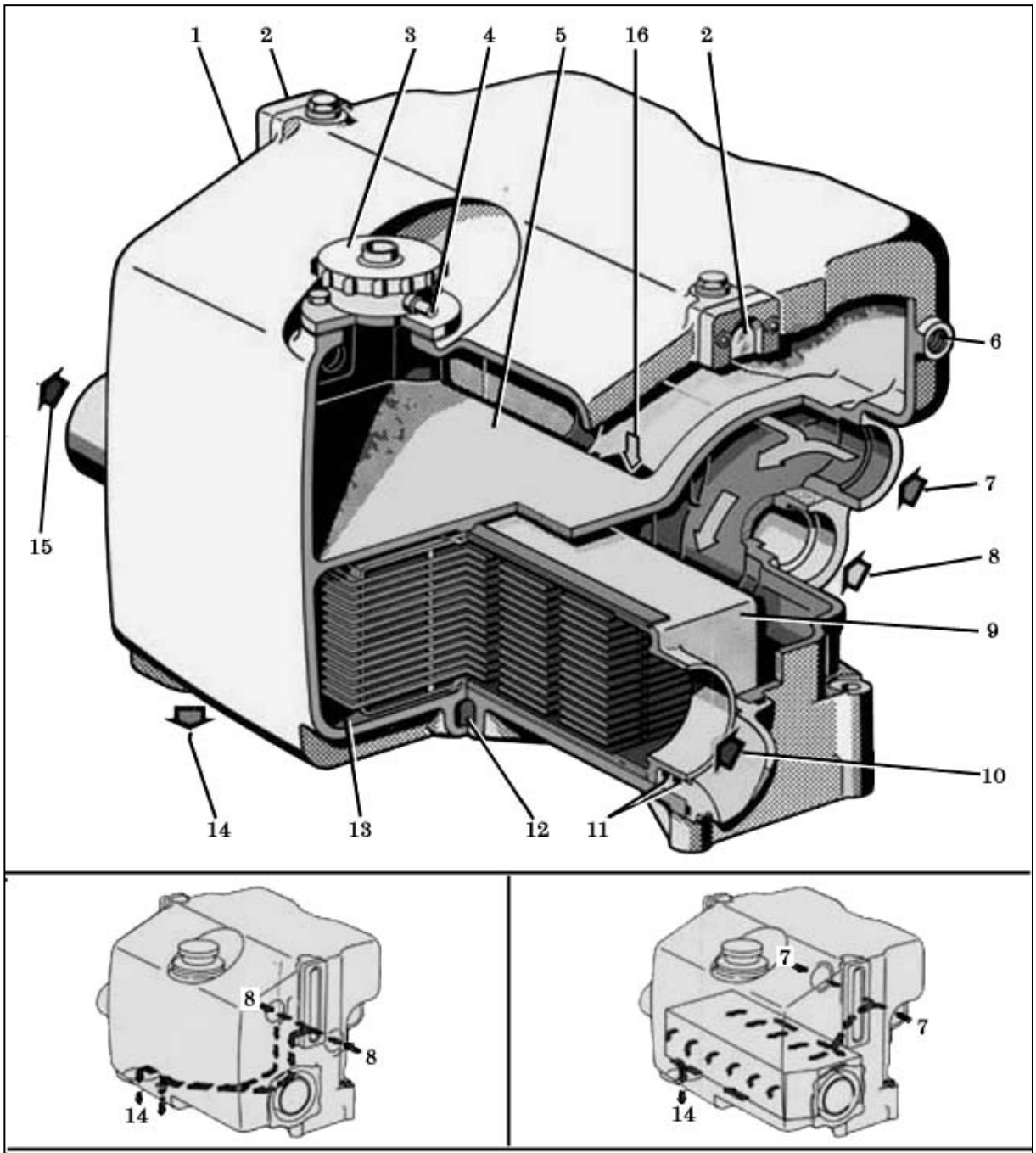
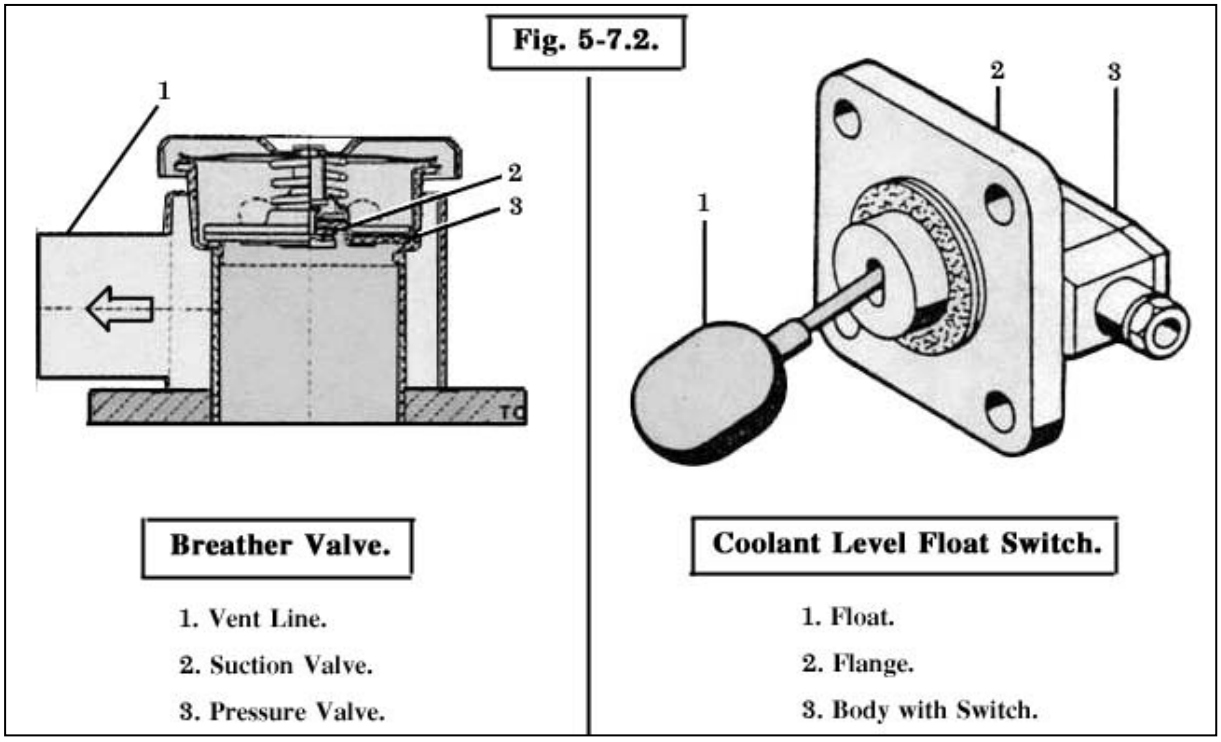


Fig. 5-7.1 Engine Coolant Cooler (TC).

1. Housing. 2. Sight Glass. 3. Breather Valve. 4. Vent.
5. Top Water Chamber. 6. Vent Line Connection. 7. Inlet at Operating Temperature.
8. Inlet with Engine Cold. 9. Core. 10. Raw Water Inlet. 11. O-ring.
12. Bypass Duct(to Injector). 13. Bottom Water Chamber. 14. To Engine Coolant Pump.
15. Raw Water Outlet. 16. To Bypass Duct.
A = Engine Cold. B = Engine at Operating Temperature.



จืดภายในระบบระบายออกจากระบบทางท่อระบายอากาศ(Vent) เพื่อไม่ให้ระบบเสียหายรั่วไหลจากกำลังดันภายในระบบ ในทางตรงข้าม ถ้าอุณหภูมิน้ำจืดลดลงน้ำจืดจะหดตัว กำลังดันภายในระบบจะลดลงด้วย ถ้ากำลังดันลดลงถึง -0.10 บาร์ ลิ้นกำลังดูดจะเปิดให้อากาศจากภายนอก เข้าไปภายในระบบได้ทางท่อระบายอากาศ (Vent) เพื่อไม่ให้ระบบเสียหายรั่วไหลจากกำลังดันภายนอก

3.4.1 ลักษณะที่สอง (รูป 5-7.3 / 5-7.4)

เครื่องแบบ TE

ลักษณะการทำงาน

ถังพักน้ำจืด(Coolant Expansion Tank)และหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler) จะทำเป็น 2 ส่วน แยกออกจากกัน

ด้านบน จะเป็นถังพักน้ำจืด ซึ่งมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับลักษณะแรกที่กล่าวมาแล้ว จะเชื่อมต่อกับระบบน้ำจืดระบายความร้อนโดยท่อชดเชยน้ำจืด(Coolant Expansion Line)

ด้านล่าง จะเป็นหม้อระบายความร้อนน้ำจืดแบบแผ่น(Plate Core Cooler) ซึ่งจะประกอบด้วยเรือนหม้อระบายความร้อน(Cooler Housing),หมู่แผ่นระบายความร้อน(Plate Core)และฝาปิด(Thrust Plate) โดยจำนวนแผ่นระบายความร้อนนี้สามารถติดตั้งได้ตามต้องการ มีการกันรั่วระหว่างแผ่นระบายความร้อนด้วยวงกันรั่วแบบมีร่อง(Profile Seal)สำหรับป้องกันการรั่วไหลของน้ำจืดหรือน้ำทะเล

น้ำจืดระบายความร้อน จากเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด(Coolant Thermostat) ถ้าอุณหภูมิต่ำจะเข้ามาที่ช่องทางเข้าของเรือนหม้อระบายความร้อนและผ่านช่องทางลัด(Bypass)ไปเข้าหม้อระบายความร้อนอากาศดี (Intercooler)โดยตรง แต่ถ้าเป็นน้ำจืดอุณหภูมิสูงถึงอุณหภูมิใช้การ จะเข้ามาที่ช่อง-

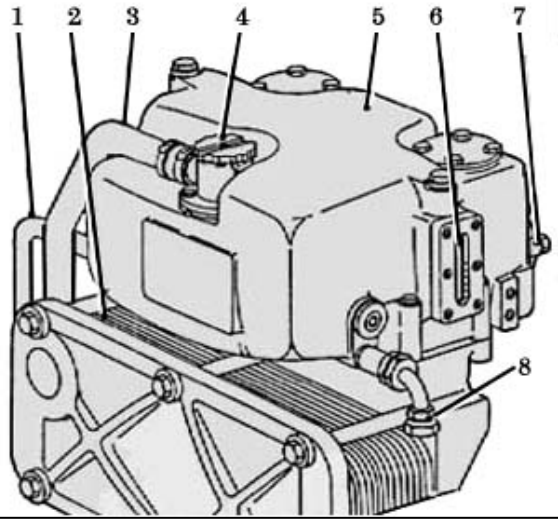


Fig. 5-7.3 Coolant Expansion Tank (TE).

1. Coolant Expansion Line.
2. Coolant Cooler.
3. Overflow(Vent).
4. Breather Valve.
5. Coolant Expansion Tank.
6. Sigth Glass.
7. Location for Installation Fluid Level Monitor.
8. Elbow for Precipitated Corrosion Inhibitor - Extraction.

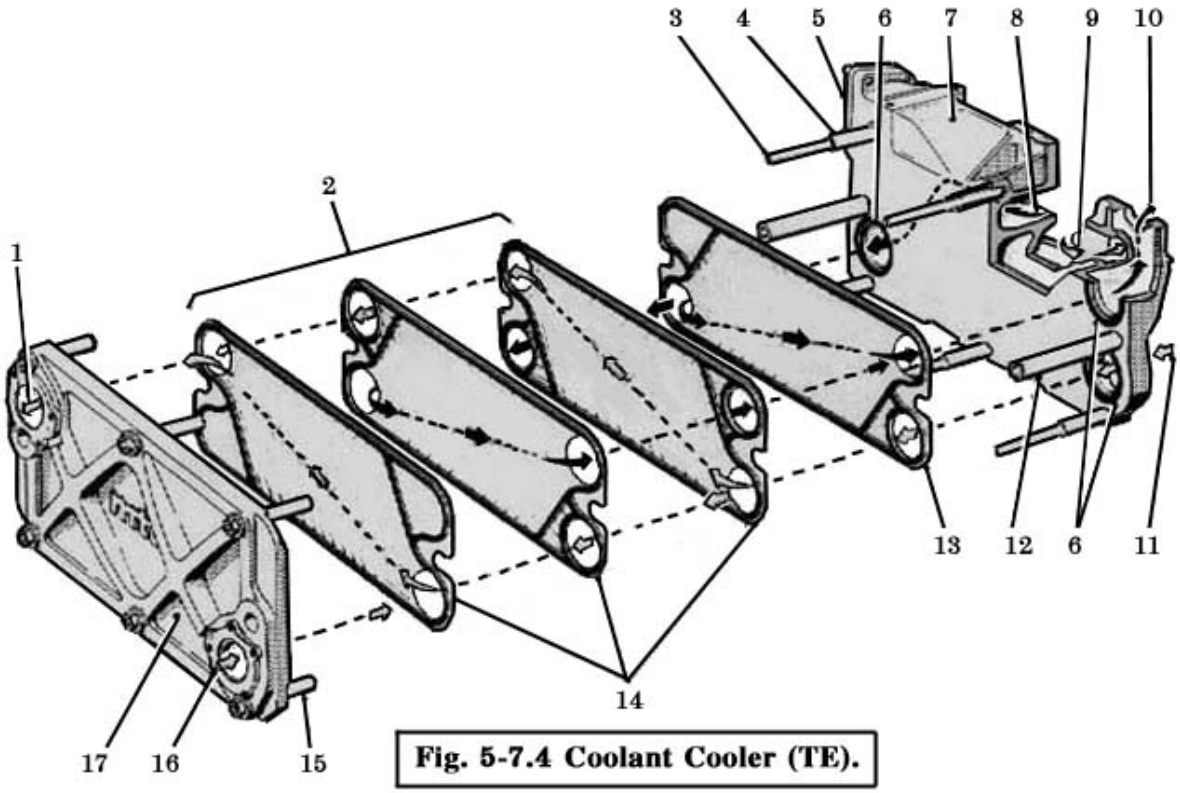


Fig. 5-7.4 Coolant Cooler (TE).

1. Raw Water Outlet.
2. Plate Core.
3. Stud.
4. Spacer Sleeve.
5. Cover.
6. O-ring.
7. Cooler Housing.
8. At Operating Temperature.
9. Bypass to Intercooler.
10. At Operating Temperature to Intercooler.
11. From Raw Water Pump.
12. Guide Pin.
13. First Plate.
14. Grooved Plate.
15. Threaded Insert.
16. From Reserve Raw Water Pump.
17. Thrust Plate.

= Engine Coolant. = Raw Water.

ทางเข้าของเรือนหม้อระบายความร้อน จะถูกส่งผ่านหมู่แผ่นระบายความร้อน แล้วจึงส่งออกทางช่องทางออกที่เรือนหม้อระบายความร้อน ไปเข้าหม้อระบายความร้อนอากาศดี

น้ำทะเล จากสูบน้ำทะเล(Raw Water Pump) จะถูกส่งเข้ามาที่ช่องทางเข้าของเรือนหม้อระบายความร้อน ผ่านหมู่แผ่นระบายความร้อนสวนกับทิศทางการไหลของน้ำจืดแล้วส่งออกภายนอกทางช่องทางออกที่แผ่นกั้น

ในกรณีฉุกเฉิน สามารถใช้สูบน้ำทะเลสำรอง(Reserve Raw Water Pump)ส่งน้ำทะเลเข้าทางช่องทางเข้าที่แผ่นกั้นแทนสูบน้ำทะเลประจำระบบได้

#การซ่อมบำรุงรักษา#

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 72-73 และ 64-66

3.5 ชุดอุ่นน้ำจืด(Coolant Preheating Unit) (รูป 5-8.1 / 5-8.2)

ทำหน้าที่ อุ่นน้ำจืดระบายความร้อนให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น เพื่อเป็นการอุ่นเครื่องก่อนเริ่มเดินเครื่อง

เป็นส่วนประกอบเพิ่มเติม มีใช้เฉพาะบางเครื่อง

อุณหภูมิการอุ่น(Trip Point)	40°C ลงมา ต่อการอุ่น(Cut-in)
	45°C ขึ้นไป ตัดการอุ่น(Cut-out)
อุณหภูมิตัดการทำงาน(Limited Setting)	95°C ขึ้นไป
การแสไฟฟ้าทำงาน	440/380 V. 50-60 Hz.

ลักษณะการทำงาน

ประกอบด้วยส่วนใหญ่ๆ ดังนี้

หม้ออุ่นน้ำวนเวียน(Continuous Flow Heater) ภายในประกอบด้วยขดลวดไฟฟ้าจำนวน 2-3 ชุดๆละ 3 ขด ต่อกันแบบดาว(Star)ทำหน้าที่อุ่นน้ำจืดภายในให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น โดยมีเครื่องควบคุมอุณหภูมิ(Thermostat) ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดที่อุ่นให้อยู่ในเกณฑ์ตลอดเวลาและตัวจำกัดอุณหภูมิ(Temperature Limiter) ทำหน้าที่จำกัดอุณหภูมิอุ่นน้ำจืดไม่ให้สูงเกินกำหนด

สูบน้ำวนเวียน(Electric Pump) เป็นสูบขับหมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ทำหน้าที่สูบน้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง มาผ่านหม้ออุ่นน้ำวนเวียนแล้วส่งกลับเข้าเครื่อง โดยที่ทางส่งจะประกอบด้วยลิ้นกันกลับ(Non-Return Valve) ทำหน้าที่ป้องกันน้ำจืดระบายความร้อนจากเครื่องเข้ามาผ่านหม้ออุ่นน้ำวนเวียนขณะเดินเครื่อง

เมื่อเปิดกระแสไฟเข้าระบบ(Switch On) สูบน้ำวนเวียนจะเริ่มทำงาน สูบน้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง มาผ่านหม้ออุ่นน้ำวนเวียนแล้วส่งกลับเข้าเครื่อง ขณะเดียวกัน ขดลวดไฟฟ้าภายในหม้ออุ่นน้ำวนเวียนจะมีกระแสไฟไหลผ่าน เกิดความร้อนและถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำจืดระบายความร้อนที่วนเวียนผ่าน ทำให้น้ำจืดมีอุณหภูมิสูงขึ้น ผลที่ได้คือ เครื่องยนต์จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นไปด้วย

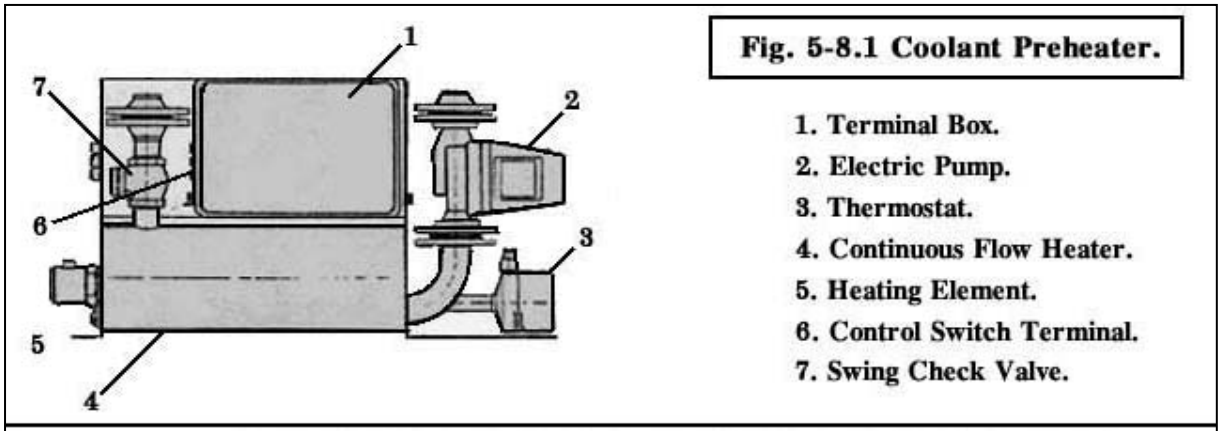


Fig. 5-8.1 Coolant Preheater.

1. Terminal Box.
2. Electric Pump.
3. Thermostat.
4. Continuous Flow Heater.
5. Heating Element.
6. Control Switch Terminal.
7. Swing Check Valve.

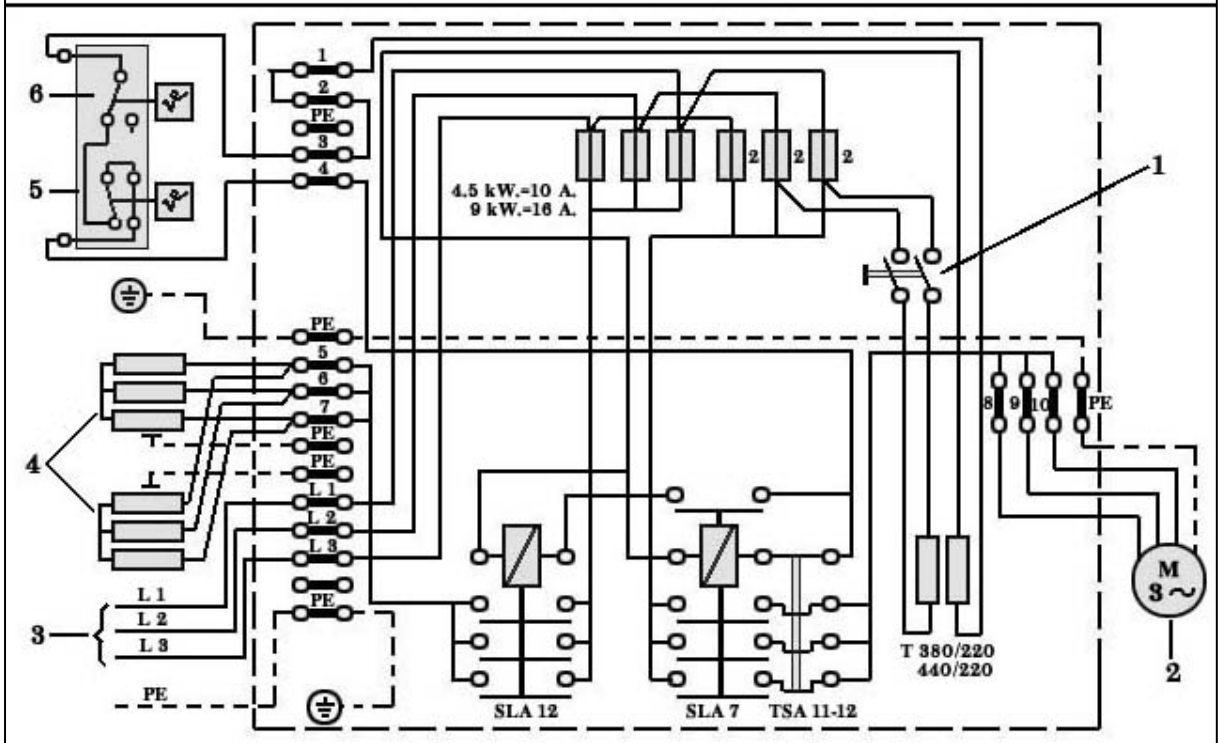


Fig. 5-8.2 Coolant Preheater.

1. Control Switch. 2. Electro-motor. 3. Power Supply.
4. Heating. 5. Temperature Limiter. 6. Thermostat.

ถ้าอุณหภูมิน้ำจืดสูงขึ้น ถึง 45°C เครื่องควบคุมอุณหภูมิจะตัดวงจรกระแสไฟไม่อุ่นน้ำจืด และถ้าอุณหภูมิน้ำจืดต่ำกว่า 40°C เครื่องควบคุมอุณหภูมิจะต่อวงจรกระแสไฟอุ่นน้ำจืดอีก แต่ถ้าอุณหภูมิน้ำจืดสูงถึง 95°C ตัวจำกัดอุณหภูมิ(Temperature Limiter)ของเครื่องควบคุมอุณหภูมิ จะตัดวงจรกระแสไฟฟ้าเลิกการอุ่นน้ำจืด ซึ่งในกรณีนี้แสดงว่าระบบขัดข้อง จะต้องตรวจสอบแก้ไขและตั้งระบบใหม่(Reset)

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 67-71

บทที่ 6

ระบบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์

(Engine Oil System)

ระบบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ จะทำหน้าที่ส่งน้ำมันหล่อลื่นไปหล่อลื่นระบายความร้อนให้กับส่วนต่างๆของเครื่อง รวมถึงส่งเข้าทำงานในอุปกรณ์ตัดการทำงานของสูบ(Cylinder Cutout)และเครื่องควบคุมความเร็ว(Governor)ด้วย

สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล mtu อนุกรม(Series) 396 นี้ ระบบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เป็นแบบระบบสูบส่ง(Forced Feed System) โดยมีอ่างน้ำมันหล่อ(Oil Pan)แบบเปียก(Wet Sump)ประกอบอยู่ด้านล่างของเรือนสูบ(Crankcase) ทำหน้าที่เก็บน้ำมันหล่อไว้ใช้ภายในระบบ

เมื่อเดินเครื่องสูบน้ำมันหล่อ(Oil Pump)ประจำระบบ จะทำงานดูดน้ำมันหล่อจากอ่างน้ำมันหล่อส่งไปหล่อลื่นระบายความร้อนและทำงานในส่วนต่างๆของเครื่องแล้วกลับเข้าอ่างน้ำมันหล่อ เพื่อวนเวียนเข้าสูบน้ำมันหล่อและส่งวนเวียนเข้าระบบอีก ดังที่กล่าวมาแล้ว

ในบางเครื่อง จะประกอบด้วยระบบน้ำมันหล่อลื่นอีกระบบหนึ่ง คือ ระบบปรับระดับน้ำมันหล่อ(Oil Level Regulating System) ซึ่งจะทำหน้าที่ปรับระดับหรือรักษาระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อให้อยู่ในระดับใช้การตลอดเวลาที่เครื่องเดินอยู่

ความจุน้ำมันหล่อของอ่างน้ำมันหล่อในแต่ละเครื่องจะต่างกันดังนี้ คือ ปริมาณน้ำมันหล่อเมื่อเมื่อสูงถึงขีดบนสุด(Max)ของเหล็กวัดระดับน้ำมันหล่อ(Oil Dipstick) หรือ เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อ สำหรับเครื่อง 6 V ประมาณ 64 ลิตร , เครื่อง 8 V ประมาณ 90 ลิตร และ เครื่อง 12 V ประมาณ 125 ลิตร

1.ส่วนประกอบของระบบ (รูป 6-1.1 / 6-1.2)

สูบน้ำมันหล่อ(Oil Pump) (รายละเอียด ข้อ 3.1)

สูบจำกัดน้ำมันหล่อ(Oil Metering Pump) (รายละเอียด ข้อ 3.2)

สูบปรับระดับน้ำมันหล่อ(Oil Level Regulating Pump) (รายละเอียด ข้อ 3.3)

หม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ(Engine Oil Heat Exchanger) (รายละเอียด ข้อ 3.4)

หม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ(Engine Oil Filter) (รายละเอียด ข้อ 3.5)

หม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อ(Engine Oil Edge-Type Filter) (รายละเอียด ข้อ 3.6)

หม้อกรองทางลัดน้ำมันหล่อ(Engine Oil Bypass Filter) (รายละเอียด ข้อ 3.7)

2.การทำงานของระบบ (รูป 6-1.1 ถึง 6-1.4)

จากรูป 6-1.1 / 6-1.2

เมื่อเดินเครื่อง สูบน้ำมันหล่อ(Oil Pump)ซึ่งเป็นสูบแบบเฟือง(Gear Pump) ได้รับการขับหมุนโดยหมู่เฟืองขับ(Gear Train) จะทำงานสูบน้ำมันหล่อจากอ่างน้ำมันหล่อ(Oil Pan)ของเครื่อง ผ่านตะแกรงกรอง(Strainer)เข้ามา แล้วส่งออกไประบายความร้อนที่หม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ(Engine Oil Heat Exchanger)

[*ในบางเครื่อง* น้ำมันหล่อจากสูบน้ำมันหล่อส่วนหนึ่งจะมีท่อทางแยก ส่งน้ำมันหล่อไปผ่านหม้อกรองทางลัดน้ำมันหล่อ(Engine Oil Bypass Filter)ซึ่งอยู่ภายนอกเครื่อง เพื่อกรองสิ่งสกปรกต่างๆที่ปนมากับน้ำมันหล่อ แล้วกลับเข้าอ่างน้ำมันหล่อ]

น้ำมันหล่อที่ผ่านหม้อระบายความร้อนแล้ว จะส่งไปผ่านหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ(Engine Oil Filter)เพื่อกรองสิ่งสกปรกต่างๆที่ปนมากับน้ำมันหล่อ แล้วส่งไปเข้าท่อน้ำมันหล่อหลัก(Main Oil gallery)

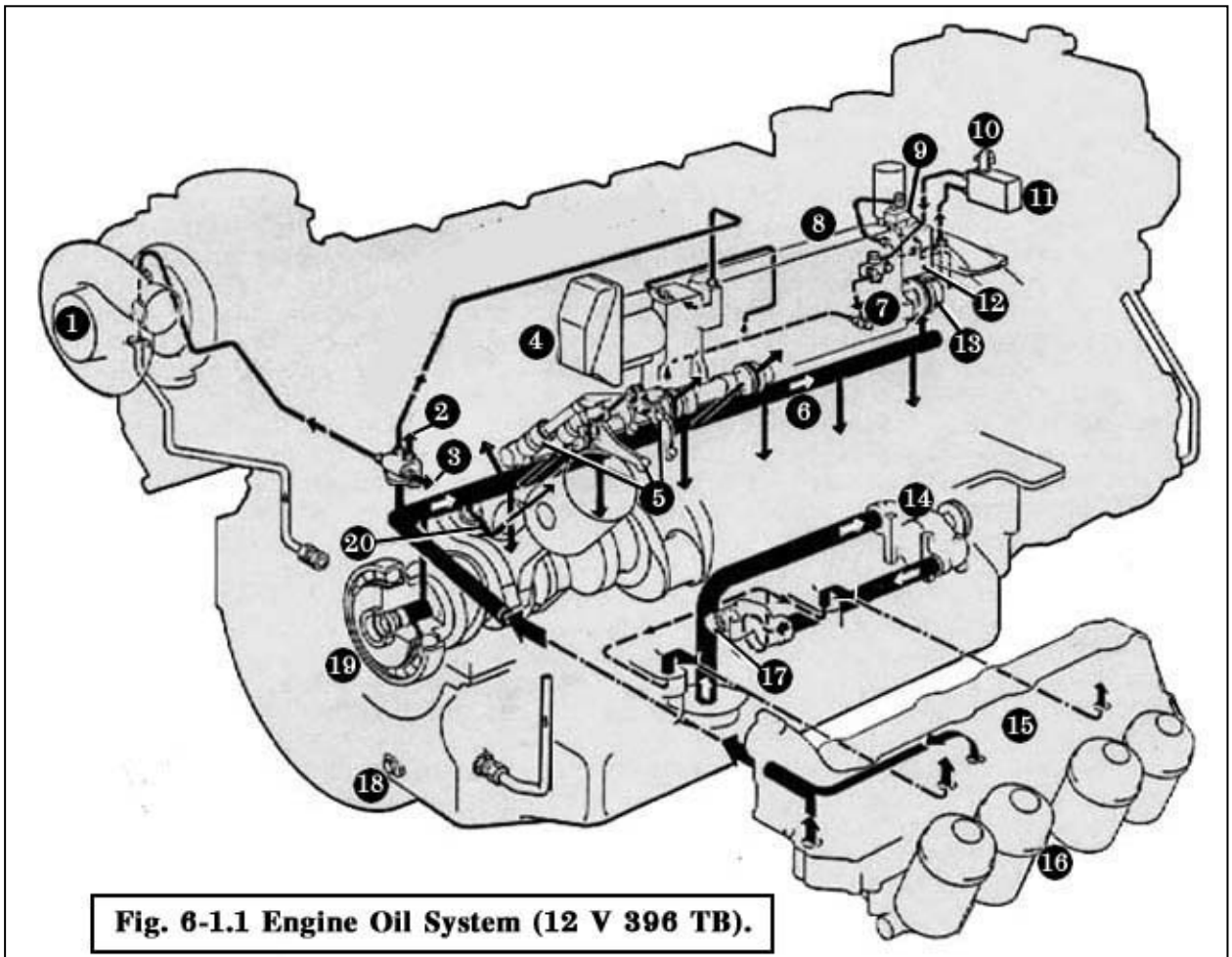
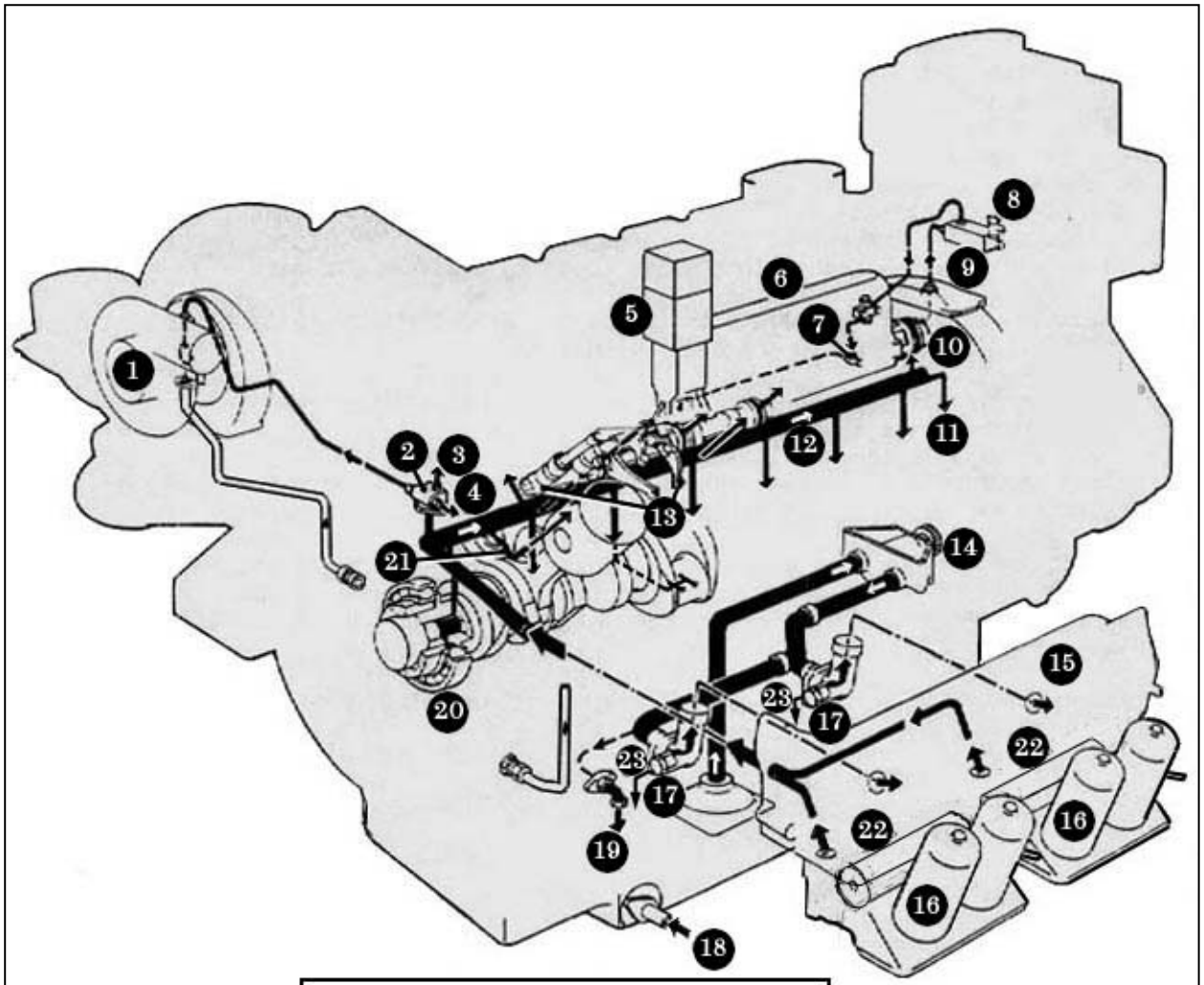


Fig. 6-1.1 Engine Oil System (12 V 396 TB).

1. Exhaust Turbocharger.	2. To Valve Seat Lubrication.	3. To Turbocharger,Right Side.
4. Governor Actuator.	5. Valve Gear.	6. Main Oil Gallery.
7. Oil Feed Valve.	8. Fuel Injection Pump.	9. Solenoid Valve.
10. Oil Sampling Cock.	11. Measuring Block.	12. Cut-out Housing.
13. Fuel Injection Pump Drive.	14. Engine Oil Pump.	15. Engine Oil Heat Exchanger.
16. Engine Oil Filter.	17. Pressure Relief Valve(15 bar).	18. Oil Drain.
19. Thrust Bearing.	20. Spray Nozzle.	

[*ในเครื่องแบบ TE* น้ำมันหล่อจากหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ จะส่งผ่านหม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อ (Engine Oil Edge-Type Filter)ซึ่งทำหน้าที่เป็นหม้อกรองนิรภัยของระบบ(Safety or Back up Filter) ก่อนส่งเข้าท่อน้ำมันหล่อหลัก]

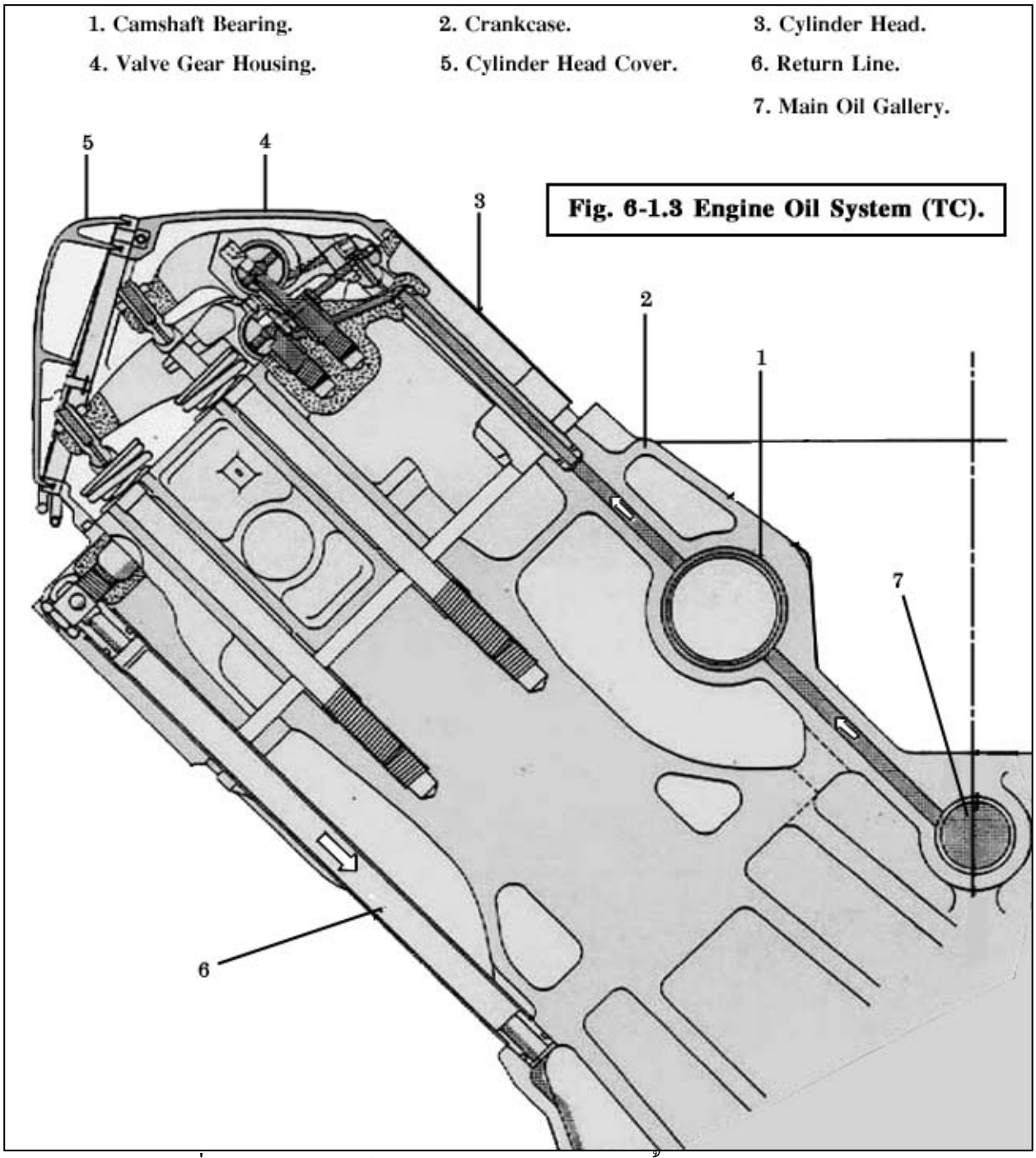


Engine Oil System (12 V 396 TE).

1. Exhaust Turbocharger.	2. Oil Distributor.	3. To Valve Seat Lubrication.
4. To Turbocharger,Right Side.	5. Governor Actuator.	6. Fuel Injection Pump.
7. Oil Feed Valve.	8. Oil Sampling Cock.	9. Measuring Block.
10. Fuel Injection Pump Drive.	11. To Support Bearing.	12. Main Oil Gallery.
13. Valve Gear.	14. Engine Oil Pump.	15. Engine Oil Heat Exchanger.
16. Engine Oil Filter.	17. Pressure Relief Valve(15 bar).	18. From Oil Bypass Filter.
19. To Oil Bypass Filter.	20. Thrust Bearing.	21. Spray Nozzle.
22. Engine Oil Edge-type Filter.	23. Engine Oil Bypass to Oil Pan.	

จากท่อน้ำมันหล่อหลัก(Main Oil gallery) น้ำมันหล่อก็จะถูกส่งไปหล่อลื่นระบายความร้อนและทำงานในส่วนต่างๆของเครื่อง ดังนี้

ส่วนหนึ่ง ส่งผ่านท่อทางด้านล่างตลอดแนวยาวของท่อน้ำมันหล่อหลัก ไปฉีดพ่นออกที่หัวฉีดพ่น(Spray Nozzle)ของทุกสูบ เข้าระบายความร้อนลูกสูบและตกลงหล่อลื่นสลักลูกสูบ(Piston Pin) แล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป



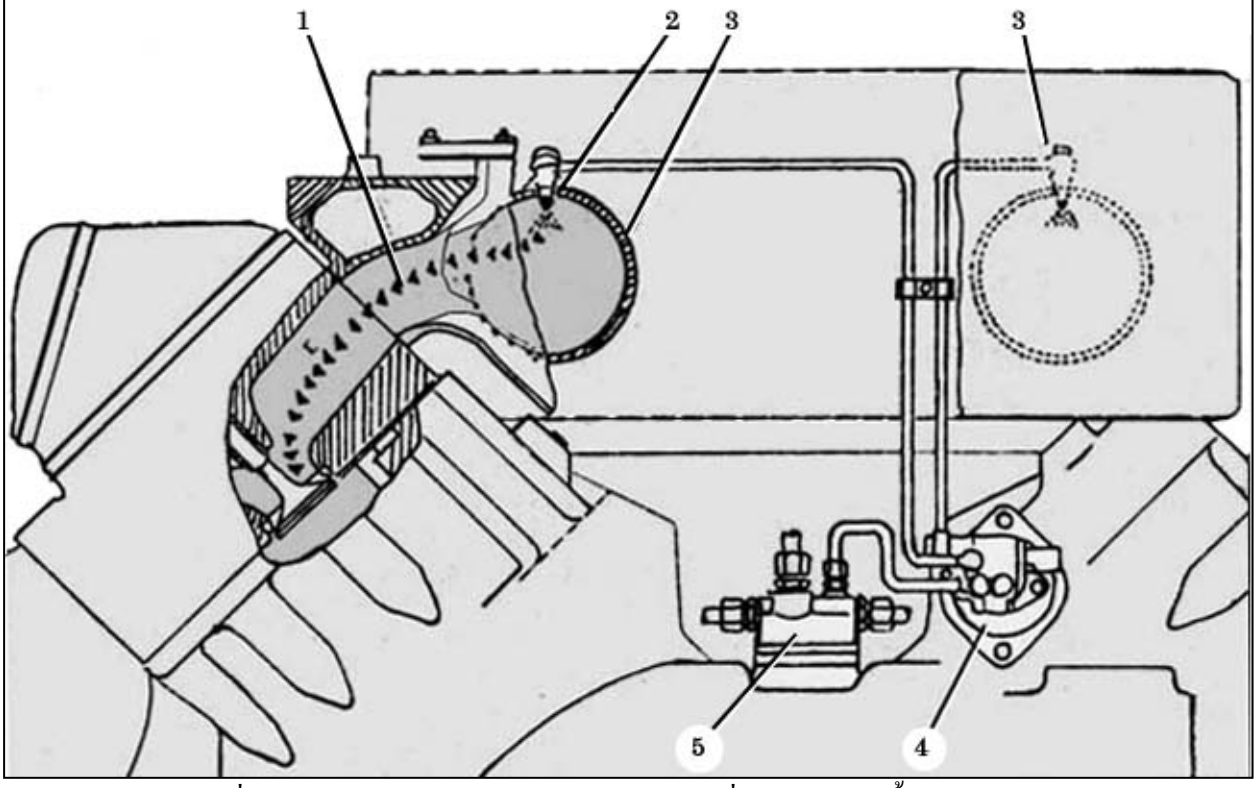
อีกส่วนหนึ่ง ส่งผ่านท่อทางด้านล่างตลอดแนวยาวของท่อน้ำมันหล่อหลัก(คนละท่อกับส่วนแรก) ไปหล่อลื่นแบริ่งใหญ่(Main Bearing)ที่เพลาข้อเหวี่ยง(Crankshaft) และผ่านไปในรูเพลาข้อเหวี่ยงไปหล่อลื่นแบริ่งก้านต่อ(Connecting Rod Bearing)ชุดล่าง แล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป

จากรูป 6-1.3 ส่วนหนึ่ง ส่งผ่านท่อทางด้านบนตลอดแนวยาวของท่อน้ำมันหล่อหลัก ไปหล่อลื่นกลไกควบคุมลิ้น(Valve Gear) คือ ส่งผ่านท่อทางไปหล่อลื่นแบริ่งเพลาลูกเบี้ยว แล้วผ่านช่องทางภายในฝาสูบไปหล่อลื่นแบริ่งเพลากระเดื่องกดลิ้น(Rocker Shaft) แล้วไหลกลับผ่านท่อทางกลับ(Return Line)ด้านนอกเครื่องลงอ่างน้ำมันหล่อและผ่านก้านส่ง(Push Rod)หล่อลื่นขาก้านส่ง(Tappet) แล้วลงอ่างน้ำมันหล่อไป

อีกส่วนหนึ่ง ส่งผ่านท่อทางด้านบน(ด้าน KS ของเครื่อง) ส่งไปหล่อลื่นแบริ่งเทอร์โบชาร์จทั้งสองชุด แล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป,[ส่งเข้าทำงานในเครื่องควบคุมความเร็ว(Governor)-*(ถ้าเป็นแบบแรงเหวี่ยงทำงานร่วมกับกำลังดันหล่อ)*แล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป] และ [*ในบางเครื่อง**(จากรูป 6-1.4)*** จะส่งไปผ่านสูบจำกัดน้ำมันหล่อ(Oil Metering Pump)ซึ่งทำหน้าที่จำกัดปริมาณน้ำมันหล่อไปฉีดพ่นออกที่หัวฉีดพ่น(Spray Nozzle)ที่ทางเข้าท่อรวมอากาศดีทั้งสองแถวสูบ ให้น้ำมันหล่อผสมกับอากาศดีเข้าเครื่อง เป็นการหล่อลื่นบ่าลิ้น(Valve Seat Lubrication)และลดการสึกหรอของลิ้นอากาศดี(Inlet Valve)]

Fig. 6-1.4 Valve Seat Lubrication.

1. Air/Coolant Manifold.
2. Oil Spray Nozzle.
3. Intercooler Outlet Cover.
4. Oil Metering Pump.
5. Oil Distributer.



อีกส่วนหนึ่ง ส่งผ่านท่อทางด้านบน(ด้าน KGS ของเครื่อง) [ส่งผ่านลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้า(Solenoid Valve)เข้าทำงานในอุปกรณ์ตัดการทำงานของสูบ(Cylinder Cutout)-*(ถ้ามี)* แล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป] อีกทางส่งไปเข้าจุดวัดค่า(Measuring Block),ก๊อกทดลอง(Sampling Cock)และส่งผ่านลิ้นส่งน้ำมันหล่อ(Oil Feed Valve)ซึ่งจะ

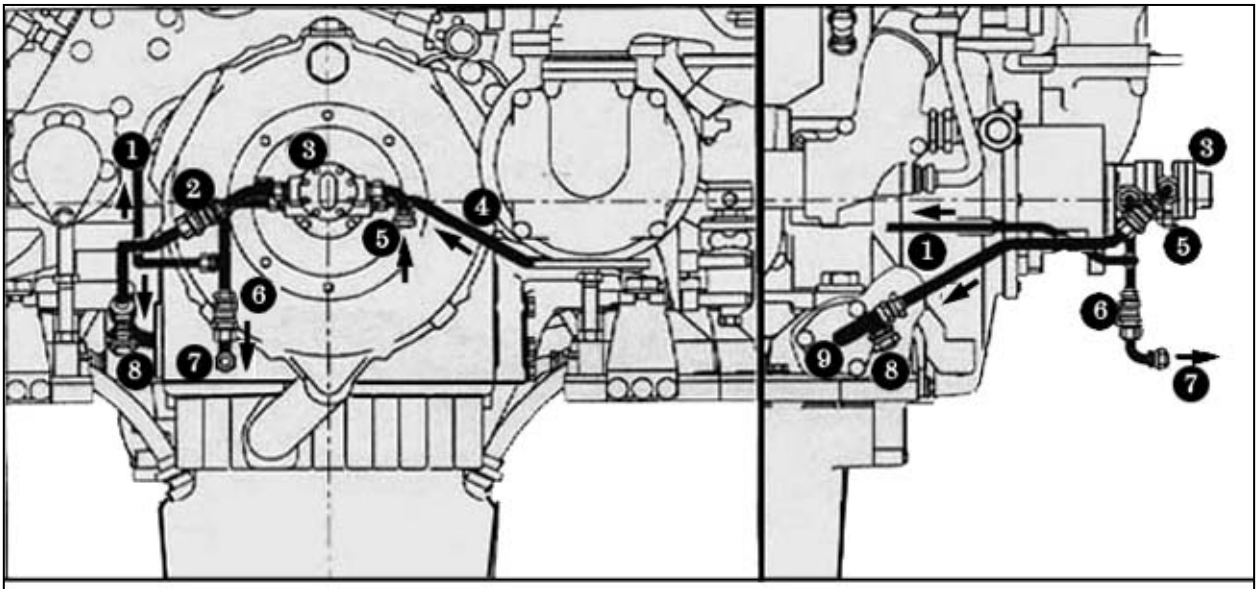
เปิดด้วยลูกเบี้ยวของเพลาลูกเบี้ยวขับสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Pump)ให้น้ำมันหล่อเข้าหล่อลื่นสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง [และเครื่องควบคุมความเร็ว-*ถ้าเป็นแบบแรงเหวี่ยง*] แล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป

จากรูป 6-1.5 ระบบปรับระดับน้ำมันหล่อ(Oil Level Regulating System) จะทำหน้าที่รักษาระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อ(Oil Pump)ให้อยู่ในระดับใช้การตลอดเวลาที่เครื่องเดินอยู่ ดังนี้ คือ

เมื่อเดินเครื่อง สูบปรับระดับน้ำมันหล่อ(Oil Level Regulating Pump)ซึ่งแบบเฟืองคู่(Twin Gear Pump) ถูกขับหมุนโดยเพลาข้อเหวี่ยงจะทำงาน คือ เฟืองของสูบชุดหนึ่งจะเป็นสูบส่งเข้า(Replenishment Element) จะดูดน้ำมันหล่อจากถังพัก(Refill Tank)ภายนอกเครื่องเข้าและส่งออกไปผ่านลิ้นกันกลับ(Non-Return Valve)ไปเข้าอ่างน้ำมันหล่อเข้าเครื่อง ในขณะเดียวเฟืองของสูบอีกชุดหนึ่งจะเป็นสูบดูดออก(Extraction Element) จะดูดน้ำมันหล่อจากอ่างน้ำมันหล่อ(Oil Pan)เข้ามาและส่งออกไปผ่านลิ้นรักษากำลังดัน(Pressure Maintaining Valve)ไปเข้าถังพักภายนอกเครื่อง การรักษาระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อ ก็โดยสูบส่งเข้าจะมีอัตราการส่งน้ำมันหล่อต่ำกว่าสูบดูดออก เพื่อไม่ให้ระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อสูงเกินไป และป้องกันไม่ให้ระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อต่ำเกินไปโดยท่อทางดูดของสูบดูดออกจะทำเป็นท่อน้ำมันล้น(Over Flow) คือน้ำมันหล่อจะถูกดูดออกเมื่อสูงกว่าระดับท่อทางดูดนี้เท่านั้น

การซ่อมบำรุงรักษาระบบ

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 76-79



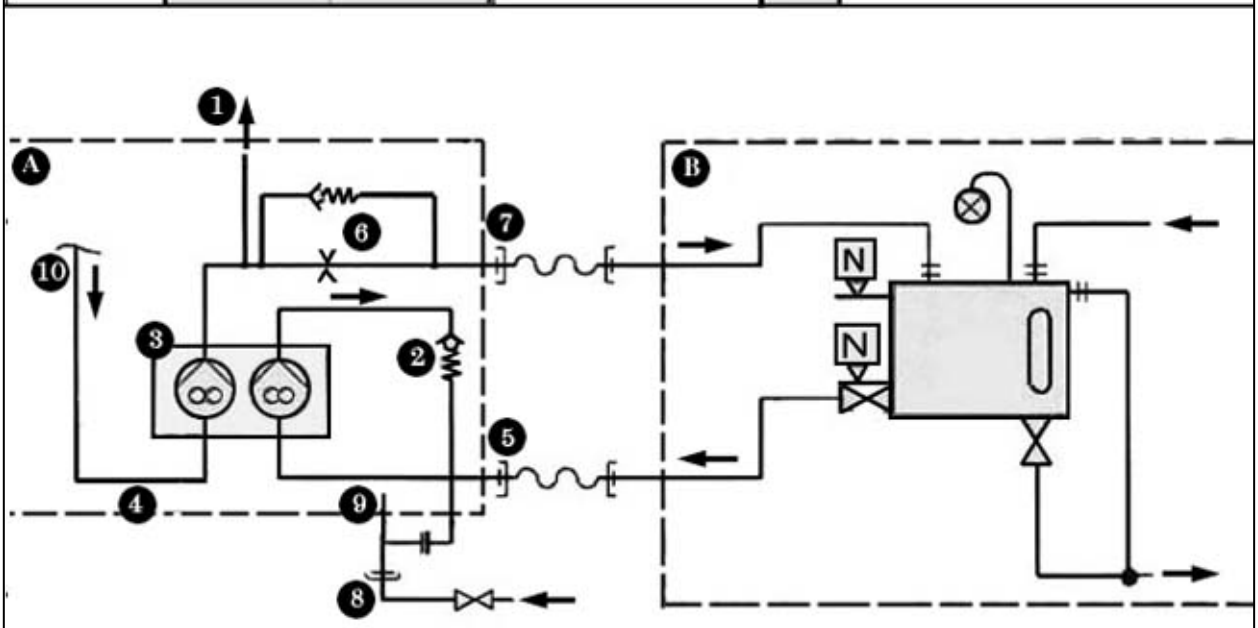


Fig. 6-1.5 Oil Level Regulating System (12 V 396 TE).

1. To Measuring Block.	2. Non-return Valve.	3. Engine Oil Level Regulating Pump.
4. Extraction Pipe.	5. Connection from Refill Tank.	6. Pressure Maintening Valve.
7. Connection to Refill Tank.	8. Filler Line Connection.	9. Engine Oil Inlet in Oil Pan.
10. Overflow Pipe.	A = Engine.	B = Refill Tank.

3.รายละเอียดของระบบ

3.1 สูบน้ำมันหล่อ(Oil Pump) (รูป 6-2 / 6-3)

ทำหน้าที่ สูบส่งน้ำมันหล่อไปหล่อลื่นระบายความร้อนและส่งเข้าทำงานในส่วนต่างๆของเครื่อง

ประกอบอยู่ด้านล่างของเรือนสูบ อยู่ภายในอ่างน้ำมันหล่อ ด้าน KGS. ของเครื่อง

ลักษณะการทำงาน

เป็นสูบแบบเฟือง(Gear Pump) ได้รับการขับหมุนโดยหมู่เฟืองขับ(Gear Train)

ภายในเรือนของสูบ(Pump Housing) ประกอบด้วยชุดเฟือง 2 เฟือง คือ เฟืองขับ(Drive Gear)ประกอบอยู่กับเพลาขับ(Drive Shaft)และเฟืองตาม(Secondary Gear)ประกอบอยู่กับเพลาตาม รองรับเพลาทั้งสองด้วยแบริ่งแบบปลอก(Bushings) โดยปลายเพลาขับจะประกอบด้วยเฟืองขับหมุน(Drive Gear) ซึ่งจะรับอาการขับหมุนจากหมู่เฟืองขับ มาขับหมุนเฟืองของสูบ

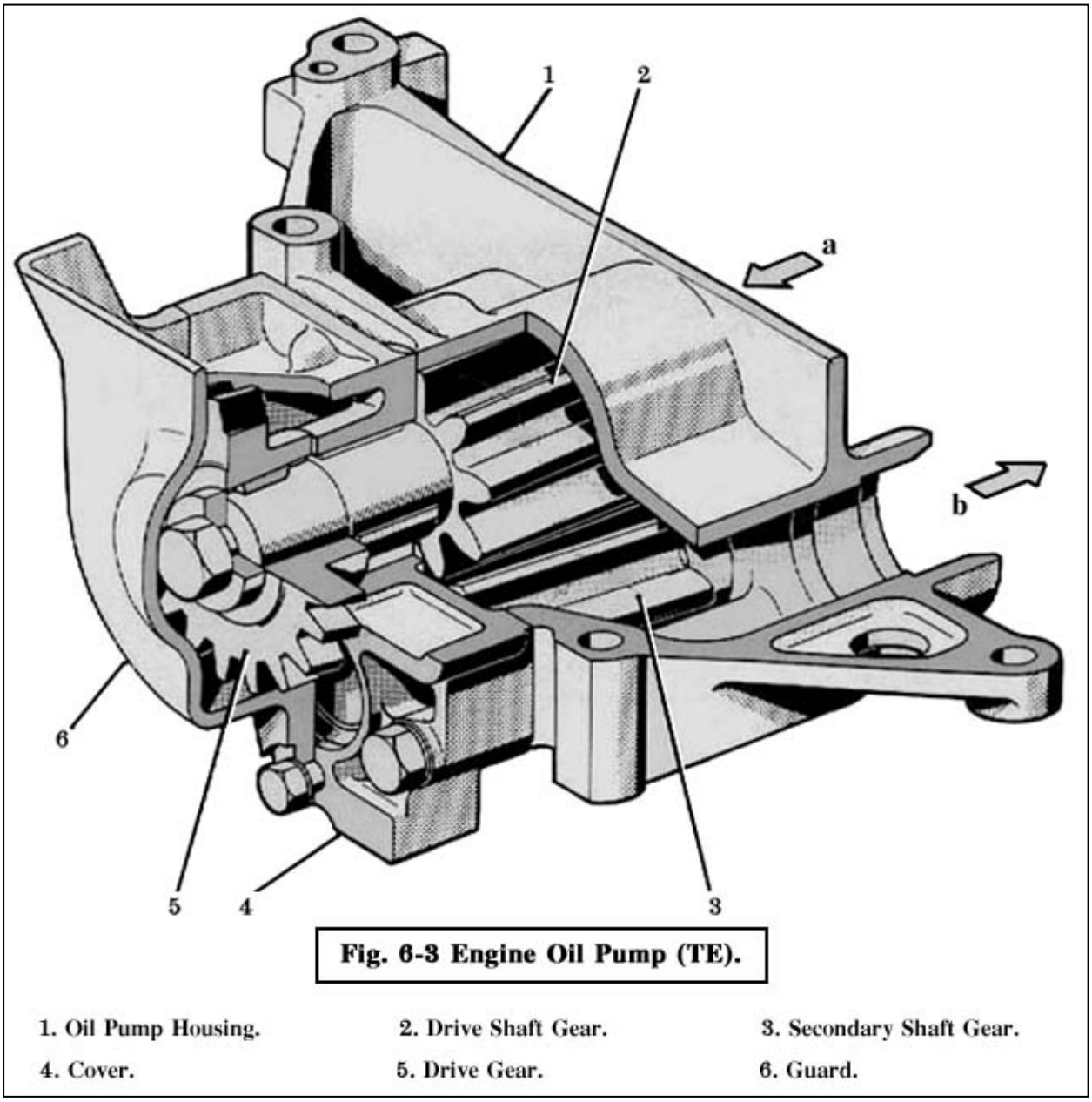


Fig. 6-3 Engine Oil Pump (TE).

1. Oil Pump Housing. 2. Drive Shaft Gear. 3. Secondary Shaft Gear.
4. Cover. 5. Drive Gear. 6. Guard.

การซ่อมบำรุงรักษา

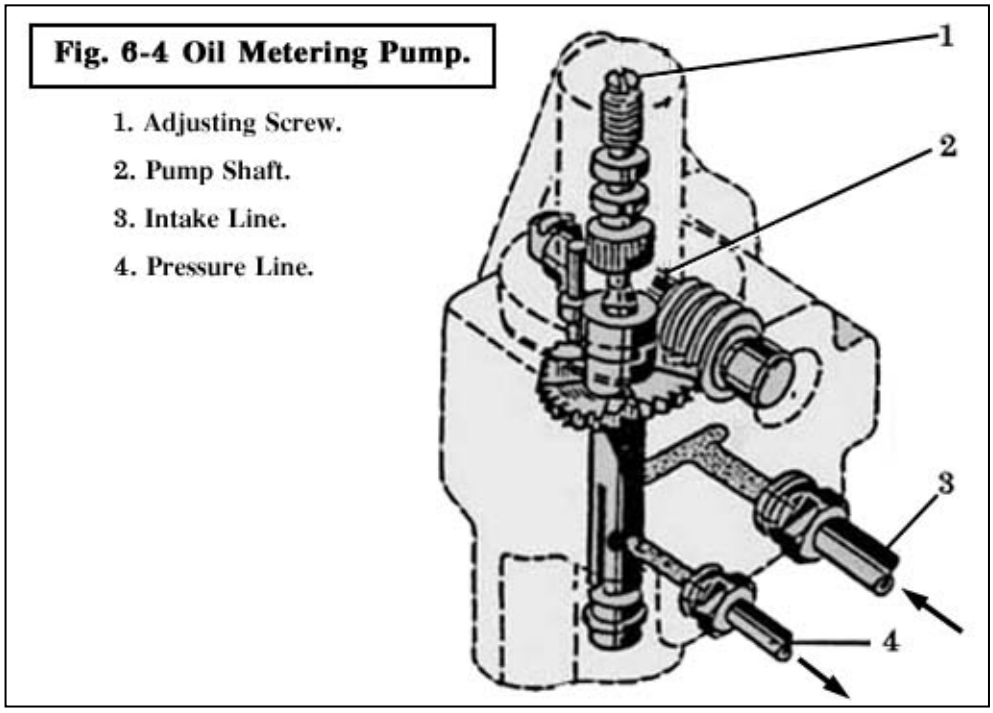
ไม่มี

3.2 สูบจำกัดน้ำมันหล่อ(Oil Metering Pump) (รูป 6-2 / 6-4)

มีใช้เฉพาะบางเครื่อง

ทำหน้าที่ จำกัดปริมาณน้ำมันหล่อที่ส่งไปหล่อลื่นบ่าลิ้น

ประกอบอยู่ทางด้าน KS. ของเครื่อง



ลักษณะการทำงาน

เป็นสูบแบบลูกสูบ(Plunger Type Pump) ได้รับการขับหมุนโดยเพลาลูกเบี้ยวผ่านหน้าแปลนต่อ (Coupling) ให้กำลังดันน้ำมันหล่อจากช่องทางเข้า(Intake Line) ผ่านไปยังช่องทางส่ง(Pressure Line)เป็นหยด หรือเป็นจังหวะ เพื่อส่งไปหล่อลื่นบ่าลิ้นต่อไป

ด้านบน ประกอบด้วยสลักเกลียวปรับแต่ง(Adjusting Screw)สำหรับปรับแต่งอัตราการไหล(Pump Flow) ของน้ำมันหล่อ

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 75

3.3 สูบปรับระดับน้ำมันหล่อ(Oil Level Regulating Pump) (รูป 6-2 / 6-5)

มีใช้เฉพาะบางเครื่อง

ทำหน้าที่ รักษาระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อ(Oil Pan)ของเครื่อง ให้อยู่ในระดับใช้การตลอดเวลาที่เครื่องเดินอยู่

ประกอบอยู่ทางด้าน KGS. ของเครื่อง

ลักษณะการทำงาน

เป็นสูบแบบเฟืองคู่(Twin Gear Pump) คือ ภายในเรือนของสูบ(Pump Housing)ประกอบด้วยเฟืองสูบ 2 ชุด ชุดหนึ่งเป็นสูบส่งเข้า(Replenishment Element) อีกชุดหนึ่งเป็นสูบดูดออก(Extraction Element) เฟืองสูบแต่ละชุดประกอบด้วยเฟือง 2 เฟือง คือ เฟืองขับ(Drive Gear)ประกอบอยู่กับเพลาขับ(Drive Shaft)และเฟืองตาม(Running)ประกอบอยู่กับเพลาตาม(Running Shaft) โดยเพลาขับจะได้รับการขับหมุนจากเพลาข้อเหวี่ยงหรือเพลาลูกเบี้ยวด้านบี(B-Bank)ผ่านหน้าแปลน(Coupling)มาขับหมุนสูบ เพลาทั้งสองรองรับด้วยแบริ่งปลอก(Bushings) ได้รับการหล่อลื่นโดยกำลังดันน้ำมันหล่อจากทางส่งของสูบส่งเข้า

เรือนของสูบ(Pump Housing)ประกอบด้วยฝาปิด(Cover)หัวท้าย,แผ่นรองรับเฟือง(Gear Carrier Plates) และแบริ่งกลาง(Intermediate Bearing) ประกอบเข้าด้วยกันด้วยการใช้สลักยึดโดยไม่มีแผ่นกันรั่ว(Gasket) ระหว่างส่วนต่างๆ มีช่องทางน้ำมันหล่อเข้า-ออกอยู่ด้านข้างอย่างละ 2 ช่องทาง

เมื่อเดินเครื่อง เฟืองสูบทั้งสองชุดก็จะทำงานพร้อมกัน คือ สูบส่งเข้า จะดูดน้ำมันหล่อเข้ามาทางช่องทางดูด(a:จากถังพักภายนอกเครื่อง)และส่งออกทางช่องทางส่ง(d:ไปอ่างน้ำมันหล่อของเครื่อง) ในขณะเดียวกัน สูบดูดออก จะดูดน้ำมันหล่อเข้ามาทางช่องเข้า(b:จากอ่างน้ำมันหล่อของเครื่อง)และส่งออกทางช่องทางออก(c:ไปถังพักภายนอก)

การซ่อมบำรุงรักษา

ไม่มี

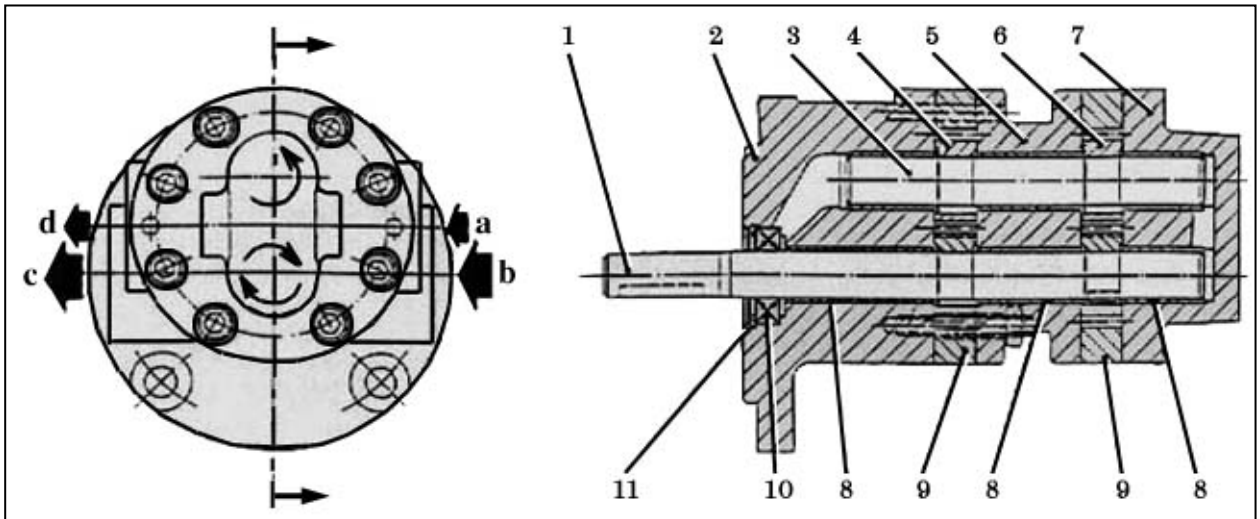


Fig. 6-5 Engine Oil Level Regulating Pump (TE).

1. Drive Shaft. 2. Drive Cover. 3. Running Shaft. 4. Extraction Elament Gear.
5. Intermediate Bearing. 6. Replenishment Element Gear. 7. End Cover.
8. Bearing Bush. 9. Gear Carrier Plate. 10. Shaft Seal. 11. Snap Ring.
a = Oil Inlet , Replenishment Element. b = Oil Inlet , Extraction Element.
c = Oil Outlet , Extraction Element. d = Oil Outlet , Replenishment Element.

3.4 หม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ(Engine Oil Heat Exchanger)(รูป 6-6.1 / 6-6.2)

ประกอบอยู่ด้านข้างเรือนสูบ จำนวน 1-2 ใบ(ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่อง)

ทำหน้าที่ ระบายความร้อนออกจากน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์

ลักษณะการทำงาน

เป็นแบบหลอดแบน(Plate Core) ใช้น้ำจืดเดินนอกหลอดและน้ำมันหล่อเดินในหลอด

ส่วนบน จะเป็นเรือน(Housing)ซึ่งภายในประกอบชุดหลอดระบายความร้อน(Core) จำนวน 1-2 ชุด (ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่อง) และช่องทางเข้า-ออกของน้ำจืดและน้ำมันหล่อ

ส่วนล่าง ประกอบด้วยฝาปิด(Cover)หรือฐาน(Base)ของหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ ซึ่งจะเป็นที่ประกอบหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ(Engine Oil Filter) [*ในเครื่องแบบ TE* จะประกอบด้วยหม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อ(Engine Oil Edge-Type filter)ด้วย] และประกอบด้วยลิ้นที่สำคัญ คือ ลิ้นทางลัด(Bypass Valve) ซึ่งตั้งค่ากำลังดันเปิดลิ้น(Opening Pressure)ไว้ที่ 6.0 บาร์ สำหรับหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ , ลิ้นทางลัด (Bypass Valve)ซึ่งตั้งค่ากำลังดันเปิดลิ้นไว้ที่ [2.5 บาร์-*ในเครื่องแบบ TC/TB*],[2.0 บาร์-*ในเครื่องแบบ TE*]สำหรับหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ และ ลิ้นจำกัดกำลังดัน(Unloader or Pressure Limiting Valve)ซึ่งตั้งค่ากำลังดันเปิดลิ้นไว้ที่ 5.5 บาร์ สำหรับจำกัดกำลังดันน้ำมันหล่อสะอาด(ผ่านหม้อกรองแล้ว)

กำลังดันน้ำมันหล่อจากสูบน้ำมันหล่อ จะถูกส่งเข้าที่ช่องทางเข้าของหม้อระบายความร้อน ผ่านเข้าไปภายในหลอดของชุดระบายความร้อน แล้วออกไปผ่านหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ แล้วจึงส่งออกทางช่องทางออกของหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ ไปเข้าท่อน้ำมันหล่อหลัก(Main Oil Gallery)ต่อไป [*ในเครื่องแบบ TE* น้ำมันหล่อที่ออกจากหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อแล้ว จะผ่านหม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่ออีกครั้งหนึ่งก่อนส่งเข้าท่อน้ำมันหล่อหลัก]

น้ำจืดระบายความร้อน จะถูกส่งเข้าที่ช่องทางเข้าและผ่านภายนอกหลอดของหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ แล้วออกทางช่องทางออกไป

ถ้าอุณหภูมิน้ำมันหล่อต่ำมากหรือชุดหลอดระบายความร้อนมีคราบสกปรกมากจนเกิดการอุดตัน ทำให้กำลังดันก่อนเข้าชุดหลอดระบายความร้อนสูงกว่ากำลังดันหลังออกจากชุดหลอดระบายความร้อน ถึง ค่ากำลังดันเปิดลิ้น(Opening Pressure 6.0 บาร์) ลิ้นทางลัด(Bypass Valve)นี้ จะเปิดให้น้ำมันหล่อจากทางเข้าหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อผ่านไปเข้าหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อโดยตรง โดยไม่ผ่านหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ

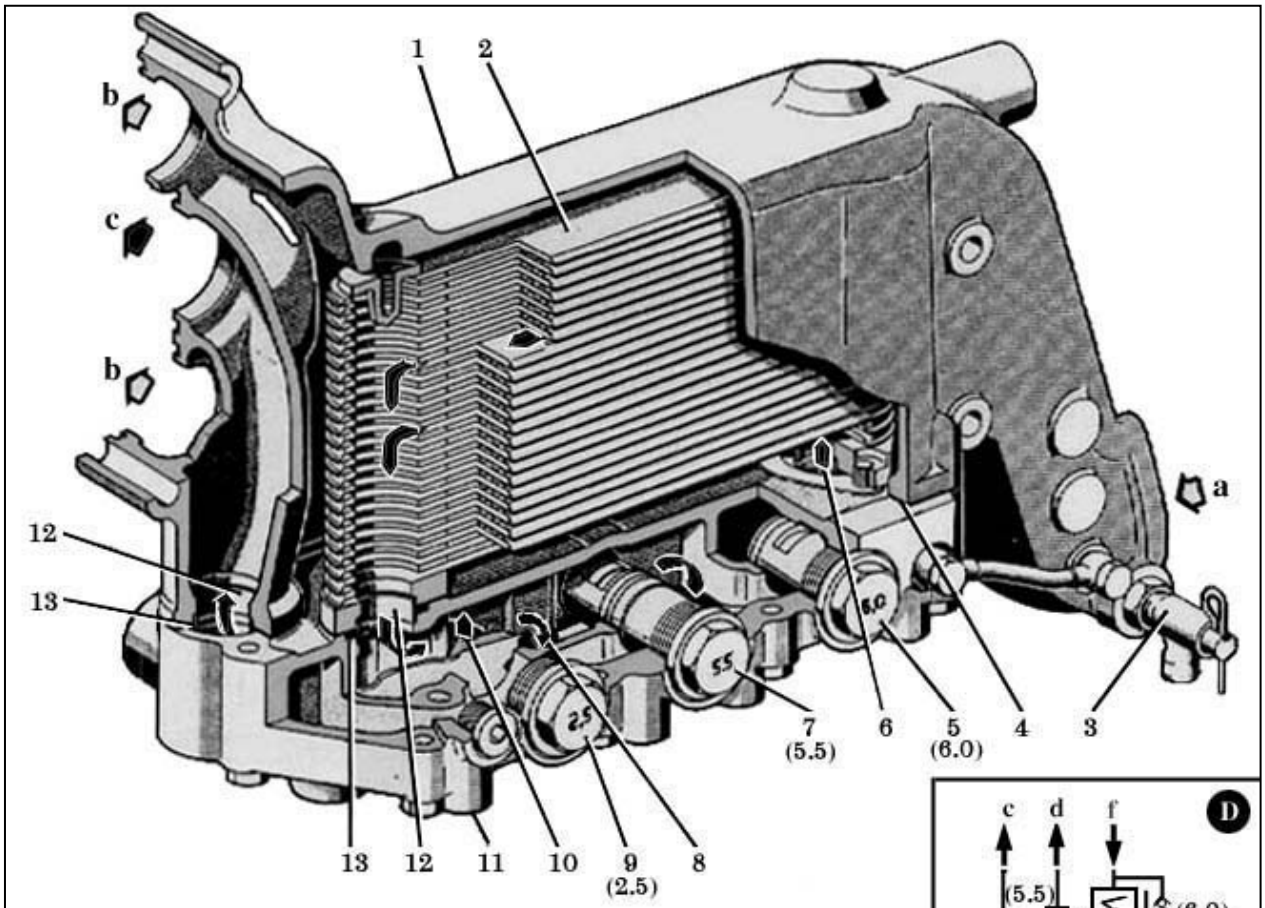
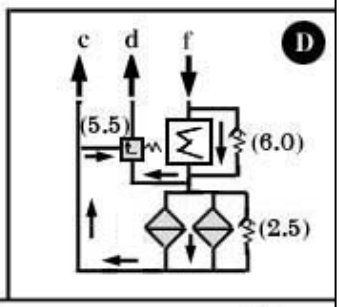
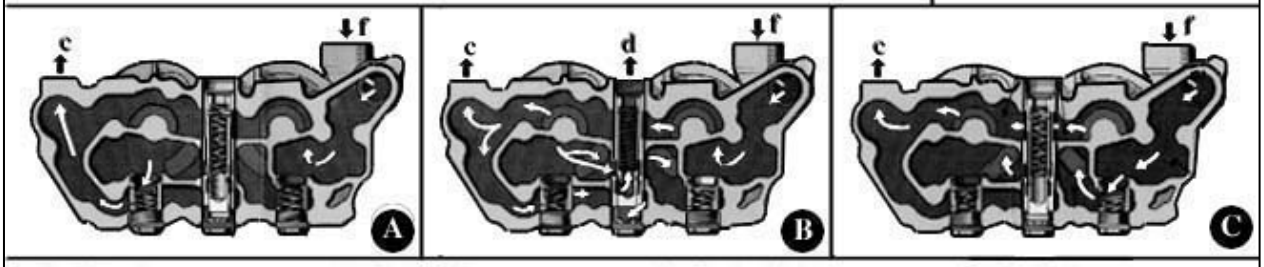


Fig. 6-6.1 Engine Oil Heat Exchanger (TB).





1. Housing. 2. Plate Core. 3. Drain Valve. 4. Gasket.
5. Bypass Valve. 6. Plate Core il Inlet. 7. Unloader Valve. 8. To Engine Oil Filter.
9. Bypass Valve. 10. From Engine Oil Filter. 11. Cover. 12. Retaining Pipe.
13. Sealing Ring. ( ) = bar.

A = Bypass Engine Oil Filter. B = Pressure Limitation of Clean Oil Side.
C = Bypass Heat Exchanger. D = Engine Oil Flow.
a = Engine Coolant Inlet. b = Coolant Outlet to Engine.
c = Oil Outlet to Main Oil Gallery. f = Oil Inlet (From Engine).
d = Engine Oil Return to Oil Pan.

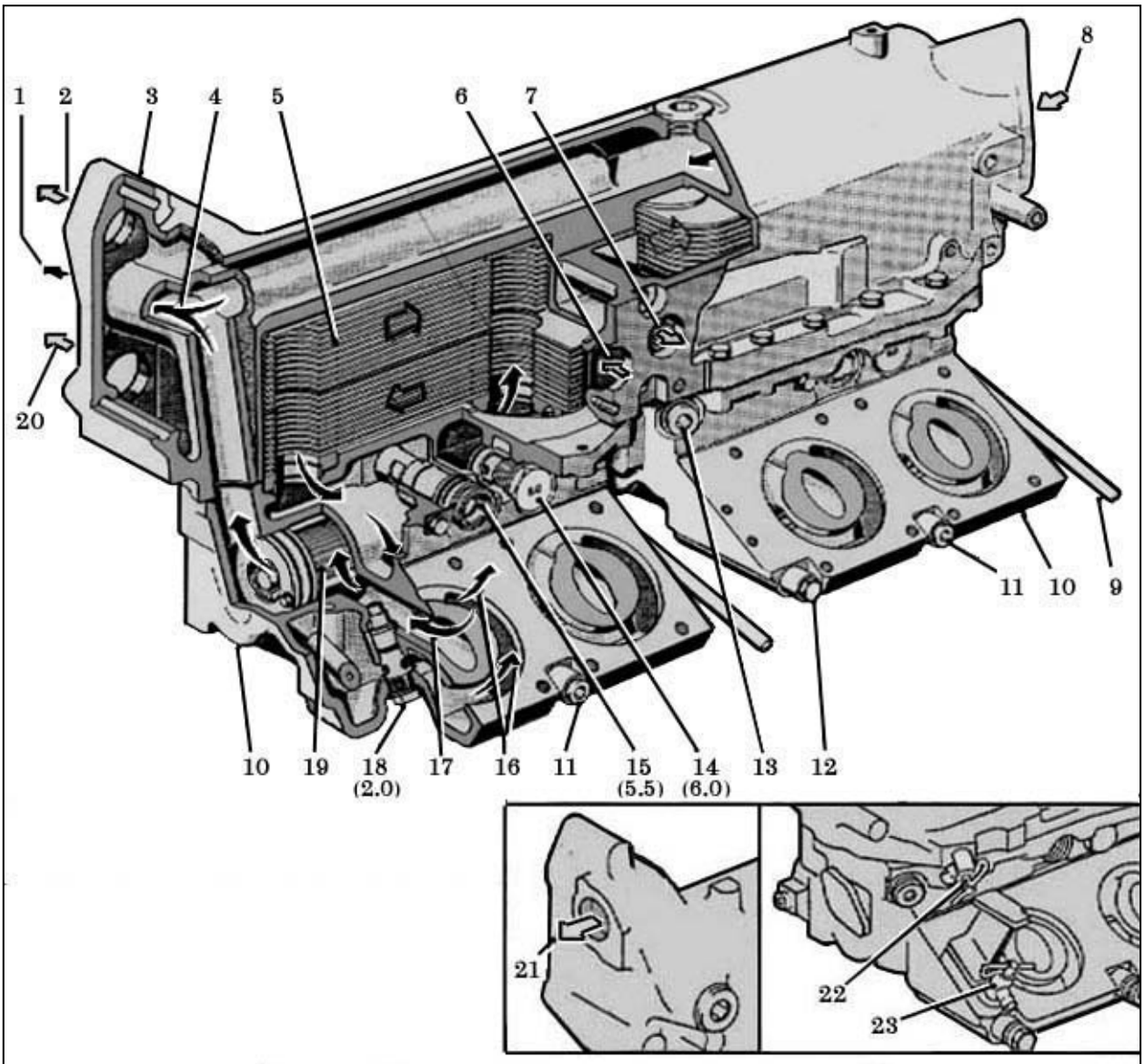


Fig. 6-6.2 Engine Oil Heat Exchanger (TE).

1. Clean Oil to Main Oil Gallery.
2. High-temp. Coolant to Right Side.
3. Housing.
4. Clean Oil.
5. Oil Cooler Core.
6. Low-temp. Coolant from Intercooler.
7. Low-temp. Coolant to Mixing Point.
8. High-temp. Coolant from Coolant Pump.
9. Ratchet Lever.
10. Base.
11. Oil Measuring Point.
12. Oil Sludge Drain Valve(Engine Oil Filters).
13. Oil Measuring Point.
14. Bypass Valve for Cooler Core.
15. Pressure Limiting Valve for Engine Oil Filter.
16. To Engine Oil Filters.
17. From Engine Oil Filters.
18. Bypass Valve for Filter Element.
19. Eingine Oil Edge-type Filter.
20. High-temp. Coolant to Left Side.
21. High-temp. Coolant to Exhaust Coolant Jackets.
22. Drain Valve.
23. Oil Sludge Drain Valve(Edge-type Filter).
24. Engine Oil Return to Oil Pan.

( ) = bar.

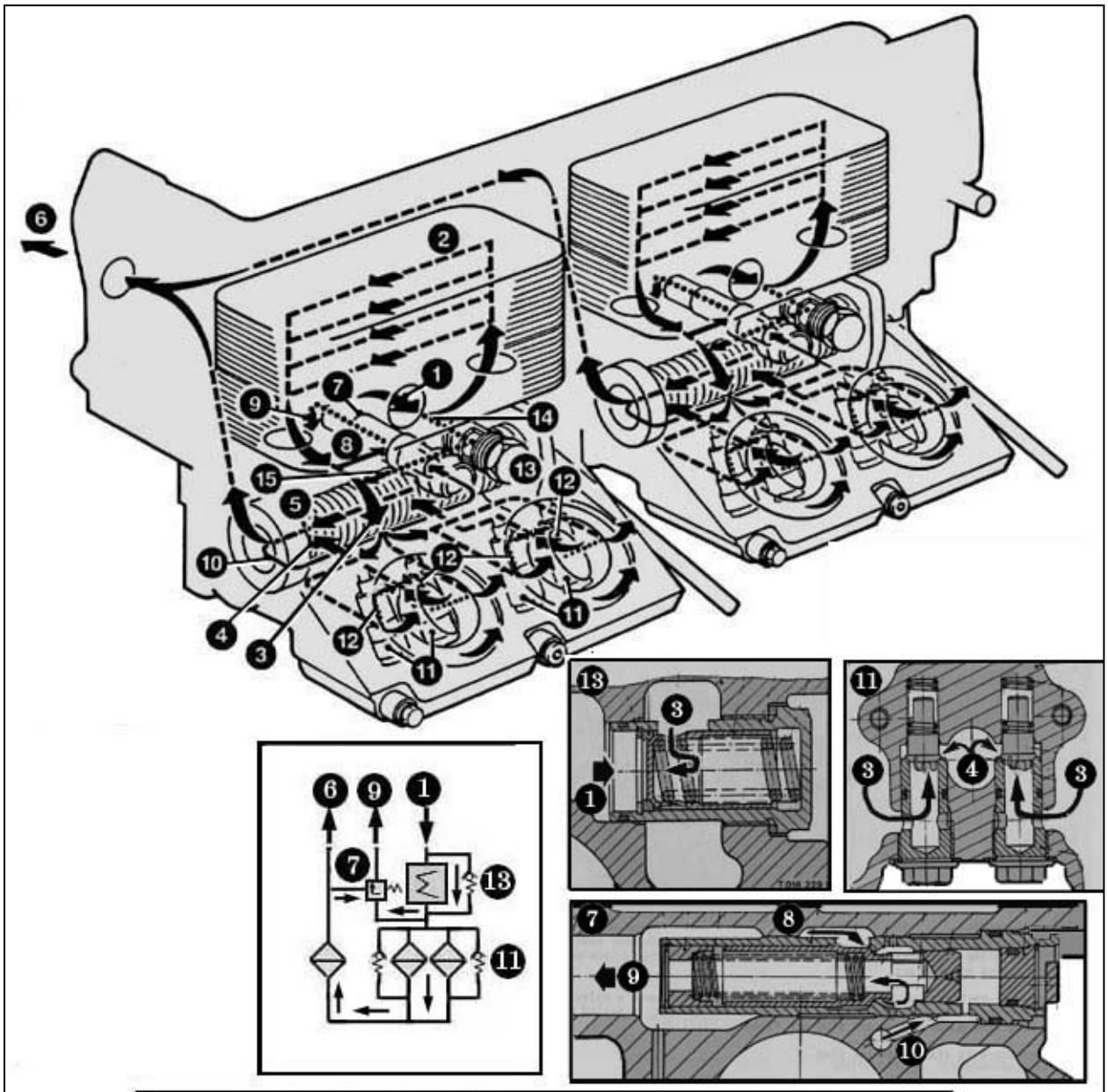


Fig. 6-6.3 Oil Flow in The Engine Oil Heat Exchanger (TE).

1. The Oil from the Engine Oil Pump.
2. The Oil Flow through the Oil Cooler Cores.
3. The Oil to the Engine Oil Filters.
4. The Oil to Edge-type Oil Filters.
5. The Filtered Oil from Edge-type Oil Filters.
6. The Clean Oil to Main Oil Gallery.
7. Pressure Limiting Valve 5.5 bar.
8. The Oil to Pressure Limiting Valve 5.5 bar.
9. The Excess Oil Return to Oil Pan(from Pressure Liming Valve 5.5 bar).
10. The Clean Oil Pressure to Actuate Pressure Liming Valve 5.5 bar.
11. Bypass Valve 2.0 bar.
12. The Unfiltered Oil to Edge-type Oil Filters(from Bypass Valve 2.0 bar).
13. Bypass Valve 6.0 bar.
14. The Uncooled Oil to Bypass Valve 6.0 bar.
15. The Uncooled Oil to Engine Oil Filters(from Bypass Valve 6.0 bar).

ถ้าหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่ออุดตัน คือถ้ากำลังดันก่อนเข้าหม้อกรองสูงกว่ากำลังดันหลังออกจากหม้อกรองถึงค่ากำลังดันเปิดลิ้น(Opening Pressure 2.0 หรือ 2.5 บาร์) ลิ้นทางลัด(Bypass Valve)นี้ จะเปิดให้น้ำมันหล่อผ่านไปเข้าท่อน้ำมันหล่อหลักหรือหม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อโดยตรง โดยไม่ผ่านหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ

ลิ้นจำกัดกำลังดัน(Unloader or Pressure Limiting Valve) จะถูกควบคุมการทำงานปิด-เปิดด้วยกำลังดันน้ำมันหล่อสะอาดก่อนเข้าท่อน้ำมันหล่อหลัก ดังนี้คือ ถ้ากำลังดันน้ำมันหล่อสะอาดก่อนเข้าท่อน้ำมันหล่อหลักสูงถึงค่ากำลังดันเปิดลิ้น(Opening Pressure 5.5 บาร์) จะทำให้ลิ้นจำกัดกำลังดันเปิดระบายกำลังดันก่อนเข้าหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อให้ไหลกลับลงอ่างน้ำมันหล่อเป็นการลดภาระให้หม้อกรองละเอียดให้ไม่ต้องรับกำลังดันสูงเกินไป และเป็นการจำกัดกำลังดันน้ำมันหล่อก่อนเข้าท่อน้ำมันหล่อหลักไม่ให้สูงเกินไปด้วย

การซ่อมบำรุงรักษา

ไม่มี

3.5 หม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ(Engine Oil Filter) (รูป 6-71 / 6-7.2)

ประกอบอยู่ที่ ส่วนล่างด้านข้างหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ จำนวน 2-4 ใบ(ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่อง)

ทำหน้าที่ กรองน้ำมันหล่อให้สะอาดก่อนส่งเข้าหล่อลื่นระบายความร้อนและทำงานในระบบ

มีใช้อยู่ 2 ลักษณะ คือ

3.5.1 ลักษณะแรก (รูป 6-7.1)

ลักษณะการทำงาน

ส่วนล่าง เป็นฐานหม้อกรอง(Filter Base) จะเป็นช่องทางน้ำมันหล่อเข้า-ออกหม้อกรองด้วย ประกอบด้วยท่อนำ(Filter Guide),ปลั๊กระบาย(Drain Plug)สำหรับเปิดระบายน้ำมันหล่อและตะกอนภายในหม้อกรองออกทิ้งภายนอกและลิ้นเปลี่ยนทาง(Diverter Valve)สำหรับปิด-เปิดช่องทางน้ำมันหล่อเข้า-ออกหม้อกรองแต่ละใบ

ส่วนบน ประกอบด้วยถ้วยหม้อกรอง(Filter Bowl)โดยใช้สลักเกลียว(Screw)ยึดส่วนล่างของถ้วยหม้อกรองเข้ากับฐานหม้อกรอง

ด้านบน ประกอบด้วยฝาปิดหม้อกรอง(Filter Cover)โดยใช้สลักยึด(Securing Bolt)กวดยึดกับปลายบนของท่อนำ(Guide Tube)และประกอบด้วยปลั๊กระบายอากาศ(Vent Plug)

ภายในหม้อกรองแต่ละใบ จะประกอบด้วยไส้หม้อกรอง(Filter Element) 1 ใบ โดยไส้หม้อกรองจะประกอบเป็นชุดติดกับฝาหม้อกรองด้วยนัตยึด(Retraining Nut)

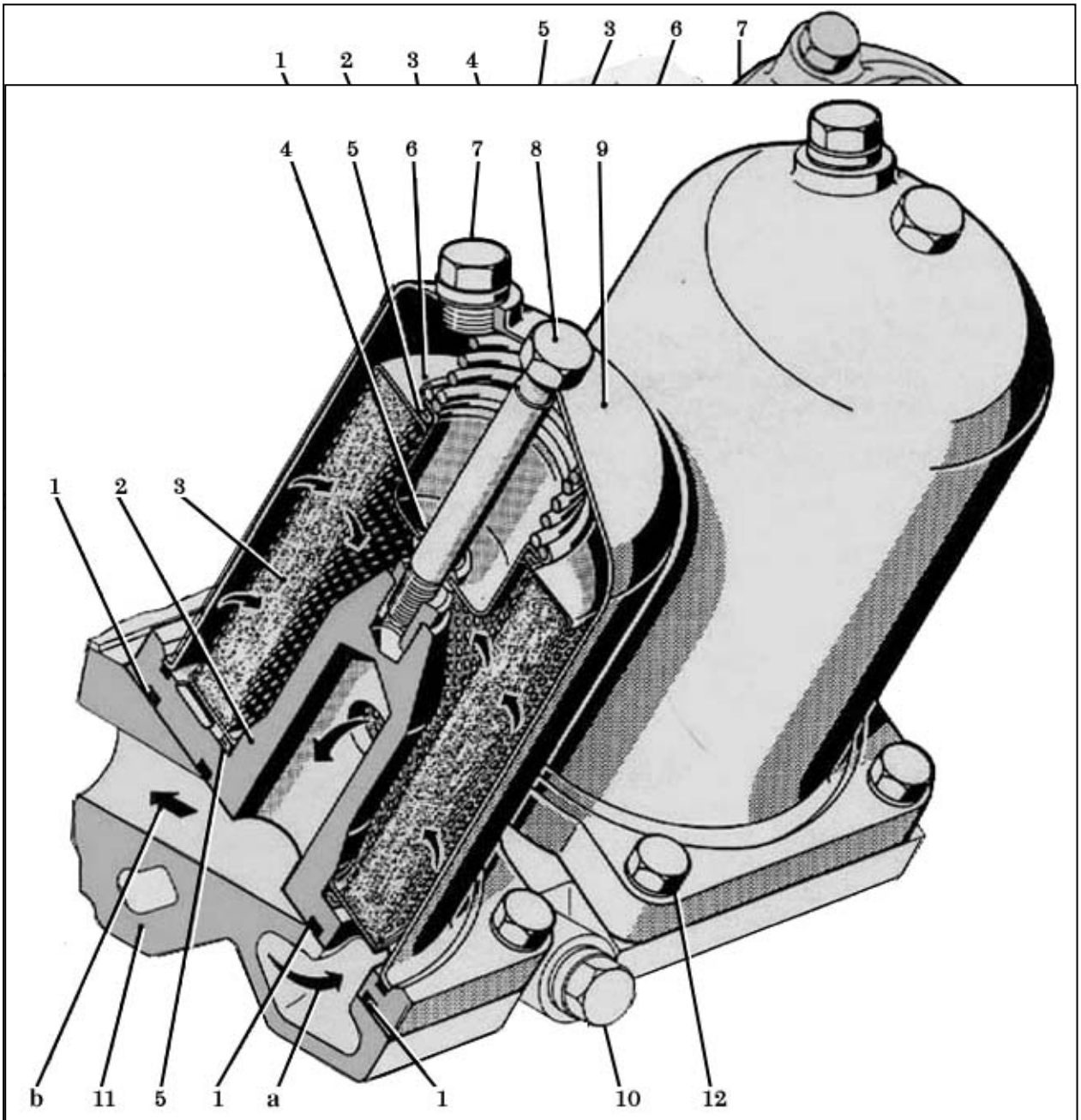


Fig. 6-7.2 Engine Oil Filter (TE).

1. O-ring.	2. Filter guide.	3. Filter Element.	4. Viton Sealing Ring.
5. Gasket.	6. Spring Retainer.	7. Vent Screw.	8. Centre Screw.
9.Filter Bowl.	10. Plug.	11. Base.	12. Screw.

a = From Engine Oil HeatExchanger.

b = To Engine Oil Edge-type Filter.

กำลังดันน้ำมันหล่อ(จากหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ) จะถูกส่งเข้ามาและผ่านลิ้นเปลี่ยนทางเข้าไปภายในหม้อกรองรอบๆภายนอกไส้หม้อกรอง น้ำมันหล่อที่สะอาดจะผ่านไส้หม้อกรองเข้าไปภายในท่อนำ(Guide Tube)และผ่านลิ้นเปลี่ยนทางออกจากหม้อกรองไป สิ่งสกปรกต่างๆจะเกาะติดอยู่ภายนอกไส้หม้อกรองและตกลงสู่ส่วนล่างของหม้อกรอง สามารถเปิดระบายทิ้งออกภายนอกได้โดยปลั๊กระบาย(Drain Plug)

การที่มีลิ้นเปลี่ยนทางอยู่ที่หม้อกรองทุกใบนี้ ทำให้เราสามารถปิดหม้อกรองได้ทีละใบ เพื่อเปลี่ยนไส้หม้อกรองในขณะเครื่องเดินอยู่ แต่โดยปกติจะต้องเปิดใช้หม้อกรองทุกใบ

3.5.2 ลักษณะที่สอง (รูป 6-7.2)

ลักษณะการทำงาน

ส่วนล่าง จะเป็นท่อนำ(Filter Guide)โดยใช้สลักเกลียว(Screw)ยึดติดกับฐาน(Base)ของหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ

ส่วนบน ประกอบด้วยถ้วยหม้อกรอง(Filter Bowl)โดยใช้สลักตัวกลาง(Centre Screw)ยึดติดกับท่อนำ และประกอบด้วยปลั๊กระบายอากาศ(Vent Plug)

การทำงาน เช่นเดียวกับแบบแรกเพียงแต่ไม่มีลิ้นเปลี่ยนทางเท่านั้น

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 80-84

3.6 หม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อ(Engine Oil Edge-Type Filter) (รูป 6-8)

มีเฉพาะเครื่องแบบ TE

ประกอบอยู่ ภายในฐาน(Base)ของหม้อระบายความร้อน

ทำหน้าที่ เป็นหม้อกรองช่วยหรือหม้อกรองนิรภัย(Backup or Safety Filter) โดย 1 ใบ จะทำงานร่วมกับหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ 2 ใบ

ความถี่การกรอง(Particle Retention) 0.05 มม.

ลักษณะการทำงาน

ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ คือ ไส้หม้อกรองตะแกรงโลหะ(Edge-Type Filter Element),แปรงกวาด(Scraper)และคันหมุนทางเดียว(Handle)

หม้อกรองทั้งชุด จะประกอบอยู่ภายในฐานหม้อระบายความร้อนโดยใช้สลักเกลียว(Screw)ยึด

น้ำมันหล่อจากหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ จะถูกส่งเข้ามารอบๆภายนอกไส้หม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อ น้ำมันหล่อที่สะอาดจะผ่านไส้หม้อกรองเข้าภายในและส่งออกตามช่องทางออกไปเข้าท่อน้ำมันหล่อหลักไป สิ่งสกปรกต่างๆจะเกาะติดอยู่ภายนอกไส้หม้อกรอง

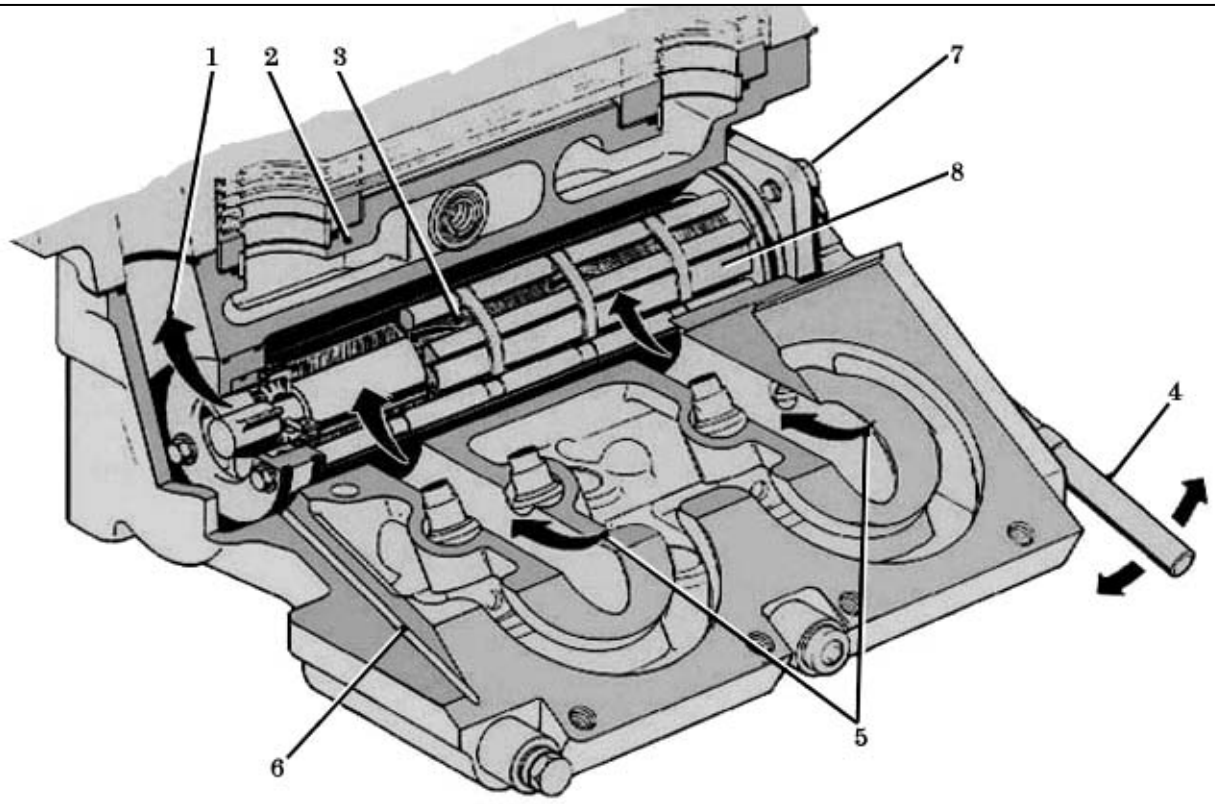


Fig. 6-8 Engine Oil Edge-type Filter (TE).

1. Clean Oil Outlet.
2. Housing , Lower Section.
3. Edge-type Filter Elment.
4. Handle.
5. From the Engine Oil Filter.
6. Oil Sludge Drain.
7. Screw.
8. Scraper.

ไส้หม้อกรองสามารถทำความสะอาดได้ โดยการโยกคันหมุนทางเดียว(Handle) เพื่อหมุนไส้หม้อกรองให้พื้นผิวภายนอกไส้หม้อกรองกรีดกับแปรงกวาดให้สิ่งสกปรกต่างๆที่เกาะติดอยู่หลุดล่วงลงด้านล่างและเปิดระบายทิ้งออกภายนอกด้วยลิ้นระบาย(Drain Valve)

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 85-87

3.7 หม้อกรองทางลัดน้ำมันหล่อ(Engine Oil Bypass Filter) (รูป 6-9)

มีใช้เฉพาะบางเครื่อง

ทำหน้าที่ กรองน้ำมันหล่อ(แล้วส่งกลับอ่างน้ำมันหล่อ)

เป็นส่วนประกอบภายนอกแยกต่างหากจาก ในแต่ละเครื่องจะใช้ 2-4 ใบ ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องโดยหม้อกรองทุกใบจะทำงานขนานกัน

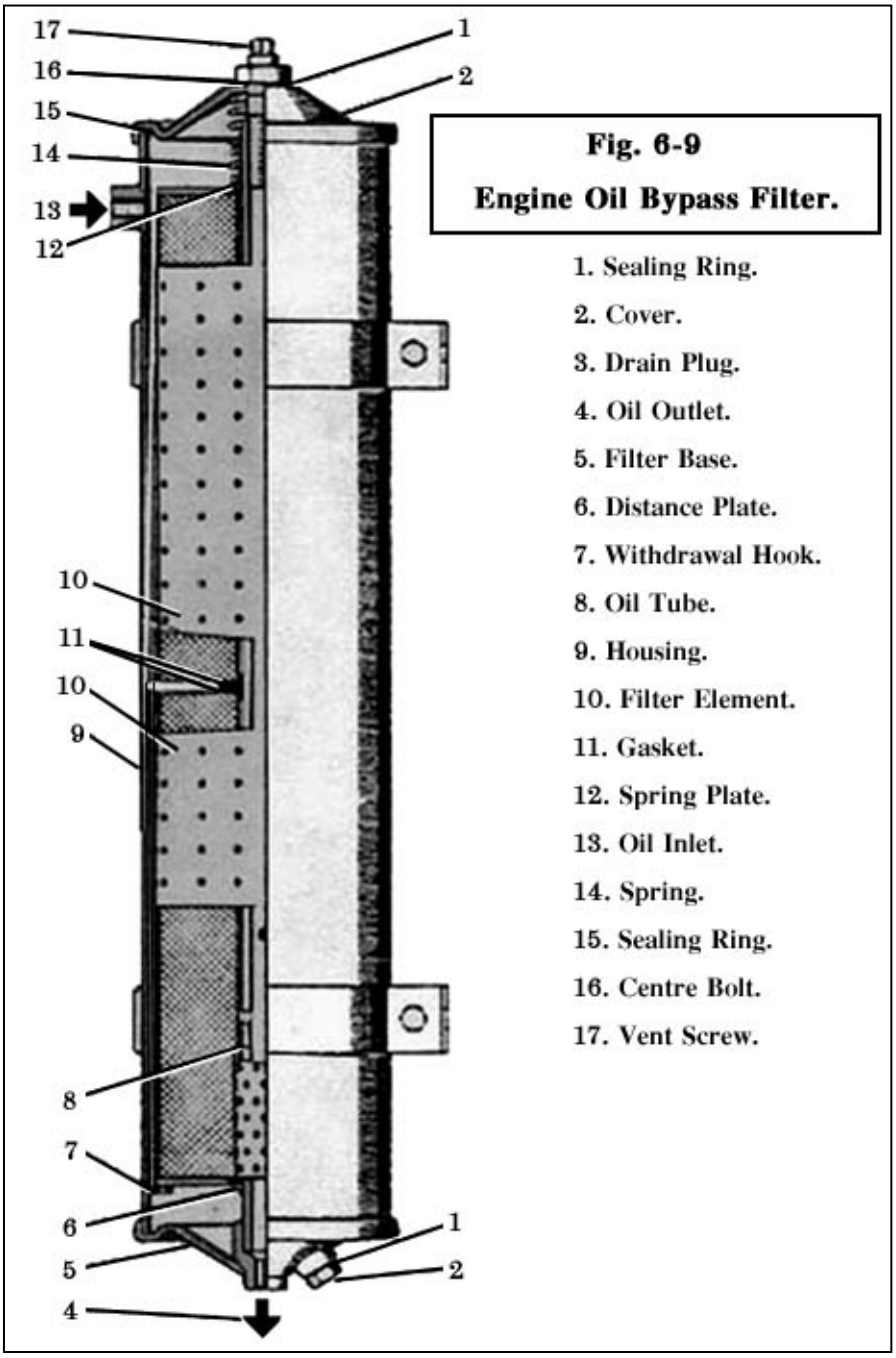


Fig. 6-9
Engine Oil Bypass Filter.

1. Sealing Ring.
2. Cover.
3. Drain Plug.
4. Oil Outlet.
5. Filter Base.
6. Distance Plate.
7. Withdrawal Hook.
8. Oil Tube.
9. Housing.
10. Filter Element.
11. Gasket.
12. Spring Plate.
13. Oil Inlet.
14. Spring.
15. Sealing Ring.
16. Centre Bolt.
17. Vent Screw.

ลักษณะการทำงาน

หม้อกรองแต่ละใบ ภายในเรือนหม้อกรอง(Housing)จะประกอบด้วยไส้หม้อกรอง(Filter Element) 2 ใบ เรียงซ้อนกันอยู่ โดยใบล่างจะมีขอเกี่ยว(Withdraw Hook)สำหรับดึงไส้หม้อกรองขึ้นด้วย ด้านล่างของเรือนหม้อกรอง ประกอบด้วยฐานหม้อกรอง(Base)ซึ่งจะมีปลั๊กระบาย(Drain Plug)และช่องทางออกอยู่ด้วย ส่วนช่องทางน้ำมันหล่อเข้าจะอยู่ที่ส่วนบนของเรือนหม้อกรอง ด้านบนของเรือนหม้อกรอง ประกอบด้วยฝาปิดหม้อกรอง(Cover)ยึดด้วยสลักตัวกลาง(Center Bolt)และปลั๊กระบายอากาศ(Vent Screw)สำหรับเปิดไล่อากาศภายในหม้อกรองออกสู่ภายนอก

น้ำมันหล่อ(จากสูบน้ำมันหล่อ) จะถูกส่งเข้ามาที่ช่องทางเข้าและเข้าไปภายในหม้อกรองรอบๆภายนอกไส้หม้อกรอง น้ำมันหล่อที่สะอาดจะผ่านไส้หม้อกรองเข้าไปภายใน แล้วออกทางช่องทางออกไป(เข้าอ่างน้ำมัน

หล่อ) สิ่งสกปรกต่างๆจะเกาะติดอยู่ภายนอกไส้หม้อกรองและตกลงสู่ส่วนล่างของหม้อกรอง สามารถเปิดระบายออกทิ้งภายนอกได้โดยปลั๊กระบาย

การซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 88-89



บทที่ 7

ระบบเริ่มเดินเครื่อง

(Starting System)

ระบบเริ่มเดินเครื่อง จะทำหน้าที่เริ่มหมุนเครื่องยนต์ให้มีความเร็วสูงถึงความเร็วจุดระเบิดของเครื่อง (Firing Speed) เพื่อให้เครื่องยนต์มีการจุดระเบิดเริ่มเดินเครื่อง เมื่อเครื่องยนต์เดินแล้วระบบเริ่มเดินเครื่องก็จะหยุดทำงาน

ในบางเครื่อง จะประกอบด้วยระบบเริ่มเดินเมื่อเครื่องเย็น(Cold Start System)อีกระบบหนึ่ง ทำหน้าที่อุ่นอากาศดีเข้าเครื่องให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำงานร่วมกับระบบเริ่มเดินที่ทำหน้าที่หมุนเครื่องยนต์ในการเริ่มเดินเครื่อง ทำให้เครื่องเริ่มเดินได้ง่ายเมื่อมีความจำเป็นต้องเริ่มเดินเครื่องที่อุณหภูมิของเครื่องต่ำมาก(ต่ำกว่า 10°C)

ระบบเริ่มเดินเครื่อง สำหรับเครื่อง mtu.v 396 ที่ใช้ภายในเรือ ปัจจุบันมีใช้อยู่ 3 แบบ แตกต่างกันตามความเหมาะสมกับขนาดของเครื่องและระบบของเรือ คือ

= ระบบเริ่มเดินเครื่องแบบมอเตอร์ไฟฟ้า(Electric Starting System)

= ระบบเริ่มเดินเครื่องแบบมอเตอร์กำลังดันลม(Compressed Air Starting System)

= ระบบเริ่มเดินเครื่องแบบจานจ่ายลมเข้ากระบอกสูบ(Air-In-Cylinder Starting System)

1.ระบบเริ่มเดินเครื่องแบบมอเตอร์ไฟฟ้า(Electric Starting System)

ใช้กระแสไฟทำงาน 24 V.DC.

1.1 ส่วนประกอบของระบบ

1.1.1 รีเลย์ล็อคการเริ่มเดิน(Start Interlock Relay) (รูป 7-1)

ทำหน้าที่ ป้องกันการเริ่มเดินเครื่องหรือตัดวงจรกระแสไฟเริ่มเดินเครื่อง ถ้าความเร็วเครื่องยนต์ลดลงต่ำกว่าความเร็วจุดระเบิด(Firing Speed) หรือ เมื่อเครื่องยนต์เดินอยู่

ประกอบด้วย

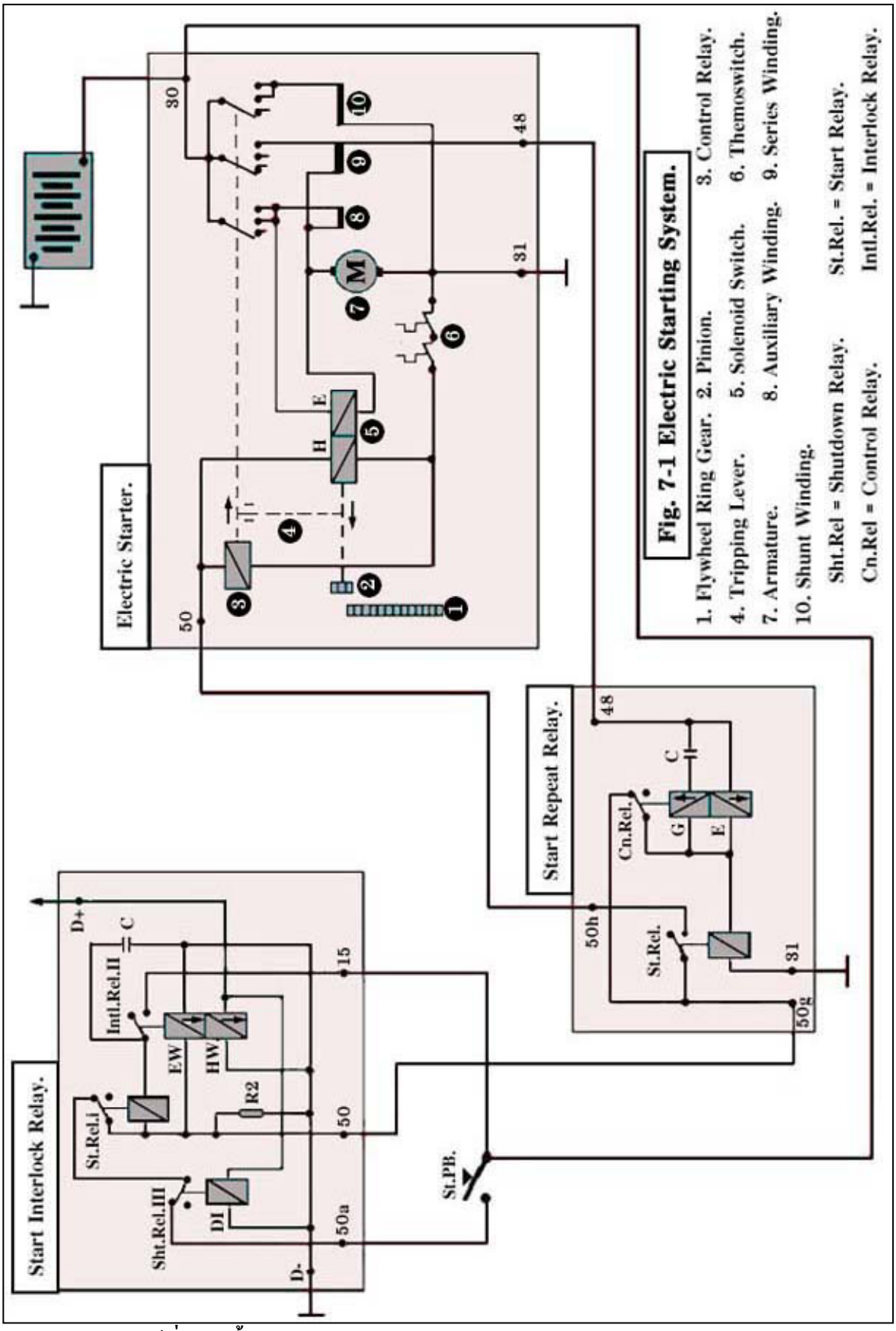
รีเลย์เริ่มเดิน(Start Relay I **:** St.Rel.I) มีสวิทช์เปลี่ยนทางแบบปกติปิด(Normally Closed **:** NC Contact)

รีเลย์ล็อคการเริ่มเดิน(Interlock Relay II **:** Intl.Rel.II) มีสวิทช์เปลี่ยนทางแบบปกติเปิด(Normally Open **:** NO Contact) มีขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า 2 ชุด คือ EW และ HW ทำงานในทิศทางเดียวกัน

รีเลย์เลิกเครื่อง(Shutdown Relay III **:** Sht.Rel.III) มีสวิทช์เปลี่ยนทางแบบปกติปิด(Normally Closed **:** NC Contact)

ตัวเก็บประจุ(Condenser **:** C)

ความต้านทาน(Resistor **:** R2)



1.1.2 รีเลย์เริ่มเดินซ้ำ(Start Repeat Relay) (รูป 7-1)

ทำหน้าที่ ป้องกันการเริ่มเดินเครื่องหรือตัดวงจรกระแสไฟฟ้าเริ่มเดินเครื่อง ถ้าเฟืองเริ่มเดิน (Pinion) ไม่เข้าขบ(Not Engaged)กับเฟืองหมุนเครื่อง(Flywheel Ring Gear)พอดี แล้วดำเนินการเริ่มเดินเครื่องใหม่

ประกอบด้วย

รีเลย์เริ่มเดิน(Start Relay **:** St.Rel.) มีสวิทช์เปลี่ยนทางแบบปกติเปิด(Normally Open **:** NO Contact)

รีเลย์ควบคุม(Control Relay **:** Cn.Rel.) มีสวิทช์เปลี่ยนทางแบบปกติเปิด(Normally Open **:** NO Contact) มีขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า 2 ชุด คือ G และ E ทำงานตรงข้ามกัน

ตัวเก็บประจุ(Condenser **:** C)

1.1.3 มอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดิน(Electric Starter) (รูป 7.1 และ 7.2)

ทำหน้าที่ หมุนเครื่องยนต์ให้ความเร็วถึงความเร็วจุดระเบิดเมื่อเริ่มเดินเครื่อง

เป็นมอเตอร์กระแสไฟตรง แบบ Series-wound ใช้กระแสไฟ 24 V.DC.

ลักษณะการทำงาน

อาร์เมเจอร์(Armature)ของมอเตอร์ จะทำเป็นเพลากลวง โดยปลายเพลาด้านคอมมิวเตเตอร์(Commutator) จะประกอบด้วยสวิทช์แม่เหล็กไฟฟ้า(Solenoid Switch),รีเลย์ควบคุม(Control Relay)และกลไกต่างๆ คือ คันส่งอาการ(Tripping Lever)และคันปลด(Release Lever) ปลายอีกด้านหนึ่งประกอบด้วยชุดแผ่นคลัทช์(Multi–Disc Clutch)และเฟืองเริ่มเดิน(Pinion)ตามลำดับ ภายในเพลาประกอบด้วยกลไกต่างๆ คือ เพลาหมุน(Splined Shaft),คันส่งเฟืองเริ่มเดิน(Engagement Rod) และ สปริงดึงกลับ(Return Spring)

ชุดแผ่นคลัทช์(Multi–Disc Clutch) เป็นส่วนที่ส่งอาการหมุนจากอาร์เมเจอร์ไปหมุนเฟืองเริ่มเดินผ่านเพลาหมุน ทำหน้าที่ป้องกันอาร์เมเจอร์มีความเร็วสูงเกิน(Overspeed) โดยลดแรงบิด(Torque) เมื่อเกิดกรณี Overruning คือ ความเร็วเฟืองเริ่มเดิน(จากเครื่องยนต์) สูงกว่าความเร็วของอาร์เมเจอร์

สวิทช์อุณหภูมิ(Thermoswitch) ทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ร้อนเกิน(Thermal Overload) ในระหว่างการเริ่มเดิน มีอยู่ 2 ตัว ต่ออนุกรมกัน คือ ตัวหนึ่งอยู่ภายในขดลวด(Coil) ของสวิทช์แม่เหล็กไฟฟ้า อีกตัวหนึ่งต่ออยู่ระหว่างขดลวด E(E Coil)กับแปรงถ่าน ถ้าการเริ่มเดินผิดปกติหรือใช้เวลานานเกินไป จะทำให้มีกระแสไฟไหลผ่านวงจรมาก เกิดความร้อนสูงเกิน สวิทช์อุณหภูมิจะตัดกระแสไฟวงจรเริ่มเดินของมอเตอร์ เป็นการหยุดการเริ่มเดิน ซึ่งจะต้องหยุดพักประมาณ 20 นาที ให้ความร้อนลดลงจึงเริ่มเดินใหม่ได้

ขดลวดสนามแม่เหล็กซึ่งพันอยู่ที่ขาแม่เหล็ก(Pole Shoes) ประกอบด้วยขดลวดอนุกรม(Series)และขดลวดขนาน(Shunt) โดยขดลวดขนานจะทำหน้าที่จำกัดความเร็วตัวเปล่า(No-Load Speed)ของอาร์เมเจอร์ หรือ

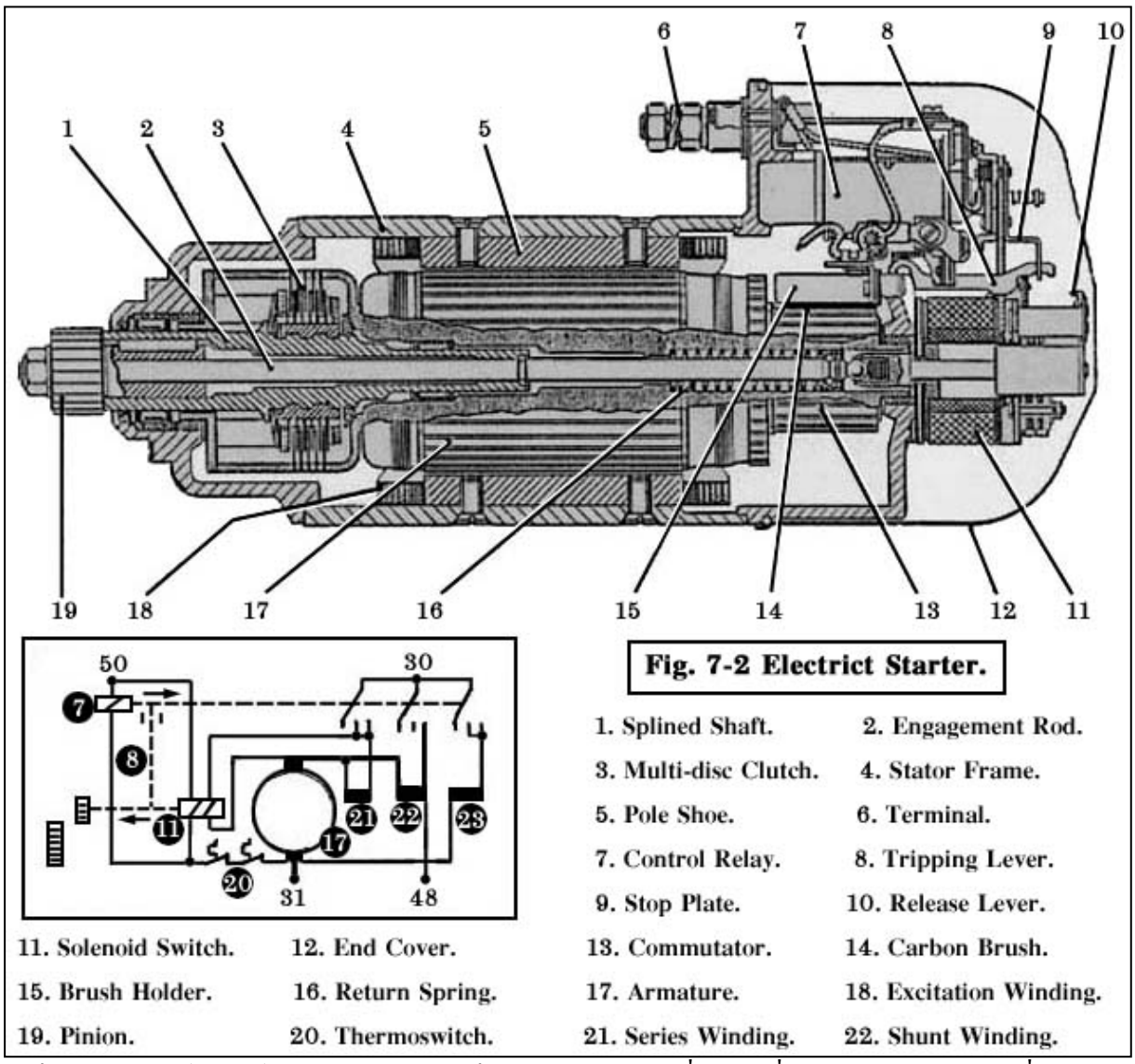


Fig. 7-2 Electrict Starter.

1. Splined Shaft. 2. Engagement Rod.
3. Multi-disc Clutch. 4. Stator Frame.
5. Pole Shoe. 6. Terminal.
7. Control Relay. 8. Tripping Lever.
9. Stop Plate. 10. Release Lever.
11. Solenoid Switch. 12. End Cover.
13. Commutator. 14. Carbon Brush.
15. Brush Holder. 16. Return Spring.
17. Armature. 18. Excitation Winding.
19. Pinion. 20. Thermoswitch.
21. Series Winding. 22. Shunt Winding.

เป็นเบรคให้อาร์เมเจอร์หยุดหมุนอย่างรวดเร็วหลังจากหยุดการเริ่มเดิน เพื่อให้พร้อมสำหรับการเริ่มเดินได้ใหม่ได้เร็วที่สุด

1.2 การทำงานของระบบ (รูป 7-1)

1.2.1 เมื่อกดปุ่ม "Start"(St.PB.)

↗ ที่รีเลย์ล็อคการเริ่มเดิน(Start Interlock Relay)

กระแสไฟ +24 V.DC.จะผ่าน Terminal 50a ➔ NC Contact ของ Sht.Rel.III. ➔ NC Contact ของ St.Rel.I ➔Terminal 50 ➔ Terminal 50g ของ Start Repeat Relay

ในขณะเดียวกันจะผ่าน EW Coil ของ Intl.Rel.II. ➔Terminal D–(⊥) ทำให้ EW Coil ทำงาน (Energized) ให้ NO.Contact ปิดวงจร(Closed) ต่อกระแสไฟจากTerminal 15 เข้าประจุ(Charge) C

ในขณะนี้ ที่ E1 Coil ของ St.Rel.I.จะเป็นบวกทั้งสองขั้วหรือไม่มีความต่างศักย์ ทำให้ไม่ทำงาน (De-Energized) ให้ NC.Contact ยังคงปิดวงจร(Closed)อยู่ต่อไป

🗲🗲 ที่รีเลย์เริ่มเดินซ้ำ(Start Repeat Relay)

กระแสไฟ +24 V.DC.จะผ่าน Terminal 50g ➔ NC.Contact ของ Cn.Rel.➔ Coil ของ St.Rel ➔Terminal 31(⊥) ทำให้ St.Rel. ทำงาน(Energized) ปิดวงจร(Closed) NO.Contact ต่อกระแสไฟจาก Terminal 50 g ➔Terminal 50h ➔Terminal 50 ของ Electric Starter

ในขณะเดียวกันกระแสไฟจะผ่าน G Coil ของ Cn.Rel.เข้าประจุ(Charge) C ทำให้ G Coil ทำงาน (Energized) ปิดวงจร(Closed) NC.Contact ไว้ และลบล้างอำนาจของ E Coil

🗲🗲🗲 ที่มอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดิน(Electric Starter)

➢ Engagement Stage I.

กระแสไฟ +24V.DC.จะผ่าน Terminal 50 ➔ Coil ของ Control Relay และ ขด H(Holding Coil) ของ Solenoid Switch ➔ Thermoswitch ➔Terminal 31(⊥) ทำให้ Coil ทั้งสองทำงาน(Energized)

อาร์เมเจอร์ ของ Solenoid Switch จะเลื่อนตัวส่งอาการให้คันส่งเฟืองเริ่มเดิน(Pinion) เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่อง(Flywheel Ring Gear)

Contact ของ Control Relay จะต่อกระแสไฟ +24 V.DC.จาก Terminal 30 ➔ E Coil(Engagement) ของ Solenoid Switch และขด Shunt ➔ อาร์เมเจอร์ ➔ Terminal 31(⊥) ทำให้มอเตอร์เริ่มหมุนไปได้ แต่ในกรณีนี้ E Coil จะเป็นความต้านทานหน่วง(Ballast Resistor)ให้อาร์เมเจอร์และขด Shunt ให้มีความต้านทานสูง(High-Impedance) เป็นการจำกัดกระแสไฟที่ผ่านอาร์เมเจอร์ ทำให้อาร์เมเจอร์มีแรงบิดน้อย แต่หมุนไปได้เพื่อให้เฟืองเริ่มเดิน(Pinion) เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่อง(Flywheel Ring Gear)ได้ง่าย แต่เครื่องยนต์ไม่หมุน

➢➢ Engagement Stage II.

เมื่อเฟืองเริ่มเดินเลื่อนเข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่องก่อนสุดระยะเลื่อน คันปลด(Release Lever) จะส่งอาการให้คันส่งอาการ(Tripping Lever) ให้ Contact ของ Control Relay เปลี่ยนทางด้วยกำลังสปริง ไปต่อกระแสไฟเข้าขด Series และต่อขด Shunt ให้ขนานกับขด Series และอาร์เมเจอร์ ทำให้มอเตอร์มีกระแสไฟเข้าสูงสุด ดังนั้น มอเตอร์จะมีแรงบิดสูงสุด เริ่มหมุนเครื่องยนต์ไปได้จนถึงความเร็วจุดระเบิด (Firing Speed) เครื่องยนต์ก็จะเริ่มเดินทำงานจุดระเบิดได้เอง

🗲🗲🗲🗲 ที่ Start Repeat Relay

ที่ Terminal 50g และ 48 จะไม่มีความต่างศักย์(เป็นบวกทั้งคู่) นั่นคือ Cn.Rel. จะไม่มีกระแสไฟผ่าน G.Coil เข้าประจุ C และไม่มีกระแสไฟผ่าน E Coil เช่นเดียวกัน ทำให้ Cn.Coil ไม่ทำงาน(De-energized) และยังคงปิดวงจร(Close) NC.Contact ดำเนินการเริ่มเดินต่อไป

เมื่อเครื่องยนต์มีการจุดระเบิดเริ่มเดินแล้ว เฟืองเริ่มเดิน(Pinion) จะมีความเร็วสูงขึ้น จนกระทั่งสูงกว่าความเร็วตัวเปล่า(No-Load Speed)ของอาร์เมเจอร์ ชุดแผ่นคลัทช์จะปลด ไม่ส่งต่อแรงหมุน

ระหว่างอาร์เมเจอร์กับเฟืองเริ่มเดิน เพื่อป้องกันอาร์เมเจอร์มีความเร็วสูงเกิน(Over speed)

เมื่อเครื่องเดินแล้ว จะมีแรงเคลื่อนกระแสไฟฟ้า(Generator Voltage) จาก Terminal D+ ➔HW.Coil ของ Intl.Rel.II และ D1 Coil ของ Sht.Rel.III ➔Terminal D-(⊥) ทำให้ HW.Coil ทำงาน (Energized) ปิดวงจร(Closed) NC.Contact ต่อกระแสไฟจาก Terminal 15 เข้าประจุ C.เช่นเดิม และ D1 Coil ก็จะทำงาน(Energized) เปิดวงจร(Open) NC.Contact ตัดวงจรกระแสไฟเริ่มเดินเครื่อง เป็นการหยุดการเริ่มเดินเครื่องและเมื่อปล่อยปุ่ม “Start“ เฟืองเริ่มเดินจะเลื่อนออกจากเฟืองหมุนเครื่อง กลับสู่ตำแหน่งเดิมด้วยกำลังสปริงดึงกลับ(Return Spring) เป็นการเสร็จสิ้นการเริ่มเดิน

1.2.2 เมื่อเริ่มเดินเครื่องล้มเหลว(Blind Attempt) (รูป 7-1)

เมื่อมีการเริ่มเดินเครื่อง ถ้าเกิดกรณีเฟืองเริ่มเดิน(Pinion)กับเฟืองหมุนเครื่อง(Flywheel Ring Gear) ไม่เข้าขบกัน(Edge-On-Edge Contact) จะทำให้เฟืองเริ่มเดินหยุดหมุน กรณีนี้เรียกว่า Blind Attempt ซึ่งจะต้องหยุดการเริ่มเดินทันที เพื่อป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดินเสียหาย หลังจากหยุดสักครู่ก็สามารถดำเนินการเริ่มเดินได้ใหม่

🗲 ที่ Start Repeat Relay

ในขณะ Engagement Stage I. ที่ Cn.Rel.จะมีกระแสไฟผ่าน G Coil เข้าประจุ C. ทำให้ G Coil ทำงาน(Energized) ปิดวงจร(Closed) NC.Contact และลบล้างอำนาจ E Coil แต่ถ้าเฟืองเริ่มเดินไม่เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่องพอดี นั่นคือ เมื่อ C ได้รับการประจุเรียบร้อยแล้ว G Coil ก็จะไม่ทำงาน(De-energized) ในขณะเดียวกันจะมีกระแสไฟผ่าน E Coil ➔Terminal 48 ➔ Terminal 48 ของมอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดิน ➔ ขด Series ➔ อาร์เมเจอร์ ➔Terminal 31(⊥) ทำให้ E Coil ทำงาน(Energized) เปิดวงจร(Open) NC.Contact ตัดวงจรกระแสไฟฟ้าของตัวเองและ St.Rel.

St.Rel. จะหยุดการทำงาน(De-energized) เปิดวงจร(Open) NO.Contact ตัดวงจรกระแสไฟ Terminal 50h ที่จะไปเข้ามอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดิน เป็นการหยุดการเริ่มเดินเครื่อง

ในขณะนี้ C. จะคายประจุ(Discharge) กระแสไฟจะผ่าน G Coil และ E Coil ซึ่งเป็นกระแสทิศทางเดียว(Unidirectional) ทำให้ Cn.Rel. จะยังคงเปิดวงจร(Open) NC.Contact อยู่ เป็นการหน่วงเวลาการหยุดพักการเริ่มเดิน

เมื่อ C.คายประจุเรียบร้อย Cn.Rel. จะกลับมาปิดวงจร(Closed) NC.Contact อีกครั้ง เป็นการดำเนินการเริ่มเดินอีกครั้ง ถ้ายังกดปุ่ม “Start” ไว้อยู่

1.2.3 เมื่อกดปุ่ม Start ขณะเครื่องเดินอยู่ *หรือ*

เมื่อเครื่องยนต์ความเร็วลดลงต่ำกว่าความเร็วจุดระเบิด (รูป 7-1)

🗲 ที่ Start Interlock Relay

ในขณะเครื่องเดินอยู่จะมีแรงเคลื่อนกระแสไฟฟ้า(Generator Voltage) จาก Terminal D+ ➔HW.Coil ของ Intl.Rel.II และ D1 Coil ของ Sht.Rel.III ➔Terminal D-(⊥) ทำให้ HW.Coil ทำงาน (Energized) ปิดวงจร(Closed) NC.Contact ต่อกระแสไฟจาก Terminal 15 เข้าประจุ C.เช่นเดิม และ D1

Coil ก็จะทำงาน(Energized) เปิดวงจร(Open) NC.Contact ตัดวงจรกระแสไฟเริ่มเดินเครื่อง นั่นคือ ในขณะนี้ถ้ากดปุ่ม “Start” ก็จะไม่มีการดำเนินการเริ่มเดินเครื่องตามข้อ 1.2.1

ถ้าความเร็วเครื่องลดลงต่ำกว่าความเร็วจุดระเบิด จะทำให้ D1 Coil ไม่ทำงาน(De-energized) จะปิดวงจร(Closed) NC.Contact ต่อวงจรกระแสไฟเริ่มเดิน และ HW.Coil ก็จะหยุดการทำงาน(De-energized) จะเปิดวงจร(Open) NO.Contact ทำให้ C.คายประจุ(Discharge) ผ่าน E1 Coil ของ St.Rel.I ➔ R2 ➔ Terminal D-(⊥) ทำให้ E1.Coil ทำงาน(Energized) เปิดวงจร(Open) NC.Contact ตัดวงจรกระแสไฟเริ่มเดิน ในระหว่างเครื่องยนต์ลดความเร็วลงจนกระทั่งหยุดหมุน

1.3 การซ่อมบำรุงรักษาระบบ

รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 90-94 และ 104-105

2. ระบบเริ่มเดินแบบมอเตอร์กำลังดันลม(Compressed Air Starting System) (รูป 7-3)

ใช้กำลังดันลมทำงาน ประมาณ 6 บาร์

2.1 ส่วนประกอบของระบบ (รูป 7-3)

หม้อกรองกำลังดันลม(Air Filter) (รายละเอียด ข้อ 2.1.1)

หม้อน้ำมันหล่อ(Oiler) (รายละเอียดข้อ 2.1.2)

ลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้า(Solenoid Valve) (รายละเอียดข้อ 2.1.3)

มอเตอร์กำลังดันลมเริ่มเดิน(Compressed Air Starter) (รายละเอียดข้อ 2.1.3)

2.1.1 หม้อกรองกำลังดันลม(Air Filter) (รูป 7-4)

ทำหน้าที่ กรองสิ่งสกปรกที่ปนมากับกำลังดันลมเริ่มเดินก่อนเข้าทำงานในระบบ

ประกอบอยู่ที่ท่อทางกำลังดันลมเข้าระบบ

ลักษณะการทำงาน

เป็นหม้อกรองแบบตะแกรงโลหะ ประกอบอยู่ในท่อทางโดยมีฝาเกลียว(Screw Cap) กวดเข้าจากด้านล่าง

เมื่อมีกำลังดันลมไหลผ่านท่อทางและหม้อกรอง สิ่งสกปรกที่ปนมาจะถูกดักไว้โดยหม้อกรอง

2.1.2 หม้อน้ำมันหล่อ(Oiler) (รูป 7-5)

ทำหน้าที่ ผสมน้ำมันหล่อเข้ากับกำลังดันลม ก่อนส่งไปหล่อลื่นมอเตอร์กำลังดันลมเริ่มเดิน

น้ำมันหล่อที่ใช้ เป็นน้ำมันหล่อชนิดพิเศษ (รายละเอียดให้ดูในคู่มือประจำเครื่อง)

ลักษณะการทำงาน

เป็นหม้อเก็บน้ำมันหล่อ(Oil Container) ประกอบอยู่ที่ท่อทางกำลังดันลมก่อนเข้ามอเตอร์กำลังดันลมเริ่มเดิน ด้านข้างประกอบด้วยแผ่นแก้ววัดระดับ(Sight Glass) สำหรับตรวจดูระดับน้ำมันหล่อภายในหม้อเก็บน้ำมันหล่อ

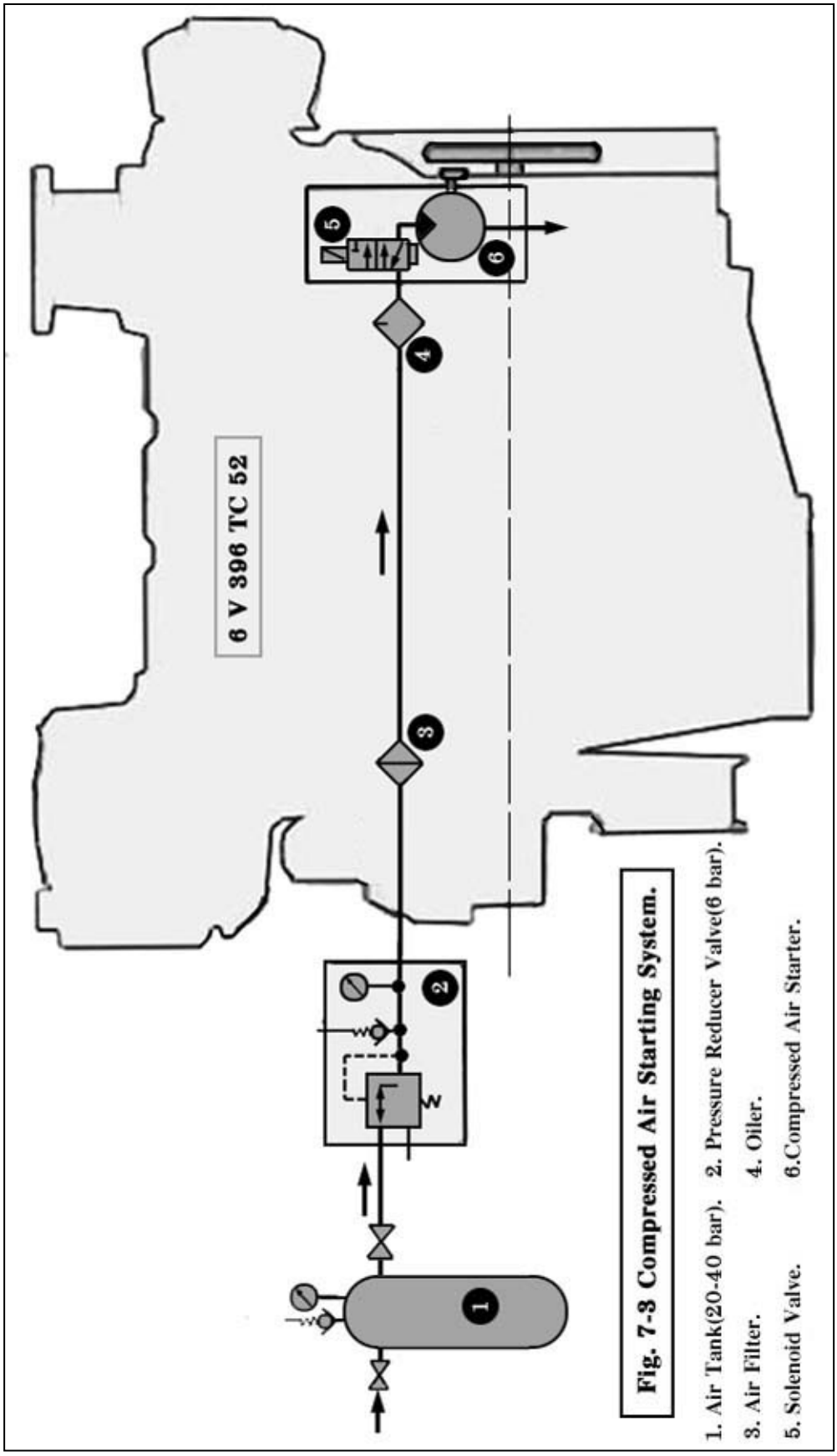
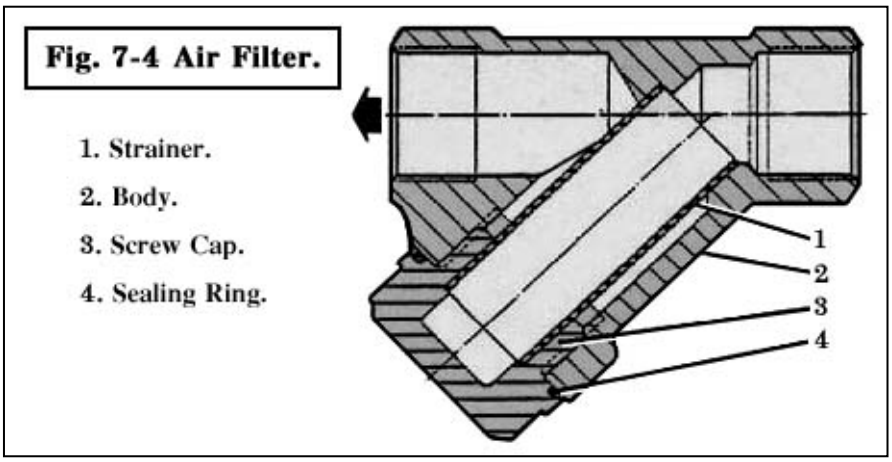
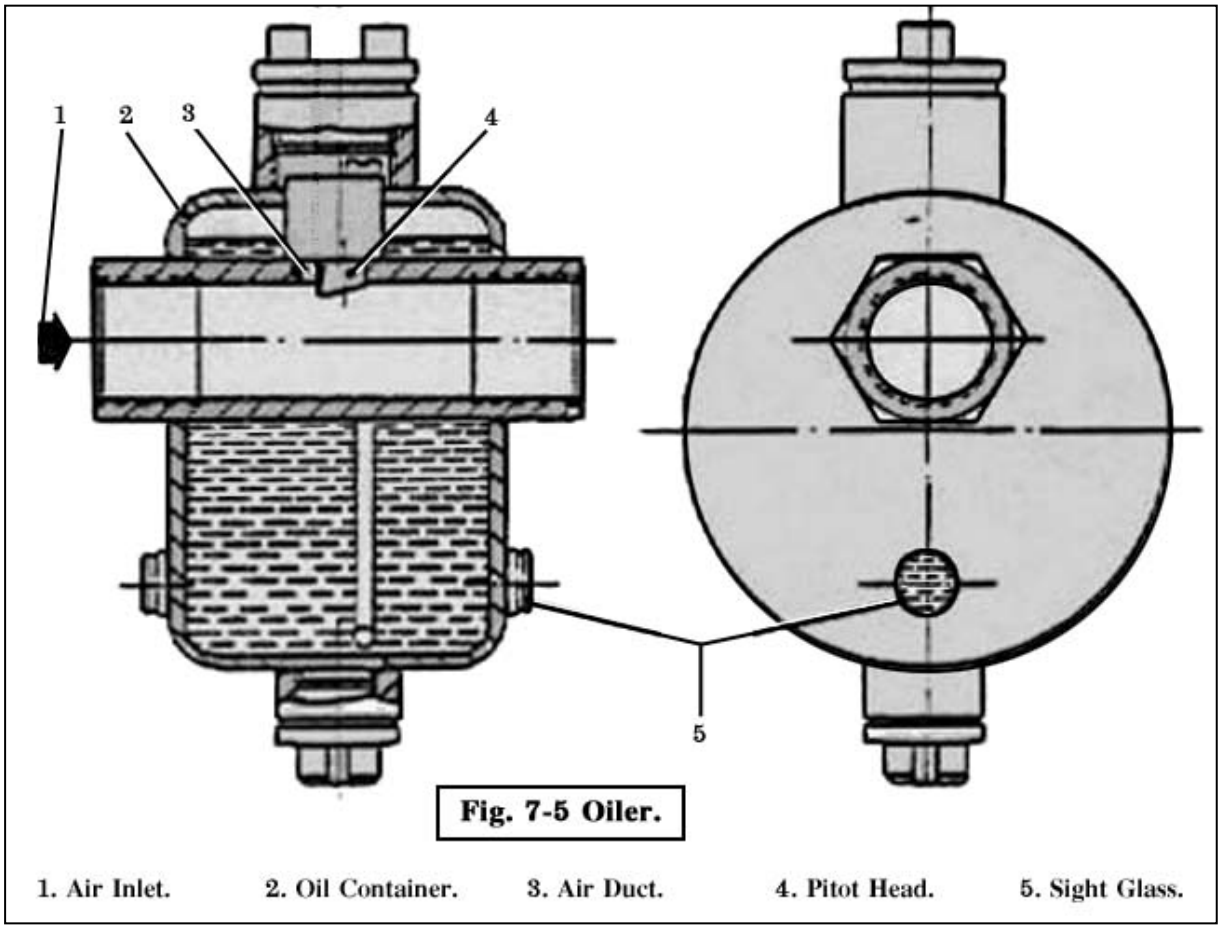


Fig. 7-3 Compressed Air Starting System.

1. Air Tank(20-40 bar). 2. Pressure Reducer Valve(6 bar).
3. Air Filter. 4. Oiler.
5. Solenoid Valve. 6.Compressed Air Starter.

เมื่อมีกำลังดันลมเริ่มเดินไหลผ่านท่อทางภายในหม้อน้ำมันหล่อ กำลังดันลมเริ่มเดินจะผ่านช่องลม(Air Channel) กดลงบนพื้นผิวหน้าน้ำมันหล่อภายในหม้อเก็บน้ำมัน และผ่านหัวรีดลม(Pitot Head) ซึ่งเป็นบ่ายื่นออกมา ทำให้กำลังดันลมไหลผ่านด้วยความเร็วสูงขึ้น เกิดกำลังดันด้านหน้าหัวรีดลมสูงกว่ากำลังดันหลังหัวรีดลม เป็นผลให้เกิดกำลังดันส่งน้ำมันหล่อภายในหม้อเก็บน้ำมันหล่อผ่านช่องน้ำมันหล่อ(Oil Channel) ด้านหลังหัวรีดลม เข้ามาภายในท่อทาง เป็นละอองฝอยผสมกับกำลังดันลมเริ่มเดินไปหล่อลื่นมอเตอร์กำลังดันลมเริ่มเดินต่อไป





2.1.3 มอเตอร์กำลังดันลมเริ่มเดิน(Compressed Air Starter)

และ **ลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้า**(Solenoid Valve) (รูปที่ 7-6)

ลักษณะการทำงาน

มอเตอร์เป็นแบบลูกสูบหมุน(Rotating Piston Motor) โดยส่วนหมุน(Rotor) จะทำหน้าที่ส่งอาการหมุนผ่านเฟืองและชุดแผ่นคลัทช์(Multi-Disc Clutch) ไปขับหมุนเฟืองเริ่มเดิน(Meshing)ในการเริ่มเดินเครื่อง

ลักษณะที่สำคัญของมอเตอร์ คือ จะออกแบบให้มอเตอร์หมุนเมื่อเฟืองเริ่มเดินของมอเตอร์เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่อง(Flywheel Ring Gear)เรียบร้อยแล้วเท่านั้น เพื่อป้องกันมอเตอร์เสียหายขณะเริ่มเดินเครื่องและชุดแผ่นคลัทช์จะป้องกันการทำงานเกินกำลัง(Overload)

ลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้า ประกอบอยู่ด้านข้างมอเตอร์ ทำงานด้วยกระแสไฟฟ้า +24 V.DC.ทำหน้าที่ เปิด–ปิด กำลังดันลมเข้าทำงานในมอเตอร์กำลังดันลมเริ่มเดิน

เมื่อยังไม่กดปุ่ม"Start" กำลังดันลมเริ่มเดิน(จากหม้อน้ำมันหล่อ) จะเข้ามาที่ลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งขณะนี้อยู่ที่ตำแหน่งปิดและเข้ามาที่มอเตอร์ กดลงบนด้านหลังของแผ่นลิ้น(6:Valve Plate)ซึ่งขณะนี้อยู่ที่ตำแหน่งปิด กำลังดันส่วนหนึ่งจะผ่านช่องทางภายในและลิ้นเลื่อนควบคุม(3:Control Slide)ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่งขวาสุด เข้าดันด้านขวาของลูกสูบเลื่อน(2:Displacement Piston) ให้เลื่อนไปทางซ้ายสุด ส่งอาการผ่านคันส่ง(1:Linkage)และเพลาหมุน(12:Spindle) ให้เฟืองเริ่มเดิน(13:Meshing Pinion)อยู่ที่ตำแหน่งไม่เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่อง(Flywheel Ring Gear)และล็อคไว้ที่ตำแหน่งนี้ และเข้าดันด้านขวาของลิ้นลม(8:Air Valve) ให้ก้านส่งลิ้น(9:Valve Tappet) เลื่อนไปอยู่ที่ตำแหน่งซ้ายสุด

เมื่อกดปุ่ม"Start" ลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้า จะทำงาน(Energized) เปิดกำลังดันลมเข้าดันด้านขวาของลิ้นเลื่อนควบคุม(3 : Control Slide) ทำให้ลิ้นเลื่อนควบคุม เลื่อนไปทางซ้ายสุด

ลิ้นเลื่อนควบคุม(3:Control Slide) จะระบายกำลังดันลมออกจากด้านขวาของลูกสูบเลื่อน (2:Displacement Piston) ในขณะเดียวกัน ก็จะเปิดกำลังดันลมเข้าดันด้านซ้ายด้วย ทำให้ลูกสูบเลื่อน เลื่อนไปทางด้านขวา

ลูกสูบเลื่อน(2:Displacement Piston) จะส่งอาการผ่านคันส่ง(1:Linkage)และเพลาหมุน(12:Spindle) ส่งเฟืองเริ่มเดิน(13:Meshing Pinion)เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่อง(Flywheel Ring Gear)ของเครื่องยนต์ ซึ่งในขณะนี้จะมีกำลังดันลมส่วนหนึ่งจากด้านซ้ายของลูกสูบเลื่อน ผ่านช่องพ่น(11:Nozzle)เพื่อจำกัดกำลังดันลมเข้าทำงานในส่วนหมุน(Rotor) ทำให้มอเตอร์หมุนไปได้อย่างช้าๆ เพื่อป้องกันเฟืองเริ่มเดินและเฟืองหมุนเครื่องไม่เข้าขบกันพอดี(Tooth-On-Tooth)

ในระหว่างการเลื่อนตัวของลูกสูบเลื่อน(2:Displacement Piston) เพื่อส่งเฟืองเริ่มเดิน(13:Meshing Pinion)เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่อง(Flywheel Ring Gear) จนเกือบสุดระยะนั้น จะส่งอาการให้ก้านส่งลิ้น(9:Valve Tappet)เลื่อนไปทางขวาด้วย ทำให้ลิ้นลม(8:Air Valve)เปิดกำลังดันลม-
เข้าดันด้านซ้ายของลูกสูบลิ้น(4:Valve Piston) ทำให้ลูกสูบลิ้น เลื่อนไปทางขวา

ลูกสูบลิ้น(4:Valve Piston)จะส่งอาการให้แผ่นลิ้น(6:Valve Plate) เปิดกำลังดันลมส่วนใหญ่จากช่องทางเข้าของมอเตอร์ เข้าทำงานในส่วนหมุน(Rotor) ทำให้มอเตอร์เริ่มหมุนเครื่องยนต์เพื่อเริ่มเดินเครื่องจนกระทั่งความเร็วเครื่องสูงถึงความเร็วจุดระเบิด(Firing Speed)และเครื่องยนต์เดินเรียบร้อย

เมื่อปล่อยปุ่ม"Start" ลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้า จะหยุดทำงาน(De-energized) ปิดกำลังดันลมที่เข้าทำงานที่ลิ้นเลื่อนควบคุม(3:Control Slide)และระบายกำลังดันที่ทำงานอยู่ออกทิ้งภายนอก ทำให้ลิ้นเลื่อนควบคุม เลื่อนกลับไปทางขวาที่ตำแหน่งเดิม ด้วยกำลังสปริง

ลิ้นเลื่อนควบคุม(3:Control Slide) จะเปิดกำลังดันลมเข้าดันด้านขวาของลูกสูบเลื่อน(2:Displacement Piston) ทำให้ลูกสูบเลื่อน เลื่อนไปทางด้านซ้าย

ลูกสูบเลื่อน(2:Displacement Piston) จะส่งอาการให้ก้านส่งลิ้น(9:Valve Tappet)เป็นอิสระและส่งอาการผ่านคันส่ง(1:Linkage)และเพลาหมุน(12:Spindle) ดึงเฟืองเริ่มเดินออกจากเฟืองหมุนเครื่อง กลับมาอยู่ในตำแหน่งเดิม

ก้านส่งลิ้น(9:Valve Tappet) จะเลื่อนกลับตำแหน่งเดิมด้วยกำลังสปริง ก็จะปิดกำลังดันลมที่เข้าดันด้านซ้ายของลูกสูบลิ้น(4:Valve Piston)และระบายกำลังดันลมที่ทำงานอยู่ออกทิ้งภายนอก ทำให้ลูกสูบลิ้นเลื่อนไปทางซ้ายด้วยกำลังสปริง ทำให้แผ่นลิ้น(6:Valve Plate) เลื่อนไปทางซ้ายด้วย แผ่นลิ้นจะปิดกำลังดันลมส่วนใหญ่ที่เข้าทำงานในส่วนหมุน(Rotor) ทำให้มอเตอร์หยุดหมุน เป็นการเสร็จสิ้นการเริ่มเดินเครื่อง

2.2 การซ่อมบำรุงรักษาระบบ(Maintenance)

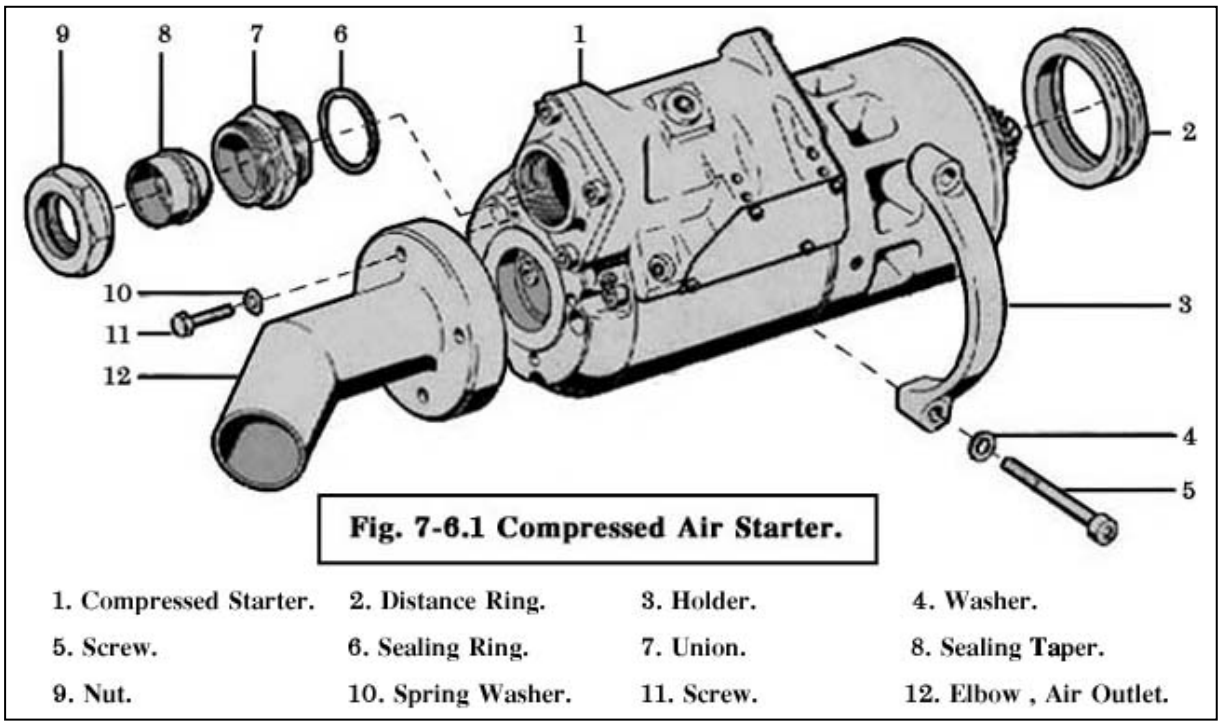


Fig. 7-6.1 Compressed Air Starter.

1. Compressed Starter.	2. Distance Ring.	3. Holder.	4. Washer.
5. Screw.	6. Sealing Ring.	7. Union.	8. Sealing Taper.
9. Nut.	10. Spring Washer.	11. Screw.	12. Elbow , Air Outlet.

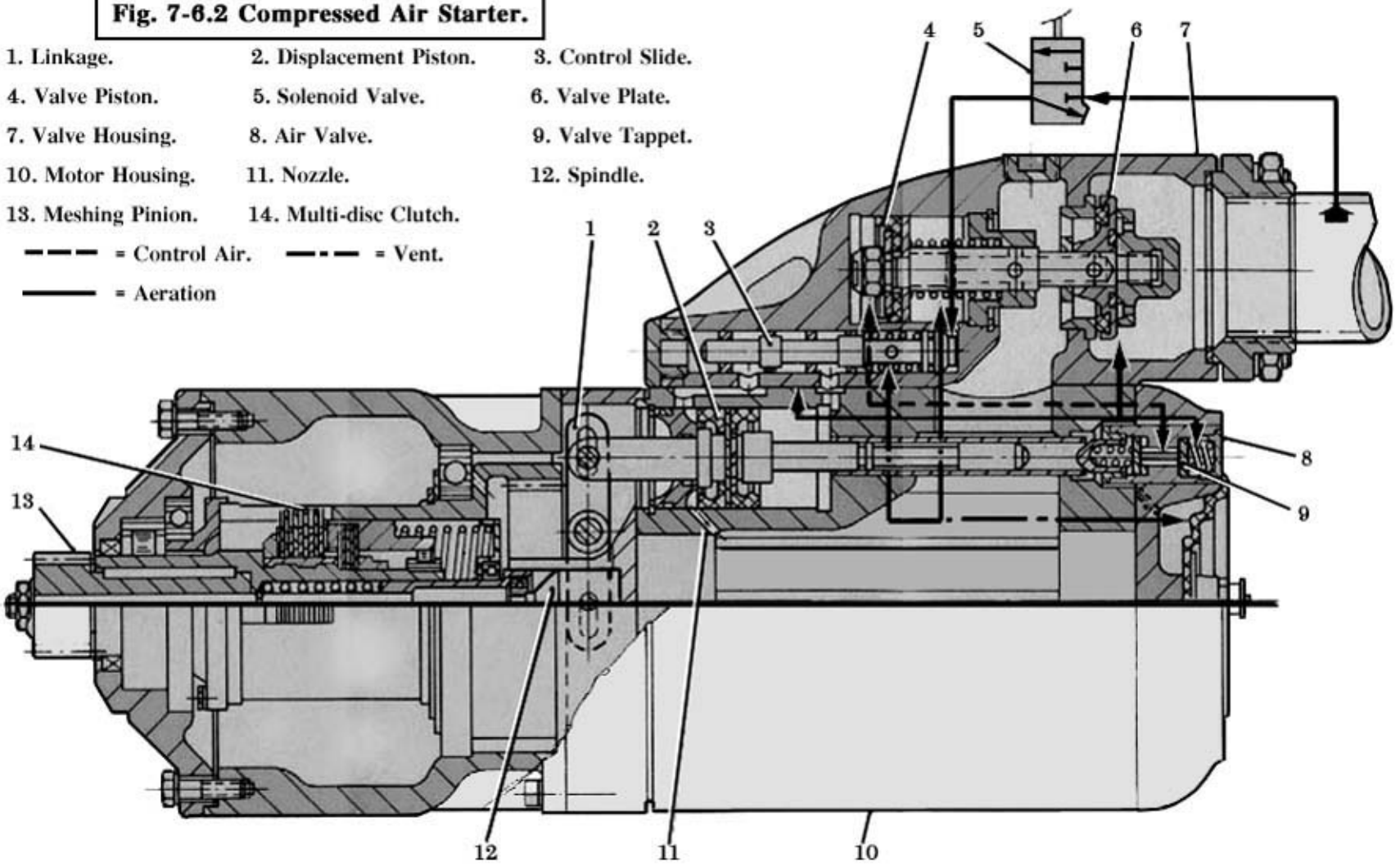
รายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 90-94 และ 106-108

Fig. 7-6.2 Compressed Air Starter.

1. Linkage.
2. Displacement Piston.
3. Control Slide.
4. Valve Piston.
5. Solenoid Valve.
6. Valve Plate.
7. Valve Housing.
8. Air Valve.
9. Valve Tappet.
10. Motor Housing.
11. Nozzle.
12. Spindle.
13. Meshing Pinion.
14. Multi-disc Clutch.

– – – = Control Air. — · — = Vent.

——— = Aeration



ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΤΙΓΡΑΦΗ ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ.

3.ระบบเริ่มเดินเครื่องแบบจานจ่ายลมเข้ากระบอกสูบ(Air-In-Cylinder Starting System)(รูป 7-7)

ใช้กำลังดันลมทำงาน 16-40 บาร์

3.1 ส่วนประกอบของระบบ (รูป 7-7)

ลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง(Solenoid 3-Way Valve) (รายละเอียด ข้อ 3.3.1)

จานจ่ายลมเริ่มเดิน(Starting Air Distributor) (รายละเอียด ข้อ 3.3.2)

ลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศ(Starting & Decompression Valve) (รายละเอียด ข้อ 3.3.3)

3.2 การทำงานของระบบ (รูป 7-7)

เมื่อยังไม่ได้กดปุ่ม "Start" กำลังดันลมเริ่มเดิน(จากขวดเก็บลม) จะมีอยู่ที่ลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง ซึ่งขณะนี้จะไม่มีกระแสไฟฟ้า(De- energized) จะปิดกำลังดันลมเริ่มเดิน ไม่ให้เข้าไปทำงานในระบบ พร้อมทั้งระบายกำลังดันภายในระบบออกทิ้งภายนอกด้วย

เมื่อกดปุ่ม "Start" ลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง จะมีกระแสไฟฟ้าเข้าทำงาน(Energized) จะเปิดกำลังดันลมเริ่มเดิน ให้เข้าไปทำงานในระบบ คือ ไปเข้าจานจ่ายลมเริ่มเดิน

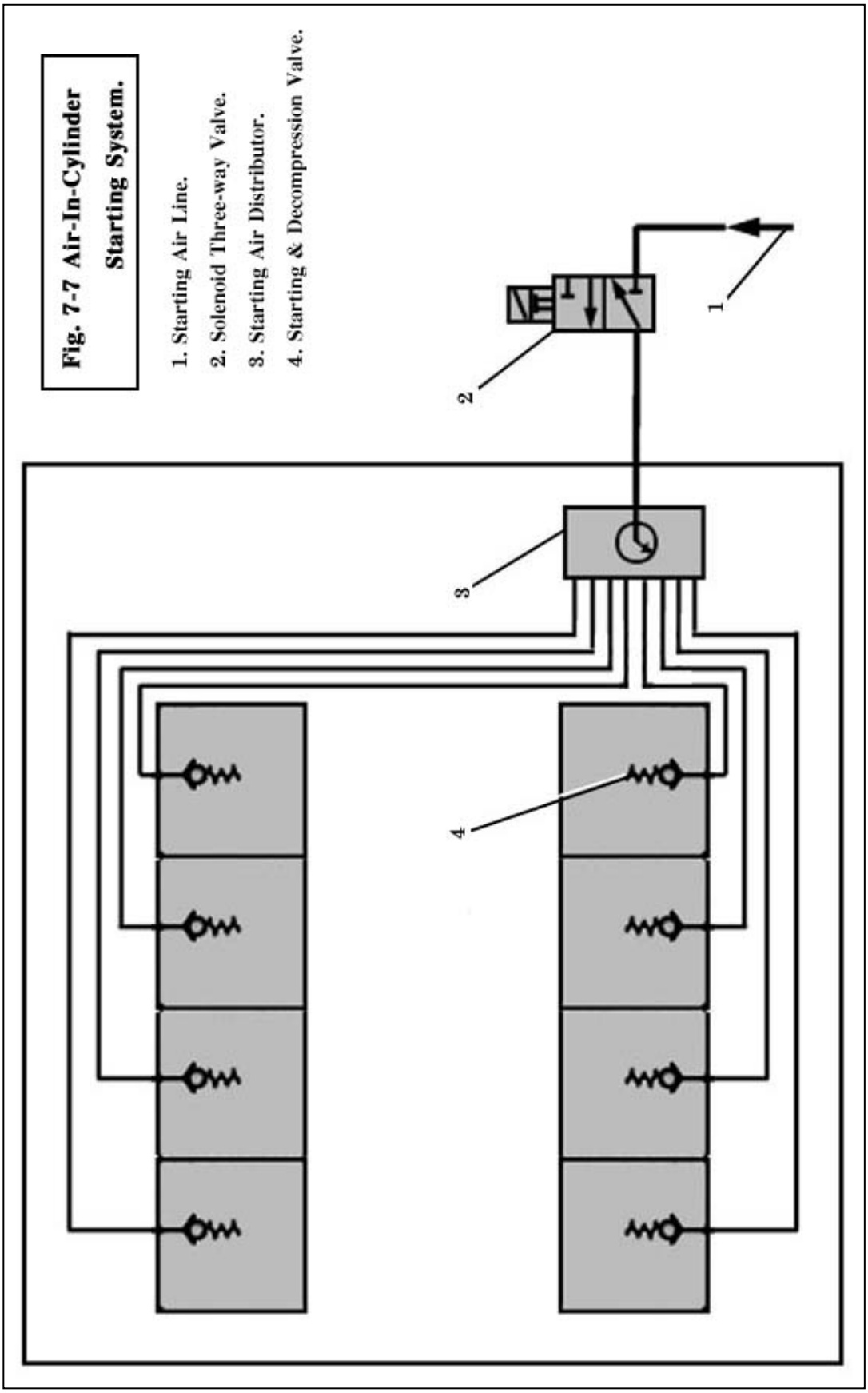
จานจ่ายลมเริ่มเดิน ซึ่งได้รับการขับหมุนด้วยเพลาลูกเบี้ยว จะจ่ายกำลังดันลมผ่านช่องทางภายในที่เปิดอยู่ 1 ช่องทาง ไปยังลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศที่ต่ออยู่

ลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศ ซึ่งประกอบอยู่ที่ฝาสูบทุกสูบ จะเปิดให้กำลังดันลมดังกล่าว เข้าไปภายในกระบอกสูบและดันลูกสูบให้เลื่อนลง เป็นการเริ่มหมุนเครื่องยนต์

เมื่อเครื่องยนต์หมุนไป จานจ่ายลมเริ่มเดินก็จะถูกขับหมุนไปด้วย ทำให้ช่องทางจ่ายกำลังดันลมไปตรงกับลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศของสูบอื่นต่อไป(ซึ่งจะเป็นไปตามจังหวะจุดระเบิดของเครื่อง) ลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศของสูบนั้น ก็จะเปิดกำลังดันลมเริ่มเดินเข้าดันลูกสูบให้เลื่อนลง เป็นการหมุนเครื่องต่อไป

วงรอบการทำงานดังกล่าวจะดำเนินการต่อไปเรื่อยๆ จนกระทั่งความเร็วเครื่องสูงถึงความเร็วจุดระเบิด (Firing Speed) เครื่องยนต์ก็จะทำงานจุดระเบิดและเดินต่อไปได้จนถึงความเร็วเดินเบาตัวเปล่า(Idle Speed)

เมื่อเครื่องยนต์เดินเรียบร้อยและเลิกการเริ่มเดินเครื่อง เป็นการตัดกระแสไฟฟ้า +24 V.DC ที่เข้าลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง(De-energized) ลิ้นก็จะปิดกำลังดันลมเริ่มเดินที่เข้าทำงานในระบบ พร้อมทั้งระบายกำลังดันลมภายในระบบออกทิ้งภายนอกด้วย


Fig. 7-7 Air-In-Cylinder Starting System.
1. Starting Air Line.
2. Solenoid Three-way Valve.
3. Starting Air Distributor.
4. Starting & Decompression Valve.
1
2
3
4

3.3 รายละเอียดของระบบ

3.3.1 ลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง(Solenoid 3-Way Valve) (รูป 7-8)

ในแต่ละเครื่องอาจจะมีลักษณะแตกต่างกันบ้าง แต่การทำงานจะเหมือนกัน

ทำหน้าที่ ปิด-เปิด กำลังดันลมเริ่มเดินเข้าทำงานในระบบ

ควบคุมการปิด-เปิดด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า(Solenoid) +24 V.DC หรือ ปิด-เปิดด้วยมือ(Manual)

ลักษณะ

ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

ส่วนล่าง เป็นเรือนลิ้น(Valve Housing) มีช่องทางกำลังดันลม เข้า-ออก 3 ช่องทาง คือ ช่องทางกำลังดันลมเข้า(จากขวดเก็บลม : P) , ช่องทางกำลังดันลมออก(ไปทำงานในระบบ : A) และ ช่องทางระบาย(ออกทิ้งภายนอก : R) ภายในประกอบด้วยแท่งลิ้น(Valve Sleeve) ที่มีชุดกันรั่ว(Seal Pack) 2 ชุด ทำหน้าที่ ปิด-เปิดช่องทางกำลังดันลมทั้งสาม

ส่วนบน เป็นชุดขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า(Solenoid),ลิ้นนำ(Pilot Valve Armature)ซึ่งเลื่อนตัวได้ด้วยอำนาจแม่เหล็กของขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าและลูกเบี้ยวสวิทช์(Switching Cam)ซึ่งรับอาการหมุนจากคันหมุน(Hand Lever)หรือลูกบิด(Hand wheel) ด้านข้างจะมีช่องทางระบายของลิ้นนำ(E) 1 ช่องทาง

คันหมุนหรือลูกบิด(Hand Lever or Hand wheel) จะใช้สำหรับควบคุมการปิด-เปิดลิ้นด้วยมือ(ไม่ใช้ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า) โดยจะส่งอาการหมุนให้ลิ้นนำเลื่อนตัว ตั้งการทำงานได้ 2 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่ง Auto หรือ Aus/Off เป็นตำแหน่งปิดไม่ให้กำลังดันลมเข้าทำงานในระบบ(ปิดช่องทาง P-A)และเปิดระบายกำลังดันภายในระบบออกทางช่องทางระบาย(เปิดช่องทาง A-R)*(ปกติจะอยู่ที่ตำแหน่งนี้ เพื่อให้ควบคุมการปิด-เปิดของลิ้นด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า)* ตำแหน่ง Manual หรือ Hand หรือ An/ On เป็นตำแหน่งเปิดให้กำลังดันลมเข้าทำงานในระบบ(เปิดช่องทาง P-A) และปิดช่องทางระบาย(ปิดช่องทาง A-R)

การทำงาน

การควบคุมปิด-เปิดลิ้น กระทำได้ 2 ลักษณะ คือ

> การปิด-เปิดลิ้นด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า(Solenoid) มีการทำงานดังนี้ คือ

ก่อนเริ่มเดินเครื่อง กำลังดันลมเริ่มเดิน(จากขวดเก็บลม) จะเข้ามาที่ช่องทางกำลังดันลมเข้า(P) ดันบ่าล่างของชุดกันรั่ว(Seal Pack)ชุดบนของแท่งลิ้น(Valve Sleeve) เกิดแรงที่จะทำให้แท่งลิ้นเลื่อนขึ้น แต่ขณะนี้ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้ายังไม่มีกระแสเข้าเลี้ยง(De-energized) จึงไม่มีอำนาจแม่เหล็ก ทำให้ลิ้นนำ(Pilot Valve)เปิดช่องทางภายในลิ้น ให้กำลังดันลมจากช่องทางกำลังดันลมเข้า(P) ผ่านช่องทางภายในเข้าไปในห้องลม(Chamber)ด้านบน

แท่งลิ้น เกิดแรงกดให้แท่งลิ้นเลื่อนลง ทำให้ชุดกันรั่ว(Seal Pack) ชุดบน ปิดช่องทางกำลังดันลมเข้ากับช่องทางกำลังดันลมออก(ปิดช่องทาง P-A) เป็นการปิดไม่ให้กำลังลมเริ่มเดินเข้าทำงานในระบบ ในขณะเดียวกันชุดกันรั่ว(Seal Pack)ชุดล่าง จะเปิดช่องทางกำลังดันลมออกกับช่องทางระบาย(เปิดช่องทาง A-R) เป็นการระบายกำลังดันลมภายในระบบออกภายนอก ไม่ให้มีกำลังดันตกค้างอยู่ภายในระบบด้วย

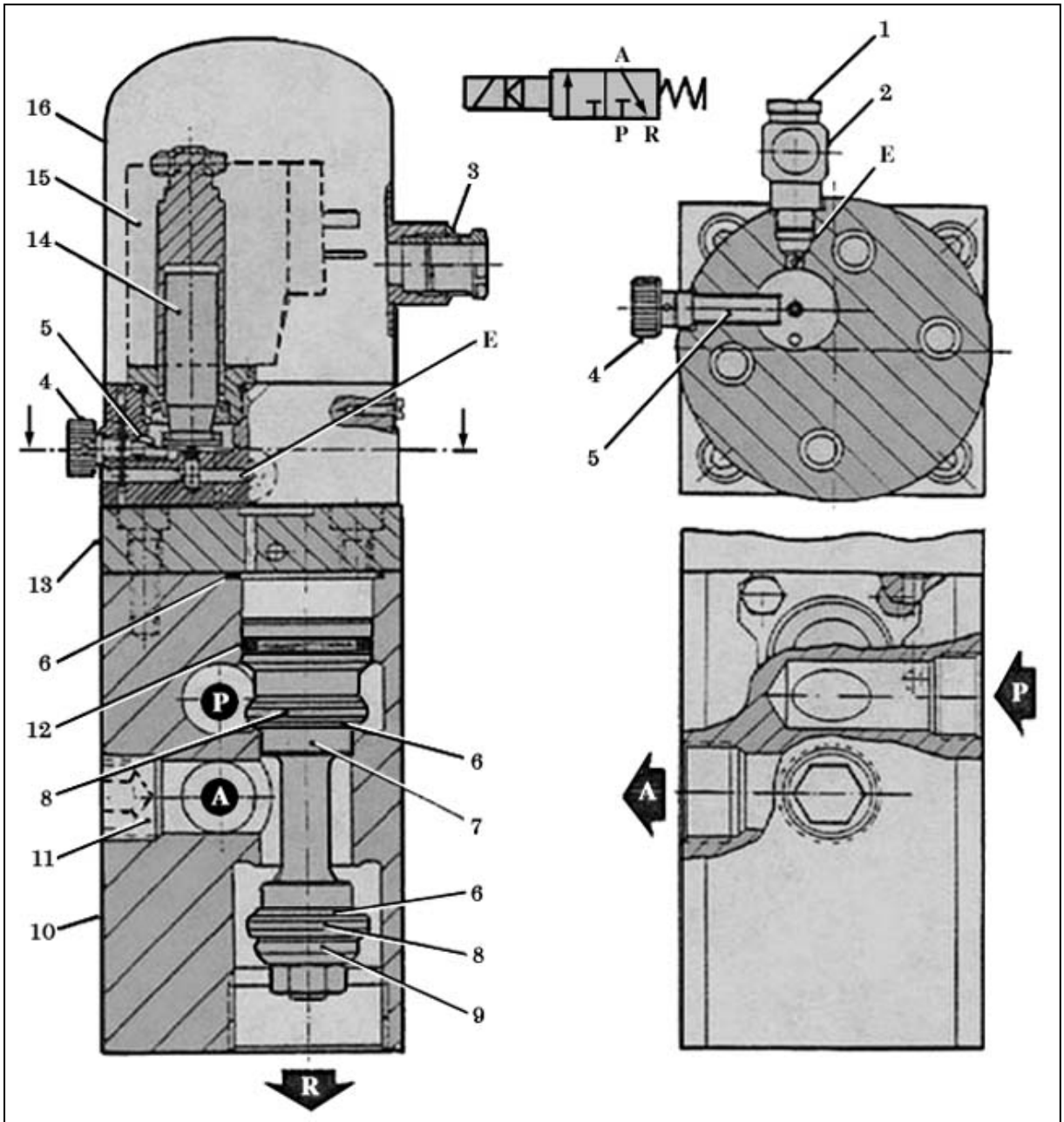


Fig. 7-8 Solenoid Three-way Valve.

1. Hollow Bolt.	2. Connection Adapter.	3. Cable Inlet.	4. Handhweel.
5. Switching Cam.	6. Sealing Ring.	7. Valve Sleeve.	8. Seal Pack.
9. Two-hole Nut.	10. Valve Housing.	11. Plug.	12. Piston Ring.
13. Intermediate Housing.	14. Pilot Valve Armature.	15. Solenoid.	16. Cover.
A = Starting Air.	E = Pilot Valve Vent.	P = Compressed Air.	R = Starting Air Vent.

เมื่อเริ่มเดินเครื่อง ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าจะมีกระแสไฟเข้าเลี้ยง(Energized) จะเกิดอำนาจแม่เหล็กทำให้ลิ้นนำเลื่อนตัว ปิดช่องทางไม่ให้กำลังดันลมเข้าไปภายในห้องลม ในขณะเดียวกันก็จะระบายกำลังดันภายในห้องลมออกทางช่องระบาย(E) ทำให้กำลังดันลมที่ช่องทางเข้า(P)ดันบ่าล่างของชุดกันรั่ว(Seal Pack)ชุดบนของแท่งลิ้น ทำให้แท่งลิ้นเลื่อนขึ้น ชุดกันรั่วชุดบนจะเปิดช่องทางกำลังดันลมเข้ากับช่องทางกำลังดันลมออก(เปิดช่องทาง P-A) เป็นการเปิดกำลังดันลมเข้าทำงานในระบบ ในขณะเดียวกัน ชุดกันรั่ว(Seal Pack)ชุดล่าง ก็จะปิดช่องทางกำลังดันลมออกกับช่องทางระบาย(ปิดช่องทาง A-R)

เมื่อเลิกการเริ่มเดินเครื่อง ส่วนต่างๆ จะกลับมาอยู่ในตำแหน่งเช่นเดียวกับ"ก่อนเริ่มเดินเครื่อง" ที่กล่าวมาแล้ว

>> การปิด-เปิดลิ้นด้วยมือ(Manual) มีการทำงานดังนี้

ก่อนเริ่มเดินเครื่อง คันหมุน(Hand Lever)หรือลูกบิด(Hand wheel) จะอยู่ที่ตำแหน่ง Auto หรือ Aus/Off ซึ่งเป็นตำแหน่งปิดไม่ให้กำลังดันลมเริ่มเดินเข้าทำงานในระบบ

เมื่อเริ่มเดินเครื่อง หมุนคันหมุนหรือลูกบิด ไปตำแหน่ง Manual หรือ Hand หรือ An/on ซึ่งเป็นตำแหน่งเปิดกำลังดันลมเริ่มเดินให้เข้าทำงานในระบบ คันหมุนหรือลูกบิดจะส่งอาการหมุนผ่านลูกเบี้ยวสวิทช์ ให้ลิ้นนำเลื่อนตัว ซึ่งการทำงานของลิ้นจะเป็นเช่นเดียวกับการปิด-เปิดด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าที่กล่าวมาแล้ว

3.3.2 จานจ่ายลมเริ่มเดิน(Starting Air Distributor) (รูป 7-9)

ทำหน้าที่ ปิด–เปิดกำลังดันลมเริ่มเดินไปเข้าลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศ(Starting & Decompression Valve)

ประกอบอยู่ทางด้าน KGS ของเครื่อง

ลักษณะ

เรือนจานจ่าย(Distributor Housing) ภายในจะมีช่องสำหรับประกอบเพลาขับ(Drive Shaft)และช่องทางระบาย โดยมีช่องทางกำลังดันลมออก(ไปเข้าลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศ) อยู่โดยรอบเท่าจำนวนลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศ

แผ่นหน้าสัมผัส(Contact Face) ประกอบอยู่กับเรือนจานจ่าย จะมีช่องทางกำลังดันลมเท่ากับจำนวนช่องทางกำลังดันลมออกของเรือนจานจ่าย

แผ่นจานจ่าย(Distributor Disc) ประกอบติดกับเพลาขับด้วยนัต(Nut) ได้รับการขับหมุนจากเพลาลูกเบี้ยว(Cam Shaft)ผ่านเพลากลาง(Intermediate Shaft) ด้วยความเร็วครึ่งหนึ่งของความเร็วเครื่องยนต์ โดยที่แผ่นจานจ่ายนี้จะมีช่องทางกำลังดันลม 1 ช่องทาง สำหรับเปิดกำลังดันลมผ่านช่องทางที่แผ่นหน้าสัมผัสและเรือนจานจ่ายไปเข้าลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศ

ฝาปิดจานจ่าย(Cover) ประกอบติดอยู่กับเรือนจานจ่ายด้วยสลักนัต ทำหน้าที่เป็นห้องลมโดยมีช่องทางกำลังดันลมเข้า(จากลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง) 1 ช่องทาง

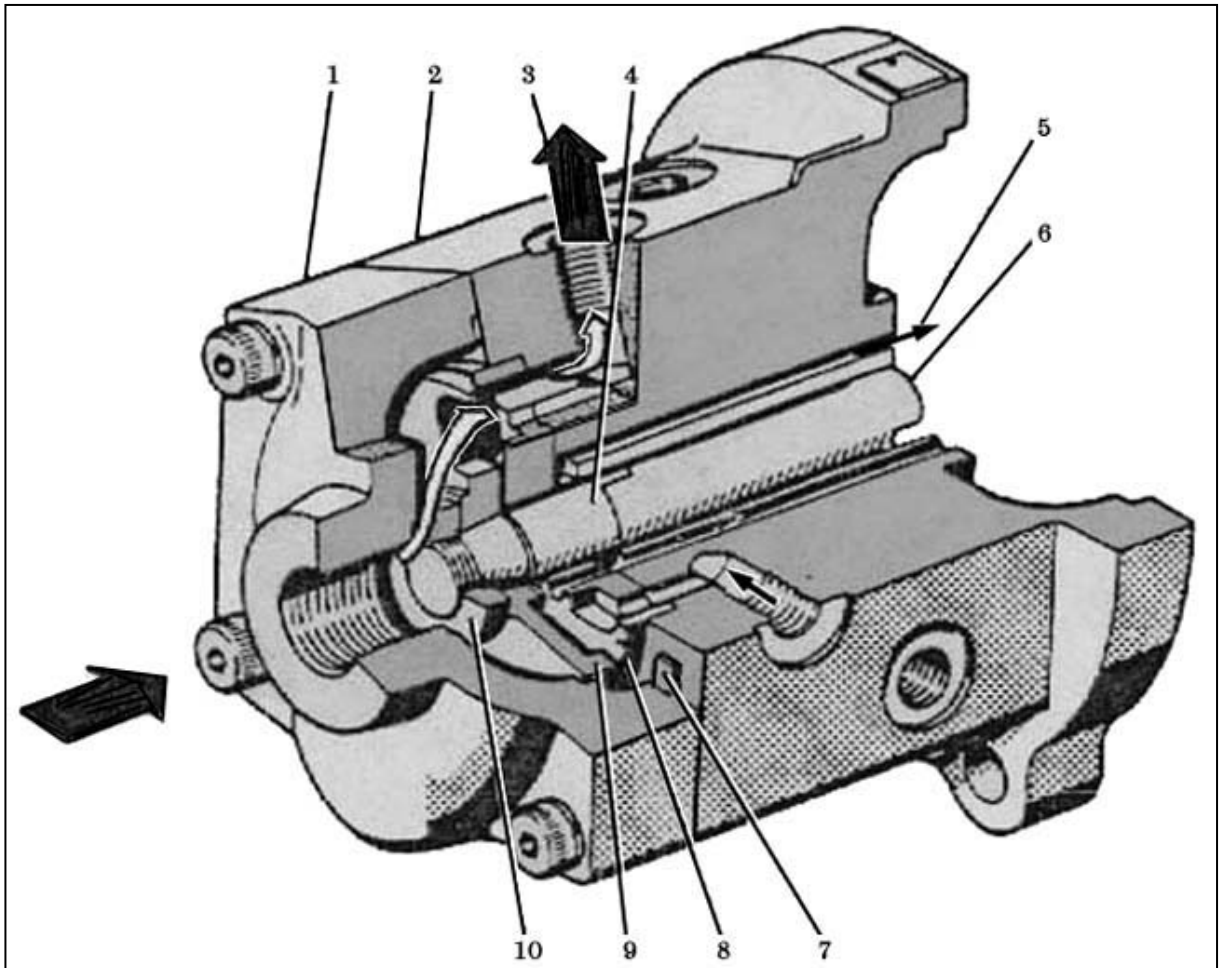


Fig. 7-9 Starting Air Distributor.

1. Cover. 2. Distributor Housing. 3. To Starting Valve. 4. Drive Shaft.
5. Vent. 6. Intermediate Shaft. 7. Gasket. 8. Contact Face.
9. Distributor Disc. 10. Nut.

การทำงาน

เมื่อเริ่มเดินเครื่อง กำลังดันลม(จากลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง) จะเข้ามาที่ช่องทางเข้าของฝาปิดจานจ่าย เข้าไปภายในห้องลม เกิดแรงกดต่อแผ่นจานจ่ายให้แนบสัมผัสกับแผ่นหน้าสัมผัสของเรือนจานจ่าย กำลังดันลมภายในห้องลมนี้จะผ่านช่องทางกำลังดันลมของแผ่นจานจ่ายและช่องทางกำลังดันลมของแผ่นหน้าสัมผัสที่เปิดตรงกันอยู่ แล้วผ่านช่องทางของเรือนจานจ่าย ไปลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศ 1 ลิ้น ซึ่งจะเปิดให้กำลังดันลมดังกล่าวเข้ากระบอกสูบและดันลูกสูบให้เลื่อนลง เป็นการเริ่มหมุนเครื่อง ขณะเดียวกันแผ่นจานจ่ายจะถูกขับหมุนด้วยเพลาลูกเบี้ยวไปด้วย จนกระทั่งช่องทางกำลังดันลมของแผ่นจานจ่ายไปตรงกับช่องทางกำลังดันลมของหน้าสัมผัสช่องต่อไป ก็จะเปิดให้กำลังดันลมเริ่มเดินผ่านไปยังลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศที่ต่ออยู่กับช่องทางนี้ ซึ่งก็จะเปิดให้กำลังดันลมดังกล่าวนี้เข้ากระบอกสูบและดันลูกสูบให้เลื่อนลงเช่นเดียวกันเพื่อหมุนเครื่องต่อไป ซึ่งลำดับการเปิดช่องทางกำลังดันลมดังกล่าวนี้จะเป็นไปตามลำดับการจุดระเบิดของเครื่อง จนกระทั่งเสร็จสิ้นการเริ่มเดิน กำลัง

ดันลมเริ่มเดินภายในระบบจะถูกระบายออกทิ้งภายนอก(โดยลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง) ทำให้ไม่มีแรงกดต่อแผ่นจานจ่ายๆจะเป็นอิสระจากแผ่นหน้าสัมผัสและหมุนต่อไปกับเครื่องยนต์ตลอดเวลาโดยไม่เกิดความเสียหาย

3.3.3 ลิ้นลมเริ่มเดินและไล่อากาศ(Starting & Decompression Valve) (รูป 7-10)

ทำหน้าที่ ปิด-เปิดกำลังดันลมเริ่มเดินเข้าทำงานในกระบอกสูบและเปิดไล่อากาศในกระบอกสูบ

ประกอบอยู่ที่ฝาสูบทุกสูบ

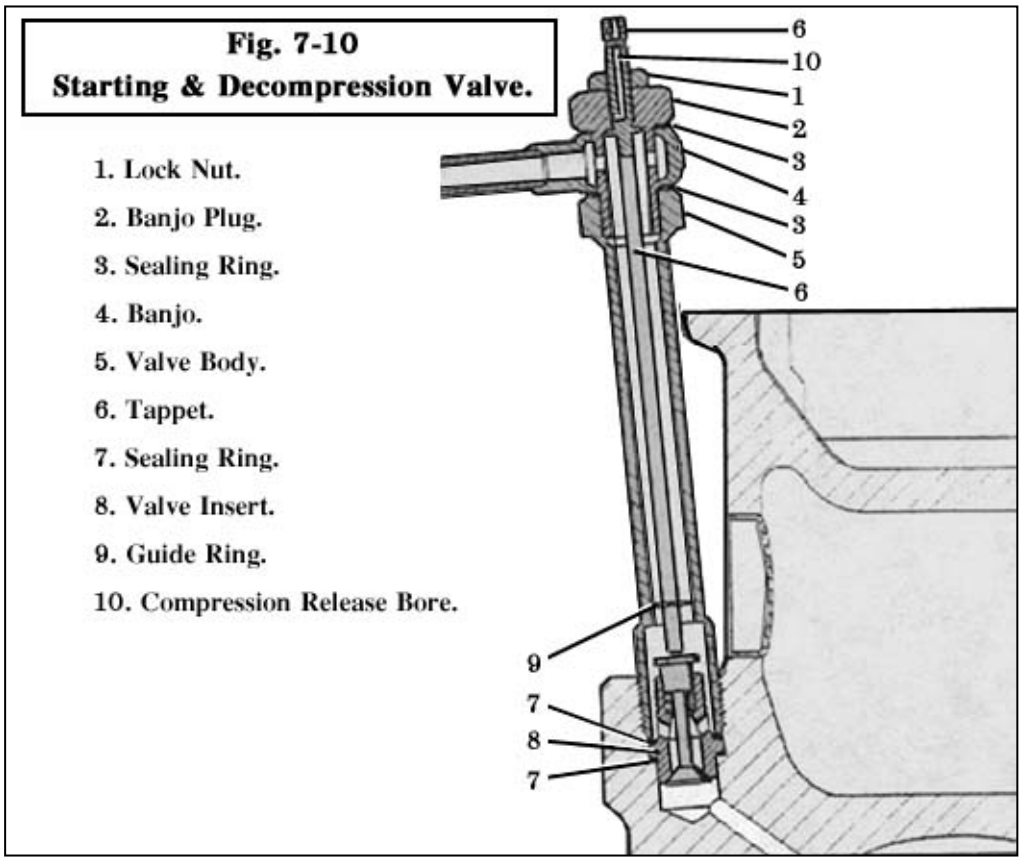
ลักษณะ

ส่วนกลางเป็นเรือนลิ้น(Valve Body)ซึ่งที่ปลายด้านล่างจะเป็นเกลียวสำหรับประกอบเข้ากับฝาสูบ ภายในกลวงจะเป็นช่องทางเดินกำลังดันลม ส่วนล่างประกอยด้วยชุดลิ้นกันกลับซึ่งปกติจะปิดด้วยกำลังสปริงลิ้น ส่วนบนประกอบด้วยช่องทางกำลังดันลมเข้าและก้านลิ้น(Tappet) ซึ่งมีช่องทางไล่อากาศ(Compression Release Bore) อยู่ตรงกลางและมีลักษณะเป็นก้านลิ้นยาวสำหรับส่งอาการถึงชุดลิ้นกันกลับ ปกติก้านลิ้นจะถูกล็อคไว้ด้วยนัตล็อค(Lock Nut)

การทำงาน

เป็นลิ้นลมเริ่มเดิน(Starting Valve) คือ เมื่อเครื่องเริ่มเดิน กำลังดันลมเริ่มเดิน(จากจานจ่ายลมเริ่มเดิน) จะเข้ามาที่ช่องทางเข้า ผ่านช่องทางภายในเรือนลิ้น ดันชุดลิ้นกันกลับให้เปิดและเข้าไปภายในกระบอกสูบเข้าดันลูกสูบให้เลื่อนลงต่อไป เมื่อเสร็จสิ้นการเริ่มเดินแล้ว กำลังดันลมเริ่มเดินก็จะถูกระบายออกทิ้งภายนอก(โดยลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง) ชุดลิ้นกันกลับก็จะถูกปิดด้วยกำลังสปริงและกำลังอัดภายในกระบอกสูบ

เป็นลิ้นไล่อากาศ(Decompression Valve) ก็โดยการหมุนคลายนัตล็อค แล้วกวดก้านลิ้นเข้า จนกระทั่ง



ช่องทางไล่อากาศเปิดและส่งอาการให้ชุดลิ้นกันกลับเปิดด้วย เมื่อหมุนเครื่อง(ด้วยมือหรือระบบเริ่มเดิน) อากาศภายในกระบอกสูบจะถูกไล่ออกมาผ่านช่องทางภายในฝาสูบและช่องทางไล่อากาศออกสู่ภายนอกได้ เมื่อไล่อากาศเสร็จแล้ว จึงคลายก้านลิ้นกลับเข้าที่จนสุดระยะ ช่องทางไล่อากาศและลิ้นกันกลับก็จะปิด แล้วจึงกวดนัตล็อคให้แน่น

3.4 การซ่อมบำรุงรักษาระบบ(Maintenance)

รายละเอียด บทที่ 9 ข้อ 90-94 และ 99-103

4.ระบบเริ่มเดินเมื่อเครื่องเย็น(Cold Start System) (รูป 7-11 / 7-12)

ทำหน้าที่ อุ่นอากาศดีเข้าเครื่องให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อเริ่มเดินเครื่องที่อุณหภูมิของเครื่องต่ำมาก(ต่ำกว่า 10°C)

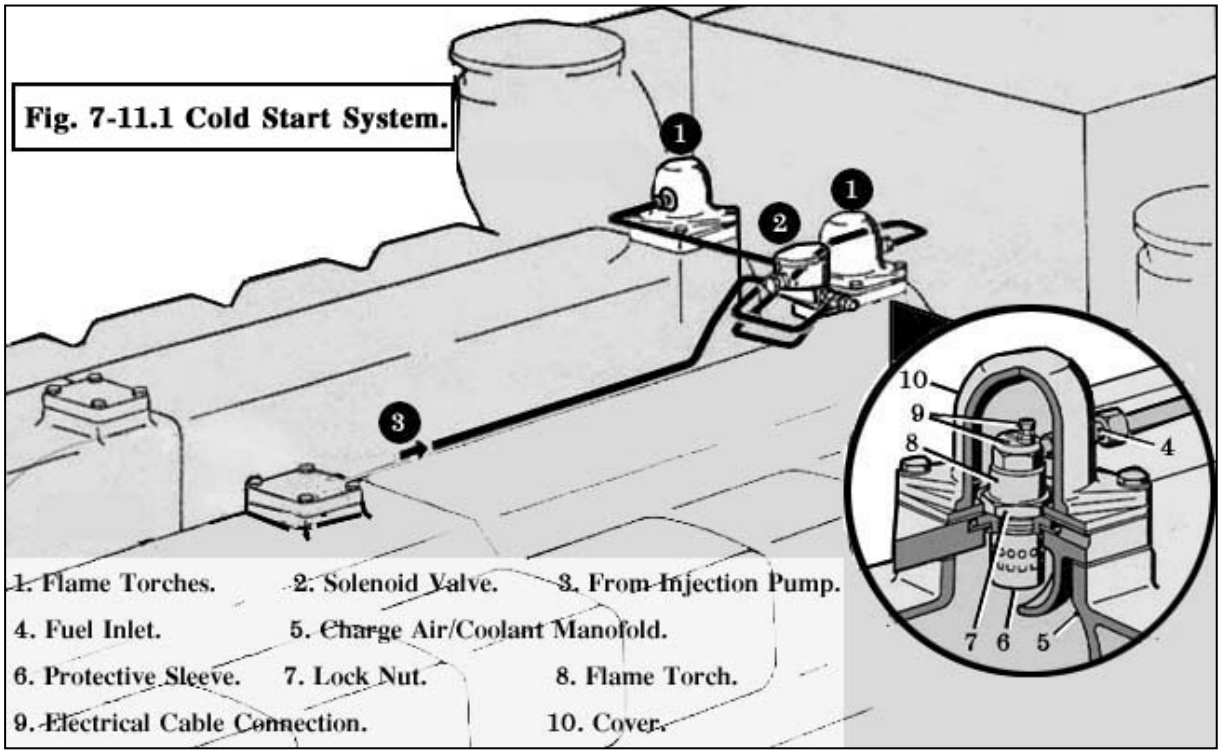
ข้อดี คือ ลดการเกิดควันขาวและทำให้เครื่องยนต์เดินเรียบ(Smooth)ได้เร็วขึ้นเมื่อเริ่มเดินเครื่อง

ระยะเวลาเผาหัว เมื่ออุณหภูมิ	(+10°C) - (0°C)	60 วินาที
(Pre-glowing Time)	(0°C) - (-10°C)	90 วินาที

4.1 ส่วนประกอบของระบบ (รูป 7-11)

ลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้า(Solenoid Valve) ทำหน้าที่ ปิด–เปิดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าทำงานในระบบ

หัวเผา(Flame Torch) ทำหน้าที่ เผาน้ำมันเชื้อเพลิงให้ลุกไหม้เป็นเปลวไฟอยู่ภายในท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด(Charge Air/Coolant Manifold) ประกอบอยู่ที่ท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด ท่อละ 1 หัว ทำงานด้วยกระแสไฟฟ้า 19 V.DC. ภายในหัวเผาประกอบด้วยตะแกรงกรอง(Filter)และขดท่อน้ำมัน(Spiral Tube) ซึ่งขดเป็นวงอยู่โดยรอบเดือยเผา(Igniter Pin)



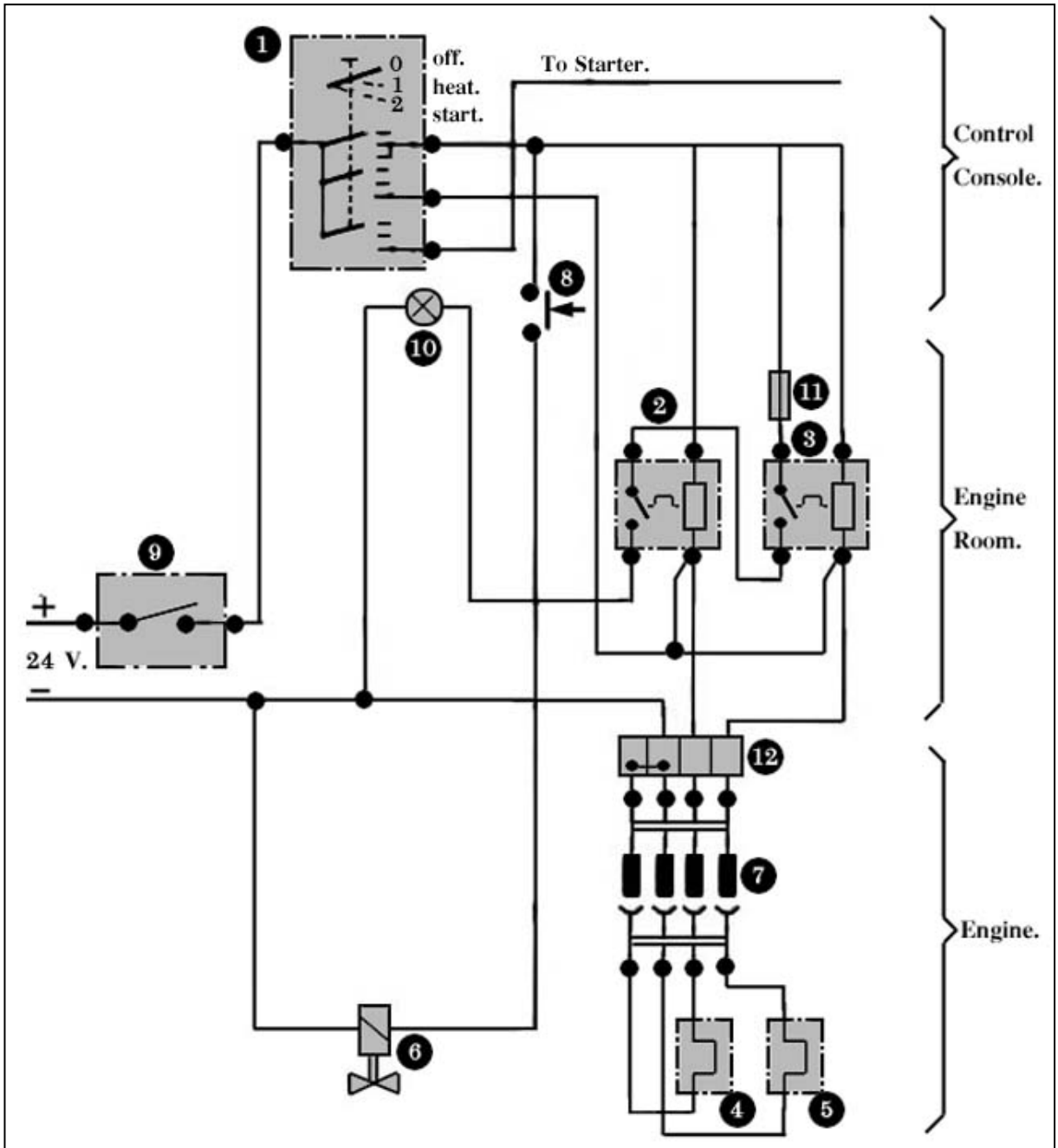


Fig. 7-11.2 Wiring Diagram Cold Starting System.(2-Pole).

1. Pre-glowing Switch.
2. , 3. Series Resistor with Bimetal Contact.
4. , 5. Flame Torh.
6. Solenoid Valve.
7. Plug Connector.
8. Flaming Switch.
9. Master Switch.
10. Control Lamp.
11. Fuse(6 Amp).
12. Terminals.

4.2 การทำงานของระบบ

การทำงานของระบบนี้สามารถควบคุมได้ด้วยระบบอิเล็กทรอนิคหรือควบคุมได้ด้วยมือ(Manual) ซึ่งถ้าควบคุมการทำงานด้วยระบบอิเล็กทรอนิค ขั้นตอนการทำงานของระบบก็จะเป็นไปโดยอัตโนมัติ โดยใช้อุปกรณ์จำพวกรีเลย์เวลา(Time Relay) มาควบคุมการทำงาน แต่ถ้าควบคุมการทำงานด้วยมือ ขั้นตอนในการทำงานต่างๆ ของระบบ ผู้ปฏิบัติจะต้องกระทำเองทุกขั้นตอน ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงการควบคุมการทำงานของระบบด้วยมือ ซึ่งมีขั้นตอนการเริ่มเดินเครื่อง(Starting Sequence) ดังนี้

> บิดสวิทช์เผาหัว(Pre-glowing Switch) ไปตำแหน่งที่ 1(Heat or Pre-glowing) เป็นการเปิดกระแสไฟฟ้าเข้าหัวเผา(Flame Torch) ให้ร้อนขึ้นประมาณ 1,000°C ซึ่งต้องใช้เวลาอย่างน้อย 60 วินาที สวิทช์เปลี่ยนทางโลหะคู่(Bimetal Contact)ของความต้านทานอนุกรม(Series Resistor) จะต่อกระแสไฟให้ดวงไฟควบคุม(Control Lamp)ติดสว่างขึ้น(ระยะเวลาการเผาหัวตามที่กล่าวมาแล้ว)

>> บิดสวิทช์เผาหัว ไปตำแหน่งที่ 2(Start) เป็นการเปิดกระแสไฟเข้าระบบเริ่มเดินเครื่อง ทำให้เครื่องยนต์เริ่มหมุนหรือมีการเริ่มเดิน ทำให้มีกำลังดันน้ำมันเชื้อเพลิง(จากสูบน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง)ส่งเข้ามาที่ระบบเริ่มเดินเมื่อเครื่องเย็น

>>> ประมาณ 3-5 วินาที กดปุ่มเผาไหม้(Flaming Switch) เป็นการเปิดกระแสไฟเข้าเลี้ยงลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้ลิ้นแม่เหล็กไฟฟ้าทำงาน(Energized) เปิดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าหัวเผา(Flame Torch) น้ำมันเชื้อเพลิงจะเข้าไปภายในผ่านตะแกรงกรองและขดท่อน้ำมัน ทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นจนกระทั่งกลายเป็นไอและพ่นเป็นเปลวไฟออกจากขดท่อน้ำมัน อยู่ภายในท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด เพื่ออุ่นอากาศดีที่ผ่านมาก่อนเข้ากระบอกสูบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น

>>>> บิดสวิทช์เผาหัวมาที่ตำแหน่ง 1 เป็นการหยุดการทำงานของระบบเริ่มเดินเครื่อง แต่ระบบเริ่มเดินเมื่อเครื่องเย็น ยังทำงานอยู่จนกว่าเครื่องจะเดินเรียบร้อย ซึ่งช่วงเวลาตั้งแต่เผาไหม้(Flaming) จนกระทั่งเครื่องเดินได้เรียบร้อย จะต้องไม่เกิน 2 นาที(120 วินาที)

>>>>> บิดสวิทช์เผาหัวมาที่ตำแหน่ง 0 เป็นการปิดกระแสไฟเข้าระบบทั้งหมดและปล่อยปุ่มเผาไหม้ เป็นการหยุดการทำงานของระบบทั้งหมด

ข้อควรจำ !

! ระบบนี้จะใช้งานเมื่อ อุณหภูมิของเครื่องต่ำกว่า 10°C เท่านั้น

! ถ้าเริ่มเดินเครื่องครั้งแรกไม่สำเร็จ จะต้องหยุดพักอย่างน้อย 60 วินาที จึงเริ่มเดินครั้งที่ 2

! ถ้าเริ่มเดินเครื่องครั้งที่ 2 ยังไม่สำเร็จอีก จะต้องหยุดการเริ่มเดินและตรวจสอบแก้ไขข้อขัดข้องก่อนเริ่มเดินเครื่องครั้งใหม่

4.3 การซ่อมบำรุงรักษาระบบ(Maintenance)

รายละเอียด บทที่ 9 ข้อ 109

บทที่ 8

คำแนะนำในการใช้เครื่อง

(Operating Instruction)

จุดประสงค์ของคำแนะนำในการใช้เครื่อง ก็เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ใช้เครื่อง ได้ใช้เครื่องอย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะเป็นผลให้ความสิ้นเปลืองในการซ่อมทำต่ำลงด้วย ซึ่งคำแนะนำในการใช้เครื่องนี้ประกอบด้วยคำแนะนำในการปฏิบัติงาน ในขั้นตอนต่างๆ คือ

การเตรียมการก่อนใช้เครื่อง(Before-Operation Service) (รายละเอียด ข้อ 1)

การใช้เครื่อง(Engine Operation) (รายละเอียด ข้อ 2)

การตรวจสอบขณะใช้เครื่อง(Operational Checks) (รายละเอียด ข้อ 3)

การเลิกเครื่อง(Engine Shutdown) (รายละเอียด ข้อ 4)

การปฏิบัติหลังจากเลิกเครื่อง(After-Shutdown Service) (รายละเอียด ข้อ 5)

มาตราการฉุกเฉิน(Emergency Measure) (รายละเอียด ข้อ 6)

และในที่นี้จะกล่าวถึงการตรวจสอบสีของแก๊สเสีย(รายละเอียด ข้อ 7) และ แนวทางการแก้ไขข้อขัดข้อง (Troubleshooting)(รายละเอียด ข้อ 8) ด้วย

1.การเตรียมการก่อนการใช้เครื่อง(Before-Operation Service)

ก่อนเริ่มเดินเครื่องทุกครั้ง สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ การเริ่มเดินเครื่องนั้นเป็นการเริ่มเดินเครื่องจากสภาพใดใน 3 ลักษณะ ต่อไปนี้ คือ

หลังจากเลิกเครื่องเป็นระยะเวลาสั้นๆ **(I)**

หลังจากเลิกเครื่องเป็นระยะเวลานาน(มากกว่า 1 สัปดาห์) **(II)**

เริ่มเดินเครื่องครั้งแรก(Initial Startup)หรือเครื่องที่มีการปฏิบัติดูแลรักษา (Preserved Engine) **(III)**

ดังนั้น การเตรียมการก่อนการใช้เครื่อง จึงแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะดังกล่าว ซึ่งสำหรับรายละเอียดในการปฏิบัติงานต่างๆ จะแตกต่างกันไปในแต่ละเครื่อง ซึ่งจะต้องดูในคู่มือประจำเครื่องเท่านั้น

Before-Operation Service.

	งานที่ต้องปฏิบัติ	I	II	III	วิธีการปฏิบัติ
1.	ระบบท่อทางอากาศดีเข้าเครื่อง =ตรวจสอบน้ำตกที่ท่อระบายน้ำตกอากาศดี	X	X	X	บทที่ 9 ข้อ 27
2.	น้ำมันเชื้อเพลิง =ตรวจระดับน้ำมันเชื้อเพลิง	X	X	X	บทที่ 9 ข้อ 41
3.	น้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง =ตรวจสอบระดับน้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง	X	X	X	บทที่ 9 ข้อ 54
	=อุ่น(Preheat)น้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง	X	X	X	ดูคู่มือประจำเครื่อง
4.	ระบบน้ำทะเล =เปิดลิ้นน้ำทะเล เข้า–ออก ระบบ	X	X	X	ดูคู่มือประจำระบบ
5.	น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ = ตรวจสอบระดับ	X	X	X	บทที่ 9 ข้อ 78
6.	หม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ =ตรวจสอบตำแหน่งลิ้นเปลี่ยนทาง	X	X	X	บทที่ 6 ข้อ 3.5
7.	ระบบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ =เปิดลิ้นทางเข้าหม้อกรองทางลัดน้ำมันหล่อ	X	X	X	ดูคู่มือประจำระบบ
8.	ระบบตรวจสอบ(Monitoring System) =เปิดกระแสไฟฟ้าเข้าเลี้ยงระบบ(Switch On)	X	X	X	ดูคู่มือประจำระบบ
9.	ระบบกำลังดันลม(Compressed Air) =ตรวจสอบกำลังดันลมที่ขวดเก็บ	X	X	X	ดูคู่มือประจำระบบ
	=เปิดลิ้นลมเข้าระบบ	X	X	X	ดูคู่มือประจำระบบ
	=ระบายน้ำตกออกจากระบบ	X	X	X	ดูคู่มือประจำระบบ
10.	เรือนแบริ่ง(Bearing Housing) =ตรวจระดับน้ำมันหล่อลื่น	X	X	X	ดูคู่มือประจำเครื่อง
11.	ส่วนขับหมุนเครื่อง(Running Gear) =หมุนเครื่องด้วยมือ(รวมถึงหลังจากเลิกเครื่องหลายๆชั่ว-โมงด้วย)		X	X	บทที่ 9 ข้อ 2
12.	เครื่องควบคุมความเร็ว(Governor) =ตรวจสอบการทำงาน		X	X	บทที่ 9 ข้อ 11

13.	ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน(Emergency Air Shut-off Flaps) =ตรวจสอบตำแหน่งใช้งาน	X	X	บทที่ 9 ข้อ 21
14.	หม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง =ตรวจสอบตำแหน่งลิ้นเปลี่ยนทาง	X	X	ดูคู่มือประจำระบบ
15.	หม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง =ตรวจสอบตำแหน่งลิ้นเปลี่ยนทาง	X	X	บทที่ 9 ข้อ 47
16.	อุปกรณ์ช่วย(Accessories)อิเล็กทรอนิคส์ =ตรวจสอบปลั๊กต่อต่างๆ	X	X	คู่มือประจำระบบ
17.	เครื่องที่มีการเก็บรักษา(Preservation) =ระบายน้ำมันหล่อป้องกันสนิม(Preservation Oil)ทิ้งและตรวจ-สอบส่วนต่างๆ ด้วยสายตา		X	ดูคู่มือประจำเครื่อง
18.	ห้องเผาไหม้ =ไล่อากาศในห้องเผาไหม้		X	บทที่ 9 ข้อ 4
19.	เรือนอากาศดีเข้าเครื่อง(Intake Air Housing) =ถอดฝาปิด(Cover Plates)		X	ดูคู่มือประจำเครื่อง
20.	สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง =เติมน้ำมันหล่อลื่น		X	บทที่ 9 ข้อ 32
21.	น้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง =เติมน้ำจืดเข้าระบบ		X	บทที่ 9 ข้อ 53
22.	ระบบน้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง =ตรวจสอบการอุดตันของท่อทางระบายอากาศต่างๆ		X	บทที่ 9 ข้อ 60
23.	ชุดอุ่นน้ำจืด(Preheating Unit) =เปิดกระแสไฟฟ้าเข้าเลี้ยงระบบ(Switch On)		X	ดูคู่มือประจำเครื่อง
24.	น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ =เติมน้ำมันหล่อเข้าระบบ		X	บทที่ 9 ข้อ 76
25.	จุดหล่อลื่นต่างๆ(Lubricating Points) =จัดการหล่อลื่นให้เรียบร้อย		X	ดูคู่มือประจำเครื่อง
26.	การควบคุมเครื่อง(Engine Controls) =ตรวจสอบการทำงาน		X	ดูคู่มือประจำเครื่อง
27.	หน้าแปลนต่อส่งกำลังงานออก(Coupling) =เติมน้ำมันหล่อลื่น		X	ดูคู่มือประจำเครื่อง

28.	เรือนแบริ่ง =เติมน้ำมันหล่อให้เต็ม	X	ดูคู่มือประจำเครื่อง

2.การใช้เครื่อง(Engine Operation)

	งานที่ต้องปฏิบัติ	วิธีปฏิบัติ
1.	**น้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง** =เลิกอุ่นน้ำจืด	**ดูคู่มือประจำเครื่อง**
2.	**เครื่องยนต์** =เริ่มเดินเครื่อง	บทที่ 9 ข้อ 93
	=ตรวจฟังเสียงเครื่อง	บทที่ 9 ข้อ 110
	=ตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทางภายนอกต่างๆ	---
	=ตรวจสอบความเร็วเครื่อง,กำลังดันและอุณหภูมิที่มาตรวัดแสดงค่า	บทที่ 9 ข้อ 112-114
	=อุ่นเครื่อง(Warm-up)	บทที่ 9 ข้อ 116
3.	ถ้าเป็นเครื่องยนต์ใหม่หรือเครื่องที่มีการเก็บรักษา(Preservation)และเริ่มเดินครั้งแรก ให้เดินทดสอบ(Test Run) ดังนี้ **=ตรวจสอบการตกต่ำ(Depression) ของกำลังดันอากาศดีเข้าเครื่อง**	บทที่ 9 ข้อ 13
	=ตรวจสอบกำลังดันต้านกลับ(Back pressure) ของแก๊สเสีย	บทที่ 9 ข้อ 15

3.การตรวจสอบขณะใช้เครื่อง(Operational Check)

ก็คืองานซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง ขั้น W 1 นั่นเอง

	งานที่ต้องปฏิบัติ	วิธีปฏิบัติ
1.	**ขณะใช้เครื่อง** =ตรวจสอบสีของแก๊สเสีย	**ข้อ 7**
2.	ระบบแก๊สเสีย **=ระบายน้ำตกภายในระบบ**	บทที่ 9 ข้อ 16
3.	ระบบท่อทางอากาศดี =ตรวจสอบท่อระบายน้ำตกอากาศดีดูน้ำตกและการอุดตัน	บทที่ 9 ข้อ 27-28
4.	น้ำมันเชื้อเพลิง =ตรวจสอบระดับน้ำที่ถังใช้การ	ดูคู่มือประจำระบบ

	=ระบายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในหม้อรับน้ำมันเชื้อเพลิงรั่ว ไหล	บทที่ 9 ข้อ 43
5.	หม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง =เปิดระบายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในหม้อกรอง	บทที่ 9 ข้อ 45
	=หมุนมือหมุน(Ratchet Handle)	บทที่ ข้อ 44
6.	น้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง =ตรวจสอบระดับ	บทที่ 9 ข้อ 54
7.	**น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์** =ตรวจสอบระดับ	บทที่ 9 ข้อ 78
8.	ระบบตรวจสอบ(Monitoring System) =ทดสอบดวงไฟ(Lamp Test)	ดูคู่มือประจำระบบ
9.	ขณะใช้เครื่อง =ตรวจฟังเสียงของเครื่อง	บทที่ 9 ข้อ 110
	=ตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทางภายนอก	บทที่ 9 ข้อ 111
	=ตรวจสอบความเร็วเครื่องและกำลังงานออก	บทที่ 9 ข้อ 112
10.	ตรวจสอบกำลังดันและอุณหภูมิที่มาตรวัดแสดงค่ากำลังดันลม	ดูคู่มือประจำระบบ
	ตรวจสอบกำลังดันใช้การที่ขวดเก็บลม	ดูคู่มือประจำระบบ
	ระบายน้ำตกภายในระบบ	ดูคู่มือประจำระบบ
11.	แบตเตอรี่ =ตรวจสอบ	ดูคู่มือแบตเตอรี่

4.การเลิกเครื่อง(Engine Shutdown)

	งานที่ต้องปฏิบัติ	**วิธีปฏิบัติ**
1.	เครื่องยนต์ =เลิกเครื่อง	บทที่ 9 ข้อ 95

5.การปฏิบัติหลังจากเลิกเครื่อง(After-Shutdown Service)

ก่อนการเลิกเครื่องทุกครั้ง สิ่งที่ต้องคำนึง คือ ระยะเวลาของการหยุดเดินเครื่องนั้นยาวนานเพียงไร เพื่อที่จะได้ปฏิบัติงานหลังจากเลิกเครื่องได้อย่างถูกต้อง

ถ้าเครื่องยนต์ต้องหยุดเดินเครื่องนานกว่า 3 เดือน จะต้องปฏิบัติงานการเก็บรักษาเครื่อง(Preservation - ดูในคู่มือประจำเครื่อง)

After-Shutdown Service.

	งานที่ต้องปฏิบัติ	**วิธีปฏิบัติ**
1.	**ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน(Emergency Air Shut-off Flaps)**	บทที่ 9 ข้อ 22

	=ปิดด้วยมือ(เฉพาะเลิกเครื่องเป็นระยะเวลานาน)	
2.	น้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง **=เปิดระบายออก(ถ้าอุณหภูมิต่ำมากจนแข็งตัว)**	บทที่ 9 ข้อ 55
3.	น้ำทะเล **=ปิดลิ้นน้ำทะเล เข้า-ออกระบบ**	ดูคู่มือประจำระบบ
4.	น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ **=ตรวจสอบระดับ**	บทที่ 9 ข้อ 78
5.	ระบบตรวจสอบ(Monitoring System) **=ปิดกระแสไฟฟ้าที่เข้าระบบ(Switch Off)**	ดูคู่มือประจำระบบ
6.	ระบบกำลังดันลม(Compressed Air) **=ปิดลิ้นลมเข้าระบบ**	ดูคู่มือประจำระบบ

6.มาตรการฉุกเฉิน(Emergency Measure)

ในกรณีที่เกิดการผิดปกติหรือการขัดข้องกับระบบของเครื่องต่อไปนี้ เราสามารถที่จะใช้เครื่องฉุกเฉิน (Emergency Operation)ต่อไปได้เป็นระยะเวลาสั้นๆ จนกว่าการขัดข้องจะได้รับการแก้ไข

Emergency Measure.

	งานที่ต้องปฏิบัติ	วิธีปฏิบัติ
1.	**เทอร์โบชาร์จ** =การใช้เครื่องโดยไม่ใช้เทอร์โบชาร์จ	บทที่ 4 ข้อ 4.2
2.	น้ำจืดระบายความร้อนเครื่อง =การตั้งฉุกเฉินเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด(Coolant Thermostat)	บทที่ 9 ข้อ 74

7.การตรวจสอบสีของแก๊สเสีย

ถ้า***เครื่องยนต์เดินปกติและมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ แก๊สเสียของเครื่องจะเป็นสีเทาอ่อน****(Light-Gray)* แต่ถ้ามีความผิดปกติกับเครื่องยนต์ แก๊สเสียจะเปลี่ยนเป็นสีต่างๆ ที่พอสังเกตุได้ง่าย ดังนี้

7.1 แก๊สเสียสีดำ(Black Exhaust Gases)

แสดงว่า ***การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์****(Incomplete Combustion)*

	สาเหตุ	การตรวจสอบ	หมายเหตุ
1.	อากาศดีเข้าเครื่องไม่พอ	1.หม้อกรองอากาศดีสกปรก	บทที่ 9 ข้อ 19-20

		2.เทอร์โบชาร์จสกปรกหรือขัดข้อง	---
		3.ท่อทางอากาศดีรั่วไหล	ตรวจด้วยสายตา
2.	ระบบแก๊สเสียผิดปกติ	1.ท่อทางแก๊สเสียสกปรก	ตรวจด้วยสายตา
		2.กำลังดันต้านกลับแก๊สเสีย	บทที่ 9 ข้อ 15
3.	อุปกรณ์ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงผิดปกติ	1.หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	ดูคู่มือเฉพาะ
		2.สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	ดูคู่มือเฉพาะ
		3.จังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	บทที่ 9 ข้อ 38
		4.ระยะห่างลิ้นอากาศดี-แก๊สเสีย	บทที่ 9 ข้อ 6
4.	กำลังอัดภายในสูบไม่ถูกต้อง	1.ระยะห่างลิ้นอากาศดี-แก๊สเสีย	บทที่ 9 ข้อ 6
		2.แหวนอัดของลูกสูบ	ดูคู่มือเฉพาะ
		3.แผ่นกันรั่ว(Gaskets)ฝาสูบ	ดูคู่มือเฉพาะ
		4.เครื่องรับภาระมากเกิน(Overload)	ดูคู่มือเฉพาะ
5.	การส่งต่อกำลังของเครื่องไม่-ปกติ	1.หน้าแปลนต่อ(Coupling)ชำรุด	ดูคู่มือประจำเครื่อง
		2.เพลากากบาท(Universal Shaft) ชำรุด	ดูคู่มือประจำเครื่อง
		3.หมู่เฟืองทด(Gear Box) ผิดปกติ	คู่มือเฉพาะ

7.2 แก๊สเสียสีน้ำเงิน(Blue Exhaust Gases)

แสดงว่า ***มีน้ำมันหล่อเข้าห้องเผาไหม้มากเกินไป****(Excessive Oil In Combustion Chamber)*

	สาเหตุ	การตรวจสอบ	หมายเหตุ
1.	มีน้ำมันหล่อเข้าห้องเผาไหม้มากเกินไป	1.ระดับน้ำมันหล่อในเครื่องสูงเกินไป	บทที่ ข้อ
		2.แหวนลูกสูบชำรุดผิดปกติ	---
		3.ส่วนระบายอากาศห้องเพลาข้อเหวี่ยงผิดปกติ	---
		4.สูบกำจัดน้ำมันหล่อผิดปกติ(Oil Metering Pump) ผิดปกติ	บทที่ 9 ข้อ 75
		5.ปลอกสูบสึกหรอมาก	ดูคู่มือเฉพาะ
		6.ปลอกนำก้านลิ้น(Valve Guided) ชำรุด	ดูคู่มือเฉพาะ
		7.กำลังอัดในสูบไม่ถูกต้อง	บทที่ 9 ข้อ 5

7.3 แก๊สเสียสีขาว(White Exhaust Gases)

แสดงว่า ***น้ำมันเชื้อเพลิงไม่จุดระเบิดเผาไหม้****(No Ignition)*

	สาเหตุ	การตรวจสอบ	หมายเหตุ
1.	เครื่องเย็น	1.อุณหภูมิน้ำจืด	ตรวจด้วยสายตา
		2.เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด (Thermostat)	บทที่ 9 ข้อ 74
2	อุณหภูมิอากาศดีเข้าเครื่องต่ำ-เกินไป	1.เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด	บทที่ 9 ข้อ 74
		2.วงจรอุณหภูมิต่ำ	---
3.	น้ำมันเชื้อเพลิง	1.มีน้ำปนในน้ำมันเชื้อเพลิง	ดูคู่มือเฉพาะ
4.	มีน้ำในห้องเผาไหม้	1.ฝาสูบ,ปลอกสูบรั่วไหล	ดูคู่มือเฉพาะ
		2.หม้อระบายความร้อนอากาศดีรั่ว-ไหล	บทที่ 9 ข้อ 27
5.	อุปกรณ์ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงผิด-ปกติ	1.หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	บทที่ 9 ข้อ 35
		2.อุปกรณ์ตัดการทำงานของสูบ (Cylinder Cutout)	---

8.แนวทางการแก้ไขข้อขัดข้อง(Troubleshooting)

ถ้าเกิดความผิดปกติขึ้นกับเครื่องยนต์ เราสามารถที่จะวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เครื่องยนต์เกิดอาการผิดปรกติ ได้จากอาการทำงานหรือการแสดงออกต่างๆ ของเครื่องยนต์ในขณะนั้น ในกรณีที่เครื่องยนต์มีความผิดปกติเล็กน้อย ควรจะต้องลดความเร็วเครื่องลงมาเดินเครื่องที่ความเร็วตัวเปล่า(Idling Speed) หรือ ถ้าไม่สามารถหาสาเหตุของความผิดปกติได้ก็ควรจะต้องเลิกเครื่อง

พึงระลึกไว้ว่า ***"เลิกเครื่องไว้ก่อน ดีกว่าเครื่องยนต์เสียหายมากขึ้น"***

8.1 แนวทางปฏิบัติทั่วๆไป(General)

เมื่อเกิดข้อขัดข้องขึ้นกับเครื่องยนต์อย่างใดอย่างหนึ่ง การแก้ไขโดยทั่วไป มีดังนี้

8.1.1 น้ำรั่วไหลภายในเครื่อง(Internal Water Leakage)

ผลที่ตามมาก็คือ การเกิดสนิมและการกัดกร่อนขึ้นภายใน

ถ้าไม่สามารถซ่อมทำหรือแก้ไขการรั่วไหลได้ทันที เพื่อหลีกเลี่ยงผลดังกล่าว ให้ปฏิบัติดังนี้

= ระบายน้ำจืดและน้ำมันหล่อออกจากเครื่อง

= เติมน้ำมันหล่อป้องกันสนิม(Preservation Oil) น้ำมันก๊าดหรือน้ำมันดีเซลเข้าเครื่องให้ระดับสูงที่สุดเท่าที่จะทำได้

= ถอดท่อรวมอากาศและน้ำจืด

= ถอดหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

= หมุนเครื่องด้วยมือและฉีดพ่นน้ำมันหล่อป้องกันสนิม,น้ำมันก๊าดหรือน้ำมันดีเซล ผ่านลิ้น-

อากาศดีที่เปิด เข้าห้องเผาไหม้

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ การปฏิบัติเพื่อป้องกันสนิมและการกัดกร่อนดังกล่าวนี้ สามารถป้องกันได้เพียง 2–3 วัน เท่านั้น เพราะฉะนั้นจะต้องซ่อมทำหรือแก้ไขการรั่วไหลและทำความสะอาดเครื่องโดยเร็วที่สุด

Δ เมื่อซ่อมทำและทำความสะอาดเครื่องเรียบร้อยแล้ว จะต้องเติมน้ำจืดและน้ำมันหล่อตามคู่มือ mtu. Fluids and Lubricants Specification No.1061 ก่อนเริ่มเดินเครื่อง

Δ เมื่อใช้เครื่องครบ 50 ชม.แรก จะต้องเปลี่ยนน้ำมันหล่อใหม่ เนื่องจากอาจจะมีน้ำตกค้างอยู่ภายในระบบเข้าผสมกับน้ำมันหล่อที่เติมครั้งแรก

8.1.2 มีน้ำมันเชื้อเพลิงปนในน้ำมันหล่อ(Engine Oil Diluted with fuel)

หลังจากหาสาเหตุและซ่อมทำเรียบร้อยแล้ว ปกติจะต้องปฏิบัติดังนี้ คือ

= เปลี่ยนน้ำมันหล่อใหม่ โดยน้ำมันหล่อเก่าในอ่างน้ำมันเครื่อง(Oil Pan),หม้อกรองละเอียดน้ำ-มันหล่อ(Oil filter)และหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ ต้องระบายทิ้งออกให้หมด เปลี่ยนไส้กรองกระดาษ (Paper filter Element) แล้วทำความสะอาดไส้กรองตะแกรงโลหะ(Edge-Type filter)

8.1.3 หลังจากซ่อมทำเครื่อง(After Work On Engine)

ถ้ามีการเปลี่ยนส่วนประกอบของส่วนขับหมุนเครื่อง(Running Gear) เช่น ปลอกสูบ(Liner)หรือลูกสูบ เป็นต้น จะต้องปฏิบัติตามขั้นตอน การเดินเครื่องให้สึกเข้าที่(Run-in)

8.1.4.หลังจากเครื่องหยุดเดินเพราะลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินปิด(By Emergency Air Shut-off flap)

ก่อนเริ่มเดินเครื่องใหม่ จะต้องปฏิบัติดังนี้

= เปิดลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินด้วยมือ (รายละเอียด บทที่ 9 ข้อ 22)

= ไล่อากาศภายในห้องเผาไหม้ (รายละเอียด บทที่ 9 ข้อ 4)

8.1.5.การใช้เครื่องฉุกเฉิน(Emergency Operation)

ถ้าเกิดจากเทอร์โบชาร์จขัดข้อง ให้ปฏิบัติตามรายละเอียด บทที่ 4 ข้อ 4.2

ถ้าเกิดจากเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด(Coolant Thermostat) ขัดข้อง ให้ปรับแต่งฉุกเฉิน ตามรายละเอียด บทที่ 9 ข้อ 74

8.2.สภาพการผิดปกติ(Fault Condition)

สภาพการผิดปกติซึ่งจะกล่าวถึงต่อไปนี้ เป็นตัวอย่างการผิดปกติซึ่งอาจเกิดขึ้นได้และแนวทางการแก้ไข การตรวจสอบ/ทดสอบ เพื่อตรวจหาสาเหตุการผิดปกติต่างๆ ส่วนรายละเอียดวิธีปฏิบัติในการตรวจสอบหรือทดสอบนั้น ให้ดูรายละเอียดในคู่มือประจำเครื่องหรือคู่มือประจำระบบนั้นๆ

8.2.1 เกิดสัญญาณเตือนระดับน้ำจืดต่ำเกิน(Engine Coolant Low Level Alarm)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	ระบบน้ำจืดไม่ปิดผนึก	1.ตรวจปิดถังพักน้ำจืดด้วยสายตา
		2.ตรวจการรั่วไหลของฝาปิดระบาย(Breather Valve)
2.	น้ำจืดรั่วไหลออกภายนอกเครื่อง	1.ตรวจดูการรั่วไหลของท่อทางภายนอกเครื่อง,ช่องทางระบาย(Drain)และภายนอกเรือนสูบด้วยสายตา
3.	หม้อระบายความร้อนน้ำจืดรั่วไหล	1.ตรวจสอบ/ทดสอบการรั่วไหล
4.	น้ำจืดรั่วไหลภายในเครื่อง	1.ตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อ
		2.ตรวจสอบคุณภาพน้ำมันหล่อ
		3.ตรวจสอบฝาสูบ
		4.ตรวจสอบวงกันรั่ว(Seal) ปลอกสูบ
		5.ตรวจสอบปลอกสูบ
		6.ตรวจสอบเรือนสูบ
5.	อุปกรณ์ตรวจวัดระดับผิดปกติ	1.ทดสอบการทำงาน

8.2.2.ระดับน้ำมันหล่อต่ำเกิน(Engine Oil Low Level)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	น้ำมันหล่อรั่วไหลภายนอกเครื่อง	1.ตรวจสอบท่อทางทางนอกเครื่อง,ท่อทางระบาย (Drain) , ภายนอกเรือนสูบและอ่างน้ำมันหล่อ (Oil Pan) ด้วยสายตา
2.	หม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อรั่วไหล	1.ตรวจสอบ/ทดสอบการรั่วไหล
3.	เครื่องยนต์สึกหรอ	1.ตรวจสอบปลอกนำก้านลิ้น(Valve Guide),ปลอก-สูบ ,แหวนลูกสูบ(Piston Rings)
4.	ระบบปรับน้ำมันหล่อ(Oil Level Regulating System)ทำงานผิดปกติ	1.ตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อในถังพัก(Refill Tank) ด้วยสายตา
		2.ตรวจสอบสูบปรับระดับน้ำมันหล่อและส่วนขับหมุน (Pump Drive)
		3.ตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทาง

8.2.3.ระดับน้ำมันหล่อสูงเกิน(Engine Oil High Level)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	มีน้ำปนในน้ำมันหล่อ	1.ตรวจสอบดูการรั่วไหลของหม้อระบายความร้อนน้ำ-มันหล่อ,วงกันรั่วปลอกสูบ,ปลอกสูบและเรือนสูบ
2.	มีน้ำมันเชื้อเพลิงปนในน้ำมันหล่อ	1.ตรวจสอบ/ทดสอบการรั่วไหลของหัวฉีดน้ำมันเชื้อ-เพลิงและสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง
3.	ระบบปรับน้ำมันหล่อผิดปกติ	1.ตรวจสอบสูบปรับระดับน้ำมันหล่อด้วยสายตา
		2.ตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อในถังพักด้วยสายตาว่าระดับต่ำเกินไปหรือไม่

8.2.4.เกิดสัญญาณเตือนกำลังดันลมเริ่มเดินต่ำเกิน(Starting Air Pressure Alarm)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	**ระบบอากาศอัด(Compressed Air) ผิดปกติ**	1.ตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทางเข้าถังด้วยสายตา
		2.ตรวจสอบการทำงานของเครื่องอัดอากาศ (Compressor),ลิ้นควบคุมกำลังดัน
2.	**ระบบลมเริ่มเดินผิดปกติ**	1.ตรวจสอบการรั่วไหลของถังและท่อทาง
		2.ตรวจสอบจานจ่ายลมและท่อทาง
		3.ตรวจสอบลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง
3.	**ระบบอิเล็กทรอนิคส์ผิดปกติ**	1.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิคส์
		2.ตรวจสอบตัวตรวจจับกำลังดัน(Pressure Sensor)

8.2.5.อุณหภูมิอุ่นน้ำจืดต่ำเกิน(Engine Coolant Preheat Low Temperature)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	ชุดอุ่นน้ำจืด(Preheating Unit)	1.ตรวจเปิดกระแสไฟ(Switch On)
2.	**ระบบอุ่นน้ำจืดผิดปกติ**	1.ตรวจสอบกระแสไฟเข้าระบบ
		2.ตรวจสอบการทำงานของเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat)
		3.ตรวจสอบชุดอุ่นน้ำจืดและสูบน้ำจืด

8.2.6.เมื่อกดปุ่มเริ่มเดินแล้ว เครื่องไม่หมุน(Engine Does not turn)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	ไม่มีสัญญาณให้เริ่มเดิน(Start Release Signal) จากระบบ-อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมเครื่อง	1.ตรวจสอบดวงไฟสัญญาณ“Ready For Operating“
		2.ตรวจเปิดลิ้นเปิดอากาศดีฉุกเฉิน
		3.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิกส์
2.	อุปกรณ์เริ่มเดินเครื่องขัดข้อง =ระบบเริ่มเดินแบบจานจ่ายลมเข้ากระบอกสูบ	1.ตรวจสอบกำลังดันลมต่ำหรือไม่
		2.ตรวจเปิดลิ้นลมเข้าระบบ
		3.ตรวจสอบลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง,จานจ่ายลมเริ่มเดินและส่วนขับหมุน
		4.ตรวจสอบกระแสไฟเข้าลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง
	=ระบบเริ่มเดินแบบมอเตอร์ไฟฟ้า -รีเลย์เริ่มเดินซ้ำ เปิด/ปิด(On/Off) ตลอดเวลาและเฟืองเริ่มเดินเลื่อนตัวแต่ไม่เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่อง	1.ทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดิน
		2.ตรวจสอบเฟืองเริ่มเดิน
		3.ตรวจสอบเฟืองหมุนเครื่อง
	- รีเลย์เริ่มเดินซ้ำ เปิด/ปิด(On/Off) ตลอดเวลาแต่เฟืองเริ่มไม่เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่อง	1.ตรวจสอบฟิวส์มอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดิน
		2.ตรวจสอบสายไฟ
		3.ทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดิน
	- เฟืองเริ่มเดิน เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่องแต่เครื่องไม่หมุน	1.ทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดิน
		2.ตรวจสอบกระแสไฟของแบตเตอรี่พอหรือไม่

8.2.7.เมื่อกดปุ่มเริ่มเดิน เครื่องยนต์ไม่จุดระเบิดหรือหมุนไป 2-3 รอบแล้วหยุด

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	การควบคุมเครื่องผิดปกติ	1.ตรวจสอบทดสอบเครื่องควบคุมความเร็ว (Governor)
		2.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิกส์
2.		1.ตรวจสอบเปิดลิ้นเข้าระบบ

	น้ำมันเชื้อเพลิงเข้าเครื่องไม่เพียงพอ	2.ตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทางเข้า–ออกสูบส่งน้ำ-มันเชื้อเพลิง
		3.ตรวจสอบล้างเปลี่ยนไส้กรองหม้อกรองหยาบ,หม้อ-กรองละเอียด
		4.ตรวจระบายอากาศออกจากระบบน้ำมันเชื้อเพลิง
		5.ตรวจสอบน้ำปนในน้ำมันเชื้อเพลิง
		6.ตรวจสอบลิ้นน้ำมันกลับถัง(Overflow Valve) และลิ้นกันกลับ(Check Valve) ดูค่ากำลังดันเปิด
3.	อุณหภูมิน้ำจืดระบายความร้อนต่ำเกิน	1.ตรวจสอบการทำงานของชุดอุ่นน้ำจืด
		2.ตรวจสอบระบบน้ำจืดต่ำเกินไปหรือไม่
4.	**ระบบเริ่มเดินเครื่องผิดปกติ** = ระบบลมเริ่มเดินเครื่อง -เครื่องหมุนความเร็วไม่ถึงความเร็ว-จุดระเบิด(Firing Speed)	1.ตรวจสอบกำลังดันลมต่ำเกินไปหรือไม่
		2. ตรวจสอบตั้งจานจ่ายลมเริ่มเดิน
		3.ตรวจสอบปิดลิ้นไล่อากาศ
	= ระบบไฟฟ้าเริ่มเดินเครื่อง **- แบตเตอรี่มีกำลังไฟไม่เพียงพอ**	1.ตรวจสอบกำลังไฟของแบตเตอรี่

8.2.8. เครื่องยนต์จุดระเบิดไม่สม่ำเสมอ(Engine Fire Erratically)

	สาเหตุของการผิดปกติ	**การตรวจสอบ/ทดสอบ**
1.	เครื่องยนต์ได้รับน้ำมันเชื้อเพลิงไม่-เพียงพอ เช่นเดียวกับสาเหตุของการ-ผิดปกติ ข้อ 2 ของข้อ 8.2.7	1.เช่นเดียวกับ การตรวจสอบ/ทดสอบ ข้อ 3 และ 6 ของ สาเหตุของการผิดปกติ ข้อ 2 ของข้อ 8.2.7
2.	อุปกรณ์ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงผิดปกติ	1.ทดสอบการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและสูบ-ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง
		2.ตรวจสอบจังหวะเริ่มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

8.2.9. เครื่องเร่งความเร็วไม่ถึงความเร็วสูงสุด(Engine Does Not Reach Full-load Speed)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	เครื่องยนต์ได้รับน้ำมันเชื้อเพลิงไม่-เพียงพอ เช่นเดียวกับ สาเหตุของการผิดปกติ ข้อ 2 ของข้อ 8.2.7	1.เช่นเดียวกับ การตรวจสอบ/ทดสอบ ข้อ 3 และ 6 ของ สาเหตุของการผิดปกติ ข้อ 2 ของข้อ 8.2.7
2	อากาศดีเข้าเครื่องไม่เพียงพอ	1.ตรวจสอบความสกปรกและการชำรุดของเทอร์โบ-ชาร์จ
		2.ตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทาง
		3.ตรวจสอบการอุดตันของหม้อกรองอากาศดี
3.	อากาศดีเข้าเครื่องอุณหภูมิสูง	1.ตรวจสอบคราบสกปรกของหม้อระบายความร้อน-อากาศดี
		2. ตรวจสอบกำลังดันน้ำทะเล
		3. ตรวจสอบเปิดลิ้นน้ำทะเล
		4.ตรวจสอบคราบสกปรกและการอุดตันของหม้อกรอง-น้ำทะเล
4.	อุปกรณ์ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงผิดปกติ	1.ทดสอบการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง
		2. ตรวจสอบจังหวะเริ่มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง
5	การควบคุมเครื่องผิดปกติ	1.ทดสอบ/ตรวจสอบการทำงานของเครื่องควบคุม-ความเร็ว
6.	กำลังอัดภายในสูบไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบกำลังภายในสูบ
		2. ตรวจสอบระยะห่างลิ้นอากาศดี- แก๊สเสีย
		3.ตรวจสอบลิ้นอากาศดี-แก๊สเสีย,แผ่นกันรั่ว(Gasket) ฝาสูบและแหวนอัดกันรั่วลูกสูบ
7.	การส่งกำลังงานออกของเครื่อง (Power Take Off) ผิดปกติ	1.เครื่องรับภาระมากเกิน(Overload)
		2.หน้าแปลนต่อ(Coupling) ชำรุด
		3.หมู่เฟืองทด(Gear Box) ผิดปกติ
		4.เรือนแบริ่ง(Bearing Housing) ชำรุด
		5.เพลาต่อกากะบาท(Universal Shaft)

8.2.10. ความเร็วเครื่องไม่คงที่(Engine Speed Not Steady)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	การควบคุมเครื่องผิดปกติ	1.ตรวจสอบ/ทดสอบการทำงานของเครื่องควบคุมความเร็ว(Governor)
		2.ตรวจสอบหน่วยตั้งค่าความเร็วเครื่อง(Speed Setting Unit)
		3.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิกส์
		4.ตรวจสอบส่วนเชื่อมต่อเครื่องควบคุมความเร็ว (Governor Linkage)

8.2.11.เกิดสัญญาณเตือนอุณหภูมิแก๊สเสียรวมสูงเกิน(Alarm,High Exhaust Bulk Temperature)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	อุปกรณ์ตรวจวัดผิดปกติ	1.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิกส์
		2.ตรวจสอบตัวตรวจจับอุณหภูมิแก๊สเสีย (Thermocouple)
		3.ตรวจสอบมาตรวัดแสดงค่า(Gauge)
2.	อากาศดีเข้าเครื่องไม่เพียงพอ	1.เปลี่ยนทำความสะอาดหม้อกรองอากาศดี
		2.ตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทางอากาศดี
		3.ตรวจสอบความสกปรกและการชำรุดของเทอร์โบ-ชาร์จ
3.	อากาศดีเข้าเครื่องอุณหภูมิสูง เช่นเดียวกับ สาเหตุของการผิดปกติ ข้อ 3 ของข้อ 8.2.9	1.เช่นเดียวกับ การตรวจสอบ/ทดสอบ ข้อ 1-4 ของสาเหตุของการผิดปกติ ข้อ 3 ของข้อ 8.2.9
4.	ท่อทางแก๊สเสียออกจากเทอร์โบชาร์จผิดปกติ	1.ตรวจสอบกำลังดันต้านกลับ(Back Pressure)
5.	อุปกรณ์ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงผิดปกติ เช่นเดียวกับ สาเหตุของการผิดปกติ ข้อ 4 ของข้อ 8.2.9	1.เช่นเดียวกับ การตรวจสอบ/ทดสอบ ข้อ 1-2 ของสาเหตุของการผิดปกติ ข้อ 4 ข้อ 8.2.9

8.2.12.เกิดสัญญาณเตือนอุณหภูมิน้ำจืดสูงเกิน(Alarm,High Engine Coolant Temperature)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	อุปกรณ์ตรวจวัดค่าผิดปกติ	1.ตรวจสอบการทำงานของตัวตรวจจับอุณหภูมิ (Sensors & Transmitters)
		2.ตรวจสอบการทำงานของมาตรวัดแสดงค่า (Gauges)
		3.ตรวจสอบการทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์
2.	ระบบน้ำจืดผิดปกติ	1.ตรวจสอบระบบน้ำจืดในถังพักน้ำจืดต่ำหรือไม่
		2.ตรวจสอบการทำงานเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด (Thermostat)
		3.ตรวจสอบกำลังดันสูบน้ำจืด
		4.ตรวจคราบสกปรกภายในระบบ
		5.ตรวจสอบการอุดตันของท่อระบายอากาศ(Vent Line)
		6.ตรวจสอบการรั่วไหลของหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ
3.	ระบบน้ำทะเลผิดปกติ	1.ตรวจเปิดลิ้นน้ำทะเล
		2.ตรวจความสกปรกหม้อกรองน้ำทะเล(Filter)
		3.ตรวจสอบความสกปรกหม้อระบายความร้อนน้ำจืด
4.	มีแก๊สจากการเผาไหม้เข้าสู่ระบบน้ำ-จืด	1.ตรวจสอบการรั่วไหลของฝาสูบและปลอกสูบ

8.2.13.น้ำจืดระบายความร้อนอุณหภูมิต่ำเกิน(Low Engine Coolant Temperature)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด (Thermostat)	1.ตรวจสอบการทำงานของเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำ-จืด

8.2.14.กำลังดันน้ำมันหล่อสูงขึ้น(Engine Oil Pressure Rises)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	อุปกรณ์วัดค่าผิดปกติ	1.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิกส์
		2.ตรวจสอบมาตรวัดแสดงค่ากำลังดัน(Gauge)
		3.ทดสอบการทำงานของตัวตรวจจับกำลังดัน (Sensors & Transmitters)
2.	มีน้ำปนในน้ำมันหล่อ	1.ตรวจสอบการรั่วไหลของหม้อระบายความร้อนน้ำ-มันหล่อ
		2.ตรวจสอบการรั่วไหลของฝาสูบ
		3.ตรวจสอบการรั่วไหลของปลอกสูบ
		4.ตรวจสอบการรั่วไหลของเรือนสูบ
3.	ลิ้นผ่อนกำลังดันน้ำมันหล่อ (Pressure Relief Valve)	1.ตรวจสอบค่ากำลังดันเปิดของลิ้นผ่อนกำลังดันน้ำ-มันหล่อ

8.2.15.เกิดสัญญาณเตือนกำลังดันน้ำมันหล่อต่ำเกิน(Alarm,Low Engine Oil Pressure)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	ระดับน้ำมันหล่อต่ำเกิน	1.ตรวจสอบระบบน้ำมันหล่อ
2.	อุปกรณ์วัดค่าผิดปกติ เช่นเดียวกับสาเหตุของการผิดปกติ ข้อ 8.2.14	1.เช่นเดียวกับ การตรวจสอบ/ทดสอบ ข้อ 1-3 ของสาเหตุของการผิดปกติ ข้อ 8.2.14
3.	น้ำมันหล่อรั่วไหลภายนอกเครื่อง	1.ตรวจการรั่วไหลของท่อทางและส่วนของระบบภาย-นอกเครื่อง
4.	น้ำมันหล่อรั่วไหลภายในเครื่อง	---
5.	มีน้ำมันเชื้อเพลิงปนในน้ำมันหล่อ	1.ตรวจสอบการรั่วไหลของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง
		2.ตรวจสอบการรั่วไหลของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง
6.	ลิ้นผ่อนกำลังดันน้ำมันหล่อผิดปกติ	1.ตรวจสอบค่ากำลังดันเปิดของลิ้นผ่อนกำลังดันน้ำ-มันหล่อ

7.	หม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อผิดปกติ	1.ตรวจเปลี่ยนไส้หม้อกรอง
8.	กำลังดันตก(Pressure Loss) ในส่วนขับหมุนเครื่อง(Running Gear)	1.ตรวจสอบการส่งน้ำมันหล่อที่จุดหล่อลื่นของส่วนขับหมุนเครื่อง
9.	สูบน้ำมันหล่อ(Oil Pump)	1.ตรวจสอบสูบน้ำมันหล่อและส่วนขับหมุน(Pump Drive)

8.2.16.เกิดสัญญาณเตือนอุณหภูมิน้ำมันหล่อสูงเกิน(Alarm,High Engine Oil Temperature)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	อุปกรณ์วัดค่าผิดปกติ	1.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิกส์
		2.ตรวจสอบมาตรวัดแสดงค่า(Gauges)
		3.ตรวจสอบตัวตรวจจับอุณหภูมิ(Sensors & Transmitters)
2.	หม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อผิดปกติ	1.ตรวจดูความสกปรกหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ
		2.ตรวจสอบความร้อนหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ

8.2.17.ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน ปิดเลิกเครื่องฉุกเฉินเนื่องจากเกิดสัญญาณเตือนความเร็วเครื่องสูงเกิน(Overspeed Alarm)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	การป้องกันความเร็วเครื่องสูงเกินกำหนด ผิดปกติ	1.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิกส์
		2.ตรวจสอบตัวตรวจจับความเร็ว(Sensor & Transmitter)
2.	การควบคุมเครื่องผิดปกติ	1.ตรวจสอบการทำงานของเครื่องควบคุมความเร็ว (Governor)
		2.ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ตั้งค่าความเร็วเครื่อง(Speed Setting Device)

3.	การส่งกำลังออกผิดปกติ	1.ตรวจสอบการชำรุดของหน้าแปลนต่อส่งกำลังงาน-ออก(Coupling)
		2.ตรวจสอบหมู่เฟืองทด(Gear Box)
		3.เพลาต่อกากะบาท(Universal Shaft) ชำรุด

8.2.18.ระดับน้ำจืดสูงขึ้น(Engine Coolant Level Rises)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	มีระบบน้ำมันหล่อเข้าสู่ระบบน้ำจืด	1.ตรวจสอบการรั่วไหลของหม้อระบายความร้อนน้ำ-มันหล่อ

8.2.19.เทอร์โบชาร์จมีเสียงเดินผิดปกติ(Abnormal Turbocharger Running Noise)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	เทอร์โบชาร์จผิดปกติ	1.ตรวจสอบระดับน้ำจืดในถังพักน้ำจืด
		2.ตรวจสอบการชำรุดของแบริ่งเทอร์โบชาร์จ
		3.ตรวจสอบระยะห่างของส่วนหมุน(Rotor Assembly Clearance)

8.2.20 เกิดสัญญาณเตือนกำลังดันน้ำจืดต่ำเกิน(Alarm,Low Engine Coolant Pressure)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	ระดับน้ำจืดต่ำเกิน	1.ตรวจสอบระดับน้ำจืดในถังพักน้ำจืด
2.	อุปกรณ์วัดค่าผิดปกติ	1.ตรวจสอบมาตรวัดแสดงค่า(Gauges)
		2.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิกส์
		3.ตรวจสอบตัวตรวจจับอุณหภูมิ(Sensors & Transmitters)
3.	ระบบน้ำจืดรั่วไหลภายนอกเครื่อง	1.ตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทางและอุปกรณ์ของ-ระบบภายนอกเครื่อง
4.	ระบบน้ำจืดรั่วไหลภายในเครื่อง	---
5.	สูบน้ำจืดผิดปกติ	1.ตรวจสอบสูบน้ำจืดและส่วนขับหมุนสูบ(Pump Drive)

8.2.21.เกิดสัญญาณเตือนกำลังดันน้ำทะเลต่ำเกิน(Alarm,Low Raw Water Pressure)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	น้ำทะเลเข้าระบบไม่เพียงพอ	1.ตรวจสอบเปิดลิ้นท่อทางน้ำทะเล
		2.ตรวจสอบสูบน้ำทะเล
		3.ตรวจสอบคราบสกปรกหม้อระบายความร้อนน้ำจืด
2.	ระบบน้ำทะเลรั่วไหล	1.ตรวจสอบท่อทางและอุปกรณ์ของระบบภายนอก-เครื่อง
3.	อุปกรณ์วัดค่าผิดปกติ	1.ตรวจสอบมาตรวัดแสดงค่า(Gauges)
		2.ตรวจสอบตัวตรวจจับกำลังดัน(Sensor & Transmitters)
		3.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิกส์
4.	สูบน้ำทะเลผิดปกติ	1.ตรวจสอบสูบน้ำทะเลและส่วนขับหมุนสูบ(Pump Drive)

8.2.22.กำลังดันน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำเกิน(Low Fuel Pressure)

	สาเหตุของการผิดปกติ	การตรวจสอบ/ทดสอบ
1.	ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหลหรือมีคราบสกปรก	1.ตรวจทำความสะอาดหม้อกรองหยาบ(Prefilter)
		2.ตรวจเปลี่ยนไส้กรองหม้อกรองละเอียด(Duplex Filter)
		3.ตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทาง
		4.ตรวจสอบการทำงานของลิ้นผ่อนกำลังดัน (Pressure Relief Valve)
2..	อุปกรณ์วัดค่าผิดปกติ	1.ตรวจสอบระบบอิเล็กทรอนิกส์ 2.ตรวจสอบตัวตรวจจับกำลังดัน(Sensor & Transmitter)
3.	สูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง(Delivery Pump) ผิดปกติ	1.ตรวจสอบสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงและส่วนขับหมุน (Pump Drive)

บทที่ 9
การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องยนต์
(Maintenance of The Engine)

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องยนต์ mtu ทุกเครื่อง โดยปกติจะมีแผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง(Maintenance Plan) และ ตารางเวลาการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง(Maintenance Frequency Chart)กำหนดงานและระยะเวลาที่จะต้องปฏิบัติงานซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง ซึ่งกำหนดโดยผู้ผลิตเครื่องควบคู่มากับเครื่องยนต์เสมอ

🕮 ตารางเวลาการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง(Maintenance Frequency Chart)

เป็นตารางกำหนดระยะเวลาที่จะต้องปฏิบัติงานซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง(ต้องทำเมื่อไร **?**) ซึ่งจะกำหนดระยะเวลาจากชั่วโมงใช้งาน(Operating Hour) หรือ ระยะเวลาใช้การเครื่อง(Limit) โดยแบ่งขั้นการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง(Maintenance Stage) ออกเป็น ๖ ขั้น คือ W1,W2,W3,W4,W5 และ W6 แยกตามกลุ่มการใช้งานของเครื่อง(Application Group) ตามตารางต่อไปนี้

Maintenance Frequency Chart

Application Group.➔			**1A**	1D	**1DS**	**3A**	**3C**
Maintenance Stage.	W1	Every Operating Day.	+	+	+	+	+
		Operating Hour.	250	250	150	250	250
		Limit(Month)	6	6	6	6	6
		Operating Hour.	1,000	500	300	1,000	1,000
		Limit(Year)	1	1	1	1	1
	W4	Operating Hour.	2,000	1,500	1,500	2,000	1,500
		Limit(Year)	2	2	2	2	2
	W5	Operating Hour.	6,000	3,000	3,000	6,000	3,000
		Limit(Year)	6	6	6	6	6
	W6	Operating Hour.	24,000	9,000	6,000	24,000	9,000
		Limit(Year)	12	12	12	12	12

🕮 แผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง(Maintenance Plan)

เป็นตารางกำหนดงานต่างๆที่จะต้องปฏิบัติในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องในแต่ละขั้น(ต้องทำอะไร **?**) ซึ่งงานซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง ของแต่ละเครื่องนั้นจะแตกต่างกันออกไป ให้ดูรายละเอียด ในคู่มือประจำเครื่องเท่านั้น

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องขั้น W1 เป็นการตรวจสอบประจำวันที่ใช้เครื่อง(Operational Check)

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องขั้น W2 , W3 และ W4 เป็นการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องในระหว่างที่ไม่ได้ใช้เครื่องปกติ โดยไม่ต้องมีการถอดประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่อง

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องขั้น W5 เป็นการซ่อมทำใหญ่ขั้นกลาง(Intermediate Overhaul) ซึ่งจะต้องมีการถอดประกอบบางชิ้นส่วน

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องขั้น W6 เป็นการซ่อมทำใหญ่หลัก(Major Overhaul) จะต้องถอดประกอบทุกชิ้นส่วนของเครื่อง(ยกเครื่องขึ้นไปถอดทำ บนโรงงานซ่อมทำ)

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องครั้งแรก(One-Time,Additional Service) เป็นการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องใหม่ หรือ เครื่องที่มีการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องขั้น W5 หรือ W6 หลังจากใช้งานครบ 5O ชั่วโมงแรก

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องเมื่อเลิกเครื่องเป็นระยะเวลานาน ต้องฉีดพ่นน้ำมันหล่อเครื่องยนต์(Engine Oil) เข้าที่ช่องทางดูดอากาศดี พร้อมทั้งหมุนเครื่องด้วยระบบเริ่มเดินเครื่องและใช้คันเลิกเครื่อง(Shutdown Lever) ด้วย โดยต่อไปต้องหมุนเครื่องด้วยมือเดือนละครั้ง ถ้าต้องเลิกเครื่องเป็นระยะเวลานานกว่า 3 เดือน ให้ปฏิบัติงานการเก็บรักษาเครื่อง(Preservation) (รายละเอียด ดูในคู่มือประจำเครื่อง)

การปฏิบัติงานซ่อมบำรุงรักษาเครื่องในแต่ละขั้น จะต้องปฏิบัติเมื่อครบชั่วโมงใช้งานของเครื่อง (Operating Hour)หรือครบระยะเวลาใช้การของเครื่อง(Limit)(อย่างหนึ่งอย่างใดครบกำหนด จะต้องการปฏิบัติงานทันที)

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่าง *แผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง(Maintenance Plan) ของเครื่อง 12 V 396 TB 83 DB 51 L ซึ่งประกอบด้วย แผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องครั้งแรก(One-Time Additional Service) และ แผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องขั้น W1-W5*

One-Time Additional Services.

Code No.		Task Description.
60.101	Valve gear.	Check valve clearances, adjust as necessary
10.111	Air system.	Check tightness of fastening bolts and nuts.
10.531	Exhaust system.	Check tightness of fastening bolts and nuts.
12.311	Fuel prefilter:	Clean.
12.321	Fuel duplex filter.	Drain, replace paper elements.
13.112	Engine coolant pump.	Check Relief bore for obstruction.
13.123	Raw water pump.	Check Relief bore for obstruction.
16.002	Engine oil.	Take sample and analyze(MTU Test Kit).
19.011	Engine mounting.	Check tightness of fastening bolts and nuts.

Maintenance Echelon W1 : Operational Check.

Code No		Task Description.
10.051	Engine operation.	Check exhaust gas color.
10.051	Exhaust system.	Drain condensate(if drain cock is provide)
10.181	Air system.	Check condensate drain line for water leak discharge and obstruction.
12.001	Fuel	Check supply.
14.011	Engine coolant.	Check level.
16.002	Engine oil.	Check level.
84.002	Engine operation.	Check running noises.
84.002	Engine operation.	Check engine and external pipework for leaks.
84.002	Engine operation.	Check engine revalutions,temperature and pressure,if gauges installed.
86.051	Compressed air.	Check supply.
86.051	Compressed air.	Drain condensate from system.
88.811	Bearing housing	Check oil level.

Maintenance Echelon W2-W4.

		Maintenance Echelon W→	2	3	4
Code No		Task Description.			
10.111	Air system.	**Check pipework for leaks and damage.**	x	X	x
10.151	Air system.	**Check function of emergency air shut-off flaps.**	x	X	x

14.012	Engine coolant.	**Take sample and analyze(MTU Test Kit)**	x	X	x
16.001	Engine oil	**Change-every 2nd maintenance echelon.**	x	X	x
16.002	Engine oil	**Take sample and analyze(MTU Test Kit)**	x	X	x
16.111	Engine oil filter.	**Drain oil Sludge and examine for metallic residues.**	x	X	x
16.111	Engine oil filter.	**Replace paper elements and sealing rings**	x	X	x
88.911	V-belts.	**Check condition and tension.**	x	X	x
06.101	Valve gear.	Check and adjust valve clearances.		X	
06.161	Valve gear.	Check cylinder head cover gasket, replace if necessary.		x	x
10.051	Exhaust system	Check system, check drain for obstruction.		x	x
10.121	Air filter.	Clean.		x	x
10.531	Exhaust system.	Check security & insulation of exhaust pipework & turbocharger.		x	x
12.311	Fuel prefilter.	Clean.		x	x
12.321	Fuel duplex filter.	Drain and replace paper elements.		x	x
13.112	Engine coolant pump.	Check relief bore for obstructions.		x	x
13.123	Raw water pump.	Check relief bore for obstructions.		x	x
14.031	Raw water.	Check supply.		x	x
14.511	Raw water.	Clean filter.		x	x
16.009	Lubrication points.	Lubricate.		x	x
84.311	Engine coolant.	Check function of level monitor.		x	x
86.621	Compressed air.	Clean filter or replace element.		x	x
88.111	Torsionally resilient coupling.	Check condition(visual inspection)		x	x
88.811	Bearing housing	Chang oil-every 3rd maintenance echelon.		x	x
88.911	V-belts.	Adjust tension.		x	x
05.109	Cylinders.	Check compression pressures.			X
06.101	Valve gear.	Check component condition(visual check)			x
07.106	Governor.	Check bolted connections , stops and wiring for security and damage.			x
10.011	Air system.	Check charge air pressure.			X
10.181	Air system.	Clean condensate drain line.			X
11.311	Fuel injectors.	Remove and test, replace sealing ring.			X
14.013	Engine coolant.	Change coolant, flush cooling system.			X
14.019	Engine coolant.	Clean strainers in coolant outlets after exhaust manifolds.			x
19.011	Engine mounting.	Check tightness of fastening bolts.			x
84.011	Monitoring system.	Check function(trip values) of monitoring instruments.			x
87.002	Engine controls.	Check function.			x

Maintenance Echelon W5.

Code No		Task Description.
02.01	Gear train.	Check in installed condition(visual inspection)
03.02	Running gear.	Check appearance of cylinder liners.
03.03	Running gear.	Check condition and clean piston crows.

05.03	Cylinder heads.	Remove cylinder head, recondition valve seat inserts, reface valves.
05.04	Cylinder heads.	Replace cylinder head gaskets and water & oil seals.
05.10	Cylinder heads.	Replace O-ring on protective sleeves.
06.03	Valve gear.	Remove and inspect rocker arms.
06.04	Valve gear.	Check valve tappets for wear.
09.06	Exhaust turbocharger.	Remove, disassemble, clean, check bearing clearance ,renew bearing if necessary.
10.08	Air manifolds.	Remove, clean, replace gaskets.
10.10	Exhaust manifolds.	Remove, clean, replace gaskets.
10.12	Intercooler.	Remove, clean, leak-test.
10.28	Exhaust system.	Check condition of insulation.
10.33	Exhaust system.	Carry out water pressure test.
10.52	Exhaust manifolds.	Replace protective plates.
11.03	Fuel injection pump.	Remove and check(calibration,for leaks)
11.09	Injection timer.	Check function.
11.13	Fuel injection pump.	Check drive coupling, replace coupling sleeve sealing rings.
11.15	Fuel injection pump.	Check timing.
11.20	Cylinder cutout.	Check function.
12.28	Fuel.	Clean tank, inspect fuel pipes and seals.
13.06	Engine coolant pump.	Remove, disassamble inspect components and renew gaskets.
13.07	Raw water pump.	Remove, disassamble inspect components and renew gaskets.
14.05	Engine coolant cooler.	Remove, clean, leak-test.
14.18	Engine coolant	Clean auxiliary tank, inspect pipes and seals.
14.25	Coolant thermostat.	Renew thermal element.
16.09	Engine oil heat exchanger.	Remove, clean, leak-test.
16.18	Engine oil filters.	Remove, clean, replace gaskets.
16.23	Engine oil.	Clean supplementary tank, check seals and pipes.
16.29	Engine oil heat exchanger.	Check relief and bypass valves.
18.03	Starting valves.	Check for leaks.
18.05	Starting air system.	Check starting valves.
18.07	Starting air pipework.	Remove and clean.
18.08	Starting air distributor.	Remove, check, readjust.
18.09	Starting air system.	Check air bottles and/or tank for leaks.
19.03	Engine mounting.	Check engine alignment.
87.02	Engine control.	Check, readjust as necessary.

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องที่ควรทราบ.

ต่อไปนี้เป็นรายละเอียดขั้นตอนหรือวิธีปฏิบัติ(Task Description)งานซ่อมบำรุงรักษาเครื่องต่างๆ สำหรับเครื่อง mtu v 396 TC/TB/TE ที่ควรทราบ

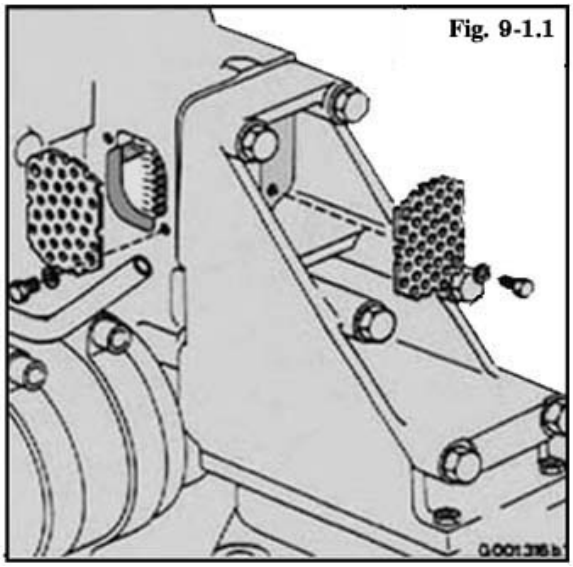
1.การติดตั้งเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ(Engine Barring Installation) (รูป 9-1.1 / 9-1.2)

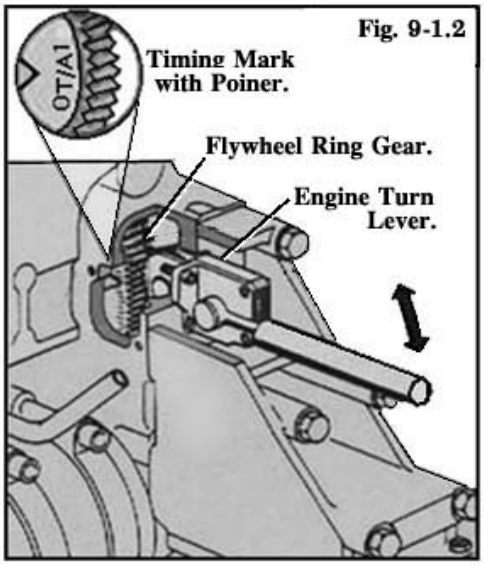
ป้องกันการเริ่มเดินเครื่อง (รายละเอียด ข้อ 91)

ถอดฝาปิด เรือนล้อช่วยแรง(Flywheel Housing)

ประกอบเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ(Barring Tool) เข้ากับช่องประกอบด้านข้าง โดยให้เฟืองของเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ เข้าขบกับเฟืองหมุนเครื่อง(Flywheel Ring Gear)

กวดนัตยึดเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ เข้ากับเรือนล้อช่วยแรงให้แน่น





2.การหมุนเครื่องด้วยมือ(Manual Cranking) (รูป 9-1.2)

โยกเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ 2-3 รอบตามทิศทางหมุนของเครื่อง ถ้ารู้สึกว่ามีความฝืดสูง จะต้องตรวจสอบแก้ไข ก่อนเริ่มเดินเครื่อง

3.การถอดเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ(Removing Engine Barring Tool) (รูป 9-1.1 / 9-1.2)

คลายนัตยึดและถอดเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ

ประกอบฝาปิดและเรือนล้อช่วยแรง เข้าที่เดิม

การให้(เลิกการป้องกัน)การเริ่มเดินเครื่อง (รายละเอียด ข้อ 92)

4.การไล่อากาศในห้องเผาไหม้(Blowing Out Cylinder)

สำหรับเครื่องที่ใช้ระบบเริ่มเดินแบบจานจ่ายลมเข้ากระบอกสูบ(Air-In-Cylinder Starting System)

เปิดลิ้นไล่อากาศ(Decompression Valve) (รายละเอียดข้อ 103)

ยึดคันเลิกเครื่อง(Shutdown Lever)ของเครื่องควบคุมความเร็ว ไว้ที่ตำแหน่ง 0(Zero)

หมุนลูกบิดของลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง(Solenoid 3-Way Valve) ไปตำแหน่ง Manual เป็นการเปิดกำลังดันลมเริ่มเดินเข้าหมุนเครื่อง ให้เครื่องยนต์หมุนไปหลายๆรอบ

หมุนลูกบิดของลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง ไปไว้ตำแหน่ง Auto เป็นการปิดกำลังดันลมเริ่มเดิน

ปล่อยคันเลิกเครื่องของเครื่องควบคุมความเร็วให้เป็นอิสระ

ปิดลิ้นไล่อากาศ (รายละเอียดข้อ 103)

5.การทดสอบกำลังอัดภายในสูบ(Testing Compression Pressure) (รูป 9-2.1 / 9-2.2)

ยึดคันเลิกเครื่องของเครื่องควบคุมความเร็ว ไว้ที่ตำแหน่ง Stop

ถอดหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injector)ออกจากฝาสูบที่จะทดสอบ (รายละเอียดข้อ 33)

ถ้ามีลิ้นลมเริ่มเดิน(Starting Air Valve)ประกอบอยู่ที่ฝาสูบที่จะทดสอบด้วย จะต้องถอดท่อทางกำลังดันลมเข้าลิ้นออกและอุดท่อทางให้เรียบร้อย

หมุนเครื่องด้วยระบบเริ่มเดิน เพื่อไล่เขม่าภายในห้องเผาไหม้ออก (รายละเอียดข้อ 90)

ประกอบท่อต่อ(Connector)พร้อมวงกันรั่ว(Sealing Ring) เข้าที่ช่องประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและต่อเครื่องมือบันทึกกำลังอัด(Compression Pressure Recorder)

หมุนเครื่องด้วยระบบเริ่มเดิน จนกระทั่งค่าที่บันทึกได้ค่าสูงสุด

ระบายกำลังอัดภายในสูบออก โดยใช้ลิ้นระบายอากาศ(Vent Valve)

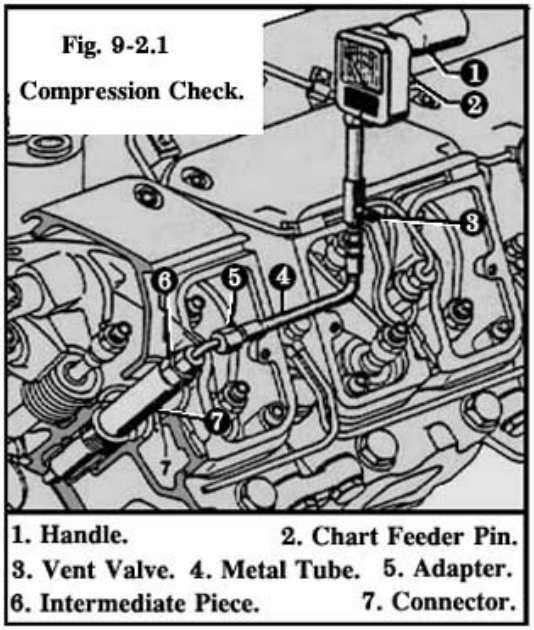
เลื่อนแผ่นบันทึกกำลังอัด(Chart)ขึ้น โดยยกสลักปีกผีเสื้อ(Feeder Pin)ขึ้น

ถอดท่อต่อและเครื่องมือบันทึกกำลังอัด

ประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เข้าที่เดิม (รายละเอียดข้อ 34)

ประกอบท่อกำลังดันลมเริ่มเดิน เข้าที่เดิม

ดำเนินการทดสอบหากำลังอัดภายในสูบ ของสูบอื่นต่อไปตามลำดับขั้นตอนที่กล่าวมาแล้ว จนครบทุกสูบ



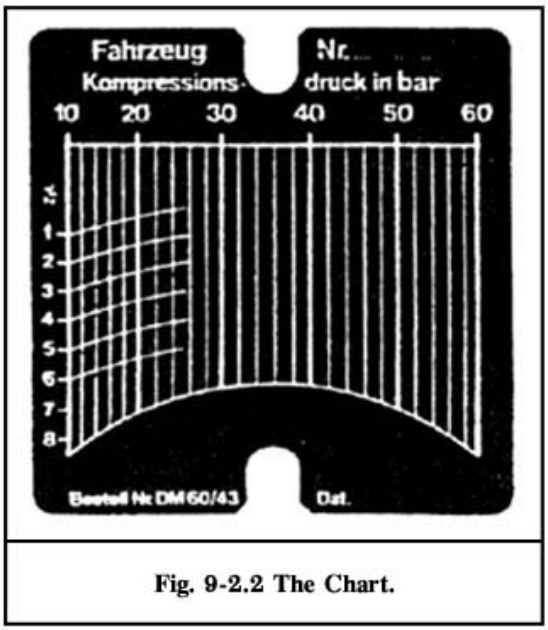


Fig. 9-2.2 The Chart.

คำนวณหากำลังอัดเฉลี่ยของทุกสูบ

เปรียบดูค่ากำลังอัดเฉลี่ยกับค่ากำลังอัดของแต่ละสูบ จะต้องต่างกันไม่เกิน 3 บาร์

ปล่อยคันเลิกเครื่องให้เป็นอิสระ

6.การตรวจสอบและปรับแต่งระยะห่างลิ้น(Checking And Adjusting Valve Clearance)

(รูป 9-3.1 ถึง 9-3.5)

การปฏิบัติจะต้องกระทำในขณะที่อุณหภูมิน้ำจืดระบายความร้อนสูงไม่เกิน 40 ℃ และ ***ลิ้นอากาศดี-แก๊สเสีย ต้องปิดสนิท*** ดังนี้

ติดตั้งเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ (รายละเอียดข้อ 1)

ถอดฝาครอบฝาสูบ(Cylinder Head Cover)

หมุนเครื่องด้วยมือ ตามทิศทางหมุนของเครื่อง ให้สูบ A1 อยู่ที่ศูนย์ตายบนจังหวะการจุดระเบิด(Firing TDC.) ซึ่งสังเกตได้โดย

> จากรูป 9-1.2 ดูเข็มชี้จังหวะจุดระเบิด(Timing Pointer) จะต้องชี้ตรงขีดเครื่องหมายจังหวะจุดระเบิด (Timing Mark) บนเฟืองหมุนเครื่อง(Flywheel Ring Gear) หรือ

>> จากรูป 9-3.1 ขีดเครื่องหมาย(Mark)ปลายเพลาลูกเบี้ยวด้าน KS. ตรงกับขีดเครื่องหมายที่เรือนสูบ (Housing) หรือ



Fig. 9-3.3

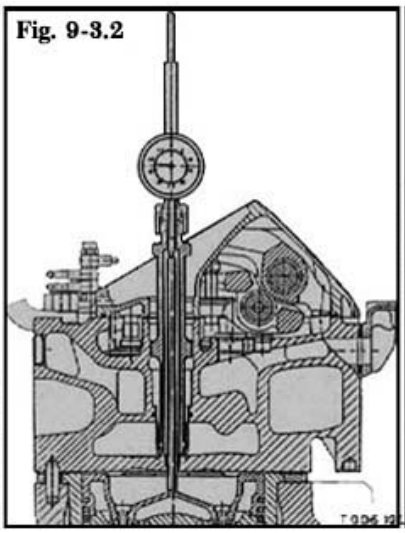


Fig. 9-3.2

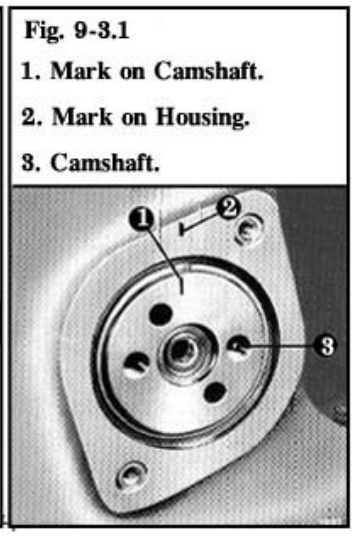


Fig. 9-3.1
1. Mark on Camshaft.
2. Mark on Housing.
3. Camshaft.

>>> จากรูป 9-3.2 ถอดหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงออก แล้วใช้ไดแอ็ลเกจ(Dial Gauge)วัดระยะเลื่อนลูกสูบ

🛠 ตรวจสอบจังหวะการจุดระเบิดดังกล่าวได้โดย ใช้มือขยับปลายกระเดื่องกดลิ้นอากาศดีและกระเดื่องกดลิ้นแก๊สเสีย จะต้องขยับขึ้น-ลงได้ หรือ เป็นอิสระทั้งคู่ คือ ไม่มีแรงกดลงบนลิ้นอากาศดีและลิ้นแก๊สเสีย นั่นคือ ลิ้นปิดสนิท (รูป 9-3.3) 🛠

ถอดฝาครอบ(Cover)ส่วนขับหมุนสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Injection Pump Drive)ออก (รูป 9-3.4)

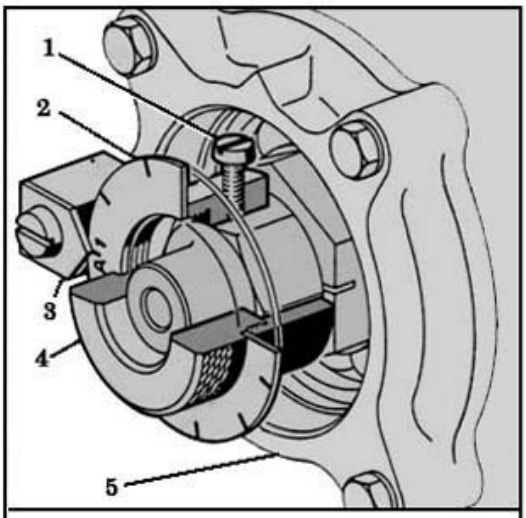


Fig. 9-3.4

1. Locking Screw. **2. Timing Disc.**
3. Timimg Pointer. **4. Clamp Screw.**
5. Bearing Flange.

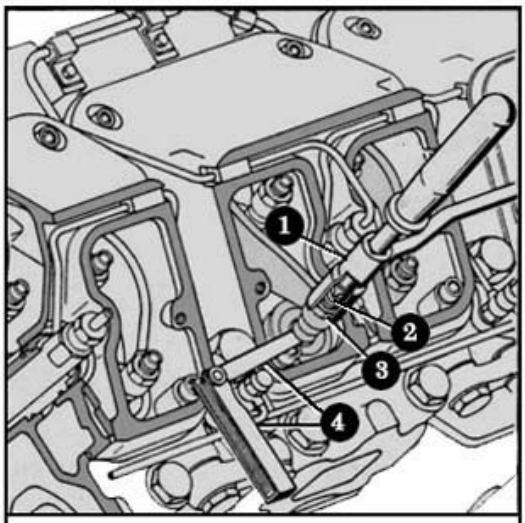


Fig. 9-3.5

1. Adjusting Wrench. **2. Adjusting Screw.**
3. Lock Nut. **4. Feeler Gauge.**

ติดตั้งจานตั้งจังหวะ(Timing Disc) เข้ากับส่วนขับหมุนสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและติดตั้งเข็มชี้(Timing Pointer)เข้ากับฝาครอบแบริ่ง(Bearing Flange) โดยให้เข็มชี้ ชี้ตรงขีด A1 ของจานตั้งจังหวะ(รูป 9-3.5)

ใช้ฟิลเลอร์เกจ(Feeler Gauge) ตรวจสอบระยะห่างของลิ้น(Valve Clearance)

*** ถ้าระยะห่างเกินกว่าเกณฑ์กำหนด ถึง 0.1 มม.ให้ปรับแต่งใหม่ *** ดังนี้

ใช้เครื่องมือพิเศษคลายนัตล็อค(Lock Nut) ออกพอประมาณ

กวดหรือคลายสลักเกลียวปรับแต่ง(Adjusting Screw) ให้ระยะลิ้นได้ตามเกณฑ์กำหนด

กวดนัตล็อคให้แน่น แล้วตรวจสอบระยะห่างลิ้นอีกครั้ง

หมุนเครื่องด้วยมือ ให้สูบต่อไปอยู่ที่ศูนย์ตายบนจังหวะจุดระเบิด โดยดูได้ที่เครื่องหมายบนจานตั้งจังหวะ แล้วตรวจสอบและปรับแต่งระยะห่างลิ้น เช่นเดียวกับสูบ A1ที่กล่าวมาแล้ว และตรวจสอบสูบอื่นๆ ต่อไปจนครบทุกสูบ

ประกอบฝาครอบฝาสูบ เข้าที่เดิม (รายละเอียดข้อ 10)

ถอดจานตั้งจังหวะและเข็มชี้

ประกอบฝาครอบส่วนขับหมุนสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เข้าที่เดิม

ถอดเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ (รายละเอียดข้อ 3)

7.การตรวจสอบชิ้นส่วน(Component Check) (รูป 9-3.3)

ถอดฝาครอบฝาสูบ(Cylinder Head Cover)ออก (รายละเอียดข้อ 8)

ใช้ไฟส่องตรวจดูส่วนต่างๆ

ประกอบฝาครอบฝาสูบ เข้าที่เดิม (รายละเอียดข้อ 10)

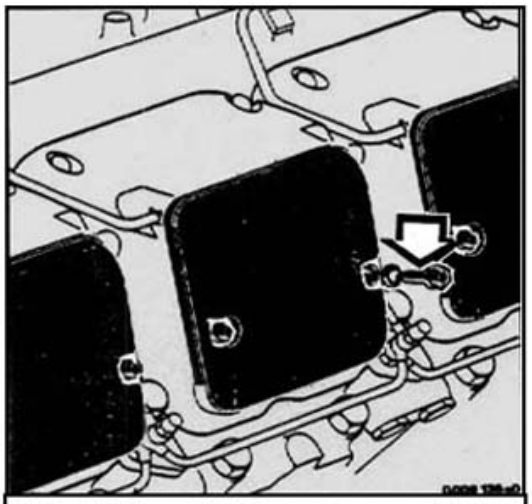
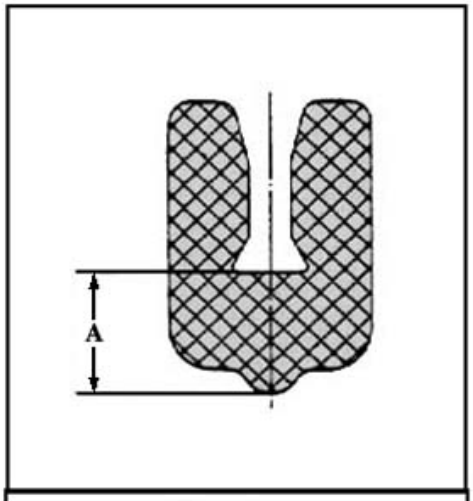


Fig. 9-4 Removing Cylinder Head Cover.



Fig, 9-5
Checking Cylinder Head Gasket.

8.การถอดฝาครอบฝาสูบ(Removing Cylinder Head Cover) (รูป 9-4)

ถอดสลักยึด(Screw)และฝาครอบฝาสูบ

9.การตรวจสอบแผ่นกันรั่วฝาสูบ(Checking Cylinder Head Gasket) (รูป 9-5)

ถอดแผ่นกันรั่วฝาสูบ

ตรวจสอบความหนาและสภาพของแผ่นกันรั่ว ถ้ามีความหนาน้อยกว่า 3.0 มม.หรือชำรุดเสียหายให้เปลี่ยนใหม่

10.การประกอบฝาครอบฝาสูบ(Installing Cylinder Head Cover) (รูป 9-4)

ประกอบฝาครอบฝาสูบ เข้าที่เดิม แล้วกวดสลักยึดให้แน่น

11.การตรวจสอบการทำงานของเครื่องควบคุมความเร็ว(Checking Governor Function)

จะกระทำเมื่อ

* ก่อนเริ่มเดินเครื่องครั้งแรก(Initial Start-up) *หรือ*

* ก่อนเริ่มเดินเครื่องหลังจากมีการซ่อมทำเครื่องยนต์หรือเครื่องควบคุมความเร็ว *หรือ*

* ก่อนเริ่มเดินเครื่องหลังจากเลิกเครื่องเป็นเวลานาน

การตรวจสอบที่ต้องกระทำ คือ ตรวจสอบตำแหน่งเริ่มเดิน/เลิกเครื่อง(Start/Stop Position Check) ซึ่งจะเป็นการตรวจสอบดูการส่งอาการของเครื่องควบคุมความเร็ว ให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Rack)ของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Pump)เลื่อนตัวไปอยู่ตำแหน่งเริ่มเดิน(Start) และการเลื่อนตัวของคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงไปที่ตำแหน่งเลิกเครื่อง(Stop)โดยอุปกรณ์เลิกเครื่อง(Shutdown Devices)

เนื่องจากเครื่องควบคุมความเร็วของเครื่องแต่ละเครื่องจะแตกต่างกัน วิธีปฏิบัติให้ดูในรายละเอียดของคู่มือประจำเครื่อง

12.การตรวจสอบระยะห่างส่วนหมุนและการหมุนของเทอร์โบชาร์จ(Rotor Group Clearance And Movement Check)

เครื่องแบบ TE

ถอดท่ออากาศดีเข้าเทอร์โบชาร์จ

ใช้มือหมุน ส่วนหมุน(Rotor)ในขณะเดียวกันกดเรือนพัดอากาศดี(Compressor Housing)เข้าด้วย

สังเกตดู พัดอากาศดี(Compressor Wheel) จะต้องไม่สัมผัสกับเรือนพัดอากาศดี

ใช้ไดแอ็ลเกจ(Dial Gauge) วัดระยะรุน(Axial Clearance)ของส่วนหมุน สูงสุด 0.14 มม.

ประกอบท่ออากาศดี เข้าที่เดิม

13.การตรวจสอบการตกต่ำของกำลังดันอากาศดี(Intake Air Depressure Check)

ต่อมาตรวัดกำลังดันแบบท่อยู(U-Type Pressure Gauge) เข้าที่เรือนอากาศดีเข้า(Intake Air Housing) ของเทอร์โบชาร์จ

เดินเครื่องที่ความเร็วภาระสูงสุด(Max Load)และอ่านค่าที่มาตรวัดกำลังดัน ค่าดังกล่าวให้ดูในบันทึกทดสอบเพื่อการตรวจรับเครื่อง(Acceptance Test Record)ของเครื่อง

ถอดมาตรวัดกำลังดันออก

14.การตรวจสอบกำลังดันอากาศดีเข้าเครื่อง(Charge Air Pressure Check) (รูป 9-6)

ต่อมาตรวัดกำลังดัน เข้าที่ท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด(Charge Air/Coolant Manifold)

เดินเครื่องและอ่านค่าที่มาตรวัดกำลังดัน ที่ความเร็วและภาระต่างๆ ซึ่งควรเป็นที่ความเร็วและภาระเดียวกับที่บันทึกไว้ในบันทึกทดสอบเพื่อการตรวจรับเครื่อง(Acceptance Test Record)ของเครื่อง ทุกค่า

เปรียบเทียบค่าที่อ่านได้ที่มาตรวัดกำลังดันกับค่าในบันทึกทดสอบเพื่อการตรวจรับเครื่อง ค่าที่อ่านได้จะต้องต่ำกว่าค่าในบันทึกทดสอบเพื่อการตรวจรับเครื่อง ไม่เกิน 0.15 บาร์(100 mm.Hg.)

15.การตรวจสอบกำลังดันแก๊สเสียต้านกลับ(Exhaust Back Pressure Check)

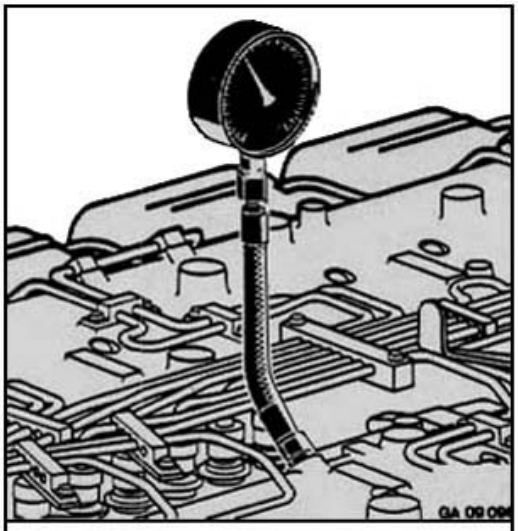


Fig. 9-6 Checking Charge Air Pressure.



Fig. 9-7 Checking Tightness of Air Pipe Work Fastening Bolts.

ต่อมาตรวัดกำลังดันแบบท่อยู เข้ากับท่อรวมแก๊สเสีย

เดินเครื่องที่ความเร็วภาระสูงสุด(Full Load) และอ่านค่าที่มาตรวัดกำลังดัน ค่าดังกล่าวให้ดูในบันทึกทดสอบเพื่อการตรวจรับเครื่อง ของเครื่อง

ถอดมาตรวัดกำลังดันออกจากเครื่อง

16.การตรวจสอบระบบแก๊สเสียและการอุดตันของการระบายน้ำตก(Exhaust System Check And Condensate Drian Obstruction Check)

ตรวจดูการรั่วไหล,การชำรุดเสียหายของท่อทางระบบแก๊สเสียทั้งหมดและการอุดตันของท่อระบายน้ำตก ด้วยสายตา

17.การตรวจสอบความแน่นหนาของระบบอากาศดี(Intake Air System Security) (รูป 9-7)

ในขณะที่เครื่องเย็น ใช้ประแจกวดตรวจดูการยึดแน่นของนัตและสลักยึดต่างๆ ถ้าหลุดหลวม กวดให้แน่น

18.การตรวจสอบการรั่วไหลและการชำรุดเสียหายของระบบอากาศดี(Intake Air System Leak And Damage Check)

ในขณะที่เครื่องเดินอยู่ ตรวจดูการรั่วไหลและการชำรุดเสียหาย ของท่อทางระบบอากาศดีทั้งหมด

19.การเปลี่ยนไส้หม้อกรองอากาศดี(Air Filter Element Replacement) (รูป 9-8)

ไส้หม้อกรองแบบแห้ง(Dry Type)

คลายปลอกรัด(Clamping Band)และถอดฐานหม้อกรอง(Filter Base)

ถอดสลักยึด(Retaining Bolt)และดึงไส้หม้อกรองออก

ประกอบไส้หม้อกรองใหม่เข้าที่

ประกอบส่วนต่างๆ เข้าที่เดิม

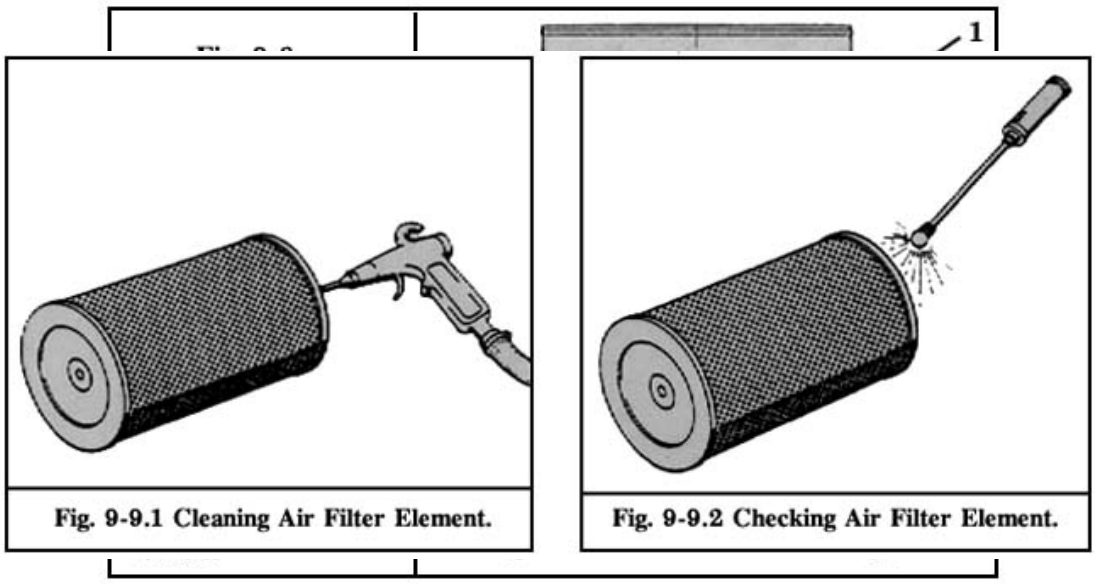


Fig. 9-9.1 Cleaning Air Filter Element.

Fig. 9-9.2 Checking Air Filter Element.

20.การทำความสะอาดไส้หม้อกรองอากาศดี(Cleaning Air Filter Element)

20.1 แบบแห้ง(Dry Type) (รูป 9-9.1 และ 9-9.2)

ถอดไส้หม้อกรอง ออกมาจากเรือนหม้อกรอง

ใช้ผ้าเปียก(Damp Cloth) เช็ดภายในเรือนหม้อกรอง(Bowl)ให้สะอาด และเทผงฝุ่นออกจากห้องรับผงฝุ่น (Dust Collector)

ให้สังเกตดู ความสะอาดของพื้นผิวที่ผนึกและกันรั่ว(Sealing)ต่างๆ เป็นพิเศษ

ไส้หม้อกรอง ให้ใช้ปืนลมเป่าจากภายใน ด้วยกำลังดันลมไม่เกิน 5 บาร์ ให้ผงฝุ่นต่างๆ ที่เกาะอยู่ให้หลุดออกให้หมด และถ้ามีความสกปรกมาก ให้เปลี่ยนไส้กรองใหม่(รายละเอียดข้อ 19)

ใช้ไฟส่อง ตรวจดูความสะอาดและการชำรุดเสียหาย ถ้ามีรอยชำรุดให้เปลี่ยนใหม่

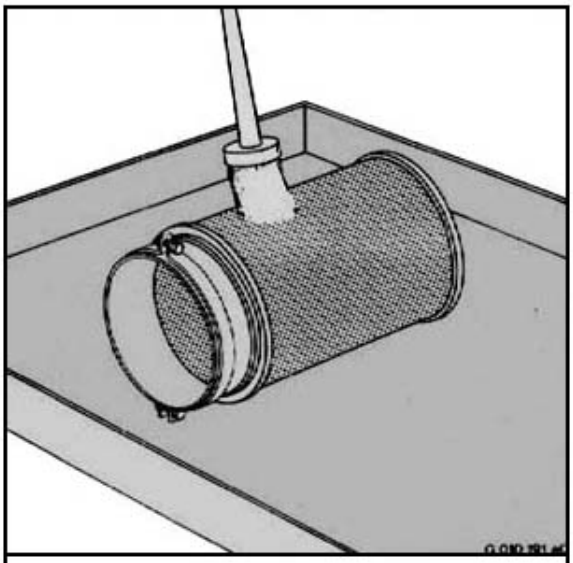


Fig. 9-10 Cleaning Air Filter.

20.2 แบบเปียก(Wet Type) (รูป 9-10)

ถอดหม้อกรอง ออกมาจากเครื่อง

ล้างหม้อกรอง ด้วยน้ำมันดีเซล

ปล่อยให้หม้อกรองแห้งหรือเป่าด้วยกำลังดันลมจากภายใน ให้หม้อกรองแห้ง

ใช้น้ำมันหล่อทาบางๆ ให้ทั่ว

ประกอบหม้อกรอง เข้าที่เดิม

Δ ข้อควรระวัง

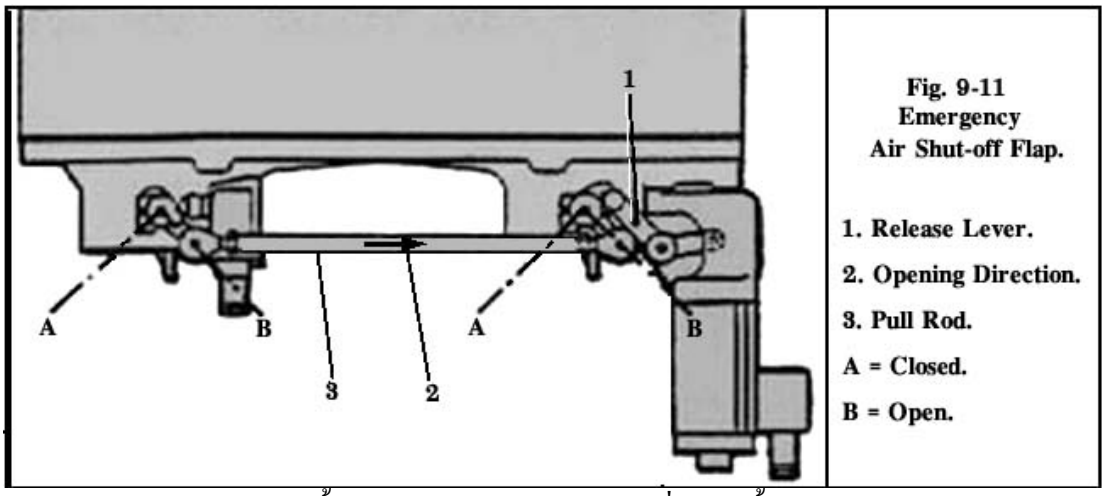


Fig. 9-11 Emergency Air Shut-off Flap.

1. Release Lever.
2. Opening Direction.
3. Pull Rod.
A = Closed.
B = Open.

Δ ถ้าหม้อกรองชุ่มน้ำมันหล่อ ให้หมุนหม้อกรองเพื่อสลัดน้ำมันหล่อออกให้หมด

21.การตรวจสอบตำแหน่งลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน(Emergency Air Shut-off Flaps,Position

Check) (รูป 9-11)

ตรวจดูตำแหน่งคันเปิด(Resetting Lever) ต้องอยู่ที่ตำแหน่ง B ซึ่งเป็นตำแหน่งลิ้นเปิด

22.การปิด/เปิดลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินด้วยมือ(Emergency Air Shut-off Flaps,Manual Closing/Opening)

ในขณะที่ไม่ได้เดินเครื่อง ปลดล็อค คันปลด(Release Lever) ลิ้นจะต้องปิดทันที นั่นคือ คันเปิด (Resetting Lever) จะต้องอยู่ที่ตำแหน่ง A

ดึงก้านดึง(Pull Rod) ให้คันเปิด อยู่ที่ตำแหน่ง B เป็นการเปิดลิ้น

23.การทดสอบลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินด้วยมือ(Emergency Air Shut-off Flaps,Manual Test) (รูป 9-11)

ปิด(Close)ลิ้น ด้วยมือ (รายละเอียดข้อ 22)

ตรวจสอบตำแหน่งลิ้น (รายละเอียดข้อ 21)

เปิด(Open)ลิ้น ด้วยมือ (รายละเอียดข้อ 22)

24.การทดสอบลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินด้วยไฟฟ้า(Emergency Air Shut-off Flaps,Electric Test) (รูป 9-11)

สำหรับ เครื่องที่ใช้ระบบอิเล็กทรอนิกควบคุมเครื่อง

วิธีการทดสอบ ให้ดูในคู่มือระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมเครื่อง

มีข้อสังเกตในการทดสอบ คือ เมื่อลิ้นปิด จะอยู่ที่ตำแหน่ง A ,เครื่องควบคุมความเร็วจะอยู่ที่ตำแหน่ง Stop และดวงไฟสัญญาณ(Indicating Lamp) จะต้องติดสว่างขึ้น

หลังจากทดสอบแล้ว ให้เปิดลิ้น ด้วยการดึงก้านดึง(Pull Rod)

25.การเปิดลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน(Emergency Air Shut-off Flaps,Opening) (รูป 9-11)

เปิดลิ้นด้วยมือ (รายละเอียด ข้อ 22)

ในกรณีที่มีการเลิกเครื่องฉุกเฉิน โดยลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน ต้องตรวจสอบแก้ไขข้อขัดข้อง ที่ทำให้เลิกเครื่องฉุกเฉินและไล่อากาศในห้องเผาไหม้(รายละเอียดข้อ 24) ก่อนเริ่มเดินเครื่องใหม่

26.การหล่อลื่นลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน(Emergency Air Shut-off Flaps,Lubrication) (รูป 9-12)

ทำความสะอาดนมหนูจาระบี(Grease Nipples)

ใช้กระบอกอัดจาระบี อัดจาระบีเข้าที่นมหนูจาระบี

ชนิดของจาระบี ดูในคู่มือ MTU Fluids And Lubricants Specification A001061

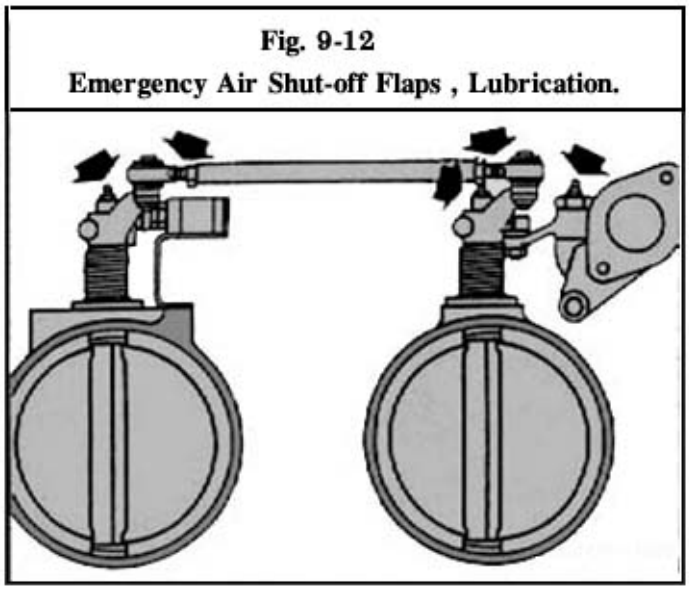


Fig. 9-12
Emergency Air Shut-off Flaps , Lubrication.

27.การตรวจสอบน้ำตกที่ท่อระบายน้ำตกอากาศดี(Condensate Drain Line,Water Discharge Check) (รูป 9-13)

ถ้ามีน้ำตกออกมาปริมาณเล็กน้อย แสดงว่า เป็นน้ำตกภายในระบบปกติ

ถ้ามีน้ำตกออกมาปริมาณมาก แสดงว่า หม้อระบายความร้อนอากาศดี(Intercooler) รั่ว

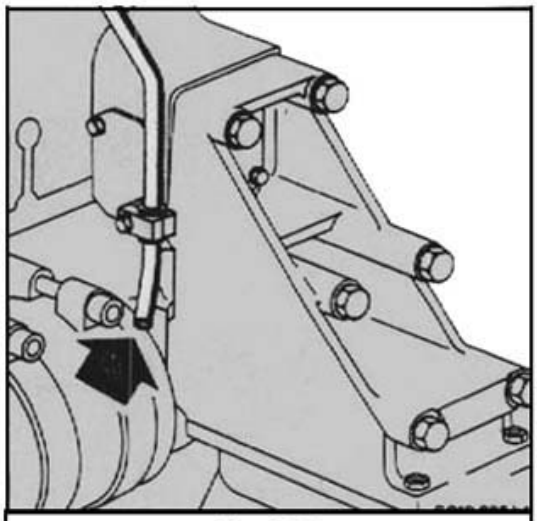


Fig. 9-13
Condensate Drain Line Obstruction Check.

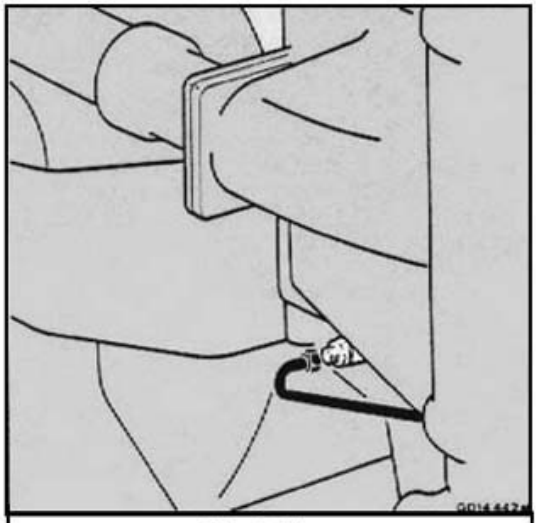


Fig. 9-14
Condensate Drain Line Cleaning.

🛠 ถ้าไม่สามารถซ่อมทำได้ทันที ก่อนเริ่มเดินเครื่องจะต้อง 🛠

> เปิดลิ้นไล่อากาศ(Decompression Valve) หรือ ถอดหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงออก (รายละเอียดข้อ 103 หรือ 33)

>> หมุนเครื่องด้วยมือ (รายละเอียดข้อ 2)

>>> ไล่อากาศในห้องเผาไหม้ (รายละเอียดข้อ 4)

28.การตรวจสอบการอุดตันของท่อระบายน้ำตกอากาศดี(Condensate Drain Line ,Obstruction Check) (รูป 9-13)

ในขณะที่เครื่องเดินอยู่ จะต้องมีอากาศพ่นออกมา ทางท่อระบายน้ำตกอากาศดี

29.การทำความสะอาดท่อระบายน้ำตกอากาศดี(Condensate Drain Line,Cleaning) (รูป 9-14)

ถอดท่อระบายน้ำตกอากาศดีและท่อจำกัด(Flow Restrictor)

ใช้กำลังดันลม เป่าทำความสะอาดภายใน อย่าให้มีสิ่งสกปรกอุดตันทั้งสองส่วน

ประกอบส่วนต่างๆ เข้าที่เดิม

30.การตรวจสอบการยึดแน่นของสลักยึดท่อแก๊สเสีย(Checking Tightness of Exhaust Pipework Fastening Bolts) (รูป 9-15)

ในขณะเครื่องเย็น ตรวจดูการยึดแน่นของสลักยึดท่อแก๊สเสีย ถ้าหลุดหลวม กวดให้แน่น

31.การตรวจสอบฉนวนหุ้มท่อแก๊สเสีย(Checking Exhaust Pipework Insulation) (รูป9-16)

ในขณะเครื่องเย็น ตรวจดูสภาพของฉนวนหุ้มท่อแก๊สเสีย

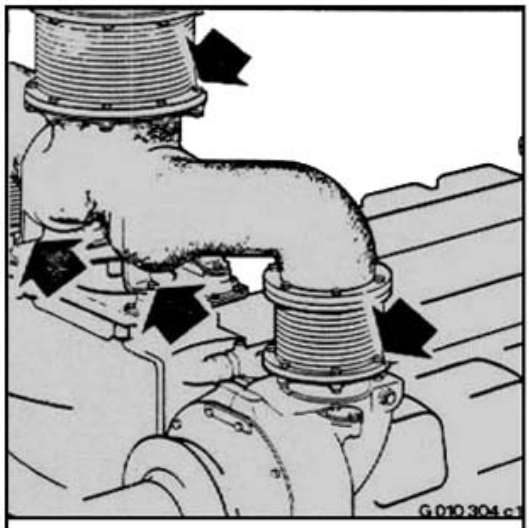


Fig. 9-15 Checking Tightness of Exhaust Pipework Fastening Bolts.

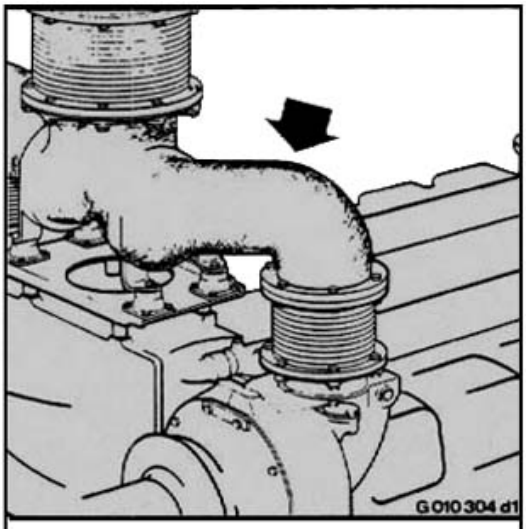


Fig. 9-16 Checking Exhaust Pipework Insulation.

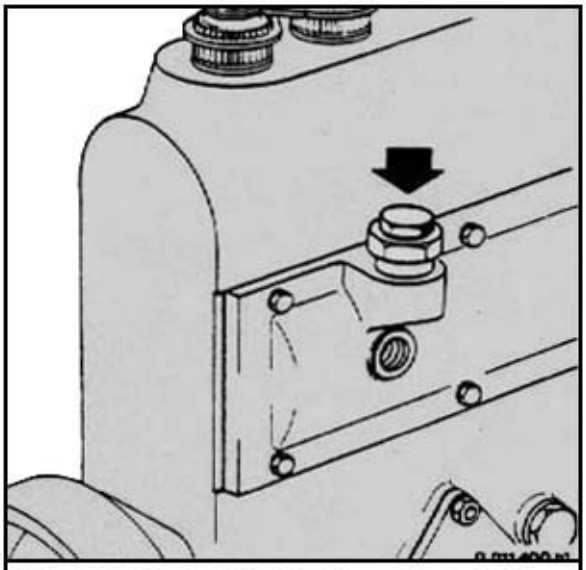


Fig. 9-17 Fuel Injection Pump Lubrication.

32.การหล่อลื่นสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

(Fuel Injection Pump Lubrication)

(รูป 9-17)

ถอดปลั๊กเติมน้ำมันหล่อ(Filter Plug)

เติมน้ำมันหล่อใหม่ ดังนี้

เครื่อง 6,8,16 V ประมาณ 1.0 ลิตร

เครื่อง 12 V ประมาณ 1.5 ลิตร

33.การถอดและทำความสะอาดภายนอกหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Removing And External Cleaning of Fuel Injector) (รูป 9-18.1 ถึง 9-18.3)

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δเมื่อทำงานกับระบบน้ำมันเชื้อเพลิง ห้ามใช้ไฟที่ไม่มีการป้องกันเปลวไฟ(Naked Flame),ห้ามสูบบุหรี่ และ อย่าทำน้ำมันเชื้อเพลิงหก

จากรูป 9-18.1

ถอดฝาครอบฝาสูบ(Cylinder Head Cover)

ถอดท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง(Fuel Pressure Line)

ถอดนัตฝาครอบ(Cap Nut)

ถอดท่อน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล(Leak-off Fuel Line)

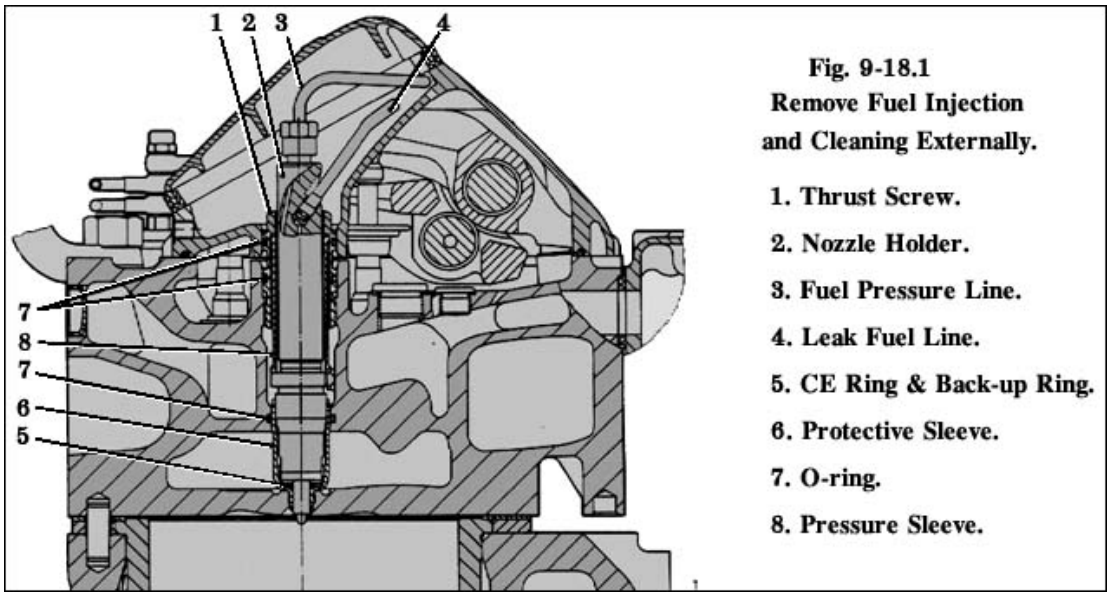


Fig. 9-18.1
Remove Fuel Injection and Cleaning Externally.

1. Thrust Screw.
2. Nozzle Holder.
3. Fuel Pressure Line.
4. Leak Fuel Line.
5. CE Ring & Back-up Ring.
6. Protective Sleeve.
7. O-ring.
8. Pressure Sleeve.

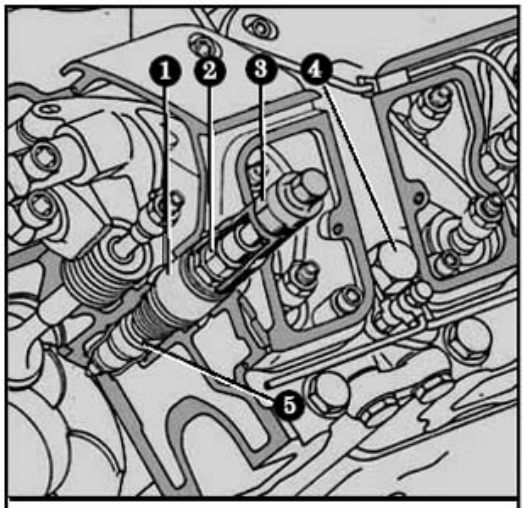


Fig. 9-18.2
1. Thrust Screw. 2. Injector. 3. Extractor.
4. Cap Nut. 5. Pressure Sleeve.

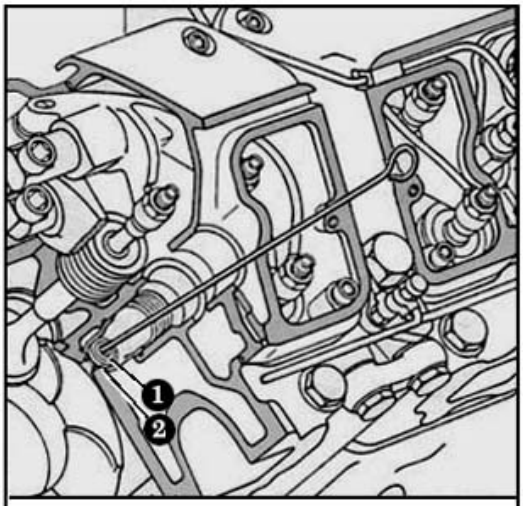


Fig. 9-18.3
1. CE Ring. 2. Back-up Ring.

จากรูป 9-18.2

ใช้เครื่องมือถอดหัวฉีด(Extractor) คลายปลอกเกลียว(Thrust Screw) ออก 2-3 รอบ โดยการหมุนคลายส่วนนอกของเครื่องมือ และถอนหัวฉีดออกจากฝาสูบ โดยกวดส่วนในของเครื่องมือ

หมุนคลายปลอกเกลียวออกจนสุดระยะ โดยการหมุนส่วนตัวนอกของเครื่องมือ

ถอดหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและปลอกอัด(Pressure Sleeve)

จากรูป 9-18.3

ใช้ขอเกี่ยว(Wire Hook) ถอดวงกันรั่ว 2 วง(Back-up Ring & CE Ring) ออกจากฝาสูบ

ใช้วัสดุชิ้นไม้(Wooden Splinter)และน้ำมันดีเซล ทำความสะอาดคราบเขม่าภายนอกหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง โดยเฉพาะรอบๆปลายหัวฉีด(Nozzle Tip)

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ ห้ามใช้วัสดุแข็งกับปลายหัวฉีด

34.การติดตั้งหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Installing Fuel Injector) (รูป 9-19.1 ถึง 9-19.4)

จากรูป 9-19.1

หมุนเครื่องด้วยมือ ให้ลูกสูบอยู่ที่ศูนย์ตายบน(TDC.)

ใช้จาระบีทาเครื่องคว้านรู(Reamer) เพื่อให้เขม่าเกาะติด(ไม่ตกลงในห้องเผาไหม้)

ใช้เครื่องคว้านรู ทำความสะอาดคราบเขม่าภายในช่องประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฝาสูบ และคว้านรูเท่าที่จำเป็นให้ส่วนที่จะสัมผัสกันแนบสนิทพอดีเท่านั้น

ใช้จาระบีทาวงกันรั่วทั้งสอง(Back-up Ring & CE Ring) และติดเข้ากับปลายหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

ใช้จาระบี ทาหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในส่วนที่จะประกอบปลอกอัด(Pressure Sleeve) ซึ่งในการติดตั้งหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ช่องว่างระหว่างทั้งสองส่วนนี้จะต้องมีจาระบีอยู่เกือบเต็ม

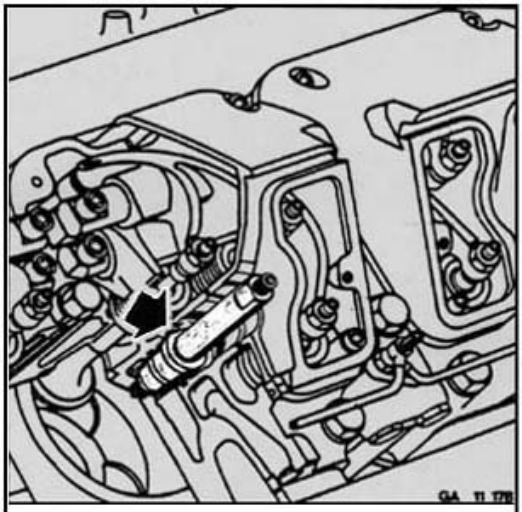


Fig. 9-19.1
Fuel Injection Installation.

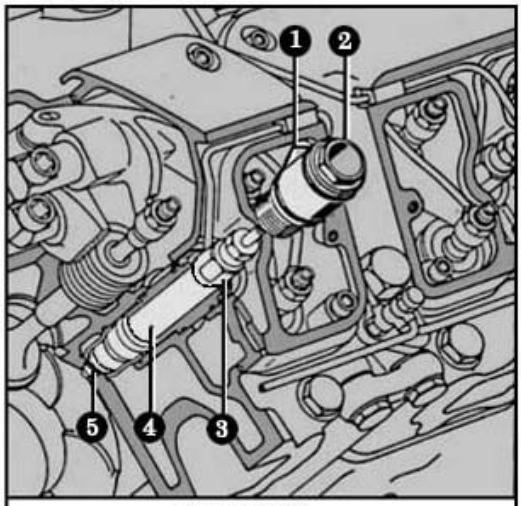


Fig. 9-19.2
1. O-ring. 2. Thrust Screw. 3. Injector.
4.Pressure Sleeve. 5.CE Ring&Back-up Ring.

ประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เข้ากับช่องภายในฝาสูบโดยให้เดือยนำ(Locating Pin)ของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ตรงกับร่องภายในช่องประกอบพอดี

จากรูป 9-19.2

ประกอบปลอกอัด เข้ากับหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

เปลี่ยนวงกันรั่ว(O-Ring)ของปลอกเกลียวใหม่ โดยใช้จาระบีอาเต้(Ate)ทาวงกันรั่วใหม่และประกอบเข้ากับร่องของปลอกเกลียว

ประกอบปลอกเกลียว เข้าที่ด้านบนหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

จากรูป 9-19.3

ใช้เครื่องมือถอดหัวฉีด กวดปลอกเกลียวเข้ากับฝาสูบและกวดให้แน่นด้วยแรงกวด 100 Nm.(การหล่อลื่น ใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์)

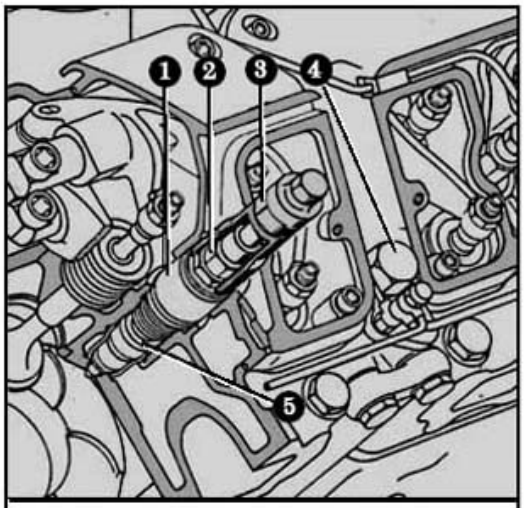


Fig. 9-19.3
1. Thrust Screw. 2. Injector. 3. Extractor.
4. Cap Nut. 5. Pressure Sleeve.

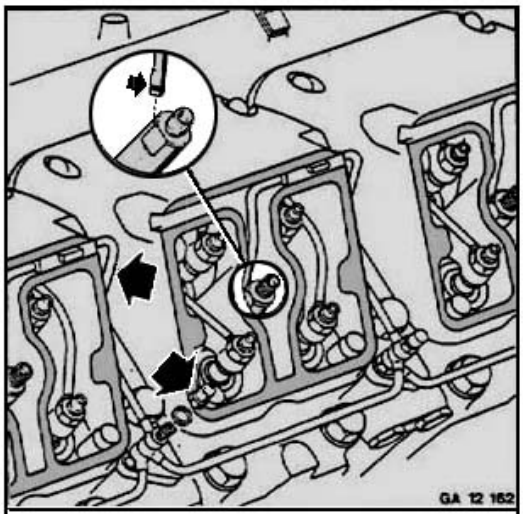


Fig. 9-19.4

ในขณะที่กวดปลอกเกลียว จะต้องแน่ใจว่าช่องว่างระหว่างเรือนหัวฉีด(Nozzle Holder)กับปลอกเกลียวจะต้องเท่ากันโดยรอบ(หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงตรงศูนย์กลางพอดี) ถ้าไม่ได้ดังกล่าว ให้ใช้ประแจปากตายหมุนปลายบนของเรือนหัวฉีดค่อยๆ ในทิศทางตรงข้ามกับการกวดเข้า ให้ได้ตรงศูนย์กลางพอดีหลังจากการกวดปลอกเกลียวแล้ว

จากรูป 9-19.4

ประกอบท่อน้ำมันเชื้อเพลิงเข้ากับหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง โดยใช้วงกันรั่ว(O-Ring)ใหม่ และทาด้วยจาระบี

ประกอบท่อน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล เข้าที่เดิม

กวดนัตฝาครอบ(Cap Nut) ให้แน่น

*** <u>หมายเหตุ</u>**

*****ก่อนประกอบฝาครอบฝาสูบ ให้เดินเครื่องที่ความเร็วเดินเบาตัวเปล่าและตรวจสอบการรั่วไหลของท่อต่อต่างๆ

35.การทดสอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Testing Fuel Injector) (รูป 9-20.1 / 9-20.2)

ต่อท่อของเครื่องทดสอบหัวฉีด(Nozzle Testing Device) เข้ากับหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง แล้วปฏิบัติการทดสอบต่างๆ คือ

> การตรวจสอบก่อนการทดสอบ (รายละเอียดข้อ 35.1)

>> การตรวจสอบค่ากำลังดันเปิด (รายละเอียดข้อ 35.2)

>>> การตรวจสอบการรั่วไหล (รายละเอียดข้อ 35.3)

>>>> การตรวจสอบลักษณะฝอยฉีดและเสียงฉีด (รายละเอียดข้อ 35.4)

Δ ข้อควรระวัง

Δ อย่าให้มือเข้าใกล้ฝอยฉีดของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เพราะฝอยฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงสามารถทะลุผิวหนังเข้าสู่ภายในร่างกายได้ และจะเข้าสู่กระแสเลือดทำให้เลือดเป็นพิษ

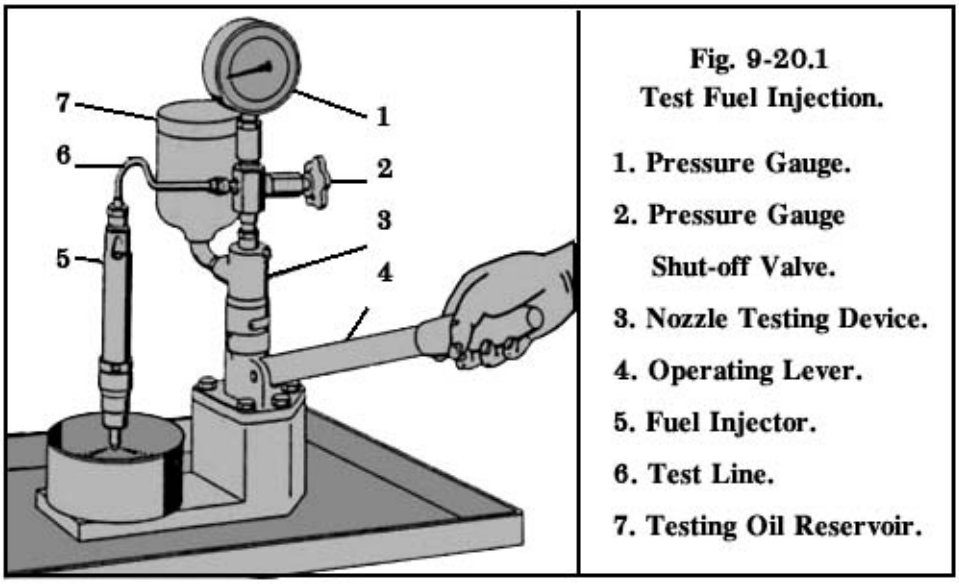


Fig. 9-20.1
Test Fuel Injection.

1. Pressure Gauge.
2. Pressure Gauge Shut-off Valve.
3. Nozzle Testing Device.
4. Operating Lever.
5. Fuel Injector.
6. Test Line.
7. Testing Oil Reservoir.

35.1 การตรวจสอบก่อนการทดสอบ(Preliminary Check) (รูป 9-20.1)

ปิด(Close) ลิ้นปิดมาตรวัดกำลังดัน(Pressure Gauge Shut-off)

โยกคันโยก(Operating Lever)ของเครื่องทดสอบหัวฉีด ขึ้น-ลงแรงๆและรวดเร็วหลายๆครั้ง เป็นการไล่อากาศและทำความสะอาดภายในหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ไม่ให้สิ่งสกปรกอุดตัน

35.2 การตรวจสอบค่ากำลังดันเปิด(Check Opening Pressure) (รูป 9-20.1)

เปิด(Open) ลิ้นปิดมาตรวัดกำลังดัน

โยกคันโยกของเครื่องทดสอบหัวฉีดลงช้าๆ จนกระทั่งหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงออกมา

ในขณะที่เริ่มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Start To Spray) อ่านค่าที่มาตรวัดกำลังดัน นั่นคือ ค่ากำลังดันเปิดของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

ถ้าค่าที่อ่านได้ ต่ำกว่าค่ากำลังดันเปิดต่ำสุด (รายละเอียด บทที่ 2 ข้อ 5.3) จะต้องปรับแต่งใหม่ โดยเปลี่ยนแผ่นรองสปริง(Shim)ของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้หนาขึ้น เพื่อเพิ่มค่ากำลังดันเปิดให้สูงขึ้น ถึงเกณฑ์กำหนด

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δในขณะทดสอบ ต้องให้กำลังดันในการทดสอบเพิ่มขึ้นหรือลดลงช้าๆ เพื่อป้องกันมาตรวัดกำลังดันชำรุดเสียหาย

35.3 ตรวจสอบการรั่วไหล(Check Leakage) (รูป 9-20.1)

โยกคันโยกลงช้าๆ จนกระทั่งกำลังดันสูงถึง ค่าที่ต่ำกว่าค่ากำลังดันเปิด 20 บาร์ จึงหยุด

ถ้าไม่มีน้ำมันเชื้อเพลิงหยดออกมาจากรูหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ภายใน 10 วินที แสดงว่า ไม่มีการรั่วไหล

35.4 การตรวจสอบลักษณะฝอยฉีดและเสียงฉีด(Spray Pattern & Buzz Check)

(รูป 9-20.1 / 9-20.2)

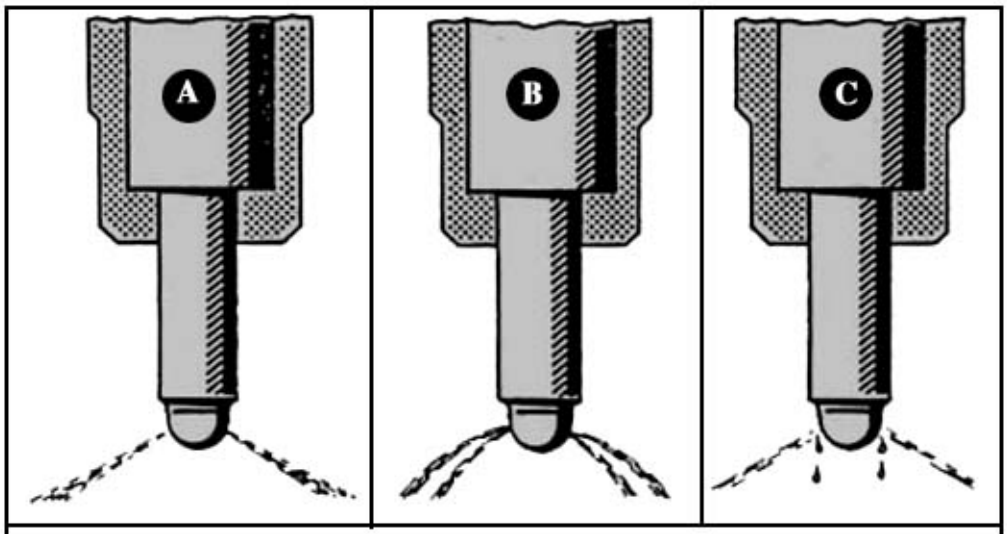


Fig. 9-20.2 Sprey Pattern.

ปิด(Close) ลิ้นปิดมาตรวัดกำลังดัน

โยกคันโยกขึ้น-ลงอย่างรวดเร็ว อย่างน้อย โยกลง 2 ครั้ง/วินาที(2 Downs Strokes)

เสียงฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง จะต้องเป็นเสียงสูง(High Pitched Buzz) แสดงว่าเข็มหัวฉีด(Nozzle Needle) เคลื่อนตัวได้อย่างคล่องตัว

เปรียบเทียบลักษณะฝอยฉีด กับรูป 9-20.2

*** <u>หมายเหตุ</u>**

***** ถ้ามีน้ำมันเชื้อเพลิงหยด ระหว่างการหยุดฉีดของการทดสอบนี้ ไม่ได้แสดงว่าหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล

36. การถอดประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Disassembling Fuel Injector) (รูป 9-21)

ใช้ปากกาแท่น(Vise) จับปากจับพิเศษให้แน่น แล้วใส่หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงลงไปทางตั้ง

ใช้ประแจพิเศษ คลายนัตหัวฉีด(Retaining Nut)ออก แล้วถอดชิ้นส่วนต่างๆ ออกให้หมด

ในขณะที่ถอดตัวหัวฉีด(Nozzle Body) ***ระวัง ! อย่าให้เข็มหัวฉีด(Nozzle Needle) ตกลงพื้น***

เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดสนิมบนพื้นผิวสัมผัส(Lapped Surface)ของเข็มหัวฉีด(Nozzle Needle) ***การจับเข็มหัวฉีด ให้จับด้วยเดือยกั้นสปริง(Stem or Thrust Pin) เท่านั้น***

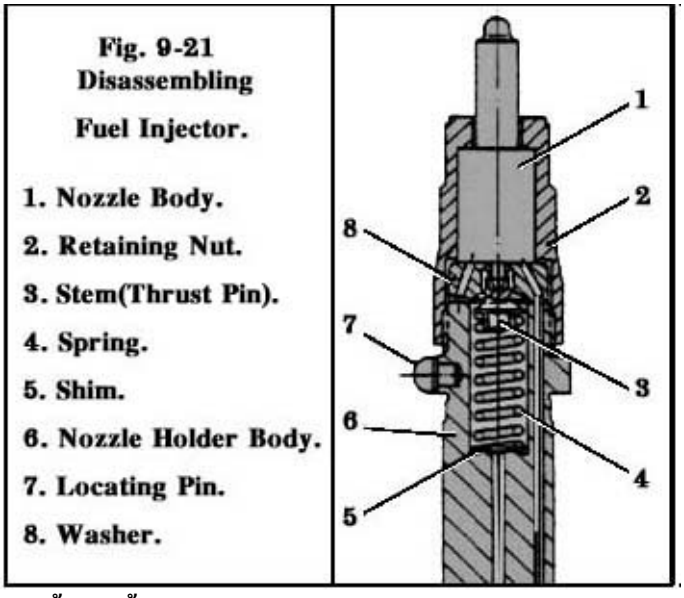
ล้างทำความสะอาดทุกส่วนในน้ำมันเชื้อเพลิง,ล้างด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงที่กรองสะอาดแล้ว และเป่าให้แห้งด้วยกำลังดันลม

ทำความสะอาดปลายหัวฉีด(Injection Nozzle)

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δในขณะที่ถอดประกอบ จะต้องแน่ใจว่าอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้สะอาดจริงๆ

Δถ้ามีการถอดประกอบหัวฉีดหลายหัวพร้อมๆกัน จะต้องระวังเป็นพิเศษไม่ให้ส่วนประกอบต่างๆของหัวฉีดแต่ละหัวปะปนกัน



37.การประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Assembling Fuel Injector) (รูป 9-21)

ก่อนประกอบส่วนต่างๆ ให้ล้างด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงที่กรองสะอาดแล้ว

ตรวจดูรอยแตกชำรุดของสปริงหัวฉีด(Spring)และการสึกหรอของเดือยกั้นสปริง(Thrust Pin) ถ้าจำเป็นให้เปลี่ยนใหม่

ใส่หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ลงในปากจับพิเศษในทางตั้ง

ประกอบแผ่นรองสปริง(Shim),สปริงหัวฉีด(Spring)และเดือยกั้นสปริง(Thrust Pin) ลงในเรือนหัวฉีด (Nozzle Holder)

ประกอบแหวนรอง(Washer),ตัวหัวฉีด(Nozzle Body)และเข็มหัวฉีด(Nozzle Needle) ลงบนเรือนหัวฉีด โดยต้องแน่ใจว่าพื้นผิวสัมผัสของส่วนต่างๆสะอาดจริง

ประกอบนัตหัวฉีด(Retaining Nut) ลงบนเรือนหัวฉีดและกวดให้แน่น โดยใช้แรงกวดตามคู่มือประจำเครื่อง(เช่นในเครื่อง TB ใช้แรงกวด 60+30 Nm. การหล่อลื่น ใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์)

ตรวจสอบค่ากำลังดันเปิด

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ ถ้ากวดนัตหัวฉีด ด้วยแรงกวดที่สูงกว่าที่กำหนดไว้ในคู่มือประจำเครื่อง จะทำให้ตัวหัวฉีด(Nozzle Body)บิดเบี้ยวผิดรูป ซึ่งจะเป็นผลให้เข็มหัวฉีด(Nozzle Needle)ติดแน่นหรือขัดตัว

38.การตรวจสอบจุดเริ่มส่งของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Checking Injection Pump Supply Point) (รูป 9-22.1 ถึง 9-22.3)

จุดที่สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เริ่มส่งน้ำมันเชื้อเพลิง คือ จุดที่ลูกสูบเลื่อน(Plunger) อยู่ในตำแหน่งของการทดสอบที่น้ำมันเชื้อเพลิงไหลหยดออกมา 10 วินาที/หยด โดยความสูงระหว่างท่อน้ำมันล้น(Fuel Tube)กับระดับน้ำมันเชื้อเพลิงภายในกรวยน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Container) จะต้องมีประมาณ 250 มม.

ขั้นตอนการปฏิบัติ มีดังนี้

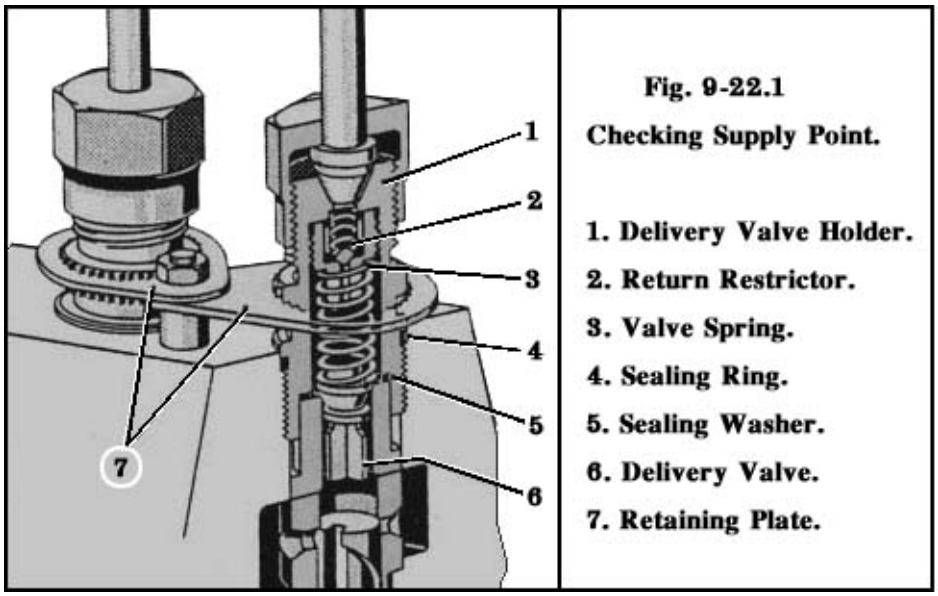


Fig. 9-22.1
Checking Supply Point.

1. Delivery Valve Holder.
2. Return Restrictor.
3. Valve Spring.
4. Sealing Ring.
5. Sealing Washer.
6. Delivery Valve.
7. Retaining Plate.

จากรูป 9-22.1

ถอดท่อน้ำมันเชื้อเพลิงของสูบ A1 และ A2 ออกจากสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

จัดการปิดหรืออุดท่อต่อ เพื่อป้องกันสิ่งต่างๆ เข้าไปในท่อทางหรือระบบ

ถอดแผ่นยึด(Retaining Plate)

ถอดเรือนลิ้นส่ง(Delivery Valve Holder) ของสูบ A1

ถอดลิ้นส่ง(Delivery Valve) และลิ้นสปริง(Valve Spring)

ถอดช่องจำกัดน้ำมันกลับ(Return Restrictor)

ประกอบเรือนลิ้นส่ง เข้าที่เดิม

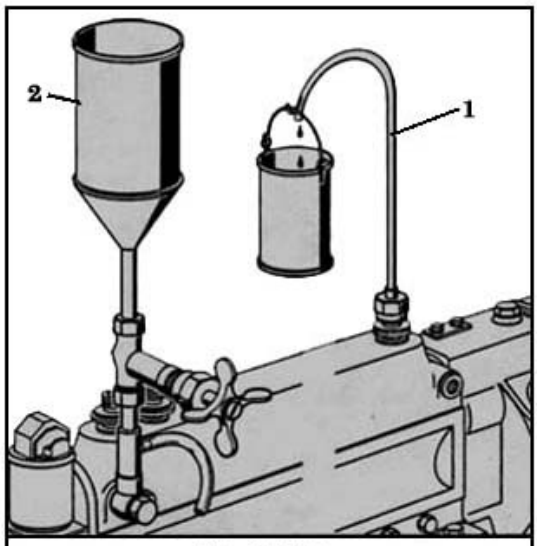


Fig. 9-22.2
1. Overflow Tube. 2. Fuel Container.

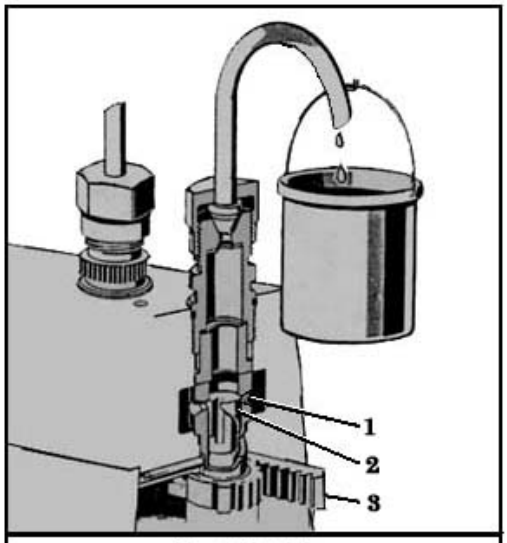


Fig. 9-22.3
1.Intake Port. 2.Plunger. 3.Control Rack.

จากรูป 9-22.2 / 9-22.3

ต่อท่อน้ำมันล้น(Overflow Tube)

ถอดท่อน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า(Fuel Feed Line)สูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง และ ต่อกรวยน้ำมัน(Fuel Container) เข้าแทนที่

หมุนเครื่องด้วยมือ ตามทางหมุนของเครื่อง จนกระทั่งเข็มชี้ตรงกับสูบ A1 คือ สูบ A1 อยู่ที่ศูนย์ตายบนจังหวะจุดระเบิด(Firing TDC.) (รายละเอียดข้อ 6)

หมุนเครื่องย้อนทางหมุนของเครื่องประมาณ 45 องศา

เปิดลิ้นปิด(Shut-off Cock) ของกรวยน้ำมันเชื้อเพลิง

โยกคันควบคุม(Control Lever)ที่เครื่องควบคุมความเร็ว ไปถึงสลักห้ามภาระสูงสุด(Full Load Stop) ซึ่งจะทำให้คันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิงส่งอาการหมุนลูกสูบเลื่อน(Plunger) ให้อยู่ในตำแหน่งส่งน้ำมันสูงสุด(Full Supply) ทำให้มีน้ำมันเชื้อเพลิงไหลออกจากท่อน้ำมันล้น

หมุนเครื่องตามทางหมุนช้าๆ น้ำมันจากท่อน้ำมันล้นจะไหลช้าลงด้วย หมุนต่อไปจนกระทั่ง น้ำมันไหลออกเป็นหยดแต่ละหยดห่างกันไม่เกิน 10 วินาที ซึ่งที่ตำแหน่งนี้ลูกสูบเลื่อนจะปิดช่องทางน้ำมันเข้าเกือบสนิท และขีดเครื่องที่ล้อช่วยแรง(Flywheel)ตรงกับเข็มชี้(Pointer) ถ้าขีดเครื่องหมายไม่ตรงดังกล่าว จะต้องตั้งจุดเริ่มส่งใหม่ (รายละเอียดข้อ 39)

ปิด ลิ้นปิดของกรวยน้ำมันเชื้อเพลิง

ถอดกรวยน้ำมันและท่อน้ำมันล้น

ต่อท่อน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า(Full Feed Line) เข้าที่เดิม

ถอดเรือนลิ้นส่ง(Delivery Valve Holder),เปลี่ยนวงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่และทาด้วยวาสลิน (Vaseline)

ประกอบวงกันรั่ว(Sealing Washer) ใหม่

ประกอบช่องจำกัดน้ำมันกลับ(Return Restrictor)

ประกอบลิ่นส่ง(Delivery Valve)และสปริงลิ้น

ประกอบเรือนลิ้นส่งและใช้ประแจครอบฟันปลา(Serrated Wrench Socket) กวดด้วยแรงกวด 118 Nm.(12 Kg.m.) และคลายออกแล้วกวดใหม่ด้วยแรงกวด 88 Nm.(9 Kg.m.)

ประกอบแผ่นยึด(Retaining Plate) เข้าที่เดิมและกวดให้แน่น

ต่อท่อน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าทีเดิมและกวดให้แน่นด้วยแรงกวด 49 Nm.(5 Kg.m.)

*** <u>หมายเหตุ</u>**

*****จุดเริ่มส่งน้ำมันเชื้อเพลิง ให้ดูในบันทึกทดสอบเพื่อการตรวจรับเครื่อง(Acceptance Test Record) ของเครื่อง

***** การประกอบส่วนต่างๆ เข้าทีเดิม จะต้องให้ส่วนต่างๆดังกล่าวสะอาดจริงๆ

***** จะต้องตรวจสอบการรั่วไหลของข้อต่อท่อทางต่างๆ เมื่อมีการทดสอบเดินเครื่อง

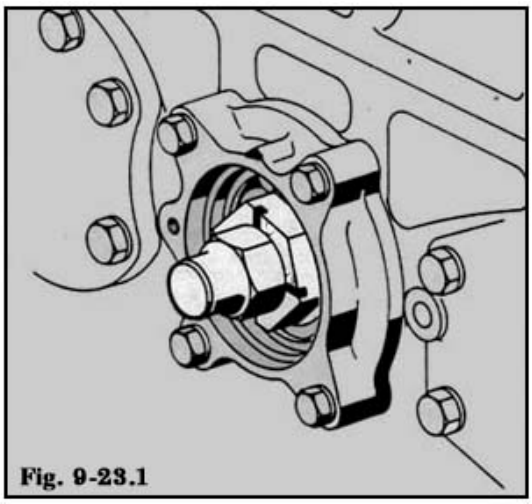
***** ค่าแรงกวดต่างๆ ให้ดูในคู่มือประจำเครื่องเท่านั้น

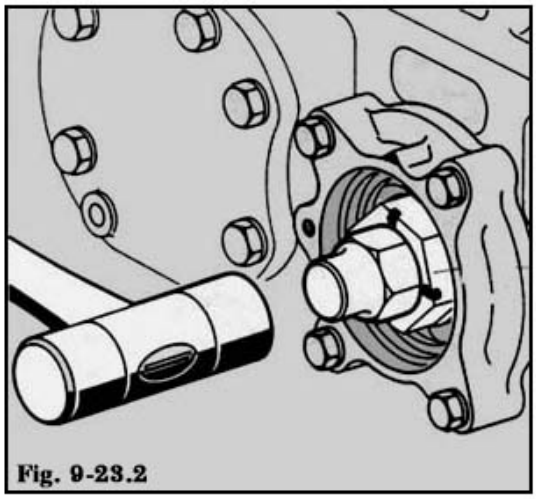
39.การตั้งจุดเริ่มส่งของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Setting The Supply Point of The Fuel Injection Pump) (รูป 9-23.1 ถึง 9-23.4)

จากรูป 9-23.1 / 9-23.2

ถอดฝาครอบ(Cover) ออกจากเพลาขับหมุนสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง โดยให้ขีดเครื่องแสดงจำนวนสูบของเครื่อง ชี้ขึ้นด้านบน

หมุนเครื่องด้วยมือย้อนทางหมุนเล็กน้อย แล้วหมุนตามทางหมุนของเครื่อง จนกระทั่งขีดเครื่องหมายสูบ A1 ตรงกับเข็มชี้ นั่นคือ สูบ A1 จะอยู่ที่ศูนย์ตายบนจังหวะจุดระเบิด (รายละเอียดข้อ 6)

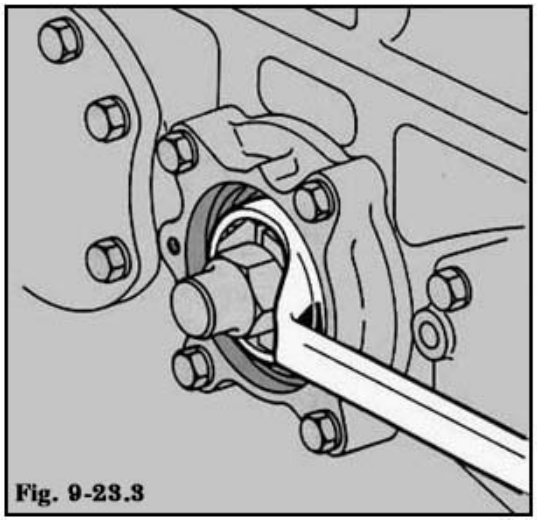

Fig. 9-23.1

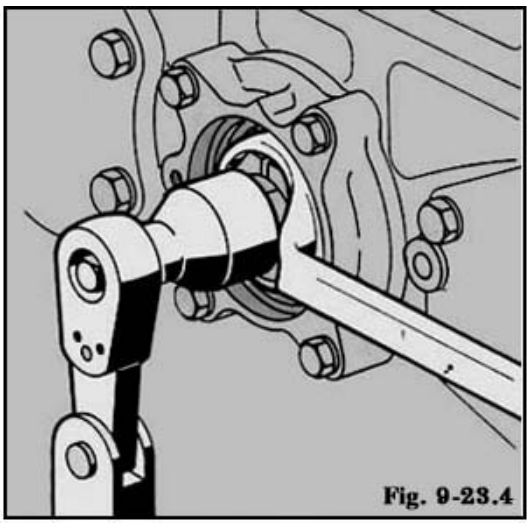

Fig. 9-23.2

ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบจุดเริ่มส่งของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง (รายละเอียดข้อ 38)

คลายสลักยึด(Stress Bolt)ออก 1 รอบ ด้วยประแจครอบ

ใช้ค้อนพลาสติกเคาะเบาๆที่สลักยึด เพื่อให้แหวนล็อค(Ring Spring Clamp)คลายตัว เป็นการปลดล็อคสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงออกจากส่วนปรับแต่งจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Timer)


Fig. 9-23.3


Fig. 9-23.4

จากรูป 9-23.3 / 9-23.4

ใช้ประแจห่วง หมุนปลอกนำ(Locating Sleeve) เพื่อหมุนเพลาขับหมุนสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงทวนเข็มนาฬิกา(CCW.)

เปิด ลิ้นปิดของกรวยน้ำมันเชื้อเพลิง

โยกคันควบคุม(Control Lever)ที่เครื่องควบคุมความเร็ว ไปจนถึงสลักห้ามภาระสูงสุด(Full Load Stop)

หมุนปลอกนำตามเข็มนาฬิกา(CW.)ช้าๆ จนกระทั่งน้ำมันจากท่อน้ำมันล้นไหลออกเป็นหยด แต่ละหยดห่างกันไม่เกิน 10 วินาที

*** <u>หมายเหตุ</u>**

*****การหมุนเพลาขับสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงตามเข็มนาฬิกา(CW.)จะทำให้การเริ่มส่งน้ำมันเชื้อเพลิงเร็วขึ้น และการหมุนทวนเข็มนาฬิกา(CCW.)จะทำให้การส่งน้ำมันเชื้อเพลิงช้าลง

*จุดเริ่มส่งน้ำมันเชื้อเพลิง ให้ดูในบันทึกทดสอบเพื่อการตรวจรับเครื่อง(Acceptance Test Record) ของเครื่อง

ใช้ประแจห่วง ยึดปลอกนำไว้ที่ตำแหน่งนี้ แล้วใช้ประแจครอบ กวดสลักยึดด้วยแรงกวดตามคู่มือของเครื่อง (เช่นในเครื่องแบบ TC กวดด้วยแรงกวด 140 Nm. แล้วกวดเข้าอีก180°+10°)

หมุนเครื่องด้วยมือ ย้อนกลับทางหมุนของเครื่อง และตรวจสอบจุดเริ่มส่งน้ำมันเชื้อเพลิงอีกครั้งหนึ่ง

ประกอบฝาปิด(Cover) โดยใช้แผ่นกันรั่ว(Gasket)ใหม่

ถอดอุปกรณ์ทดสอบออกจากเครื่องและประกอบส่วนต่างๆของเครื่องเข้าที่เดิม

40.การใช้น้ำมันเชื้อเพลิง(Fueling)

การเลือกใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ให้เลือกใช้เฉพาะที่ระบุในคู่มือ MTU Fluids And Lubricants Specification No. 1061

41.การตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิง(Checking Fuel Level)

ตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิงในถังใช้การ ถ้าจำเป็นให้เติมให้เต็ม

42.การระบายอากาศออกจากระบบน้ำมันเชื้อเพลิง(Venting Fuel System) (รูป 9-24)

42.1 เครื่องแบบ TC

เปิดปลั๊กระบายอากาศ(Vent Plug)บนหม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Duplex Filters) (รายละเอียด 49)

คลายสูบโยกมือน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Priming Pump) โดยหมุนทวนเข็มนาฬิกา(CCW.)

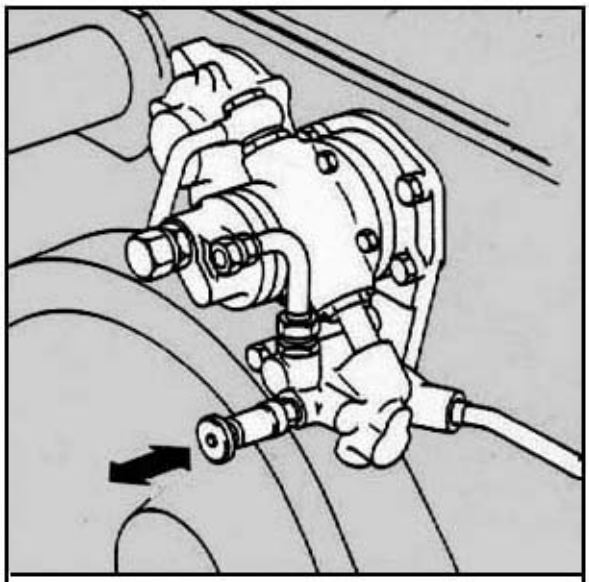


Fig. 9-24 Venting Fuel System.

ใช้สูบโยกมือ จนกระทั่งมีน้ำมันเชื้อเพลิงไหลออกมาทางรูปลั๊กระบายอากาศ

ปิดปลั๊กระบายอากาศ

ใช้สูบโยกมืออีก จนกระทั่งได้ยินเสียงเปิดของลิ้นกันกลับ(Check Valve)ที่ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกลับถัง(Return Line) และมีน้ำมันเชื้อเพลิงเต็มท่อทางของสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Injection Pump)

กวดสูบโยกมือน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าให้แน่น

42.2 เครื่องแบบ TB/TE

เช่นเดียวกับข้อ 42.1 ที่กล่าวมาแล้ว ยกเว้น ไม่ต้อง ปิด-เปิด ปลั๊กระบายอากาศ

43.การเปิดระบายหม้อรับน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล(Leak-off Fuel Container Draining)

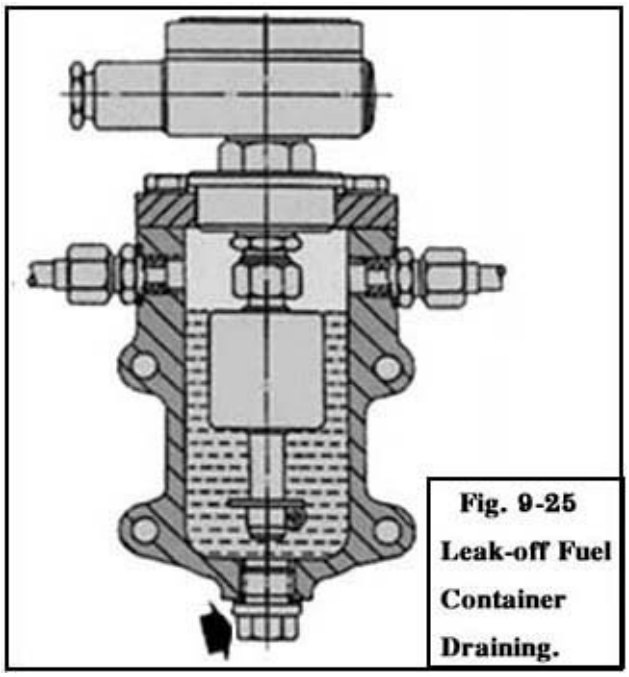


Fig. 9-25 Leak-off Fuel Container Draining.

ใช้ประแจหมุนคลายปลั๊กระบาย(Drain Plug)และเปิดระบายน้ำมันภายในใส่ภาชนะที่เหมาะสม

ประกอบปลั๊กระบายเข้าที่เดิมโดยใช้วงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่และกวดให้แน่น

(รูป 9-25)

44.การใช้มือหมุนหม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง(Turning Fuel Prefilter) (รูป 9-26)

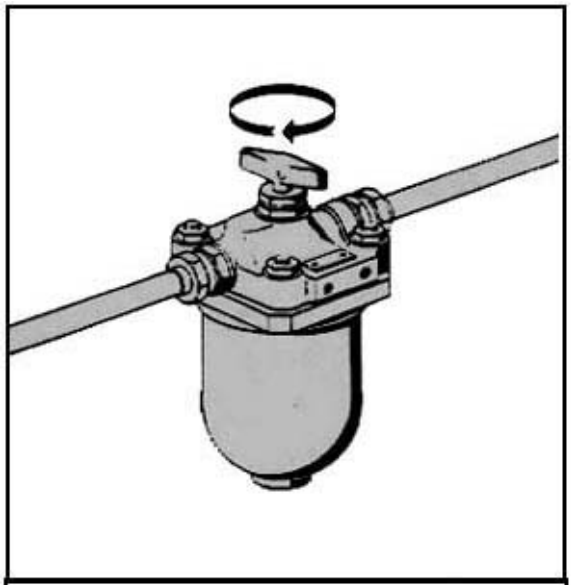


Fig. 9-26 Turning Fuel Prefilter Handle.

เพื่อเป็นการทำความสะอาดไส้หม้อกรอง ให้หมุนมือหมุน(Handle) 1 หรือ 2 ครั้ง

การทำความสะอาดจะได้ผลดีที่สุด คือ จะต้องทำทันทีหลังจากหยุดเดินเครื่อง

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ ให้หลีกเลี่ยงการใช้แรงหมุนมากเกินไป ถ้าจำเป็นให้ทำความสะอาดหม้อกรอง

45.การเทหม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง(Emptying Fuel Prefilter) (รูป 9-27)

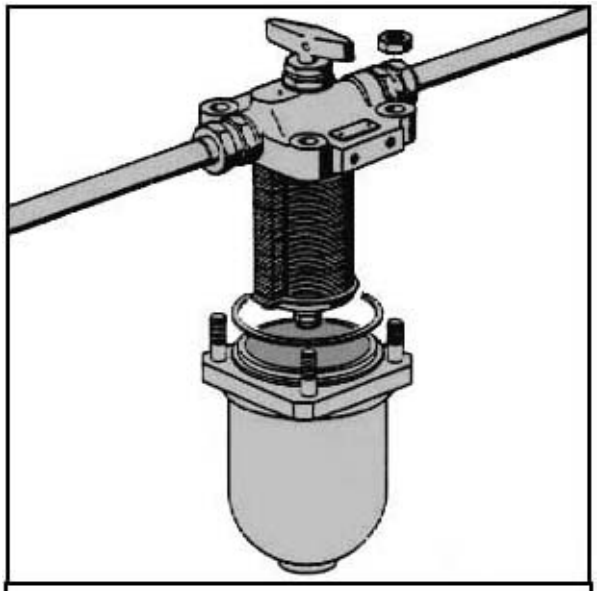


Fig. 9-27 Emptying Fuel Prefilter.

ปิดลิ้นน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า–ออกหม้อกรอง

หมุนมือหมุน(Handle)

คลายนัตยึดถ้วยหม้อกรอง (Filter Bowl)

ถอดถ้วยหม้อกรอง

เทน้ำมันเชื้อเพลิงภายในถ้วยหม้อกรองออกทิ้ง แล้วล้างให้สะอาด

ประกอบวงกันรั่ว (Sealing Ring)ใหม่ ลงในร่องของถ้วยหม้อกรอง ประกอบถ้วยหม้อกรองเข้าที่และกวดนัตยึดให้แน่น โดยกวดทีละตัวตรงข้ามทะแยงมุม เปิดลิ้นน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า–ออก

46.การทำความสะอาดหม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง(Cleaning Fuel Prefilter)

(รูป 9-28.1 / 9-28.2)

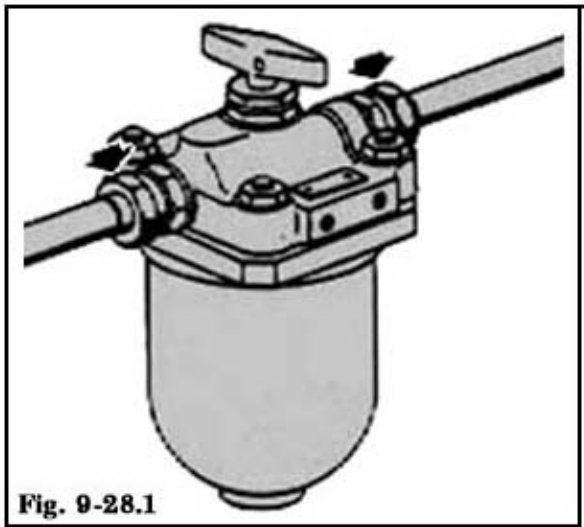


Fig. 9-28.1

Cleanig Fuel Prefilter.

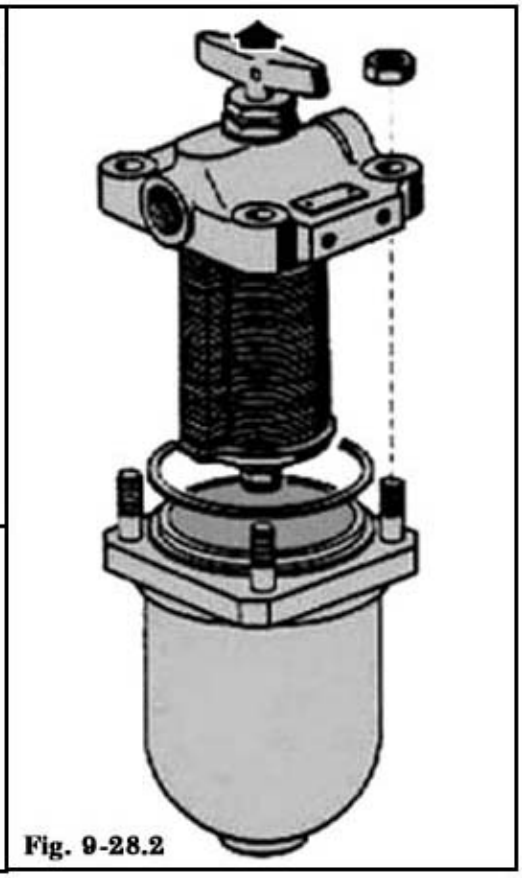


Fig. 9-28.2

ปิดลิ้นน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า–ออกหม้อกรอง

ถอดท่อต่อหม้อกรอง

คลายสลักยึดหม้อกรอง

ถอดถ้วยหม้อกรอง ออกจากไส้หม้อกรอง

ล้างทำความสะอาดไส้หม้อกรองในอ่างน้ำมันเบนซินหรือน้ำมันก๊าด และหมุนมือหมุนให้เศษตะกอนภายนอกไส้หม้อกรอง หลุดออกให้หมด

ล้างทำความสะอาด ถ้วยหม้อกรอง

ประกอบถ้วยหม้อกรองเข้าที่ เช่นเดียวกับข้อ 45

47.การเลือกใช้หม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Duplex Filter,Selection)

โดยปกติ ขณะเดินเครื่อง จะต้องเปิดใช้หม้อกรองพร้อมกันทั้งสองใบ

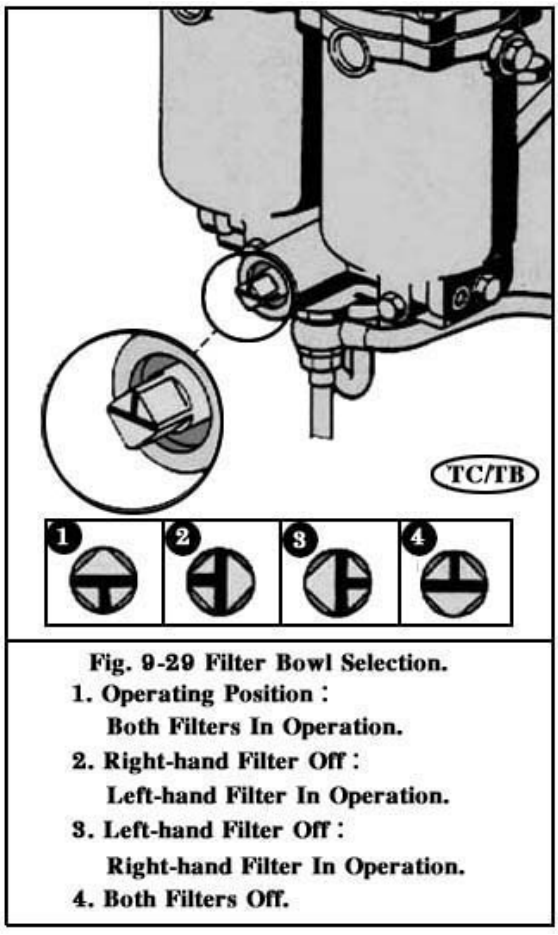


Fig. 9-29 Filter Bowl Selection.
1. Operating Position :
Both Filters In Operation.
2. Right-hand Filter Off :
Left-hand Filter In Operation.
3. Left-hand Filter Off :
Right-hand Filter In Operation.
4. Both Filters Off.

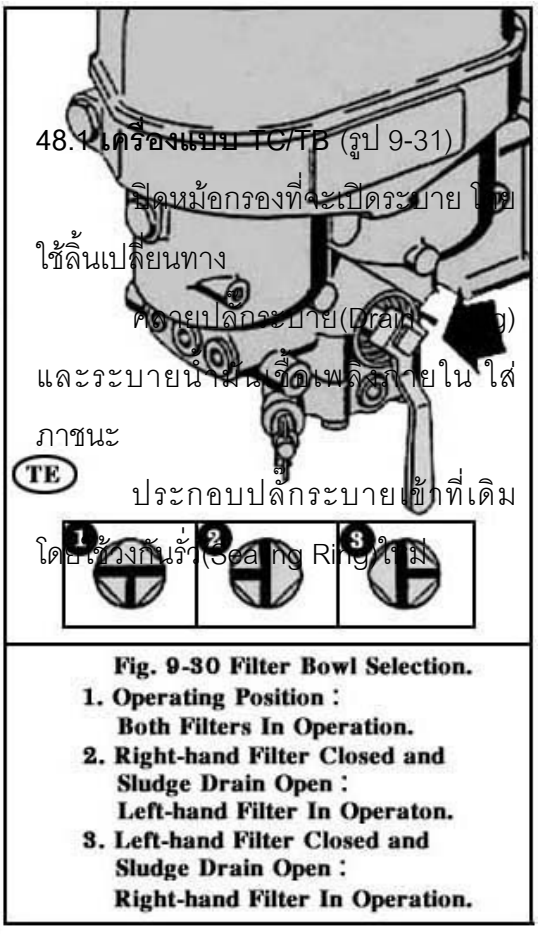


Fig. 9-30 Filter Bowl Selection.
1. Operating Position :
Both Filters In Operation.
2. Right-hand Filter Closed and Sludge Drain Open :
Left-hand Filter In Operaton.
3. Left-hand Filter Closed and Sludge Drain Open :
Right-hand Filter In Operation.

47.1 **เครื่องแบบ** TC/TB (รูป 9-29)

ใช้ประแจหมุนลิ้นเปลี่ยนทาง (Diverter Valve) เพื่อเลือกใช้หม้อกรองตามต้องการ

47.2 **เครื่องแบบ** TE (รูป 9-30)

หมุนลิ้นเปลี่ยนทาง(Diverter Valve) ด้วยคันลิ้นเปลี่ยนทาง(Lever) เพื่อเลือกใช้หม้อกรองตามต้องการ

48.การเปิดระบายหม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Duplex Filter,Draining)

48.1 **เครื่องแบบ** TC/TB (รูป 9-31)

ปิดหม้อกรองที่จะเปิดระบาย โดยใช้ลิ้นเปลี่ยนทาง

คลายปลั๊กระบาย(Drain Plug) และระบายน้ำมันเชื้อเพลิงภายใน ใส่ภาชนะ

ประกอบปลั๊กระบายเข้าที่เดิม โดยใช้วงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่

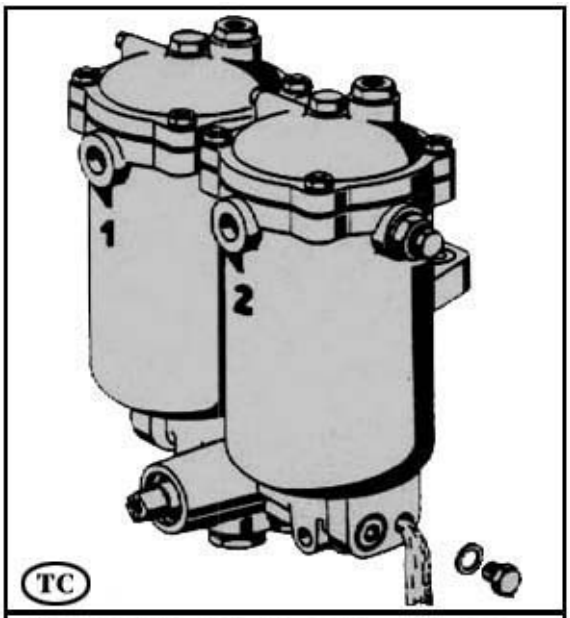


Fig. 9-31 Fuel Duplex Filter , Draining.

48.2 **เครื่องแบบ** TE (รูป 9-32)

โยกลิ้นเปลี่ยนทาง ปิดหม้อกรองและเปิดระบายตามต้องการ

โยกลิ้นเปลี่ยนทาง ไว้ตำแหน่งปกติ คือ เปิดใช้ทั้งสองใบ

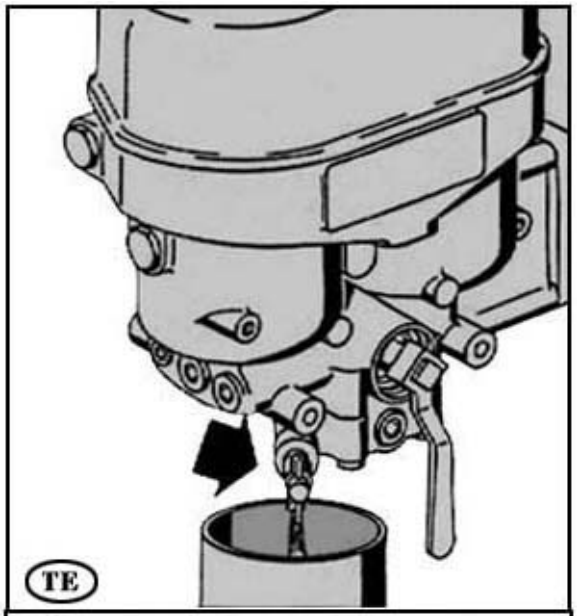


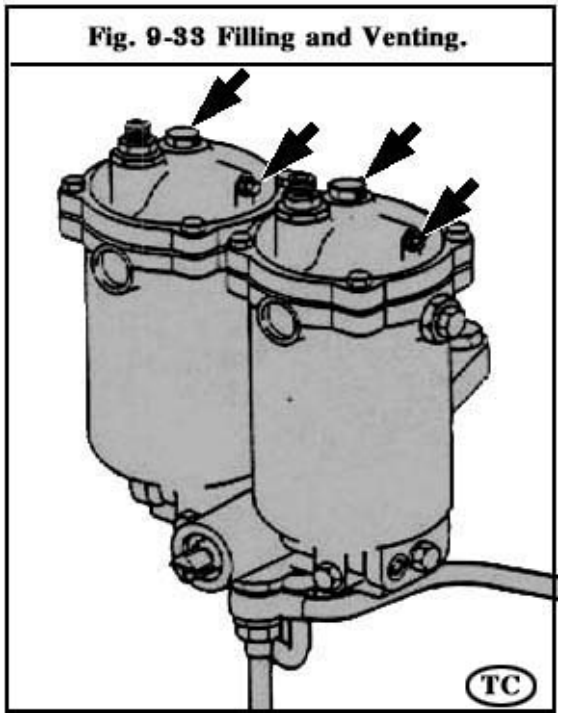
Fig. 9-32 Fuel Duplex Filter , Draining.

49.การเติมและการระบายอากาศหม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง(Filling And Venting Fuel Duplex Filter) (รูป 9-33)

เครื่องแบบ TC/TB

เปิดใช้หม้อกรองทั้งสองใบ ด้วยลิ้นเปลี่ยนทาง

[ถอดปลั๊กระบายอากาศตัวข้าง(Side Vent Plug)และคลายปลั๊กระบายอากาศตัวกลาง(Center Vent Plug) -***เครื่องแบบ TC***]หรือ[คลายปลั๊กระบายอากาศตัวกลาง -***เครื่องแบบ TB***]



ใช้สูบโยกมือน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Priming Pump) จนกระทั่งมีเฉพาะน้ำมันเชื้อเพลิงไหลออกจากรูระบายอากาศด้านข้างหรือตรงกลาง (รายละเอียดข้อ 42.1)

ประกอบและกวดปลั๊กระบาย

50.การเปลี่ยนไส้หม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Duplex Filter,Element Replacement)

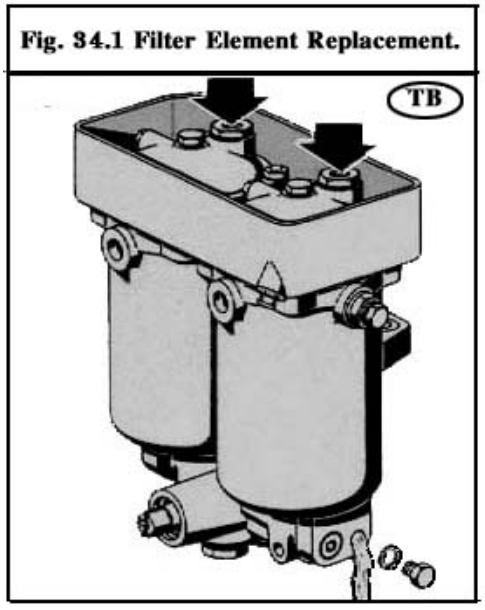
Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

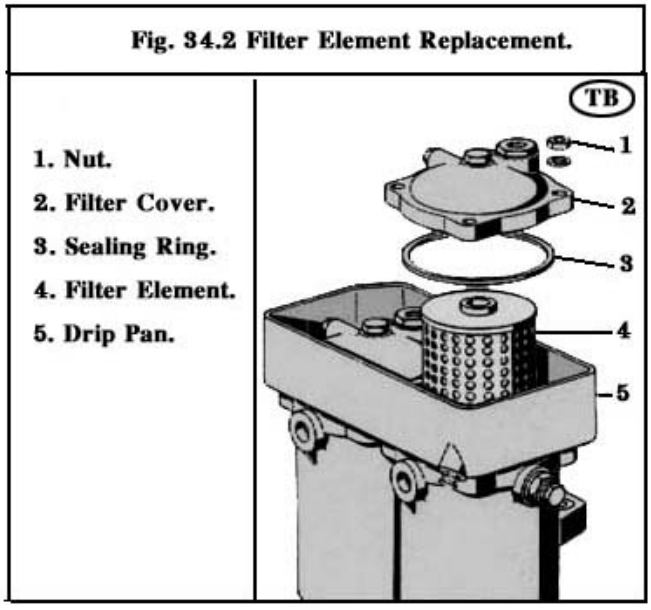
. **Δ**การเปลี่ยนไส้หม้อกรองในขณะเครื่องเดินอยู่ ให้ใช้ลิ้นเปลี่ยนทางปิดหม้อกรองเพื่อเปลี่ยนไส้หม้อกรองทีละใบ และต้องเปิดใช้ทันทีที่ทำงานเสร็จเรียบร้อย

Δการเปลี่ยนไส้หม้อกรองในขณะเครื่องร้อน ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษไม่ให้น้ำมันเชื้อเพลิงหกเรี่ยราด เพราะจะทำให้เกิดไฟไหม้ได้

50.1 เครื่องแบบ TC/TB (รูป 9-34.1 / 9-34.2)

ปิดหม้อกรองที่จะเปลี่ยนไส้หม้อกรอง ด้วยลิ้นเปลี่ยนทาง





เปิดระบายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในหม้อกรองออกทิ้ง (รายละเอียดข้อ 48.1)

ถอดท่อระบายอากาศ(Vent Line) ออกจากช่องทางระบายอากาศ

ทำความสะอาดอ่างน้ำมันล้น(Drip Pan)

ถอดนัตยึด(Securing Nut)และฝาปิดหม้อกรอง(Filter Cover)

ถอดไส้หม้อกรอง ออกทิ้ง

ทำความสะอาดภายในเรือนหม้อกรอง(Filter Bowl)

ประกอบปลั๊กระบายเข้าที่เดิม โดยใช้วงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่

ประกอบไส้หม้อกรองใหม่ เข้าภายในเรือนหม้อกรอง

ประกอบฝาปิดหม้อกรองเข้าที่ โดยใช้วงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่

ประกอบนัตยึดเข้าที่และกวดให้แน่น โดยกวดทีละตัวตรงข้ามทะแยงมุม

เปิดใช้หม้อกรอง ด้วยลิ้นเปลี่ยนทาง

ถ้าเป็นการเปลี่ยนขณะเครื่องหยุดเดินอยู่ ให้เติมและระบายยอากาศภายในหม้องกรอง (รายละเอียดข้อ 49)

50.2 เครื่องแบบ TE (รูป 9-35)

เปิดระบายน้ำมันเชื้อเพลิง ออกจากหม้อกรอง (รายละเอียดข้อ 48.2)

ถอดนัตหางปลา(Wing Nut)และฝาครอบ(Hood)

ถอดสลักเกลียว(Screw)ยึดฝาหม้อกรองและฝาหม้อกรอง(Cover)

ถอดไส้หม้อกรองเก่า ออกทิ้ง

ทำความสะอาดภายในเรือนหม้อกรอง(Housing)

ประกอบไส้หม้อกรองใหม่ ลงในเรือนหม้องกรอง

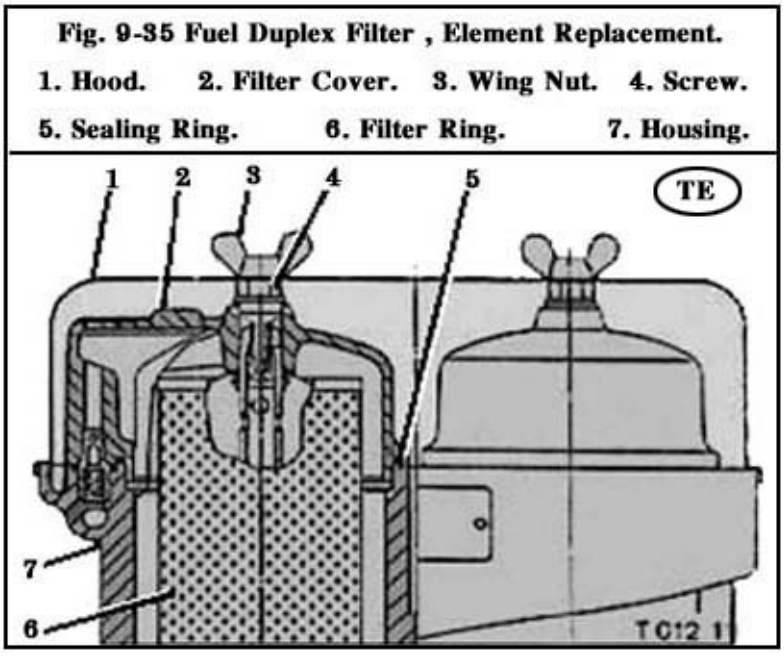


Fig. 9-35 Fuel Duplex Filter , Element Replacement.
1. Hood. 2. Filter Cover. 3. Wing Nut. 4. Screw.
5. Sealing Ring. 6. Filter Ring. 7. Housing.

ประกอบฝาปิดหม้อกรองเข้าที่เดิม โดยใช้วงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่ และกวดสลักเกลียวยึดให้แน่น เปิดใช้หม้อกรอง ด้วยลิ้นเปลี่ยนทาง

ถ้าเป็นการเปลี่ยนขณะเครื่องหยุดเดินอยู่ ให้เติมและระบายอากาศภายในหม้อกรอง (รายละเอียดข้อ 48.2)

51.การตรวจสอบการอุดตันของรูตรวจรั่วสูบน้ำจืด(Checking Coolant Pump Telltale Bore For Obstruction) (รูป 9-36)

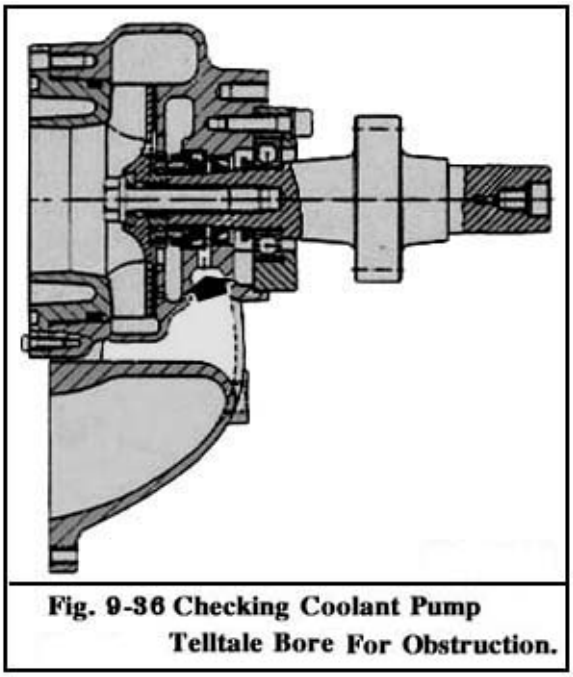


Fig. 9-36 Checking Coolant Pump Telltale Bore For Obstruction.

ใช้ลวดที่มีขนาดพอเหมาะแยงรูตรวจรั่ว ตลอดรูให้ทั่ว

52.การตรวจสอบการอุดตันของรูตรวจรั่วสูบน้ำทะเล(Checking Raw Water Pump Telltale Bore For Obstruction) (รูป 9-37 / 9-38)

ใช้ลวดที่มีขนาดพอเหมาะ แยงรูตรวจรั่ว ตลอดรูให้ทั่ว

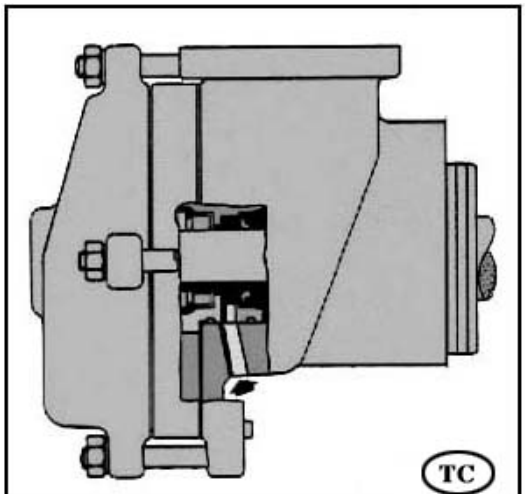


Fig. 9-37 Checking Raw Water Pump Telltale Bore For Obstruction.

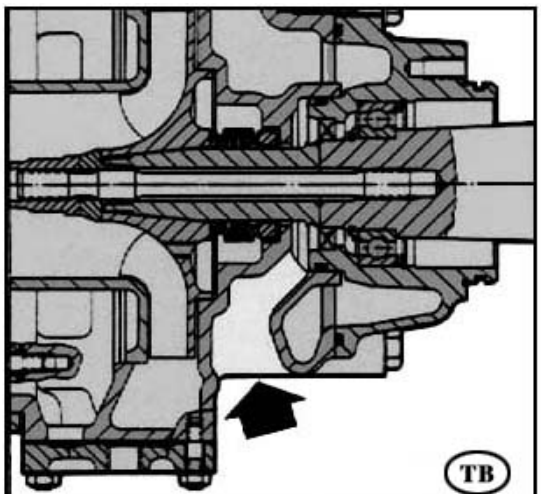


Fig. 9-38 Checking Raw Water Pump Telltale Bore For Obstruction.

53.การเติมน้ำจืดเข้าระบบ(Coolant System Filling) (รูป 9-39)

ก่อนเติมน้ำจืดเข้าระบบ ให้ตรวจสอบการอุดตันของท่อทางระบายอากาศก่อน (รายละเอียดข้อ 60)

เปิดฝาปิดระบาย(Breather Valve)ที่ถังพักน้ำจืด(Expansion Tank) (รายละเอียดข้อ 65)

เติมน้ำจืด เข้าถังพักน้ำจืด(Expansion Tank)หรือท่อทางเติมน้ำจนถึงขีดสูงสุด(Max)ของแผ่นแก้วตรวจระดับน้ำจืด(Sight Glass)

ในระหว่างที่เติมน้ำจืดและหลังจากเติมน้ำจืดเข้าระบบเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจดูการรั่วไหลของท่อทางน้ำจืดทั้งระบบด้วย

ระบายอากาศออกจากน้ำจืด โดยการเดินเครื่องและอุ่นเครื่อง(Warm-up) (รายละเอียดข้อ 116)

ถ้าระดับน้ำจืดตกต่ำ ให้เติมอีกจนถึงขีดสูงสุด(Max)

ปิดฝาปิดระบายที่ถังพักน้ำจืด (รายละเอียดข้อ 66) และเลิกเครื่อง

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ ห้ามเติมน้ำเย็น ใส่เครื่องที่ร้อน

Δ น้ำจืดที่ใช้ ควรเป็นน้ำจืดที่ปรับปรุงคุณภาพแล้ว(Treated Water) ตามรายละเอียดในคู่มือ MTU Fluids

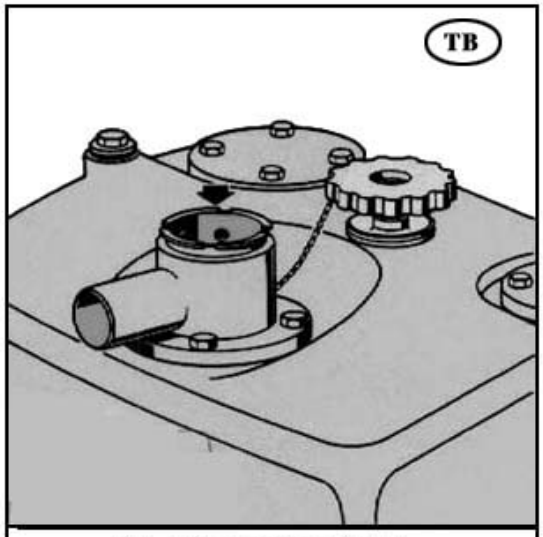


Fig. 9-39 Coolant Filling.

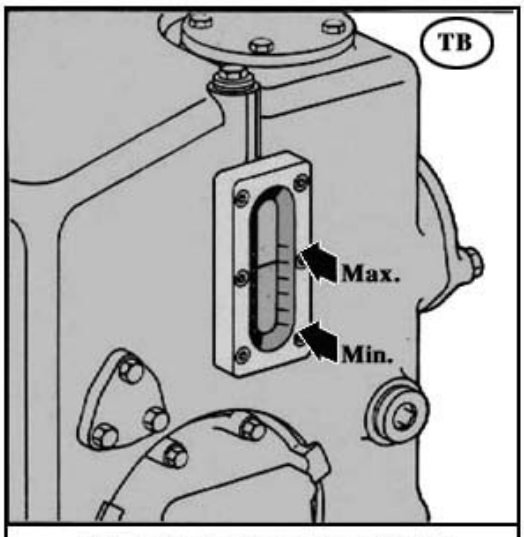


Fig. 9-40 Coolant Level Check.

And Lubricants Specification No. 1061

54.การตรวจสอบระดับน้ำจืด(Coolant Level Check) (รูป 9-40)

ระดับน้ำจืดที่ถังพักน้ำจืด จะต้องอยู่ระหว่างขีดสูงสุด(Max)กับต่ำสุด(Min)

ถ้ามีความจำเป็น ต้องเติมน้ำที่ไม่ได้ปรับปรุงคุณภาพ(Non-Treated Water)เข้าระบบ จะต้องตรวจสอบคุณภาพน้ำจืดภายในระบบในโอกาสแรก,จัดการแก้ไขและปรับปรุงคุณภาพ ตามคู่มือ MTU. Fluids And Lubricants Specification No. 1061

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ เช่นเดียวกับข้อ 53

55.การเปิดระบายน้ำจืด(Engine Coolant Draining)

55.1 เครื่องแบบ TC/TB (รูป 9-41.1 / 9-41.2)

เปิดฝาปิดระบาย(Breather Valve)ที่ถังพักน้ำจืด(Expansion Tank) (รายละเอียดข้อ 65)

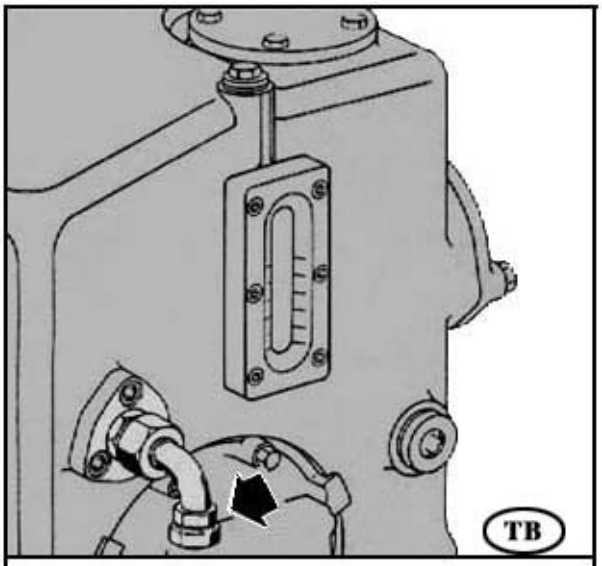


Fig. 9-41.1 Coolant Draining.

ดูดตะกอนน้ำยาป้องกันสนิมออกจากถังพักน้ำจืดทางช่องทางเติมน้ำจืดหรือท่อทางข้างแผ่นแก้วตรวจระดับน้ำจืด

เปิดลิ้นระบาย(Drain Valve) ที่ท่อทางน้ำจืดเข้าหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ(Engine Oil Heat Exchanger)

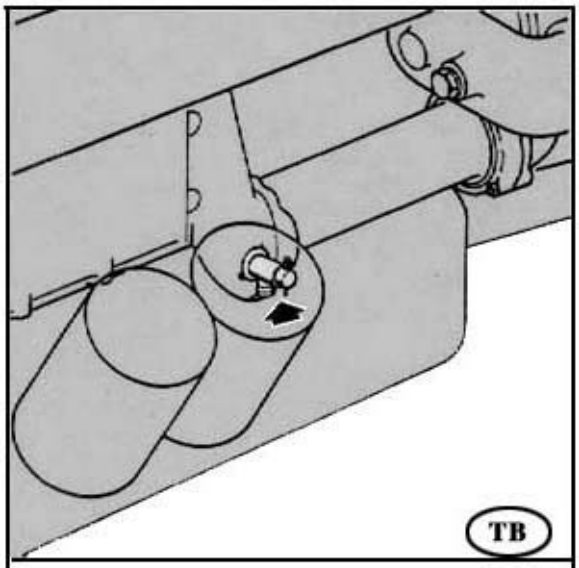


Fig. 9-41.2 Coolant Draining.

เปิดลิ้นระบาย ที่ท่อรวมแก๊สเสีย(Exhaust Manifold)และชุดอุ่นน้ำจืด(Preheating Unit) ระบายน้ำจืดภายในระบบออกให้หมด

ปิด ฝาปิดระบายและลิ้นระบายทั้งหมดที่เปิดไว้ เข้าที่เดิม

55.2 เครื่องแบบ TE (รูป 9-42.1 ถึง 9-42.7)

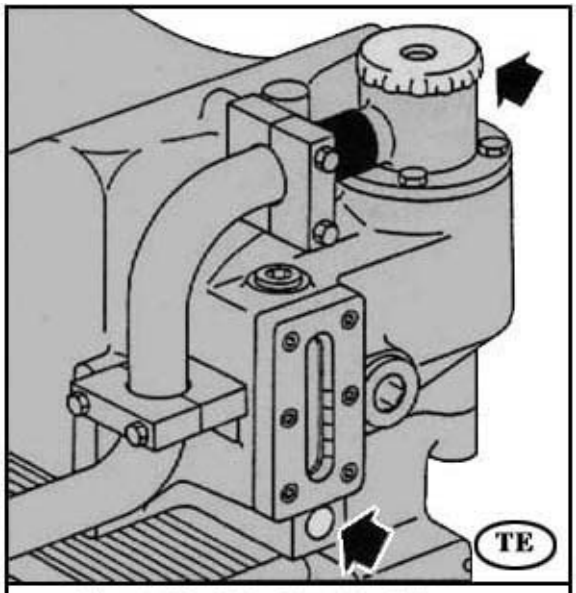


Fig. 9-42.1 Coolant Draining.

เปิดฝาปิดระบาย (Breather Valve) ที่ถังพักน้ำจืด(Expansion Tank) (รายละเอียดข้อ 65)

ดูดตะกอนน้ำยาป้องกันสนิม ออกจากถังพักน้ำจืด ทางช่องทางเติมน้ำจืด หรือท่อทางข้างแผ่นแก้วตรวจระดับน้ำจืด แล้วเปิดระบายน้ำจืด ดังนี้

เปิดระบายน้ำจืด ออกจากชุดอุ่นน้ำจืด(Preheating Unit) (รายละเอียดข้อ 67)

เปิดลิ้นระบาย ด้านล่างขวาของหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler)

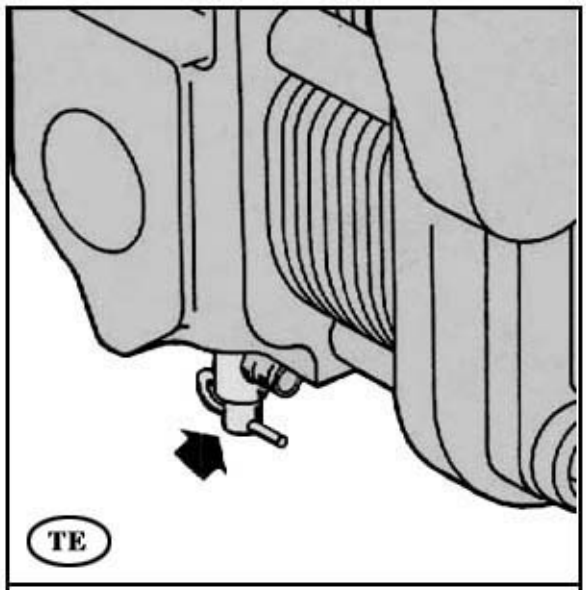


Fig. 9-42.2 Coolant Draining.

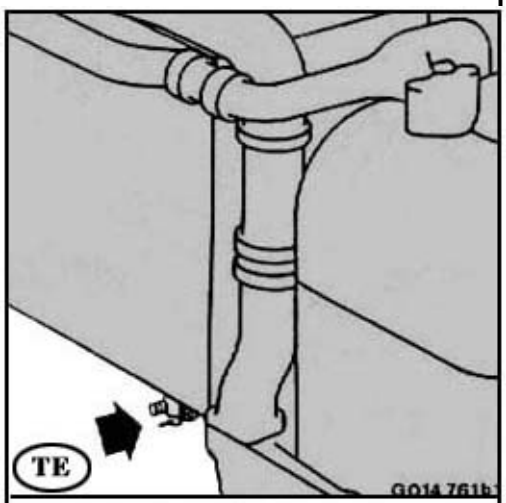


Fig. 9-42.3 Coolant Draining.

เปิดลิ้นระบาย ด้านล่างขวาของหม้อระบายความร้อนอากาศดี(Interooler)

เปิดลิ้นระบาย ที่เรือนติดตั้งเทอร์โบชาร์จ (Turbocharger Carrier Housing)ด้านซ้าย-ขวา

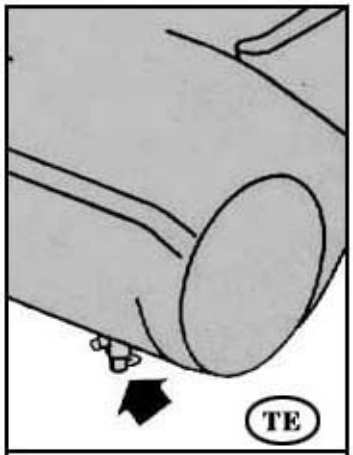


Fig. 9-42.4 Coolant Draining.

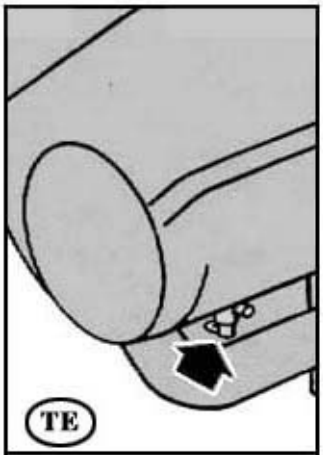


Fig. 9-42.5 Coolant Draining.

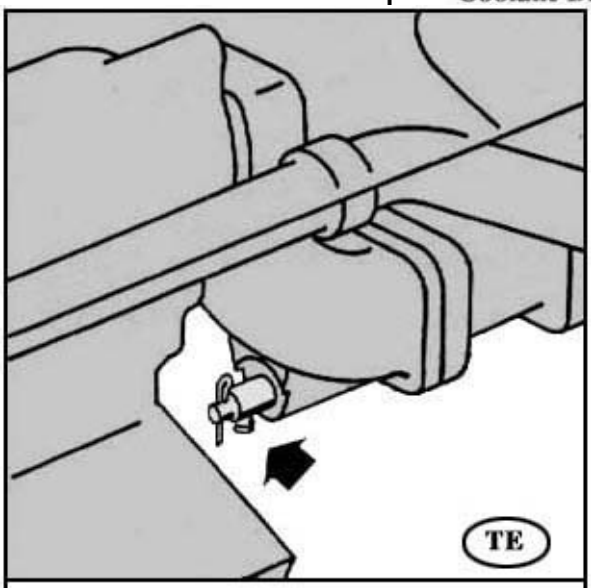


Fig. 9-42.6 Coolant Draining.

เปิดลิ้นระบาย ที่ท่อน้ำจืดเข้าหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ (Engine Oil Heat Exchanger)

เปิดลิ้นระบาย ที่เรือน(Housing) หม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ

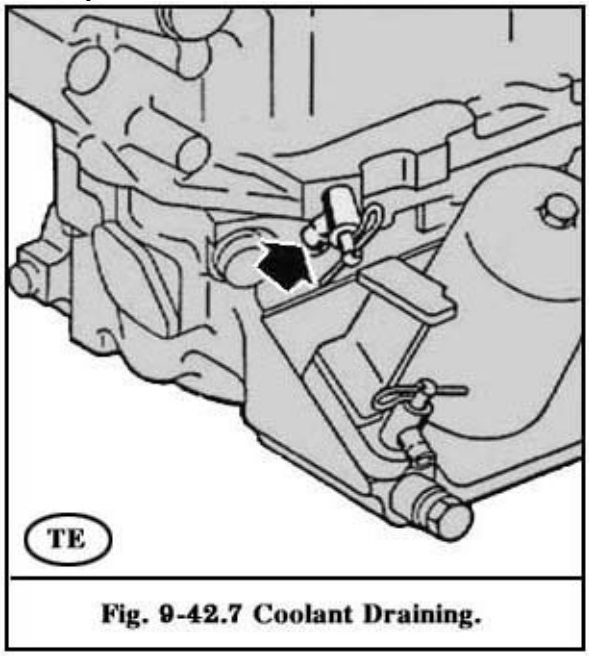


Fig. 9-42.7 Coolant Draining.

เมื่อระบายน้ำจืดออกหมดแล้ว ปิดลิ้นระบายที่เปิดไว้ทั้งหมด

ปิด ฝาปิดระบาย(Breather Valve)ที่ถังพักน้ำจืด(Expansion Tank) (รายละเอียดข้อ 66)

56.การนำน้ำจืดตัวอย่างออกมาตรวจวิเคราะห์(Engine Coolant Sample Extraction)

(รูป 9-41.2 / 9-42.6)

เดินเครื่อง ที่ความเร็วเดินเบาตัวเปล่า(Idle Speed)

เปิดก๊อกตัวอย่าง(Sampling Faucet) ที่ท่อทางน้ำจืดเข้าหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ(Engine Oil Heat Exchanger) ระบายน้ำจืดออกเล็กน้อย เป็นการทำความสะอาดก๊อก แล้วจึงเปิดระบายน้ำจืดใส่ภาชนะที่สะอาด ประมาณ 1 ลิตร เพื่อเป็นน้ำจืดตัวอย่างในการตรวจวิเคราะห์

นำน้ำจืดตัวอย่างไปตรวจหาค่าน้ำยาป้องกันการแข็งตัว(Antifreeze),น้ำยาป้องกันสนิม(Corrosion Inhibitor Oil)และค่าความเป็นกรด/ด่าง(pH. Value) ด้วยชุดการทดสอบของ mtu(MTU Test Kit) ตามรายละเอียดคู่มือ Publication A 061764

57.การล้างระบบน้ำจืด(Cooling System Flushing)

เปิดระบายน้ำจืด ออกจากระบบ (รายละเอียดข้อ 51)

ตรวจสอบการอุดตันของท่อระบายอากาศ(Vent Lines) (รายละเอียดข้อ 60)

นำน้ำจืดตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำล้างระบบ(Flushing Water) มาตรวจหาค่าความเป็นกรด/ด่าง(pH. Value)

เติมน้ำจืดล้างระบบ เข้าสู่ระบบน้ำจืด (รายละเอียดข้อ 53)

เริ่มเดินเครื่อง (รายละเอียดข้อ 93)

เดินเครื่องจนถึงอุณหภูมิใช้งาน(Operating Temperature) และเดินเครื่องที่ความเร็วเดินเบาตัวเปล่า(Idle Speed) 30 นาที

เปิดระบายน้ำล้างระบบภายในเครื่อง และนำน้ำล้างระบบดังกล่าวไปตรวจหาความเป็นกรด/ด่าง

เปรียบเทียบค่าความเป็นกรด/ด่าง ระหว่างก่อนล้างระบบกับหลังล้างระบบ

ถ้าค่าความเป็นกรด/ด่างหลังล้างระบบสูงกว่าก่อนล้างระบบ ให้ล้างระบบด้วยน้ำจืดที่สะอาดใหม่ดังที่กล่าวมาแล้ว จนกระทั่งค่าความเป็นกรด/ด่างก่อนกับหลังล้างระบบเท่ากัน

ทำความสะอาดแผ่นแก้วตรวจระดับน้ำจืดที่ถังพักน้ำจืด (รายละเอียดข้อ 64)

เปิดระบายจืดน้ำล้างระบบทิ้ง (รายละเอียดข้อ 51)

เติมน้ำจืดที่ปรับปรุงคุณภาพแล้ว(Treated Water) เข้าระบบ (รายละเอียดข้อ 53)

<u>ข้อควรจำ</u> !

! ถ้าดำเนินการล้างระบบแล้ว 4-5 ครั้ง ค่าความเป็นกรด/ด่างหลังล้างระบบยังสูงกว่าก่อนล้างระบบมากกว่า 1 pH. จะต้องทำความสะอาดระบบ(Cleaning) ตามรายละเอียดคู่มือ MO. 60262

58.การเปลี่ยนน้ำจืด(Engine Coolant Change)

เปิด ฝาปิดระบาย(Breather Valve) (รายละเอียดข้อ 65)

ดูดตะกอนน้ำยาป้องกันสนิมออก (รายละเอียดข้อ 55)

เปิด ระบายน้ำจืดออกจากระบบ (รายละเอียดข้อ 55)

เติมน้ำจืดเข้าระบบ (รายละเอียดข้อ 53)

ปิด ฝาปิดระบายเข้าที่เดิม (รายละเอียดข้อ 66)

59.การทำความสะอาดตะแกรงกรองน้ำจืด(Coolant Strainer Cleaning)

59.1 เครื่องแบบ TC/TB (รูป 9-43)

เปิดระบายน้ำจืดออกจากระบบ (รายละเอียดข้อ 55)

ถอดสลักเกลียว(Screw)และท่องอ(Elbow) ออกจากท่อรวมแก๊สเสีย(Exhaust Manifold)และท่อน้ำจืด (Coolant Pipe)

ถอดตะแกรงกรองน้ำจืดและท่องอ นำไปเป่าทำความสะอาดด้วยกำลังดันลม

ประกอบวงกันรั่ว(O-Ring)ใหม่ให้เข้ากับท่อน้ำจืด และประกอบท่องอเข้ากับท่อน้ำจืดแล้วจึงประกอบท่องอเข้ากับท่อรวมแก๊สเสีย โดยใช้แผ่นกันรั่ว(Gasket)ใหม่

เติมน้ำจืดเข้าระบบ (รายละเอียดข้อ 53) และตรวจดูการรั่วไหล

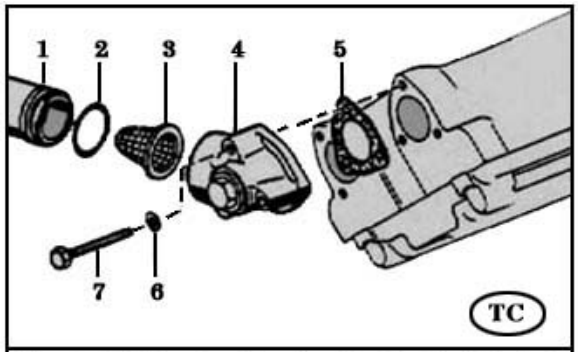


Fig. 9-43 Cleaning Strainer In Coolant Outlet at End of Exhaust Manifold.

1. Coolant Pipe. 2. O-ring. 3. Strainer. 4. Elbow. 5. Gasket. 6. Spring Washer. 7. Screw.

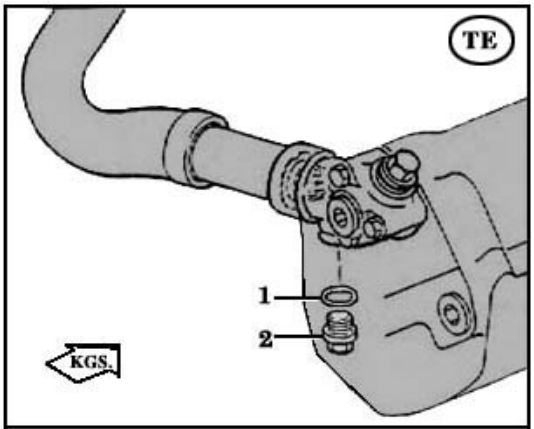


Fig. 9-44 Engine Coolant Strainer In Coolant Return Line , Cleaning.

1. Sealing Ring. 2. Plug.

59.2 เครื่องแบบ TE (รูป 9-44)

ในขณะเครื่องเย็น ถอดปลั๊ก(Plug)ที่ท่อน้ำจืดกลับ(Return Line) ทั้งด้าน A และ B(A/B-Side) ระบายน้ำจืดออกประมาณ 2-3 ลิตร ใส่ภาชนะที่เหมาะสม เป็นการล้างคราบสิ่งสกปรกออกจากตะแกรงกรองน้ำจืด

ประกอบปลั๊กเข้าที่เดิมและเปลี่ยนวงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่ ถ้าจำเป็น

60.การตรวจสอบการอุดตันของท่อระบายอากาศระบบน้ำจืด(Coolant System,Vent Line Obstruction Check)

ถอดท่อระบายอากาศ ออกมาเป่าทำความสะอาดด้วยกำลังดันลม แล้วประกอบเข้าที่เดิม

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δการอุดตันของท่อระบายอากาศ จะทำให้เครื่องร้อนจัด(Overheat)ขณะใช้เครื่อง จนกระทั่งเครื่องเสียหายได้

61.การตรวจสอบการส่งน้ำทะเล(Raw Water Supply Check)

ในขณะเครื่องเดินอยู่ ตรวจสอบกำลังดันน้ำทะเล ที่มาตรวัดกำลังดัน(Pressure Gauge)หรือ ที่แผงแสดงค่า(Monitoring Panel)

62.การเปิดใช้น้ำทะเลฉุกเฉิน(Raw Water Emergency Supply,Cut-in) (รูป 9-45)

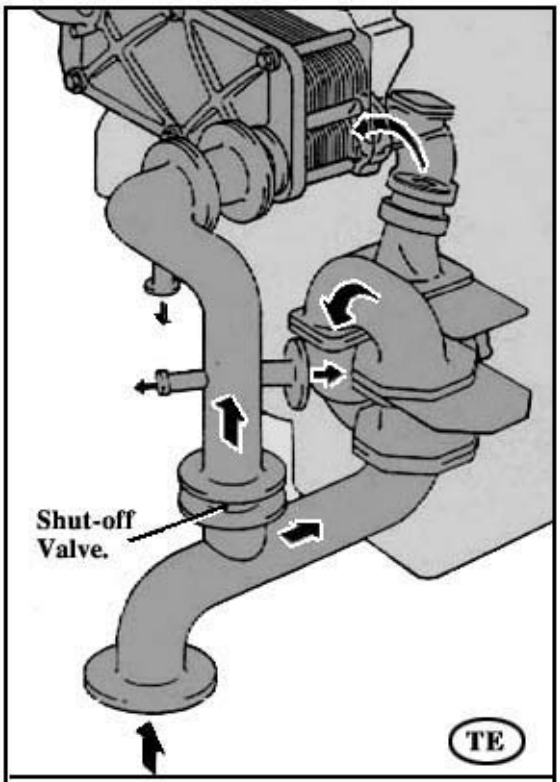


Fig. 9-45 Raw Water Emegency Supply.

เครื่องแบบ TE

เปิด ลิ้นปิด(Shut-off Valve) เพื่อเปิดน้ำทะเลฉุกเฉินเข้าระบบ

เปิด การทำงาน(Switch On) สูบน้ำทะเลสำรอง(Reserve Raw Water Pump)

ตรวจสอบกำลังดัน ที่แผงแสดงค่า (Monitoring Panel)

ข้อควรจำ !

! กำลังดันน้ำทะเลต้องไม่สูงกว่า 2.2 บาร์และอัตราการส่งไม่สูงกว่า 60 ลบม./ชม.(m^3/h)

*** หมายเหตุ**

*****ถ้าเรือน(Housing)ของสูบน้ำทะเล(Raw Water Pump)ของเครื่องชำรุดเสียหาย จะต้องปิดท่อทางเข้า-ออกของสูบน้ำทะเลดังกล่าว ด้วยการกลับด้านหน้าแปลนสองทาง(Dual Purpose Flanges)

63.การปิดน้ำทะเลฉุกเฉิน (รูป 9-45)

ปิดการทำงาน(Switch Off) สูบน้ำทะเลสำรอง

ปิด ลิ้นปิด(Shut-off Valve) เพื่อปิดท่อทางน้ำทะเลฉุกเฉินเข้าระบบ

เปิด ลิ้นน้ำทะเลเข้าระบบน้ำทะเลตามปกติ

*** หมายเหตุ**

*ถ้ามีการปิดท่อทางเข้า-ออกของสูบน้ำทะเล(Raw Water Pump) ด้วยหน้าแปลนสองทาง(Dual Purpose Flanges) ให้เปิดด้วยการกลับด้านหน้าแปลนสองทางให้เรียบร้อย

64.การทำความสะอาดแผ่นแก้วตรวจระดับน้ำจืด(Sight Glass Cleaning) (รูป 9-46)

ถอดปลั๊กตัวบน(Upper Plug) ของแผ่นแก้วออก

ใช้แปรงแยงขวด(Bottle Brush) แยงทำความสะอาดให้ทั่วแผ่นแก้ว

ประกอบปลั๊กตัวบน เข้าที่เดิมโดยใช้วงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่

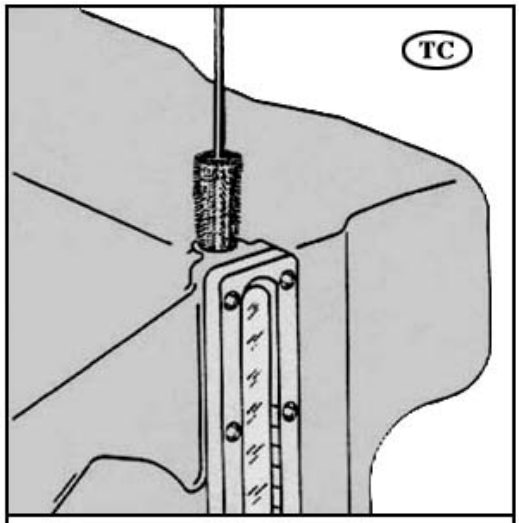


Fig. 9-46 Sight Glass Cleaning.

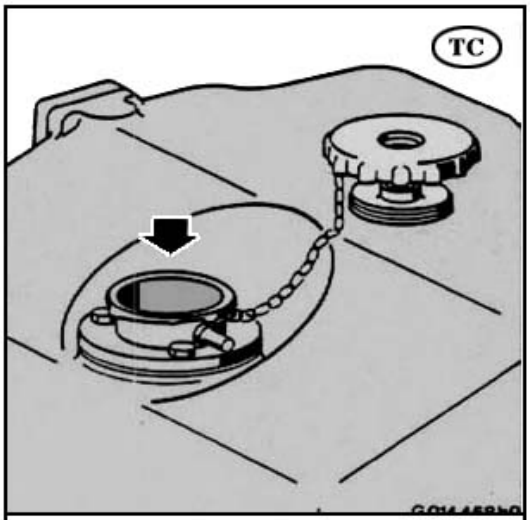


Fig.9-47 Breather Valve Opening.

65.การเปิดฝาปิดระบาย(Breather Valve Opening) (รูป 9-47)

หมุนฝาปิดระบายไปทางซ้าย จนถึงจุดหยุดจุดแรก(First Stop)แล้วหยุด ให้กำลังดันภายในระบายออกมาให้หมด

หมุนฝาปิดระบายต่อไป จนกระทั่งถึงจุดหยุดที่สอง จึงเปิดฝาปิดระบายออก

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ ห้ามเปิด ฝาปิดระบาย ขณะเครื่องยนต์ร้อน

66.การปิดฝาปิดระบาย(Breather Valve Closed) (รูป 9-47)

ประกอบฝาปิดระบายเข้าที่เดิมและหมุนไปทางด้านขวา จนถึงจุดหยุด

67.การเปิดระบายชุดอุ่นน้ำจืด(Coolant Preheating Unit Draining) (รูป 9-48)

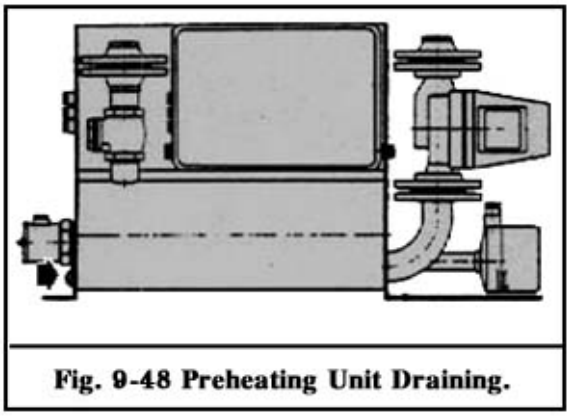


Fig. 9-48 Preheating Unit Draining.

เปิดปลั๊กระบาย(Drain Plug) ระบายน้ำภายในออก

ประกอบปลั๊กระบายเข้าที่เดิม โดยใช้วงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่

68.การใช้งานชุดอุ่นน้ำจืดครั้งแรก(Coolant Preheating Unit Initial Operation) (รูป 5-8)

ตรวจสอบจุดตัดการทำงาน เมื่อกระแสไฟเกิน(Overcurrent) ของมอเตอร์สูบน้ำวนเวียน

เติมน้ำจืดเข้าสูบน้ำวนเวียน(Pump) ให้เต็ม

เปิดการทำงาน(Switch On) ชุดอุ่นน้ำจืด

ตรวจสอบทิศทางการหมุน ของสูบน้ำวนเวียน

ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำจืด ต้องสูงขึ้น

69.การปรับแต่งเครื่องควบคุมอุณหภูมิชุดอุ่นน้ำจืด(Coolant Preheating Unit Thermostat Adjustment) (รูป 5-8)

ถอดสลักเกลียว(Screw)และฝาครอบ(Cover) ของเครื่องควบคุมอุณหภูมิ

ปรับแต่งย่านอุณหภูมิ(Range) ที่สลักเกลียวปรับแต่ง(Adjusting Screw) ตามต้องการ

ประกอบฝาปิดเข้าที่เดิม

70.การตรวจสอบชุดอุ่นน้ำจืด(Coolant Preheating Unit Check) (รูป 5-8)

ขณะเปิดการทำงาน(Switch On)ชุดอุ่นน้ำจืด อุณหภูมิน้ำจืดจะต้องอยู่ในย่านการควบคุม ของเครื่องควบคุมอุณหภูมิและสูบน้ำวนเวียนจะต้องทำงานด้วย

71.การตั้งการทำงานของตัวจำกัดอุณหภูมิใหม่(Coolant Preheating Unit,Temperature Limiter Reset) (รูป 5-8)

ถอดสลักเกลียว(Screw)และฝาครอบ(Cover) ของเครื่องควบคุมอุณหภูมิ

กดเดือยตั้งการทำงานใหม่(Resetting Pin)

ประกอบฝาครอบเข้าที่เดิม

72.การทำความสะอาดหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler Cleaning)

เครื่องแบบ TE

ดูในคู่มือ Maintenance Manual MO 20046/00E

73.การตรวจสอบการรั่วไหลของหม้อระบายความร้อนน้ำจืด(Coolant Cooler Leak Check) (รูป 5-7.3 / 5-7.4)

ตรวจดูร่องของวงกันรั่วแบบมีร่อง(Profile Seal) ว่ามีน้ำรั่วออกมาหรือไม่

*** <u>หมายเหตุ</u>**

***** ขณะที่ยังไม่มีการอัดตัว ความกว้างของร่องจะมีประมาณ 8 มม.ถ้าร่องมีการอุดตัน ใช้มีดกรีดตกแต่งให้ร่องทะลุถึงกันตลอดวง

74. การตั้งฉุกเฉินเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด(Coolant Thermostat Emergency Setting)

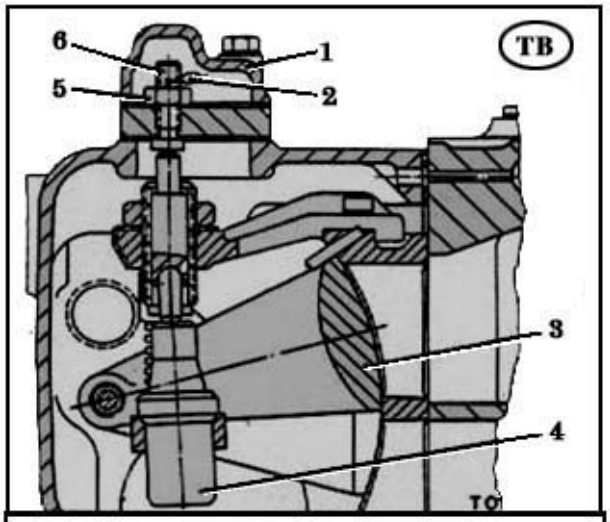


Fig. 9-49 Thermostat Emergency Control.
1. Cover. 2. Lead Seal. 3. Slide Valve.
4.Pellet Case. 5.Locknut. 6.Adjusting Screw.

74.1 เครื่องแบบ TB (รูป 9-49)

ถอดฝาครอบ(Cover)

ถอดลวดตราตะกั่ว(Lead Seal) ออกจากสลักเกลียวปรับแต่ง(Adjusting Screw)

คลายนัตล็อค(Lock Nut)ออก และกวดสลักเกลียวปรับแต่งเข้า

74.2 เครื่องแบบ TE (รูป9-50)

คลายปลอกล็อค(Locking Bush) ออกพอประมาณ

กวดเดือยกั้น(Stop Pin)เข้า 18-20 มม.(ประมาณ 16 รอบ) ด้วยประแจหกเหลี่ยม (Allen Key)

กวดปลอกล็อคให้แน่น

เมื่อมีการเปลี่ยนส่วนรับความร้อน (Thermal Element) ให้คลายเดือนกั้นออก 18-20 มม.และกวดปลอกล็อคให้แน่น

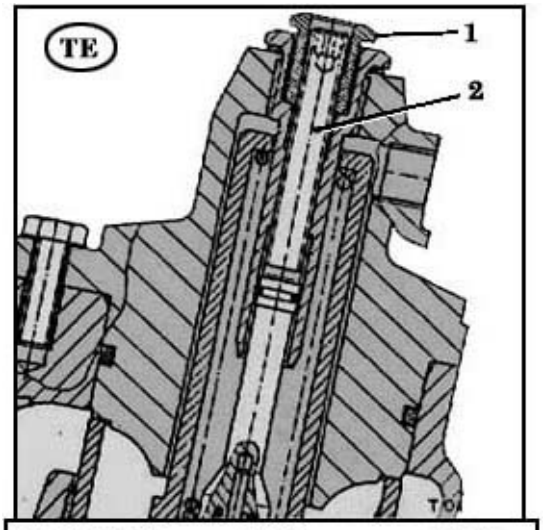


Fig.9-50 Thermostat Emergency Setting.
1. Locking Bush. 2. Stop Pin.

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δขณะใช้เครื่องเมื่อมีการตั้งฉุกเฉินดังกล่าว จะต้องคอยตรวจสอบอุณหภูมิน้ำจืดเป็นพิเศษและเปลี่ยนเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดหรือส่วนรับความร้อน(Thermal Element) ในโอกาสแรก

75.การปรับแต่งอัตราการส่งของสูบจำกัดน้ำมันหล่อ(Oil Metering Pump Delivery

Adjustment) (รูป 9-51)

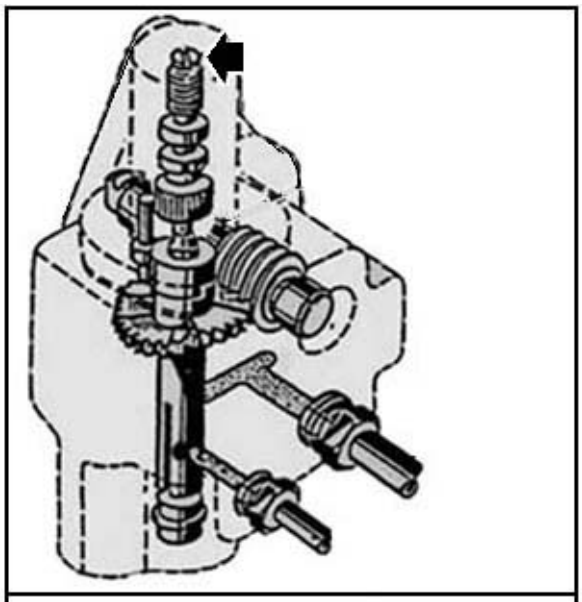


Fig. 9-51 Delivery Adjustment.

ขณะเครื่องเดินอยู่ ตรวจสอบการส่งน้ำมันหล่อที่ท่อทางส่งสูบจำกัดน้ำมันหล่อ

ถอดปลายท่อส่งน้ำมันหล่อ ออกจากท่อรวมอากาศดี

วัดอัตราการส่งน้ำมันหล่อ ด้วยภาชนะวัดค่า(Measurement Container)

ถ้าค่าไม่ได้ตามเกณฑ์ ให้ปรับแต่งที่สลักเกลียวปรับแต่ง(Adjusting Screw) ซึ่งการกวดทวนเข็มนาฬิกา(CCW.) จะเป็นการเพิ่มอัตราการส่ง แต่ถ้ากวดตามเข็มนาฬิกา(CW.)จะเป็นการลดอัตราการส่ง

* <u>หมายเหตุ</u> * อัตราการส่ง ให้ดูในคู่มือประจำเครื่อง

76. การเติมน้ำมันหล่อเข้าระบบ(Engine Oil System Filling) (รูป 9-52)

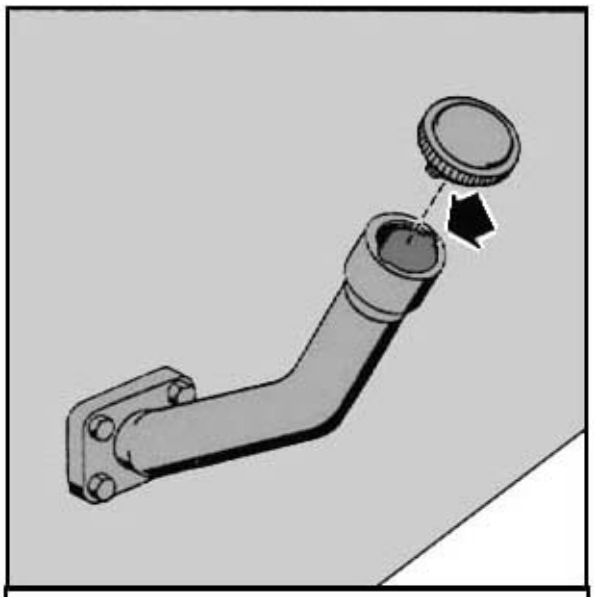


Fig. 9-52 Lub Oil System Filling.

เติมน้ำมันหล่อใหม่เข้าเครื่องทางท่อทางเติม(Filter Neck) จนกระทั่งระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อ(Oil Pan)สูงถึงขีดสูงสุด(Max)ของเหล็กวัดระดับ(Dipstick)

ถ้าเป็นการเติมน้ำมันหล่อครั้งแรก หรือ การเติมหลังจากการเปลี่ยนน้ำมันหล่อ จะต้องระลึกไว้ว่าที่หม้อกรอง(Filter)และหม้อระบายความร้อน(Heat Exchanger) ยังไม่ได้รับการเติมน้ำมันหล่อ จนกว่าจะมีการเดินเครื่อง ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเติมน้ำมันหล่ออีกครั้ง จนถึงขีดสูงสุด(Max)ของเหล็กวัดระดับ(Dipstick) หลังจากทดสอบเดินเครื่อง(Test Run)

ถ้ามีระบบปรับระดับน้ำมันหล่อ(Oil Level Regulating System) ในถังพักน้ำมันหล่อ(Oil Tank)ต้องให้ถึงระดับ 2/3 ของถังด้วย

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δน้ำมันหล่อที่ใช้ จะต้องเป็นน้ำมันหล่อใหม่ ตามรายละเอียดในคู่มือ MTU Fluids And Lubricants Specification No.1061 เท่านั้น

77. การเปลี่ยนน้ำมันหล่อ(Oil Change)

ต้องกระทำในขณะที่เครื่องยนต์ร้อนอยู่ ดังนี้

ใช้ระบบสูบถ่ายน้ำมันหล่อ ดูดน้ำมันหล่อออกจากระบบให้หมด

เปิดระบาย(Drain)น้ำมันหล่อ ออกจากหม้อกรอง(Filter) และตรวจสอบดูเศษโลหะที่ตกค้างอยู่ในน้ำมันหล่อ

เติมน้ำมันหล่อใหม่ เข้าเครื่อง

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ เช่นเดียวกับ ข้อ 75

78. การตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อ(Checking Engine Oil Level) (รูป 9-53)

78.1 **เครื่อง** TC/TB **ที่ไม่มีระบบปรับระดับน้ำมันหล่อ** (รูป 9-53)

> การตรวจสอบในระหว่างที่ใช้เครื่องปกติ ที่อุณหภูมิใช้งาน (Operating Temperature) ให้ดึงเหล็กวัดระดับ(Dipstick)ออกมา แล้วเช็ดด้วยผ้าสะอาด แล้วจึงสอดเหล็กวัดระดับลงไปวัดระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อ(Oil Pan) ระดับน้ำมันหล่อจะต้องอยู่ระหว่างขีดต่ำสุด(Min)กับสูงสุด(Max)ของเหล็กวัดระดับ

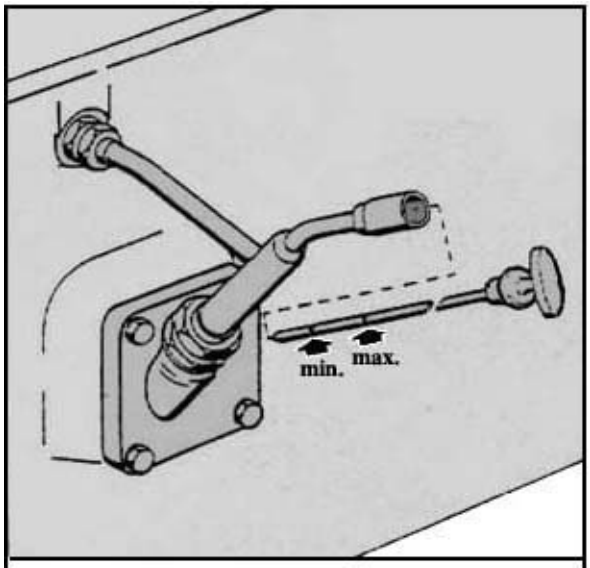


Fig. 9-53 Checking Engine Oil Level.

>> การตรวจสอบก่อนเริ่มเดินเครื่อง สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ระยะเวลาที่เครื่องหยุดเดิน เนื่องจากขณะเครื่องหยุดเดิน จะมีน้ำมันหล่อจากหม้อกรองและหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อ ไหลกลับลงอ่างน้ำมันหล่อ ทำให้ระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อสูงกว่าปกติ ถ้าเป็นการเริ่มเดินเครื่อง หลังจากเลิกเครื่องเป็นระยะเวลานาน(Extended Period) ต้องเติมน้ำมันหล่อให้สูงถึงขีดสูงสุด(Max)

<u>ข้อควรจำ</u> !

! เพื่อเปรียบเทียบผลการตรวจสอบระดับน้ำมันให้ถูกต้องทุกครั้ง การตรวจสอบแต่ละครั้งควรกระทำเมื่อเครื่องยนต์อยู่ในสภาวะเดียวกันทุกครั้ง

78.2 เครื่อง TE ที่มีระบบปรับระดับน้ำมันหล่อ (รูป 9-53)

> การเติมน้ำมันหล่อครั้งแรก(Initial Filling)และหลังการเปลี่ยนน้ำมันหล่อทุกครั้ง ให้เติมน้ำมันหล่อให้ถึงขีดสูงสุด(Max)ของเหล็กวัดระดับ(Dipstick)ของเครื่อง และในถังพักน้ำมันหล่อ(Oil Tank)ของระบบปรับระดับน้ำมันหล่อให้สูงถึง 2/3 ของถัง

เดินตัวเปล่าประมาณ 2-3 นาที แล้วเลิกเครื่อง หลังจากเลิกเครื่องแล้วประมาณ 5 นาที ดึงเหล็กวัดระดับ(Dipstick)ออกมา แล้วเช็ดด้วยผ้าสะอาด แล้วจึงสอดเหล็กวัดระดับลงไปวัดระดับน้ำมันหล่ออ่างน้ำมันหล่อ(Oil Pan)ของเครื่อง ระดับน้ำมันหล่อจะต้องสูงถึงขีดต่ำสุด(Min)ของเหล็กวัดระดับ และในถังพักน้ำมันหล่อ(Oil Tank)ของระบบปรับระดับน้ำมันหล่อต้องถึงระดับ 2/3 ของถัง ถ้าจำเป็นเติมให้ได้ระดับดังกล่าว

>> ก่อนเริ่มเดินเครื่อง หลังจากเลิกเครื่องเป็นระยะเวลานาน ระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อและในถังพักน้ำมันหล่อ อย่างน้อยที่สุดต้องสูงถึงขีดต่ำสุด(Min)

>>> การตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อระหว่างที่เครื่องหยุดเดิน หลังจากเลิกเครื่องแล้วประมาณ 5 นาที ระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อและในถังพักน้ำมันหล่อ อย่างน้อยที่สุดต้องสูงถึงขีดต่ำสุด(Min) ถ้าจำเป็นเติมให้ได้ระดับดังกล่าว

ถ้าระบบปรับระดับน้ำมันหล่อผิดปกติ ขณะใช้เครื่องจะต้องตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อทุก 2 ชม ระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อ จะต้องอยู่ระหว่างขีดต่ำสุดกับสูงสุด และในถังพักน้ำมันหล่อต้องสูงถึงระดับ 2/3 ของถัง ถ้าจำเป็นเติมให้ได้ระดับดังกล่าว

79.การนำน้ำมันหล่อตัวอย่างออกมาตรวจวิเคราะห์(Oil Sampling) (รูป 9-54)

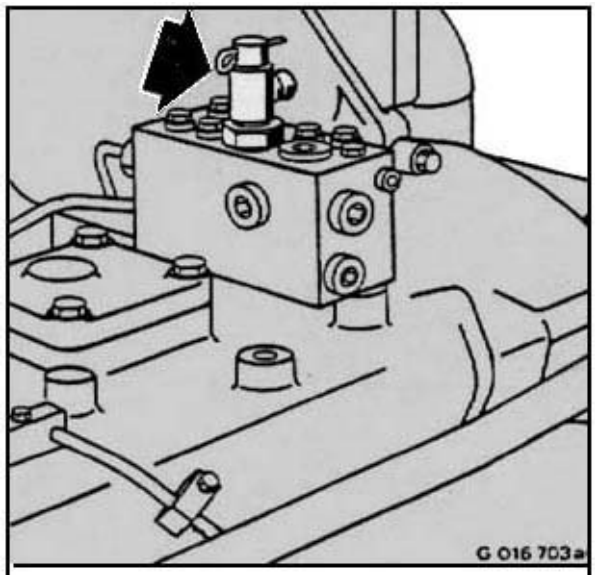


Fig. 9-54 Oil Sampling and Analysis.

ในขณะที่เครื่องเดินอยู่ที่อุณหภูมิใช้งาน เปิดก๊อกระบายน้ำมันหล่อออกประมาณ 2 ลิตร เป็นการทำความสะอาดก๊อก

เปิดก๊อกระบายน้ำมันหล่อ ใส่ภาชนะที่สะอาดประมาณ 1 ลิตร เป็นน้ำมันหล่อตัวอย่าง

นำน้ำมันหล่อตัวอย่าง ไปตรวจวิเคราะห์ด้วยชุดทดสอบของ mtu(MTU Test Kit) ตรวจวิเคราะห์ความสามารถในการกระจายตัว(Dispersion Ability) ด้วยวิธีการทดสอบหยด(Spot Test) ,น้ำปนในน้ำมันหล่อ(Water Content) และน้ำมันเชื้อเพลิงที่ปนในน้ำมันหล่อ(Fuel Delution) (รายละเอียด ดูในคู่มือ No. 61764)

80.การเลือกใช้หม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ(Oil Filters Selection) (รูป 9-55)

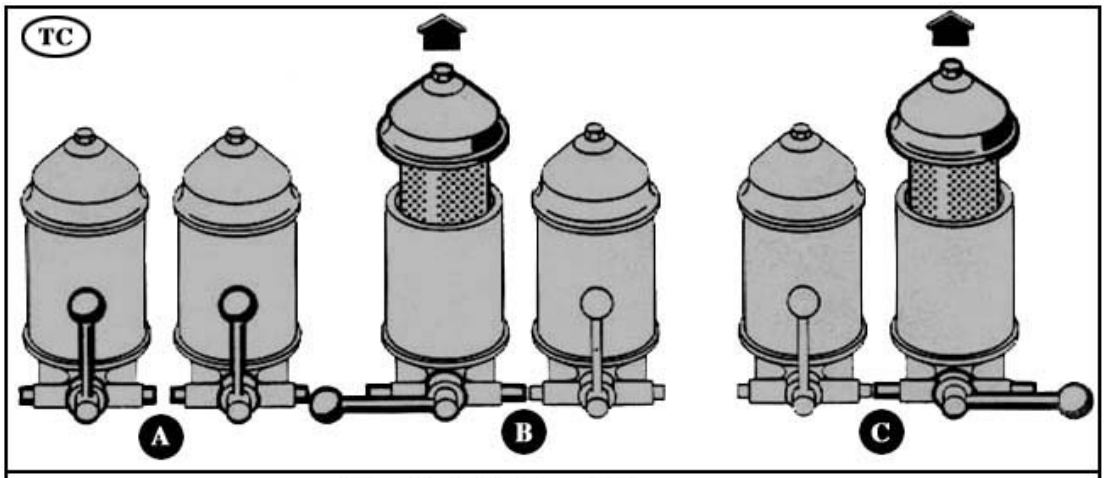


Fig. 9-55 Selecting Oil Filters.
A = Operating Position : Both Filters In Operation.
B = Left-hand Filter Disengaged to Permit Filter Element Replacement.
C = Right-hand Filter Disengaged to Permit Filter Element Replacement.

เครื่องแบบ TC/TB

โยกคันโยกของลิ้นเปลี่ยนทาง(Diverter Valve) ตามรูป 9-55

หม้อกรองใบที่ถูกปิด สามารถเปลี่ยนไส้หม้อกรองได้

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ ในขณะใช้งานเครื่องปกติ จะต้องเปิดใช้หม้อกรองทุกใบ

81.การเปิดระบายตะกอนหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ(Draining Sludge From Oil Filter)

81.1 **เครื่องแบบ** TC/TB (รูป 9-56)

ปิดหม้อกรองที่จะระบายตะกอนด้วยลิ้นเปลี่ยนทาง(Diverter Valve)

หมุนคลายเปิดปลั๊กระบาย(Drain Plug) ระบายน้ำมันหล่อภายในหม้อกรองออกใส่ภาชนะที่สะอาดให้หมด

ประกอบปลั๊กระบายเข้าที่เดิมโดยใช้วงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่

เปิดใช้หม้อกรอง ด้วยลิ้นเปลี่ยนทาง

ระบายตะกอนภายในหม้อกรองอีกใบหนึ่ง ตามวิธีดังที่กล่าวมาแล้ว

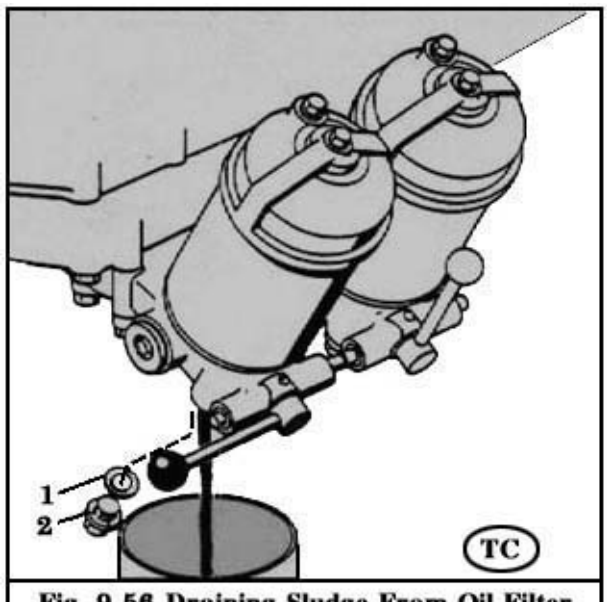


Fig. 9-56 Draining Sludge From Oil Filter.
1. Sealing Ring. 2. Drain Plug.

81.2 เครื่องแบบ TE (รูป 9-57)

หมุนคลายปลั๊กระบายอากาศ (Vent Plug)และปลั๊กระบาย(Drain Plug) 2-3 รอบ ระบายน้ำมันหล่อภายในหม้อกรองใส่ภาชนะที่สะอาดให้หมด

กวดปิดปลั๊กทั้งสอง เข้าที่เดิม

ข้อควรจำ !

! ควรระบายตะกอน ในขณะเครื่องร้อนหรือที่อุณหภูมิใช้การ

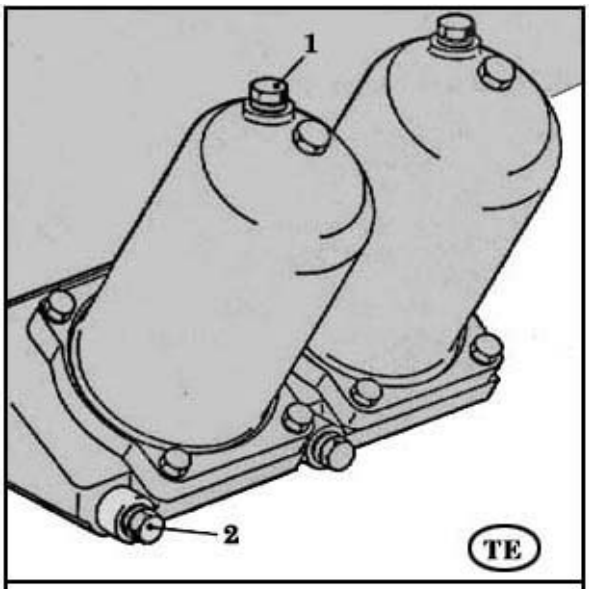


Fig. 9-57 Draining Sludge From Oil Filter.
1. Vent Plug. 2. Drain Plug.

82.การตรวจวิเคราะห์โลหะตกค้างในตะกอนน้ำมันหล่อ(Oil Sludge Metallic Residue Analysis) (รูป 9-58)

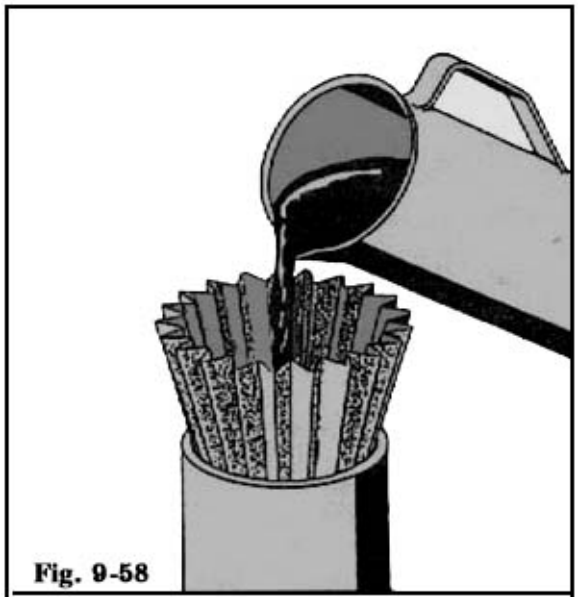


Fig. 9-58

Oil Sludge Metallic Residue Analysis.

ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่สะอาดหรือน้ำยาล้างจาระบี(Grease Dissolving Agent)ผสมกับน้ำมันหล่อ แล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง(Paper Filter) สิ่งสกปรกต่างๆที่ปนมากับน้ำมันจะตกค้างอยู่บนกระดาษกรอง

ถ้ามีโลหะตกค้างอยู่เป็นจำนวนเล็กน้อย ในการใช้งานเครื่องจะต้องดูแลเอาใจใส่ต่อเครื่องยนต์อย่างใกล้ชิด และจะต้องตรวจวิเคราะห์ตะกอนน้ำมันหล่อทุกวัน ดังที่กล่าวมาแล้ว ถ้าพบว่ามีโลหะตกค้างเพิ่มมากขึ้น จะต้องตรวจสอบหาสาเหตุต่อไป

83.การเปลี่ยนวงกันรั่วและไส้หม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ(Oil Filter Element And Sealing Ring Replacement)

83.1 เครื่องแบบ TC/TB (รูป 9-59)

ปิดหม้อกรอง ด้วยลิ้นเปลี่ยนทาง (รายละเอียดข้อ 79)

ระบายน้ำมันหล่อออกจากหม้อกรอง (รายละเอียดข้อ 80)

คลายสลักยึด(Securing Bolt)

ถอดฝาปิดหม้อกรอง (Filter Cover) พร้อมชุดไส้หม้อกรอง(Filter Element)

คลายนัตยึด(Retaining Nut)

ถอดไส้หม้อกรองออกทิ้ง

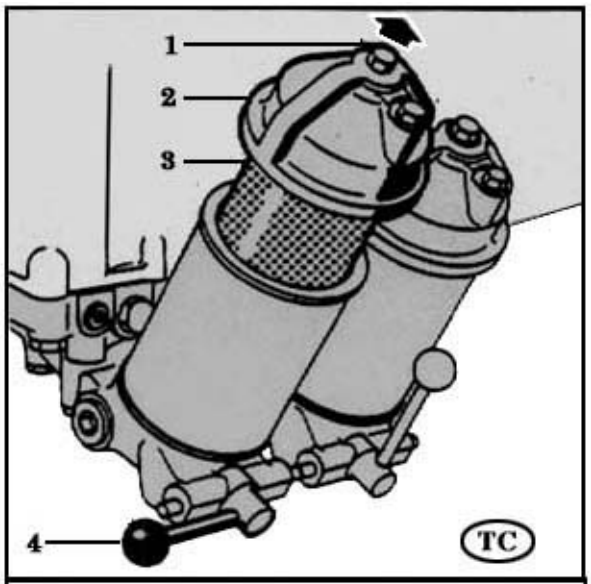


Fig. 9-59.1 Oil Filter Paper Element and Sealing Ring Replacement.

1. Securing Bolt. 2. Filter Cover.
3. Filter Element. 4. On/Off Lever.

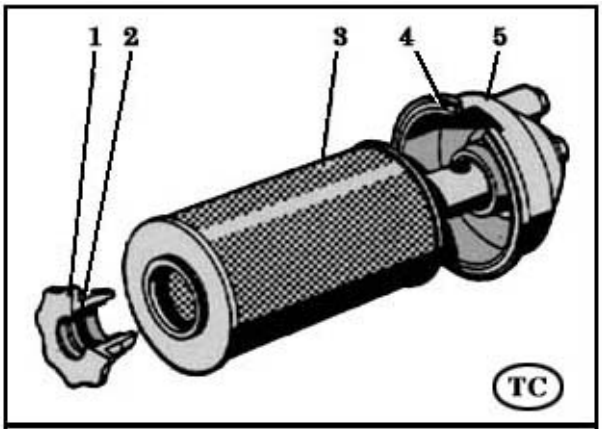


Fig. 9-59.2 Oil Filter Paper Element and Sealing Ring Replacement.

1. Retaining Nut. 2. Sealing Ring.
3. Filter Element. 4. Sealing Ring.
5. Filter Cover.

เปลี่ยนวงกันรั่ว(Sealing Ring) ใหม่

ประกอบไส้หม้อกรองใหม่เข้าที่เดิม แล้วกวดด้วยนัตยึดให้แน่น

ประกอบปลั๊กระบายเข้าที่เดิม โดยใช้วงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่

ประกอบฝาปิดหม้อกรอง พร้อมชุดไส้หม้อกรองเข้าที่เดิม แล้วกวดสลักยึดให้แน่น

เปิดใช้หม้อกรอง ด้วยลิ้นเปลี่ยนทาง

*** <u>หมายเหตุ</u>**

***** ถ้าหม้อกรองสกปรกมาก ให้ถอดฐานหม้อกรอง(Filter Base)มาทำความสะอาดด้วย

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ ถ้ากระทำในขณะที่เครื่องกำลังเดินอยู่ จะต้องกระทำอย่างรวดเร็ว เพื่อให้การปิดไม่ใช้หม้อกรอง เป็นเวลาสั้นๆเท่านั้น

83.2 เครื่องแบบ TE (รูป 9-60)

เปิดระบายน้ำมันหล่อ ออกจากหม้อกรอง (รายละเอียดข้อ 79)

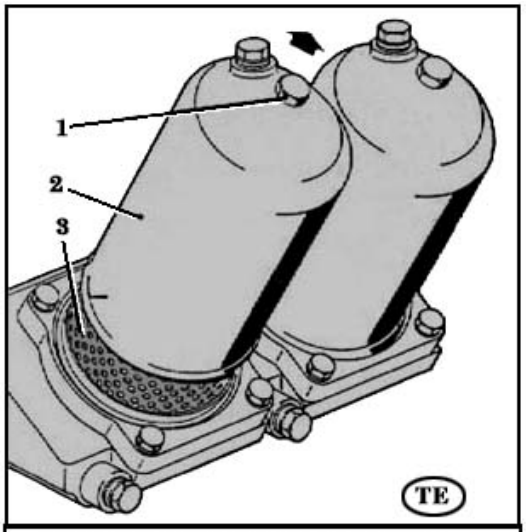


Fig. 9-60.1 Oil Filter Element and Sealing Ring Replacement.
1. Securing Bolt. 2. Filter Bowl.
3. Filter Element.

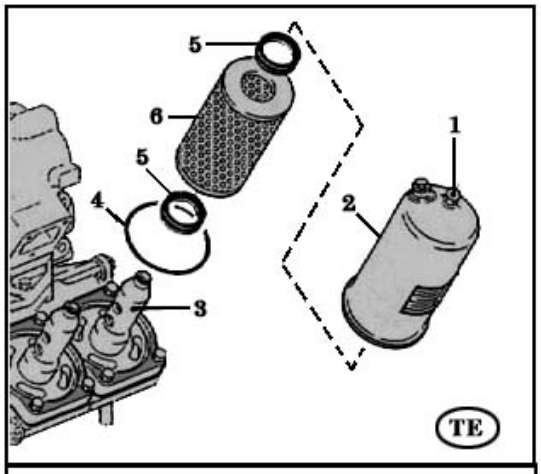


Fig. 9-60.2 Oil Filter Element and Sealing Ring Replacement.
1. Centre Screw.
2. Filter Bowl with Spring Retainer.
3. Filter Guide. 4. O-ring.
5. Gasket. 6. Filter Element.

คลายสลักยึด(Securing Bolt)

ถอดถ้วยหม้อกรอง(Filter Bowl)และชุดสปริงบังคับ(Spring Retainer)

ถอดไส้หม้อกรองออกทิ้ง

ทำความสะอาดท่อนำ,ชุดสปริงบังคับและถ้วยหม้อกรอง

ประกอบวงกันรั่ว(O-Ring)ใหม่ เข้ากับร่องของท่อนำ

ตรวจสอบบ่าสัมผัสของชุดสปริงบังคับภายในถ้วยหม้อกรองและวงกันรั่ว(Viton Sealing Ring) ในชุดสปริงบังคับ

ประกอบแผ่นกันรั่ว(Gasket)ใหม่เข้าที่ท่อนำและชุดสปริงบังคับ

ประกอบไส้หม้อกรองใหม่เข้ากับท่อนำ

ประกอบถ้วยหม้อกรองเข้าที่เดิม โดยระมัดระวังการกดของชุดสปริงบังคับลงบนไส้หม้อกรอง

กวดนัตยึดถ้วยหม้อกรองให้แน่น

*** <u>หมายเหตุ</u>**

***** ถ้าหม้อกรองสกปรกมาก ให้ถอดท่อนำ(Filter Guide)และฐานหม้อระบายความร้อนน้ำมันหล่อออกมาทำความสะอาดด้วย

84.การตรวจสอบชุดสปริงบังคับหม้อกรองละเอียดน้ำมันหล่อ(Engine Oil Filter Spring Retainer Check) (รูป 9-61)

เครื่องแบบ TE

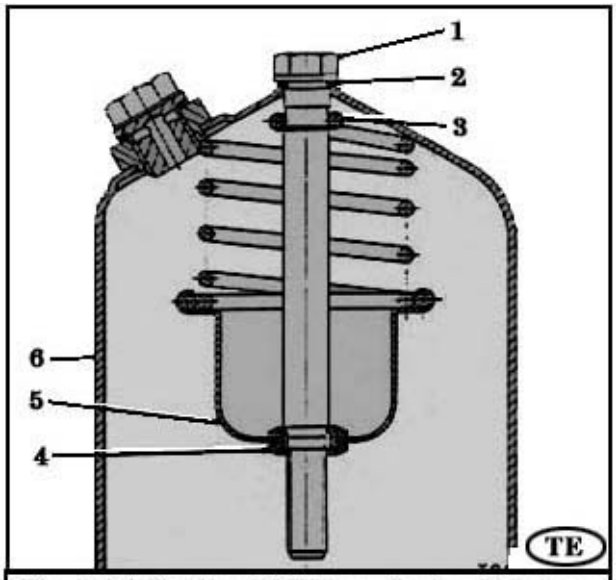


Fig. 9-61 Engine Oil Filter , Spring Retainer in Filter Bowl Check.

1. Centre Screw. 2. Sealing Ring.
3. Spring Lug. 4. Viton Sealing Ring.
5. Spring Retainer. 6. Filter Bowl.

การตรวจสอบ(Check)

ปกติชุดสปริงบังคับ จะไม่สามารถถอดได้ด้วยมือ

ถ้าชุดสปริงบังคับ ไม่ยึดอยู่กับสลักยึด(Centre Screw) ให้บีบห่วงสปริง(Spring Lug)เข้าอีก ให้ชุดสปริงบังคับยึดอยู่กับร่องของสลักยึด

การประกอบ(Assembly)

ทาวงกันรั่ว(Viton Sealing Ring) ด้วยน้ำมันหล่อ

ประกอบชุดสปริงบังคับเข้ากับสลักยึด จนกระทั่งห่วงสปริง(Spring Lug)ลงร่องของสลักยึด

ขณะประกอบ ให้ระมัดระวังสลักยึดจะถูกขูดขีดเป็นรอย

85.การใช้คันหมุนทางเดียวหม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อ (Edge-Type Oil Filter Operation) (รูป 9-62)

เครื่องแบบ TE

โยกคันหมุนทางเดียว(Ratchet Lever) 1-2 รอบ เพื่อทำความสะอาดไส้หม้อกรอง

ล็อคคันหมุนทางเดียว ด้วยสปริงยึด (Retaining Spring)

<u>ข้อควรจำ</u> !

! การทำความสะอาดดังกล่าวนี้ จะได้ผลดีที่สุด คือ ต้องกระทำทันทีหลังจากเลิกเครื่อง

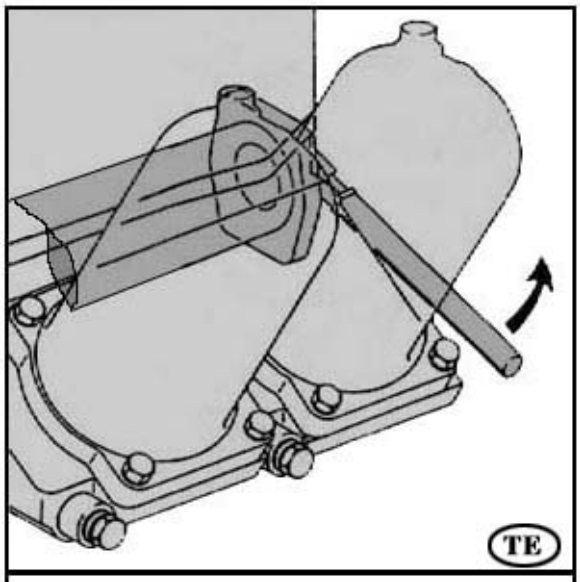


Fig 9-62 Edge-type Oil Filter Lever Operation.

86.การระบายตะกอนหม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อ(Edge-Type Oil Filter Sludge Draining) (รูป 9-63)

เครื่องแบบ TE

โยกคันหมุนทางเดียว

เปิดลิ้นระบาย(Drain Valve) ระบายน้ำมันหล่อใส่ภาชนะที่สะอาด

ปิดลิ้นระบาย

ล็อคคันหมุนทางเดียว ด้วยสปริงยึด(Retaining Spring)

<u>ข้อควรจำ</u> !

! ต้องกระทำในขณะเครื่องร้อน หรืออยู่ที่อุณหภูมิใช้การ

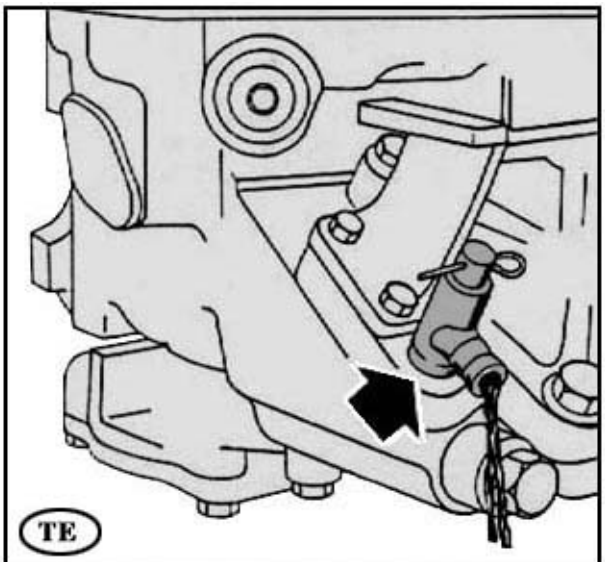


Fig. 9-63 Oil Filter Sludge Draining.

87.การตรวจวิเคราะห์โลหะตกค้างในน้ำมันหล่อในหม้อกรองตะแกรงโลหะน้ำมันหล่อ

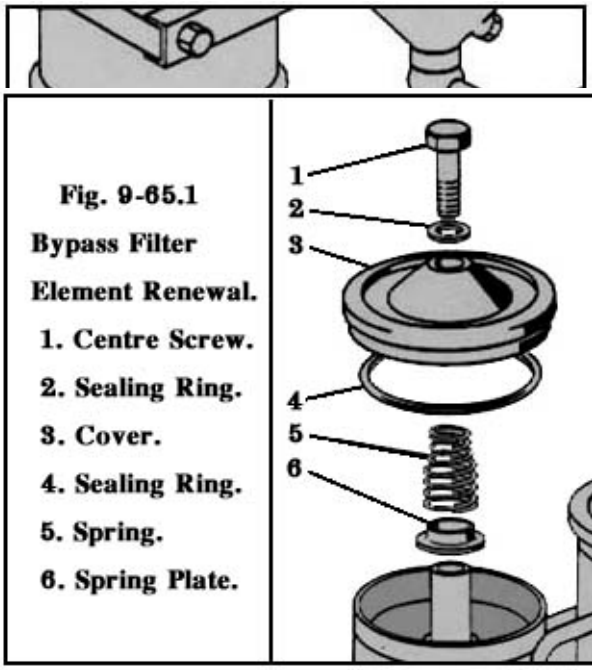
(Edge-Type Oil Filter,Oil Sludge Metallic Residual Analysis) (รูป 9-58)

เครื่องแบบ TE

เพื่อตรวจวิเคราะห์ดูโลหะตกค้างในน้ำมันหล่อภายในหม้อกรองตะแกรงโลหะ กระทำเช่นเดียวกับข้อ 81 ที่กล่าวมาแล้ว

88.การระบายตะกอนหม้อกรองทางลัดน้ำมันหล่อ(Oil Bypass Filter Sludge Draining)

(รูป 9-64)



ลิ้นน้ำมันหล่อ ที่ท่อทางเข้า

ถอดปลั๊กระบาย (Drain Plug) เปิดระบายน้ำมันหล่อภายในหม้อกรอง ออกให้หมด

ถอดสลักตัวกลาง (Centre Bolt),ฝาปิดหม้อกรอง(Cover)และวงกันรั่ว (Sealing Ring)

ถอดสปริงและแผ่นรองสปริง(Spring Plate)

89.การเปลี่ยนไส้หม้อกรองทางลัดน้ำมันหล่อ(Bypass Filter Element Renewal) (รูป 9-65)

ทำความสะอาดเรือนหม้อกรอง(Housing)และฝาปิดหม้อกรอง(Cover)

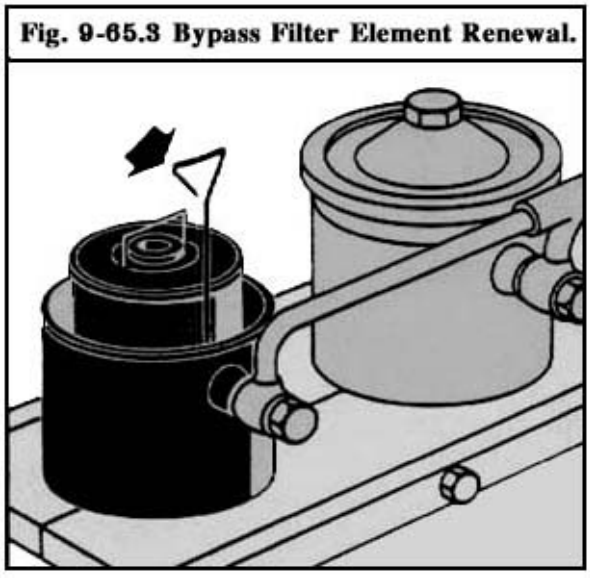
ประกอบปลั๊กระบาย(Drain Plug)เข้าที่เดิม โดยใช้วงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่

ประกอบขอเกี่ยวลงในหม้อกรองพร้อมกับไส้หม้อกรองใบล่างใหม่

ประกอบไส้หม้อกรองใบบนใหม่ โดยระมัดระวังไม่ให้แผ่นกันรั่ว(Gasket)ระหว่างไส้หม้อกรองชำรุดเสียหาย

ประกอบแผ่นรองสปริง(Spring Plate) เข้าที่เดิม

ประกอบสปริงเข้าที่ โดยให้ด้านที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่าอยู่ด้านล่าง คือ อยู่บนแผ่นรองสปริง





จับหูหิ้ว(Grip)ของไส้หม้อกรองใบล่าง หมุนซ้าย-ขวาและดึงขึ้นด้วยขอเกี่ยว(Hook)

ใช้จาระบีทาวงกันรั่ว(Sealing Ring)ใหม่แล้วประกอบลงในร่องที่ฝาปิดหม้อกรอง(Cover)

ประกอบฝาปิดหม้อกรองเข้าที่เดิมและกวดยึดด้วยสลักตัวกลาง(Centre Bolt)ให้แน่น

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ ฝาปิดหม้อกรอง(Cover) รับแรงดันของสปริงอยู่ตลอดเวลา

90.การหมุนเครื่องด้วยระบบเริ่มเดิน(Turning Engine On Starter)

ล็อคคันเลิกเครื่อง(Shut Down Lever) ที่เครื่องควบคุมความเร็ว(Governor) ไว้ที่ตำแหน่งเลิกเครื่อง(Stop)

กดปุ่มเริ่มเดิน ให้เครื่องหมุนประมาณ 10 วินาที

ปลดล็อคคันเลิกเครื่อง กลับไปไว้ที่ตำแหน่งเดิม

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ ก่อนที่จะหมุนเครื่อง จะต้องแน่ใจว่า ไม่มีใครอยู่ในตำแหน่งหรือที่ที่จะเป็นอันตราย

Δ หลังจากปฏิบัติงานแล้ว อุปกรณ์ป้องกันอันตรายต่างๆจะต้องประกอบเข้าที่เดิมและเครื่องมือต่างๆ ต้องเอาออกจากเครื่องให้หมด

91.การห้ามการเริ่มเดินเครื่อง(To Disable Engine Starting)

91.1 ระบบเริ่มเดินใช้กำลังดันลม(Compressed Air)

ให้ปิดลิ้นลมเข้าระบบและปิดสวิทช์กุญแจ(Key Switch)ตัดกระแสไฟเข้าระบบด้วย แล้วถอดสวิทช์กุญแจออก

91.2 ระบบเริ่มเดินใช้กระแสไฟตรง

ปิดกระแสไฟฟ้าระบบเริ่มเดินด้วยสวิทช์ตัดทางไฟ(Cut-out)และสวิทซ์กุญแจ(Key Switch) แล้วดึงสวิทซ์กุญแจออก

แขวนป้าย ***"ห้ามเดินเครื่อง กำลังปฏิบัติงาน"*** ที่ลิ้นลมเริ่มเดินเข้าระบบและที่สวิทซ์กุญแจ

92.การให้การเริ่มเดินเครื่อง(Engine Start Release)

ปลดป้าย "ห้ามเดินเครื่อง กำลังปฏิบัติงาน" ออก

เปิดลิ้นลมเริ่มเดินเข้าระบบและเปิดกระแสไฟเข้าระบบ ด้วยสวิทซ์กุญแจหรือสวิทซ์ตัดทางไฟ(Cut-out) (จากข้อ 91)

93.การเริ่มเดินเครื่อง(Engine Starting)

ก่อนเริ่มเดินเครื่อง จะต้องปฏิบัติงาน "การเตรียมการก่อนใช้งานเครื่อง" ตามรายละเอียดบทที่ 8 ข้อ 1

93.1 ระบบเริ่มเดินแบบมอเตอร์ไฟฟ้า(Electric Starting System)

หลังจากกดปุ่มเริ่มเดิน(Start)แล้ว 8-10 วินาที เครื่องยนต์ยังไม่เริ่มเดิน ให้หยุดพักสักครู่ แล้วจึงเริ่มเดินใหม่อีกครั้ง

หลังจากกดปุ่มเริ่มเดิน(Start)ครั้งที่ 2 เครื่องยนต์ยังไม่เริ่มเดิน ให้หยุดการเริ่มเดินและตรวจสอบแก้ไขข้อขัดข้อง

93.2 ระบบเริ่มเดินแบบมอเตอร์กำลังดันลม(Compressed Air Starting System)

หลังจากกดปุ่มเริ่มเดิน(Start)แล้วประมาณ 3 วินาที เครื่องยนต์ยังไม่เริ่มเดิน ให้หยุดพักสักครู่ แล้วจึงเริ่มเดินใหม่อีกครั้ง

หลังจากกดปุ่มเริ่มเดิน(Start)ครั้งที่ 2 เครื่องยนต์ยังไม่เริ่มเดิน ให้หยุดการเริ่มเดินและตรวจสอบแก้ไขข้อขัดข้อง

93.3 ระบบเริ่มเดินแบบจานจ่ายลมเข้ากระบอกสูบ(Air-In-Cylinder Starting System)

หลังจากกดปุ่มเริ่มเดิน(Start)แล้ว เครื่องยนต์ยังไม่เริ่มเดิน ให้หยุดพักสักครู่ แล้วจึงเริ่มเดินใหม่อีกครั้ง

หลังจากกดปุ่มเริ่มเดินครั้งที่ 2 เครื่องยนต์ยังไม่เริ่มเดิน ให้หยุดการเริ่มเดินและตรวจสอบแก้ไขข้อขัดข้อง

ข้อควรจำ ! **!** เครื่องยนต์จะเริ่มเดิน ต้องอยู่ในสภาพที่ไม่มีภาระ(No Load) เท่านั้น

94.การเริ่มเดินเครื่องฉุกเฉิน(Emergency Start)

ระบบเริ่มเดินแบบจานจ่ายลมเข้ากระบอกสูบ *ในกรณีที่ระบบไฟฟ้าขัดข้อง*

หมุน คันหมุน(Hand Lever)หรือลูกบิด(Hand Wheel)ด้านข้างลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง(Solenoid 3-Way Valve) ไปตำแหน่ง Manual หรือ Hand หรือ An/On เป็นการเริ่มเดินเครื่อง(รายละเอียดบทที่ 7 ข้อ 3.3.1)

95.การเลิกเครื่อง(Engine Shut Down)

ก่อนเลิกเครื่อง ให้เดินเครื่องตัวเปล่า(Idle Speed)ประมาณ 5 นาที ให้อุณหภูมิเครื่องคงที่ต่ำที่สุด

กดปุ่มเลิกเครื่อง(Stop)ไว้ จนกระทั่งเครื่องหยุดเดิน

ข้อควรจำ !

! ห้ามเลิกเครื่อง ขณะที่เครื่องรับภาระเต็มที่(Full-Load Operation)

96.การเลิกเครื่องด้วยมือ(Engine Manual Shutdown)

ถ้าระบบไฟฟ้าหรือระบบอิเล็กทรอนิกขัดข้อง ให้โยกคันเลิกเครื่อง(Shut Down Lever)ที่เครื่องควบคุมความเร็ว(Governor) ไปที่ตำแหน่งเลิกเครื่อง(Stop)จนกระทั่งเครื่องหยุดเดิน

97.การเลิกเครื่องฉุกเฉินโดยปุ่มกดเลิกเครื่องฉุกเฉิน(Engine Emergency Shutdown By Emergency Stop Button)

เมื่อกดปุ่มเลิกเครื่องฉุกเฉิน(Emergency Stop) เครื่องยนต์จะหยุดเดิน โดยระบบอิเล็กทรอนิกส์ จะส่งอาการให้ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน(Emergency Air Shut-off Flaps) ปิดอากาศดีเข้าเครื่อง และเครื่องควบคุมความเร็ว(Engine Governor)ตัดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าเครื่อง

ก่อนเริ่มเดินเครื่องใหม่ จะต้องเปิดลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน (รายละเอียดข้อ 22) และไล่อากาศภายในห้องเผาไหม้ (รายละเอียดข้อ 4)

98.การเลิกเครื่องฉุกเฉินโดยระบบอิเล็กทรอนิกส์(Emergency Shut Down By Monitoring System)

เมื่อเกิดกรณีฉุกเฉิน ระบบอิเล็กทรอนิกส์จะส่งสัญญาณไปเลิกเครื่องฉุกเฉิน เช่นเดียวการกดปุ่มเลิกเครื่องฉุกเฉิน ที่กล่าวมาแล้ว และจะเกิดสัญญาณเตือน(Alarm)ด้วย

ก่อนเริ่มเดินเครื่องใหม่ จะต้องตรวจสอบแก้ไขข้อขัดข้อง ที่ทำให้เกิดการเลิกเครื่องฉุกเฉิน,เปิดลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน (รายละเอียดข้อ 22) ,กดปุ่มตั้งการทำงานใหม่(Reset) และไล่อากาศภายในห้องเผาไหม้ (รายละเอียดข้อ 4)

99.การตรวจสอบการรั่วไหลของลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง(Solenoid 3-Way Valve Leak Check)

ถอดท่อกำลังดันลมเริ่มเดิน (Starting Air Line) ออกจากลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง

เปิดลิ้นลมเริ่มเดิน เข้าระบบ

ตรวจสอบดู จะต้องไม่มีกำลังดันลมรั่วออกจากช่องทางออกของลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทางและช่องทางระบาย(Vent)ของลิ้นนำ (Pilot Valve)(ศรชี้)

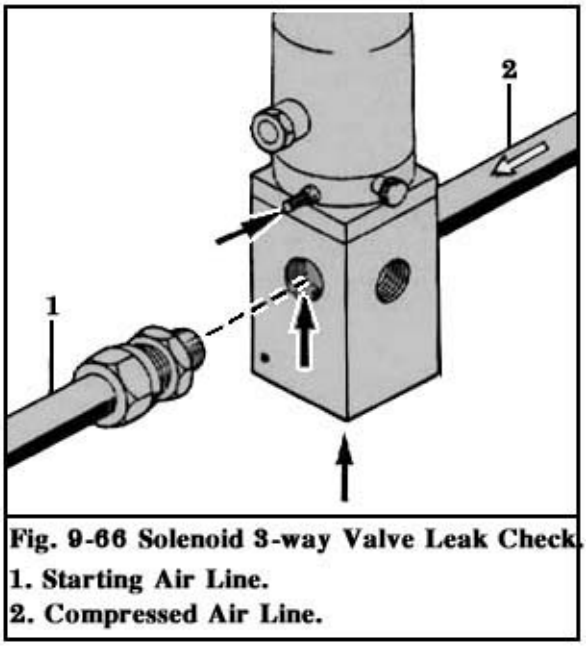


Fig. 9-66 Solenoid 3-way Valve Leak Check.
1. Starting Air Line.
2. Compressed Air Line.

(รูป9-66)

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ เปิดระบายกำลังดันภายในระบบออก ก่อนที่จะเริ่มปฏิบัติงาน

100.การตรวจสอบการทำงานของลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทางด้วยกระแสไฟฟ้า(Solenoid 3-Way Valve,Electrical Function Check) (รูป9-67)

โดยตรวจสอบในขณะเริ่มเดินเครื่อง ซึ่งในขณะดังกล่าว ลิ้นจะต้องเปิดเต็มที่ ให้กำลังดันลม ผ่านไปเป็นกำลังดันลมเริ่มเดินเครื่อง และต้องไม่มีกำลังดันลมรั่วไหลออกทางช่องทางระบาย(Vent) (ศรชี้)

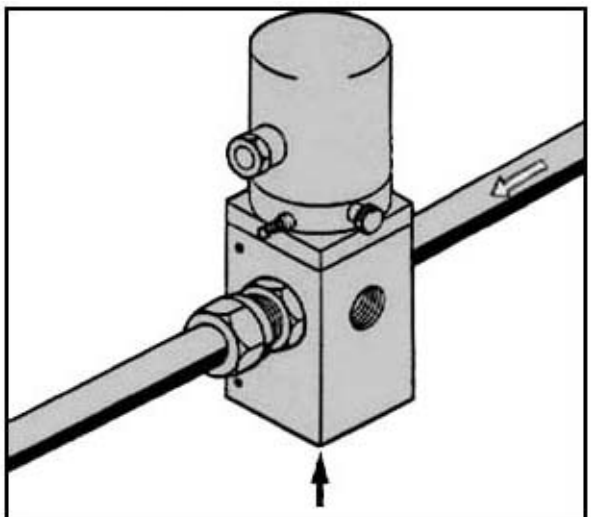


Fig. 9-67 Solenoid 3-way Valve , Electrical Function Check.

เมื่อลิ้นเปิด(เริ่มเดินเครื่อง) จะมีกำลังดันลมระบายออกทางช่องทางระบายด้านบนลิ้น(ช่องทางระบายลิ้นนำ)

เมื่อเสร็จสิ้นการเริ่มเดิน ลิ้นจะปิดและเปิดช่องทางระบายด้านล่าง ระบายกำลังดันลมออกจากท่อทางลมเริ่มเดิน หลังจากระบายกำลังดันลมเริ่มเดินหมดแล้ว จะต้องไม่มีการรั่วไหลที่ช่องทางระบายอีก

การตรวจสอบอีกลักษณะหนึ่ง คือ ในขณะที่เครื่องหยุดเดินอยู่ ให้กดปุ่มเริ่มเดิน(Start)และเลิกเครื่อง(Stop)พร้อมกัน เพื่อให้ลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทางเปิด คือ มีการเริ่มเดินเครื่อง แต่ไม่มีการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้ ตรวจดูการเปิดของลิ้นและช่องทางระบาย เช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว แล้วปล่อยปุ่มกดทั้งสอง แล้วตรวจดูการปิดของลิ้นและช่องทางระบาย เช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว

101.การตรวจสอบการใช้งานลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทางด้วยมือ(Solenoid 3-Way Valve, Manual Control Check)

ปิด ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน(Emergency Air Shut-off Flaps) ด้วยมือ

ล็อค คันเลิกเครื่อง(Shut Down Lever)ที่เครื่องควบคุมความเร็ว(Governor) ไว้ที่ตำแหน่งเลิกเครื่อง(Stop)

เปิด ลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทางด้วยมือ ให้เครื่องยนต์หมุนเป็นเวลาสั้นๆ แล้วปิดลิ้น (ตามข้อ 82)

ปลดล็อค คันเลิกเครื่องและปล่อยกลับตำแหน่งปกติ

เปิด ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินด้วยมือ

102.การใช้งานลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทางด้วยมือ(Solenoid 3-Way Valve,Manual Operation) (รูป 9-68)

บิดลูกบิด(Hand Wheel)หรือคันหมุน(Lever) ไปตำแหน่ง Manual หรือ Hand หรือ An/On เป็นการเปิดลิ้น

บิด ลูกบิดหรือคันหมุนไปตำแหน่ง Auto หรือ Aus/Off เป็นการปิดลิ้น

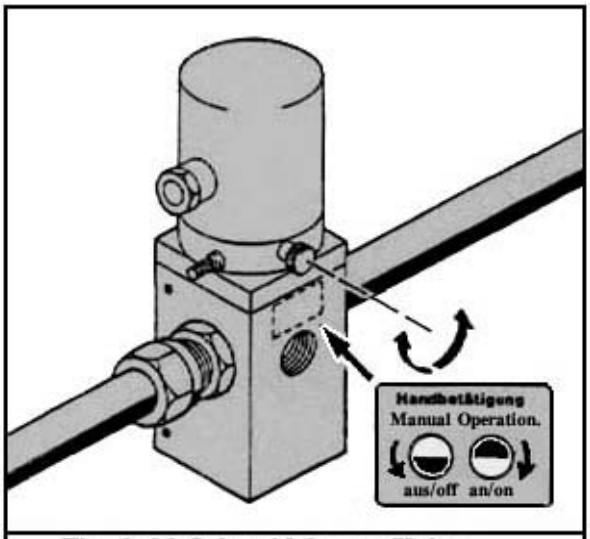


Fig. 9-68 Solenoid 3-way Valve , Manual Operation.

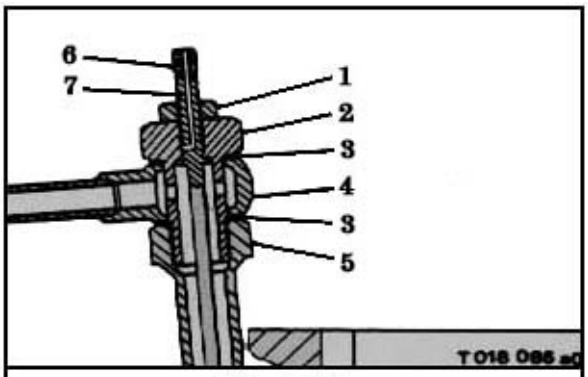


Fig. 9-69
Opening Compression Release Valve.
1. Lock Nut. 2. Banjo Plug.
3. Sealing Ring. 4. Banjo.
5. Valve Body. 6. Tappet.
7. Compression Release Bore.

103.การเปิด-ปิดลิ้นไล่อากาศ(Opening-Closing Decompression Valve) (รูป 9-69)

การเปิด(Opening)

ใช้ประแจคลายนัตล็อค(Lock Nut) กวดก้านลิ้น(Tappet)เข้า จนกระทั่งลิ้นเปิด

การปิด(Closed)

คลายก้านลิ้นออกให้ลิ้นปิดจนสุด ให้แน่นพอตึงมือ แล้วกวดนัตล็อคให้แน่น

104.การตรวจสอบแปรงถ่านและคอมมิวเตเตอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดิน (Examination of Carbon Brushes And Commutator) (รูป9-70)

ถอดแถบ(Strap)ปิดมอเตอร์

ใช้ขอเกี่ยว(Hook) ดึงสปริงกดแปรงถ่านขึ้น โดยต้องระมัดระวังให้ดึงขึ้นตรงๆ อย่าให้เอียงออกด้านข้าง และดึงขึ้นเท่าที่จำเป็นคือเพียงแค่ถอดแปรงถ่านออกได้เท่านั้น

ตรวจสอบสภาพแปรงถ่าน จะต้อง

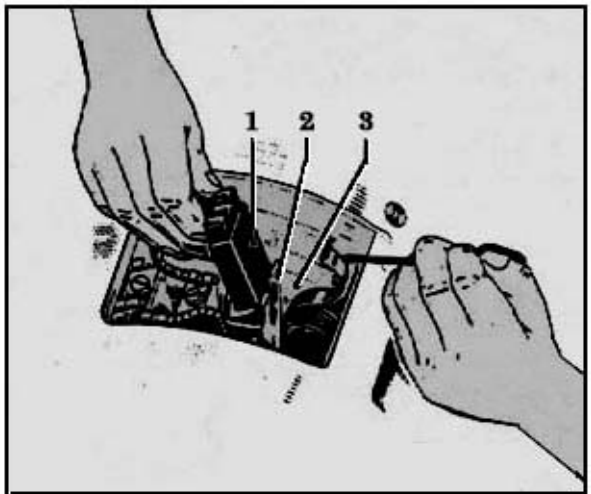


Fig. 9-70 Checking Carbon Brushes and Commutator.
1. Carbon Brush. 2. Brush Holder.
3. Commutator.

(Carbon Brush Guide) แปรงถ่านและซองแปรงจะต้องไม่มีผงฝุ่นเกาะ ถ้าสกปรกใช้ผ้าชุบน้ำมันเบนซินเช็ดให้สะอาดแล้วเช็ดให้แห้ง

ถ้าแปรงถ่านแตก,รอยบัดกรีต่อสายหลุดลุ่ยหรือฉีกขาดไปแตะกับซองแปรงถ่าน ให้เปลี่ยนใหม่

ในการประกอบแปรงถ่านเข้าที่ จะต้องระวังไม่ให้สปริงกระแทกแปรงถ่าน

ตรวจดูสภาพคอมมิวเตเตอร์ ซึ่งลักษณะที่ดี คือพื้นผิวต้องเป็นสีเทาดำสม่ำเสมอ(Smooth Grey Black) ไม่มีผงฝุ่นเกาะ ถ้ามีให้ทำความสะอาดเช่นเดียวกับแปรงถ่านและถ้ามีรอยขีดข่วน ให้ถอดออกไปซ่อมทำบนโรงงาน

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ ก่อนทำงานกับมอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดิน ต้องปลดสายขั้วลบของแบตเตอรี่ก่อน

Δ ห้ามใช้ผ้าฝ้ายที่สกปรก(Cotton Waste)

Δห้ามใช้ผ้าทราย(Emery Cloth),ตะไบหรือมีดกับพื้นผิวสัมผัสของแปรงถ่านและคอมมิว-เตเตอร์

105.การชะโลมจุดต่อปลายสาย(Greasing The Terminals) (รูป9-71)

ถอดสายไฟของมอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มเดินออกจากจุดต่อปลายสาย(Terminals)

ทำความสะอาดจุดต่อสาย(Terminals)และทาด้วยจาระบีทาหน้าสัมผัส Bosch Contact Grease FT 40 VI.

ประกอบสายไฟเข้าที่เดิม

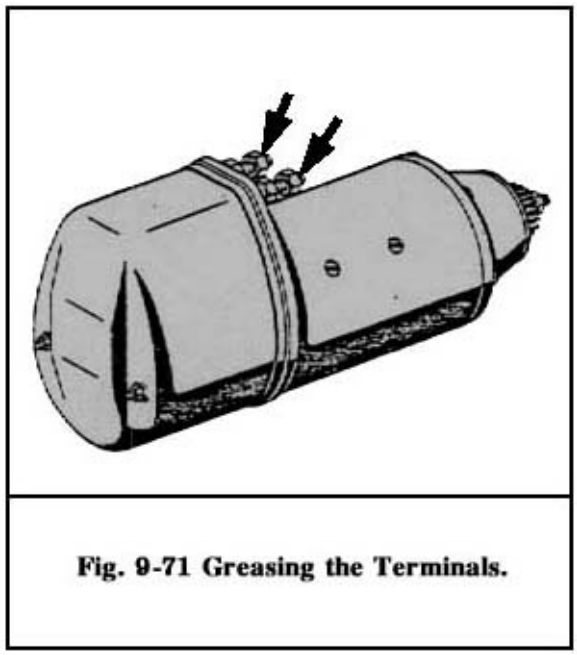


Fig. 9-71 Greasing the Terminals.

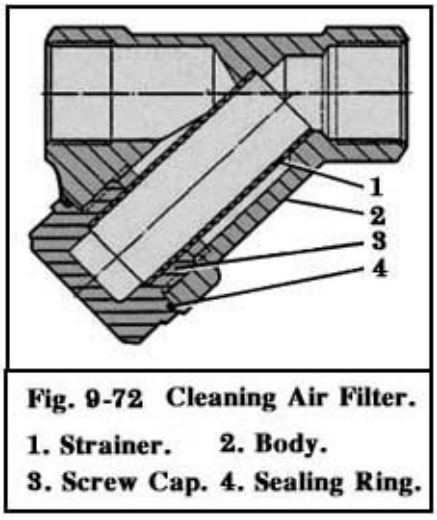


Fig. 9-72 Cleaning Air Filter.
1. Strainer. 2. Body.
3. Screw Cap. 4. Sealing Ring.

106.การทำความสะอาดหม้อกรองกำลังดันลม

(Cleaning Air Filter) (รูป 9-72)

ถอดฝาเกลียว(Screw Cap) ออก

ถอดไส้หม้อกรอง ออกมาเป่าทำความสะอาดด้วยกำลังดันลม

ตรวจดูสภาพวงกันรั่ว(Sealing Ring) ถ้าจำเป็นให้เปลี่ยนใหม่

ประกอบส่วนต่างๆ เข้าที่เดิม

107.การตรวจสอบระดับและเติมน้ำมันหล่อของหม้อน้ำมันหล่อ(Oil Lever Check And Topped Up) (รูป 9-73)

ระดับน้ำมันหล่อ ภายในหม้อน้ำมันหล่อ (Oiler) จะต้องไม่ต่ำกว่าแผ่นแก้ว(Sight Glass)

น้ำมันหล่อที่ใช้ คือ Fuchs -Renolin MR10

Calysol RK

Aral P1962

Gasolin Spezial TU 518

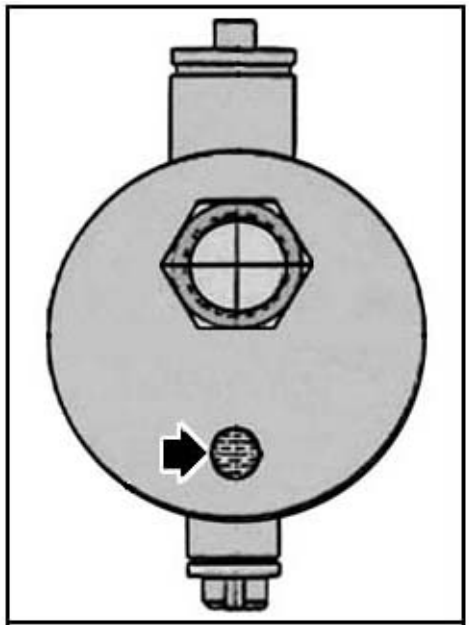


Fig. 9-73 The Oil Level Check.

108.การหล่อลื่นมอเตอร์กำลันดันลมเริ่มเดิน(Lubrication Compressed Air Starter)

ด้านท้ายของมอเตอร์(ด้านท่อลมออก) จะประกอบด้วยนมหนูจาระบี(Grease Nipples)จำนวน 2 อัน จะต้องอัดจาระบีเข้าประมาณ 10 CC.

109.การตรวจสอบการทำงานของระบบเริ่มเดินเมื่อเครื่องเย็น(Cold Start System Function Check) (รูป9-74)

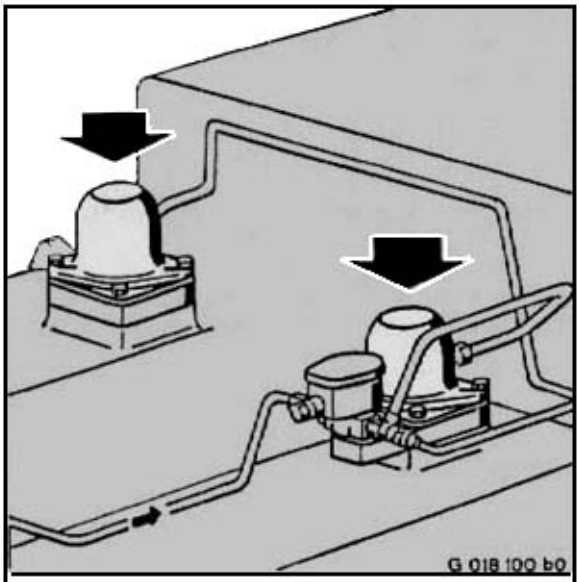


Fig.9-74 Cold Start System Function Check.

บิดสวิทช์เริ่มเดินเครื่อง(Starting Switch) ไปที่ตำแหน่งเผาหัว(Preheat)

ใช้มือตรวจความร้อนของท่อรวมอากาศดี/น้ำจืด(Air/Coolant Manifold) ที่หัวเผา(Fame Torches)

110.การตรวจสอบฟังเสียงเครื่องเดิน(Running Noise Check)

เดินเครื่องที่ความเร็วเดินเบาตัวเปล่า(Idling Speed)

ตรวจฟังเสียงเครื่องยนต์เดิน จะต้องไม่มีเสียงดังผิดปกติ

111.การตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทางต่างๆ(Engine And External Pipework,Leak Check)

ตรวจดูการรั่วไหล ของท่อทางน้ำจืด,น้ำมันเชื้อเพลิง,น้ำมันหล่อ,อากาศดีและแก๊สเสีย ทั้งที่เครื่องยนต์และภายนอกเครื่อง ถ้าพบการรั่วไหล ให้จัดการแก้ไขซ่อมทำทันที

112.การตรวจสอบความเร็วและกำลังงานของเครื่อง(Engine Speed And Power Check)

เดินเครื่องที่ความเร็วภาระสูงสุด(Full Load Speed)

ตรวจดูความเร็วเครื่องและระยะเลื่อนคันแร็คน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Rack)

เปรียบเทียบค่าทั้งสองกับค่าในบันทึกทดสอบเพื่อการตรวจรับเครื่อง(Acceptance Test Record)ของเครื่อง

113.การตรวจสอบอุณหภูมิ(Temperature Check)

เดินเครื่องที่ความเร็วภาระเต็มที่(Full Load Speed)

ตรวจดูค่าอุณหภูมิน้ำมันหล่อ,น้ำจืด,น้ำทะเล,อากาศดีและแก๊สเสีย

เกณฑ์ค่าเหล่านี้ ให้ดูในคู่มือประจำเครื่อง

114.การตรวจสอบกำลังดัน(Pressure Check)

เดินเครื่องที่ความเร็วภาระเต็มที่(Full Load Speed)

ตรวจดูค่ากำลังดันน้ำมันหล่อ,น้ำจืด,น้ำทะเล,อากาศดีและลมเริ่มเดินเครื่อง

เกณฑ์ค่าเหล่านี้ ให้ดูได้ในคู่มือประจำเครื่อง

115.การเดินเครื่องทดสอบ(Engine Test Run)

เป็นการทดสอบอยู่กับที่ในที่จอดเรือ(Basin Run)

เป็นการเดินเครื่องเพื่อตรวจสอบฟังเสียงเครื่องเดิน,สีของแก๊สเสียและการรั่วไหลของท่อทางต่างๆ

รายละเอียดให้ดูใน คู่มือระบบอีเล็กทรอนิกส์และคู่มือของอู่

Δ <u>ข้อควรระวัง</u>

Δ เป็นการทดสอบเครื่องตัวเปล่าหรือไม่มีภาระเท่านั้น

116.การอุ่นเครื่อง(Engine Warm-up)

ค่อยเพิ่มภาระให้เครื่องยนต์ช้าๆ จนกระทั่งอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ สูงถึง 60°C

<u>ข้อควรจำ</u>.!

! อย่าให้เครื่องรับภาระเต็มที่(Full Load) ก่อนค่าอุณหภูมิ ได้ตามเกณฑ์ดังกล่าว



1. mtu 6 v 396 TC 52 Description and Operation Manual.

2. mtu 8 v 396 TC 52 Description and Operation Manual.

3. mtu 12 v 396 TB 53 Description and Operation Manual.

4. mtu 12 v 396 TB 83 DB 51 L Description and Operation Manual.

5. mtu 12 v 396 TE 54 Description and Operation Manual.