คู่มือเครื่องยนต์ดีเซล

MTU. V 538 TB

คำนำ

คู่มือเครื่องยนต์ MTU. V 538 TB เล่มนี้ เป็นคู่มือระดับผู้ใช้งานเครื่อง (Operator) ซึ่งเรียบเรียงขึ้นโดยใช้คู่มือ MTU. 20 V TB 92 Description and Operation Manual เป็นหลัก เนื่องจากเป็นเครื่องขนาดใหญ่ที่สุดในอนุกรม (Series) 538 มีชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ มากที่สุด แต่โดยหลักการทำงานของเครื่องยนต์แล้วเครื่องยนต์ MTU. ในอนุกรม (Series) เดียวกัน แม้จะต่างขนาด (12,16 หรือ 20 สูบ) และต่างรุ่นกัน (TB 8 , TB 9) จะมีลักษณะการทำงานเหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันเฉพาะรายละเอียดบางประการเท่านั้น เช่น จำนวน ลักษณะรูปร่างหรือขนาด เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดต่าง ๆ นั้นจะต้องดูในคู่มือประจำเครื่องเท่านั้น คู่มือเล่มนี้จึงเป็นเพียงคู่มือประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้การเรียนการสอน เข้าใจได้ง่ายและเป็นแนวทางเพื่อที่จะศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ของเครื่องแต่ละรุ่นหรือแต่ละขนาดต่อไป

ขอขอบคุณ น.ต.ทองหล่อ สีขาว ที่กรุณาให้คำแนะนำการเรียบเรียงและตรวจสอบต้นฉบับตลอดจนเจ้าหน้าที่ กฝล. ทุกท่านที่ได้ช่วยจัดทำคู่มือเล่มนี้จนสำเร็จเรียบร้อยด้วยดี

กองฝึกการช่างกล กองการฝึก กองเรือยุทธการ

16 ธ.ค. 35

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	**รายละเอียดทั่วไป**	**1-11**
	1. กลุ่มการใช้งานของเครื่อง	4
	2. รหัสอักษรและตัวเลขของเครื่อง	6
	3. ลักษณะรูปแบบของเครื่อง	6
	4. รายละเอียดต่าง ๆ ของเครื่อง	7
	5. ค่าใช้การต่าง ๆ	8
	6. กำลังงานของเครื่อง	8
	7. การติดตั้งเครื่อง	9
	8. การเชื่อมต่อกำลัง	10
บทที่ 2	**ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่อง**	**12-53**
	1. เรือนสูบ	12
	2. ปลอกสูบ	13
	3. ฝาสูบ	17
	4. ส่วนขับหมุนเครื่อง	20
	5. เพลาข้อเหวี่ยง	22
	6. ก้านต่อ	23
	7. ลูกสูบ	25
	8. ลิ้นอากาศดี – ลิ้นแก๊สเสีย	27
	9. เรือนลูกเบี้ยวและกระเดื่อง	29
	10. อุปกรณ์ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	35
	11. อุปกรณ์ตัดการทำงานของแถวสูบ	38
	12. เครื่องควบคุมเครื่องยนต์	40
บทที่ 3	**ระบบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์**	**54-85**
	1. ระบบน้ำมันหล่อหมุนเวียน	54
	- ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบ	54
	- การทำงานของระบบ	54
	- รายละเอียดของระบบ	58
	2. ระบบน้ำมันหล่อส่วนขับหมุนเครื่อง	69
	- ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบ	69
	- การทำงานของระบบ	69
	- รายละเอียดของระบบ	71

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	3. ระบบน้ำมันหล่อกลไกควบคุมลิ้น	73
	- ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบ	73
	- การทำงานของระบบ	73
	- รายละเอียดของระบบ	77
	4. ระบบน้ำมันหล่อเริ่มเดิน	80
	- ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบ	80
	- การทำงานของระบบ	80
	- รายละเอียดของระบบ	82
	5. การซ่อมบำรุงรักษาระบบน้ำมันหล่อลื่น	85
บทที่ 4	**ระบบระบายความร้อนเครื่องยนต์**	**86-106**
	1. ระบบน้ำจืด	86
	2. ระบบน้ำทะเล	86
	3. ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบ	90
	4. การทำงานของระบบ	91
	5. รายละเอียดของระบบ	91
	6. การซ่อมบำรุงรักษาระบบ	106
บทที่ 5	**ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง**	**107-119**
	1. กล่าวโดยทั่วไป	107
	2. ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบ	107
	3. การทำงานของระบบ	107
	4. รายละเอียดของระบบ	110
บทที่ 6	**ระบบอากาศดี – แก๊สเสีย**	**120-132**
	1. กล่าวโดยทั่วไป	120
	2. ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบ	120
	3. การทำงานของระบบ	120
	4. รายละเอียดของระบบ	123
บทที่ 7	**ระบบเริ่มเดินเครื่องยนต์**	**133-150**
	1. กล่าวโดยทั่วไป	133
	2. ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบลมเริ่มเดิน	133
	3. การทำงานของระบบลมเริ่มเดิน	134
	4. รายละเอียดของระบบลมเริ่มเดิน	136

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 8	**คำแนะนำในการใช้เครื่อง**	**151-162**
	1. การเตรียมการก่อนเริ่มเดินเครื่อง	151
	2. การเริ่มเดินเครื่อง	152
	3. การตรวจสอบขณะเครื่องเดิน	153
	4. การอุ่นเครื่อง	154
	5. การตรวจสอบขณะเครื่องมีภาระ	154
	6. การเลิกเครื่อง	154
	7. การปฏิบัติหลังจากเลิกเครื่องแล้ว	155
	8. การดูแลรักษาเครื่อง	155
	9. การปฏิบัติก่อนการใช้เครื่องที่มีการปฏิบัติดูแลรักษา	157
	10. แนวทางการแก้ไขข้อขัดข้อง	158
	- ขณะเตรียมการเดินเครื่อง	158
	- ขณะเริ่มเดินเครื่อง	159
	- ขณะใช้งานเครื่อง	160
	11. สีของแก๊สเสีย	162
บทที่ 9	**การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องยนต์**	**163-206**
	- ตารางเวลาการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง	163
	- แผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง	163
	- การปฏิบัติในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องที่ควรทราบ	167

********** END **********

บทที่ 1
รายละเอียดทั่วไป

บริษัทผู้ผลิตเครื่องยนต์ดีเซล MTU. คือ บริษัท Motoren und Turbinen Union ประเทศเยอรมันตะวันตก (เดิม) ซึ่งได้ผลิตเครื่องยนต์ดีเซล MTU. ออกมาหลายแบบ เพื่อการใช้งานที่แตกต่างกัน เช่น ใช้งานในเรือทั่วไป ใช้งานในเรือรบ ใช้งานในรถถัง และใช้งานในรถไฟ เป็นต้น ที่มีใช้ในกองทัพเรือไทยปัจจุบันอนุกรม (Series) หรือแบบหนึ่ง คือแบบ 538 ซึ่งเครื่องยนต์แบบนี้มีใช้อยู่ 3 ขนาด คือ 12V , 16V และ 20V แต่ละขนาดยังมีการพัฒนาใช้งานอยู่หลายรุ่น เช่น TB 81 , TB 92 เป็นต้น

Ratings

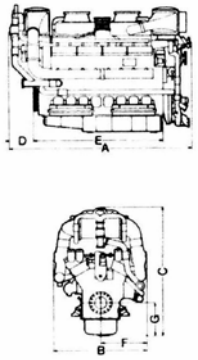
Marine Propulsion														
Appliacation Group **1 D** Passenger vessels in seasonal service, Cruising yachts. Patrol boats,cruising engineer of combine propulsion systems.high-performance vessels (sea rescue, S.A.R.), hydrofoils (exact power rating dependent on project)	Rpm		12 V 538 TB 82				16 V 538 TB 82				20 V 538 TB 82			
			kW		HP		kW		HP		kW		HP	
	1710	⊕	1630		2215		2185		2970		2730		3715	
	1760	O	1780		2420		2380		3240		2980		4050	
Application Group **1 DS** High-speed yachts,FPBs and special-purpose craft	Rpm		12V 538 TB91		12V 538 TB92		16V 538 TB91		16V 538 TB92		20V 538 TB91		20V 538 TB92	
			kW	HP	kW	HP	kW	HP	kW	HP	kW	HP	kW	HP
	1790	⊕	1690	2300	1880	2555	2260	3070	2510	3410	2815	3840	3135	4265
	1850	O	1860	2530	2080	2830	2490	3390	2770	3770	3110	4230	3460	4705
	1900	●	2020	2750	2250	3060	2690	3660	3000	4080	3370	4580	3750	5100

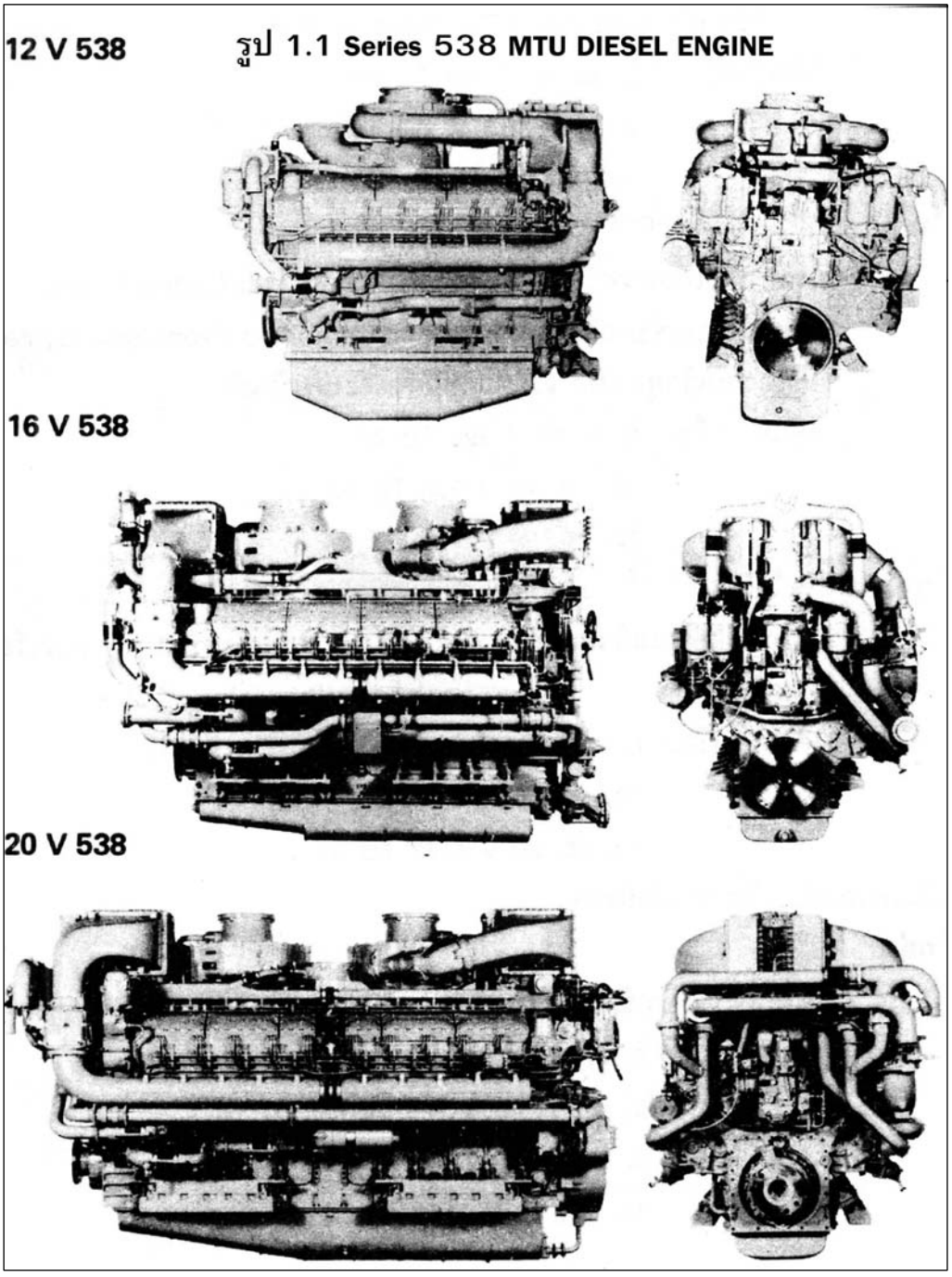
Remarks

Rating	⊕	Continuous power ISO 3046/I. DIN 6271
	O	Overload power ISO3046/I DIN 6271 (2 hours out of 12 hours 12 hours)
	●	Maximum power (½ hour out of 6 hours)

Reference Conditions	Application Groups		1D, 1DS
	Intake air temperature	°C	27
	Change air coolant temperature	°C	27
	Barometric pressure	mbar	1000

Dimensions (mm) and weights (Kg)

		12 V 538		16 V 538		20 V 538	
		TB 91	TB 82,92	TB 91	TB 82,92	TB 91	TB 82,92
	A	2545	2545	3220	3160	3800	3800
	B	1640	1640	1640	1640	1640	1640
	C	2305	2405	2305	2305	2320	2320
	D	220	220	450	450	410	400
	E	1820	1820	2265	2265	3190	3230
	F	820	820	820	820	820	820
	G	760	760	595	595	665	665
Basic engine,dry weight	Kg	5200	5230	6750	6700	9080	9000



(1) กลุ่มการใช้งานของเครื่อง (Application Groups)

เครื่องแต่ละแบบหรือแต่ละขนาดจะถูกสร้างขึ้นมาใช้ให้เหมาะสมกับงานแต่ละประเภทแตกต่างกันออกไป แยกเป็นกลุ่มตามลักษณะการใช้งานได้ดังนี้

1.1 <u>เป็นเครื่องจักรใหญ่ในเรือ</u>

*** กลุ่ม 1A * (ใช้กับเรือความเร็วต่ำ)**

ใช้กับเรือที่ไม่จำกัดระยะเวลาการใช้เครื่องและ/หรือ เรือที่ไม่จำกัดระยะเวลาการใช้กำลังงานต่อเนื่อง (Continuous Rating)

ได้แก่เครื่อง 6 , 8 , 12 V 369 TC 62

6 , 8 , 12 , 16 V 396 TC 63

12 , 16 , 20 V 1163 TB 62

*** กลุ่ม 1D * (ใช้กับเรือความเร็วสูง)**

ใช้กับเรือโดยสาร เรือท่องเที่ยว เรือตรวจการณ์ (Patrol Boats)

เรือที่มีระบบขับเคลื่อนหลายเครื่อง (Combined Propulsion System)

เรือความเร็วสูง เช่น เรือช่วยชีวิตในทะเล เป็นต้น

ได้แก่เครื่อง 6 , 8 , 12 V 396 TB 93

12 , 16 , 20 V 538 TB 82

12 , 16 , 20 V 1163 TB 82

*** กลุ่ม 1 DS * (ใช้กับเรือความเร็วสูงมาก)**

ใช้กับเรือความเร็วสูง เรือตรวจการณ์ความเร็วสูง (FTB1s) และเรือที่ใช้งานพิเศษ

ได้แก่เครื่อง 6 , 8 , 12 , 16 V 396 TB 93

12 , 16 , 20 V 538 TB 91 , 92

12 , 16 , 20 V 1163 TB 92

1.2 <u>เป็นเครื่องขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า</u>

*** กลุ่ม 3 A ***

ใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้งานต่อเนื่อง (Continuous Operation)

ได้แก่เครื่อง 6 , 8 , 12 V 396 TC 52 , 32

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

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

12 , 16 , 20 V 1163 TB 52 , 32

กลุ่ม 3 C

ใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้งานต่อเนื่องแต่หยุดพักทุกปี (Annual Limit) ได้แก่เครื่อง ในกลุ่ม 3 A ซึ่งแยกเป็น 2 ลักษณะการใช้ คือ

ใช้ในเรือ ได้แก่เครื่อง TB 52 , 53 / TC 52 , 53

ใช้ติดตั้งอยู่กับที่ ได้แก่ เครื่อง TB 32 , 33 / TC 32 , 33

1.3 <u>เป็นเครื่องจักรช่วย</u>

กลุ่ม 4 A

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

ได้แก่เครื่อง 6 , 8 , 12 V 396 TC 52 , 53

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

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

12 , 16 , 20 V 1163 TB 52 , 32

กลุ่ม 4 C

ใช้กับงานระยะสั้น ๆ เช่น สูบน้ำดับเพลิง , เครื่องสูบน้ำฉุกเฉิน เป็นต้น

ได้แก่ เครื่องในกลุ่ม 4 A ซึ่งแยกเป็น 2 ลักษณะการใช้ คือ

ใช้ในเรือ ได้แก่ เครื่อง TB 52 , 53 / TC 52 , 53

ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ เครื่อง TB 32 , 33 / TC 32 , 33

1.4 ใช้ในรถไฟ

กลุ่ม 2 A

เป็นหัวลากรถไฟ (Rail Traction)

ได้แก่เครื่อง 6 , 8 , 12 V 396 TC 12

6 , 8 , 12 V 396 TC 13

12 , 16 , 20 V 1163 TB 12

กลุ่ม 3 A

เป็นเครื่องขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ได้แก่เครื่อง 6 , 8 , 12 V 396 TC 12

6 , 8 , 12 , 16 V 396 TC 13

1.5 ใช้กับยานพาหนะหรืองานหนัก

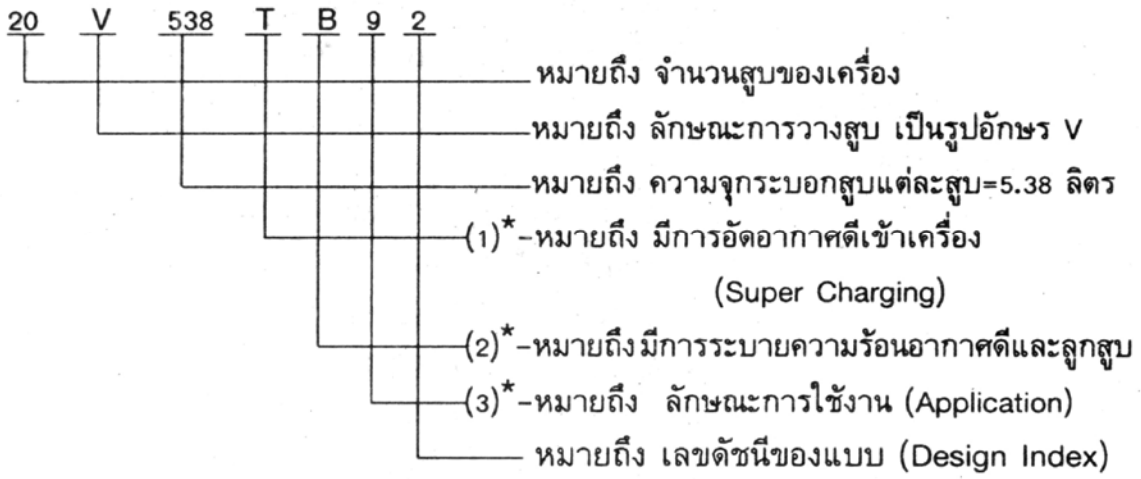
กลุ่ม 5 A

ใช้กับงานหนักระยะเวลาสั้น ๆ แต่ต้องการกำลังงานสูง เช่น เครื่องกว้าน รถกวาดหิมะ เป็นต้น

ได้แก่ เครื่อง 6 , 8 , 12 , 16 V 396 TC 43

หมายเหตุในข้อ 1. *_____* หมายถึงกลุ่มซึ่งใช้งานมากในกองทัพเรือ

(2) รหัสอักษรและตัวเลขของเครื่อง



(1)* T หมายถึง ใช้แก๊สเสียจากเครื่องยนต์มาขับหมุนเทอร์โบชาร์จ (Exhaust Gas Turbocharger)

(2)* B หมายถึง ระบายความร้อนอากาศดีด้วยน้ำจากภายนอกเครื่อง (น้ำทะเล) และมีระบบระบายความร้อนลูกสูบ

C หมายถึง ระบายความร้อนอากาศดีด้วยน้ำภายในเครื่อง (น้ำจืด) และมีระบบระบายความร้อนลูกสูบ

(3)* 5 , 6 , 8 หรือ 9 หมายถึง เครื่องที่ใช้กับเรือ

1 หมายถึง เครื่องที่ใช้กับรถไฟ

3 หมายถึง เครื่องที่ใช้ติดตั้งอยู่กับที่

4 หมายถึง เครื่องที่ใช้กับยานพาหนะหรืองานหนัก

(3) ลักษณะรูปแบบของเครื่อง (รูป 1.2)

เป็นเครื่องที่วางลักษณะสูบเป็นรูปอักษร V โดยเรียกชื่อแต่ละด้านและแต่ละแถวสูบ ดังนี้

3.1 <u>การเรียกชื่อด้าน</u>

KS หรือ HKS คือ ด้านส่งกำลังขับ (Main Power Output)

GKS หรือ KGS คือ ด้านตรงข้ามด้านส่งกำลังขับ (Opposite Main Power Output)

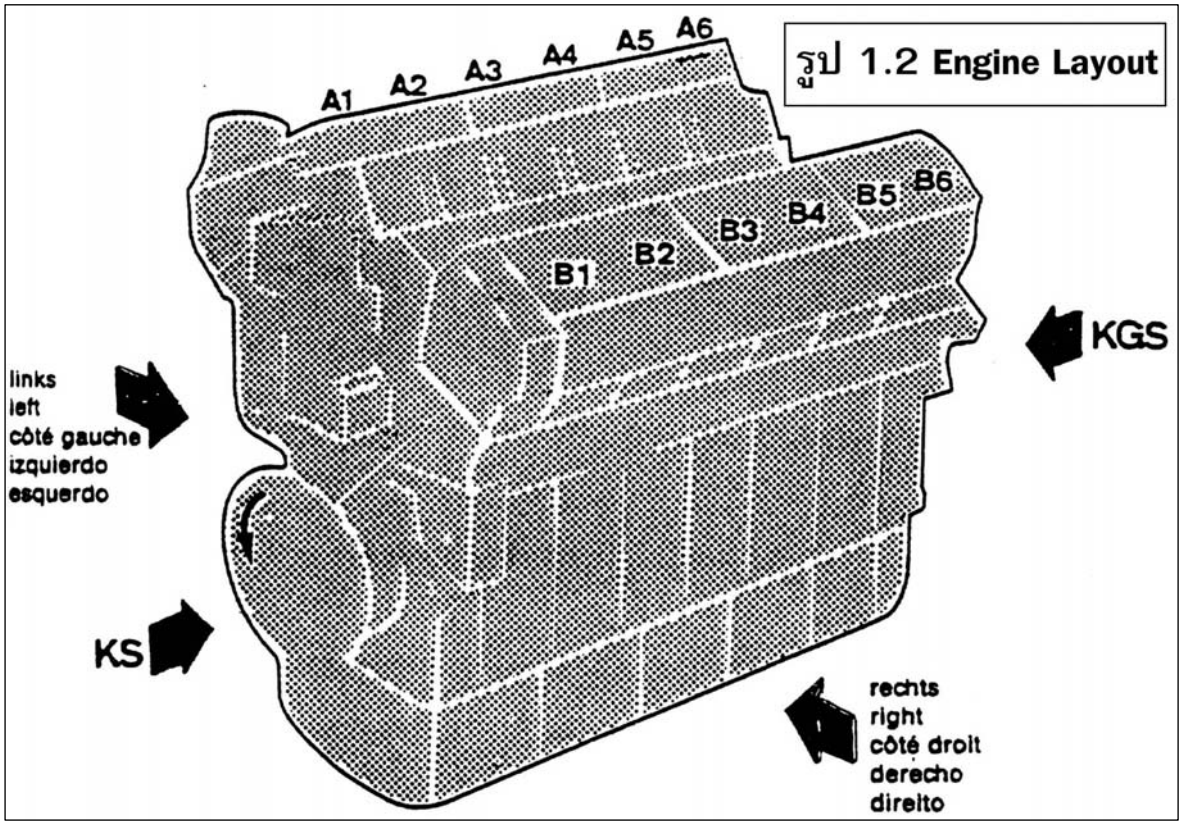
3.2 <u>การเรียกชื่อแถวสูบ</u>

เมื่อมองจากด้าน KS เข้าหาเครื่อง

แถวสูบ A (A – Bank) คือ ด้านซ้ายมือ

แถวสูบ B (B – Bank) คือ ด้านขวามือ

โดยแต่ละแถวสูบจะเริ่มนับสูบ 1 จากด้าน KS เข้าไปตามลำดับและชิ้นส่วนประกอบอื่น ๆ ของเครื่องที่เหมือนกันตั้งแต่ 2 ชิ้นส่วนขึ้นไปก็เช่นเดียวกัน จะเริ่มนับ 1 จากด้าน KS เข้าไปตามลำดับ



รูป 1.2 Engine Layout

(4) รายละเอียดต่าง ๆ ของเครื่อง

การทำงาน	เป็นเครื่อง 4 จังหวะ ทำงานด้านเดียว (Four Stroke , Single Acting)
การเผาไหม้	ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้ล่วงหน้า (Pre – Combustion Chamber)
การประจุอากาศดีเข้าสูบ	ใช้เทอร์โบชาร์จ (Turbocharger)
การระบายความร้อน	ด้วยน้ำ
การจัดวางสูบ	แบบอักษร V ทำมุม 60^0
ความโตกระบอกสูบ	185 มม.
ระยะช่วงชัก	200 มม.
อัตราส่วนการอัด (ขึ้นอยู่กับแบบของเครื่อง)	ประมาณ 13 – 16 : 1
ทิศทางการหมุนของเครื่อง (มองจากด้าน KS)	ทวนเข็มนาฬิกา (กลับทางหมุนไม่ได้)
ความเร็วในการจุดระเบิด(Firing Speed)	ประมาณ 80–120 รอบ/นาที (เมื่ออุณหภูมิเครื่อง 40 ^{0}C)
ระยะห่างลิ้น	0 (ศูนย์)
การปรับแต่งระยะห่างลิ้น	อัตโนมัติ
ความเร็วเดินเบา (Idle Speed)	650 รอบ/นาที

(5) ค่าใช้การต่าง ๆ (Operational Values)

เกณฑ์ค่ากำลังดัน อุณหภูมิและความหมดเปลืองนี้เป็นค่ามาตรฐาน แต่ในแต่ละเครื่องนั้น ค่าต่าง ๆ เหล่านี้ย่อมแตกต่างกันบ้างตามสภาวะแวดล้อมของเครื่อง

5.1 <u>กำลังดัน</u> (Pressure)

น้ำมันหล่อส่วนขับหมุนเครื่อง (Crank Assemble) (ออกจากหม้อกรองละเอียด)

- ความเร็วต่อเนื่อง	ต่ำสุด (Min)	7.0 บาร์
- ความเร็วเดินเบา	ต่ำสุด (Min)	5.0 บาร์

น้ำมันหล่อกลไกควบคุมลิ้น (Valve Gear) (ที่เรือนลูกเบี้ยวและกระเดื่อง)

- ความเร็วต่อเนื่อง	ต่ำสุด (Min)	4.0 บาร์
- ความเร็วเดินเบา	ต่ำสุด (Min)	1.0 บาร์

น้ำมันหล่อลูกสูบ (Piston Cooling) (ที่จานจ่ายน้ำมันหล่อ)

- ความเร็วต่อเนื่อง	ต่ำสุด (Min)	4.0 บาร์
- ความเร็วเดินเบา	ต่ำสุด (Min)	1.0 บาร์

น้ำมันเชื้อเพลิง (ออกจากหม้อกรองละเอียด)

- ความเร็วต่อเนื่อง	ต่ำสุด (Min)	0.6 บาร์
- ลมเริ่มเดินเครื่อง	ประมาณ	40 บาร์

5.2 <u>อุณหภูมิ</u> (Temperature)

น้ำมันหล่อ (ก่อนเข้าส่วนขับหมุนเครื่อง)	สูงสุด (Max)	80 ^{0}C
น้ำจืด (ออกจากเครื่อง)	สูงสุด (Max)	90 ^{0}C
แก๊สเสีย (ออกจากเทอร์โบชาร์จ)	สูงสุด (Max)	620 ^{0}C
อากาศดี (ออกจากหม้อถ่ายเทความร้อน)	สูงสุด (Max)	45 ^{0}C

5.3 ความหมดเปลือง (Consumption)

น้ำมันเชื้อเพลิง ประมาณ 220 – 240 ก./ก.ว./ชม.

น้ำมันหล่อลื่น (หลังจากใช้ความเร็วต่อเนื่อง 100 ชม.) ประมาณ 2 – 3 ก./ก.ว./ชม.

หมายเหตุข้อ 5.

$$\text{ปริมาตรน้ำมัน(ลิตร)} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำมัน(กก.)}}{\text{ความถ่วงจำเพาะน้ำมัน}}$$

(6) กำลังงานของเครื่อง (Power Output) (ตารางหน้า 1 รูป 2.21 และ 2.22)

กำลังงานของเครื่องจะสัมพันธ์กับความเร็ว และสภาวะแวดล้อมของเครื่อง คือ อุณหภูมิอากาศดีเข้าเครื่อง อุณหภูมิน้ำทะเลและความกดดันบรรยากาศ ซึ่งเมื่ออยู่ในเกณฑ์กำหนดเครื่องยนต์ก็จะสามารถให้กำลังงานได้ตามเกณฑ์กำหนดเช่นกัน การคิดค่ากำลังงานของเครื่องทั้งหมดจะคิดเป็น 3 ระยะ คือ

- กำลังงานต่อเนื่อง (100 %) (Continuous Rating)
- กำลังงานเกินกำลัง (110 %) (Overload Rating)
- กำลังงานสูงสุด (120 %) (Maximum Rating)

เช่น เครื่อง 20 V 538 TB 92

- ให้กำลังงานต่อเนื่อง 3,070 ก.ว. ที่ 1,790 รอบ/นาที
- ให้กำลังงานเกินกำลัง 3,390 ก.ว. ที่ 1,850 รอบ/นาที
- กำลังงานสูงสุด 3,675 ก.ว. ที่ 1,900 รอบ/นาที

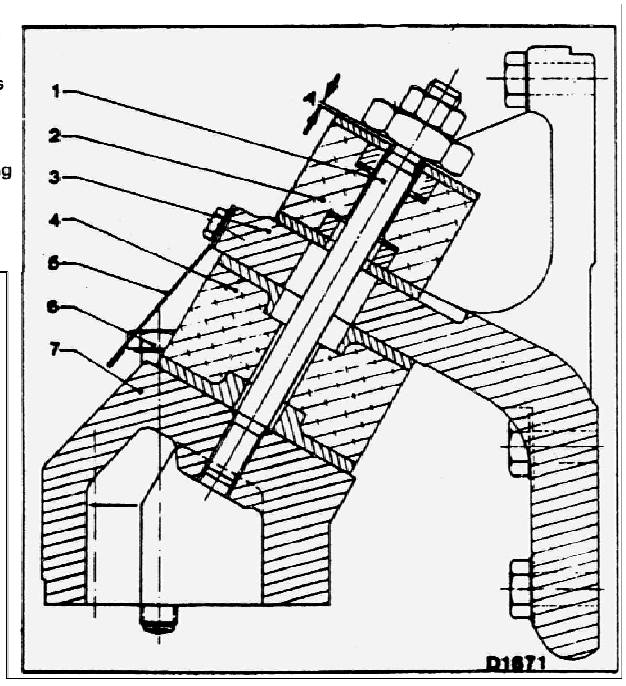
ในสภาวะแวดล้อมที่

- อุณหภูมิอากาศดี 32 ^{0}C
- อุณหภูมิน้ำในหม้อถ่ายเทความร้อนอากาศดี 27 ^{0}C
- ความกดดันที่บาโรมิเตอร์ 1 บาร์

ในการใช้งานจริงจะใช้ 1, 2 หรือ 3 ระยะขึ้นอยู่กับกลุ่มการใช้งานของเครื่อง เช่น เครื่องในกลุ่ม 1D สามารถใช้งานได้ถึงกำลังงานเกินกำลังหรือเครื่องในกลุ่ม 1DS สามารถใช้งานได้ถึงกำลังงานสูงสุด เป็นต้น การใช้งานในย่านกำลังงานต่าง ๆ นี้สามารถใช้ได้โดยไม่ทำให้เครื่องเสียหายเนื่องจากความเค้นของเครื่อง (Overstress) ดังนี้

รูป 1.3 Engine Mounting

1 Catcher bolt with adjusting nuts
2 "Schwingmetal" buffers
3 Angular rail
4 "Schwingmetal" rail nor blocking
5 Protective shield
6 Jacking bolt
7 Supporting rail



- กำลังงานเดินกำลัง ใช้ได้ 2 ชม. ในระยะเวลาใช้งาน 12 ชม. (2 + 10)
- กำลังงานสูงสุด ใช้ได้ 1/2 ชม. ในระยะเวลาใช้งาน 6 ชม. (1/2 + 5 1/2)

(7) การติดตั้งเครื่อง (Engine Mounting) (รูป 1.3)

เพื่อเป็นการรับแรงสั่นสะเทือนระหว่างตัวเรือกับเครื่องยนต์ การติดตั้งเครื่องยนต์จึงต้องติดตั้งอยู่บนวัสดุจำพวกยาง (Rubber) ที่สามารถรองรับน้ำหนักเครื่องยนต์และดูดซับแรงสั่นสะเทือนของเครื่องยนต์ได้ โดยเฉพาะเมื่อเริ่มเดินเครื่องซึ่งจะมีอาการกระตุกกระชากและสั่นสะเทือนมาก

สำหรับเครื่องยนต์ MTU. 538 ใช้วัสดุจำพวกยางที่เรียกว่า Schwingmetal เป็นส่วนรองรับแรงสั่นสะเทือนดังกล่าว ซึ่งในเครื่อง 12V , 16V และ 20V อาจจะมีลักษณะการติดตั้งที่แตกต่างกันบ้าง แต่หลักการและส่วนประกอบที่สำคัญของการติดตั้งจะเหมือนกัน

7.1 <u>ส่วนประกอบที่สำคัญ</u>

7.1.1 รางแท่นเครื่อง (Support Rail)

เป็นฐานแท่นเครื่องรองรับน้ำหนักทั้งหมดในเครื่องหนึ่งจะมี 2 รางประกอบติดกับตัวเรือวางขนานไปกับเครื่อง

7.1.2 รางรับเครื่อง (Angular Rail)

ด้านหนึ่งยึดติดกับตัวเครื่องด้วยสลักนัตที่ด้านข้างเรือนสูบตอนล่างทั้งสองด้าน อีกด้านหนึ่งยึดติดกับรางแท่นเครื่องด้วยสลักยึด ในเครื่องหนึ่งจะมี 2 รางประกอบติดตามยาวของเครื่องด้านข้าง ๆ ละ 1 ราง

7.1.3 ยาง (Schwingmetal)

ประกอบอยู่ระหว่างรางแท่นเครื่องกับรางรับเครื่องในเครื่องหนึ่งอาจมี 4 ชุด หรือ 6 ชุด ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องและจะมีการป้องกันความเสียหายที่เกิดจากน้ำมันเชื้อเพลิง , น้ำมันหล่อ หรือน้ำยาต่าง ๆ โดยการเคลือบผิวด้วยน้ำยาเคลือบผิว (Lacquer)

7.1.4 แผ่นป้องกันยาง (Protect Shield)

เป็นแผ่นโลหะบาง ๆ ประกอบอยู่ด้านข้างยาง Schwingmetal เพื่อช่วยป้องกันยางเสียหายดังกล่าวแล้วข้างต้น

7.2 <u>การซ่อมบำรุงรักษา</u>

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 1

(8) การเชื่อมต่อกำลัง (Coupling)

เป็นส่วนที่ต่อเชื่อมส่งกำลังขับหมุนของเครื่องยนต์ (Engine) กับหมู่เกียร์ (Gear Box) เพื่อป้องกันความเสียหายให้แก่เครื่องยนต์และหมู่เกียร์จากแรงกระตุกกระชาก แรงสั่นสะเทือนและชดเชยการที่เพลาเครื่องยนต์และเพลาใบจักรไม่ได้ศูนย์กันเล็กน้อย (Misalignment)

ในเครื่อง V538 จะใช้ Vulkan Coupling เป็นส่วนเชื่อมต่อระหว่างเพลาเครื่องยนต์กับเพลาหมู่เกียร์

8.1 <u>ส่วนประกอบที่สำคัญ</u> (รูป 1.4)

8.1.1 ส่วนขับหมุนตัวนอก (Primary Part or Outer Case)

- เป็นส่วนที่ต่อกับหน้าแปลนส่งกำลังออก (PTO. Flange) ของเครื่องยนต์

8.1.2 ส่วนเชื่อมต่อ (Coupling Hub)

- เป็นส่วนที่ต่อกับหน้าแปลนของหมู่เกียร์

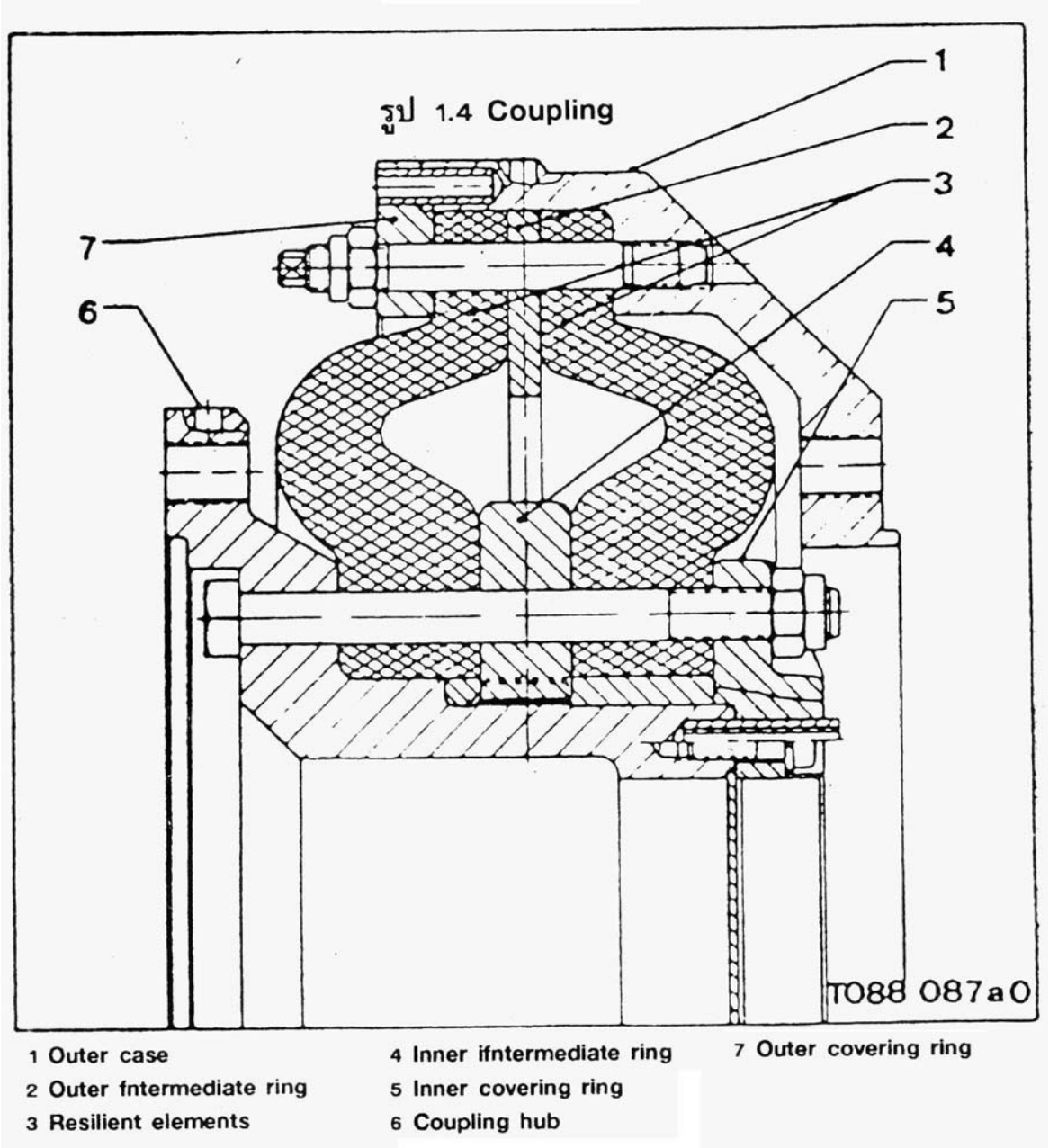
8.1.3 ส่วนรับแรง (Resilient Elements)

- เป็นส่วนที่ต่อระหว่างส่วนขับหมุนตัวนอกกับส่วนเชื่อมต่อ

มีลักษณะเป็นวงยางทำด้วยยางธรรมชาติ (Natural Rubber) มีโครงภายในยางเป็นเส้นใยผ้าประสานกันอยู่ มี 2 วงประกบกัน ขอบนอกของวงยางยึดติดกับส่วนขับหมุนตัวนอกโดยรอบวงด้วยสลักยึด ขอบด้านในยึดติดกับส่วนเชื่อมต่อโดยรอบด้วยสลักยึดเช่นกัน

8.2 <u>การซ่อมบำรุงรักษา</u>

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 2.



บทที่ 2

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องยนต์

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องยนต์ดีเซล MTU. V 538 ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ คือ

- เรือนสูบ (Crank Case) (ตามรายละเอียดข้อ 1)
- ปลอกสูบ (Cylinder Liner) (ตามรายละเอียดข้อ 2)
- ฝาสูบ (Cylinder Head) (ตามรายละเอียดข้อ 3)
- ส่วนขับหมุนเครื่อง (Crank Drive or Running Gear) (ตามรายละเอียดข้อ 4) ซึ่งประกอบด้วย
    - ลูกสูบ (Piston) (ตามรายละเอียดข้อ 7)
    - ก้านต่อ (Connecting Rod) (ตามรายละเอียดข้อ 6)
    - เพลาข้อเหวี่ยง (Crank Shaft) (ตามรายละเอียดข้อ 5)
- ลิ้นอากาศดี – ลิ้นแก๊สเสีย (Intake – Exhaust Valve) (ตามรายละเอียดข้อ 8)
- เรือนลูกเบี้ยวและกระเดื่อง (Cam and Rocker Housing) (ตามรายละเอียดข้อ 9)
- อุปกรณ์ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง (Injection Equipment) (ตามรายละเอียดข้อ 10)
- อุปกรณ์ตัดการทำงานของแถวสูบ (Cylinder Bank Cut – Out) (ตามรายละเอียดข้อ 11)
- เครื่องควบคุมเครื่องยนต์ (Engine Governor) (ตามรายละเอียดข้อ 12) ซึ่งรายละเอียดต่าง ๆ ของแต่ละส่วนมีดังนี้

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องยนต์

(1) เรือนสูบ (Crank Case) (รูป 2.1)

ทำด้วยเหล็กหล่อ (Case Steel) หล่อเป็นส่วน ๆ แล้วนำแต่ละส่วนมาเชื่อมประสานต่อกันให้ได้จำนวนสูบตามต้องการ

ภายในเรือนสูบตอนบนจะเจาะเป็นช่องทางเดินของน้ำและน้ำมันหล่อเพื่อไปหล่อลื่นระบายความร้อนให้กับชิ้นส่วนต่าง ๆ ตอนบนเรือนสูบและจะมีช่องที่ประกอบปลอกสูบ (Liner) 2 แถว

ภายในเรือนสูบตอนล่างจะเป็นที่ประกอบเพลาข้อเหวี่ยง (Crank Shaft) และสูบน้ำมันหล่อลื่น (Oil Pump)

ด้านล่างเรือนสูบจะมีอ่างน้ำมันหล่อ (Oil Sump) สำหรับเก็บน้ำมันหล่อไว้ใช้ในระบบประกอบติดอยู่

ด้านบนเรือนสูบจะเป็นที่ประกอบฝาสูบ (Cylinder Head) และอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เทอร์โบชาร์จ (Turbocharger) เป็นต้น

ด้านข้างเรือนสูบตอนล่างทั้ง 2 ข้าง จะมีช่องตรวจ (Inspection Port) ซึ่งมีฝาปิดปิดอยู่ เพื่อเปิดตรวจดูภายในห้องเพลาข้อเหวี่ยงได้

ด้าน KS และ GKS จะเป็นที่ประกอบหมู่เฟืองขับ (Gear Train) สำหรับขับหมุนอุปกรณ์ต่าง ๆ และติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น สูบน้ำจืด , เครื่องควบคุมความเร็ว (Governor) เป็นต้น (รูป 2.2) (12V และ 16V มีอยู่ที่ด้าน KS ด้านเดียว)

(2) ปลอกสูบ (Cylinder Liner) (รูป 2.1)

สร้างด้วยเหล็กหล่อแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Cast) (การเทโลหะเหลวลงในแบบหล่อที่กำลังหมุนอย่างเร็วอยู่) ทำให้ได้ปลอกสูบที่มีเนื้อโลหะที่มีความแน่นและขนาดเท่ากันตลอดดีกว่าการหล่อแบบตั้งอยู่กับที่ เป็นปลอกสูบแบบเปียก (Wet type)

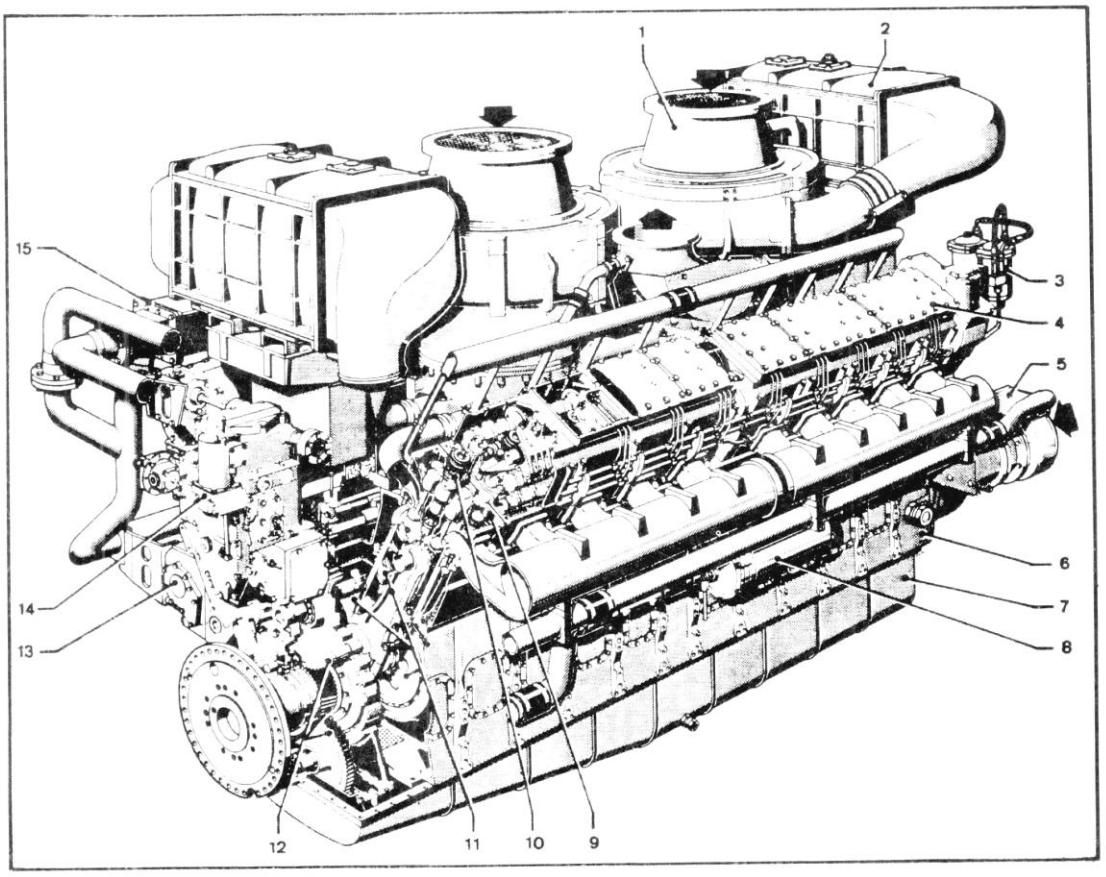
ด้านนอกที่สัมผัสกับน้ำระบายความร้อนจะมีการเคลือบป้องกันสนิม

ตอนบนด้านนอกจะทำเป็นบ่างยื่นออกมา ให้ด้านล่างของบ่ารับกับบ่าด้านบนของเรือนสูบ เพื่อทำหน้าที่กันรั่ว (Seal) น้ำระบายความร้อนเครื่องตอนบนปลอกสูบและด้านขนของบ่าปลอกสูบจะมีวงแหวนเหนียวกันรั่ว (Mild Steel Sealing Ring) ทำหน้าที่ผนึกกันรั่วกับฝาสูบ (Cylinder Head)

ตอนล่างด้านนอกจะมีร่องสำหรับประกอบวงแหวนยางกันรั่ว 2 วง (Rubber Sealing Ring) ทำหน้าที่กั้นส่วนที่เป็นน้ำระบายความร้อนปลอกสูบซึ่งอยู่ตอนบนและส่วนที่เป็นน้ำมันหล่อในห้องเพลาข้อเหวี่ยงซึ่งอยู่ตอนล่างไม่ให้ปนกัน ที่ช่องว่างระหว่างวงแหวนยางกันรั่วนี้จะมีร่องระบาย (Drain Grove) อยู่และจากร่องระบายนี้จะมีรูเล็ก ๆ ทะลุออกมาภายนอกด้านข้างเรือนสูบแต่ละสูบเรียกว่ารูตรวจรั่ว (Control Bore or Tell – Tale Bore) สำหรับตรวจดูการรั่วของวงแหวนยางกันรั่วทั้งสอง โดยสังเกตดูการรั่วของน้ำหรือน้ำมันหล่อที่รั่วออกมาจากรูตรวจรั่ว ซึ่งปกติจะต้องไม่มี

การประกอบปลอกสูบเข้ากับเรือนสูบใช้วิธีใส่จากด้านบนเรือนสูบลงมา

ENGINE LAYOUT (20 V) รูป 2.0

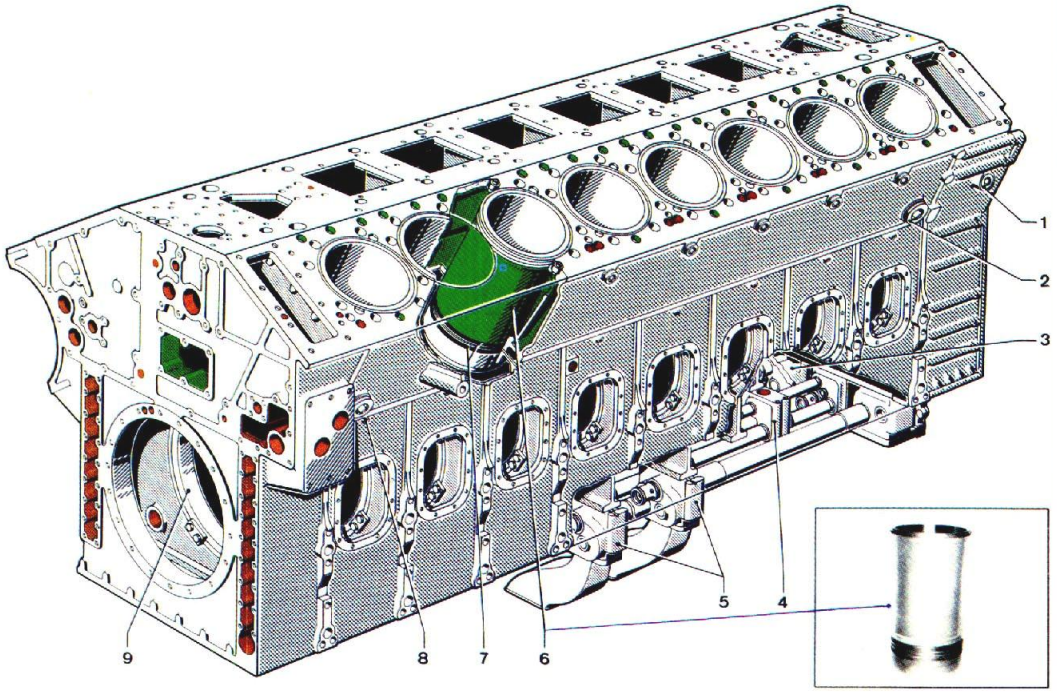


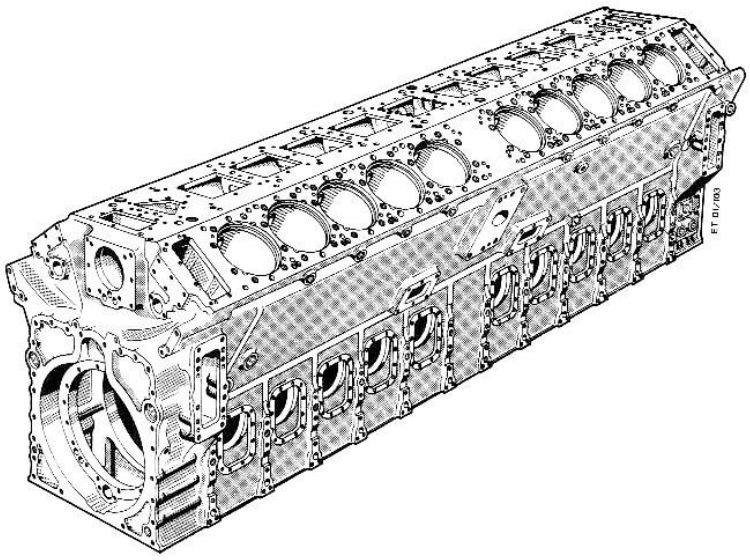
1 Exhaust gas turboeharger
2 Intercooler
3 Fuel dual Filter
4 Valve gear
5 Raw water pump
6 Crank case
7 Oil pan
8 Engine oil gap filter
9 Cylinder head
10 Unit injector
11 Running gear
12 Gear train
13 Engine coolant pump
14 Governor
15 Coolant temperature regulator

รูป 2.1 DIESEL ENGINE. (16 V 538.)

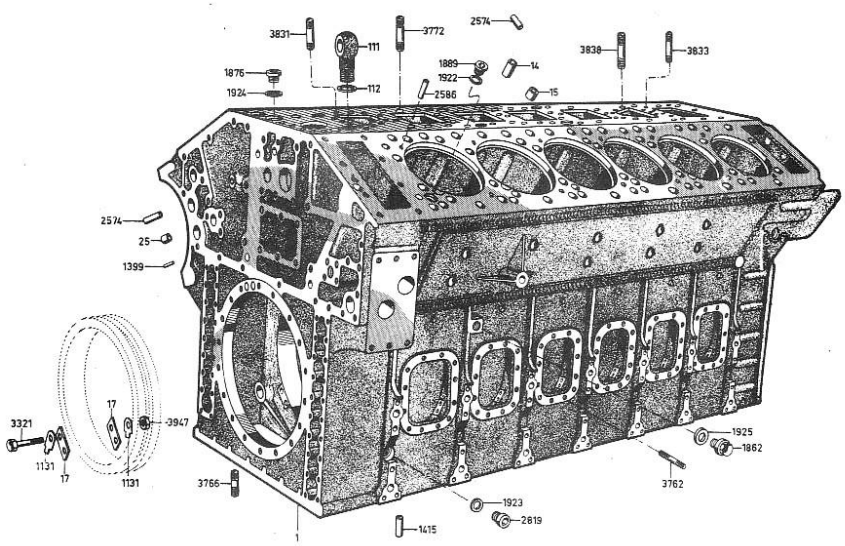
Engine Housing With Oil Pump.

1. Screwed Plug For The Valve Gear Oil Channel.
2. Screwed Plug For Cooling Water Space.
3. Crankdrive And Valve Gear Oil Pump.
4. Oil Transfer Housing
5. Circurating Oil Pump.
6. Cylinder Liner.
7. Cylinder Liner Seal.
8. Control Bore.
9. Roller Bearing Outer Race.



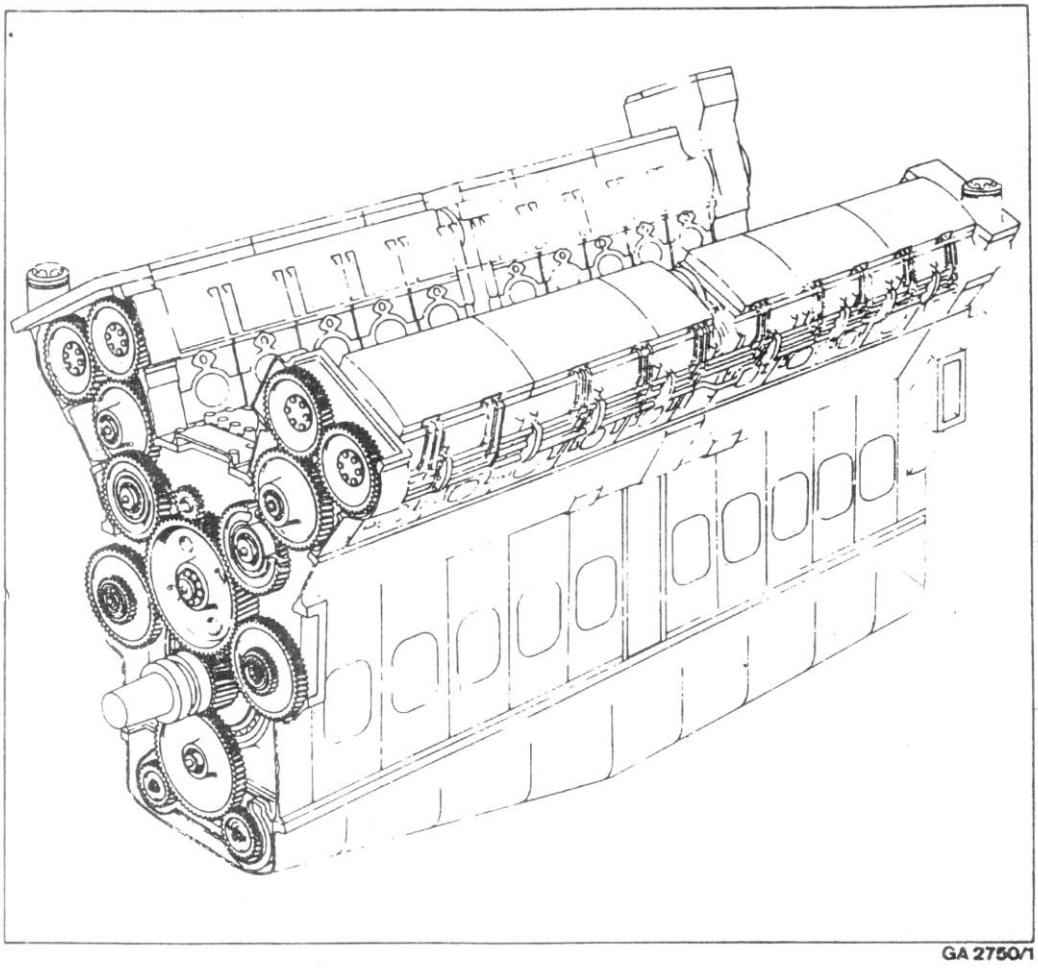


กองฝึกการช่างกล กฝร.



รูป 2.1 Engine Housing With Oil Pump.

GEAR TRAIN รูป 2.2



(3) ฝาสูบ (Cylinder Head) (รูป 2.3 และ 2.4)

ทำด้วยเหล็กหล่อ (Cast Iron) เป็นฝาสูบแยกสูบละ 1 ฝาสูบ

ฝาสูบจะเป็นส่วนที่ผนึกห้องเผาไหม้ด้านบนและติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่อง

ฝาสูบจะประกอบติดกับด้านบนเรือนสูบด้วยสลักนัต (Bolt) 8 ตัว และกันรั่วระหว่างปลอกสูบกับฝาสูบด้วยวงแหวนกันรั่วจำพวกเหล็กดีเหนียว (Mild Steel) รูช่องทางเดินน้ำมันหล่อและน้ำระบายความร้อน กันรั่วระหว่างฝาสูบกับเรือนสูบด้วยวงแหวนยางกันรั่ว (Rubber Sealing Ring)

ด้านบนฝาสูบจะมีเรือนลูกเบี้ยว และกระเดื่องประกอบอยู่ (Cam and Rocker Housing)

ภายในตอนกลางฝาสูบจะเป็นห้องเผาไหม้ล่วงหน้า (Pre – Combustion Chamber) ซึ่งมีช่องทางเดินน้ำระบายความร้อนอยู่โดยรอบและมีช่องทางเดินอากาศดี แก๊สเสีย และน้ำมันหล่ออยู่ภายในด้วย

นอกจากนี้ฝาสูบยังเป็นที่ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่สำคัญ คือ

3.1 หัวฉีดเผาไหม้ (Burner) ประกอบอยู่ภายในตอนล่างห้องเผาไหม้ล่วงหน้าที่ติดต่อกับห้องเผาไหม้ใหญ่

3.2 หัวฉีดรวม (Unit Injector) ประกอบอยู่ในปลอกรับหัวฉีดรวม (Shoulder Bush) อยู่ตอนบนห้องเผาไหม้ล่วงหน้า

3.3 ลิ้นไล่อากาศ (Decompression Valve) ติดอยู่ด้านข้างฝาสูบ ๆ ละ 1 ลิ้น อยู่ด้านนอกตัวเครื่อง

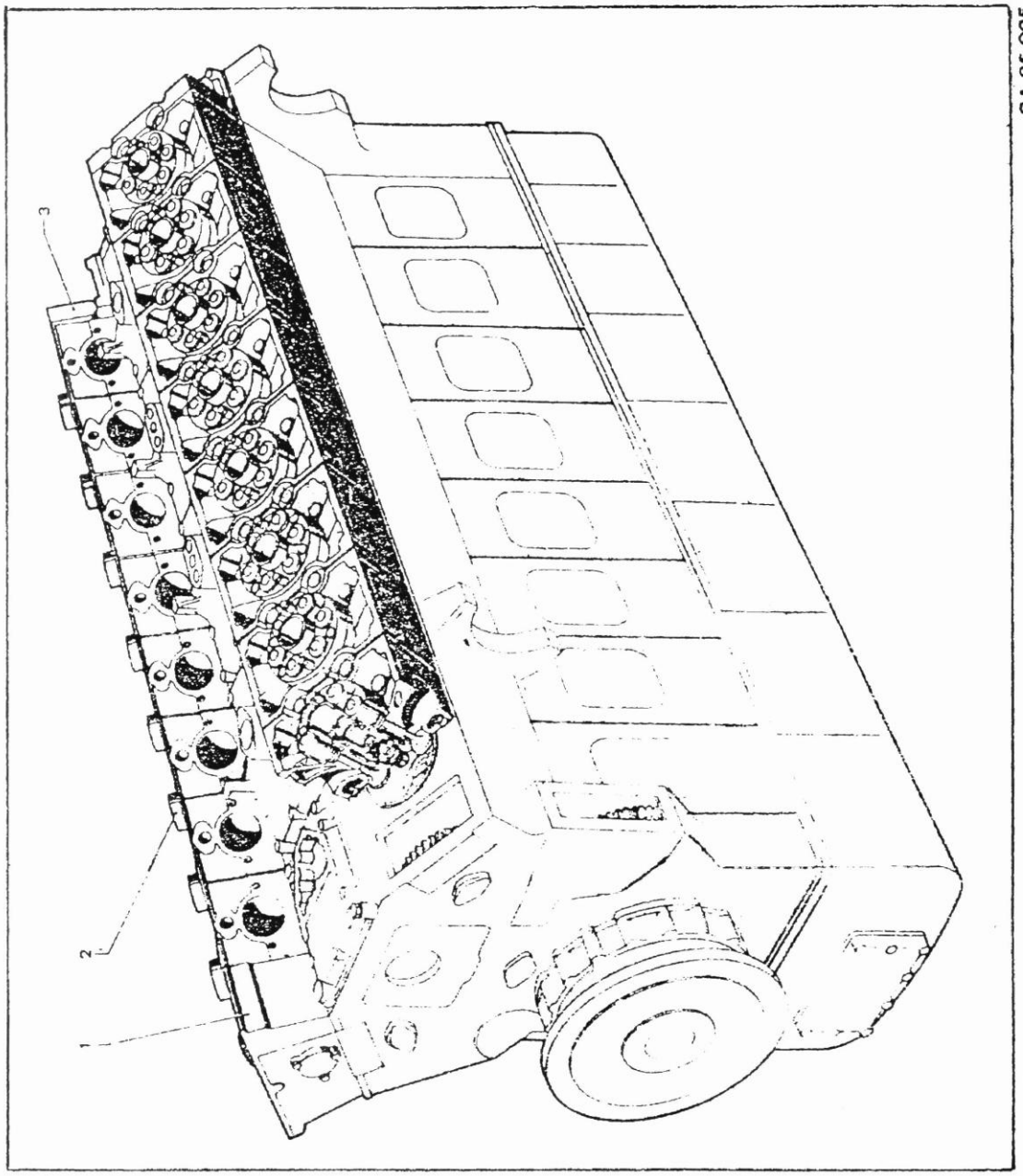
3.4 ลิ้นลมเริ่มเดิน (Starting Valve) ติดอยู่ด้านข้างฝาสูบ ๆ ละ 1 ลิ้น อยู่ด้านนอกตัวเครื่อง จะมีในแถวสูบเดียว จะเป็นแถวสูบใดแล้วแต่การติดตั้ง

3.5 ลิ้นอากาศดี – ลิ้นแก๊สเสีย (Inlet and Exhaust Valve) ประกอบอยู่รอบ ๆ ห้องเผาไหม้ล่วงหน้า ใน 1 ฝาสูบ จะมีลิ้นอากาศดี 3 ลิ้น และลิ้นแก๊สเสีย 3 ลิ้น

(รายละเอียดแต่ละส่วนประกอบจะได้กล่างถึงต่อไป)

3.6 การซ่อมบำรุงรักษา

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 3



รูป 2.3
CYLINDER HEAD

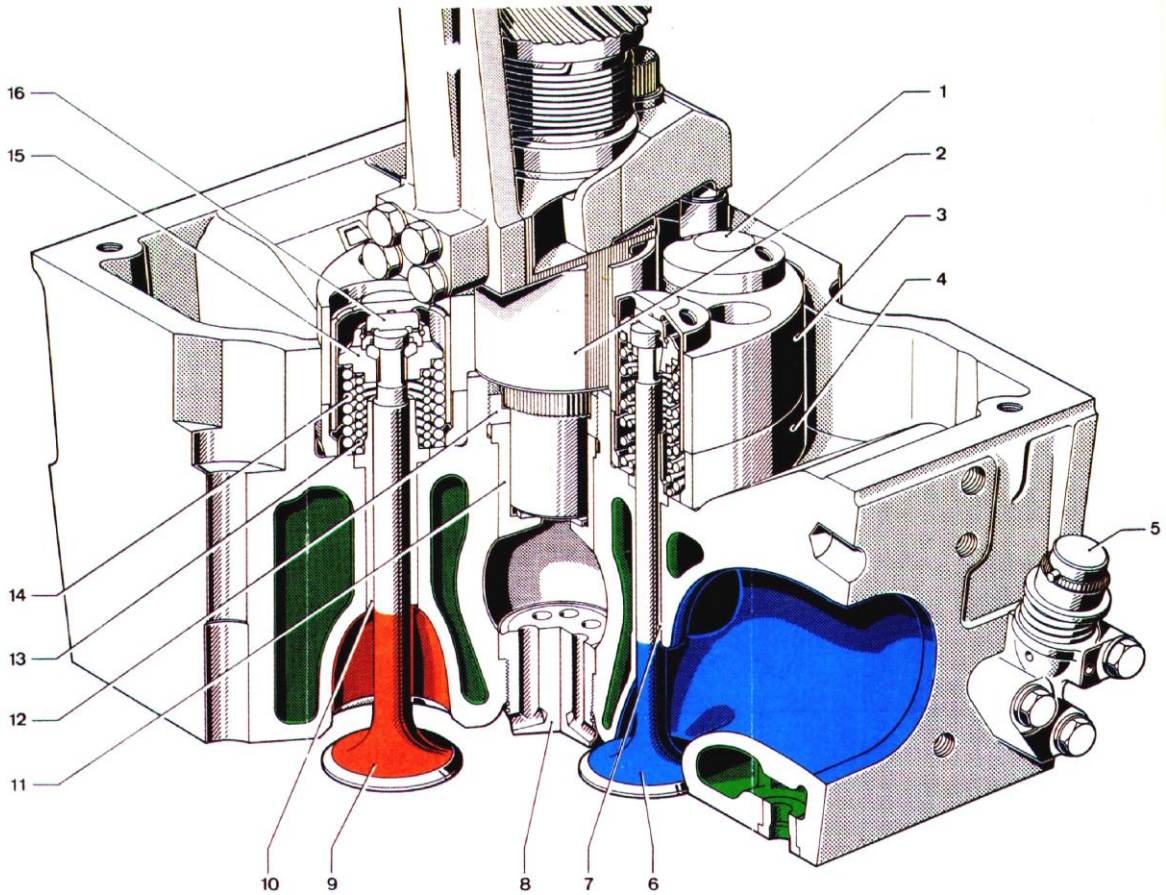
1 Gear case
2 Cylinder head
3 End piece

รูป 2.4 DIESEL ENGINE (538)

Cylinder Head.

1 Rocker Follower.
2 Unit Injector.
3 Rocker Follower Guide.
4 Mounting Flange.
5 Decompression Valve.
6 Inlet Valve.
7 Valve Guide, Inlet Valve.
8 Burner.
9 Exhause Valve.
10 Valve Guide, exhause Valve.
11 Shouldered Bush.
12 Grooved Nut.
13 Valve Spring Inner
14 Valve Spring Outer.
15 Spring Retainer..
16 Valve Cap.

รูป 2.4 CyLinder Head



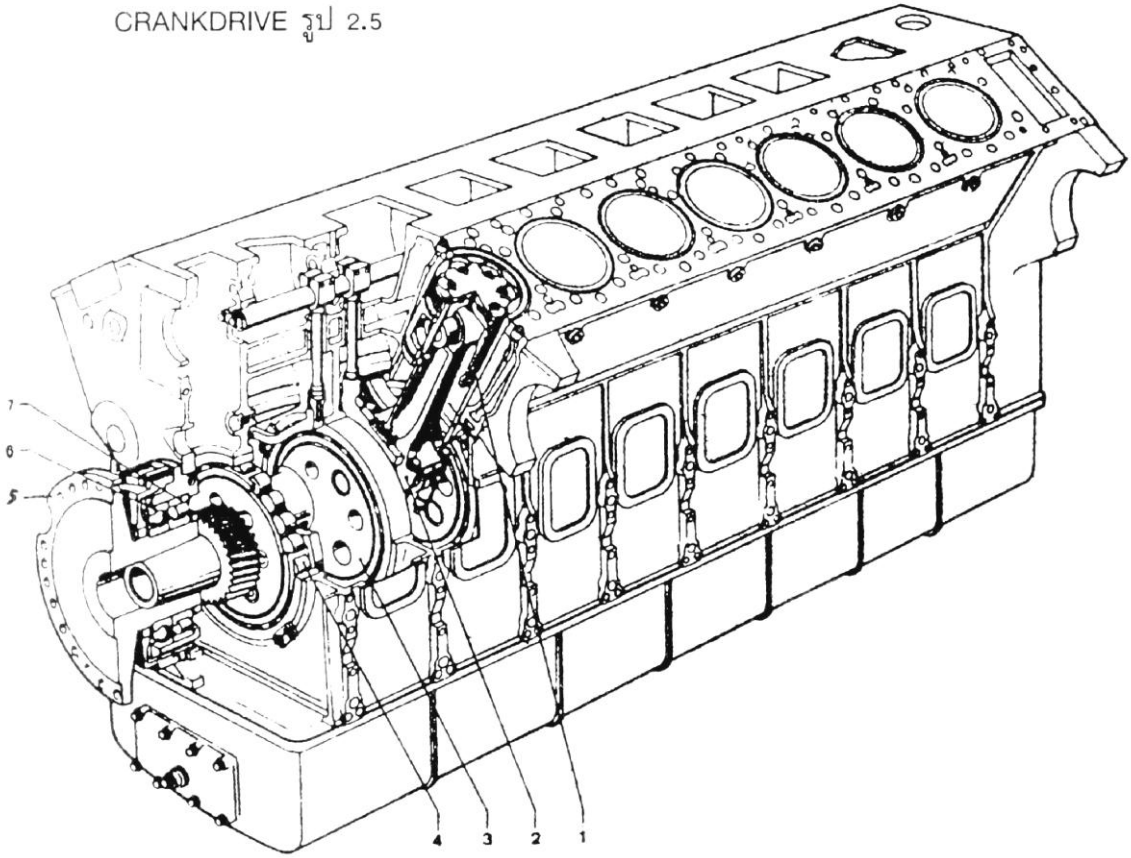
(4) ส่วนขับหมุนเครื่อง (Crank Drive or Running Gear) (รูป 2.5 และ 2.6)

หมายถึงส่วนที่เกิดกำลังขับหมุนของเครื่องออกไปใช้งานภายนอก ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ คือ

- ลูกสูบ (Piston) และส่วนประกอบต่าง ๆ
- ก้านต่อ (Connecting Rod) และส่วนประกอบต่าง ๆ
- เพลาข้อเหวี่ยง (Crank Shaft) และส่วนประกอบต่าง

(รายละเอียดแต่ละส่วนจะได้กล่าวถึงต่อไป)

CRANKDRIVE รูป 2.5



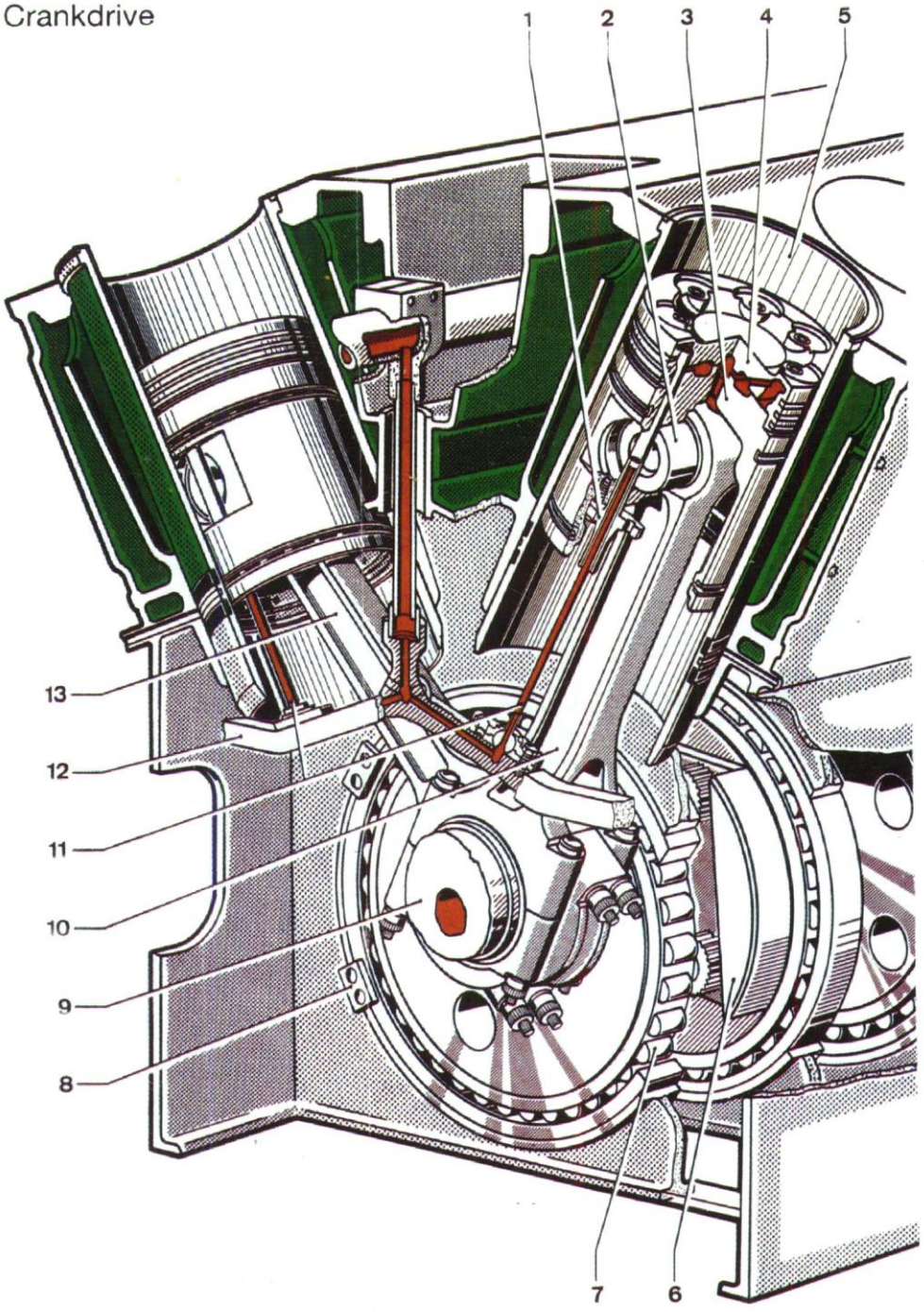
1 Piston
2 Pork connecting rod
3 Crankshaft
4 Main bearing
5 Power take-off flange
6 Deep groove ball bearing
7 Cylindrical roller bearing

รูป 2.6 DIESEL ENGINE (V 538.)

Crankdrive.

1 Franged Oil Pipe.
2 Gudgeon Pin.
3 Piston Skirt.
4 Piston Crown.
5 Cylinder Liner.
6 Counter Weight.
7 Main Roller Bearing.
8 Retainer For The Outer Race.
9 Crankshaft.
10 Fork Connecting Rod.
11 Stand Pipe.
12 Stand Pipe Carrier.
13 Blade Connecting Rod.

รูป 2.6 Crankdrive

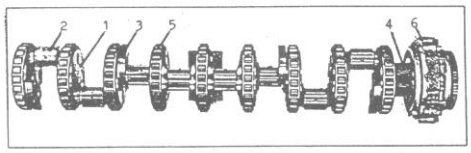


(5) เพลาข้อเหวี่ยง (Crank Shaft) (รูป 2.7)

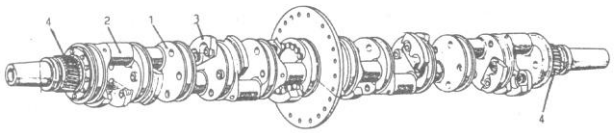
เป็นส่วนที่เปลี่ยนอาการเลื่อนขึ้นลงของลูกสูบและก้านต่อให้เป็นอาการหมุน

- เป็นแบบ Disc – Webbed (แขนข้อเหวี่ยงที่ต่อระหว่างเดือยข้อเหวี่ยงทำเป็นแผ่นกลมแบน) เจาะรูทะลุตลอดเพลาเพื่อเป็นทางส่งน้ำมันหล่อไปหล่อลื่นส่วนต่าง ๆ ของเพลา

- ที่แขนข้อเหวี่ยง (Crank Web) จะร่องรองรับลูกกลิ้งของแบริ่งใหญ่ (Main Rolling Bearing) อยู่โดยรอบและเป็นที่ประกอบน้ำหนักถ่วง (Counter Weights) เพื่อให้เพลาได้สมดุล ขณะหมุน

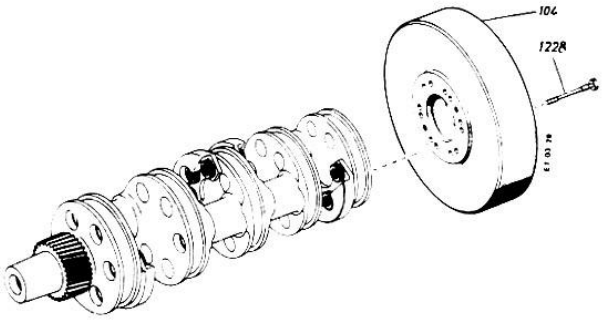


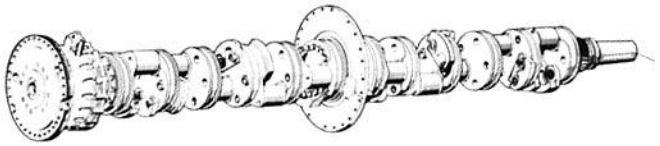
รูป 2.7 Crank Shaft. (16 V)

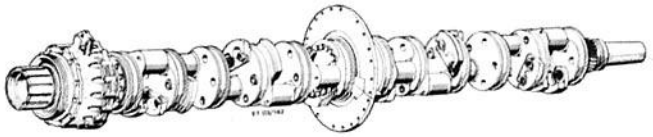


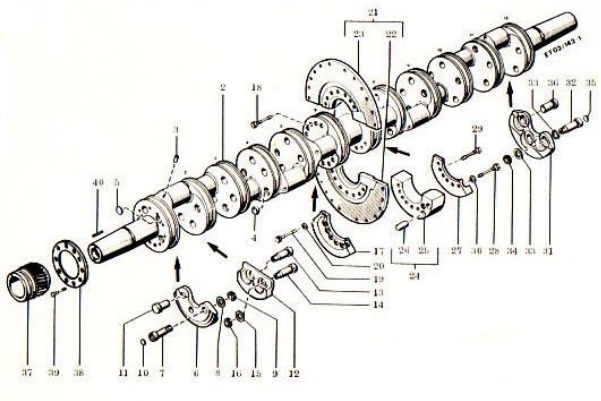
รูป 2.7 Crank Shaft. (20 V)

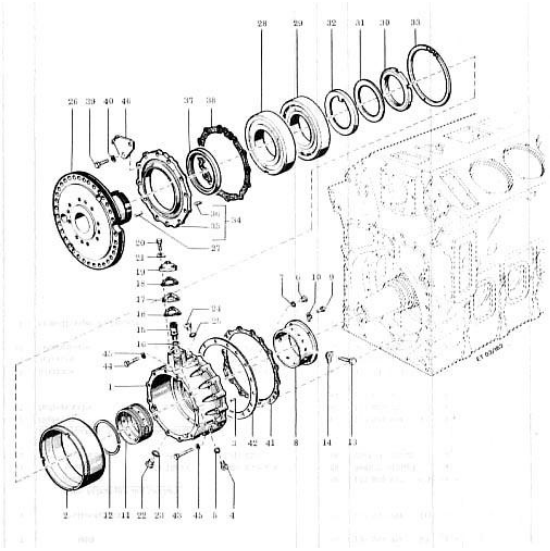
1 Crank Web.
2 Crank Pin.
3 Counter Weight.
4 Crank Shaft Gear.
5 Main Roller Bearing.
6 Vibration Damper.











<u>อุปกรณ์สำคัญที่ประกอบกับเพลาข้อเหวี่ยง</u> คือ

5.1 เฟืองเพลาข้อเหวี่ยง (Crank Shaft Gear) ประกอบอยู่ทางด้าน KS และ KGS ของเพลา ทำหน้าที่ส่งอาการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยงผ่านหมู่เฟืองขับ (Gear Train) ไปขับหมุนอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เพลาลูกเบี้ยว สูบน้ำมันหล่อและสูบน้ำทะเล เป็นต้น

5.2 ชุดรับแรงสั่นสะเทือน (Vibration Damper) เป็นแบบความหนืด (Viscosity Type)

- ในเครื่อง 12V / 16V มีอยู่ 1 ชุด ประกอบอยู่ด้าน GKS ของเพลา
- ในเครื่อง 20V มีอยู่ 2 ชุด โดยมีเพิ่มอยู่ตอนกลางเพลาอีก 1 ชุด

5.3 หน้าแปลนต่อส่งกำลังงานออก (Power Take – off Flange or PTO. Flange)

- ประกอบอยู่ทางด้าน KS ขอ[illegible]ลนสำหรับต่อส่งกำลังขับหมุนของเครื่องออกไปใช้งานภายนอกและมีเครื่องหมายตั้ง[illegible] 6. PTO. Bearing [illegible]Timing) ของเครื่องอยู่ด้วย

- รองรับด้วยแบริ่ง 2 ชุด คือ แบริ่งลูกกลิ้ง (Deep Groove Ball Bearing) และแบริ่งแท่งลูกกลิ้ง (Cylinder Roller Bearing)

5.4 แบริ่งใหญ่ (Main Bearing)

- เป็นแบบแบริ่งแท่งลูกกลิ้ง (Cylinder Roller Bearing)
- ประกอบอยู่ที่แขนข้อเหวี่ยง (Crank Web) ทุกแขนข้อเหวี่ยง
- การหล่อลื่นโดยการวักสาด (Splash)

(6) ก้านต่อ (Connecting Rod) (รูป 2.8)

ทำหน้าที่รับอาการเลื่อนขึ้นลงของลูกสูบและส่งให้เพลาข้อเหวี่ยง

ทำด้วยโลหะด้วยวิธี Drop – Forged (อัดขึ้นรูปโดยใช้แม่พิมพ์กด) และปรับแต่งให้เรียบร้อยในแต่ละเครื่องจะให้ก้านต่อ 2 แบบ คือ

6.1 ก้านต่อธรรมดา (Blade Rod) ใช้กับสูบแถว A

6.2 ก้านต่อแบบซ่อม (Fork Rod) ใช้กับสูบแถว B

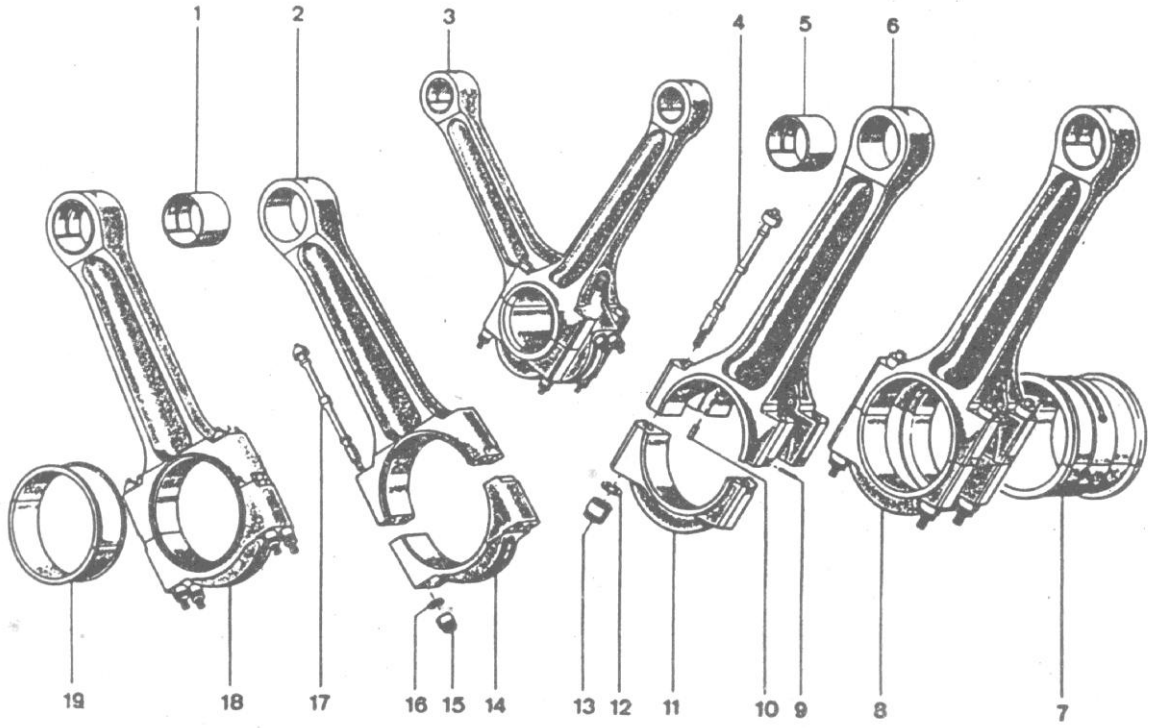
- ปลายบนของก้านแต่ละก้านจะประกอบเข้ากับลูกสูบของแต่ละแถวสูบ A และ B ด้วยสลักลูกสูบ (Gudgeon Pin) โดยมีแบริ่งสลักลูกสูบเป็นแบบปลอก (Bush) 1 ปลอก สำหรับก้านต่อ 1 ก้าน เป็นส่วนรองรับผิวสัมผัสระหว่างสลักลูกสูบกับก้านต่อ

- ปลายล่างของก้านต่อทั้งสองจะประกอบกับเดือยข้อเหวี่ยง (Crank Pin) เดียวกันโดยมีแบริ่งก้านต่อชนิด 2 ฝา ประกบกัน (Shell Bearing) 2 ชุด เป็นส่วนรองรับผิวสัมผัสระหว่างเดือยข้อเหวี่ยงกับก้านต่อ ดังนี้

1. แบริ่งก้านต่อแบบซ่อม (Fork Rod Bearing) จะมีขนาดกว้างเท่ากับความยาวของเดือยข้อเหวี่ยงและประกอบอยู่กับเดือยข้อเหวี่ยงโดยตรง

2. แบริ่งก้านต่อแบบธรรมดา (Blade Rod Bearing) จะมีขนาดความกว้างเท่ากับความกว้างของผิวสัมผัสปลายล่างของก้านต่อแบบธรรมดาและประกอบอยู่ด้านนอกของแบริ่งก้านต่อแบบซ่อมออกมาอีกชั้นหนึ่ง

- ปลายล่างของก้านต่อทั้งสองจะประกอบอยู่กับผิวสัมผัสด้านนอกของแบริ่งก้านต่อแต่ละชุดและได้รับการหล่อลื่นโดยน้ำมันหล่อลื่นโดยน้ำมันหล่อลื่นระบบส่วนขับหมุนเครื่อง (Crank Drive Oil System) ผ่านรูน้ำมันหล่อของเพลาข้อเหวี่ยง



รูป 2.8 Connecting Rod.

1 Small end bush
2 Blade rod
3 Blade rod, complete/Fork rod, complete
4 Fork rod bolt
5 Small end bush
6 Fork rod
7 Fork rod bearing shell
8 Fork rod, complete
9 Cylindrical pin
10 Fitted pin
11 Fork rod cover
12 Washer
13 Fork rod nut
14 Blade rod cover
15 Blade rod nut
16 Washer
17 Blade rod bolt
18 Blade rod, complete
19 Blade rod bearing shell

(7) ลูกสูบ (Piston) (รูป 2.9)

เป็นแบบไม่มีข้อต่อ (Trunk Type) ทำแยกเป็น 2 ส่วน คือ ยอดลูกสูบ (Piston Crown) และตัวลูกสูบ (Piston Skirt) แล้วนำมาประกอบเข้าด้วยกัน มีการระบายความร้อนน้ำมันหล่อ

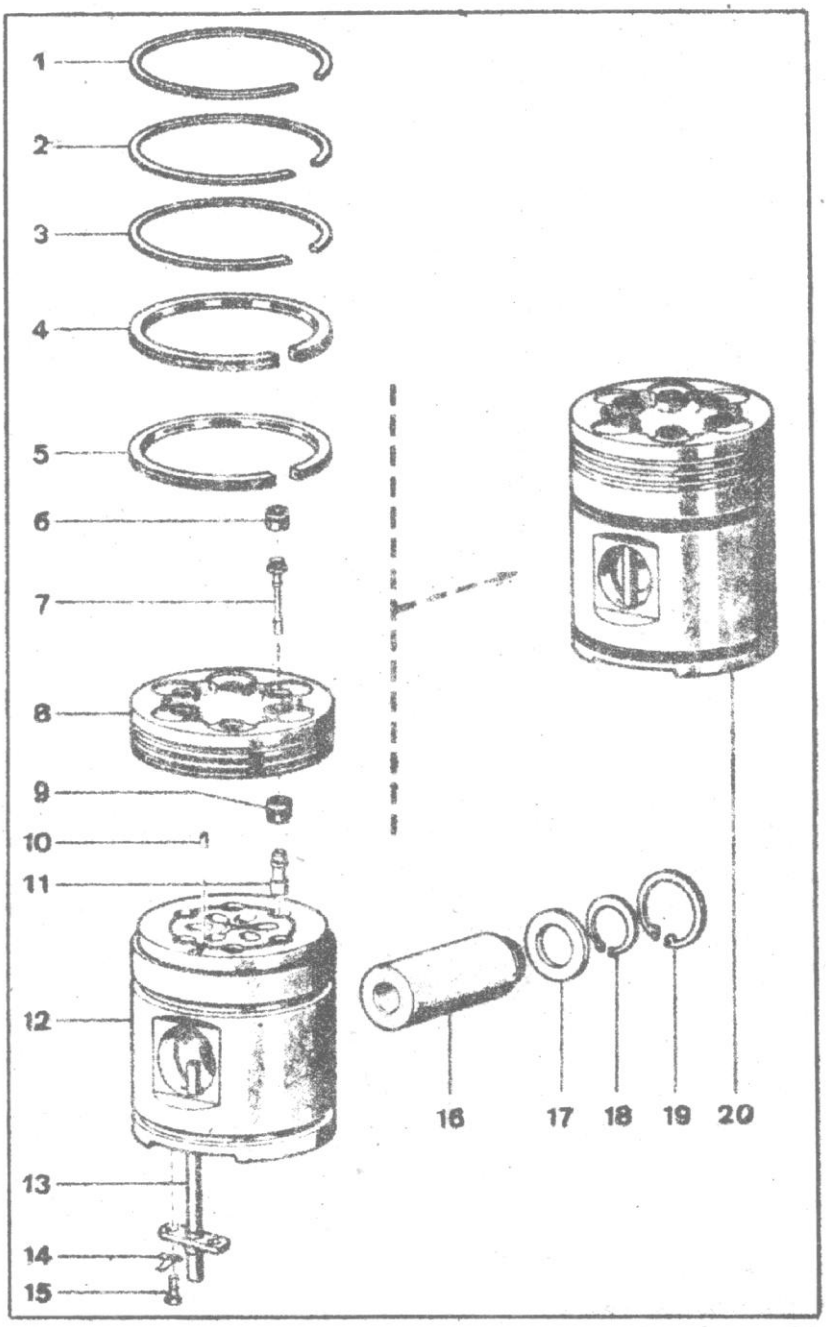
ยอดลูกสูบ (Piston Crown) ทำด้วยเหล็กกล้า (Steel) ด้านข้างภายนอกมีร่องสำหรับประกอบแหวนอัดกันรั่ว (Compression Ring) 3 วง โดยให้รอยต่อชนของแหวนแต่ละวงต่างกัน 180 องศา ด้านบนมีรูสำหรับใส่สลักยึดยอดลูกสูบติดกับตัวลูกสูบ 6 รู ทำให้สามารถถอดประกอบยอดลูกสูบได้โดยไม่ต้องถอดตัวลูกสูบออกมาจากกระบอกสูบ

ตัวลูกสูบ (Piston Skirt) ทำด้วยโลหะผสม (Light Alloy) ภายในกลวงด้านข้างภายนอกมีร่องสำหรับประกอบแหวนกวาดน้ำมันหล่อ (Oil Scrapper Ring) 2 วง เป็นวงแหวนที่เซาะร่องตรงกลางและเจาะรูรอบตลอดวง (Slotted Type) ประกอบอยู่ตอนบน 1 วง และตอนล่าง 1 วง โดยให้รอยต่อชนวงแหวนต่างกัน 180 องศา ด้านข้างเจาะรูทะลุตลอดเป็นที่ประกอบสลักลูกสูบและมีรูสำหรับประกอบท่อน้ำมันหล่อยอดลูกสูล (Oil Tube) 1 ท่อ ด้านบนทำให้ทึบตันมีรูสำหรับประกอบปลอกเกลียว (Threaded Bush) 6 ปลอก เพื่อยึดกับสลักยึดยอดลูกสูบ

ยอดลูกสูบและตัวลูกสูบประกอบติดกันโดยสลักยึดยอดลูกสูบ 6 ตัว โดยกวดยึดกับปลอกเกลียวที่ตัวลูกสูบเพื่อให้มีกำลังยึดมากกว่ากวดติดกับตัวลูกสูบ ซึ่งเป็นดลหะผสมโดยตรงที่หัวสลักยึดบน ยอดลูกสูบจะมีฝาครอบเกลียว (Screw Cap) ประกอบอยู่อีกชั้นหนึ่ง เพื่อป้องกันแก๊สร้อนสัมผัสกับหัวสลักโดยตรง

สลักลูกสูบ (Gudgeon Pin) เป็นแบบตายตัว (Fixed Pin) คือ ประกอบติดแน่นกับลูกสูบแต่หมุนได้กับก้านต่อ กันไม่ให้หลุดโดยแหวนล็อค (Circlip) 2 วง ที่ปลายด้านหนึ่ง

การระบายความร้อนยอดลูกสูบโดยน้ำมันหล่อระบบหมุนเวียน (Circulating Oil System) ส่งขึ้นไปตามท่อน้ำมันหล่อยอดลูกสูบ (Oil Tube) ขึ้นไปหล่อระบายความร้อนยอดลูกสูบและสลักลูกสูบ



รูป 2.9 Piston.

1	No. 1 compressifon ring	11	Sleeve
2	No. 2 compression ring	12	Piston skirt
3	No. 3 compression ring	13	Oil tube with retainer
4	Upper oil scraper ring	14	Tab washer
5	Lower oil scraper ring	15	Hex. screw
6	Protecting screw cap	16	Gudgeon pin
7	Piston crown fixing screw	17	Butting ring
8	Piston crown	18	Circlip
9	Theaded bush	19	Circlip
10	Fitted pin	20	Piston complete

(8) ลิ้นอากาศดี – ลิ้นแก๊สเสีย (Inlet – Exhaust Valve) (รูป 2.10)

ประกอบอยู่รอบห้องเผาไหม้ล่วงหน้า บนฝาสูบแต่ละฝาสูบ ดังนี้

- ลิ้นอากาศดี (Inlet Valve) มี 3 ลิ้น อยู่ด้านนอกตัวเครื่อง
- ลิ้นแก๊สเสีย (Exhaust Valve) มี 3 ลิ้น อยู่ด้านในตัวเครื่อง

ส่วนประกอบต่าง ๆ ของลิ้นอากาศดี – ลิ้นแก๊สเสีย

- ตัวตามกระเดื่องกดลิ้น (Rocker Follower)
- แหวนล็อค (Locking Pin)
- ฝาครอบก้านลิ้น (Valve Cap)
- ปลอกบังคับ (Valve Collet or Valve Keeper)
- แหวนกั้นสปริง (Spring Retaining)
- สปริงลิ้นตัวใน (Inner Valve Spring)
- สปริงลิ้นตัวนอก (Outer Valve Spring)
- ปลอกน้ำก้านลิ้น (Valve Guide)

ลักษณะของฝาครอบก้านลิ้น (3,31) ปลอกบังคับ (4,30) และแหวนบังคับสปริง (5,29) ของลิ้นแก๊สเสียจะมีลักษณะแตกต่างจากของลิ้นอากาศดี ทำให้ลิ้นแก๊สเสียหมุนตัวเล็กน้อยขณะทำงาน เพื่อป้องกันคราเขม่าเกาะสะสมบริเวณหน้าลิ้นและบ่าลิ้นขณะเดินเครื่อง

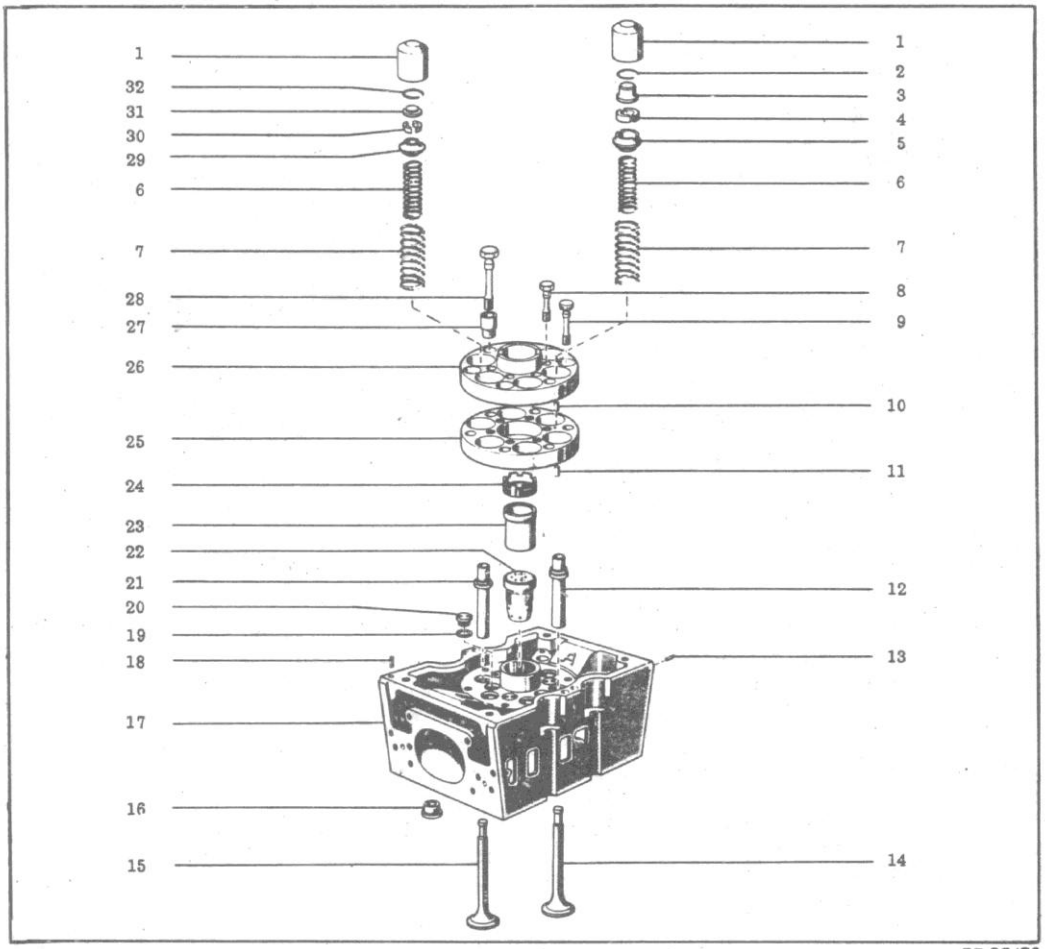
การทำงานของลิ้นทั้งสองคือ ลิ้นอากาศดี – ลิ้นแก๊สเสีย จะถูกบังคับให้หน้าลิ้นปิดสนิทกับบ่าลิ้นด้วยกำลังสปริงลิ้น และบังคับให้เปิดโดยตัวตามกระเดื่องกดลิ้นรับกำลังกดจากกระเดื่องกดลิ้นผ่านฝาครอบก้านลิ้นและก้านลิ้นตามลำดับ

ลิ้นอากาศดีปิด – เปิด แบบธรรมดา

ลิ้นแก๊สเสียขณะปิด – เปิด จะหมุนตัวเล็กน้อย

รูป 2.10 DIESEL ENGINE (538)

Inlet–Exhaust Valves.



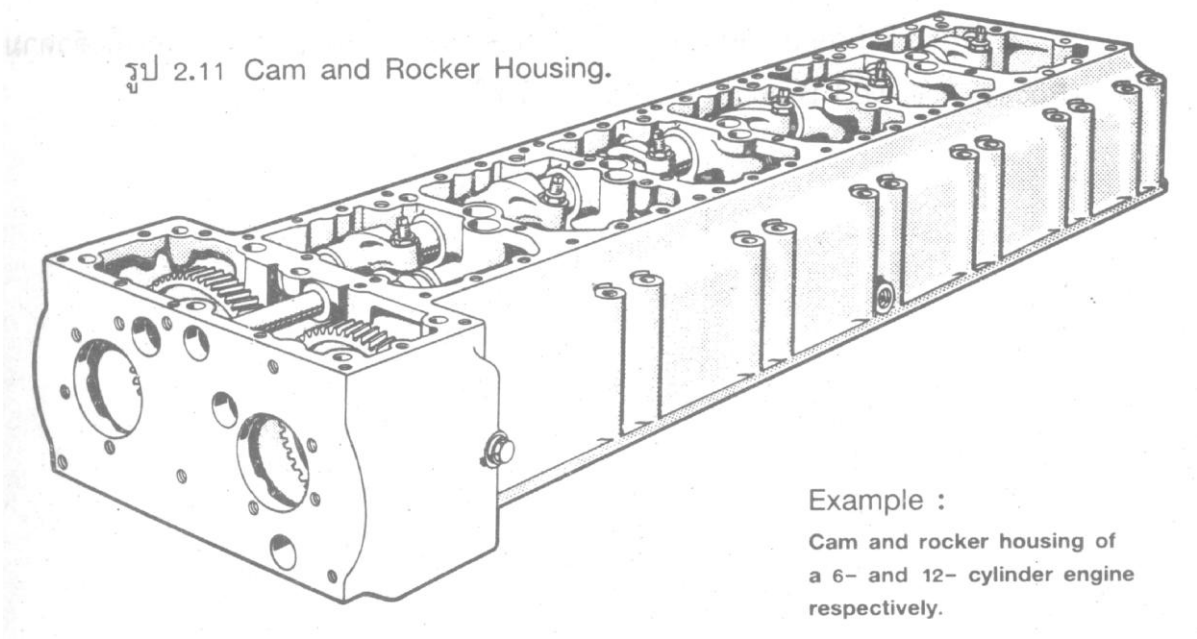
ET 05/86

1	Rocker follower	17	Cylinder head
2	Locking ring, exhaust	18	Groove pin
3	Valve cap. Exhaust	19	Sealing ring
4	Valve keeper, exhaust	20	Core plug
5	Spring retainer, exhaust	21	Valve guide, inlet
6	Valve spring, inner	22	Burner
7	Valve spring, outer	23	Shouldered bush
8	Stress bolt	24	Slotted nut
9	Stress bolt	25	Lower steel flange
10	Cylindrical pin	26	Rocker follower guide
11	Cylindrical pin	27	Distance bush
12	Valve guide, exhaust	28	Stress bolt
13	Cylindrical pin	29	Spring retainer, inlet
14	Exhaust valve	30	Valve collet, inlet
15	Inlet valve	31	Valve cap, inlet
16	Choke sleeve	32	Locking ring, inlet

(9) เรือนลูกเบี้ยวและกระเดื่อง (Cam and Rocker Housing) (รูป 2.11 และ 9.9)

ทำด้วยโลหะอ่อน (Light Metal) เป็นชิ้นเดียวใน 1 แถวสูบ ยกเว้นในเครื่อง 20V จะทำแยกเป็น 2 ชิ้น ใน 1 แถวสูบ ภายในเจาะเป็นช่องทางเดินน้ำมันหล่อและประกอบกลไกควบคุมลิ้น (Valve Control Gear)

ด้านล่างประกอบติดกับฝาสูบและด้านบนประกอบด้วยฝาปิดแผ่นกลาง (Intermediate Frame) และฝาปิดแผ่นบน (Top Cover Plate) ตามลำดับ



รูป 2.11 Cam and Rocker Housing.

<u>ส่วนประกอบต่าง ๆ ของกลไกควบคุมลิ้น</u> (Valve Control Gear) (รูป 9.9)

9.1 เพลาลูกเบี้ยวลิ้นแก๊สเสีย (Exhaust Camshaft)

ประกอบอยู่ในเรือนลูกเบี้ยวและกระเดื่องด้านในตัวเครื่องจำนวน 1 เพลา ใน 1 แถวสูบ โดยมีแบริ่งปลอก (Sleeve Bearing) รองรับ รับอาการขับหมุนจากเฟืองเพลาข้อเหวี่ยง ผ่านหมู่เฟืองขับ (Gear Train) มาควบคุมการปิด – เปิดลิ้นแก๊สเสีย ในเครื่อง 12V , 16V เป็นเพลาท่อนเดียวยาวตลอดแถวสูบแต่ในเครื่อง 20V จะแยกเป็น 2 เพลาใน 1 แถวสูบ (ใน 1 เรือนลูกเบี้ยวและกระเดื่องจะมี 1 เพลา) และรับกำลังขับหมุนจากเฟืองเพลาข้อเหวี่ยงผ่านหมู่เฟืองขับแต่ละด้านของเครื่องแยกจากกัน

9.2 เพลาลูกเบี้ยวอากาศดี (Inlet Camshaft)

ประกอบอยู่ในเรือนลูกเบี้ยวและกระเดื่องด้านนอกตัวเครื่องโดยมีแบริ่งปลอก (Sleeve Bearing) รองรับ รับอาการขับหมุนจากเฟืองเพลาข้อเหวี่ยงผ่านหมู่เฟืองขับ (Gear Train) มาควบคุมการปิด – เปิด ลิ้นอากาศดีและการทำงานของหัวฉีดรวม (Unit Injector) มีจำนวนเท่ากับเพลาลูกเบี้ยวลิ้นแก๊สเสีย

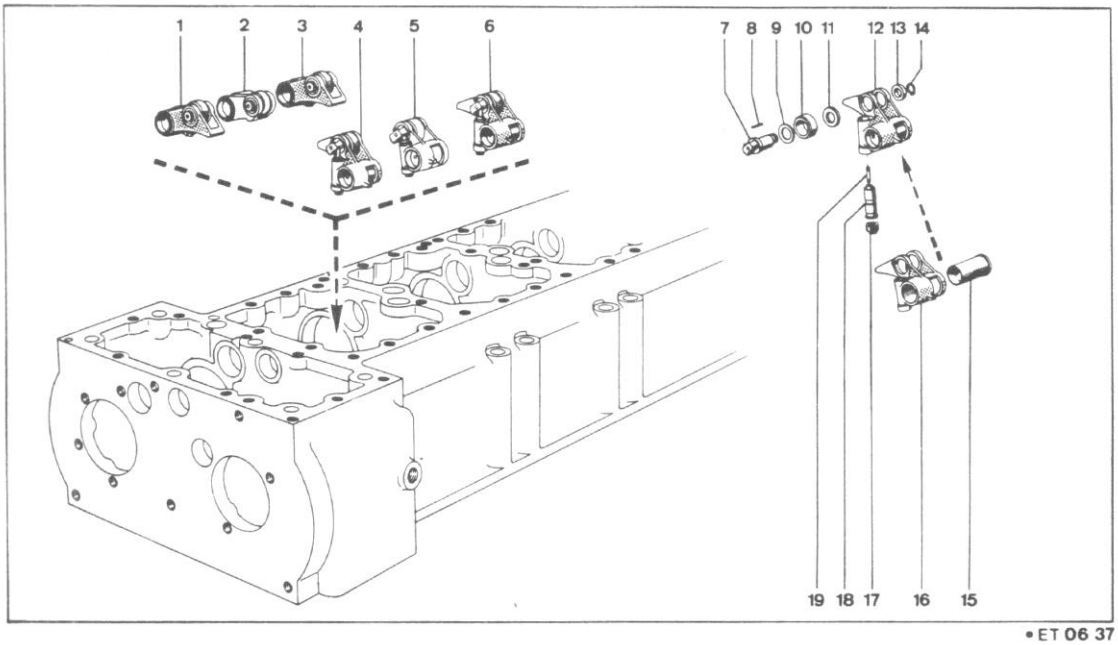
9.3 กระเดื่องกดลิ้นอากาศดี – ลิ้นแก๊สเสีย (Inlet and Exhaust Valve Rockers) (รูป 2.12 และ 2.13)

เป็นกระเดื่องกดลิ้นแบบไฮดรอลิค (Hydraulic Lash Adjuster)

ประกอบติดกับเพลากระเดื่องกดลิ้น (Rocker Shaft) โดยเป็นเพลากระเดื่องกดลิ้นอากาศดีและเพลากระเดื่องกดลิ้นแก๊สเสียแยกจากกันมีแบริ่งแบบปลอกโลหะบรอนซ์ (Bronze Bushing) เป็นตัวรองรับและมีลูกกลิ้ง (Roller) ประกอบติดกับกระเดื่องโดยมีแบริ่งลูกปืนเข็ม (Needle Bearing) เป็นตัวรองรับ

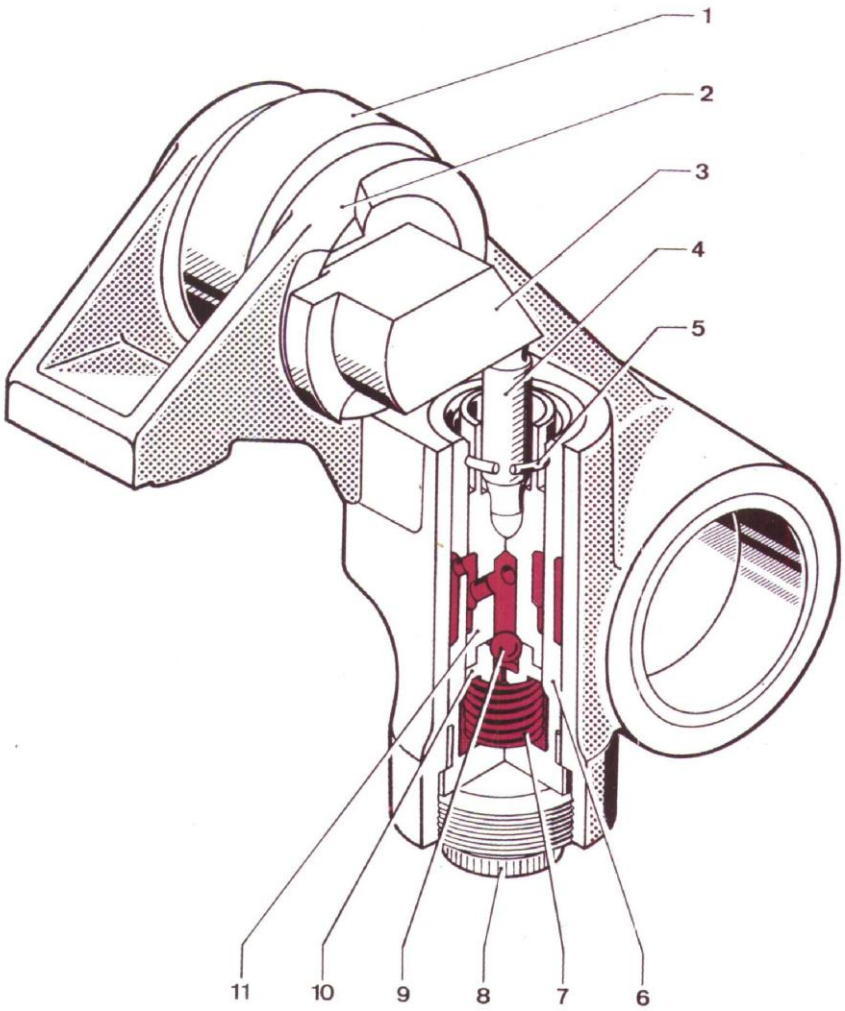
ได้รับกำลังกดจากลูกเบี้ยวที่เพลาลูกเบี้ยวผ่านลูกกลิ้งและส่งอาการกดถึงตัวตามกระเดื่อง (Rocker Follower) เพื่อควบคุมการปิด – เปิดลิ้น

รูป 2.12 Valve Rocker.



1	Rocker, long	11	Washer
2	Rocker, short	12	Rocker body
3	Rocker, long	13	Butting ring
4	Rocker, long	14	Circlip
5	Rocker, short	15	Bearing bush
6	Rocker, long	16	Rocker body
7	Eccentric pin	17	Screw cap
8	Bearing needle	18	Hydraulic lash adjuster
9	Washer	19	Tappet
10	Rocker roller		

รูป 2.13 DIESEL ENGINE. (538)
Valve Rocker Arm with Hydraulic Lash Adjuster.



1 Rocker Arm Roller.
2 Measuring Stop.
3 Eccentric Pin.
4 Push Rod.
5 Locking Ring.
6 Guide Bush.
7 Spring.
8 Screwed Plug.
9 Ball Valve.
10 Retaining Cap.
11 Oil Pressure Piston.

ใน 1 สูบจะมีกระเดื่องกดลิ้น 2 ชุด สำหรับลิ้นอากาศดี 1 ชุด และลิ้นแก๊สเสีย 1 ชุด ในแต่ละชุดจะมีกระเดื่องกดลิ้น 3 อันคือ

กระเดื่องกดลิ้นขนาดยาว (Long Nose) อยู่ด้านริม 2 อัน

กระเดื่องกดลิ้นขนาดสั้น (Short Nose) อยู่ตรงกลาง 1 อัน

กระเดื่องแต่ละอันจะมีชุดไฮดรอลิคปรับแต่งระยะอัตโนมัติ (Automatic Lash Adjuster) ประกอบอยู่เพื่อปรับแต่งระยะห่างของลิ้น (Valve Clearance) ให้เป็น 0 (ศูนย์) ตลอดเวลา เพื่อป้องกันกลไกควบคุมลิ้นชำรุดสึกหรอจากแรงกระแทกและไม่ต้องเสียเวลาตั้งลิ้น

ส่วนประกอบต่าง ๆ ของชุดกระเดื่องกดลิ้นไฮดรอลิคมีดังนี้

- ลูกกลิ้งกระเดื่องกดลิ้น (Rocker Arm Roller) (1)
- คันกระเดื่อง (Measuring Stop) (2)
- เดือยหมุน (Eccentric Pin) (3)
- เดือยส่ง (Push Rod or Tappet) (4)
- แหวนล็อค (Locking Ring) (5)
- ปลอกนำ (Guide Bush) (6)
- สปริง (Spring) (7)
- ฝาปิด (Screw Plug) (8)
- ลิ้นลูกปืนกลม (Ball Valve) (9)
- ฝากั้น (Retainer Cap) (10)
- ลูกสูบรับกำลัง (Oil Pressure Piston) (11)

การทำงานของชุดกระเดื่องกดลิ้นไฮดรอลิคใช้กำลังดันน้ำมันหล่อระบบน้ำมันหล่อกลไกควบคุมลิ้น (Valve Gear Oil System) เข้ามาทำงานดังนี้

ขณะที่ยังไม่ได้เดินเครื่องยังไม่มีกำลังดันน้ำมันหล่อ สปริง(7) จะขยายตัวดันลูกสูบรับกำลัง (11) ให้เลื่อนขึ้นดันเดือยส่ง (4) และเดือยหมุน (3) ซึ่งมีลักษณะเป็นลูกเบี้ยวหมุนตัวตามลำดับ ส่งอาการให้ลูกกลิ้งกระเดื่องกดลิ้น (1) ดันกับลูกเบี้ยวของเพลาลูกเบี้ยว ทำให้ปลายกระเดื่องกดลิ้นกับตัวตามกระเดื่องกดลิ้น (Rocker Following) ที่ก้านลิ้นระยะห่างลิ้น (Valve Clearance) เป็น 0 (ศูนย์)

เมื่อเดินเครื่องกำลังดันน้ำมันหล่อจากระบบน้ำมันหล่อกลไกควบคุมลิ้นจะเข้าไปในปลอกนำ (6) และลูกสูบรับกำลัง (11) ตามลำดับ ขณะที่ลูกกลิ้งกระเดื่องกดลิ้น (11) ยังไม่ได้รับแรงกดจากลูกเบี้ยว (Unload) กำลังดันน้ำมันหล่อในลูกสูบรับกำลัง (11) จะเป็นตัวช่วยส่งอาการดันลูกสูบรับกำลัง (11) เดือยส่ง (4) และเดือยหมุน (3) ตามลำดับ ทำให้ระยะห่างของลิ้นยังคงเป็น 0 (ศูนย์) อยู่และน้ำมันหล่อส่วนหนึ่งไหลผ่านลิ้นลูกปืนกลม (9) ลงไปอยู่ในห้องสปริงเพื่อเป็นเบาะรับแรงกดขณะที่ลูกกลิ้งกระเดื่องกดลิ้น (1) ได้รับแรงกดจากลูกเบี้ยว (Under Load) จะส่งอาการถึงเดือยหมุน (3) เดือยส่ง (4) และลูกสูบรับกำลัง (11) ตามลำดับทำให้ลิ้นลูกปืนกลม (9) ปิดรูน้ำมันหล่อ น้ำมันหล่อในห้องสปริงจะไหลย้อนออกมาไม่ได้จะถูกอัดตัวเป็นเบาะรับแรงกดทั้งหมด ทำให้ลูกสูบรับกำลัง (11) ไม่เลื่อนตัวลง

9.4 กระเดื่องกดหัวฉีดรวม (Unit Injector Rocker) (รูป 2.14)

ประกอบอยู่ที่เพลากระเดื่องกดหัวฉีดรวม

ใน 1 สูบ จะมีกระเดื่องกดหัวฉีดรวมสำหรับกดหัวฉีดรวม 1 ชุด มีลูกกลิ้งรับแรงกด 2 ลูก และที่กดหัวฉีดรวมแยกต่างหากจากเพลากระเดื่องกดลิ้น การประกอบกระเดื่องกดปลายกระเดื่องด้านที่กดหัวฉีดจะมีเกลียวปรับแต่ง (Adjusting Screw) ประกอบอยู่เพื่อปรับแต่งการเริ่มต้นด้วยการฉีด (Commencement of Delivery) ปลายกระเดื่องอีกด้านมีลูกกลิ้ง ๒ ลูก

กระเดื่องกดหัวฉีดรวมได้รับอาการกดจากลูกเบี้ยวของเพลาลูกเบี้ยวอากาศดีเพื่อให้หัวฉีดรวมทำงาน

9.5 ส่วนควบคุมหัวฉีดรวม (Regulating Parts for the Unit Injector) (รูป 2.14)

เป็นส่วนที่ส่งอาการควบคุม – ปรับแต่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดรวม ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ

- เกลียวปรับแต่ง (Adjusting Screw) อยู่ที่ปลายกระเดื่องกดหัวฉีดใช้ในการปรับแต่งการเริ่มต้นการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดรวม ขณะที่ยังไม่ได้เดินเครื่อง

- เพลาเฟืองหนอน (The Injector Layshaft) ลักษณะเป็นเพลานอนตามแนวยาวเป็นเฟืองหนอนขบกันอยู่กับวงเฟืองหนอนหัวฉีดรวม (Worm Gear Wheel) โดยจะรับอาการมาจากเครื่องควบคุมความเร็ว (Speed Governor) ผ่านเพลาส่งกำลัง (Transmitting Shaft) มาควบคุมปรับแต่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดรวมขณะเดินเครื่อง

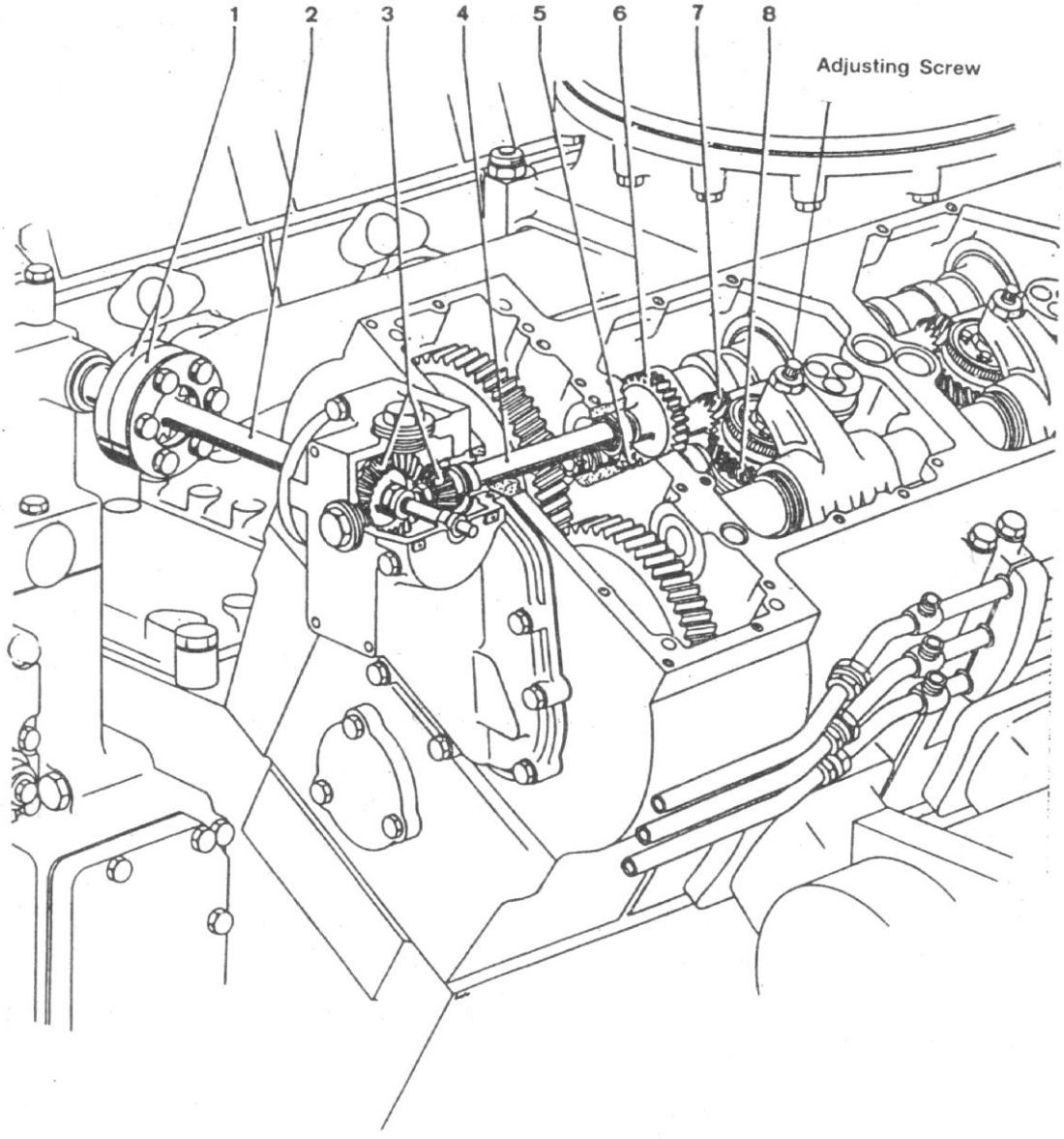
9.6 การซ่อมบำรุงรักษา

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 4

รูป 2.14 DIESEL ENGINE. (V 538)

Engine Regulation.

1 Coupling Piece.
2 Transmitting Shaft.
3 Rigth Angle Drive.
4 Transmitting Shaft.
5 Spur Gear.
6 Spur Gear.
7 Injector Layshaft.
8 Worm Gear Wheel.



(10) อุปกรณ์ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง (Injection Equipment) (รูป 2.15 และ 2.16)

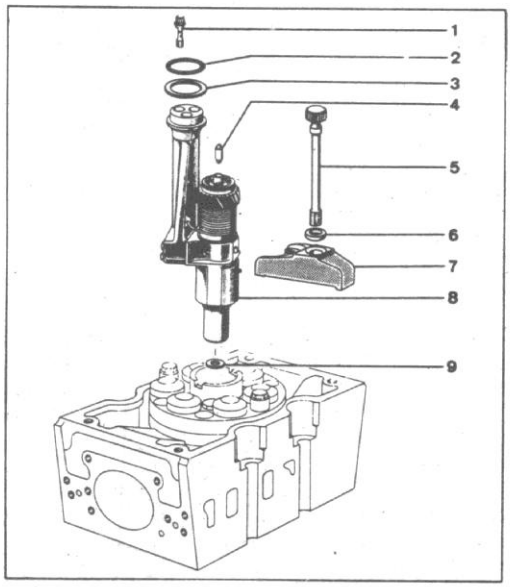
เป็นแบบหัวฉีดรวม (Unit Injector) คือสูบน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง (Fuel Pump) และหัวฉีด (Injector Unit or Injection Nozzle) รวมกันอยู่ในหน่วยเดียวกัน ทำให้หมดปัญหาเกี่ยวกับท่อทางน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง ติดตั้งอยู่ด้านบนฝาสูบกลางห้องเผาไหม้ล่วงหน้า ยึดให้แน่นด้วยปากจับ (Clamp) และสลักปากจับ (Clamp Bolt)

กำลังดันเปิดหัวฉีด (Opening Pressure)

- หัวฉีดใหม่ (New Injector) 130 + 5 บาร์
- หัวฉีดเก่า (Repaired Injector) 100 – 135 บาร์

รูป 2.15 Injection Equipment.

1 Banjo bolt
2 Sealing ring (rubber)
3 Shim
4 Tappet
5 Clamp bolt
6 Spherical washer
7 Clamp
8 Unit injector
9 Copper gasket



<u>ส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน</u> คือ (รูป 2.16)

1. สูบน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง (Injector Fuel Pump)

ทำหน้าที่สูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงไปยังลิ้นหัวฉีด (Injection Nozzle) ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ส่วนเชื่อมต่อ (Connecting Block or Tower)

เป็นส่วนที่ต่อระหว่างท่อทางน้ำมันเชื้อเพลิงภายนอกกับสูบน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง ภายในเป็นช่องทางเดินน้ำมันเชื้อเพลิง 3 ช่องทาง เพื่อต่อกับท่อทางน้ำมันเชื้อเพลิงภายนอก คือ

- ท่อ Z เป็นท่อน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า (Feed Line) ภายในจะมีหม้อกรองน้ำมันเชื้อเพลิง (Filter) ประกอบอยู่
- ท่อ R เป็นท่อน้ำมันเชื้อเพลิงไหลกลับ (Return Line) เป็นท่อสำหรับให้น้ำมันเชื้อเพลิงที่เหลือจากการฉีดแต่ละครั้งไหลกลับถังพัก
- ท่อ L เป็นท่อน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล (Leak – off Line) เป็นท่อสำหรับให้น้ำมันเชื้อเพลิงที่รั่วไหลภายในหัวฉีดรวมไหลกลับถังพัก

1.2 เรือนหัวฉีด (Housing)

เป็นที่ประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของหัวฉีดรวม ทำด้วยเหล็กกล้า (Steel) เป็นชิ้นเดียว

1.3 ส่วนสูบน้ำมันเชื้อเพลิง (Pump Element)

ทำหน้าที่ส่งน้ำมันเชื้อเพลิงไปยังลิ้นหัวฉีด ประกอบอยู่ภายในส่วนล่างของเรือนหัวฉีด โดยใส่จากด้านล่างประกอบด้วยชิ้นส่วนที่สำคัญคือ

- ปลอกนำลูกสูบ (Plunger Guide)
- ลูกสูบ (Plunger)
- ลิ้นทางดูดและสปริงลิ้น (Suction Valve and Spring)

1.4 ส่วนรับอาการทำงาน (Actuating Members)

ทำหน้าที่รับแรงกดจากก้านส่ง (Push Rod) และส่งอาการผ่านแผ่นกั้น (Distance Plate) ให้ลูกสูบ (Plunger) เลื่อนลงและเลื่อนขึ้นด้วยกำลังดันสปริงลูกสูบ ประกอบอยู่ภายในส่วนบนของเรือนหัวฉีด ประกอบด้วยชิ้นส่วนสำคัญ คือ

- ปลอกส่งกำลัง (Guide Block or Transmitting Block)
- สปริงลูกสูบ (Plunger Spring)
- แหวนบังคับลูกสูบ (Plunger Retaining Plate)
- แผ่นกั้น (Distance Plate)

1.5 ส่วนควบคุม (Governor Elements)

ทำหน้าที่รับอาการจากเครื่องควบคุมความเร็ว (Speed Governor) ผ่านเพลา เฟืองหนอน (Injector Layshaft) และส่งต่อให้ปลอกส่งกำลังและลูกสูบ ทำให้ลูกสูบ (Plunger) หมุนตัว เป็นการควบคุมปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดแต่ละครั้ง ประกอบอยู่ตอนบนเรือนหัวฉีด ประกอบด้วยชิ้นส่วนสำคัญ คือ

- ปลอกควบคุม (Control Sleeve)
- วงเฟืองหนอน (Worm Gear Wheel)
- แหวนล็อค (Locking Ring)
- สปริง (Coil Spring)
- แหวนเกลียว (Annular)

2. หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง (Injection Nozzle or Injector Unit)

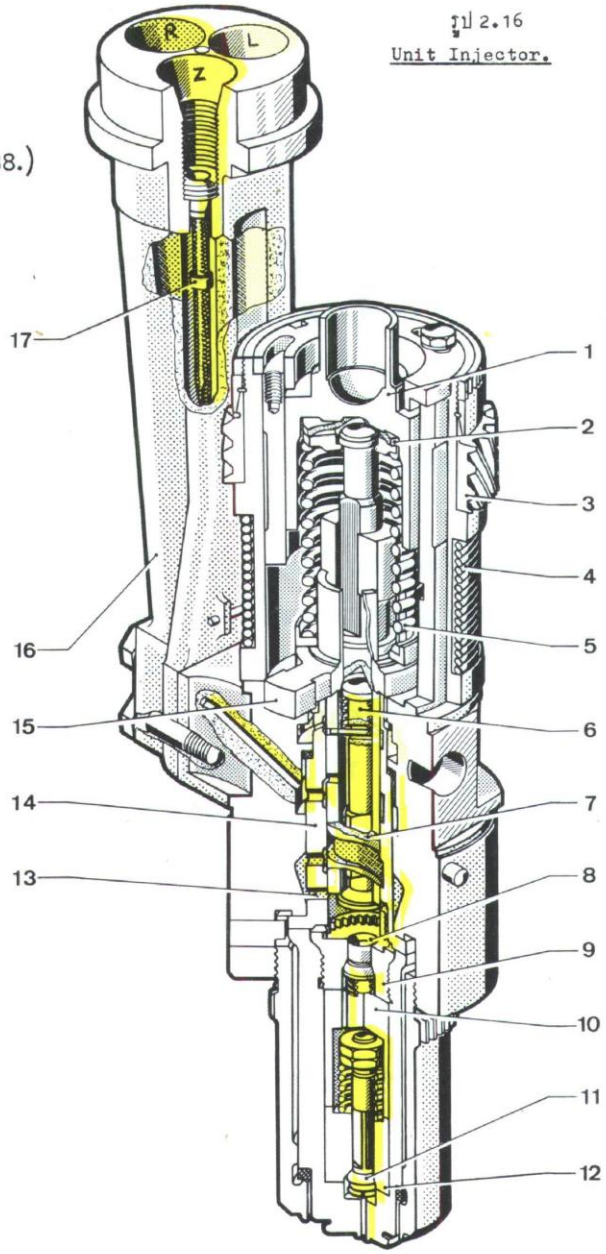
ทำหน้าที่ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้และป้องกันแก๊สในห้องเผาไหม้ย้อนกลับเข้าหัวฉีด ประกอบอยู่ด้านล่างเรือนหัวฉีด ด้วยฝาครอบเกลียว (Screw Cap) ประกอบด้วยชิ้นส่วนสำคัญ คือ

- ตัวหัวฉีด (Nozzle Body)
- ตัวลิ้นหัวฉีด (Nozzle Valve Body)
- ลิ้นหัวฉีดและสปริง (Nozzle Valve Cone)
- ตัวจำกัดระยะเลื่อน (Stroke Limiter)
- ลิ้นกำลังดันและสปริง (Pressure Valve Cone)
- นัตปรับกำลังดัน (Adjusting)

รูป 2.16 DIESEL ENGINE. (538.)

Unit Injector.

1 Guide Block.
2 Distance Plate.
3 Worm Gear Wheel.
4 Coil (Return) Spring.
5 Spring.
6 Suction Valve.
7 Plunger.
8 Pressure Valve Cone.
9 Pressure Valve Seat.
10 Stroke Limiter.
11 Nozzle Valve Cone.
12 Nozzle Valve Body.
13 Control Bore.
14 Plunger Guide.
15 Transmitting Block.
16 Connecting Tower.
17 Filter.



รูป 2.16
Unit Injector.

<u>การทำงานของหัวฉีดรวม</u>

2.1 การสูบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

กระเดื่องกดหัวฉีด (Rocker) จะกดลงบนก้านส่ง (Push Rod) ส่งอาการผ่านปลอกส่งกำลัง (1) (Guide Block) แผ่นกั้น (2) (Distance Plate) และลูกสูบ (7) (Plunger) ทำให้ลูกสูบเลื่อนลงอัดน้ำมันเชื้อเพลิงใต้ลูกสูบ เมื่อช่องควบคุม (Control Bore) ปิดโดยแง่เฉียงล่างให้มีกำลังดันสูง ส่งผ่านลิ้นกำลังดัน (8) (Pressure Valve Cone) ลงไปอยู่ในช่องว่างบนลิ้นหัวฉีด (11) (Nozzle Valve Cone) ของลูกสูบซึ่งเป็นลิ้นกันกลับจนกระทั่งกำลังดันน้ำมันเชื้อเพลิงสูงกว่ากำลังดันสปริงลิ้นหัวฉีด ลิ้นหัวฉีดจะเปิดฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้จนกระทั่งช่องควบคุมเปิดโดยแง่เฉียงบนของลูกสูบ (เปิดน้ำมันใต้ลูกสูบออก) ทำให้กำลังดันน้ำมันเชื้อเพลิงตกลงต่ำกว่ากำลังดันสปริงลิ้นหัวฉีด ลิ้นหัวฉีดจะปิดโดยกำลังดันสปริง

เมื่อกระเดื่องกดหัวฉีดเลื่อนกลับ ไม่มีแรงกดลงบนหัวฉีด ลูกสูบจะเลื่อนขึ้นด้วยกำลังดันสปริงลูกสูง ลิ้นดูด (6) (Suction Valve) จะเปิดให้น้ำมันเชื่อเพลิงผ่านเข้ามาอยู่ในช่องว่างใต้ลูกสูบอีก

น้ำมันเชื้อเพลิงที่รั่วไหลระหว่างลูกสูบและปลอกนำลูกสูบจะไหลกลับทางท่อน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล

2.2 การควบคุมปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง (ดูภาพ Engine Regulation)

เครื่องควบคุมความเร็ว (Speed Governor) จะส่งอาการผ่านเพลา เฟืองหนอน (Injector Layshaft) ไปยังวงเฟืองหนอน (Worm Gear Wheel) ของหัวฉีดรวม

วงเฟืองหนอนจะส่งอาการต่อไปยังปลอกส่งกำลัง (15) (Transmitting Block) และลูกสูบ (7) ทำให้ลูกสูบเลื่อนหมุนตามอาการที่ส่งมาจากเครื่องควบคุมความเร็วเป็นผลให้เวลาการปิด – เปิดแง่เฉียงของลูกสูบที่ปิด – เปิดช่องควบคุม (Control Bore) เปลี่ยนแปลงไป นั่นคือปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดเข้าห้องเผาไหม้จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

(11) อุปกรณ์ตัดการทำงานของแถวสูบ (Cylinder Bank Cut – out or CBC.) (รูป 2.17)

เป็นอุปกรณ์ติดตั้งเพิ่มเติมของเครื่องจึงมีใช้เฉพาะบางเครื่องเท่านั้น

ทำหน้าที่ตัดการทำงาน (Cut out) ของหัวฉีดรวมออก 1 แถวสูบ เมื่อเดินเครื่องตัวเปล่า (Idling Speed) และจะต่อการทำงาน (Cut in) ของหัวฉีดรวมอีกครั้งเมื่อเครื่องรับภาระหรือเมื่อเข้าคลัทช์แล้ว เพื่อผลทางด้านประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่ดีและลดควันแก๊สเสียในช่วงเวลาเดินตัวเปล่า

ชุด CBC. ติดตั้งอยู่บนเพลาส่งกำลัง (Transmitting Shaft) ระหว่างเครื่องควบคุมความเร็วกับชุดเฟืองต่อมุม (Right Angle Drive) ของสูบแถว A

ทำงานด้วยกำลังดันน้ำมันหล่อจากทางส่งเข้าเครื่องควบคุมความเร็วและควบคุมกำลังดันน้ำมันหล่อด้วยกำลังดันลมควบคุมเครื่อง (Control Air) ผ่านลิ้น 5/2 ทาง หรือด้วยวิธีอื่นแล้วแต่การออกแบบ

มุมหมุนทำงาน (Rotating Angle) 5^0 15^1

11.1 <u>ส่วนประกอบที่สำคัญ</u>

11.1.1 เพลาควบคุม (Control Shaft) เป็นเพลาที่ส่งอาการหมุนจากเครื่องควบคุมความเร็วไปยังหัวฉีดรวมเพื่อควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

11.1.2 ลูกสูบ (Piston) เป็นลูกสูบรับกำลังดันน้ำมันหล่อจากเครื่องควบคุมความเร็วโดยน้ำมันหล่อจะเข้าทำงานในด้านใดด้านหนึ่งของลูกสูบตามการควบคุมของลิ้น 5/2 ทางด้านหนึ่งของลูกสูบจะมีเฟืองหนอนประกอบอยู่กับเพลาควบคุมเลื่อนไปมาได้ตามแนวเพลา

11.1.3 ตัวตาม (Follower) ด้านในเป็นเฟืองหนอนขบกันอยู่กับเฟืองหนอนลูกสูบและปลายด้านหนึ่งประกอบติดกับชุดเฟืองต่อมุม

11.1.4 ลิ้น 5/2 ทาง (5/2 Way Valve) เป็นลิ้นเปลี่ยนทางน้ำมันหล่อที่เข้าทำงานในชุด CBC. และควบคุมการทำงานของลิ้นนี้ด้วยกำลังดันลมหรือด้วยวิธีอื่นแล้วแต่การออกแบบ

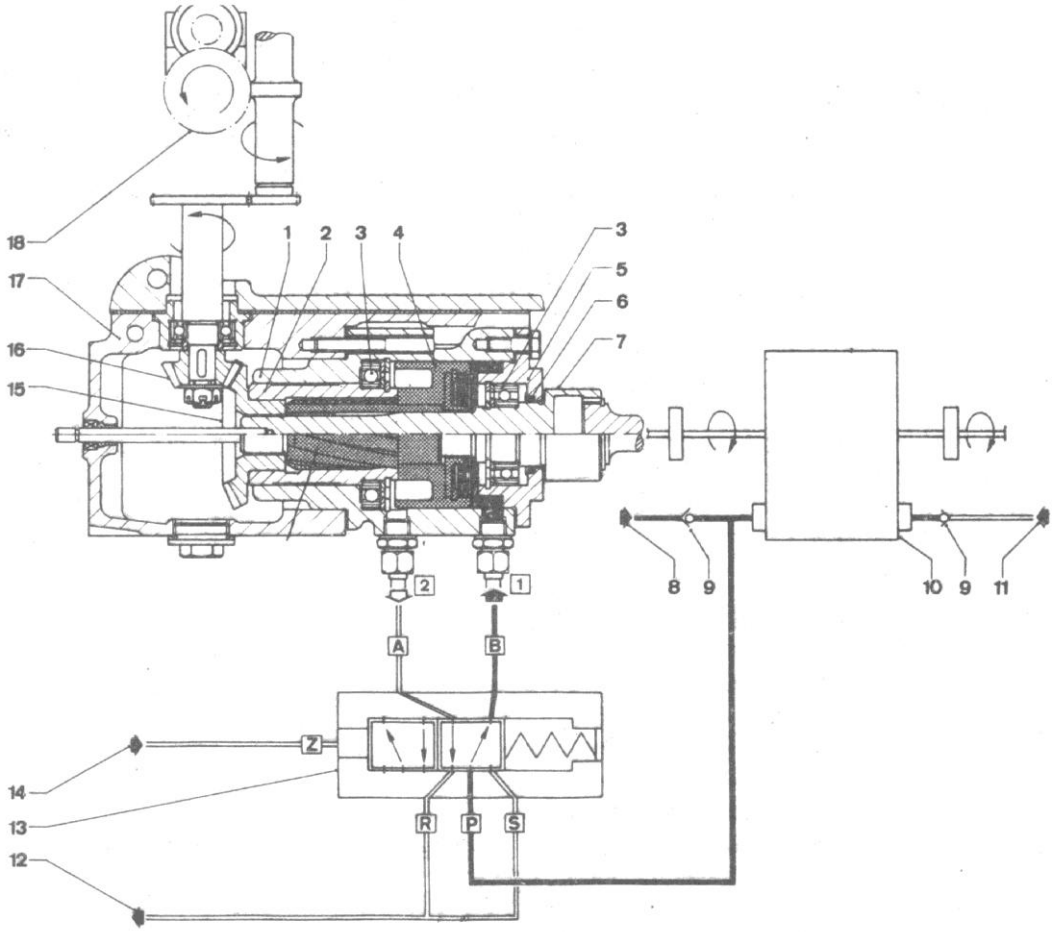
รูป 2.17 DIESEL ENGINE. (538)

Cylinder Bank Cut-out.

1	Housing.	10	Engine Governor.
2	Follower.	11	From Priming Oil Pump.
3	Deep Groove Ball Bearing.	12	Oil Return To Engine.
4	Piston.	13	5/2 -way Valve
5	Cover.	14	Control Air From Engine And Gearbox Control.
6	O-ring	15	Bevel Wheel.
7	Control Shaft.	16	Bevel Wheel.
8	From Lube Oil System.	17	Right Angle Drive.
9	Check Valve.	18	Fuel Injection Pump.

☐ Connecting symbol.

2.17 Cylinder Bank Cut-out.



11.2 <u>การทำงานของ CBC.</u>

11.2.1 เมื่อเริ่มเดินเครื่อง (Engine Start)

- ลิ้น 5/2 ทาง (13) ยังไม่มีกำลังดันลมควบคุมเครื่องเข้าทำงาน จะเปิดทางน้ำมันหล่อเข้าดันลูกสูบ CBC. ตามท่อทาง B และเปิดทางน้ำมันหล่อ A ระบายออก

- เพลาควบคุม (7) จะทำงานส่งอาการไปหัวฉีดรวมตามปกติ ขณะนี้หัวฉีดรวมของแถวสูบ A จะทำงานฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงตามปกติ (Cut in)

11.2.2 เมื่อเครื่องเดินตัวเปล่า (Idling Operation)

- เมื่อความเร็วเครื่องสูงถึงประมาณ 500 รอบ/นาที จะมีกำลังดันลมควบคุมเครื่องเข้าทำงานที่ลิ้น 5/2 ทาง (13) เปลี่ยนทางน้ำมันหล่อเข้าทำงานดันลูกสูบ CBC. เป็นเข้าตามท่อทาง A และเปิดท่อทาง B ระบายออก ทำให้ลูกสูบ (4) และเฟืองหนอนเลื่อนถอยกลับซึ่งจะเป็นผลให้ตัวตาม (2) และชุดเฟืองหนอนหมุนย้อนกลับทางหมุนของเพลาควบคุมส่งอาการให้ชุดเฟืองต่อมุมและเฟืองหนอน (15,16) หัวฉีดรวมหมุนย้อนกลับด้วย นั่นคือ หัวฉีดรวมจะหยุดฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในแถวสูบ A (Cut out)

11.2.3 เมื่อเครื่องรับภาระ (Load Operation)

- เมื่อเข้าคลัทช์จะไม่มีกำลังดันลมเข้าทำงานในลิ้น 5/2 ทาง (13)

- ลิ้น 5/2 ทาง (13) จะเลื่อนกลับตำแหน่งเดิมด้วยกำลังดันสปริงภายในเปิดท่องทางน้ำมันหล่อเข้าท่อทาง B และเปิดท่อทาง A ระบายออก ทำให้ลูกสูบ (4) และเฟืองหนอนเลื่อนกลับเป็นผลให้ตัวตาม (2) และชุดเฟืองหนอนหมุนกลับมาอยู่ตำแหน่งเดิมส่งอาการให้ชุดเฟืองต่อมุม (15,16) และหัวฉีดรวมกลับมาอยู่ตำแหน่งเดิมด้วย นั่นคือ หัวฉีดรวมของแถวสูบ A จะทำงานฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงตามปกติอีกครั้ง (Cut in)

11.2.4 เมื่อใช้พวงมือควบคุมเครื่อง (Handwheel Control)

- จะไม่มีกำลังดันลมควบคุมเครื่องเข้าทำงานในลิ้น 5/2 ทาง (13)

- อาการทำงานของ CBC. จะเป็นเช่นเดียวกับข้อ 11.2.1 (Cut in)

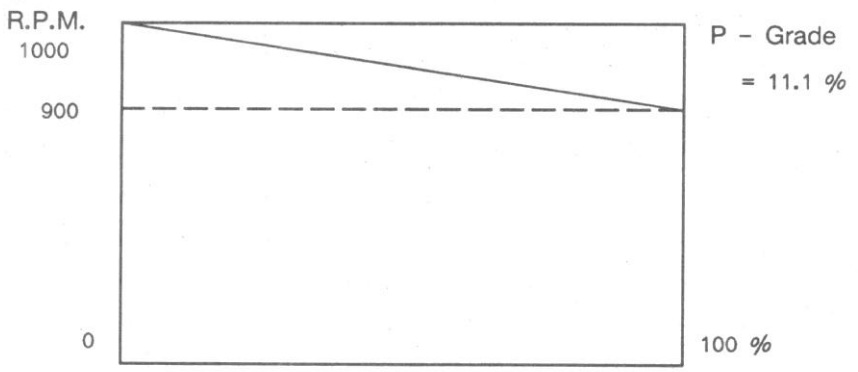
(12) เครื่องควบคุมเครื่องยนต์ (Engine Governor)

เครื่องควบคุมเครื่องยนต์ดีเซล MTU.. V538 เป็นส่วนที่ควบคุมความเร็วเครื่องเรียกว่าเครื่องควบคุมความเร็ว (Speed Governor) ทำหน้าที่รักษาความเร็วเครื่องยนต์ให้คงที่อยู่ในย่านความเร็วตก (P-Grade) โดยการควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีหัวฉีดรวม (Unit Injector)

12.1 <u>ย่านความเร็วตกของเครื่องควบคุมความเร็ว</u> (P- Grade or Speed Droop) (รูป 2.18)

คือ อัตราการตกลงของความเร็วเครื่องเมื่อรับภาระหรืออัตราการตกลงของเความเร็วเครื่องเมื่อไม่มีภาระ (No Load) ถึงรับภาระเต็มที่ (Full Load)

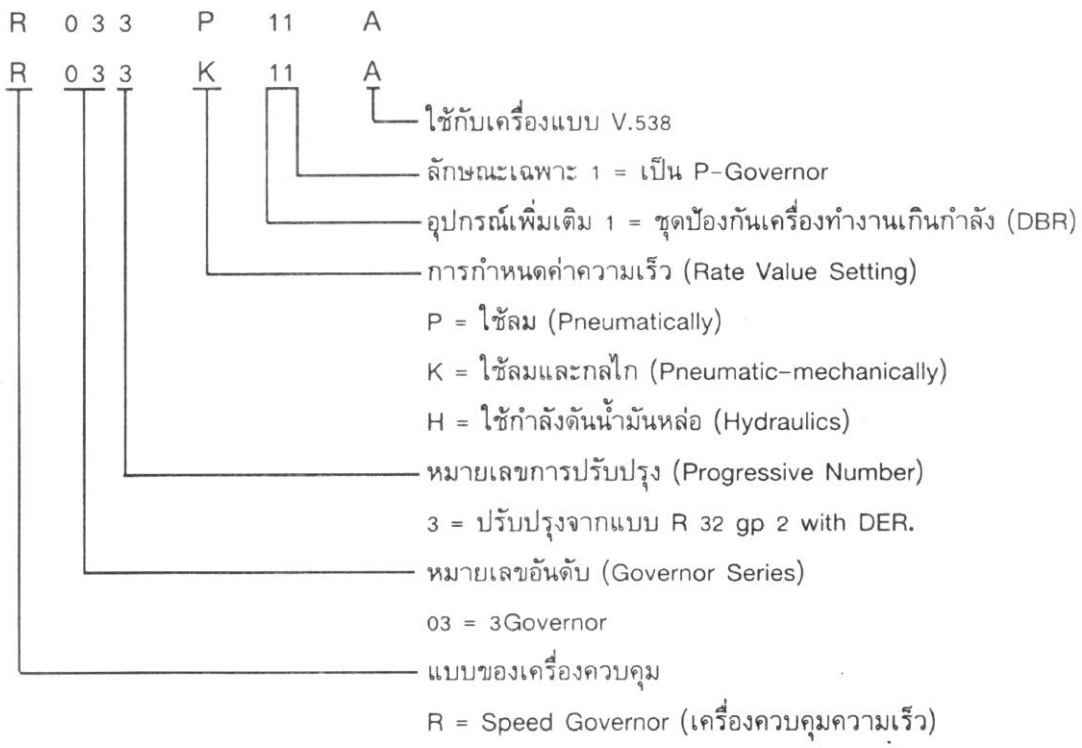
รูป 2.18 P-Grade or Speed Droop



$$\text{P-GRADE} = \frac{\text{High Idle Speed} - \text{Full Load Speed} \times 100\%}{\text{Full Load Speed}} = \frac{1000 - 900 \times 100\%}{900}$$

- High Idle Speed = ความเร็วเมื่อไม่มีภาระ
- Full Load Speed = ความเร็วเมื่อมีภาระเต็มที่

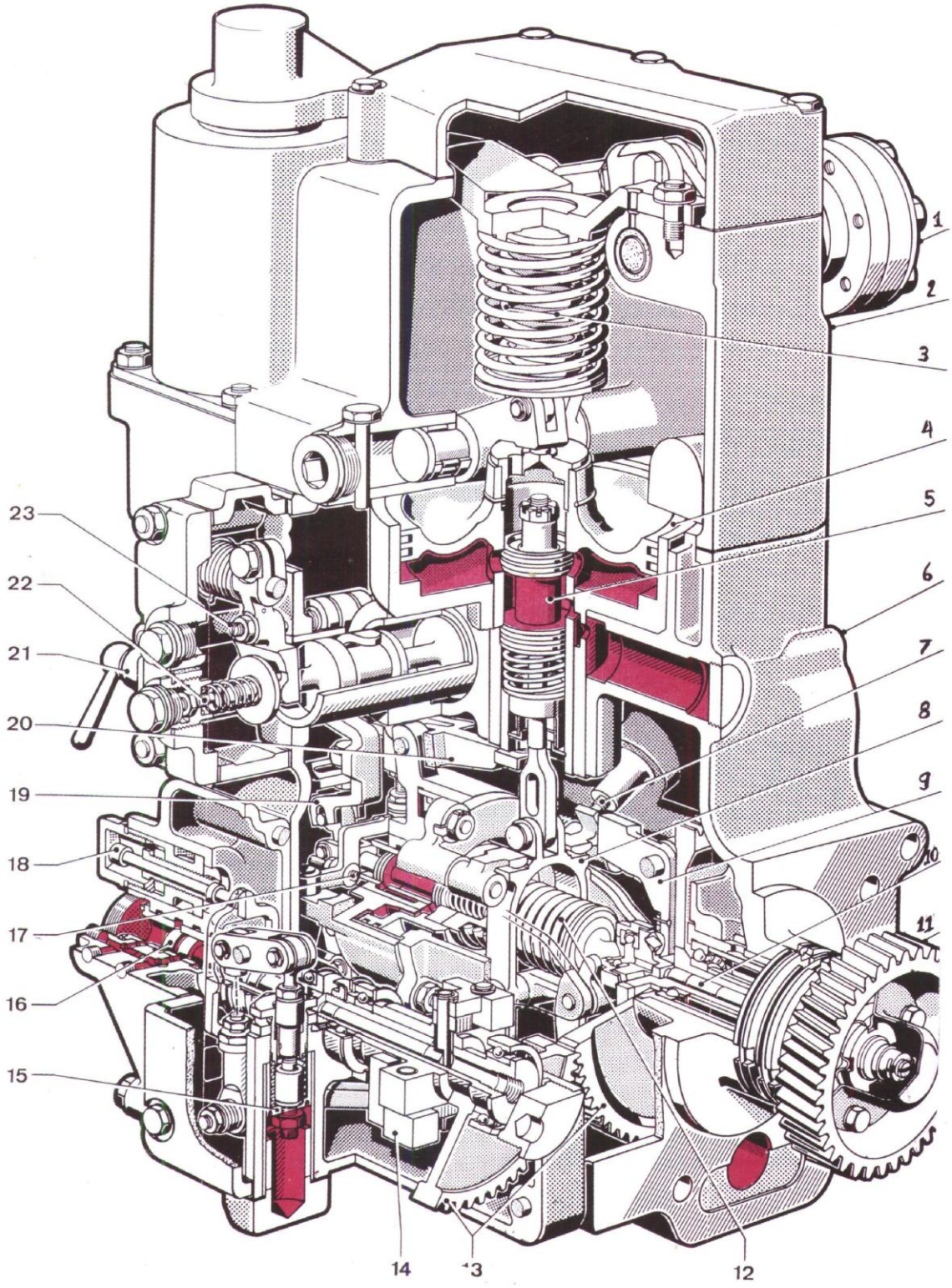
12.2 <u>รายละเอียดเฉพาะแบบของเครื่องควบคุมความเร็ว</u>



รูป 2.19 ENGINE GOVERNOR.
R 033.11 A (R 32 gp-2 with DBR)

1	Connecting Piece.	13	Drive Gear Wheel For DBR.
2	Distributor Head.	14	Flyweight For DBR.
3	Shut-down Spring	15	Fuel Injection Limiting Piston.
4	Power Piston.	16	Controlled Oil Pressure Slide.
5	Pilot Valve.	17	Safety Stop Fpr Max. Speed.
6	Housing	18	Test Botton For DBR.
7	Full Load Fuel Injection Stop.	19	Transmitting Lever.
8	Fork Connection.	20	Transmitting Lever.
9	Flyweigth.	21	Emergency Acuating Lever.
10	Governor sleeve.	22	Full Load Speed Stop.
11	Drive Gear Wheel.	23	Idling Speed Stop.
12	Speeder Spring.		

รูป 2.19 Engine Governor .

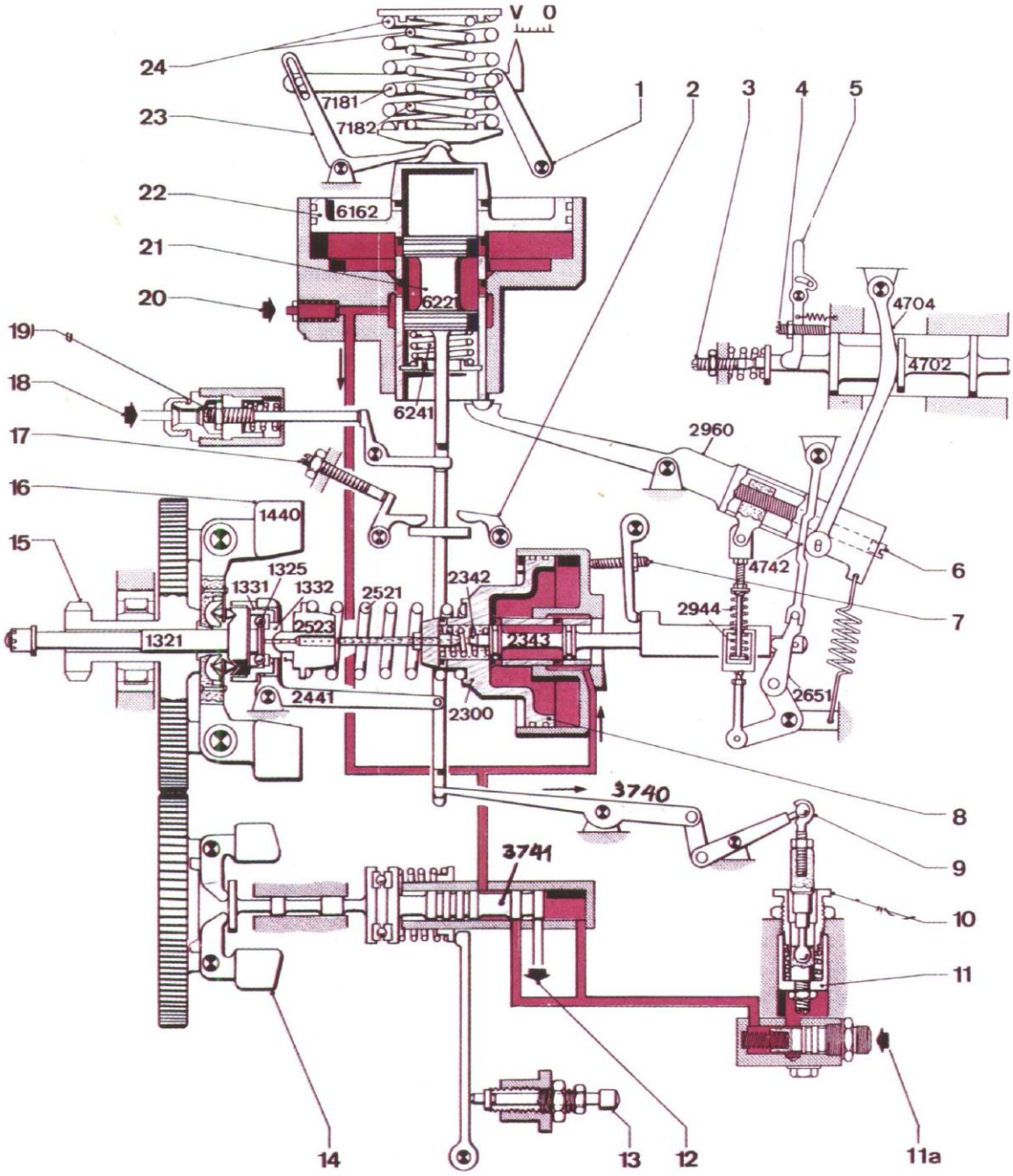


รูป 2.20 DIAGRAM OF ENGINE GOVERNOR R 033.11

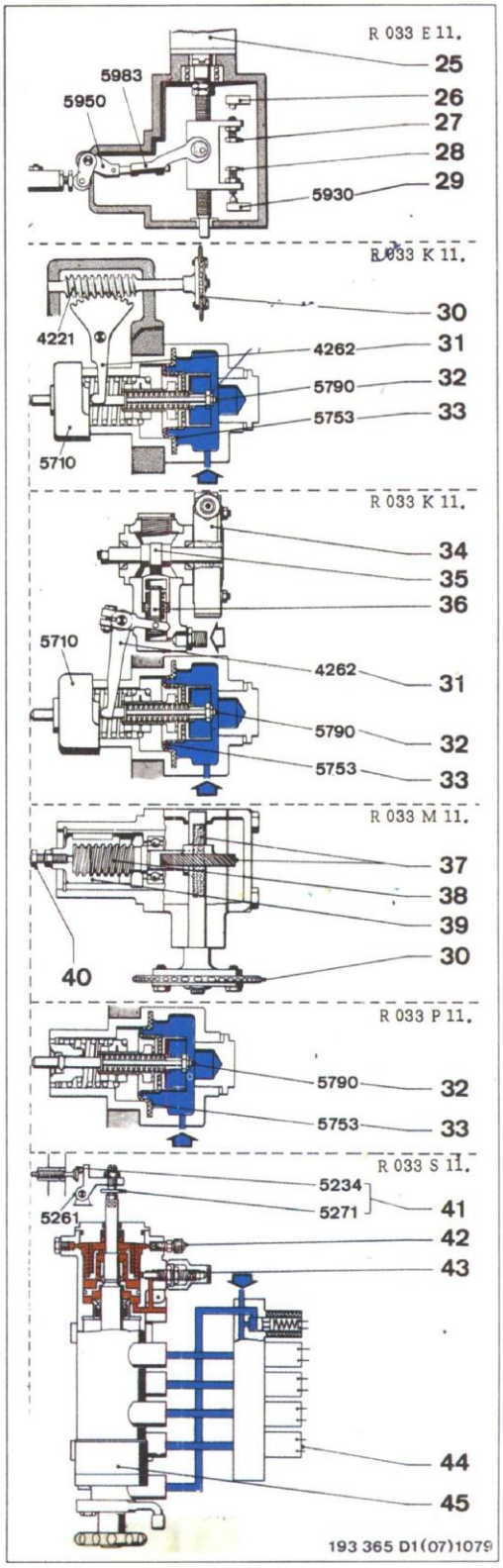
Governor In Full Load Position.

1 Regulating Linkage To The Unit Injectors.
2 Shut-down Lever.
3 Adjusting Screw For Full Load Speed Stop.
4 Adjusting Screw For Idling Speed Stop.
5 Manual Lever For Rated Value Setting (Emergency Actuation).
6 P-Grade Adjustment.
7 Adjusting Screw For Max.Speed Safety Stop.
8 Speeder Spring Piston.
9 Adjusting Screw For Start Fuel Limitation (DBR.)
10 Adjusting Screw For Full Load (DBR.)
11 Limiting Piston (DBR.)
11a Engine Oil Inlet From Priming Oil Pump To Control Unit.
12 Leak-off Oil.
13 Test Button (DBR).
14 Flyweights (DBR).
15 Splined Hub Or Gear For Governor Drive.
16 Governor Flyweights.
17 Adjusting Screw For Full Load Fuel Stop.
18 Engine Oil Inlet From Priming Oil Pump To Start Fuel Limitation.
19 Adjusting Screw For Start Fuel Limitation.
20 Engine Oil Inlet From Engine Oil Pump.
21 Power Piston Pilot Valve
22 Power Piston (Fuel Injection Regulation).
23 Compensating Lever For Control Rack Travel Adjustment.
24 Shut-down Spring.
25 Speed Setting motor (Electric Rated Value Setting).
26 Limit Switch For Idling Speed.
27 Adjusting Screw For Idling Speed.
28 Adjusting Screw For Full Load Speed.
29 Limit Switch For Full Load Speed.
30 Sprocket Wheel.
31 Control Lever.
32 Adjusting Screw For Idling Speed At The Diaphragm.
33 Diaphragm.
34 Teleflex Box.
35 Eccentric.
36 Push Rod.
37 Worm Wheel.
38 Worm Shaft.
39 Thrust Piece.
40 Adjusting Screw.
41 Adjusting Screw For Multi-Position Selector (Rated Value Setting).
42 Vent Screw For Damping Chamber In Multi-Position Selector.
43 Choke Screw For Delaying Time.
44 Solinoid Valves For Control Of Air Application To The Multi-Position Selector.
45 Multi-Position Selector.
For-4 Digit Number See Spare Parts List.

รูป 2.20 ENGINE GOVERNOR



รูป 2.20
Engine Governor
(Speed Setting Unit)



12.3 <u>หลักการทำงานของเครื่องควบคุมความเร็ว</u>

ติดตั้งอยู่ทางด้าน KS ของเครื่องยนต์

เป็นแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Type) ทำงานรวมกับกำลังดันน้ำมันหล่อและกำหนดค่าความเร็ว (Rate Valve Setting) ด้วยกำลังดันลม (Pneumatical) หรือด้วยกลไก (Mechanic) หรือด้วยวิธีอื่นแล้วแต่การออกแบบ

เครื่องควบคุมความเร็วจะทำงานส่งอาการผ่านกลไกควบคุมเครื่อง (Engine Regulation) ไปยังหัวฉีดรวม (Unit Injector) เพื่อควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดรวมให้เป็นไปตามต้องการ

ภายในเครื่องควบคุมความเร็วจะมีชุดตุ้มเหวี่ยง 2 ชุด ตุ้มเหวี่ยงชุดแรกได้รับกำลังขับหมุนจากเพลาข้อเหวี่ยงผ่านหมู่เฟืองขับด้วยความเร็ว 1.5 เท่าของเพลาข้อเหวี่ยง ทำหน้าที่ควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงปกติ ตุ้มเหวี่ยงชุดที่สองได้รับกำลังขับหมุนจากตุ้มเหวี่ยงชุดแรกและหมุนด้วยความเร็วสูงกว่าตุ้มเหวี่ยงชุดแรก ทำหน้าที่จำกัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับความเร็ว (Speed Sensitive Fuel Injection Limiter or DBR.) เพื่อป้องกันเครื่องยนต์ทำงานเกินกำลัง (Over Load)

น้ำมันหล่อเข้าทำงานและหล่อลื่นเครื่องควบคุมความเร็วได้รับจากระบบน้ำมันหล่อส่วนขับหมุนเครื่อง (Crankdrive Oil System)

12.4 <u>ส่วนประกอบที่สำคัญและการทำงานของเครื่องควบคุมความเร็ว</u> (รูป 2.19 และ 2.20)

12.4.1 ควบคุมความเร็ว (Speed Control)

โดยชุดตุ้มเหวี่ยงและสปริงปรับความเร็ว (Flyweight and Speeder Spring)

12.4.2 ปรับแต่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง (Regulation)

โดยลิ้นนำลูกสูบกำลังและลูกสูบกำลัง (Power Piston Pilot Valve and Power Piston)

12.4.3 จำกัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดป้องกันเครื่องทำงานเกินกำลัง (Over Load)

โดยลูกสูบจำกัดของ DBR. (Limiting Piston)

12.4.4 จำกัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดขณะเริ่มเดินเครื่อง (Starting)

โดยส่วนจำกัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเริ่มเดิน (Start Fuel Injection Limitation)

12.4.5 กำหนดค่าความเร็ว (Rate Value Setting)

โดยกลไก (Mechanically) ส่งอาการผ่านเพลาเฟืองหนอน (Worm Shaft) เพลาควบคุม (Control Shaft) และคันส่งกำลัง (Transmitting Lever) หรือโดยกลไกชุดสายส่งกำลัง (Teleflex Box) ส่งอาการผ่านเพลาควบคุมและคันส่งกำลัง หรือโดยลมควบคุม (Pneumatically) ส่งอาการผ่านไดอะแฟรม และคันส่งกำลังหรือโดยวิธีอื่นแล้วแต่การออกแบบ

12.5 <u>การทำงานของเครื่องควบคุมความเร็ว</u> (รูป 2.20)

12.5.1 การกำหนดค่าความเร็ว (Rate Value Setting)

อุปกรณ์กำหนดค่าความเร็วของเครื่องควบคุมความเร็วที่ติดตั้งอยู่กับเครื่องควบคุมความเร็วปัจจุบันที่ใช้อยู่ในราชนาวีไทยมี 4 แบบ คือ

- ใช้กลไก (Mechanic) ผ่านชุดสายส่งกำลัง (Teleflex Box) โดยมีสายส่งกำลังต่อโดยตรงจากเครื่องควบคุมความเร็วมาที่พวงมือ (Hand Wheel) ติดตั้งอยู่ที่ตัวเครื่องยนต์ด้านตรงข้ามกับเครื่องควบคุมความเร็วสำหรับหมุนส่งอาการให้เครื่องควบคุมความเร็วเร่งหรือเบาเครื่อง

- ใช้กำลังดันลมควบคุม (Pneumatic) โดยใช้กำลังดันลมเข้าทำงานในชุดไดอะแฟรม (Diaphragm) ส่งอาการให้เครื่องควบคุมความเร็ว เร่งหรือเบาเครื่องตามกำลังดันลมที่เข้าทำงาน

- ใช้คันเร่งฉุกเฉิน (Emergency Actuating Lever) ที่ตัวเครื่องควบคุมความเร็ว

- ใช้กำลังดันน้ำมันหล่อ (Hydraulics) โดยใช้ลิ้นไฟฟ้า (Solenoid Valve) ปิด – เปิดควบคุมกำลังดันน้ำมันหล่อเข้าทำงานในชุดไดอะแฟรมส่งอาการให้เครื่องควบคุมความเร็วเร่งหรือเบาเครื่องตามกำลังดันน้ำมันหล่อที่เข้าทำงาน

12.5.2 เมื่อเครื่องไม่ได้ใช้งาน (Inoperative)

เมื่อยังไม่ได้เดินเครื่องและไม่มีกำลังดันน้ำมันหล่อเข้าทำงานที่ (18) , (20)

ชุดตุ้มเหวี่ยง (16) ไม่มีแรงเหวี่ยง จะหุบเข้าในสุดด้วยแรงสปริงปรับความเร็ว (2521)

ลิ้นนำลูกสูบกำลัง (21) เลื่อนขึ้น (Upwards) ด้วยแรงสปริง (6241) ไปอยู่ตำแหน่งภาระเต็มที่ (Full Load) และถูกจำกัดระยะเลื่อนด้วยคานตอบรับ (3740) ของลูกสูบจำกัดของชุด DBR. (11)

ลูกสูบกำลัง (22) และลูกสูบสปริงปรับความเร็ว (8) อยู่ในตำแหน่งต่ำสุด (Home Position) ด้วยแรงสปริงตัดความเร็ว (24) และสปริงปรับความเร็ว (2521) ตามลำดับ

มุมคันแร็กจะชี้ที่ 10^0

12.5.3 เมื่อเริ่มเดินเครื่อง (Start Fuel)

เมื่อกดปุ่มเริ่มเดินเครื่องสูบน้ำมันหล่อเริ่มเดินจะทำงานสูบส่งน้ำมันหล่อเข้าทำงานในระบบน้ำมันหล่อส่วนขับหมุนเครื่อง (Crankdrive Oil System) และเครื่องควบคุมความเร็วที่ (18) และ (20) ดังนี้

เมื่อกำลังดันต่ำกว่า 3 บาร์ จะส่งน้ำมันหล่อเข้าทำงานในส่วนจำกัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเริ่มเดิน (18) ของเครื่องควบคุมความเร็วทางเดียว ส่งอาการไปดึงให้ลิ้นนำลูกสูบกำลัง (21) มาอยู่ในตำแหน่งเริ่มเดินเป็นการป้องกันการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงมากเกินขณะเริ่มเดินเครื่อง หรือเป็นการจำกัดระยะเลื่อนของลิ้นนำลูกสูบกำลัง (21)

เมื่อกำลังดันน้ำมันหล่อสูงถึง 3.0 บาร์ จะส่งน้ำมันหล่อเข้าทำงานในระบบส่วนขับหมุนเครื่องและเครื่องควบคุมความเร็ว (20) ด้วย

ช่องน้ำมันหล่อใต้ลูกสูบกำลัง (22) จะเปิดให้น้ำมันหล่อเข้าไปดันลูกสูบให้เลื่อนขึ้น (Upwards) ส่งอาการไปควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่หัวฉีดรวม จนกระทั่งช่องทางน้ำมันหล่อถูกปิดโดยลิ้นนำลูกสูบกำลัง (21) ลูกสูบกำลังก็จะหยุดเลื่อนขึ้น

ลิ้นเลื่อน (2343) เปิดช่องน้ำมันหล่อเข้าดันหลังลูกสูบสปริงปรับความเร็ว (8) ให้เลื่อนไปอัดสปริงปรับความเร็ว (2521) เป็นการปรับความแข็งของสปริงปรับความเร็ว (2521) ให้อยู่ในตำแหน่งเดินเบา จนกระทั่งช่องทางน้ำมันหล่อถูกปิดอีกครั้งโดยลิ้นเลื่อน (2343) ลูกสูบสปริงปรับความเร็ว (8) จะหยุดเลื่อน

มุมคันแร็กจะชี้ประมาณ 33^0

ความเร็วเครื่องในช่วงการเริ่มเดินจึงสูง

12.5.4 เมื่อเครื่องเดินเบาตัวเปล่า (Idling Speed)

เมื่อเครื่องยนต์เริ่มทำงาน สูบน้ำมันหล่อเริ่มเดินจะหยุดทำงานส่งน้ำมันหล่อสูบน้ำมันหล่อระบบน้ำมันหล่อส่วนขับหมุนเครื่องจะทำงานสูบส่งน้ำมันหล่อเข้าทำงานในเครื่องควบคุมความเร็วที่ (20) เท่านั้น

ส่วนจำกัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเริ่มเดิน (18) จะไม่มีกำลังดันน้ำมันหล่อส่งเข้าทำงาน น้ำมันหล่อในส่วนจำกัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเริ่มเดินจะถูกระบายออกทางรูระบายทำให้ลิ้นนำลูกสูบกำลัง (21) เลิกการถูกจำกัดระยะเลื่อนโดยส่วนจำกัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเริ่มเดิน

ชุดตุ้มเหวี่ยง (16) ได้รับแรงขับหมุนจะเกิดแรงเหวี่ยงทำให้ชุดตุ้มเหวี่ยง (16)กางออก เกิดแรงดันอัดสปริงปรับความเร็ว (2521) ให้หดตัวเข้าและส่งอาการดึงให้ลิ้นนำลูกสูบกำลัง (21) เลื่อนลง (Downwards) เปิดช่องระบายน้ำมันหล่อออกจากใต้ลูกกำลัง (22)

ลูกสูบกำลัง (22) จะเลื่อนลง (Downwards) ด้วยกำลังดันสปริงตัดความเร็ว (24) ส่งอาการไปลดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่หัวฉีดรวม ความเร็วเครื่องจะลดลงจนกระทั่งแรงเหวี่ยงของชุดตุ้มเหวี่ยง (16) สมดุลกับแรงสปริงปรับความเร็วเร็ว (2521) ส่งอาการให้ลิ้นนำลูกสูบกำลัง (21) หยุดเลื่อนลง ช่องระบายน้ำมันหล่อจะถูกปิดอีกครั้งโดยลิ้นนำลูกสูบกำลัง (21) ทำให้ลูกสูบกำลัง (22) หยุดเลื่อนลง การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงก็จะคงที่อยู่ที่จุดนี้ นั่นคือตำแหน่งเครื่องเดินเบา

มุมคันแร็กจะชี้ประมาณ 20^0

ความแข็งของสปริงปรับความเร็ว (2521) จะเป็นตัวกำหนดความเร็วเดินเบา (ตามที่กล่าวแล้วในตอนท้าย 12.5.3)

12.5.5 เมื่อเครื่องเบารับภาระ (Loading at Idling Speed)

เมื่อเครื่องเดินเบารับภาระโดยยังไม่มีการเพิ่มค่าความเร็วด้วยกำลังดันลมควบคุมหรือกลไก

ความเร็วเครื่องจะตกลง (Drop) ทำให้แรงเหวี่ยงของชุดตุ้มเหวี่ยง (16) น้อยลงด้วยสปริงปรับความเร็ว (2521) จะขยายดันให้ชุดตุ้มเหวี่ยง (16) หุบเข้า (Inwards)

ลิ้นนำลูกสูบกำลัง (21) จะเลื่อนขึ้น (Upwards) ด้วยกำลังสปริง (6241) เปิดช่องน้ำมันหล่อเข้าดันลูกสูบกำลัง (22) ให้เลื่อนขึ้นส่งอาการไปเพิ่มการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่หัวฉีดรวมให้มากขึ้นทำให้ความเร็วเครื่องสูงขึ้นอีก จะกระทั่งแรงเหวี่ยงของชุดตุ้มเหวี่ยง (16) สมดุลกับแรงสปริงปรับความเร็ว (2521) อีกครั้ง ลิ้นนำลูกสูบกำลัง (21) จะหยุดเลื่อนขึ้น ช่องทางน้ำมันหล่อจะถูกปิดอีกครั้งโดยลิ้นนำลูกสูบกำลัง (21) ทำให้ลูกสูบกำลัง (22) หยุดเลื่อนขึ้น การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะคงที่ ณ จุดนี้ คือตำแหน่งเดินเบาเพราะความแข็งสปริงปรับความเร็ว (2521) ยังคงเท่าเดิมแรงเหวี่ยงของชุดตุ้มเหวี่ยง (16) ที่ทำให้เกิดความสมดุลย่อมเกิดจากความเร็วเท่าเดิม

12.5.6 เมื่อเพิ่มค่าความเร็ว (Speed or Power Increase)

โดยใช้กำลังดันลมควบคุม (Pneumatically) หรือกลไก (Mechanically) เป็นต้น กำหนดค่าความเร็วส่งอาการผ่านกลไกภายในเครื่องควบคุมความเร็วให้ลิ้นเลื่อน (2343) เลื่อนเปิดช่องน้ำมันหล่อเข้าดันหลังลูกสูบสปริงปรับความเร็ว (8)

ขณะที่เครื่องเดินอยู่ในความเร็วคงที่เมื่อมีการเพิ่มค่าความเร็วดังกล่าวจะมีอาการดังนี้

ลิ้นเลื่อน (2343) เลื่อนเปิดช่องน้ำมันหล่อเข้าดันลูกสูบสปริงปรับความเร็ว (8) ให้เลื่อนไปอัดสปริงปรับความเร็ว (2521) (เพิ่มความแข็งสปริง) จนกระทั่งช่องน้ำมันหล่อถูกปิดอีกครั้งโดยลิ้นเลื่อน (2343) ลูกสูบสปริงปรับความเร็ว (8) จะหยุดเลื่อน

สปริงปรับความเร็ว (2521) ซึ่งมีความแข็งมากกว่าเดิมจะดันให้ชุดตุ้มเหวี่ยง (16) หุบเข้า (Inwards)

ลิ้นนำลูกสูบกำลัง (21) จะเลื่อนขึ้น (Upwards) ด้วยแรงสปริง (6241) เปิดช่องน้ำมันหล่อเข้าดันลูกสูบกำลัง (22) ให้เลื่อนขึ้น (Upwards) ส่งอาการไปเพิ่มการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่หัวฉีดรวมความเร็วเครื่องก็จะเพิ่มขึ้น แรงเหวี่ยงของชุดตุ้มเหวี่ยง (16) ก็จะเพิ่มขึ้นและกางออกส่งอาการดันสปริงปรับความเร็ว (2521) จนกระทั่งแรงเหวี่ยงของชุดลูกตุ้มเหวี่ยง (16) สมดุลกับแรงสปริงปรับความเร็ว (2521) ชุดตุ้มเหวี่ยง (16) จะส่งอาการให้ลิ้นนำลูกสูบกำลัง (21) หยุดเลื่อนขึ้น ช่องน้ำมันหล่อจะถูกปิดอีกครั้งโดยลิ้นนำลูกสูบกำลัง (21) ลูกสูบกำลัง (22) ก็จะหยุดเลื่อนขึ้นการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะคงที่ ณ จุดนี้และความเร็วเครื่องก็จะคงที่ด้วย

เนื่องจากความแข็งของสปริงปรับความเร็ว (2521) เพิ่มขึ้น แรงเหวี่ยงของชุดตุ้มเหวี่ยง (16) ที่ทำให้เกิดความสมดุลจึงต้องเพิ่มขึ้น ความเร็วเครื่องจึงสูงขึ้น

การเลื่อนขึ้น (Upwards) ของลูกสูบกำลัง (22) จะส่งอาการผ่านคานส่งกำลัง (2960) คานชดเชย (2944) และคานส่งกำลัง (2651) ให้ลิ้นเลื่อน (2343) ปิดช่องน้ำมันหล่อเข้าลูกสูบสปริงปรับความเร็ว (8) ช้าลง เป็นการเพิ่มความแข็งของสปริงปรับความเร็ว (2521) ทำให้แรงเหวี่ยงของชุดตุ้มเหวี่ยง (16) สมดุลกับแรงสปริงปรับความเร็ว (2521) เร็วขึ้นหรือความเร็วเครื่องจะคงที่เร็วขึ้นนั้นคือ การทำงานรักษาความเร็วของเครื่องควบคุมความเร็วให้อยู่ในย่านความเร็วตกของเครื่อง (P – Grade) เครื่องยนต์จะไม่มีอาการวืดวาด (Hunting) เนื่องจากการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเกิน

อาการเครื่องวืดวาดเล็กน้อยจะชดเชยด้วยสปริง (2944)

เมื่อเพิ่มค่าความเร็วเต็มที่ (Full Load) มุมคันแร็กจะชี้ประมาณ 45^0

12.5.7 เมื่อลดภาระหรือความเร็วเกินกำหนด (Overswing Speed)

เมื่อเครื่องลดภาระหรือปลดภาระออก (Unload) ขณะที่มีการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเท่าเดิม ความเร็วเครื่องจะสูงขึ้น แรงเหวี่ยงของชุดตุ้มเหวี่ยง (16) จะสูงขึ้นมากกว่าแรงสปริงปรับความเร็ว (2521) จะส่งอาการดึงให้ลิ้นนำลูกสูบ (21) เลื่อนลง (Downwards) เปิดช่องระบายน้ำมันหล่อออกจากใต้ลูกสูบกำลัง (22)

ลูกสูบกำลัง (22) จะเลื่อนลงด้วยกำลังสปริงตัดความเร็ว (24) ส่งอาการไปลดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่หัวฉีดรวม ความเร็วเครื่องจะลดลง แรงเหวี่ยงของชุดตุ้มเหวี่ยง (16) ก็จะน้อยลงและหุบเข้าจนกระทั่งแรงเหวี่ยงสมดุลกับแรงสปริงปรับความเร็ว (2521) ลิ้นนำลูกสูบกำลัง (21) ก็จะหยุดเลื่อนลงช่องระบายน้ำมันหล่อออกจากลูกสูบกำลัง (22) จะถูกปิดอีกครั้งโดยลิ้นนำลูกสูบ (21) ทำให้ลูกสูบกำลัง (22) หยุดการเลื่อนลง การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะคงที่ ณ จุดนี้และความเร็วเครื่องจะคงที่ด้วย

การเลื่อนลง (Downwards) ของลูกสูบกำลัง (22) จะส่งอาการผ่านคานส่งกำลัง (2960) คานชดเชย (2944) และคานส่งกำลัง (2651) ให้ลิ้นเลื่อน (2343) เปิดช่องทางระบายน้ำมันหล่อออกจากลูกสูบสปริงปรับความเร็ว (8) เร็วขึ้น เป็นการลดความแข็งสปริงปรับความเร็ว (2521) ทำให้แรงเหวี่ยงของชุดลูกตุ้มเหวี่ยง (16) สมดุลกับแรงสปริงปรับความเร็ว (2521) เร็วขึ้น

12.5.8 เมื่อเลิกเครื่อง (Shut Down)

- โดยโซลินอยด์เลิกเครื่อง (Solenoid)

เมื่อกดปุ่มเลิกเครื่อง (Stop) จะเป็นการต่อทางไฟให้โซลินอยด์ทำงานส่งอาการดึงลิ้นนำลูกสูบกำลัง (21) ให้เลื่อนลงต่ำสุด (Downwards) เปิดช่องระบายน้ำมันหล่อออกจากใต้ลูกสูบกำลัง (22) ทำให้ลูกสูบกำลัง (22) เลื่อนลง (Downwards) ด้วยแรงสปริงตัดความเร็ว (24) มาอยู่ในตำแหน่งต่ำสุด ส่งอาการให้หัวฉีดรวมหยุดฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

- โดยกำลังดันน้ำมันหล่อต่ำกว่าเกณฑ์ (Low Oil Pressure)

เมื่อกำลังดันน้ำมันหล่อที่เข้าทำงานในเครื่องควบคุมความเร็วต่อกว่าเกณฑ์กำหนด ลูกสูบกำลัง (22) จะเลื่อนลง (Downwards) ด้วยแรงสปริงตัดความเร็ว (24) ส่งอาการให้หัวฉีดรวมหยุดฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

- โดยคันเลิกเครื่อง (Shut – Down Lever)

ที่ติดตั้งอยู่ที่ตัวเครื่องควบคุมความเร็วเครื่องหมุนคันเลิกเครื่อง (2) จะเป็นการส่งอาการดึงให้ลิ้นนำลูกสูบกำลัง (21) เลื่อนลง (Downwards) เปิดช่องระบายน้ำมันหล่อออกจากใต้ลูกสูบกำลัง (22) ทำให้ลูกสูบกำลัง (22) เลื่อนลง (Downwards) ด้วยแรงสปริงตัดความเร็ว (24) มาอยู่ตำแหน่งต่ำสุดส่งอาการให้หัวฉีดรวมหยุดฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

12.5.9 ส่วนจำกัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงตามความเร็ว (Speed Sensitive Fuel Injection Limiter or DBR.) (รูป 2.21 และ 2.22)

ส่วนนี้จะทำหน้าที่ป้องกันเครื่องยนต์ทำงานเกินกำลัง (Overloaded) ทุกย่านความเร็ว ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ คือ

- ชุดตุ้มเหวี่ยง (14) (Flyweight)
- ลิ้นเลื่อนกำลังดันน้ำมันหล่อควบคุม (3741) (Control Oil Pressure Slide)
- ลูกสูบจำกัด (11) (Limiting Piston)
- คานจำกัด (3740) (Limiting or Restoring Lever)

การทำงานของส่วนจำกัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงตามความเร็ว (DBR.)

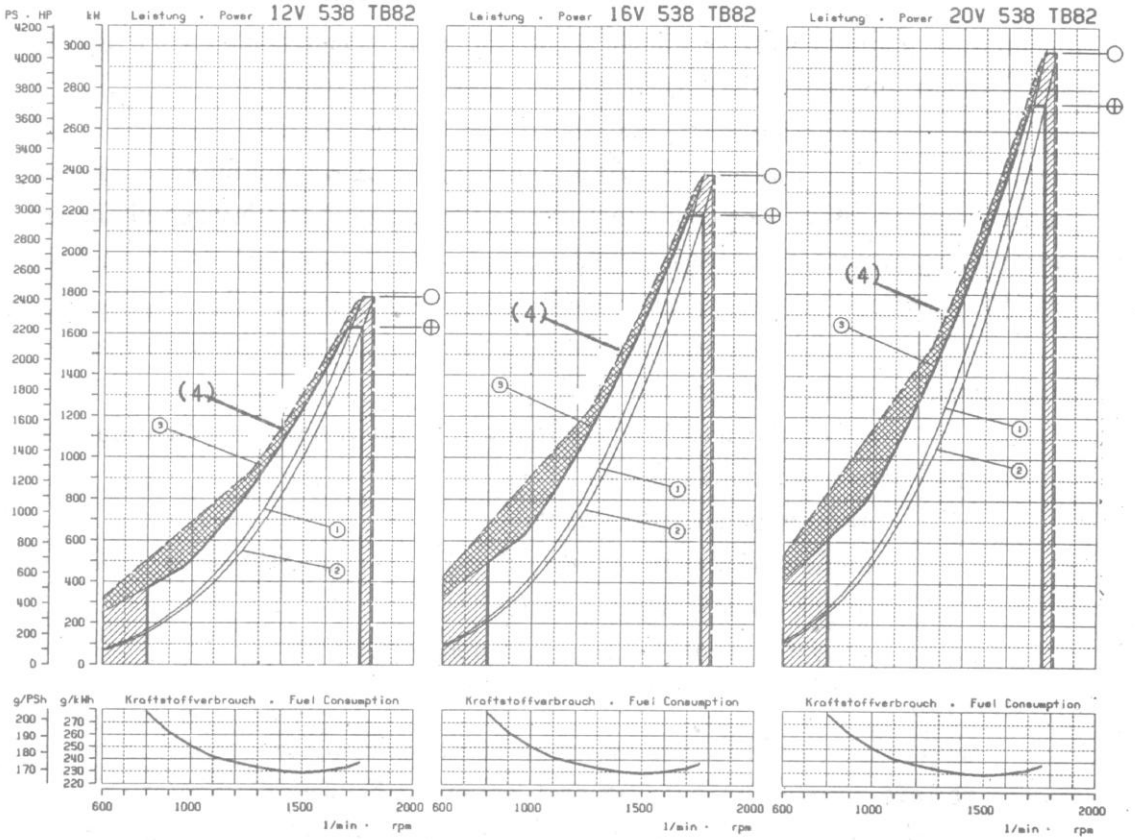
ชุดตุ้มเหวี่ยง (14) ได้รับแรงขับหมุนจากเครื่องควบคุมความเร็วด้วยความเร็วสูงกว่าชุดตุ้มเหวี่ยงของเครื่องควบคุมความเร็วและส่งอาการไปควบคุมการเลื่อนตัวของลิ้นเลื่อน (3741) เพื่อปิด – เปิด ช่องทางน้ำมันหล่อควบคุมที่เข้าทำงานในลูกสูบจำกัด (11) (กำลังดันน้ำมันหล่อนี้จะสัมพันธ์กับความเร็วของเครื่อง) และลูกสูบจำกัด (11) จะส่งอาการเลื่อนตัวผ่านคานจำกัด (3740) ไปจำกัดระยะเลื่อนขึ้นสูงสุดของลิ้นนำลูกสูบกำลัง (21)

เมื่อเครื่องยนต์ทำงานในภาวะปกติส่วน DBR. จะยังไม่ทำงาน

เมื่อเครื่องยนต์ทำงานในภาวะเกินกำลัง (Overloaded) นั่นคือ ความเร็วเครื่องจะตกลง (Drop) ทั้งที่มีการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเต็มที่แล้ว จะทำให้ชุดตุ้มเหวี่ยง (14) หุบเข้า (Inwards) ส่งอาการให้ลิ้นเลื่อน (3741) ปิด (Closed) ช่องทางน้ำมันหล่อเข้าและเปิด (Open) ช่องทางน้ำมันหล่อระบายออกจากใต้ลูกสูบจำกัด (11) เป็นการลดกำลังดันน้ำมันหล่อควบคุม ทำให้ลูกสูบจำกัด (11) เลื่อนลง (Downwards) ด้วยแรงสปริงภายในส่งอาการผ่านคานจำกัด (3740) ให้ลิ้นนำลูกสูบกำลัง (21) เลื่อนลง (Downwards) เปิดช่องระบายน้ำมันหล่อใต้ลูกสูบกำลัง (22) ออก ทำให้ลูกสูบกำลัง (22) เลื่อนลง (Downwards) ส่งอาการไปลดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะกระทั่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเหมาะสมกับความเร็ว

12.6 การซ่อมบำรุงรักษา

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 5



Definitions

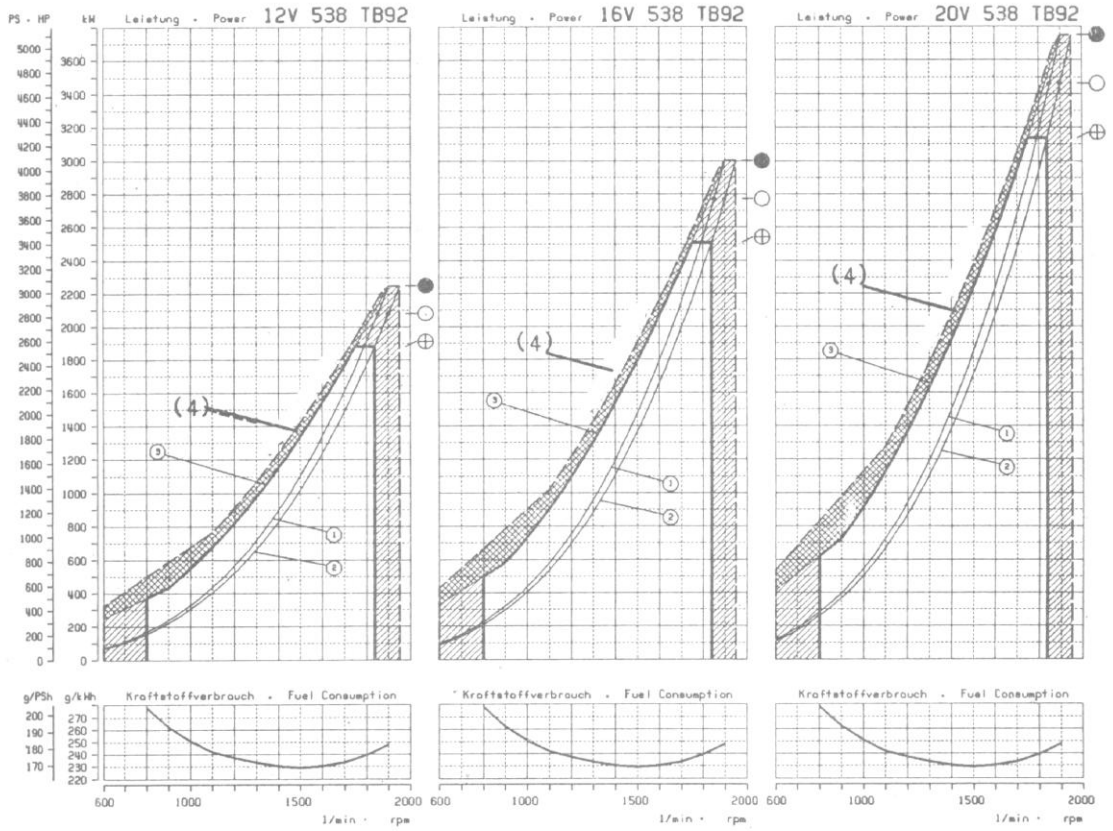
- ⊕ Continuous power
- ○ Over load power
- ● Maximum power
- ▭ Continuous operation (unlimited duration)
- ▨ Continuous operation (limited duration)
- ▩ Power reserve for acceleration
- ① Propeller curve P = f (n³)
- ② Clean hull conditions
- ③ MCR-curve
- (4) DBR-curve

Reference Conditions

Intake air temperature	27	°C
Seawater temperature	27	°C
Barometric pressure	1000	mbar
Intake depression	15	mbar
Exhaust back pressure	30	mbar

Specific Fuel Consumption

Fuel consumption related to curves ① in g/kWh
DIN 51 601 (equivalent to MIL-F 16884F) with a minimum L.H.V. of 42 800 kJ/kg (equivalent to 18 390 Btu/lb)



Definitions

- ⊕ Continuous power
- ○ Over load power
- ● Maximum power
- □ Continuous operation (unlimited duration)
- ▨ Continuous operation (limited duration)
- ▩ Power reserve for acceleration
- ① Propeller curve P = f (n³)
- ② Clean hull conditions
- ③ MCR-curve
- (4) DBR-curve

Reference Conditions

Intake air temperature	27	°C
Seawater temperature	27	°C
Barometric pressure	1000	mbar
Intake depression	15	mbar
Exhaust back pressure	30	mbar

Specific Fuel Consumption

Fuel consumption related to curves ① in g/kWh
DIN 51 601 (equivalent to MIL-F 16884F) with a minimum L.H.V. of 42 800 kJ/kg (equivalent to 18 390 Btu/lb)

********** END **********

บทที่ 3
ระบบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์
(Engine Oil System)

ระบบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ ทำหน้าที่จัดส่งน้ำมันหล่อลื่นไปหล่อลื่นระบายความร้อนให้กับส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์และส่งน้ำมันหล่อเข้าไปทำงานในเครื่องควบคุมความเร็วเครื่องยนต์ โดยแบ่งออกเป็นระบบย่อยได้ 3 ระบบ คือ

- ระบบน้ำมันหล่อลื่นหมุนเวียน (Circulating Oil System)
- ระบบน้ำมันหล่อส่วนขับหมุนเครื่อง (Crankdrive Oil System)
- ระบบน้ำมันหล่อกลไกควบคุมลิ้น (Valve Gear Oil System)

แต่ละระบบย่อยจะทำหน้าที่จัดส่งน้ำมันหล่อไปหล่อลื่นระบายความร้อน แต่ละส่วนของเครื่องแยกต่างหากกัน และยังมีระบบน้ำมันหล่อลื่นซึ่งติดตั้งแยกต่างหากจากตัวเครื่องยนต์อีกระบบหนึ่ง ทำหน้าที่ส่งน้ำมันหล่อลื่นเข้าทำงานในระบบน้ำมันหล่อลื่นส่วนขับหมุนเครื่องและเครื่องควบคุมความเร็วเมื่อเริ่มเดินเครื่องคือ

- ระบบน้ำมันหล่อเริ่มเดิน (Priming Oil System)

(1) ระบบน้ำมันหล่อหมุนเวียน (Circulating Oil System) (รูป 3.1 และ 3.2)

1.1 <u>ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบ</u>

- สูบน้ำมันหล่อวนเวียน (Circulating Oil Pump)
- หม้อถ่ายเทความร้อนน้ำมันหล่อ (Engine Oil Heat Exchanger)
- เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำมันหล่อ (Engine Oil Thermostat)
- หม้อกรองละเอียดทางลัด (Engine Oil Secondary Flow Filter)
- หม้อกรองตะแกรงหยาบ (Engine Oil Gap Filter or Coarse Filter)
- หม้อกรองตะแกรงละเอียด (Engine Oil Gap Filter or Fine Filter)
- หม้อกรองแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Oil Filter)

1.2 <u>การทำงานของระบบน้ำมันหล่อวนเวียน</u>

สูบน้ำมันหล่อ 2 ชุด (Circulating Oil Pump) จะดูดน้ำมันหล่อจากอ่างน้ำมันหล่อ ผ่านตะแกรงทางดูด ส่งออกทางส่งซึ่งแยกออกไป 2 ทาง คือ

ทางหนึ่งส่งไปผ่านชุดหม้อกรองทางลัด (Secondary Flow Filter) แล้วไหลกลับลงอ่างน้ำมันหล่อ (Oil Pan)

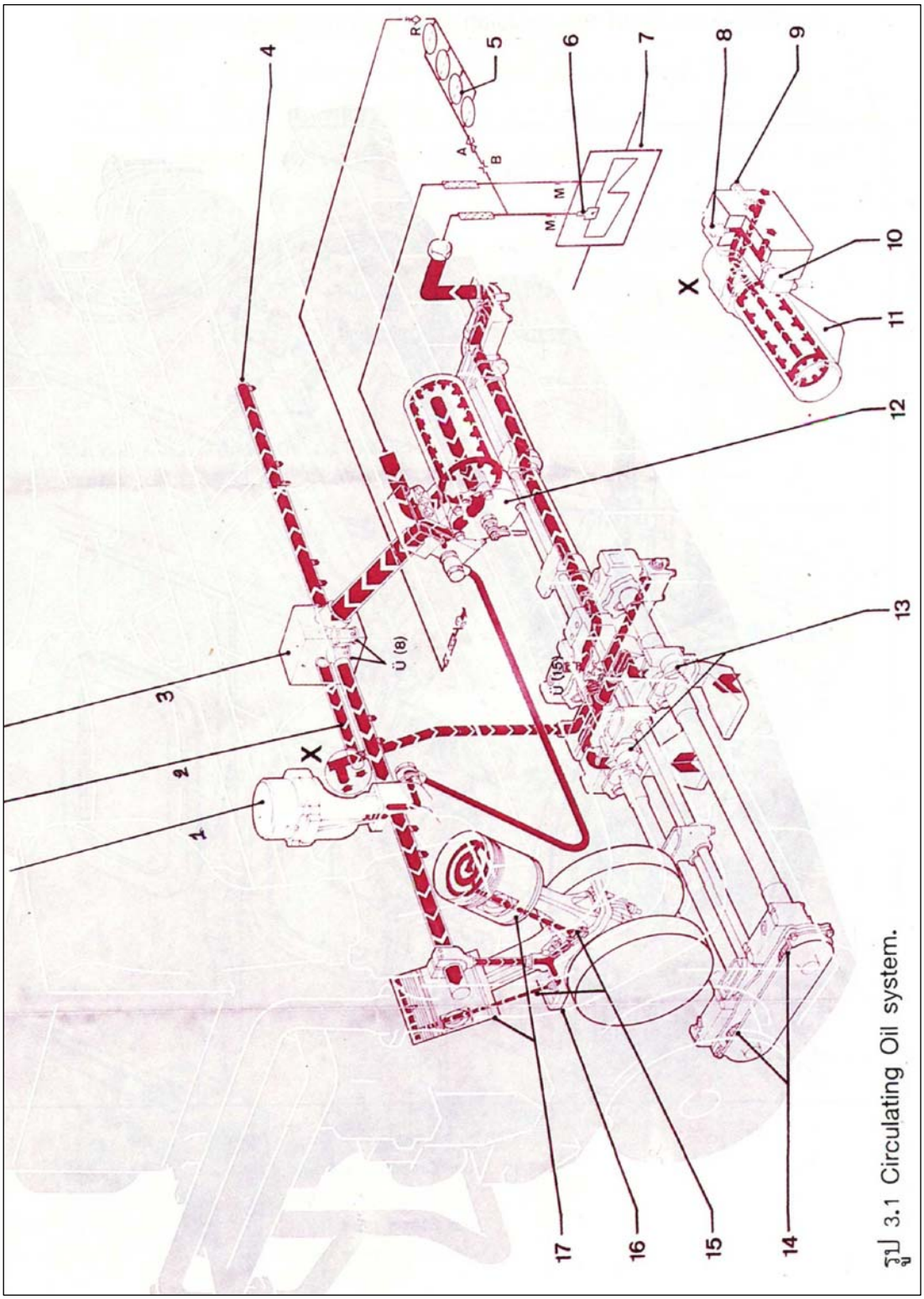
อีกทางหนึ่งส่งผ่านเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำมันหล่อไปเข้าหม้อถ่ายเทความร้อนน้ำมันหล่อ (Oil Heat Exchanger) แล้วออกไปเข้าหม้อกรองตะแกรงหยาบ (Oil Gap – Type Filter) จากหม้อกรองตะแกรงหยาบนี้จะมีทางออกน้ำมันหล่อ แยกออกไปอีก 2 ทาง คือ

ทางหนึ่งส่งไปผ่านหม้อกรองแบบแรงเหวี่ยง(Centrifugal Oil Filter)แล้วไหลตกลงอ่างน้ำมันหล่อ

อีกทางหนึ่งส่งไปเข้าเรือนจ่ายน้ำมันหล่อ (Oil Transfer Housing) แล้วแยกออกไป 3 ทาง คือ

สองทางแรกส่งเข้าท่อจ่ายน้ำมันหล่อ (Distributor Line) ด้าน KS. และ KGS. ด้วยกำลังดันไม่เกิน 8 บาร์ (ถูกจำกัดด้วยลิ้นผ่อนกำลังดัน 2 ตัว ที่ติดตั้งอยู่ที่เรือนจ่ายน้ำมันหล่อ) แล้วแยกเข้าไปตามท่อแยกน้ำมันหล่อ ส่งไปเข้าระบายความร้อนลูกสูบทุกสูบ แล้วตกลงหล่อลื่นสลักลูกสูบ (Piston Pin) แล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อ

อีกทางหนึ่งส่งไปผ่านหม้อกรองตะแกรงละเอียด (Oil Gap – Type Filter) แล้วไปเข้าทางดูดสูบน้ำมันหล่อระบบน้ำมันหล่อส่วนขับหมุนเครื่องและระบบน้ำมันหล่อกลไกควบคุมลิ้น

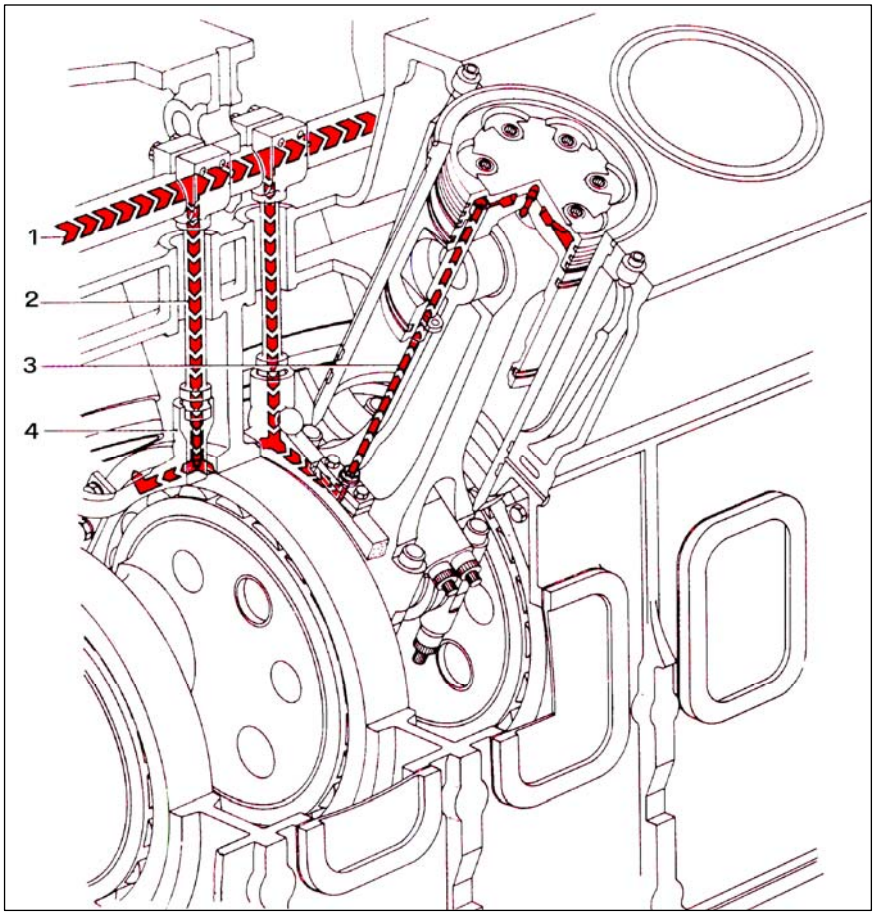


รูป 3.1 Diesel Engine 20 V 538 TB Circulating Oil System

1 Centrifugal Oil Filter 2 To Engine Oil Gap Filter (Fine Filter) 3 Oil Transfer Housing
4 Piston Cooling Oil 5 Engine Oil Secondary Flow Filter 6 Oil Temperature Regulator
7 Engine Oil Heat Exchanger 8 Resistance Thermometer 9 Screw – in Type Thermometer
10 Engine Oil Pressure Control Switch 11 Engine Oil Gap filter (Fine Filter)
12 Engine Oil Gap Filter (Coarse Filter) 13 Circulating Oil Pumps
14 Oil Pump Drive 15 Sliding Tubes (Piston Cooling) 16 Standpipe Carrier 17 Piston

Symbols

A Shut – off Valve B Orifice Plate M Measuring Point
R Non – Return Valve U Pressure Relief Valve ( ) Bar



รูป 3.2 Sectional Cut from the Circulating Oil System : Piston Cooling

1 Distributor Line 2 Connecting Pipe 3 Stand Pipe 4 Stand Pipe Carrier

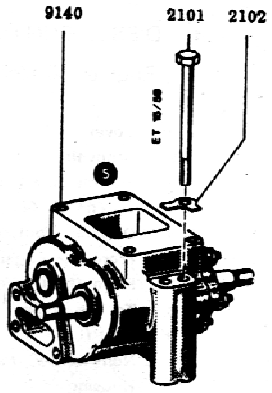
1.3 <u>รายละเอียดของระบบน้ำมันหล่อหมุนเวียน</u>

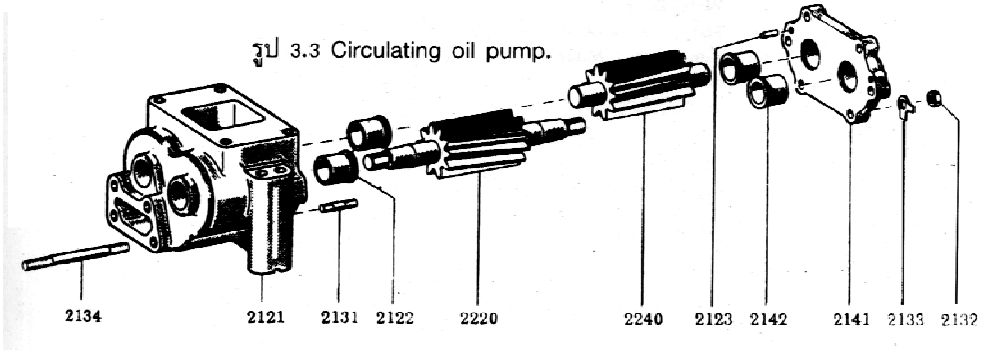
1.3.1 สูบน้ำมันหล่อหมุนเวียน (Circulating Oil Pump) (รูป 3.3)

เป็นแบบเฟืองขบกัน (Gear Type) มี 2 ชุด ติดตั้งอยู่ภายในห้องเพลาข้อเหวี่ยงตอนล่าง (ตอนบนอ่างน้ำมันหล่อ) ได้รับแรงขับหมุนจากเฟืองเพลาข้อเหวี่ยงผ่านชุดเฟืองขับ

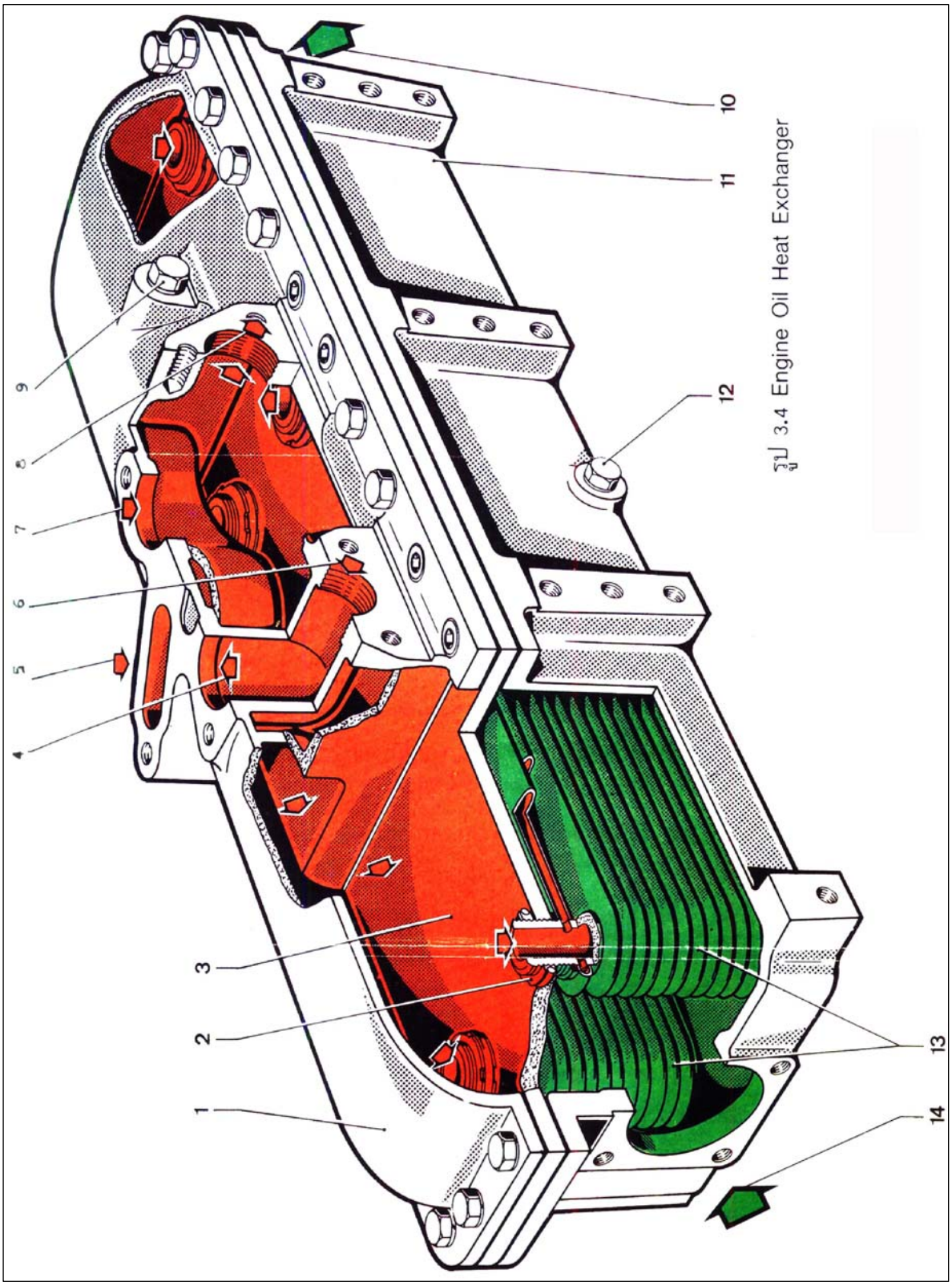
ทำหน้าที่สูบน้ำมันหล่อจากอ่างน้ำมันหล่อ ส่งเข้าระบบน้ำมันหล่อหมุนเวียนและส่งน้ำมันหล่อให้กับสูบน้ำมันหล่อระบบส่วนขับหมุนและระบบน้ำมันหล่อกลไกควบคุมลิ้น

ที่ทางส่งของสูบจะมีลิ้นผ่อนกำลังดัน (Relief Valve) ติดตั้งอยู่ ตั้งค่าไว้เปิดที่ 15 บาร์





รูป 3.3 Circulating oil pump.



รูป 3.4 Diesel Engine (538) Engine Oil Heat Exchanger – Flat – Tube Design

1 Cover 2 Grooved Nut 3 Intermediate Plate 4 To the Oil Temperature Regulator
5 Oil Inlet from the Oil Temperature Regulator into the Heat Exchanger
6 From the Engine 7 From the Oil Temperature Regulator During By – pass Operation
8 To the Engine 9 Vent (Oil) 10 Non – Treated Water Outlet
11 Housing 12 Water Drain 13 Flat – Tube Element
14 Non – Treated Water Inlet

1.3.2 หม้อถ่ายเทความร้อนน้ำมันหล่อ (Engine Oil Heat Exchanger) (รูป 3.4)

เป็นแบบหลอดแบน (Flat Tubes) 2 แถวคู่ วางตามยาวอยู่ตอนล่างของหม้อถ่ายเทความร้อน โดยจัดให้น้ำมันหล่อเดินภายในหลอดเข้าข้างด้านหัวและท้ายออกตรงกลางใช้น้ำทะเลระบายความร้อนเดินผ่านภายนอกหลอดเที่ยวเดียว

ตอนบนของหม้อถ่ายเทความร้อนจัดให้เป็นช่องทางเข้า – ออก น้ำมันหล่อติดต่อกับท่อทางภายนอกและหมู่หลอดภายใน

ระหว่างตอนบนกับตอนล่างจะกั้นไม่ให้น้ำมันหล่อปนกับน้ำทะเลระบายความร้อนด้วยแผ่นกั้นกลาง (Intermediate Plate)

1.3.3 เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำมันหล่อ (Engine Oil Thermostat) (รูป 3.5)

ติดตั้งอยู่บนหม้อถ่ายเทความร้อนน้ำมันหล่อและมีช่องทางเดินน้ำมันหล่อติดต่อถึงกัน

อุณหภูมิเปิด (Opening Temperature) ตั้งไว้ที่ 75^0 C

อุณหภูมิเปิดเต็มที่ (Fully Opening Temperature) 90^0 C ระยะเลื่อน 12 มม.

- ส่วนประกอบสำคัญ

เรือนอุปกรณ์ (Body) (8)

ส่วนรับความร้อน (Thermally Responsive Element) (2)

สปริงลิ้นเลื่อนลูกสูบ (Spring) (3)

ลิ้นเลื่อนลูกสูบ (Piston Slide) (10)

เดือยทดสอบ (Test Pin) (6)

สปริงเดือยทดสอบ (Spring) (5)

สลักเกลียวฉุกเฉิน (Set Screw for Emergency Actuation) (12)

- การทำงาน

น้ำมันหล่อจากเครื่องยนต์จะส่งเข้าเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำมันหล่อทางช่องทางเข้า เมื่อน้ำมันหล่อยังเย็นอยู่ (อุณหภูมิต่ำกว่า 75 ^{0}C) ลิ้นเลื่อนลูกสูบ (10) ซึ่งถูกกดด้วยแรงสปริงจะเปิดให้น้ำมันหล่อที่เข้ามาออกไปทางช่องทางลัด (1) กลับไปยังเครื่องยนต์

เมื่อน้ำมันหล่อร้อนขึ้น (อุณหภูมิสูงถึง 75 ^{0}C) ส่วนรับความร้อน (2) ซึ่งได้รับความร้อนจากน้ำมันหล่อจะขยายตัว ดันลิ้นเลื่อนลูกสูบ (10) ให้เลื่อนตัว เริ่มปิด (Closed) ช่องทางลัด (1) และเริ่มเปิด (Open) ช่องทางออกไปเข้าหม้อถ่ายเทความร้อนน้ำมันหล่อ (9) จนกระทั่งอุณหภูมิน้ำมันหล่อสูงถึง 90^0C ลิ้นเลื่อนลูกสูบจะเปิดช่องทางน้ำมันหล่อออกไปเข้าหม้อถ่ายเทความร้อนน้ำมันหล่อเต็มที่ (ซึ่งจะมีระยะเลื่อนเท่ากับ 12 มม.) และปิดช่องทางลัด (1)

- การปรับแต่งฉุกเฉิน (Emergency Adjustment)

ส่วนประกอบที่อาจชำรุดหรือเสียหายได้ง่ายคือส่วนรับความร้อน (2) เนื่องจากอุณหภูมิน้ำมันหล่อต่ำหรือสูงเกินไป ถ้าหากมีความจำเป็นจะต้องใช้เครื่องต่อไปก่อนที่จะซ่อมทำหรือเปลี่ยนส่วนรับความร้อนใหม่ ให้ปฏิบัติดังนี้

ถอดฝาครอบสลักเกลียวฉุกเฉิน (13) ออก

คลายนัตล็อคสลักเกลียวฉุกเฉิน (11) (Hexagon Nut) ออก

ปรับอุณหภูมิน้ำมันหล่อโดยหมุนสลักเกลียวฉุกเฉิน (12) ดังนี้

ถ้าอุณหภูมิน้ำมันหล่อสูงเกิน (Top High) ให้หมุนตามเข็มนาฬิกา (Clockwise)

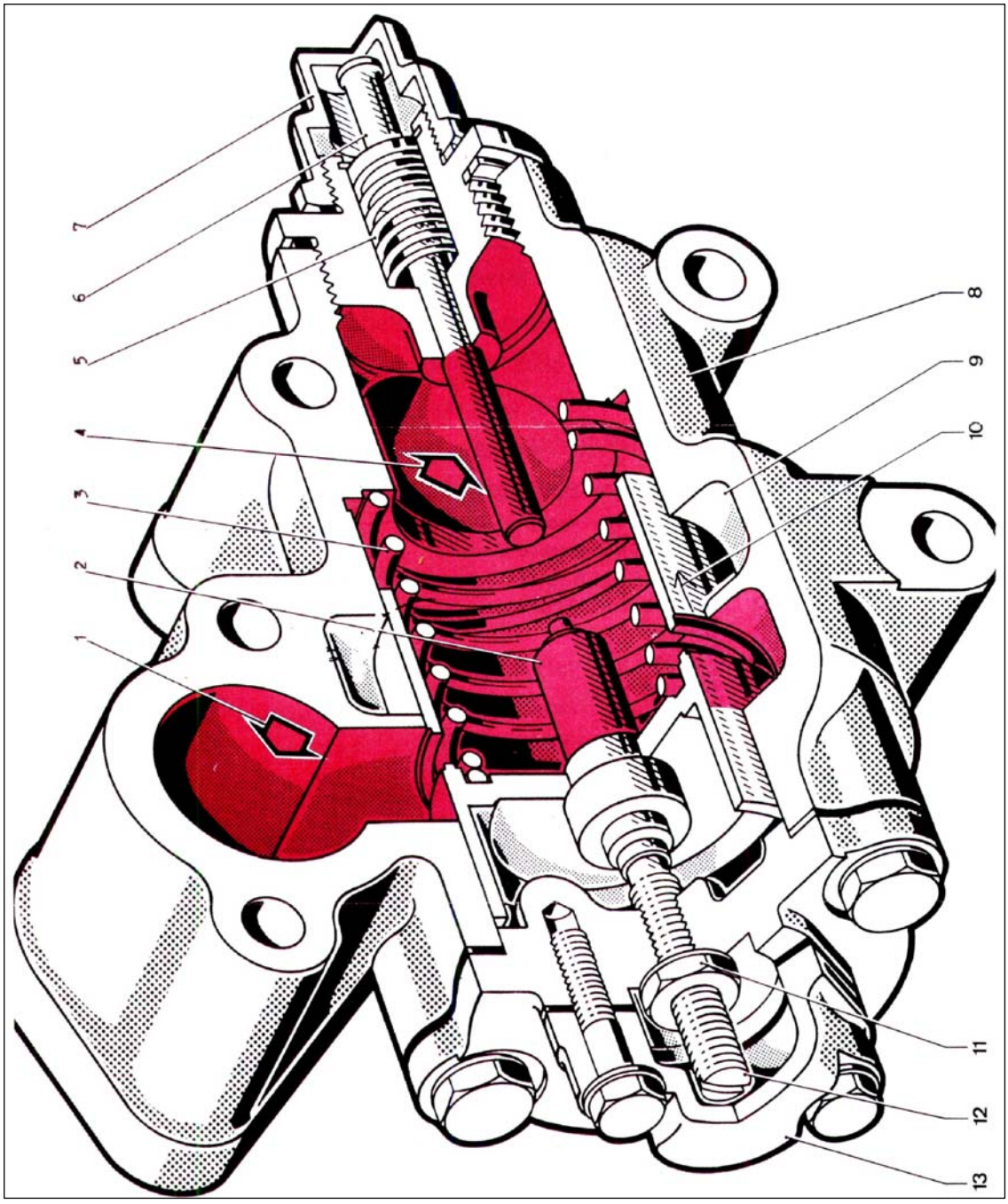
ถ้าต่ำเกิน (Too Low) ให้หมุนทวนเข็มนาฬิกา (Anti – Clockwise)

- ข้อควรระวัง

ในขณะใช้เครื่องโดยการปรับแต่งอุณหภูมิน้ำมันหล่อโดยสลักเกลียวฉุกเฉินดังกล่าวต้องคอยสังเกตดูอุณหภูมิน้ำมันหล่ออย่างใกล้ชิด

- การซ่อมบำรุงรักษา

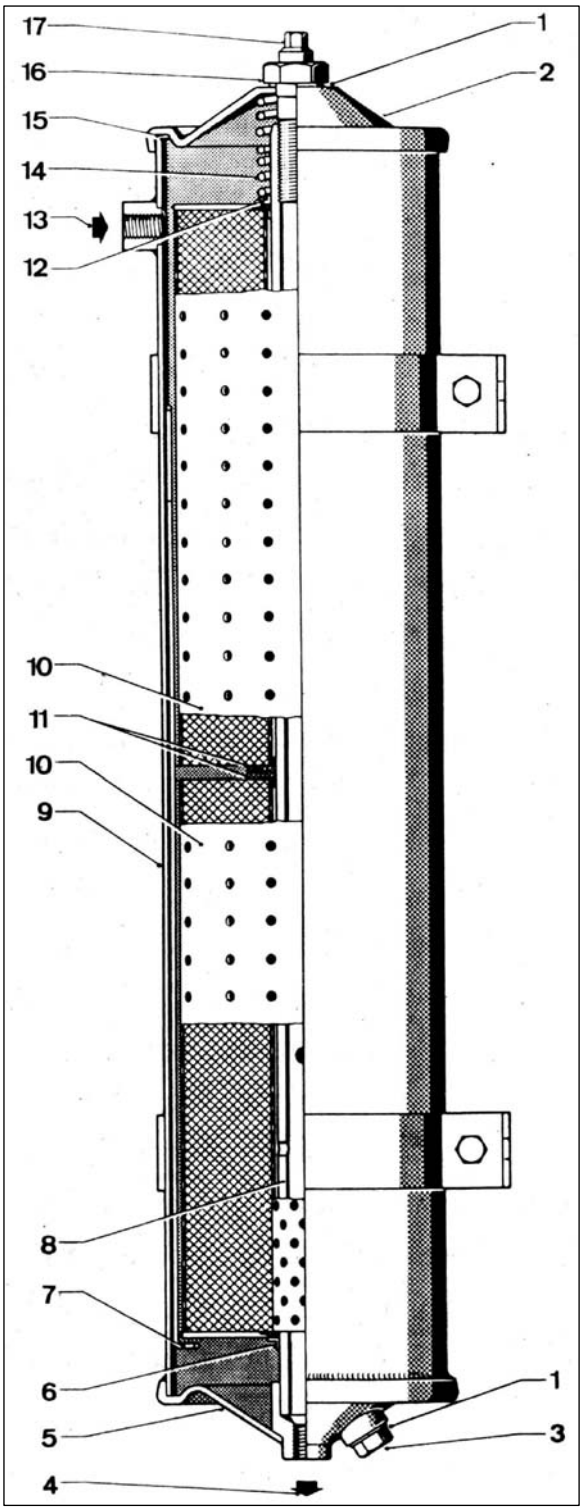
ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 6.



รูป 3.5 Diesel Engine (538) Oil Temperature Regulator

1 Oil Outlet (By – Pass) 2 Thermally Responsive Element 3 Spring
4 Oil Inlet (From Engine) 5 Spring 6 Test Pin
7 Screwed Plug 8 Housing 9 Oil Outlet (To Heat Exchanger)
10 Piston Slide 11 Hexagon Nut 12 Set Screw for Emergency Actuation
13 Cover Plate

รูป 3.6 Diesel Engine (538) Engine Oil Secondary Flow Filter



1 Gasket
2 Cover
3 Oil Drain Plug
4 Engine Oil Outlet
5 Bottom
6 Distance Ring
7 Puller Hook
8 Oil Tube
9 Housing
10 Filter Insert
11 Gasket
12 Spring Retainer
13 Engine Oil Inlet
14 Spring
15 Gasket
16 Central Bolt
17 Vent Screw

1.3.4 หม้อกรองละเอียดทางลัด (Engine Oil Secondary Flow Filter) (รูป 3.6)

ในระบบจะประกอบด้วยหม้อกรองละเอียดทางลัดอยู่รวมกันเป็นหมู่หม้อกรอง 4 ใบ (จำนวนขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่อง) ขนานกัน ภายในหม้อกรองแต่ละใบจะมีไส้กรอง (Filter Insert) แบบใช้แล้วเปลี่ยนใหม่บรรจุอยู่ 2 ใบ เรียงกันตามยาวของหม้อกรอง (ซ้อนกัน)

- ส่วนประกอบที่สำคัญ

เรือนหม้อกรอง(9) (Housing)

ฝาปิดหม้อกรอง(2) (Cover)

ไส้กรอง (10) (Filter Insert)

- การทำงาน

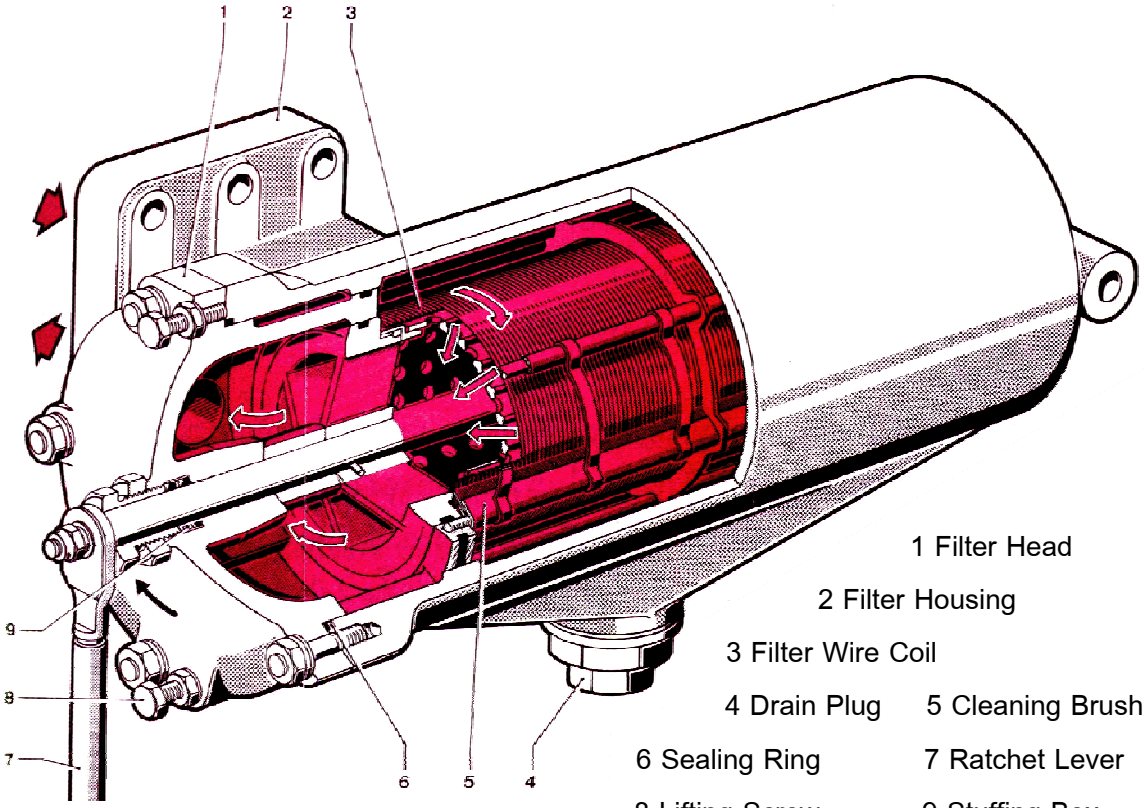
น้ำมันหล่อจากสูบน้ำมันหล่อจะส่งเข้าหม้อกรองที่ช่องทางเข้า (13) พร้อม ๆ กันทั้ง 4 ใบ โดยเข้าไปรอบ ๆ ด้านนอกไส้กรอง (10) แล้วผ่านไส้กรองเข้าไปในแกนกลางไส้กรองแล้วไหลออกทางช่องทางออก (4) ไปรวมกันกลับลงอ่างน้ำมันหล่อของเครื่อง

สิ่งสกปรกที่ปนมากับน้ำมันหล่อจะเกาะติดอยู่ด้านนอกไส้กรองและตกลงอยู่ส่วนกลางของหม้อกรอง ซึ่งสามารถระบายทิ้งได้ทางปลั๊กระบาย (3) (Oil Drain Plug)

- การซ่อมบำรุงรักษา

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 7

รูป 3.7 Diesel Engine Engine Oil Coarse Gap Filter



1 Filter Head
2 Filter Housing
3 Filter Wire Coil
4 Drain Plug 5 Cleaning Brush
6 Sealing Ring 7 Ratchet Lever
8 Lifting Screw 9 Stuffing Box

1.3.5 หม้อกรองตะแกรงหยาบ (Engine Oil Gap Filter or Coarse Filter)

ติดตั้งอยู่ด้านข้างของเครื่อง

ความถี่ของไส้กรอง (Gap Width) = 0.1 มม.

- ส่วนประกอบสำคัญ

หัวหม้อกรอง (1) (Filter Head)

เรือนหม้อกรอง (2) (Filter Housing)

ไส้กรองแบบตะแกรงลวดพัน (3) (Round – Wire Coil Insert)

- การทำงาน

น้ำมันหล่อจากหม้อถ่ายเทความร้อนน้ำมันหล่อจะไหลเข้าหม้อกรองที่ช่องทางเข้า เข้าสู่ภายในหม้อกรองรอบ ๆ ด้านนอกไส้กรอง (3) แล้วผ่านไส้กรองเข้าภายในแกนกลางรวมกันไปออกที่ช่องทางออกหม้อกรอง ไปเข้าเรือนจ่ายน้ำมันหล่อ (Oil Transfer Housing) และหม้อกรองน้ำมันหล่อแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Oil Filter)

สิ่งสกปรกที่ปนมากับน้ำมันหล่อจะติดอยู่ด้านนอกของไส้กรอง สามารถทำให้หลุดออกจากไส้กรองได้โดยการใช้คันหมุนทางเดียว (Ratchet Lever) หมุนไส้กรองให้สิ่งสกปรกที่เกาะติดอยู่ภายนอกไส้กรองถูกแปรงกวาด (5) (Wiping Comb) กรีดออกตกลงสู่ส่วนล่างของหม้อกรองแล้วระบายทิ้งโดยปลั๊กระบาย (4) (Drain Plug)

- การใช้คันหมุนทางเดียว (Ratchet Lever)

โดยการโยกคันหมุนเดียว ให้ไส้กรองหมุน 1 – 2 รอบ เป็นการทำความสะอาดไส้กรองซึ่งจะได้ผลดีที่สุดคือ ทำทันทีหลังจากเลิกเครื่อง

โดยปกติจะใช้คันหมุนทางเดียวทำความสะอาดไส้กรองทุก ๆ 4 – 5 ชม. ขณะเดินเครื่องและทุกครั้งที่ระบายตะกอนสกปรกออกจากหม้อกรอง และจะต้องใช้ตามตารางการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง

- การซ่อมบำรุงรักษา

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 8.

1.3.6 หม้อกรองตะแกรงละเอียด (Engine Oil Gap Filter or Fine Filter)

ติดตั้งอยู่ที่ด้าน KGS. หรือด้านข้างเครื่อง

ความถี่ไส้กรอง (Gap Width) = 0.05 มม.

- ส่วนประกอบที่สำคัญ

เช่นเดียวกับข้อ 1.25

- การทำงาน

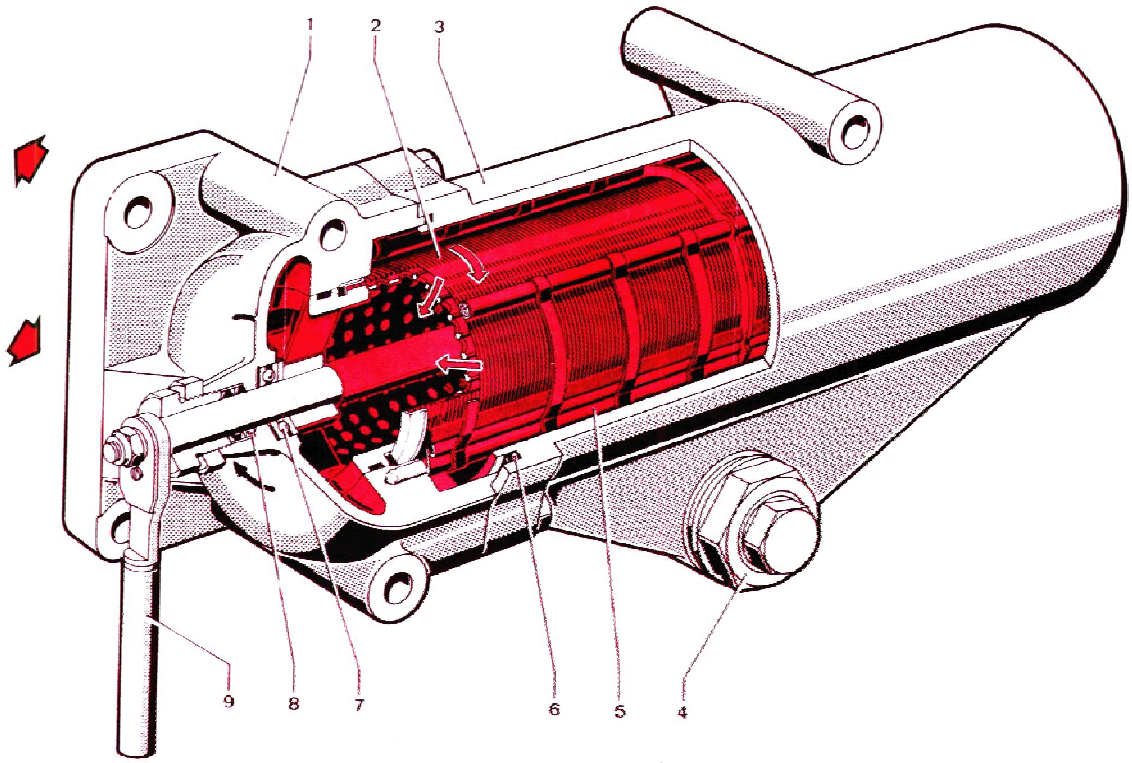
หลักการทำงานเช่นเดียวกับข้อ 1.1.5 แต่หม้อกรองตะแกรงละเอียดจะทำหน้าที่รับน้ำมันหล่อจากหม้อกรองตะแกรงหยาบผ่านเรือนจ่ายน้ำมันหล่อเข้ามากรอง น้ำมันหล่อที่กรองแล้วจะส่งไปเข้าทางดูดสูบน้ำมันหล่อ ระบบน้ำมันหล่อส่วนขับหมุนและระบบน้ำมันหล่อกลไกควบคุมลิ้น

- การใช้คันหมุนทางเดียว

เช่นเดียวกับข้อ 1.3.5

- การซ่อมบำรุงรักษา

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 9.



รูป 3.8 Diesel Engine Engine Oil Fine Gap Filter

1 Filter Head	2 Filter Wire Coil	3 Filter Housing
4 Drain Plug	5 Cleaning Brush	6 Sealing Ring
7 Deep Groove Ball Bearing	8 Stuffing Box	9 Ratchet Lever

1.3.7 หม้อกรองแรงเหวี่ยง (Centrifugal Oil Filter) (รูป 3.9)

ติดตั้งอยู่บริเวณฝาสูบด้าน KGS. ของเครื่อง

ความเร็วหมุน 5,000 รอบ/นาที ที่กำลังดันน้ำมันหล่อ 4 บาร์

- ส่วนประกอบที่สำคัญ

ตะแกรงกรอง (1) (Strainer)

ถ้วยหมุน (2) (Rotor)

แกนหม้อกรอง (3) (Hollow Shaft)

ท่อตั้ง (4) (Standpipe)

หัวฉีด (5) (Reaction Nozzle)

- การทำงาน

น้ำมันหล่อจากหม้อกรองตะแกรงหยาบ จะไหลเข้าหม้อกรองแรงเหวี่ยงที่ช่องทางเข้าผ่านช่องทาง ที่แกนหม้อกรองเข้าไปภายในถ้วยหม้อกรอง (2) แล้วจะไปผ่านตะแกรงกรอง (1) เข้าสู่ท่อตั้ง (2) ทั้ง 2 ท่อ ไปฉีดพ่นออกที่หัวฉีด (5) ทั้ง 2 หัวฉีด ซึ่งมีทิศทางการฉีดเป็นทิศทางเดียวกัน ทำให้เกิดแรงผลักที่หัวฉีด (5) ถ้วยหมุน (2) ท่อตั้ง (4) ตะแกรงกรอง (1) และแกนหม้อกรอง (3) ซึ่งประกอบอยู่เป็นชุดเดียวกัน หมุนไปตามกำลังดันน้ำมันหล่อที่ฉีดพ่น

จากการหมุนของถ้วยหมุน (2) ทำให้เกิดแรงเหวี่ยงขึ้นภายในถ้วยหมุนเอง ทำให้สิ่งสกปรกที่ปนมากับน้ำมันหล่อภายในถ้วยหมุน (2) ซึ่งมีน้ำหนักมากกว่าจะถูกเหวี่ยงออกไปเกาะติดกับกระดาษกรองซึ่งประกอบที่อยู่ข้างถ้วยหมุนด้านใน นั่นคือน้ำมันหล่อที่ฉีดพ่นที่หัวฉีด คือน้ำมันหล่อที่สะอาด ผ่านการกรองแล้วจะอยู่รอบ ๆ ภายนอกถ้วยหมุน (2) และไหลออกจากหม้อกรองตามช่องทางไปในอ่างน้ำมันหล่อต่อไป

- การซ่อมบำรุงรักษา

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 10

(2) ระบบน้ำมันหล่อส่วนขับหมุนเครื่อง (Crankdrive Oil System) (รูป 3.10 , 3.11)

2.1 <u>ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบ</u>

2.1.1 สูบน้ำมันหล่อ (Pump)

2.1.2 สวิทช์ควบคุมกำลังดันน้ำมันหล่อ (Oil Pressure Control Switch)

2.2 <u>การทำงานของระบบน้ำมันหล่อส่วนขับหมุนเครื่อง</u>

สูบน้ำมันหล่อ (Oil Pump) ของระบบจะดูดน้ำมันหล่อจากระบบน้ำมันหล่อหมุนเวียนผ่านหม้อกรองตะแกรงละเอียด (Oil Gap Filter or Fine Filter) มา แล้วส่งออกแยกไปเป็น 2 ทาง คือ

ทางหนึ่งส่งผ่านท่อทางภายในเครื่องไปที่ฝาปิดท้ายเครื่อง (End Cover) ทั้ง 2 ด้าน ซึ่งประกอบด้วยลิ้นผ่อนกำลังดัน ตั้งค่าเปิดที่ 6 บาร์ ติดตั้งอยู่ก่อนส่งเข้า (Slip Ring) ผ่านไปเข้ารูน้ำมันหล่อในเพลาข้อเหวี่ยง เพื่อไปหล่อลื่นแบริ่งก้านต่อตลอดเพลาข้อเหวี่ยงแล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป

อีกทางหนึ่งส่งไปเข้าเรือนแยกน้ำมันหล่อ (Oil Transfer Housing) แล้วแยกไปอีกสองทางคือ

ทางหนึ่งส่งไปเข้าสวิทช์ควบคุมกำลังดันน้ำมันหล่อ (Oil Pressure Control Switch) และส่งไปฉีดพ่นหล่อลื่นระบายความร้อนชุดรับแรงสั่นสะเทือนด้าน KGS. แล้วตกลงอ่างน้ำมันหล่อไป

อีกทางหนึ่งส่งไปผ่านหม้อกรองของเครื่องควบคุมความเร็ว (Engine Governor Oil Strainer) ก่อนเข้าไปทำงาน และหล่อลื่นภายในเครื่องควบคุมความเร็ว แล้วไหลตกลงอ่างน้ำมันหล่อ

2.3 <u>รายละเอียดของระบบน้ำมันหล่อส่วนขับหมุนเครื่อง</u>

2.3.1 สูบน้ำมันหล่อ (Oil Pump) (รูป 3.12)

เป็นแบบเฟืองขบกัน (Gear Type) 2 ชุด อยู่ในเรือนสูบ (Housing) เดียวกันหรือเรียกว่าสูบคู่ (Duplex Pump) ในเครื่อง 12V , 16V มี 1 คู่สูบ (1 Duplex Pump) ในเครื่อง 20V มี 2 คู่สูบ (2

Duplex Pump) ติดตั้งอยู่ภายในห้องเพลาข้อเหวี่ยงตอนล่าง ได้รับกำลังขับหมุนจากเฟืองเพลาข้อเหวี่ยง โดยทำหน้าที่ดังนี้

สูบน้ำมันหล่อชุดที่ 1 จะดูดน้ำมันหล่อจากระบบน้ำมันหล่อหมุนเวียนส่งเข้าระบบน้ำมันหล่อส่วนขับหมุนเครื่อง โดยมีลิ้นผ่อนกำลังดันตั้งค่าเปิดที่ 15 บาร์ ติดตั้งอยู่ที่ทางส่ง

สูบน้ำมันหล่อชุดที่ 2 จะดูดน้ำมันหล่อจากระบบน้ำมันหล่อหมุนเวียนส่งเข้าระบบน้ำมันหล่อกลไกควบคุมลิ้น โดยมีลิ้นผ่อนกำลังดันตั้งค่าเปิดที่ 10 บาร์ ติดตั้งอยู่ที่ทางส่ง

2.3.2 สวิทช์ควบคุมกำลังดันน้ำมันหล่อ (Oil Pressure Control Switch) (รูป 3.13)

ตั้งค่าเกณฑ์ใช้งาน 3 บาร์ และต่ำกว่า

ทำหน้าที่ควบคุมกำลังดันน้ำมันหล่อในระบบ โดยการส่งสัญญาณไปเข้าระบบตรวจเตือนของเครื่อง (Engine Monitoring System)

- การทำงาน

เมื่อไม่มีกำลังดันน้ำมันหล่อเข้าทำงานหรือกำลังดันน้ำมันหล่อต่ำกว่าเกณฑ์ใช้การสปริงจะดันให้สวิทช์เปลี่ยนทาง (Snap Switch) ต่อหน้าสัมผัส (Contact) C – Nc

เมื่อกำลังดันน้ำมันหล่อที่เข้าทำงานสูงถึงเกณฑ์กำลังดันใช้การจะชนะกำลังดันสปริง ทำให้สวิทช์เปลี่ยนทางไปต่อหน้าสัมผัส C – Nc

(3) ระบบน้ำมันหล่อกลไกควบคุมลิ้น (Valve Control Gear Oil System) (รูป 3.14 , 3.15)

3.1 <u>ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบ</u>

- สูบน้ำมันหล่อ (Oil Pump)
- Banjo Plug
- จานจ่ายน้ำมันหล่อ (Oil Distributor)
- หม้อกรองละเอียดแบบใช้แล้วทิ้ง (Throw – away Type Filter)

3.2 <u>การทำงานของระบบน้ำมันหล่อกลไกควบคุมลิ้น</u>

สูบน้ำมันหล่อจะดูดน้ำมันจากระบบน้ำมันหล่อหมุนเวียนผ่านหม้อกรองตะแกรงละเอียดเข้ามาแล้วส่งไปตามท่อจ่าย (ในเครื่อง 12V , 16V ส่งไปด้าน KS. ด้านเดียว ในเครื่อง 20V จะส่งไปด้าน KS. และ KGS. 2 ด้าน) แยกขึ้นไปหล่อลื่นภายในเรือนลูกเบี้ยวและกระเดื่อง (Cam and Rocker Housing) ของแต่ละแถวสูบทั้งสองแถวสูบ โดยจะเข้าไปหล่อลื่นแบริ่งเพลาลูกเบี้ยว , แบริ่งเพลากระเดื่องและส่วนต่าง ๆ ทั้งหมด รวมทั้งผ่านเข้าไปในรู เพลากระเดื่อง เข้าทำงานในชุดปรับระยะลิ้นไฮดรอลิค (Hydraulic Lash Adjusting) แล้วไหลกลับลงอ่างน้ำมันหล่อ

ที่ปลายท่องทางน้ำมันหล่อเรือนลูกเบี้ยวและกระเดื่องของแต่ละแถวสูบจะจำกัดกำลังดันน้ำมันหล่อสูงเกินด้วยลิ้นผ่อนกำลังดันซึ่งตั้งค่าเปิดที่ 5 บาร์

ก่อนทางเข้าเรือนลูกเบี้ยวและกระเดื่องของลูกสูบแถว A หรือแถว B (แล้วแต่แบบของเครื่อง) จะมีทางส่งน้ำมันหล่อแยกออกไปดังนี้

ด้าน KGS. จะมีทางส่ง 2 ทางคือ ทางหนึ่งส่งแยกไปผ่าน Banjo Plug เข้าหล่อลื่นแบริ่งชุดล่างของเทอร์โบชาร์จแล้วไหลตกลงอ่างน้ำมันหล่อ อีกทางหนึ่งส่งไปผ่านหม้อกรองละเอียด แบบใช้แล้วทิ้ง และจ่านจ่ายน้ำมันหล่อไปเข้าหล่อแบริ่งชุดบนของเทอร์โบชาร์จแล้วไปเข้าผสมกับอากาศดีเข้าเครื่องหรือไหลกลับอ่างน้ำมันหล่อ แล้วแต่แบบของเทอร์โบชาร์จ

ด้าน KS. ของเครื่อง 20V จะมีทางแยกส่งไปผ่าน Banjo Plug อีกตัวหนึ่ง เพื่อไปเข้าหล่อลื่นแบริ่งชุดล่างของเทอร์โบชาร์จด้าน KS. แล้วไหลตกลงอ่างน้ำมันหล่อ

รูป 3.15 Sectional cut from the valve gear oil system . Oil flow in cam and rocker housing.

3.3 <u>รายละเอียดของระบบน้ำมันหล่อกลไกควบคุมลิ้น</u>

3.3.1 สูบน้ำมันหล่อลื่น (Oil Pump)

เป็นสูบน้ำมันหล่อชุดเดียวกับสูบน้ำมันหล่อระบบส่วนขับหมุนเครื่อง ดังรายละเอียดในข้อ 2.3.1

3.3.2 Banjo Plug (รูป 3.16)

ในเครื่อง 12V , 16V มี 1 ชุด ติดตั้งอยู่ที่ด้าน KS. ในเครื่อง 20V มี 2 ชุด ติดตั้งอยู่ที่ด้าน KS. และ KGS. ด้านละ 1 ชุด

ทำหน้าที่กรอง (Filter) และจำกัด (Throttle) น้ำมันหล่อที่ส่งไปหล่อลื่นแบริ่งชุดล่างของเทอร์โบชาร์จ ภายในชุด Banjo Plug จะมีตะแกรงกรอง (Strainer) และแหวนจำกัด (Orifice Washer) ทำหน้าที่ดังกล่าว

- การทำงาน

น้ำมันหล่อจะไหลเข้า Banjo Plug จากด้านล่างผ่านแหวนจำกัด (Orifice Washer) ซึ่งอยู่ตอนล่าง แล้วไปผ่านตะแกรงกรอง (Strainer) ซึ่งอยู่ตอนบนก่อนส่งออกไปตามท่อทางไปหล่อลื่นแบริ่งชุดล่างของเทอร์โบชาร์จ

- การซ่อมบำรุงรักษา

ดูรายละเอียดในบทที่ 9 ข้อ 11.

3.3.3 จานจ่ายน้ำมันหล่อลื่น (Oil Distributor) (รูป 3.17)

3.3.4 หม้อกรองละเอียดแบบใช้แล้วทิ้ง (Throw – away Type Filter) (รูป 3.17)

ทั้งสองส่วนนี้จะประกอบอยู่ด้วยกัน หรือประกอบอยู่ใกล้กันและทำงานสัมพันธ์กันจึงจะไม่กล่าวรวมไปด้วยกัน

ติดตั้งอยู่ทางด้าน KGS. ของเครื่อง

ทำหน้าที่จำกัดปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่ส่งไปหล่อลื่นแบริ่งชุดบนของเทอร์โบชาร์จ

- การทำงาน

เพลาเฟืองหนอน (Worm Shaft) ได้รับอาการขับหมุนจากเพลาลูกเบี้ยวไปหมุนแท่งควบคุม (Control Slide) โดยความเร็วของเพลาเฟืองหนอนและแท่งควบคุมจะไม่เท่ากันทำให้มีช่วงเวลาที่เพลาเฟืองหนอนและแท่งควบคุมเปิดรูน้ำมันหล่อพร้อมกัน (Overlap) ให้น้ำมันหล่อไหลผ่านชุดจานจ่ายน้ำมันหล่อได้

น้ำมันหล่อจากระบบจะไหลเข้าเรือนจ่ายน้ำมันหล่อที่ช่องทางเข้าส่วนล่างไปผ่านหม้อกรองละเอียดแล้วกลับมาเข้าจานจ่ายน้ำมันหล่อที่รูน้ำมันหล่อของเพลาเฟืองหนอน แล้วออกไปตามช่องทางเดินภายใน ไปเข้ารูน้ำมันหล่อที่แท่งควบคุมแล้วส่งออกไปทางช่องทางออกของฝาจานจ่าย (จำนวนท่อทางออก จะเท่ากับจำนวนเทอร์โบชาร์จ) ไปหล่อลื่นแบริ่งชุดบนของเทอร์โบชาร์จ

ปริมาณน้ำมันหล่อที่ส่งออกจาจานจ่ายจะถูกควบคุมด้วยช่วงเวลาที่เพลาเฟืองหนอนและแท่งควบคุมเปิดรูน้ำมันหล่อพร้อมกัน (Overlap) ซึ่งสามารถเปลี่ยนหรือตั้งค่านี้ได้ โดยการเลื่อนฝาปิดจานจ่าย (Distributor Head) ให้มุมเปลี่ยนตำแหน่ง ซึ่งการตั้งค่านี้บริษัทผู้ผลิต จะตั้งค่าและทำ

เครื่องหมายไว้ที่เรือนจานจ่าย (Housing) เรียบร้อยแล้ว เพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของฝาจานจ่าย การหล่อลื่นชิ้นส่วนภายในโดยน้ำมันหล่อที่รั่วไหลภายในนั่นเอง

- การซ่อมบำรุงรักษา

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 12

(4) ระบบน้ำมันหล่อลื่นเริ่มเดิน (Priming Oil System) (รูป 3.18)

4.1 <u>ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบ</u>

- สูบน้ำมันหล่อลื่น (Oil Pump)
- สูบโยกน้ำมันหล่อ (Semi – Rotary Hand Pump)
- หม้อกรองตะแกรงละเอียด (Oil Gap Filter)
- สวิทช์ควบคุมกำลังดันน้ำมันหล่อลื่น (Oil Pressure Control Switch)
- ลิ้นกันกลับ (Non – Return Valve)

4.2 <u>การทำงานของระบบน้ำมันหล่อเริ่มเดิน</u>

เมื่อกดปุ่มเริ่มเดินเครื่อง (Start) สูบน้ำมันหล่อเริ่มเดินจะดูดน้ำมันหล่อจากอ่างน้ำมันหล่อส่งผ่านหม้อกรองตะแกรงละเอียดของระบบ (Priming Oil Gap Filter) แล้วแยกส่งไป 2 ทาง คือ

ทางแรก เมื่อกำลังดันน้ำมันหล่อต่ำกว่า 3 บาร์ ลิ้นกันกลับ (Non – Return Valve) จะปิด (Closed) ปล่อยให้น้ำมันหล่อไปเข้าทำงานในส่วนจำกัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเริ่มเดิน (Start Fuel Limitation) ของเครื่องควบคุมความเร็วทางเดียว

อีกทางหนึ่ง เมื่อกำลังดันน้ำมันหล่อสูงถึง 3.0 บาร์ ลิ้นกันกลับจะเปิด (Open) ให้น้ำมันหล่อเข้าทำงานในเครื่องควบคุมความเร็ว , ส่วนจำกัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงตามความเร็ว (DBR.) ของเครื่องควบคุมความเร็ว , ระบบน้ำมันหล่อส่วนขับหมุนเครื่องและสวิทช์ควบคุมกำลังดันน้ำมันหล่อจะต่อทางไฟระบบเริ่มเดิน เป็นการเริ่มเดินเครื่อง

ทางส่งน้ำมันหล่อก่อนเข้าทำงานในเครื่องควบคุมความเร็วจะมีท่อแยกไปเข้าทำงานใน CBC. ด้วย (ถ้ามี CBC.)

4.3 <u>รายละเอียดของระบบน้ำมันหล่อเริ่มเดิน</u>

4.3.1 สูบน้ำมันหล่อลื่น (Oil Pump) (รูป 3.19)

ติดตั้งอยู่แยกต่างหากกับตัวเครื่องยนต์

เป็นแบบเฟืองขบกัน (Gear Type) ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า โดยมีหน้าแปลนแบบยืดหยุ่น (Flexible Coupling) ต่อระหว่างมอเตอร์และสูบน้ำมันหล่อ (Gear Pump)

ที่สูบน้ำมันหล่อจะมีลิ้นผ่อนกำลังดัน (Pressure Relief Valve) ติดตั้งอยู่ที่ช่องทางส่ง ซึ่งจะเปิดให้น้ำมันหล่อในช่องทางส่งไหลกลับช่องทางดูดเมื่อกำลังดันเกิน 5 บาร์

4.3.2 สูบโยกน้ำมันหล่อ (Semi – Rotary Hand Pump) (รูป 3.20)

ติดตั้งให้มีการทำงานทดแทนสูบน้ำมันหล่อเริ่มเดินได้ โดยมีลิ้นปิด – เปิด อยู่ที่ทางดูด – ทางส่ง สามารถใช้งานแทนสูบน้ำมันหล่อเริ่มเดินได้

- ลักษณะของสูบ

ภายในสูบแบ่งเป็นห้องน้ำมันหล่อ 3 ห้อง โดยลิ้นแผ่นกันกลับ (Flap Valve) (7 และ 10) คือห้องทางส่ง 1 ห้อง (Pressure Chamber) อยู่ด้านบนห้องทางดูด 2 ห้อง (Suction Chamber) อยู่ด้านล่าง

- การทำงานของสูบ

เมื่อโยกคันโยก (Pump Lever) ไปด้านหนึ่ง จะทำให้ลิ้นแผ่นกันกลับและบ่าลิ้นตัวล่าง (Valve Seat , Lower) หมุนตาม ทำให้เกิดแรงดูด ดูดน้ำมันหล่อในห้องทางดูดด้านหนึ่งและลิ้นแผ่นกันกลับของห้องทางดูดอีกด้านหนึ่งจะเปิดให้น้ำมันหล่อเข้าห้องทางส่ง

เมื่อโยกคันโยกกลับมาอีกด้านหนึ่ง ในห้องดูดด้านที่ดูดน้ำมันหล่อเข้ามาครั้งแรกจะเปิดลิ้นแผ่นกันกลับให้น้ำมันหล่อเข้าห้องทางส่ง อีกด้านหนึ่งจะปิดลิ้นแผ่นกันกลับเกิดแรงดูดดูดน้ำมันหล่อเข้ามา

- การซ่อมบำรุงรักษา

ตามรายละเอียดในบทที่ 9 ข้อ 13.

4.3.3 หม้อกรองตะแกรงละเอียดน้ำมันหล่อเริ่มเดิน (Oil Gap Filter) (รูป 3.21)

ความถี่ไส้ตะแกรงกรอง (Gap Width) 0.05 มม.

ติดตั้งอยู่ในท่อทางส่งของสูบน้ำมันหล่อเริ่มเดิน ก่อนส่งไปเข้าเครื่องควบคุมความเร็วและระบบน้ำมันหล่อส่วนขับหมุนเครื่อง

- ส่วนประกอบที่สำคัญ

เรือนหม้อกรอง (Filter Housing or Bowl)

ไส้ตะแกรงกรอง (Gap Insert)

คันหมุนไส้ตะแกรงกรอง (Turning Handle)

แปรงทำความสะอาด (Cleaning Blush)

- การทำงาน

น้ำมันหล่อจะไหลเข้าหม้อกรองทางช่องทางเข้า เข้าไปรอบ ๆ ภายนอกไส้ตะแกรงกรองผ่านเข้าสู่ภายใน รวมกันไปออกที่ช่องทางออกหม้อกรอง สิ่งสกปรกที่ปนมากับน้ำมันหล่อจะติดอยู่ด้านนอกไส้ตะแกรงกรองและตกลงไปรวมกันอยู่ด้านล่างของหม้อกรอง สามารถระบายออกทิ้งได้โดยปลั๊กระบาย (Drain Plug)

- การซ่อมบำรุงรักษา

ดูรายละเอียดในบทที่ 9 ข้อ 14.

4.3.4 สวิทช์ควบคุมกำลังดันน้ำมันหล่อ (Oil Pressure Control Switch)

ติดตั้งอยู่ที่ท่อทางส่งน้ำมันหล่อเริ่มเดินก่อนเข้าเครื่องควบคุมความเร็ว

ทำหน้าที่ตัด – ต่อ วงจรไฟฟ้าเริ่มเดินเครื่อง (Start Release) เมื่อกำลังดันน้ำมันหล่อสูงถึงเกณฑ์ที่กำหนด

ค่าใช้การของสวิทช์ 0.75 – 1.1 บาร์

ลักษณะและหลักการทำงานเช่นเดียวกับสวิทช์ควบคุมกำลังดันน้ำมันหล่อในระบบน้ำมันหล่อส่วนขับหมุนเครื่อง ดังที่กล่าวมาแล้ว

4.3.5 ลิ้นกันกลับ (Non – Return Valve)

ติดตั้งอยู่ที่ทางส่งน้ำมันหล่อเริ่มเดิน ก่อนเข้าระบบน้ำมันหล่อส่วนขับหมุนเครื่อง หลังหม้อกรองตะแกรงละเอียด

ทำหน้าที่เปิดน้ำหล่อระบบเริ่มเดินเข้าทำงานในระบบน้ำมันหล่อส่วนขับหมุนเครื่อง ควบคุมความเร็วเครื่อง และปิดน้ำมันหล่อระบบส่วนขับหมุนเครื่องไม่ให้เข้าทำงานในส่วนจำกัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเริ่มเดินของเครื่องควบคุมความเร็วขณะเครื่องเดิน

4.4 <u>การซ่อมบำรุงรักษาระบบน้ำมันหล่อลื่น</u>

ดูรายละเอียดในบทที่ 9 ข้อ 15.

********** END **********

บทที่ 4

ระบบระบายความร้อนเครื่องยนต์

(Cooling System)

การระบายความร้อนเครื่องยนต์เป็นแบบใช้น้ำระบายความร้อน โดยใช้น้ำจืดระบายความร้อนให้กับเครื่องยนต์ แล้วใช้น้ำทะเลดับความร้อนน้ำจืดอีกครั้งหนึ่ง จึงสามารถแบ่งระบบระบายความร้อนออกเป็นระบบย่อยได้ 2 ระบบ คือ

ระบบน้ำทะเล (Raw Water System)

ระบบน้ำจืด (Fresh Water System) ซึ่งรวมไปถึงระบบอุ่นน้ำ (Preheating) ด้วย

(1) ระบบน้ำจืด (Fresh Water System) (รูป 4.1)

กล่าวโดยทั่วไป

ก่อนเริ่มเดินเครื่อง น้ำจืดภายในระบบจะต้องอุ่นให้มีอุณหภูมิอย่างน้อย 40 ^{0}C เพื่อให้เครื่องเริ่มเดินง่าย เกิดการเผาไหม้ที่ดี ไม่เกิดการสะสมคราบเขม่าของน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อ และไม่เกิดการสึกหรอเกินควรของเครื่อง เนื่องจากเริ่มเดินเครื่องจากเครื่องเย็นเกินไป

ในขณะเดินเครื่อง น้ำจืดในระบบจะถูกสูบส่งโดยสูบน้ำจืดของระบบให้วนเวียนระบายความร้อนให้กับเครื่องยนต์ทุก ๆ ส่วน แล้วถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำทะเลออกนอกระบบไป

การจัดทางเดินน้ำจืดในเครื่อง 12V , 16V และ 20V จะแตกต่างกันบ้าง แต่ส่วนที่สำคัญและหลักการต่าง ๆ จะเหมือนกัน (ให้ดูรายละเอียดในคู่มือประจำเครื่อง)

(2) ระบบน้ำทะเล (Raw Water System) (รูป 4.2 และ 4.3)

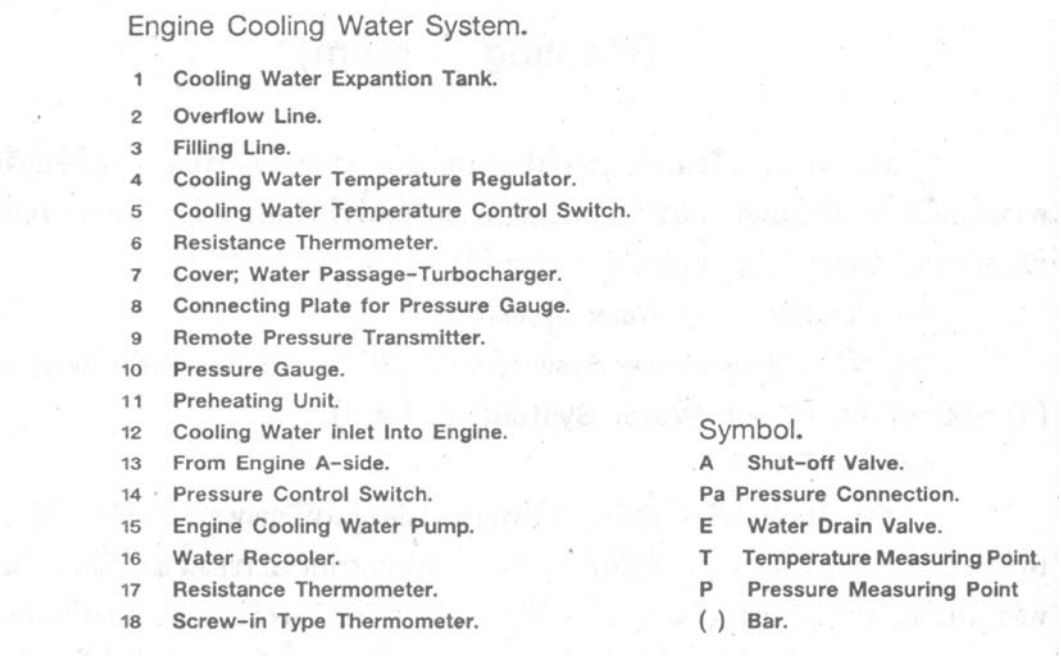
กล่าวโดยทั่วไป

ทำหน้าที่จัดส่งน้ำทะเลเข้าระบายความร้อนในส่วนต่าง ๆ คือ

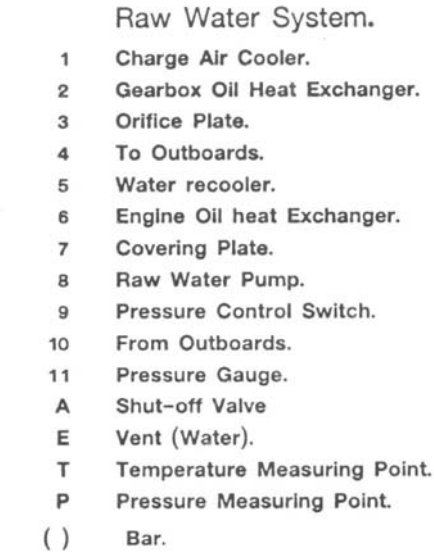
- หม้อถ่ายเทความร้อนน้ำจืด (Engine Coolant Cooler)
- หม้อถ่ายเทความร้อนน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ (Engine Oil Heat Exchanger)
- หม้อถ่ายเทความร้อนน้ำมันหล่อเกียร์ (Gearbox Oil Heat Exchanger)
- หม้อถ่ายเทความร้อนอากาศดี (Charge Air Cooler)
- ท่อแก๊สเสีย (Exhaust Pipe)

ในขณะเดินเครื่องสูบน้ำทะเลประจำระบบ จะสูบน้ำทะเลจากภายนอกเข้ามาระบายความร้อนในส่วนต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้ว ส่งออกทิ้งภายนอก

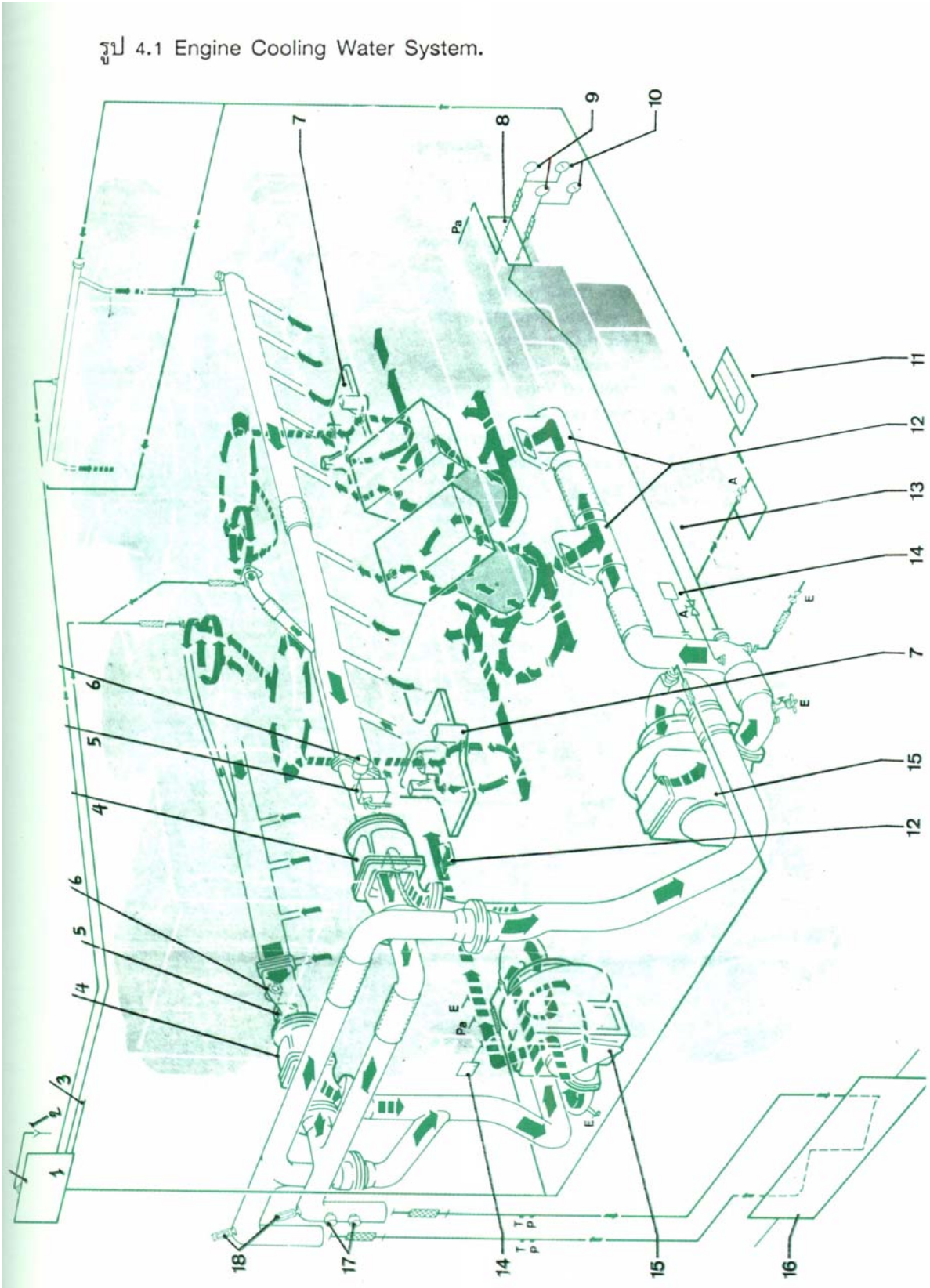
รูป 4.1 DIESEL ENGINE 20 V 538 TB.



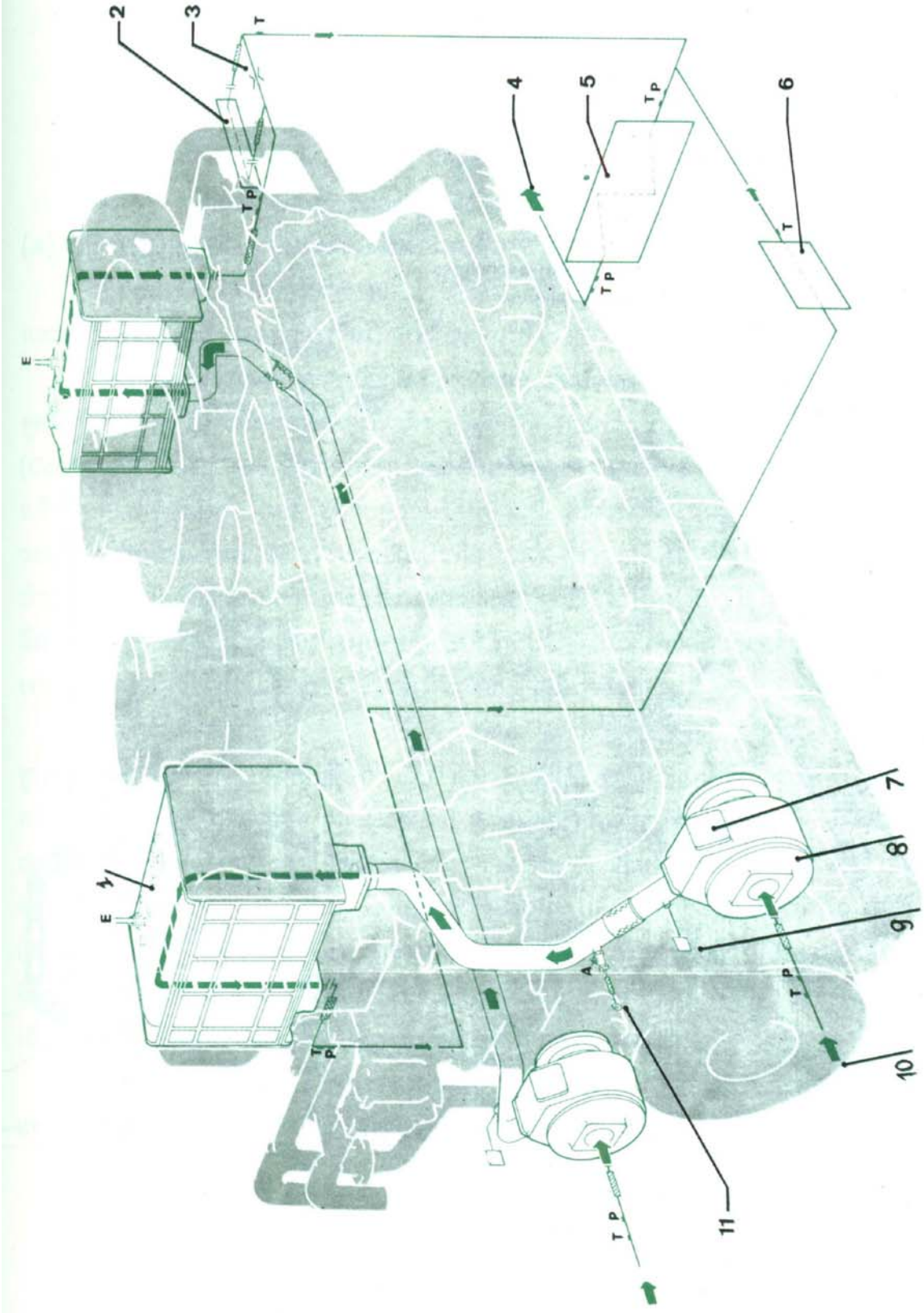
รูป 4.2 DIESEL ENGINE 20 V 538 TB.



รูป 4.1 Engine Cooling Water System.



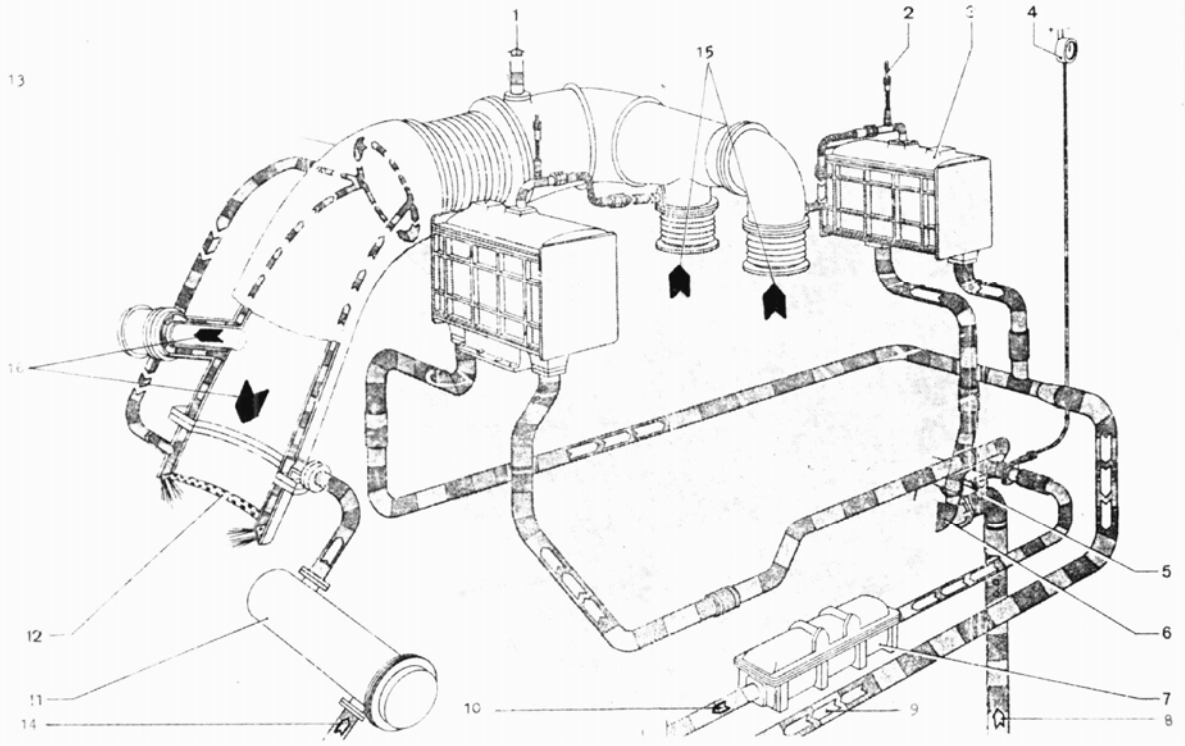
รูป 4.2 Raw Water System.



รูป 4.3 DIESEL ENGINE 16 V 538 TB.
Cooling Exhaust Pipe.

1 To Outboards.
2 Vent Line.
3 Charge Air Cooler.
4 Pressure Gauge.
5 Shut-off Valve.
6 Sea Water Pump.
7 Engine Oil Heat Exchanger.
8 From Cutboards.
9 To Cooling Water Recooler.
10, 14. To Gear Box Oil Heat Exchanger.
11 Gear Box Oil Heat Exchanger.
12 Water Spraying Nozzle Ring.
13 Exhaust Pipe.
15 From Turbocharger.
16 To Outboards.

Symbol.
Sea Water Flow.
Exhaust Gas Flow.



(3) ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบระบายความร้อนเครื่องยนต์

- สูบน้ำจืดหล่อเครื่อง (Engine Coolant Pump)
- หม้อถ่ายเทความร้อนน้ำจืด (Coolant Cooler)
- สูบน้ำทะเล (Raw Water Pump)
- เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด (Coolant Thermostat)
- ถังพักน้ำจืด (Coolant Expansion Tank)
- ชุดอุ่นน้ำจืด (Preheating Unit)

(4) การทำงานของระบบระบายความร้อน (รูป 4.1 , 4.2 และ 4.3)

ก่อนเริ่มเดินเครื่องจะต้องอุ่นน้ำจืดให้มีอุณหภูมิอย่างน้อย 40 ^{0}C โดยการใช้ชุดอุ่นน้ำจืดและเลิกใช้ชุดอุ่นน้ำจืด เมื่อจะเริ่มเดินเครื่อง

เมื่อเครื่องเริ่มทำงานสูบน้ำจืด (Fresh Water Pump) ประจำระบบก็จะเริ่มทำงานดูดน้ำจืดจากเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด (Coolant Thermostat) หรือหม้อถ่ายเทความร้อนน้ำจืด (Coolant Cooler) ส่งเข้าตอนล่างปลอกสูบเข้าหล่อระบายความร้อนรอบ ๆ ภายนอกปลอกสูบแล้วไหลออกตอนบนไปหล่อระบายความร้อนตามช่องทางน้ำจืดในฝาสูบแล้วไหลออกแยกไปหล่อระบายความร้อนเทอร์โบชาร์จและไปเข้าท่อรวมน้ำจืดรวมกันไปเข้าเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด ถ้าอุณหภูมิยังต่ำกว่าเกณฑ์ เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดจะเปิดให้น้ำจืดไหลไปเข้าเครื่องสูบน้ำจืดอีก แต่ถ้าอุณหภูมิน้ำจืดสูงถึงเกณฑ์ก็จะเปิดให้น้ำจืดไปผ่านหม้อถ่ายเทความร้อนน้ำจืดเพื่อถ่ายเทความร้อนน้ำจืดให้กับน้ำทะเล แล้วจึงไหลไปเข้าสูบน้ำจืดต่อไป

ขณะเดียวกันสูบน้ำทะเล (Raw Water Pump) ประจำระบบก็จะเริ่มทำงานด้วย โดยสูบน้ำทะเลจากภายนอกผ่านหม้อกรองทางดูด (Strainer) เข้ามาและส่งน้ำทะเลไปผ่านหม้อถ่ายเทความร้อนอากาศดี (Charge Air Cooler) , หม้อถ่ายเทความร้อนน้ำจืด (Coolant Cooler) , หม้อถ่ายเทความร้อนน้ำมันหล่อ (Engine Oil Heat Exchanger) และหม้อถ่ายเทความร้อนน้ำมันหล่อเกียร์ (Gearbox Oil Heat Exchanger) แล้วออกไปหล่อระบายความร้อนรอบ ๆ ท่อแก๊สเสีย (Exhaust Pipe) แล้วส่วนหนึ่งจะส่งออกนอกเรือไป อีกส่วนหนึ่งจะส่งไปดับความร้อนแก๊สเสียโดยฉีดพ่นผ่านหัวฉีดวงแหวน (Water Spraying Nozzle Ring) ฉีดพ่นน้ำทะเลเข้าดับความร้อนแก๊สเสียที่ปลายท่อแก๊สเสียโดยตรงแล้วผสมกับแก๊สเสียออกนอกเรือไป (รูป 4.3)

การจัดระบบทางเดินของระบบระบายความร้อนของเครื่อง 12V , 16V และ 20V นี้ จะแตกต่างกันบ้างให้ดูรายละเอียดในคู่มือประจำเครื่องแต่ละเครื่อง

(5) รายละเอียดของระบบระบายความร้อน

5.1 <u>สูบน้ำจืดหล่อเครื่อง (Engine Coolant Pump)</u> (รูป 4.4)

เป็นแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Pump) ติดตั้งอยู่ทางด้าน KS. ของเครื่อง (ในเครื่อง 12V , 16V จะมีตัวเดียว ในเครื่อง 20V จะมี 2 ตัว) ขับหมุนโดยเพลาข้อเหวี่ยงผ่านเฟืองลอย (Idle Gear) และเฟืองขับ (Drive Gear)

ภายในเรือนสูบ (Housing) จะประกอบด้วยเพลา 2 เพลา คือ เพลาหลัก (Main Shaft) หรือเพลาสูบ (Pump Shaft) ซึ่งปลายด้านหนึ่งประกอบชุดใบพัด (Impeller Wheel) และ รองรับด้วยแบริ่งลูกปืน (Deep Grove Ball Bearing) 1 ชุด ปลายอีกด้านหนึ่งประกอบด้วยเฟืองขับ (Drive Gear) และรองรับด้วยแบริ่งแท่งลูกกลิ้ง (Cylindrical Roller Bearing) 1 ชุด อีกเพลาหนึ่งคือเพลากลาง (Intermediate Shaft) ซึ่งประกอบด้วยเฟืองลอย (Idle Gear) และรองรับด้วยแบริ่งแท่งลูกกลิ้ง (Cylindrical Roller Bearing) 2 ชุด

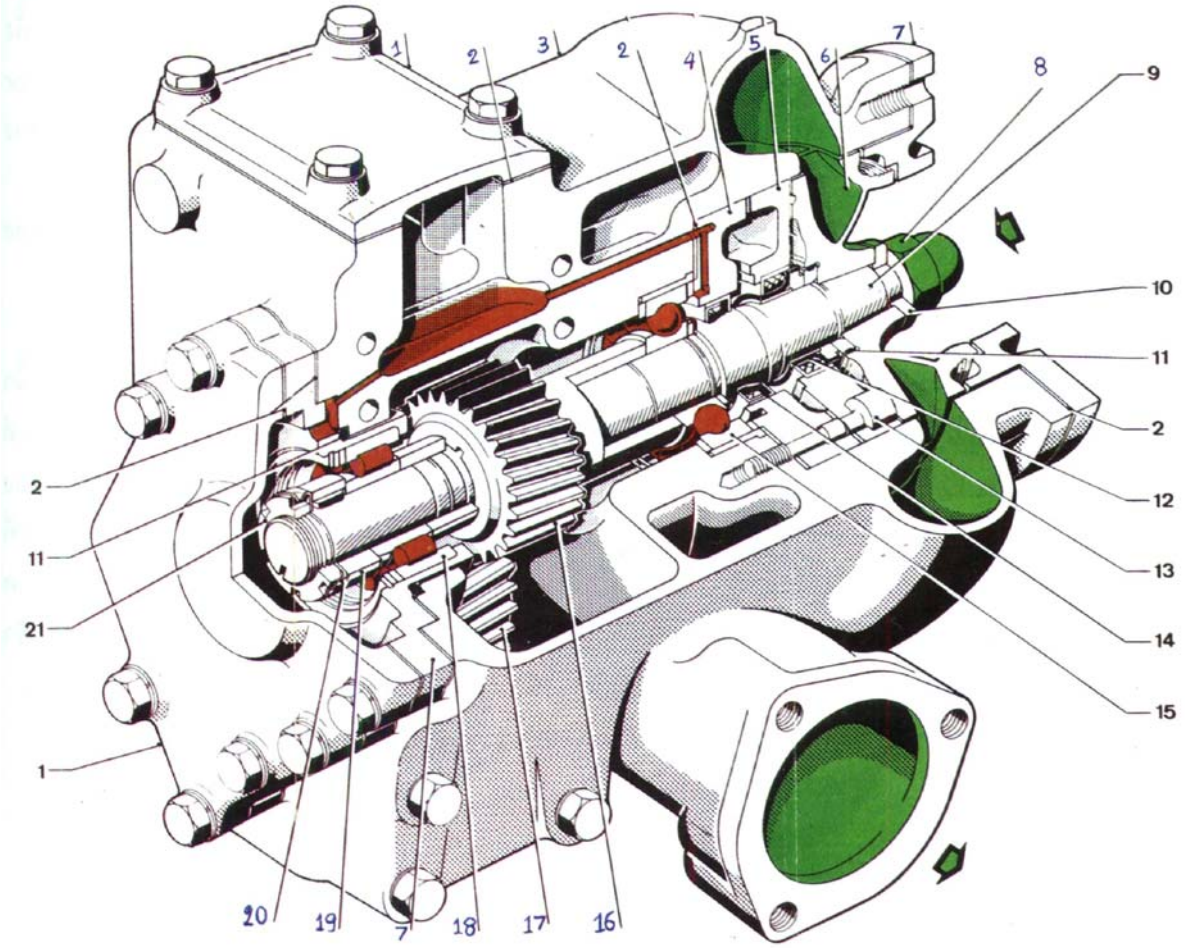
การหล่อลื่นแบริ่งก็โดยการวักสาดของหมู่เฟือง (Gears) ให้น้ำมันหล่อเข้าไปในห้องน้ำมันหล่อ (Case Pocket) ของสูบ แล้วไหลไปตามช่องทางภายในสูบ ไปหล่อแบริ่งแล้วไหลกลับห้องหมู่เฟือง (Gear Case)

ที่เพลาสูบ (Pump Shaft) ระหว่างแบริ่งและชุดใบพัดจะมีการป้องกันไม่ให้น้ำมันหล่อปนกับน้ำจืดโดยวงกันรั่ว (Seal) 2 ชุด คือ วงกันรั่วน้ำมันหล่อ (Oil Seal) 1 ชุด และวงกันรั่วน้ำ (Water Seal) 1 ชุด และช่องระหว่างวงกันรั่วทั้งสองจะเจาะรูเล็ก ๆ ทะลุเรือนสูบ (Housing) ออกมาภายนอกเรียกว่า รูตรวจรั่ว (Tell – Tale Bore or Control Bore) เพื่อตรวจสอบดูการรั่วของน้ำและน้ำมันหล่อที่ไหลออกมาจากวงกันรั่วทั้งสองซึ่งปกติจะต้องไม่มี

รูป 4.4 DIESEL ENGINE V 538 TB 91.

Engine Cooling Water Pump.

1 Cover
2 Gasket.
3 Water Pump Housing.
4 Oil Seal Carrier.
5 Water Seal Carrier.
6 Impeller Wheel.
7 Intermediate Piece.
8 Cap nut.
9 Pump Shaft.
10 Washer
11 O-ring.
12 Water Seal.
13 Stress Bolt.
14 Oil Seal.
15 Deep Groove Ball Bearing.
16 Drive Gear Wheel.
17 Intermediate Gear Wheel.
18 Cylindrical Roller Baearing.
19 Distance Bush.
20 Tap Washer.
21 Grooved nut.



5.2 <u>สูบน้ำทะเล (Raw Water Pump)</u>

ติดตั้งอยู่ทางด้าน GKS. ของเครื่อง ในเครื่อง 12V , 16V จะมี 1 ตัว ในเครื่อง 20V จะมี 2 ตัว ขับหมุนโดยเพลาข้อเหวี่ยงผ่านเฟืองลอย (Idle Gear) และเฟืองขับ (Drive Gear) มีใช้อยู่ 2 แบบ คือ

5.2.1 MTU Pump

รายละเอียดต่าง ๆ เช่นเดียวกับสูบน้ำจืดที่กล่าวมาแล้วยกเว้นด้านน้ำทะเล (Water Side) ทำด้วยโลหะทองแดงผสมดีบุก (Bronze)

5.2.2 Pegson Pump (รูป 4.5)

เป็นแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Pump) ไล่อากาศด้วยตัวเอง (Self Priming) เพลาสูบ (Pump Shaft) รองรับด้วยแบริ่งลูกปืน 2 ชุด (Deep Grove Ball Bearing) ซึ่งได้รับการหล่อลื่นโดยการวักสาดของเฟือง (Gear) ในห้องหมู่เฟือง (Gear Case) ด้านชุดใบพัดจะมีวงกันรั่วอยู่ 2 ชุด คือ วงกันรั่วน้ำ (Water Seal) และวงกันรั่วน้ำมันหล่อ (Oil Seal) ช่องว่างระหว่างรูกันรั่วทั้งสองจะเจาะรูทะลุเรือนสูบ (Housing) ออกมาภายนอกเรียกว่ารูตรวจรั่ว (Tell – Tale Bore or Control Bore) เพื่อตรวจดูการรั่วไหลของน้ำหรือน้ำมันหล่อที่อาจจะรั่วไหลออกมาจากวงกันรั่วทั้งสอง ซึ่งปกติจะต้องไม่มี

ที่ช่องทางดูดจะมีชุดลิ้นทางดูด (Suction Valve) ซึ่งเป็นลิ้นกันกลับประกอบอยู่กับช่องทางดูดเรือนสูบ (Housing)

- การทำงาน

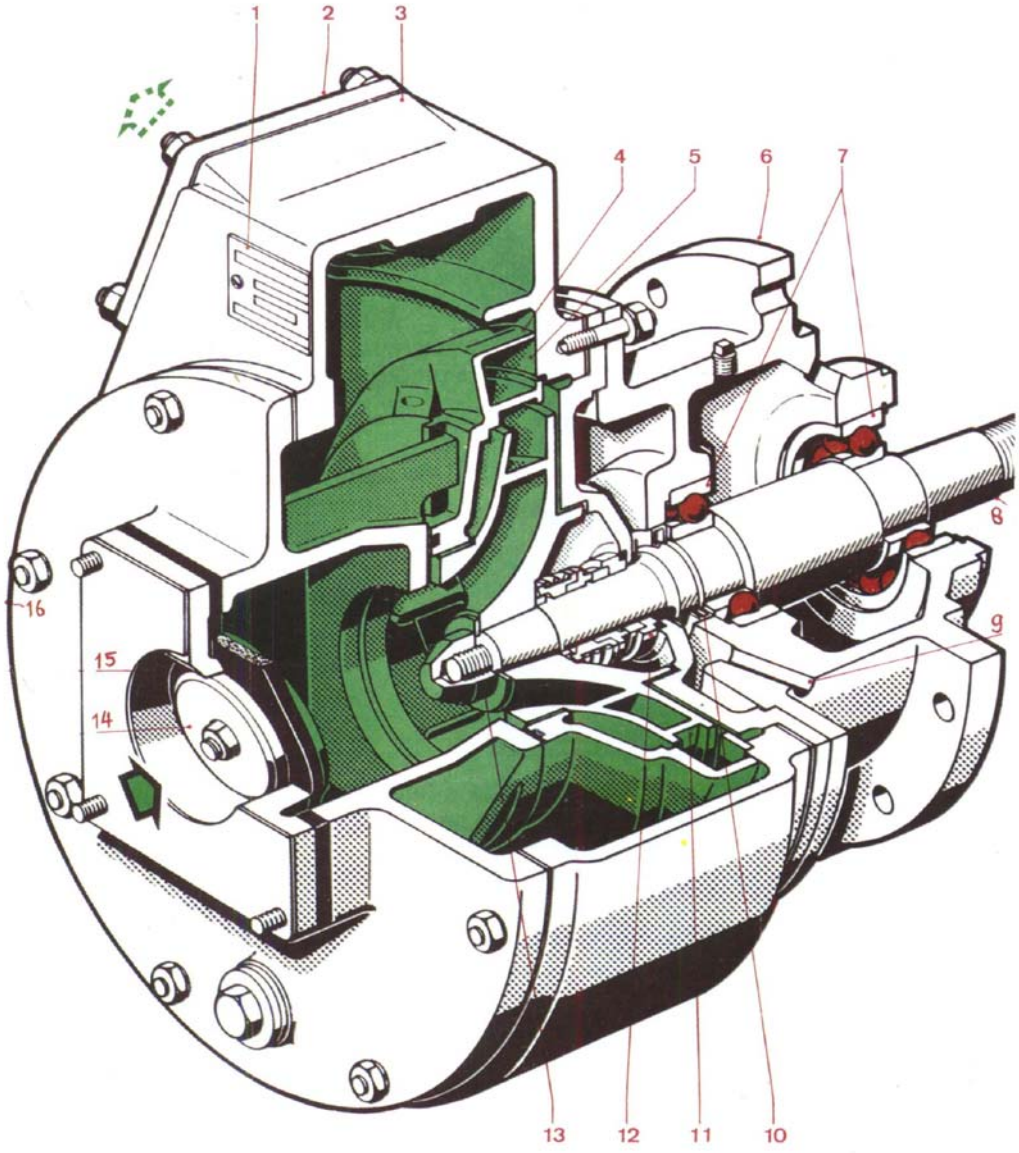
ขณะหมุนถ้าช่องทางดูดไม่มีน้ำคือ มีอากาศภายใน ลิ้นทางดูดจะปิด (Closed) ทำให้น้ำจากร่องแหวนนำ (Guide Ring Channel) ไหลย้อนกลับมาที่ชุดใบพัด (Impeller Wheel) แต่เนื่องจากชุดใบพัดหมุนอยู่ด้วยความเร็วสูบจะมีแรงเหวี่ยงมากจะเหวี่ยงน้ำและอากาศส่งไปที่ห้องกำลังดัน (Pressure Chamber) ทำให้น้ำและอากาศแยกตัวออกจากกัน น้ำจะไหลย้อนกลับมาที่ใบพัดและถูกเหวี่ยงออกไปอีก อาการเช่นนี้เกิดขึ้น ซ้ำ ๆ กันไปเรื่อง ๆ จนกระทั่งน้ำและอากาศในช่องทางดูดถูกดูดออกจนหมด เกิดความดันต่ำมากในช่องทาง ลิ้นทางดูดจะเปิดน้ำจะถูกดูดเข้ามาโดยชุดใบพัดผ่านลิ้นทางดูด และส่งไปผ่านปีกวงนำ (Vane Guide Ring) ให้มีกำลังดันสูงขึ้น

ในการเดินเครื่องครั้งแรก (Initial Service) จะต้องเติมน้ำในสูบให้เต็ม

รูป 4.5 DIESEL ENGINE (V 538)

Raw Water Pump – Pegson.

1	Serial No. Plate.	9	Control bore.
2	Cover Plate.	10	Oil Seal.
3	Water Pump Housing.	11	Impeller Wheel.
4	Vane Guide Ring.	12	Water Seal.
5	Guide Ring Channel.	13	Flanged Nut.
6	Bearing Housing.	14	Suction Valve.
7	Deep Groove Ball Bearing.	15	Valve seat.
8	Pump Shaft.	16	Valve Housing.



5.3 <u>หม้อถ่ายเทความร้อนน้ำจืด (Coolant Cooler)</u>

เป็นส่วนประกอบที่แยกต่างหากจากเครื่องยนต์ ทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนออกจากน้ำจืดโดยน้ำทะเล

มีใช้อยู่ 2 แบบคือ

5.3.1 แบบหลอดกลม (รูป 4.6)

มีลักษณะเป็นหมู่หลอดกลมตรงด้านหัว – ท้าย ประกอบติดกับฝายึดหมู่หลอด (Bottom Plate) โดยฝายึดหมู่หลอดด้านหนึ่งจะมีลักษณะเป็นฝายึดหมู่หลอดเลื่อนตัวได้ (Sliding Bottom Plate) เพื่อชดเชยการขยายตัวและหดตัวของหมู่หลอดกันรั่วน้ำจืดและน้ำทะเลโดยวงแหวนยางกันรั่ว (Rubber Sealing Ring) 2 ชุด และแหวนวงกลาง (Intermediate Ring)

ที่แหวนวงกลางจะเจาะรูทะลุออกมาภายนอกเรียกว่า รูตรวจรั่ว (Tell – Tale Bore or Control Bore) เพื่อตรวจดูการรั่วของน้ำจืดและน้ำทะเล ซึ่งอาจรั่วจากวงแหวนยางกันรั่วทั้งสอง ซึ่งปกติจะต้องไม่มี

- การทำงาน

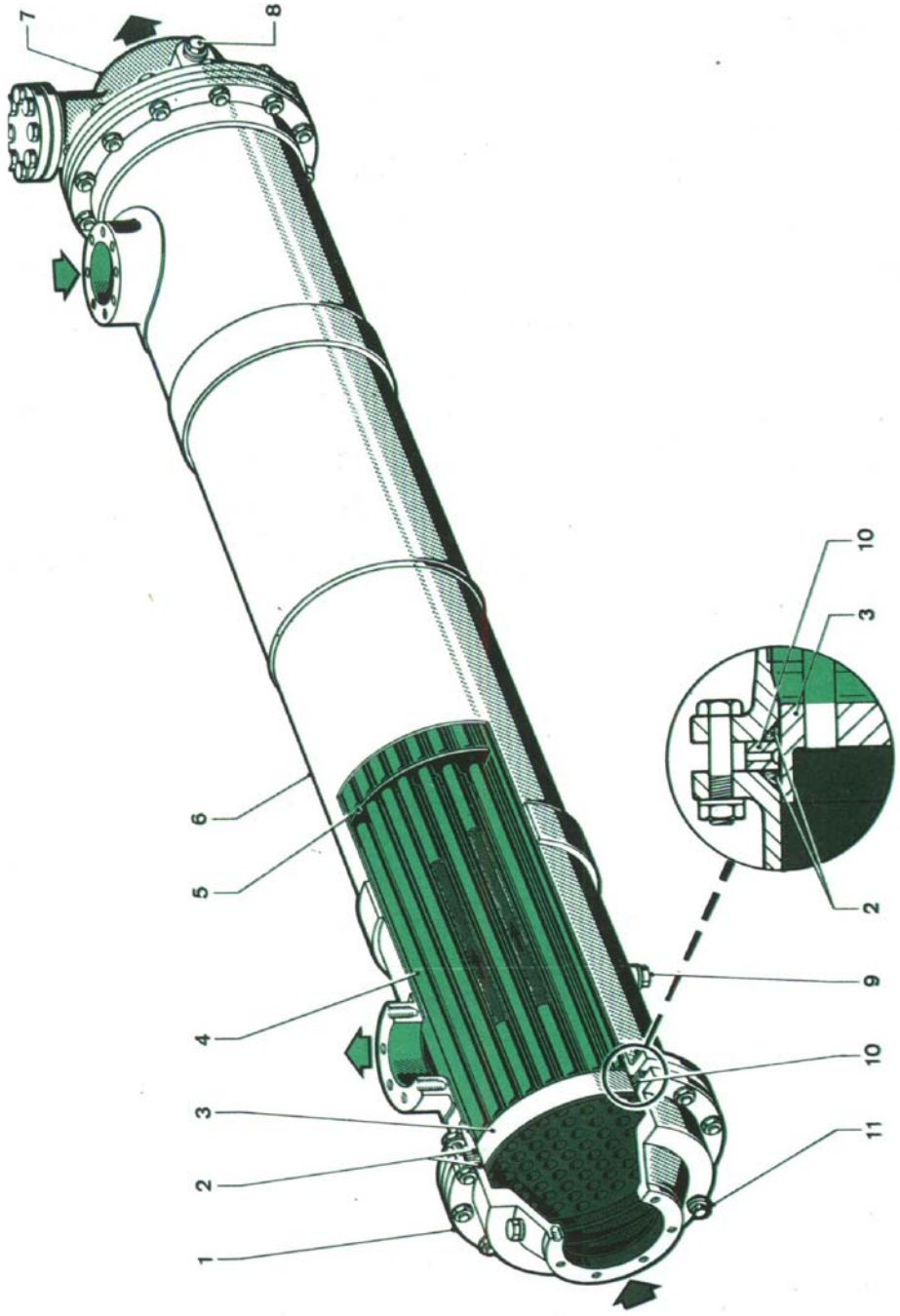
ทางน้ำจืดเข้า – ออกจะอยู่ที่ด้านหัว – ท้าย ของเปลือกหม้อ (Jacket) โดยน้ำจืดจะไหลผ่านด้านนอกหลอดเที่ยวเดียวผ่านแผ่นกั้น (Buffle Plates) ซึ่งติดตั้งอยู่เป็นระยะ ๆ เพื่อควบคุมการไหลของน้ำจืดให้มีการถ่ายเทความร้อนดีที่สุด

ทางน้ำทะเลเข้า – ออก จะอยู่ที่ฝาปิด (Cover) ด้านหัว – ท้าย โดยจัดให้น้ำทะเลไหลในหลอดเที่ยวเดียวและไหลส่วนทางกับน้ำจืด

รูป 4.6 DIESEL ENGINE (V 538)
Cooling Water Re-cooler.

1 Cover.
2 O-ring.
3 Slide Bottom.
4 Tube Assembly.
5 Baffle Plate.
6 Jacket.
7 Cover.
8 Screwed Plug.
9 Drain Plug (Engine Cooling Water).
10 Intermediate Ring.
11 Drain Plug (Untreated Water).

รูป 4.6 Cooling Water Re-cooler.



5.3.2 แบบหลอดแบน (รูป 4.7)

มีลักษณะเป็นหมู่หลอดแบน (Flat Tube) 2 หมู่หลอด ด้านหัว – ท้าย หมู่หลอดประกอบติดกับฝายึดหมู่หลอด (Bottom Plate) และประกอบอยู่ในเรือน (Casing) เดียวกันโดยมีฝาปิด (Cover) 2 ฝา ปิดอยู่ด้านหนึ่งของหมู่หลอดทั้งสองและท่อต่อ (Connecting Piece) เป็นส่วนเชื่อมต่อของหมู่หลอดทั้งสอง

ฝายึดหมู่หลอด (Bottom Plate) ของหมู่หลอดด้านฝาปิด (Cover) จะมีการกันรั่วน้ำด้วย Gasket ส่วนด้านท่อต่อ (Connecting Piece) จะทำเป็นฝายึดหมู่หลอดเลื่อนตัวได้ (Sliding Bottom Plate) เพื่อชดเชยการยืดหดตัวของหมู่หลอด และกันน้ำรั่วด้วยวงแหวนก้น (Distance Ring) และ วงแหวนกันรั่ว (O – Ring) 2 ชุด

- การทำงาน

ทางน้ำจืดจะไหลเข้าที่ช่องทางเข้าด้านข้างของเรือน (Casing) เข้าไปภายในหม้อ รอบ ๆ ภายนอกหมู่หลอด แล้วไหลออกที่ช่องทางออกด้านบนของเรือน

ทางน้ำทะเลเข้าจะอยู่ที่ฝาปิดด้านหนึ่งไหลเข้าภายในหมู่หลอดหมู่หนึ่งแล้วไหลออกผ่านท่อต่อกลับมาเข้าหมู่หลอดอีกหมู่หนึ่งแล้วไหลออกจากหม้อถ่ายเทความร้อนที่ช่องทางออก

- การซ่อมบำรุงรักษา

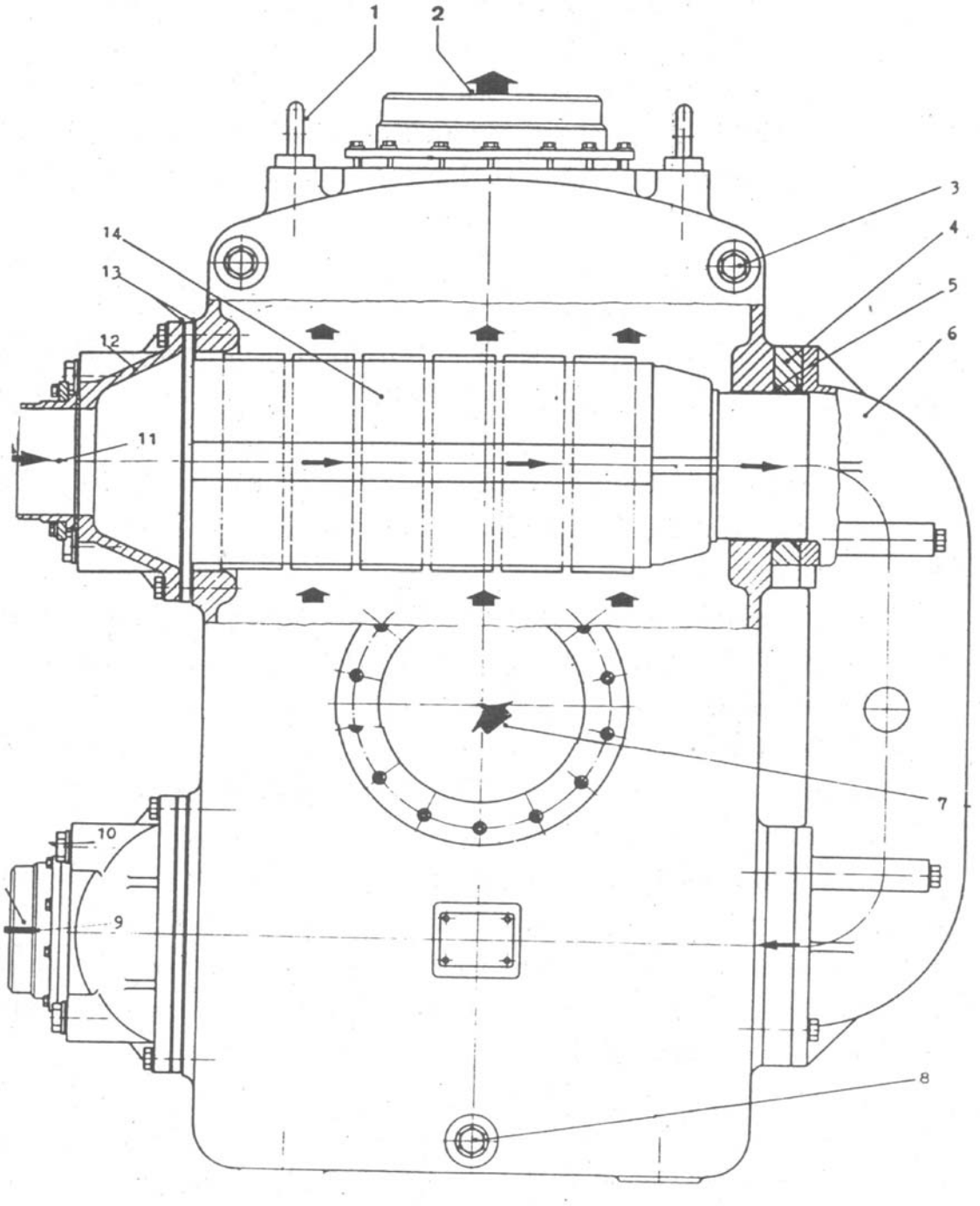
ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 16.

รูป 4.7 DIESEL ENGINE (V 538)

Water Re-cooler - Flat - tube Type.

1	Lifting Eye Bolt.
2	Engine Cooling Water Outlet.
3	Screwed Plug.
4	Distance Ring.
5	O-ring.
6	Connecting Piece.
7	Engine Cooling Water Inlet.
8	Screwed Plug.
9	Raw Water Outlet.
10	Screwed Plug.
11	Raw Water Inlet.
12	Cover.
13	Gasket.
14	Flat-tube Element.

รูป 4.7 Water Re-cooler-Flat-tube Type.



5.4 <u>เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด (Coolant Thermostat)</u> (รูป 4.8)

ติดตั้งอยู่ที่ทางน้ำจืดออกจากเครื่องก่อนเข้าหม้อถ่ายเทความร้อนน้ำจืด ในเครื่อง 12V , 16V มี 1 ตัว ในเครื่อง 20V มี 2 ตัว ๆ ละแถวสูบ

อุณหภูมิเปิด (Open Temperature) = 75 ^{0}C + 2 ^{0}C

อุณหภูมิเปิดเต็มที่ (Full Open Temperature) = 87 ^{0}C

ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดในระบบให้อยู่ในเกณฑ์ใช้การที่กำหนด โดยเปิดทางน้ำจืดเข้าหม้อถ่ายเทความร้อน หรือเปิดน้ำจืดเข้าหม้อถ่ายเทความร้อนเมื่ออุณหภูมิน้ำจืดถึงเกณฑ์กำหนด

มีลักษณะเป็นตัวเรือน (Housing) มีทางน้ำเข้า 1 ทาง , ทางน้ำออกไปเข้าสูบน้ำจืด 1 ทาง และทางน้ำออกไปเข้าหม้อถ่ายเทความร้อนน้ำจืด 1 ทาง ภายในประกอบด้วยแผ่นลิ้นเลื่อน (Swivel Slide) ทำหน้าที่ปิด – เปิด ช่องทางน้ำเข้า – ออก โดยจะรับอาการเลื่อนปิด – เปิด จากส่วนรับความร้อน (Thermal Element)

ส่วนรับความร้อนมีลักษณะเป็นกระเปาะ (Capsule) ภายในบรรจุด้วยสารที่ไวต่อการขยายตัว จำพวกขี้ผึ้ง (Wax) ซึ่งจะขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน

- การทำงาน

เมื่อเริ่มเดินเครื่องน้ำยังเย็นอยู่ ลิ้นเลื่อนจะอยู่ในตำแหน่งปกติ โดยกำลังดึงของสปริงดึง (Draw Spring) คือ ปิด (Closed) ช่องทางน้ำเข้าหม้อถ่ายเทความร้อนน้ำจืดและเปิด (Open) ช่องทางน้ำไปเข้าสูบน้ำจืด

เมื่อน้ำร้อนขึ้นถึงอุณหภูมิ 75 ^{0}C สารในส่วนรับความร้อนจะขยายตัวส่งอาการให้ลิ้นเลื่อน เลื่อนตัวเริ่มเปิด (Open) ช่องทางน้ำเข้าหม้อถ่ายเทความร้อนน้ำจืด ในขณะเดียวกันก็จะเริ่มปิด (Closed) ช่องทางน้ำจืดไปเข้าสูบน้ำจืด

ลิ้นเลื่อนนี้จะเลื่อนตัวไปตามอุณหภูมิของน้ำจืดที่สูงขึ้นจนกระทั่งอุณหภูมิน้ำจืดสูงถึง 87 ^{0}C ลิ้นเลื่อนจะเลื่อนไปปิด (Closed) ช่องทางน้ำไปเข้าสูบน้ำจืด

ลิ้นเลื่อนนี้จะเลื่อนตัวไปตามอุณหภูมิของน้ำจืดที่สูงขึ้นจนกระทั่งอุณหภูมิน้ำจืดสูงขึ้น 87 ^{0}C ลิ้นเลื่อนจะเลื่อนไปปิด (Closed) ช่องทางน้ำไปเข้าสูบน้ำจืด และเปิด (Open) ช่องทางน้ำจืดไปเข้าหม้อถ่ายเทความร้อนน้ำจืดเต็มที่

- การปรับแต่งฉุกเฉิน (Emergency Adjustment)

ถ้าส่วนรับความร้อน (Thermal Element) ชำรุดหรือทำงานไม่ถูกต้อง จะสังเกตได้จากอุณหภูมิน้ำจืดขณะใช้การสูงหรือต่ำเกินไป ถ้าจำเป็นต้องใช้เครื่องต่อไปก่อนซ่อมทำหรือเปลี่ยนส่วนรับความร้อนใหม่ให้ปรับแต่งฉุกเฉินดังต่อไปนี้

ถอดลวดตราตะกั่วออก (Lead Seal)

คลายนัตล็อค (Lock Nut or Counter Nut) ออกพอสมควร

ใช้ประแจแอลเลน (Allen Key) กวดสลักฉุกเฉิน (Emergency Setting) เข้าไป 5 รอบ

- ข้อควรระมัดระวัง

ในขณะที่ใช้เครื่องโดยการปรับแต่งฉุกเฉินนี้จะต้องคอยตรวจสอบอุณหภูมิน้ำจืดบ่อย ๆ ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไป (Too High) ให้กวดตามเข็มนาฬิกา (Clockwise) ถ้าอุณหภูมิต่อเกินไป (Too Low) ให้คลายทวนเข็มนาฬิกา (Anti – Clockwise)

- การซ่อมบำรุงรักษา

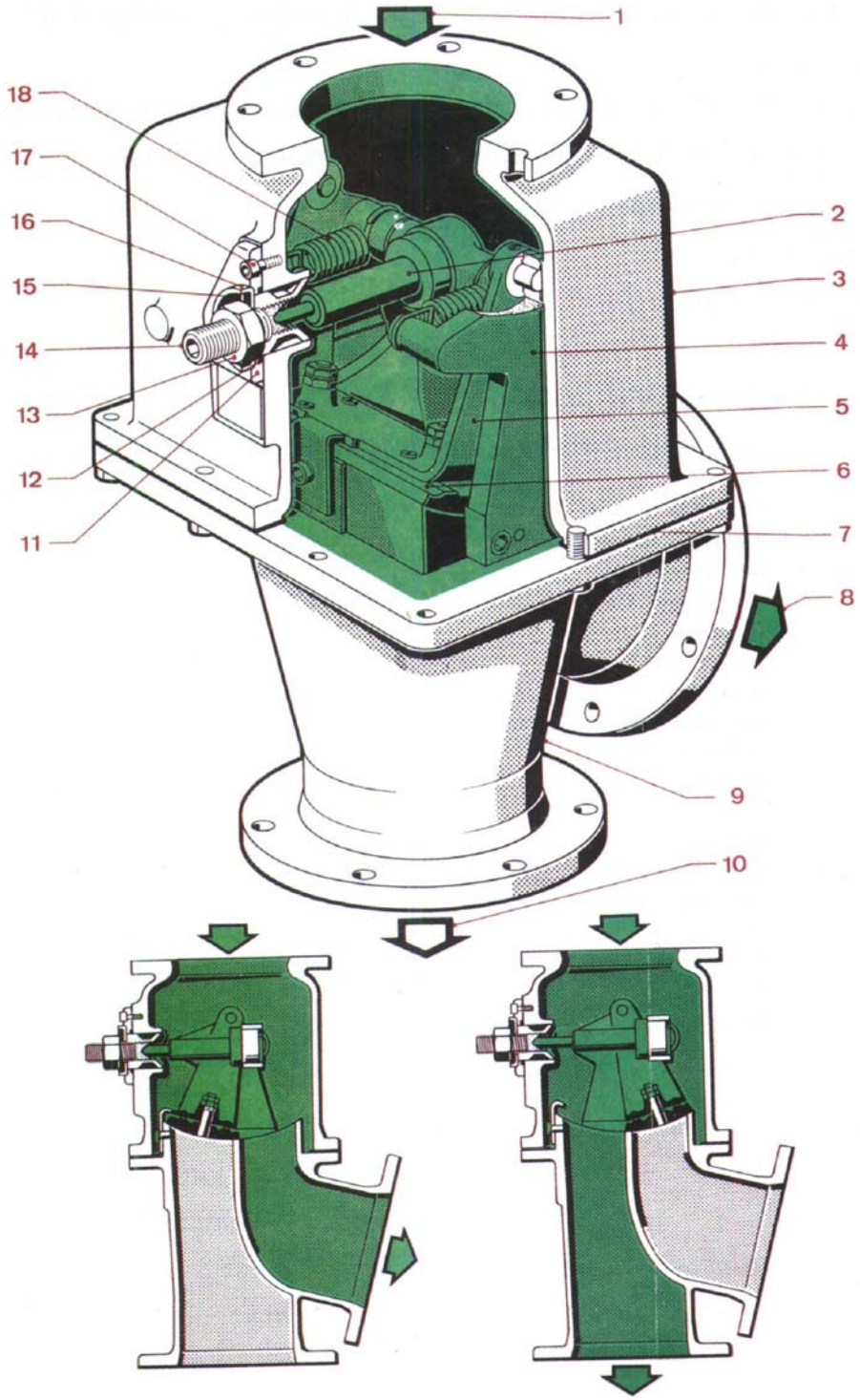
ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 17.

รูป 4.8 DIESEL ENGINE (V 538)

Cooling Water Tempeature Regultor.

1 From The Engine.
2 Thermally Responsive Element.
3 Inlet Housing.
4 Swivel Slide Carrier Support.
5 Bracket.
6 Swivel Slide.
7 Gasket.
8 To The Engine (By-Pass).
9 Outlet Housing.
10 To The Cooler.
11 Cover.
12 O-ring.
13 Couter Nut.
14 Emergency Change-over.
15 Screw Lock
16 Cup-chaped Ring.
17 Screw.
18 Draw Spring.

รูป 4.8 Cooling Water Temperature Regulator.



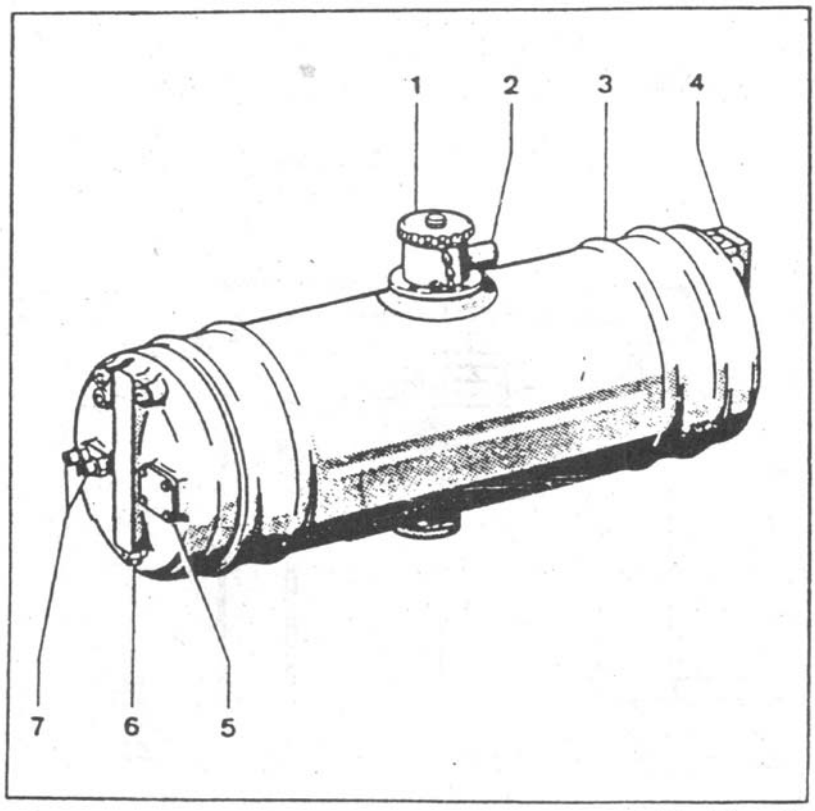
5.5 <u>ถังพักน้ำจืด (Coolant Expansion Tank)</u> (รูป 4.9)

ติดตั้งอยู่ในจุดที่สูงที่สุดของระบบน้ำจืด ทำหน้าที่

- ชดเชยน้ำจืดให้ระบบน้ำจืดมีน้ำเต็มตลอดเวลา
- ชดเชยการขยายตัว – หดตัวของน้ำจืด
- ระบายอากาศออกจาระบบน้ำจืด
- ตรวจวัดน้ำจืดในระบบ

โดยการต่อท่อเล็ก ๆ ระหว่างด้านล่างของถังพักน้ำจืดกับจุดต่อท่อต่าง ๆ ของระบบน้ำจืด

รูป 4.9 Coolant Expansion Tank



1 Breather valve
2 Overflow
3 Coolant expansion tank
4 Sight glass
5 Connection for coolant level monitoring unit
6 Filling connection
7 Connections for vent lines

ส่วนประกอบที่สำคัญ

- ตัวถังพักน้ำจืดทำด้วยโลหะชุบสังกะสี (Galvanized Steel)

- ฝาปิดระบายอากาศ (Breather Valve) เป็นฝาปิดช่องทางเติมน้ำบนถังพักน้ำจืด เพื่อชดเชยการเปลี่ยนกำลังดันในถังพักน้ำจืด คือในขณะที่น้ำจืดมีการเย็นตัวลงกำลังดันภายในถังพักน้ำจืดจะต่ำลงด้วยตามอุณหภูมิ จนเมื่อกำลังดันลดลงเหลือ – 0.10 บาร์ ลิ้นกำลังดูด (Suction Valve) ของฝาปิด ระบายอากาศจะเปิดให้อากาศเข้ามาภายในถังพักน้ำจืดได้และในขณะที่อุณหภูมิน้ำจืดสูงขึ้นกำลังดันภายในย่อมสูงขึ้นด้วยจนเมื่อกำลังดันภายในสูงถึง 0.20 บาร์ ลิ้นกำลังดัน (Pressure Valve) ของฝาปิดระบายอากาศจะเปิดให้อากาศภายในระบายออกจากถังพักน้ำจืดและถ้าระดับน้ำจืดภายในถังสูงเกินไปก็จะระบายออกไปด้วย การปิด – เปิด ฝาระบายอากาศให้ดูคำแนะนำบนฝาปิดลิ้น (Valve Cap)

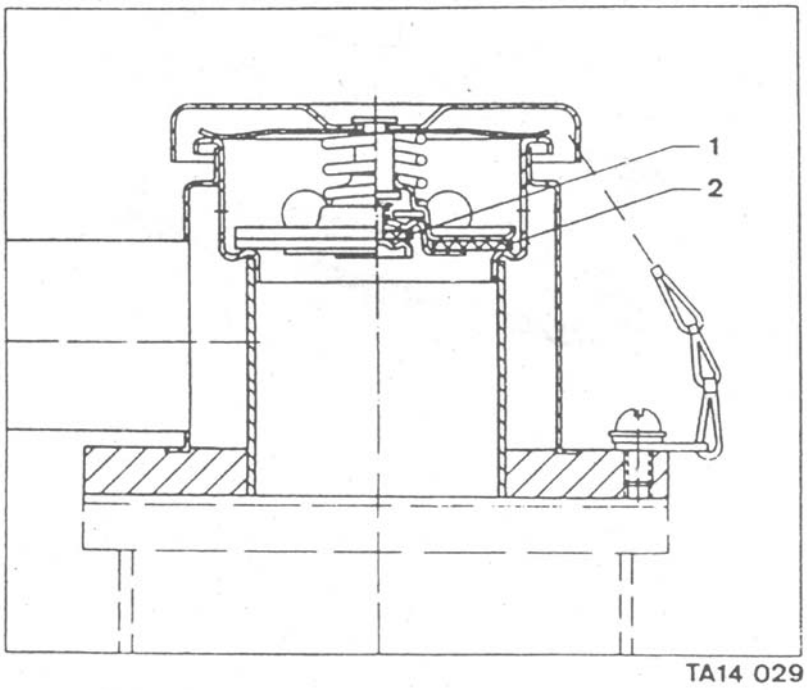
- แผ่นแก้วตรวจระดับน้ำจืด (Sight Glass) ติดอยู่ด้านหัวหรือท้ายถังพัก เพื่อตรวจดูระดับน้ำจืดภายในถังพักน้ำจืดด้วยสายตา

- ชุดตรวจระดับน้ำจืด (Coolant Level Monitoring Unit) ติดตั้งอยู่ด้านหัวหรือท้ายถังพักที่ระดับน้ำใช้การปกติ เพื่อส่งสัญญาณเตือนหรือเลิกเครื่องเมื่อระดับน้ำจืดต่ำกว่าปกติ โดยมีลูกลอย (Float) ซึ่งอยู่ภายในถังพักจะเป็นตัวส่งอาการตามระดับน้ำภายในผ่านการผลักกันของขั้วแม่เหล็กที่เหมือนกันให้เปลี่ยนหน้าสัมผัสสวิทช์ต่อทางไฟ ส่งสัญญาณไปเข้าระบบควบคุมเครื่องต่อไป

- การซ่อมบำรุงรักษา

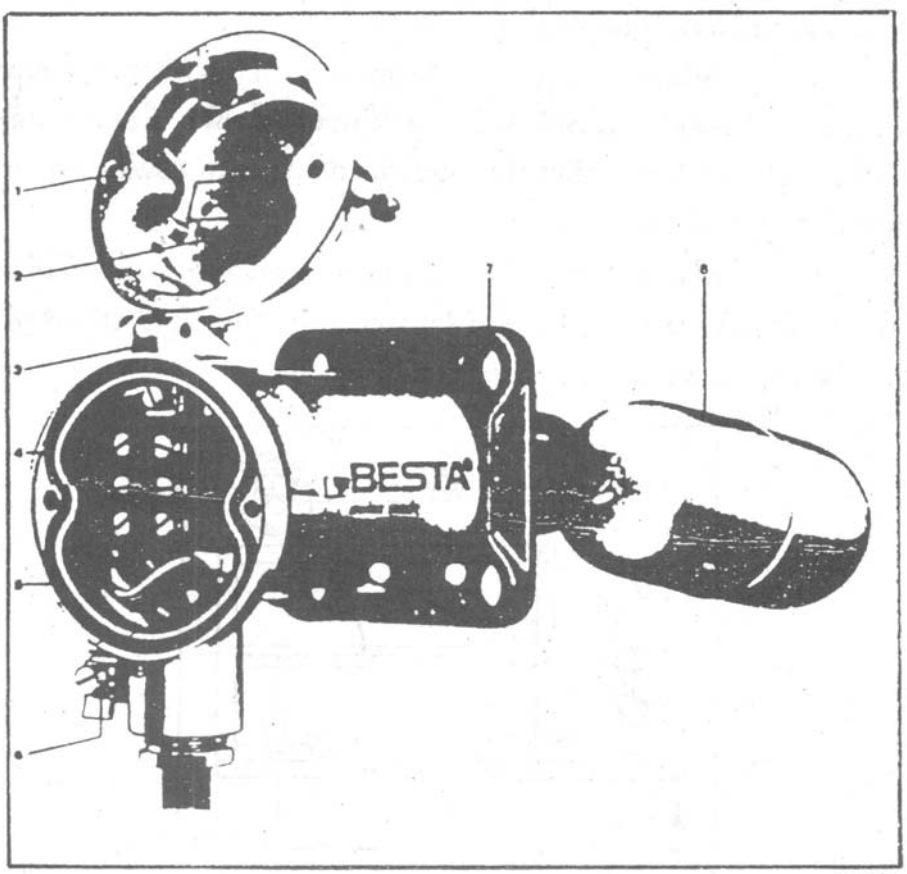
ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 18.

รูป 4.10 Breather Valve



1 Suction valve
2 Pressure valve

รูป 4.11 Coolant Level Monitoring Unit



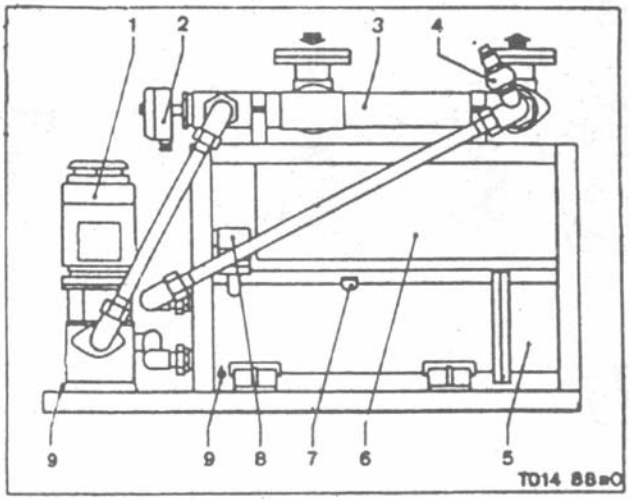
1 Fixing screws
2 Electrical connections
3 Cover
4 Gasket
5 Switch housing
6 Grounding
7 Flange
8 Float

5.6 <u>ชุดอุ่นน้ำจืด (Preheating Unit)</u> (รูป 4.12)

ทำหน้าที่อุ่นน้ำจืดในระบบให้ร้อนก่อนเริ่มเดินเครื่องและจะต้องเลิกใช้ชุดอุ่นน้ำจืดนี้ก่อนเริ่มเดินเครื่อง

ส่วนประกอบที่สำคัญ

- หม้ออุ่นน้ำวนเวียน (Continuous Flow Heater) ภายในประกอบด้วยขดลวดไฟฟ้าขนาด 6 KW. จำนวน 3 ชุด ทำงานโดยกระแสไฟ 440 V , 60 Hz ทำหน้าที่อุ่นน้ำจืดที่ไหลผ่านให้ร้อนขึ้น
- สูบน้ำวนเวียน (Electric Pump) เป็นสูบน้ำขับหมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่สูบน้ำจืดในระบบให้วนเวียนผ่านหม้ออุ่นน้ำขณะที่อุ่นน้ำ
- เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat) ทำหน้าที่รักษาอุณหภูมิน้ำจืดให้อยู่ในย่านที่ตั้งไว้โดยการตัด – ต่อ กระแสไฟฟ้าที่เข้าทำงานในขดลวดไฟฟ้า ซึ่งสามารถตั้งค่าอุณหภูมิได้ตั้งแต่ +10 ^{0}C ถึง +130 ^{0}C แต่ปกติการใช้งานจะใช้ค่าต่อกระแสไฟ (Switching On) 50 ^{0}C ลงมาและตัดกระแสไฟ (Switch Off) ที่ 55 ^{0}C ขึ้นไป
- สวิทช์ควบคุม (Bridge Control) เป็นสวิทช์ต่อทางไฟเข้าทำงานในชุดอุ่นน้ำและเป็นสวิทช์เลือกต่อทางไฟเข้าขดลวดไฟฟ้า สามารถเลือกจำนวนขดลวดไฟฟ้าทำงานได้โดยเลือกจำนวน 1 , 2 หรือ 3 ขดลวด ขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการอุ่น



รูป 4.12 Preheahing Unit

1	Electric pump	5	Continuous flow heater
2	Thermostat	6	Connecting box with contactors and fuses
3	Dummy piece	7	Vent
4	Safety valve		

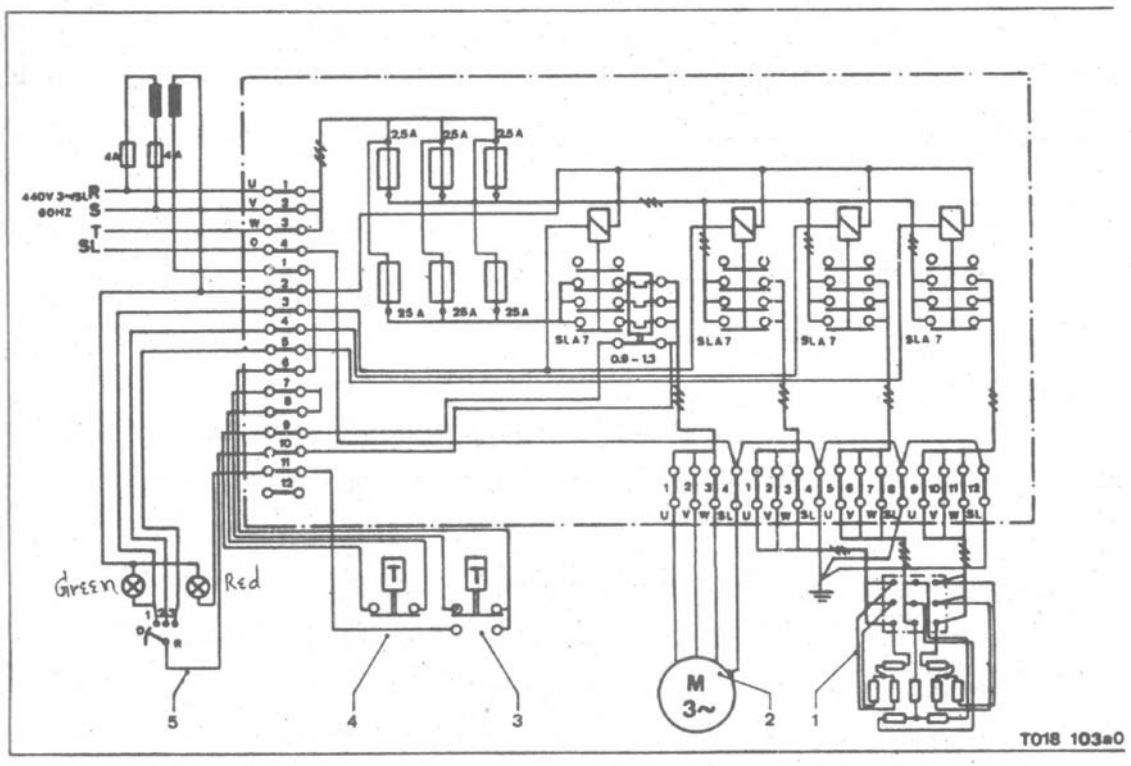
- การทำงาน (รูป 4.13)

เมื่อบิดสวิทช์ควบคุมไปตามตำแหน่งเลือกขดลวด ให้ทำงานตามที่ต้องการแล้ว มอเตอร์สูบน้ำวนเวียนจะทำงานสูบน้ำจืดในระบบให้วนเวียนผ่านขดลวดไฟฟ้าภายในหม้ออุ่นตลอดเวลา เครื่องควบคุมอุณหภูมิจะต่อทางไฟเข้าทำงานในขดลวดจำนวนที่เลือกไว้จนกระทั่งอุณหภูมิของน้ำสูงถึงจุดที่ตั้งไว้ เครื่องควบคุมอุณหภูมิจะตัดทางไฟเข้าทำงานในขดลวดชุดอุ่นน้ำและจะต่อทางไฟเข้าลดลวดอีกเมื่ออุณหภูมิน้ำลดลงถึงจุดที่ตั้งไว้

- การซ่อมบำรุงรักษา

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 19.

รูป 4.13 Wiring Diagram of Preheating Unit



1 Heating element 3 x 6 kw
2 Motor 0.44 kw
3 Temperature limiter – 10° c to + 130° c
4 Thermostat– 10° C to + 130° C
5 Bridge controls

(6) การซ่อมบำรุงรักษาระบบระบายความร้อน

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 20.

********** END **********

บทที่ 5

ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง

(Fuel System)

(1) กล่าวโดยทั่วไป

ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงมีหน้าที่จัดส่งน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปเผาไหม้ภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ตามภาระและความเร็วของเครื่อง โดยมีสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Delivery Pump) สูบน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังใช้การ (Service Tank) ส่งไปผ่านหม้อกรองน้ำมันเชื้อเพลิงไปเข้าหัวฉีดรวม (Unit Injector) ของแต่ละสูบ หัวฉีดรวมจะทำหน้าที่ส่งน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปเผาไหม้ภายในกระบอกสูบ

(2) ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบ (รูป 5.1)

สูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Delivery Pump)

สูบโยกมือ (Diaphragm Hand Pump)

หม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Prefilter)

หม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Duplex Filter)

หัวฉีดรวม (Unit Injector) ตามรายละเอียดบทที่ 2 ข้อ 10

(3) การทำงานของระบบ

เมื่อเครื่องเริ่มหมุน สูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Delivery Pump) ซึ่งขับหมุนโดยเพลาข้อเหวี่ยงจะเริ่มทำงานสูบน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังใช้การ (Service Tank) ผ่านหม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Prefilter) เข้ามาแล้วส่งไปผ่านหม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Duplex Filter) แล้วส่งตามท่อทางส่ง (Feed Line) ไปเข้าหัวฉีดรวม (Unit Injector)

หัวฉีดรวมจะทำหน้าที่เพิ่มกำลังดัน แล้วฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยเข้าไปเผาไหม้ภายในกระบอกสูบตามภาระและความเร็วของเครื่อง

น้ำมันเชื้อเพลิงที่เหลือจากการฉีดแต่ละครั้งในหัวฉีดรวมจะไหลออกมาตามท่อทางน้ำมันเชื้อเพลิงกลับ (Return Line) รวมกันไปผ่านลิ้นน้ำมันล้น (Over Flow Valve) ซึ่งตั้งค่าเปิดที่ 1 – 1.5 บาร์ เพื่อช่วยรักษากำลังดันภายในท่อทางส่ง (Feed Line) ให้พอเหมาะแล้วจึงไหลกลับไปถังใช้การต่อไป

น้ำมันเชื้อเพลิงที่รั่วไหลภายในหัวฉีดรวมจะไหลออกมาตามท่อทางน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล (Leak of Line) รวมกันไปลงถังพักซึ่งจะติดตั้งอยู่ในระดับต่ำกว่าเครื่อง เพราะกำลังดันในท่อทางนี้ต่ำมาก น้ำมันเชื้อเพลิงจะไหลได้สะดวก

ที่ปลายท่อทางส่งน้ำมันเชื้อเพลิง (Feed Line) และท่อทางน้ำมันเชื้อเพลิงกลับ (Return Line) ของทั้งสองแถวสูบจะต่อทางน้ำมันเชื้อเพลิงให้ถึงกันผ่านท่อจำกัด (Orifice Plate) เพื่อช่วยรักษากำลังดันภายในท่อทางส่ง (Feed Line) ให้เหมาะสม

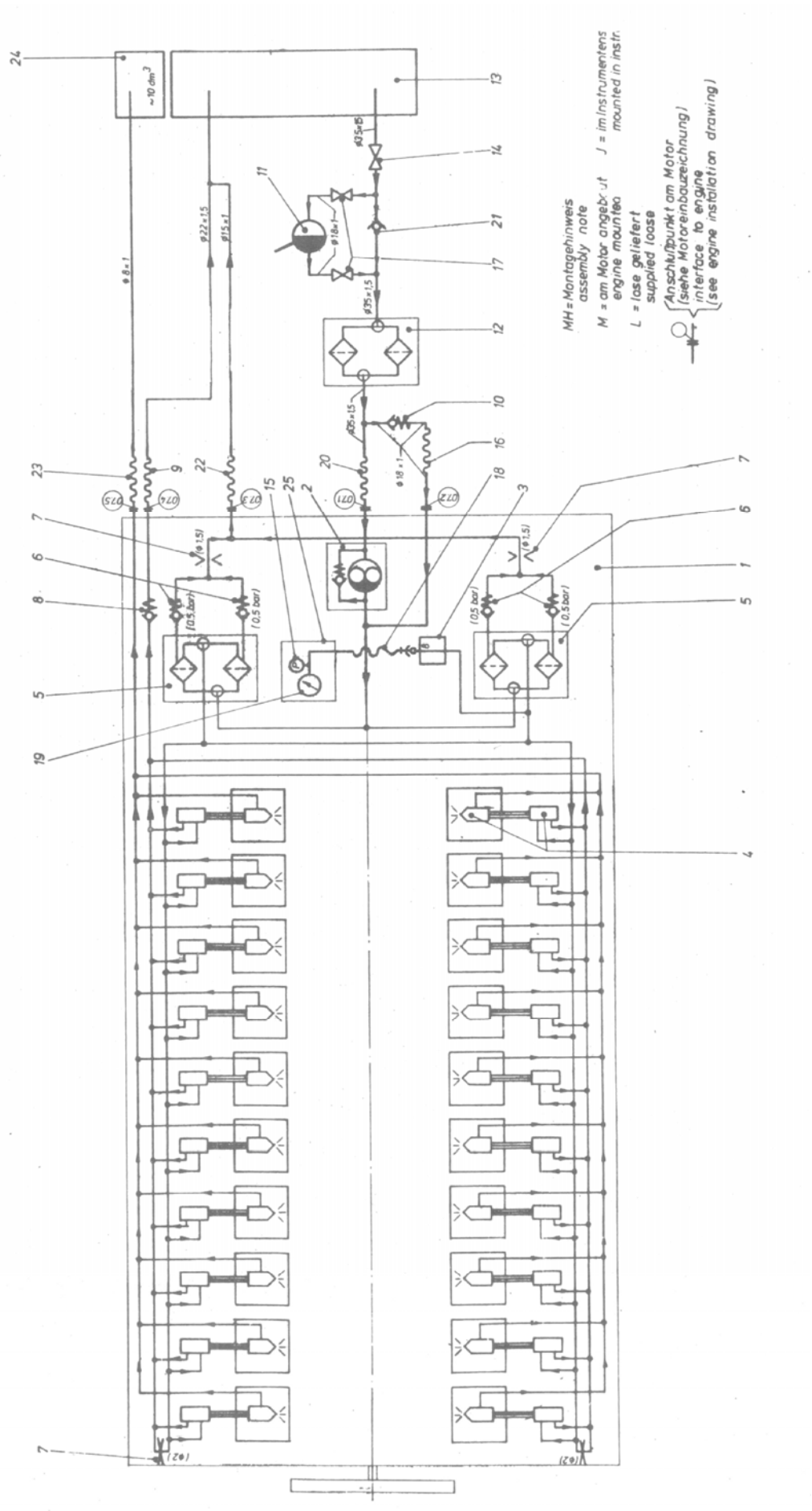
ด้านบนหม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิงทุกใบจะมีท่อทางไล่อากาศ (Vent Line) ต่อออกมาผ่านลิ้นผ่อนกำลังดัน 0.5 บาร์ (Pressure Relief Valve) ออกไปรวมกันที่ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกลับ (Return Line) เพื่อช่วยระบายอากาศภายในระบบก่อนผ่านหม้อกรองตลอดเวลาที่ใช้เครื่อง

ที่ท่อทางดูดของสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงจะมีสูบโยกมือ (Hand Pump) ติดตั้งอยู่เพื่อใช้ไล่อากาศภายในระบบ (Priming) ขณะไม่ได้เดินเครื่อง โดยสูบน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังใช้การเข้ามาแล้วส่งผ่านหม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิงและท่อทางคร่อมสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งมีลิ้นกันกลับ (Non Return Valve) ติดตั้งอยู่ไปเข้าหม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิงและไล่อากาศออกมาโดยการคลายเปิดทางระบายอากาศที่ปลั๊กระบายอากาศ (Vent Screw) บนหม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิงทุกใบ

รูป 5.1 DIESEL ENGINE 20 V 538 TB 92.

Fuel Piping Diagram.

1 The Engine.
2 Fuel Pump With Overflow (2.5 bar)
3 Measuring Board.
4 Injection Equipment With Nozzle.
5 Fuel Duplex Filter, Switchable.
6 Pressure Relief Valve Continuous Venting.
7 Orifice Plate.
8 Overflow Valve (1.5 bar)
9 Hose Line.
10 Non-return Valve (10 bar)
11 Fuel Hand Pump.
12 Fuel Strainer, Switchable.
13 Fuel Service Tank.
14 Stop Valve.
15 Pressure Remote Transmiter (0-2.8 bar)
16 Hose Line.
17 Stop Valve.
18 Hose Line With Quick Acting Coupling.
19 Pressure Gauge (0-2.5 bar).
20 Hose Line.
21 Non-return Valve.
22 Hose Line.
23 Hose Line.
24 Leak-off Tank.
25 Instrument Panel.



รูป 5.1 Fuel Piping Diagram.

(4) รายละเอียดของระบบ

4.1 <u>สูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Delivery Pump)</u> (รูป 5.2)

ติดตั้งอยู่ทางด้าน KGS. ของเครื่อง อยู่ระหว่างหม้อกรองหยาบและหม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง ได้รับกำลังขับหมุนจากเฟืองเพลาข้อเหวี่ยงผ่านหมู่เฟืองขับ (Gear Train) และชุดขับอุปกรณ์ช่วย (Accessory Drive) ทำหน้าที่สูบน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังใช้การและส่งไปเข้าหัวฉีดรวม

มีลักษณะเป็นแบบเฟืองขบกัน (Gear Pump) อยู่ภายในเรือนสูบ (Body) โดยเป็นวงเฟืองสูบประกอบอยู่กับเพลาขับ (Drive Shaft) และวงเฟืองสูบประกอบอยู่กับเพลากลาง (Intermediate Shaft) ท้ายเรือนสูบประกอบด้วยฝาปิด (Cover) โดยไม่มีแผ่นกันรั่ว (Gasket)

เพลากลางรองรับด้วยแบริ่งปลอก (Bush Bearing) เพลาขับด้านประกอบวงเฟืองรองรับด้วยแบริ่งลูกปืน (Deep Grove Ball Bearing) 1 ชุด และมีวงกันรั่วเพลา 1 ชุด (Shaft) การหล่อลื่นแบริ่งทั้งหมดโดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิงภายในสูบเอง

ช่องทางน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าออกจะอยู่ที่เรือนสูบ

ที่ฝาปิด (Cover) มีช่องทางน้ำมันเดินภายในประกอบด้วยลิ้นผ่อนกำลังดัน (Pressure Relief Valve) ตั้งค่าเปิดที่ 2.5 บาร์ เพื่อเปิดให้น้ำมันเชื้อเพลิงในช่องทางส่งไหลกับช่องทางดูด เมื่อกำลังดันสูงถึงเกณฑ์

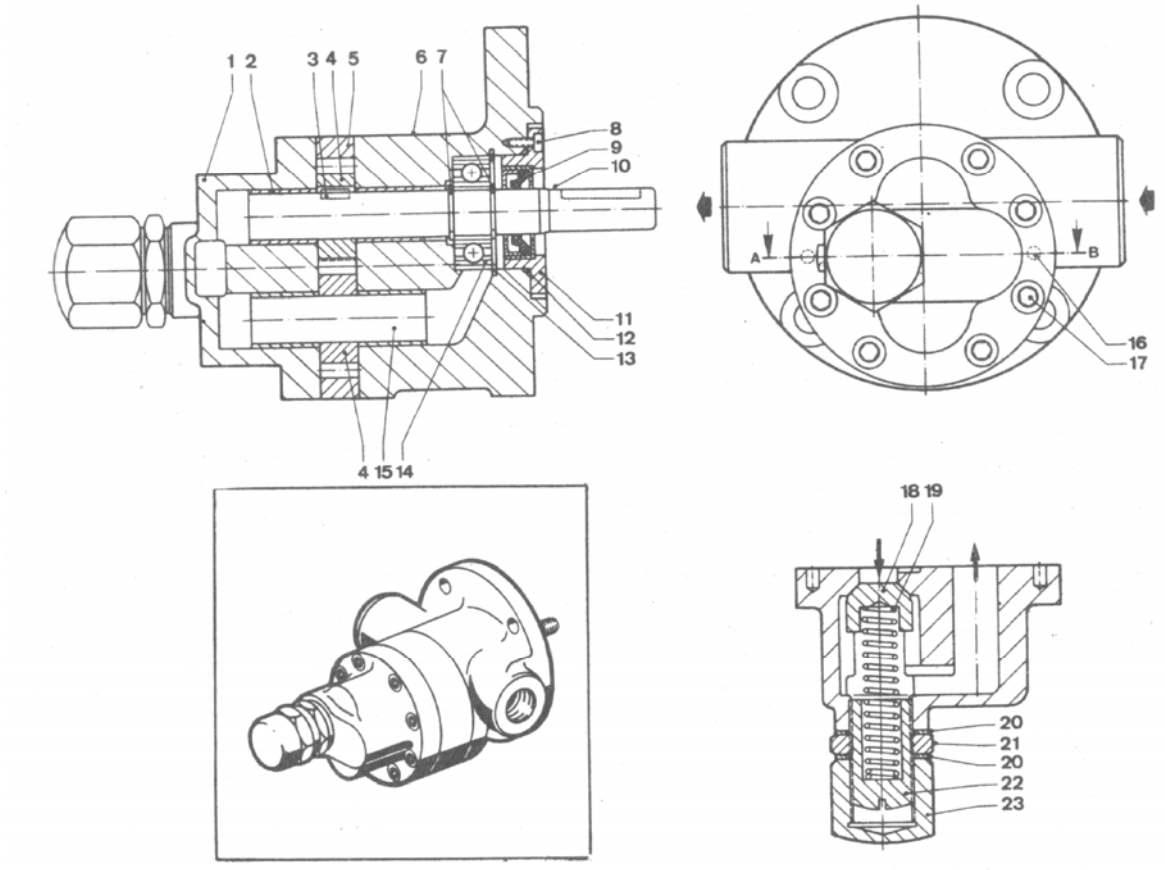
- การซ่อมบำรุงรักษา

ไม่ต้องมีการบำรุงรักษา

รูป 5.2 DIESEL ENGINE (V 538)

Fuel Feed Pump

1	Cover.	13	Snap Ring.
2	Bushing.	14	Grooved Ball Bearing.
3	Key.	15	Intermediate Shaft.
4	Gear Wheel.	16	Tapered Dowel.
5	Wheel Carrier Plate.	17	Socket Head Screw.
6	Body.	18	Valve Cone.
7	Snap Ring.	19	Valve Spring.
8	Socket Head Screw.	20	Sealing Ring.
9	Shaft Seal.	21	Pipe Nut.
10	Drive Shaft.	22	Valve Stem.
11	Seal Retainer.	23	Cap Nut.
12	O-ring.		



4.2 <u>สูบโยกมือ (Diaphragm Hand Pump)</u> (รูป 5.3)

ติดตั้งอยู่ที่ทางดูดสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง ทำหน้าที่สูบน้ำมันเชื้อเพลิงและส่งเข้าระบบโดยไม่ผ่านสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อไล่อากาศออกจากระบบน้ำมันเชื้อเพลิงขณะไม่ได้เดินเครื่อง

- ลักษณะ

เป็นแผ่นไดอะแฟรม (Diaphragm) ประกอบอยู่ในเรือนสูบ (Housing) ทำงานโดยคันโยก (Lever) โดยมีลิ้นกันกลับ (Ball Check) อยู่ภายในช่องทางดูดและช่องทางส่ง

- การทำงาน

เมื่อโดยคันโยก (Lever) ออกจะเป็นจังหวะดูด (Suction Stroke) แผ่นไดอะแฟรมภายในเรือนสูบจะถูกดึงออกทำให้เกิดแรงดูดขึ้นภายในเรือนสูบส่วนล่าง (Lower Housing) ลิ้นกันกลับทางส่งจะเปิด (Closed) และลิ้นกันกลับทางดูดจะเปิด (Open) ให้น้ำมันเชื้อเพลิงเข้ามาภายในเรือนสูบ

เมื่อโยกคันโยกเข้าจะเป็นจังหวะส่ง (Pressure Stroke) แผ่นไดอะแฟรมจะถูกดันเข้าทำให้เกิดแรงอัดต่อน้ำมันเชื้อเพลิงภายในเรือนสูบ ลิ้นกันกลับทางดูดจะปิด (Closed) และลิ้นกันกลับทางส่งจะเปิด (Open) ส่งน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าระบบต่อไป

- การไล่อากาศออกจากระบบน้ำมันเชื้อเพลิง (Priming)

เพื่อให้เครื่องยนต์ทำงานอย่างถูกต้อง จึงมีความสำคัญมากที่น้ำมันเชื้อเพลิงที่ส่งไปเข้าหัวฉีดรวมจะต้องไม่มีอากาศปนในระบบ จึงต้องมีการไล่อากาศโดยใช้สุบโยกมือเมื่อก่อนการเดินเครื่องครั้งแรก (Initial Service) หรือก่อนเดินเครื่องเมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงขาดระบบ เช่น น้ำมันเชื้อเพลิงหมดถังใช้การขณะเดินเครื่องเป็นต้น โดยปฏิบัติดังนี้

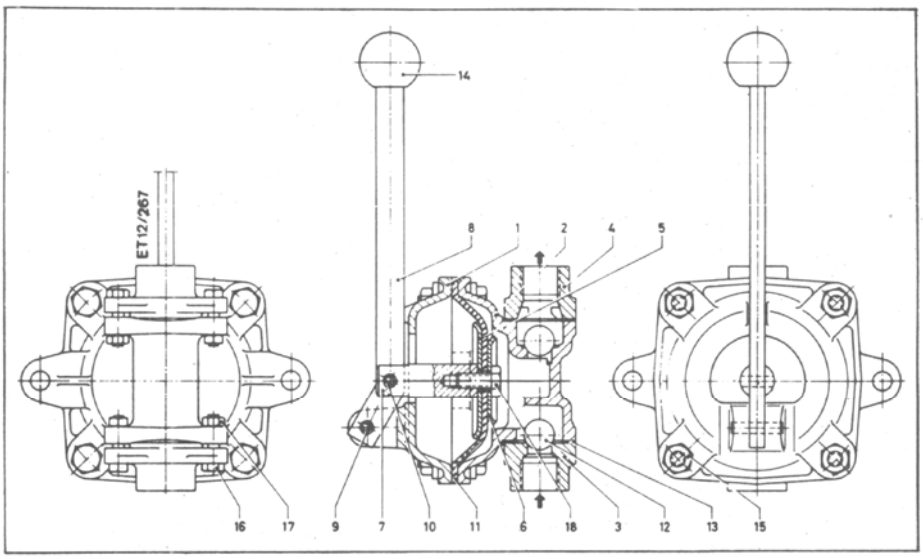
เปิดลิ้นทางดูด – ทางส่งของสูบโยกมือ

คลายปลั๊กระบายอากาศ (Vent Screw) บนหม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิงทุกใบ

โยกคันโยกของสูบโยกมือ จนกระทั่งน้ำมันเชื้อเพลิงไหลออกมาตามช่องระบายอากาศที่ปลั๊กระบายอากาศ โดยไม่มีฟองอากาศปนออกมา

กวดปลั๊กระบายอากาศเข้าที่

ปิดลิ้นทางดูด – ทางส่งของสูบโยกมือ



รูป 5.3 Diaphragm Hand Pump

1	Upper housing	7	Yoke	13	Gasket
2	Lower housing	8	Lever	14	Ball handle
3	Suction valve flange	9	Roll pin	15	Bolt
4	Pressure valve flange	10	Roll pin	15	Bolt
5	Diaphragm plate, upper	11	Diaphragm	17	Nut
6	Diaphragm plate, lower	12	Ball check	18	Bolt

4.3 <u>หม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Prefilter)</u>

ติดตั้งอยู่ที่ท่อทางดูดน้ำมันเชื้อเพลิงของสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Delivery Pump) ทำหน้าที่กรองสิ่งสกปรกจากน้ำมันเชื้อเพลิงก่อนเข้าสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง มีใช้อยู่ 2 แบบ

4.3.1 หม้อกรองเดี่ยว (รูป 5.4)

มีใช้ในเครื่อง 12V

ความถี่ไส้กรอง (Mesh Width) 0.1 มม.

- ประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ

ถ้วยหม้อกรอง (Filter Bowl)

ไส้กรอง (Filter Insert)

มือหมุน (Turning Handle)

แปรงกวาด (Wiping Comb)

- การทำงาน

น้ำมันเชื้อเพลิงจากถังใช้การไหลเข้ามาภายในหม้อกรองทางช่างทางเข้าเข้ามาภายในรอบ ๆ ไส้กรองและผ่านเข้าด้านในไส้กรอง สิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่ปนมาจะเกาะติดอยู่ภายนอกไส้กรอง น้ำมันเชื้อเพลิงที่สะอาดจะผ่านออกจากด้านในไส้กรอง ออกจากหม้อกรองที่ช่องทางออกไปเข้าสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงต่อไป

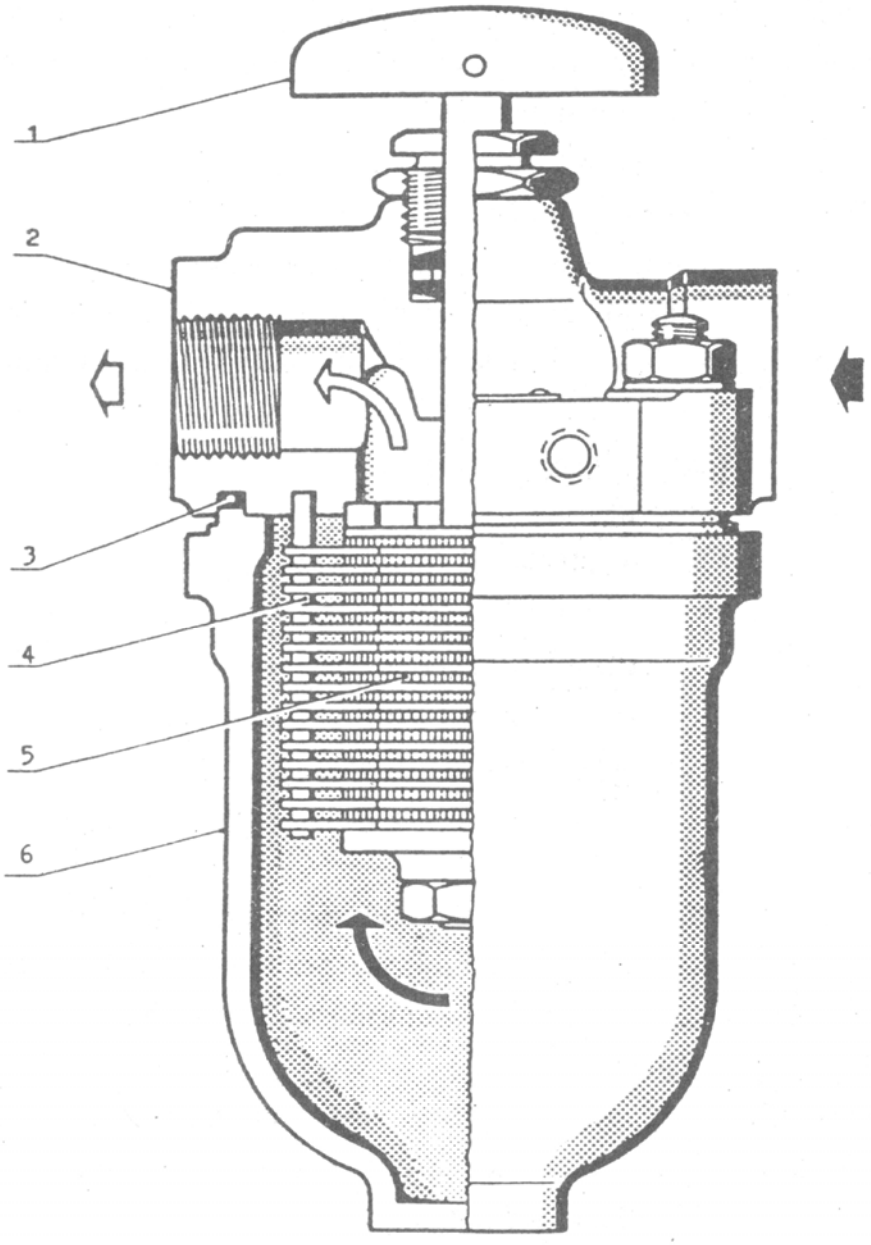
สิ่งสกปรกที่เกาะอยู่ด้านนอกไส้กรองสามารถทำความสะอาดได้โดยหมุนมือหมุนให้แปรงกวาด กวาดสิ่งสกปรกดังกล่าวนั้นให้หลุดออกจากไส้กรองตกลงสู่ส่วนล่างถ้วยหม้อกรอง

- การซ่อมบำรุงรักษา

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 21.

รูป 5.4 Fuel Prefilter

1 Turning Handle
2 Filter Head.
3 Sealing Ring.
4 Wiping Comb.
5 Filter Insert.
6 Filter Bowl.



4.3.2 หม้อกรองคู่ (Duplex Filter) (รูป 5.5)

มีใช้ในเครื่อง 16V , 20V

ความถี่ไส้กรอง (Gap Width) 0.063 มม.

- ส่วนประกอบที่สำคัญ

เรือนหม้อกรอง (Filter Housing)

ไส้กรองแบบแผ่น (Disc – Type Filter Insert)

ก๊อกเลือก 3 ทาง (Filter Selector)

- ลักษณะ

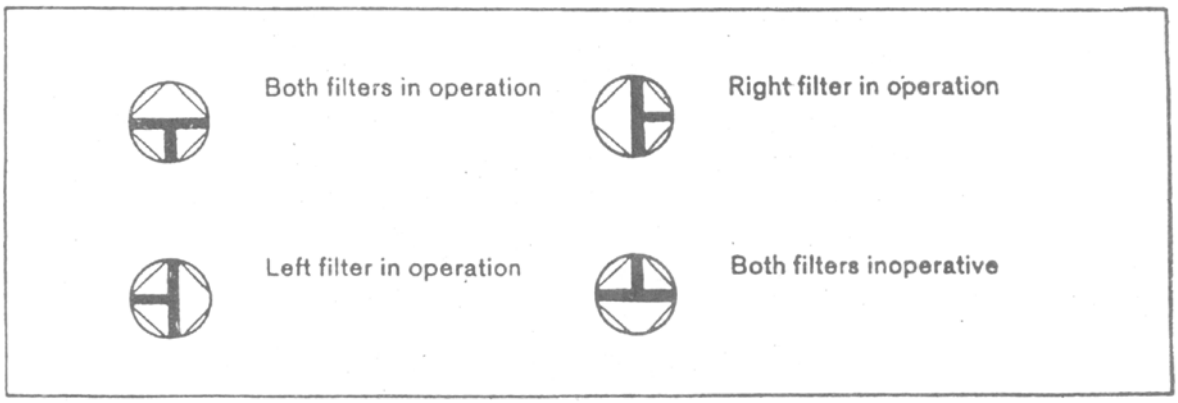
ชุดหม้อกรอง 1 ชุด จะประกอบด้วยหม้อกรอง 2 ใบ ประกอบอยู่บนฐานหม้อกรองเดียวกันและภายในเรือนหม้อกรอง 1 ใบ จะมีไส้กรอง 1 ชุด ซึ่งเป็นไส้กรองแบบแผน (Disc – Type) จำนวน 32 แผ่น เรียงซ้อนกัน

ที่ฐานหม้อกรองจะมีช่องทางน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า – ออกหม้อกรองติดต่อกับท่อทางภายนอกผ่านก๊อกเลือก 3 ทาง (3 – way Filter Selector) ซึ่งสามารถเปิดใช้หม้อกรองได้ทีละใบ หรือใช้พร้อมกันทั้งสองใบ หรือปิดไม่ใช้ทั้งสองใบ โดยมีเครื่องหมายบอกอยู่ที่ตัวก๊อกเลือก 3 ทาง ทำให้สามารถถอดเปลี่ยนหรือล้างหม้อกรองใบใดใบหนึ่งขณะเดินเครื่องอยู่ได้

- การทำงาน

เช่นเดียวกับหม้อกรองแบบเดียวที่กล่าวมาแล้ว

- การใช้ก๊อกเลือก 3 ทาง



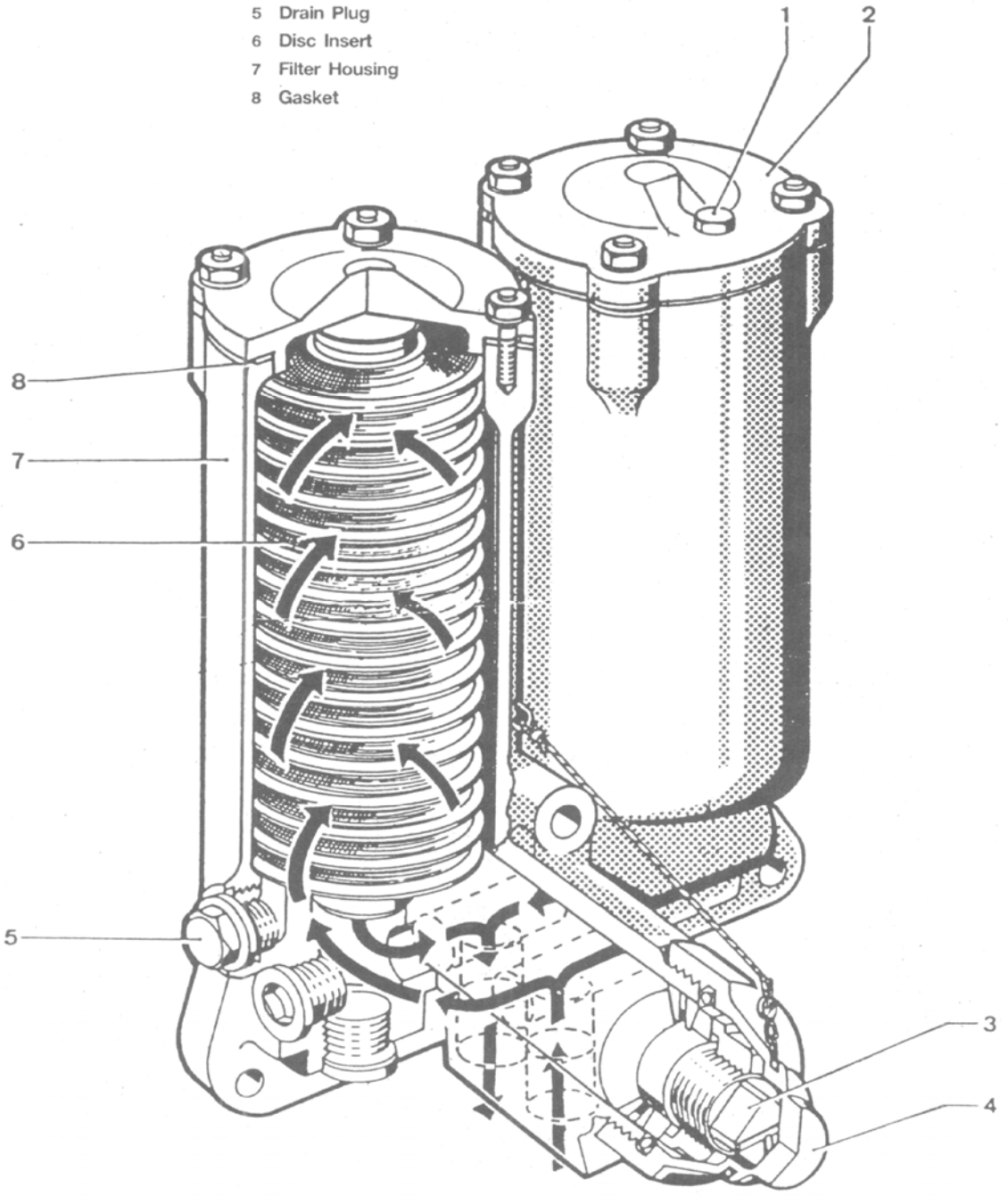
- การซ่อมบำรุงรักษา

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 22.

รูป 5.5 DIESEL ENGINE (V 538)

Fuel Pre–filter

1 Vent Screws
2 Cover
3 Filter Selector
4 Screw Cap
5 Drain Plug
6 Disc Insert
7 Filter Housing
8 Gasket



4.4 <u>หม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง (Duplex Fuel Filter)</u> (รูป 5.16)

เป็นแบบหม้อกรองคู่ ติดตั้งอยู่ที่ท่อทางส่งของสูบน้ำมันเชื้อเพลิง ทำหน้าที่กรองสิ่งสกปรกต่าง ๆ ออกจากน้ำมันเชื้อเพลิงก่อนส่งไปเข้าหัวฉีดรวมและทำหน้าที่เปิดไล่อากาศออกจากระบบเมื่อมีการไล่อากาศ (Priming) ขณะไม่ได้เดินเครื่องและขณะเดินเครื่อง

- ส่วนประกอบที่สำคัญ

เรือนหม้อกรองคู่ (Twin – Bowl Assembly) ไส้กรองละเอียด (Micronic Filter Insert) ก๊อกเลือก 3 ทาง (3 – Way Cock)

- ลักษณะ

ไส้หม้อกรองละเอียด 2 ใบ ประกอบอยู่ภายในเรือนหม้อกรองคู่

ช่องทางเดินน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า – ออก หม้อกรองที่ติดต่อกับท่อทางภายนอกอยู่ที่ส่วนล่างของเรือนหม้อกรองปิด – เปิด โดยก๊อกเลือก 3 ทาง ซึ่งสามารถเปิดใช้หม้อกรองได้ทีละใบหรือเปิดใช้พร้อมกันทั้ง 2 ใบ หรือปิดไม่ใช้ทั้ง 2 ใบ ทำให้สามารถถอดเปลี่ยนไส้หม้อกรองใบใดใบหนึ่งได้ขณะเดินเครื่องอยู่

ที่ฝาหม้อกรอง (Cover) จะประกอบด้วยปลั๊กระบายอากาศ (Vent Screw) สำหรับเปิดระบายอากาศเมื่อมีการไล่อากาศจากระบบ (Priming) ขณะไม่ได้เดินเครื่อง และท่อระบายอากาศ (Vent Line) สำหรับต่อท่อทางระบายอากาศผ่านลิ้นผ่อนกำลังดัน (Pressure Relief Valve) ไปรวมกับท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกลับ (Return Line) ช่วยระบายอากาศออกจากระบบตลอดเวลาที่เดินเครื่องอยู่

- การทำงาน

น้ำมันเชื้อเพลิงจากสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงจะไหลเข้าหม้อกรองผ่านก๊อกเลือก 3 ทาง เข้ามารอบ ๆ ไส้หม้อกรอง อากาศที่ปนมากับน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกระบายออกทางท่อระบายอากาศ (Vent Line) ผ่านลิ้นผ่อนกำลังดันออกไปรวมกับน้ำมันเชื้อเพลิงที่ท่อทางกลับ (Return Line) ไปลงถังใช้การ สิ่งสกปรกที่ปนมากับน้ำมันเชื้อเพลิงจะเกาะติดด้านนอกไส้กรอง น้ำมันเชื้อเพลิงที่สะอาดจะไหลผ่านไส้หม้อกรองเข้าสู่ด้านในรวมกันไปออกที่ก๊อกเลือก 3 ทาง ไปตามท่อส่ง (Feed Line) เข้าหัวฉีดรวมต่อไป

- การซ่อมบำรุงรักษา

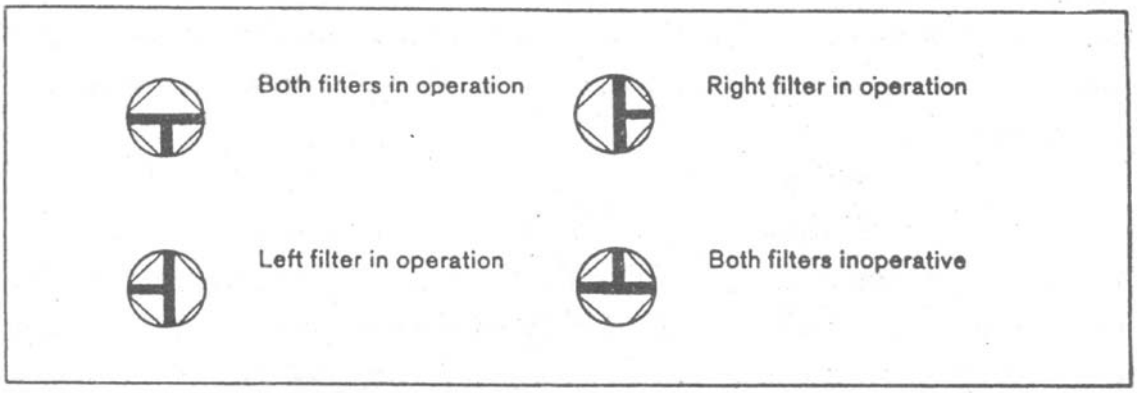
ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 23.

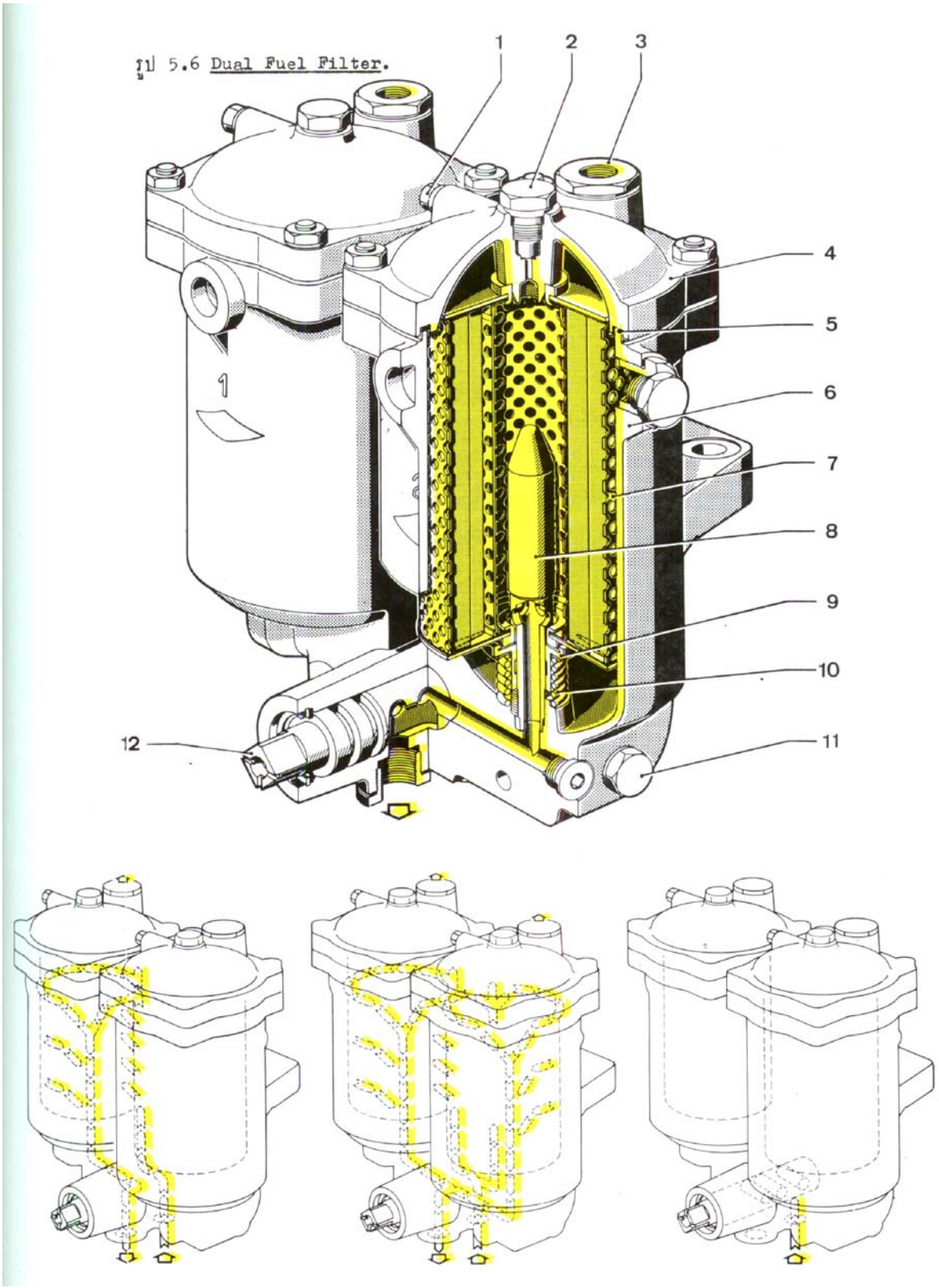
รูป 5.6 DIESEL ENGINE (V 538)

Dual Fuel Filter.

1 Screwed Plug.
2 Vent Screws.
3 Connection For The Vent Line.
4 Cover.
5 Sealing Ring.
6 Housing.
7 Micronic Insert.
8 Assembly Pin.
9 Sealing Ring.
10 Spring
11 Sludge Drain Plug.
12 Filter Selector.

- การใช้ก๊อกเลือก 3 ทาง -





รูป 5.6 Dual Fuel Filter.

********** END **********

บทที่ 6

ระบบอากาศดี – แก๊สเสีย

(Intake Air – Exhaust System)

(1) กล่าวโดยทั่วไป

ในเครื่องยนต์แบบนี้จะมีเครื่องอัดอากาศที่ทำงานด้วยแก๊สเสีย (Exhaust Gas Turbocharger) หรือเทอร์โบชาร์จ ทำหน้าที่ดูดอากาศจากภายนอกและอัดส่งเข้าไปภายในกระบอกสูบเพื่อช่วยขับไล่แก๊สเสียและเพิ่มน้ำหนักอากาศดีเข้าสูบมากขึ้น ทำให้สามารถใช้น้ำมันเชื้อเพลิงการผสมกับอากาศดีในการเผาไหม้ได้มากขึ้นด้วย ผลที่ได้คือประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ออกมา (Out Put) จะเพิ่มขึ้นด้วย

แก๊สเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ในกระบอกสูบจะส่งเข้าไปทำงานในชุดปีกกังหันเพื่อขับหมุนเทอร์โบชาร์จ ก่อนปล่อยทิ้งออกสู่บรรยากาศภายนอกต่อไป

(2) ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบ

หม้อระงับเสียงอากาศดี (Intake Air Silencer)

เทอร์โบชาร์จ (Exhaust Turbocharger)

หม้อถ่ายเทความร้อนอากาศดี (Charge Air Cooler)

ลิ้นอากาศดี – แก๊สเสีย (Intake – Exhaust Valve) (ตามรายละเอียดบทที่ 2 ข้อ 8)

ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน (Emergency Shut – off Flap)

ท่อระบายน้ำตกอากาศดี (Condensation Water Blow – off Line)

(3) การทำงานของระบบ

เมื่อเริ่มเกินเครื่อง เทอร์โบชาร์จจะดูดอากาศจากบรรยากาศภายนอกเข้ามาผ่านตะแกรงกรองผง (Screen) เพื่อป้องกันเศษวัสดุที่ปนมากับอากาศผ่านวัสดุดูดซับเสียงเพื่อลดเสียงดังที่หม้อระงับเสียงอากาศดีและดูดอากาศดีจากห้องเพลาข้อเหวี่ยงเข้าสู่ช่องทางดูดอากาศดีของเทอร์โบชาร์จ แล้วเกิดการอัดตัวขึ้นในปีกกังหันอัดอากาศ เพิ่มกำลังดันขึ้น ทำให้น้ำหนักอากาศเพิ่มขึ้นและเกิดความร้อนขึ้นจากการอัดตัว แล้วจึงส่งออกทางช่องทางออกของเทอร์โบชาร์จไปผ่านหม้อถ่ายเทความร้อนอากาศดีเพื่อถ่ายเทความร้อนออกจากอากาศดีให้กับน้ำทะเลที่ไหลผ่านทำให้ได้น้ำหนักอากาศดีเพิ่มขึ้นอีก จึงส่งไปผ่านชุดลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินเข้าท่อรวมอากาศดีแล้วจึงผ่านท่ออากาศดีประจำสูบ เข้าสู่กระบอกสูบผ่านลิ้นอากาศดีในจังหวะดูด (Suction Stroke) ของเครื่องเข้าไปช่วยขับไล่แก๊สเสียและผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อให้เกิดการเผาไหม้ต่อไป

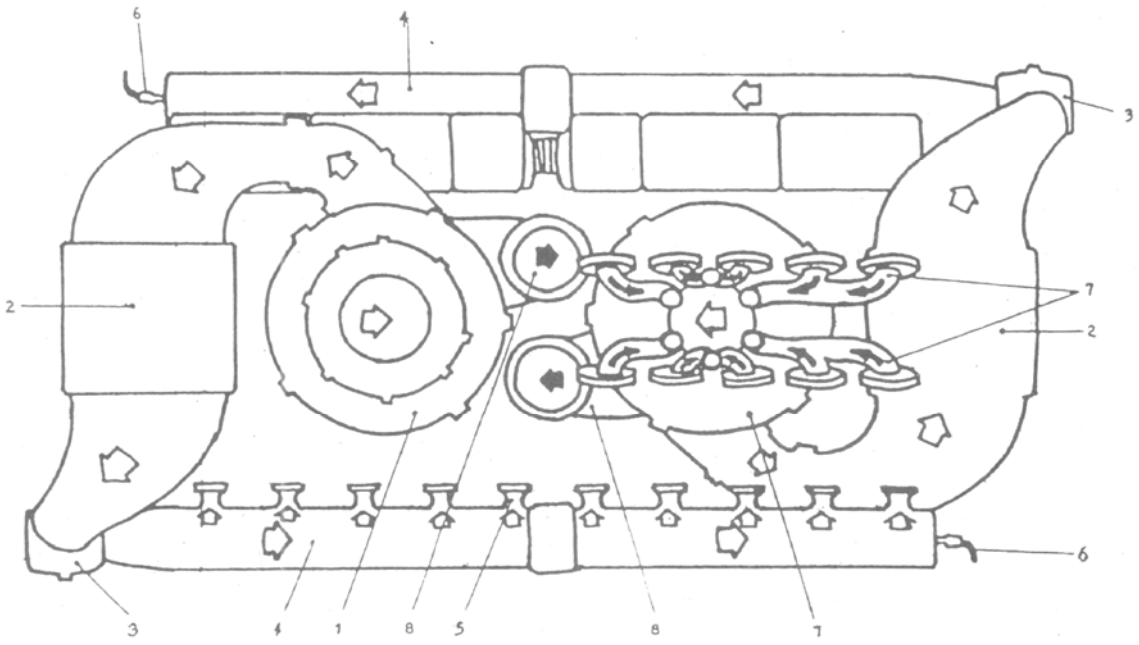
แก๊สเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ในกระบอกสูบจะถูกขับไล่ออกจากกระบอกสูบผ่านลิ้นแก๊สเสียในจังหวะไล่แก๊สเสียของเครื่องออกไปทางท่อแก๊สเสียแล้ว ไปผ่านวงปีกนำ (Vane Guide Ring) เข้าเป่าปีกกังหันของเทอร์โบชาร์จให้หมุนทำงานแล้วส่งออกไปรวมกันที่ท่อแก๊สเสียใหญ่เพื่อปล่อยทิ้งออกสู่บรรยากาศต่อไป

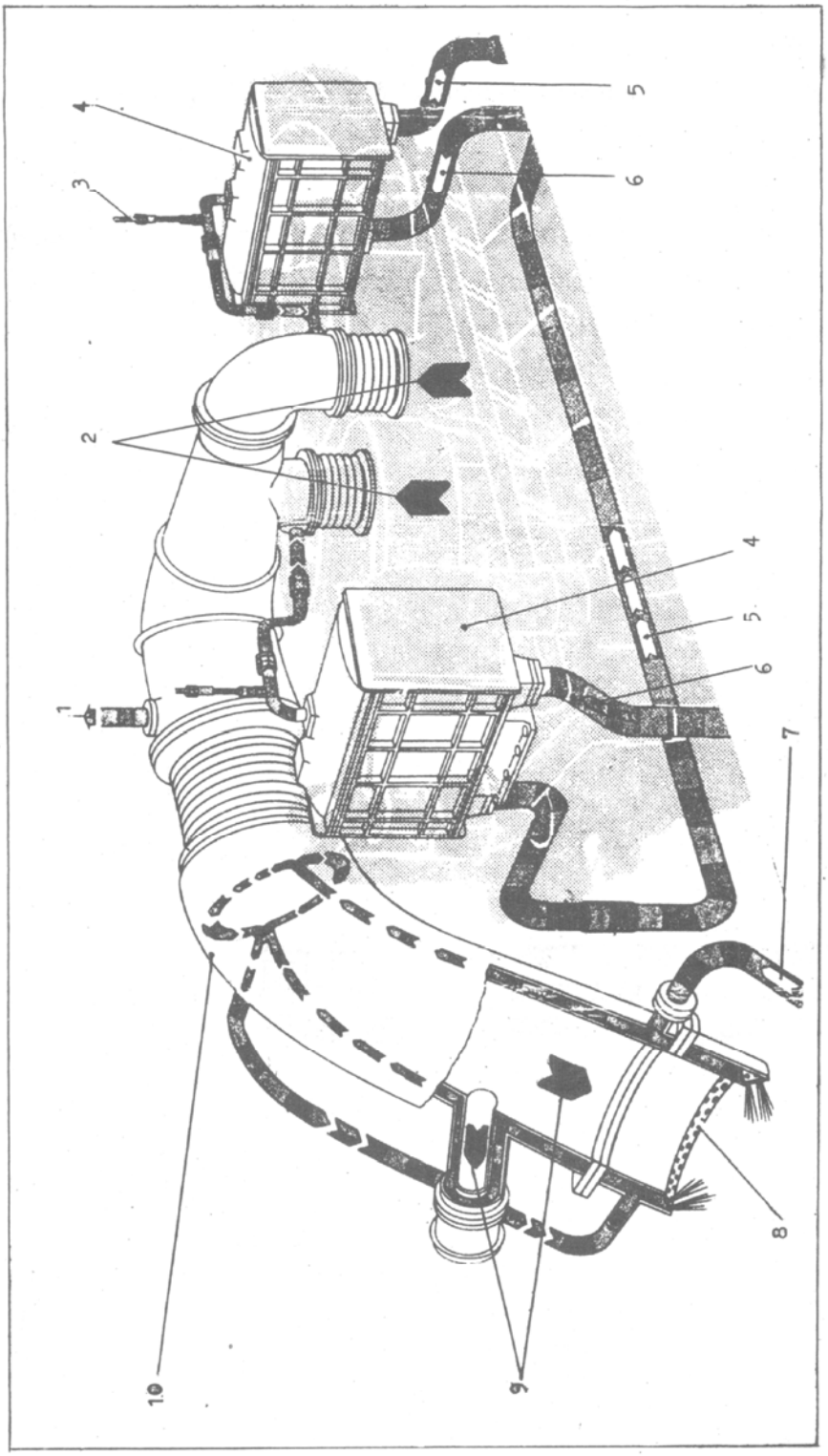
ที่ท่อแก๊สเสียส่วนใหญ่จะมีน้ำทะเลจากระบบระบายความร้อนอยู่รอบ ๆ ท่อภายในเปลือกท่อ 2 ชั้น เพื่อลดความร้อนและกำลังดันแก๊สเสียลง และที่ตอนปลายท่อแก๊สเสียนี้จะฉีดพ่น (Spray) น้ำทะเลเข้าไปดับความร้อนแก๊สเสียโดยตรง ก่อนปล่อยทิ้งออกสู่บรรยากาศภายนอก (เฉพาะเรือที่ท่อแก๊สเสียออกนอกข้างตัวเรือ)

รูป 6.1 DIESEL ENGINE 20 V 538 TB.

Intake Air–Exhaust System.

1 Exhaust Gas Turbochargers.
2 Charge Air Coolers.
3 Emergency Shut-off Flaps.
4 Intake Air Manifolds.
5 Intake Air Pipe–To Cylinders.
6 Codensation Water Blow-off Lines.
7 Exhaust Pipe,From Cylinders.
8 Exhaust Pipe,From Turbochargers.
⇨ Intake Air Flow.
➡ Exhaust Gas Flow.





รูป 6.2 DIESEL ENGINE 16 V 538 TB.

Cooling Exhaust Pipe.

1 To Outboards.
2 From Turbocharger. (Exhaust Gas)
3 Vent Line.
4 Charge Air Cooler.
5 Form Charge Air Cooler. (Raw Water)
6 To Charge Air Cooler. (Raw Water)
7 To Exhaust Pipe. (Raw Water)
8 Spraying Nozzle Ring.
9 To Outboards. (Exhaust Gas)
10 Exhaust Pipe.

(4) รายละเอียดของระบบ

4.1 <u>หม้อระงับเสียงอากาศดี (Intake Air Silencer)</u> (รูป 6.3)

ติดตั้งอยู่ที่ท่อทางเข้าอากาศดีของเทอร์โบชาร์จ

- ลักษณะ

เป็นท่อทางขนาดใหญ่ช่องทางอากาศเข้าอยู่ตามแนวนอน มีตะแกรง (Screen) ปิดอยู่เพื่อป้องกันเศษวัสดุต่าง ๆ เข้าไปภายใน ผนังภายในบุด้วยวัสดุดูดซับเสียง (Sound Attenuating Material) เพื่อลดเสียงอากาศดีที่วิ่งเข้ามาภายใน

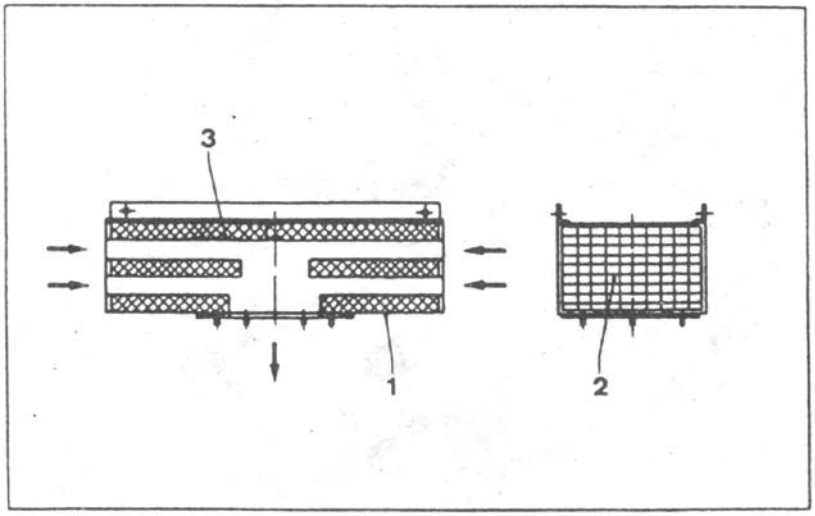
- การซ่อมบำรุงรักษา

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 24.

รูป 6.3 INTAKE AIR SILENCER

Technical Data

Manufacturer :	Grunzweig & Hartmann AG
Type :	AHS 0134.01.200
MTU item NO. :	537 E04 701 D2
Weight :	approx. 80 kg



TA 10 043/1

Description

1 Intake air silencer
2 Screen
3 Sound attenuating material

4.2 <u>เทอร์โบชาร์จ (Exhaust Gas Turbocharger)</u> (รูป 6.4)

ติดตั้งอยู่ในแนวตั้งบนเครื่องยนต์ ในเครื่อง 12V มี 1 ชุด , 20V มี 2 ชุด โดยในเครื่องแต่ละแบบแต่ละรุ่น รายละเอียดของเทอร์โบชาร์จจะต่างกันบ้างแต่โดยหลักการและการทำงานเหมือนกันทุกประการ (ให้ดูรายละเอียดในคู่มือประจำเครื่อง)

- ลักษณะ

ความเร็วสูงสุด (Max Speed) ประมาณ 20,000 รอบ/นาที (R.P.M.)

ระบายความร้อนเฉพาะเรือนกังหันแก๊ส (Housing) โดยน้ำจืดจากระบบระบายความร้อน

ชุดปีกพัดอากาศและชุดกังหันแก๊สประกอบอยู่บนเพลาหมุน (Rotor Shaft) เดียวกัน

ชุดปีกพัดอากาศ (Impeller) เป็นแบบแรงเหวี่ยงทำงานครั้งเดียว (Single Stage Radial Compressor) ประกอบอยู่ตอนบนของเพลาหมุน ทำหน้าที่ดูดอากาศจากบรรยากาศภายนอกและในห้องเพลาข้อเหวี่ยงแล้วอัดส่งเข้าหม้อถ่ายเทความร้อนอากาศดี

ชุดปีกกังหัน (Turbine) เป็นแบบทำงานครั้งเดียว (Single Stage Turbine) ทำหน้าที่ขับหมุนพัดอากาศ โดยใช้แก๊สเสียของเครื่องเป็นต้นกำลังขับหมุนชุดปีกกังหัน

ปลายบนของเพลาหมุน (Rotor Shaft) รองรับด้วยแบริ่ง 2 ชุด เรียงกันทางตั้งชุดบนเป็นแบริ่งลูกกลิ้งกลม (Deep Grove Ball Bearing) ชุดล่างเป็นแบริ่งแท่งลูกกลิ้ง (Cylindrical Roller Bearing) ได้รับการหล่อลื่นโดยน้ำมันหล่อจากจานจ่ายน้ำมันหล่อ (Oil Distributor) ของระบบน้ำมันหล่อกลไกควบคุมลิ้น เข้าหล่อลื่นแบริ่งแล้วผสมกับอากาศดีเข้าเครื่องไป บางแบบจะไหลกลับอ่างน้ำมันหล่อ

ปลายล่างของเพลาหมุนรองรับด้วยแบริ่งแท่งลูกกลิ้ง 1 ชุด (Cylindrical Roller Bearing) ได้รับการหล่อลื่นโดยน้ำมันหล่อจาก Banjo Plug ของระบบน้ำมันหล่อกลไกควบคุมลิ้นผ่านหัวฉีด (Spray Nozzle) ใต้แบริ่งเข้าหล่อลื่นแบริ่งแล้วไหลกลับลงอ่างน้ำมันหล่อไป และด้านบนของแบริ่งชุดนี้จะมีวงกันรั่ว (Labyrinth Seal) อยู่ 1 ชุด ทำหน้าที่กันรั่วแก๊สเสียกับแบริ่งโดยได้รับกำลังอัดจากอากาศดีจากพัดอากาศช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกันรั่ว

- การทำงาน

แก๊สเสียที่ออกจากแต่ละสูบ จะไหลไปตามท่อแก๊สเสียผ่านวงปีกนำ (Vane Guide Ring) เข้าเป่าปีกกังหันเกิดแรงหมุนเพลาหมุน (Rotor Shaft) ทำให้ปีกกังหันพัดอากาศหมุนดูดอากาศจากภายนอกและในห้องเพลาข้อเหวี่ยงเข้ามาอัดส่งไปหม้อถ่ายเทความร้อนอากาศดี

แก๊สเสียที่เป่าปีกกังหันแล้วจะไหลไปรวมกันในท่อแก๊สเสียใหญ่ปล่อยทิ้งออกภายนอกต่อไป

- การซ่อมบำรุงรักษา

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 25.

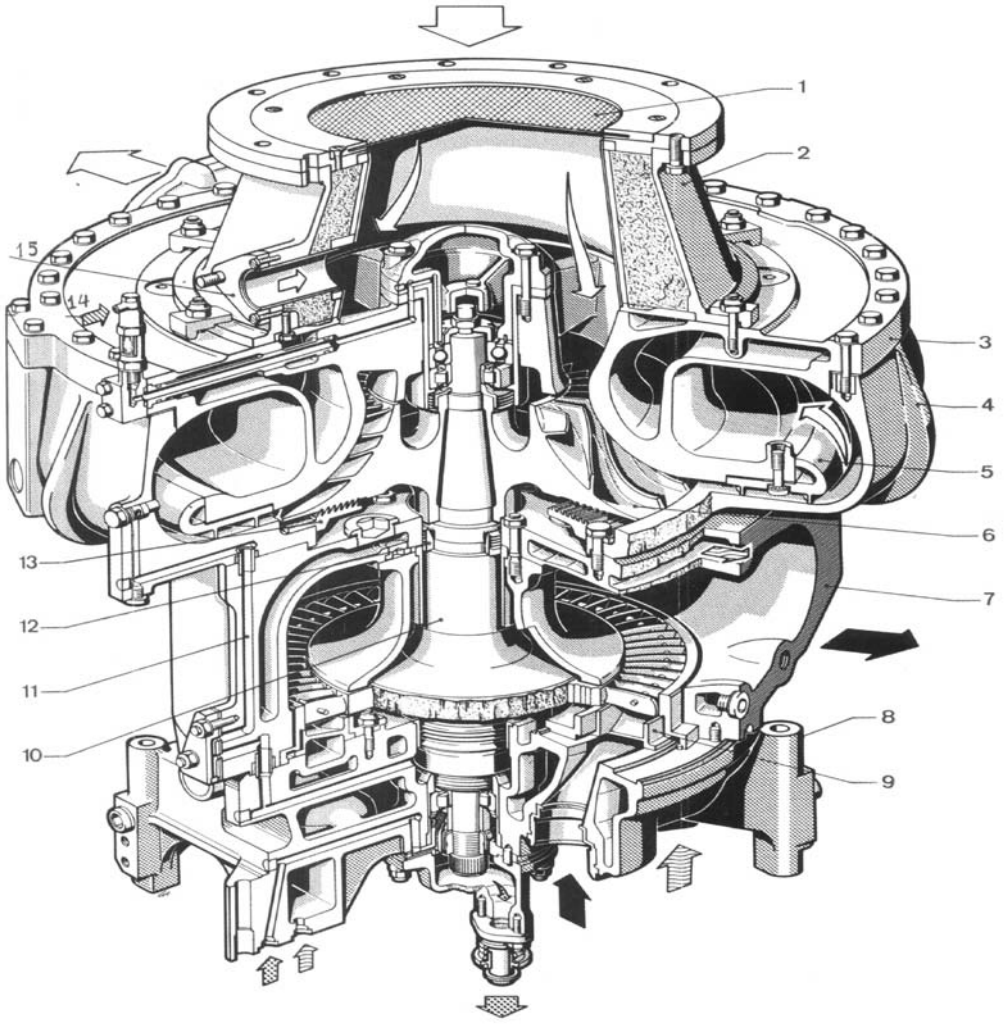
รูป 6.4 DIESEL ENGINE (V 538 TB.2)

Exhaust Gas Turbocharger–AGL 425

1 Strainer.
2 Air Intake Housing.
3 Upper Diffusor Housing.
4 Lower Diffusor Housing.
5 Diffusor.
6 Impeller Wheel.
7 Exhaust Gas Outlet Housing.
8 Exhaust Gas Inlet Housing.
9 Vane Guide Ring.
10 Rotor.
11 Sealing Air Channel.
12 Labyrinth Bush.
13 Labyrinth Carrier.
14 Oil Feed, Upper bearing.
15 Connection For Crankcase Exhauster.

Air.
Exhaust Gas.
Engine Cooling Water.
Engine Oil.

รูป 6.4 Exhaust Gas Turbocharger–AGL 425



4.3 <u>หม้อถ่ายเทความร้อนอากาศดี (Charge Air Cooler or Intercooler)</u> (รูป 6.5)

ติดตั้งอยู่ในระบบอากาศดีหลังจากออกจากเทอร์โบชาร์จ ทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนออกจากอากาศดี ซึ่งเกิดจากการอัดตัวที่เทอร์โบชาร์จ ทำให้ได้น้ำหนักอากาศดีที่ส่งเข้ากระบอกสูบเพิ่มขึ้น

ในเครื่อง 12V มีใบเดียวติดตั้งอยู่บนเครื่องด้าน KGS. ในเครื่อง 16V , 20V มี 2 ใบ ติดตั้งอยู่บนเครื่องด้าน KS. และ KGS.

- ส่วนประกอบที่สำคัญ

ห้องน้ำตอนบน (Upper Water Box)

ฝาปิดข้าง (Side Walls)

ห้องน้ำตอนล่าง (Lower Water Box)

ชุดกระจายความร้อน (Radiator Block)

- ลักษณะ

ชุดกระจายความร้อนเป็นหมู่หลอดตรง มีครีบโดยรอบช่วยเพิ่มพื้นที่ในการถ่ายเทความร้อนประกอบอยู่ในฝาปิดข้างและห้องน้ำตอนบน – ล่าง

ช่องทางน้ำทะเลเข้า – ออกจะอยู่ที่ห้องน้ำตอนบนและตอนล่าง สามารถเลือกต่อได้แล้วแต่การติดตั้งระบบ

ช่องทางเข้า – ออก อากาศดีจะอยู่ที่ด้านหัว – ท้าย และทำหน้าที่เหมือนฝาปิดด้านหัว – ท้าย หม้อถ่ายเทความร้อนอากาศดีด้วย

ในเครื่อง 12V ซึ่งมีหม้อถ่ายเทความร้อนอากาศดีใบเดียวจะแบ่งส่วนภายในออกเป็น 2 ส่วน ทางตั้งตามแนวหัว – ท้าย โดยมีท่อส่งอากาศดี 2 ท่อ จากเทอร์โบชาร์จตัวเดียวส่งเข้าหม้อถ่ายเทความร้อนอากาศดีคนละด้านส่วนทางกัน แล้วส่งออกไปเข้าท่อรวมอากาศดีของแต่ละแถวสูบ

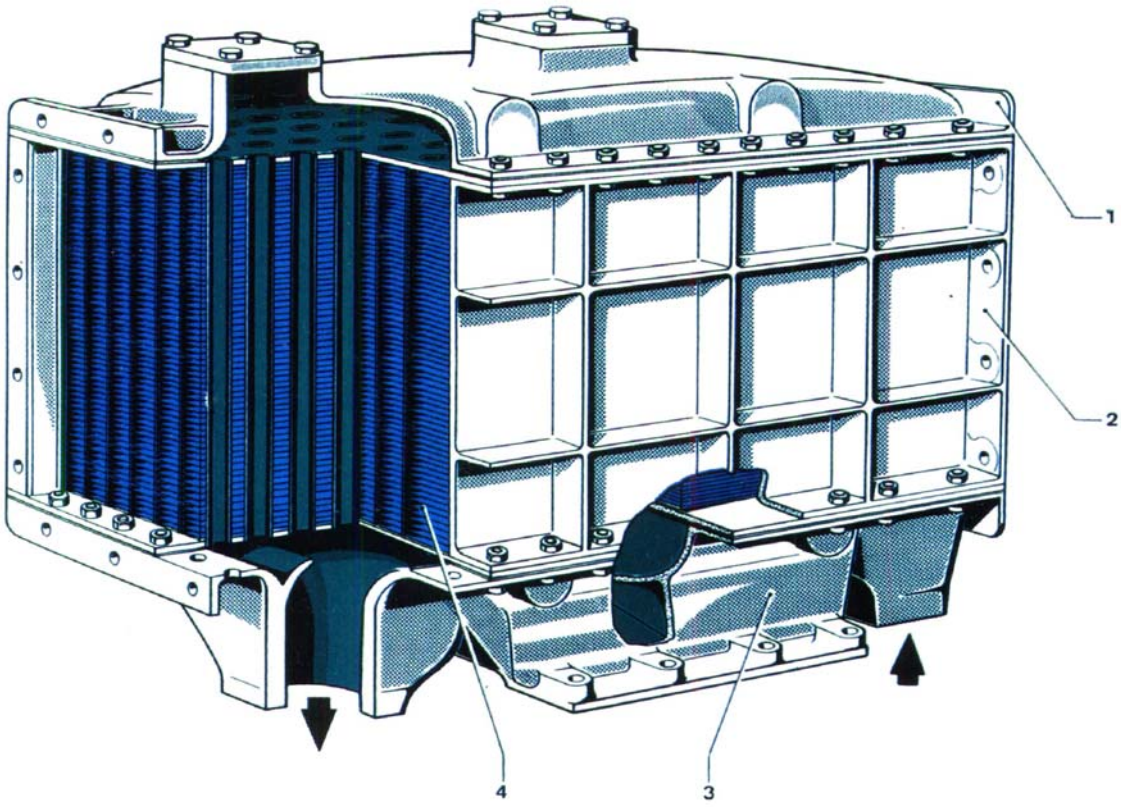
ในเครื่อง 16V , 20V ซึ่งมีหม้อถ่ายเทความร้อนอากาศดี 2 ใบ จะแยกกันทำงาน โดยมีท่อส่งอากาศดี 1 ท่อ จากเทอร์โบชาร์จ 1 ตัว ส่งอากาศดีไปผ่านหม้อถ่ายเทความร้อนอากาศดี 1 ใบ แล้วส่งไปเข้าท่อรวมอากาศดีของ 1 แถวสูบ

- การทำงาน

เป็นแบบ Cross – Flow System คือ อากาศดีและน้ำทะเลจะไหลตั้งฉากกัน ทางน้ำทะเลเข้าจะอยู่ที่ห้องน้ำตอนล่าง ในเครื่อง 12V จะแยกเข้าเป็น 2 ทาง เพื่อเข้าระบายความร้อนภายในทั้ง 2 ส่วน แต่ในเครื่อง 16V และ 20V จะมีทางเข้าทางเดียวโดยไหลเข้าเดินภายในหลอดเหมือนกันหมดแล้วไหลออกจากหม้อถ่ายเทความร้อนทางห้องน้ำตอนบนหรือทางห้องน้ำตอนล่างแล้วแต่การติดตั้งระบบ

ทางอากาศดีจะอยู่ด้านหัวหรือท้ายหม้อถ่ายเทความร้อนไหลผ่านแผ่นครีบภายนอกหมู่หลอดซึ่งทิศทางการไหลจะตั้งฉากกับทิศทางการไหลของน้ำทะเลแล้วออกจากหม้อถ่ายเทความร้อนอีกด้านไปเข้าท่อรวมอากาศดีประจำแถวสูบ

รูป 6.5 DIESEL ENGINE (V 538).



Charge Air Cooler.

1 Upper Water Box.
2 Side Panel.
3 Lower Water Box.

4.4 ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน (Emergency Shut – off Flap) (รูป 6.6)

ติดตั้งอยู่ที่ทางเข้าท่อรวมอากาศดีทั้งสองแถวสูบ ทำหน้าที่ตัดอากาศดีเข้าเครื่อง เมื่อเลิกเครื่องฉุกเฉิน (Emergency Shutdown)

- ลักษณะ

เป็นลิ้นแผ่น (Flap) ประกอบอยู่ในเรือน (Housing) ต่ออาการออกมาที่คันใช้การ (Operating Lever) (10) ด้านข้างภายนอกเรือน

โซลินอยด์ (Solenoid) (16) ติดตั้งอยู่ด้านข้างเรือนทำหน้าที่ปิด – เปิด ลิ้นแผ่น (3) ทำงานด้วยกระแสไฟตรง 24 V. เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าเข้าทำงาน (Do – Energized) อาร์เมเจอร์ (Armature) ของโซลินอยด์จะอยู่ตำแหน่งต่ำสุด (Lower) ส่งอาการให้คันห้าม (Interlock Lever) (12) ดันคันใช้การ (10) ให้ลิ้นแผ่น (3) อยู่ในตำแหน่งเปิด (Open) ด้วยกำลังดันสปริง (15) และเมื่อมีกระแสไฟฟ้าเข้าทำงาน (Energized) แรงแม่เหล็กไฟฟ้าในคอยล์ (Coil) จะดูดอาร์เมเจอร์ให้ยกตัวขึ้นส่งอาการดึงคันห้าม (12) ขึ้นด้วย ทำให้ลิ้นแผ่น (3) ตกลงปิด (Closed) ช่องทางอากาศดีด้วยน้ำหนักตัวมันเองและแรงดันสปริง (5) (รูป 6.7)

Micro Switch ติดตั้งอยู่ด้านข้างเรือน ทำหน้าที่รับอาการปิดของลิ้นแผ่น (3) ผ่านคันใช้การ (10) และส่งสัญญาณอาการปิด – เปิดไปเข้าระบบตรวจวัดของเครื่อง (Measuring and Warning System)

- การทำงาน

ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินทั้งสองแถวสูบจะมีลักษณะการทำงานอนุกรม (Series) กัน คือ จะปิดหรือเปิดด้วยกันเสมอ และสามารถทำงานได้ 2 แบบ

4.4.1 ทำงานโดยอัตโนมัติ (Automatic Actuation)

ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินจะทำงานร่วมกับชุดตรวจวัดความเร็วเครื่อง (Speed Monitoring Unit) เมื่อความเร็วเครื่องสูงกว่าความเร็วสูงสุด (Max. Speed) ชุดตรวจวัดความเร็วเครื่องจะส่งสัญญาณต่อทางไฟเข้าทำงานในโซลินอยด์ ๆ จะดึงคันห้าม (12) ขึ้น ทำให้ลิ้นแผ่น (3) ตกลงปิดช่องทางอากาศดี เครื่องยนต์จะหยุดเดินทันที เพราะไม่มีอากาศดีเข้าห้องเผาไหม้และขณะเดียวกันคันใช้การ (10) จะหมุนตามอาการลิ้นแผ่น (3) ลงไปกด Micro Switch เป็นการส่งสัญญาณไปเข้าระบบตรวจวัด

4.4.2 ทำงานด้วยมือ (Manual Actuation)

โดยการกดปุ่มเลิกเครื่องฉุกเฉิน (Emergency Stop) เป็นการส่งสัญญาณต่อทางไฟฟ้าเข้าทำงานในโซลินอยด์ ซึ่งจะมีอาการดังกล่าวมาแล้ว หรือ

โดยการโยกคันเปิดฉุกเฉินที่บริเวณด้าน KGS. ของเครื่องส่งอาการดึงผ่านสายต่อไปดึงคันห้าม (12) ขึ้น แผ่นลิ้น (3) ก็จะปิดเช่นเดียวกัน

- การเริ่มเดินเครื่องหลังจากลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินปิด

เมื่อเครื่องหยุดเดินเนื่องจากลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินทำงานโดยอัตโนมัติให้ตรวจหาสาเหตุ และก่อนเดินเครื่องหลังจากที่เครื่องหยุดเดินเพราะลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินปิดทุกครั้งให้ปฏิบัติดังนี้

เปิดลิ้นอากาศดีฉุกเฉินด้วยคันใช้การ (รูป 6.8)

เปิดลิ้นไล่อากาศ (Decompression Valve) ทุกสูสบ

หมุนเครื่องด้วยระบบเริ่มเดินเครื่องเพื่อขับไล่น้ำมันเชื้อเพลิงที่ตกค้างภายในกระบอกสูบออก

ปิดลิ้นไล่อากาศ

- การซ่อมบำรุงรักษา

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 26.

4.5 <u>ท่อระบายน้ำตกอากาศดี (Condensation Water Blow – off Line)</u>

ติดตั้งอยู่ปลายท่อรวมอากาศดีทั้งสองแถวสูบ เพื่อระบายน้ำตกออกจากระบบอากาศดีและตรวจสอบการรั่วไหลของหม้อถ่ายเทความร้อนอากาศดีขณะเครื่องใช้การ

เป็นท่อขนาดใเล็กต่อออกมาจากท่อรวมอากาศดีออกมาภายนอกประกอบด้วยแผ่นจำกัด (Orifice Plate) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มม. เพื่อลดการสูญเสียกำลังดันอากาศดีเข้าสูบให้น้อยที่สุด

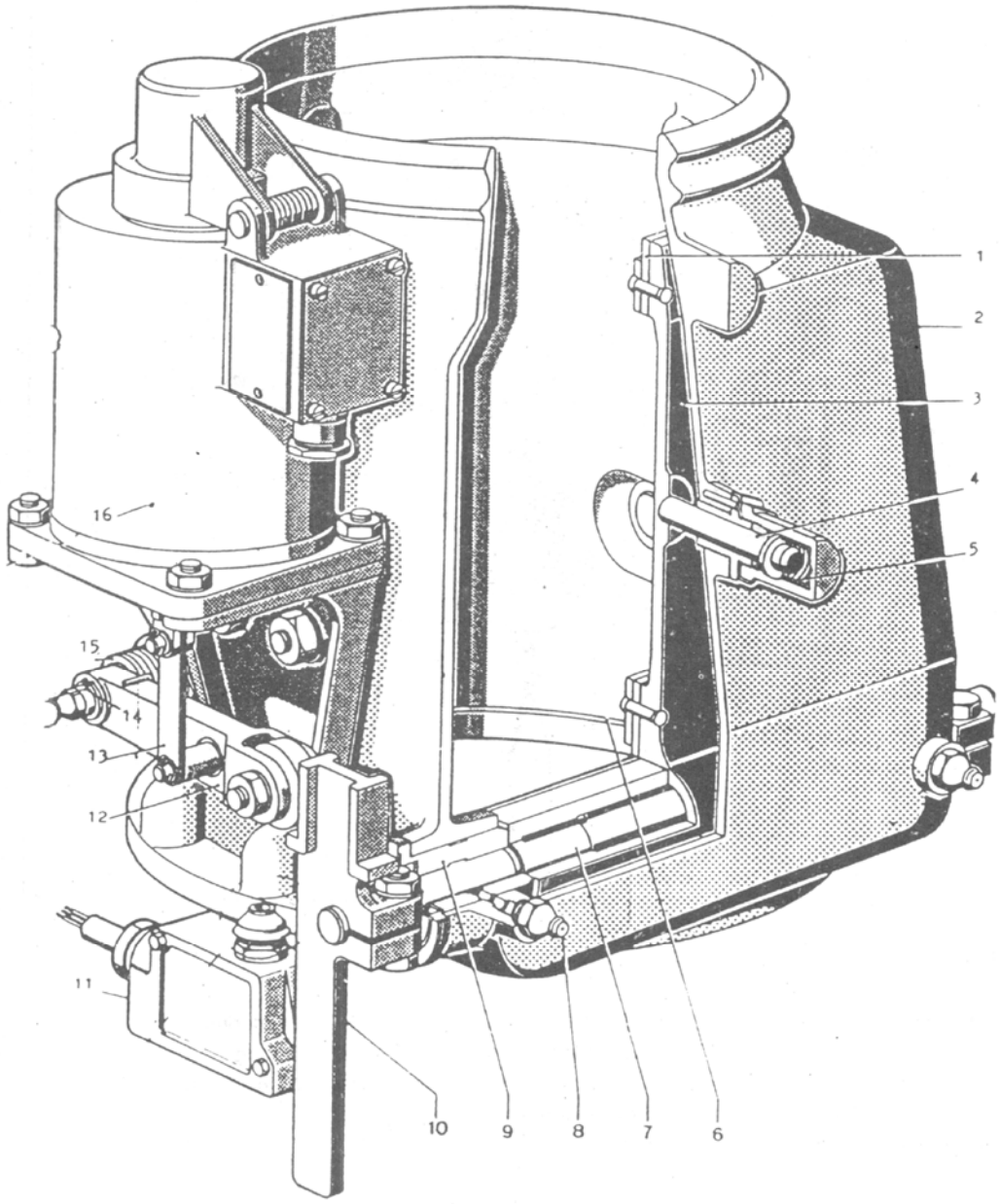
- การซ่อมบำรุงรักษา

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 27.

รูป 6.6 DIESEL ENGINE (V 538).

Quick-acting Gate Flap.

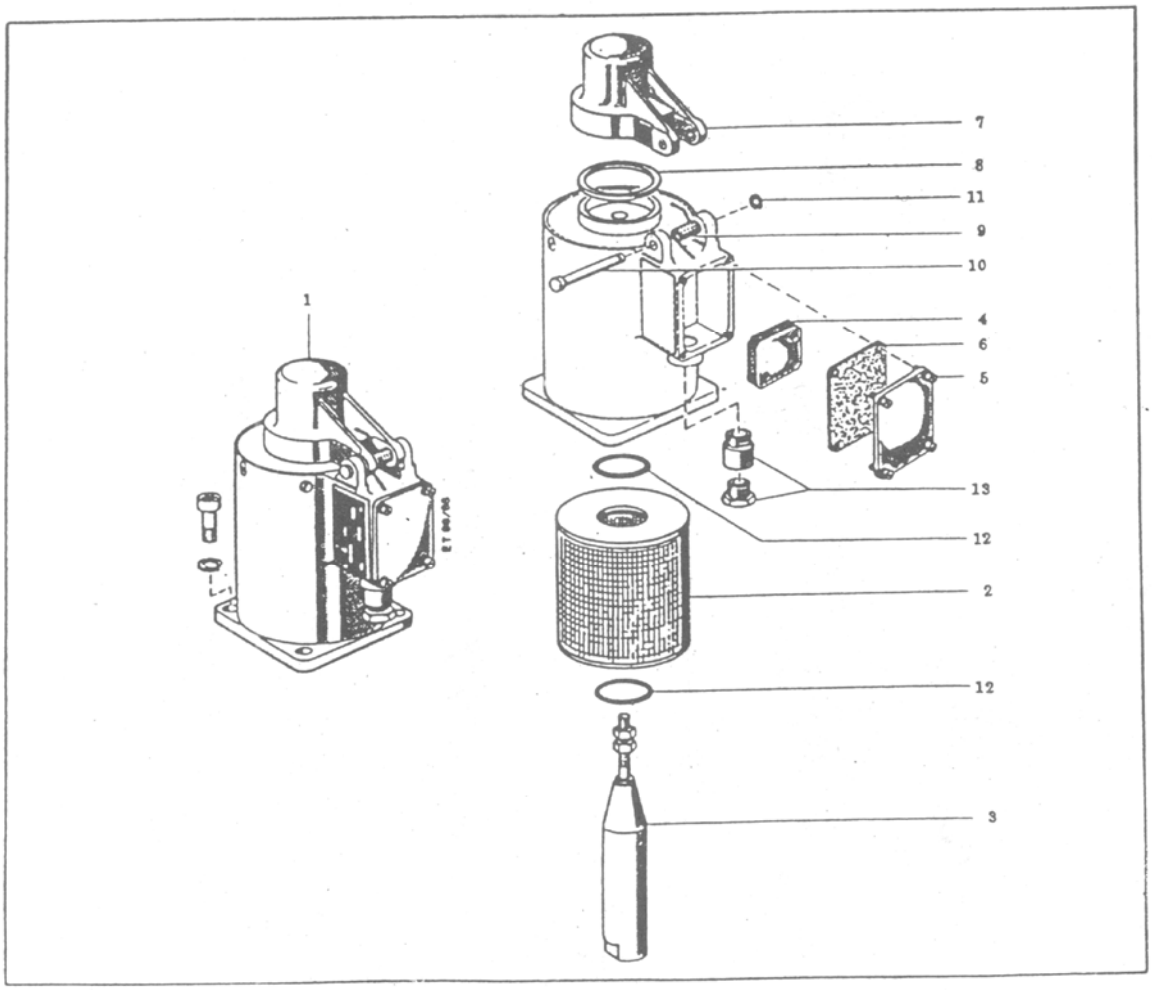
1	Sealing Ring.	9	Bearing.
2	Housing.	10	Lever.
3	flap.	11	Miltac Micro Switch.
4	Thrust Pin.	12	Lever.
5	Spring.	13	link.
6	Seating Area.	14	Pin.
7	Shaft.	15	Return Spring.
8	Grease Fitting, Conical Tip.	16	Solinoid.



รูป 6.7 SOLENOID

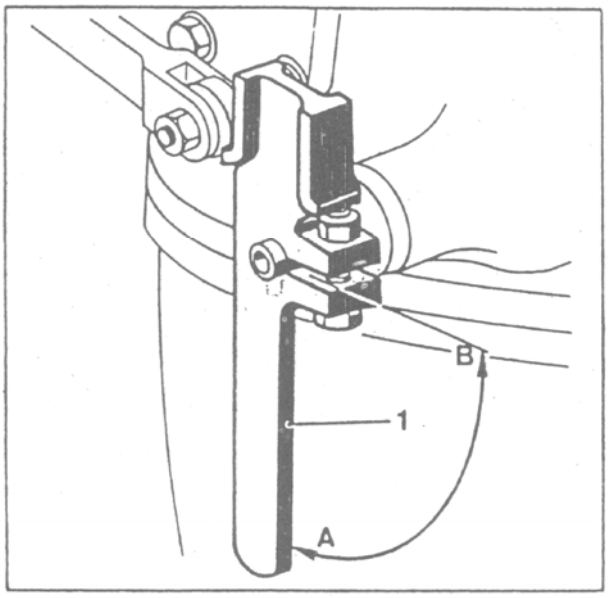
TECHNICAL DATA

Manufacturer :	BBC Mannheim
Type :	TG/SA-1403/25
MTU item NO. :	535 M18 761 D1
Nominal voltage :	24 VDC
Holding voltage :	16 VDC
A dmissible voltage :	max.30 VDC
Nominal current :	1.62 A
Weight :	about 7 kg



Description

1	Solenoid	6	Gasket	11	Snap ring
2	Coil	7	Protecting cap	12	O-ring
3	Armature	8	Gasket	13	Gland connector
4	Terminal board	9	Return spring		
5	Terminal box cover	10	Pin		



รูป 6.8 Operating Lever.

A = Trip lever position: Flap open

B = Trip lever position: Flap closed

********** END **********

บทที่ 7

ระบบเริ่มเดินเครื่องยนต์ (Starting System)

(1) กล่าวโดยทั่วไป

ระบบเริ่มเดินเครื่อง จะมีส่วนของระบบย่อยที่ทำงานร่วมกันในการเริ่มเดินเครื่อง 2 ระบบ คือ

- ระบบน้ำมันหล่อเริ่มเดิน (Priming Oil System) (ตามรายละเอียดบทที่ 3 ข้อ 4)
- ระบบลมเริ่มเดิน (Starting Air System) (รายละเอียดจะกล่าวถึงต่อไป)

โดยกำลังดันน้ำมันหล่อในระบบน้ำมันหล่อเริ่มเดินจะส่งอาการมาปิด – เปิดลมของระบบลมเริ่มเดินให้เข้าทำงานเริ่มเดินเครื่อง

ก่อนเริ่มเดินเครื่องปกติจะต้องอุ่นน้ำจืดในระบบระบายความร้อนเครื่องให้ได้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 40 ^{0}C เพื่อให้เครื่องเริ่มเดินได้ง่าย แต่ถ้ามีความจำเป็นเร่งด่วนไม่มีเวลาอุ่นน้ำจืดก็สามารถที่จะเริ่มเดินเครื่องได้ แม้ว่าเครื่องยังเย็นอยู่หรืออุณหภูมิน้ำจืดต่ำกว่า 40 ^{0}C โดยใช้สารช่วยจุดระเบิดส่งเข้าในระบบอากาศดีเข้าเครื่อง ดังนั้นการเริ่มเดินเครื่องจึงทำได้ 2 ลักษณะ คือ

การเริ่มเดินปกติ (Normal Start) คือการเริ่มเดินเครื่องเมื่ออุณหภูมิน้ำจืดไม่ต่ำกว่า 40 ^{0}C จะใช้กำลังดันลมประมาณ 40 บาร์ เข้าทำงานดันลูกสูบในกระบอกสูบให้เลื่อนลงในจังหวะทำงานหรือจุดระเบิดของเครื่อง (Firing Stroke) เพื่อหมุนให้เครื่องเริ่มเดินจนความเร็วเครื่องสูงถึงความเร็วจุดระเบิด (Firing Speed) ประมาณ 80 – 120 รอบ/นาที ก็จะเกิดการจุดระเบิดหรือทำงานโดยระบบของเครื่องเอง ระบบเริ่มเดินจะถูกตัดการทำงาน

การเริ่มเดินเมื่อเครื่องเย็น (Cold Start) คือ การเริ่มเดินเครื่องอุณหภูมิน้ำจืดต่ำกว่า 40 ^{0}C เพื่อให้เครื่องเริ่มเดินได้ง่ายจะมีชุดเริ่มเดินเมื่อเครื่องเย็นทำงานร่วมกับการเริ่มเดินปกติที่กล่าวมาแล้ว โดยทำหน้าที่ฉีดพ่นสารช่วยจุดระเบิด เช่น อีเธอร์ (Ether) เข้าไปผสมกับอากาศดีเข้าเครื่องในท่อรวมอากาศดี ส่งเข้ากระบอกสูบทำให้เกิดการจุดระเบิดของเครื่องง่ายขึ้น

การเริ่มเดินเมื่อเครื่องเย็นนี้ไม่จำเป็นไม่ควรกระทำ เพราะจะทำให้เครื่องสึกหรอเกินควร

(2) ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบลมเริ่มเดินปกติ (Normal Start) (รูป 7.1)

ลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง (Electro 3 – way Valve)

จานจ่ายลมเริ่มเดิน (Starting Air Distributor)

ลิ้นลมเริ่มเดิน (Starting Valve)

ลิ้นไล่อากาศ (Decompression Valve)

ส่วนเพิ่มเติมในระบบลมเริ่มเดินเมื่อเครื่องเย็น (Cold Start)

ลิ้นลดกำลังดันลม (Pressure Reducer)

ลิ้นผ่อนกำลังดัน (Pressure Relief Valve)

ลิ้นหน่วงเวลา (Delay Valve)

ส่วนช่วยเริ่มเดิน (Start Pilot)

หัวฉีดฝอย (Injection Nozzle)

(3) การทำงานของระบบลมเริ่มเดินเครื่อง

3.1 <u>การเริ่มเดินเครื่องปกติ (Normal Start)</u>

จะต้องอุ่นน้ำจืดภายในระบบระบายความร้อนเครื่อให้ได้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 40 ^{0}C และเตรียมกำลังดันลมเริ่มเดินให้ได้ประมาณ 20 – 40 บาร์ เมื่ออุ่นน้ำจืดได้ตามเกณฑ์แล้วจึงเลิกระบบน้ำอุ่นแล้วไล่อากาศภายในกระบอกสูบโดยลิ้นไล่อากาศ เสร็จแล้วจึงเริ่มเดินเครื่อง

เมื่อกดปุ่มเริ่มเดินเครื่อง (Start) สูบน้ำมันหล่อเริ่มเดินจะเริ่มทำงานสูบส่งน้ำมันหล่อเข้าทำงานในเครื่องควบคุมความเร็วเครื่อง (Governor) และระบบน้ำมันหล่อส่วนขับหมุนเครื่อง (Crankdrive Oil System) จนกระทั่งกำลังดันน้ำมันหล่อสูงถึงเกณฑ์กำหนดสวิทช์ควบคุมกำลังดันน้ำมันหล่อ (Oil Pressure Control Switch) ของระบบน้ำมันหล่อเริ่มเดินจะทำงานต่อทางไฟเข้าลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง (Electro 3 – Way Valve) ให้เปิดลมเริ่มเดินโดยลมส่วนแรกจะไปเข้าลิ้นลมเริ่มเดิน (Starting Valve) โดยตรง ลมส่วนที่สองจะเข้าจานจ่ายลม (Starting Air Distributor) และจ่ายออกจากจานจ่ายลมไปควบคุมการปิด – เปิดของลิ้นลมเริ่มเดินให้เปิดให้ลมส่วนแรกเข้าทำงานในกระบอกสูบในจังหวะทำงาน (Power Stroke) ของสูบตามลำดับการทำงานของเครื่อง (Firing Order) เครื่องจะเริ่มหมุนจนกระทั่งความเร็วเครื่องสูงถึง 400 รอบ/นาที ชุดตรวจวัดความเร็วเครื่อง (Speed Sensitive Monitoring Unit) จะส่งสัญญาณตัดวงจรเริ่มเดินสูบน้ำมันเริ่มเดินจะหยุดทำงานและลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทางก็จะปิด

3.2 <u>การเริ่มเดินเครื่องเมื่อเครื่องเย็น (Cold Start)</u>

จะใช้ลมส่วนหนึ่งที่ออกจากลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทางผ่านลิ้นปิด – เปิด (Shut – off Valve) เข้ามาผ่านลิ้นลดกำลังดัน (Pressure Reducer) ให้มีกำลังดันประมาณ 0.1 – 1.5 บาร์ เข้าทำงานในระบบเริ่มเดินเมื่อเครื่องเย็นและก่อนเริ่มเดินเครื่องต้องไล่อากาศและเตรียมกำลังดันลมดังกล่าวมาแล้ว

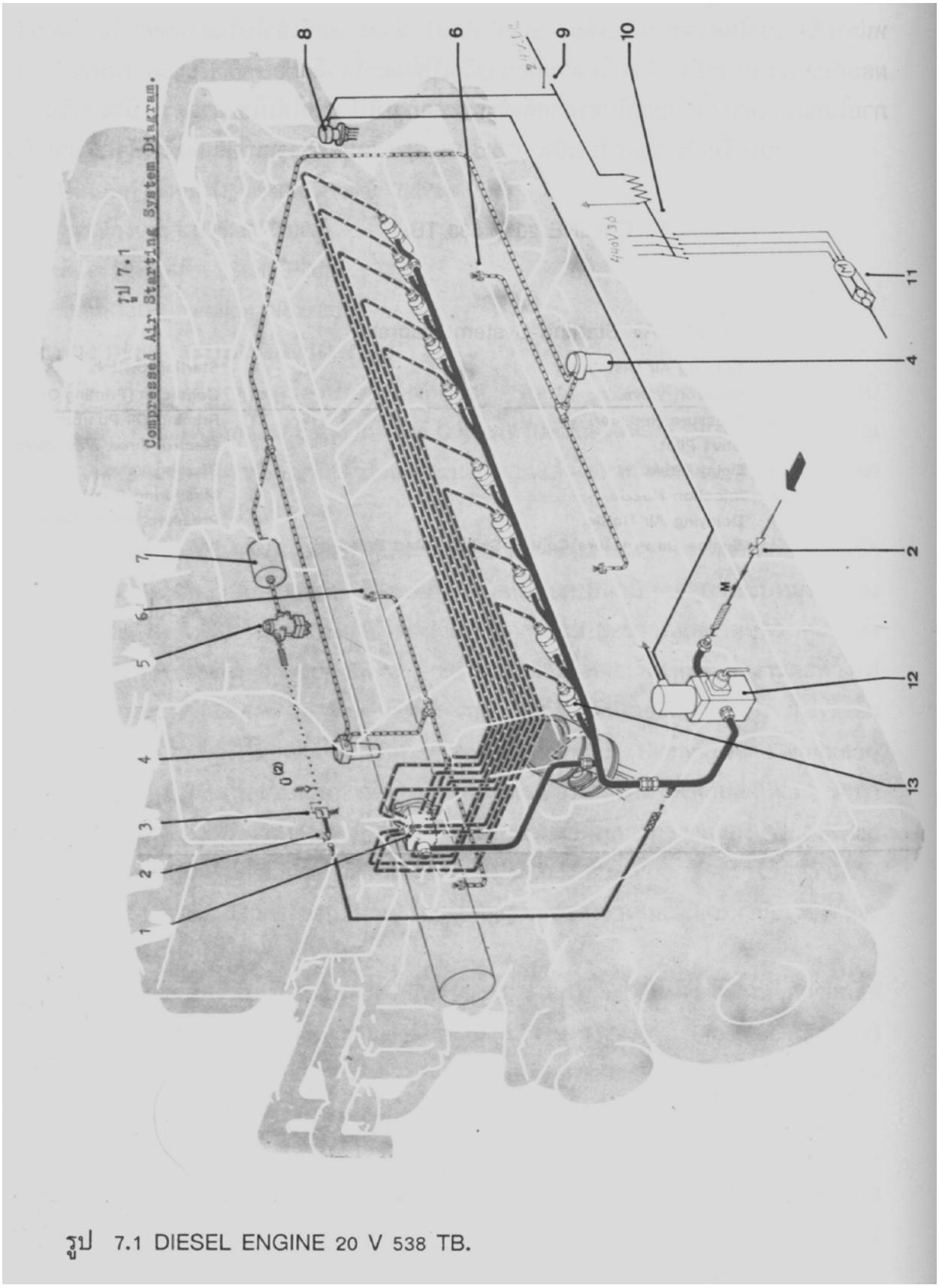
เมื่อกดปุ่มเริ่มเดินเครื่อง (Start) ระบบเริ่มเดินปกติ (Normal Start) จะเริ่มทำงานดังที่กล่าวมาแล้ว ในขณะเดียวกันลมส่วนหนึ่งที่ออกจาลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง จะส่งไปผ่านลิ้นปิด – เปิด ลิ้นลดกำลังดันและลิ้นหน่วงเวลา (Delay Valve) กับขวดลมหน่วงเวลา (Delaying Air Bottle) หน่วงให้ลมเข้าในส่วนช่วยเริ่มเดิน (Start Pilot) ช้าลง ลมที่เข้าไปในส่วนช่วยเริ่มเดินจะเข้าไปผสมกับสารช่วยระเบิดแล้วส่งไปตามท่อทางฉีดเป็นฝอยที่หัวฉีดฝอย (Injection Nozzle) เข้าไปภายในท่อรวมอากาศดีผสมกับอากาศดีเข้ากระบอกสูบไป ช่วยให้เกิดการจุดระเบิดง่ายขึ้น

ระบบเริ่มเดินเมื่อเครื่องเย็น (Cold Start) จะหยุดทำงานเมื่อลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง ปิด

รูป 7.1 DIESEL ENGINE 20 V 538 TB.

Compressed Air Starting System Diagram.

1	Starting Air Distributor	9	Starting Switch.
2	Shut-off Valve.	10	Contactor (Priming Oil Pump.)
3	Pressure Reducer.	11	Priming Oil Pump.
4	Start Pilot.	12	Electro-three Way Valve.
5	Delay Valve.	13	Starting Valve.
6	Injection Nozzle.	M	Measuring Point.
7	Delaying Air Bottle.	U	Pressure Relief Valve.
8	Engine Oil Pressure Control Switch (Start Release)	( )	bar.



รูป 7.1 DIESEL ENGINE 20 V 538 TB.

(4) รายละเอียดของระบบลมเริ่มเดินปกติ (Normal Start)

4.1 ลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง (Electro 3 – way Valve) (รูป 7.2)

ติดตั้งอยู่ที่ท่อทางเข้าลมระบบเริ่มเดิน ทำหน้าที่ปิด – เปิดลมเข้าระบบเริ่มเดินและระบายกำลังดันลม (Vent) ออกจากระบบลมเริ่มเดิน เมื่อเริ่มเดินเครื่องแล้ว

- ลักษณะ

ส่วนบนเป็นชุดขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnet Coil) และลูกสูบเลื่อน (Plunger) ทำหน้าที่เปิดลมเข้าห้องลมลูกสูบกำลัง (Servo – Piston Chamber) และปิดลมเข้า – ระบายลมออก (Vent) จากห้องลมลูกสูบกำลัง ผ่านช่องทางเดินภายใน เพื่อควบคุมการปิด – เปิด ทางลมของลิ้นนำ (Pilot Valve)

ส่วนล่างเป็นชุดลิ้นทำหน้าที่ปิด – เปิดลมเข้าระบบลมเริ่มเดินและระบายลม (Vent) ออกจากระบบลมเริ่มเดิน

- การทำงาน

การทำงานปิด – เปิดของลิ้นไฟฟ้า 3 ทาง ทำได้ 2 แบบ คือ

4.1.1 การทำงานด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnet Coil)

เป็นการทำงานในลักษณะปกติของลิ้นไฟฟ้า 3 ทาง ซึ่งมีการทำงานดังนี้

บิดคันโยก (Handle Lever) ไปตำแหน่ง “Automatic”

เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าเข้าทำงานในขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า (De – Energized) กำลังดันลมเริ่มเดินจากช่องทางเข้า (1) จะผ่านช่องทางเดินภายในและลูกสูบเลื่อน (Plunger) ไปเข้าห้องลมลูกสูบกำลัง ดันให้ลูกสูบกำลัง (Servo Piston) เลื่อนลง ทำให้ลิ้นนำ (Pilot Valve) และชุดกันรั่ว (Sealing Package) ปิด (Closed) ช่องทางระหว่างช่องทางลมเข้า (1) กับช่องทางลมออก (3) และเปิด (Open) ช่องทางระหว่างช่องลมออก (3) กับช่องทางระบาย (2) เป็นการระบายกำลังดันลม (Vent) ออกจากระบบลมเริ่มเดินเพื่อไม่มีการเริ่มเดินหรือเริ่มเดินเครื่องแล้ว

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าเข้าทำงานในขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า (Energized) ลูกสูบเลื่อน (Plunger) จะถูกอำนาจแม่เหล็กดูดยกตัวขึ้น จะปิดทางลมเข้าห้องลมลูกสูบกำลังและระบายลมภายในห้องลมลูกสูบกำลังออกทิ้งภายนอกทางรูระบาย ทำให้กำลังดันลมเริ่มเดินมีช่องทางเข้า (1) ดันด้านล่างของลูกสูบกำลัง (Servo Piston) ให้ยกตัวขึ้น ทำให้ลิ้นนำ (Pilot Valve) และชุดกันรั่ว (Sealing Package) เปิด (Open) ช่องทางระหว่างช่องทางลมเข้า (1) กับช่องทางลมออก (3) และปิด (Closed) ช่องทางระหว่างช่องทางลมออก (3) กับช่องทางระบาย (2) เป็นการเปิดลมเริ่มเดินไปเข้าทำงานในระบบเริ่มเดิน เมื่อเริ่มเดินเครื่อง

4.1.2 ทำงานด้วยมือ (Manual)

จะใช้เมื่อขดลวดสนามแม่เหล็กไม่ทำงาน โดยการบิดคันโยก (Handle Lever) ซึ่งติดตั้งอยู่ด้านข้างของชุดลิ้นในตำแหน่ง “Hand” เป็นการยกลูกสูบเลื่อน (Plunger) ให้เลื่อนตัวขึ้น จะเกิดการทำงานดังที่กล่าวมาแล้ว

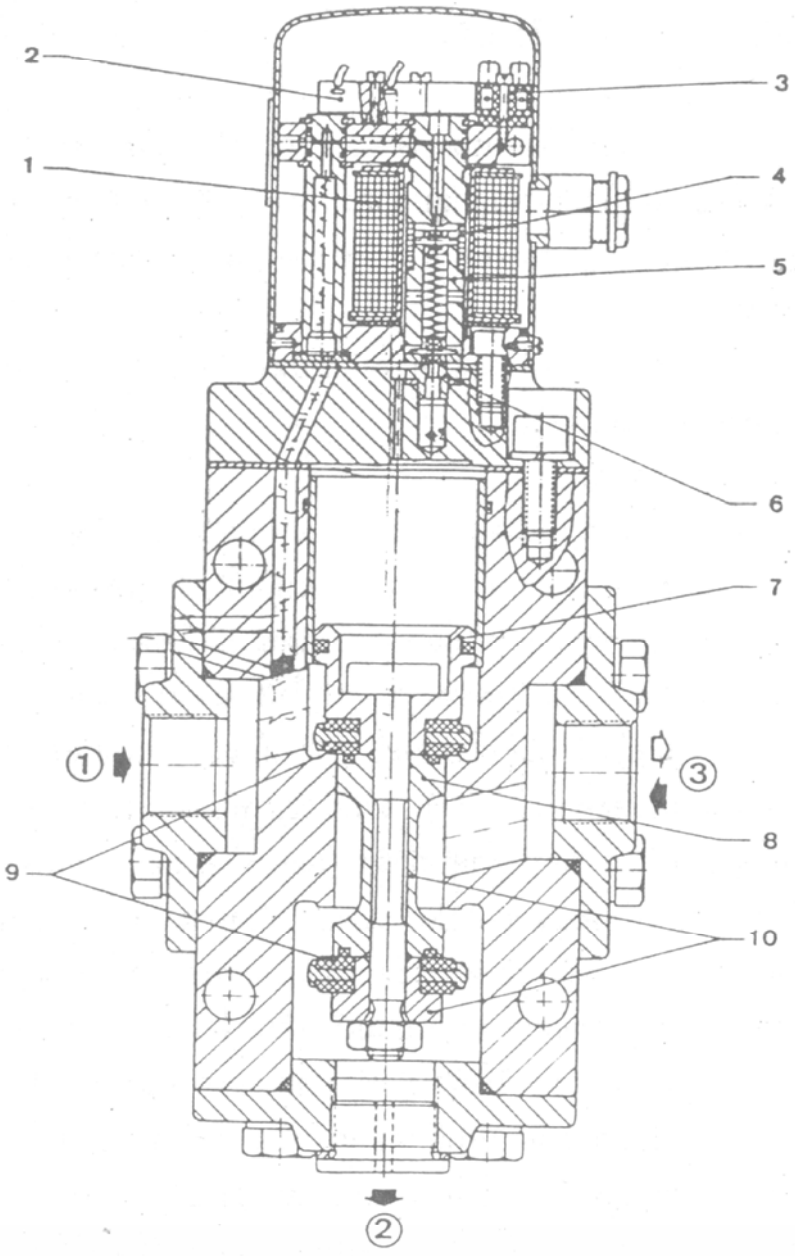
- การซ่อมบำรุงรักษา

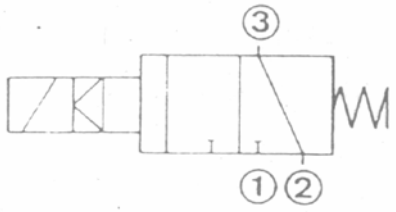
ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 28.

รูป 7.2 DIESEL ENGINE (V 538).

Electro-three Way Valve-Concordia.

1 magnet Coil.
2 Rectifier.
3 Terminal.
4 Spring.
5 Plunger, Complete.
6 Nozzle.
7 Servo-piston.
8 Pilot Valve.
9 Sealing Package.
10 Main Valve Insert.





4.2 <u>จานจ่ายลมเริ่มเดิน (Starting Air Distributor)</u>

ติดตั้งอยู่ทางด้าน KGS. ของเครื่อง ขับหมุนโดยเพลาลูกเบี้ยว (Camshaft) ด้วยความเร็วครึ่งหนึ่งของความเร็วเครื่องทำหน้าที่จ่ายลมไปควบคุมการปิด – เปิดของลิ้นลมเริ่มเดิน (Starting Valve) ตามจังหวะการทำงานของเครื่อง (Firing Order)

ในเครื่อง 12V , 16V และ 20V ลักษณะหลักการทำงานของจานจ่ายลมจะเหมือนกัน จะแตกต่างกันบ้างในรายละเอียด เช่น จำนวนท่อลมออกเป็นต้น ให้ดูรายละเอียดในคู่มือประจำเครื่อง

- ส่วนประกอบที่สำคัญ (รูป 7.3 และ 7.4)

เรือนจานจ่าย (Housing) ภายในเป็นท่อทางเดินลมส่งออกไปควบคุมการปิด – เปิดของลิ้นลมเริ่มเดิน (Starting Valve) โดยต่อออกรอบ ๆ เรือนจานจ่ายจำนวนเท่ากับลิ้นลมเริ่มเดินและช่องทางระบาย (Vent) อยู่รอบ ๆ เพลากลาง (Intermediate Shaft) จำนวนเท่ากับช่องทางเดินลมส่งออก

หน้าสัมผัส (Contact Face) ประกอบติดกับเรือนจานจ่าย มีช่องทางลมติดต่อกับช่องทางลมของเรือนจานจ่าย

แผ่นจานจ่าย (Distributor Disc) ประกอบติดกับเพลาขับ (Drive Shaft) ได้รับแรงหมุนจากเพลาลูกเบี้ยว มีช่องทางลม 1 ช่อง ทำหน้าที่จ่ายลมตามจังหวะการทำงานของเครื่อง (Firing Order) และเปิดระบายลม (Vent) จากช่องทางที่จ่ายไปลิ้นเริ่มเดินเมื่อไม่ใช่จังหวะการทำงาน

ฝาปิด (Cover) ประกอบติดกับเรือนจานจ่าย ทำหน้าที่รับลมจากลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง เพื่อจ่ายผ่านแผ่นจานจ่าย

- การทำงาน

เมื่อเริ่มเดินเครื่องและลิ้นไฟฟ้า 3 ทางเปิดลมเข้ามาที่เรือนจ่ายลม

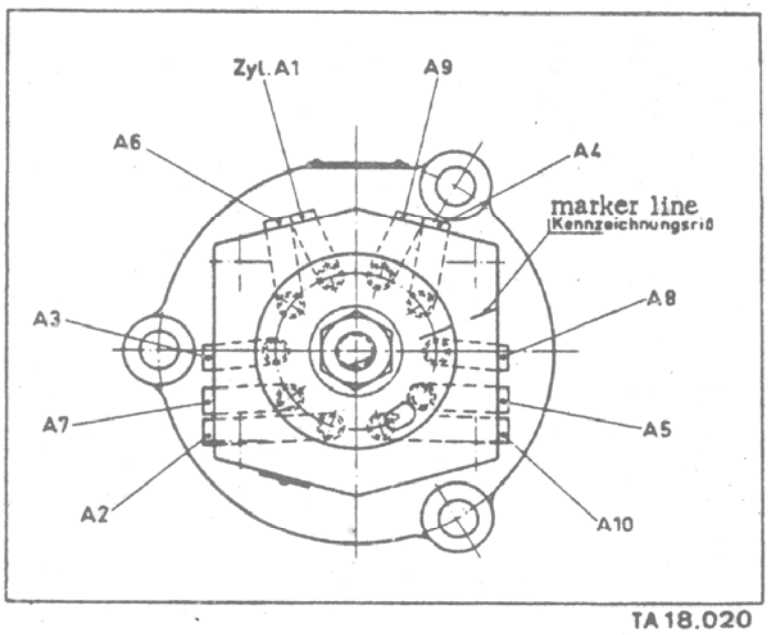
กำลังดันลมจะเข้าที่ช่องทางเข้าที่ฝาปิด (Cover) เข้าไปดันแผ่นจานจ่ายให้เลื่อนไปสัมผัสกับหน้าสัมผัส กำลังดันลมจะผ่านช่องทางลม ของแผ่นจานจ่ายไปเข้าช่องทางลมของหน้าสัมผัสที่เปิดตรงกันอยู่ผ่านช่องทางลมในเรือนจานจ่ายไปเปิดลิ้นลมเริ่มเดิน (Starting Valve) ให้ลมเริ่มเดินที่รออยู่เข้าดันลูกสูบให้เลื่อนลง เครื่องก็จะเริ่มหมุนขณะเดียวกันแผ่นจานจ่ายก็จะเริ่มหมุนตามไปด้วยก็จะเปิดลมไปเข้าลิ้นลมเริ่มเดินของสูบอื่นต่อไปตามจังหวะการทำงานของเครื่อง (Firing Order)

เมื่อเครื่องมีการจุดระเบิดและเริ่มเดินเรียบร้อยแล้ว ลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง จะปิดทางลมเข้าจานจ่ายลม และระบายกำลังดันลมออกจากระบบ ก็จะไม่มีกำลังดันลมเข้าดันแผ่นจานจ่ายทำให้แผ่นจานจ่ายลอยตัวจากหน้าสัมผัสและหมุนตัวเปล่าไปตามความเร็วของเครื่อง

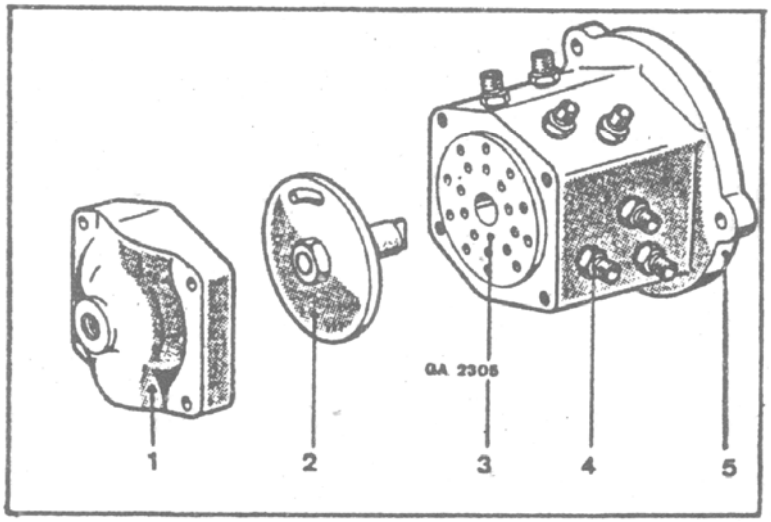
- การซ่อมบำรุงรักษา

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 29.

รูป 7.3 Starting Air Distributor. (20 V...)



รูป 7.4 Starting Air Distributor. (20 V...)



1 Distributor cover plate
2 Distributuor disc
3 Contact face
4 Connection to starting valve
5 Housing

4.3 ลิ้นลมเริ่มเดิน (Starting Valve) (รูป 7.5)

ติดตั้งอยู่ด้านข้างฝาสูบของ 1 แถวสูบ ทำหน้าที่ปิด –เปิดลมเริ่มเดินเข้าทำงานในกระบอกสูบ และเป็นลิ้นกันกลับ (Non – Return Valve) แก๊สในห้องเผาไหม้ด้วย

- ลักษณะ

เป็นลิ้นกันกลับทำงานโดยลูกสูบ (Piston) ซึ่งปกติจะปิด (Closed) ด้วยกำลังดันสปริง และเปิด (Open) ด้วยกำลังดันลมจากจานจ่ายลม

- การทำงาน

กำลังดันลมส่วนแรกจากลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง (Electro 3 – way Valve) จะเข้ามาที่ลิ้นลมเริ่มเดิน และเข้าไปภายในห้องลิ้นของลิ้นลมเริ่มเดินจากด้านข้าง

เมื่อยังไม่มีกำลังดันลมส่วนที่สองจากจานจ่ายลมเข้ามาทำงานที่ลูกสูบ (Piston) ของลิ้นลมเริ่มเดิน ลิ้น (Valve) (19) ของลิ้นลมเริ่มเดินจะปิด (Closed) ด้วยกำลังดึงสปริง (1) และกำลังดันลมภายในห้องลิ้น ขณะนี้จะไม่มีกำลังดันลมเข้าทำงานในกระบอกสูบ

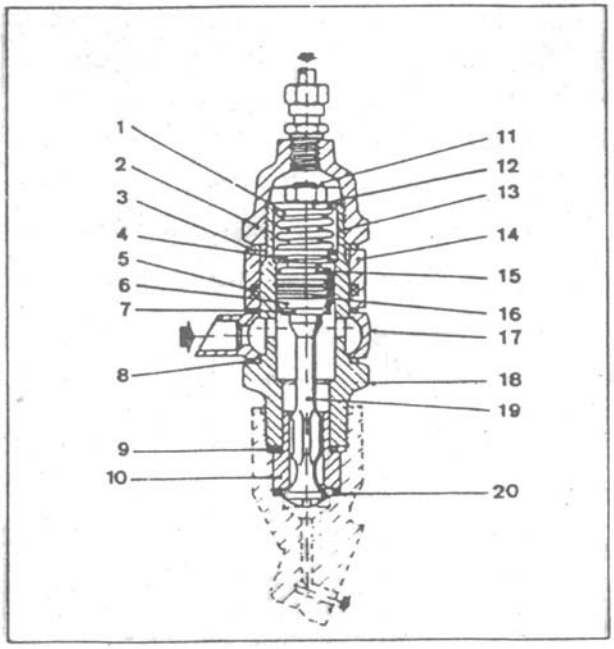
เมื่อมีกำลังดันลมส่วนที่สองจากจานจ่ายลมเข้ามาที่ด้านบนของลิ้นลมเริ่มเดินและเข้าไปดันลูกสูบ (Piston) (6) ให้เลื่อนลง จะส่งอาการให้ลิ้น (Valve) (19) เปิด (Open) ให้ลมส่วนแรกจากลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทางเข้าทำงานดันลูกสูบในกระบอกสูบให้เลื่อนลงจนกระทั่งจานจ่ายลมปิด (Closed) ลมที่จ่ายมา ลิ้นลมเริ่มเดินจะปิด (Closed) ดังกล่าวแล้วข้างต้น

- การซ่อมบำรุงรักษา

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 30.

1	Spring	11	Nut
2	Screw cap	12	Stop
3	Sealing ring	13	Spring guide
4	Disc	14	Sealing sleeve
5	Rubber sealing ring	15	Distance ring
6	Piston	16	Piston ring
7	Distance ring	17	Tube head
8	Sealing ring	18	Valve body
9	Sealing ring	19	Valve
10	Valve seat	20	Sealing ring

รูป 7.5 STARTING VALVE



4.4 ลิ้นไล่อากาศ (Decompressed Valve) (รูป 2.4 และ 7.6)

ติดตั้งอยู่ด้านข้างฝาสูบทุกสูบ ทำหน้าที่ปิด – เปิดห้องเผาไหม้เพื่อไล่อากาศออกมาภายนอกก่อนเริ่มเดินเครื่อง

- ลักษณะ

แท่งลิ้น (Plug) (41407 ประกอบอยู่กับเรือนลิ้น (4121) ปิด – เปิดโดยใช้ประแจครองพิเศษหมุนปิด – เปิด

ปลอกแท่งลิ้น (Push Sleeve) (4123) เป็นปลอกมีลักษณะเป็นฟังเฟืองอยู่ด้านในสวมอยู่กับฟันเฟืองของแท่งลิ้นและเรือนลิ้นตลอดเวลาด้วยกำลังสปริง (4122) เพื่อป้องกันแท่งลิ้นปิด - เปิดด้วยตัวเอง

เรือนลิ้น (4121) ด้านหนึ่งประกอบติดกับฝาสูบมีรูระบายอากาศออกมาภายนอกด้านข้าง

- การใช้งาน

4.4.1 เมื่อหมุนเครื่องด้วยมือ (Manual Bearing)

การหมุนเครื่องด้วยมือและเปิดลิ้นไล่อากาศจะกระทำเมื่อ

ก่อนการเดินเครื่องครั้งแรก (Initial Service)

ก่อนการเดินเครื่องเมื่อเลิกเครื่องเป็นเวลานาน

ก่อนการเดินเครื่องเมื่อหลังจากหรือสงสัยว่ามีน้ำรั่วเข้าในกระบอกสูบ

- การปฏิบัติ

ใช้ประแจครอบพิเศษสวมกดลงบนปลอกแท่งลิ้นให้ยุบตัวลงจากฟันเฟืองของแท่งลิ้นแล้วหมุนทวนเข็มนาฬิกา (Anti – Clockwise) 2 – 3 รอบ (การหมุน 1 1/2 รอบ รูระบายอากาศของลิ้นจะเปิดเต็มที่)

ใช้คันหมุนเครื่อง (Barring Lever) หมุนเครื่องที่ส่วนเชื่อมต่อ (Coupling) 1 – 2 รอบ สังเกตดูน้ำทะระบายออกมาจากแต่ละสูบและการหมุนของเครื่องจะต้องไม่ติดขัดใช้ประแจครอบพิเศษสวมกดลงบนปลอกแท่งลิ้นให้ยุบตัวลงจากฟันเฟืองของแท่งลิ้นแล้วกวดเข้าให้พอตึงมือ

4.4.2 เมื่อหมุนเครื่องด้วยระบบเริ่มเดิน (Starting Equipment Cranking)

การหมุนเครื่องด้วยระบบเริ่มเดินและเปิดลิ้นไล่อากาศจะกระทำเมื่อ

ก่อนการเดินเครื่องครั้งแรก (Initial Service)

ก่อนการเดินเครื่องเมื่อไม่ได้ใช้เครื่องเป็นเวลานาน

ก่อนการเดินเครื่องเมื่อเลิกเครื่องด้วยการปิดลิ้นอากาศดีฉุกเฉิน (Emergency Shut – off Flap)

- การปฏิบัติ

เปิดลิ้นไล่อากาศเช่นเดียวกับข้อ 4.4.1

กดปุ่มเริ่มเดินจนกระทั่งมีละอองน้ำมันเชื้อเพลิงพ่นออกมาจากรูระบายของลิ้นไล่อากาศเป็นการทดลองระบบเริ่มเดินด้วย

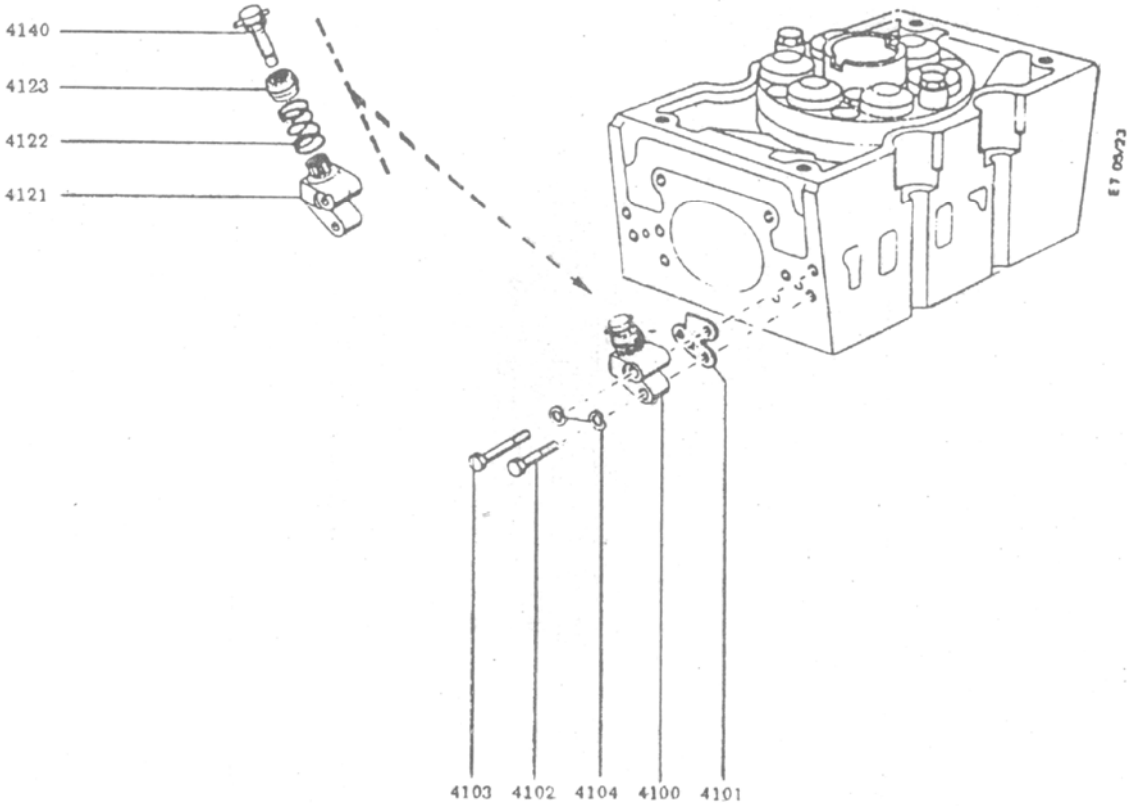
ปิดลิ้นไล่อากาศเช่นเดียวกับข้อ 4.4.1

- การตรวจสอบเมื่อเดินเครื่องแล้ว

ใช้มือสัมผัสดูที่รูระบายของลิ้นว่ามีแก๊สจากห้องเผาไหม้รั่วออกมาหรือไม่

ถ้ามีให้ใช้ประแจครอบพิเศษกวดลิ้นเข้าอีก ถ้ายังมีการั่วไหลอยู่ให้ถอดลิ้นออกมาตรวจซ่อมทำหรือเปลี่ยนให้เรียบร้อย

รูป 7.6 Decompression Valve



4.5 <u>ส่วนช่วยเริ่มเดิน (Start Pilot)</u> (รูป 7.7)

มี 2 ชุด ติดตั้งอยู่ทั้งสองด้านของแถวสูบ ทำหน้าที่ส่งสารช่วยจุดระเบิดไปฉีดพ่นที่หัวฉีดฝอย (Spray Nozzle)

- ส่วนประกอบที่สำคัญ

ตัวเรือน (Body or Housing) เป็นโลหะอ่อน (Light Metal)

กระเปาะบรรจุ (Fuel Container) เป็นกระเปาะพลาสติกใสมีเครื่องหมาย “Maxi” อยู่ด้านข้าง ประกอบติดอยู่กับด้านล่างตัวเรือนสำหรับบรรจุสารช่วยจุดระเบิด

ลิ้นเติม (Filling Valve) มีลักษณะเป็นแผ่นลิ้นกันกลับ (Valve Plate) ซึ่งจะถูกกดให้ยุบตัวเมื่อเติมสารช่วยจุดระเบิด ประกอบติดอยู่ด้านบนตัวเรือนด้วยสลักเกลียวและมีฝาปิด (Cover) อยู่ด้านบน

หัวฉีดผสม (Mixing Nozzle) ประกอบอยู่ตอนกลางตัวเรือนด้วยสลักเกลียว ทำหน้าที่ผสมอากาศกับสารช่วยจุดระเบิดเพื่อส่งไปหัวฉีดฝอย

ลิ้นกันรั่ว (Sealing Valve) ประกอบอยู่กับหัวฉีดผสม ทำหน้าที่เป็นลิ้นกันกลับในท่อทางส่งของส่วนช่วยเริ่มเดิน

- การทำงาน

กำลังดันลมประมาณ 1.5 บาร์ จะเข้าทำงานในส่วนช่วยเริ่มเดินที่ช่องทางเข้าและเข้าไปภายในกระเปาะบรรจุและมีกำลังกดลงบนผิวหน้าสารช่วยจุดระเบิด ทำให้สารช่วยจุดระเบิดไหลขึ้นไปตามท่อฉีด (Immersion Tube) ขณะเดียวกันลมส่วนหนึ่งจะเข้าไปช่องทางรอบ ๆ หัวฉีดผสม ผสมกับสารช่วยจุดระเบิด และส่งผ่านลิ้นกันรั่วออกไปตามท่อทางส่ง เพื่อส่งไปหัวฉีดฝอยที่ท่อรวมอากาศดีต่อไป

- การเติมสารช่วยจุดระเบิด (Filling) (รูป 7.7)

ใช้ขวดเติมโดยเฉพาะ

เปิดฝาปิด (Cover)

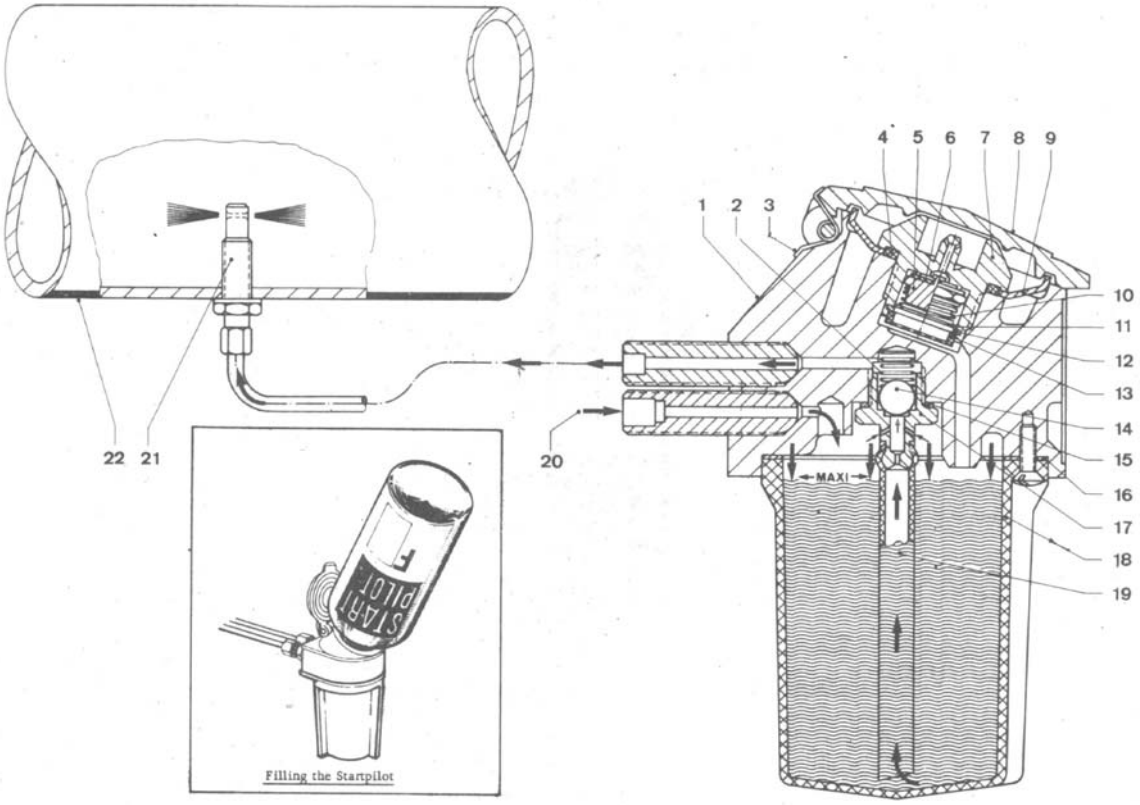
ใส่ปากขวดเติมลงในลิ้นเติมแล้วกดลงจนกระทั่งสารช่วยจุดระเบิดสูงถึงขีด “Maxi”

ระวังการลุกไหม้จากสารช่วยจุดระเบิด

รูป 7.7 DIESEL ENGINE (V 538).

Start Pilot Viso F.

1	Body.	12	Circlip.
2	Valve Spring.	13	Filter.
3	Cover Spring.	14	Sealing Valve.
4	Sealing Ring.	15	Sealing Ring.
5	Valve Plate.	16	Gasket.
6	Valve Gasket.	17	Mixing Nozzle.
7	Valve Body.	18	Fuel Container.
8	Cover.	19	Immersion Tube.
9	Profiled Washer.	20	Compressed Air Inlet.
10	Valve Spring.	21	Atomizing Nozzle.
11	Washer.	22	Charge Air Manifold.



รูป 7.7 Start Pilot Viso F.

4.6 ลิ้นผ่อนกำลังดัน (Pressure Relief Valve) (รูป 7.8)

ติดตั้งอยู่ระหว่างลิ้นลดกำลังดันและลิ้นหน่วงเวลาทำหน้าที่รักษากำลังดันลมในระบบเริ่มเดินเครื่องเมื่อเครื่องเย็น (Cold Start) ไม่ให้เกิน 2 บาร์ มีลักษณะเป็นลิ้นแผ่น (Plate Type) กดปิดด้วยกำลังดันสปริง

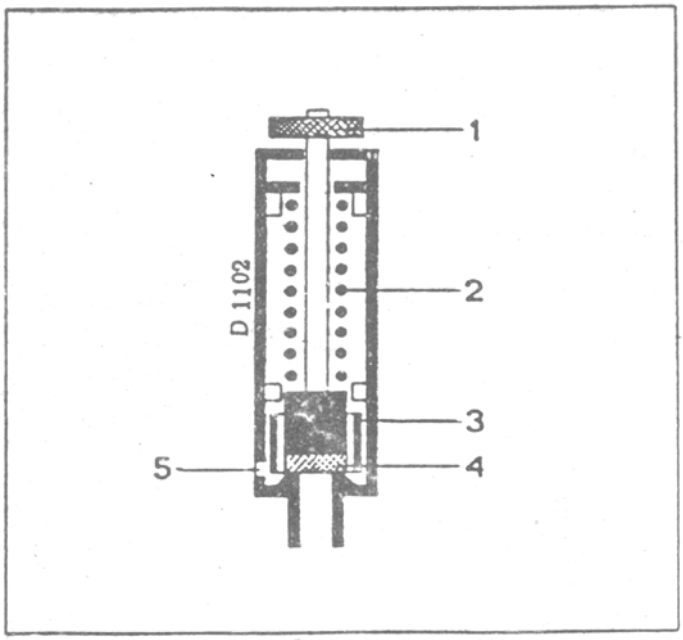
- การทำงาน

เมื่อลิ้นกำลังดันในระบบไม่เกิน 2 บาร์ ลิ้นจะปิด (Closed) ด้วยกำลังดันสปริงเมื่อกำลังดันลมเกิน 2 บาร์ จะดันให้ลิ้นแผ่นเปิด (Open) ระบายลมออกทิ้งนอกระบบจนกระทั่งลมในระบบลดลงถึง 2 บาร์ ลิ้นก็จะปิด

- การซ่อมบำรุงรักษา

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 31.

รูป 7.8 PRESSURE RELIEF VALVE



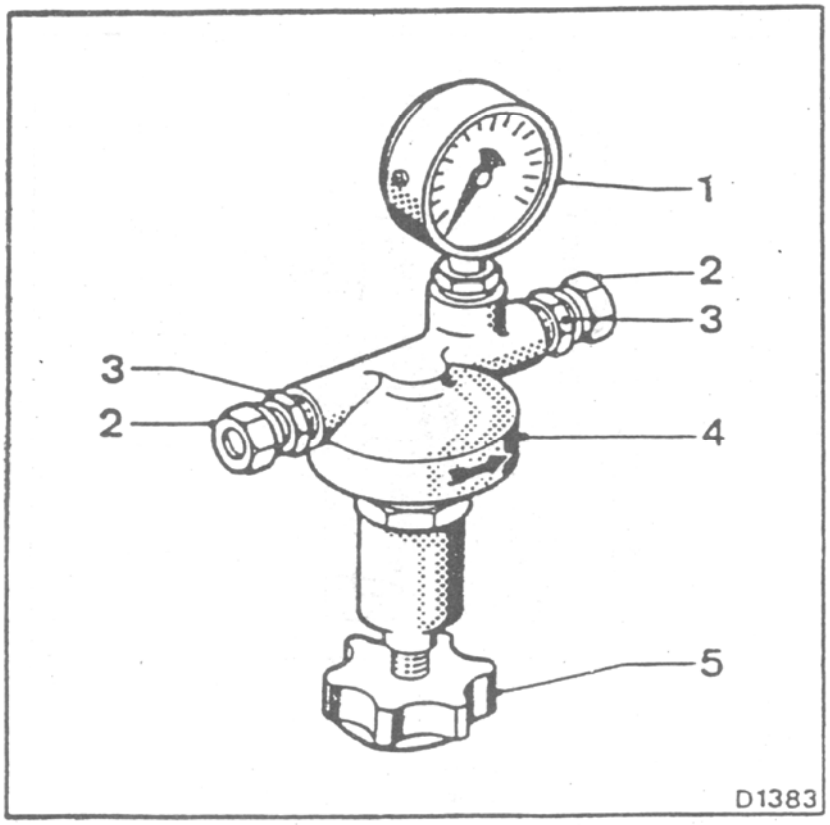
1 Knurled nut
2 Control spring
3 Piston
4 Plate
5 Vent slot

4.7 ลิ้นลดกำลังดัน (Pressure Reducing Valve) (รูป 7.9)

ติดตั้งอยู่ที่ทางเข้าลมของระบบเริ่มเดินเครื่องเมื่อเครื่องเย็น (Cold Start) ทำหน้าที่ลดกำลังดันลมเริ่มเดิน (40 บาร์) ลงมาเป็นกำลังดันลมใช้การประมาณ 1.5 บาร์ ซึ่งสามารถตั้งค่าได้โดยปรับแต่งที่เกลียวปรับแต่ง (Adjusting Screw)

ลิ้นลดกำลังดันนี้จะทำงานโดยอัตโนมัติในการรักษาค่ากำลังดันลมใช้การให้คงที่ตลอดเวลา

รูป 7.9 PRESSURE REDUCING VALVE

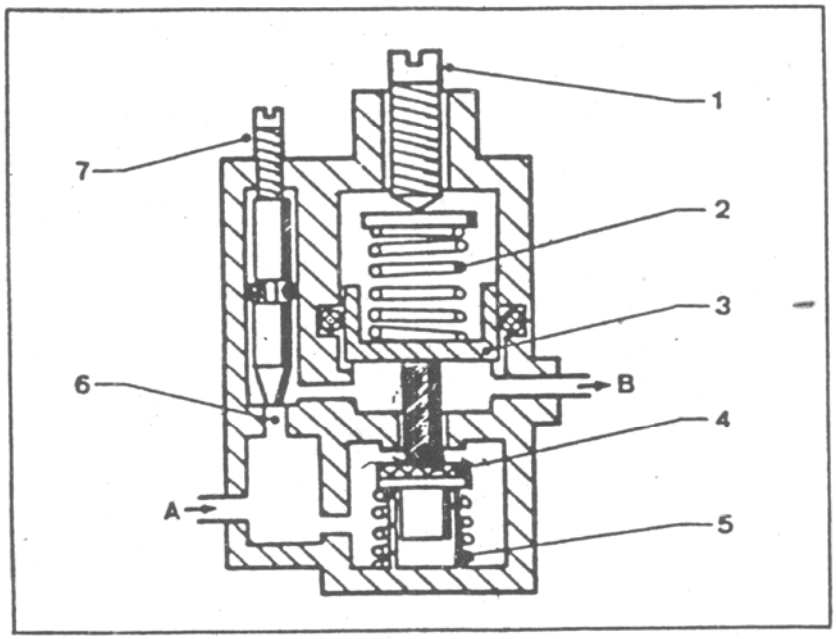


1 Pressure gauge
2 Nut
3 Union
4 Pressure reducing valve
5 Adjusting screw

4.8 <u>ลิ้นหน่วงเวลา (Delaying Valve)</u> (รูป 7.10)

ติดตั้งอยู่ระหว่างลิ้นผ่อนกำลังดันและส่วนช่วยเริ่มเดินทำหน้าที่หน่วงเวลาลมที่เข้าทำงานในส่วนช่วยเริ่มเดิน (Start Pilot) ให้เข้าทำงานช้ากว่าลมเริ่มเดินที่เข้าทำงานในกระบอกสูบ คือให้กำลังดันลมเริ่มเดินเข้าทำงานดันลูกสูบให้เลื่อนลงก่อนจึงเปิดให้ลมเข้าทำงานในส่วนช่วยเริ่มเดิน (Start Pilot) เพื่อให้เครื่องเริ่มหมุนไปก่อนที่สารช่วยจุดระเบิดจะเข้าไปในกระบอกสูบเป็นการป้องกันเครื่องยนต์ Knock

รูป 7.10 DELAYING VALVE



1 Adjusting screw
2 Piston spring
3 Piston
4 Valve
5 Valve spring
6 Orifice
7 Choke screw
A Inlet
B Outlet

- การทำงาน

เมื่อไม่มีกำลังดันลมเข้าที่ช่องทางเข้า (A) ลูกสูบ (Piston) (3) จะถูกลดลงด้วยกำลังกดสปริงลูกสูบ (Piston Spring) (2) ส่งอาการให้ลิ้น (Valve) (4) เปิด (Open) ช่องทางลมระหว่างทางเข้า (A) กับช่องทางออก (B) เนื่องจากสปริงลูกสูบ (2) มีกำลังมากกว่าสปริงลิ้น (5)

เมื่อมีกำลังดันลมเข้าที่ช่องทางเข้า (A) จะไหลผ่านลิ้น (Valve) (4) เข้าดันลูกสูบ (Piston) (3) ให้ยกตัวขึ้นเนื่องจากกำลังดันสปริงลูกสูบ (2) น้อยกว่ากำลังดันสปริงลิ้น (5) +กำลังดันลมใต้ลูกสูบส่งอาการให้ลิ้น (Valve) (4) ปิด (Closed) ช่องทางลมระหว่างช่องทางเข้า (A) กับช่องทางออก (B) เป็นการเริ่มต้นการหน่วงเวลา

กำลังดันลมจากช่องทางเข้า (A) จะไหลผ่านช่องจำกัด (Orifice) ไปถึงช่องทางออก (B) ได้เป็นการระบายกำลังดันลมออกจากห้องลมช่องทางเข้า (A) เข้าไปดันลูกสูบ (Piston) (3) จนกระทั่งกำลังดัน A=B ลิ้น (Valve) (4) จะเปิด (Open) เนื่องจากกำลังดันสปริงลูกสูบ (2) มากกว่ากำลังสปริงลิ้น (5) +กำลังดันลมใต้ลูกสูบเป็นการสิ้นสุดการหน่วงเวลา

การเริ่มต้นการหน่วงเวลา (Start of Delaying) สามารถปรับแต่งได้ด้วยเกลียวปรับแต่ง (Adjusting Screw)

ช่วงเวลาการหน่วง (Delay Duration) ปรับแต่งได้ด้วยเกลียวรีดลม (Choke Screw) (7)

4.9 <u>หัวฉีดฝอย (Start Pilot Spray Nozzle)</u> (รูป 7.11)

มี 4 ชุด ติดตั้งอยู่ที่หัว – ท้าย ท่อรวมอากาศดีทั้งสองแถวสูบ ทำหน้าที่ฉีดพ่นสารช่วยจุดระเบิดให้เป็นฝอยเข้าไปผสมกับอากาศดีในท่อรวมอากาศดี

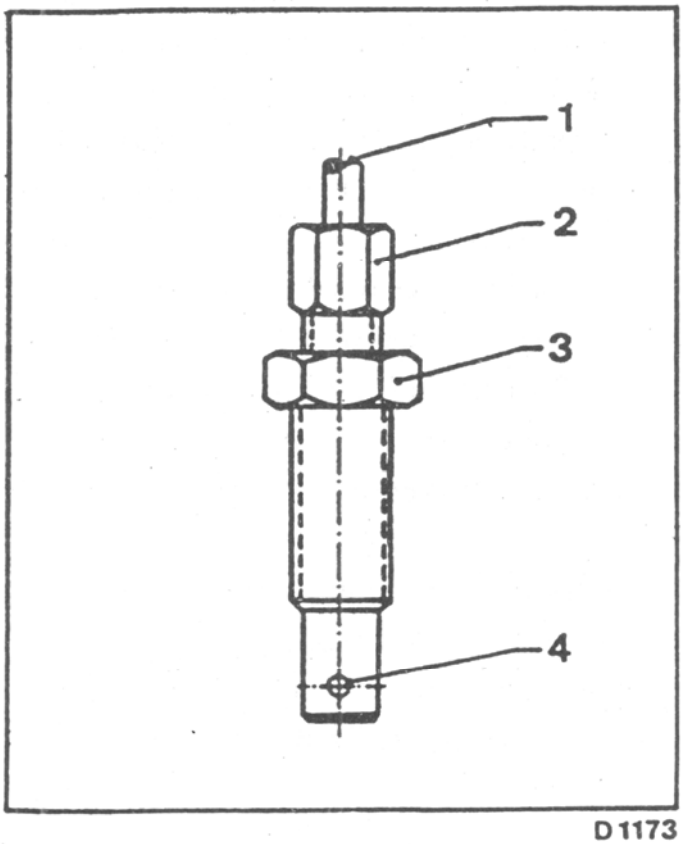
- ลักษณะ

เป็นหัวฉีดที่มีรูปฉีด (Spray Nozzle Orifice) อยู่ด้านข้างซึ่งจะฉีดสารช่วยจุดระเบิดออกมาเป็นฝอยขนานกับท่อรวมอากาศดี ภายในประกอบด้วยหม้อกรองละเอียด (Filter) เพื่อป้องกันสิ่งสกปรกเข้าไปในท่อรวมอากาศดี

- การซ่อมบำรุงรักษา

ตามรายละเอียดบทที่ 9 ข้อ 32.

รูป 7.11 STARTPILOT SPRAY NOZZLE



1 Startpilot line
2 Fixing nut
3 Spray nozzle
4 Spray nozzle orifice

********** END **********

บทที่ 8

คำแนะนำในการใช้เครื่อง

(Operating Instructing)

เพื่อให้เครื่องยนต์สามารถใช้การได้เป็นระยะเวลานาน จึงต้องมีการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง ในการปฏิบัติต่อเครื่องยนต์ ตั้งแต่การเตรียมการเริ่มเดินเครื่อง การเดินเครื่อง การใช้เครื่อง ตลอดจนการเลิกเครื่องและการดูแลรักษาเครื่อง ซึ่งจะต้องมีการปฏิบัติโดยเคร่งครัด จึงจะเกิดผลดีต่อเครื่องยนต์ซึ่งรวมไปถึงแนวทางการแก้ไขข้อขัดข้องต่าง ๆ ของเครื่องซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้ง่าย

(1) การเตรียมการก่อนเริ่มเดินเครื่อง (Start Preliminaries)

		ขั้นการปฏิบัติ						
	งานที่ต้องปฏิบัติ	1	2	3	4	5	6	การปฏิบัติ
1.	การตรวจก่อนใช้เครื่อง (De = Preservation)	+						บทที่ 8 ข้อ 8
2.	หมุนเครื่องและเปิดลิ้นไล่อากาศ (De - Compression Valve)	+	+	0	+	+	+	บทที่ 7 ข้อ 4.4
3.	น้ำจืดระบายความร้อน (Engine Coolant)							
	- ตรวจเติม	+					+	บทที่ 9 ข้อ 20
	- ตรวจระดับ		+	+	+	+		บทที่ 9 ข้อ 20
	- อุ่นน้ำ	+	+	+	+	+	+	บทที่ 4 ข้อ 5.6
	- ตรวจการทำงานของชุดอุ่นน้ำจืด	+	+		+	+	+	บทที่ 4 ข้อ 5.6
4.	น้ำทะเลระบายความร้อน (Raw Water)							
	- เปิดลิ้นในระบบ	+	+	+	+	+	+	
	- เติมน้ำในสูบน้ำทะเลให้เต็ม	+				+	+	บทที่ 4 ข้อ 5.2
5.	น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ (Engine Oil)							
	- เติมให้เต็มระดับใช้การ	+					+	บทที่ 9 ข้อ 15
	- ตรวจระดับ		+	+	+	+		" - "
	- เติมน้ำมันหล่อเข้าท่อหล่อแบริ่งเทอร์โบชาร์จชุดบน	+	+		+	+	+	บทที่ 9 ข้อ 25.3
	- ทดสอบการทำงานของสูบน้ำมันหล่อเริ่มเดินและเครื่องควบคุมความเร็ว	+	+		+	+	+	บทที่ 9 ข้อ 5
6.	น้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel)							
	- เติมให้เต็ม	+					+	

	งานที่ต้องปฏิบัติ	ขั้นการปฏิบัติ 1	2	3	4	5	6	การปฏิบัติ
	- ตรวจระดับ		+	+	+	+		
	- เปิดก๊อกเลือกหม้อกรองคู่	+		+	+	+	+	บทที่5 ข้อ4.3,4.8
	- ไล่อากาศในระบบ	+	+			+	+	บทที่ 5 ข้อ 4.2
7.	ระบบอากาศดี (Charge Air)							
	- ตรวจดูน้ำออกทางท่อระบายน้ำตก (Blow-off Line)	+	+	+	+	+	+	บทที่ 9 ข้อ 27
	- เปิดลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินถ้าปิดอยู่	+	+	+	+	+	+	บทที่ 6 ข้อ 4.4
8.	กำลังดันลม (Compressed Air)							
	- ตรวจเติมลมที่ขวดเก็บ	+	+	+	+	+	+	บทที่ 7 ข้อ 3
	- เปิดลิ้นในระบบ (Shut-off Cock)	+	+	+	+	+	+	-
9.	จุดหล่อลื่น (Lubricating Points)							
	- อัดจาระบีลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน	+			+	+	+	บทที่ 9 ข้อ 26
	- กลไกควบคุมเครื่องและหมู่เฟืองทด (Gear Box)	+			+	+	+	
10.	ระบบตรวจวัด							
	- เปิดไฟเข้าระบบ	+	+	+	+	+	+	-

<u>ขั้นการปฏิบัติ</u>

1. คือ ก่อนเดินเครื่องครั้งแรกหรือหลังจากเลิกเครื่องเป็นเวลานาน (มากกว่า 3 เดือน)
2. คือ หลังจากเลิกเครื่องเป็นเวลานาน (มากกว่า 1 สัปดาห์และไม่เกิน 3 เดือน)
3. คือ หลังจากเลิกเครื่องเป็นเวลาสั้น ๆ (ไม่เกิน 1 สัปดาห์)
4. คือ หลังจากการซ่อมบำรุงรักษาขั้น W4
5. คือ หลังจากการซ่อมบำรุงรักษาขั้น W5
6. คือ หลังจากการซ่อมบำรุงรักษาขั้น W6
7. คือ หลังจากเลิกเครื่องหลายชั่วโมง

(2) การเริ่มเดินเครื่อง (Starting of the Engine)

เครื่องยนต์จะเริ่มเดินได้จะต้อง

- ไม่มีภาระ (Load) หรือเข้าคลัทช์อยู่
- อุ่นเครื่องให้อุณหภูมิน้ำจืดระบายความร้อนเครื่องได้ประมาณ 40 ^{0}C
- มีกำลังดันน้ำมันหล่อเริ่มเดิน (Priming Oil)

เมื่อมีการอุ่นเครื่อง (Preheating) ให้เลิกระบบอุ่นเครื่องก่อนเริ่มเดินเครื่อง

การปฏิบัติในการเริ่มเดินเครื่อง

2.1 กดปุ่มเริ่มเดินเครื่อง (Start) สูบน้ำมันหล่อระบบเริ่มเดินจะทำงานสูบน้ำมันหล่อจากอ่างน้ำมันหล่อส่งเข้าทำงานในระบบน้ำมันหล่อส่วนขับหมุนเครื่อง (Crankdrive Oil System) และเครื่องควบคุมความเร็ว (Governor) จนกระทั่งกำลังดันน้ำมันหล่อสูงถึงเกณฑ์กำหนด สวิทช์ควบคุมกำลังดันน้ำมันหล่อ (Oil Pressure Control Switch) จะทำงานต่อทางไฟฟ้าเข้าทำงานในโซลินอยด์ของลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง (Electro 3 – way Valve) ทำให้ลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทางเปิดลมเริ่มเดินเข้าทำงานในระบบเริ่มเดินเครื่องยนต์จะเริ่มหมุน

2.2 กดปุ่มเริ่มเดินไว้จนกระทั่งเครื่องยนต์มีการจุดระเบิดเรียบร้อยถ้าเครื่องยนต์ไม่จุดระเบิดหลังจากเครื่องหมุนไปแล้วประมาณ 3 วินาที ให้เลิกกดปุ่มเริ่มเดินชั่วขณะ แล้วจึงกดปุ่มเริ่มเดินเครื่องใหม่ ถ้าเครื่องยนต์ยังไม่จุดระเบิดอีกหลังจากการกดปุ่มเริ่มเดินครั้งที่ 2 แล้ว ให้หยุดหาสาเหตุและแก้ไขก่อนเริ่มเดินเครื่องใหม่

ในกรณีฉุกเฉินที่จะต้องเริ่มเดินเครื่องเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 30 ^{0}C ให้ใช้ระบบเริ่มเดินเมื่อเครื่องเย็น (Cold Start)

2.3 เลิกกดปุ่มเริ่มเดิน

เมื่อเครื่องยนต์เดินเรียบร้อยแล้ว

(3) การตรวจสอบขณะเครื่องเดิน (Inspection During Engine Operating)

การปฏิบัติ	เมื่อใช้เครื่องครั้งแรกหลังจากเลิกเครื่องเป็นเวลานาน	ทุกวันที่ใช้เครื่อง	รายละเอียดปฏิบัติ
1. ฟังเสียงการเดินของเครื่อง	+	ตามตารางการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง (Maintenance Plan)	- ต้องไม่มีเสียงผิดปกติ
2. ตรวจดูสีแก๊สเสีย	+		- บทที่ 8 ข้อ 11
3. ตรวจดูการรั่วไหลของท่อทางภายนอกเครื่อง	+		- ตรวจด้วยสายตา
4. โยกคันหมุนที่หม้อกรองน้ำมันหล่อ	+		- บทที่ 9 ข้อ 8 และ 9
5. ตรวจดูน้ำมันหล่อที่ไปหล่อลื่นแบริ่งชุดบนของเทอร์โบชาร์จ	+		- บทที่ 9 ข้อ 25.1
6. เลิกเครื่อง	+		- บทที่ 8 ข้อ 6
7. ตรวจช่วงเวลาหยุด (Run Down) ของเทอร์โบชาร์จ	+		- บทที่ 9 ข้อ 25.4
8. ตรวจระดับน้ำมันหล่อในเครื่อง	+		- บทที่ 9 ข้อ 15.1 ถ้าปกติให้เริ่มเดินเครื่องใหม่

(4) การอุ่นเครื่อง (Warming – up the Engine)

ให้ใช้เครื่องโดยการเพิ่มภาระ (Load) อย่างช้า ๆ จนกระทั่งอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์สูงถึง 60 ^{0}C จึงจะใช้เครื่องรับภาระเต็มที่ (Full Load)

(5) การตรวจสอบขณะเครื่องมีภาระ (Checks with Engine Under Load)

การปฏิบัติ	1	2	3	รายละเอียดการปฏิบัติ
1. ฟังเสียงผิดปกติ	+	+	ตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance Plan)	-
2. ตรวจดูสีแก๊สเสีย	+	+		- บทที่ 8 ข้อ 11
3. ตรวจเครื่องและท่อทางของเครื่องดูการรั่วไหล	+	+		- ตรวจดูด้วยสายตา
4. ตรวจดูอุณหภูมิและกำลังต่าง ๆ	+	+		- เกณฑ์ค่าบทที่ 1 ข้อ 5
5. ตรวจความเร็วและกำลังงานออก	+	+		- ค่าความเร็วและมุมคันแร็กตามตารางทดสอบประจำเครื่อง
6. ตรวจกำลังดูด (Depression) ของอากาศดีและกำลังต้านกลับ (Back Pressure) ของแก๊สเสีย	+			- ตามคู่มือประจำเครื่อง

<u>หมายเหตุ</u>

- เมื่อเดินเครื่องครั้งแรก (Initial Service)
- หลังจากเลิกเครื่องเป็นเวลานาน

(6) การเลิกเครื่อง (Engine Shut – down)

6.1 <u>โดยปกติ (Normal Shut – down)</u>

ก่อนเลิกเครื่องให้ลดอุณหภูมิของเครื่องลงโดยการเดินเครื่องเบาตัวเปล่า (Idling Speed) ให้อุณหภูมิน้ำจืดระบายความร้อนเครื่องต่ำสุดและคงที่ประมาณ 5 นาที เพื่อป้องกันการเกิดความเค้นจากความร้อน เนื่องจากการสะสมความร้อนของเครื่อง

กดปุ่มเลิกเครื่อง (Stop) จะกระทั่งเครื่องหยุด

6.2 <u>โดยการเลิกเครื่องฉุกเฉิน (Emergency Shut – down)</u>

ถ้าโซลินอยด์ของเครื่องควบคุมความเร็วไม่ทำงาน สามารถเลิกเครื่องได้โดยใช้คันเลิกเครื่อง (Manual Control) ที่เครื่องควบคุมความเร็วหรือปิดลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน (Emergency Shut – down Flap) ได้โดยการกดปุ่มเลิกเครื่องฉุกเฉิน (Emergency Stop) หรือโยกคันปิดฉุกเฉินบริเวณด้าน KGS. ของเครื่องให้ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินปิดท่อรวมอากาศดีเข้าเครื่อง

(7) การปฏิบัติหลังจากเลิกเครื่องแล้ว (Operation After Shut – down)

- ตรวจสอบช่วงเวลาหยุดหมุน (Run Down) ของเครื่องเทอร์โบชาร์จ

  รายละเอียดตาม บทที่ 9 ข้อ 25.4

- โยกคันหมุนหม้อกรองน้ำมันหล่อลื่น (Ratchet Lever)

  รายละเอียดตาม บทที่ 9 ข้อ 8 และ 9

- ปิดลิ้นทางดูดน้ำทะเลเข้าเครื่อง
- ล้างทำความสะอาดส่วนต่าง ๆ ที่เปรอะเปื้อนน้ำทะเล
- เปิดลิ้นระบายน้ำ (Drain Line) ระบบแก๊สเสียเฉพาะ

ในกรณีที่ท่อแก๊สเสียของเครื่องติดตั้งอยู่บนดาดฟ้า ระบบแก๊สเสียจะต้องมีถังพักน้ำที่ติดต่อกับท่อระบายน้ำ เพื่อรับน้ำที่เข้าไปในปล่องแก๊สเสียและระบายออกทิ้งลงท้องเรือเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำส่วนนี้เข้าไปในเทอร์โบชาร์จและป้องกันไม่ให้แก๊สเสียปนไปกับน้ำที่ระบายทิ้ง โดยมีลิ้นปิด – เปิดที่ท่อระบายน้ำนี้ซึ่งจะต้องปิด (Closed) เมื่อเดินเครื่องและเปิด (Open) หลังจากเลิกเครื่องหรือใช้ท่อกาลักน้ำ (Syphon) แทนลิ้นปิด – เปิด

- ตรวจสอบสลักยึดแท่นเครื่อง

  ตรวจสอบสลักยึดติดตั้งเครื่องและการยึดตัวของอุปกรณ์หลังจากการทดลองใช้เครื่องครั้งแรก (First Trial Run)

(8) การดูแลรักษาเครื่อง (Preservation)

ถ้าระยะเวลาการใช้เครื่องเกิน 3 เดือน ให้ปฏิบัติดังนี้

8.1 <u>การดูแลรักษาขั้นต้น (Large – Scale Preservation)</u>

8.1.1 การดูแลรักษาภายใน (Internal Preservation)

ในขณะเครื่องยังอยู่ในอุณหภูมิใช้งาน (Operating Temperature)

- เปิดระบายน้ำมันหล่อออกจาก

  อ่างน้ำมันหล่อ (Oil Pan)

  หม้อถ่ายเทความร้อนน้ำมันหล่อ (Oil Heat Exchanger)

  หม้อกรองน้ำมันหล่อ (Oil Filters)

  หม้อกรองละเอียดทางลัด (Secondary Flow Filters)

- ปิดลิ้นระบายน้ำมันหล่อที่เปิดทั้งหมด
- เติมน้ำมันหล่อชนิดพิเศษสำหรับรักษาเครื่อง (Preservation Oil) ใส่เครื่องอย่างน้อยที่สุดให้ถึงขีดต่ำสุดของเหล็กวัดระดับ (รายละเอียดน้ำมันหล่อชนิดพิเศษดูในคู่มือ Fluids and Lubricants Specification No. 1061)
- ถอดท่อทางดูดสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Delivery Pump) ไปประกอบดับท่อทางถังบรรจุน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดพิเศษสำหรับรักษาเครื่อง (Preservation Fuel) (รายละเอียดในคู่มือเล่มเดียวกับน้ำมันหล่อชนิดพิเศษ)

- เริ่มเดินเครื่อง (Start)

เดินเครื่องตัวเปล่า (Idling Speed) ประมาณ 15 นาที ให้อุณหภูมิน้ำจืดระบายความร้อนเครื่องสูงประมาณ 80 ^{0}C เพื่อป้องกันการกลั่นตัวของน้ำในระบบทางเดินอากาศดี

- เลิกเครื่อง (Stop)

ก่อนเลิกเครื่อง ให้ฉีดพ่นน้ำมันหล่อชนิดพิเศษเข้าที่ช่องทางดูดอากาศดีของเทอร์โบชาร์จเพื่อเข้าไปเคลือบส่วนต่าง ๆ ภายในระบบอากาศดี

- ถอดประกอบท่อทางน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าที่เดิม
- ปล่อยให้เครื่องเย็นลงจนกระทั่งอุณหภูมิน้ำจืดระบายความร้อนประมาณ 30 – 40 ^{0}C
- ถอดปลั๊กระบายของท่อรวมอากาศดี
- เปิดลิ้นไล่อากาศ (Decompression Valve)
- ฉีดพ่นน้ำมันหล่อชนิดพิเศษ เข้าไปในท่อรวมอากาศดีทางรูปลั๊กระบายที่ถอดออก
- หมุนเครื่องด้วยระบบเริ่มเดินจนกระทั่งมีละอองน้ำมันหล่อชนิดพิเศษพ่นออกมาที่ลิ้นไล่อากาศเป็นการเคลือบผิวภายใน , ชิ้นส่วนภายในต่าง ๆ
- ปิดปลั๊กระบายของท่อรวมอากาศดี
- เติมน้ำมันหล่อชนิดพิเศษ เข้าไปในท่อทางลมเริ่มเดินเครื่องเป็นการเคลือบผิวภายในของระบบลมเริ่มเดิน พร้อมทั้งหมุนเครื่องด้วยระบบเริ่มเดิน
- ระบายน้ำมันหล่อชนิดพิเศษ ออกจากอ่างน้ำมันหล่อ (Oil Pan)

8.1.2 การดูแลรักษาภายนอก (External Preservation)

หลังจากการปฏิบัติดูแลรักษาภายในเรียบร้อยแล้ว ให้ปฏิบัติดังนี้

- ชิ้นส่วนภายนอกที่ไม่ต้องทาสีให้ฉีดพ่นด้วยน้ำยากันสนิมให้ทั่วทุกส่วน (รายละเอียดดูในคู่มือ MTU Working Material Specification No. 1061)
- เพลาภายนอกต่าง ๆ ให้ทาจาระบีให้ทั่วเพื่อป้องกันสนิม

8.1.3 ล้างระบบน้ำทะเลระบายความร้อนด้วยน้ำจืด (Flushing)

- เมื่อเลิกใช้การเครื่องเป็นเวลานาน ให้ล้างระบบน้ำทะเลระบายความร้อน (Sea Water System) ด้วยน้ำจืด (Fresh Water) ก่อนเลิกเดินเครื่อง

8.2 <u>การดูแลรักษาขั้นละเอียด (Small – Scale Preservation)</u>

8.2.1 การตรวจดูความเสียหายและการเกิดสนิมภายนอก (External Defect and Corrosion)

- ถ้าเกิดสนิมให้ขูดออกแล้วเคลือบน้ำยาป้องกันสนิมใหม่

8.2.2 การตรวจชิ้นส่วนภายในและหลังจากการดูแลรักษา (After – Preservation)

- ถอดฝาช่องตรวจ (Inspection Cover) ข้างเรือนสูบและฝาปิด (Top Cover) ของเรือนลูกเบี้ยวและกระเดื่อง (Cam and Rocker Housing)
- ตรวจดูความชื้น สนิมและการชำรุดเสียหายของชิ้นส่วนภายในให้ทั่ว โดยการหมุนเครื่องด้วยมือและสังเกตดูการหมุนปกติต้องไม่ติดขัด

- ฉีดพ่นน้ำมันหล่อชนิดพิเศษ เข้าไปในห้องเพลาข้อเหวี่ยง (Crank Case) กลไกควบคุมลิ้นและหมู่เฟืองขับ (Valve Gear and Gear Train Component) พร้อมทั้งหมุนเครื่องไปด้วย

- ถอดปลั๊กอุดท่อรวมอากาศดี

- ใช้ท่อต่อฉีดพ่นน้ำมันหล่อชนิดพิเศษ เข้าภายในยอดสูบทุกสูบ โดยหมุนเครื่องให้สูบนั้นอยู่ตำแหน่ง Overlap ก่อนฉีดพ่น แล้วหมุนเครื่องด้วยมือหลาย ๆ ครั้ง

- ถอดฝาปิด (Cover) เครื่องควบคุมความเร็ว (Governor)

- ฉีดพ่นน้ำมันหล่อชนิดพิเศษเข้าเครื่องควบคุมความเร็ว ขณะเดียวกันโยกคันควบคุม (Regulating Lever) และคันเลิกเครื่อง (Shut – down Lever) หลาย ๆ ครั้ง

- ฉีดพ่นน้ำมันหล่อชนิดพิเศษ เข้าที่ทางดูดอากาศดีของเทอร์โบชาร์จพร้อมทั้งหมุนเพลาหมุน (Rotor) ด้วย

- ปิดส่วนต่าง ๆ ที่เปิดออกมาเข้าที่

- ประกอบท่อทางต่าง ๆ ที่ถอดออกมาเข้าที่

- ปิดลิ้นไล่อากาศ (Decompression Valve)

8.2.3 การดูแลรักษาภายนอก

- เช่นเดียวกับข้อ 8.1.2

(9) การปฏิบัติก่อนการใช้เครื่องที่มีการปฏิบัติดูแลรักษา (Putting into Service)

- ตรวจดูความเสียหายหรือผิดปกติ สนิม ชิ้นส่วนภายนอก ถ้าเกิดสนิมให้ขูดออกแล้วเคลือบใหม่

- เปิดฝาช่องตรวจ (Inspection Cover) ข้างเรือนสูบและฝาปิด (Top Cover) ของเรือนลูกเบี้ยวและกระเดื่อง (Cam and Rocker Housing) ตรวจดูความชื้น สนิม และความเสียหายต่าง ๆ ของชิ้นส่วนภายใน

- เปิดลิ้นไล่อากาศ (Decompression Valve) แล้วหมุนเครื่องด้วยมือ ตรวจดูการหมุนของเครื่องจะต้องไม่ติดขัด

- ปิดฝาปิดที่เปิดออกเข้าที่เดิม

- ระบายน้ำมันหล่อชนิดพิเศษ ฯ ออกจากอ่างน้ำมันหล่อ (Oil Pan) และหม้อกรองน้ำมันหล่อ (Oil Filters) ให้หมด

- ทดสอบการทำงานของเครื่องควบคุมความเร็ว (Governor)

- ตรวจสอบว่าส่วนควบคุมเครื่อง (Regulating Linkage) ให้เคลื่อนไหวได้คล่องตัว

- เตรียมการก่อนเริ่มเดินเครื่อง ตามรายละเอียดข้อ 1

(10) แนวทางการแก้ไขข้อขัดข้อง (Hints for Troubleshooting)

สาเหตุของการขัดข้องของเครื่องสามารถทราบได้ดดยการวิเคราะห์จากข้อสังเกตอาการของเครื่องโดยละเอียด

ข้อขัดข้องบางอย่างที่ไม่สามารถหาสาเหตุได้ทันทีขณะใช้งานเครื่อง แนะนำให้ลดความเร็วลงมาเดินเบาหรือเลิกเครื่อง และเป็นการดีที่สุดควรเลิกเครื่อง ก่อนที่จะเกิดความเสียหายกับเครื่องมากขึ้น

10.1 <u>ขณะเตรียมการเดินเครื่อง (Stand – by)</u>

ข้อขัดข้อง	สาเหตุ	การแก้ไข
1. สูบน้ำมันหล่อเริ่มเดินไม่เดิน	1.1 ฟิวส์สูบน้ำมันหล่อขาด	1.1 เปลี่ยนฟิวส์ใหม่
	1.2 สายไฟลัดวงจร	1.2 ตรวจซ่อม
	1.3 Relay ขัดข้อง	1.3 เปลี่ยนใหม่
	1.4 สวิตช์เริ่มเดินขัดข้อง	1.4 เปลี่ยนใหม่
	1.5 มอเตอร์ขับหรือสูบน้ำมันหล่อชำรุด	1.5 ตรวจซ่อมหรือเปลี่ยนใหม่
2. สูบน้ำมันหล่อเริ่มเดินทำงานแต่สวิตช์ควบคุมกำลังดันน้ำมันหล่อไม่ทำงาน	2.1 กำลังดันน้ำมันหล่อไม่ได้เกณฑ์เพราะ –	2.1 ตรวจแก้ไขตามสาเหตุ
	– ระดับน้ำมันหล่อต่ำ	– เติมให้ได้ระดับใช้การ
	– ท่อทางน้ำมันหล่อรั่ว	– ตรวจซ่อมรอยรั่ว
	– ลิ้นผ่อนกำลังดันไม่ปิด	– ทำความสะอาดหรือเปลี่ยนลิ้นใหม่
	– หม้อกรองน้ำมันหล่ออุดตัน	– ทำความสะอาด
	– น้ำมันเชื้อเพลิงปนในน้ำมันหล่อ	– ตรวจซ่อมและเปลี่ยนน้ำมันหล่อใหม่
	– สวิตช์ควบคุมกำลังดันน้ำมันหล่อชำรุด	– ตรวจซ่อมหรือเปลี่ยนใหม่ ถ้าจำเป็นให้ต่อ คร่อม (Bridge)
3. อุณหภูมิน้ำจืดระบายความร้อนต่ำกว่าปกติ	3.1 ระบบอุ่นน้ำชำรุด	3.1 ตรวจซ่อม
	3.2 ระดับน้ำจืดในระบบต่ำเกิน	3.2 เติมให้ได้ระดับใช้การ

10.2 ขณะเริ่มเดินเครื่อง (During Starting)

ข้อขัดข้อง	สาเหตุ	การแก้ไข
1. สูบน้ำมันหล่อเริ่มเดินไม่เดิน	1.1 เช่นเดียวกับข้อ 1.2-1.5 ตาราง 10.1	1.1 เช่นเดียวกับข้อ 1.1-1.5 ตาราง 10.1
2. สูบน้ำมันหล่อเริ่มเดินทำงานแต่เครื่องยนต์ไม่ทำงาน	2.1 ระบบเริ่มเดินทำงานไม่ถูกต้อง เพราะ -	2.1 แก้ไขตามสาเหตุ
	- ลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทางชำรุด	- เปลี่ยนใหม่
	- กำลังดันลมเริ่มเดินต่ำกว่าปกติ	- อัดลมใหม่
	- ไม่ได้เปิดลมเข้าระบบ	- เปิดลิ้นลมเข้าระบบเริ่มเดิน
	- จานจ่ายลมทำงานไม่ถูกต้อง	- ตรวจตั้งใหม่
3. เครื่องยนต์หมุน 2-3 รอบแล้วหยุดหรือหมุนแล้วแต่ไม่จุดระเบิด	3.1 เครื่องหมุนไม่ถึงความเร็วจุดระเบิด เพราะ -	3.1 แก้ไขตามสาเหตุ
	- จานจ่ายลมทำงานไม่ถูกต้อง	- ตรวจตั้งใหม่
	กำลังดันลมเริ่มเดินต่ำกว่าปกติ	- อัดลมใหม่
	3.2 เครื่องควบคุมความเร็วไม่ส่งอาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เพราะ -	3.2 แก้ไขตามสาเหตุ
	- ส่วนควบคุมเครื่อง (Regulating Linkage) ไม่ทำงาน	- ตรวจการทำงาน
	- เครื่องควบคุมความเร็วไม่ทำงาน	- ตรวจการทำงาน
	3.3 ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงขัดข้อง เพราะ -	3.3 แก้ไขตามสาเหตุ
	- น้ำมันเชื้อเพลิงหมดถัง	- เติมให้เต็ม
	- มีน้ำปนในน้ำมันเชื้อเพลิง	- ระบายน้ำในถังน้ำมันเชื้อเพลิง
	- มีอากาศในระบบน้ำมันเชื้อเพลิง	- ไล่อากาศในระบบ
	- หม้อกรองน้ำมันเชื้อเพลิงสกปรก	- เปลี่ยนหรือทำความสะอาด
	- ท่อทางน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล	- ตรวจซ่อมรอยรั่ว
	- สูบน้ำมันเชื้อเพลิงส่งน้ำมันเข้าระบบน้อย	- ตรวจแก้ไข
	- หัวฉีดรวมหรือสูบน้ำมัน	- ทดสอบ ซ่อมทำหรือเปลี่ยนใหม่
	- เชื้อเพลิงทำงานผิด	

10.3 ขณะใช้งานเครื่อง (During Operation)

ข้อขัดข้อง	สาเหตุ	การแก้ไข
1. เครื่องเร่งไม่ได้ตามเกณฑ์	1.1 ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงขัดข้อง เช่นเดียวกับข้อ 3.3 ตาราง 10.2	1.1 เช่นเดียวกับข้อ 3.3 ตาราง 10.2
	1.2 ระบบอากาศดีขัดข้องเพราะ -	1.2 แก้ไขตามสาเหตุ
	- ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินปิด	- เปิดใหม่
	- หม้อกรองอากาศดีอุดตัน	- ทำความสะอาด
	- เทอร์โบชาร์จสกปรกหรือทำงานผิดปกติ	- ทำความสะอาด, ตรวจซ่อม ตรวจสอบช่วงเวลาหยุด
	- ท่อทางอากาศดีรั่ว	- ตรวจซ่อม
	- หม้อถ่ายเทความร้อนอากาศดีสกปรก	- ตรวจทำความสะอาด
2. เครื่องเดินไม่เรียบ	2.1 ภาระไม่แน่นอน	-
	2.2 ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงขัดข้อง เช่นเดียวกับ ข้อ 1.1	2.2 เช่นเดียวกับข้อ 1.1
3. เครื่องเดินผิดปกติ อุณหภูมิแก๊สเสียสูง-ต่ำผิดปกติ มีควันมาก	3.1 เช่นเดียวกับข้อ 1.2	3.1 เช่นเดียวกับข้อ 1.2
	3.2 การจุดระเบิดแต่ละสูบไม่แน่นอนเพราะ -	3.2 แก้ไขตามสาเหตุ
	สปริงลิ้นอากาศดีหรือแก๊สเสียหัก	- เปลี่ยนใหม่
	- ลิ้นอากาศดีหรือแก๊สเสียติดแน่นไม่ทำงาน	- เปลี่ยนใหม่
	- ระยะห่างลิ้น (Clearance) ผิด	- ตั้งใหม่
	- กระเดื่อง (Rocker) ทำงานผิดปกติ	- เปลี่ยนใหม่
	- หัวฉีดรวมผิดปกติ	- ทดสอบ, เปลี่ยนใหม่
	- จังหวะการฉีด (Timing) ผิด	- ตรวจตั้งใหม่
4. อุณหภูมิน้ำจืดระบายความร้อนสูงเกินเกณฑ์	4.1 แก๊สห้องเผาไหม้รั่วเข้าระบบน้ำจืด	-
	4.2 การระบายความร้อนออกจากน้ำจืดไม่ดี	4.2 ทำความสะอาดหม้อถ่ายเทความร้อนน้ำจืด
	4.3 มีอากาศในระบบระบายความร้อน	4.3 ไล่อากาศออกจากระบบ
	4.4 ระบบน้ำจืดสกปรก	4.4 ทำความสะอาดระบบ

(11) สีของแก๊สเสีย (Exhaust Gas Coloring)

ถ้าเป็นการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบเป็นไปอย่างถูกต้องสมบูรณ์ดีแล้ว แก๊สเสียจะเป็นสีเทาอ่อน (Light Gray)

ข้อขัดข้อง	สาเหตุ	การแก้ไข
	4.5 เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดขัดข้อง	4.5 ตรวจซ่อม เปลี่ยนใหม่
	4.6 เครื่องวัดอุณหภูมิน้ำจืดเสีย	4.6 เปลี่ยนใหม่
5. อุณหภูมิน้ำมันหล่อสูงเกินเกณฑ์	5.1 อุณหภูมิน้ำจืดสูง เช่นเดียวกับข้อ 4	5.1 เช่นเดียวกับข้อ 4
	5.2 หม้อถ่ายเทความร้อนน้ำมัน-หล่อสกปรก	5.2 ทำความสะอาด
6. กำลังดันน้ำมันหล่อต่ำเกินเกณฑ์	6.1 อุณหภูมิน้ำมันหล่อสูงเกินเกณฑ์ เช่นเดียวกับข้อ 5	6.1 เช่นเดียวกับข้อ 5
	6.2 ท่อทางน้ำมันหล่อรั่ว	6.2 ตรวจซ่อม
	6.3 หม้อกรองน้ำมันหล่อสกปรก	6.3 ทำความสะอาดหรือเปลี่ยนใหม่
	6.4 ลิ้นผ่อนกำลังดันผิดปกติ	6.4 ทำความสะอาดหรือเปลี่ยนใหม่
	6.5 สูบน้ำมันหล่อผิดปกติ	6.5 ตรวจซ่อม
	6.6 น้ำมันเชื้อเพลิงปนในน้ำมันหล่อ	6.6 ตรวจข้อต่อท่อน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าหัวฉีดและเปลี่ยนน้ำมันหล่อ
	6.7 ระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อต่ำเกิน	6.7 เติมให้ได้ระดับ
7. น้ำมันหล่อปนในน้ำจืดระบายความร้อน	7.1 หม้อถ่ายเทความร้อนน้ำมันหล่อรั่ว	7.1 ตรวจซ่อมและเปลี่ยนน้ำมันหล่อ
8. กำลังดันน้ำมันหล่อ-สูงผิดปกติ	8.1 มีน้ำปนในน้ำมันหล่อ เพราะ	8.1 แก้ไขตามสาเหตุ
	- หม้อถ่ายเทความร้อนน้ำมันหล่อรั่ว	- ตรวจซ่อมและเปลี่ยนน้ำมันหล่อใหม่
	- ปลอกสูบรั่ว	- เปลี่ยนใหม่และเปลี่ยนน้ำมันหล่อใหม่
	- ฝาสูบรั่ว	- ตรวจซ่อมและเปลี่ยนน้ำมันหล่อใหม่
	- เรือนสูบรั่ว	- ตรวจซ่อมและเปลี่ยนน้ำมันหล่อใหม่
9. ระดับน้ำมันหล่อสูงขึ้นหรือหมดเปลืองน้อยผิดปกติ	9.1 เช่นเดียวกับข้อ 8.1	9.1 เช่นเดียวกับข้อ 8.1
	9.2 เช่นเดียวกับข้อ 6.6	9.2 เช่นเดียวกับข้อ 6.6
10. เทอร์โบชาร์จมีเสียงผิดปกติ	10.1 เทอร์โบชาร์จสกปรก	10.1 ถอดทำความสะอาดทุกชิ้นส่วน
	10.2 แบริ่งหรือเพลาหมุน (Rotor) ผิดปกติ	10.2 เปลี่ยนใหม่
11. มีน้ำมันหล่อออกมาทางรูตรวจรั่ว (Control Rore) ข้างเรือนสูบ	11.1 วงกันรั่ว (Rubber Seal Ring) ของปลอกสูบรั่ว	11.1 เปลี่ยนวงกันรั่วใหม่
12. มีน้ำระบายออกที่ท่อระบายน้ำตกท่อรวมอาการดีมากผิดปกติ	12.1 หม้อถ่ายเทความร้อนอากาศดีรั่วไหล	12.1 ตรวจซ่อม

ลักษณะของสีแก๊สเสียที่ผิดปกติอาจเป็นไปได้ 3 ลักษณะ คือ

สีแก๊สเสีย	ดำ (Black)	น้ำเงิน (Blue)	ขาว (White)
สาเหตุ	การเผาไหม้ไม่ดีเพราะ	มีน้ำมันหล่อในห้องเผาไหม้เพราะ	น้ำมันเชื้อเพลิงไม่เผาไหม้จุดระเบิดเพราะ
	- หม้อกรองอากาศดีอุดตัน - กำลังดันอากาศดีต่ำกว่าเกณฑ์ - หม้อถ่ายเทความร้อนอากาศดีอุดตัน - ระบบอากาศดีรั่ว - น้ำมันเชื้อเพลิงฉีดมากเกิน (เครื่องทำงานเกินกำลัง) - ท่อแก๊สเสียสกปรก - กำลังดันต้านกลับแก๊สเสียสูงเกินเกณฑ์ - หัวฉีดรวมผิดปกติ - จังหวะการฉีดผิด - ลิ้นไม่ปิด - หัวฉีดเผาไหม้ (Burner) ผิดปกติ - เครื่องควบคุมความเร็วทำงานผิด	- แหวนลูกสูบผิดปกติ - ปลอกสูบสึกหรอเกินเกณฑ์ - มีน้ำมันหล่อในหม้อกรองอากาศดีมากเกินไป - - จานจ่ายน้ำมันส่งน้ำมันหล่อมากเกิน - น้ำมันหล่อแบริ่งชุดล่างของเทอร์โบชาร์จไม่ไหลกลับหรือกลับน้อย	- หัวฉีดรวมผิดปกติ - เครื่องเย็นเกิน - มีน้ำปนในน้ำมันเชื้อเพลิง - มีน้ำในกระบอกสูบ - มีน้ำในส่วนอากาศดีของหม้อถ่ายเทความร้อนอากาศดี

********** END **********

บทที่ 9

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องยนต์

(Maintenance for the Engines)

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องยนต์ MTU ทุกแบบโดยปกติจะมีแผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องยนต์ (Maintenance Plan) และตารางเวลาการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องยนต์ (Maintenance Time Schedule) กำหนดการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องยนต์และระยะเวลาที่ต้องทำการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องยนต์มาเรียบร้อย จึงเป็นการง่ายขึ้นในการปฏิบัติงานระบบซ่อมบำรุงตามแผน (Planned Maintenance System or PMS.) ของกองทัพเรือ

ตารางเวลาการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง (Maintenance Time Schedule)

เป็นตารางกำหนดขั้นการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องตามชั่วโมงใช้งานหรือระยะเวลาใช้การของเครื่อง (ต้องทำเมื่อไร) โดยแยกตามกลุ่มการใช้งานของเครื่อง (Application Group) (ตามรายละเอียดบทที่ 1 ข้อ 1)

การปฏิบัติงานซ่อมบำรุงรักษาเครื่องในแต่ละขั้นจะต้องปฏิบัติเมื่อครบชั่วโมงใช้งานของเครื่องหรือครบระยะเวลาใช้การของเครื่องตามตารางดังกล่าวนี้

แผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง (Maintenance Plan)

เป็นแผนงานปฏิบัติในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องในขั้นต่าง ๆ (W1 – W6) ตามลำดับขั้น (ต้องทำอะไร) โดยแยกเป็นแต่ละแบบของเครื่อง เช่น เครื่อง V 538 TB เครื่อง V 396 TC เครื่อง V 396 TB เป็นต้น

การปฏิบัติตามแผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจะเริ่มจากขั้น W1 ขึ้นไปตามลำดับถึงขั้น W6 การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องขั้น W1 – W4 สามารถปฏิบัติได้เมื่อเลิกเครื่องตามปกติ โดยไม่ถอดประกอบเครื่องในขั้น W5 จะต้องถอดประกอบเป็นบางส่วน ในขั้น W6 จะต้องยกเครื่องขึ้นไปถอดประกอบปฏิบัติบนโรงงานซ่อมทำ

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องเมื่อเลิกเครื่องเป็นเวลานาน จะต้องมีการเดินเครื่องและอุ่นเครื่องโดยใช้ภาระบางส่วน (Partial Lead) แล้วใช้ภาระประมาณ 60 – 80 % ของกำลังงานต่อเนื่องใช้เครื่องประมาณ 30 นาที

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องครั้งแรก (One Time Additional Operations) คือการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องใหม่ หรือเครื่องที่ทำการซ่อมบำรุงรักษาในขั้น W5 หรือ W6 หลังจากใช้งานครบ 50 ชั่วโมง

Application Group	Maintenance Stage																	
	W1	W2			W3			W4			W5			W6				
		after	each limit value		after	each limit value		after	each limit value		after	each limit value		after	each limit value	
	on each operating day	operating hours	months	years	operating hours	months	years	operating hours	months	years	operating hours	months	years	operating hours	months	years		
1D	x	250	6		500		1	1500		2	3000		6	9000		12		
1DS	x	150	6		300		1	1500		2	3000		6	6000		12		

mtu FRIEDRICHSHAFEN

Maintenance Plan

for MTU Diesel Engines
V 538 TB

Maintenance Stages		Periodical Maintenance >> W <<		2	3	4	5	6
		Operational Supervision >> W 1 <<						
Code NO.		Kind of Operation or inspection						
00.01	Engine in operation:	Listen to running sounds						
00.02		Check exhaust gas colouring						
00.03		Check engine and external piping for leaks						
00.04		Check engine speed, temperatures and pressures						
09.08	Exhaust gas turbocharger:	Check lubrication of upper bearing						
10.01	Charge air conduction:	Check water drain before and after turbocharger for water discharge and freeness						
10.18	Exhaust system:	Drain water (only if drain cock provided)						
12.01	Fuel prefilter:	Actuate ratchet level several times						
12.02	Fuel :	Check level in fuel tank						
14.01	Engine cooling water:	Check level						
16.01	Engine oil:							
16.02	Engine oil gap filter:	Actuate ratchet level several times						
18.01	Starting air:	Check supply						
18.02		Drain condensation water						
88.09	Pillow bearing	Check oil level (Not Applicable)						
09.02	Exhaust gas turbocharger:	Check running sounds at run down	One time, additional operations					
09.05		Change throw-away type oil filter						
10.06	Air conduction:	Check function of emergency air shut-off flaps						
10.20		Check intake ducts for tightness and damage						
14.03	Engine cooling water:	Take sample and analyse, see Working Materials Specification No.1061						
16.03	Engine oil:	Take sample and analyse, see Working Materials Specification No. 1061						
16.04	Centrifugal oil filter:	Measure thickness of sludge layer, clean						
16.05	Engine oil filter:	Drain oil sludge and examine for metallic residue						
16.06	Engine oil:	Change - ONLY ENGINES WITHOUT ADDITIONAL SECONDARY FLOW FILTER						
		Change - ENGINES WITH ADDITIONAL SECONDARY FLOW FILTER, each 2nd maintenance stage						
16.08	Filter for priming oil:	Remove disc package and clean, clean housing						
16.11	Engine oil secondary flow filter:	Replace inserts, and sealing rings, clean housing, each 2nd maintenance stage						
00.07	Lubricating points:	Lubricate					Intermediate Inspection	Main Inspection
10.02	Air filter:	Clean (fin-type or moist air filter, screen, dust collecting box)						
10.17	Exhaust system:	Check mounting of exhaust piping						
10.21		Inspect, check water drain for free passage						
12.04	Fuel filter:	Empty, replace paper inserts or clean felt tube inserts						
12.05	Fuel prefilter:	Clean						
14.02	Raw water:	Clean filter						
14.12	Raw water:	Check supply						
14.16	Engine cooling water:	Check function of cooling water level control switch						
18.04	starting air:	Clean filter or replace insert, resp.						
18.20	Start pilot unit:	Clean filter						
86.03	Compressor:	Change oil						
86.04		Clean air filter						
86.05		Clean oil metering equipment						
88.02	Tors. elastic coupling:	Check condition (visual inspection)						
05.02	Cylinder heads:	Burners: Visual check						
05.06		Check for tight seat						
06.01	Valve control gear:	Check oil supply (visually)						
06.12		Inspect components (visually)						
06.13		Check hydraulic lash adjusters						
10.05	Air conduction:	Clean water drain of charge air manifolds						
10.07		Check charge air pressure						
11.07	Unit injectors:	Remove and test, replace if necessary						
12.07	Fuel filter:	Replace felt tube insert						
14.04	Engine cooling system:	Clean cooling system, replace anti corrosion pluge, change cooling water						
19.01	Engine suspension:	Check fixing screws for tightness						
19.02		Check condition of "Schwingmetall" rails (visually)						
84.02	Monitoring equipment:	Check monitoring instruments for proper function						
87.01	Engine actuation:	Check function and delaying time						
88.03	Pillow bearing:	Change oil (Not Applicable)						

I carried out together with the oil change Ö if not specified otherwise by the manufacturer

Parts which are stated on this plan but are not fitted to the engine need not be taken into consideration

Maintenance Plan
for MTU Diesel Engines
V 538 TB

mtu FRIEDRICHSHAFEN

(Maintenance >>W5<<)
Contrary to the maintenance operations >>W1<< through >>W4<< which can be carried out without dismantling of the engine during normal shut-down periods, partial dismantling of the engine is required for the intermediate inspection >>W5<<.

Code No.		Kind of Operation or inspection
02.01	Gear train:	Check visually while installed
03.01	Crankdrive	Visual check through inspection holes
03.02		Check running appearance of cylinder liner
03.03		Check condition of piston corwns (visually)
03.04		Per cylinder bank: Remove 1 piston with connecting rod and inspect
03.05		Remove 1 cylindet liner. Inspect liner and cooling water space in engine housing
05.03	Cylinder heads:	Remove heads, recondition valve seats, reface valves
05.04		Replace mild steels sealing ring and gaskets at warer and oil passages
06.14	Valve control gear:	Remove cam and rocker housing, inspect components (visually)
07.02	Engine governor:	Replace governor diaphragm
07.03		(MTU) clean strainer in oil feed line
09.04	Exhaust gas turbocharger:	Remove, dismantle, clean inspect visually, replace bearings
09.10		Pressure test with water
09.13		Clean strainer filter for bearing lubrication
10.08	Air piping:	Remove and clean
10.10	Engine exhaust piping:	Remove, clean, replace gaskets
10.12	Charge air cooler:	Remove, clean, test for leaks
10.28	Exhaust system:	Check condition of insulation
12.08	Fuel:	Clean tank, check sealing pots and piping
13.01	Eng. cooling water pump:	Dismantle, check visually, replace bearings and gaskets
13.02	Raw water pump:	
14.05	Eng. cool. water recooler:	Remove, clean, test for leaks
14.07	Engine cooling water:	Check preheating
14.18	Engine cooling water:	Clean tank, check sealing spots and piping
16.09	Eng. oil heat exchanger:	Remove clean. test for leaks
16.18	Engine oil filter:	Remove, replace gaskets, clean filter
16.23	Engine oil:	Clean add. tank, check sealing spots and piping
16.24	Centrifugal oil filtets	Remove, dismantle, replace bearings, if necessary
18.03	Starting valves:	Test for tightness
18.05	Starting air system:	Test starting valves:
18.07	Starting air lines:	Remove and clean
18.08	Starting air distributor:	Remove, test, readjust
18.09	Starting air system:	Test air bottles or air vessel for tightness(observe safety rules)
18.21	Start pilot spray nozzle:	Clean
19.03	Engine suspension:	Check engine alignment
27.01	Regul and control units:	Replace thermally responsive element
87.02	Engine actuation:	Check, reset if necessary

Main inspection >>W6<<
The main inspection >>W6<< requires removal of the engine and total dismantling of the latter.

Maintenance at extended lay-off
If the engine is not being operated for an extended time, the maintenance cycle has to be carried out according to the time limits. The engine must thereby be started upon each maintenance (monthly) and be warmed up in the partial load range and then be operated for about 30 minutes under load (about 60 to 80% of the continuous rating)

One time, additional operations
At a new engine, or after an intermediate inspection >>W5<<, or a main inspection >>W6<< the following operations and checks have to be performed after the first 50 operating hours:

Code NO.		Kind of Operation or inspection
00.11	Mounting parts:	Check fixing screws and nuts for tightness
10.16	Charge air conduction:	
10.17	Exhaust system:	
12.04	Main fuel filter:	Empty, replace paper inserts or clean felt tube inserts
12.05	Fuel prefilter:	Clean
16.06	Engine oil:	Change
19.01	Engine suspension:	Check fixing screws and nuts for tightness

การปฏิบัติในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องที่ควรทราบ

(1) การติดตั้งเครื่อง (Engine Mounting) (รูป 9.1)

1.1 การตรวจสอบความแน่นของสลักยึดต่าง ๆ

จะต้องตรวจตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 19.01

<u>การปฏิบัติ</u>

- ใช้ค้อนเคาะหรือประแจกวดดูการหลุดหลวมของสลักยึดต่าง ๆ ถ้ามีการหลุดหลวมให้ใช้ประแจกวดให้แน่น

- ตรวจสอบระยะห่างของสลักยึด (Catcher Bolt Clearance) จะต้องมีประมาณ 2 มม. (ระยะ A = 2 มม.)

1.2 การตรวจสอบด้วยสายตา

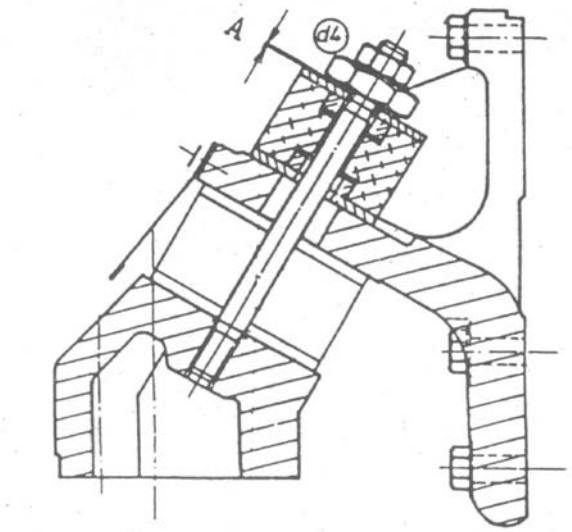
จะต้องตรวจตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 19.02

<u>การปฏิบัติ</u>

- ตรวจด้วยสายตา สังเกตดูสภาพน้ำยาเคลือบผิวและรอยแตกชำรุดเสียหายของแผ่นยาง Schwingmetal

- การทำความสะอาดแผ่นยาง ห้ามใช้น้ำมันหรือน้ำยาที่ทำให้แผ่นยางชำรุดเสียหาย

รูป 9.1 Engine Mounting



(2) การเชื่อมต่อกำลัง (Coupling) (รูป 9.2)

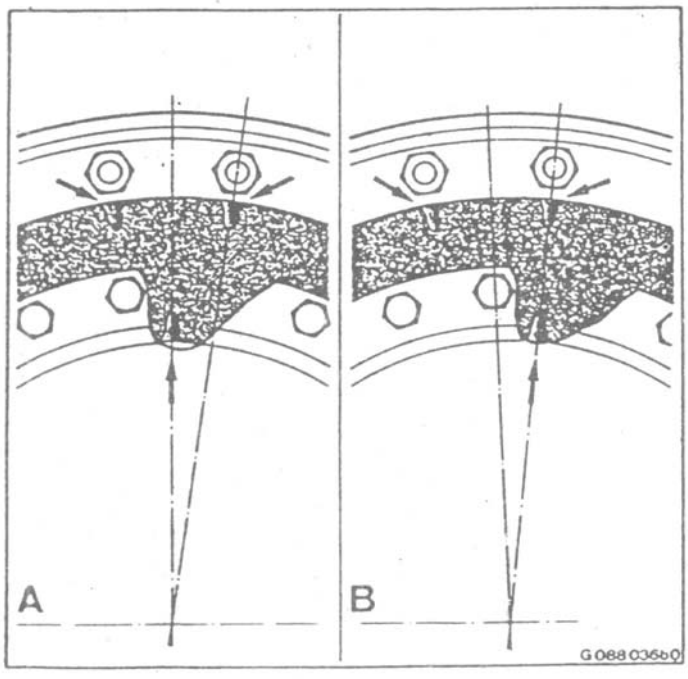
การตรวจด้วยสายตา ต้องตรวจตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 88.02

เพื่อตรวจดูการบิดตัวผิดรูปและรอยแตกของวงยางส่วนรับแรง

บนหน้าแปลนตัวนอกและหน้าแปลนตัวในจะมีเครื่องหมายเป็นขีดจำกัด (Limiting Mark) เพื่อสะดวกต่อการตรวจดูการผิดรูปของวงยางส่วนรับแรงทั้งสอง โดยที่หน้าแปลนตัวนอกจะมีเครื่องหมายอยู่ 2 จุด ห่างกันพอสมควรและที่หน้าแปลนตัวในจะมีเครื่องหมายอยู่ 1 จุด ซึ่งปกติจะอยู่กึ่งกลางระหว่างจุดเครื่องหมายทั้งสองของหน้าแปลนตัวนอก

- ถ้าเครื่องหมายบนหน้าแปลนตัวในบิดไป ถึงเป็นแนวเดียวกับ เครื่องหมายบนหน้าแปลนวงนอกและจุดศูนย์กลางหน้าแปลนแสดงว่า วงบางส่วนรับแรงนั้นต้องเปลี่ยนใหม่ (เกิน 15^0)
- ตรวจดูรอยแตกของวงยางส่วนรับแรง ซึ่งรอยแตกตามผิวของวงยางจะไม่เป็นอันตรายต่อวงยาง แต่ถ้ามีการฉีกขาดของโครงเส้นใยผ้าของวงยางมาก ๆ ควรเปลี่ยนยางใหม่

รูป 9.2 Inspecting the Coupling.



A Rubber elements serviceable
B Rublber elements deformed

(3) ฝาสูบ (Cylinder Head)

3.1 การตรวจสอบหัวฉีดเผาไหม้ (Burner)

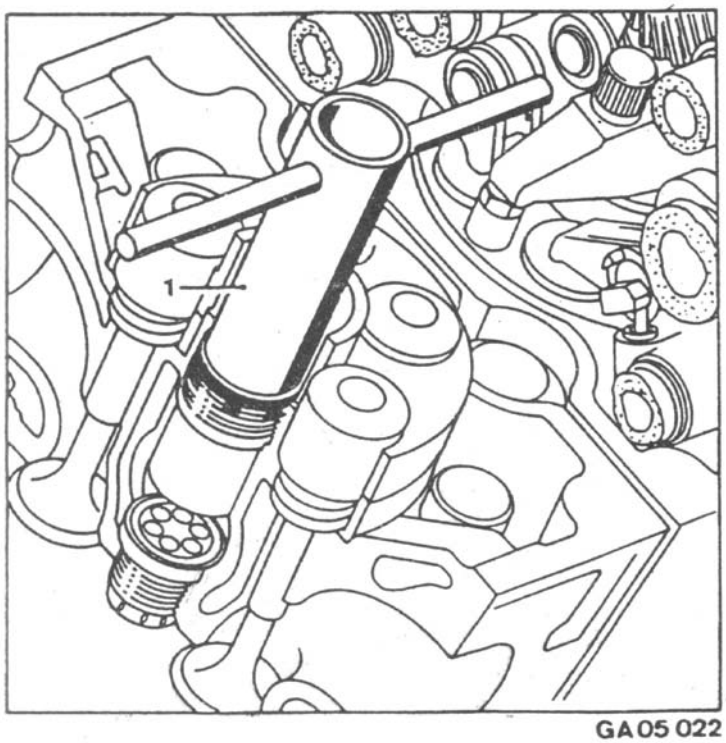
จะต้องตรวจสอบตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 05.02 และ 05.06

จะต้องตรวจสอบตำแหน่ง (Correct Seating) และสภาพการทำงาน (Function Condition) ของหัวฉีดเผาไหม้ ดังนี้

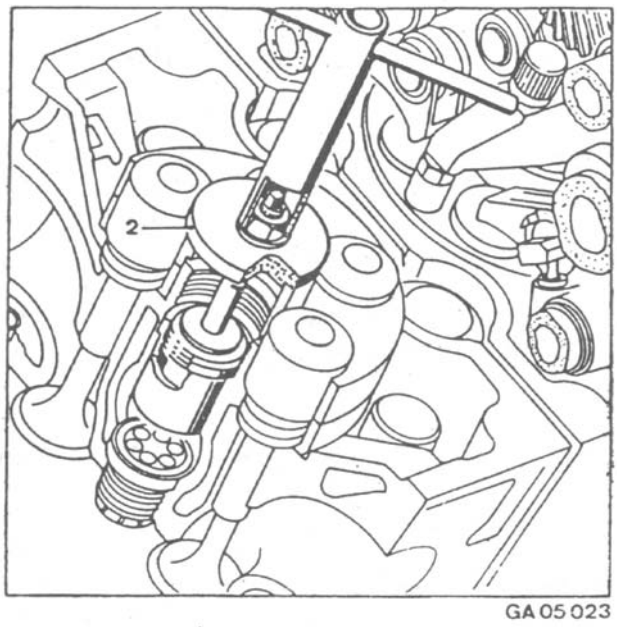
<u>การปฏิบัติ</u>

- ถอดหัวฉีดรวมออก (Unit Injector)
- รายละเอียดการถอดประกอบตามคู่มือ Publication 1222/2
- คลายนัตปลอก (Slotted Nut) ออกด้วยประแจครอบ (รูป 9.3)

รูป 9.3 1 Socket spanner for grooved nut

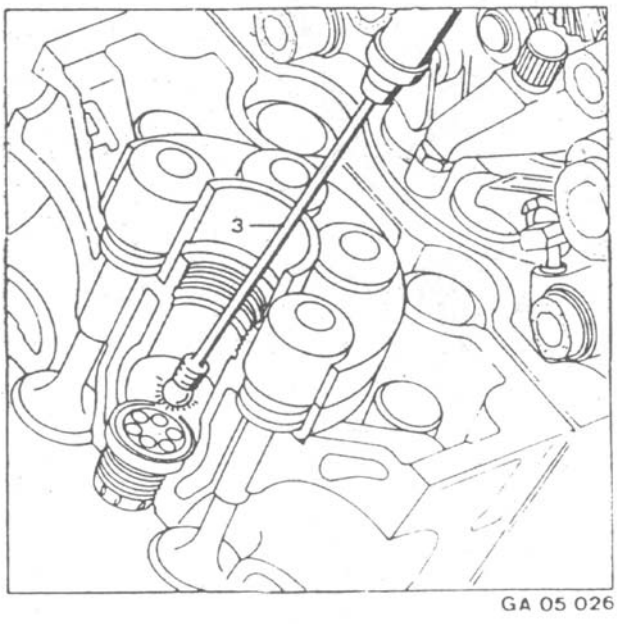


- ถอดปลอกรับหัวฉีดรวม (Shouldered Bush) ออกด้วยเครื่องมือดึง (Extracting Tool) (รูป 9.4)



รูป 9.4 2 Extractor

- ใช้ไฟส่องตรวจ (Torch Light) ส่องตรวจดูภายในห้องเผาไหม้และหัวฉีดเผาไหม้ (รูป 9.5)

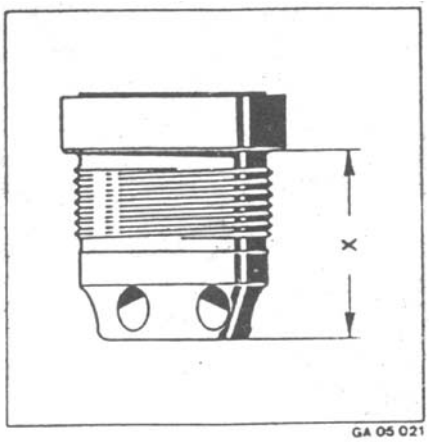


รูป 9.5 3 Torch light

- ถ้าหัวฉีดเผาไหม้มีรอยแตกร้าวระหว่างรูเกิน 3 แห่ง หรือเกิดรอยเผาไหม้เป็นจุด ๆ จะต้องเปลี่ยนใหม่

- ถ้าหัวฉีดเผาไหม้มีการผิดปกติหลายหัวฉีดใน 1 เครื่อง หรือต้องเปลี่ยนหัวฉีดเผาไหม้ทั้งหมด ให้แจ้งต่อทางบริษัท MTU เพื่อตรวจหาสาเหตุต่อไป

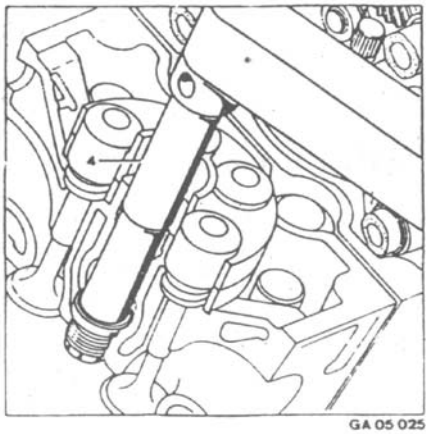
- ในการเปลี่ยนหัวฉีดเผาไหม้ใหม่ จะต้องตรวจสอบความยาวของหัวฉีดเผาไหม้ให้ได้ระยะไม่เกินกำหนดโดยเปรียบเทียบกับหัวฉีดเผาไหม้เก่าที่ถอดออก ซึ่งจะต้องไม่ยาวกว่าของเก่า ถ้าเกินให้ตัดหรือปาดออกได้ไม่เกิน 0.6 มม. (ระยะ X) (รูป 9.6)



รูป 9.6 Burner

- การประกอบหัวฉีดเผาไหม้ใช้แรงกวด 550 Nm. (รูป 9.7)

- ตรวจสอบตำแหน่งโดยใช้ประแจครอบและประแจปอนด์ (Torque Wrench) กวดเข้าด้วยกำลังทดสอบ 550 Nm. (รูป 9.7)

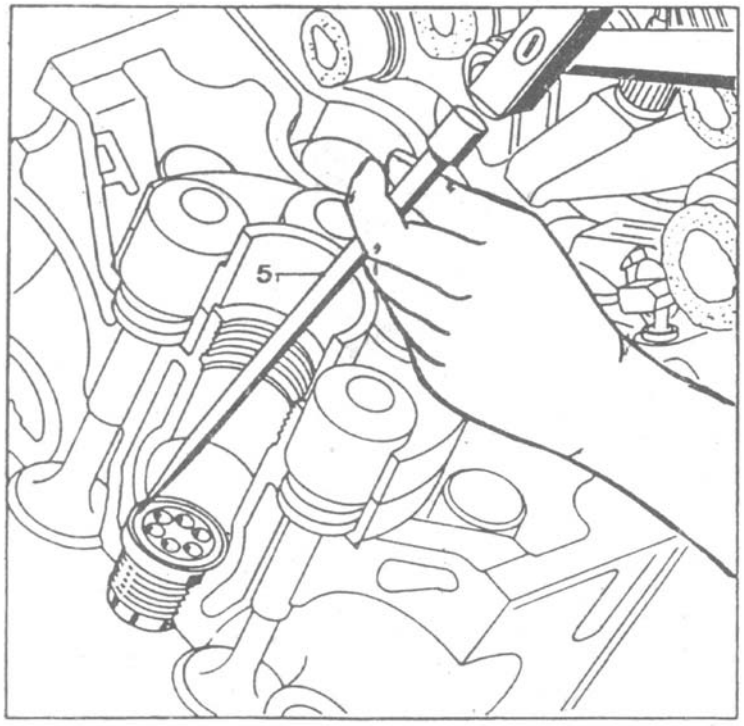


รูป 9.7 4 Lug sockct spanner

- ถ้าหัวฉีดเผาไหม้เกิดชำรุดเสียหายจากแรงกวด จะต้องถอดฝาสูบออกเพื่อตรวจซ่อมต่อไป การกวดหัวฉีดเผาไหม้ให้แน่นจะต้องใช้เครื่องมือตอก (Peening Tool) ตอกด้านขอบบนของหัวฉีดให้เข้าร่อง แล้วจึงประกอบปลอกรับหัวฉีดรวม (Shouldered Bush) นัตปลอก (Slotted Nut) และหัวฉีดรวม (Unit Injector) เข้าที่ (รูป 9.8)

<u>หมายเหตุ</u> 10 Nm ≅ 1 Kg - m

- การประกอบและติดตั้งหัวฉีดรวม รายละเอียดในคู่มือ Publication No. 1222/2



รูป 9.8 5 Peening tool

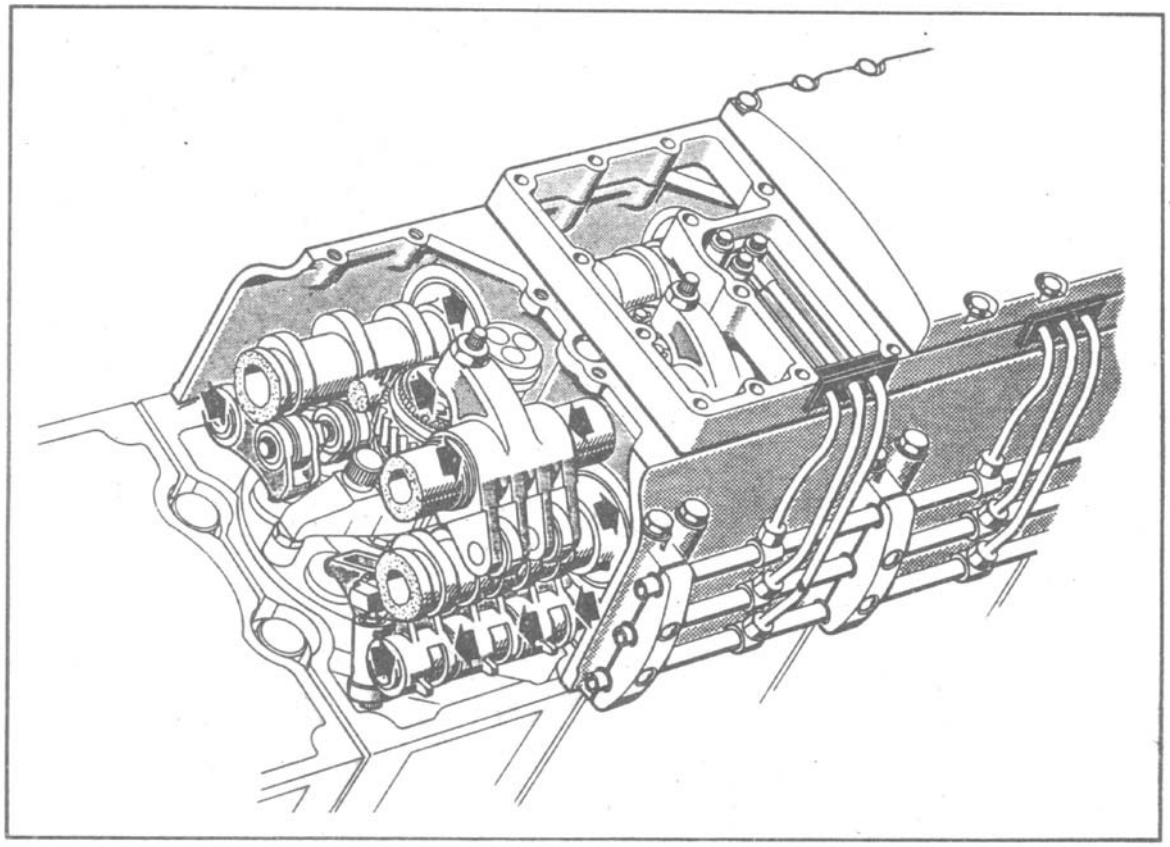
(4) เรือนลูกเบี้ยวและกระเดื่อง (Cam and Rocker Housing)

4.1 การตรวจสอบเรือนลูกเบี้ยวและกระเดื่อง

ต้องตรวจสอบตามตารางการซ่อมบำรุง Code No.06.01 และ 06.12 โดยปฏิบัติดังนี้

- ถอดฝาปิดแผ่นบน (Top Cover) ออก แล้วเดินเครื่องที่ความเร็วเดินเบา (Low Idle)
- ตรวจสอบการหล่อลื่นตามจุดต่าง ๆ ที่ลูกศรชี้จะต้องมีน้ำมันหล่อออกมาให้เห็น (รูป 9.9)
- ตรวจสอบกระเดื่องกดลิ้น (Valve Rocker) และลูกเบี้ยว (Cam) ด้วยสายตา ถ้าอยู่ในสภาพหรือทำงานผิดปกติจะคล้ำ (Dark Colouring) ต้องถอดเรือนลูกเบี้ยวและกระเดื่องออกมา เพื่อแก้ไขซ่อมทำการผิดปกติ
- ตรวจสอบการรั่วไหลของข้อต่อทางน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าหัวฉีดรวม ถ้ามีให้กวดให้แน่น ถ้ายังรั่วอีกต้องถอดหัวฉีดรวมออกเพื่อแก้ไขซ่อมการรั่วต่อไป

รูป 9.9 Cam And Rocker Housing.



4.2 การตรวจสอบกระเดื่องกดลิ้น (Valve Rocker) (รูป 9.10)

<u>การปฏิบัติ</u>

- ต้องตรวจสอบตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 06.13 โดยตรวจสอบในขณะลิ้นปิด คือ ลูกกลิ้งกระเดื่อง (Rocker Roller) จะต้องแตะสัมผัสกับลูกเบี้ยว (Cam Camshaft) และปลอกนำ (Guide Bush) โดยปฏิบัติดังนี้

- ถอดฝาครอบแผ่นบน (Top Cover) ออก

- เดินเครื่องตัวเปล่าเป็นระยะเวลาสั้น ๆ เพื่อเป็นการสร้างเบาะน้ำมันหล่อลื่นในชุดกระเดื่องกดลิ้นไฮดรอลิกส์ ทำให้กระเดื่องกดลิ้นแตะสัมผัสที่ฝาครอบก้านลิ้นทุกลิ้น แต่น้ำมันหล่อในส่วนนี้อาจระบายออกได้ระหว่างการตรวจสอบ ดังนั้นควรใช้สูบน้ำมันหล่อเริ่มเดิน (Priming Oil Pump) ต่อเข้าระบบน้ำมันหล่อกลไกควบคุมลิ้น (Valve Gear Oil System) ทางด้าน KS แทน

- หมุนเครื่องด้วยมือ ให้สูบ A1 อยู่ที่ศูนย์ตามบนจังหวะจุดระเบิด (Firing TDC.) ทำให้ลูกกลิ้งกระเดื่องกดลิ้น (Rocker Roller) ทั้ง 6 ชุด สัมผัสอยู่ที่ฐานลูกเบี้ยว (Base Circle) ของลูกเบี้ยว (Cam)

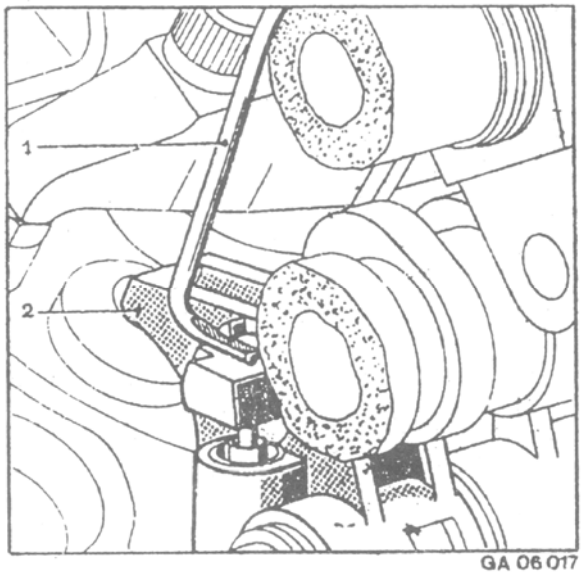
- ใช้เครื่องมือวัด (Gauge) วัดระยะห่างระหว่างคันกระเดื่อง (Measuring Stop) กับเดือยหมุน (Eccentric Pin)

- ถ้าด้านหนาของเครื่องมือวัดสอดเข้าได้พอดีแสดงว่าจะต้องเปลี่ยนฝาครอบก้านลิ้น (Valve Cap) ในไม่ช้า

- ถ้าด้านบางของเครื่องมือวัดสอดเข้าได้พอดี แสดงว่าจะต้องเปลี่ยนฝาครอบก้านลิ้น (Valve Cap) ใหม่ทันที ให้มีความสูงน้อยลง

- ตรวจสอบตามขั้นตอนดังกล่าวจนครบทุกลิ้นของสูบแล้วจึงตรวจสอบในสูบต่อไปจนครบทุกสูบ เสร็จแล้วประกอบฝาปิดแผ่นบนเข้าที่เดิม

รูป 9.10



1 Gauge.
2 Valve Rocker.

(5) เครื่องควบคุมความเร็ว (Engine Governor)

การทดสอบการทำงาน (Function Test)

5.1 ส่วนจำกัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงตามความเร็ว (DBR.) (รูป 2.20) กดปุ่มทดสอบ DBR. (13) ขณะเดินเครื่อง สังเกตดูมุมคันแร็คจะต้องเปลี่ยนไป

5.2 เครื่องควบคุมความเร็ว (Speed Governor) (รูป 9.11)

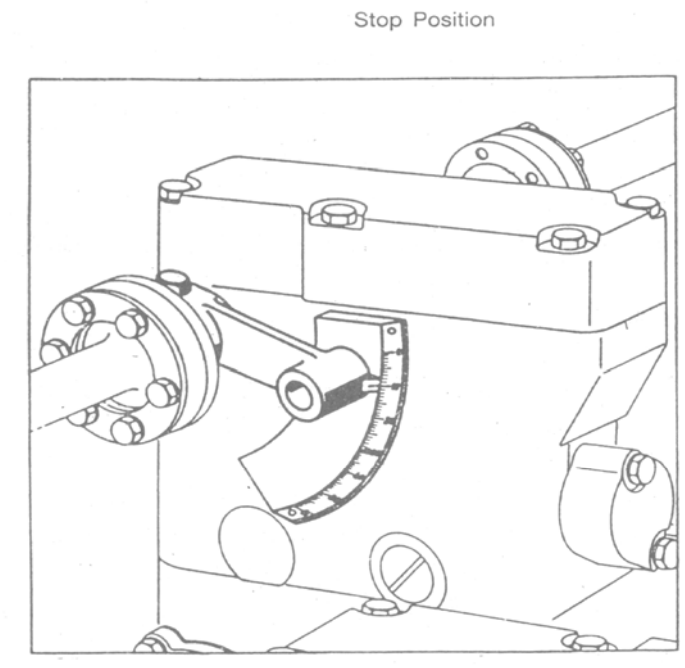
จะต้องทดสอบ เมื่อ

- ก่อนการเดินเครื่องครั้งแรก (Initial Service)
- หลังจากปรับหรือซ่อมทำเครื่องยนต์หรือเครื่องควบคุมความเร็ว
- หลังจากครบชั่วโมงใช้งานการซ่อมบำรุงรักษา

<u>การปฏิบัติ</u>

- ป้องกันเครื่องยนต์เริ่มเดินด้วยการตัดวงจรไฟฟ้าสวิทช์ควบคุมกำลังดันน้ำมันหล่อ (Oil Pressure Control Switch) หรือปิดลิ้นลมเข้าระบบลมเริ่มเดินเครื่อง
- เดินสูบน้ำมันหล่อเริ่มเดินจนได้กำลังดันน้ำมันหล่อใช้การ
- ตรวจสอบดูการเริ่มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่มุมค้นแร็คจะต้องอยู่ในมุมตามคู่มือแต่ละเครื่อง
- เลิกเครื่องด้วยกลไก (Shut – Down Mechanism) (คันเลิกเครื่องที่เครื่องควบคุมความเร็ว)
- ตรวจสอบดูการหยุดฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่มุมคันแร็ค ปกติจะชี้มุม 10^0

รูป 9.11 Fuel Rack Scale.



(6) เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำมันหล่อ (Engine Oil Thermostat)

6.1 การทดสอบการทำงาน (Function Test) (รูป 3.5)

ในขณะเดินเครื่องและอุณหภูมิน้ำมันหล่อสูงกว่า 80 ^{0}C

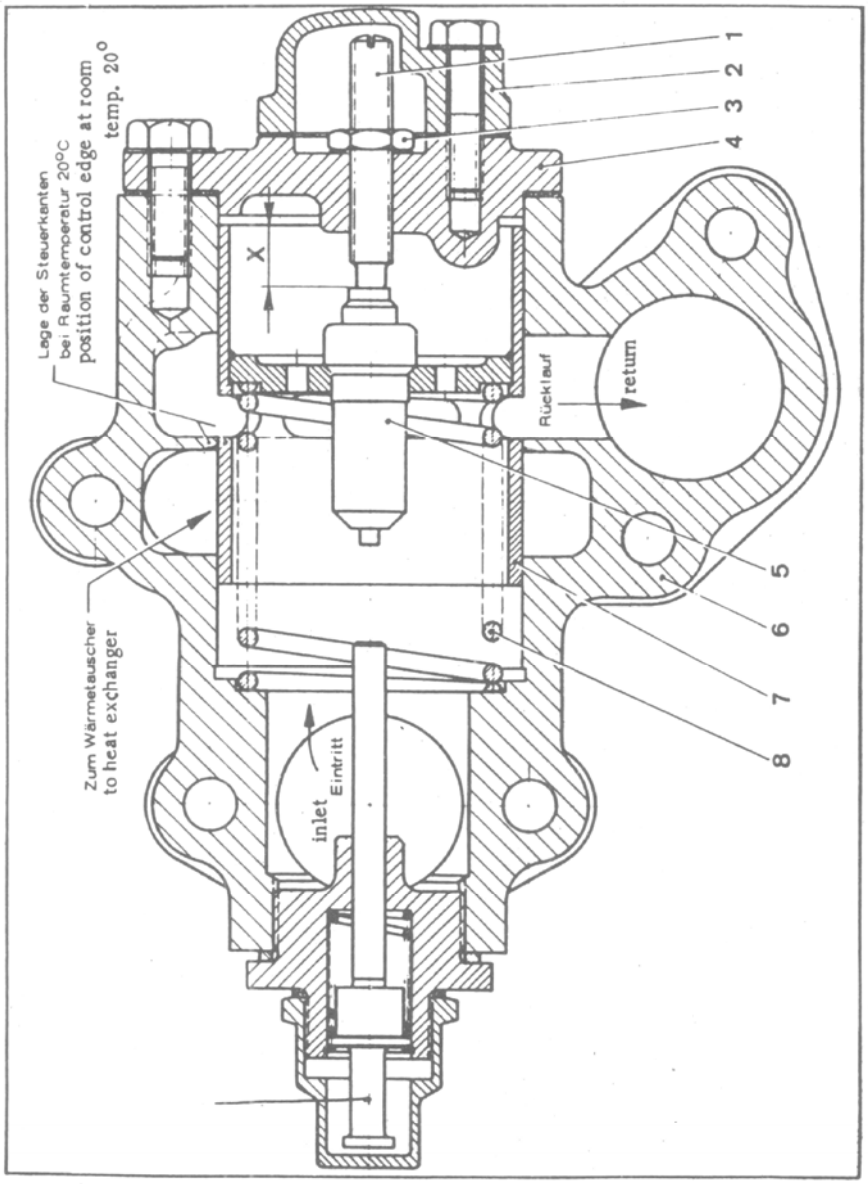
กดเดือยทดสอบ (6) เข้าไป เพื่อให้เดือยทดสอบ (6) ไปดันส่วนรับความร้อน (2) เลื่อนตัวจะทำให้ลิ้นเลื่อนลูกสูบ (10) เลื่อนตัวด้วย เป็นการปิด (Closed) ช่องทางน้ำมันหล่อไปเข้าหม้อถ่ายเทความร้อนน้ำมันหล่อ อุณหภูมิน้ำมันหล่อจะเพิ่มสูงขึ้นแสดงว่า เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำมันหล่อทำงานปกติ

6.2 การเปลี่ยนส่วนรับความร้อนใหม่ (Thermally Responsive Element) (รูป 9.12)

จะต้องเปลี่ยนตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 27.01

<u>การปฏิบัติ</u>

- คลายสลักยึด (Fixing Screw) ที่ฝาปิด (Cover) ทั้งสอง (2) , (4) ออก
- ถอดฝาปิด (Cover) พร้อมแผ่นกันรั่ว (Gasket) ออก
- ระวังลิ้นเลื่อนลูกสูบ (Piston Slide) (7) ได้รับแรงดันจากสปริง (8) อยู่
- ถอดลิ้นเลื่อนลูกสูบ (7) และส่วนรับความร้อน (5) ออก
- ประกอบส่วนรับความร้อนเดิมเข้ากับลิ้นเลื่อนแล้ววัดระยะ “X” จดบันทึกไว้
- ประกอบส่วนรับความร้อนใหม่เข้ากับลิ้นเลื่อนแล้ววัดระยะ “X” จดบันทึกไว้
- การวัดระยะ “X” ทั้งสองครั้ง จะต้องวัดที่อุณหภูมิเดียวกัน
- ปรับแต่งระยะ “X” ของส่วนรับความร้อนใหม่ให้เท่ากับระยะ “X” ของส่วนรับความร้อนเดิม โดยการหมุนเกลียวปรับแต่ง (Set Screw) (1) แล้วกวดนัตล๊อค (Counter Nut) ให้แน่น
- ประกอบลิ้นเลื่อนลูกสูบ (7) และส่วนรับความร้อนใหม่ (5) เข้าที่เดิม
- ประกอบฝาปิด (Cover) ทั้งสองเข้าที่เดิม
- ถ้าการปรับแต่งระยะส่วนรับความร้อนถูกต้อง ที่อุณหภูมิ 20 ^{0}C ขอบลิ้นเลื่อนจะเริ่มปิดเมื่อเดินเครื่องใหม่ให้ทดสอบการทำงานตามข้อ 6.1



รูป 9.12 Replacement of the Thermally Responsive Element

1	Set Screw.	5	Thermally Responsive Element.
2	End Cover.	6	Housing.
3	Counter Nut.	7	Piston Slide.
4	Cover.	8	Spring.

(7) หม้อกรองละเอียดทางลัด (Engine Oil Secondary Flow Filter)

การเปลี่ยนไส้กรอง (รูป 3.6) จะต้องเปลี่ยนตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 16.11

<u>การปฏิบัติ</u>

- คลายปลั๊ก (3) และระบายน้ำมันหล่อในหม้อกรองทิ้ง
- คลายสลักยึดฝาปิดหม้อกรอง (16) แล้วถอดออกพร้อมแหวนกันรั่ว (1)
- ถอดฝาปิดหม้อกรอง (2) และวงกันรั่ว (15) ออก
- ถอดสปริง (14) และแหวนรองสปริง (12) ออก
- ถอดไส้กรองออกทิ้ง
- ทำความสะอาดเรือนหม้อกรอง (9) และฝาปิดหม้อกรอง (2) ให้สะอาดทั้งภายในและภายนอก
- ใส่ปลั๊กระบาย (3) เข้าที่เดิม
- ประกอบไส้กรองใหม่เข้าที่เรือนหม้อกรอง (9)

* ระวังแหวนรองระหว่างไส้กรองทั้งสองใบจะไม่เข้าที่หรือเสียหายได้

- ใส่แหวนรองสปริง (12) เข้าที่
- ใส่สปริง (14) ลงบนแหวนรองสปริง (12)
- ใส่ฝาปิดหม้อกรอง (2) พร้อมวงกันรั่ว (15) อันใหม่เข้าที่
- ใส่สลักยึดฝาปิดหม้อกรอง (16) พร้อมแหวนกันรั่ว (1) เข้าที่

<u>หมายเหตุ</u>

วงกันรั่ว (15) ต้องเปลี่ยนใหม่ทุกครั้งที่เปลี่ยนไส้กรอง

(8) หม้อกรองตะแกรงหยาบ (Engine Oil Gap Filter or Coarse Filter)

8.1 การระบายตะกอนน้ำมันหล่อสกปรกออกจากหม้อกรอง (รูป 3.7)

- โยกคันหมุนทางเดียวให้ไส้กรองหมุน 1 – 2 รอบ ขณะที่น้ำมันหล่อยังอุ่นอยู่
- ถอดปลั้กระบายและระบายตะกอนน้ำมันหล่อในหม้อกรองออกทิ้งให้หมด
- ใส่ปลั๊กระบายเข้าที่

8.2 การรั่วที่หัวหม้อกรอง (รูป 3.7)

ที่แกนหม้อกรองบริเวณหัวหม้อกรองจะมีปลอกอัดกันรั่ว (Stuffing Box) ซึ่งจะกวดอัดให้แน่นโดยนัตบังคับ ทำหน้าที่ป้องกันน้ำมันหล่อภายในหม้อกรองรั่วออกมาตามแกนหม้อกรอง ซึ่งอาจเกิดรั่วได้จากการใช้คันหมุนทางเดียว สามารถแก้ไขได้ด้วยการกวดนัตบังคับให้แน่นขึ้นอีกเล็กน้อย โดยต้องระวังไม่ให้แน่นเกินไป โดยการทดลองใช้คันหมุนทางเดียว ซึ่งปกติจะต้องไม่ใช้แรงโยกมากเกินไป

8.3 การทำความสะอาดหม้อกรอง (รูป 9.13)

จะต้องทำความสะอาดตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 16.18

<u>การปฏิบัติ</u>

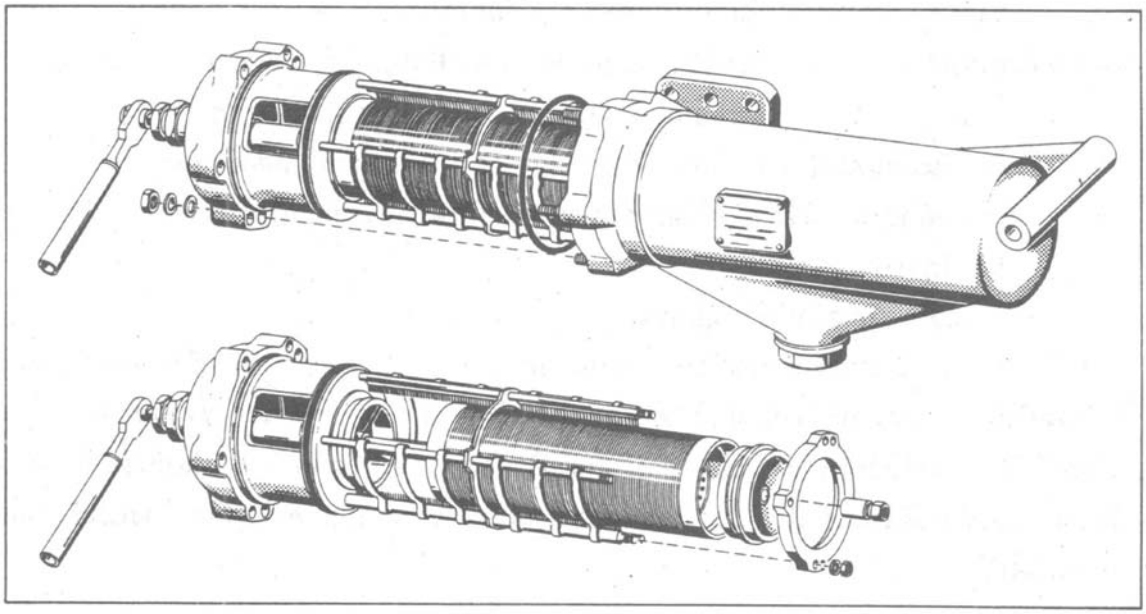
- ระบายน้ำมันหล่อในหม้อกรองออกทิ้งทางปลั๊กระบาย
- ถอดหม้อกรองทั้งชุดออกจากเครื่อง

* ห้ามถอดไส้กรองหรือถอดทำความสะอาดภายในหม้อกรองขณะที่ชุดหม้อกรองติดอยู่กับเครื่อง เพราะจะทำให้น้ำมันหล่อสกปรกปนไปในท่อทางน้ำมันหล่อสะอาดได้

- ใช้ปากกาจับเรือนหม้อโดยใช้แผ่นอะลูมิเนียมรองปากกา เพื่อป้องกันเรือนหม้อกรองเสียหาย
- ถอดนัตล็อคและหัวหม้อกรองซึ่งประกอบติดกับไส้กรองออก
- ถอดนัตยึดแปรงกวาด (Fixing Screw) 4 ตัว และนัตยึดไส้กรองตรงกลาง 1 ตัว แล้วจึงดึงไส้กรองออกจากหัวหม้อกรอง
- ล้างทำความสะอาดไส้กรองและแปรงกวาดด้วยน้ำยา Grease Dissolving Cleaning Agent (น้ำยาล้างคราบน้ำมันอย่างเจือจาง)
- ตรวจชิ้นส่วนต่าง ๆ ให้ละเอียด เปลี่ยนส่วนที่ชำรุดและวงกันรั่ว (Sealing Ring) ทั้งหมด
- ประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าที่เดิม
- ประกอบชุดหม้อกรองเข้ากับเครื่อง

* เปลี่ยนแผ่นกันรั่ว (Gasket) ใหม่ ถ้าจำเป็น

รูป 9.13 Cleaning the Filter.



(9) หม้อกรองตะแกรงละเอียด (Engine Oil Gap Filter of Fine Filter)

9.1 การระบายน้ำมันหล่อสกปรกออกจากหม้อกรอง

9.2 การรั่วที่หัวหม้อกรอง

เช่นเดียวกับข้อ 8.1 , 8.2

9.3 การทำความสะอาดหม้อกรอง

เช่นเดียวกับข้อ 8.3 แต่ต้องปฏิบัติเพิ่มเติมคือ

- ให้เจือจางตะกอนน้ำมันหล่อ (Sludge Oil) ด้วยน้ำมันเบนซิน (Gasoline) แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง (Filter Paper)
- ตรวจดูสิ่งสกปรกตกค้างบนกระดาษกรอง
- ถ้าเป็นผงโลหะจำนวนเล็กน้อยแสดงว่าจะต้องตรวจตราการใช้เครื่องด้วยความระมัดระวังและจะต้องตรวจดูตะกอนน้ำมันหล่อตามวิธีดังกล่าวทุกวัน
- ถ้าเป็นผงโลหะจำนวนมาก แสดงว่าจะต้องตรวจดูชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่อง

(10) หม้อกรองแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Oil Filter) (รูป 9.14)

จะต้องทำความสะอาดตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 16.04

ปกติการทำความสะอาดจะทำได้ 2 ลักษณะ คือ

- ขณะเครื่องไม่ได้ใช้งาน
- ขณะเครื่องใช้งาน ซึ่งจะต้องมีลิ้นปิด – เปิดสำหรับตัดหม้อกรองออกจากระบบ

<u>ข้อควรระวัง</u>

ห้ามสับเปลี่ยนถ้วยหมุน (Rotor) ภายในหม้อกรอง

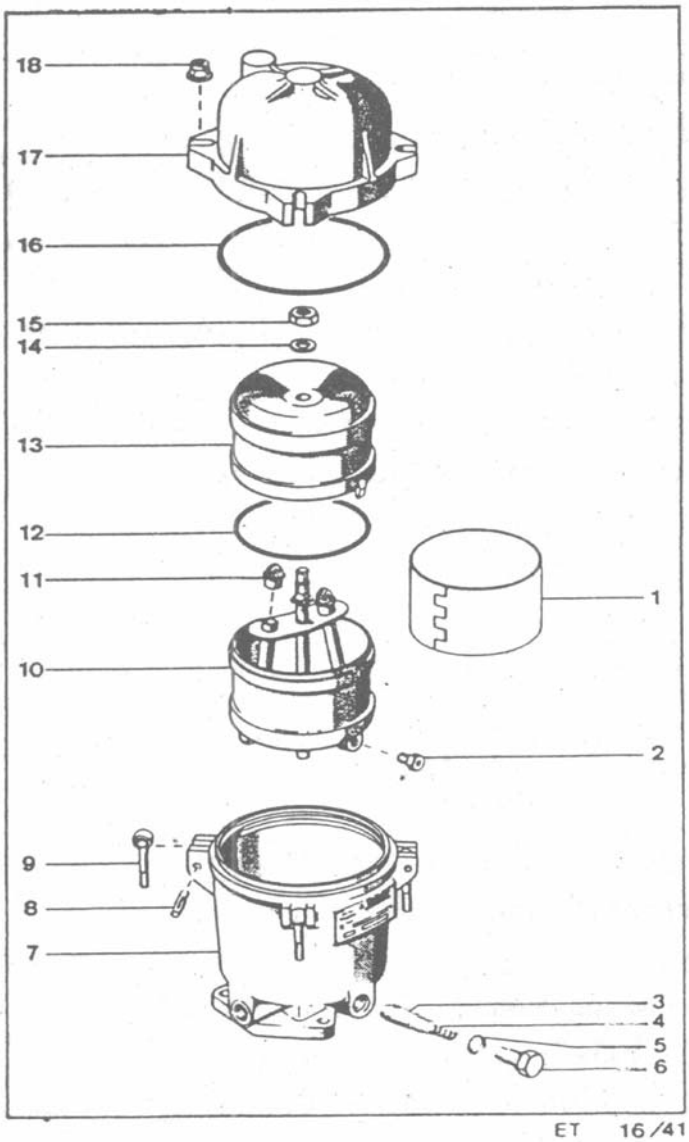
<u>การปฏิบัติ</u>

- คลายนัตบังคับฝาปิดออกแล้วถอดฝาปิดหม้อกรองออก (18) , (17)
- ยกถ้วยหมุนออกจากหม้อกรอง (10 – 13)
- ระวังแบริ่งจะชำรุดเสียหาย
- ถอดนัตบังคับถ้วยหมุนออกแล้วถอดส่วนบนของถ้วยหมุนออก (15) , (13)
- ห้ามใช้ปากคีบหรือปากจับ จับยึดถ้วยหมุน
- ถอดกระดาษกรองออก (ถ้าไม่ใช้กระดาษกรองให้ใช้ช้อนตักที่ไม่มีคม (Spatula) ตักเอาตะกอนที่เกาะติดผนังถ้วยหมุนออก (1)
- ถอดตะแกรงกรองออก (11)
- ทำความสะอาดถ้วยหมุน ท่อตั้งและหัวฉีด (2) แล้วเป่าให้แห้งด้วยกำลังดันลม
- ประกอบตะแกรงเข้าที่ (11)
- ใส่กระดาษกรองอันใหม่
- ประกอบถ้วยหมุนเข้าที่

  * ต้องระวังให้แง่รับส่วนบนและบ่ารับส่วนล่างของถ้วยหมุนให้ตรงกัน

- กวดนัตบังคับถ้วยหมุนด้วยความระมัดระวังไม่ให้แน่นหรือหลวมจนเกินไป

- ใส่ชุดถ้วยหมุนเข้ากับเรือนหม้อกรอง
  * ต้องระวังแบริ่งชำรุดเสียหาย
- ตรวจดูการหมุนของถ้วยหมุน อย่าให้ฝืดหรือติดขัด
- ประกอบฝาปิดหม้อกรองเข้าที่
- เปลี่ยนวงกันรั่ว (Sealing Ring) ใหม่ถ้าจำเป็น
- ข้อควรระวังในการทำความสะอาดทุกครั้ง
  * ตรวจดูความหนาและน้ำหนักของตะกอนสิ่งสกปรกของน้ำมันหล่อที่กระดาษกรองและเปรียบเทียบดูกับครั้งสุดท้ายที่ผ่านมาว่ามีเพิ่มขึ้นหรือไม่ ถ้าไม่เพิ่มขึ้น (Notable Increase) แสดงว่าจะต้องเปลี่ยนน้ำมันหล่อในไม่ช้านี้



1 Paper Insert.
2 Nozzle.
3 Valve.
4 Valve Spring.
5 Sealing Ring.
6 Plug.
7 Housing.
8 Groove Pin.
9 Eye Bolt.
10 Lower Bowl.
11 Strainer Basket.
12 Sealing Ring.
13 Bowl Cap.
14 Washer.
15 Hexagon Nut.
16 Sealing Ring,Housing Cover.
17 Cover.
18 Nut.

รูป 9.14 Centrifugal Oil Filter.

(11) Banjo Plug (รูป 3.16)

จะต้องทำความสะอาดตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 09.09

<u>การปฏิบัติ</u>

- ถอดชุด Banjo Plug ออกจากเครื่อง
- ระวังสิ่งสกปรกต่าง ๆ อย่าให้ตกลงไปในรูประกอบ Banjo Plug
- ถอดชิ้นส่วนภายใน Banjo Plug
- ระวังและสังเกตดูการเรียงลำดับชิ้นส่วนทุกชิ้นหรือโดยการถอดชิ้นส่วนวางเรียงกันไว้บนกระดาษกรอง
- ทำความสะอาดตะแกรงกรอง (Strainer) ด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงแล้วเป่าให้แห้งด้วยกำลังดันลม
- ประกอบชิ้นส่วนภายในเข้าที่
- ระวังการเรียงลำดับชิ้นส่วนให้ถูกต้อง
- ประกอบชุด Banjo Plug เข้ากับรูประกอบที่เครื่อง
- ถ้าแหวนกันรั่ว (Sealing Ring) ชำรุดหรือสภาพไม่เรียบร้อยให้เปลี่ยนใหม่

(12) หม้อกรองละเอียดแบบใช้แล้วทิ้ง (Throw – away Type Filter) (รูป 3.17)

จะต้องเปลี่ยนหม้อกรองตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No.09.05

<u>การปฏิบัติ</u>

- หมุนคลายหม้อกรองออกจากจานจ่ายน้ำมันหล่อ
- เติมน้ำมันหล่อที่สะอาดใส่หม้อกรองใหม่ให้เต็ม
- ทาน้ำมันหล่อที่แผ่นกันรั่ว (Gasket) บาง ๆ ให้ทั่ว
- ประกอบหม้อกรองใหม่เข้ากับจานจ่ายน้ำมันหล่อโดยใช้มือหมุนให้แน่นแล้วใช้เครื่องมือหมุนหม้อกรอง หมุนเข้าอีกครึ่งรอบ (Half Turn)
- ตรวจการรั่วไหลเมื่อเดินเครื่องใหม่

(13) สูบโยกน้ำมันหล่อ (Semi – Rotary Hand Pump) (รูป 3.20)

13.1 การติดตั้ง

การติดตั้งอาจทำให้สูบเบี้ยวหรือผิดรูปได้เนื่องจาก

- การติดตั้งไม่ถูกต้อง
- กวดนัตยึด (Fixing Screw) ไม่ถูกต้อง (Nonuniform)
- ส่วนประกอบของท่อทางเกิดการเครียด บีบอัดลิ้นแผ่นกันกลับ (Pump Vane)

13.2 ข้อควรปฏิบัติในการติดตั้ง

- ขณะกวดนัตยึดให้โยกคันโยกด้วย เพื่อตรวจสอบความคล่องตัวของลิ้นแผ่นกันกลับ
- ใช้แผ่นยางหรือวัสดุที่อ่อนแรงด้านหลังสูบ
- ติดตั้งมนทางตั้งเท่านั้น เพราะลิ้นแผนกันกลับไม่มีสปริงกดหลังลิ้น (Not Spring Load)

- ท่อทางดูดจะต้องตรงเข้าสูบเลย ไม่โค้งงอ

13.3 การซ่อมบำรุงรักษา

- กวดนัตฝาอัดกันรั่ว (Flanged Grand) ถ้าจำเป็น
- เปลี่ยนแป๊กกิ้งฝาอัดกันรั่วใหม่ (Grand Packing) ถ้าฝาอัดกันรั่วยุบตัวเข้าจนสัมผัสกับฝาปิด (Cover)

(14) หม้อกรองตะแกรงละเอียดน้ำมันหล่อลื่นเริ่มเดิน (Oil Gap Filter) (รูป 3.21)

14.1 การใช้คันหมุนไส้ตะแกรงกรอง (Turning Handle)

คันหมุนไส้ตะแกรงกรอง เป็นคันหมุนทางเดียว (Ratchet Lever) จะต้องใช้เพื่อหมุนทำความสะอาดไส้ตะแกรงกรองประจำวัน (Daily)

<u>การปฏิบัติ</u>

- หลังจากเลิกสูบน้ำมันหล่อเริ่มเดิน (Priming Pump) หมุนคันหมุนไส้กรองตะแกรงกรองตามเข็มนาฬิกา (Clockwise) หลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้สิ่งสกปรกที่เกาะติดอยู่ภายนอกไส้ตะแกรงกรองถูกแปรงทำความสะอาดกวาดให้หลุดออกตกลงไปรวมกันอยู่ด้านล่างหม้อกรอง
- คลายปลั๊กระบาย (Drain Plug) เพื่อเปิดระบายสิ่งสกปรกออกให้หมด

14.2 การทำความสะอาดหม้อกรอง

จะต้องทำความสะอาดตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 16.08

<u>การปฏิบัติ</u>

- ระบายตะกอนทิ้งทางปลั๊กระบาย
- ถอดชุดหม้อกรองออกจากเครื่องยนต์
- ใช้ปากกาจับยึดหม้อกรองโดยใช้แผ่นอลูมิเนียมรอง
- คลายนัตยึด (Locking Nut) ออก แล้วค่อย ๆ ถอดไส้ตะแกรงกรองออกจากเรือนหม้อกรอง (Filter Bowl)

* ระวังแผ่นกันรั่ว (Gasket) จะเสียหาย

- ล้างไส้ตะแกรงกรองและเรือนหม้อกรองด้วยน้ำยาล้าง (Grease Dissolving Agent) แล้วเป่าให้แห้งด้วยกำลังดันลม

* ระวังไส้ตะแกรงกรองและแปรงจะเสียหาย

- ใส่ปลั๊กระบายเข้าที่
- ประกอบไส้ตะแกรงกรองเข้าที่

* ระวังแผ่นกันรั่ว (Gasket) จะเสียหาย

- ใส่นัตยึดเข้าที่
- ประกอบชุดหม้อกรองเข้ากับเครื่องยนต์
- ตรวจสอบการรั่วไหลเมื่อเดินเครื่องใหม่

(15) ระบบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ (Engine Oil System)

15.1 การตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อ (Oil Level)

จะต้องตรวจตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 16.01

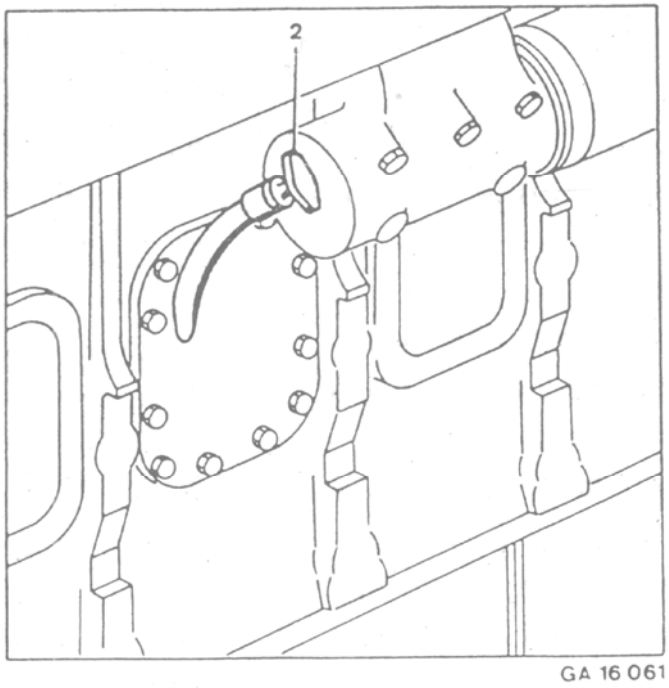
เพื่อให้ได้ผลการตรวจที่แน่นอนควรตรวจในขณะที่เครื่องอยู่ในสภาวะเดียวกันทุกครั้ง

15.1.1 เมื่อใช้เครื่องในระยะเวลาสั้น (Short – Time Operation)

เมื่อเครื่องใช้งานไม่เกิน 10 ชม. ให้เดินตัวเปล่า (Idling Speed) ประมาณ 5 นาทีแล้วเลิกเครื่อง

ตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อโดยเหล็กวัดระดับน้ำมันหล่อ (Oil Dipstick) หลังจากเลิกเครื่องแล้วประมาณ 5 นาที (รูป 9.15)

รูป 9.15 Checking of the oil level



2 Oil dipstick

<u>ข้อสังเกต</u>

ระดับน้ำมันหล่อเมื่อก่อนเดินเครื่อง จะสูงกว่าระดับน้ำมันหล่อหลังเลิกเครื่อง เพราะน้ำมันหล่อจากหม้อกรองต่าง ๆ และหม้อกรองถ่ายเทความร้อนจะไหลลงอ่างน้ำมันหล่อแต่จะมากน้อยขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่เลิกเครื่อง

15.1.2 เมื่อใช้เครื่องในระยะเวลานาน (Extended Operation)

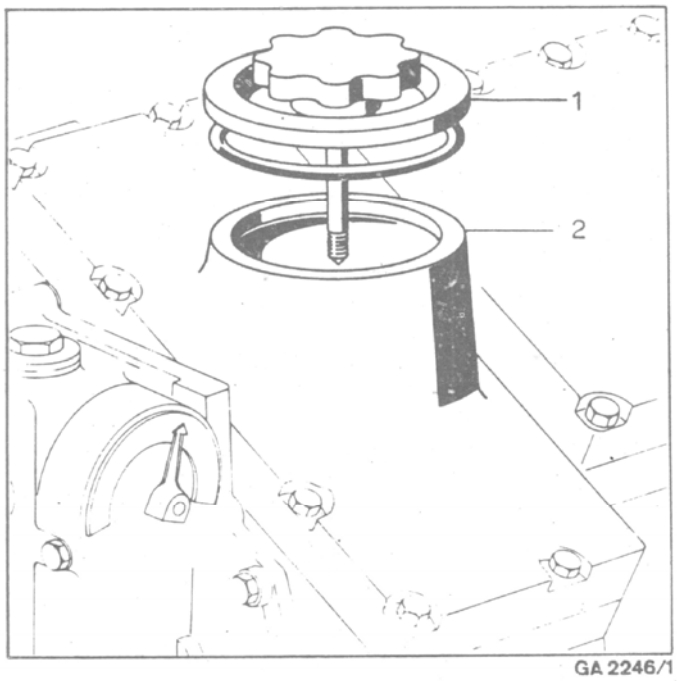
เมื่อใช้เครื่องติดต่อกันเกิน 10 ชม. ควรตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อทุก ๆ 8 – 10 ชม. โดยเหล็กวัดระดับน้ำมันหล่อ

ในขณะเดินเครื่อง ระดับน้ำมันหล่อในอ่างน้ำมันหล่อจะต่ำกว่าเมื่อเลิกเครื่อง เพื่อที่จะตรวจให้ได้ผลแน่นอนให้ปฏิบัติดังนี้

หลังเลิกเครื่องแล้ว 5 นาที ให้เติมน้ำมันหล่อให้ถึงขีดสูงสุด (Max) ของเหล็กวัดระดับน้ำมันหล่อ

เดินเครื่องใหม่อีกครั้ง แล้วตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อที่ความเร็วต่าง ๆ และขณะตรวจสอบให้เปิดฝาช่องเติมน้ำมันหล่อ (Oil Filter Socket) ออกไว้เพื่อป้องกันการเดินกำลังดันในอ่างน้ำมันหล่อ เปรียบเทียบกับระดับน้ำมันหล่อที่ตรวจขณะเครื่องใช้งาน (รูป 9.16)

รูป 9.16 Filling up with engine oil



1 Filler Socket.
2 Oil filler

ระดับน้ำมันหล่อที่ตรวจได้ทุก ๆ ความเร็วจะต้องเท่า ๆ กับระดับน้ำมันหล่อเมื่อเครื่องใช้งานทุก ๆ ความเร็ว ที่ความเร็วเดียวกัน

ถ้าระดับน้ำมันหล่อที่ตรวจได้สูงผิดปกติอาจเกิดจากน้ำมันเชื้อเพลิงหรือน้ำปนน้ำมันหล่อ

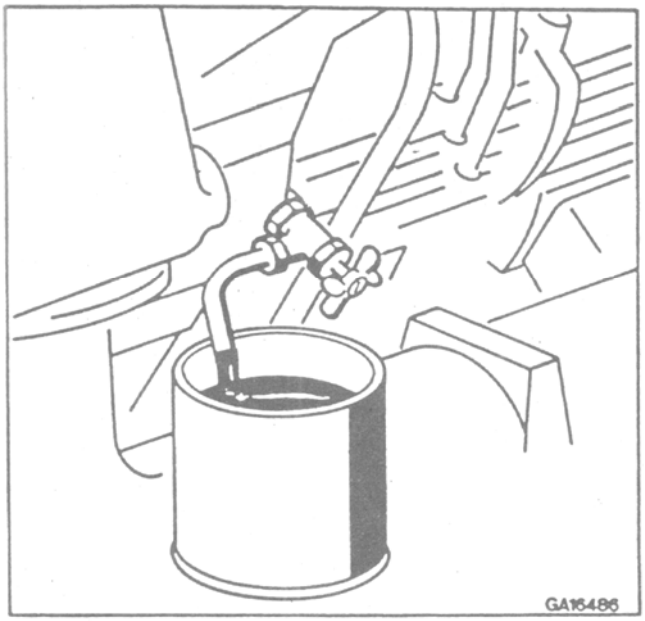
15.2 การนำน้ำมันหล่อตัวอย่างออกมาตรวจ (Taking an Oil Sample)

น้ำมันหล่อจะต้องตรวจตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 16.03

<u>การปฏิบัติ</u>

- ขณะที่เครื่องใช้งานที่อุณหภูมิใช้การปกติ ระบายน้ำมันหล่อออกทางก๊อกทดลอง (Sampling Cock) ประมาณ 2 ลิตร เพื่อไล่สิ่งสกปรกบริเวณก๊อกทิ้ง
- เปิดก๊อกทดลองระบายน้ำมันหล่อใส่ภาชนะที่สะอาดประมาณ 1 ลิตร
- นำน้ำมันหล่อนี้ไปตรวจตามคู่มือการตรวจน้ำมันหล่อ

รูป 9.17 Taking an Oil Sample



15.3 การเปลี่ยนน้ำมันหล่อ (Oil Change) (รูป 9.18 และ 9.19)

จะต้องเปลี่ยนตามตารางซ่อมบำรุงรักษา Code No. 16.06

จะต้องเปลี่ยนในขณะที่เครื่องอยู่ในอุณหภูมิใช้การ

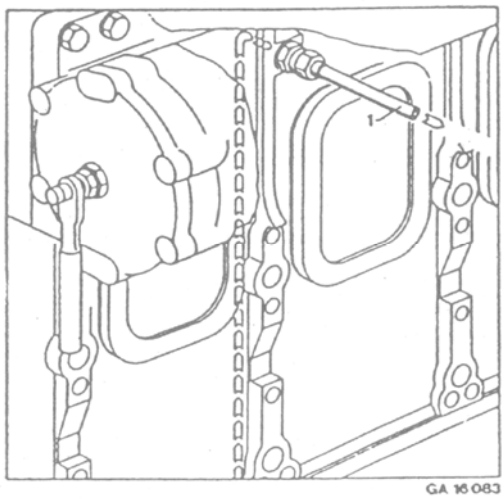
ต้องระบายน้ำมันหล่อออกจากอ่างน้ำมันหล่อ หม้อถ่ายเทความร้อนและหม้อกรองต่าง ๆ ให้หมด

ทำความสะอาดสิ่งสกปรกที่เกาะติดตะแกรงหม้อกรองแบบมีตะแกรงกรอง (Gap Filter) โดยใช้คันหมุนทางเดียว (Ratchet Lever) ก่อนและระหว่างระบายหม้อกรอง

ตรวจสภาพน้ำมันหล่อที่ระบายออกจากหม้อกรองตามรายละเอียดข้อ 9.3

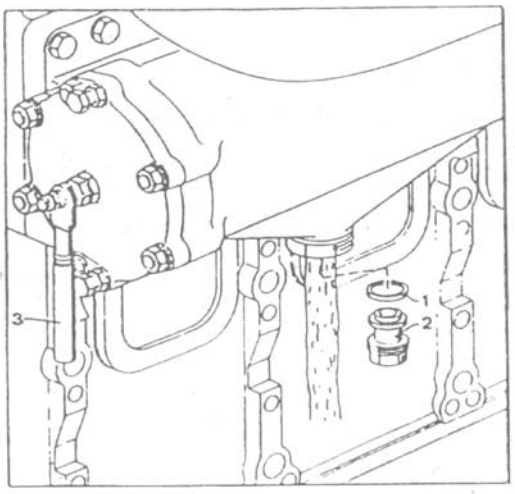
ห้ามถอดหม้อกรองขณะที่เปลี่ยนน้ำมันหล่อ

รูป 9.18 Engine Oil change



1 Engine oil draw-off line

รูป 9.19 Engine Oil Gap Filter (Coarse And Fine Filer)



1 Sealing Ring.
2 Drain Plug.
3 Ratchet Lever.

(16) หม้อถ่ายเทความร้อนน้ำจืด (Engine Coolant Cooler) (รูป 4.6 และ 4.7)

จะต้องทำความสะอาดตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 14.05

<u>การปฏิบัติ</u>

- ปิดลิ้นทางน้ำทะเลเข้า – ออก หม้อถ่ายเทความร้อน
- ระบายน้ำจืดทิ้ง
- ระบายน้ำทะเลทิ้ง
- ถอดท่อทางน้ำจืด – น้ำทะเล เข้า – ออก หม้อถ่ายเทความร้อน

* ให้ใช้ปลั๊ก (Plug) อุดท่อทางที่ถอดออกทันที ห้ามใช้ยุตหรือผ้าชำรุดอุด

- ถอดฝาปิด (Cover) ออกทั้งสองด้าน
- ถอดหมู่หลอดออกจากเรือน (Casing)
- แช่หมู่หลอดในน้ำยาจำพวกด่าง (Alkaline Solution) เพื่อให้คราบตะกอนที่เกาะติดอยู่ละลายหลุดออกแล้วฉีดพ่นด้วยฝอยน้ำความเร็วสูง (Strong Water Jet) หรือขัดถูด้วยแปรงไนลอน (Nylon Brush)
- ถ้าคราบตะกอนแข็งเกินไปไม่สามารถทำความสะอาดด้วยวิธีดังกล่าวมาแล้วก็สามารถใช้วิธีอื่นที่ไม่เป็นอันตรายต่อเนื้อโลหะหมู่หลอดทำความสะอาดได้
- ห้ามใช้แปรงลวด (Wire Brush) ขัดถู เพราะจะทำให้สารเคลือบป้องกันสนิม (Oxide Film) บนผิวหลอดถูกทำลายไปด้วย
- ทำความสะอาดหน้าแปลนต่อต่าง ๆ
- ประกอบหมู่หลอดเข้าที่
- เปลี่ยนแผ่นกันรั่ว (Gasket) และวงกันรั่ว (O – ring or Rubber Ring) ถ้าจำเป็น
- ประกอบท่อต่อและฝาปิดเข้าที่ แล้วทดสอบการรั่วไหลก่อนประกอบเข้าที่

(17) เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืด (Engine Coolant Thermostat) (รูป 4.8)

การเปลี่ยนส่วนรับความร้อน (Thermally Responsive Element) จะต้องเปลี่ยนตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 27.01

<u>การปฏิบัติ</u>

- ระบายน้ำในระบบทิ้ง
- ถอดชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดออกจากระบบ
- ถอดสลักแอลเลน (Allen Screw) 3 ตัว ที่ส่วนปรับแต่งฉุกเฉินออก (Emergency Adjustment)
- ถอดฝาปิด (Cover) และส่วนปรับแต่งฉุกเฉินออก
- ใช้คีม (Pliers) ถอดส่วนรับความร้อนออก (Thermally Responsive Element)
- ประกอบส่วนรับความร้อนใหม่เข้าแทนที่
- ต้องแน่ใจว่าส่วนรับความร้อนใหม่ทำงานในอุณหภูมิเดียวกับส่วนรับความร้อนเดิม ถ้าเครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดถูกปรับแต่งฉุกเฉินอยู่จะต้องตั้งใหม่ (Reset)

- ประกอบฝาปิด (Cover) เข้าที่ ใช้ O – Ring ใหม่
- แช่ชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดลงในอ่าง
- ต้มน้ำให้ร้อนขึ้น พร้อมกับคนให้น้ำเคลื่อนไหวตลอดเวลา
- สังเกตดูอุณหภูมิของน้ำที่เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดเริ่มเปิด (Start to Open) และเปิดเต็มที่ (Fully Open) จะต้องตรงกับของเดิม
- ถ้าต้องการตั้งค่าเริ่มเปิด (Start to Open) ใหม่ สามารถกระทำได้โดยการปรับแต่งที่ส่วนปรับแต่งฉุกเฉิน
- กวดนัตล๊อคให้แน่นแล้วติดตราตะกั่ว
- ประกอบชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำจืดเข้ากับระบบ
- เติมน้ำจืดในระบบให้ได้ระดับใช้การ

(18) ถังพักน้ำจืด (Coolant Expansion Tank)

18.1 การตรวจสอบการทำงานของชุดตรวจวัดระดับน้ำจืด (Coolant Level Monitor Unit)

จะต้องตรวจสอบตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 14.16

<u>การปฏิบัติ</u>

- ระบายน้ำจืดในถังพักน้ำจืดจนกระทั่งทองไม่เห็นที่แผนแก้วตรวระดับน้ำจืด (รูป 9.21)
- ชุดตรวจวัดระดับน้ำจืดจะต้องส่งสัญญาณบอก “ระดับน้ำจืดต่ำ”
- ถ้าไม่มีการส่งสัญญาณดังกล่าวให้ถอดชุดตรวจวัดระดับน้ำจืดออกมา (รูป 4.11)
- อุดช่องว่างที่ถอดเพื่อป้องกันสิ่งสกปรกสเข้าภายในระบบตรวจดูการเลื่อนตัวของลูกลอยจะต้องไม่ติดขัดต่อวงจรไฟฟ้าทดลองเข้ากับจุดต่อของสวิทช์ลูกลอย
- ทดลองขยับลูกลอยเพื่อดูการเปลี่ยนตำแหน่งหรือการตัดต่อหน้าสัมผัสของสวิทช์ลูกลอย

18.2 การทำความสะอาดถังพักน้ำจืด

จะต้องทำความสะอาดพร้อมกับการทำความสะอาดระบบน้ำจืดตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 14.04 (ตามรายละเอียดข้อ 20.4)

(19) ชุดอุ่นน้ำจืด (Preheating Unit) (รูป 4.12)

เมื่อมีการระบายน้ำจืดออกจากระบบ ให้เติมน้ำจืดในหม้ออุ่นและสูบน้ำวนเวียนให้เต็ม

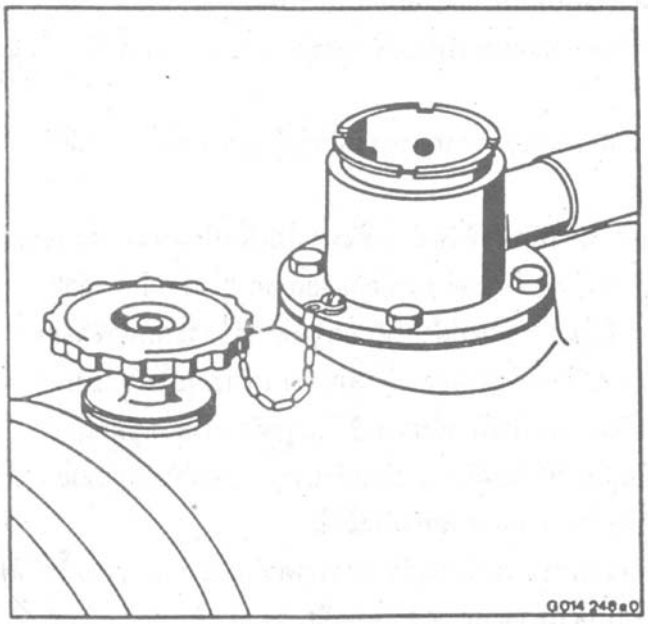
(20) ระบบระบายความร้อนเครื่องยนต์ (Engine Coolant System)

20.1 การเติมน้ำจืดในระบบ

- ให้ใช้น้ำจืดที่ผสมน้ำยาป้องกันสนิมแล้วเท่านั้น (รายละเอียดในคู่มือ MTU. Lubricants and Fluids Specification 1061)
- ก่อนเติมน้ำจืดเข้าระบบตรวจดูท่อระบายอากาศ (Vent Line) อย่าให้อุดตันโดยการเป่าท่อทางเหล่านั้นด้วยกำลังดันลม เพราะถ้าเกิดการอุดตันจะทำให้การถ่ายเทความร้อนไม่ดี ซึ่งจะเป็นผลให้เกิดความเค้นเนื่องจากความร้อน (Thermal Stress) ทำให้เครื่องเสียหายเมื่อใช้งาน (รูป 4.1)

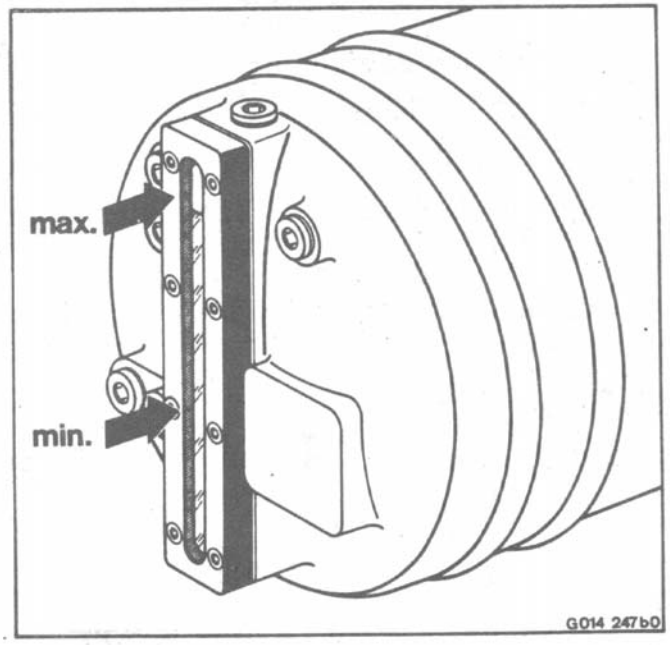
- เติมน้ำจืดเข้าระบบโดยระบบสำหรับเติมน้ำโดยเฉพาะหรือเติมตามช่องทางเติมบนถังพัก (Expansion Tank) (รูป 9.20)

รูป 9.20 Filling-up With Coolant



- ตรวจสอบระดับน้ำจืดที่แผ่นแก้วตรวจระดับ (Sight Glass) ให้ระดับน้ำจืดอยู่ระดับใช้การ (ให้อยู่ระหว่างขีด Max และ Min) (รูป 9.21)

รูป 9.21 Check of coolant level and topping-up.



- ตรวจการรั่วไหลของระบบ

- ไล่อากาศออกจากระบบโดยการเปิดฝาปิดระบายอากาศ (Breather Valve) บนถังพัก และเดินเครื่องจนถังอุณหภูมิใช้การปกติ (รูป 9.20)

- เลิกเครื่องและปิดฝาปิดระบายอากาศ

20.2 การตรวจระดับน้ำจืด (รูป 9.21)

จะต้องตรวจสอบตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 14.01

ตรวจสอบระดับน้ำจืดที่แผ่นแก้วตรวจระดับของถังพัก (ให้อยู่ระหว่างขีด Max และ Min)

20.2.1 ถ้าระดับน้ำต่ำผิดปกติให้ตรวจสอบ

- การรั่วไหลของท่อทางภายในระบบ

ถ้าไม่พบให้ตรวจสอบ

- ระดับและสภาพน้ำมันหล่อของระบบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์อาจจะมีน้ำรั่วเข้าไปปน (ดูรายละเอียดในคู่มือ Lubricants and Fluids Specification 1061)

- ภายในห้องเผาไหม้ โดยการเปิดลิ้นไล่อากาศ (Decompression Valve) และหมุนเครื่องด้วยมือ เพื่อดูว่าน้ำรั่วไหลเข้าไปภายในหรือไม่

20.2.2 ถ้าระดับน้ำต่ำกว่าปกติ

- ให้เติมน้ำจืดจนถึงระดับใช้การของแผ่นแก้วตรวจระดับ

- ห้ามเติมน้ำจืดที่เย็นในขณะที่เครื่องยังร้อนอยู่

- ใช้น้ำจืดที่ผสมน้ำยาป้องกันสนิมเท่านั้นในการเติม

- ถ้าน้ำที่ใช้เติมไม่ได้ผสมน้ำยาป้องกันสนิม จะต้องตรวจสอบสภาพของน้ำจืดในระบบ และผสมน้ำยาป้องกันสนิมเข้าไปในระบบในโอกาสแรก

20.3 การตรวจวิเคราะห์น้ำจืด (Analysis)

จะต้องตรวจวิเคราะห์ตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 14.03

<u>การปฏิบัติ (รูป 9.22)</u>

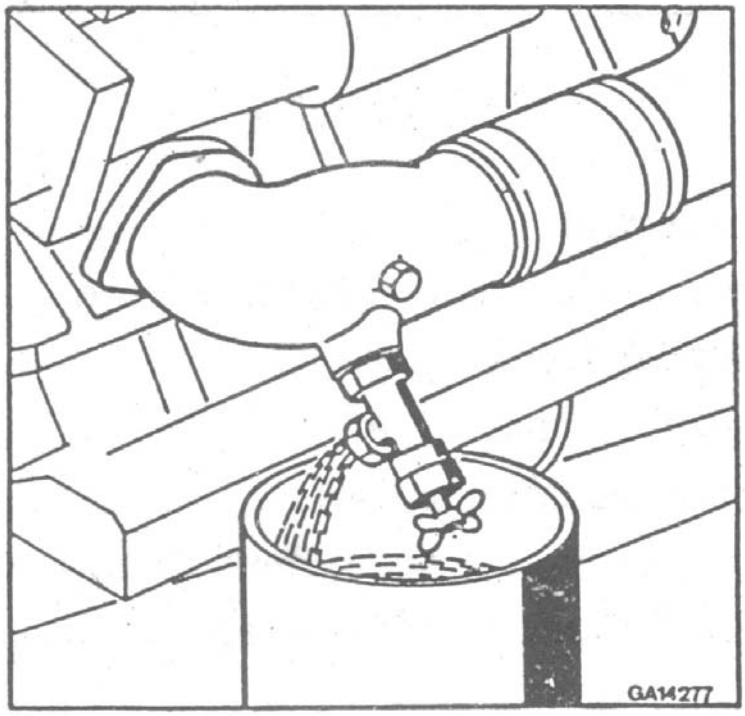
ขณะเดินเครื่องในอุณหภูมิใช้การ

- เปิดก๊อกระบาย (Drain Cock) ระบายน้ำออกทิ้งเล็กน้อย เพื่อระบายตะกอนสิ่งสกปรกต่าง ๆ บริเวณก๊อกระบาย

- เปิดก๊อกระบาย ระบายน้ำใส่ภาชนะที่สะอาดประมาณ 0.5 ลิตร

- นำน้ำไปตรวจวิเคราะห์ (ดูรายละเอียดในคู่มือ MTU. Fluids and Lubricants Specification 1061)

รูป 9.22 Coolant analysis.



20.4 การทำความสะอาดระบบน้ำจืด (Cleaning)

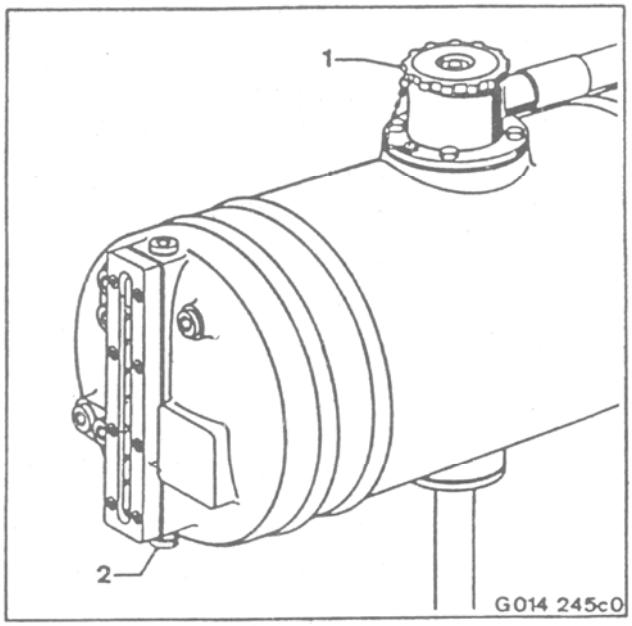
จะต้องทำความสะอาดระบบตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 10.04 (รายละเอียดในคู่มือ Cleaning Instruction for Diesel Engine Cooling System No.60 262/00 E.)

<u>การปฏิบัติ</u>

- ระบายน้ำยากันสนิมที่แยกตัวออก โดยการดูดออกทางช่องทางเติมบนถังพักน้ำจืด หรือเปิดระบายทิ้งทางก๊อกระบาย (Drain) ใต้ถังพักน้ำจืด (รูป 9.23)
- ระบายน้ำจืดในระบบทิ้ง โดยก๊อกระบายที่เครื่อง (เครื่อง 12V , 16V อยู่ด้านขวาของเครื่อง ส่วนเครื่อง 20V อยู่ทั้งสองด้าน ต้องเปิดระบายทั้งคู่) และที่หม้อถ่ายเทความร้อนน้ำจืด (รูป 9.24 , 4.6 และ 4.7)
- เติมน้ำยาล้าง (Cleaning Solution) เข้าระบบให้ถังขีดสูงสุด (Max) ที่แผ่นแก้วตรวจระดับของถังพักน้ำจืด (รายละเอียดในคู่มือ MTU. Lubricants and Fluids Specification 1061)
- เดินเครื่องที่อุณหภูมิใช้การประมาณ 2 ชม.
- เลิกเครื่องและระบายน้ำยาล้างทิ้งแล้วทำการเดินเครื่องล้างระบบ (Flushing Run) โดยการปล่อยให้เครื่องเย็นแล้วเติมน้ำจืดที่สะอาดเข้าระบบให้ถึงขีดสูงสุด (Max) ที่แผ่นแก้วตรวจระดับของถังพักน้ำจืด
- เดินเครื่องที่อุณหภูมิใช้การประมาณ 30 นาที
- เลิกเครื่องและระบายน้ำจืดในระบบทิ้ง

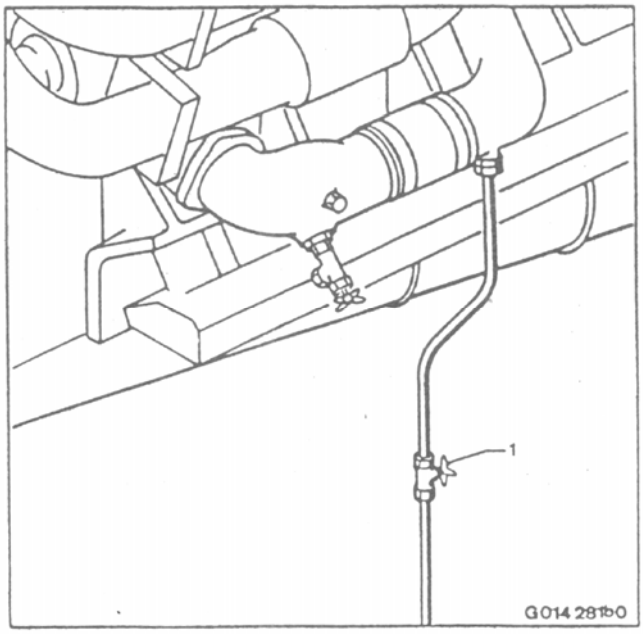
- เดินเครื่องล้างระบบ (Flushing Run) หลาย ๆ ครั้งจนกระทั่งระบบน้ำจืดสะอาด
- ทำความสะอาดแผ่นแก้วตรวจระดับน้ำที่ถังพักนำจืดโดยการ ถอดปลั๊กอุด (Plug) ด้านบนของแผ่นแก้ว (รูป 9.23)
- แยงทำความสะอาดแผ่นแก้วด้วยแปรงแยง (Bottle Brush)

รูป 9.23 Cleaning the cooling system



1 Filler socket
2 Drain

รูป 9.24 Draining of the coolant



1 Shut-off valve

(21) หม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Prefilter) แบบหม้อกรองเดี่ยว (รูป 5.4)

21.1 การใช้มือหมุน (Turning Handle)

- จะต้องใช้ตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 12.01
- เพื่อให้ได้ผลการทำความสะอาดที่ดีที่สุด ควรใช้มือหมุนทันทีที่เลิกเครื่อง โดยหมุนมือหมุน 2 – 3 รอบ กรีดให้สิ่งสกปรกหลุดออกจากไส้กรอง

21.2 การเอาตะกอนออกจากหม้อกรอง

- หมุนมือหมุน 2 – 3 รอบ
- คลายนัตยึดฝาหม้อกรองออก
- ยกถ้วยกรองออกมาทำความสะอาด
- ใส่ถ้วยกรองเข้าที่ – เปลี่ยนวงกันรั่ว (Sealing Ring) ใหม่ถ้าจำเป็น

21.3 การแก้ไขการรั่วไหลที่มือหมุน

- กวดนัตปลอกอัดกันรั่ว (Stuffing Box) เข้าไปอีกพอประมาณ
- ต้องระวังเมื่อกวดปลอกกันรั่วแล้ว มือหมุนต้องหมุนได้โดยไม่ต้องใช้แรงหมุนเกินไป

21.4 การทำความสะอาดหม้อกรอง

ต้องทำความสะอาดตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 12.05

<u>การปฏิบัติ</u>

- ถอดนัตยึดฝาหม้อกรอง 4 ตัว
- ดึงไส้กรองออกจากถ้วยหม้อกรอง
- แช่ไส้กรองในน้ำมันเบนซิน (Gasoline) หรือน้ำมันก๊าด (Kerosene) ให้ตะกอนที่เกาะอยู่ที่ไส้กรองละลายออก
- หมุนมือหมุนให้ตะกอนหลุดออกจากไส้กรอง
- ล้างทำความสะอาดถ้วยหม้อกรอง
- ประกอบไส้กรองเข้าที่ – เปลี่ยนวงกันรั่ว (Sealing Ring) ใหม่ถ้าจำเป็น
- กวดนัตยึดฝาหม้อกรอง 4 ตัว โดยกวดทีละตัวตรงข้ามทะแยงมุมกัน

(22) หม้อกรองหยาบน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Prefilter) แบบหม้อกรองคู่ (รูป 5.5)

การทำความสะอาดหม้อกรองจะต้องทำความสะอาดตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 12.05

<u>การปฏิบัติ</u>

- ปิดหม้อกรองทั้ง 2 ใบ โดยก๊อกเลือก 3 ทาง
- เปิดปลั๊กระบายอากาศ (Vent Plug) และปลั๊กระบายตะกอน (Drain Plug) ระบายน้ำมันเชื้อเพลิงออกจากหม้อกรองให้หมด
- ถอดชุดไส้กรองออกมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงและเป่าให้แห้งด้วยกำลังดันลม
- ทำความสะอาดเรือนหม้อกรอง และฐานหม้อกรอง

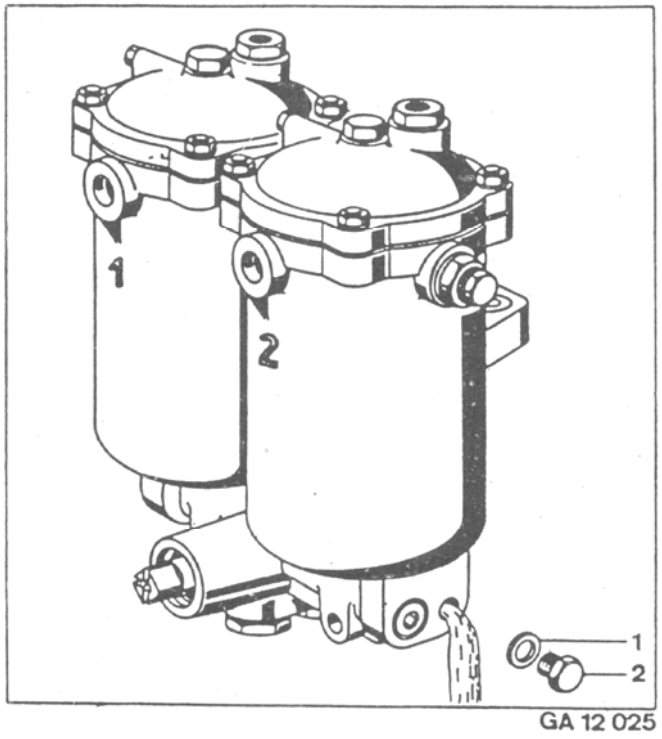
- ประกอบส่วนต่าง ๆ เข้าที่เดิม
- ไล่อากาศออกจากหม้อกรอง
- ตรวจการรั่วไหลเมื่อเดินเครื่องใหม่

(23) หม้อกรองละเอียดน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Duplex Filter)

23.1 การระบายตะกอนออกจากหม้อกรอง (รูป 9.25)

- ปิดหม้อกรองทั้ง 2 ใบ ด้วยก๊อกเลือก 3 ทาง
- คลายปลั๊กระบาย (Drain Plug) ออกเพื่อระบายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในหม้อกรองออกให้หมดแล้วประกอบปลั๊กระบายเข้าที่เดิม
- เปิดหม้อกรองทั้ง 2 ใบด้วยก๊อกเลือก 3 ทางแล้วไล่อากาศ (Priming) ออกจากระบบด้วยสูบโยกมือ

รูป 9.25 Changing the Filter Elements



1 Sealing ring
2 Drain Plug

23.2 การตรวจสอบการอุดตันของไส้หม้อกรอง (รูป 5.1)

- โดยการตรวจสอบดูกำลังดันน้ำมันเชื้อเพลิงออกจากหม้อกรองที่เกจวัดกำลังดันในสภาวะที่มีน้ำมันเชื้อเพลิงในถังใช้การพอเพียง สูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทำงานถูกต้อง ลิ้นน้ำมันล้น (Over Flow Valve) ทำงานถูกต้อง
- ถ้าค่ากำลังดันที่อ่านได้ต่ำกว่าเกณฑ์แสดงว่าไส้กรองตัน ต้องเปลี่ยนใหม่

23.3 การเปลี่ยนไส้กรอง (รูป 9.26)

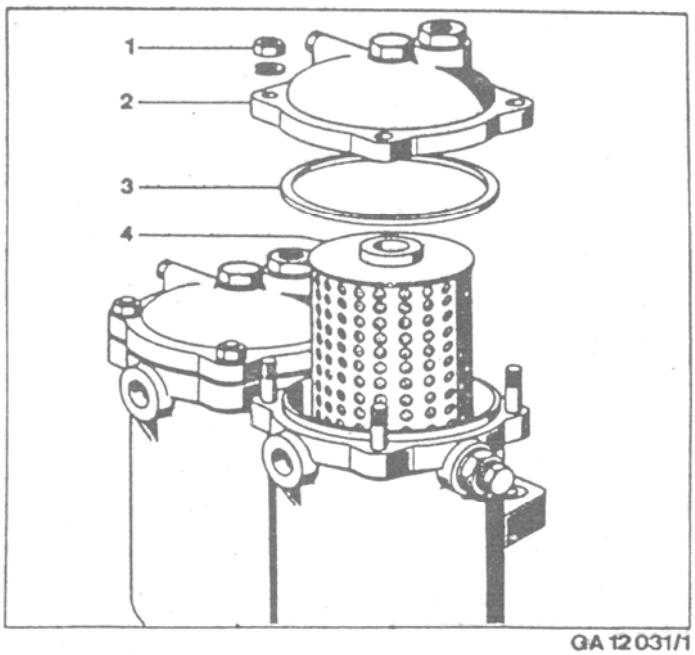
จะต้องเปลี่ยนตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 12.04

ถ้ากระทำในขณะเดินเครื่องอยู่ ให้ใช้ก๊อกทางเลือก 3 ทาง ปิดทางน้ำมันเข้าออกหม้อกรอง เพื่อเปลี่ยนทีละใบ

<u>การปฏิบัติ</u>

- ปิดทางน้ำมันเชื้อเพลิงเข้า – ออก หม้อกรองที่จะเปลี่ยนไส้หม้อกรองโดยก๊อกเลือก 3 ทาง เพื่อให้แน่ใจว่าน้ำมันเชื้อเพลิงสกปรกภายในหม้อกรองจะไม่ปนไปในท่อทางส่ง (Feed Line)
- ระบายน้ำมันเชื้อเพลิงในหม้อกรองที่จะเปลี่ยนไส้กรองทิ้งทางปลั๊กระบาย (Drain Plug) ให้หมด
- คลายนัตยึดฝาปิด (Cover) และถอดฝาปิดออก
- ถอดไส้กรองออกทิ้ง
- ล้างภายในหม้อกรองด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงที่สะอาด
- ประกอบปลั๊กระบาย (Drain Plug) เข้าที่
- ประกอบไส้กรองใหม่เข้าที่ – เปลี่ยนวงกันรั่ว (Sealing Ring) ใหม่ถ้าจำเป็น
- ประกอบฝาปิดเข้าที่โดยกวดนัตยึดทีละตัวตรงข้ามทะแยงมุมกัน
- เปิดทางเข้า – ออก หม้อกรองโดยก๊อกเลือก 3 ทาง
- ใช้สูบโยกมือเติมน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อไล่อากาศออกจากระบบ (Priming) และตรวจสอบการรั่วไหล (ถ้าเปลี่ยนขณะไม่ได้เดินเครื่อง)

รูป 9.26 Changing the Filter Elements.



1 Securing nut
2 Filter cover
3 Sealing ring
4 Filter element

(24) หม้อระงับเสียงอากาศดี (Intake Air Silencer) (รูป 6.3)

จะต้องทำความสะอาดตะแกรง (Screen) ตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 10.36

(25) เทอร์โบชาร์จ (Exhaust Gas Turbocharger)

25.1 การตรวจสอบการหล่อลื่นแบริ่งชุดบน (Upper Bearing) (รูป 9.27)

ต้องตรวจสอบตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 09.08

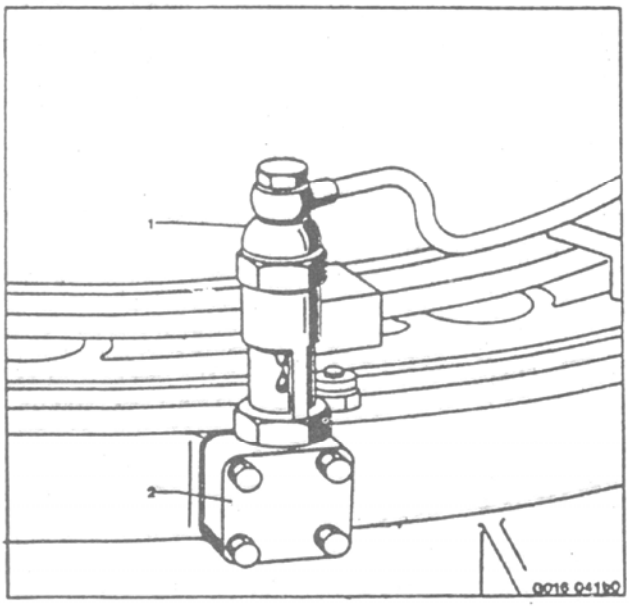
<u>การปฏิบัติ</u>

- ขณะเดินเครื่องที่ความเร็ว 1,500 รอบ/นาที ตรวจนับจำนวนหยดน้ำมันหล่อที่หลอดแก้วตรวจหยดน้ำมันหล่อ (Oil Drip Indicator) ซึ่งติดตั้งอยู่บนเรือนพักอากาศ โดยมีข้อพิจารณาดังนี้

ก. ประมาณ 15 หยด/นาที สำหรับแบบน้ำมันหล่อเข้าผสมกับอากาศดี

ข. ประมาณ 20 – 30 หยด/นาที สำหรับแบบแบบน้ำมันหล่อไหลกลับ

รูป 9.27 Upper Bearing



1 Oil drip indicator
2 Connecting piece

25.2 การทำความสะอาดหลอดแก้วตรวจหยดน้ำมันหล่อ (Oil Drip Indicator)

<u>การปฏิบัติ</u>

- ถอดท่อน้ำมันหล่อที่ต่อเข้าหลอดแก้วตรวจหยดน้ำมันหล่อออก
- ถอดหลอดแก้วตรวจหยดน้ำมันหล่อพร้อมแผ่นต่อ (Connecting Piece) ออกจากเทอร์โบชาร์จ
- ห้ามถอดชิ้นส่วนต่าง ๆ (Dismantle) ของหลอดแก้วตรวจหยดน้ำมันหล่อ
- แยงทำความสะอาดภายในหลอดด้วยแปรงแยงหลอด (Flue Brush)
- ประกอบหลอดแก้วตรวจหยดน้ำมันหล่อพร้อมแผ่นต่อเข้าที่เดิม
- ต่อท่อน้ำมันหล่อที่ถอดออกเข้าที่เดิม

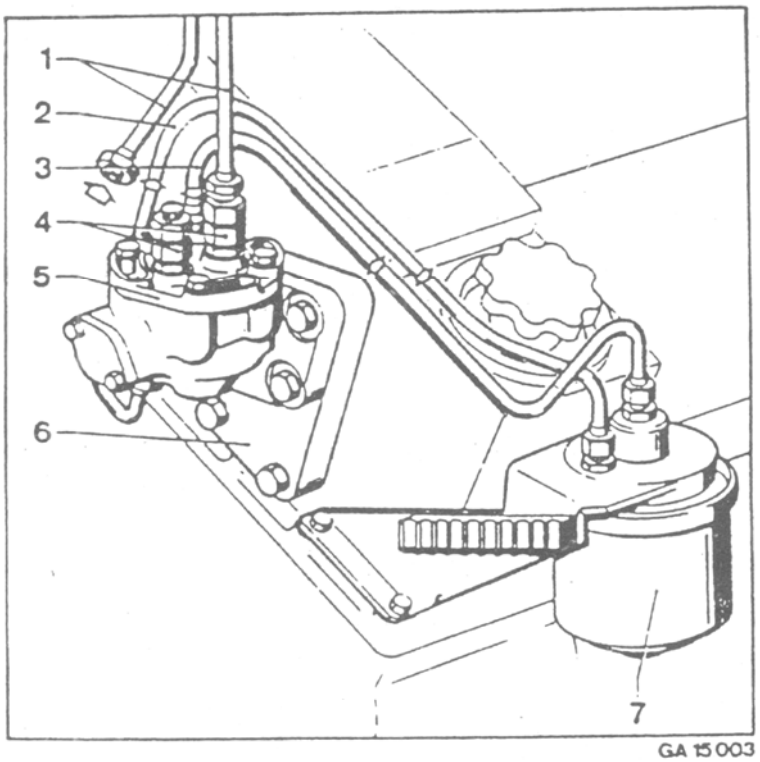
25.3 การไล่อากาศในท่อน้ำมันหล่อเข้าหลอดแก้วตรวจน้ำมันหล่อ (Priming) (รูป 9.28)

จะต้องมีการไล่อากาศ (Priming) ในท่อทางน้ำมันหล่อที่ออกจากจานจ่ายน้ำมันหล่อ (Oil Distributor) ไปเข้าเทอร์โบชาร์จเมื่อก่อนการเดินเครื่องครั้งแรกหรือหลังจากหยุดเครื่องเป็นเวลานาน (มากกว่า 1 สัปดาห์) หรือมีการระบายน้ำมันหล่อ (Drain) ออกจากระบบ เพื่อให้แน่ใจว่าจะต้องมีน้ำมันหล่อไปหล่อลื่นแบริ่งชุดบน (Upper Bearing) ทันทีเมื่อเริ่มเดินเครื่อง

<u>การปฏิบัติ</u>

- ถอดท่อต่อน้ำมันหล่อหลังออกจากลิ้นกันกลับ (Non – Return Valve) ที่จานจ่ายน้ำมันหล่อออกใช้การฉีดน้ำมันหล่อ (Forced Feed Oiler) ฉีดน้ำมันหล่อเข้าไปในท่อน้ำมันหล่อจนกระทั่งมีน้ำมันหล่อหยดผ่านหลอดแก้วตรวจหยดน้ำมันหล่อ (Oil Drip Indicator) ประมาณ 25 – 30 หยด
- ประกอบท่อน้ำมันหล่อเข้าที่เดิม

รูป 9.28 Priming the Oil Line



1 Oil line to turbocharger
2 Oil line to throw-away type filter
3 Oil line to throw-away type filter
4 Non-return valve
5 Oil distributor
6 Intermediate plate
7 Throw-away type filter

25.4 การตรวจสอบการหยุดหมุนของเทอร์โบชาร์จ (Run – down)

จะต้องตรวจสอบตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 09.02 และเมื่อเลิกเครื่องจากการเดินเครื่องครั้งแรก (Initial Service) หรือหลังจากเลิกเครื่องเป็นเวลานาน

<u>การปฏิบัติ</u>

- เดินเครื่องตัวเปล่า (Idling Speed) ประมาณ 5 นาที แล้วเลิกเครื่อง
- ตรวจการหยุดหมุนของเทอร์โบชาร์จ ซึ่งจะต้องค่อย ๆ ลดความเร็วลงอย่างราบเรียบและหยุดหมุนในเวลาอย่างน้อย 2 นาที
- จะต้องไม่หยุดหมุนทันทีหรือไม่มีการหมุน ๆ หยุด ๆ หรือไม่มีเสียงผิดจากเสียงการหมุนปกติ

25.5 การผิดปกติของเทอร์โบชาร์จ (Failures)

เมื่อเกิดการผิดปกติขึ้นในเทอร์โบชาร์จ ขั้นแรกในการตรวจหาสาเหตุของการผิดปกตินั้น เพื่อพิจารณาดูว่าสามารถที่จะใช้เครื่องได้ต่อไปหรือไม่ โดยจะไม่ทำความเสียหายมากขึ้น และให้แก้ไขซ่อมทำการผิดปกตินั้นให้เรียบร้อยในโอกาสแรก

ถ้าการผิดปกติเช่นเพลาหมุนติดขัด (Jamming) สามารถใช้เครื่องต่อไปได้และมีความจำเป็นจะต้องใช้เครื่อง ให้ปฏิบัติดังนี้

- ห้ามใช้เครื่องในระยะเวลานาน ๆ
- ให้ใช้เครื่องรับภาระเพียงบางส่วน (Partial Load)
- อุณหภูมิแก๊สเสียที่ออกจากแต่ละสูบต้องไม่ให้เกิน 600 ^{0}C
- อุณหภูมิที่ท่อแก๊สเสียรวมต้องไม่เกิน 500 ^{0}C
- รายละเอียดชิ้นส่วน การซ่อมทำดูในคู่มือของเทอร์โบชาร์จ

25.6 การตรวจสอบกำลังดันอากาศดี (Charge Air Pressure)

จะต้องตรวจสอบตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 10.07

ถ้ากำลังดันอากาศดีตกต่ำจะทำให้ การเผาไหม้ไม่ดี ความหมดเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสูงผิดปกติ และอุณหภูมิแก๊สเสียผิดปกติ

<u>การปฏิบัติ</u>

- ต่อเกจวัดกำลังดัน (Pressure Gauge) เข้าที่ท่อรวมอากาศดี
- เดินเครื่องและตรวจค่ากำลังดันอากาศดีที่เกจวัดกำลังดันด้วยความเร็วเครื่อง (Engine Speed) และกำลังเครื่อง (Out Put) เดียวกับการ Acceptance Test Run (การทดสอบเดินเครื่องเพื่อการตรวจรับ)
- ค่าที่วัดได้จะต้องไม่ต่ำกว่าใน Acceptance Test Sheet (ตารางการทดสอบเพื่อการตรวจรับ) เกิน 0.15 บาร์ หรือ 100 mm.Hg.
- ถ้าค่าที่ได้ต่ำกว่านี้จะต้องหาสาเหตุและแก้ไขให้เรียบร้อย

- สาเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้ เช่น หม้อกรองอากาศดีสกปรก หม้อถ่ายเทความร้อนอากาศดีสกปรก ท่อทางอากาศดีรั่วไหล เทอร์โบชาร์จสกปรกหรือชำรุดเสียหาย และ เครื่องยนต์ทำงานผิดปกติ เช่น การปิด – เปิดลิ้นไม่ถูกต้อง

(26) ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน (Emergency Shut – off Flap) (รูป 6.7 และ 6.8)

26.1 การทดสอบ (Testing)

จะต้องทดสอบตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 10.06

26.1.1 การทำงานอัตโนมัติ

เป็นการทดสอบระบบป้องกันความเร็วเครื่องเกินกำหนด (Overspeed Protection) และลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน โดยปฏิบัติดังนี้

- เดินเครื่องให้ได้ความเร็วประมาณ 1,000 รอบ/นาที
- กดปุ่มทดสอบป้องกันความเร็วเกิน (Test Overspeed) ลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินจะต้องปิดและเครื่องยนต์จะหยุดเดินทันที
- ถ้าเครื่องยนต์ไม่หยุดเดินให้ตรวจสอบทั้งระบบป้องกันความเร็วเครื่องเกินกำหนดและลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉิน

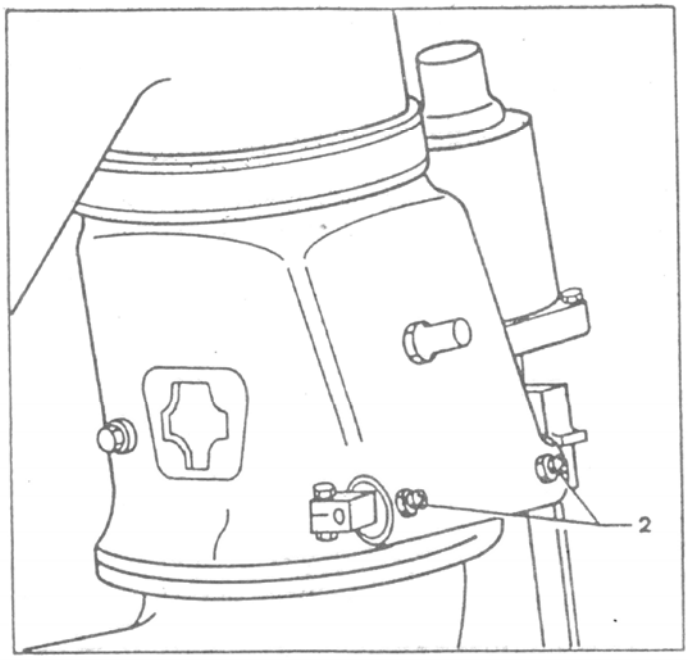
26.1.2 การทำงานด้วยมือ

เมื่อโยกคันปิดฉุกเฉินที่บริเวณด้าน KGS. ของเครื่อง ลิ้นปิดอกาศดีฉุกเฉินจะต้องปิดและเครื่องยนต์จะหยุดเดินทันทีเช่นเดียวกัน

26.2 การหล่อลื่น (Lubrication) (รูป 9.29)

จะต้องมีการหล่อลื่นตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 00.07

รูป 9.29 Lubrication



<u>การปฏิบัติ</u>

- ใช้กระบอกจาระบีอัดจาระบีเข้าที่นมหนูจาระบี (Grease Nipple) ของลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินพอประมาณ
- ชนิดของจาระบีที่ใช้ดูในคู่มือ Fluids and Lubricants Specification No. 1061

(27) ท่อระบายน้ำตกอากาศดี (Condensation Water Blow – off Line) (รูป 6.1)

27.1 การตรวจสอบน้ำตก

จะต้องตรวจสอบทุกครั้งหลังเลิกเครื่องเมื่อเดินเครื่องเกิน 1 ชม. และตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 10.01

<u>การปฏิบัติ</u>

- ตรวจดูปริมาณน้ำตกที่ระบายออกมาจากท่อระบายน้ำตกอากาศดี
- ถ้ามีปริมาณเล็กน้อย จะเป็นน้ำตกในระบบอากาศดีตามปกติ
- ถ้ามีปริมาณมากอาจจะเป็นน้ำทะเลรั่วเข้ามาจากหม้อถ่ายเทความร้อนอากาศดี ซึ่งถ้าชิมดูจะมีรสเค็ม เพื่อความแน่นอนให้ตรวจค่าเกลือ โดยใช้น้ำยาตรวจดังนี้
- ถ้าหยดน้ำยา Silver Nitrate ($AgNo_3$) ลงในหลอดทดสอบ (Test Tube)
- เติมน้ำตกที่จะตรวจลงไปพอประมาณ
- ถ้าน้ำเปลี่ยนเป็นสีขาว (White) แสดงว่าน้ำมันนั้นมีเกลือปนอยู่

27.2 การทำความสะอาดท่อระบายน้ำตกอากาศดี

จะต้องทำความสะอาดตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 10.05

<u>การปฏิบัติ</u>

- ถอดท่อระบายน้ำตกออกมาจากท่อรวมอากาศดี
- ใช้กำลังดันลมเป่าทำความสะอาดโดยเฉพาะแผ่นจำกัด (Orifice Plate) ให้สะอาด
- ประกอบท่อระบายน้ำตกเข้าที่เดิม

(28) ลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง (Electro Three – way Valve) (รูป 7.2)

28.1 การติดตั้ง (Fitting)

การติดตั้งลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง จะติดตั้งในแนวใดก็ได้ ไม่มีผลต่อการทำงานของลิ้น แต่นิยมตั้งในแนวตั้ง (Vertical) มากกว่า เพื่อช่วยให้การทำงานของลิ้นแน่นอนยิ่งขึ้น

28.2 การทดสอบการรั่วไหล (Leak Test)

จะต้องทดสอบตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 18.05

<u>การปฏิบัติ</u>

- เปิดลิ้นลมก่อนเข้าลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง
- ถอดท่อลมทางออกจากลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง ออก
- ตรวจดูกำลังดันลมที่ช่องทางออกของลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง จะต้องไม่มีรั่วออกมา
- ประกอบท่อลมเข้าที่เดิม

28.3 การทดสอบการทำงาน (Function Test)

จะต้องทดสอบตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 18.05

28.3.1 การทดสอบการทำงานด้านกระแสไฟฟ้า (Electrical)

- โดยใช้ระบบเริ่มเดินเครื่องให้ต่อกระแสไฟฟ้าเข้าทำงานในขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าทำงาน (Energized) ลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทาง จะเปิดลมเข้าระบบลมเริ่มเดิน

- ตรวจดูช่องระบายจะต้องไม่มีกำลังดันลมรั่วออกมา

- เมื่อตัดกระแสไฟฟ้าออกขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าจะไม่ทำงาน (De – energized) ลิ้นลมไฟฟ้าจะปิดลมเข้าระบบลมเริ่มเดินและระบายกำลังดันลมในระบบออกทางช่องระบาย

28.3.2 การทดสอบการทำงานด้วยมือ (Manual)

- ปิดลิ้นอากาศดีฉุกเฉิน (Emergency Shut – off Flap) ด้วยมือ

- บิดคันโยก (Handle Lever) ไปตำแหน่ง “Hand” ลิ้นลมไฟฟ้า 3 ทางจะเปิดลมเข้าทำงานในระบบเริ่มเดิน เครื่องจะเริ่มหมุน

- เมื่อเครื่องหมุนบิดคันโยก (Handle Lever) มาตำแหน่ง “Automatic” ทันที เพราะการทดสอบนี้ไม่มีการหล่อลื่นจากระบบน้ำมันหล่อเริ่มเดิน (Priming Oil System)

- เปิดลิ้นปิดอากาศดีฉุกเฉินด้วยมือ

(29) จานจ่ายลมเริ่มเดิน (Starting Air Distributor)

29.1 การตรวจสอบ (Checking) (รูป 9.30 และ 9.31)

จะต้องตรวจสอบสภาพ (Condition) และการตั้ง (Setting) ตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 18.08 และเมื่อเครื่องเริ่มเดินยาก (Start Poorly)

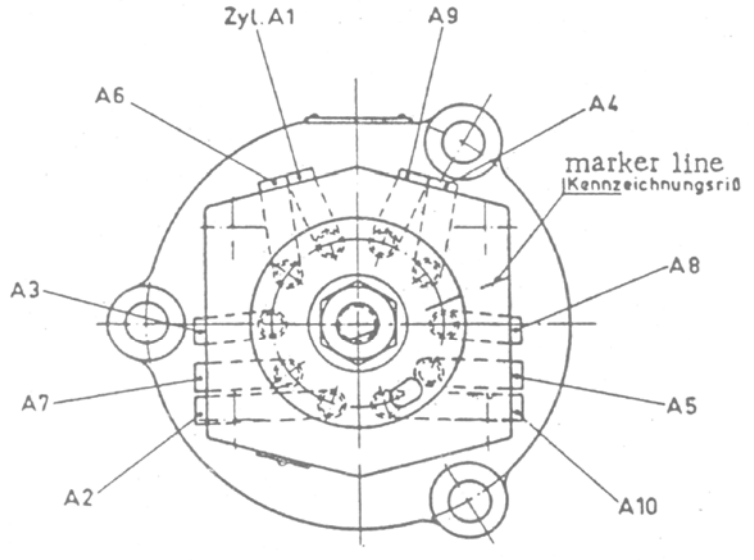
<u>การปฏิบัติ</u>

- ถอดฝาปิด (Cover) ออก

- ตรวจการตั้ง (Setting) ดังนี้

ก. หมุนเครื่องตามทิศทางหมุนของเครื่อง ให้สูบ <u>A*10</u> อยู่ที่ <u>2* ก่อน</u>ศูนย์ตายบนจังหวะจุดระเบิด (<u>Before*</u> Firing TDC.)

ข. ตรวจดูขีดเครื่องหมาย (Mark) ที่แผ่นจานจ่าย (Distributor Disc) และเรือนจานจ่าย (Housing) จะต้องตรงกันพอดี และช่องทางลมที่แผ่นจานจ่ายจะเริ่มเปิดลมเข้าช่องทางลมไปสูบ <u>A*10</u> ถ้าขีดเครื่องหมายไม่ตรงกันต้องตั้งใหม่ให้ตรงกัน



รูป 9.30

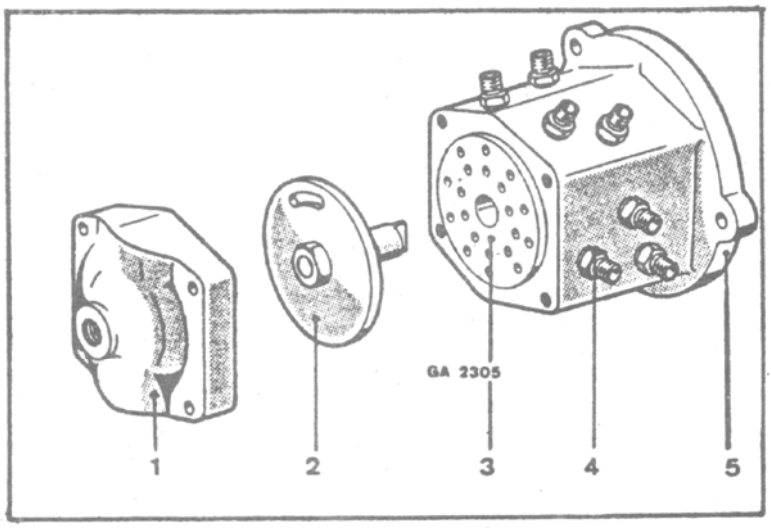
- ตรวจสภาพดังนี้

ก. ถอดแผ่นจานจ่ายออก

ข. ตรวจดูหน้าสัมผัสของแผ่นจานจ่าย (Distributor Disc) และเรือนจานจ่าย (Housing) ตลอดจนเพลาจานจ่าย ถ้าสึกหรอมากหรือเป็นรอยขูดขีดหรือถลอก ต้องเปลี่ยนจานจ่ายลมใหม่

- ประกอบส่วนต่าง ๆ เข้าที่ เปลี่ยนแผ่นกันรั่ว (Gasket) ใหม่ ถ้าจำเป็น

รูป 9.31



1 Distributor cover plate
2 Distributor disc
3 Contact face
4 Connection to starting valve
5 Housing

29.2 การติดตั้ง (Fitting) (รูป 9.30 และ 9.31)

- ถอดฝาปิด (Cover) และแผ่นจานจ่าย (Distributor Disc) พร้อมเพลาขับ (Drive Shaft) ของจานจ่ายลมเริ่มเดินที่จะติดตั้งออกมา

- ใส่แผ่นกันรั่ว (Gasket) ที่รองรับผิวสัมผัสของเรือนจานจ่ายกับเรือนเพลาลูกเบี้ยว ต้องแน่ใจว่าไม่ปิดขวางรูน้ำมันหล่อ

- ประกอบเรือนจานจ่ายเข้าที่ แต่ยังไม่ต้องกวดนัตยึดให้แน่น

- ประกอบแผ่นจานจ่ายพร้อมเพลาขับเข้าที่ ต้องแน่ใจว่าลิ่มเพลาขับสวมเข้ากับรอยบากของเพลากลาง (Intermediate Shaft) พอดี

- กวดนัตยึดเรือนจานจ่ายให้แน่นแล้วตั้ง (Setting) จานจ่ายลมเริ่มเดินให้ตรงกับจังหวะการทำงานของเครื่อง (Firing Order)

29.3 การตั้ง (Setting) (รูป 9.30 และ 9.31)

- หมุนเครื่องตามทางหมุนของเครื่องให้สูบ A*10 อยู่ที่ 2* ก่อนศูนย์ตายบนจังหวะจุดระเบิด (Before* Firing TDC.)
- ถอดแผ่นจานจ่าย (Distributor Disc) พร้อมเพลาขับ (Drive Shaft) ออกมา
- ใช้ปากกาจับลิ่มเพลาขับของแผ่นจานจ่ายโดยใช้แผ่นอลูมิเนียมรอง ป้องกันลิ่มเพลาขับเสียหาย
- คลายนัตล็อคแผ่นจานจ่ายออก

* ห้ามคลายนัตล็อคขณะแผ่นจานจ่ายประกอบอยู่ที่เรือนจานจ่าย เพราะจะทำให้ส่วนขับหมุนของจานจ่ายเสียหายได้

- ประกอบแผ่นจานจ่ายพร้อมเพลาขับเข้ากับเรือนจานจ่าย และตั้งให้ช่องทางจ่ายลมของแผ่นจานจ่ายเริ่มเปิดลมเข้าช่องทางลมที่ส่งไปสูบ A*10

* ต้องแน่ใจว่าลิ่มเพลาขับสวมเข้ากับรอยบากของเพลากลางพอดี

- กวดนัตล็อคให้แน่นด้วยมือ
- ถอดแผ่นจานจ่ายพร้อมเพลาขับออกมา จับด้วยปากกา โดยใช้แผ่นอลูมิเนียมรองรับแล้วกวดนัตล็อคให้แน่น
- ประกอบแผ่นจานจ่ายพร้อมเพลาขับเข้ากับเรือนจานจ่าย
- ตรวจสอบการตั้งว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกต้องแล้วทำขีดเครื่องหมายที่ปลายเพลาขับแผ่นจานจ่ายและเรือนจานจ่าย ให้เป็นแนวเดียวกัน เพื่อสะดวกในการตรวจสอบภายหลัง

* ห้ามทำเครื่องหมายในส่วนที่เป็นผิวสัมผัส

- ทาน้ำมันหล่อที่แผ่นจานจ่ายทั้ง 2 ด้าน แล้วประกอบเข้าที่
- ตรวจสอบการตั้งอีกครั้งให้ถูกต้อง
- ประกอบฝาปิด (Cover) เข้าที่
- ประกอบท่อต่อลมเข้าที่

* หมายเหตุในข้อ 29

1. * หมายถึง ข้อมูลเฉพาะของเครื่องซึ่งจะเปลี่ยนไปแล้วแต่เครื่อง ในที่นี้เป็นข้อมูลของเครื่อง 20V 538 TB 92
2. หลักการและวิธีการต่าง ๆ จะเหมือนกันทุกเครื่อง

(30) ลิ้นลมเริ่มเดิน (Starting Valve) (รูป 7.1 และ 7.5)

จะต้องตรวจสอบการรั่วไหล (Leak Checking) ตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 18.03

การปฏิบัติ

- ขณะเดินเครื่องใช้มือสัมผัสท่อทางลมเริ่มเดิน บริเวณใกล้ ๆ เครื่องทุกท่อและเปรียบเทียบดูความร้อนของแต่ละท่อ
- ถ้าลิ้นใดรั่วท่อทางประจำลิ้นนั้นจะร้อนกว่า เพราะแก๊สร้อนในห้องเผาไหม้จะไหลย้อนกลับมาตามท่อทาง

- เมื่อตรวจพบการรั่วไหลแล้ว เพื่อความแน่ใจให้ถอดข้อต่อท่อทางลมของลิ้นที่รั่วนั้น แล้วใช้กระดาษปิดท่อลมที่ลิ้น ถ้าลิ้นรั่วจริงกระดาษจะกระพือออก

- เมื่อแน่ใจว่าลิ้นรั่ว ให้ถอดลิ้นออกมาซ่อมทำหรือเปลี่ยนใหม่ให้เรียบร้อย

(31) ลิ้นผ่อนกำลังดัน (Pressure Relief Valve) (รูป 7.8)

ทดสอบการทำงาน (Function Check) โดยการยกปุ่มทดสอบ (Knurled Nut) เปิดระบายลมออกจากระบบเพื่อตรวจสอบการขัดตัวของลิ้น

(32) หัวฉีดฝอย (Startpilot Spray Nozzle) (รูป 7.11)

หม้อกรองละเอียด (Filter) ของหัวฉีดฝอยจะต้องทำความสะอาดตามตารางการซ่อมบำรุงรักษา Code No. 18.21

<u>การปฏิบัติ</u>

- ถอดหัวฉีดฝอยออกจากท่อรวมอากาศดี
- ล้างทำความสะอาดหัวฉีดฝอยด้วยน้ำมันใส่ (Gasoline)
- เป่าด้วยกำลังดันลม โดยเป่าลมย้อนเข้าจากด้านรูหัวฉีด (Spray Nozzle Orifice)
- ถ้าระบบเริ่มเดินเครื่องเย็น (Cold Start) ไม่ได้ใช้งานเป็นเวลานาน ให้ตรวจสภาพและการทำงานของระบบและกวดข้อต่อต่าง ๆ ที่หลุดหลวมให้แน่น

********** END **********

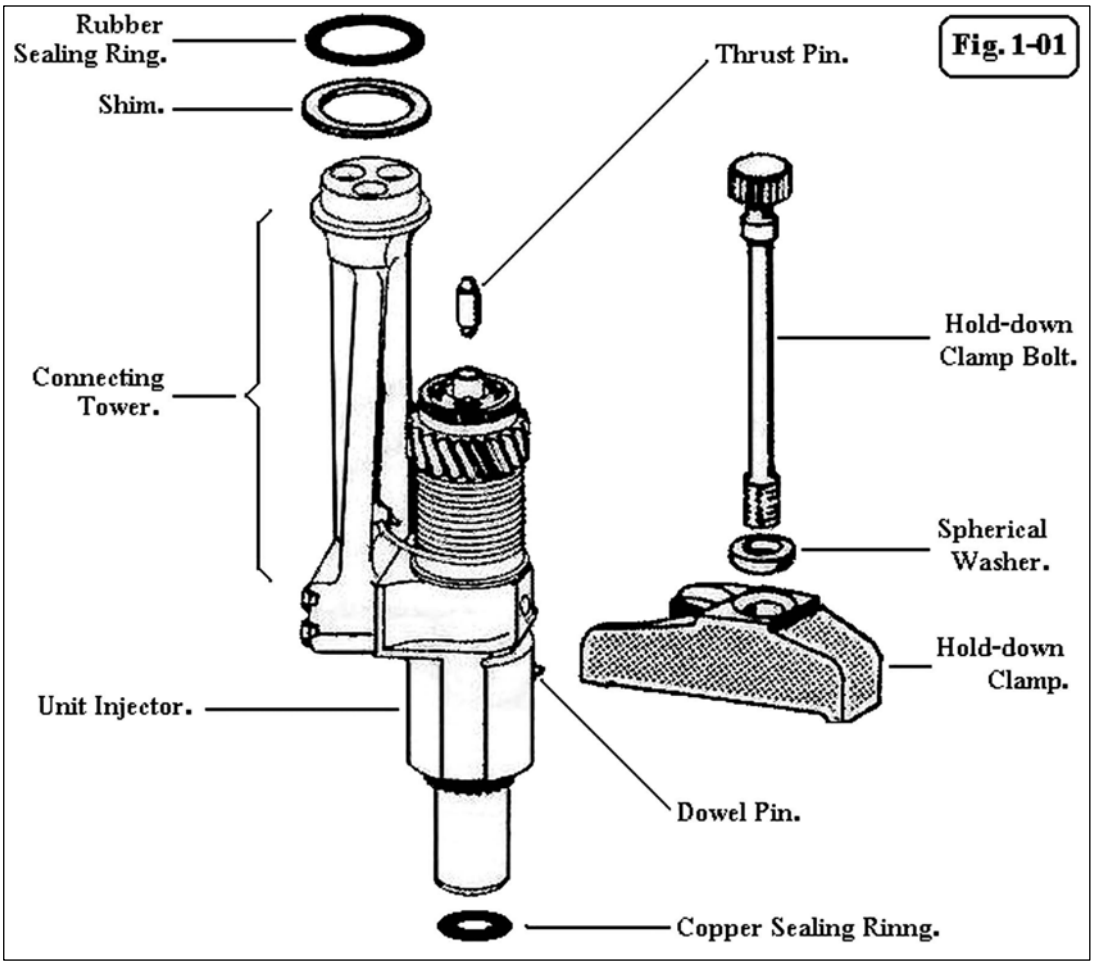
I.หัวฉีดรวมของ mtu.v 538

(The Unit Injector for mtu v 538)

หัวฉีดรวม(Unit Injector) ที่ใช้กับเครื่องยนต์ mtu v 538 ในเรือปัจจุบันที่มีใช้อยู่ คือ

Type	∅ Plunger	Engine type	Commencement of Delivery
IV.AS	15 mm	12/16 V.538 TB 80	Constant
V.B	17 mm	12 V 538 TB 81 16 V 538 TB 90 20 V 538 TB 91	Constant
VII.B	18 mm	20 V 538 TB 92 12 V 538 TB 82	Variable

* Type จะประทับหรือติดป้ายบอกอยู่ด้านข้างหัวฉีด *



II <u>การปรับแต่งหัวฉีดรวมขั้นพื้นฐาน</u>

(Basic Adjustments of the Unit injector)

เป็นการปรับแต่งด้วยเครื่องมือและเครื่องมือพิเศษ(Special Tools)ของ mtu ที่สามารถกระทำได้ภายในเรือโดยผู้ใช้เครื่อง ซึ่งจะต้องกระทำเมื่อมีการประกอบหัวฉีดรวมเข้ากับเครื่องยนต์ การปรับแต่งดังกล่าว คือ

1.ปริมาณการฉีด(Amount of Delivery) จะต้องเท่ากันทุกสูบ กระทำได้โดยการตั้งเครื่องหมาย 3 ขีด (III-notch Mark)ให้ตรงกัน

2.จังหวะเริ่มฉีด(Commencement of Delivery) จะต้องตรงกันทุกสูบ กระทำได้โดยการตั้งระยะเลื่อนของ Plunger ให้ตรงกัน

III <u>เครื่องมือพิเศษและเครื่องมือทั่วไปที่ใช้</u>

(Special & General Tool)

= ชุดเครื่องมือพื้นฐาน ชุด A (Basic Tool Set A)

= ชุดเครื่องมือทั่วไป ชุด G 4 (General Tool Set G 4)

= ชุดเครื่องมือพิเศษ ชุด S 4 538 (Special Tool Set S 4 538)

🛠 **ข้อควรจำ** ก่อนปฏิบัติงาน ให้ตรวจสอบจำนวนและสภาพของเครื่องมือแต่ละชุด **และ** หลังจากปฏิบัติงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ทำความสะอาด,ตรวจสอบจำนวนและสภาพของเครื่องมือแต่ละชุด ก่อนเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย 🛠

IV <u>การถอดหัวฉีดรวมออกจากเครื่องยนต์</u>

(Removal of the Unit Injector From the Engine)

1.ใช้ประแจครอบ 13 mm.คลายสลักยึด Cover ออก แล้วยก Cover ออก พร้อม Gasket (fig 1-02)

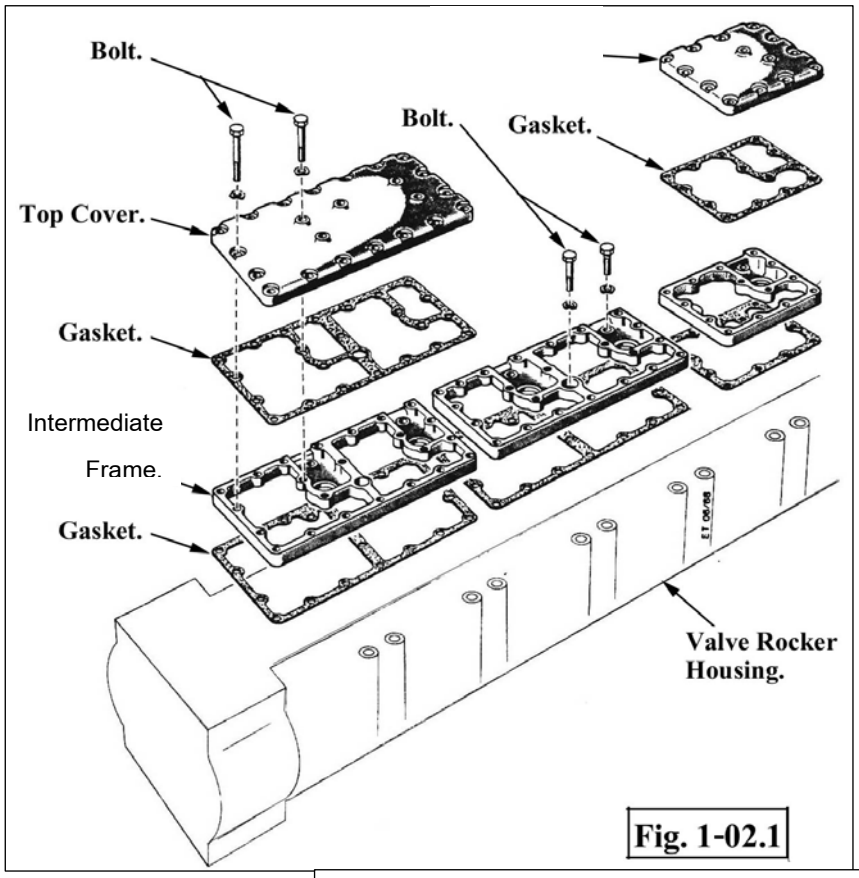


Fig. 1-02.1

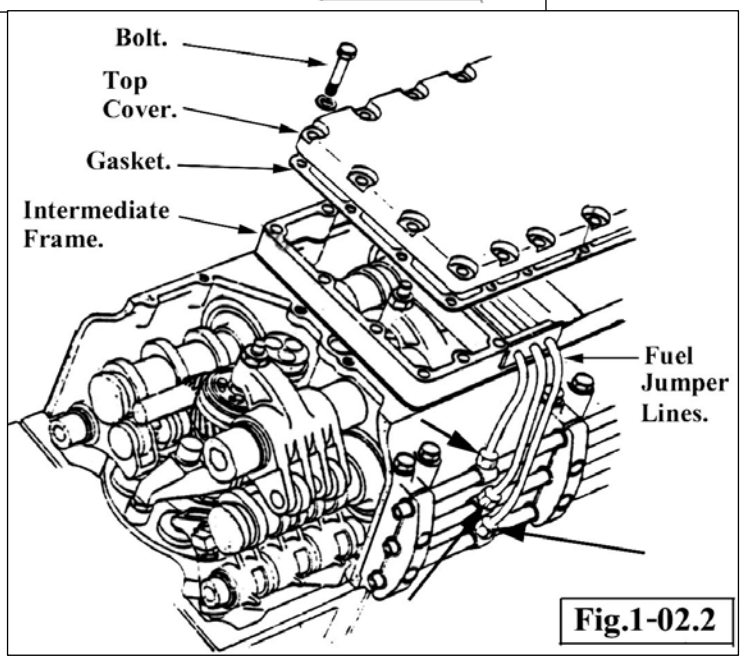


Fig.1-02.2

2.ถอด Fuel Jumper Lines (3 ท่อ)ออก ดังนี้

2.1 ใช้ประแจปากตาย 17 mm. คลายนัตต่อ ที่ต่อแยกจากท่อน้ำมันเชื้อเพลิงด้านข้างเครื่องออก(รูป 1-02.2)

2.2 ใช้ Serrated Socket Spanner 10 X 12 คลาย Banjo Plugs ที่ช่องทางเข้า Connecting Tower ของหัวฉีดออก (Fig.1-03)

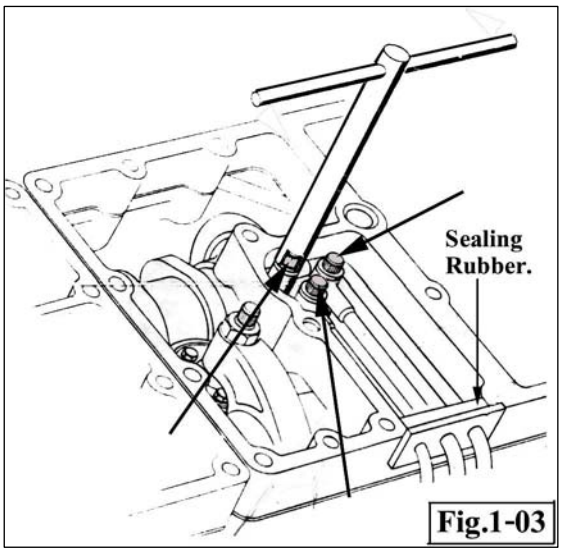


Fig.1-03

2.3 ถอด Fuel Jumper Lines ออก พร้อม Sealing Rubber(รูป 1-03)

3.ถอด Rubber Sealing Ring ของ Connecting Tower ออก (อาจจะมี Shim อยู่ด้วยอีก 1 วง อยู่ด้านล่างของ Rubber Sealing Ring)(รูป 1-01)

4.ใช้ประแจครอบ 13 mm. คลายสลักยึด Intermediate Frame ออก แล้วยก Intermediate Frame ออก พร้อม Gasket (รูป 1.02.1)

5.ใช้ Serrated Socket Spanner 21 x 24 เปิด Decompression Valve ทุกสูบ

6.ใช้เครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ(Barring Tool) หมุนเครื่องตามทางหมุนของเครื่อง ให้สูบที่จะถอดอยู่ที่ศูนย์ตายบนจังหวะจุดระเบิด(ดูจังหวะจุดระเบิดแต่ละสูบได้ที่ Timing Disc ด้าน KS ของเครื่อง) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ ลูกเบี้ยวไม่กด Injector Rocker Arm คือ ตำแหน่งที่ Injector Rocker Arm อยู่ที่ฐานของลูกเบี้ยว(Base Circle) (fig 1-04)

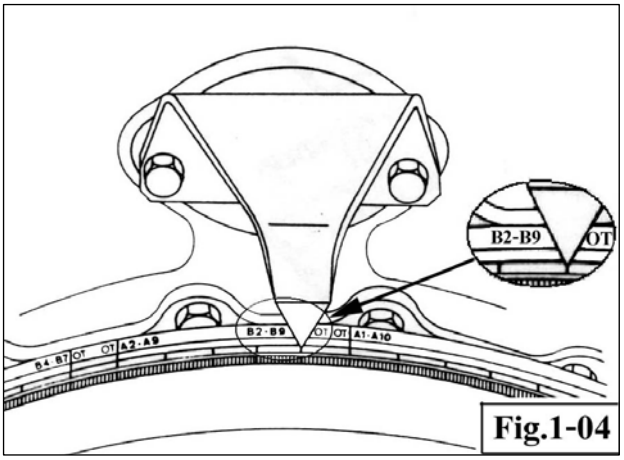
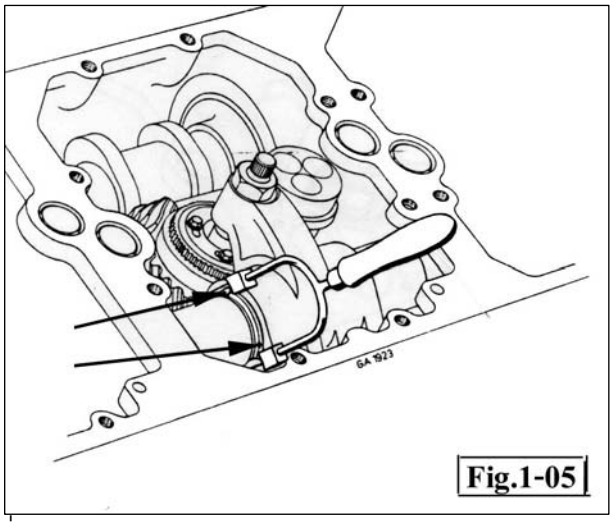


Fig.1-04

🛠 ข้อสังเกต

ใช้มือจับ Rocker Arm ขยับดู จะต้องสามารถขยับได้ 🛠

7.ใช้ Fixture ถอด Snap Ring ด้านตรงข้ามกับ Connecting Tower ออกจาก Rocker Shaft (fig 1-2) โดยในขณะที่ถอดให้ใช้มือรองรับด้านล่างของ Snap Ring ไว้ (fig 1-05)

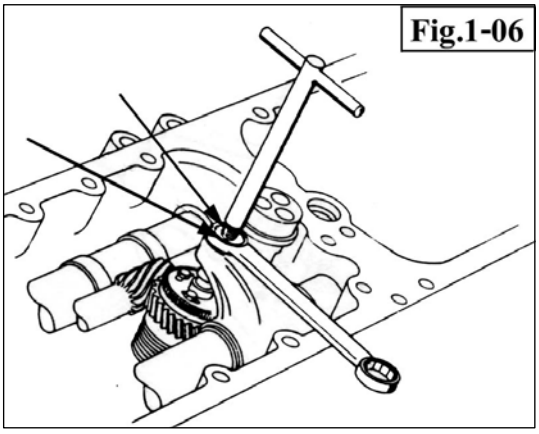


🛠 **ระวัง !** Snap Ring จะหล่นลงไปใน Valve Rocker Housing 🛠

8.เลื่อน Butting Ring ออกไปไว้ทางด้านข้าง(ด้านตรงข้ามกับ Connecting Tower) (fig 1-05)

9.ใช้ประแจห่วง 22 mm. คลาย Locking Nut ของ Adjusting Screw ออก 2-3 รอบ (fig 1-06)

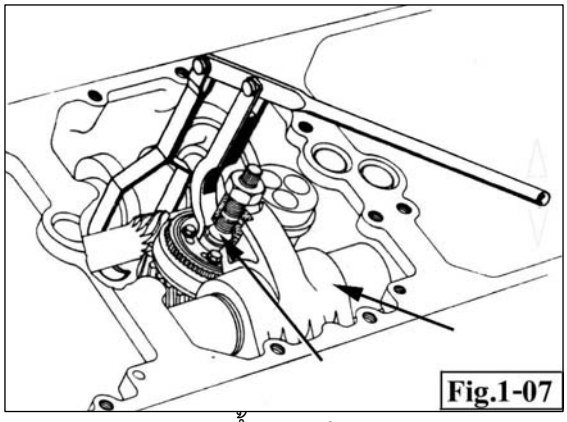
10.ใช้ Serrated Socket Spanner 10 x 12 คลาย Adjusting Screw ออก 3-4 รอบ



11.ถอด Thrust Pin ออกจากหัวฉีด ดังนี้ (fig 1-07)

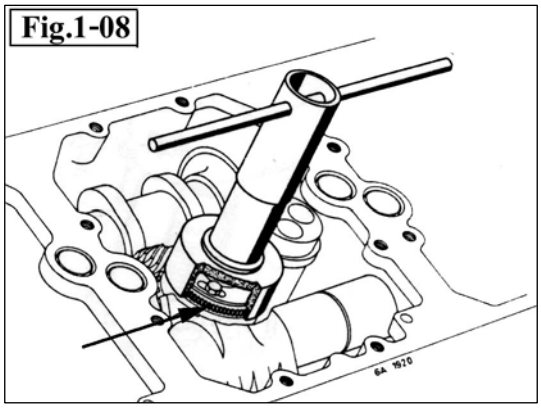
11.1 ใช้ Fixture กด Guide Block ของหัวฉีดลง ให้ Injector Rocker Arm เป็นอิสระ พร้อมกับเลื่อน Injector Rocker Arm ไปไว้ด้านข้าง(ด้านตรงข้ามกับ Connecting Tower)

🛠 **ระวัง !** Injector Rocker Arm จะกระแทก Thrust Pin หล่นลงไปใน Valve Rocker Housing 🛠



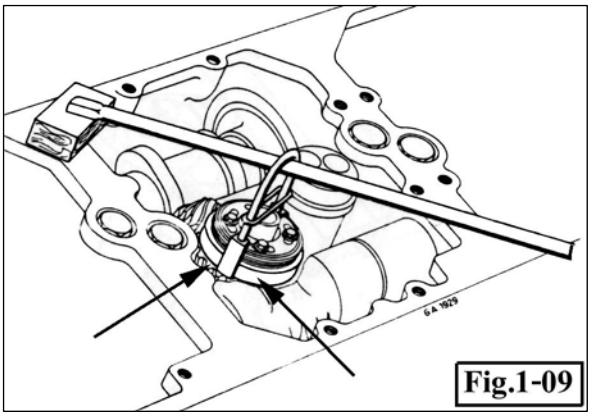
11.2 ถอด Thrust Pin ออกจากหัวฉีด แล้วค่อยๆปล่อย Fixture ขึ้นกลับตำแน่งเดิม

12.ใช้ Serrated Socket Spanner 60 x 62 คลาย Annular Nut ออกจากหัวฉีด (fig 1-08)



13.ใช้ Extracting Fixture และ Small Crow Bar ถอด Locking Ring ออกจากหัวฉีด (fig 1-09)

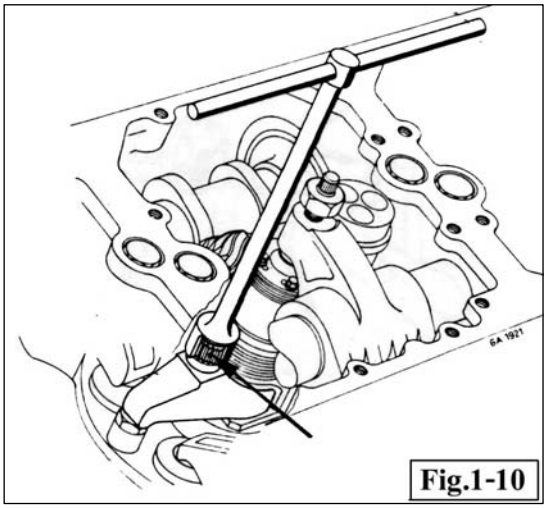
14.ใช้มือถอด Worm Gear ออกจากหัวฉีด โดยค่อยๆดึงขึ้นให้หมุนตามแนวเฉียงของ Injector Layshaft Gear (fig 1-09)



15.เลื่อน Injector Rocker Arm กลับมาไว้บนหัวฉีด (fig 1-07)

16.ใช้ Serrated Socket Spanner 21 x 24 คลาย Hold-down Clamp Bolt ออก แล้วดึงขึ้นพร้อมกับ Spherical Washer แล้วถอด Hold-down Clamp ออกจากฝาสูบ (fig 1-10)

🛠 **ระวัง !** Spherical Washer จะหล่นลงไปใน Valve Rocker Housing 🛠



17.เลื่อน Rocker Arm ไปไว้ทางด้านข้าง(ด้านตรงข้ามกับ Connecting Tower)

18.ใช้มือดึงหัวฉีดออกจากฝาสูบ โดยดึงขึ้นตรงๆ พร้อมกับ Copper Sealing Ring ที่ปลายหัวฉีด ถ้า Copper Sealing Ring ไม่ติดออกมาด้วย ให้ใช้ขอเกี่ยวออกมาจากฝาสูบ(fig 1-11)

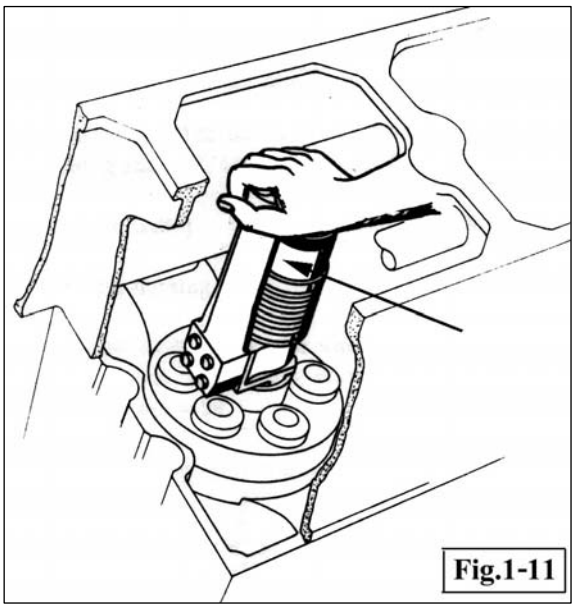


Fig.1-11

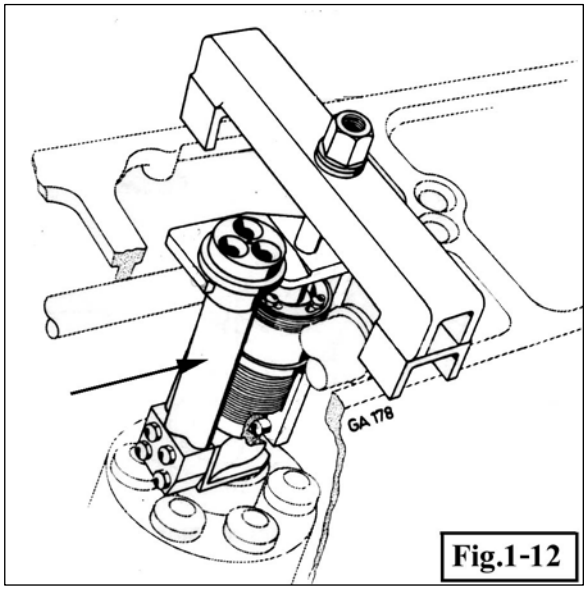


Fig.1-12

🛠 ถ้า Copper Sealing Ring ที่ปลายหัวฉีดรั่ว จะทำให้มีคราบเขม่า(Carbon) เกาะระหว่าง Nozzle Body กับ Shouldered Bush ทำให้ใช้มือดึงหัวฉีดไม่ขึ้น ให้ใช้ Extracting fixture ดึงหัวฉีดออกจากฝาสูบ (fig 1-10) 🛠(fig 1-12)

* ประกอบ Worm Gear Wheel , Locking Ring และ Annular Nut เข้ากับหัวฉีด *

V การประกอบหัวฉีดรวมเข้ากับเครื่องยนต์

(Installation of the Unit Injector into the Engine)

* หัวฉีดที่จะประกอบเข้ากับเครื่องยนต์จะต้องเป็นแบบ(Type)เดียวกันเท่านั้น *

1.ถอด Annular Nut , Locking Ring และ Worm Gear Wheel ออกจากหัวฉีด

2.ใช้จาระบีติด Copper Sealing Ring อันใหม่เข้ากับปลายหัวฉีด (fig 1-01)

3.ใส่หัวฉีดลงไปในช่องที่ฝาสูบ โดยให้ Connecting Tower อยู่ทางด้าน GKS ของเครื่องและ Locating Dowel ของหัวฉีดจะต้องตรงร่องรับที่ฝาสูบพอดี

🛠 **ระวัง !** ถ้าใส่โดยที่ Locating Dowel ไม่ตรงร่อง ก็สามารถใส่หัวฉีดลงได้ แต่จะไม่สามารถใส่ลงไปได้จนเข้าที่หรือสุดระยะ โดยสังเกตดู ถ้าหัวฉีดใส่ลงไปเข้าที่สุดระยะ บ่าล่างของ Connecting Tower จะเสมอกับขอบบนของ Valve Rocker Housing พอดี 🛠

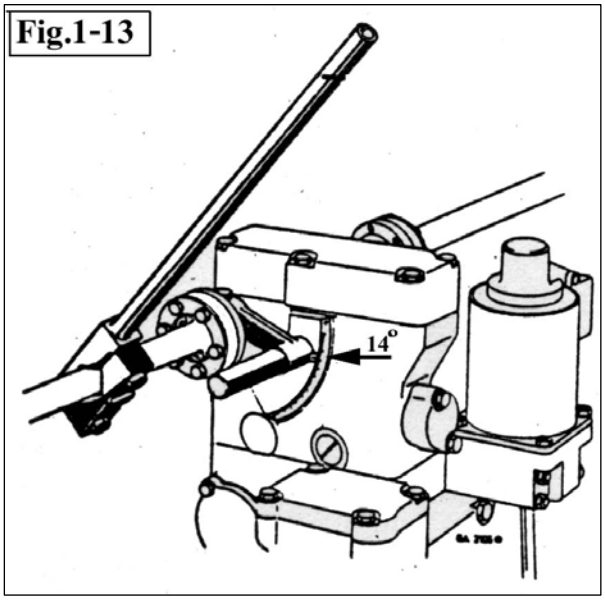
4.ประกอบ Hold-down Clamp , Spherical Washer และ Hold-down Clamp Bolt เข้าที่ และใช้ Serrated Socket Spanner 21 x 24 กวดให้แน่น (fig 1-10)

VI การปรับแต่งปริมาณการฉีด

(Amount of Delivery Adjustment)

1.ใช้ Clamp lever หมุน Fuel Rack Governor ไปที่ 14° แล้ว Lock ไว้ด้วย Arresting Pin (fig 1-13)

Fig.1-13



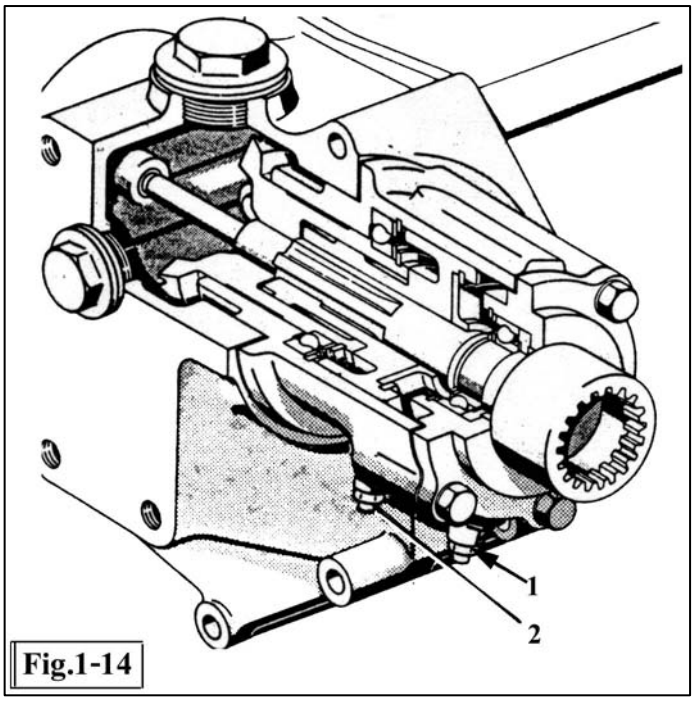


Fig.1-14

🛠 ในเครื่องที่มี Cylinder Bank Cut-out ให้ต่อกำลังดันลม 6 บาร์ เข้าที่ท่อ 1 ด้วย เพื่อให้ Cut-in ทั้งสองแถวสูบ(Bank) 🛠 (fig 1-14)

2.ประกอบ Worm Gear Wheel เข้าที่ โดยค่อยๆใส่ให้ Worm Gear Wheel หมุนเป็นแนวเฉียงผ่าน Injector Layshaft Gear

3.ประกอบ Clamping Ring ลงบนบ่า(Collar)ของ Control Sleeve ของหัวฉีด แล้วกวด Annular Nut เข้าด้วยมือพออยู่(โดยให้สามารถหมุน Control Sleeve ได้)

4.ใช้ Turning Lever หมุน Control Sleeve ให้เครื่องหมาย 3 ขีด(III-notch Mark) ที่ Control Sleeve กับ Adjusting Ring ตรงกัน (fig 1-15)

🛠 ในขณะนี้ให้ใช้ไขควงขัดไว้ที่รูปลาย Layshaft ไว้ เพื่อไม่ให้ Worm Gear Wheel หมุนตาม และป้องกันการเกิด Backlash ระหว่าง Injector Layshaft Gear กับ Worm Gear Wheel 🛠

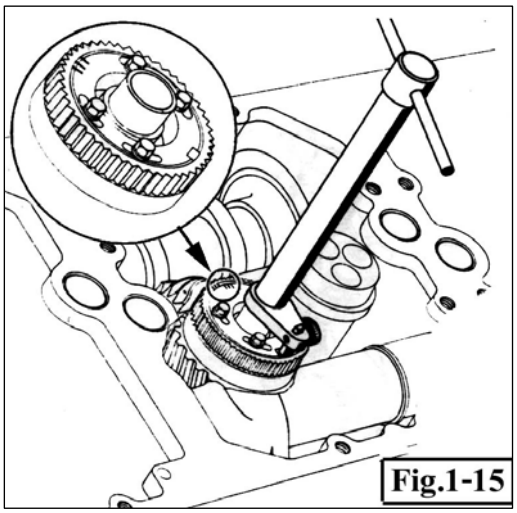


Fig.1-15

5.กวด Annular Nut ให้แน่นด้วยมือ แล้วใช้ Serrated Socket Spanner 60 x 62 กวดให้แน่นด้วยแรงกวด 5+1 Kgm. (fig 1-02.2)

6.ตรวจสอบความถูกต้อง ดังนี้

6.1 ถอด Arresting Pin ออก (fig 1-13)

6.2 โยก Clamping ให้หมุน Fuel Rack Governor ไปทาง Full Load Position แล้วโยกกลับไป-มาหลายๆครั้ง แล้ว Lock ไว้ที่ 14° ด้วย Arresting Pin เช่นเดิม

6.3 ตรวจดูเครื่องหมาย 3 ขีด จะต้องตรงกันเช่นเดิม

* นอกจากเครื่องหมาย 3 ขีดแล้ว ยังมีเครื่องหมาย 1 ขีด(I-notch Mark)อยู่ที่ Adjusting Ring กับ Control Sleeve ด้วย ถ้าขีดเครื่องหมาย 1 ขีดตรงกันจะเป็นตำแหน่ง Lower Stop Position ของหัวฉีด *

7.ประกอบ Thrust Pin เข้ากับหัวฉีด ดังนี้

7.1 ใช้ Fixture กด Guide Block ของหัวฉีดลง (fig 1-07)

7.2 ใส่ Thrust Pin เข้าที่

7.3 เลื่อน Injector Rocker Arm กลับเข้าที่เดิม

🛠 ในขณะนี้ จะต้องเป็นตำแหน่งที่ลูกเบี้ยวไม่กด Injector Rocker Arm 🛠

7.4 ประกอบ Snap Ring ที่ Injector Rocker Shaft เข้าที่เดิม (fig 1-05)

VII <u>การปรับแต่งจังหวะเริ่มฉีด</u>

(Commencement of Delivery Adjustment)

1.หมุนเครื่องด้วยเครื่องมือหมุนเครื่องด้วยมือ(Barring Tool) ตามทางหมุนของเครื่อง ให้สูบที่จะปรับแต่งอยู่ตำแหน่งศูนย์ตายบนจังหวะเริ่มฉีด(Injection Timing)(เช่น 12° Before TDC) ซึ่งดูได้จาก Acceptance Test Record ของเครื่อง และ ตำแหน่งของลูกสูบดูได้ที่ Timing Disc ด้าน KS ของเครื่อง (fig 1-04)

2.ประกอบ Timing Fixture เข้ากับ Cam and Rocker Housing โดยให้ขาของ Dial Indicator แตะอยู่บน Guide Block ของหัวฉีด(ส่วนที่ส่งอาการกดลงบน Plunger) (fig 1-16)

3.ใช้ Serrated Socket Spanner 10 x 12 กวด Adjusting Screw ที่ปลาย Injector Rocker Arm เข้าจนกระทั่งเข็มชี้ของ Dial Indicator เริ่มเลื่อนตัวตอบรับการทำงานเพื่อไม่ให้มี Clearance ระหว่างส่วนต่างๆ

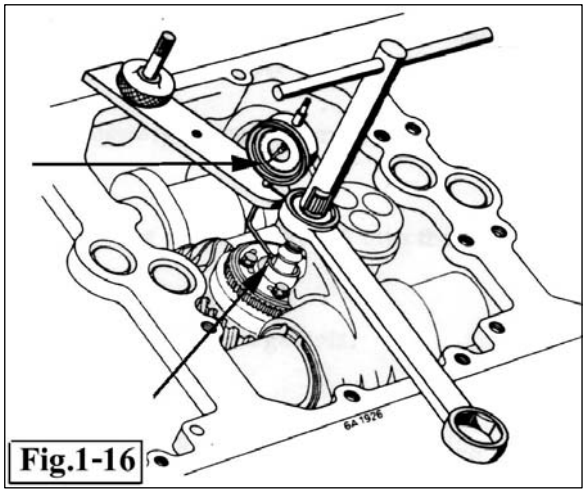


Fig.1-16

4.หมุนหน้าปัด Dial Indicator ตั้งให้เข็มชี้บนหน้าปัด ชี้ตรงตำแหน่ง 0 (ศูนย์)
5.กวด Adjusting Screw เข้าอีก 4.3 +0.05 mm.(กวดเข้าประมาณ 2 7/8 รอบ)
6.ใช้ประแจห่วง 22 mm.กวด Locking Nut ให้แน่น
7.ประกอบ Rubber Sealing Ring ลงบนบ่าล่าง Connecting Tower (ถ้าจำเป็นให้ใส่ Shim รองด้านล่าง Rubber Sealing Ring ด้วย) (fig 1-01)
8.ประกอบ Intermediate Frame พร้อม Gasket เข้าที่ แล้วกวดสลักยึดให้แน่น ด้วยประแจครอบ 13 mm.(fig 1-02)
9.ประกอบ Fuel Jumper Lines พร้อม Sealing Rubber เข้าที่ แล้วกวด Banjo Plugs ด้วย Serrated Socket Spanner 10 X 12และนัตข้อต่อด้านข้างเครื่องด้วยประแจปากตาย 17 mm.ให้แน่น(fig 1-03)
10.ประกอบ Top Cover พร้อม Gasket เข้าที่ แล้วกวดสลักยึดให้แน่นด้วยประแจครอบ 13 mm(fig 1-02)

***** ก่อนเริ่มเดินเครื่องจะต้องตรวจสอบการทำงาน(Function Check) Governor และ ไล่อากาศ(Priming)ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง *****

VIII <u>การแก้ไขข้อขัดข้อง</u>(Trouble Shooting)

นอกจากการซ่อมบำรุงรักษาตามตารางปกติแล้ว หัวฉีดรวมจะต้องตรวจสอบ(Check) เมื่อเกิดกรณีต่อไปนี้

1.การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์(Poor Combustion)
2.เครื่องยนต์เดินไม่ปกติ
3.เครื่องยนต์ให้กำลังงานออกไม่เพียงพอ
4.มีน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าผสมในน้ำมันหล่อ

การปฏิบัติ	ประเภทการตรวจสอบ
ในขณะเครื่องยนต์เดินอยู่ ให้เปิด-ปิด Decompression Valve ทีละลิ้น	1.ถ้า Rack Setting ไม่เปลี่ยนแปลง แสดงว่า หัวฉีดของสูบนั้นชำรุด 2.ถ้าแก๊สเสียที่พ่นออกมาจากลิ้นแตกต่างจากสูบอื่น แสดงว่า หัวฉีดของสูบนั้นชำรุด
1.ถอดท่อ Jumper Lines ของท่อ Feed Line และ Return Line ออกจากท่อ Main ด้านข้างเครื่องและอุดท่อ Main ไว้ด้วย blanking Cone และ Nut 2.จุ่มปลายท่อ Feed Jumper Line ลงในภาชนะที่บรรจุน้ำมันเชื้อเพลิงที่สะอาดอยู่ 3.หมุนเครื่องด้วยระบบเริ่มเดิน จนกระทั่งน้ำมันเชื้อเพลิงถูกดูดเข้าไปภายในหัวฉีดและไหลกลับออกมาทางท่อ Return Line ลงภาชนะ	ถ้ามีฟองอากาศ(Bubbles) แสดงว่า มีการรั่วจากห้องเผาไหม้เข้าไปภายในหัวฉีด

เอกสารอ้างอิง

1. 12V 538 TB 81

- Description and Operation Manual No. 10716/00E

2. MD. 16V 538 TB 9

- Description and Operation Manual No. 10035

3. 20V 538 TB 92

- Description and Operation Manual No. 10763/00E

4. 20V 538

- Assembly Instructions No. 1282

5. Engine Governor R. 033 P (K) 11A.

- Description , Assembly Instructions , Spare Parts List No. 40072 e.

6. Fuel Unit Injector

- Description Assembly , Maintenance , Overhaul No. 1222/2 e.