คู่มือเครื่องยนต์

MTU 538

เรียบเรียงโดย แผนกห้องสมุด กรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ ปี 2565

ขั้นตอนการซ่อมทำเครื่องยนต์ MTU 538

1 คุณลักษณะและการทำงานของยนต์ MTU 538

ประวัติบริษัท MTU เริ่มขึ้นจากวิศวกร Gottlieb Daimler และ Karl Benz ในการร่วมงานของ Filerr Benz) หลังจากนั้น MMB ได้ร่วมงานทั้งMAN (MOTORENWERKE AUGSBURG NURNBERG) จัดตั้งเป็นบริษัท MTU ขึ้นในปี 1968

เครื่องยนต์ดีเซล รุ่น 538 ที่ใช้ในกองทัพเรือนั้นมีหลายรุ่น ซึ่งพอจะรวบรวมได้ดีดังนี้

	(1)		(2)	(3)	(4)	(5)
16	V	538	T	B	9	1
16	V	538	T	B	9	0
16	V	538	T	B	8	0
12	V	538	T	B	8	0
12	V	538	T	B	8	1
20	V	538	T	B	9	1
20	V	538	T	B	9	2
	R		A	C		3
				A		

ณ ที่นี้ (3) B หมายถึง การระบายความร้อนอากาศดีด้วยน้ำจากภายนอกเครื่อง (น้ำทะเล) (Charger cooler external)

(3) C หมายถึง การระบายความร้อนอากาศดีด้วยน้ำภายในเครื่อง (น้ำจืด) (Charger cooler internal.)

(2) (3) A หมายถึง ไม่มีเทอร์โบชาร์จ (No charger)

(1) R หมายถึง เครื่องยนต์ In Line

(4) 1,2 หมายถึง = เครื่องยนต์ที่ใช้กับรถไฟ

3 “ = เครื่องยนต์ที่ใช้ขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้งประจำที่

4 “ = เครื่องยนต์ที่ใช้กับรถ Truck และยานพาหนะงานหนัก

5 “ = เครื่องยนต์ที่ใช้กับเครื่องไฟฟ้าเรือ

6,7,8,9 “ = เครื่องยนต์ที่ใช้กับเรือ

(5) 2 “ Cilinder cutoff system มีระบบตัดน้ำมันเป็นบางสูบในขณะเดินเบาหรือไม่มี Load

Maintenance Schedule = M.SCh

Load = ภาระที่รับได้

Time = เวลาใช้งานต่อเนื่อง

สำหรับเครื่องยนต์ประเภท Marine Type แยกได้เป็น 6,7,8,9 ซึ่งมีรายละเอียดการใช้งานดังนี้

L.P.	M.Sch		LOAD	TIME
	1A	6	100%	No limit
10% idle	1B	7	100%	No limit
90%	1D	8	110%	2h within 12Rh*
max	1DS	9	120%	½ within 6 R/h**

- 2h with in หมายถึงใช้ความเร็วต่อเนื่องที่ Load 110% ได้ 2 ชม. จากนั้นต้องลด Load ให้ต่ำกว่า 110% เป็นเวลา12 ชม. ถึงจะเพิ่ม Load เป็น 110% อีกครั้งได้
- ½ with in 6 R/h หมายถึง การใช้ความเร็วต่อเนื่องที่ Load 120% ได้ ½ ช.ม. จากนั้นต้องลด Load ให้ต่ำกว่า 120 % เป็นเวลา 6 ช.ม. จึงจะเพิ่ม Load เป็น 120 % อีกครั้งได้

1.1 การเดินทางของแก๊สเสียในเทอร์โบชาร์จ และการนำอากาศดีจากเทอร์โบชาร์จเข้าห้องเผาไหม้ การนำอากาศดีจากเทอร์โบชาร์จเข้าห้องเผาไหม้ เมื่อเริ่มเดินเครื่องยนต์เทอร์โบชาร์จะดูดอากาศจากภายนอกเข้ามา อัดตัวภายในตัวเทอร์โบชาร์จโดยปีกอิมพิลเลอร์ ทำให้กำลังดัน,ความร้อนและปริมาตรของอากาศ เพิ่มมากขึ้น จากนั้นจึงส่งผ่านไปยังหม้อดับความร้อน (Charge Aircooler) ที่มีน้ำทะเลไหลผ่านเพื่อลดอุณหภูมิของอากาศทำให้ปริมาตรเล็กลง มีน้ำหนักมากขึ้น แล้วจึงผ่านเข้าห้องเผาไหม้ตามท่อทาง

การเดินทางของแก๊สเสียในเทอร์โบชาร์จ แก๊สเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ภายในสูบของเครื่องยนต์ จะถูกส่งมาที่ท่อรวม แล้วเข้าทางตอนล่างของเทอร์โบชาร์จ ผ่านปีกนำ พุ่งตัวเข้าเป่าปีกหมุน ทำให้เพลาโรเตอร์หมุนปีกอิมพิลเลอร์ อัดอากาศ ส่วนแก๊สเสียเมื่อเป่าปีกหมุนแล้วจะถูกส่งออกทิ้งสู่บรรยากาศ

1.2 ลำดับการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ MTU ให้ผู้ซ่อมทำสังเกตุจากการที่ลูกสูบ ลูกที่ 1 อัดสุด เพื่อหาลูกที่ Over Lap ที่ใช้คู่กับลูกที่ 1 โดยมีมาร์คที่ Fly Wheel เช่นเครื่องแบบ 12 V หากลูกที่ 1 อัดสุด ลูกที่ 6 จะ Over Lap สังเกตุที่ลูกเบี้ยวไอเสียเริ่มปิดสนิท ไอดีเริ่มเปิด จากนั้นทำการตั้ง Timing หัวฉีดเริ่มทำการฉีดน้ำมันระยะTimingใช้Dialgaugeเป็นตัวกำหนดระยะ

1.3 อาการหมุนของเครื่องยนต์เป็นการหมุนแบบทวนเข็มนาฬิกา โดยมองจากด้าน KS ของเครื่อง โดยเครื่องแต่ละรุ่นจะมีมุมของก้านสูบแตกต่างกันคือ 12 V = 120^0 ,16 V = 60^0 และ 20 V = 72^0 และมุมของเพลาข้อเสือในตำแหน่ง TDC-Firing B- bank มา A- bank จะทำมุม60^0

ทุกรุ่นแต่ A bank มา B- bank มุมของ TDC – Firing แตกต่างกันดังนี้

คือ 12 V จะทำมุม 60^0

16 V จะทำมุม 30^0

20 V จะทำมุม 12^0

1.4 เสื้อสูบ (Cylinder Houseing) ทำจากเหล็กหล่อ (Case steel) โดยทำเป็นส่วนๆ แล้วนำมาเชื่อมประสานกันตามจำนวนสูบที่ต้องการ

1.5 ระบบเฟืองขับภายในเครื่อง (Gear Train) ซึ่งอยู่ด้าน KS และ GKS เป็นที่ติดตั้งของหมู่เฟืองขับและเฟืองทดต่าง ๆ สำหรับขับหมุนอุปกรณ์ประกอบ เช่น สูบน้ำจืด, สูบน้ำมันหล่อ, Cam shaft และ Governor เป็นต้น

1.6 ระบบเพลาข้อเหวี่ยง (C rank Drive) เป็นอุปกรณ์ขนาดใหญ่ใช้เปลี่ยนอาการขึ้นลงของลูกสูบให้เป็นอาการหมุนเป็นแบบ Disc - Webbed โดยแขนของข้อเหวี่ยงที่เชื่อมติดกับ Crank Pin ทำเป็นแผ่นกลมแบนมีร่องรองรับลอนเลอร์แบริ่งอยู่โดยรอบ (Mian bearing)

1.7 ระบบลดแรงสั่นสะเทือน (Vibration Damper) ที่เพลาข้อเหวี่ยงขณะหมุนภายในประกอบด้วยแท่งเหล็กเหลี่ยมโค้งตามรูปร่างรองรับด้วยวัสดุประเภทสารสังเคราะห์ไฟเบอร์รอบด้าน ที่ว่างบรรจุด้วยน้ำมัน Silicone มีอัตราการหมุนที่แตกต่างจากตัวเสื้อภายนอกเป็นการดูดซับแรงสั่นสะเทือน ที่เกิดจากการเลื่อนขึ้นลงของลูกสูบในการหมุนเพลา ทุกครั้งที่ W6 จะต้องนำ น้ำมัน Silicone ไปตรวจเช็คความหนืด

1.8 ปั๊มน้ำทะเลอธิบายถึงทางดูด และส่งน้ำทะเลเข้าดับความร้อนของอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องยนต์ซึ่งทางดูดจะต้องวัดแรงดูดได้ไม่ต่ำกว่า 0.2 Bar

1.9 ฝาสูบ (Cylinder head) ทำด้วยเหล็กหล่อ (Cast Iron) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1.9.1 Cart iron

1.9.2 Eart steel

ทำเป็นฝาละ 1 สูบ แยกออกจากกัน ภายในตอนกลางฝาสูบจะเป็นห้องเผาไหม้ร่วงหน้า(Pre - Combustion Chamber) ด้านบนเป็นที่ติดตั้งหัวฉีด , ลิ้นอากาศดี , ลิ้นอากาศเสีย , ลิ้นไล่อากาศ อุปกรณ์เปิดปิดลิ้นได้แก่ลูกเบี้ยวและ Rocker arms

1.10 การปรับแต่งระยะลิ้นหรือการใส่ Valve caps การดำเนินการต้อง ทำการวัดหาระยะห่างระหว่าง Case Houseing กับหน้าสัมผัสของ Rockerarm โดยการนำเครื่องวัดพิเศษ Disctance plate รวมกับ Dial gauge ทำการตั้งโดยหงายหน้ารับสัมผัส Camrocker Housing ขึ้นทั้งหมดแล้วดำเนินการดังนี้

1.10.1 หมุนลูกเบี้ยวไม่ให้กด Rockerarm (ฟรีตัว)

1.10.2. นำเครื่องมือเข้าวัดระยะห่างของหน้าสัมผัส Distance plate กับ Rockerarm แล้วจดบันทึกค่าทั้งของลิ้นไอดีและไอเสีย

2 Valve Caps

เริ่มจากลิ้นไอดีหรือไอเสียก็ได้เริ่มใส่ Valve caps ลงพร้อมฝาครอบ (Follwer) เพื่อทำการวัดโดยใช้เครื่องมือพิเศษได้แก่ BAR และ Filer gauge เมื่อได้ค่าระยะห่างระหว่างฝาครอบกับ Bar จึงนำมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (หากไม่ได้ตามเกณฑ์ให้เปลี่ยน Valve caps จนกว่าจะได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด) เมื่อได้ตัวเลขและ Code แล้วการบันทึกเพื่อทำการหาค่า Code ใส่อีกครั้ง

3 การวัดหาค่า Mild Steel

หลังจากการใส่ Liner เข้าไปในเสื้อสูบแล้ว จึงทำการวัดหาค่า Mild Steel โดยใช้ Dial gage วัดความลึก 4 ตำแหน่ง ในจุดที่ตรงข้ามปาก Liner กับตัวเสื้อสูบแล้วจึงนำตัวเลขที่ได้บวกกันแล้วหารด้วย 4 จะใส่ค่า Mild steel เพื่อนำไปใช้หาค่าความหนาของ gasket ที่ใช้ในแต่ละสูบ

4 การทำงานของ valve control gear (cam box)

รับอาการจากหมู่เฟืองขับด้าน KS ของชุด Gear train ที่มีต้นกำเนิดจากเพลาข้อเสือส่งอาการหมุนให้กับ Cam shaft เพื่อกดลิ้นไอดีและไอเสียเปิดปิดตามจังหวะพร้อมทั้งกดจ่ายน้ำมันที่หัวฉีด

5 หลักการทำงานของ Rocker arm และการตรวจสอบระยะ Rocker arm

ได้รับอาการเคลื่อนตัวจาก Cam shaft หากจะทำการเช็คระยะ Hydraulic adjuster โดยให้หมุนเครื่องไปที่จังหวะอัดสุดที่เป็นจังหวะระเบิดในสูบนั้นๆ แล้วให้กด Ecentric pin เพื่อทำการนำ Master gage สอดหาระยะหากไม่ได้ให้ปรับแต่ง Push rod (cut pin) ใหม่

6 การควบคุมน้ำมัน (Engine Regulation) Cut Off System

ระบบ Cut Off เมื่อเริ่ม สตาร์ทเครื่องครั้งแรกเครื่องยนต์จะจุดระเบิดครบทุกสูบโดยจะเดินรอบประมาณ 600 rpm (ขึ้นอยู่กับ Tert sheet) จากนั้นลมจากชุดระบบควบคุมการสั่งจักรจะไปเปิด Valve 5/2 ในระบบไฮโดร นิวเมติกภายใต้ตัว Cut Off ให้ชุด Cut Off ทำงานโดยจะตัดน้ำมันเชื้อเพลิง Bank A ทั้งหมดจะเหลือการจุดระเบิดไว้เพียง Bank B เท่านั้น เครื่องจะลดรอบประมาณ 600–650 rpm เพื่อเป็นการประหยัดเชื่อเพลิงขณะไม่มี Load , ไม่ให้เกิดควันไอเสียมากลดการสึกหล่อ

7 การทำงานของกัฟเวอร์เนอร์ (Governor in full load position)

เมื่อยังไม่ได้เดินเครื่องยนต์และไม่มีกำลังดันน้ำมันหล่อ เข้าที่ 18 และ 20 ข้อเหวี่ยง (1440) จะไม่มีแรงเหวี่ยงโดยหุบเข้าด้วยการดันของสปริงความเร็ว(2521) ลิ้นนำลูกสูบกำลังดัน (6221) จะเลื่อนขึ้นด้วยแรงสปริง (6241) ไปอยู่ในตำแหน่งสูงสุด (Full Load) ซึ่งถูกกำจัดระยะด้วย 19 Adjusting Serew For Start Fuel Limtation มุมคัน Rock จะชี้อยู่ที่ 10

จากนั้นเริ่ม Priming น้ำมันเข้าที่จุด 18 ของเครื่องควบคุมความเร็วจะส่งอาการไปยังลิ้นนำลูกสูบ (21) ให้มาอยู่ในตำแหน่งเริ่มเดินเพื่อป้องกันการฉีดน้ำมันมากเกินไป หลังจากที่สตาร์ทเครื่องยนต์และเครื่องเดินเป็นปกติน้ำมันจาก Crank Drive จะส่งน้ำมันหล่อลื่นเข้ามาในระบบส่วนขับหมุนเครื่องยนต์และเครื่องควบคุมความเร็ว (Governor) ในตำแหน่งช่องที่ 20 ซึ่งเป็นช่องให้น้ำมันหล่อเข้าดันลูกสูบ 22 ให้เลื่อนขึ้นส่งอาการไปควบคุมการฉีดน้ำมันเชื่อเพลิงที่หัวฉีดของเครื่องยนต์ทุกหัว จนกระทั่งน้ำมันหล่อลื่นถูกปิดโดยลิ้นนำลูกสูบ (21) ลูกสูบ (22) จะหยุดการเลื่อนขึ้นลิ้นเลื่อน 2343 จะเปิดช่องน้ำมันหล่อเข้าดันลูกสูบสปริงความเร็ว (2300) ให้เลื่อนไปอัดสปริงปรับความเร็ว 2521 เป็นการปรับความเร็วของสปริงให้อยู่ในตำแหน่งเดินเบาจนกระทั่งช่องทางน้ำมันหล่อถูกปิดอีกครั้ง โดยลิ้นเลื่อน 2343 ลูกสูบสปริงปรับความเร็ว 2300 จะหยุดเลื่อนมุมคัน Rack จะชี้มาที่ 33^{0}

เมื่อเครื่องเริ่มเดินเบาชุดตุ้มเหวี่ยง 1440 ได้รับแรงขับทำให้เกิดแรงเหวี่ยงกางออกทำให้เกิดแรงดันอัดสปริงปรับความเร็ว(2521) ให้หดตัวเข้าและส่งอาการดึงให้ลิ้นนำลูกสูบ (6221) เลื่อนลงเปิดช่องระบายน้ำมันหล่อออกจากใต้ลูกสูบกำลัง (6162) ลูกสูบกำลัง (6162) จะเลื่อนตัวลงด้วยกำลังดันของสปริงปรับความเร็ว (2521) ส่งอาการไปให้ลิ้นนำลูกสูบ(6221) หยุดเลื่อนลง ช่องระบายน้ำมันหล่อจะถูกปิดอีกครั้งทำให้ลูกสูบกำลัง (6162) หยุดการเลื่อนลง การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะหยุด ณ จุดนี้ นั่นคือตำแหน่งเดินเบาคัน Rock จะชี้ที่มุม 23 ^{0}

เมื่อจะเพิ่มความเร็วรอบให้สูงขึ้นโดยใช้กำลังดันลมหรือกลไกก็ได้หากใช้กลไกเพื่อการควบคุมความเร็ว ลิ้นเลื่อน (2343) จะเลื่อนเปิดช่องน้ำมันหล่อลิ้นดันลูกสูบสปริงปรับความเร็ว (2300) ขนะที่เครื่องเดินอยู่ในความเร็วคงที่และเมื่อต้องการเพิ่มความเร็วขึ้นอีกจะมีอาการด้านกลไกดังนี้

ลิ้นเลื่อน (2343) เลื่อนเปิดช่องน้ำมันหล่อเข้าลิ้นลูกสูบปรับความเร็ว (2300) ให้เลื่อนไปอัดสปริงปรับความร็ว 2521 จนกระทั่งช่องน้ำมันหล่อถูกปิดลงโดยลิ้นเลื่อน (2343)
สปริงปรับความเร็ว (2521) จะมีความแข็งเพิ่มขึ้นดันให้ชุดตุ้มเหวี่ยงหุบเข้าลิ้นนำลูกสูบ (6221) จะเลื่อนตัวขึ้นเปิดช่องน้ำมันหล่อเข้าดันลูกสูบ 6162 ให้เลื่อนขึ้นส่งอาการไปดันสปริงปรับความเร็ว (2521) จนกระทั่งแรงเหวี่ยงของชุดตุ้มเหวี่ยงสมดุลกับแรงสปริงปรับความเร็วส่งอาการให้ลิ้นนำลูกสูบหยุดเลื่อนขึ้น ช่องน้ำมันหล่อจะถูกปิดอีกครั้ง จุดนี้ความเร็วจะคงที่

เมื่อมีภาระ (Load) เครื่องจะถูกลดความเร็วลงด้วย Load ตุ้มเหวี่ยง (1440) จะหุบเข้าแขนกลของตุ้มเหวี่ยง (2441) จะไปดันให้ลิ้นนำลูกสูบเลื่อนตัวขึ้นปิดช่องน้ำมันหล่อ น้ำมันหล่อดันลูกสูบกำลัง (6162) เมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้นจะเกิดความสมดุลของลูกสูบและชุดตุ้มเหวี่ยงอีกครั้ง ณ จุดนี้น้ำมันเชื่อเพลิงจะถูกชดเชยให้สมดุลกับภาระ (Load)

8 ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง Fuel system

เมื่อเริ่มสตาร์ทเครื่องยนต์ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะเริ่มทำงานดูดน้ำมันจากถังใช้การผ่านหม้อกรองหยาบแล้ว ส่งไปยังหม้อกรองละเอียด จากนั้นไปเข้าท่อส่งน้ำมันเข้าหัวฉีดในช่องZ (Zulaufkanal) ต่อไปจากหัวฉีดจะมีท่อน้ำมันกลับจำนวน 2 ท่อ ท่อแรกมีอักษร L ที่หัวฉีด (Leak Line) ได้แก่น้ำมันที่ฉีดแล้วรั่วไหลภายในหัวฉีดซึ่งทำหน้าที่หล่อลื่นภายในหัวฉีดแล้วกลับสู่ถังใช้การ ส่วนอีกหนึ่งท่อได้แก่ท่ออักษร R (Return Line) คือจำนวนเชื้อเพลิงที่ฉีด ใช้ในการเผาไหม้ไม่หมดส่งกลับเข้าถัง ใช้การความดันภายในท่อประมาณ 1 - 1.5 bar โดยมีลิ้นน้ำมันต้นกลับเป็นตำกำหนดที่ท่อ Return Line

Z = Zulaufkanal (Feed Line) (เข้าหัวฉีด)

L = Leak Line (รั่วไหลกลับถังพัก)

R = Return Line (เหลือจากการฉีด กลับถังใช้การ)

8.1 หัวฉีด (unit injector) เป็นหัวฉีดที่มีปั๊มกำลังดันสูงอยู่ในตัวควบคุมปริมาณน้ำมันโดยใช้ขอบเวียนของ Plunger เมื่อสปริงดัน Plunger ถอยกลับจะเกิดสูญญากาศทางด้านน้ำมันเข้า Z จากนั้นลิ้น Pressure Value cone จะเปิด ปล่อยให้น้ำมันเข้าไปอยู่ในระบบอัดของ Plunger Guide เมื่อลูกเบี้ยวเริ่มกดลง

Plunger จะเลื่อนตัวปิดช่องทางเข้าน้ำมันช่วงนี้จะทำให้เกิดแรงอัดอย่างสูงที่ปลายของตัว Plunger และถ้า Plunger เคลื่อนตัวต่อไป ลิ้นขอบเวียนจะเปิดทำให้ลิ้นสุดการฉีด หากจะเพิ่มความเร็วหรือปริมาณน้ำมันจะต้องหมุนขอบเวียนให้มีระยะปิดยาวขึ้นเท่ากับให้ปริมาณน้ำมันมากขึ้น การส่งน้ำมันเป็นศูนย์หมายถึงลิ้นปลาย Plunger เริ่มจะปิด ขอบเวียนเริ่มเปิด

8.2 กรองน้ำมันเชื่อเพลิง Fuel duplex filter สูบน้ำมันเชื่อเพลิงจะทำการดูดอัดน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังใช้การไหลผ่าน Hand pump เข้าหม้อกรองหยาบเข้าสู่ตัวปั๊มจากตัวปั๊มเข้าหม้อกรองละเอียดจากนั้นส่งเข้าสู่ระบบฉีดน้ำมัน น้ำมันที่เข้ามาในหม้อกรองจะผ่านเข้ามาภายในรอบ ๆ ไส้กรองผ่านด้านในไส้กรองออกไป สิ่งสกปรกต่างๆ จะเกาะติดอยู่ภายนอกไส้กรอง สิ่งสกปรกที่เกาะติดอยู่ด้านนอกใส้กรองไม่สามารถทำความสะอาดได้โดยจะออกแบบให้ใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้งเลย ส่วนตัวHqusing ส่วนหม้อกรองหยาบ Fuel Pre-Filter การทำความสะอาดให้ล้างด้วยน้ำมันเชื้อเพลิง

8.3 ปั๊มส่งน้ำมันเชื้อเพลิง Fuel Delivery Pump รับแรงขับจากเพลาข้อเหวี่ยงผ่านเฟืองขับ เพื่อดูดน้ำมันจากถังใช้การผ่านหม้อกรองหยาบเข้าสู่ตัวปั๊มที่ตัวปั๊มจะมี Over Flow เมื่อความดันในระบบใช้การเกิน 2 bar น้ำมันจะถูกส่งออกช่องทาง By Pass (Over Flow) กลับเข้าทางดูดหมุนเวียนต่อไปทั่งนี้ต้องหมั่นล้างทำความสะอาดตัวปั๊มอยู่เสมอหากสกปรกมีสิ่งอุดตันจะส่ง ผลให้ปั๊มส่งน้ำมันเข้า By Pass ตลอดเวลาและหากช่องทาง By Pass อุดตันก็จะเกิดปัญหาต่างๆ ตามมามากมาย

9 เทอร์โบชาร์จ (Exhaust Gas Turbocharger) หรือเครื่องอัดอากาศ

ได้รับพลังงานขับจากแก๊สเสียของเครื่องยนต์ขับผ่านปีกขับกังหัน (Turbine) ซึ่งติดตั้งอยู่รวมแกนเดียวกันกับชุด ปีกพัดอากาศ (Impeller) ซึ่งทำหน้าที่ดูดอากาศจากบรรยากาศอัดส่งเข้าหม้อถ่ายความร้อนอากาศดี เพื่อเข้าห้องเผาไหม้ต่อไป แกนเพลาขับ Rotor ตัวล่างด้าน Turbine จะได้รับการหล่อลื่นจากระบบ Value Gear ผ่าน Banjo Plug เข้าไปเลี้ยง Roller แล้วตกลงห้องเครื่องต่อไป

แกนเพลาขับตัวบน Impeller ได้รับน้ำมันจาก Valve Gear ผ่านตัวกรองน้ำมันผ่าน Distributer Oil กำหนดแรงดัน 0.25 Bar เข้าสู่แกนเพลาที่ Ball และ Roller Bearing ตัวบนหลังจากนั้นจะถูกส่งเข้าห้องเผาไหม้ผสมกับอากาศดีต่อไป

หม้อดับความร้อนอากาศ เข้าเครื่อง (Charge Air Cooler) อากาศที่ถูกส่งมาจากเทอร์โบชาร์จะมีความร้อนสูงมากทำให้เกิดมวลอากาศเบาบางจึงจำเป็นต้องลดความร้อนของอากาศลงเพื่อให้มีมวลอากาศหนาแน่นขึ้นโดยการผ่านหม้อดับความร้อนอากาศที่ใช้ปั๊มน้ำทะเลสูบระบายความร้อน

การทำความสะอาดให้ทำความสะอาดโดยใช้สารเคมีตาม Components ให้ถูกต้อง ห้ามกระทำการล้างในเรือ

ระบบตัดอากาศเข้าเครื่องฉุกเฉิน (Emergency Air Shut-Off Flap) จะทำเมื่อความเร็วเครื่องยนต์มีความเร็วรอบเกินกว่าความเร็วสูงสุด (Max Speed) โซลินอยจะดึงคันห้าม Flap ให้แผ่น Flap ตกลงปิดกั้น

ไม่ให้อากาศเข้าเครื่องไม่ให้เกิดการเผาไหม้อีกต่อไปในกรณีนี้ Micro Switch จะเป็นตัวส่งสัญญาณเพื่อ Balance Flap ฝั่งตรงข้ามและส่งสัญญาณให้โซลินอย์ที่ตัวกัฟเวอร์นอร์ตัดน้ำมันอีกชั้นหนึ่ง

10 ระบบการทำงานของปั้มน้ำจืด (Engine Coolant Circuit)

ปั้มน้ำจืดดูดน้ำจืดระบบน้ำจืดหล่อเครื่องส่งไปเข้าเสื้อสูบเพื่อหล่อ Liner แล้วขึ้นไปยังฝาสูบออกจากฝาสูบไปเข้าท่อร่วม น้ำจืดด้านบนฝาสูบกลับมาผ่านเทอร์โมสตัส เมื่ออุณหภูมิน้ำยังต่ำอยู่เทอร์โมสตัสจะปิดทำให้น้ำไม่สามารถเข้าหม้อดับความร้อน (Cooler) ได้เมื่ออุณหภูมิที่สูงขึ้นจนถึงเกณฑ์ 75^{0} + - 2^{0} Cเทอร์โมสตัสจะเริ่มเปิดและเปิดเต็มที่ที่อุณหภูมิ $85+2\ C^{0}$ น้ำจะผ่านเข้าไปดับความร้อนที่ตัว Cooler ด้วยน้ำทะเล น้ำที่ผ่านจากเสื้อสูบจะมาดับความร้อนภายในตัวเทอร์โบชาร์จที่ Exhaust Gass Outlet Housing จากนั้นจะออกไปดับ End Blow ด้านทางออกกลางเทอร์โบชาร์จแล้วกลับมาเข้าท่อทางน้ำรวม ที่ฝาสูบ

ในระบบน้ำจืดจะมีฝาอัดอากาศเพิ่มแรงดันในระบบเพื่อเปลี่ยนจุดเดือนของน้ำด้วยความดัน 1 bar และต้องเติมสารเคมีเพื่อป้องกันการกัดกร่อนและหากเติมมากเกินไปจะทำให้การระบายความร้อนไม่ดี

การทำงานของปั้มน้ำจืด (Engine Water Pump) ปั้มน้ำจืดได้รับแรงขับจากหมู่เฟืองขับด้าน KS ภายในประกอบด้วยพัดน้ำและเฟืองส่งกำลังพัดน้ำจะหมุนดูดน้ำจืดภายในระบบปิดของเครื่องทางด้านแกนเพลาส่งออกด้านข้างของตัวปั้มแกนเพลาประกอบด้วยตัวซีลกันน้ำ 1 ตัวซีลกันน้ำมันจากเครื่อง 1 ตัว แบริ่งแบบ Rooler และ Ball อย่างละตัว

11 ระบบทางเดินน้ำทะเล (Raw Water Circuit)

ปั้มน้ำทะเลติดตั้งด้าน GKS ได้รับแรงขับจากเพลาข้อเหวี่ยงผ่าน Idel เกียร์ พัดน้ำทะเลจะทำการดูดน้ำทะเลผ่าน Sea Cheat เข้าสู่ตัวพัดทางด้านแท่นเพลาผ่านพัดน้ำส่งออกด้านข้างของตัวปั้มไปยังท่อส่งน้ำทะเลเข้าดับความร้อนที่ Charge Air Cooler ที่หัวและท้ายเครื่องอีกส่วนหนึ่งแยกไปดับ Cooler น้ำมันหล่อ, น้ำจืด , Cooler น้ำมันหล่อเกียร์, และไปดับความร้อน Flap ท่อไอเสียตัวบน แรงดูดของปั้มก่อนเข้าปั้มไม่ต่ำกว่า 0.2 bar

ส่วนประกอบของปั้มน้ำทะเลเครื่อง 16V – 538 (Raw water pump) ภายในจะประกอบด้วยแกนพัดน้ำทะเล ซีลกั้นน้ำและ น้ำมัน ,ball beating หัวท้าย 2 ชุด แหวนกันรุน และชุดเฟืองขับ แต่ละรุ่นจะมีข้อแตกต่างกันในรูปร่าง และอุปกรณ์ภายใน รวมทั้งขนาดของปั้ม

12 หม้อดับความร้อนน้ำจืด (Cooling water Re-cooler)

ติดตั้งอยู่ภายนอกเครื่องยนต์ต่างหาก ลักษณะเห็นเป็นรูปทรงกระบอกยาว ภายในประกอบด้วยหลอดน้ำขนาดเล็กจำนวนมาก ภายในหลอดเล็ก ๆ เหล่านี้จะเป็นทางเดินของน้ำทะเลโดยมีน้ำจืดไหลวนอยู่ภายนอกหลอด น้ำจืดจะถูกส่งมาจากทาง by pass ของเทอร์โมสตัส เพื่อมาดับความร้อนภายในตัว cooler แล้วจึงผ่านออกไประบายความร้อนเครื่องยนต์อีกครั้งหนึ่ง ทิศทางเดินระหว่างน้ำจืดและน้ำทะเลจะสวนทางกัน

การปรับแต่งเทอร์โมสตัส (Coolant thermostat) ติดตั้งอยู่ที่ Charage Air cooler ด้าน KS จำนวน 1

ตัว (16V) (20V 2 ตัว) ภายในตัวเทอร์โมสตัสจะมีตัวรับสัญญาณความร้อน (thermo Element) ทำจากโลหะพิเศษเป็นขอบแข็ง บรรจุอยู่ภายในกระบอกจะขยายตัวดันแกน Plunger ซึ่งแช่ตัวอยู่ภายในโลหะอ่อนนั้น เคลื่อนตัวที่อุณหภูมิ 75 +-2° C ตัว Plunger จะต่อแกนบังคับเลื่อนตัวเปิดให้น้ำไหลผ่านท่อ By Pase ลงไปดึงความร้อนที่ตัว cooler และจะเปิดเต็มที่ที่อุณหภูมิ 85+2^{O}C การปรับแต่งจะมีสกรูปรับแต่งที่ด้านข้างของตัวเทอร์โมสตัส ถ้ากวดเข้าจะทำให้เปิดมาก ตรงข้ามถ้าคลายสกรูออกจะเปิดน้อย จะปรับแต่งต่อเมื่อระบบน้ำหล่อระบายความร้อนมีอุณหภูมิผิดปกติ ซึ่งอาจจะสูงหรือต่ำก็ได้

13 ระบบน้ำมันหล่อลื่น (oil conditioning system)

ปั๊มน้ำมันหล่อในห้องแคร้งจะดูดน้ำมันหล่อลื่นส่งเข้าหม้อกรองหยาบที่ความดัน 15 bar จากหม้อกรองหยาบแยกเส้นทางส่งน้ำมันเป็น 2 เส้นทาง เส้นทางแรก ส่งไปหล่อลื่นชุด Crankdrive และยึด Valve gear อีกส่วนหนึ่งจะส่งเข้าไปดับความร้อนที่ cooler น้ำมันหล่อ โดยผ่านเทอร์โมสตัสที่ตัว cooler ออกจาก cooler ส่งเข้าหล่อเลี้ยงลูกสูบที่ความดัน 8 bar โดยผ่านสเปรย์ทิปฉีดเข้าภายใต้ลูกสูบ แล้วตกลงสู่ห้องแคร้ง อีกส่วนจะถูกส่งไปเข้าหม้อกรองแรงเหวี่ยง แล้วตกลงสู่ห้องแคร้ง จาก cooler จะมีทาง by bass เข้ากรองน้ำมันหล่อ 4 ตัว แล้วผ่านลงห้องแคร้งที่ความดัน 0.5 bar

เทอร์โมสตัสหม้อดันความร้อนน้ำมันหล่อ (Engine oil heat Exchanger – Flat tube และ oil thermostat) ติดตั้งอยู่ที่ส่วนบนของ cooler น้ำมันหล่อเริ่มจากความร้อนน้ำมันหล่อมีอุณหภูมิต่ำ ตัวเทอร์โมสตัสจะปิดกั้นทางส่งน้ำมันหล่อเจ้า cooler โดยน้ำมันหล่อจะถูกส่งเข้าทาง By Pass เข้าสู่ตัวเครื่องโดยตรง เมื่ออุณหภูมิของน้ำมันหล่อสูงขึ้น เทอร์โมสตัสจะเปิดที่ 75^{O}C เพื่อให้น้ำมันหล่อผ่านเข้าดับความร้อนที่ cooler การปรับแต่งถ้ากวดเข้าจะเปิดทางเข้าน้ำมันหล่อเข้า cooler มาก หากคลายออกจะเปิดทางเข้าน้ำมันหล่อ cooler น้อย และจะเปิดตัวเต็มที่ที่ อุณหภูมิ 90^{O}C

14 หม้อกรองน้ำมันหล่อลื่นแบบหมุน (Edge – type oil Filter, Emgine oil gap filter)

ติดตั้งอยู่บริเวณข้างเครื่องยนต์และที่หน้าเครื่องยนต์อีกหนึ่งตัวด้าน Bank A ทางเข้าของน้ำมันหล่อที่ตัวหม้อกรองน้ำมันหล่อจะถูกส่งมาทาง Circulating เข้าด้านข้างของตัวหม้อกรอง ภายในหม้อกรองจะประกอบด้วย ตระแกรงกรอง, หวีกรีดทำความสะอาด, แกนหมุนของไส้กรอง น้ำมันหล่อจะเข้าทางด้านภายนอกของ

หัว และหม้อกรองออกทางด้านหน้าของชุดกระบอกหม้อกรอง เข้าสู่ระบบหล่อลื่นภายในเครื่องยนต์ การทำความสะอาดให้หมุนแขนของแกนไส้กรองไปเลื่อย ๆ หัวกรีดจะอยู่กับทีใบมีดของหวีกรีดจะกดแนบอยู่กับตัวของไส้กรอง เมื่อโยกแขนให้ไส้กรองหมุนใบมีดจะกรีดไปตามตัวของไส้กรองจนรอบตัวสิ่งสกปรกจะตกลงสู่ถ้วยเก็บสิ่งสกปรก แล้วเปิดทิ้งไป

15 หม้อกรอง By pass (Engine oil by pass Filter)

ติดตั้งอยู่นอกตัวเครื่อง เพื่อกันไม่ให้น้ำมันย้อนกลับจากห้อง Crank ของเครื่องออกมาสู่หม้อกรอง By pass และเพื่อให้น้ำมันเดินเข้าเครื่องทางเดียว โดยที่ให้ลิ้นกันกลับกำหนดความดันน้ำมันที่จะผ่านเครื่องไว้ที่ 0.5 bar หม้อกรอง by pass จะติดตั้งประจำที่เรือจำนวน 4 ตัว

16 หม้อกรองทำความสะอาดน้ำมันหล่อ (contifugal oil Filter)

ติดตั้งอยู่ทางด้าน KGS ทั้งทางด้านซ้ายและขวา A, B bank จำนวน 2 ลูก จะหมุนโดยอาการฉีดน้ำมัน โดยน้ำมันจะผ่านเข้าทางแกนกลางของไส้กรอง แล้วฉีดออกด้านข้าง ทำให้ไส้กรองหมุนอย่างรวดเร็ว ความเร็วจากการหมุนจะเหวี่ยงสิ่งสกปรกไปเกาะอยู่ที่ผิวกระดาษกรองภายใน น้ำมันจะถูกระบายทางด้านใต้ฐานยึดของหม้อกรองลงสู่ห้องแคร้งถอดเพื่อตรวจสอบที่ขั้น W-1-4

17 ระบบน้ำมันหล่อเฟืองเกียร์ (Running gear oil system)

น้ำมันจะถูกส่งมาจากระบบ Valve gearที่แรงดัน 10 bar ขึ้นมาหาชุด Cam housing เข้าหล่อเพลาลูกเบี้ยว Rockerarms ที่แรงดัน 5 bar และอีกส่วนหนึ่งจะผ่าน Banjo plug ไปเลี้ยง Roller Bearing เทอร์โบชาร์จตัวล่าง โดยมีอีกส่วนหนึ่งถูกส่งไปหล่อลื่นball bearing ตัวบนเทอร์โบชาร์จ โดยการหยดผ่านหลอดแก้วหยดที่ 0.25 bar เข้าสู่ตัวเทอร์โบแล้วออกเข้าผสมอากาศดีเข้าสู่ห้องเผาไหม้ต่อไป

18 ระบบน้ำมันหล่อลื่นเพลาข้อเสือ (Crankdrive oil system)

น้ำมันหล่อจะถูกส่งมาจากปั๊มน้ำมันหล่อด้วยแรงดัน 15 bar เข้าเพลาข้อเสือและก้านสูบด้วยแรงดัน 6 bar อีกทางหนึ่งจะถูกส่งเข้าหม้อกรองกรีด (Oil Fine Gap Filter) ด้านหน้าเครื่อง (KGS) ไปเลี้ยง Governor ด้วยแรงดัน 6 bar แล้วตกลงห้องแคร้ง อีกส่วนหนึ่งจะถูกส่งไปที่ pressure swith เพื่อตรวจเช็คแรงดันน้ำมันหล่อ

18 ระบบ Priming น้ำมันหล่อ (Priming oil system)

จะติดตั้งภายนอกเครื่องยนต์ ตัวปั๊มจะถูกขับด้วยระบบมอเตอร์ไฟฟ้า น้ำมันจะเดินทางผ่านลิ้นกันกลับ โดยที่ลิ้นกันกลับมีแรงดันกำหนดที่ 3 bar ผ่านไปเข้ากรองหน้าเครื่อง (KGS) ส่งไปเลี้ยงเพลาข้อเสือ และ Governor เพื่อไปยกคัน Rack ให้จ่ายเชื้อเพลิงมากขึ้นเมื่อจะเริ่มสตาร์ทเครื่องยนต์คัน Rack ของ Governor ของ Co ประมาณ 33^{O}

19 ระบบสตาร์ทเครื่องยนต์ (Compressed Air Starting)

ลมจากขวดลมจะถูกส่งผ่าน Tway Valveส่วนหนึ่งจะเข้าไปรออยู่ที่หัวลมสตาร์ท (Starting Valve Pulge) ส่วนหนึ่งจะถูกส่งไปที่จานจ่าย (Starting airdistibutor) เพื่อการเรียงลำดับการจ่ายลมเข้าสูบตามตำแหน่งการจุดระเบิดของแต่ละสูบ ซึ่งเป็นลมควบคุมเปิดลิ้นลมสตาร์ทเข้าสูบ

ในกรณีที่ระบบ Priming น้ำมันมีแรงดันไม่ได้ตามเกณฑ์ 1 bar จะไม่สามารถจ่ายลมสตาร์ทเครื่องได้

19 การ พล๊อทกร๊าฟ MCR, DBR, TPC

DBR = Drehzahl Begrenzungs Regler หรือ Fuel limitation depending on engine speed หรือ speed limitation governor คือ เส้นที่ได้จาก test bench

MCR = Maximum continuous rating เส้นที่ได้จากการทดสอบบนฐานแท่น test bench

TPC = Theory propulsion curve ทฤษฎีเส้นที่ออกแบบไว้ และได้จากการทดสอบเครื่องบนฐานแท่น

PPC = Practical propulsion curve เส้นที่ได้จากการทดลองเรือ ซึ่งจะเป็นเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับการทดลองจริง

ตำแหน่ง ⊙ TPC	1.Rack 25^{O}	ความเร็ว 600 RPM	เมื่อเวลา	11.00
	2.Rack 28^{O}	ความเร็ว 1125 RPM	เวลา	11.45
	3.Rack 33^{O}	ความเร็ว 1420 RPM	เวลา	10.30
	4.Rack 38.5^{O}	ความเร็ว 1625 RPM	เวลา	10.15
ตำแหน่ง △ MCR	1.Rack 30.5^{O}	ความเร็ว 800 RPM	เวลา	12.15
	2.Rack 34^{O}	ความเร็ว 1300 RPM	เวลา	12.00
	3.Rack 38^{O}	ความเร็ว 1500 RPM	เวลา	11.45
	4.Rack 42.5^{O}	ความเร็ว 1700 RPM	เวลา	11.30
ตำแหน่ง **X** DBR	1.Rack 36.5^{O}	ความเร็ว 1300 RPM		
	2.Rack 41.0^{O}	ความเร็ว 1500 RPM		
	3.Rack 45.0^{O}	ความเร็ว 1700 RPM		

TPC คือ เส้นที่เกิดจากการออกแบบ เอาข้อมูลจากตารางทดสอบมาพล๊อตลงในกร๊าฟ

การอ่านค่า PPC ค่าที่ได้จากการทดสอบเรือจริงต้องไม่เกินเส้น DBR และถ้าได้ค่าต่ำกว่าเส้น MCR จะถือได้ว่าเครื่องยนต์นั้นทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และถ้าหากพล๊อตใกลเส้น MCR มาก หรือเกินขึ้นไป แสดงว่าเครื่องยนต์ overload ต้องหาข้อบกพร่อง อาจเกิดได้จากหลายปัจจัย ประการแรกให้ตรวจสภาพของเรือ ความสะอาดของท้องเรือ น้ำหนักบรรทุก อุปกรณ์ของระบบขับเคลื่อนที่เปลี่ยนใหม่ ถ้าหากปัจจัยเหล่านี้เรียบร้อยไม่มีจุดบกพร่องจึงค่อยทำการปรับแต่งเครื่องยนต์ เช่น ระบบการฉีดน้ำมัน (Governor) เส้น PPC มีค่าอยู่ใต้เส้น TPC ถือว่าการออกแบบได้ผลดี แต่ค่าอยู่สูงเกิน TPC ขึ้นไป แต่ไม่ถึง MCR ก็ถือว่าได้ผลดีเช่นกัน แต่ยังไม่บรรลุเป้าหมายการออกแบบสร้างเรือ

20 การบำรุงรักษาเครื่องยนต์ต้องดำเนินการหลังจากการซ่อมทำขั้น W-5 ไปแล้ว 50 ชม. โดยคู่มือการซ่อมทำขั้น W-1 – W-4 อยู่กับผู้ใช้เครื่อง (เรือ) ส่วน W5 - W6 จะอยู่ในหนังสือคู่มือโรงงาน สำหรับระยะเวลาของการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ในรุ่น V538 TB 8 และ 538 TB9 นั้นมีข้อแตกต่างกันที่ระยะเวลาการซ่อมทำ คือ

รหัส 8 = 1D ให้บำรุงรักษาเมื่อเครื่องใช้งานครบ 9,000 ชม. (110%)

รหัส 9 = 1Ds ให้บำรุงรักษาเมื่อเครื่องใช้งานครบ 6,000 ชม. เนื่องจากมี Power สูงกว่า (120%)

2 การเตรียมเครื่องมือซ่อมทำ เครื่อง ยนต์MTU 538

เครื่องมือซึ่งประกอบด้วย Standard tool ได้แก่

1. ประแจชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นเครื่องมือพื้นฐานปกติ ไขควง ค้อน สกรู ฯลฯ
2. เครื่องมือพิเศษ ประกอบด้วยเครื่องมือซ่อมทำในขั้น W1-5
3. r 560 589 00 99 00
4. Sach – Nr 560 589 04 99 00
5. Sach – Nr 560 589 01 59 00
6. Sach – Nr 560 589 12 59 00

ส่วนเครื่องมือที่จะต้องมีเพิ่มเติมในการซ่อมทำขั้น W-6 นอกเหนือจาก W1-5 ได้แก่

7. S 6.1 – test ring
8. S 6.3 – Ligting gear
9. S 6.4 – Engine housing
10. S 6.4 – Fixture for pressure – testing of the engine housing
11. S 6.5 – Crank drive
12. S 6.6 – Cylinder head
13. S 6.7 – Cam and rocker housing
14. S 6.8 – Engine governor
15. S 6.9 – Exhaust gas turbocharger
16. S 6.10 – Injection equipment
17. S 6.11 – Oil pump
18. S 6.12 – Speed supervision
19. S 6.13 – Measuring tools
20. S 6.14 – Hydraulic presses
21. S 6.15 – Machining tools

22. S 6.16 – Electrical Units
23. ไมโครมิเตอร์ ขนาด 200-225 MM. ใช้ในการปรับแต่งเกจวัดระยะ Borehousing ของ Liner
24. Innenmessgeract; 160-280 MM. Dia Bore gauge
25. Dial gauge Mytast 1/1000 สำหรับวัดความโต Roller
26. แท่นระดับหินแกรนิต ขนาด 12”x12”x2.5” Pyramid geanite company, 1wc 540 w. Grand AVE Escondido, CA a2025 serial No 8500 Cxddo A
27. Messuhr, Messbereich 30 MM. Dial gauge
28. Fallhar teprufer F1 Dr.Boklen Sruttgart เครื่องวัดความแข็งแบบปล่อยกระทบ
29. Aussenmikrometer 0-25 MM. Micrometer
30. Aussenmikrometer 175-200 MM. Micrometer
31. เครื่องมือวัดความแข็งแบบปล่อยกระทบ Fallhartepriifer F1 (cankshaft)
32. รถเข็นสัมภาระชานต่ำ 1 คัน
33. โคมไฟส่งในที่มืด
34. ไฮโดรลิคส์ความดัน 600 bar และ 4300 PSI พร้อมโต๊ะรถเข็น
35. STAND GAUGE พร้อมแท่นหินระดับ 0 NO SokkI st-003
36. DIGITAL LINER GAUGE 0 NO SokkI EG-103
37. Guage box MTU-Calibrated Ls 201873 (1.005-100)
38. Aussenmikrometer 50-75 ม.ม.(Micrometer) ใช้วัดความสูงของ Outer race ball Bearing และ Roller Bearing ชุดหน้าแปลนเพลา
39. Dial caliper หรือ Depth Gauge ขนาด 200 ม.ม. สำหรับการวัดชุด Thrust Bearing หน้าแปลนเพลา ด้าน KS
40. เตาอบ Heraens Type UT 6200 300^{O} C 1N/PE 230 V 1 ตู้ เพื่ออบ End cover และ Adjusting Ring ในการใส่ Outer race Roller Bearing และอุปกรณ์สวมวัดต่าง ๆ
41. ตู้เย็นขนาด 0.5 คิว เพื่อเก็บสารเคมี
42. ตู้เย็นเครื่องมือวัด 10 ลิ้นชัก ด้านบนเป็นโต๊ะวางเครื่องมือวัด
43. ปากกาจับก้านสูบปากเยื้องศูนย์ขนาด 150 mm DAWN
44. ฐานแท่นติดตั้ง Dialgauge วัดความคดและบิดก้านสูบ
45. เครื่องมือ ปาดหน้าลิ้น
46. Bargauge คู่ติดตั้ง Dialgauge สำหรับวัดหาค่า clearance ยอดสูบ
47. เครื่องมือกดแขนกลมาตรฐานโรงงานสำหรับการซ่อมทำ Governor

3 คู่มือ/เอกสารในการถอดประกอบการซ่อมทำขั้น W-6

1. MTU service v538 TB 0 และ 1 Tolerances and wear Limits List mo 700
2. MTU 16v 538 TB Space parts List and assembly illustrations 30360/2
3. Diesel Engine 16v 538 TB 91 Description and operation MANUAL Mo 10 514/00 E
4. Diesel Engine 16v 538 TB 1 และ TB 2 Maintenance and Repair Manual Mo 20 030/00E
5. แผ่นบันทึกผลการตรวจสอบ Main bearing journal dia และ Crank pin dia
6. แผ่นบันทึกผลการตรวจสอบ Main bearing journal dia และ Crank pin dia
7. แผ่นบันทึกผลการตรวจสอบ Crank shaft data sheet
8. แผ่นบันทึกผลการตรวจสอบอุปกรณ์ประกอบฝาสูบ Valve และ Rockerarm
9. แผ่นบันทึกผลการตรวจสอบ Cylinder head Guide bush, Rockerarm Ablank
10. แผ่นบันทึกผลการตรวจสอบ Connecting rod
11. แผ่นบันทึกผลการตรวจสอบ Crank shaft data sheet Crankpin OD และ wep
12. แผ่นบันทึกผลการตรวจสอบ Cylinder Liners (installed)
13. แผ่นบันทึกผลการตรวจสอบ Cylinder Liner fit

4 เอกสารประกอบในการซ่อมทำเครื่องยนต์ MTU 538

1. Technical Data (Main Data)
2. Technical Data (Operational Valves)
3. Description and service Instructions
4. Diesel engine 16v538 TB 1 และ 2 Maintenance and Repair Manual Mo 20 Description and service Instructions 030/00E
5. Diesel engine 16v538 TB90 Parts catalogue Mo 30 035/20 DE
6. Diesel engine 16v538 Description and operating instructions no 10 379C
7. Exhaust gas turbocharger Model 83, 87, 104, 123, 124, 125 Description Assembly and Instructions and spare parts list no 40083C
8. Exhaust gas Lubricants specification A001061/19E
9. Fuel unit injector Description and maintenance manual Mo 01222/20 E
10. Diesel engines v538 Assembly instructions No 1230C
11. แผ่นกราฟ Fuel Rack setting in Relation to Engine speed at Different Engine Power output

5 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมทำ

1. ชุดทำเกลียวมิล 1 ชุด
2. โต๊ะทำงานพร้อมปากกาจับงาน No 6 1 ชุด ขนาด 80x300x75 ซม.

3. กระดาษเช็ดมือ 2 ม้วน (ขนาดใหญ่)
4. ชั้นเก็บอุปกรณ์อะไหล่ที่ถอด
5. ถาดใส่น๊อตมีหมายเลขกำหนด จำนวน 7 ถาด
6. ถาดใส่ลูกปืน เพลา พร้อมหมายเลขกำหนด จำนวน 7 ถาด
7. สแตนบันได 4 ระดับ 150x60 (ชั้นบน) x 120 ซม. จำนวน 2 แท่น
8. รถแคร่สำหรับวางเครื่องและเลื่อนเครื่อง 1 คัน
9. ฐานแท่นสำหรับพลิกเครื่อง 1 แท่น
10. กระดาษรองรับอุปกรณ์ที่ถอด
11. ผ้าพลาสติกสำหรับคลุมเครื่องที่ถอด
12. แท่นไม้รองรับเพลา
13. ฐานแท่น Roller รับเพลา
14. แผ่นบันทึกผลการตรวจสอบ Crankase ระยะบ่า Liner
15. แผ่นบันทึกผลการตรวจสอบ Crank Assembly (ลูกสูบ)
16. แผ่นบันทึกผลการตรวจสอบ Cylinder head (ลิ้น)
17. แผ่นบันทึกผลการตรวจสอบ ระยะฝาครอบลิ้น
18. แผ่นบันทึกผลการตรวจสอบ Valve guide
19. แผ่นบันทึกผลการตรวจสอบ Camshaft Bore
20. แผ่นบันทึกผลการตรวจสอบ Valve control gear (camshaft searing)
21. แผ่นบันทึกผลการตรวจสอบ Bohrung fur Gehause Lages
22. แผ่น sheet แสดงการวัด Cylinder head และค่าเกณฑ์กำหนด
23. แผ่น sheet แสดงการวัด Mounting of the cylinder head on to the Engine และค่าเกณฑ์กำหนด
24. แผ่นบันทึกผลการตรวจสอบ Cylinder head Guide Bush, Rocker arm B-BANK
25. แผ่น sheet แสดงวิธีการวัด valve cap และค่าเกณฑ์กำหนด
26. แผ่น sheet แสดงการวัด Cylinder Liner support Face และค่ามาตรฐาน
27. แผ่น sheet แสดงการวัด Fuel Delivery Pump Drive และค่ามาตรฐาน
28. แผ่น sheet แสดงการวัดความแข็งของ Crank shaft
29. แผ่นแสดงค่าการเลือกใช้ Liner ตาม ISO-Passungen DIN 7151 (25 แผ่น)
30. แผ่น sheet แสดงการเลือกใช้ Roller
31. แผ่น sheet แสดงการวัดค่าความหนาของชิมรอง Roller ในชุด thrust bearing
32. แผ่น sheet แสดงการวัดค่าความหนาของชิมรองระหว่าง Roller thrust bearing ในชุด Large Idler Gear (Large Internediat gear)
33. แผ่น sheet แสดงการวัดก้านสูบ

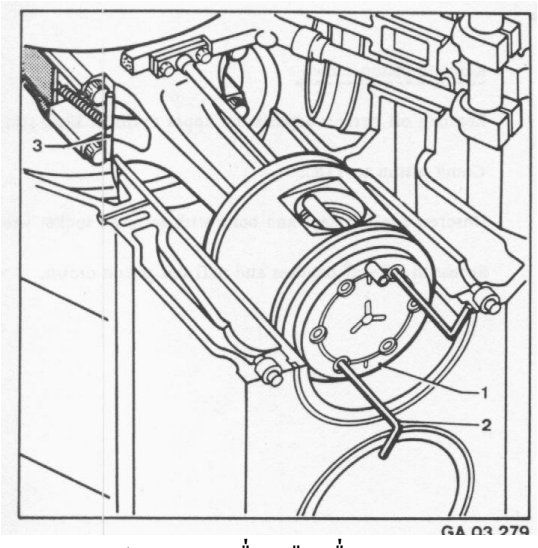
34. แผ่น sheet การใช้น้ำยาล้าง Oil filter Gap Mo 60262/30E

6 ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน ถอดอุปกรณ์ประกอบเครื่องยนต์

1. ถอดฝาครอบ,ถอดเฟรม,ปลด Rockerarm ,ถอดหัวฉีด
2. ถอด Centrifugal oil Fiter
3. ถอดท่อส่งอากาศจากจานจ่ายอากาศ
4. ถอด Oil fine Gap Fiter (หม้อกรอง) ด้านข้าง KS
5. ถอดลิ้นลมสตาร์ท Starting
6. ถอด Oil fine Gap Fiter ด้านหน้า KS
7. ถอดหม้อกรองน้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 2 ข้าง
8. ถอดกรองจ่ายน้ำมันหล่อเทอร์โบชาร์จ Throw-away Type Filter
9. ถอดรางน้ำบนฝาสูบ
10. ถอดหน้าแปลนทางส่งน้ำจืดเข้าเครื่อง
11. ถอดท่อน้ำจืดจากพัดน้ำจืดทั้งทางส่งและกลับ
12. ถอดท่อร่วมอากาศดี
13. ถอดปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง
14. ถอดตัววัดกำลังดันน้ำมันหล่อ
15. ถอดท่อส่งแก๊สเสียไปเทอร์โบชาร์จ
16. ปลด RACK จาก Governor ไป Can shaft
17. ถอดท่อส่งน้ำทะเล และปั๊มน้ำทะเล
18. ถอดท่อ Priming น้ำมันหล่อ
19. ถอดอุปกรณ์ไล่ลมจากยอดสูบ
20. ถอดท่อส่งน้ำจืด
21. ถอดฝาครอบที่ติดพัดน้ำทะเลและ Pump น้ำมันเชื้อเพลิงด้าน KGS
22. ถอดพัดน้ำจืด
23. ถอด Cam box housing
24. ถอดจานจ่ายลมสตาร์ท (Starting Air Distributor)
25. ถอดฝาครอบน้ำมันหล่อและน้ำหน้าเครื่อง KGS
26. ถอดสะพานฝาครอบน้ำมันหล่อทั้ง 2ข้างหน้าเครื่องด้าน KGS Coil Chamel
27. ติดตั้ง BAR ยก Cambox housing พร้อมสเกลหูยก

28. หมุนเครื่องให้สูบ A1 ขึ้นศูนย์ตายบนสังเกตุ Mark สี่ที่ปลาย Cam Shaft กับเสื้อให้ซ้อนตรงกัน เข็ม Mark ที่ติดตั้งประจำที่หน้าเครื่องจะต้องชี้ที่เลข 1 บน Power take-off flange แสดงว่าสูบ A1 จุดระเบิด
29. ถอดฝาสูบ
30. ปลดท่อส่งน้ำมันของ Governor และถอดตัว Governor ออกจากเครื่องยนต์แล้วนำไปติดตั้งที่ฐานแท่นรองรับ Governor
31. ถอดนัตล๊อค Crank shaft Gear ด้าน KGS ด้วยเครื่องมือพิเศษ Lug socket spaner
32. ถอด Crank shaft Gear
33. ถอดฝาครอบเครื่องด้านบนซึ่งเป็นฐานรับเทอร์โบชาร์จ
34. ถอดฐานแท่น Charge Air Cooler
35. ถอด Adjudtable intermediate gear wheels ด้วยเครื่องมือพิเศษ Extracting fixture พร้อมทำ Mark ไว้ที่ตัว Box วิธีการถอดเพลา Gear ให้เลื่อนแหวน Lock สังเกตุให้ร่องของแหวน Lock ตรงกับร่องของแกนเพลา
36. ถอดเข็มชี้หน้าแปลน Power take-off fLange ที่ติดตั้งประจำที่หน้าเครื่อง KS ออก
37. ถอด Piston Crown โดยการคลาย น๊อตปิดฝากันเขม่าบนยอดสูบออกก่อนแล้วจึงคลายน๊อตยึดระหว่าง Piston Crown กับลูกสูบออก เริ่มจากสูบที่ 3และสูบที่4 B Bank สูบที่ 1 และ8 A Bank โดยใช้ประแจถอดหัวจีบตั้งตรงอย่าให้ขัด-เอียง เพราะจะทำให้ฟันเฟืองของเครื่องมือหักรูดได้ เมื่อเปิดน๊อตฝาครอบออกจึงทำการคลายน๊อตยึด โดยใช้แม่เหล็กดูดออก แล้วจึงดึง Piston ขึ้นมาแล้วจึงทำการหมุนเครื่องใหม่ให้สูบ 1 และ 8ของ B Bank ขึ้นสูงสุดแล้วทำการถอดต่อไป
38. ถอดฝาครอบ hand hold ทั้งเครื่องทั้งซ้ายขวา
39. ถอดเฟือง Idler gear สำหรับพัดน้ำจืด
40. ติดตั้งสเกลจับยึดเครื่องเพื่อพลิกเครื่อง
41. นำฐานแท่นสำหรับการพลิกเครื่องเข้าติดตั้ง
42. ถอดน๊อตยึดอ่างน้ำมันเครื่องออกโดยให้เหลือไว้ที่ด้านหัวและท้ายอย่างละตัว
43. ยกเครื่องขึ้นติดตั้งบนฐานพลิกด้วยเครนแล้วปลดส่วนยกด้าน KGS ออก คงเหลือไว้เพียงด้าน KS เพื่อช่วยในการพลิกเครื่อง
44. เช็ค guiding กับรูสกรูที่หน้า VIBRATION DAMPER โดยใช้น๊อตยาวเป็นตัว guide โดยคลายน๊อตยึดออกแล้วนำน๊อตที่เป็นตัว guide ใส่เข้าแทนเสร็จแล้วจึงถอดน๊อตทั้งหมดออกคงเหลือไว้เพียง 2 ตัวแล้วจึงนำตัว guide ออก
45. ถอดตะแกรงกันน้ำมันกระฉอก (BUFFLES) และฟุ้งกระจายของน้ำมันรวมทั้งการไหลเทของน้ำมันขณะเรือโดนคลื่นลม เพื่อไม่ให้ปั๊มน้ำมันหล่อสูบเอาอากาศเข้าไปในทางดูด
46. ถอดฐานหน้าแปลน Charge Air cooler ที่ใช้เป็นฐานยึดสเกลยกเครื่องออก

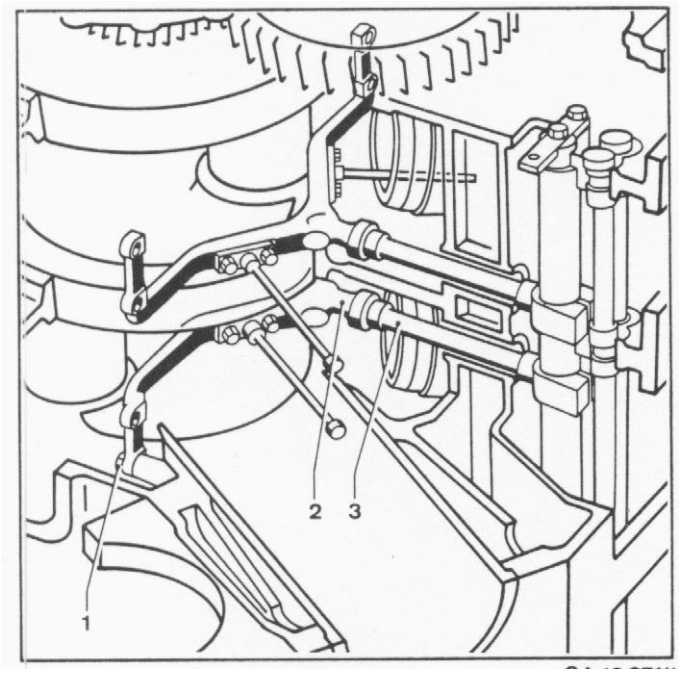
47. ถอดน๊อตยึดฝาครอบแบริ่งก้านสูบ Bank A ออก แล้วนำไปใส่กระดาน Mark ที่ทำขึ้นโดยเลขลำดับตามเลขหมายของน๊อต 1,2,3 และ 4
48. ใส่อุปกรณ์ป้องกันเกลียวกระทบกับ Cankpin ขณะดึงลูกสูบออก
49. หมุนเครื่องนำลูกสูบขึ้นให้ก้านลูกสูบตรง Liner พร้อมที่จะดึงออก
50. ใส่เครื่องมือดึงลูกสูบที่หัวลูกสูบ แล้วดึงลูกสูบออกทีละสูบจนครบทุกสูบ ตามรูป



การประกอบเครื่องมือเพื่อชักลูกสูบ

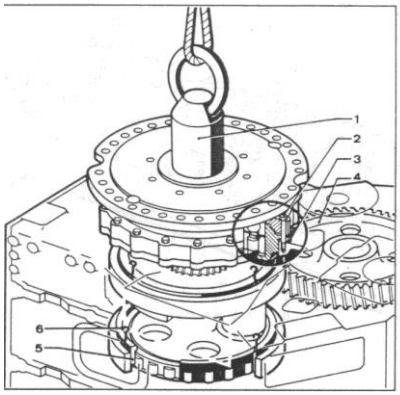
51. ทำการถอด Bearing ก้านสูบ Bank B โดยให้สังเกตฝาครอบ Bearing ด้านล่างจะต้องมีตัวเลขกำกับเหมือนตัว Bearing
52. ใส่ปลอกพลาสติกป้องกันเกลียวก้านสูบกระทบกับ Crank pin เสร็จแล้วหมุนเครื่องให้ลูกสูบตรงกับ Liner แล้วดึงลูกสูบออก
53. นำลูกสูบพร้อมก้านสูบที่ดึงออกมาทำการครอบ Bearing และปิดฝาครอบพร้อมใส่น๊อตตามหมายเลขทุกตัว(ลูกสูบในรุ่น TB93 จะไม่มีแหวนกวาดที่ Piston skirt คงมีแหวนกวาดใส่ที่ Piston Crown แต่เพียงอย่างเดียว)
54. ถอด Idel gear ปั๊มน้ำมันหล่อลื่นออก

55. ถอด Stand Pipe แล้วทำ Mark ที่ข้าง Stand Pipe ตามรูป



Stand pipe

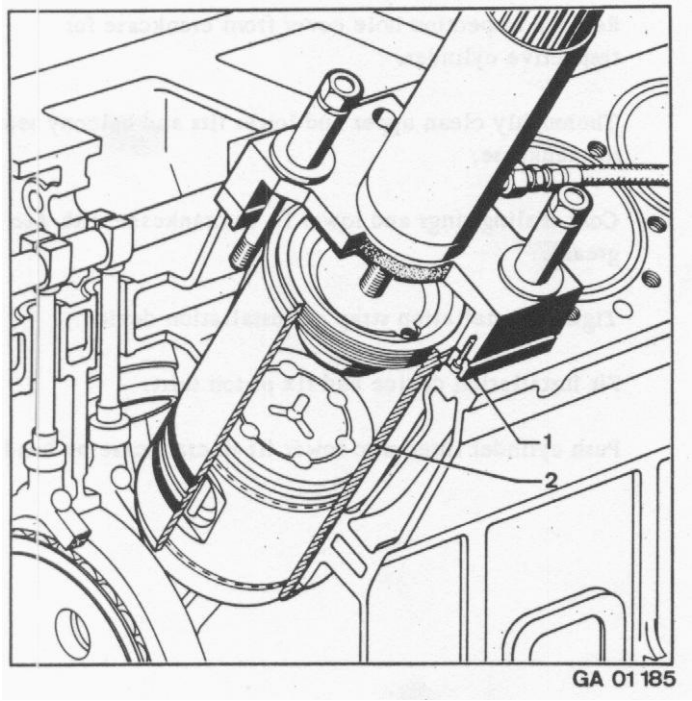
56. ถอดฐานยึดหน้าแปลนเพลาด้าน KS
57. ใส่เครื่องมือยึดลูกปืนเพลา (Retaining Fixture)โดยให้สลักยึดรูปตะขอหันหัวไปตามแนวรัศมีของรังลูกปืนเพื่อกันการติดขัดระหว่างการชักเพลา ตามรูป



การประกอบเครื่องมือเพื่อชัก Crankshaft

58. ถอดหน้าแปลนยึดเพลาด้าน KS โดยใช้น๊อตกวดเบ่งดันขึ้นตรงข้ามจำนวน 2ตัว เสร็จแล้วประกอบสเกลยกเครื่อง
59. ทำการยกเครื่องด้วยเครน ขณะยกต้องคอยสังเกตหัวตะขอที่ใช้ล็อค อย่าให้ติดเกี่ยวกับช่องแบริ่งเสื้อสูบ
60. ขณะที่ชักเพลาเมื่อเห็นว่าลูกปืนพ้นขอบแนว Main Baring ขึ้นมาจนสามารถถอดลูกปืนได้แล้วให้ทำการถอดลูกปืนทันที
61. นำเพลาตั้งบนฐานรองรับเพื่อให้เพลานอนตัวกับพื้น เสร็จแล้วยกเพลาในลักษณะนอนขึ้นวางบนฐาน Roller บนโต๊ะ ทำงานที่ตำแหน่งข้อแบริ่งตัวที่ 2

62. เอา Large intermediate gear wheel ออก
63. พลิกเครื่องกลับไปทิศทางเดิมเพื่อถอด Liner
64. ติดตั้งเครื่องมือถอด Liner แล้วกวดน๊อตนำ Liner ออก ตามรูป



การประกอบเครื่องมือเพื่อถอด Liner

7 ลำดับขั้นตอนตรวจสอบและวัดหาค่าและประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ

1. ทำการวัด Bore housing โดยใช้เครื่องมือ Innenmessgeraet 160-280 mm dia Boregauge รวมกับ Dial Gauge โดยการ Set ไมโครมิเตอร์ขนาด200-225 mm ก่อนโดยใช้ค่าการตั้งจากหนังสือ Diesel Engine User TB.0 และ .1 tolerances and wear Limits List Mo70013/20E Edition 02.78 จากค่า tolerances Limits ที่ 205.0 ทำการตั้งไมโครมิเตอร์ที่ 205 นำ T gaue มาตั้งสำหรับขอบบนถ้าเป็นขอบล่างตั้งที่ 203.5 ค่า toLerances Limits จะแสดงที่ตาราง Tolernce ในหนังสือเล่มนี้จะมีการอ้างถึงมาตรฐาน ISO Standard เช่น ใน tolerances Limits ของ Cylinden Liner in crankcase ในระดับ Crankcase boredia top จะมีค่า New condition fit (nominal dimension) ที่ 205.0 H6

   H6 หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อนที่เป็นไปตามมาตรฐานของ ISO (DIN7150) ซึ่งจะมีตารางแสดงความคลาดเคลื่อนขึ้นอยู่กับไดมิเตอร์นั้นๆ ถ้าเป็นอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ (H7) หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากภายใน ถ้าเป็นอักษรตัวพิมพ์เล็ก(h5) จะหมายถึงค่าความคลาดเคลื่อนของ outside Dimitor

   การวัดจะต้องเคลื่อนตัว Tgauge ขึ้น - ลง โดยไม่หยุดกลางคัน เลื่อนไปมาให้อ่านค่าที่เข็มนิ่งที่สุดขณะโยกขึ้นลงแล้วจดบันทึกในตาราง Crankcase Data sheet MD 538 จากนั้นให้ตรวจดูความพรุนถ้าพรุนให้เจียรนัยใหม่จนหมด เสร็จแล้ววัดหาระยะClearanee ใหม่

2. ตรวจวัดหาค่าความลึกของขอบบ่า Liner (Balcony seat depth) เริ่มจากการนำเอา Messuhr, Messbereich 30 mm Dial gauge ไปทำการตั้งระดับให้ได้เลขจำนวนเต็ม เช่น 20,15,16 ก่อนแล้วจึงนำมาวัดค่าความลึกของบ่า จำนวน 4 จุด รอบปาก Liner housing แล้วนำค่าทั้ง 4 มาหารเฉลี่ยจะได้ตัวเลข เช่น 11 - 22 แล้วนำค่าที่ได้ไปเทียบกับตาราง Reworkfit ซึ่งระบุค่าสูงสุดไว้ที่ to Max 12.10 และ ต่ำสุดที่ to Min 6.70 ถ้าไม่อยู่ในเกณฑ์ต้องเจียรนัยใหม่แล้วใส่ L Ring

   ระยะความลึกของบ่า Liner ที่วัดได้ =11.20-12.10

   ความหนาของขอบปาก Liner ให้ค่าไว้ = 6.70-7.00

ถ้าค่าของบ่า Liner ที่ตัวเสื้อกับขอบกระบอกสูบห่างกันเกิน 5.30 คือเกินค่า Max ของ mild Steel จะต้องเจียรนัยบ่าใหม่แล้วนำ L Ring ใส่เข้าไปที่ขอบบ่าเสื้อสูบมีค่าเกณฑ์กำหนดดูจากแผ่นชีท Maintenance W5 Section 5.13 หน้า 1

3. การวัด Crankcase เพื่อเลือกใช้ Liner ให้วัด Crankcase ทั้งทางด้าน Upper และ Lower แล้วนำมาคำนวณหา Clearance เช่น ความโตของเสื้อสูบ Bore + ค่า Clearance มาตรฐาน .002 จะเป็นค่าความโตของ Liner ที่จะนำมา ใช้ดูจาก ตารางในหนังสือ tolerance จะบอกค่า Rework ไว้ที่ 205.3,205.6,205.9

   Group 1- yellow จะมีค่า tolerance = 0.027-0.037

   Group 2 – blue จะมีค่า tolerance = 0.017-0.026

   การคำนวณเริ่มจากเอาค่าที่ Crankcase ที่ได้มา เลือกใช้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน เช่น upper Liner bore 205.06 mm ,Lower Liner bore 203.56 mm

   upper Liner yellow 205.027-205.037 — ให้ปัดเป็น 4

   blue 205.017-205.026

   205.06-

   <u>205.04</u>

   0.02

ซึ่งค่า Limits ที่ Max มีให้ 0.002 แสดงว่า Liner นี้ใช้ไม่ได้ เนื่องจากตัวเล็กไป ขณะเดินเครื่อง Liner จะเคลื่อนตัวกระทบกับ Crankcase ทำให้ Liner ร้าวได้

4. การวัดเพื่อหาค่า Mild steel เริ่มจาการใช้ไมโครมิเตอร์ขนาด 0-75 mm ทำการวัดความหนาที่ขอบปากด้านนอกของ Liner 4 ตำแหน่ง เช่น ได้ค่าเฉลี่ยที่ 6.980 ให้นำค่านั้นมาเข้าสูตร H=A-B+E ดูจาก Sheet maintenance “W5” หน้า 1

   H=A/B+E

   A=11.23

   B=6.98

   E=0.80 to 0.15 เลือกค่าระหว่าง .080-0.15 คือ 0.10

H= ?

นำค่าที่เลือก 0.10 + กับค่าเฉลี่ยของปาก Liner คือ 6.980

B = 6.980+

E = 0.10

= 7.080

A คือ ค่าความลึกของบ่าเสื้อสูบ = 11.23

B คือ ค่าความหนาของปาก Liner

E คือค่าที่เลือกแล้วระหว่าง .080-0.15 คือ 0.10

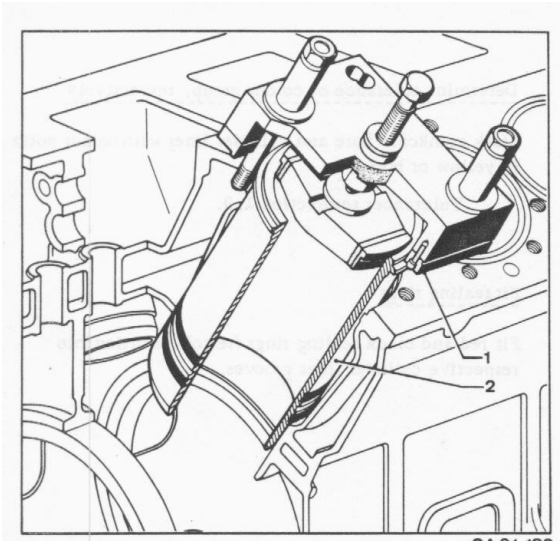
ดังนั้น B-E = 6.980-0.10=7.08

A-(B-E) = 11.23-7.08 =4.15

11.23-6.98=4.25-0.10=4.35

เมื่อได้ค่า 4.35 แล้วนำมาเลือก Code Dimension “H” เป็นค่าความหนาของ mild Steel ที่ 4.35 เพื่อนำไปใส่ที่ขอบบนปาก Liner ต่อไป

5. การประกอบ Liner เข้ากับ Crankcase ให้เปลี่ยน ซีลยาง กันน้ำมันและน้ำ ที่ Liner ทุกครั้งที่เอา Liner ออก
6. ตรวจการกัดกร่อนเป็นรูพรุนที่รอบตัว Liner ต้องลึกไม่เกิน 3 ม.ม. ถ้ามีการกัดกร่อนให้หมุนเปลี่ยนทิศทางตอนใส่ และถ้าหากเกิน 3 ม.ม. ให้เปลี่ยน Liner ใหม่
7. ก่อนนำ Liner เข้าCrankcase bore ให้ทาวาสลีนบางๆ บริเวณซีลเพื่อการหล่อลื่นขณะใส่
8. ทำความสะอาด Liner housing ก่อนนำ Liner ใส่เข้าที่เสร็จแล้วประกอบเครื่องมือใส่ Liner (installation and remove cylinder Liner) เพื่ออัดกระบอก Liner เข้าที่จนปากขอบของ Liner จมลงเบ้ารับที่ตัว Crankcase ตามรูป



การประกอบ Liner เข้ากับ Crankcase

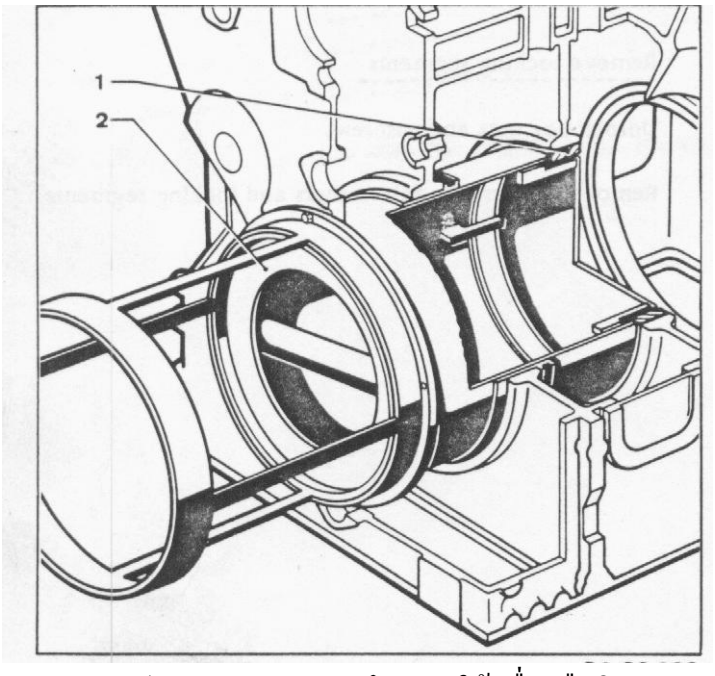
9. ทำการวัด Liner ด้านในภายหลังจาการใส่เข้าไปใน Cankcase แล้วด้วยการใช้ Test bore gauge ซึ่งเป็นขนาด Standard มาตั้ง T-bore gauge ที่ 0^0 โดยการโยกขึ้นลงให้เข็มของ Dial gauge ที่ตัว T-bore gauge set ที่ 0^0แล้วจึงนำเข้าไปวัดภายใน Liner 4 ตำแหน่งดังแสดงไว้ในตารางบันทึกค่า Data sheet cylinder Liner cinstalld(8)แล้วนำค่าที่ได้ลงบันทึกในตารางที่ให้ไว้ การวัดมี 2 ลักษณะได้แก่

   a. หมายถึงการวัดด้านขวางเครื่อง

   b. หมายถึงการวัดด้านความยาวของเครื่อง

   มื่อวัดเสร็จแล้วแต่ละ Liner จะต้องนำเอา T-bore gauge มาวัดความเที่ยงตรงกับ Test bore gauge ทุกครั้งค่า STD = 185.00 mm ตามใน Cylinder liner tolerance book Crankcase หน้า 1

10. การถอดและวัด Crank case Outer race เริ่มจากการหมุนพลิกเครื่องให้ด้าน Oil crank หงายขึ้นไปอยู่ด้านบน คลายสลักร้อยยึดตัว outer race ออก แล้วเอาเครื่องมือ Hydraulic for Installation and removal of the main bearing outer races ใส่เข้าไปแล้วใช้แรงดันประมาณ 120 bar ดันเอา outer race ออก จดบันทึกตัวเลขที่ด้านข้างทางด้าน KS พร้อมทั้งทำ Mark แล้วทำการตรวจบริเวณที่ติดตั้งโดยรอบของ housing ว่าตัว Crank case นั้นเกิดการกัดกร่อนหรือไม่ ถ้าหากการกัดกร่อนเกิน 50 % ต้องทำการเจียรนัยใหม่ ค่าของการวัด Crank case outer race ดูจากหนังสือ Tolerances หน้า 3 ได้แก่ Interference ที่ Min 0.016 Max 0.082 ตามรูป



การประกอบ Outer race โดยการใช้เครื่องมือพิเศษ

11.การวัด outer race

   11.1.ตั้งไมโครมิเตอร์ขนาด 300-400 ม.ม. ที่ 382 ม.ม.

11.2.นำ T-bore gauge (Innenmessgeraet 160-28 mm dia)เข้าปรับเทียบที่ 392 ม.ม. ตามตาราง ค่า Rework ของ Main Bearing หน้า 3 tolerances book ทำการวัด 2 ตำแหน่ง ตรงข้ามได้ค่าเท่าไร แล้วบันทึกลงในแผ่นบันทึกการวัดผลของการวัดค่าทั้ง 2 ด้านจะต้องไม่เกิน 0.035 ถ้าเกินให้เจียรนัยใหม่ (Rebore)

11.3ทำการวัดตัว Outer Race จากขอบนอกของ Outer Race โดยใช้ไมโครมิเตอร์ ขนาด 300-400 มม. ค่าที่ได้ต้องไม่ต่ำกว่าขอบ Main bore housing ในกรณีที่ ค่าเท่ากันความร้อนจะทำให้ Out Race ขยายตัวอัดแน่นกับ housing เอง ก่อนใช้ไมโครมิเตอร์ต้องทำการ set กับ barset 374.997 mm. ก่อน ค่ามาตรฐาน operational Limit ได้แก่ overlap = 0.005 เสร็จแล้วจึงประกอบ Outer Race เข้าที่

12. เมื่อประกอบ Outer Race เข้าที่แล้ว จึงทำการวัดด้านใน inside ด้านหน้าตัด 2 ตำแหน่ง หาการบิดเบี้ยว หรือ เทเอียง กับ ความโตของผังตรงข้าม 3 ตำแหน่ง โดยแบ่งจากวงกลมของตัว Outer Race

    โดยมีค่ามาตรฐานกำหนดไว้ใน tolarance book ที่ Newcondition Fit คือ 342.0

    จากนั้นจึงตั้ง t-boregauge ใหม่ กับ ไมโครมิเตอร์ ที่ 342 มม. ผลที่ได้ให้ทำการ บันทึกในแผ่นตรวจสอบ MeSblatt(2) ช่อง Outer Race Outer site

13. การตรวจสอบ CRANK shaft เริ่มจากการทำความสะอาดให้ผิวของ Crank shaft สะอาดดี และทำการตรวจสอบด้วยสายตาหารอยสึก,การกัดกร่อน หรือแผลที่อาจเกิดขึ้น ถ้าหากพบการกัดกร่อนที่ผิวเพลาต้องส่งไปทำการเจียรนัย ที่ประเทศเยอรมันนีขั้นตอนการตรวจสอบมีดังนี้

    13.1 ตรวจวัดความแข็งของผิว จาก sheet การตรวจสอบ stufe II(17) ได้แสดง การตรวจสอบเพลา ไว้ 2 ตำแหน่ง ใหญ่ๆ ได้แก่ Main Bearing และ Crank pin ด้านข้าง จะมีตารางแสดงค่ามาตรฐานกำหนดความแข็งไว้ส่วนตำแหน่งในการตรวจสอบได้แก่ stelle อักษร a,b,c,d และ e

    เริ่มจากการใช้เครื่องมือวัด ค่าความแข็ง Fallharteprufer F1 แบบปล่อยกระทบในจุดนั้นๆ 3 ตำแหน่ง เช่น จะทำการวัด Crank pin ที่จุด A นำเอา เครื่องมือวัดความแข็งปล่อยกระทบรอบข้อของ Crank pin และนำค่าที่ได้มาหารเฉลี่ย เอาค่าเฉลี่ยนั้น มาเทียบกับค่าในตาราง ที่แนบมากับเครื่องมือวัด เปลี่ยนหน่วยเป็น RC เช่นค่าที่ได้หน้าสเกล = 65 เปลี่ยนตามตารางจะได้ 57.6 Rc

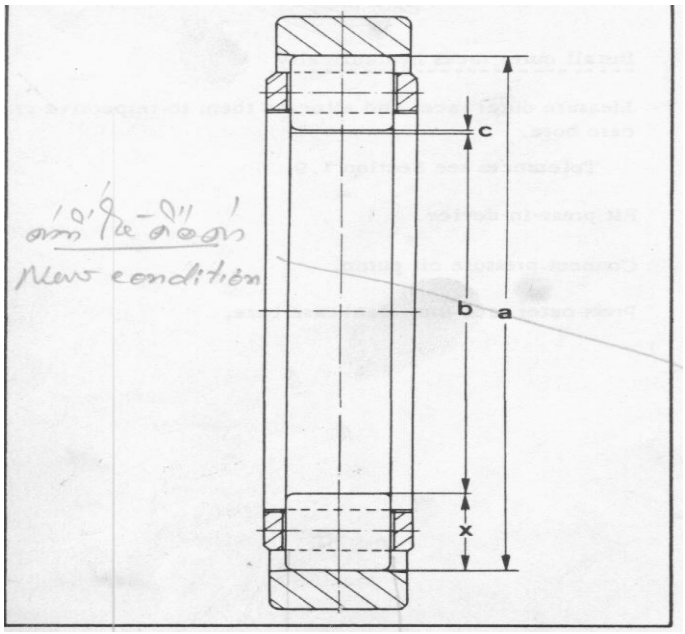
    นำค่า 57.6 RC มาเทียบกับตารางความแข็งของเพลาในตาราง

    (17) Harte ที่ระบุ Harte HR = 53 - 3 แสดงว่าความแข็งของ Crank pin ข้อนั้นใช้ได้โดยมีค่าความเกิน 50 หรือ 57.6 RC. ซึ่งค่า 50 เป็นค่าต่ำสุดของเกณฑ์ที่ยอมรับได้ Mind 50 RC.

14. การวัด Main bearing Journal dia crank Shaft เริ่มจากการนำเอาไมโครมิเตอร์ขนาด 250-275 มม. ทำการตั้งค่ามาตรฐาน ที่ 265.98 แล้วจึงทำการวัดที่ main bearing ตัวที่ 9 นับจากด้าน ks. ได้ค่า = 265.95 จากการวัดให้นำค่าที่ได้ไปบันทึกลงในตารางแผ่นบันทึกการทดสอบที่ตาราง A ช่อง IX (1)

15. การวัดและคำนวณการเลือกใช้ขนาดของ Roller การหาความโตหาได้ 2 วิธี คือ

วิธีที่ 1 จากการคำนวณโดยใช้สูตร X=(a-b-c)÷2 ระยะการวัดต่าง ๆ ตามรูป



ระยะต่าง ๆ ในการวัดเพื่อหาขนาดของ Bearing

X = ความโตของ Diameter roller bearing ที่หา

A = ตัว Inside ของ Outer Race ที่วัดได้

B = ด้าน Out side ของ mian crank shaft

C = คือค่าระยะห่างที่ให้ระหว่าง 0.10 ถึง 0.12 มม.

จากสูตร X = (a-b-c) ÷2

A = 342.08 มม.

B = 265.94 มม.

C = 0.10 to 0.12 มม.

∴ ค่าของ c ที่เลือกคือ = 0.11

= 342.08-265.94

= 76.14-0.11 = 76.03÷2 = 38.015 นำค่าที่ได้ไปเทียบ part No._

นำค่า 76.4 ไปหาขนาด ball ใน Task Desoription เรื่อง Selection of roller diameters โดยดูจากตารางการเทียบโยงค่าที่ 76.140 จะได้ค่าขนาด Ball คือ (ไม่มีในตาราง)

วิธีที่ 2 ได้จากการนำเอาค่า Inside outer Race ลบออกจากค่าของ outside ของ Main shaft เมื่อได้ผลลัพธ์แล้วจึงไปหาตัวเลขในตารางเส้น tolerance (section 3.3.2 page 6) เช่น

inside out race = 342.08

outside main shaft = 265.980 – ค่า to lerance 0.025

= 265.980-0.025 = 265.955

∴ ค่าที่ได้ = 342.08-265.95 = 76.125

16. การวัดขนาดความโต (Dimeter) Ball bearing

นำเครื่องมือวัดอิเลคโทรนิค ทำการตั้งค่ามาตรฐานความโตของ ball new condition (tolerance section 3 page 3) ที่ค่า 38 มม. ที่อุณหภูมิ 20° C และ set ค่าที่เครื่องวัดไว้ที่ 0 มม. นำตัว Roller ที่ต้องการวัดเข้าเครื่องวัด สมมุติว่าได้ ค่า = -0.020 ให้นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบในตารางค่าการเลือกใช้ section 3.3.2 จะได้ค่า = 37.982 ส่วนค่าที่ยอมรับได้ของ tolerance คือระหว่าง –0.024-0.003

17. การวัดความโตของ Crank pin ใช้ไมโครมิเตอร์ขนาด 100-125 มม. ค่า std. ที่ 110 ตาม tolerance book section 3 page 5 ทำการวัด Crank pin เช่นได้ค่า 109.93 นำไปเทียบค่า rework จะเห็นว่าอยู่ใน stage 2 109.90 ซึ่งค่า limit tolerance จะอยู่ระหว่าง – 0.034 to 0.012 ทำการบันทึกลงในแผ่นตรวจสอบ Crank pin dia(1) เสร็จแล้วทำการตรวจด้วยสายตาถึงสภาพความร้าว ความร้าวมีสองอย่างคือเกิดจากความร้อน และการกัดกร่อน ถ้าเกิดจากความร้อนสามารถซ่อมได้เอง ส่วนการกัดกร่อนต้องส่งไปซ่อมทำต่างหาก

18. การทำความสะอาดท่อทางน้ำมันภายใน Crank shaft เริ่มจากทำการเปิดฝาครอบโดยการตีฝาครอบช่องทางน้ำมันด้าน KGS บริเวณ Crank pin หัวเพลา ข้อที่ 9 ด้านนอกออกก่อนโดยใช้ฆ้อนตีฝาเหล็กปิดเข้าไปด้านใน เปิดช่องทางสำหรับการฉีดล้างภายใน Crank shaft ทีละข้อ ในกรณีที่มีการอุดตันต้องตอกฝาปิดน้ำมันช่องเล็ก ที่ฝังตัวด้านข้าง crank pin ออก ในกรณีที่ไม่การอุดตันก็ไม่จำเป็นที่จะต้องดำเนินการในข้อนี้ ในกรณีใส่ฝาครอบปิดกั้นน้ำมัน ต้องใช้เครื่องมือพิเศษ press indevice ทำการตอกดันเข้าไปจากนั้น ใช้ Swagging roll in sealing plate of crank shaft end กวดบานให้ฝาครอบแน่นกับ crank shaft

19. ถอดหน้าแปลนยึดเพลา ด้าน KS โดยการติดตั้งเครื่องมือพิเศษ press cylinder บนหน้าแปลนเพลา ใช้ไฮโดรลิคอัดด้วยความดัน 1800 bar ที่ช่องทางเดินน้ำมันหน้าแปลนเพลา ดันหน้าแปลนออก และใช้ไฮโดรลิคขนาด 600 bar ดันให้หน้าแปลนระหว่าง press cylinder แตะกับหน้าแปลนเพลา เพื่อกันการดีดตัวของหน้าแปลนเพลาขณะถอนตัวออกให้ติดกับเครื่องกัน press cylinder ฉะนั้นขณะถอดเคือง press cylinder จะเป็นตัวป้องกันการดีดตัวออกของหน้าแปลนเพลาเท่านั้น

การถอด ball bearing (Thrust bearing) หน้าแปลนเพลา เมื่อถอดหน้าแปลนเพลาด้าน KS ออกมาและจะมีชุด ball bearing เกาะติดอยู่การจะตรวจเช็ค ball จะต้องถอดแยกชิ้นส่วนของหน้าแปลนเพลาออก เริ่มจากการนำเอาชุดหน้าแปลนหน้าเพลาทั้งชุดมาที่ห้องปฏิบัติการถอด ชุด Bearing ขึ้นตั้งบนฐานแท่นรองรับเพื่อการหมุนตัวของชุด Bearing นำ เครื่องมือ Lug Ring Spanner ใส่เพื่อคลายแหวนเกลียวล๊อค รัง Ball ออก จากนั้นใช้รอกดึงชุด Thrust bearing ออก จากหน้าแปลน,ใช้เหล็กงัดแยกชุด Thrust bearing ซึ่งมีทั้ง ball bearing และ roller bearing อยู่ด้วยกัน ,คลายน๊อตฝาครอบแบริง (bearing cover) ยกรัง ball bearing ออก ,ตอก outer race ของ Roller Bearing ออก

20. ทำการวัดหาค่าความหนาแหวนชิมรองรับ outer race roller bearing (deter mine thickness “x” of intermediate ring) ตามแผ่นแสดงการวัด section 3.3.2.4 โดยใช้ Depth gauge ขนาด 300 มม. เพื่อหาค่าของ

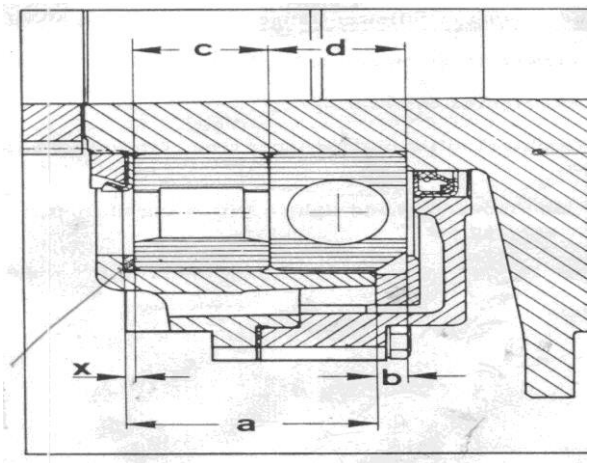
a = 96.90 (ความสูงของขอบปาก End cover ถึงด้านล่างสุดที่ใส่แหวน)

b = 11.00 (ความสูงของขอบปาก End cover +แหวนครอบรับ ball)

c = 51.975 (ความสูงของ outer race roller bearing)

d = 52.15 (ความสูงของ outer race ของ ball bearing)

0.075 = คือค่าเลือกระหว่าง 0.05 ถึง 0.10 จุดที่ต้องวัดค่าต่าง ๆ แสดงตามรูป



ระยะต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการหา

ความหนาแหวนชิมรองรับ outer race roller bearing

จากสูตร x = a+b-c-d-(0.05 to 0.10)

= 96.90+11.00 = 107.900-

c = 51.975

= 55.925-

d = 52.150

= 3.775-

ค่าระหว่าง 0.05 ถึง 0.10 = 0.075

∴ X = 3.700

X คือค่าความหนาของแหวนชิม = 3.7 มม. (adjusting ring)

การวัดให้ใช้เครื่องมือ 2 ชนิด คือ depth gauge ขนาด 300 มม. และ dial depth gage ขนาด 200 มม. ทำการปรับเทียบค่าที่ได้จะต้องใกล้เคียงกัน

ชิมเล็กที่สุดคือ 4 มม. ได้ค่าเท่าไหร่แล้วให้ไสชิมออกให้ได้ค่าที่คำนวณจึงใส่เข้าไป

21. ทำการประกอบชุด Thrust Bearing โดยการนำเอา End cover ที่ใส่ adjusting ring ผ่านการอบที่ 50° องศา มาแล้วใส่ Outer Race roller bearing เข้าก่อน (ตอกใส่) จากนั้นนำรัง ball bearing ใส่

แล้วปิดทับด้วยแหวนครอบรัง ball ยึดด้วยสกูรโดยรอบ ใช้ Torgue wrench ขึ้นกวดแรงบิด 24.5 ปอนด์ (lb) ทุกตัว,เปลี่ยนซีลยางที่ตัวฝาครอบก่อนใส่ทุกครั้งโดยใช้แผ่น plate กดดันออก จากนั้นใส่ Gasket รองรับ bearing cover ใส่ bearing cover ลงไปในแกนเพลารับของหน้าแปลนเพลา,ใส่ตัวรองรับ ball bearing ยกชุด ball bearing ด้วย crane สวมเข้ากับชุด ball bearing ลงไปที่แกนเพลาหน้าแปลนบนตัวรองรับ ball bearing ให้ทำการ mark ที่ตัว ฝาครอบและที่ตัวชุด ball bearing ก่อนทำการใส่เพื่อจะได้ตรงกันพอดี เมื่อครอบกันแล้วให้ใส่สกูรนำและดึงให้ฝาครอบแนบกันก่อน (ในส่วนนี้จะใส่สลักยึดติดกับ crank case) เสร็จแล้วใส่รังรับ ball ด้านบนแล้วจึงใส่ชุด Roller bearing และปิดทับด้วยการกวดแหวน ล็อค Roller bearing ด้วย เครื่องมือ Lug ring spanner แล้วจึงใส่ gasket

22. การถอด Roller Bearing ของเฟืองขับ last intermediate gear โดยการกดปลอกแกนกลางออกด้วยเครื่องมือกด เสร็จแล้วตอก out race ของ roller bearing ออกด้วยแท่งอลูมิเนียมทั้งสองข้าง แล้วทำการวัดค่าความสูงของ interrace ตามแบบการวัด section 3.2.4.4 page 1 เพื่อหาค่า b1,b2 ด้วยไมโครมิเตอร์ขนาด 0-2.5 มม.

สูตรการคำนวณ X=a-(b1=b2)+0.05 to 0.10 mm. เพื่อหาความหนาของชิมรอง

b1 คือ ความสูงของ inter race รัง roller ตัวใน

b2 คือ ความสูงของ inter race รัง roller ตัวนอก

a คือ ค่าความสูงรวมของชุด Bearing ที่ประกอบในตัว Gear

ในที่นี้วัดค่า b1 = 24.985 a = 81.360 31.440

b2 = 24.985 (b1+b2) = 49.970 -std = 22.840

a = 81.360 31.390 + X = 8.600 mm.

∴ ระยะระหว่าง ชิมรอง bearing = x = 8.600 mm. ค่าเลือก = 0.05 คือค่าเลือกระหว่าง 0.05 ถึง 0.10 ชิมมาตรฐาน Space bush = 22.84 mm.

ทำการใส่ outer race เข้ากับ Last Intermediate gear โดยการนำเอา last Intermediate gear เข้าอบความร้อนในเตาอบที่อุณหภูมิ 80 องศา แล้วนำออกมาตอก outer race ทั้งสองด้าน ด้วยแท่นอลูมิเนียม

ทำการวัดความสูงของชุด roller ที่อยู่ใน gear โดยตั้ง gauge box ที่ 80 มม. จากนั้น set Depth gauge ที่ 0 แล้วนำมาวัดความสูงของชุด Bearing ได้ = 81.360 คือค่า a

การใส่ bearing last intermediate gear ใช้ไมโครมิเตอร์วัดหาความหนาของแหวน ชิมรองที่ต้องการแล้วทำการใส่ ให้อยู่ระหว่างชุด bearing นั้น 2 ตัว แล้วนำชุด last gear ขึ้นวางบนเครื่องมือใส่ bearing พร้อมทั้งวัดค่าระยะความสูงของ bearing ถอดสลักอัดด้วย ความดัน 60 NM และอีก 60 องศา และทำการวัดระยะรุนการเคลื่อนตัวของชุด bearing ด้วย Dailgauge ค่าที่ยอมรับได้คือ 0.05-0.10 และทำการตอกอัดปลอกด้วยแกนเพลาให้เข้าที่ด้วยเครื่องมือกดแล้วปิดล๊อคด้วยน้อต

ล๊อค เครื่องมือวัด bearing Last Intermediate gear ได้แก่ Measuring Equipment for idler-gear backlash ซึ่งไม่มีใน book tool

23. การใส่ชุด Thrust Bearing เริ่มจากการเอาชุด Thrust bearing ใส่เข้าไปในหัวเพลาพร้อม gasket ด้วยแรงดันมือ แล้ววัดระยะจากหัวเพลาถึงปลาย thrust ได้ 53.3 มม. ลบด้วยระยะความยาวของตัว Thrust bearing = 197.7 จะได้ ค่า 144.4 ใช้ feeler gauge วัดระยะหลังชุด thrust ถึงกับหน้า Gear เพลา จะได้ระยะ = 6.80 มม. แล้วลบด้วยตัวเลข Force On ที่บันทึกไว้บนหน้าแปลนชุด Thrust = 4.7 มม. จะได้ค่า Gap = 6.80 – 4.7 = 2.1 เมื่อวัดเสร็จแล้วให้ใช้แรงดัน 1800 bar จัดชุด Thrust เข้ากับ Crank Shaft จนเหลือระยะหน้า Gear กับชุด Thrust = 2.1 มม. แล้วจึงใช้ Filler gauge สอดวัดระยะหน้า Gear กับหน้า Thrust อีกครั้ง ผลที่ได้จะต้อง = 2.1 มม. แล้วต้องอัดทิ้งไว้ ½ ช.ม. จึงเอาเครื่องมือออก

การคำนวณ หาระยะ gap ระหว่างชุด Thrust bearing กับหน้า Gear crank shaft ระยะ ความยาวของชุด Thrust bearing = 197.7 มม. ความยาวของระยะหัวเพลาถึงด้านนอกสุดชุด Thrust = 53.3 mm.

= 144.4 mm.

ระยะจากการวัดของ Filler gauge ระหว่างชุด Thrust ถึงหน้า Gear = 6.80 mm.

ลบด้วยตัวเลข Force on บนหน้าแปลนเพลา = 4.70

∴ ระยะ Gap = 2.10 mm.

อัดด้วยแรงดัน 1800 bar จนชุด Thrust หรือ ระยะที่วัดได้จาก Filler gauge = 2.1 mm.

การคำนวณหา Gap จากผลลบของ Thrust bearing กับความยาวหัวเพลา

ความยาวหัวเพลา = 151.90-

ระยะที่เหลือของชุด Thrust จะเข้าสุด Gear = 144.4

= 7.50

ลบด้วยระยะยอมให้ Force on เข้าได้ = 4.70

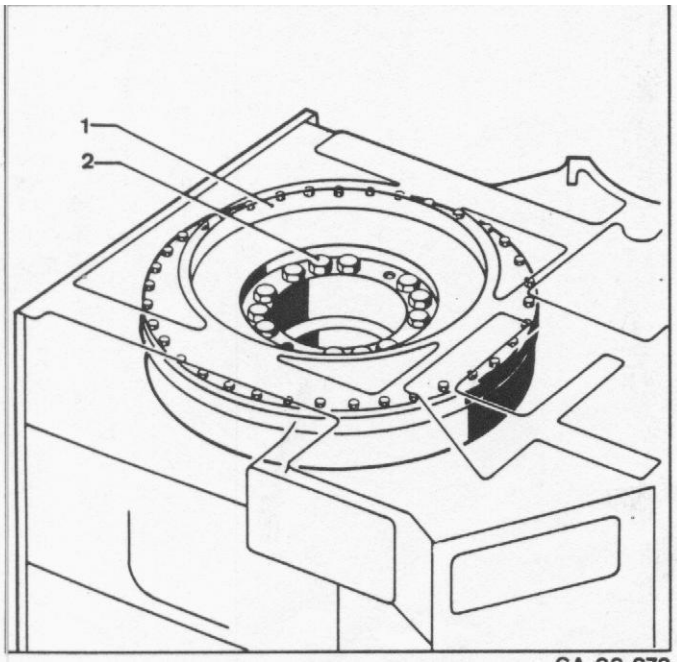
∴ Gap = 2.80

24. ติดตั้ง Connecting plece for pressure Testing of the Crankshaft เพื่อทำการทดสอบการรั่วไหลของน้ำมันหล่อที่ Crank shaft โดยใช้การ Sealing oil holes ปิดกั้นน้ำมันหล่อที่จะไหลออกจาก Crank pin แล้วใส่ปลั๊กอัดน้ำมัน pressure testing Ya3001274037 เข้าที่ปลายเพลาด้าน KGS แล้วทำการอัดน้ำมันไฮโดรลิค ด้วยความดัน 30 bar. น้ำมันใช้ SAE. 20 ตรวจสอบการรั่วไหลด้วยสายตา
25. การประกอบ Crank Shaft เข้ากับ Crank case ทำการผูกรัดรัง Roller ด้วยเชือกให้ติดกับ crank shaft สำหรับการใส่เข้าเครื่องทุกข้อ แล้วยก Crank shaft ขึ้นจากนั้นจึงหงาย crank case ขึ้นตั้งและหาระดับความเป็นฉากกับพื้น(ดิ่ง)เรียบร้อยแล้ว นำเอา large Intermediate gear เอาด้านน๊อตล๊อควางลงด้านล่างเข้าใส่ใน Cank case ก่อน แล้วจึงยก Cank shaft ขึ้นรองซิมและ Gasket ทาจารบีที่

gasket แล้ว จึงหย่อน Crank shaft ลง จนเกือบสุดทำการรอง Crank shaft ด้วยไม้ให้ Crank shaft อยู่นิ่งแล้วจึงปลดเชือกรัดรังลูกปืนออกใส่ Roller bearing จนครบทุกช่องรังแล้วครอบด้วย Retaining main bearing roller แล้วล๊อคด้วยตะขอทำเช่นนี้จนครบทุกข้อ

26. ทำการตรวจเช็คความเรียบร้อยว่าได้ใส่ roller ครบทุกช่องข้อหรือไม่แล้วทำการการชักไม้รองออก ยก Crank shaft ใส่ลงใน Crank case จัดช่องการจ่ายน้ำมันเข้าชุด Thrust bearing ให้ตรงทางจ่าย, ใส่สลักนำทางช่องจ่ายสลักหน้าแปลนเพลา Thrust bearing จำนวน 4 ตัว เพื่อกวดวัดให้ชุด Trust bearing แนบกับ Crank case ก่อน
27. ปลด Retaining ring ออกจาก Roller นำเอาเครื่องมือวัด Locating stand pipe carrier ,stand pipe and crank shaft เข้าทำการตรวจสอบตำแหน่งเกาะของด้านสูบกับ crank pin ว่า ถูกต้องหรือไม่โดยการใส่เข้าไปที่สูบ A1 และ A8 อยู่ในตำแหน่ง TDC การตรวจสอบรอง ถ้าใส่เครื่องมือนี้ได้แสดงว่าระยะ Crank shaft ถูกต้อง (ถ้าเข้าไม่ได้ต้องปรับแต่งชิมที่รอบ ชุด Trust bearing คือเอาชิมออก) จากนั้นทำการวัดระยะห่างระหว่างแขนของ stand pipe กับขอบของ crank pip ด้วย Feeler gauge เพื่อบันทึกค่าช่องว่างไว้ในการซ่อมทำครั้งต่อไปแล้วจึงใส่สลักบนชุด Thrust bearing กวดอัดให้ครบ ด้วยแรงบิด 50 NM.
28. ประกอบ large intermediate gear เข้าถึงเฟืองขับ Crank shaft ใส่สลักยึด gear ด้วยแรงบิด 60 NM. และอีก 60 องศา
29. ตรวจสอบระยะรุนของ Crank shaft โดยการติดตั้ง Dialgauge ที่หน้าแปลนเพลากับตัว Case ใช้ Cane ถึง Crank shaft ขึ้นจะได้ค่าประมาณ 0.050 (เป็นค่าที่ set ไว้กับ Trust bearing ระหว่าง 0.05-0.10)
30. ประกอบ Stand pipe ตรวจสอบความเรียบร้อย,การอัดตัวของท่อส่งน้ำมันโดยการใช้ ฆ้อนพลาสติกตอกอัดให้แน่น,หรือใช้เครื่องมือบานออกแล้วทำการประกอบเข้ากับ Crank case ความดันน้ำมันภายในท่อส่ง 8 bar แรงบิดที่สกูร 48.4 NM. การตรวจสอบ clearance ให้ตรวจสอบตาม Tolerance book section 16 page 1 การตวจสอบลูกหมากของ stand pipe ให้ใช้แรงดันกดลงที่ปลายขา stand pipe = 0.3 ถึง 0.5 NM. (ขาของ stand pipe จะเคลื่อนที่ได้ก็ต่อเมื่อต้องใช้แรงดึงหรือดัน 0.3 ถึง 0.5 nm) เสร็จแล้วทำการตรวจสอบตำแหน่งของขา stand pipe ด้วย Locating stand pipe carrier ,แท่งเหล็กนำ guide

31. ประกอบ Vibration Damper เริ่มจากการพลิกเครื่องเอาด้าน KGS ขึ้นยก Vibration ด้วย Crane ขึ้น สวมลงบนหัวเพลาด้าน KGS กวดสลักด้วยแรงบิด 230 NM (23Nm) ตามรูป

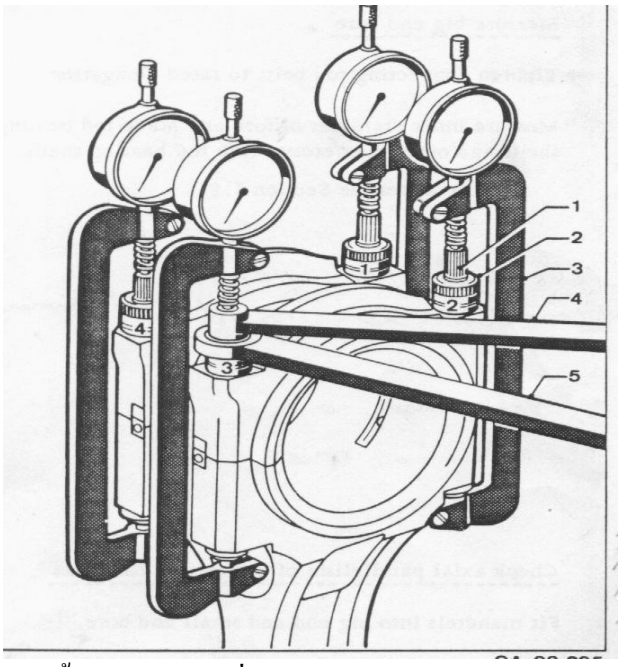


สลักของ Vibration damper

32. ติดตั้งเพลา Crankshaft extension ต่อจากหน้าแปลน Vibration Damper กวดสลักด้วยแรงบิด 82+8 NM

33. วัดความยืดของสลักยึดฝาประกบ Bearing ก้านสูบ (Elongation) เริ่มจากทำความสะอาดก้านสูบและสลักร้อยแบริ่งก้านสูบ, ใช้กระดาษทรายขัด Connecting rod and big end cover ให้สะอาด(No.2/0) เพื่อเอาคราบสิ่งสกปรกที่สายตามองไม่เห็นเกาะสีเคลือบอยู่ออก ประกอบ Bearing ก้านสูบให้หมายเลขอยู่ด้านเดียวกันปิดฝาครอบ Bearing ด้านล่างแล้วร้อยสลัก ทากราไฟล์เหลวที่เกลียวสลักเพื่อให้เกิดการลื่นและป้องกันเกลียวชำรุด

ทำการติดตั้งประแจกวดยึดที่น็อตยึดสลักทั้ง 4 ตัวพร้อมติดตั้ง Dial gauge วัดความยาวของของสลักทั้ง 4 ตัว ตามรูป



การติดตั้ง Dial gauge เพื่อหาความยืดของสลักยึดฝาประกบ bearing

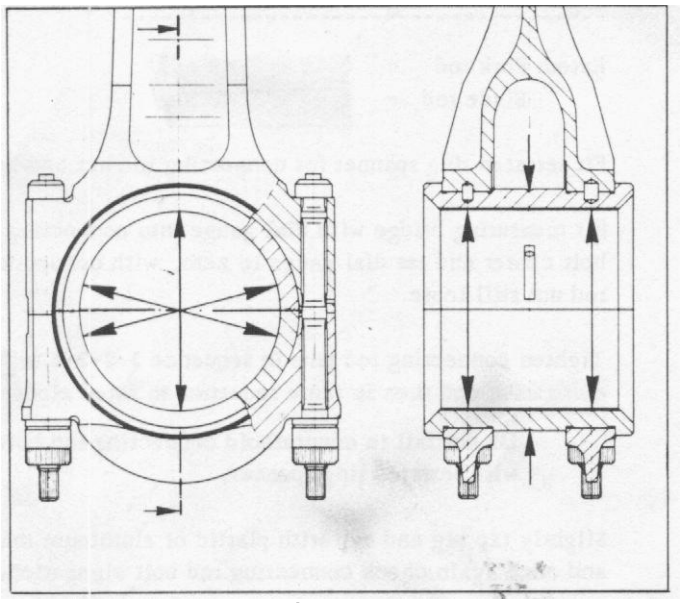
โดยเริ่ม Set Dial Gauge ที่ 0 ม.ม.จากนั้นกวดนัตคู่เดียวกันกับฝั่งตรงข้ามให้ได้ระยะความยืด 0.20 ทั้ง 2 ข้างจากนั้นกวดอัดให้ได้ความยืดของคู่ถัดไปจาก 0.20 ไปที่ 0.46+2 ม.ม. แล้วนำ Dial Gauge และประแจกวดออก ทำการ Mark ที่ตัวสลักและนัตเพื่อใช้เป็นตำแหน่งกวดสลักขณะประกอบกับ Crankpin การเปลี่ยนสลัก Forkrod จะเปลี่ยนต่อเมื่อกวดหาค่า Elongation ไปที่ 0.46+2 มม.แล้วคลายออกให้หมดเข็มของ Dialgauge จะต้องกลับมาที่ 0 ถ้ากลับมาเกินจาก 0 ต้องเปลี่ยนสลักใหม่ สลัก Blade Rod จะเปลี่ยนต่อเมื่อกวดหาค่า Elongation ไปที่ 0.40+2 มม. แล้วคลายน็อตออกให้หมด เข็มของ Dialgauge จะต้องกลับมาที่ 0 ถ้ากลับมาเกินจาก 0 ต้องเปลี่ยนสลักใหม่

34. จากความยืดของสลักที่ 0.46 และ 0.40 มม. จึงทำการวัดความกลมของ Bearing ก้านสูบโดยใช้ T.bore gauge ขนาด 100-160 มม. Dial ที่อุณหภูมิห้อง 20 องศา C ตามแผ่นการตรวจสอบ Connecting rod(6) ตามตำแหน่ง a,b,และ c แล้วทำการบันทึกค่าที่ได้ลงในตารางการตรวจสอบ Brg Shell Diameter และ Shell O.D. เช่นตำแหน่ง A=110.0,A1= 0.15,B=0.17,B1=0.19,C=0.15,C1=0.12

ถ้าขณะหมุน NUT ใส่สลักเกิดการฝืดจากการหมุนด้วยมือจะด้วยสาเหตุใดก็ตามให้เปลี่ยนสลักและนัตใหม่ หากไม่มีของให้วัดค่า Elongation ของสลักว่าอยู่ในเกณฑ์หรือไม่ถ้าอยู่ในเกณฑ์สามารถยอมรับให้ใช้งานได้

จากนั้นใช้ Micrometer ขนาด 125-150 มม. ทำการวัดด้านนอกของ Bearing 3 ตำแหน่งเช่นกันแล้วบันทึกค่าลงในตาราง Shell O.D. เช่น A=131.91,B=131.87,C=131.85

ทำการเคาะโดยใช้ค้อนตีกับแท่งอลูมิเนียมที่ตัวเปลือกครอบ Bearing เพื่อให้ Bearing Set ตัวเข้าที่ เพื่อวัดความโตในและโตนอกของ Bearing ก้านสูบ (ตำแหน่งการวัด ดูตามรูป



ตำแหน่งในการวัดเพื่อหาความกลมของแบริ่ง

<u>การคำนวณ</u> Clearance ระหว่าง Bearing กับ Crank pin

นำเอาค่าเฉลี่ยของการวัด Crank pin จากตารางแผ่นตรวจสอบ (1) Crankpin dia 0.07/0.7 และ 0.05/0.5 ได้ค่าเฉลี่ย = .-6

นำมาบวกกับค่าเฉลี่ยของการวัด Inside Bearing Forkrod จากตาราง Brg.shell diameter วัดไว้ที่ค่า 0.10 = 0.10+.-6 = 0.160 คือค่า Clearance ระหว่าง Crank pin กับ Bearing Fork Rod จากนั้นจึงนำค่าที่ได้ไปเทียบกับ Clearance มาตราฐาน(ที่ tolerance book section 3 page 5)ซึ่งให้ไว้ที่ MA x 0.206 และ MIN =0.152 แสดงว่าค่าที่ได้ 0.160 ไม่เกินระยะ Clearance

35. การหาระยะ Tolerance ของ Blade Rod Bearing ตั้งไมโครมิเตอร์ที่ 132 จากค่า Standard(section 3 page 6 tobrance book) กำหนดไว้ที่ 132 นำค่าที่ได้จากตัวเลขของการวัด Bearing blade Rod 3 ตำแหน่งตามแผ่นบันทึกการตรวจสอบ(6) Brg.shell diameter ให้เอาค่า A เป็นหลักเนื่องจากเป็นตำแหน่งที่มีการสึกหลอน้อยที่สุด ไปเทียบค่า tolerance ที่ให้ไว้ใน tolerance book ซึ่งแสดง MAX = +0.035 แสดงว่าค่าที่วัดได้ไม่เกินเกณฑ์

อนึ่งเราสามารถกำหนดค่า MIN และ MAX ไว้ก่อนได้จากค่า tolerance มาตราฐานคือ MIN =11 และ MAX =14.5 ในที่นี้ Min จะมีค่า = 0 และ MAX = 0.035 ค่ามาตราฐานที่แท้จริงคือ 132.11 จากค่าที่วัดอ่านได้จริง = 21 แสดงว่าค่าที่ได้คือ 21/100 = 0.21 นำเอาค่า 0.21 + 132 ซึ่งเป็นค่าที่ตั้งไมโครมิเตอร์ไว้จะได้เท่ากับ 132.00+0.21 = 132.21 ลบด้วยค่ามาตราฐาน 132.11

= 132.21-132.11 = 0.10

∴ tolerance ของ blade rod = 0.1

36. การวัดความคดงอของก้านสูบ Ben นำก้านสูบที่ต้องการวัดใส่แกนวัดเข้าวางบนฐานแท่นเครื่องมือวัดที่ติดตั้ง Dial gauge ตามรูปไว้เรียบร้อยแล้วจากนั้น Set Dialgauge ไว้ที่ตำแหน่ง 0 จากนั้นยกก้านสูบกลับข้างวางใหม่หาค่าความแตกต่างของ Dialgauge เช่น

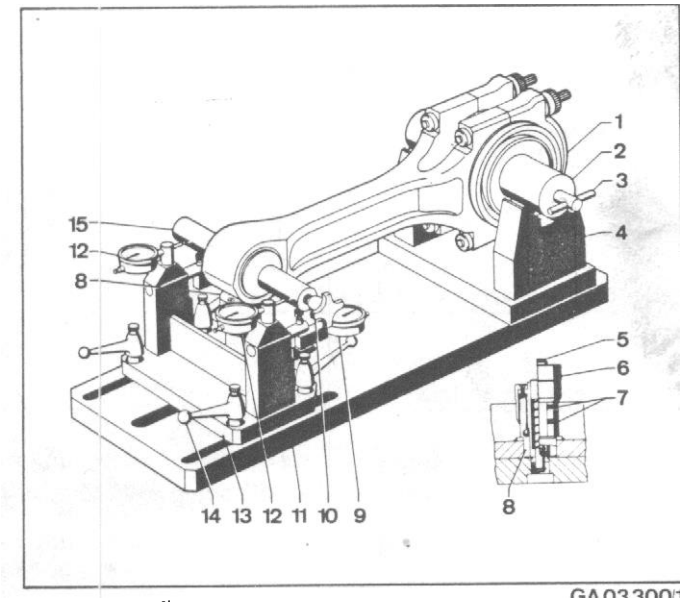
Dialgauge ตัวซ้ายเป็น = +10 = X1

Dialgauge ตัวขวาเป็น = -10 = X1

X1+X2÷4

= 10+10= 20/4 = 5

ค่า Operationallinit Perationallimit ยอมให้ = 0.025/100 = 0.25



การตั้งเครื่องมือเพื่อวัดความคดของก้านสูบ

37. การวัดความบิดของก้านสูบ นำก้านสูบในหัวข้อที่ 101 ติดตั้ง Dialgauge ที่ด้านล่างของวัดแล้วทำการใช้ Master gauge เข้าวัดตั้ง Dialgauge ที่ 0 เรียบร้อยแล้วนำเอาก้านสูบวางลงบนแกนแท่นวัด gauge วัดจะแสดงค่าความแตกต่างของการบิดที่ตัวก้านสูบเช่น 14 ให้หารด้วย 2 คือ

0.14÷2 = 0.7 (Twist)

ตรวจดูค่า Operationl Limit จาก tolerances book section 3 page 7 กำหนดค่าการบิดไว้ที่ 0.080/100 = 0.80

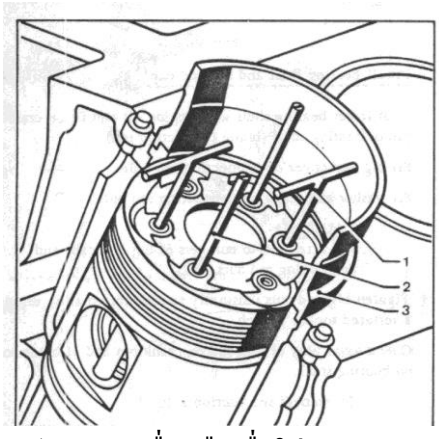
แสดงว่าค่าที่วัดได้ 0.7 ไม่เกินค่าเกณฑ์มาตราฐานกำหนด

38. การวัดความเป็นสปริงของ Bearing ก้านสูบ ตามข้อ 98. จากการตั้งความยืดของสลักยึดแบริ่งก้านสูบของ Fork rod ไว้ที่ 0.46 นั้น ให้ทำการคลายความยืดให้ลดลงเหลือ 0.26 (ตามการตรวจสอบใน Maintenance and Repair book section 3.3.5.4 page 5) จากนั้นให้ใช้ Feeler garge ความหนา 0.5 เสียบเข้าระหว่างฝาประกบ Bearing ถ้าแผ่น Feeler gauge ผ่านเข้าได้แสดงว่า Bearing ชุดนี้ยังคงใช้งานได้

39. การกวดสลักยึด Piston Crown กับ Piston Skirt

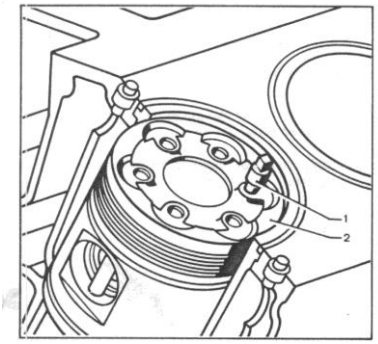
วิธีดำเนินการ

1. นำลูกสูบที่จะทำการใส่ Piston Crown เข้าเครื่องมือจึงยึด Holding pistons at pre-assembly ตามรูป



การประกอบเครื่องมือเพื่อใส่ Piston crown

2. นำ Piston Crown เข้าสวมปิดทับ Piston skirt แล้วใส่สลัก ตามรูป



การใส่และการสังเกตตำแหน่งของ สลัก Piston crown

3. กวดสลักทุกตัวให้ได้ torque 20 NM.
4. คลายสลักทุกตัวออกไปที่ตำแหน่ง 0 NM.
5. กวดสลักทุกตัวไปที่แรงอัด 10 NM.
6. ตั้งเครื่ององศาและกวดต่อไปอีก 90 องศา
7. เช็คสลักที่กวดทุกตัวว่ามีค่า torque 20 NM. หรือไม่

40. เช็คการรั่วไหลภายในลูกสูบ

วิธีดำเนินการ

1. นำเอาลูกสูบที่ประกอบ Piston Crown เรียบร้อยและมาทำการประกอบเครื่องมือ ปิดอัดน้ำมันหล่อ Pressure testing for the piston
2. อัดด้วยไฮโดรลิคด้วยความดัน 30 bar SAE 20 oil

3. ตรวจสอบดูการรั่วไหลหากมีการรั้วไหลให้ทำการปาดหน้าลูกสูบใหม่ตามค่ากำหนดใน seation 3 page 14 และ setion 3 page 10 ใน tolerance book ซึ่งกำหนดค่าต่ำสุดไว้ที่ MIN 81.800

41. ประกอบลูกสูบเข้า Cankcase ตั้งเครื่องยนต์เอาด้าน KS ขึ้นเอาแหวน Mild stell ออก หมุนเครื่องให้ Crank shaft สูบ B1 ขึ้นสูงสุดประกอบเครื่องรองรับลูกสูบและแกนนำท่อฉีดน้ำมันเข้าสูง stand pip นำลูกสูบเลื่อนเข้า Liner โดยตั้งปากแหวนกวาดไม่ให้ตรงด้าน side thrust และปากแหวนทั้ง 2 ตัว ต้องไม่ตรงกัน จากนั้นประกอบ Bearing ก้านสูบกวดสลักให้ได้ตำแหน่งที่ทำ Mark ไว้

การใส่ลูกสูบเริ่มจาก B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8

A8,A7,A6,A5,A4,A3,A2,A1

42. การประกอบแหวนอัดเข้ากับ Piston Crown ซึ่ง Piston Crown จะประกอบไปด้วยแหวนอัดจำนวน 3 ตัว การใส่ให้สังเกตุตัวเลขที่ตอกบันทึกไว้บนหน้าแหวน เช่น
ตัวบนสุดแหวนอัดจะไม่ได้เซาะร่องด้านข้างแหวนไว้ และจะตีตัวเลข เช่น TOP 2F 11 ไว้บนหน้าแหวน ขณะประกอบให้เอาตัวเลขขึ้นด้านบนเป็นแหวนตัวบนสุด
ตัวที่ 2 และที่ 3 จะมีลักษณะเหมือนกัน การใส่ให้สังเกตุตัวเลขที่บันทึกไว้ที่หน้าแหวน เช่น TOP F 11 ขณะประกอบให้เอาตัวเลขขึ้นด้านบน ถ้าไม่เปลี่ยนแหวนใหม่ให้ประกอบไว้ตำแหน่งช่องใส่เดิม จะสลับที่กันได้ต่อเมื่อเปลี่ยนแหวนใหม่ทั้งชุดเท่านั้น
ตำแหน่งของปากแหวนให้อยู่ระหว่าง 120 องศา - 180 องศา ไม่ให้อยู่ในตำแหน่ง Side Thrust

43. การประกอบแหวนกวาดน้ำมันเข้ากับ Piston ลูกสูบ 1 ลูก จะประกอบด้วยแหวนกวาดน้ำมัน 2 ตัว ด้านที่จะต้องประกอบขึ้นด้านบนของลูกสูบ ให้สังเกตที่หน้าแหวนจะมีตัวเลขบันทึกไว้ เช่น F 11 ลักษณะของแหวนทั้ง 2 ตัว จะเหมือนกันถ้าไม่มีการเปลี่ยนแหวนใหม่ ให้ใส่ไว้ที่ตำแหน่งเดิมของลูกสูบ จะสลับที่กันได้ต่อเมื่อเปลี่ยนแหวนใหม่ทั้งชุด ตำแหน่งของปากแหวนให้เยื้องกัน 180 องศา ไม่ให้อยู่ในด้าน Side Thrust

44. การประกอบฝาครอบ Bearing ก้านสูบให้เอาด้านที่มีตัวหนังสือขึ้นเข้าหาด้าน KS ของเครื่องแล้วใส่นัตตามหมายเลขที่เรียงไว้ คือ 1.2.3.4 กวดด้วยแรงบิดเท่าที่ได้ทำ Mark ไว้ขณะตรวจสอบความยืดของสลักในห้องปฏิบัติการในตำแหน่งหัวสลักและที่ขอบริมของตัวนัต

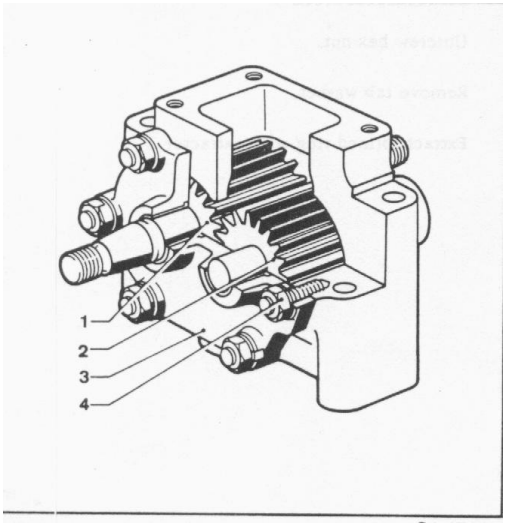
45. เมื่อประกอบก้านสูบกับ CRANK Shaft เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการสเปย์น้ำมันหล่อให้ทั่ว ภายในเครื่อง เนื่องจากกว่าจะถึงระยะเวลาเดินเครื่องนั้นอีกนาน ชิ้นส่วนภายในอาจเกิดสนิม

46. ประกอบตะแกรงกันการเคลื่อนตัวของน้ำมัน (BAFFLES) กันการฟุ้งกระจายและการไหลเทของน้ำมันหล่อ เมื่อเรือถูกคลื่นลม

47. ใส่ Idel Gear Oil Pump ปั๊มน้ำมันหล่อลื่นโดยการตอกอัดและกวดด้วยสลัก แรงบิดที่ 0.6 NM

48.ถอดตรวจเช็คปั๊มน้ำมันหล่อลื่น (Circulation Oil Pump) ทำการตรวจสอบตาม Tolerance Book Section 15 หน้า 3 เริ่มจาก

48.1. ตรวจสอบด้วยสายตาว่าตัวเฟืองกับเสื้อปั๊มมีรอยชำรุดหรือไม่ ส่วนประกอบภายใน pump แสดงตามรูป



ส่วนประกอบภายใน Circulation Oil Pump

48.2. ตรวจสอบบูชและเพลาเฟืองพัดน้ำมัน โดยใช้ Tbore Gauge ขนาด .5-34 มม. (18-100 มม.) ทำการวัดความโตในของบูช ส่วนแกนเพลาเฟืองพัดน้ำมันใช้ไมโครมิเตอร์ขนาด 0-25 มม. ทำการวัด

48.3. ใช้ Depth Gauge วัดความสึกของเสื้อปั๊มทางด้านลึก ตำแหน่งที่ 3 จากตารางช่องที่ 3 ให้ค่า Clearance MAX ไว้ที่ 0.120 ค่าที่วัดได้ = 70.08

48.4. ในตำแหน่งที่ 2 ทำการ Set Depth Gauge กับไมโครมิเตอร์ที่ 20.5 Dial Gauge 1/100 Set ที่ 0 วัดได้ความโตของบูช 0.025

48.5. ความโตของเพลาวัดจากไมโครมิเตอร์ได้ = -0.06

Bush ID = 20.5 = 0.025

- 0.06

∴ Operational 0.085

ตารางที่ 2 ให้ค่า Operational Limit = 0.120 ถ้าหากโตกว่านี้ให้เปลี่ยนบู๊ชใหม่

48.6. ให้ทำการถอดบู๊ชออก เพื่อตรวจสอบความโตของตัวบู๊ชและความโตช่องใส่บู๊ชที่ตัวเสื้อปั๊ม

48.7. ใช้ไมโครมิเตอร์ขนาด 0-25 มม. วัดความโตนอกของบู๊ชได้ = Bush Out Side 0 = 24.03

48.8. ตั้ง T Gauge กับไมโครมิเตอร์ที่ 24 แล้ว Set 0 ทำการวัดความโตในของช่องใส่บูช = 24.025

Bush Out Side ∅ = 24.030 -

เสื้อ In Side ∅ = 24.025

0.005

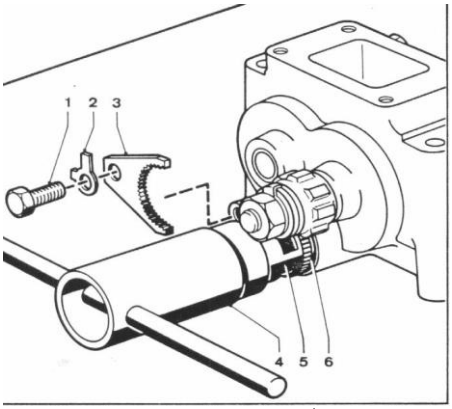
ค่า Interference ที่ให้ไว้ในตารางช่องที่ 1 MAX = 0.067 , MIN = 0.033 แสดงว่า Bush ยังคงสภาพใช้งานได้

NEW Bush สภาพใหม่ = 24.06

In Side 0 ของเสื้อ = 24.025

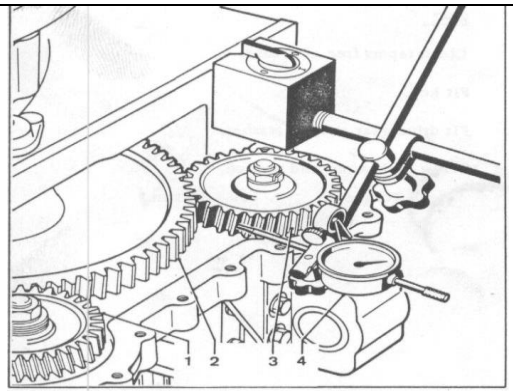
0.35 ไม่เกินค่ากำหนด

49. ทำการถอด Safty Valve ของปั๊มน้ำมันหล่อด้วย Assembly Pressure Relief Valve เพื่อทำการตรวจสอบสภาพการทำงานของอุปกรณ์ภายใน Relief Valve เช่น หน้าลิ้น, สปริงลิ้น, ชิม โดยปกติแล้วห้ามทำการปรับแต่งตัวเสื้อของ Relief Valve เด็ดขาดหากเกิดความเสียหายกับตัวเสื้อให้เปลี่ยนใหม่ความดันที่ใช้อยู่ระหว่าง 10-15 bar. การปรับแต่งแรงดันใช้วิธีเพิ่มหรือลดชิม เสร็จแล้วประกอบกวดให้แน่นกับตัวปั๊ม ให้ตัวล็อคสามารถใส่ได้ โดยการถอดSafty Valve ของปั๊มน้ำมันหล่อต้องใช้เครื่องมือตามรูป



การถอด Safety Valve ของปั๊มน้ำมันหล่อ

50. ถอด Running Gear And Valve Gear Oil Pump ปั๊มน้ำมันหล่อ Valve Gear (Rocker Housing) เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ภายใน ได้แก่ Bush และแกนเพลาขับเฟืองพัดน้ำมัน, ที่ตัวเฟืองพัดน้ำมัน ให้สังเกตุการกัดกร่อนที่เกิดกับตัวเฟืองที่เป็นโลหะประเภททองเหลืองว่าอยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ ส่วนการตรวจวัดหาค่า Clearance นั้น ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับ Circulation Oil Pump แรงบิดที่ใช้กับนัตล๊อคเฟืองขับ = 90 NM.
51. ประกอบ Running gear and value gear oil pump เข้ากับ Crankcase โดยตั้งระยะห่างของเฟืองทั้ง 2 ข้างกับ Idler Gear oil pump ประมาณ 0.15+-0.05 mm. (โดยการติดตั้งเครื่องมือพิเศษ ดูจากรูป) เสร็จแล้วทำการปิดฝาครอบ Pump



การติดตั้งเครื่องมือพิเศษเพื่อหาระยะห่างของเฟือง

52. ประกอบ Circulation oil pump กับตัว Crankcase ทั้งหมด.(2 ตัว) แล้วทำการสเปรย์น้ำ มันหล่อให้ทั่วเพื่อการหล่อลื่นและป้องกันสนิม
53. ประกอบ Oil pan เข้ากับ Crankcase โดยใช้ Crane ยก Oil pan เข้าทางด้านข้างโดยให้ด้านตื้นของตัว Oil pan อยู่ทางด้าน Ks. หรือ Running gear and value gear oil pump โดยวาง Gasket กับตัว Oil pan ให้เรียบร้อยแล้วกวดด้วยนัตให้แน่น
54. พลิกเครื่อง ถอดเครื่องออกจากฐานแท่นพลิกเครื่องทำการสเปรย์น้ำมันหล่อที่ Liner ในช่อง Hand hold ให้ทั่ว แล้วทำการปิดฝาช่อง Hand hold เสร็จแล้วยกเครื่องขึ้นข้างบนฐานซ่อมทำรถชานต่ำ
55. ประกอบ Intermediate cover หน้าเครื่องด้าน KGS ใส่ Interrace Roller bearing เข้าระหว่าง Crankshaft journal กับ Intermediate cover แล้วปิดอัดด้วย Groved nut แล้วสเปรย์น้ำมันหล่อให้ทั่ว Intermediate cover
56. ประกอบ Drive gear wheel เข้ากับ cank shaft journal แล้วกวดปิดอัดด้วย Grooved nut ให้แน่น เสร็จแล้วประกอบ Cover
57. ประกอบ Oil channel ที่หน้าเครื่องด้าน KGS
58. ประกอบฝาครอบเครื่องด้านบนฐานรองรับเทอร์โบชาร์จ
59. ประกอบฐานแท่น Charge Air cooler
60. ประกอบ Idler gear พัดน้ำจืด
61. ประกอบ Back gear wheel สังเกตร่องให้ตรงกันทั้ง 2 ข้าง ทำการตรวจสอบระยะห่าง ของ Roller ตาม Section 3.2.3.4 page 1 การหาชิมระหว่าง Roller ในชุด Intermedite Ider gear Assembly Installation จากสูตร X=a-(b1+b2)+0.05-0.10 ค่าที่วัดได้ระยะ a = 95.3-21.05-3.19=71.06

    b1 = 22.98

    b2 = 22.98

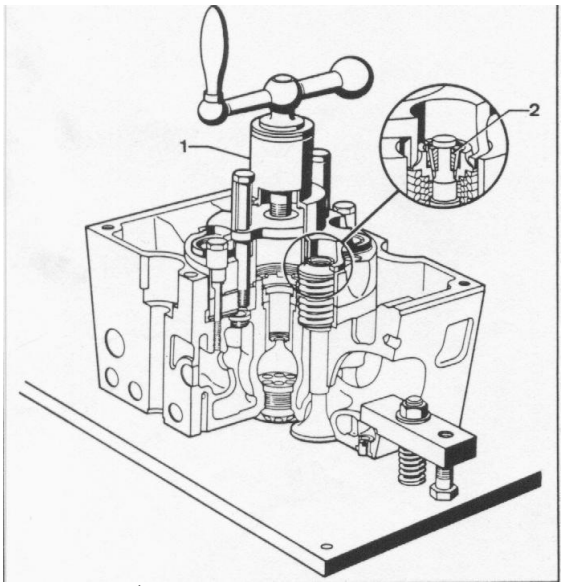
    แทนค่าสูตร =71.06-(22.98+22.98)+0.75 ซึ่งเป็นค่ากลางที่เลือกจากสูตร X=a-(b1+b2)+0.05-0.10

    =71.06-(45.96)+0.75 เพราะฉะนั้น X คือค่าชิมที่ได้ = 25.175

หลังจากการใส่ Intermedite Ider gear แล้ว ให้ทำการตรวจสอบความถูกต้องด้วยการกวด สลักรองด้วยชิมวัดที่ 55 NM + 120 ° แล้วทำการติดตั้ง Magnetic stand for dial gauge โดยให้ขาของ dial gauge แตะที่ยอดเฟือง เพื่อหาระยะกระทบ Sack lash ของเฟือง

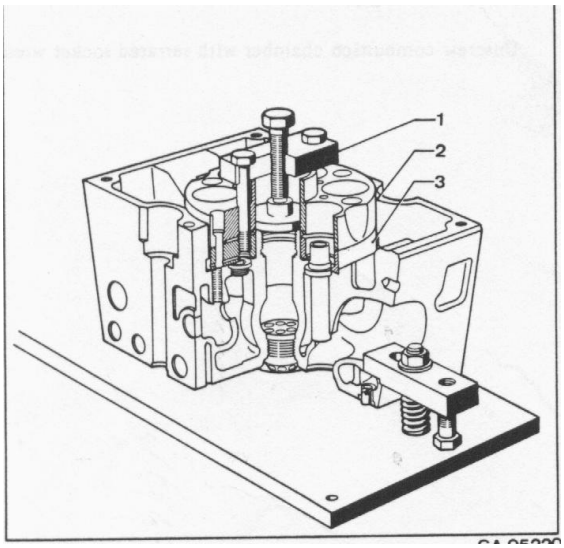
62. ประกอบฝาปิดทางน้ำและทางน้ำมันหล่อลื่น oil distributorplate และ relif valve การส่งน้ำมันหล่อ
63. ประกอบ Connecting housing
64. ประกอบทางส่งน้ำจืดเข้าเครื่องที่ฝา Oil distributor plate
65. ประกอบ Engine oil gap-type filter กับฝา Oil distributor plate
66. ประกอบ Engine oil gap-type filter (Coarse filter) ด้านข้างเครื่อง, ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง , (Piston crown ที่เหลือจากส่วนที่ไม่ได้ทำการอัดน้ำมัน) ใส่นัตปิดรูสลัก Piston Crown ตัวนัตให้ทาด้วยน้ำยา Never seize ทุกตัวแล้วให้กวดด้วยแรงบิด 40 NM.
67. ถอดส่วนประกอบฝาสูบออกตรวจสอบ

    67.1 นำฝาสูบขึ้นข้างบนเครื่องยนต์ เพื่อถอด Combustion chamber ด้วย serrated socket wrench และ Burner โดยใช้ Lugsocket wrench แล้วยกลงจากเครื่องจากนั้น ใช้ Value spring compressor for a value กดสปริงถอดลิ้นออกสังเกตสภาพสปริงของลิ้นไอดีและไอเสีย จัดเรียงไว้ให้เรียบร้อยด้วยอุปกรณ์ขาตั้งรับลิ้น ตามรูป



การติดตั้งเครื่องมือเพื่อถอด Valve spring

67.2 ถอด Upper และ Lower flange ด้วย Extractor ตามรูป



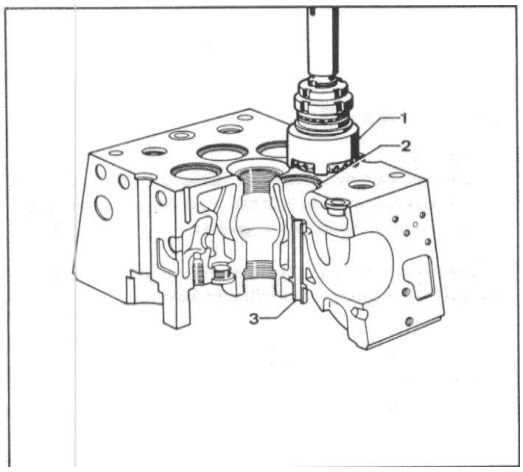
การถอด Upper และ lower flange

67.3 ถอด Value guides ด้วย Press-outarbor ด้วยเครื่องไฮโดรลิค

68. การตรวจสอบขนาดของ Valve guides ทำการเปลี่ยน Valve guides ใหม่ โดยวัดขนาดความโตนอกของ Valve guides ที่จะเปลี่ยนใหม่ว่าเป็นขนาดเดียวกับที่ถอดออกหรือไม่ จากนั้นทำความสะอาดรูใส่ Valve guide ที่ฝาสูบด้วยแปรงพลาสติกกับน้ำยา Redox cold wash II

68.1 นำ Valve guide ตัวใหม่แช่ลงในไฮโดรเจนเหลวประมาณ 2 นาที จึงใช้เครื่องมือใส่ Valve guide แท่งอลูมิเนียมใส่เข้าที่ด้านบนของ Valve guide ยกขึ้นใส่ลงไปในช่องใส่ที่ฝาสูบอย่างรวดเร็ว

68.2 นำฝาสูบที่ใส่ Valve guide ใหม่เข้าทำการหาความโตในตัว Valve guide เพื่อทำการกว้านเมื่อได้ขนาดที่ต้องการจึงตั้งใบมีดกว้านให้ได้ขนาดของ Valve guide ดูค่า tolerance section 5 page 7 โดยการวัดหาความโตในตัว Valve guide จะใช้ gauge ตามรูป

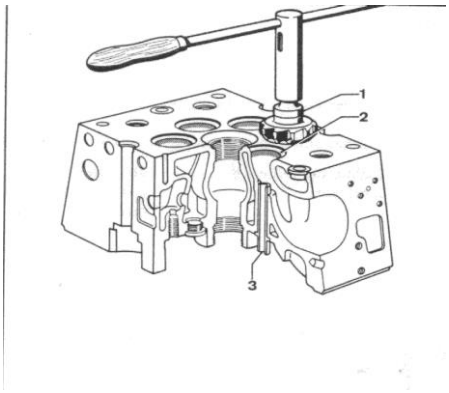


การวัดความโตของ Valve guide โดยใช้ Valve gauge

68.3 ขณะทำการกว้านให้ใช้น้ำมัน Honing oil part_no 40191,TS/QP/017 ทำการหล่อเย็นตลอดเวลา

68.4 เมื่อเสร็จจากการกว้านให้เช็คด้วย Valve gauge อีกครั้ง

68.5 ทำการพลิกฝาสูบขึ้นตั้งบนไม้รองเอาด้านบ่าลิ้นขึ้นทำการตรวจสอบบ่าลิ้น จากนั้นให้ติดตั้งเครื่องมือปาดล่าลิ้น Value seat milling cutter ทำการปาดหน้าลิ้นการตั้งสเกลการกินของมีดปาดให้แบ่งสเกล 1 ช่อง ออกเป็น3 ส่วน โดยให้เม็ดเริ่มกินครั้งละ 1 ใน 3 จนเบาะรับหน้าลิ้นขาวเท่ากันหมด ตามรูป



เครื่องมือการปาด Valve seat

68.6 ใช้ Valve seat chamfering cutter หมุนอัดกับเบาะลิ้น เพื่อขึ้นขอบเบาะลิ้นกับตัวฝาสูบ

69. นำเอา Lower flange เข้าอบที่อุณหภูมิ 100-150 °C จากนั้นจึงนำเข้าใส่กับฝาสูบ

70. ทำการปาดหน้าลิ้นด้วยเครื่องมือปาดหน้าลิ้น แล้ววัดค่า Tolerance ด้วยเครื่องมือวัดค่าชนิดแท่นวัดค่า Tolerance ดูจาก Section 5 page 5 Tolerances book ประกอบ Dial gauge ค่า Operational limit ให้ไว้ที่ 181.5 ในกรณี W-5 ถ้าอยู่ในเกณฑ์ให้ใช้ได้แต่กรณีซ่อมทำ W-6 ให้เปลี่ยนใหม่

71. การตรวจสอบสปริงลิ้นดูค่า Operational limit section 5 page 11 tolerance book โดยใช้ เครื่องมือกดหาแรงดันของสปริงเริ่มจาก

71.1 ตั้งระยะกดที่สเกลเครื่องวัดไว้ที่ 41 (หรือตามตารางกำหนด)

71.2 นำสปริงที่จะวัดเข้าเครื่องวัดกดสปริงลงที่สเกล 41

71.3 อ่านค่าแรงดันสปริงในค่า New condition ระบุไว้ที่ 7.25±5 ค่า Operational 67.5 การซ่อมทำขึ้น W-6 ถ้าวัดไม่ได้ตามค่าที่กำหนดให้เปลี่ยนใหม่

72. ใส่ Lower flange ที่อบแล้วเข้ากับฝาสูบ จากนั้น นำ Upper flange ใส่ตามโดยการตอกอัด แล้วกวดสลักด้วยแรงบิด ตามขนาดสลักดังนี้

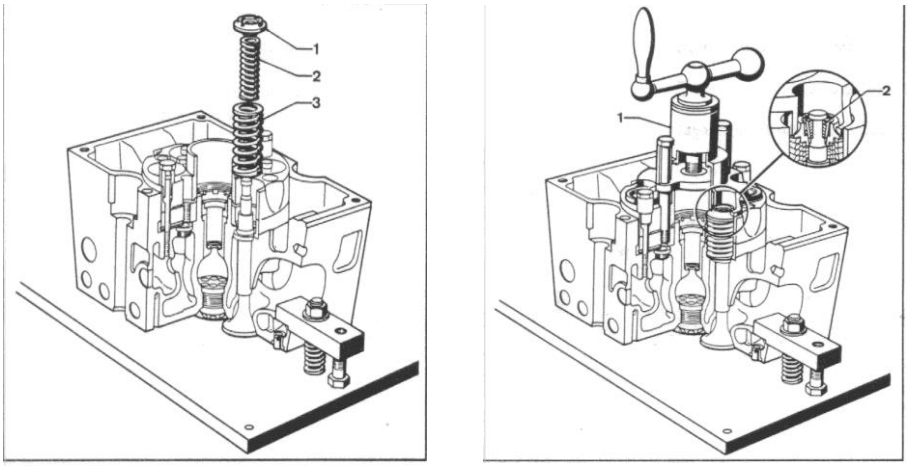
ขนาด 8 มม. ใช้แรงกวด 21 + 2 NM.

ขนาด 10 มม. ใช้แรงกวด 44 + 4 NM.

73. ประกอบลิ้นเข้ากับฝาสูบ โดยนำลิ้นที่ได้จัดเรียงไว้ตามลำดับที่จัดวางใส่ประกอบเข้ากับฝาสูบแบ่งเป็นไอดีและไอเสียอย่างละ 3 ตัว

73.1ใส่สปริงลิ้นให้ครบ จากนั้นนำเครื่องมือ Valve spring compressor for 6 valve กดอัดสปริงลิ้นเพื่อใส่ปะกับตีนลิ้น (Tapered valve collet or ring halves) จากนั้นใส่ Valve spring retainer

73.2 ใส่ Valve cap แล้ว ล็อคด้วย Snap ring ลำดับของ Spring และ การใช้เครื่องมือ Valve spring compressor for 6 valve ดูตามรูป

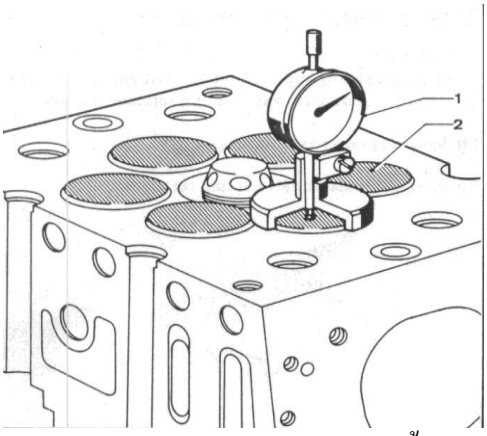


ลำดับการใส่ spring และการประกอบเครื่องมือ Valve spring compressor for 6 valve

73.3 สวมปิดด้วย Guide bush

73.4 ประกอบหัว Burner เข้ากับฝาสูบโดยทาน้ำยากันซึม Antislize ทาที่เกรียวให้ทั่วจากนั้นจึงใช้ Lug socket for burner กวดอัดด้วยแรงบิด 550 NM. เสร็จแล้วทำการวัดความสูงระหว่างหัว Burner กับ หน้าฝาสูบ เช่น ใส่ค่า Burner hight = 12.8 ค่าที่ยอมรับได้คือ MIN 12.5 – MAX 13.6 ตามตาราง Tolerance book section 5 page 2

73.5 ทำการวัดความสูงหน้าลิ้นใหม่ที่ฝาสูบตาม Section 2.5.2.4 page10 ไม่เกิน 2.5 มม. ความลึกของหน้าลิ้นที่ใช้แล้วกับฝาสูบตามตารางค่ายอมรับใน Tolerance book section 5 page 3 ลึกสุดไม่เกิน 2.10 ตามรูป



การตรวจสอบความสูงของหน้าลิ้น

73.6 เสร็จแล้วทำการกวดอัดหัว Burner ด้วย Grooved nut ด้วยแรงบิด 350 NM.

74. การหาศูนย์ตายบน (องศา TDC)

74.1 หมุนเครื่องยนต์ให้สูบ A1 ขึ้นสูงสุด

74.2 ประกอบสเกล Mark พร้อมเข็มวัดด้าน KS.

74.3 ติดตั้ง Dial gauge ที่ ลูกสูบ A1 set dial gauge ที่ 0

74.4 จากนั้นหมุนเครื่องตามเข็มนาฬิกา อ่าน Dial gauge จนถึงจุดนิ่ง

ทำการ Set dial gauge ไปที่ 0 จากนั้นหมุนเครื่องไปตามเข็มนาฬิกาจน Dial gauge อ่านค่าได้ 24 มม. จึงทำการ Mark ที่องศาหน้า Fly whell จากนั้นหมุนเครื่องกลับทางจน Dial gauge อ่านได้ 24 มม. เท่าเดิมแล้วทำการ Mark ที่องศาอีกตำแหน่งหนึ่งจากนั้นหมุนเครื่องยนต์ย้อนกลับทางแล้วอ่าน Dialgauge ให้ได้ 24 มม. เท่าเดิมแล้วทำการแบ่งค่าตรงกลางระหว่าง Mark ทั้ง2 จุด นั้นคือ TDC ของสูบ A1 และ A8 จากนั้น เลื่อนวงองศาให้เส้น Center ของ A1 และA8 ให้อยู่ตรงเข็มวัด

75. การหาค่า Clearonce ระหว่าง ยอดสูบกับ ขอบปากเสื้อสูบ Section 03 page 12 Tolerance book ให้ค่า Clearance ไว้ ที่ MIN 1.92 – MAX 2.67

วิธีการ

75.1 นำเอาแท่น Guage ประกอบด้วย Dial gauge 2 ตัวไปทำการ Set 0 ที่แท่นหินระดับ

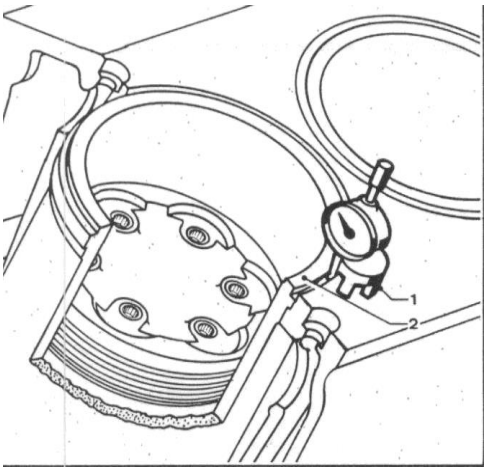
75.2 นำเอา Gauge จัดขึ้นติดตั้งบนปาก Liner ในสูบที่ต้องการวัด(ทุกสูบ)

75.3 หมุนเครื่องทวนเข็มนาฬิกาให้สูบที่จะวัดขึ้นในตำแหน่ง TDC. จนลูกสูบขึ้นสูงสุดและสูบนั้นเริ่มคล้อยลง

75.4 อ่านค่าบน Dialgaue ที่สูงที่สุด เช่น ด้านหนึ่งอ่านได้ 2.66 อีกด้านหนึ่งอ่านได้ 2.42 นำค่าทั้ง 2 มาทำการแทนค่าเฉลี่ยหาร 2 จะได้เท่ากับ 2.52

75.5 นำค่า 2.52 ที่ได้ไปเทียบกับค่ายอมรับได้ใน Tolerance book คือ 1.92-2.67

76. การคำนวณหาค่า Mild steel ตามรูป



การตรวจสอบค่า Mild steel

76.1 Set dial gauge ทับหินระดับ Set ที่ 0

76.2 นำ Dial Gauge ขึ้นวัดความลึกของร่องปาก Liner กับปากเสื้อสูบ

76.3 อ่านค่าทั้งหมด 4 ตำแหน่ง นำมาบวกกันและหาค่าเฉลี่ยโดยหารด้วย 4 เช่นการวัดสูบ A1

A1 = A = 4.22, B = 4.23, C = 4.24, D = 4.24

= 4.22+4.23+4.24+4.25 = 16.93/4 = 4.23

ค่าเฉลี่ย = 4.23

ค่าเลือกที่ระหว่าง 0.08 to 0.15 มม. คือค่า E

$\therefore$ E = 0.12

เอาค่าเลือกไปบวกค่าเฉลี่ยที่หาได้ = 4.23 + 0.12 = 4.35

นำค่าที่ได้ 4.35 ไปเทียบ Code กับตารางแผ่นตรวจสอบ Section 5.13 Page 1 เลือก Code ที่ 3

…… 4.35 แล้วจึงนำ Mild Stell ที่ได้ไปใส่ที่ปาก Liner ในรูปนั้น ๆ

ค่า Interference : = 0.08 + 0.15 mm Section 5.13 Page 1 Maintence"W5"

77. การประกอบฝาสูบ ทำการประกอบฝาสูบกับเสื้อสูบโดยใช้สลัก รุ่นใหม่ที่มีการป้องกันการกัดกร่อนของน้ำโดยส่วนที่สัมผัสกับน้ำจะหุ้มด้วยยางสังเคราะห์ กวดสลักฝาสูบด้วยแรงปิด 120 NM กับอีก 90° รองสลักด้วย Intermediate ring และ Wosher

7.1 สลักกวดฝาสูบต้องทำการชุบจาระบีเหลว Tectyl-Tett435 ที่เกรียวสลักเพื่อการหล่อลื่นและป้องกันการกัดกร่อนของน้ำกับเกลียวสลักได้ ในกรณีที่เป็นสลักรุ่นเก่าที่ไม่มีการห่อหุ้มด้วยยางสังเคราะห์ให้ชุบด้วยสารนี้ที่หัวสลักด้วย

77.2 การกวดสลักให้ใช้ Guide plate เป็นตัวนำศูนย์ประกอบเครื่องมือกวด Serrated socket wrench เช็คแรงบิดของสลักที่ 200 NM กวดสลับฟันปลาไล่ไปจนครบ

ปิดด้านข้างฝาสูบด้วย End plate กวดด้วยสลัก Hex bolt และ ใส่ Tapered pin

78. ประกอบสลักรับเทอร์โบชาร์จที่ด้านบนฐานรับเทอร์โบชาร์จด้านบน CRANKCASE

79. ประกอบท่อร่วมแก๊สเสียกับฝาสูบ

80. ประกอบลิ้นไล่ลม Decompression valve blanking flange, startion valve กับฝาสูบด้าน BankB.

81. ตรวจเช็ค Adjustable intermediate gearwheals โดยการคำนวนหาค่าชิม ตามข้อ 126 ค่าชิมวงจะมีให้เลือกใน PartNoGroup02 ใช้แรงบิดทดสอบที่หน้าชิมทดสอบ เท่ากับแรงกวดจริงใช้งาน 50+5 NM และอีก 120°

82. การประกอบ Adjustable intermediate gear wheels เข้ากับ Crankcase โดยให้เฟืองของ Adjustable gear เข้าขบกับเฟือง Gear ของ back gear wheel การใส่ให้คายความสูงของตัว Adjustable gear ให้เข้ามาอยู่ใน Case ของ เกียร์ อย่าให้ยอดเฟือง gear ยันกับเฟือง gear ของ back gear wheel เพราะจะทำให้ตัวเสื้อของ Adjustable gear แตกขณะกวดสลัก แรงกวดสลักของ Case Adjustable gear = 5

NM. และให้ทาจาระบีที่ Gasket ทุกครั้งเพื่อเป็นการรักษา Gasket และจะเป็นการง่ายในการถอดประกอบครั้งต่อไป

83. การถอดประกอบ Banjo plug ตรวจสอบอุปกรณ์ภายใน

84. การถอดและประกอบ Cam and rocker housing การถอดส่วนประกอบของ Cam and rocker housing เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ภายใน ชักเพลาราวลิ้น การถอดเฟืองขับเพลาให้สังเกตว่าเฟืองตัวใดเป็นไอดีและไอเสีย โดยจะเขียนอักษรกำกับไว้กับตัวเฟือง

การถอด Rocker arm ให้สังเกตหมายเลขที่ตอกกำกับไว้เพื่อการประกอบเข้าที่เดิมเรียงตั้งแต่หมายเลข 1 จนถึง 48

วิธีการถอดประกอบ Intet camshaft และ Exhaust camshaft

84.1 ถอดเฟืองขับเพลาด้าน KS ออกทั้งไอดีและไอเสีย

84.2 ถอดชักเพลา Axis for unit injector rockers

84.3 เอา Rocker arm ออก

84.4 พลิก Camshaft housing ขึ้นถอด Axis for exhaust valve rockers รวมทั้งด้าน Intake valve

84.5 เอา Rocker arm กดลิ้นออก

84.6 ถอดเพลาราวลิ้น Inlet camshaft และ Exhaust camshaft โดยใช้เครื่องมือพิเศษ guide sleeves for removal of the camshaft (290)

84.7 ถอด Injector layshaft ออกโดยใช้ Lug socket spanner

84.8 ถอด Thurst bearing ที่หัวเพลาด้าน ks ออก เพื่อตรวจสอบขนาดความสึกหรอโดยใช้ Extracting for the end bearing bush (203) กวดดันออก แล้วทำการวัดความโตนอก Thrust bearing และ โตในของ housing โดยใช้ T-bore gauge , ไมโครมิเตอร์ และ เวอร์เนียร์ นำค่าที่ได้มาเทียบค่าการยอมรับในตารางค่า section 6 page 2 tolerance book

84.9 ถอดบู๊ช ของ camshaft bearing โดยใช้เครื่องมือพิเศษ (270) S6.7538 กวดดันบู๊ชออก และทำการวัดค่าโตนอกของบู๊ช bearing และโตใน housing camshaft นำค่าที่ได้มาเทียบกับค่ามาตรฐานที่ยอมรับได้ใน section 6 page 3 tolerance book เมื่อทำการวัดให้ครบทุกตัวแล้วจึงทำการประกอบ

อนึ่งการซ่อมทำขั้น W-6 ให้เปลี่ยนบู๊ชและ thrust bearing ใหม่ทั้งหมด

84.10 การประกอบ Thrust bearing ให้ใช้เครื่องมือ (271) โดยให้สังเกตรูน้ำมันที่ เว้าไว้บนขอบ bearing 2 ตำแหน่งตรงข้ามกัน เพื่อให้น้ำมันจ่ายออกจากรูจ่ายเข้าสู่ bearing ได้สะดวกรวดเร็ว ดังนั้น จึงควรจัดตำแหน่งรอบเว้านี้ให้ตรงกับรูจ่ายน้ำมัน ส่วนรอยบากด้านใน bearing ไม่ต้องคำนึงถึงว่าจะอยู่ในตำแหน่งใดมีไว้เพื่อการไหลเข้าของน้ำมันหล่อให้เข้าสู่ภายในได้รวดเร็วขึ้นเท่านั้น

84.11 การประกอบบู๊ช bearing camshaft โดยใช้เครื่องมือ (270) ทำการกวดอัด โดยให้สังเกตร่อง pin (Doven) ให้อยู่ในตำแหน่งตรงกับรูของ housing และจึงใส่ pin ล็อคลงไป

84.12 จากนั้นจึงทำการ Reamer บู๊ช และ Thrust bearing ให้ทุกตัวมีค่าเท่ากัน หมด โดยดูค่าจาก section 6 หน้า 2 และ 3 โดยใช้เครื่องมือ 206, 207, 208, ใน S6.7 tool book

85 การประกอบ cambox housing และการตรวจวัด section 6 page 2 และ 6 page 7 tolerance book

85.1ใส่ camshaft เข้า housing ทั้งไอดีและไอเสีย

85.2 ประกอบ Rockerarm เข้ากับเพลาขณะสวมเข้า Housing ให้เรียงตามหมายเลขที่ตีกำกับไว้ด้านใต้ของตัว Rocherarm ทั้งไอดีและไอเสีย โดยเรียงลำดับจาก 1-48

85.3 ประกอบ Lay shaft หัวฉีดเข้า cam box housing

85.4 ประกอบ Rockerarm camshaft กดหัวฉีดเข้า cambox housing โดยประกอบตัว Rockerarm กดหัวฉีดขณะสอดเพลา

85.5 ทำการพลิก cam shaft housing เพื่อทำการวัดหาค่า Valve

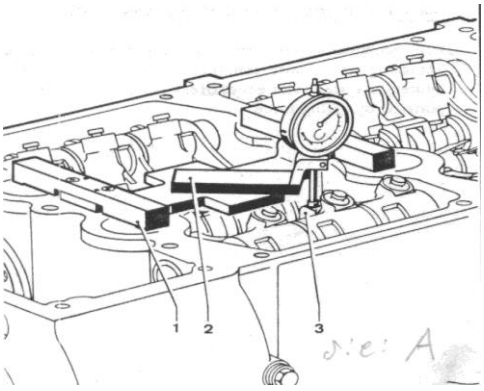
85.6 วิธีการหาค่า Valve cap

นำเครื่องมือ gauges for determining to the cam and rocker hosing surface for valve cap hight (140) และ Dial gauge ขนาด 30 มม. มาทำการประกอบเข้ากับฐานแท่นวัด แล้วทำการ Set 0 ค่าที่ได้จะเท่ากับ 24.45 แล้วนำไปทำการวัดผิวหน้าของ case housing กับหน้าสัมผัส Rocker arm กด Value โดยหมุนเพลาให้ Rocker arm อยู่ในตำแหน่ง Free end ไม่สัมผัสลูกเบี้ยว

- ทำการวัดความลึกจากผิวของ Camshaft ถึงความลึกสุดของหน้าสัมผัส Rockerarm ค่าที่ได้ถ้าอยู่ในเกณฑ์แผ่น sheet การตรวจสอบ section 5.4 page 7 ซึ่งกำหนดค่าการยอมรับไว้ที่

A = 24.45 +- 0.15 MM

B = 26.75 +- 0.15 MM การประกอบเครื่องมือ ตามรูป



การหาความลึกจากผิว Camshaft ถึงความลึกสุดของหน้าสัมผัส Rockerarm

ถ้าอยู่ในเกณฑ์นี้ถือว่ายังอยู่ในสภาพใช้งานได้ แต่ถ้าวัดแล้วมีค่าเกินจากนี้ ให้ทำการคำนวนใหม่ ดังนี้ โดยให้บันทึกค่าที่ได้ลงในตารางตรวจสอบ workshop inspection หมายเลข 4 จาก สูตร Distance B = distance A ± 2.3 M.M. admissible tolerance for B = ± 0.15 M.M.

จากนั้นทำการวัดค่า Valve Cap ที่ฝาสูบตาม sheet section 5.4 page 8 โดยใช้เครื่องมือ Measuring brige for determination of the height of the valve caps on cylinderhead รวมกับ Feeler gauge วัดสอดเข้าระหว่าง Forrlower กับตัว brige อ่านค่าที่วัดได้ เช่น Valve no 1 วัดได้ 0.80

นำค่าที่วัดได้ 0.80 มาลบค่าของ brige = 28.00

B = 28.00 -
0.80
27.20

จากนั้นนำค่า A ในตารางตรวจสอบที่บันทึกไว้เช่น = 24.91 มาแทนค่าในสูตร เช่น

A = 24.91+
ค่าที่กำหนดไว้ = 2.30
27.21 +- 0.15 (27.06 to 27.36)

การใช้งานค่า B ต้องอยู่ระหว่างค่า A คือ = (27.06 ถึง 27.36) แล้วจึงอ่านค่า code No_ ที่ valve cap แล้วบันทึกลงในตารางบันทึกผล MTU. Australia workshop Inspection sheet หมายเลข 4 ถ้าค่าไม่อยู่ใน tolerances A ให้เปลี่ยน Value Cap ใหม่แล้วทำการวัดและคำนวนอีกครั้งจนได้ขนาด Valve Cap ที่อยู่ในเกณฑ์ของค่า A จนครบทุกตัว ค่าหรือหมายเลข Code จะตีบันทึกไว้ที่ด้านข้างของตัว Cap เช่น 1, 2-8

86. ใส่ Gasket กับฝาสูบโดยให้ทาจาระบีให้ทั่วทั้งฝาสูบและ Gasket

87. การหา backlash ระหว่าง Lay shaf กับเฟืองขับน้ำมันที่หัวฉีด

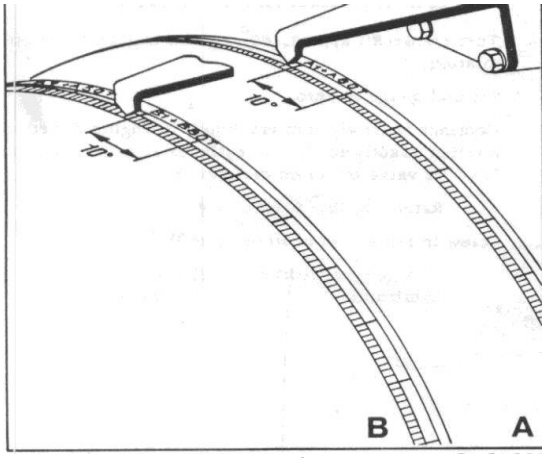
วิธีการ ให้นำ Cam Rockeri housing วางบนฝาสูบ

- นำเครื่องมือวัดระยะ backlash (Measuring tube for backlash at the unit injector) ใส่ลงไปในตำแหน่งช่องใส่ของหัวฉีดที่สูบ A1 และ A8
- นำ Camp ปรับระยะเลื่อนของ camshaf housing (Allgnment for the adjusting screw) ติดตั้งที่ฝาสูบเพื่อปรับระยะเลื่อนของ cambox housing ทั้งชุด เพื่อการสอด Feeler gange ระหว่างเครื่องมือ Measuring tube กับ เฟือง gear ของ Lay shaft
- นำ Feeler gauge แผ่นที่มีค่า 0.5 ทำการสอดพร้อมทั้งปรับแต่ง adjusting screw ให้ cambox housing เลื่อนจน Feeler gauge ค่า 0.5 ผ่านเข้าออกพอดี (0.5-0.6 mm)
- จากนั้นนำ Feeler gauge ค่า 0.6 สอดเข้าตามในตำแหน่งเดิม ในการสอดครั้งนี้ แผ่น Feeler gauge ค่า 0.6 จะต้องไม่ผ่านช่องว่างดังกล่าวนั้นคือ ระยะ backlash ระหว่างเฟืองขับน้ำมันหัวฉีดกับ Layshaft

ค่ายอมรับระยะ backlash ได้บันทึกไว้บนเครื่องมือ Measuring tube for backlash at the unit injector อยู่ก่อนแล้วจากการผลิต

- เสร็จจากการวัดแล้วทำการกอดสลักยึด cambox ถังฝาสูบซึ่งมีการใช้แรงบิด 2 ขนาด
- คือ สลักภายในฝาปิด cambox housing ใช้แรงบิด 70 NM. สลักภายนอกฝาปิดใช้แรงบิด 50 NM.

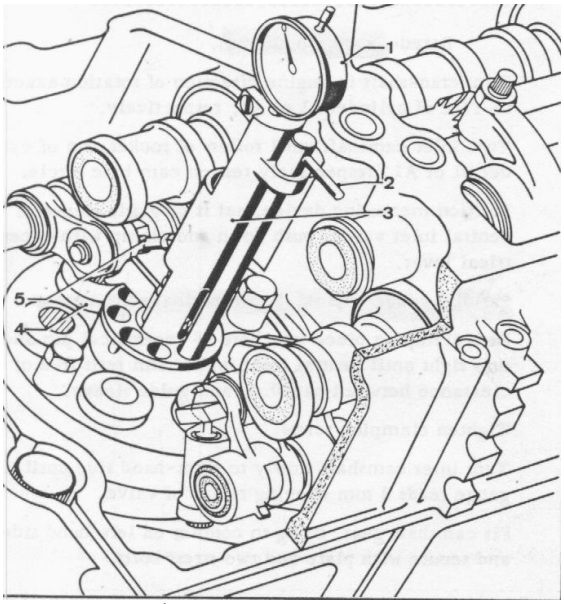
88. การหา over lap ของ Drive gear wheel for the exhust camshaft bank.A โดยหมุนเครื่อง ยนต์ให้ A1 และ A8 ที่ Fly whell ขึ้น TDC ตามรูป



การสังเกตองศาเพื่อหา Overlab

88.1 ทำการติดตั้งตัว lock เข้าที่ไฮโดรลิค adjust ของ exhust valve

88.2 จากนั้นติดตั้งเครื่องมือหา Over Lap ให้ขาของเครื่องมือแตะฝาครอบสปริงแล้วจึง ประกอบ Dial gauge ทำการ set 0 ตามรูป



การติดตั้งเครื่องมือในการหา Overlab

88.3 ทำการหมุน camshaft Exhust ย้อนทางหมุนของเครื่องให้เข็มของ Dial gauge เลื่อนไป 3 มม. (ย้อนทางหมุนของเครื่อง)

ทำการประกอบเฟืองขับ exhust camshaft เข้ากับหัวเพลาด้วยแรงบิด 90 NM.

88.4 ทำการตรวจสอบค่า OverLap ที่ตั้งไว้ว่าถูกต้องหรือไม่โดยวิธีหมุนเครื่องยนต์ตามทางหมุนของเครื่องจน Dialgauge ไม่ขยับแล้วจึงตรวจสอบเข็มของ Dialgauge ว่าอยู่ในตำแหน่ง 0 หรือไม่ ค่าผิดพลาดที่ยอมให้ = +-.5 มม.

89. การหา OverLap ของ Drive gear wheel for the inlet camshaft value bank A.

89.1 หมุนเครื่องให้ Fly wheel อยู่ในตำแหน่ง A1-A8

89.2 ติดตั้งตัว Lock ไฮโดรลิค Adjust ที่ลิ้นไอดี

89.3 ประกอบเครื่องมือหา OverLap ให้ขาของเครื่องมือแตะที่ฝาครอบสปริงลิ้นไอดีติด ตั้ง Dialgauge พร้อมกับ set 0

89.4 หมุนเพลาขับ cam shaft ไอดี ไปตามทางการหมุนของเครื่องจนเข็มของ Dial gauge เคลื่อนที่ไป 3 มม.

89.5 ติดตั้งเฟืองขับ Camshaft Inlet valve ด้วยแรงบิดสลัก 90 NM.

89.6 ทำการตรวจสอบค่า Over Lap ที่ตั้งไว้ว่าถูกต้องหรือไม่โดยวิธีหมุนเครื่องยนต์ย้อนทางหมุนของเครื่องจนเข็มของ Dialgauge ไม่ขยับแล้วจึงตรวจสอบเข็มของ Dialgauge ว่าอยู่ในตำแหน่ง 0 หรือไม่ ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ +-0.05 มม.

ในกรณีของ Bank B ให้หมุนเครื่องยนต์ให้ B1 และ B8 OverLap แล้วจึงปฏิบัติตามขั้น ตอนของ Bank A.

89.7 จากนั้นหมุนเครื่องยนต์ให้ A1 อัดสุดแล้วจึงทำการ Mark สีที่ปลายสุดของ camshaft ทั้ง 4 ตัว ด้วย (204) checking device marking กับเหล็กขีด

90. ทำการตรวจสอบและปรับแต่งระยะ back lash ของ Adjustable intermidiate gear wheels โดยใช้เครื่องมือ Lug socket spanner for the adjustable ider gear wheel bearing ใส่ไปที่เพลา intermediat gear wheels

90.1 หมุนเพลาไปทางใดทางหนึ่งเพื่อให้เกิดการเคลื่อนตัวเพลาส่งผลให้ gear เลื่อนขึ้นลงเกิดระยะเบียดที่ inder gear ให้มีระยะขยับตัวได้พอประมาณ โดยผ่านความรู้สึกทางมือสัมผัส

90.2 จากนั้นถอดเครื่องมือออกแล้วนำสว่านเจาะรูระหว่างเพลากับแปลนเพลา เพื่อให้เกิดรู pin สำหรับการ lock แกนเพลาไม่ให้เคลื่อนตัวตามขณะเดินเครื่อง

90.3 ทำการใส่สลักหน้าแกนเพลา แล้วกดด้วยแรงบิด 40+5 NM. ต่อด้วย 90^0

91. การถอดประกอบและซ่อมทำ Rocker arm ไฮโดรลิค adjust

วิธีการ

91.1 นำเอา Assembly fixture for the rockers ซึ่งเป็นเครื่องมือติดตั้ง Rocker arm เพื่อการถอดประกอบ

91.2 จากนั้นทำการถอดอุปกรณ์ภายใน Rocker arm ออกทั้งหมด

91.3 ทำการวัดค่า clearance ของ Rocker arm ตามค่ามาตรฐานที่ section 6 page 8 tolerance book โดยการวัดความโตนอกของ guide bush และโตในของ bore diameter นำมาลบกันค่าที่ได้คือค่า clearance

91.4 ค่ากำหนดที่ยอมรับได้คือ 0.029 หากเกินนี้ต้องเปลี่ยนชุด guide bush ทั้งหมด

91.5 หลังจากประกอบ Rocker arm เสร็จให้ทำการตรวจสอบการทำงานโดยการอัดน้ำมันไฮโดรลิคความดัน 0.5 bar แล้วใช้เครื่องมือจัดตัวไฮโดรลิค adjust ว่าทำงานเป็นปกติหรือไม่

92. ประกอบเพลาจานจ่ายลมสตาร์และเลื่อนจานจ่ายเข้ากับเพลาลูกเบี้ยว camshaft ไอดี Bank B ด้าน KGS

93. ปิดฝาครอบ camshaft ที่ color mark ไอดี Bank A เพื่อเป็นฐาน ติดตั้งจานจ่ายน้ำมันหล่อให้กับ bearing เทอร์โบชาร์จตัวบน

94. ติดตั้งหม้อกรองแรงเหวี่ยงเข้ากับ CRANK CASE ที่ Bank A และ B, KGS.

95.การติดตั้งปั๊มน้ำจืด ทำการถอดประกอบและตรวจสอบอุปกรณ์ภายในและติดตั้ง water pump การติดตั้งปั๊มน้ำจืด water pump เข้ากับ CRANK case ตั้งระยะ Back Lash โดยใช้ฐาน
Holding device ติดเข้ากับตัวปั๊มเป็นฐานติดตั้ง Dialgauge ให้แขนวัดของ Dial gauge แตะกับเฟืองขับ Idel gear

- ทำการเลื่อนตัวปั๊มเข้าหา cank case เมื่อแนบสนิทจะต้องมีระยะ Bank lash ที่ 0.20 มม.
- หากเลื่อนเข้าสนิทแล้วค่าที่ได้ไม่อยู่ในเกณฑ์ 0.20 มม. ให้เปลี่ยนความหนาของ Gasket ใหม่ จนได้ระยะ Back lash ตามเกณฑ์กำหนด

96. ติดตั้งท่อส่งน้ำจืดจาก water pump เข้า crank case

97. ติดตั้งท่อ Priming ส่งน้ำมันหล่อเข้าเครื่องและ Governor ก่อนการเดินเครื่อง

98. ทำการถอดประกอบตรวจวัดอุปกรณ์ภายใน Raw water pump

100. ติดตั้งท่อส่งน้ำทะเลจาก Raw water pump

101. ประกอบ Centrifugal oil Filter

102. ประกอบท่อส่งอากาศจากจานจ่ายอากาศ

103. ประกอบลิ้นลมสตาร์ท Starting Valve

104. ประกอบหม้อกรองน้ำมันเชื้อเพลิง

105. ประกอบกรองจ่ายน้ำมันหล่อเทอร์โบชาร์จ (Throw away Type Filter)

106. ประกอบท่อร่วมอากาศดี

107. ประกอบท่อส่งแก๊สเสียไปเทอร์โบชาร์จ

108. ประกอบตัววัดกำลังดันน้ำมันหล่อ

109. ประกอบราวน้ำบนฝาสูบ

110. ประกอบ Raw water pump เข้ากับเครื่องยนต์

111. ประกอบ governor เข้ากับตัวเครื่องยนต์

112. ประกอบ ท่อทางน้ำมันเข้ากับตัว Governor และส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์

113. ประกอบ Filter กรองน้ำมันเชื้อเพลิงด้าน KS.

114. การติดตั้งหัวฉีดเข้ากับฝาสูบ การติดตั้งหัวฉีด ต้องใส่ให้ Mark 3 ขีด ที่ตัวหัวฉีดอยู่ในตำแหน่งตรงกันทุกตัว เนื่องจากอยู่บนแกนเพลาส่งอาการจาก Governor อันเดียวกัน โดยใช้ pin ล๊อค Rock Governor ให้อยู่ในตำแหน่ง 14 ^{0} ถ้าเป็นเครื่องที่มีระบบ Cut OFF จะต้องใช้ลมมาดันลูกสูบ CUT OFF ให้ Lay shaft อยู่ในตำแหน่ง Cut OFF ก่อนจึงทำการตั้ง 3 MARK

180. การถอดประกอบลิ้นลมสตาร์ท การตรวจสอบลิ้นลมสตาร์ทขณะเดินเครื่อง ให้ใช้มือสัมผัสกับท่อส่งอากาศถ้าร้อนผิดปกติแสดงว่าตัวแกนลิ้นภายในชุดลิ้นลมสตาร์ทได้รั่วทำให้แก๊สร้อนไหลผ่านเข้าสู่ท่อส่งอากาศได้ การซ่อมทำให้เปลี่ยนตัวแกนลิ้น และบ่ารับลิ้น (Ventil และ Ventilkorper) เสร็จแล้วประกอบลิ้นลมสตาร์ทเข้ากับเครื่องยนต์ ทางด้าน B-BANK ทั้งหมด

115. ติดตั้งท่อรวมอากาศดี

116. ทำการตั้งการจ่ายลมสตาร์ทที่จานจ่ายลมหัวเครื่องคาน KGS โดยการเปิดฝาครอบจานจ่ายลมออก นำแผ่นจานจ่ายทั้ง 2 ตัวออก ทำการตรวจสอบความเรียบร้อย แล้วประกอบเข้าที่ลวดด้วยสลักพอประมาณ แล้วตีที่ตัวสลักด้วยฆ้อนพลาสติก ให้สลักยุบตัวเข้าไปในจานจ่ายแผ่นจ่ายลมจะฟรีตัว แล้วจึงเอาแผ่นรองตัวกลางที่มีหน้าที่ลดแรงต้านลมภายในจานจ่ายออก

นำแผ่นจ่ายลมตัวนอกสุดทดลองประกอบเข้าหาช่องจ่ายลมที่รูจ่ายลมสูง B8 ที่เป็นสูบ Fering แล้วทำการทดสอบว่าเป็นช่องจ่ายลมไปสูง A8 หรือไม่โดยใช้ลมเป่าจ่ายเข้าไป

การตั้งแผ่นจ่ายลมให้ตั้งเมื่อช่องจ่ายเริ่มเปิดจ่ายลมเข้ารูช่อง A8 เล็กน้อยมุมล่างหน้า BTDC ประมาณ 2 องศา

สำหรับแผ่นรองตัวกลางที่ใช้เป็นแผ่นนจ่ายลมทิ้งเพื่อลดแรงต้านภายในตัวเรือนจานจ่ายนั้นจะเจาะรูให้ลมสามารถจ่ายทิ้งไปภายนอกได้ ซึ่งเป็นการลดแรงต้านของลมที่เกิดขึ้นขณะทำงานเพื่อให้ลิ้นจ่ายลมประจำสูบสามารถปิดลิ้นภายในตัวเองได้รวดเร็วขึ้น

117. ประกอบท่อทางจ่ายลมจากจานจ่ายลมไปยังลิ้นจ่ายลมในรูปต่าง ๆ ของ B-Bank

118. การตั้งระยะเริ่มต้นการฉีดน้ำมันของหัวฉีด

หมุนเครื่องตามทางหมุนของเครื่องในสูบ A1 และ A8 ขึ้นศูนย์ตามบน TDC ดูที่ A1 ต้องเป็นจังหวะจุดระเบิด แล้วนำ Dialgauge ติดตั้งบน Rocker housing ของสูบ A1 แล้ว Set Dialgauge ไปที่ 0 องศา แล้วทำการหมุนสกรูตัวปรับแต่งระยะฉีดโดยหมุนให้ Dailgauge เคลื่อนที่ไป 4.3 mm แล้วทำการล๊อคนัตที่ตัวสกรู หมุนเครื่องตาม Fring Order ไปตามทางหมุนของเครื่อง แล้วทำการตั้งตามขั้นตอนข้างต้นจนครบจำนวนสูบ ระยะที่ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ $\pm$ 0.05

119. ประกอบ Intermediate frame เข้ากับ cam box

120. ประกอบท่อทางน้ำมันเข้าหัวฉีด Leak-fuel line , Eccel return line , Eccel feed line.

121. ประกอบฝาครอบ Top cover plate Intermediate frame.

122. หม้อกรองน้ำมันหล่อลื่น แบบ Oil fine gap filter ทำการถอด Oil fine gap filter น้ำมันหล่อเพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ภายในประกอบด้วย แปรงโลหะจำนวน 2 แถว 4 อัน ตัวหม้อกรองหมุนพันด้วยลวดไร้สนิมมีระยะความถี่ระหว่างเส้นที่พันรอบกรอบ 0.1 มม.สำหรับหม้อกรองหยาบ และ 0.05 มม.สำหรับหม้อกรองละเอียด

เมื่อเครื่องยนต์ทำงานไประยะหนึ่งจะเกิดความร้อนในน้ำมันหล่อก่อให้เกิดความเหนียวแข็งของคาร์บอน สารเหล่านี้จะเกาะเป็นคราบเหนียวแข็งที่ตัวกรอง ซึ่งสามารถจะทำให้กรองเกิดตันได้ แม้จะมีหัวสำหรับกรีดเอาคราบเหนียวแข็งเหล่านี้ออกแล้วก็ตาม แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าการที่มีหัวกรีดจะทำความสะอาดช่องว่างดังกล่าวได้หมด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องถอดเอาไส้กรองออกตรวจสอบและทำความสะอาดโดยแร่ในสารเคมี P3 solvclean kw order No 40022 แล้วทำการตรวจสอบด้วยสายตากับแสงที่ส่งรอดผ่านช่องว่างระหว่างเส้นลวดว่ามีส่วนที่อุดตันอยู่ที่ใดบ้าง เมื่อทำความสะอาดได้หมดจดแล้ว จึงประกอบหัวฉีด แม้นำเข้าประกอบกับตัวหม้อกรองของเครื่องยนต์อีกครั้งหนึ่ง

123 การปรับแต่งปริมาณน้ำมันที่ส่งไปหล่อลื่นเทอร์โบสเตร์จากหม้อกรองหน้าเครื่องด้าน KGS ให้ปรับที่ฝาครอบด้านบน กรองโดยเลื่อนฝาครอบให้ Mark ที่ฝาครอบตรงกับ Mark ที่ตัวเรือนหม้อกรอง

124. การตั้งเข็มแสดงว่าเครื่องอยู่ในการทำงาน Full load ให้เดินเครื่องในตำแหน่ง Full load 48^0 Rack แล้วปลดเข็มชี้ตำแหน่ง Vollast ที่ติดตั้งอยู่กับฐานหม้อกรองน้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 2 ข้างให้ตัวเข็มชี้ที่ Mark Vollast เพื่อเป็นการง่ายในการสังเกตว่าเครื่องยนต์เดินอยู่ในภาวะ Full load หรือไม่

125. การทดสอบเทอร์โมสตัส ถอดเทอร์โมสตัสระบบน้ำจืดหล่อเย็นเครื่องยนต์ เพื่อตรวจสอบเทอร์โมสตัส การทดสอบให้นำเอาตัวเทอร์โมสตัสลงแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ $75^0 \pm 2^0$ เทอร์โมสตัสจะต้องเริ่มส่งอาการเปิดดันแกนส่งกำลังออกแล้วจึงประกอบเข้ากับชุด Valve กันน้ำแล้วจึงนำชุด Valve กันน้ำทั้งชุดแช่ลงในน้ำร้อนเพื่อตรวจดูเข็มของ Radiator หากเข็มของ Radiator ไม่เปิดให้ปรับแต่งระยะดันแกนเทอร์โมสตัสที่น็อตล็อค Emergency set แล้วสังเกตเข็มชี้ระยะการเปิดที่ Radiator อีกครั้งว่า เทอร์โมสตัสทำงานปกติหรือไม่ โดยจะเปิดเต็มที่ ณ. อุณหภูมิ 87^0+3^0 เข็ม Radiator จะต้องชี้ในตำแหน่งเปิดเต็มที่หากเข็มยังชี้อยู่ที่ 0 แสดงว่าเทอร์โมสตัสชำรุดหรือกลไกของเข็ม Radiator เสียการเปลี่ยนเทอร์โมสตัสให้เปลี่ยนเมื่อถึงขั้นการซ่อมทำ W-5

<u>ปั๊มน้ำจืด Water pump และ น้ำทะเล</u>

การถอดประกอบและการตรวจวัดปั๊มน้ำจืด Section 3.13.2.2 Page 2 – 13

1. เปิดฝาครอบตัวปั๊ม Cover และ End cover

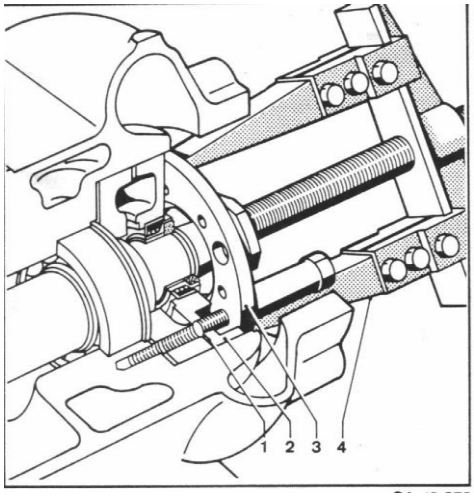
2. ติดตั้ง Holding device เข้ากับ Pump housing เพื่อยึดตัวปั๊ม

ขณะถอดประกอบ

3. ใช้เครื่องมือดูด Impeller ออก

4. ถอด Guide piece และ Water seal (Mechanical seal) ออก

5. ถอด Inner guide piece โดยการถอด Impeller, Guide piece และ Inner guide piece ต้องใช้เครื่องมือตามรูป



การถอด Inner guide piece

6. ถอด Seal ออกจาก Inner guide piece

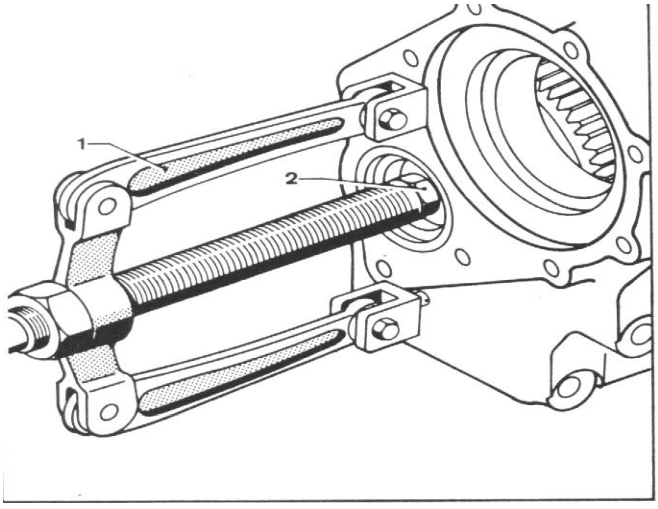
7. ถอด Pump shaft ออกจาก housing

8. ถอด Extract gear ออก

9. ถอด Deep groove ball bearing ออก

10.ทำการเปลี่ยน Roller bearing outer race end cover ออก

11. ถอด bearing bush ของ Idler gear ออก และทำการเปลี่ยน ball bearing ตามรูป( )



การถอด bearing bush ของ Idler gear

12. หาค่า Clearance ของ ball bearing (ความหนาของชิม)

สูตร X = a – (b1+b2) + 0.05 to 0.10 MM.

X = ความหนาของชิม

a = ความสูงของ ball bearing ทั้ง 2 ตัว จากเสื้อปั๊ม

b1 = ความหนาของ ball bearing ตัวที่ 1

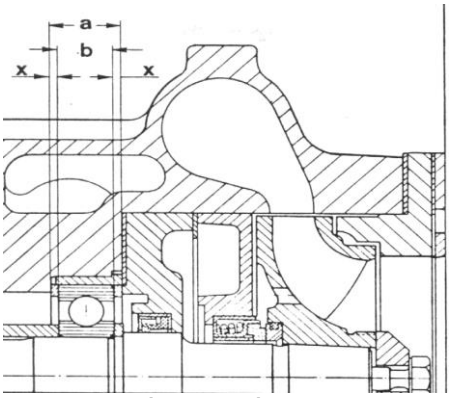
b2 = ความหนาของ ball bearing ตัวที่ 2

0.05 to 0.10 MM. = ค่าที่ clearance เผื่อไว้ให้

13. เมื่อใส่ค่า X ให้นำเอาตัวเลขไปเลือกความหนาของชิมมารองระหว่าง ball bearing การประกอบ

14. ทำการประกอบ ball bearing เข้ากับ pump shaft

15. ประกอบเพลาเข้ากับตัว housing เพื่อทำการหาค่าระยะชิมระหว่าง ball bearing = X โดยใช้สูตร X= a – b / 2 ซึ่งค่าตามจุดต่าง ๆ ที่ต้องวัดแสดงตามรูป



ระยะต่าง ๆ ที่ต้องวัดเพื่อทำการหาค่าชิม

a = ความลึกระหว่าง housing ถึงแหวนล๊อค

b = ความหนาของ ball bearing

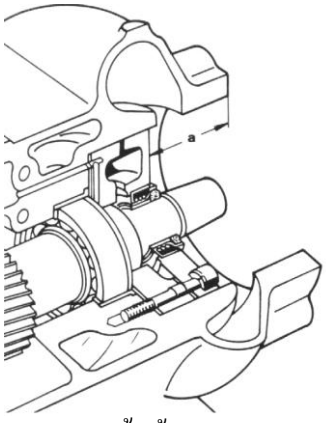
X = ความหนาของชิมที่จะนำมาใช้

เมื่อใส่ค่า X แล้วให้นำเอาชิมมาใส่ระหว่าง ball bearing ด้วยเพลาขับ

16. ประกอบ Oil seal เข้าถึง guide piece แล้วนำออก guide piece เข้าประกอบใน housing

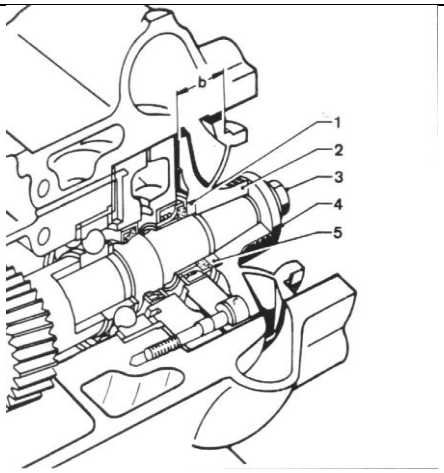
17. ประกอบ Water seal เข้าถึง guide piece แล้วจึงเอา guide piece ชุด Water seal เข้าประกอบใน housing

18. ทำการวัด a = ปากเสื้อปั๊มถึง intermediate ring แล้วบันทึกค่าไว้ ตามรูป



ระยะปากเสื้อปั๊มถึง intermediate ring

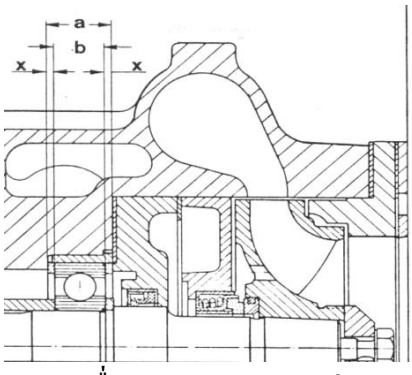
19. ทำการวัด b = impeller Fit .0-ring แล้วบันทึกค่าไว้



ระยะ b

20. นำ Impeller ประกอบเข้ากับ pump shaft แล้วทำการวัดค่า C

C = ระยะจากปาก pump housing ถึงตัว Impeller โดยระยะต่าง ๆ ที่ต้องวัดแสดงตามรูป



การวัดระยะเพื่อหา clearance ระหว่าง Impeller

ทำการแทนค่าลงในสูตร X = a – b – c

ผลจากการคำนวณจะได้ระยะ X คือ clearance ระหว่าง Impeller ต้อง Intermediate ring ต้องอยู่เกณฑ์ที่ยอมรับได้คือ 1.0 MM.

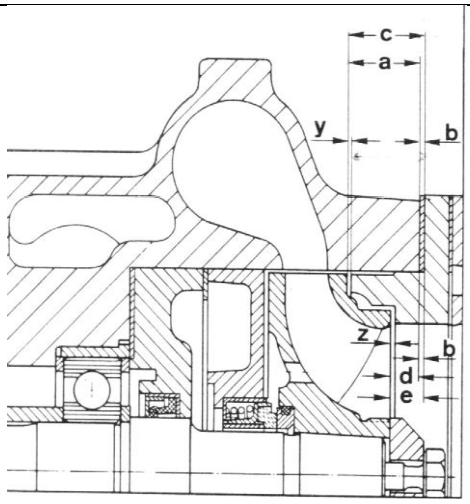
21. กรณีถ้าผลการคำนวณไม่อยู่ในเกณฑ์ 1.0 MM. ให้เปลี่ยน impeller และเพลาขึ้นอยู่กับดุลย์พินิจ

22. เมื่อทำการประกอบ Impeller เรียบร้อย แล้วให้คำนวณหาระยะระหว่างตัว Impeller กับฝาครอบปิดทางดูดน้ำ

วัดระยะ a จาก housing ถึง Impeller

วัดระยะ c ความสูงของฝาปิดทางดูด

วัดระยะ a ความหนา gasket ตามรูป()



ระยะระหว่างตัว Impeller กับฝาครอบปิดทางดูดน้ำ

นำค่าที่ได้มาแก้สูตร Y= a + b – c

ค่าที่ได้ต้องอยู่ระหว่าง 0.15 to 2.8 MM.

23. ทำการประกอบ Cover และ End cover

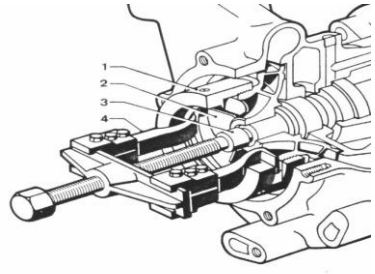
24. นำเอา Water pump ประกอบเข้าเครื่องตามข้อ 160

ปั้มน้ำทะเล

การถอดประกอบปั้มน้ำทะเล section 3.13.3.2 page 2 Maintenance and pepair manual No 20 030/00E

1. คลาย cap nut ยึด Impeller ออก

2. ดูดตัว Impeller ออก ตามรูป



การใช้เครื่องมือดูดตัว Impeller ออก

3. ถอด cap nut ด้านเฟืองขับ เอาเฟืองขับออก

4. ถอด circlip and intermediate ring (แผ่นชิม) รอง ball bearing ออก

5. ถอด pump shaft (เพลาปั้ม) ออก

6. ถอด water seal และ oil seal ออก (mechanical seal) ทำการเปลี่ยนใส่ของใหม่เข้าที่เดิม

7. เปลี่ยน ball bearing ที่ pump shaft ทั้ง 2 ตัว

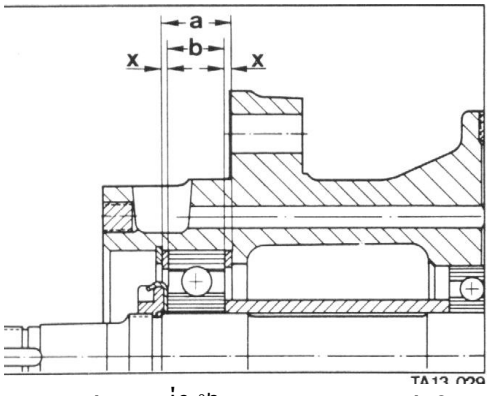
8. ทำการวัดค่าชิมที่ใส่เข้าไปแล้วบันทึกตัวเลขไว้ แล้วทำการวัดชิมตัวที่ 2 แล้วบันทึกตัวเลขไว้ แล้วทำการวัดความหนาของ ball bearing เพื่อจะทำการหาค่าชิม โดยใช้สูตร

X = a – b / 2

a = คือความลึก case housing จาก cirelip ถึงบ่านั่งของ ball bearing

b = คือความหนาของ ball bearing

X = ค่าชิมที่ต้องการ โดยระยะต่าง ๆ ที่ต้องการแสดงตามรูป



ระยะต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณหาค่าชิม

ตัวอย่าง a = 27.6 มม.

b = 19.00 มม.

X= 27.6 – 19.00 / 2 =4.3

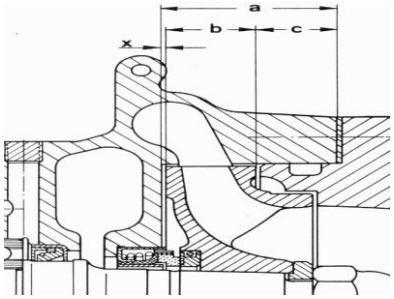
ความหนาของชิมจะหนาตัวละ = 4.3 (จำนวน 2 ตัว = 8.6 มม.)

9. ใส่ mechanical seal เข้ากับ pump housing

10. นำเพลาที่ประกอบ ball bearing และชิมเรียบร้อยแล้วเข้าประกอบกับ pump housing

11. ประกอบ Impeller เข้ากับ pump shaft

12. หาระยะ Tolerance ระหว่างตัวใบ Impeller กับ pump housing ซึ่งค่าต่างที่ใช้คำนวณแสดงตามรูป()



ระยะต่าง ๆ ที่ใช้หาระยะ Tolerance ระหว่างตัวใบ Impeller กับ pump housing

โดยให้ a = ระยะความลึกของ housing กับปาก housing

b = ระยะความหนาของตัว Impeller

c = ระยะความยาวจากปาก housing กับตัว Impeller

X = คือค่า Tolerance ที่จะต้องหาเพื่อนำไปหาระยะห่างของ housing กับตัว Impeller

จากสูตร X = a – b – c – 0.3

0.3 คือระยะที่ตัว Impeller เคลื่อนที่เข้าหา pump housing

ระยะระหว่าง ตัว Impeller กับ housing ที่ยอมรับได้คือ 1.0 มม.

13. ประกอบเฟืองขับ pump เข้ากับ pump shaft แล้วกวดด้วยแรงกวด 140 NM

14. ทำการตรวจระยะที่ตัว Impeller เลื่อนเข้าหาผนัง pump housing ค่าที่ยอมรับได้คือ 0.25 – 1 มม. วัดจากหัวเพลาถึงตัวเฟืองขับ

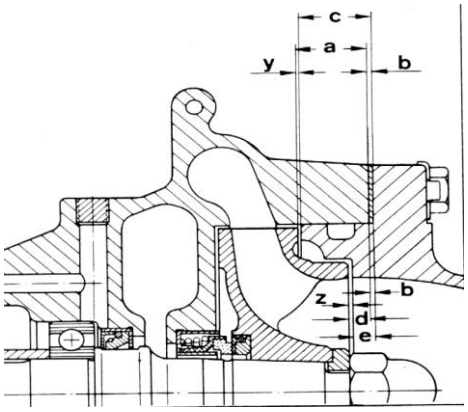
14. ประกอบฝาปิด cover ทางน้ำเข้าทำการหาระยะระหว่างตัวใบ Impeller กับระยะความสูงของ cover (ฝาปิด) โดยให้

a คือ ความลึกจากตัว Impeller ถึงปาก housing

b คือ ค่าความหนาของ gasket

c คือ ระยะความหนาของ cover

y คือ ระยะห่างระหว่างใบ Impeller ถึงฝา cover ตามรูป



ระยะต่าง ๆ ในการหาระหว่างตัวใบ Impeller กับระยะความสูงของ cover (ฝาปิด)

<u>สูตร</u> y = a + b - c

ค่าที่ได้ยอมให้อยู่ระหว่าง 0.5 + 0.2 มม

15. ทำการประกอบปั๊มเข้ากับตัวเครื่องในข้อ (164)

Engine Governor

การถอดประกอบ และซ่อมทำ Governor MTU 538 W-6

1. นำ Governor ติดตั้งบนฐานรับ บนโต๊ะปฏิบัติงานโดยใช้เครื่องมือยึดจับ Governor housing during assembly (120) S 6.8 tool catalog book. 538-01/02

2. ทำการถอดชุด DBK housing ตรวจสอบส่วนของอุปกรณ์ ที่เคลื่อนไหวทั้งหมด หาก เห็นว่ามีรอยที่บู๊ช หรือ เพลา ให้เปลี่ยนใหม่ได้แก่ ball bearing , bush ลูกสูบ ,shaft

3. ปลด Manual shut down ถอดฝาครอบตัว Governor เพื่อจะทำการถอด speeder spring piston housing และทำการตรวจสอบส่วนที่เคลื่อนไหว หากพบว่ามีรอยสึกหรอให้เปลี่ยนใหม่ทั้งหมด ส่วน bush ที่ตัว housing หากไม่มีร่อยรอยการสึกหรอไม่จำเป็นต้องถอดออก (2622) แต่ทำการตรวจสอบ speeder spring

4. ถอด Solenoid with suppor and shut - down linkage ตามขั้นตอนต่อไปนี้

4.1 เปิดฝาครอบด้านบนของตัว Governor

4.2 ปลด Diaphragm cover.

4.3 ปลด Manual speed

5. ทำการถอดชุด Governor Upper housing โดยก่อนจะทำการถอดให้ทำการ Mark หมายระหว่าง Compensating Lever กับAdjusting nut จากนั้นให้ทำการถอด spring outer โดยใช้เครื่องมือพิเศษ (2002) Installation and removal of the retainer of the shut - down springs กดกำกับไว้

6. ทำการถอดชุด Power piston pilot valve และถอดชุด pilot valve ตัวใน ตรวจสอบชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหว หากพบว่าชำรุด มีรอยสึกหรอให้เปลี่ยนสำหรับ Liner ไม่จำเป็นต้องถอด

7. ทำการถอดชุด ตุ้มเหวี่ยง Fly weight โดยให้ทำการ ปลดสลักยึดเฟืองขับระหว่าง Fly weight กับตัวเฟือง ให้ตัวเฟืองเป็นอิสระแล้วจึงกดแกนเพลาขับออก จากนั้นทำการถอดส่วนประกอบชุด Fly weight โดยการใช้เครื่องกดแขนกล ทำการกด pin ของแขนเหวี่ยง ในชุดตัวเหวี่ยงออก เพื่อทำการตรวจสอบ Bush และ shaft

7.1 ทำการตรวจสอบตุ้มเหวี่ยง Fly weight หากพบว่า ชำรุด หรือต้องการเปลี่ยนให้ดำเนิน การเปิด spare parts list ของ Governor ให้หมายเลขรหัส (Data) ของชุด Fly weight เป็นหมายเลขเดียวกันเท่านั้นจึงจะใช้งานได้ผลมีประสิทธิภาพ

7.2 จากนั้นทำการประกอบชุดตุ้มเหวี่ยง Fly weight กลับเข้าที่เดิม แล้วจึงนำชุดตุ้มเหวี่ยง ประกอบเข้ากับเพลาเฟืองขับ แล้วนำชุดเฟืองขับ พร้อม Fly weight เข้าประกอบเข้ากับตัว Governor housing

7.3 หลังจากประกอบเข้ากับ housing แล้วให้ทำการตรวจเช็ค Governor sleeve (1321) กับ Governor Fly weight assy. ให้มีระยะห่างระหว่าง Stop washer (1322) กับ Annular nut (1323) = 4.35 MM. โดยใช้เครื่องมือพิเศษ (190) gauge for governor sleeve travel ทำการเสียบวัดที่ตัว Nut ปิดปลายเพลากับ Nut ล็อค เฟืองขับ

หากไม่ได้ตามเกณฑ์ คือ ค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ = 4.35 มม. ให้ทำการ Cutter ที่ตัวเพลา (1421) Fly weight carrier (1421) โดยใช้เครื่องมือพิเศษ (140) shank-cutter for the fly weight holder สอดเข้าที่หัวเพลาแล้วทำการหมุนตัดเอาเนื้อโลหะของแกนเพลาออก

8.ประกอบ speeder spring piston housing เข้ากับตัว Governor housing แล้วทำการทดสอบส่วนที่เคลื่อนไหวว่าทำงานเป็นปกติ มีส่วนใดติดขัดหรือไม่

9. ทำการประกอบ pilot Valve เข้ากับ speeder spring piston ทางด้านบน

10. power piston มาทำการวัดระยะจากขอบบนของตัว piston กับ รู Leak น้ำมันตอนบน ได้ระยะ = 40.70 มม.

11.จากนั้นนำตัว power piston เข้าประกอบกับ Governor housing โดยสวมเข้ากับ pilot value ด้านบน

12. หาระยะเลื่อนของ pilot value ทำการวัดค่าระหว่างขอบบนของ pilot valve กับ ขอบบนสุดของ power piston ในตำแหน่งของ pilot valve ขึ้นสูงสุด = 41.40 และตำแหน่ง pilot valve ต่ำสุด 28.80

แล้วนำค่าทั้งสองมาลบกัน = 41.40 - 28.80

X = ค่าของระยะชักของ pilot value 12.60 MM.

แล้วนำค่าที่ได้ไปเทียบกับค่ามาตรฐาน คือ 12.2 $\pm$ .2

13. หาค่า Manual stop โดย วัดระยะจาก pilot valve กับของ power piston ขณะอยู่ใน ตำแหน่งดับเครื่อง คือ ลูก 1 สูบ pilot valve อยู่ในตำแหน่งต่ำสุด ได้ค่า = 46.10

14. หาค่า solenoid Governor shut - down โดยวัดระยะจาก pilot valve กับขอบบนสุดของ power piston ขณะอยู่ในตำแหน่งดับเครื่อง pilot valve อยู่ในตำแหน่งต่ำสุด

= 45.20 MM.

- ตัวเลขที่ได้ถือว่าอยู่ในเกณฑ์การใช้งานทั้ง 2 ค่า

15. ทำการปิดฝาครอบ Governor Housing Cover เข้ากับตัว Honsing

16. ประกอบ Monual Stop และ Shutdown stop

17. ประกอบ Upper Governor Housing เข้ากับ Housing

18. ประกอบ Spring Outer และ Spring Inner กดปิดทับด้วย Spring Petainerโดยใช้เครื่องมือพิเศษ (202) Installation and Removal of the Retainer of the shut-down spring กดลงหลังของ Spring retainer แล้วทำการใส่นัตล๊อคแล้วปิดฝาครอบบน Governor

19. ประกอบ I ding speed adjusment เข้ากับ housing

20. ประกอบ Seting of the fuel injection limitation เข้ากับ housing

21. ประกอบ Iding speed adjusment เข้ากับ housing

22. ประกอบ Sdjusment of the full load specd กับเข้า housing

23. ทำการตรวจสอบอุปกรณ์ประกอบชุด DBR housing

23.1 คลายนัตล๊อคปลายเพลาออก (Slortted nut)

23.2 เอา Clrclip หน้าและหลัง ball bearing ออก

23.3 Scrcwed plug ด้านหลังของแกนเพลาออก

23.4 เอาชุดแกนเพลาไปกดเครื่องทดแทนกลเพื่อเอาเพลาและ Fly weight ออก

23.5 เอาชุด Drive gear whecl ออกจาก DBR. housing

23.6 การซ่อมทำขั้น w-6 ให้เปลี่ยน ball bearing ทั้ง 2 ด้าน

23.7 การทำตรวจสอบชุด Elyweight โดยใช้เครื่องมือพิเศษ Installation gauge for pin 3522 เข้าทาบกับสลักยึดตุ้มเหวี่ยง ถ้ามุมของแกนสลักไม่สามารถสวมเข้าได้กับตัว gauge วัดได้ทั้ง 2 ตัวแล้ว ถือว่าใช้ไม่ได้ ให้เป

ลี่ยนแกนสลักนี้ใหม่ โดยให้หน้าสัมผัสร่อง pin เข้าในตำแหน่ง ที่ถูกต้อง โดยใช้ Installation gauge เข้านำศูนย์ก่อนการกดสลักเข้ายึดแขนของตุ้มเหวี่ยงทำ สลักในส่วนที่รับตุ้มเหวียงจะทำเป็นรูปสามเหลี่ยม เพื่อลดเบงเสียดทาน

23.8 สำหรับแขนส่งอกาการทางกลจากตุ้มเหวี่ยง ด้านส่งอาการจะมีแหวนปรับระยะชิดรองไว้ในด้านของแขนประมาณ 10 ตัว ซึ่งมีความหนาต่างกัน และด้านนอกของตัวรับอาการทางกลอีกประมาณ 6 ตัว ยึดทับด้านนัตล๊อค แหวนรองทั้ง 2 ชุดนี้ ห้ามนำมาปนต้นเด็ดขาด เพราะได้รับการปรับแต่งระยะ มาเรียบร้อยแล้ว หากไม่จำเป็นไม่ต้องถอดออก ถ้าถอดออกให้แยกไว้คนละชุด 24. การตรวจสอบคามถูกต้องของการวางตัวสลักในชุดตุ้มเหวี่ยง DBR ให้ใช้ Installation gauge for pin (3522) วางทาบเข้ากับสลักของตุ้มเหวี่ยง โดยให้หัวลูกศรของแผ่น gauge วัดชี้วัง ทางด้านเครื่องขับ แล้วสังเกตหัวสลักทั้ง 2 หัววางร่างอยู่ในแนวสามเหลี่ยมของตัว gauge หรือไม่ หากไม่วางตัวอยู่ในช่องของแผ่น gauge แสดงว่าการซ่อมทำ gavernor ที่ตรวจสอบไม่น่าจะอยู่ในเกณฑ์มาตราฐาน

25. การทำงานของชุด DBR จะเริ่มทำงานในรอบ 1,200 RPM Governor ขณะไม่ได้ทำงาน gowerpiston จะอยู่ในตำแหน่งชำรุด เพราะ Spring Gouernor กดไว้ เนื่องจากไม่มีน้ำมันในระบบ เมื่อเริ่มสตาร์น้ำมัน priming จะเข้าสู่ระบบ 0.5 bar จะดัน pilot piston ของชุด Power piston ขึ้นทำให้ Power piston ขึ้นตามจนดัน Rach อยู่ในตำแหน่งประมาณ 31 องศา จากนั้นลมสตาร์เครื่องยนต์

ที่กดลมสตาร์เครื่องทำให้ เครื่องยนต์เริ่มหมุนจนถึงรอบประมาณ 500 RPM ระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์ จะเริ่มทำงาน ทำให้เครื่องยนต์เริ่มติดเครื่องจากการที่เครื่องยนต์เริ่มทำงานระบบปั๊มน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องจะทำงาน ไปด้วยทำการส่งกำลังดันนำไปเข้าสู่ระบบ Governor แทนระบบ Priming ระบบทำงานของ Goverhor จะควบคุมให้เครื่องยนต์ทำงานที่ 765 RPM. และต้น Rack ที่ 21.5 องศา ถ้าเพิ่มรอบหัวเปล่าเป็น Maximum speed 1845 RPM ด้วยระบบลม Control จะทำให้ Governor เข้าสู่ระบบควบคุม Governor ในตัวเอง โดยจะส่งการควบคุมการฉีดน้ำมันให้เพิ่มขึ้น แต่ดัน Rack จะชี้ที่ 17.5 องศา เหตุที่รอบสูงขึ้น แต่ Rack ลดลง เนื่องจากการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดจะเป็นไปตามจำนวนรอบของเครื่องยนต์หารด้วย 2 คูณด้วยเวลาเป็นนาที = RPM x 2 จะเห็นได้ว่าเมื่อรอบสูงขึ้นจำนวนครั้งของการฉีดน้ำมันจะสูงขึ้นไปด้วย ซึ่งดัน Rack 17.5 องศา ขึ้นจะสามารถจ่ายน้ำมันได้เพียงพอต่อความต้องการของเครื่อง ช่วงที่ระบบ DBR จะทำงานตั้งแต่รอบ 1,200 RPM ขึ้นไปและระบบ DBR จะทำงานต่อเมื่อเครื่องยนต์ Ouer Load โดยจะทำให้ตุ้มเหวี่ยง DBR ทำงานต่อ เพราะรอบของตุ้มเหวี่ยง DRB สูงกว่า และตัวตุ้มมีเหวี่ยง DBR มีขนาดเล็กเท่าตุ้มเหวี่ยงหลัก Governor เมื่อเครื่องยนต์ Over Coad จะทำให้รอบของเครื่องยนต์เริ่มตก ชุดตุ้มเหวี่ยงของ Governor จะเริ่มเปลี่ยนแปลงอาการ แต่ตุ้มเหวี่ยงของชุด DBR จะเปลี่ยนแปลงอาการ ได้รวดเร็วกว่าตามเหตุผลข้างต้น ทำให้ลูก ของ DBR เลื่อนไปเปิดน้ำมัน Mixoil ทำให้ลด Preusuceที่เปิดในชุดส่งทำจริงของ DBR ถึง pilot Value ของ Power pistoin Governor ลงทันที ทำให้ Governor ลดรอบลงทันที่เช่นกัน การทดสอบ DBR ให้ทดสอบที่กับ RACK 40 องศา จะมีปุ่มทดสอบ DBR ที่ภายนอกชุด DBR โดยกดปุ่มนี้ให้สังเกต Rack จะต้องลดลง รอบจะลดลงตามไปด้วย ทั้งนี้ประมาณ 1 องศา - 2 องศา Rack การที่ตั้ง Rack ไว้ที่ 31 องศา เนื่องจากเป็นจุดที่เหมาะสมที่สุดของการสตาร์

เครื่องยนต์ที่ Governor จะฉีดน้ำมันเท่าที่เครื่องยนต์ต้องการ ในกรณีที่เพิ่ม Load ระบบของ Governor จะควบคุมให้ฉีดน้ำมันเพิ่มขึ้นดัน Rack จะเพิ่มขึ้นเป็น 40 องศา แต่รอบจะลดลงเป็น 1790 RPM การที่รอบลดลงไปเป็น 1790 เนื่องจากกลไกของ Governorชุด Speeding Spring, ตุ้มเหวี่ยง, pilot ของ Contron จะสมดุลย์กัน ทำให้รอบลดลงจาก 1845 เหลือ 1790 RPM

ถ้าพิจารณาก๊ราฟระหว่าง Fule Rack กับรอบ RMP จะมีเส้น Theory Propurion ourve, เช่น DBR curve เพราะเส้น CR Curve ยิ่งพร้อม Test shect ของเครื่องยนต์นั้น ๆ พื้นที่ก๊ราฟที่เหลือ DBR curve ไป จะเป็นย่านที่อันตรายสำรหับการใช้เครื่องยนต์หรือย่าน ouer lcod นั้นเอง ในรอบตั้งแต่ 1200 RMP ระบบ DBR จะทำงาน เมื่อเพิ่มรอบสูงขึ้นจะทำให้แขน BIBR ยกขึ้นตามความ สัมพันธ์ของ RACK และชุด Pilot power piston ด้วย ทำให้แขน DBR พร้อมที่จะดันชุด Pilot piston

ทันที่เมื่อเครื่อง Oule Load การทดสอบว่าระบบ DBR พร้อมที่จะทำงานหรือทำงานอยู่หรือไม่นั้น ให้ใช้ มือกดวงที่ปุ่ม DBR test button ที่ติดตั้งอยู่ที่หน้าชุด DBR ในรอบตั้งแต่ 1200 RPM ขึ้นไป หรือที่เครื่องเดินที่ RACK 40 องศา เครื่องยนต์จะมีอาการตอบสนองโดยการลดความเร็วลงทันที โดย RACK จะลดลงประมาณ 1-2 องศา ถ้าไม่เกิดอาการตอบสนองของเครื่องยนต์แสดงว่าระบบ DBR ไม่อยู่ในสถานะตามปฏิบัติงานได้

2.6 การปรับแต่งความคันน้ำมัน Mik oil ในชุด DBR ต้องเป็นไปตาม Test sheet ของ Governor ดัวนั้น ๆ จึงจะทำการวัดกำลังดันน้ำมันนี้บน Test bench Governor โดยได้ทำการติดตั้ง Pressure gauge เข้ากับชุด DBR ของ Governor และจะเริ่มทดสอบที่รอบของ Governor ประมาณ 1200 - 2800 rpm. ซึ่งจะมีความดันอยู่ระหว่าง 0.3 bar ถึง 6 bar ให้เป็นไปตามขั้นตอนการทดสอบของ Test sheet ถ้าไม่ได้ความคันที่กำหนดให้ปรับแต่งชิมบริเวณฝาครอบท้ายชุด DBR การเพิ่มชิมจะทำให้กำลังดันน้ำมันสูงขึ้น แต่ขนาดความหนาของชิมขึ้นอยู่กับความดันที่ต้องการ

ในความดันที่รอบต่าง ๆ สูงขึ้นทั้งหมดหรือลดลงทั้งหมด (1200 - 1800 RPM ตาม Test sheet) สูงกว่า Test sheet ทั้งหมด หรือต่ำกว่า Test sheet ทั้งหมดในอัตราส่วนที่เพิ่มหรือลด เท่ากันทุกจุด ควรจะปรับแต่งที่แผ่นชิมใหญ่ที่มีลักษณะเหนือ Gas ket ที่รองรับชุด DBR Nousing ให้หนาหรือบางตามที่ต้องการ การใช้ชิมที่ฝาอัดจะใส่ด้านบนหรือลงล่างของ Bush ก็ได้

2.7 การปรับ Speed drop หรือ Proportional Qrad หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า P.Grad โดยมีสูตรการปฏิบัติดังนี้

p.Grad – NL –Nn 0 - %p grad

NL = รอบเดืองเดินที่ LOAD 0%

Nn = รองเดืองเดินที่ LOAD 100%

โดยทั่วไป p.grad จะอยู่ประมาร 3 - 4% ตาม Test Sheet Governor การลดรอบเครื่องมาถึง 0%ในทันทีหรืออย่างรวดเร็ว กลไกภายในหัวของ Governor อาจจะเกิดความเสียหายขึ้นได้ และจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการ

ทำงานด้านความสมดุลของชุด Power Piston และชุด Control Piston อย่างรวดเร็วมาก ซึ่งส่งผลให้เครื่องยนต์เปลี่ยนแปลงความเร็วรอบอย่างรวดเร็วเกินไป (กระชาก) ดังนั้น ภายในตัวGovernor จึงต้องมีระบบหน่วงเวลาซ๊อก คือการตั้งระบบ P.gzad ขึ้น เพื่อเป็นการให้มีเวลาของการปรับตัวของกลไกภายใน Governor

การหน่วงเวลาในการปรับความสมดุลของอุปกรณ์ภายใน Govenor จะทำให้เครื่องยนต์และ Governor ลดรอบลง ได้งานและเดินได้เรียบขึ้นไม่ก่อให้เกิดการชำรุดเสียหาย

สมมุติการทำงานภายใน Governor เช่น

ระยะเวลา	Spring speeding	RPM	LOAD	FUEL RACK4°	P-grad
	40 MM	1790	100%	43°	
	39.5 MM	1845	0 %	17.5°	4%
	40 MM	1790	0 %	17.5°	0%

ตามตัวอย่างถ้า Load จาก 100% ลดลงถึง 0% ในทันที ในกรณีที่ไม่มีระบบ P.grad หรือตั้งไว้ที่ 0% จะทำให้ Governor ทำงานอย่างรวดเร็ว โดยจะลด Fuel Rack ลงไปที่ 17.5 ในทันที เพราะความแข็งของ Spring (ไม่ต้องมีการปรับสมดุลใหม่ 40MM)

แต่ถ้ามีการตั้ง P.grad 4% จะทำให้ระยะ Spring ที่สมดุลเปลี่ยนไป (39.5MM) ระบบภายใน Governor จะมีระยะเวลาที่สามารถปรับสมดุลให้ Fuel Fack ลงมาที่ 17.5 รอบไปที่ 1845 ทำให้กลไกการทำงานราบเรียบขึ้น

การที่เครื่องยนต์มีอาการ Hunting นั้น โดยส่วนใหญ่จะเกิดจากกลไกภายในตัวของ Governor เองมีความฝืด (Friction) อันเนื่องมาจากน้ำมันหล่อที่ก่อตัวเป็นของเหนียวข้น หรือคราบเหนียวเกาะอยู่ตามจุดต่าง ๆ ภายในตัว Governor การ Hunting โดยมากจะเกิดขึ้นที่รอบต่ำ เช่นIdeal Speep เนื่องจากขณะนั้น Speeding spring จะมีระยะมาก Tension น้อย จึงเกิด sensition พรุน ดัน ความฝืดภายในทำให้เครื่อง Hunting ได้

ใน Governor รุ่นที่ใช้อยู่คือ R.033 จะไม่มีระบบ droping เพื่อช่วยลดอาการ Hunting แต่ใน Governor รุ่นใหม่ (R.034) จะมีระบบ damping ที่ต่อเข้ากับชุดปรับแต่ง P.grad เมื่อลดอาการ Hunting Governor รุ่นเก่า (R.033) จะสามารถ Modify เป็นรุ่นใหม่ (R.044) ได้โดยการเปลี่ยนฝาครอบด้านชุดปรับแต่ง P.grad และติดตั้งชุด damping เข้าไป

เอกสาร FUEL UNIT INJECTOR DESCRIPTION, ASSEMBLY MAINTENANCE OVERNAUL NS/222/2e EDITION:04.76

การถอดประกอบหัวฉีด

นำหัวฉีดจับกับฐานแท่น damping fixture อัดด้วยปากกาคลาย 5 กรู cap ออกจากเรือนปั๊มด้วยSerrated Socket Nozzle body ออกจาก Scriw cap เพื่อนำเอาชุด Nozzle ออก เพื่อทำการส่งแรงดัน Spring โดยเอา Nozzle ขึ้นอันดับเครื่องมือพิเศษ Machining device forunit injector

ทำการขยาย Counternut ที่ตัว Nozzle แล้วทำการปรับแต่ง Adjusting nut โดยหมุนตัวAdjusting ถอดนัตให้สปริงแข็งขึ้น Pressure ของน้ำมันจะยกสปริงได้จะสูงขึ้นได้ ขั้นตอนนี้ให้ใช้การทดสอบความดันที่แท่น Test หัวฉีดกำลังดันประมาณ 130 = 5 กก. การปรับแต่งนัตเร่งกำลังดันให้ใช้ประแจปากตายพิเศษขนาดบาง 9 มม. และ ขนาดธรรมดาอีก 1 ตัว 9 มม. ถอดไปทดสอบไป จนได้กำลังดันที่ 130 = 5 กก.

การปรับแต่งความดันให้ใช้เครื่องมือพิเศษ Testing nozzle element จับยึด Nozzle แล้วน้ำมันแท่นอัดกำลังดันให้ได้ตามเกณฑ์ 130 = 5 กก. ถ้ามีการรั่วไหลให้ทำการ Lapping โดยใช้สารขัดหน้า Nozzle หมายเลข Fine 7044/981 ทำการขัดระหว่าง body กับหน้าสัมผัสของ Value seat Value cone ให้เรียบจนไม่มีการรั่วไหล ถ้าบดแล้วยังมีการรั่วไหลให้เปลี่ยนใหม่ทั้งชุด Nozzle ได้แก่เข็มปิดน้ำมัน, body และสปริงกำลังดัน แล้วจึงแต่งกำลังดันวัดสปริงใหม่ให้ได้ 130 = 5 ก.ก.

หลังจากผ่านการทดลองแล้วให้เอา Nozzle เข้าประกอบกับ Nozzle body แล้วทำการถอด Vatue seat ด้วย torgue 7-10 กก. หลังจากถอดแล้วให้ทำการทดสอบการทำงานโดยการดันตัว Value cone ดูการเคลื่อนตัวตอบสนองระหว่างการดันกับแรงต้านกลับของสปริง เมื่อปรับและทดสอบอุปกรณ์ดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว จึงประกอบเข้ากับ Screw cap เพื่อรอการประกอบเข้ากับตัวเรือนปั๊มอีกครั้งหนึ่ง

สำหรับตัวเรือนปั๊มถ้าต้องการถอด Plunger guide เพื่อตรวจสอบหรือวางอุปกรณ์ภายในให้ใช้เครื่องมือพิเศษ Extractor for plunger guide ทำการดูด plunger guide ออกจาก pump housing โดยตัว pump housing ถูกจัดยึดด้วยเครื่องมือพิเศษ Clamping fixture อัดทับด้วยปากกา

เมื่อดูดเอา plunger guide ออกจาก pump housing ออกแล้วให้ตรวจสอบอุปกรณ์ภายในทำความสะอาด หากไม่มีการชำรุดไม่จำเป็นต้องเปลี่ยน ส่วนที่สำคัญที่สุดของการประกอบ Plunger guide เข้ากับ pump nousing นั้น ได้แก่ การเปลี่ยน Leak - off fuel gasket และ Suction Chanber gasket ซึ่งทำหน้าที่ seal น้ำมันของตัวปั๊มทำด้วยอลูมิเนียมชนิดอ่อน เมื่อได้รับแรงกวดอัดจะยุบตัวไม่สามารถนำถ้วยมาใช้ได้อีก เมื่อถอด plunger guide ออกจะต้องทำการเปลี่ยน gasket อลูมิเนียมทั้ง 2 ตัวนี้ทุกครั้ง จากนั้นจึงนำเอา plungdr guide ประกอบเข้ากับ pump housing โดยใช้เครื่องมือ Extractor for plunger guide กวดอัดนำเข้า

ทำการประกอบส่วนของชุด Screw Cap เข้ากับตัวเรือนปั๊ม pump housing ด้วย torque 55 NM แล้วนำหัวฉีดขึ้นติดตั้งกับแท่น Test pressure อัดน้ำมันเข้าทางช่อง Z และ R เพื่อดูการรั่วไหลด้วยแรงดัน 135 กก. ดูสเปรย์ปลายหัวฉีดว่ามีการหยดก่อนและหลังการฉีดหรือไม่ จากนั้นปลดท่อส่งน้ำมันทาง Z และ R ออก แล้วทำการอัดน้ำมันเข้าทางช่อง L แล้วใช้กำลังดัน 2 bar ทิ้งไว้ 3 นาที ต้องไม่มีการรั่วไหลทุกจุดของตัวปั๊ม pressure ที่เกจไม่ตกเร็วจนเกินไป แล้วนำเอาหัวฉีดเข้าใส่ในฐานแท่น Clamping fixture for internaltightness test สำหรับการตรวจสอบการรั่วไหลทั่วไปของหัวฉีดโดยประกอบแหวนสั้นหัวฉีดทองแดงและแคมยึดกวดด้วย torque 140 Nm แล้วใช้ลมอัดเข้าที่ฐานแท่นเครื่องมือวัดแรงดัน 40 bar จากนั้นใช้น้ำสบู่ไล้ตามส่วนต่างๆ ของหัวฉีด ตรวจดูว่ามีฟองอากาศที่เกิดจากการรั่วไหลหรือไม่ ถ้ามีให้ถอดทำใหม่

เครื่องมือที่จำเป็นในการถอดประกอบหัวฉีด

1. ฐานแท่นตรวจสอบการรั่วไหลและปรับแต่ง spray tip CH 3147/39 part no 560 11 1600

2. เครื่องมือดูด Nozzle body part no 560 589 133000

3. Serrated Socket สลับหรือคลาย Screw Cap 560 589 120800

4. ประแจปากตายเบอร์ 9 เจียรบางสำหรับปรับแต่งนัตสปริง spray tip

5. จานแท่นจับยึดหัวฉีดในการถอดประกอบ CH 2522/16.1 part no. 560 589 05 3100

ทั้งหมดบรรจุอยู่ในชุดเครื่องมือหมายเลข

560 589 00 98/00 CH 2522

560 589 04 99 00 CH 3147.1

S 6.10 53.8 หมายเลข 290 และ 230 tool catalog

* ยกเว้น หมายเลขเครื่องมือดู Nozzle body part no 560 589 13 3000 อยู่ในชุดของ unit injector VIIIB

F 34284 0141530 ตัวกว้านหัวต่อน้ำมันเข้าหัวฉีด (ภายนอก)

F 3.0096393 ตัวหว้านในท่อต่อน้ำมันเข้าหัวฉีด (ภายใน)

การถอดประกอบTURBOCHARGER

นำ TURBOCHARGER ขึ้นตั้งบนฐานแท่นรองรับ จัดสถานที่วางอุปกรณ์และเครื่องมือให้พร้อม

เตรียมคู่มือ Exhaust gasfurbocharger Model 83, 84, 87, 104, 123, 124, 125 Description Assembly instructions and spare partslist no.400 83e และเอกสารบันทึกค่าการวัดจัดเตรียมเครื่องมือ

1. Basic toolset G 4 order No. 820 5891259/00 CH 1772

2. Set of sepcial tools S 5.4 order No. 820589 15 59/00 CH 2181

3. Exhaust gas turbocharge 84 W.5-0 order No. 503 589019900 CH 2294.1

Turbocharger assembly data record type AG684

1. ทำการเปิดฝาครอบด้านบน Air intake housing ของตัว Turbocharger ออก

2. ถอดฝาครอบหุ้มด้วยสักหลาด ซึ่งมีหน้าที่กันฝุ่นเข้าสู่แบริ่งตัวบนและเป็นตัวดูดซับเสียงที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของอากาศ upper endcover ออก

3. คลายนัตล๊อคฝาครอบและดูดเอา Flange cover ออกโดยใช้เครื่องมือ Extractor 109/340

4. ดอก Serrated nut ออกโดยใช้เครื่องมือพิเศษ Serrated Socket Spanner 109/370 และ Serrated Socket Spanner 109/380

5. ทำการถอดชุด upper bearing bush ออกโดยใช้เครื่องมือพิเศษ Extrator 109-340 ดูดออกชุด Deep groove ball bearing และ Cylindrical roller bearing จะถูกดูดออกมากับ bush ด้วย ที่ใต้ปาก Bush จะมี Spacer ring 3523 รองอยู่ แหวนตัวนี้จะเป็นตัวปรับแต่งระยะชิดของ bearing

6. ทำการถอดยกชุด upper diffusor housing 4420 ออกด้วยรอกแม่แรง

7. ทำการถอด Cylindrical roller bearing inner race 3642 ออกโดยใช้เครื่องมือดูด Fixture 109/310 ขณะถอดให้สังเกตุ Mark Spacerring 3641 ที่ตัว Labyrinth seal ว่าตรงกับ Mark ที่ตัว Impeller wheel หรือไม่ เนื่องจาก Mark ทั้ง 2 เป็นการทำ Balance ของ Impeller wheel กับRotor

8. นำชุด ไฮโดรลิค Hydraulic fixture 109/430 ประกอบเข้ากับ Impeller 3320 ทำการดูด Impeller ขึ้นที่ใต้ตัว Impeller จะมี Spacer ring 7622 รองไว้

9. ทำการถอด Pressure equcelizing dise ให้สังเกตุและตรวจดูว่าที่หน้าของ pressiere equalizingdise 3621 มีรอยสึกกร่อนหรือไม่ ถ้ามีให้ทำการขัดแต่งและทาเคลือบด้วยพลาสติดให้มีความเรียบเหมือนเดิม ขณะถอดให้สังเกต Marko ที่ตัวแผ่น disc ต้องตรงกับ Marko ที่แกนเพลา Rotor ที่ถอดไว้บริเวณที่ใส่ Spacerring 3641 โดยทำการประกอบเครื่องมือพิเศษ fixlure 109/710 และไฮโครลิคดันแผ่น pressure equalizing disc 3621 ออก

10. ถอด Lower diffusor housing ออกโดยการคลายสลักยึดกับ Exhaust gas outtet husing 2400 ออกแล้วทำการยก Cose ของ Lower diffusor housing 4621 ขึ้นด้วยรอกแม่แรงหรือคนยกแยกออกจาก Outlet housing

1.1 ทำการยกตัว Exhaust gas outtet housing 2400 ออกจาก Exhaust gas inlet housing 1400 โดยคลายนัตยึดแล้วใช้รอกแม่แรงเดียวกับตัว Outlet housing ยกขึ้น

1.2 ประกอบ Lifing eye 109/350 เข้ากับปราบเพลา Rotor เพื่อทำการยก Rotor shaft 3220 ออกจาก Exhaust gas intake housing 1400 ด้วยรอกแม่แรง

1.3 ถอด Vare geride ring 1621 ออกจาก Exhaust gas inlet housing 1400 สำหรับเปรียบ Vane geuide ring ถ้าเป็นเครื่องรุ่นเดียวกันให้เปรียบกันได้แต่ถ้าคนละรุ่นให้สั่งตาม Oder number

1.4 เปิดฝาครอบ Oil sliger (3680) ออกเพื่อทำการถอด Cylindrical roller bearing outer race 3642 โดยปลด Cirelip 3431 นำแหวนรอง Distance ring ออก จากนั้นใช้เครื่องมือตอก part no.508 583 0043 01 ทำการตอก Cylindrieal roller bearing outer race ออก

1.5 ทำการทดสอบการรั่วไหลที่ตัว Exhaust gas inlet housing ด้วยการอัดน้ำ น้ำที่ใช้ต้องเป็นน้ำอุ่นที่มีอุณหภูมิ 80° C ที่ความดัน 3-4 bar เข้าทางช่องน้ำเดินระบายความร้อน, ตรวจสอบช่องทางเดินน้ำมันหล่อ, ตรวจหัวสเปรย์น้ำมันด้วยการอัดลม

1.6 ทำการประกอบ Cylindrical roller bearing, Distance ring ล้อคด้วย Circlip แล้วทำการปิดทับด้วย oil stinger 3680 (spritzring 3680)

1.7 ให้ตรวจดู Collored bush (1425) ว่ามีรอยสึกกร่อนหรือไม่ ถ้ามีให้เปลี่ยนใหม่

1.8 ทำการคลาย Serrated nut 3646 ออกจากแกนเพลา Rotor พร้อมด้วย Locking ring, G400 ved bush, Cylindrical roller bearing innerrace

19. จากนั้นประกอบเครื่องมือไฮโดรลิคดูดเอา Cylindrical roller baring ออกจาก Rotor

20. ให้ตรวจ Labyrinth seal 3224 ว่ามีการชำรุดบิดงอหรือแตกหักหรือไม่ ถ้ามีให้เปลียนใหม่ โดยการดึง Labyrinth seal ออกด้วยคีม นำลวดที่ตอกอัดยึดที่อยู่ในร่องออก แล้วทำการใส่ Labyrinth seal ใหม่ ตอกอัดด้วยลวดให้แนบสนิท ในขณะเดียวกันให้ตรวจสอบ Labyrinth ring 3226 และ Retaining aire 3227 ในทำนองเดียวกันด้วย หากพบว่าชำรุดให้เปลี่ยนใหม่

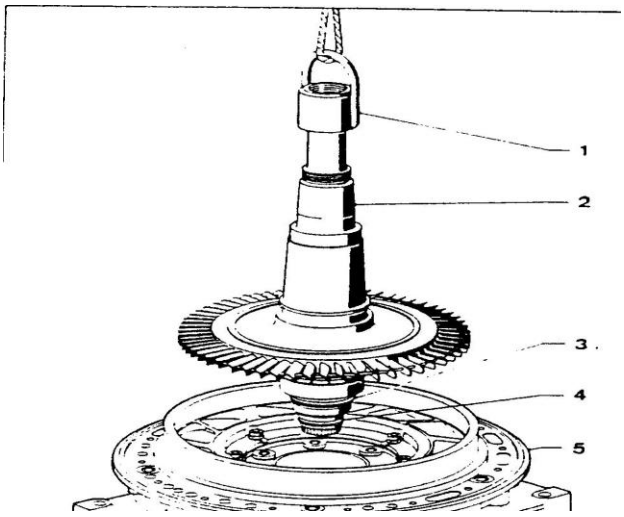
21. สำหรับการเสียหายที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ชิ้นใหญ่ เช่น ตัวเพลา Rotor, Impeller wheel, ปีกขับ Rotor จะต้องส่งไปซ่อมทำที่ประเทศเยอรมัน เนื่องจากต้องทำการ balance ที่ตัว Rotor ใหม่

22. ประกอบ Oil slinger เข้ากับ Laybyrinth seal โดยให้ Mark 0 ตรงกับ Mark 0 ที่เพลา

23. ทำการประกอบชุด Cylindrical roller bearing โดยการนำเอา Cylindrical roller bearing inner race 3642 และ Grooved bush 3663 ไปทำการอบด้วยความร้อน 150 °C ขณะทำการประกอบให้สังเกต Mark 0 ที่ตัวเพลาซึ่งตอกไว้ที่ตัวปลายเพลา โดยให้ Locking ring 3645, Grooved bush 3663 และ Cylindrical roller bearing inner race 2642 ตรง Mark 0 ที่ปลายเพลาเสมอ แล้วทำการตอกอัดด้วยฆ้อนใส่ Locking 3645 แล้วกวดอัดด้วย serratednut 3646 ที่แรงบิดเท่ากับ 260 NM.

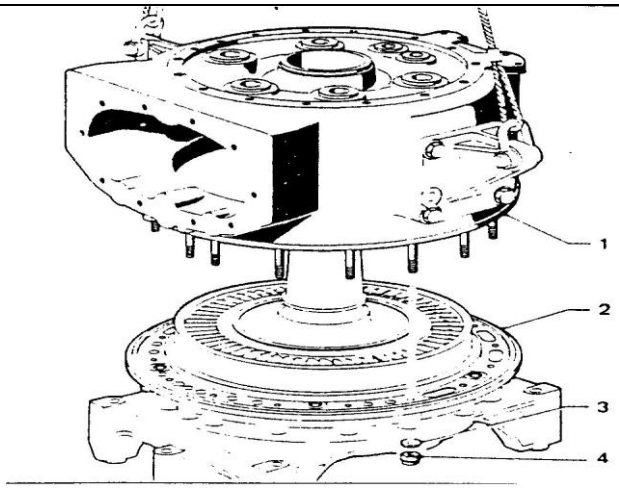
24. ประกอบ Vane guide ring segment 1621, Inner retaining ring และ outer retaining ring 1641 เข้ากับตัว Exhaust gas inlet housing 1400

25. ยกชุด Rotor ด้วยรอกไฟฟ้า สวมเข้ากับ Exhaust gas inlet housing ตามรูป



การยกโรเตอร์เพื่อประกอบลงชุดตัวเรือน

26. ทำการตรวจเช็ค Rubber seal ที่ตัว Exhaust gas inlet housing ให้เรียบร้อยก่อนที่จะยกชุด outlet housing (2400) เข้าทำการประกอบเป็นชิ้นเดียวกัน โดยให้สังเกต Marko ที่ทำไว้ให้ตรงกัน แล้วกวด Nut เท่ากับ 2812 ด้วยแรงบิด NM. ตามรูป ( )



การยกชุด Outlet Housing ประกอบกับตัวเรือน

27. ทำการวัดระยะเพื่อหาค่าการกดอัด equalizing dise เพื่อหาระยะใส่ ในที่นี้กำหนดให้เป็นค่า X โดยใช้สูตร X = a-b

X = ค่าที่ต้องการหาการใส่แผ่น equalizing dise

a = ระยะความลึกของปลายเพลาถึงขอบบ่านอกสุดตรงส่วนรับ equalizing dise

b = ความหนาของแผ่น equalizing dise วัดตรงตำแหน่งเกลียวใน

เช่น a = 237.85

b = 13.95

$\therefore$ X = 223.90

28. นำเอาแผ่น equalizing dise เข้าอบที่อุณหภูมิ 150° - 200° C เพื่อนำเข้ามาสวมอัดกับแกนเพลา Rotor ให้นั่งกับบ่ารับ

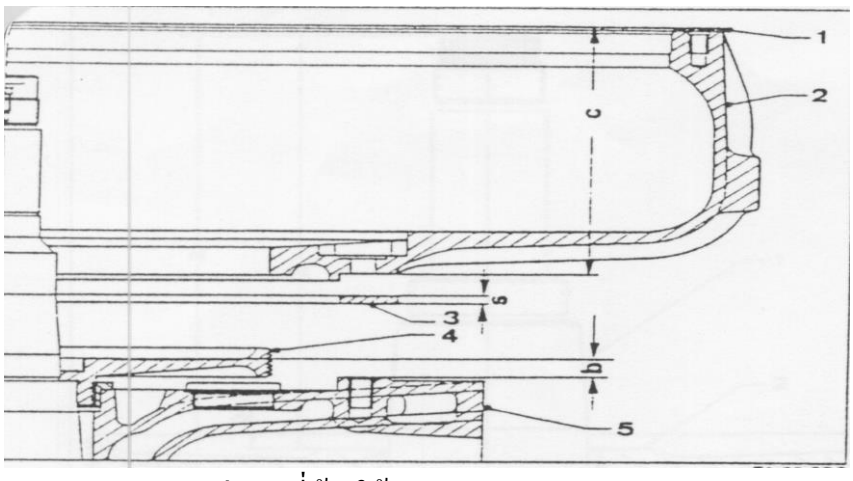
29. ทำการรองแกนเพลาด้านล่างให้ตัวเพลา Rotor ยกตัวขึ้นสูงสุดเพื่อกันไม่ให้แผ่น equalizing dise นั่งกับ outlet housing (2400) ก่อนที่จะนั่งกับบ่ารับที่แกนเพลา Rotor แล้วทำ Mark ที่ตัว outlet housing และที่ตัวแผ่น equalizing dise ให้ได้ตำแหน่ง 0 ก่อนโดยเอา Mark จากตำแหน่งบนแกนเพลา

Rotor การอบแกนเพลายังมีจุดประสงค์ป้องกันการชำรุดของปีกนำ Rotor ไม่ให้กระทบกับ Vave guide ring ขณะตอกอัด

30. นำเอาแผ่น equalizing dise ออกจากเตาอบ ทำการประกอบเกลียวแล้วสวมอัดเข้ากับเพลา Rotor แล้วทำการวัดระยะจากปลายเพลาถึงตัว equalizing dise ค่าที่ได้จะต้องเท่ากับ 223.90

31. คำนวณหาค่าความหนาของ Gasket รองรับระหว่าง Lower diffusor housing (4620) ถึง oulet housing (2400)

จากสูตร $S = a+b+(0.65^{+0.2})+0.3+0.1+(1.6^{+0.2})-c$ ตามรูป ( )



ระยะต่าง ๆ ที่ต้องใช้คำนวณความหนาของ Gasket

a = ระยะรวมของ upper diffusor housing + compressor wheel + Distance ring

b = ระยะบนแผ่น equalizing dise (3621) ถึง outlet housing (2400)

c = ระยะความสูงจากตำแหน่ง Gasket ล่าง (ไม่ใส่ Gasket ว่าง) กับความสูงบนสุดรวม Gasket ของ Lower diffusor housing (4620)

ตัวอย่าง a = 181.6 MM.

b = 13.0 MM.

c = 196.5 MM.

S = a+b+(0.65+0.2)+0.3+0.1+(1.6+0.2)-c

∴ ความหนาของ Gasket ที่ใส่ = 1.15 MM.

* การวัดให้ใช้ BAR GRADE BS 863 MOORE & WRIGHT SHEFFIELD ENGLAND NO.308 GRADE B ตั้งทางด้านสันขึ้นบนตัว outlet housing แล้วจึงไช้ deep gauge ตั้งบนสันของตัว BAR ทำการวัดความลึก รวมทั้งความลึกของ equalizing dise ด้วย

32. ประกอบ Lower diffusor housing 4634 เข้ากับ outlet housing 2400 กวดสลักด้วยแรงบิด 70 NM.

33. นำเอาใบ impeller สวมเข้ากับ Rotor โดยให้ MARK 0 ทั้ง 2 ตัวตรงกัน

34. ทำการวัดระยะความสูงระหว่างตัว impeller กับปลายเพลาเพื่อทำการหาระยะอัดตัวของชุด Impeller (Force on) ซึ่งกำหนดไว้ที่ 2.2 – 2.4 ในที่นี้วัดระยะนั้งของ Impeller ครั้งแรกได้ = 126.5 จากนั้นนำชุดไฮโดรลิคประกอบที่ปลายเพลาเพื่อทำการอัด Impeller ให้ได้ระยะที่กำหนด หลังจากอัดไฮโดรลิคแล้ว วัดระยะความสูงได้ = 128.9 ด้วยแรงดันไฮโดรลิค 500 bar

y วัดครั้งแรก = 126.5 MM.

–

y วัดครั้งหลัง = 128.9 MM.

∴ df = 1.8 ค่าที่ยอมรับคือ (2.2 – 2.4) ค่าที่ได้จึงยังไม่อยู่ในเกณฑ์ ขาด

ไป .4 MM. จึงต้องเปลี่ยนไฮโดรลิคเป็นขนาด 300 Mpa (43,000 Psi) เข้าทำการอัดใบ Impeller ใหม่ใช้ความดัน 800 bar แล้วทำการวัดระยะใหม่

ค่าที่วัดได้ครั้งแรกก่อนใช้ไฮโดรลิคตัวใหม่ = 128.9 มม.

ค่าที่วัดได้หลังจากอัดไฮโดรลิคตัวใหม่ = 126.5 มม.

= 2.4 มม.

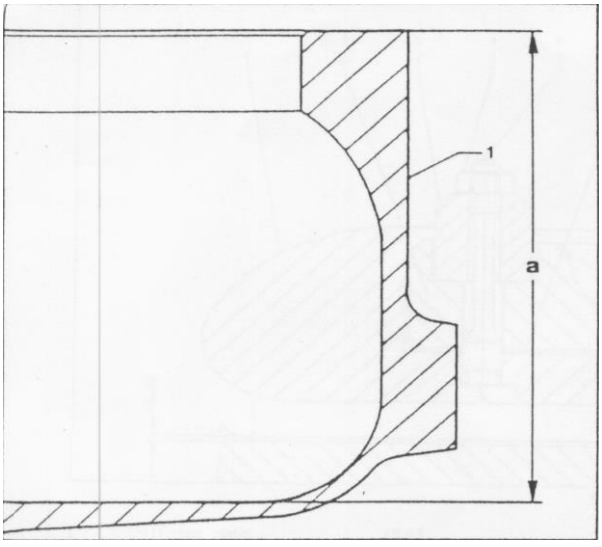
ค่าที่ได้ครั้งหลังเป็นค่าที่ยอมรับได้อยู่ในเกณฑ์ (2.2 – 2.4)

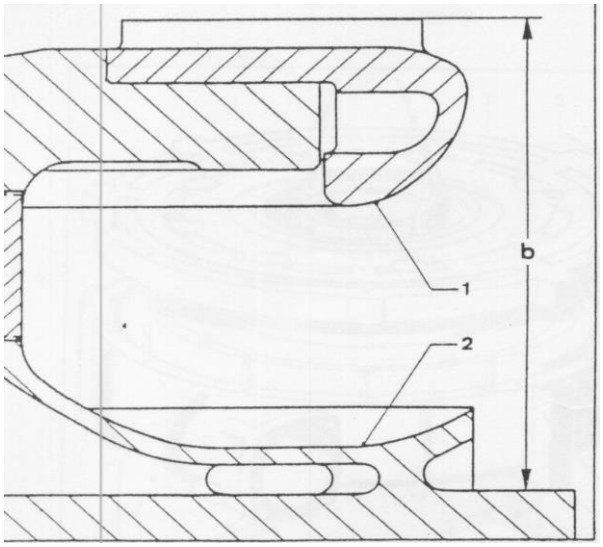
35. นำ spacer ring 3641 และ Cyindrical bearing inner race 3642 เข้าในเตาอบด้วยอุณหภูมิ 150 ^{o}C แล้วนำมาสวมเข้ากับแกนเพลา Rotor บน Impeller

36. ทำการประกอบ Cylindrical bearing inner race 3642 เข้ากับเพลา Rotor บน spacer ring 3641 ด้วยการตอกอัดให้ MARK 0 ตรงกันหมด

37. ทำการหา Clearance ระหว่าง upper diffusor housing 4420 ส่วนสัมผัสของสันครีบกับพื้นรับ Lower diffusor housing 4621 ซึ่งมีค่า clearance มาตรฐานกำหนดไว้ที่ 0.1 – 0.2 MM. โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

a – b (b+0.1$^{+0.1}$) ตามรูป





ค่าต่าง ๆ ในการหา Clearance ระหว่าง upper diffusor housing

a = ค่าความสูงของขอบบนรวม gasket ของ outlet ถึง พื้นท้องบริเวณรับตลับอัดอากาศ จาก upper diffusor housing ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยจากการวัด 4 ตำแหน่งในที่นี้วัดได้ 213.825

∴ a = 213.825 MM.

b = ค่าความสูงของปลายบนสุดของครีบอัดอากาศถึงบริเวณขอบกวดสลักยึดเข้ากับตัวฯ

Lower diffusor ไม่รวม Gasket ในที่นี้เฉลี่ยการวัดจาก 4 ตำแหน่ง (หลังจากการนำชิมออกแล้ว) ได้ค่าการวัด = 212.35

∴ b = 212.35 MM. นำค่า b บวกกับค่า toterance ที่กำหนดให้คือ +0.1+0.1 คือ 0.2 จะได้ = 212.55

การคำนวณ

ครั้งแรกให้ใช้ค่าที่ได้ครั้งแรกไม่บวกค่า tolerance

a = 213.825

—

b = 212.350

1.475

b + ค่า tolerance = +0.1 = 212.350+0.1 = 212.450

a = 213.825

—

b = 212.450

1.375

b + ค่า tolerance = +0.2 = 212.350+0.2 = 212.55

a = 213.825

—

b = 212.550

1.275

นำค่าที่ได้จากการบวก tolerance มาหาค่ากลางระหว่าง 1.375 – 1.275 = 1.30

∴ ค่าชิมที่ได้รองฝาครีบอัดอากาศของ upper diffusor คือ 1.30 MM.

เมื่อใส่ชิมที่มีความหนา = 1.30 MM. แล้ว ให้ทำการวัดค่าความสูงของ upper diffusor อีกครั้ง ค่าที่วัดได้คือค่า b = 213.562 MM. ให้นำค่าที่ได้มาลบออกจากค่า a = 213.825

a = 213.825

—

b = 213.562

0.263

ค่า clearance มาตรฐานกำหนดไว้ที่ 0.1 – 0.2

∴ ค่าที่ได้ 0.263 อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

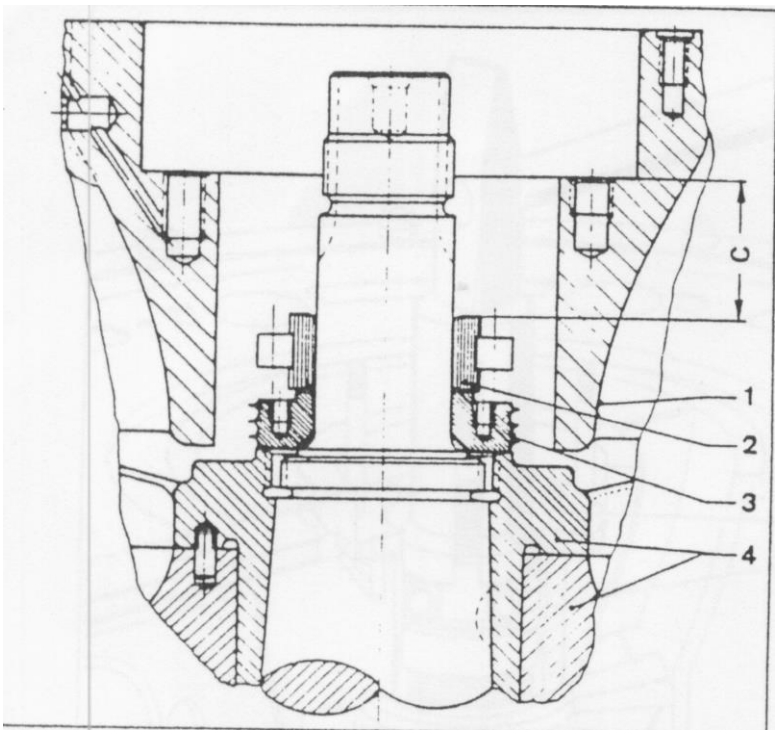
38. ทำการประกอบ upper diffusor เข้ากับ Lower diffusor กวดด้วยแรงบิด 50 NM. จากนั้นทำ

การวัดระยะรุนเคลื่อนตัวของ Rotor

39. การวัดระยะเครื่อนตัวของแกนเพลา Rotor (ระยะรุน) ให้ทำการติดตั้ง Dial gauge ที่ฝาด้านบนของ upper diffusor ให้ขาของเข็มแตะที่ปลายเพลา Rotor ทำการงัดเพลา Rotor ให้สูงขึ้นสูงสุด วัดระยะการเคลื่อนตัวที่ Dial gauge ในที่นี้วัดได้ = 2.55 MM. ค่ามาตรฐานกำหนดไว้ที่ 2.25 – 2.85 MM. แสดงว่าค่าที่วัดได้อยู่ในเกณฑ์

40. คำนวณค่าชิมรอบ upper bearing bush 3521 โดยทำการวัดดังนี้

จากสูตร $S = a - (c+0.95^{+0.2})$ ตามรูป



ค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณค่าชิมรอบ upper bearing bush

S = ค่าชิมที่ทำการหา

a = ระยะจากขอบบ่าด้านล่างของ upper bearing bush ถึง ball bearing ตัวล่าง ในที่นี้วัดได้ 46.55 มม.

c = ระยะจากบ่า upper diffusor housing ถึง Interrance ขอบ Roller bearing โดยต้องดันให้ Rotor ขึ้นสูงสุด และทำการวัด ในที่นี้ได้ c = 44.25 มม.

การคำนวณ

S = a-(c+0.95+0.2)

S = a-(44.25+0.95+0.2)

S = a-(45.45)

S = 4.55-45.45

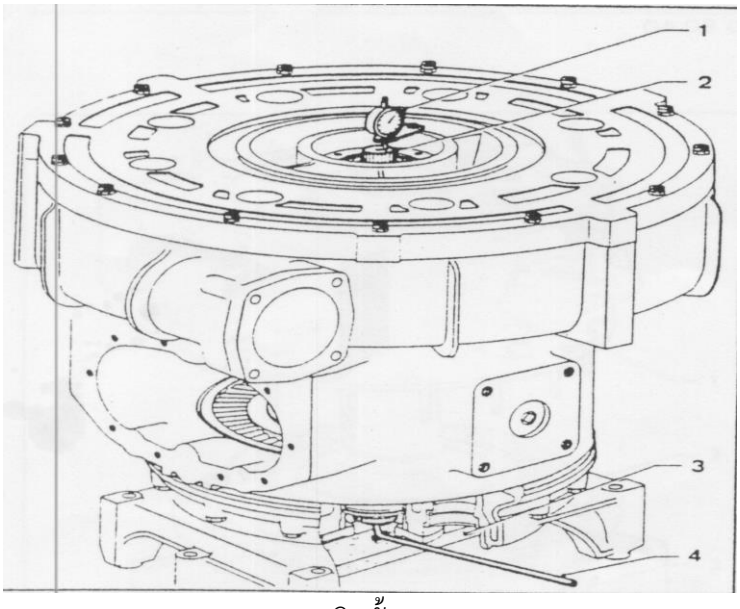
∴ S = 1.10 MM. ค่าชิมมีความหนา = 1.10 มม.

41. จากนั้นนำชิมรองที่มีขนาดความหนา 1.10 มม. ทำการใส่เข้ากับบ่ารับ upper bearing bush ที่ตัว outlet housing โดยทาน้ำยากันรั่ว Seal เหลวก่อนการใส่ชิม จากนั้นทำการตอกอัด upper bearing bush ลงไปใน outlet housing

42. ประกอบ ball bearing เข้ากับ upper bearing โดยการตอกอัด จากนั้นจึงประกอบ washer 3644, Locking ring 3645 และ Serrated nut 3646 แล้วทำการกวดอัดด้วยแรงบิด 260 MM.

43. ทำการหาระยะ clearance ของ impeller ถึง uperdiffsor ซึ่งมีค่ามาตรฐานกำหนดไว้ที่ 0.95 + 0.2 MM.

ทำการตั้ง Dial gauge กับ Diffusor housing ให้ขา Dial gauge แตะกับปลายเพลา Rotor ทำการวัดเพลาขึ้นสูงสุด บันทึกค่าการรุนของเพลา = 1.01 MM. แสดงว่าอยู่ในเกณฑ์ ตามรูป



การติดตั้ง Dial gauge

44. ทำการวัดหาระยะรุนของ ball bearing ตัวบน โดยการใส่ชิมหนา ปิดทับด้วย cover flange กวดอัดด้วยสลัก แล้วทำการติดตั้ง Dial gauge ที่ Diffusor housing ให้ปลายขาของ Dial gauge แตะกับปลายเพลา ทำการยกแกนเพลา Rotor ขึ้นสูงสุด บันทึกค่าที่วัดได้ ในที่นี้วัดได้ 0.25

45. จากนั้นให้ทำการถอดเปลี่ยนชิมหนาออก แล้วทำการหาค่าชิมที่แท้จริง โดยใช้สูตร S = a-(b+c+0.04) *0.04 คือค่าการยุบตัวของ Gasket

S = ความหนาของชิมที่ต้องการหา

a = ระยะบ่าบนสุดของ bearing bush upper 2521 รวม Gasket ถึงตัว ball bearing

วัดได้ = 34.85

b = ระยะความสูงของตำแหน่งบ่ากดชิมถึงบ่ารับสลักวัดได้ = 30.60

c = ค่ามาตรฐานที่ให้ไว้ = 0.05 – 0.15

<u>แทนค่าสูตร</u>

a = 34.85

b = 30.60+ c (ค่ากลาง) 0.1 = 30.70 + 0.04

a – b = 34.85 – 30.74 = 4.11

∴ S คือความหนาของชิม = 4.11 มม.

นำค่าชิมที่ได้ทำ เปิดเบิกจ่ายตัวเพื่อนำมาใส่รองรับ cover flange 3540 บน ball bearing แล้วทำการประกอบกวดสลักให้เรียบร้อย โดยให้สลักมีแรงบิด 40 NM. จากนั้นให้ทำการวัดค่าระยะรุนของเพลา Rotor ใหม่ ด้วย Diale gauge วิธีเดิม ค่าที่วัดได้คือ 0.34 มม. ซึ่งค่าที่วัดได้นี้ยังไม่ใช่ค่า clerance ระยะรุนของเพลาที่แท้จริง ต้องนำค่านี้ไปลบออกจากระยะรุนของ ball bearing คือ 0.25 ก่อน ดังนี้

0.34

—

<u>0.25</u>

0.09 MM.

∴ ระยะ clerance การเลื่อนตัวของเพลา = 0.9 MM.

ค่ามาตรฐานกำหนดไว้ที่ 0.05 – 0.15 มม. แสดงว่าค่าที่ได้อยู่ในเกณฑ์กำหนด

การใส่แหวนรอง Tab washer สลักกวด cover flange 35401 ต้องให้หางสลักอยู่ทางด้านขวามือชิดตัวเลื่อน Diffusor housing 4500 เสมอ และให้กวดสลักยึด Cover flange 3540 ด้วยแรงกวด 40 NM.

46. จากนั้นทำการประกอบ upper endcover และ Air intake hood.

OJT. GOVERNOR

<u>ขั้นตอนการถอด R32,R037</u>

1. ถอดชุดโฮลินอย Shut down
2. ถอด sheave หยุดเครื่องด้วยมือ
3. ถอดฝาครอบ Governor housing cover

4. เปิดฝาครอบ upper Governor housing ด้านบนออก
5. ถอดชุด Shut down spring โดยใช้เครื่องมือกด Spring compressor
6. ถอดชุด Compersating Lever ทั้งชุดออกจาก upper housing
7. ถอดชุด DBR
8. ถอดชุด Machanical Rated Valve seting through teleflex box ออก
9. ถอดชุด Diaphragm cover
10. ถอดชุด Idel speed controlled oil pressure slide housing ออก
11. ถอด Power piston และ piston pilot value ออก
12. ถอดชุด Speeder spring piston housing and angular lever support ออก
13. ถอดชุด start fuel limitrartion
14. ถอดชุด full load fuel injection stop
15. ถอดชุด Drive gear wheel
16. ถอด slotted nut ออก
17. คลายสลักยึด weight แล้วถอด flyweight assembly ออก
18. ถอด contract ball bearing ออก เพื่อตรวจสอบสภาพชั้น W6 ให้เปลี่ยนใหม่
19. ทำการล้างด้วยน้ำยาเคมีและน้ำมันดีเซล การล้างต้องคอยระวังอย่าให้ลูกสูบเกิดการกระทบที่ผิวอย่างเด็ดขาด เพราะจะทำให้ไม่สามารถใช้งานได้หากเกิดรอยที่ผิวสัมผัสกับปลอกสูบ ควรแยกชิ้นส่วนแต่ละชุดบรรจุลงในถุงพลาสติกเป็นอย่างๆไป อย่านำอุปกรณ์ที่ถอดมาผสมปนกันหากพบว่ามีส่วนที่เป็นสนิมและไม่เกี่ยวกับการเสียดสีให้พ่นทรายจำกัดสนิม
20. เมื่อล้างเสร็จให้ใช้ลมเป่าให้แห้งหากประกอบไม่เสร็จให้ใส่น้ำยากันสนิมทุกครั้ง โดยการฉีดพ่น
21. ทำการประกอบชุด bearing bush ของ flyweight carrier โดยให้สังเกตการสึกหรอหากพบว่ามีรอยให้เปลี่ยนใช้ bush ใหม่และทาน้ำยา lock tite no. 54941
22. ทำการประจุ contract ball bearing โดยใช้ ball ชุดใหม่เสมอ
23. ทำการประกอบ Thrust bush bearing โดยให้ใช้ Thrust bush ใหม่
24. ใส่เฟืองขับเข้ากับ Flyweight assembly แล้วประกอบตุ้มเหวี่ยงโดยให้สังเกตระยะการให้ตัวของตุ้มเหวี่ยงว่าหลวมหรือไม่ ปกติไม่จำเป็นต้องเปลี่ยน
25. ทำการถอด slotted nut การประกอบให้สังเกตให้รูของแหวนล็อกตรงกับตัวของ bush
26. ประกอบชุด power piston โดยใช้สลักนำ 2 ตัว แล้วจึงนำเอา power piston guide(liner) ให้สังเกตรอยสึกหรอรอยเส้นหากเกิดขึ้นให้เปลี่ยนเพราะจะรักษาความดันไม่ได้
27. ประกอบชุด start fuel injection limitation ให้สังเกต return spring ด้านขายาวจะสอดเข้าไปกับตัว Start fuel injection limit

28. ทำการประกอบเฟืองขับ Drive gear เสร็จแล้วหาระยะเลื่อนตัวของ sleave travel ว่าอยู่ในเกณฑ์ 4.25 X 0.1 mm หรือไม่ ถ้าระยะนี้ไม่ได้ให้ทำการปรับแต่งโดยการเปลี่ยนแหวนรอง ถ้าเปลี่ยนแหวนรองไม่ได้ให้ทำการ cutter ปลายเพลา
29. ประกอบชุด speeder spring piston housing เข้ากับ housing
30. ประกอบชุด power piston โดยให้ขาของ pilot เกี่ยวกับชุด limit start
31. ประกอบ piston pilot valve การใส่ pilot valve จะต้องมีระยะตาม test sheet ซึ่งให้ไว้ 12 +/- 0.2 mm การปรับแต่งให้ใส่แหวนรองแล้วจึงใช้ Dial gauge วัดจากด้านบนของ pilot valve เพื่อหาระยะเลื่อนตัวขึ้นลงของ pilot valve อยู่ในเกณฑ์หรือไม่ ถ้าไม่ได้ให้เปลี่ยนแหวนรอง
32. ประกอบชุด Full load injection stop
33. ประกอบชุด Idel speed
34. ประกอบชุด Diaphragm cover โดยให้เปลี่ยนยาง Diaphragm ทุกครั้งที่ขั้น W-6
35. ประกอบชุด pneumatic machanical เข้ากับตัว Governor
36. ประกอบชุด DBR ข้อสังเกตระยะคอนตัวของตุ้มเหวี่ยงและแกน bush ว่าเป็นเงาหรือไม่หากเป็นเงาต้องเปลี่ยน bush
37. เปลี่ยนชุด ball bearing deep groove ใหม่
38. ประกอบชุด connecting pice โดยแต่งระยะห่างตัวรับและตัวส่งให้อยู่ในเกณฑ์ 4.0 มม. แล้วจึงนำเข้าประกอบทั้งชุด DBR การปรับแต่งจะต้องรองชิมที่ piston แล้วจึงทำการถอด counternut ด้วยมือเข้าไปประมาณครึ่งตัวนัตจะต้องตึงมือ แล้วจึงนำชุด DBR ประกอบเข้ากับ housing governor แล้วจึงปรับแต่ง counternut ให้ตึงโดยใช้ความรู้สึกอีกครั้ง

    การประกอบชุด DBR housing ให้ใช้ casket อลูมิเนียมตามความหนาที่มีอยู่ก่อนแล้วหากความดันน้ำมันขึ้นสูงเกิน 6 bar ให้ฉีกหรือรอก Gasket ออกทีละชั้นจนความดันน้ำมันหล่ออยู่ในเกณฑ์ 6 bar ขณะทดสอบ
39. ประกอบชุด upper governor housing เข้ากับตัว governor แล้วใส่ shut down spring outer และ inner
40. นำตัว governor ขึ้นติดตั้งบนฐานแท่นทดสอบประกอบแขนถ่วงน้ำหนัก 3.5 กก.
41. ติดตั้ง dial gauge ให้ขาของ dial gauge แตะกับยอดสูบของ power piston เพื่อวัดหาระยะเลื่อนตัวขึ้นลงของ power piston
42. ติดตั้ง dial gauge เข้ากับชุด Idel speed โดยให้ตัวของ dial guage แตะกับ slide ภายใน gauge
43. ติดตั้ง pressure gauge เข้ากับชุดส่งน้ำมันไป DBR เพื่อทำการทราบความดันน้ำมันในชุด DBR ถ้าไม่ได้ให้ทำการปรับความหนาบางของ Gasket อลูมิเนียม
44. อุ่นน้ำมันที่เครื่องทดสอบให้ได้ 80 C
45. ทำการ Priming น้ำมันเข้าตัว governor

46. เดินเครื่องทดสอบที่รอบ 1050 RPM แล้วทำการตรวจสอบดังนี้

- ดูระยะขึ้นลงของ power piston ต้องอยู่ในเกณฑ์ 12.0 mm.
- ทำการปรับเข็มชี้ rack ที่ 10^{0} ถ้าชี้ ไม่ตรงให้ปรับที่แขน Adjusting nut ในชุด upper housing
- ปรับแต่งระยะคั่น rack ในตำแหน่ง full speed โดยให้เข็ม rack ชี้ที่ 49 deg ในขณะเดียวกันเข็มที่ Dial guage ของ power piston จะต้องอ่านได้ 9.6 มม. ถ้าไม่ได้ให้ปรับแต่งที่ slotted nut เลื่อนตำแหน่งของแขน Adjusting nut ลง