(ผลงานวิชาการ)

เอกสารประกอบการเรียนวิชางานเครื่องยนต์ดีเซล รหัสวิชา 2101-2002
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

ของ

นายธัชชัย อมรปิติโชติ

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

สาขาวิชาช่างยนต์ สาขางานยานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ปี พ.ศ. 2559

คำนำ

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อรวบรวมข้อมูลเนื้อหาวิชางานเครื่องยนต์ดีเซลให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สาขาวิชาช่างยนต์ สาขางานยานยนต์ รหัสวิชา 2101-2002 วิชางานเครื่องยนต์ดีเซล (Diesel engine) และสอดคล้องกับสภาพการจัดการเรียนการสอนของวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ให้ผู้เรียนใช้เป็นเอกสารประกอบการเรียน โดยเนื้อหาภายในเอกสารประกอบด้วย จุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชา โครงการสอนตลอดภาคเรียน เอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 1-10 พร้อมด้วยเนื้อหา ใบแบบฝึกหัด ใบงาน ใบสั่งงานและใบประเมินผลปฏิบัติงานในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งผู้จัดทำได้ดำเนินการเรียบเรียงและพัฒนาให้สอดคล้องตรงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาตรงตามหลักวิชาการสำหรับใช้เป็นเอกสารประกอบการเรียนต่อไป

ในการนี้ผู้จัดทำและพัฒนาขอกราบขอบพระคุณท่านรองศาสตราจารย์ สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรมจันทร์ ที่ให้การอบรมสั่งสอนและให้คำแนะนำ ในการจัดทำจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

หากมีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดใดๆ ในเอกสารนี้ ข้าพเจ้ายินดีน้อมรับข้อเสนอแนะ คำติและพร้อมปรับปรุงแก้ไขด้วยความเต็มใจยิ่ง

ธัชชัย อมรปิติโชติ

2559

สารบัญ

หน้า

คำนำ ก
สารบัญ ข
หลักสูตรรายวิชา ฉ
โครงการสอนตลอดภาคเรียน ช
หน่วยที่ 1 หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 1
แบบฝึกหัดที่ 1.1 25
แบบฝึกหัดที่ 1.2 26
แบบฝึกหัดที่ 1.3 27
หน่วยที่ 2 งานกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ 29
แบบฝึกหัดที่ 2.1 35
ใบงานที่ 2.1 งานบริการลิ้น 36
ใบสั่งงานที่ 2.1 งานบริการลิ้น 46
ใบประเมินผลปฏิบัติงานที่ 2.1 งานบริการลิ้น 47
หน่วยที่ 3 งานกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ 48
แบบฝึกหัดที่ 3.1 57
แบบฝึกหัดที่ 3.2 58
ใบงานที่ 3.1 งานปรับตั้งระยะห่างลิ้น 59
ใบสั่งงานที่ 3.1 งานปรับตั้งระยะห่างลิ้น 67
ใบประเมินผลปฏิบัติงานที่ 3.1 งานปรับตั้งระยะห่างลิ้น 68
หน่วยที่ 4 งานเฟืองเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์ดีเซล 69
แบบฝึกหัดที่ 4.1 73
ใบงานที่ 4.1 งานเฟืองเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์ดีเซล 74
ใบสั่งงานที่ 4.1 งานเฟืองเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์ดีเซล 92
ใบประเมินปฏิบัติงานที่ 4.1 งานเฟืองเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์ดีเซล 93
หน่วยที่ 5 งานสายพานเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์ดีเซล 94
แบบฝึกหัดที่ 5.1 100
ใบงานที่ 5.1 งานสายพานเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์ดีเซล 101
ใบสั่งงานที่ 5.1 งานสายพานเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์ดีเซล 113
ใบประเมินผลปฏิบัติงานที่ 5.1 งานสายพานเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์ดีเซล 114
หน่วยที่ 6 งานฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ 115
ใบงานที่ 6.1 งานฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ 116
ใบสั่งงานที่ 6.1 งานฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ 130
ใบประเมินผลปฏิบัติงานที่ 6.1 งานฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ 131

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
หน่วยที่ 7 งานฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ	133
ใบงานที่ 7.1 งานฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ	135
ใบสั่งงานที่ 7.1 งานฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ	153
ใบประเมินผลปฏิบัติงานที่ 7.1 งานฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ	154
หน่วยที่ 8 งานลูกสูบเครื่องยนต์ดีเซล	156
ใบงานที่ 8.1 งานลูกสูบเครื่องยนต์ดีเซล	157
ใบสั่งงานที่ 8.1 งานลูกสูบเครื่องยนต์ดีเซล	180
ใบประเมินผลปฏิบัติงานที่ 8.1 งานลูกสูบเครื่องยนต์ดีเซล	181
หน่วยที่ 9 งานเพลาข้อเหวี่ยงเครื่องยนต์ดีเซล	183
ใบงานที่ 9.1 งานเพลาข้อเหวี่ยงเครื่องยนต์ดีเซล	185
ใบสั่งงานที่ 9.1 งานเพลาข้อเหวี่ยงเครื่องยนต์ดีเซล	205
ใบประเมินผลปฏิบัติงานที่ 9.1 งานเพลาข้อเหวี่ยงเครื่องยนต์ดีเซล	206
หน่วยที่ 10 งานระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล	208
แบบฝึกหัดที่ 10.1	226
แบบฝึกหัดที่ 10.2	227
ใบงานที่ 10.1 งานถอดประกอบปั๊มความดันต่ำ	228
ใบสั่งงานที่ 10.1 งานถอดประกอบปั๊มความดันต่ำ	239
ใบประเมินผลปฏิบัติงานที่ 10.1 งานถอดประกอบปั๊มความดันต่ำ	240
บรรณานุกรม	241

หลักสูตรรายวิชา

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

รหัสวิชา 2101-2002 วิชางานเครื่องยนต์ดีเซล 2-3-3 (Diesel engine)

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์ สาขางานยานยนต์

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการทำงาน หน้าที่ระบบต่างๆ ของเครื่องยนต์ดีเซล
2. เพื่อให้สามารถถอดประกอบ ตรวจสภาพชิ้นส่วนปรับแต่งและบำรุงรักษาเครื่องยนต์ดีเซล
3. เพื่อให้มีกิจนิสัยที่ดีในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ สะอาด ประณีต ปลอดภัย และรักษาสภาพแวดล้อม

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการตรวจสอบ บำรุงรักษา ปรับแต่งชิ้นส่วนเครื่องยนต์ดีเซล
2. ถอดประกอบชิ้นส่วนเครื่องยนต์ดีเซลตามคู่มือ
3. ตรวจสภาพชิ้นส่วนเครื่องยนต์ดีเซลตามคู่มือ
4. บำรุงรักษาชิ้นส่วนเครื่องยนต์ดีเซลตามคู่มือ
5. ปรับแต่งเครื่องยนต์ดีเซลตามคู่มือ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการทำงาน การถอดประกอบ ตรวจสภาพชิ้นส่วน ระบบฉีดเชื้อเพลิง ระบบหล่อลื่น ระบบระบายความร้อน ระบบไอดี ระบบไอเสีย การติดเครื่องยนต์ การปรับแต่ง และการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ดีเซล

โครงการสอนตลอดภาคเรียน

รหัสวิชา 2101-2002 ชื่อวิชา งานเครื่องยนต์ดีเซล หน่วยกิต 2-3-3

หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 90 ชั่วโมง/ภาคเรียน

สัปดาห์ที่	หน่วยที่	ชื่อหน่วยการสอน	จำนวนชั่วโมง	
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1	1	หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล	5	-
2	2	งานกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ	1	4
3	3	งานกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ	2	3
4	4	งานเฟืองเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์ดีเซล	1	4
5	5	งานสายพานเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์ดีเซล	1	4
6	6	งานฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ	1	4
7	7	งานฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ	1	4
8	8	งานลูกสูบเครื่องยนต์ดีเซล	1	4
9	9	งานเพลาข้อเหวี่ยงเครื่องยนต์ดีเซล	1	4
10	10	งานระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล	2	3
11	11	งานตรวจสภาพระบบฉีดเชื้อเพลิง	2	3
12	12	งานบริการหัวฉีดเครื่องยนต์ดีเซล	1	4
13	13	งานระบบหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีเซล	2	3
14	14	งานระบบระบายความร้อนเครื่องยนต์ดีเซล	2	3
15	15	งานระบบไอดีและระบบไอเสียเครื่องยนต์ดีเซล	2	3
16	16	งานติดเครื่องยนต์ดีเซล	2	3
17	17	งานปรับแต่งและการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ดีเซล	2	3
18	-	สอบปลายภาคเรียน	1	4
		รวม	30	60

หน่วยที่ 1 หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล

หัวข้อเรื่อง

1. ประวัติและวิวัฒนาการของเครื่องยนต์ดีเซล
2. ความหมายของเครื่องยนต์ดีเซล
3. ประเภทของเครื่องยนต์
4. ชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบของเครื่องยนต์ดีเซล
5. คำศัพท์เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล
6. วัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล
7. แผนภูมิเวลาการเปิดปิดลิ้นเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ
8. ข้อดีข้อเสียของเครื่องยนต์ดีเซล

สาระสำคัญ

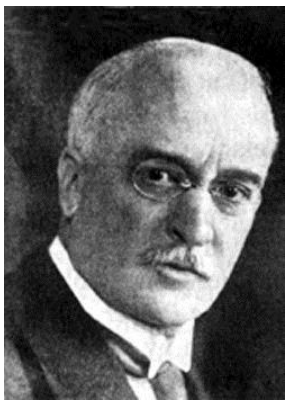
เครื่องยนต์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่เครื่องยนต์เผาไหม้ภายนอกและเครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน ปัจจุบันนี้ใช้เฉพาะเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในซึ่งเครื่องยนต์ดีเซล (Diesel Engine) เป็นเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในที่ใช้น้ำมันดีเซลหรือน้ำมันอื่นที่ทดแทนน้ำมันดีเซล ไม่มีหัวเทียนจุดระเบิดด้วยความร้อนจากการอัดอากาศประดิษฐ์ขึ้นครั้งแรกที่ประเทศเยอรมัน โดย ดร.รูดอล์ฟ ดีเซล มีโครงสร้างส่วนประกอบจำแนกได้เป็น 3 ประเภทคือเป็นชิ้นส่วนประเภทอยู่กับที่ ชิ้นส่วนประเภทเคลื่อนที่โดยการหมุนและชิ้นส่วนประเภทเคลื่อนที่กลับไปกลับมา เครื่องยนต์เผาไหม้ภายในทุกชนิดมีหลักการทำงานเหมือนกันคือมีวัฏจักรการทำงาน ดูด-อัด-ระเบิด-คาย ถ้าเป็นเครื่องยนต์ 4 จังหวะครบวัฏจักรการทำงานลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้นและลงรวมกัน 4 ครั้ง เครื่องยนต์ 2 จังหวะครบวัฏจักรการทำงานลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้นและลงรวมกัน 2 ครั้ง เครื่องยนต์ดีเซลมีข้อดีคือให้กำลังและแรงบิดสูงกว่าเครื่องยนต์แกโซลีน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกประวัติและวิวัฒนาการของเครื่องยนต์ดีเซลได้
2. บอกความหมายของเครื่องยนต์ดีเซลได้
3. จำแนกประเภทของเครื่องยนต์ได้
4. บอกชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบของเครื่องยนต์ดีเซลได้
5. บอกคำศัพท์เกี่ยวกับหลักการทำงานทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลได้
6. อธิบายวัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลได้
7. เขียนแผนภูมิเวลาการเปิดปิดลิ้นเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะได้
8. บอกข้อดีข้อเสียของเครื่องยนต์ดีเซลได้
9. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการเรียน

1. ประวัติและวิวัฒนาการของเครื่องยนต์ดีเซล

ภาพที่ 1-1 เครื่องยนต์ดีเซลรุ่นเก่าที่ใช้ในรถยนต์
(ที่มา: www.en.wikipedia.org)



ภาพที่ 1-2 Dr.Rudolf Diesel
(ที่มา: www.speedace.infospeedace)

ตามประวัติในระยะเริ่มต้นของการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องต้นกำลังที่สำคัญในสมัยนั้นคือเครื่องจักรไอน้ำ ซึ่งเป็นเครื่องยนต์เผาไหม้ภายนอกประสิทธิภาพต่ำ จึงได้มีวิศวกรและนักประดิษฐ์หลายคนประดิษฐ์คิดค้นเครื่องยนต์ใหม่ โดยวิศวกรที่ประดิษฐ์เครื่องยนต์ดีเซล คือ ดร.รูดอล์ฟ ดีเซล (Dr.Rudolf Diesel) ภาพที่ 1-2 โดยในปี ค.ศ.1892 เขาได้นำหลักการของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาปรับปรุงพัฒนาให้เครื่องยนต์ดูดเฉพาะอากาศเพียงอย่างเดียวเข้าไปในกระบอกสูบแล้วอัดให้ร้อนโดยลูกสูบและฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปเผาไหม้ โดยครั้งแรกเขาได้ใช้ผงถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงฉีดพ่นเข้าไปปะทะอากาศร้อนที่ถูกอัดตัวด้วยความดันสูงในห้องเผาไหม้ ปรากฏว่าทำให้เครื่องยนต์เกิดการระเบิดเสียหายเนื่องจากผงถ่านหินให้ค่าความร้อนมากเกินไป ต่อมาในปี ค.ศ.1894 เขาได้ทดลองครั้งที่ 2 โดยเปลี่ยนมาใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงแทนผงถ่านหินแต่ก็ไม่ประสบความสำเร็จเนื่องจากเครื่องยนต์ที่เขาสร้างมีกำลังอัดสูงเกินไปและไม่มีระบบระบายความร้อน ในที่สุดปี ค.ศ.1895 เขาได้ทดลองครั้งที่ 3 เป็นผลสำเร็จโดยใช้น้ำมันโซล่าเป็นเชื้อเพลิงใช้หลักการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะมีกำลังอัดในกระบอกสูบประมาณ 31 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (kg/cm^2) มีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ต่อมาได้มีการนำชื่อสกุลของผู้ประดิษฐ์มาเรียกเป็นชื่อเครื่องยนต์ใหม่ว่า “เครื่องยนต์ดีเซล” เพื่อเป็นการให้เกียรติแก่ผู้ประดิษฐ์เครื่องยนต์ดีเซลตั้งแต่นั่นเป็นต้นมาดังภาพที่ 1-1 เครื่องยนต์ดีเซลรุ่นเก่า

2. ความหมายของเครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ดีเซล หมายถึง เครื่องยนต์ที่จุดระเบิดด้วยการอัดอากาศ เครื่องยนต์ประเภทนี้จะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปผสมกับอากาศหลังจากที่อากาศไหลเข้ากระบอกสูบแล้วโดยจะมีอากาศเพียงอย่างเดียวหลังจากนั้นน้ำมันดีเซลจะถูกฉีดเข้าไปสัมผัสกับอากาศร้อนเกิดการจุดระเบิดเผาไหม้ เรียกเครื่องยนต์ชนิดนี้ว่าเครื่องยนต์ดีเซล (สมชาย, 2558: 5)

เครื่องยนต์ดีเซล หมายถึง เครื่องยนต์หรือเครื่องมือกล ใช้น้ำมันดีเซลเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล (มูลนิธิกลุ่มอีซูซุ, ม.ป.ป.: CD-ROM)

จากที่กล่าวมาข้างต้นได้มีผู้ให้ความหมายของเครื่องยนต์ดีเซลไว้หลายราย ทำให้พอสรุปได้ว่า

เครื่องยนต์ดีเซล (Diesel Engine) หมายถึงเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในที่ใช้น้ำมันดีเซลหรือน้ำมันอื่นที่สามารถทดแทนน้ำมันดีเซลได้เป็นเชื้อเพลิง ไม่มีหัวเทียนจุดระเบิดด้วยความร้อนจากการอัดอากาศ ปัจจุบันใช้หลักการทำงานแบบ 4 จังหวะมากกว่าแบบ 2 จังหวะภาพที่ 1-3

ภาพที่ 1-3 เครื่องยนต์ดีเซล (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

เครื่องยนต์ หมายถึงเครื่องต้นกำลังที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล เช่นเครื่องยนต์เบนซิน เครื่องยนต์ดีเซลเปลี่ยนพลังงานความร้อนจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นพลังงานกลส่งถ่ายพลังงานกลออกทางเพลาข้อเหวี่ยง จำแนกเป็นเครื่องยนต์เผาไหม้ภายนอกและเผาไหม้ภายใน (อำพล, ม.ป.ป.: 54)

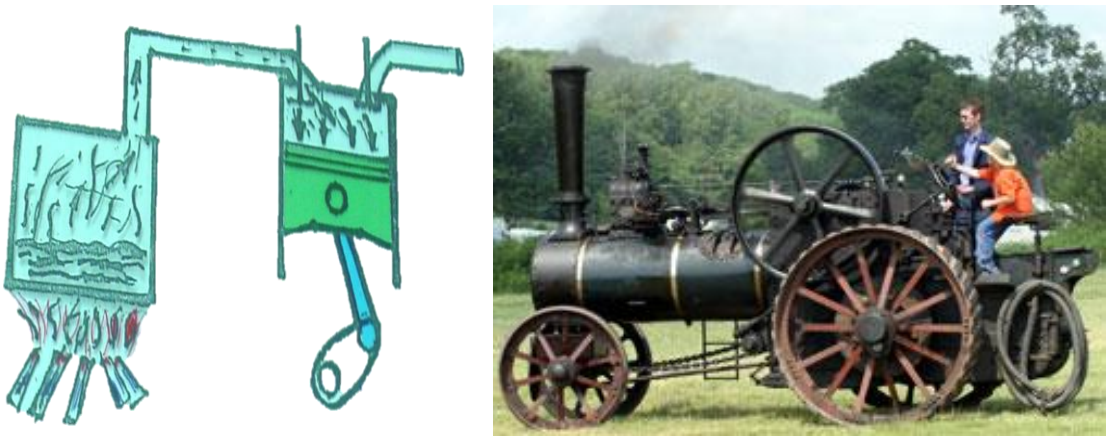
เครื่องยนต์ หมายถึงเครื่องหรือเครื่องมือกลสามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล (มูลนิธิกลุ่มอีซูซุ, ม.ป.ป.: CD-ROM)

จากที่กล่าวมามีผู้ให้ความหมายของเครื่องยนต์ไว้หลายรายซึ่งพอสรุปได้ว่าเครื่องยนต์ (Engine) หมายถึงเครื่องยนต์ เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงให้กลายเป็นพลังงานกล

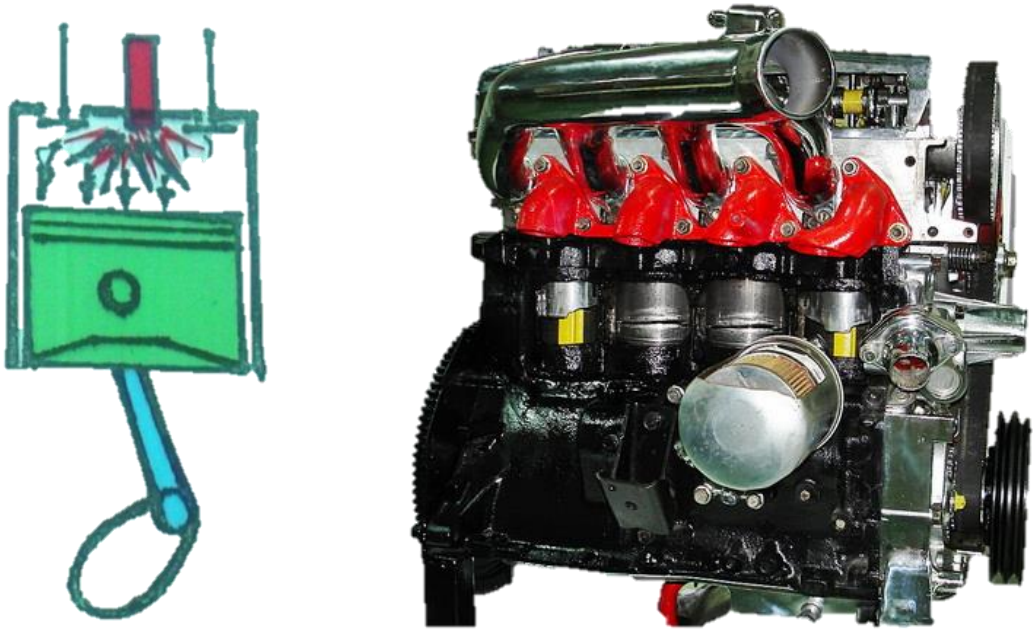
3. ประเภทของเครื่องยนต์

3.1 เครื่องยนต์เผาไหม้ภายนอก (External combustion engine)

เครื่องยนต์เผาไหม้ภายนอก หมายถึงเครื่องยนต์ที่เผาไหม้เชื้อเพลิงภายนอกเครื่องยนต์ใช้กับเครื่องยนต์ยุคแรกๆ ของการพัฒนาอุตสาหกรรม ได้แก่เครื่องจักรไอน้ำ ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำ ปัจจุบันไม่เป็นเครื่องยนต์ในรถยนต์ภาพที่ 1-4



ภาพที่ 1-4 เครื่องยนต์เผาไหม้ภายนอก (ที่มา: www.visitsurin.com)



ภาพที่ 1-5 เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

3.2 เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน (Internal combustion engine) หมายถึงเครื่องยนต์ที่เผาไหม้ส่วนผสมเชื้อเพลิงภายในเครื่องยนต์ภาพที่ 1-5 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องยนต์เผาไหม้ภายนอก มีการปรับปรุงพัฒนาอย่างต่อเนื่องเป็นเครื่องยนต์ที่ใช้แพร่หลายในปัจจุบันซึ่งมีอยู่หลายชนิดเช่น เครื่องยนต์ดีเซล เครื่องยนต์แกโซลีน เครื่องยนต์เผาไหม้ภายในที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันนี้สามารถจำแนกประเภทเพื่อให้ง่ายต่อการศึกษาดังนี้

3.2.1 จำแนกตามการใช้งาน เป็นการจัดแบ่งประเภทของเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในตามการใช้งานเช่น ใช้กับรถยนต์นั่ง ใช้กับรถบรรทุก ใช้กับเครื่องยนต์ทางการเกษตร เครื่องยนต์เรือ เครื่องยนต์เล็กเป็นต้น โดยกรมการขนส่งทางบกได้แบ่งประเภทการใช้งานไว้อย่างชัดเจนสังเกตได้จากคู่มือจดทะเบียนรถที่ระบุประเภทของรถไว้และสังเกตได้จากแผ่นป้ายทะเบียนเช่น รถยนต์นั่งป้ายทะเบียนตัวอักษรสีดำ รถกระบะป้ายทะเบียนตัวอักษรสีเขียวเป็นต้น

ภาพที่ 1-6 เครื่องยนต์ที่ใช้ในรถยนต์ (ที่มา: www.autocar.in.th)

3.2.2 จำแนกตามเชื้อเพลิงที่ใช้ ได้แก่

3.2.2.1 ใช้เชื้อเพลิงประเภทน้ำมันดีเซลหรือน้ำมันอื่นๆ ที่สามารถทดแทนน้ำมันดีเซลได้ เช่นน้ำมันปาล์ม น้ำมันไบโอดีเซล B3, B5, B7 เป็นต้น

3.2.2.2 ใช้เชื้อเพลิงประเภทน้ำมันเบนซินหรือน้ำมันชนิดอื่นๆ ที่สามารถทดแทนน้ำมันเบนซินได้เช่นน้ำมันแก๊สโซฮอล์, เอทานอล E10, E20, E85 เป็นต้น

3.2.2.3 ใช้เชื้อเพลิงจากก๊าซธรรมชาติซึ่งก๊าซที่เหมาะสมกับรถยนต์เป็นก๊าซอัดประเภทก๊าซ CNG (Compressed Natural Gas) หรือ NGV (Natural Gas Vehicles) แต่ปัจจุบันได้มีการดัดแปลงนำก๊าซ LPG (liquefied Petroleum Gas) ซึ่งเป็นก๊าซหุงต้มมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ซึ่งไม่เหมาะสมกับการใช้งานและกระทบกับกลไกการตลาดของราคาก๊าซ

3.2.3 จำแนกตามหลักการทำงานเครื่องยนต์ แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ประเภทคือ

3.2.3.1 หลักการทำงานแบบ 2 จังหวะ

3.2.3.2 หลักการทำงานแบบ 4 จังหวะ

ปัจจุบันเครื่องยนต์สำหรับรถยนต์ที่จดทะเบียนใหม่ เป็นเครื่องยนต์ที่ทำงานแบบ 4 จังหวะ เนื่องจากการทำงานแบบ 2 จังหวะ เกิดมลพิษไอเสียสูง รัฐบาลจึงไม่อนุญาตให้นำมาใช้เป็นเครื่องยนต์สำหรับรถจักรยานยนต์และรถยนต์

3.2.4 จำแนกตามวิธีการจุดระเบิด ซึ่งมีการจุดระเบิดอยู่ 2 ลักษณะคือ

3.2.4.1 จุดระเบิดด้วยประกายไฟจากหัวเทียน โดยหลักการจุดระเบิดแบบนี้จะใช้กับเครื่องยนต์แกโซลีนหรือเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงจากก๊าซธรรมชาติหรือเชื้อเพลิงอื่นที่สามารถทดแทน

น้ำมันเบนซินได้

3.2.4.2 จุดระเบิดด้วยความร้อนจากการอัดอากาศ หลักการจุดระเบิดแบบนี้จะใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล หรือเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงอื่นที่สามารถทดแทนน้ำมันดีเซลได้

ภาพที่ 1-7 เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติCNG (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

3.2.5 จำแนกตามจำนวนกระบอกสูบ ได้แก่การจำแนกตามการนับจำนวนของกระบอกสูบเครื่องยนต์เช่นเครื่องยนต์ 1 สูบ, 2 สูบ, 3 สูบ, 4 สูบ, 5 สูบ, 6 สูบ, 8 สูบ, 10 สูบ, 12 สูบเป็นต้น **ข้อสังเกต**: การจำแนกตามหัวข้อนี้จะปรากฏเป็นหลักฐาน แสดงอยู่ในเล่มคู่มือจดทะเบียนรถที่ออกให้โดยกรมการขนส่งทางบก

3.2.6 จำแนกตามการระบายความร้อนสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลมีอยู่ 2 ลักษณะคือ

3.2.6.1 การระบายความร้อนด้วยอากาศ

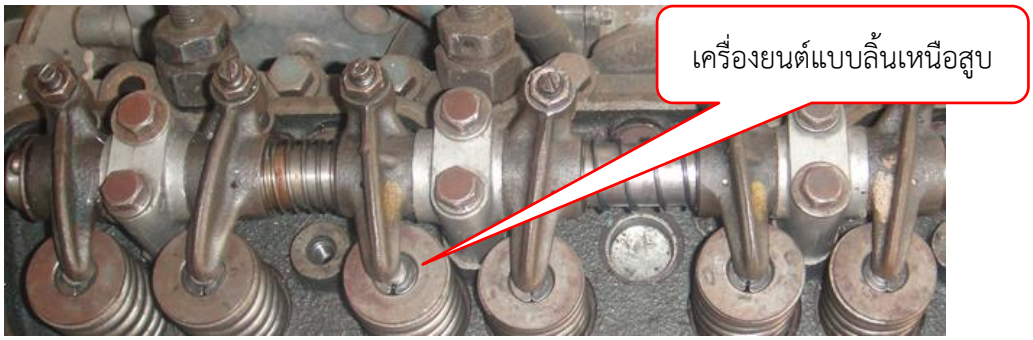
3.2.6.2 การระบายความร้อนด้วยน้ำ

ภาพที่ 1-8 เครื่องยนต์ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

ภาพที่ 1-9 เครื่องยนต์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

3.2.7 จำแนกตามการจัดวางลิ้น ซึ่งปัจจุบันเครื่องยนต์ดีเซลส่วนใหญ่มีการจัดวางตำแหน่งของลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียอยู่ 2 ลักษณะคือ

3.2.7.1 การจัดวางลิ้นเครื่องยนต์แบบลิ้นเหนือสูบ (Overhead valve) คือการจัดวางลิ้นไว้ด้านบนฝาสูบโดยให้เพลาลูกเบี้ยวอยู่ด้านล่างในเสื้อสูบส่งกำลังผลักดันให้เกิดการกดลิ้นผ่านกลไกกดลิ้นหลายขั้นตอนประกอบด้วยเพลาลูกเบี้ยว ลูกเบี้ยว ลูกกระทุ้ง ก้านกระทุ้ง กระเดื่องกดลิ้น ภาพที่ 1-10



ภาพที่ 1-10 การจัดวางลิ้นเครื่องยนต์แบบลิ้นเหนือสูบ (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

3.2.7.2 การจัดวางลิ้นเครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยเหนือสูบ (Overhead camshaft) คือการจัดวางลิ้นไว้ด้านบนฝาสูบโดยมีเพลาลูกเบี้ยวอยู่บนฝาสูบส่งกำลังให้เกิดการกดลิ้นผ่านกลไกประกอบด้วยเพลาลูกเบี้ยว ลูกเบี้ยวและกระเดื่องวาล์ว การจัดวางลิ้นแบบนี้มีทั้งกดลิ้นโดยใช้ลูกเบี้ยวโดยตรงซึ่งมีข้อดีคือสามารถกดลิ้นได้อย่างรวดเร็ว และมีทั้งการกดลิ้นโดยใช้กระเดื่องกดลิ้นซึ่งปัจจุบันเครื่องยนต์ดีเซลรุ่นใหม่หลายรุ่นได้ใช้ลูกเบี้ยวกดลิ้นโดยตรงโดยไม่ผ่านกระเดื่องวาล์วภาพที่ 1-11

ภาพที่ 1-11 การจัดวางลิ้นเครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

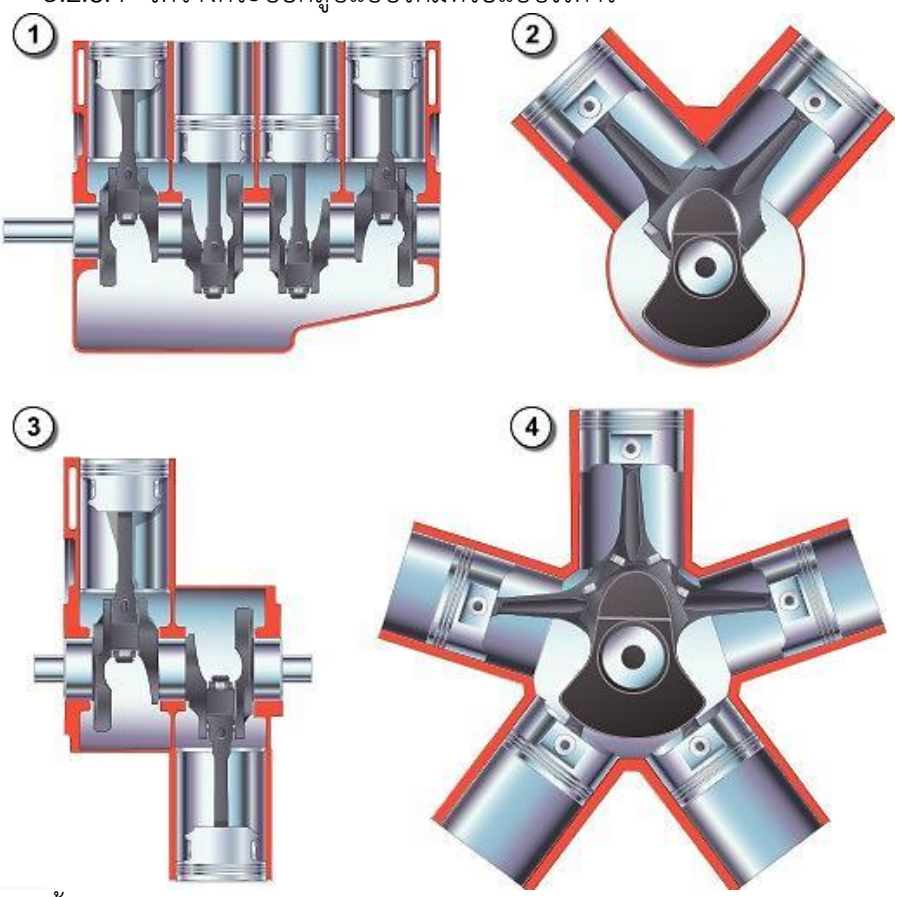
3.2.8 จำแนกตามการจัดวางกระบอกสูบ ส่วนใหญ่จำแนกออกเป็น 4 ลักษณะคือ

3.2.8.1 จัดวางกระบอกสูบตั้ง

3.2.8.2 จัดวางกระบอกสูบรูปตัววี

3.2.8.3 จัดวางกระบอกสูบนอน

3.2.8.4 จัดวางกระบอกสูบแบบรัศมีหรือแบบโรตารี่



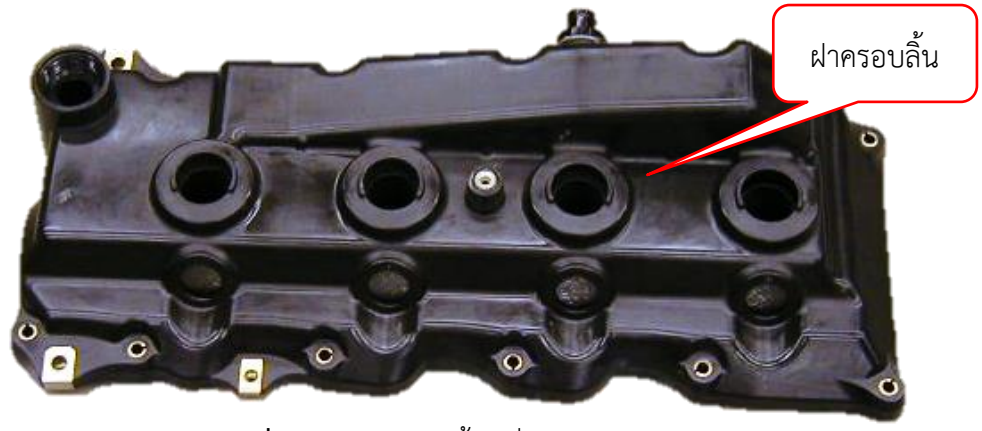
1.กระบอกสูบตั้ง 2.กระบอกสูบรูปตัววี 3.กระบอกสูบนอน 4.กระบอกสูบรัศมี

ภาพที่ 1-12 แสดงการจัดวางกระบอกสูบ (ที่มา: www.hal-india.com)

4. ชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบของเครื่องยนต์ดีเซล

4.1 ชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบเครื่องยนต์ดีเซลประเภทอยู่กับที่

4.1.1 ฝาครอบลิ้น (Valve cover) มีหน้าที่ครอบปิดลิ้นและชิ้นส่วนบนฝาสูบเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำมันเครื่องรั่วไหลและป้องกันไม่ให้สิ่งสกปรกจากภายนอกเข้าไปภาพที่ 1-13



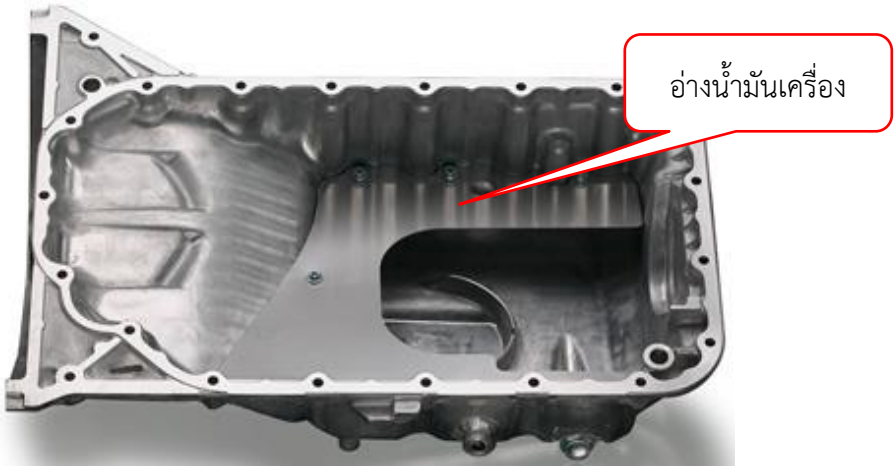
ภาพที่ 1-13 ฝาครอบลิ้น (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

4.1.2 ฝาสูบ(Cylinder head) มีหน้าที่ปิดครอบชิ้นส่วนบนและเป็นส่วนหนึ่งของห้องเผาไหม้ เผาไหม้ส่วนผสมระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศเพื่อนำกำลังมาใช้งาน ฝาสูบประกอบติดกับส่วนบนของเสื้อสูบโดยมีปะเก็นฝาสูบคั้นไว้ระหว่างกลางภาพที่ 1-14

ภาพที่ 1-14 ฝาสูบ (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

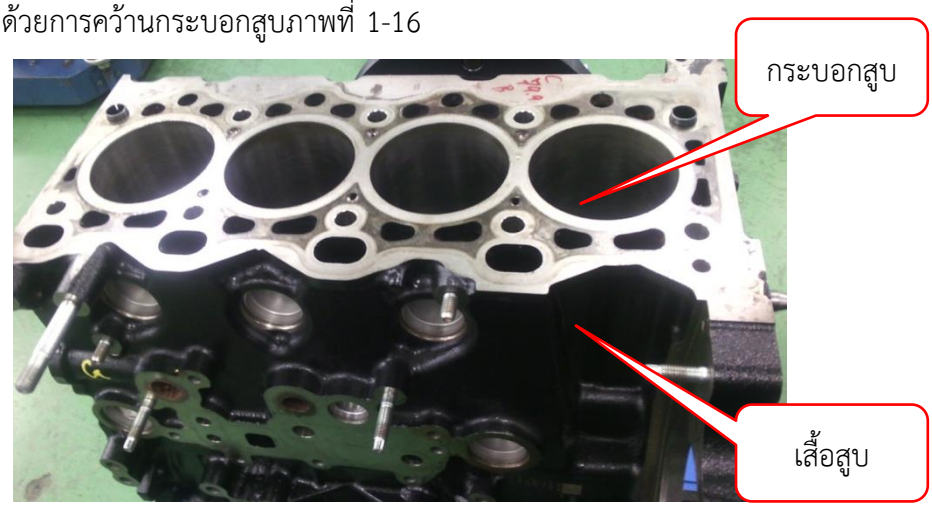
4.1.3 เสื้อสูบ (Cylinder block) มีหน้าที่ เป็นที่อยู่ของกระบอกสูบและลูกสูบ เป็นชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ เป็นที่ยึดและติดตั้งของชิ้นส่วนต่างๆ ในเครื่องยนต์ เช่น เพลาข้อเหวี่ยง อ่างน้ำมันเครื่อง ฝาสูบ ทั้งยังเป็นที่ติดตั้งอุปกรณ์ของระบบต่างๆ เช่น เป็นที่ติดตั้งของอุปกรณ์ระบบปรับอากาศรถยนต์ ระบบประจุไฟฟ้าในรถยนต์ เป็นต้น นอกจากนั้นการเสียภาษีรถยนต์ประจำปีจำเป็นต้องใช้หมายเลขเครื่องยนต์ ซึ่งหมายเลขเครื่องยนต์จะถูกประทับไว้ที่เสื้อสูบภาพที่ 1-16

4.1.4 อ่างน้ำมันเครื่อง(Oil pan) มีหน้าที่รองรับและเก็บน้ำมันเครื่องเป็นชิ้นส่วนที่อยู่ล่างสุดของเครื่องยนต์อยู่ติดกับด้านล่างของเสื้อสูบภาพที่ 1-15



ภาพที่ 1-15 อ่างน้ำมันเครื่อง (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

4.1.5 กระบอกสูบ(Cylinder) ทำหน้าที่บังคับให้ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นและลงอยู่ในกระบอกสูบ กระบอกสูบรุ่นเก่าที่ถอดเปลี่ยนได้จะเรียกว่า ปลอกสูบ(Liner) แต่ปัจจุบันเครื่องยนต์รุ่นใหม่ส่วนใหญ่กระบอกสูบจะถูกหล่อติดกับเสื้อสูบไม่สามารถถอดเปลี่ยนได้หากเกิดสึกหรอหรือเสียหายต้องซ่อมแซมแก้ไขด้วยการคว้านกระบอกสูบภาพที่ 1-16



ภาพที่ 1-16 เสื้อสูบและกระบอกสูบ (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

4.1.6 ท่อร่วมไอดี (Intake manifold) มีหน้าที่เป็นช่องทางสำหรับให้อากาศไหลผ่านเข้าไปในกระบอกสูบในจังหวะดูดภาพที่ 1-17

ภาพที่ 1-17 ท่อร่วมไอดี (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

4.1.7 ท่อร่วมไอเสีย (exhaust manifold) มีหน้าที่ เป็นช่องทางสำหรับให้ไอเสียจากการเผาไหม้ไหลออกจากเครื่องยนต์ให้หมดในจังหวะคายภาพที่ 1-18

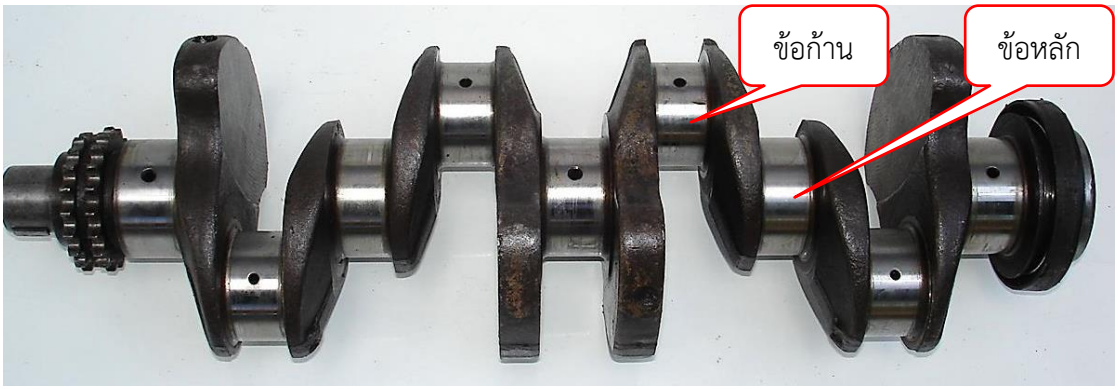
ภาพที่ 1-18 ท่อร่วมไอเสีย (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

4.1.8 ปะเก็น (Gasket) มีหน้าที่ ป้องกันการรั่วซึม โดยจะรองอยู่กลางระหว่างชิ้นส่วน 2 ชิ้น เพื่อป้องกันการรั่วต่างๆ เป็นวัสดุที่สำคัญขาดไม่ได้ในเครื่องยนต์ภาพที่ 1-19

ภาพที่ 1-19 ปะเก็น (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

4.2 ชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบของเครื่องยนต์ประเภทเคลื่อนที่โดยการหมุน

4.2.1 เพลาข้อเหวี่ยง (Crank shaft) มีหน้าที่ถ่ายทอดกำลังโดยการหมุนเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่จากการหมุนเป็นการขึ้นลงและเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่จากการขึ้นลงเป็นการหมุน



ภาพที่ 1-20 เพลาข้อเหวี่ยง (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

4.2.2 เพลาลูกเบี้ยว (Cam shaft) มีหน้าที่รับกำลังขับจากเพลาข้อเหวี่ยงและส่งต่อไปควบคุมกลไกการกดลิ้น ซึ่งเพลาลูกเบี้ยวมีทั้งชนิดที่ถูกติดตั้งไว้ในเสื้อสูบ และติดตั้งอยู่บนฝาสูบ

ภาพที่ 1-21 เพลาลูกเบี้ยว (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

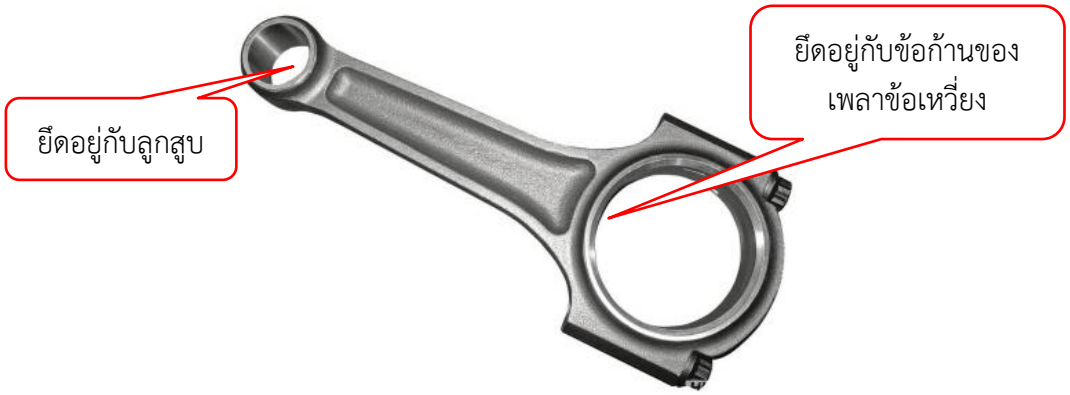
4.2.3 ล้อช่วยแรงหรือฟลายวีล (Fly wheel) มีหน้าที่สะสมกำลังจากการหมุนของเครื่องยนต์และให้เครื่องยนต์เริ่มต้นทำงานจากการสตาร์ต ซึ่งขณะสตาร์ตเครื่องยนต์นั้น เฟืองขบของมอเตอร์สตาร์ตจะเข้าขบกับเฟืองของล้อช่วยแรง พาให้ล้อช่วยแรงหมุนฉุดเพลาข้อเหวี่ยงเครื่องยนต์ให้เคลื่อนที่พาชิ้นส่วนต่างๆ ทำงานตามวัฏจักรต่อไปภาพที่ 1-22

ภาพที่ 1-22 ล้อช่วยแรง (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

4.2.4 พูลเลย์ (Pulley) มีหน้าที่ รับการถ่ายทอดกำลังจากเครื่องยนต์และส่งต่อไปใช้งาน

ภาพที่ 1-23 พูลเลย์ (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

4.2.5 ก้านสูบ (Connecting rod) มีหน้าที่เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบจากการขึ้นและลงเป็นการหมุน ก้านสูบจะประกอบอยู่ระหว่างลูกสูบกับเพลาข้อเหวี่ยง (ซึ่งก้านสูบนี้เป็นชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ได้ทั้งขึ้นลงและการหมุน) ภาพที่ 1-24



ภาพที่ 1-24 ก้านสูบ (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

4.3 ชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบเครื่องยนต์ดีเซลประเภทเคลื่อนที่กลับไปกลับมา

4.3.1 ลูกสูบ (Piston) มีหน้าที่เคลื่อนที่ขึ้นลงทำงานตามวัฏจักร ดูด-อัด-ระเบิด-คาย และรับแรงจากการจุดระเบิดถ่ายทอดแรงผ่านก้านสูบส่งต่อไปให้กับเพลาข้อเหวี่ยงภาพที่ 1-25

ภาพที่ 1-25 ลูกสูบ (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

4.3.2 แหวนลูกสูบ (Piston ring) แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

4.3.2.1 แหวนอัด (Compression Ring) มีหน้าที่ป้องกันไม่ให้กำลังอัดรั่วไหลออกจากกระบอกสูบและห้องเผาไหม้แหวนอัดประกอบอยู่ในร่องแหวนลูกสูบภาพที่ 1-26

ภาพที่ 1-26 แหวนอัด (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

4.3.2.2 แหวนกวาดน้ำมัน (Oil ring) มีหน้าที่กวาดน้ำมันเครื่องที่ขึ้นมาหล่อลื่นผนังกระบอกสูบให้ไหลกลับลงไปเก็บไว้ที่อ่างน้ำมันเครื่องแหวนกวาดน้ำมันประกอบอยู่ในร่องแหวนลูกสูบร่องสุดท้ายภาพที่ 1-27

ภาพที่ 1-27 แหวนกวาดน้ำมัน (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

4.3.3 ลิ้นหรือวาล์ว (Valve) ในเครื่องยนต์ดีเซลแบ่งลิ้นออกเป็น 2 ประเภทคือ

4.3.3.1 ลิ้นไอดี (Intake valve) มีหน้าที่ เปิดให้อากาศไหลเข้ากระบอกสูบเครื่องยนต์ในจังหวะดูด โดยลิ้นไอดีจะถูกติดตั้งอยู่ในฝาสูบเหนือห้องเผาไหม้และลูกสูบในกระบอกสูบ โดยลิ้นจะทำหน้าที่เหมือนประตูเปิดให้อากาศไหลเข้าและปิดไม่ให้กำลังอัดรั่วออก โดยทั่วไปลิ้นไอดีจะมีขนาดใหญ่กว่าลิ้นไอเสียภาพที่ 1-28

ภาพที่ 1-28 ลิ้นไอดี (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

4.3.3.2 ลิ้นไอเสีย (Exhaust valve) มีหน้าที่เปิดให้ไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ไหลออกจากห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ในจังหวะคาย ลิ้นไอเสียจะติดตั้งอยู่ในฝาสูบเหนือห้องเผาไหม้เช่นเดียวกับลิ้นไอดีและอยู่ใกล้กับลิ้นไอดีโดยทั่วไปลิ้นไอเสียจะมีขนาดเล็กกว่าลิ้นไอดีภาพที่ 1-29

ภาพที่ 1-29 ลิ้นไอเสีย (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

4.3.4 สลักลูกสูบ (Piston pin) มีหน้าที่ยึดลูกสูบติดกับก้านสูบและเคลื่อนที่ไปกับลูกสูบ

ภาพที่ 1-30 สลักลูกสูบ (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

4.3.5 สปริงลิ้น (Valve spring) มีหน้าที่ดึงลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียให้สนิทกับบ่าลิ้นภาพที่ 1-31

ภาพที่ 1-31 สปริงลิ้น (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

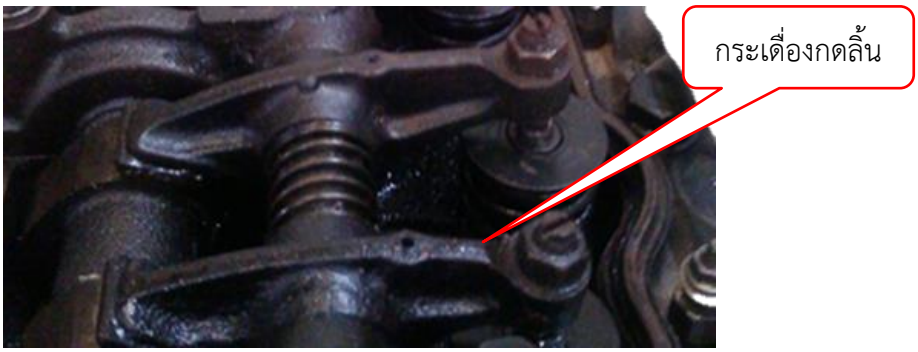
4.3.6 ลูกกระทุ้ง (Tappet) มีหน้าที่รับกำลังจากเพลาลูกเบี้ยวส่งให้กับก้านกระทุ้ง ลูกกระทุ้งนี้จะมีเฉพาะในเครื่องยนต์แบบลิ้นเหนือสูบเท่านั้นภาพที่ 1-32

ภาพที่ 1-32 ลูกกระทุ้งลิ้น (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

4.3.7 ก้านกระทุ้ง (Push rod) มีหน้าที่รับกำลังจากลูกกระทุ้งลิ้นส่งให้กับกระเดื่องวาล์วเพื่อไปกดลิ้น ซึ่งก้านกระทุ้งนี้จะมีใช้เฉพาะในเครื่องยนต์แบบลิ้นเหนือสูบเท่านั้นภาพที่ 1-33

ภาพที่ 1-33 ก้านกระทุ้ง (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

4.3.8 กระเดื่องกดลิ้น (Rocker arm) ทำหน้าที่กดลิ้นให้เปิดตามจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์กระเดื่องกดลิ้นใช้ในเครื่องยนต์แบบลิ้นเหนือสูบและเครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ



ภาพที่ 1-34 กระเดื่องวาล์ว (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

5. คำศัพท์เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล

ศูนย์ตายบน (Top Dead Center) ใช้อักษรย่อ TDC หมายถึง จุดที่ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นไปในกระบอกสูบได้สูงที่สุด

ศูนย์ตายล่าง (Bottom Dead Center) ใช้อักษรย่อ BDC หมายถึง จุดที่ลูกสูบเคลื่อนที่ลงไปในกระบอกสูบได้ต่ำที่สุด

ระยะชัก (Stroke) หมายถึง ระยะที่ลูกสูบเคลื่อนที่จากศูนย์ตายบนถึงศูนย์ตายล่างหรือจากศูนย์ตายล่างถึงศูนย์ตายบน เมื่อเคลื่อนที่ไปสุดระยะชักแต่ละครั้งก็จะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่

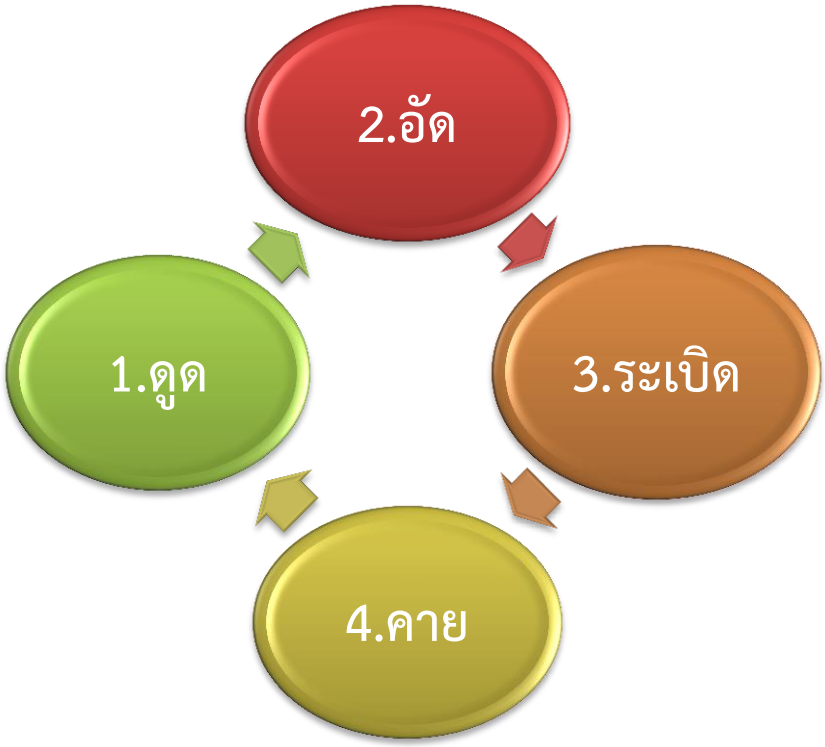
ปริมาตรดูด (Swept Volume) หมายถึง ปริมาตรความจุกระบอกสูบเครื่องยนต์หรือปริมาตรช่วงชักของลูกสูบ

ปริมาตรอัด (Clearance Volume) หมายถึง ปริมาตรห้องเผาไหม้ในเครื่องยนต์หรือปริมาตรที่อยู่เหนือหัวลูกสูบ

ห้องเผาไหม้ (Chamber) หมายถึง ส่วนที่อยู่บนหัวลูกสูบทำหน้าที่เป็นห้องเผาไหม้ส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ

Intake Stroke	หมายถึง	จังหวะดูด
Compression Stroke	หมายถึง	จังหวะอัด
Combustion Stroke	หมายถึง	จังหวะระเบิด
Exhaust Stroke	หมายถึง	จังหวะคาย

6. วัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ



ภาพที่ 1-35 วัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์ (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

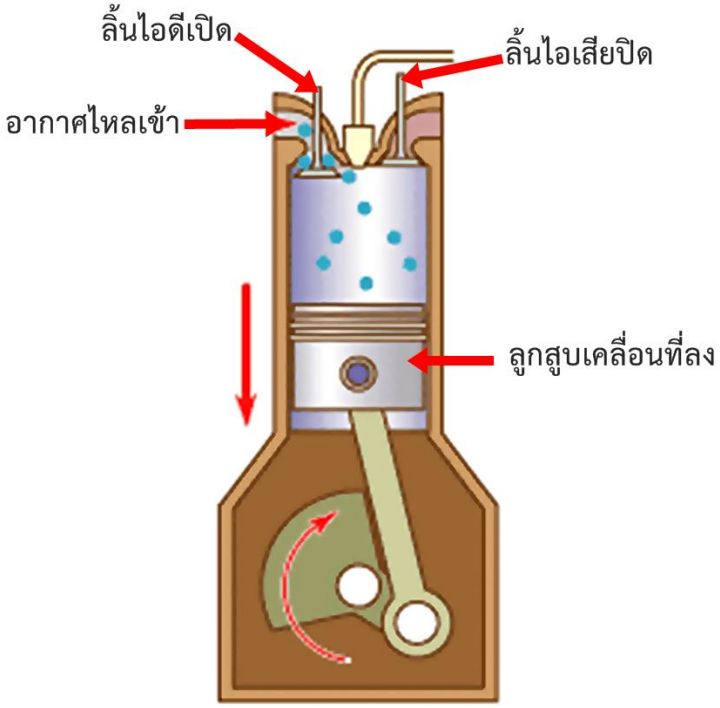
เครื่องยนต์เผาไหม้ภายในทุกประเภทในปัจจุบัน ได้แก่ เครื่องยนต์ดีเซล เครื่องยนต์แกโซลีน หรือเครื่องยนต์อื่นๆ จะมีวัฏจักรการทำงานที่เหมือนกัน คือมีการ ดูด-อัด-ระเบิด-คาย แตกต่างกันในส่วนของรายละเอียดการทำงานเท่านั้น

โดยเครื่องยนต์ 4 จังหวะ หมายถึง เครื่องยนต์ที่ครบวัฏจักรการทำงาน คือ ดูด-อัด-ระเบิด-คาย ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นและลงรวมกันทั้งหมด 4 ครั้ง เพลาข้อเหวี่ยงหมุน 2 รอบ เพลาลูกเบี้ยวหมุน 1 รอบ จุดระเบิด 1 ครั้งต่อ 1 สูบ

ส่วนเครื่องยนต์ 2 จังหวะ หมายถึงเครื่องยนต์ที่ครบวัฏจักรการทำงาน คือ ดูด-อัด-ระเบิด-คาย ลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้นและลงรวมกัน 2 ครั้งเพลาข้อเหวี่ยงหมุน 1 รอบ จุดระเบิด 1 ครั้งต่อ 1 สูบ

6.1 การทำงานในจังหวะดูด

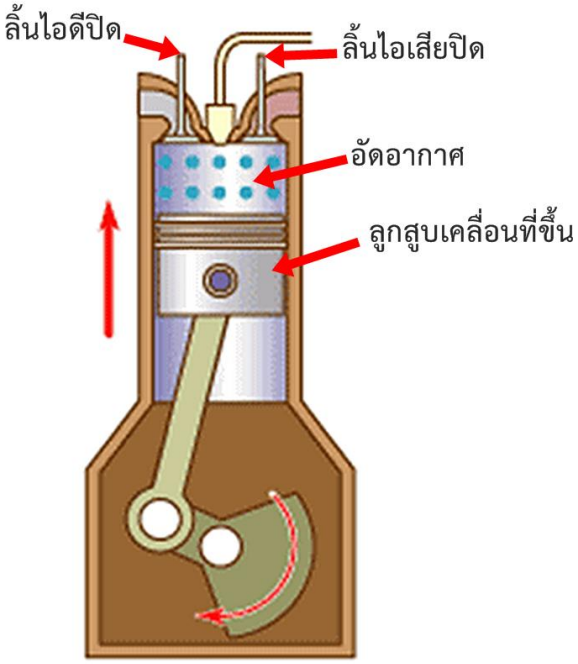
การทำงานในจังหวะดูด ลิ้นไอดีเปิด ลิ้นไอเสียปิด ลูกสูบเคลื่อนที่ลงดูดอากาศเพียงอย่างเดียว ผ่านท่อร่วมไอดี และลิ้นไอดี เข้ามาในกระบอกสูบ ซึ่งการดูดอากาศเข้ามาได้นั้นเกิดจากการเคลื่อนที่ลงของลูกสูบ ทำให้เกิดสุญญากาศ ดูดอากาศเข้ามาในกระบอกสูบได้ (การทำงานในช่วงจังหวะนี้ ลูกสูบจะเคลื่อนที่ลง 1 ครั้ง เพลาข้อเหวี่ยงหมุนไปประมาณครึ่งรอบหรือประมาณ 180 องศา)



ภาพที่ 1-36 การทำงานในจังหวะดูด (ที่มา: www.anjungsainssmkss.wordpress.com)

6.2 การทำงานในจังหวะอัด

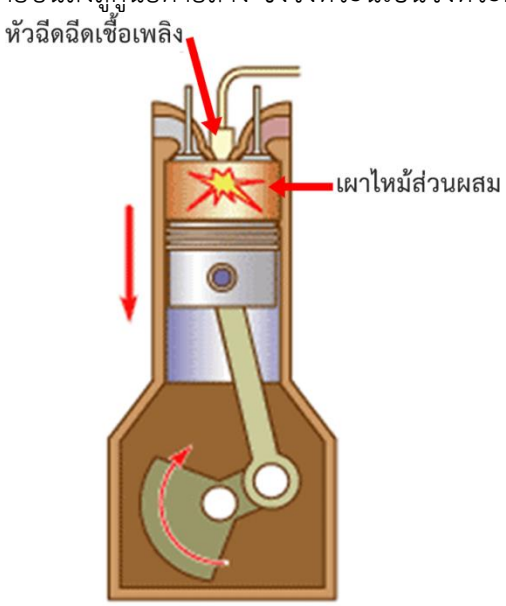
ในจังหวะอัดนี้ จะทำงานต่อเนื่องจากจังหวะดูดเริ่มขึ้นเมื่อลูกสูบเริ่มเคลื่อนที่ขึ้นสู่ศูนย์ตายบน ลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียจะเริ่มปิดและปิดสนิทเพื่อไม่ให้อากาศไหลหนี จากนั้นลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้นต่อไป เพื่ออัดอากาศ ให้มีปริมาตรเล็กลง ส่งผลให้มีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น รอรับการจุดระเบิดต่อไป (การทำงานมาถึงช่วงนี้ นับรวมเพลาข้อเหวี่ยงหมุนไปประมาณหนึ่งรอบหรือประมาณ 360 องศา)



ภาพที่ 1-37 การทำงานในจังหวะอัด (ที่มา: www.anjungsainssmkss.wordpress.com)

6.3 การทำงานในจังหวะระเบิด

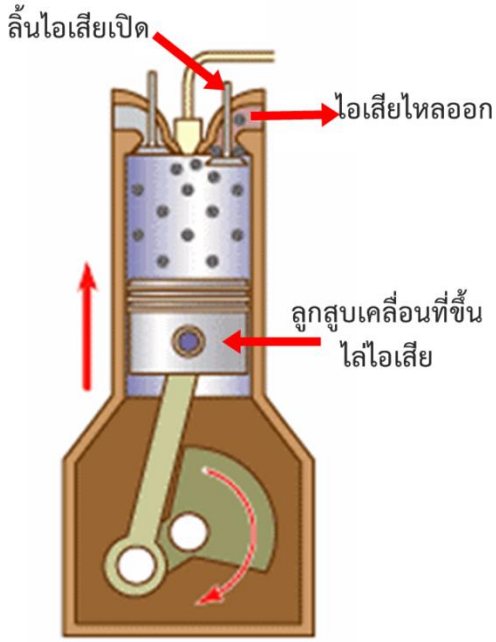
การทำงานในจังหวะนี้ จะเกิดขึ้นต่อเนื่องจากช่วงของการอัดสุด เมื่ออากาศถูกอัดตัวพร้อมสำหรับการจุดระเบิดซึ่งอยู่ใกล้กับศูนย์ตายบนเล็กน้อยประมาณ 10-25 องศา หัวฉีดจะฉีดน้ำมันดีเซลเป็นฝอยละอองเข้าไปในห้องเผาไหม้ละอองเชื้อเพลิงจะคลุกเคล้ากับอากาศร้อนที่หมุนวนอยู่จนระเหยเป็นไอเกิดการระเบิดขึ้นด้วยตัวเองเกิดการระเบิดเผาไหม้ ความดันที่เกิดจากการเผาไหม้จะผลักดันลูกสูบให้เคลื่อนที่จากศูนย์ตายบนลงสู่ศูนย์ตายล่าง ซึ่งจังหวะนี้เป็นจังหวะกำลังงานของเครื่องยนต์



ภาพที่ 1-38 การทำงานในจังหวะระเบิด (ที่มา: www.anjungsainssmkss.wordpress.com)

6.4 การทำงานในจังหวะคาย

การทำงานในจังหวะนี้ จะทำงานต่อเนื่องจากจังหวะระเบิดซึ่งเมื่อจุดระเบิดเผาไหม้ส่วนผสมเรียบร้อยแล้วลูกสูบจะเคลื่อนที่ลงเกือบถึงศูนย์ตายล่าง ลิ้นไอเสียจะเปิดออกไอเสียจากการเผาไหม้ซึ่งมีความร้อนและความดันสูงจะถูกถ่ายเทออกจากห้องเผาไหม้ผ่านลิ้นไอเสียไปท่อไอเสียอย่างรวดเร็ว และเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นศูนย์ตายบนไอเสียที่ตกค้างอยู่ในกระบอกสูบจะถูกผลักดันออกไปให้หมดด้วยลูกสูบ โดยผ่านทางลิ้นไอเสียที่เปิดค้างอยู่ (ซึ่งถึงการทำงานในช่วงนี้นับรวมแล้ว ลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้นและลงรวมกัน 4 ครั้ง คือเคลื่อนที่ขึ้น 2 ครั้ง เคลื่อนที่ลง 2 ครั้ง เพลาข้อเหวี่ยงหมุนไปครบ 2 รอบ หรือประมาณ 720 องศา) เมื่อทำงานครบวัฏจักรแล้ว เครื่องยนต์จะเริ่มต้นทำงานใหม่ตามวัฏจักรการทำงานเดิมของเครื่องยนต์ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะดับเครื่องยนต์

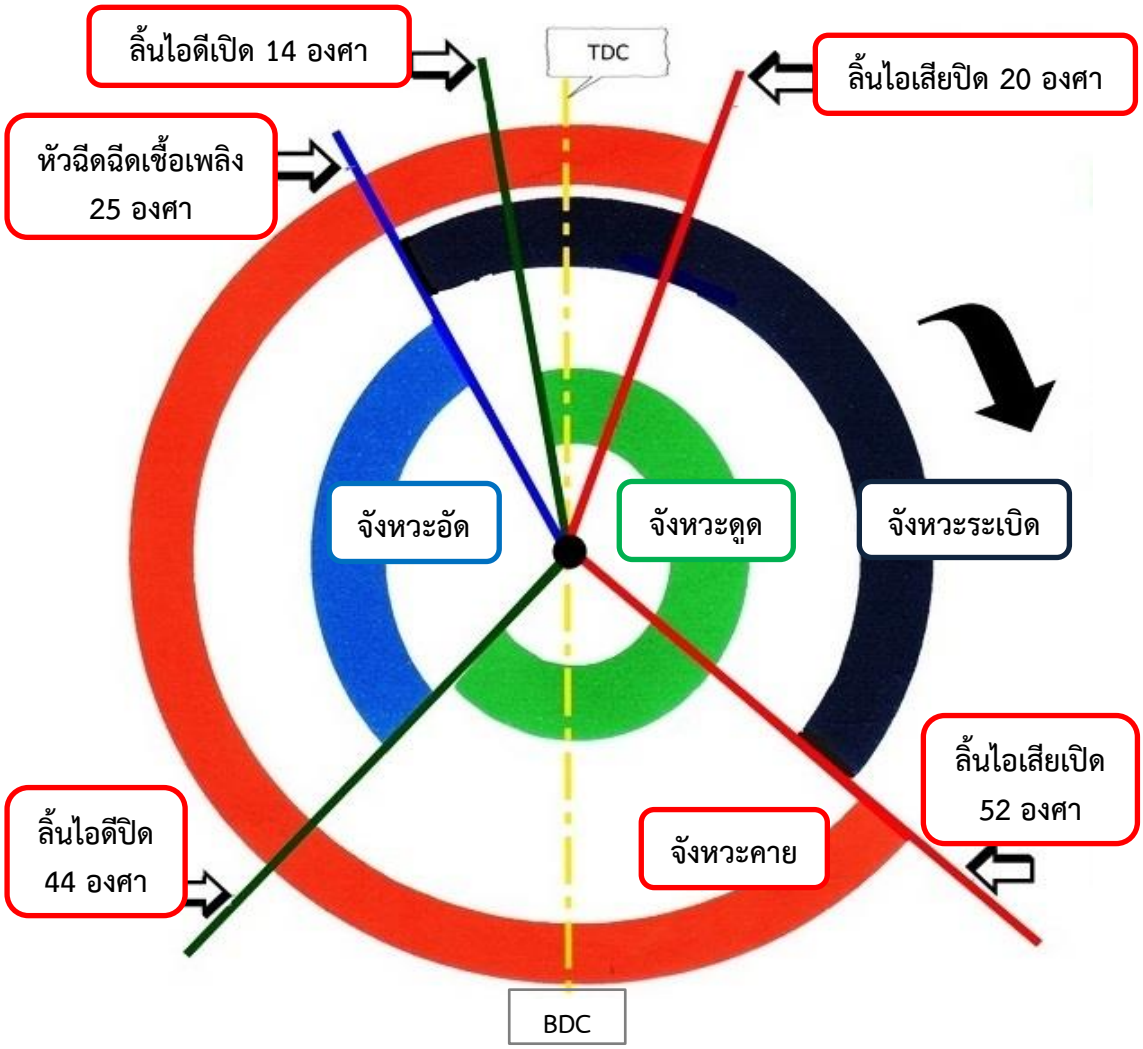


ภาพที่ 1-39 การทำงานในจังหวะคาย (ที่มา: www.anjungsainssmkss.wordpress.com)

ข้อสังเกต: การทำงานเมื่อครบวัฏจักรแล้ว ในช่วงของการสิ้นสุดจังหวะคายและเริ่มต้นการทำงานใหม่ต่อไปในจังหวะดูดนั้นลูกสูบเคลื่อนที่ก่อนถึงศูนย์ตายบนเล็กน้อยก่อนสิ้นสุดจังหวะคายลิ้นไอดีเริ่มเปิดส่วนลิ้นไอเสียกำลังจะปิดสนิท และจะปิดสนิทหลังลูกสูบเคลื่อนที่ผ่านศูนย์ตายบนไปเล็กน้อย ทำให้เกิดการเปิดเหลื่อมกันระหว่างลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย ซึ่งตำแหน่งนี้มีไว้เพื่อให้อากาศเข้ามาไล่ไอเสียออกไปให้หมดจากกระบอกสูบและใช้ในการปรับตั้งระยะห่างลิ้น ขณะที่ลิ้นไอดีเริ่มเปิดและลิ้นไอเสียกำลังจะปิดสนิทนี้เรียกว่า โอเวอร์แลป (Over lap)

7. แผนภูมิเวลาการเปิดปิดลิ้นเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ

แผนภูมิเวลาการเปิดปิดลิ้นของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ หมายถึง แผนภาพวงกลมแสดงการทำงานการเปิดปิดลิ้นของเครื่องยนต์ 4 จังหวะในจังหวะต่างๆ แสดงให้เห็นภาพการทำงานในแต่ละช่วงจังหวะของเครื่องยนต์ดังตัวอย่างต่อไปนี้



ภาพที่ 1-40 แผนภูมิเวลาการเปิดปิดลิ้นเครื่องยนต์ดีเซล (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

จากภาพด้านบน อธิบายแผนภูมิเวลาการเปิดปิดลิ้นของเครื่องยนต์ดีเซล ได้ดังนี้

จังหวะดูด ลิ้นไอดีจะเริ่มเปิดก่อนถึงศูนย์ตายบน 14 องศาและปิดหลังศูนย์ตายล่างที่ 44 องศา รวมระยะของจังหวะดูดเท่ากับ 14 องศา + 180 องศา + 44 องศา = 238 องศา

จังหวะอัด เริ่มเมื่อลิ้นไอดีปิดหลังศูนย์ตายล่าง 44 องศา หัวฉีด ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ 25 องศาก่อนถึงศูนย์ตายบนรวมระยะของจังหวะอัดเท่ากับ 180 องศา - 44 องศา - 25 องศา = 111 องศา

จังหวะระเบิด เริ่มจากหัวฉีดฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 25 องศาก่อนศูนย์ตายบน สิ้นสุดจังหวะระเบิดเมื่อลิ้นไอเสียเริ่มเปิด 52 องศาก่อนศูนย์ตายล่างรวมระยะจังหวะระเบิดเท่ากับ 25 องศา + 180 องศา - 52 องศา = 153 องศา (หรือ 25 องศา + 90 องศา + 38 องศา = 153 องศา)

จังหวะคาย เริ่มเมื่อลิ้นไอเสียเปิดก่อนศูนย์ตายล่าง 52 องศาและปิดหลังศูนย์ตายบน 20 องศา รวมระยะของจังหวะคาย เท่ากับ 52 องศา + 180 องศา + 20 องศา = 252 องศา

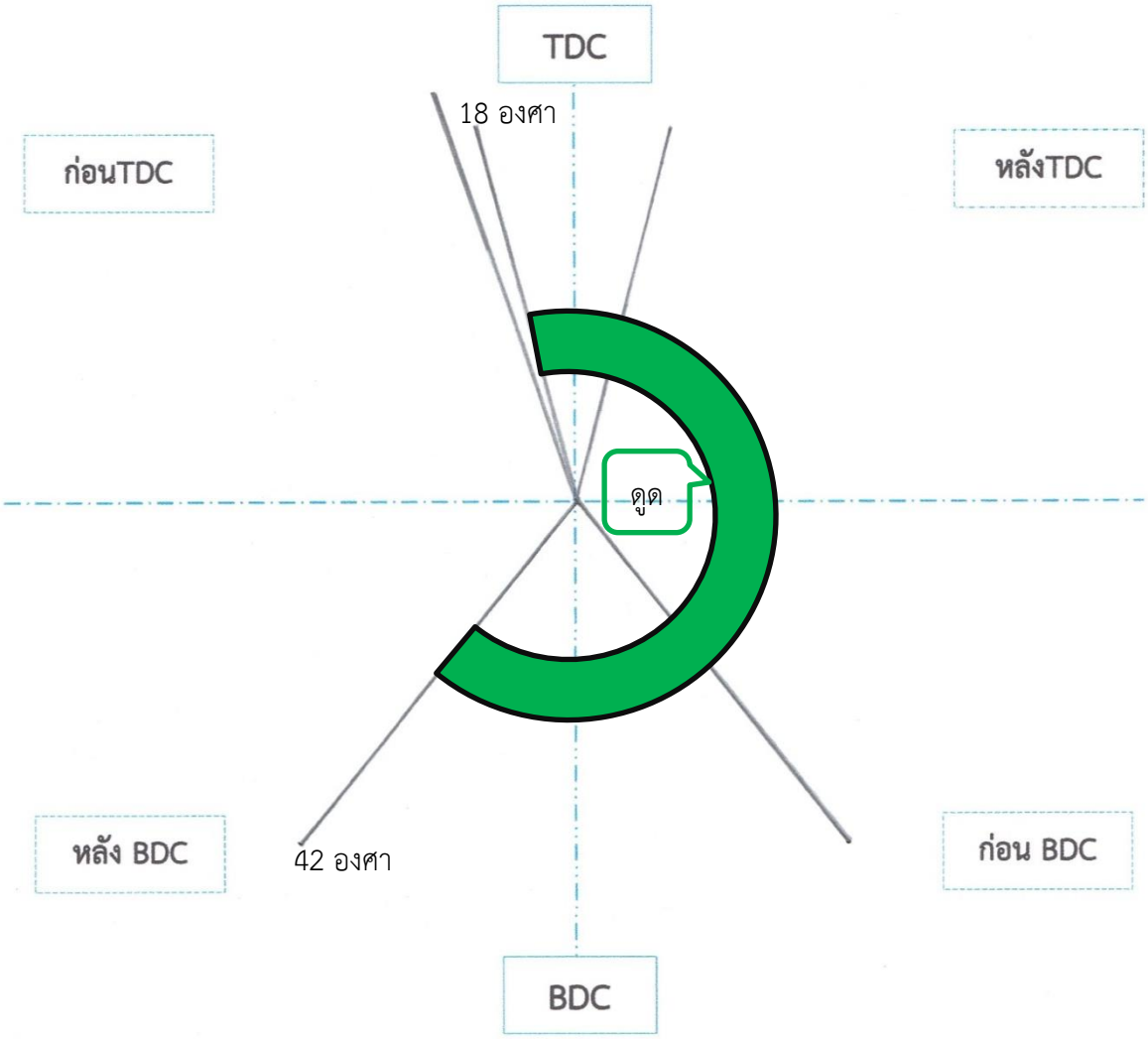
โอเวอร์แลป (Overlap) หมายถึงการเปิดเหลื่อมกันคือช่วงที่ลิ้นไอดีเริ่มเปิดในขณะที่ลิ้นไอเสียกำลังจะปิดสนิทเกิดขึ้นในช่วงปลายจังหวะคายต่อกับช่วงต้นของจังหวะดูดโดยเครื่องยนต์ตามตัวอย่าง

โจทย์นี้เกิดโอเวอร์แลป (Overlap) เหลื่อมกันเท่ากับ 14 องศา + 20 องศา = 34 องศา

7.1 การเขียนแผนภูมิเวลาการเปิดปิดลิ้นเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ

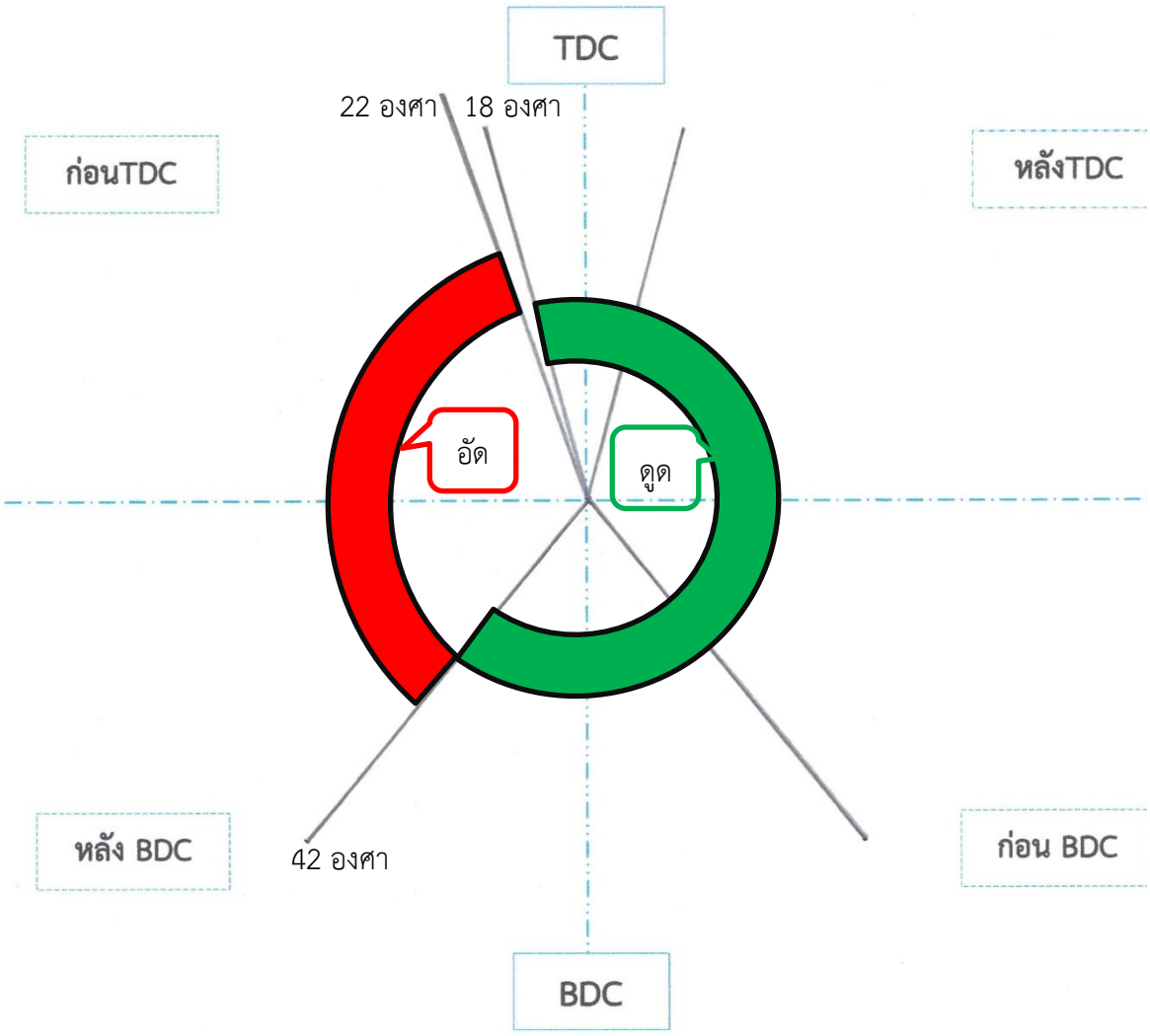
การเขียนแผนภูมิเวลาการเปิดปิดลิ้นเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ เริ่มเขียนจากจังหวะดูดตามด้วยจังหวะอัด จังหวะระเบิดและจังหวะคายตามลำดับต่อเนื่องกันจบครบ

ตัวอย่างโจทย์ กำหนดให้เครื่องยนต์ดีเซลเครื่องหนึ่งลิ้นไอดีเปิด 18 องศาก่อนศูนย์ตายบนปิด 42 องศาหลังศูนย์ตายล่าง หัวฉีดฉีดเชื้อเพลิงที่ 22 องศาก่อนศูนย์ตายบน ให้ลิ้นไอเสียเปิด 42 องศาก่อนศูนย์ตายล่างและปิดที่ 18 องศาหลังศูนย์ตายบน จากตัวอย่างโจทย์สามารถเขียนแผนภูมิเวลาการเปิดปิดลิ้นโดยเริ่มเขียนจากจังหวะดูดภาพที่ 1-41 ลิ้นไอดีเริ่มเปิดที่ 18 องศาก่อนศูนย์ตายบนและปิดที่ 42 องศาหลังศูนย์ตายล่างเมื่อเขียนจังหวะดูดเสร็จเรียบร้อยแล้วต่อไปให้เขียนจังหวะอัดต่อเนื่องกันไปกับจังหวะดูด



ภาพที่ 1-41 การเขียนแผนภูมิเปิดปิดลิ้นในจังหวะดูด (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

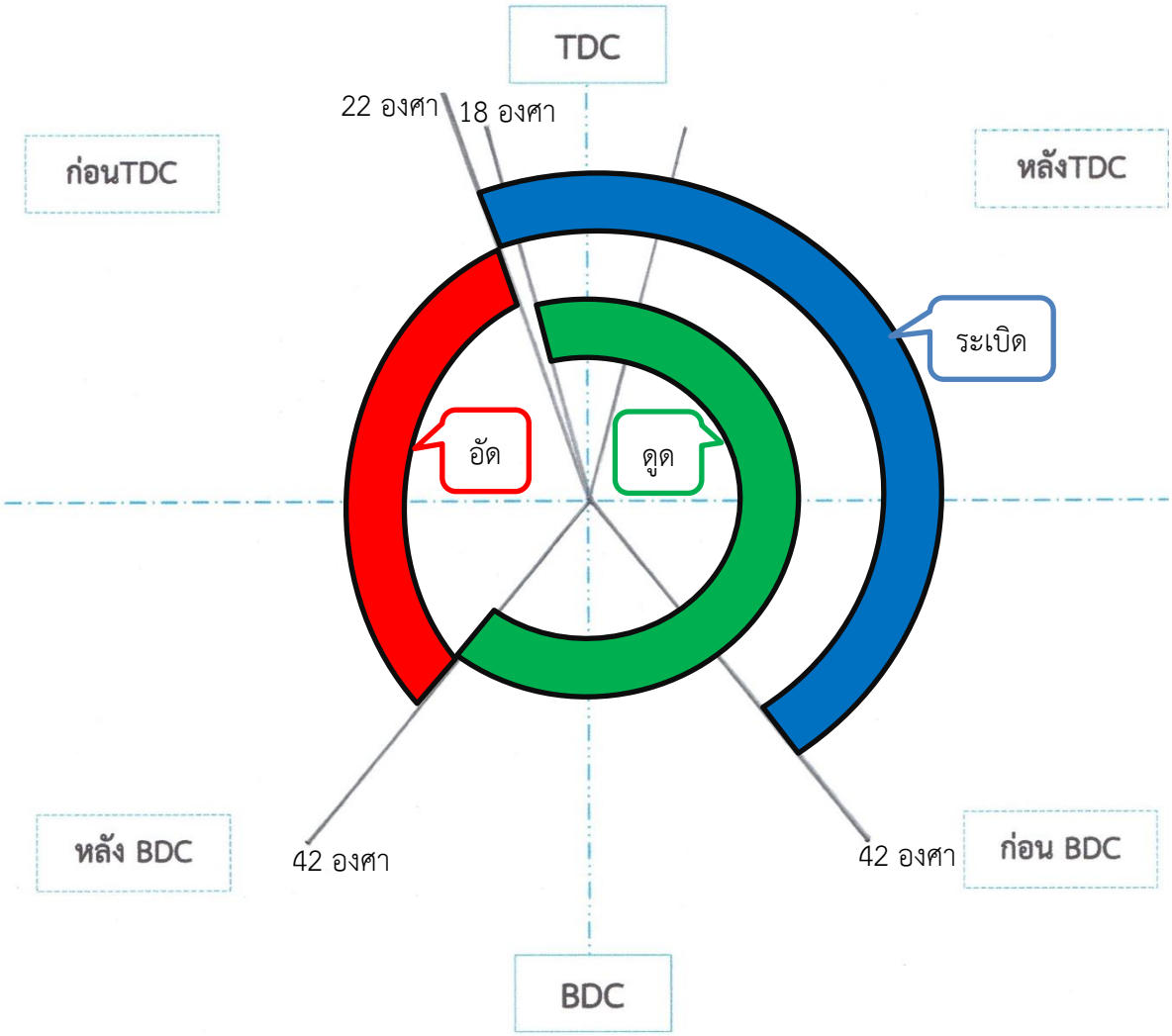
เขียนแผนภูมิเวลาการเปิดปิดลิ้นในจังหวะอัดเริ่มจากจุดที่ลิ้นไอดีปิด 42 องศาหลังศูนย์ตายล่างและไปสิ้นสุดจังหวะอัด เมื่อหัวฉีดเริ่มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ 22 องศาก่อนถึงศูนย์ตายบนภาพที่ 1-42
ข้อสังเกต: เมื่อลิ้นไอดีปิดแสดงว่าสิ้นสุดจังหวะดูดและเป็นการเริ่มต้นการทำงานในจังหวะอัด



ภาพที่ 1-42 การเขียนแผนภูมิเปิดปิดลิ้นในจังหวะอัด (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

เขียนแผนภูมิเวลาการเปิดปิดลิ้นในจังหวะระเบิดต่อจากจังหวะอัด เริ่มจากจุดที่หัวฉีดเริ่มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อจุดระเบิดที่ 22 องศาก่อนถึงศูนย์ตายบนไปสิ้นสุดเมื่อลิ้นไอเสีย เริ่มเปิดที่ 42 องศาก่อนศูนย์ตายล่างภาพที่ 1-43

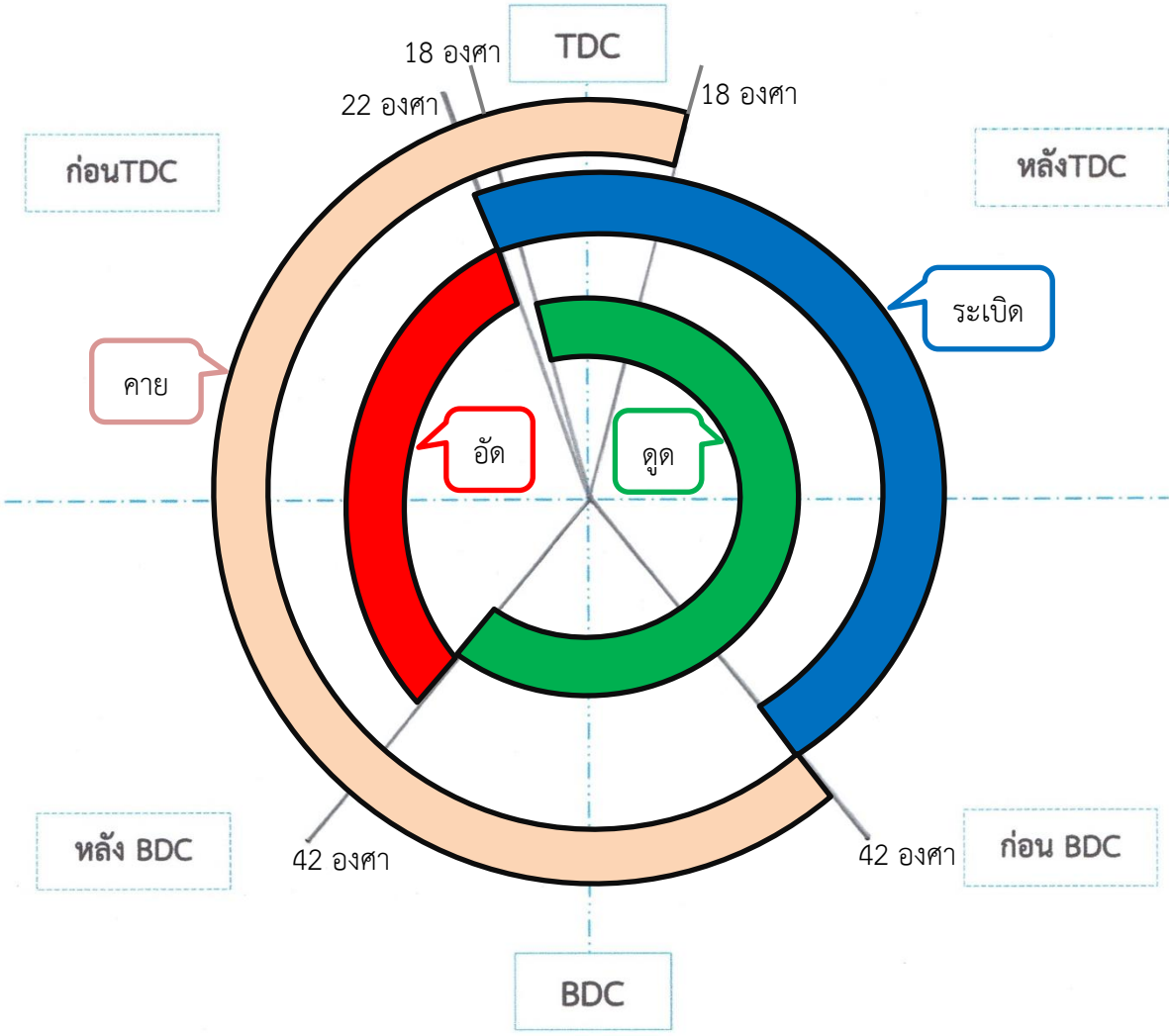
ข้อสังเกต: เมื่อหัวฉีดเริ่มฉีดแสดงว่าเป็นการสิ้นสุดจังหวะอัดและเริ่มเข้าสู่การทำงานในจังหวะระเบิด



ภาพที่ 1-43 การเขียนแผนภูมิเปิดปิดลิ้นในจังหวะระเบิด (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

จากนั้นเขียนแผนภูมิเวลาการเปิดปิดลิ้นในจังหวะคาย เริ่มจากจุดที่ลิ้นไอเสียเริ่มเปิดที่ 42 องศาก่อนศูนย์ตายล่างไปสิ้นสุดเมื่อลิ้นไอเสียปิดที่ 18 องศาหลังศูนย์ตายบนภาพที่ 1-44

ข้อสังเกต: ในช่วงของจังหวะคายนี้เป็นช่วงสุดท้ายของวัฏจักรการทำงาน ตามเวลาการเปิดปิดลิ้นของเครื่องยนต์นี้มีช่วง โอเวอร์แลป (Over lap) เกิดขึ้นด้วย



ภาพที่ 1-44 การเขียนแผนภูมิเปิดปิดลิ้นในจังหวะคาย (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

8. ข้อดีข้อเสียของเครื่องยนต์ดีเซล

ตารางที่ 1-1 ข้อดีข้อเสียของเครื่องยนต์ดีเซล

ข้อดีของเครื่องยนต์ดีเซล	ข้อเสียของเครื่องยนต์ดีเซล
1. ราคาเชื้อเพลิงถูกกว่าเบนซิน ดูแลรักษาง่าย 2. ให้ประสิทธิภาพทางความร้อนสูง 3. ชิ้นส่วนเครื่องยนต์แข็งแรงทนทาน 4. ให้กำลังสม่ำเสมอ แรงบิดสูง 5. ประหยัดน้ำมันได้ดี 6. อัตราส่วนการอัดสูง ให้กำลังสูง 7. ให้แรงบิดสูง	1. ให้ความเร็วรอบต่ำ ได้น้ำหนักต่อแรงม้ามาก 2. ต้นทุนการผลิตสูง ราคาเครื่องแพง 3. เครื่องยนต์มีขนาดใหญ่ ไม่กะทัดรัด 4. อัตราส่วนการอัดสูง ต้องใช้มอเตอร์สตาร์ตที่มีกำลังสูง 5. เมื่อเครื่องยนต์มีภาระหนักมักมีควันดำ

แบบฝึกหัดที่ 1.1

คำสั่งที่ 1 ให้ทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่เห็นว่าถูกและทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่เห็นว่าผิด

.....1.ชื่อ “เครื่องยนต์ดีเซล” ตั้งขึ้นจากชื่อสกุลผู้ประดิษฐ์เพื่อเป็นเกียรติแก่ผู้ประดิษฐ์

.....2.ผู้ประดิษฐ์คิดค้นเครื่องยนต์ดีเซลชื่อ ดร.รูดอล์ฟ ดีเซล

.....3.เครื่องยนต์ดีเซลประดิษฐ์ขึ้นครั้งแรกในประเทศเยอรมัน

.....4.เครื่องยนต์ดีเซลประดิษฐ์ขึ้นครั้งแรกในประเทศอังกฤษ

.....5.เครื่องยนต์หมายถึงเครื่องที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานกล

.....6.เครื่องยนต์หมายถึงเครื่องที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล

.....7.เครื่องยนต์ดีเซลหมายถึงเครื่องยนต์ที่จุดระเบิดด้วยความร้อนจากการอัดอากาศ

.....8.เครื่องยนต์ดีเซลจะดูดไอดีเข้าไปเผาไหม้ด้วยความร้อนจากการอัดอากาศ

.....9.เครื่องยนต์ดีเซลดูดอากาศเข้าไปอัดให้ร้อนและฉีดเชื้อเพลิงเพื่อจุดระเบิด

.....10.เครื่องยนต์แบ่งออกเป็นเครื่องยนต์สันดาปภายนอกกับสันดาปภายใน

.....11.เครื่องยนต์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือเครื่องยนต์ดีเซลและเครื่องจักรไอน้ำ

.....12.เครื่องยนต์สันดาปภายนอกจะเผาไหม้เชื้อเพลิงนอกเครื่องยนต์

.....13.เครื่องยนต์สันดาปภายในจะเผาไหม้เชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้เครื่องยนต์

.....14.เครื่องยนต์ดีเซลจุดระเบิดโดยใช้ความร้อนจากการอัดอากาศ

.....15.เครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์สันดาปภายนอกที่ให้กำลังและแรงบิดสูง

คำสั่งที่ 2 ให้นำตัวอักษรหน้าข้อความด้านขวามือมาใส่หน้าเลขข้อด้านซ้ายมือให้ถูกต้อง

.....1.ฝาสูบ
.....2.เสื้อสูบ
.....3.หน้าที่ครอบปิดชิ้นส่วนบน
.....4.รองรับป้องกันชิ้นส่วนเสียหาย
.....5.หน้าที่เก็บน้ำมันหล่อลื่น
.....6.เพลาลูกเบี้ยว
.....7.เพลาข้อเหวี่ยง
.....8.หน้าที่สะสมกำลังการหมุน
.....9.ส่งแรงจากลูกสูบไปเพลาข้อเหวี่ยง
.....10.ลูกสูบ
.....11.กระเดื่องวาล์ว
.....12.หน้าที่ปิดลิ้นให้สนิท
.....13.กวาดน้ำมันหล่อลื่นกระบอกสูบ
.....14.เปิดให้อากาศเข้ากระบอกสูบ
.....15.กดลิ้นให้เปิด

A.ชิ้นส่วนประเภทเคลื่อนที่โดยการหมุน
B.ชิ้นส่วนประเภทเคลื่อนที่กลับไปกลับมา
C.ชิ้นส่วนประเภทอยู่กับที่
D.สปริงลิ้น
E.ล้อช่วยแรง
F.ฝาครอบลิ้น
G.แหวนอัด
H.แหวนน้ำมัน
I.ลูกเบี้ยว
J.อ่างน้ำมันหล่อลื่น
K.ท่อร่วมไอดี
L.ลิ้นไอดี
M.ปะเก็น
N.เพลาข้อเหวี่ยง
O.ก้านสูบ
P.เพลาลูกเบี้ยว

แบบฝึกหัดที่ 1.2

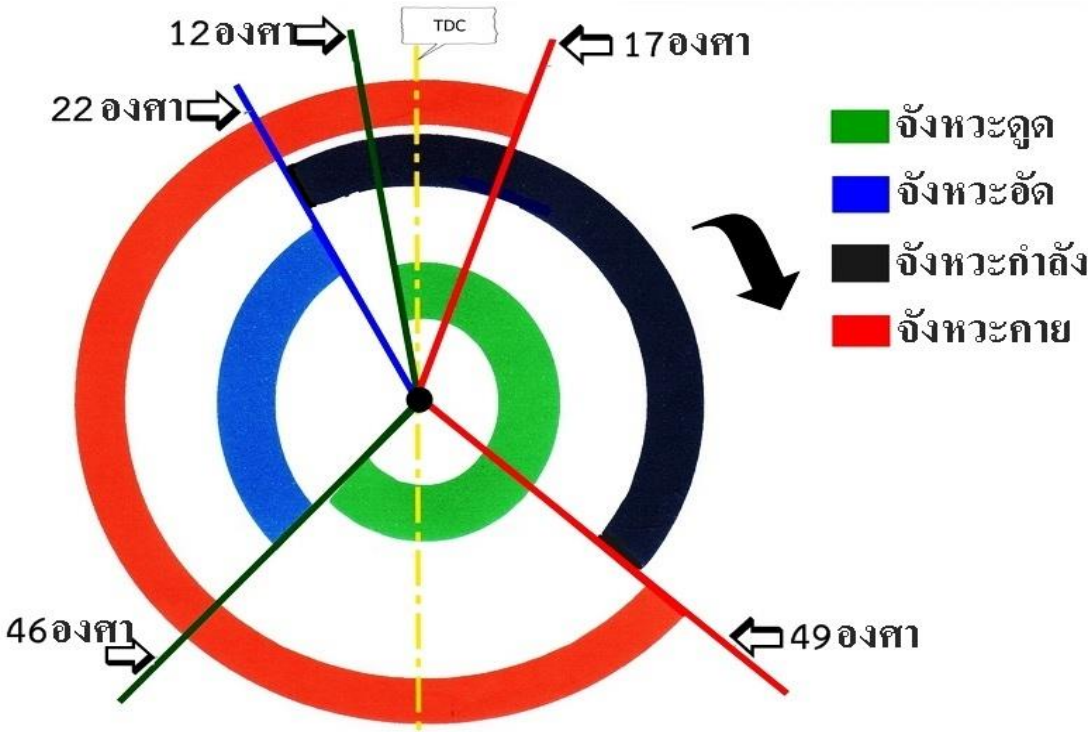
คำสั่ง ให้นำข้อความในตาราง ไปเติมลงในช่องว่างด้านล่างให้ได้ใจความถูกต้องสมบูรณ์

Exhaust Stroke	Intake Stroke	BDC	TDC
4 รอบ	1 รอบ	จังหวะดูด	อากาศ
ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้น	ลูกสูบเคลื่อนที่ลง	จังหวะคาย	จังหวะระเบิด
ลิ้นไอดีเปิด	ลิ้นไอดีปิด	ลิ้นไอเสียเปิด	ลิ้นไอเสียปิด
ไม่มีลิ้นใดเปิด	ไม่มีลิ้นใดปิด	2 รอบ	Over lap
Compression Stroke		ไอดี	อากาศรวมกับน้ำมัน
Combustion Stroke		ปลายจังหวะดูดต้นจังหวะคาย	

1.คำศัพท์ใด หมายถึง ศูนย์ตายล่าง .....
2.คำศัพท์ใด หมายถึง ศูนย์ตายบน .....
3.คำศัพท์ใด หมายถึง จังหวะดูด .....
4.คำศัพท์ใด หมายถึง จังหวะอัด .....
5.เครื่องยนต์ 4 จังหวะครบวัฏจักรเพลาข้อเหวี่ยงต้องหมุนกี่รอบ .....
6.เครื่องยนต์ 4 จังหวะครบวัฏจักรเพลาลูกเบี้ยวต้องหมุนกี่รอบ .....
7.เครื่องยนต์ 4 จังหวะ จังหวะดูด ลิ้นใดเปิด .....
8.เครื่องยนต์ 4 จังหวะ จังหวะดูด ลิ้นใดปิด .....
9.เครื่องยนต์ 4 จังหวะ จังหวะอัด ลิ้นใดเปิด .....
10.เครื่องยนต์ 4 จังหวะ จังหวะระเบิด ลิ้นใดเปิด .....
11.เครื่องยนต์ 4 จังหวะ จังหวะคาย ลิ้นใดเปิด .....
12.เครื่องยนต์ 4 จังหวะ จังหวะคาย ลิ้นใดปิด .....
13.เครื่องยนต์ 4 จังหวะ จังหวะใดได้กำลังไปใช้งาน .....
14.จังหวะดูด เครื่องยนต์ดีเซลดูดอะไรเข้าไปในกระบอกสูบ .....
15.ลิ้นเปิดเหลื่อมกัน เรียกว่า .....

แบบฝึกหัดที่ 1.3

คำสั่งที่ 1 ให้ทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่เห็นว่าถูกและทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่เห็นว่าผิด



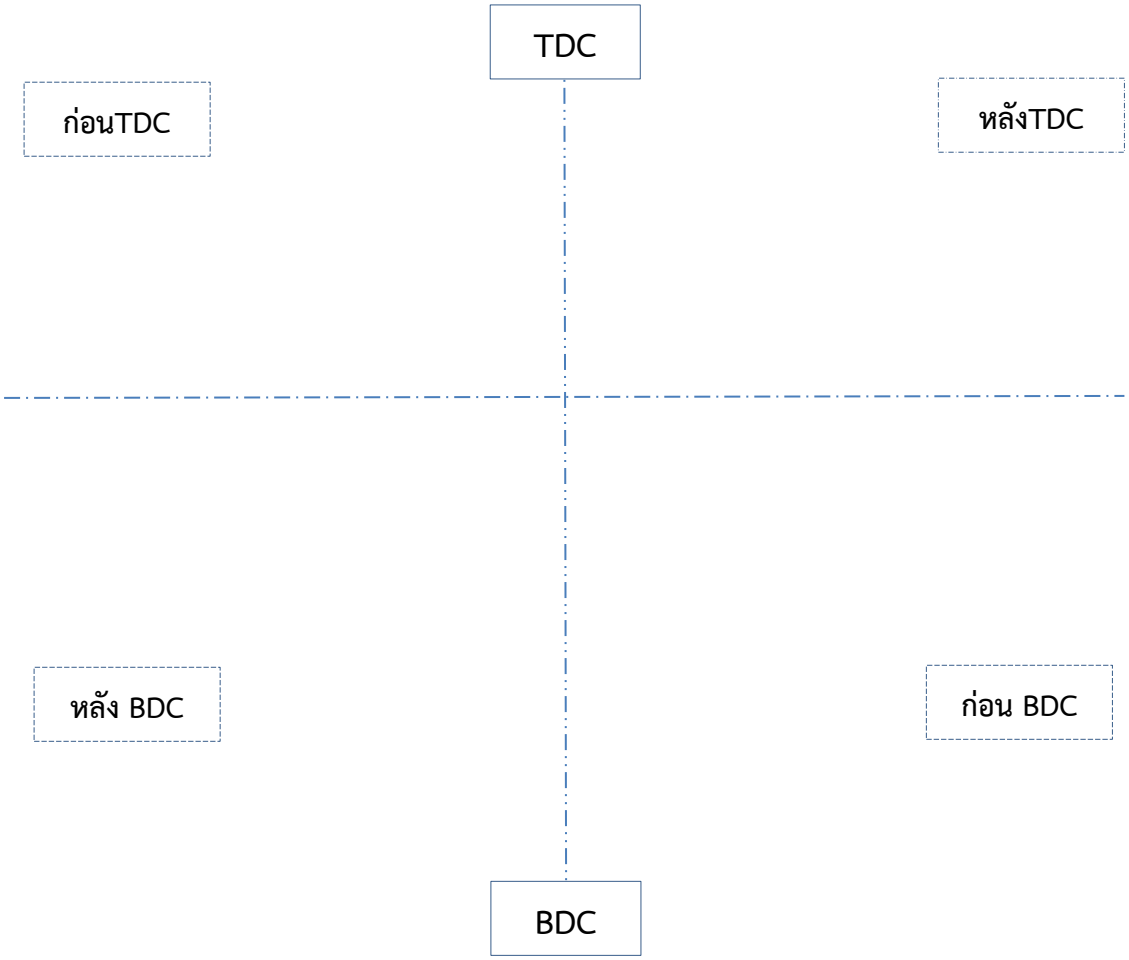
จากภาพใช้ตอบคำถามข้อที่ 1-10

.....1.จากภาพลิ้นไอดีเปิดที่ตำแหน่ง 12 องศา
.....2.จากภาพลิ้นไอดีปิดที่ตำแหน่ง 49 องศา
.....3.จากภาพลิ้นไอเสียเปิดที่ตำแหน่ง 46 องศา
.....4.จากภาพลิ้นไอเสียปิดที่ตำแหน่ง 17 องศา
.....5.จากภาพหัวฉีดๆ เชื้อเพลิงเพื่อจุดระเบิดที่ตำแหน่ง 22 องศา
.....6.รวมระยะของจังหวะดูดทั้งหมด = 238 องศา
.....7.รวมระยะของจังหวะอัดทั้งหมด = 122 องศา
.....8.รวมระยะของจังหวะระเบิดทั้งหมด = 153 องศา
.....9.รวมระยะของจังหวะคายทั้งหมด = 246 องศา
.....10.รวมระยะของช่วงโอเวอร์แลป (Over lap) ทั้งหมด = 29 องศา

แบบฝึกหัดที่ 1.3 (ต่อ)

คำสั่งที่ 2 จากโจทย์ที่กำหนดให้ ให้เขียนแผนภูมิเวลาการเปิดปิดลิ้นเครื่องยนต์ดีเซล

<u>โจทย์</u> เครื่องยนต์ดีเซลเครื่องหนึ่งลิ้นไอดีเปิด 15 องศาก่อนศูนย์ตายบนปิด 40 องศาหลังศูนย์ตายล่าง หัวฉีดฉีดเชื้อเพลิงเพื่อจุดระเบิด 20 องศาก่อนศูนย์ตายบน ลิ้นไอเสียเปิด 40 องศาก่อนศูนย์ตายล่าง และปิด 15 องศาหลังศูนย์ตายบน



คำสั่งที่ 3_ ให้ทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่เห็นว่าถูกและทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่เห็นว่าผิด

.....1.ข้อดีของเครื่องยนต์ดีเซลคือให้กำลังและแรงบิดสูง

.....2.ข้อดีของเครื่องยนต์ดีเซลคือทำความเร็วรอบได้สูงมาก

.....3.ข้อดีของเครื่องยนต์ดีเซลคือชิ้นส่วนมีขนาดใหญ่แข็งแรงทนทาน

.....4.ข้อเสียของเครื่องยนต์ดีเซลคือเครื่องยนต์ขนาดเล็กกะทัดรัด

.....5.ข้อเสียของเครื่องยนต์ดีเซลคือเมื่อมีภาระหนักมักมีควันดำ

หน่วยที่ 2 งานกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ

หัวข้อเรื่อง

1. ชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบของกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ
2. หลักการทำงานของกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ
3. ถอดสปริงลิ้นและลิ้น
4. ตรวจสอบลิ้นและสปริงลิ้น
5. ประกอบลิ้นและสปริงลิ้น

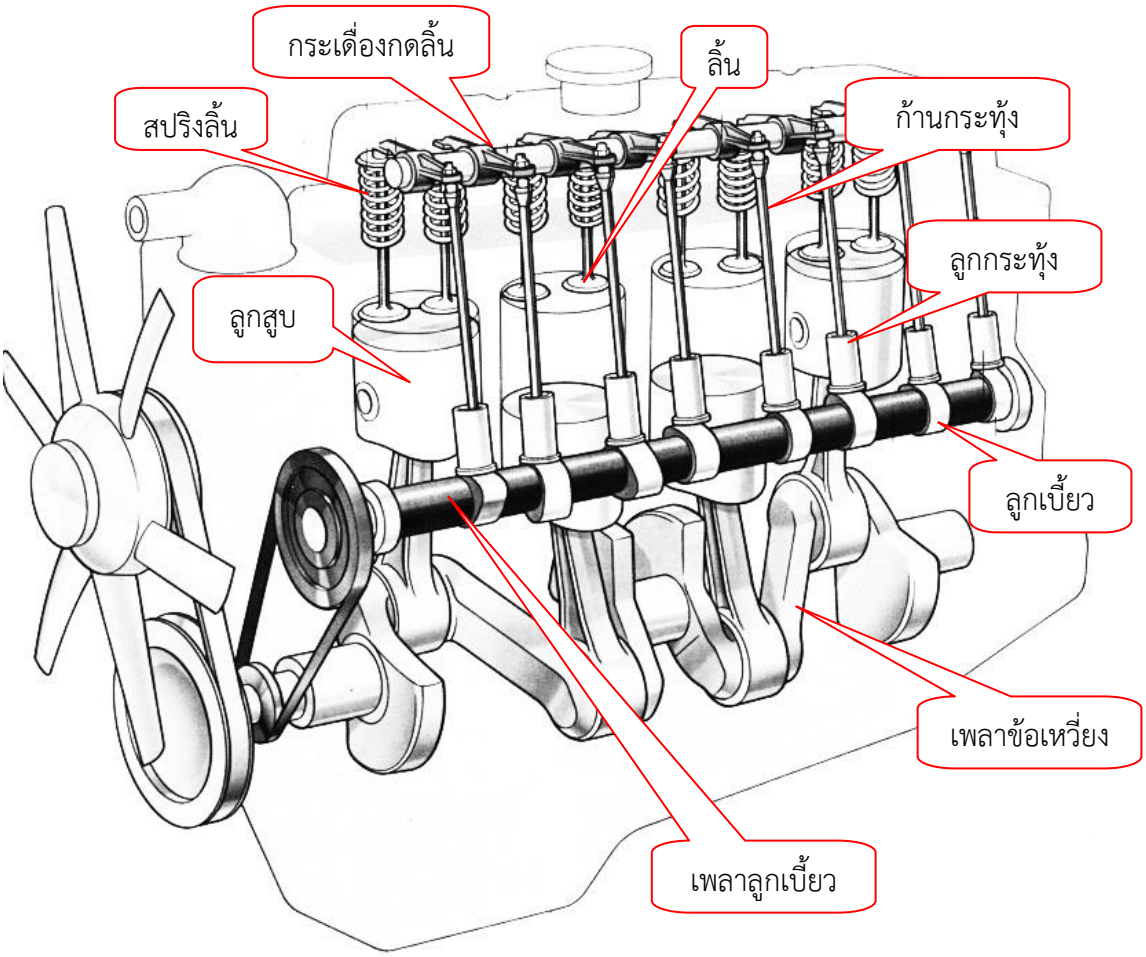
สาระสำคัญ

กลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์มีหน้าที่ควบคุมการเปิดปิดลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย ซึ่งลิ้นไอดีทำหน้าที่เปิดให้อากาศไหลผ่านเข้ามาในกระบอกสูบ ส่วนลิ้นไอเสียมีหน้าที่เปิดให้ไอเสียจากการเผาไหม้ซึ่งมีความร้อนสูงไหลออกจากกระบอกสูบ ลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียเมื่อใช้งานนานๆ ต้องมีการชำรุดสึกหรอและเสื่อมสภาพจึงจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาและปรับตั้งระยะห่างให้ถูกต้องเหมาะสมสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป การควบคุมลิ้นแบบกลไกแบ่งได้ 2 แบบคือการควบคุมลิ้นเครื่องยนต์แบบลิ้นเหนือสูบ (OHV Engine; Overhead-Valve Engine) และการควบคุมลิ้นเครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ (OHC Engine; Overhead-Camshaft Engine) กลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์แบบลิ้นเหนือสูบประกอบด้วยลูกกระทุ้ง ก้านกระทุ้ง กระเดื่องกดลิ้น เพลาลูกเบี้ยว ลิ้นและสปริงลิ้น ข้อดีของกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์แบบลิ้นเหนือสูบคือออกแบบง่ายราคาถูกทนทานต่อการใช้งาน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบของกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบได้
2. อธิบายหลักการทำงานของกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบได้
3. ถอดสปริงลิ้นและลิ้นได้
4. ตรวจสอบลิ้นและสปริงลิ้นได้
5. ประกอบลิ้นและสปริงลิ้นได้
6. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการเรียนและการปฏิบัติงาน

1. ชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบของกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ

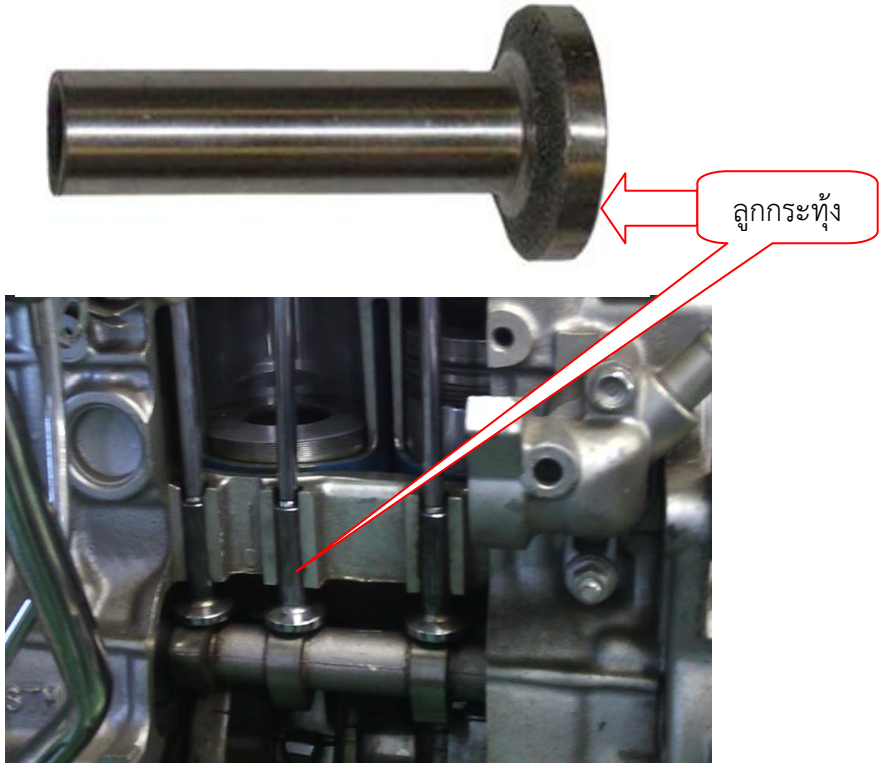


ภาพที่ 2-1 เครื่องยนต์แบบลิ้นเหนือสูบ (ที่มา: www.uniquecarsandparts.com)

1.1 เพลาลูกเบี้ยว (Cam shaft) รับกำลังขับมาจากเพลาข้อเหวี่ยงและส่งต่อไปควบคุมกลไกการกดลิ้นซึ่งเพลาลูกเบี้ยวมีทั้งชนิดที่ถูกติดตั้งไว้ในเสื้อสูบและติดตั้งอยู่บนฝาสูบ มีหน้าที่เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่จากการหมุนเป็นการเคลื่อนที่ทางตรงและควบคุมการเปิดปิดของลิ้นให้สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ขึ้นและลงของลูกสูบภาพที่ 2-2

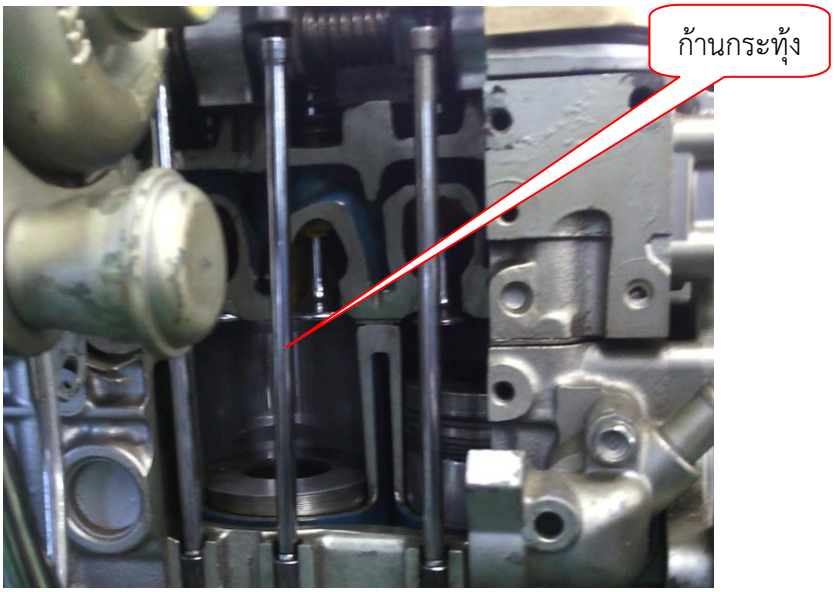
ภาพที่ 2-2 เพลาลูกเบี้ยว (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

1.2 ลูกกระทุ้ง (Tappet) มีหน้าที่ รับกำลังจากเพลาลูกเบี้ยวส่งให้กับก้านกระทุ้ง ลูกกระทุ้งนี้จะมีเฉพาะในเครื่องยนต์แบบลิ้นเหนือสูบเท่านั้นภาพที่ 2-3



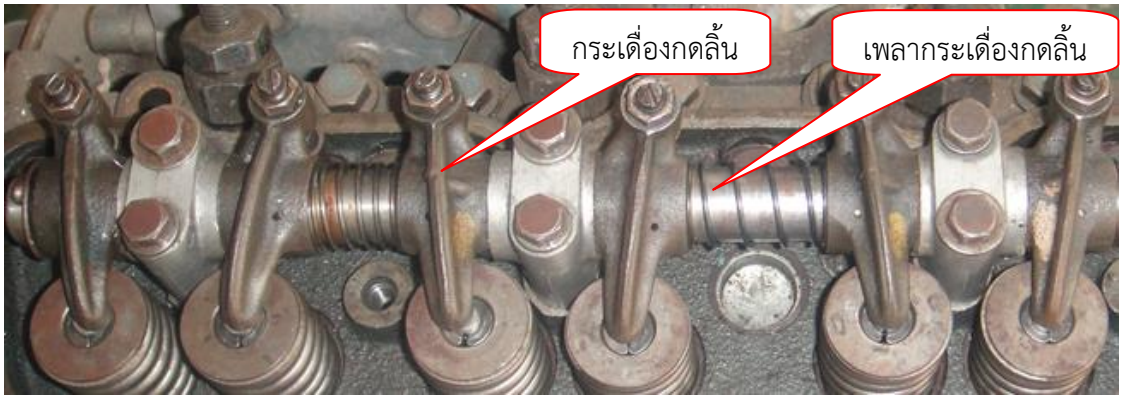
ภาพที่ 2-3 ลูกกระทุ้ง (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

1.3 ก้านกระทุ้ง (Push rod) มีหน้าที่รับกำลังจากลูกกระทุ้งส่งต่อไปให้กับกระเดื่องกดลิ้นเพื่อไปกดลิ้นให้เปิดก้านกระทุ้งนี้จะมีใช้เฉพาะในเครื่องยนต์แบบลิ้นเหนือสูบเท่านั้นภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 ก้านกระทุ้ง (ที่มา: ธัชชัย อมรปิติโชติ, 2558)

1.4 กระเดื่องกดลิ้น (Rocker arm) มีหน้าที่กดลิ้นให้เปิดตามจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ กระเดื่องกดลิ้นมีใช้ในเครื่องยนต์แบบลิ้นเหนือสูบและในเครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบภาพที่ 2-5แสดงกระเดื่องกดลิ้นที่ใช้ในเครื่องยนต์แบบลิ้นเหนือสูบภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 กระเดื่องกดลิ้น (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

1.5 ลิ้นไอดี (Intake valve) มีหน้าที่เปิดให้อากาศไหลเข้ากระบอกสูบเครื่องยนต์ในจังหวะดูดโดย ลิ้นไอดีจะถูกติดตั้งอยู่ในฝาสูบเหนือห้องเผาไหม้และลูกสูบในกระบอกสูบปกติลิ้นไอดีจะมีขนาดใหญ่ กว่าลิ้นไอเสียภาพที่ 2-6

ภาพที่ 2-6 ลิ้นไอดี (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

1.6 ลิ้นไอเสีย (Exhaust valve) มีหน้าที่เปิดให้ไอเสียจากการเผาไหม้ไหลออกจากห้องเผาไหม้ ของเครื่องยนต์ในจังหวะคาย ลิ้นไอเสียจะติดตั้งอยู่ในฝาสูบเหนือห้องเผาไหม้ เช่นเดียวกับลิ้นไอดีและ อยู่ใกล้ๆ กับลิ้นไอดีซึ่งลิ้นไอเสียจะมีขนาดเล็กกว่าลิ้นไอดีภาพที่ 2-7

ภาพที่ 2-7 ลิ้นไอเสีย (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

ภาพที่ 2-8 เปรียบเทียบขนาดลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

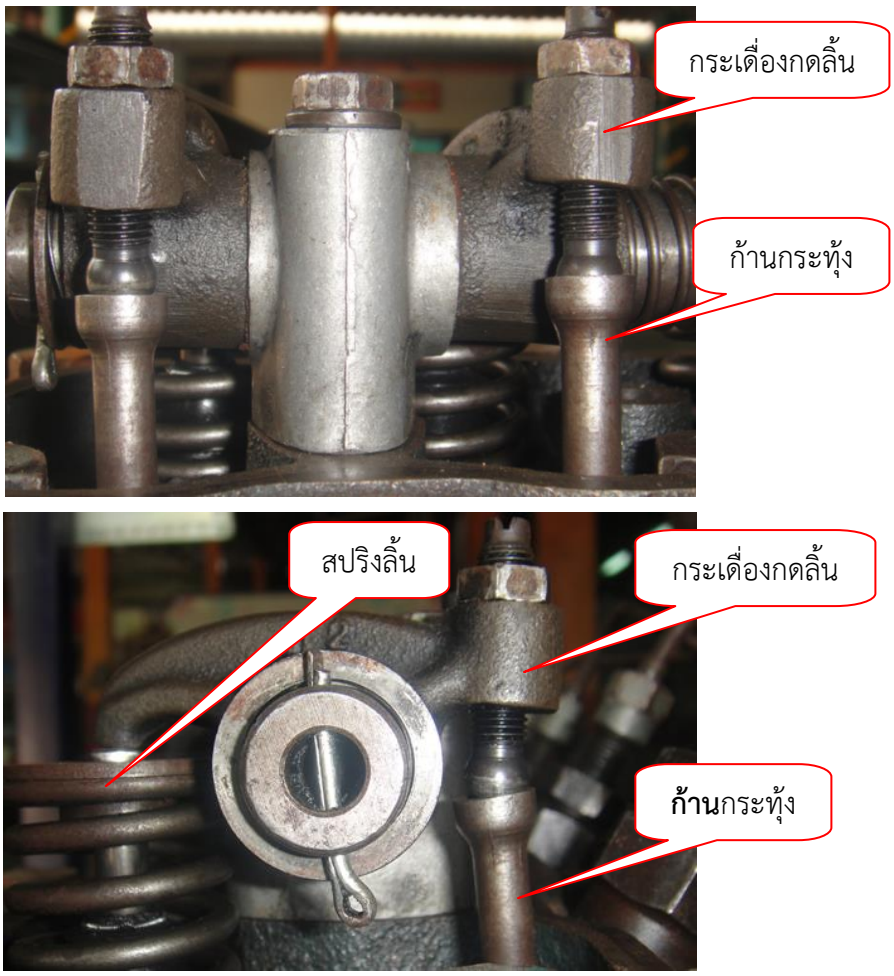
1.7 สปริงลิ้น (Valve spring) มีหน้าที่ดึงลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียกลับให้สนิทกับบ่าลิ้นภาพที่ 2-9

ภาพที่ 2-9 สปริงลิ้น (ที่มา: ธัชชัย อมรปิติโชติ, 2558)

2. หลักการทำงานของกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ

กลไกควบคุมลิ้นมีหน้าที่ควบคุมการเปิดปิดของลิ้นซึ่งลิ้นไอดีทำหน้าที่เปิดให้อากาศไหลเข้าและลิ้นไอเสียทำหน้าที่เปิดให้ไอเสียจากการเผาไหม้ไหลออกจากกระบอกสูบของเครื่องยนต์และในจังหวะอัดและจังหวะกำลังลิ้นต้องปิดให้สนิท ลิ้นมีลักษณะคล้ายดอกเห็ดทำจากเหล็กกล้าผสมคาร์บอนหรือเหล็กซิลิคอนโครเมียมเป็นโลหะผสมที่ทนความร้อนได้สูงโดยทั่วไปลิ้นไอดีจะมีขนาดใหญ่กว่าลิ้นไอเสีย กลไกควบคุมลิ้นแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือการควบคุมลิ้นแบบกลไกและแบบไฮดรอลิก

การควบคุมลิ้นแบบกลไกแบ่งได้อีก 2 แบบคือการควบคุมลิ้นแบบลิ้นเหนือสูบหรือเครื่องยนต์โอเวอร์เฮดวาล์ว (OHV Engine; Overhead-Valve Engine) และการควบคุมลิ้นแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบหรือเครื่องยนต์โอเวอร์เฮดแคมชาฟท์ (OHC Engine; Overhead-Camshaft Engine)



ภาพที่ 2-10 กลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

หลักการของกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบหรือเครื่องยนต์โอเวอร์เฮดวาล์ว (OHV Engine; Overhead-Valve Engine) จะมีลิ้นอยู่ที่ฝาสูบและมีเพลาลูกเบี้ยวอยู่ในเสื้อสูบ ประกอบด้วยลูกกระทุ้ง ก้านกระทุ้ง กระเดื่องกดลิ้น โดยเพลาลูกเบี้ยวในเสื้อสูบจะทำหน้าที่ส่งแรงผ่านลูกกระทุ้งไปดันก้านกระทุ้ง ให้ก้านกระทุ้งส่งแรงไปดันกระเดื่องกดลิ้น เพื่อให้กระเดื่องกดลิ้นไปกดลิ้นให้เปิดตามจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ ส่วนการปิดลิ้นนั้นจะเกิดขึ้นหลังจากที่ลูกเบี้ยวเคลื่อนที่ผ่านไปทำให้สปริงคลายตัวและดึงลิ้นให้กลับมาสนิทกับบ่าลิ้น

ข้อดีของกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ

1. ออกแบบง่าย ราคาถูก
2. ทนทานต่อการใช้งาน

ข้อเสียของกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ

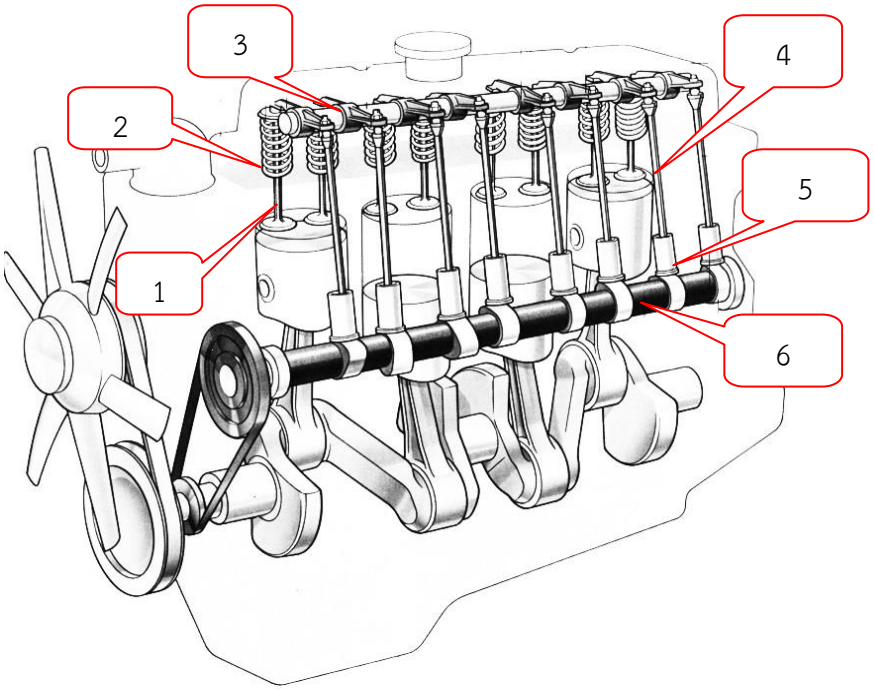
1. ส่งกำลังผ่านกลไกหลายขั้นตอน ทำให้สิ้นเปลืองกำลังและเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์
2. ไม่เหมาะกับเครื่องยนต์รอบสูงๆ

แบบฝึกหัดที่ 2.1

<u>คำสั่งที่ 1</u> จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่เห็นว่าถูกและทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่เห็นว่าผิด

.....1. กลไกควบคุมลิ้นมีหน้าที่ทำให้เกิดการเปิดปิดลิ้นตามจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์
.....2. ในกลไกควบคุมลิ้นเพลาข้อเหวี่ยงจะส่งถ่ายแรงให้กับเพลาลูกเบี้ยว
.....3. ก้านกระทุ้งจะได้รับการส่งถ่ายแรงจากเพลาลูกเบี้ยวให้เคลื่อนที่ทำงาน
.....4. ลูกกระทุ้งจะได้รับการส่งถ่ายแรงจากก้านกระทุ้งให้เคลื่อนที่ทำงาน
.....5. การส่งถ่ายแรงของลูกกระทุ้งจะทำงานในลักษณะเคลื่อนที่ขึ้นและลง
.....6. กระเดื่องกดลิ้นนอกจากมีหน้าที่ส่งผ่านแรงไปกดลิ้นแล้วยังต้องคอยปิดลิ้นให้สนิทด้วย
.....7. หน้าที่ของก้านกระทุ้งคือรับกำลังจากลูกกระทุ้งส่งผ่านไปกระเดื่องกดลิ้น
.....8. ข้อดีของกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์แบบลิ้นเหนือสูคือออกแบบง่ายราคาถูก
.....9. การส่งถ่ายกำลังหลายขั้นตอนของกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์แบบลิ้นเหนือสูบจะทำให้เกิดความล่าช้าในการเปิดปิดลิ้น
.....10. ข้อเสียของกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์แบบลิ้นเหนือสูบคือสิ้นเปลืองกำลังของเครื่องยนต์

<u>คำสั่งที่ 2</u> จงเขียนชื่อส่วนประกอบกลไกควบคุมลิ้นโดยเติมคำลงในช่องว่างตามหมายเลขด้านล่าง



1..... 2.....
3..... 4.....
5..... 6.....

ใบงานที่ 2.1 งานบริการลิ้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

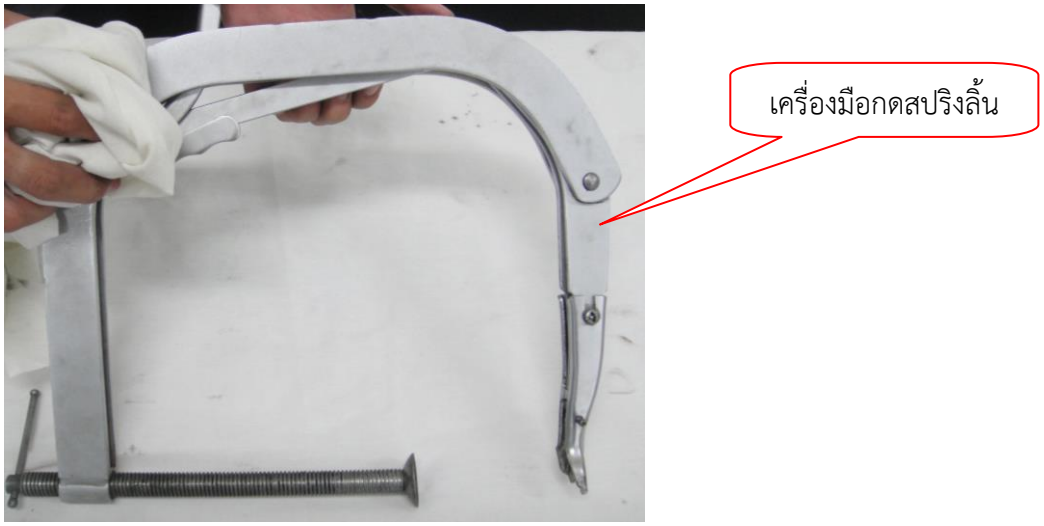
1. ถอดสปริงลิ้นและลิ้นได้
2. ตรวจสอบลิ้นและสปริงลิ้นได้
3. ประกอบลิ้นและสปริงลิ้นได้
4. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการเรียนและการปฏิบัติงาน

เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน

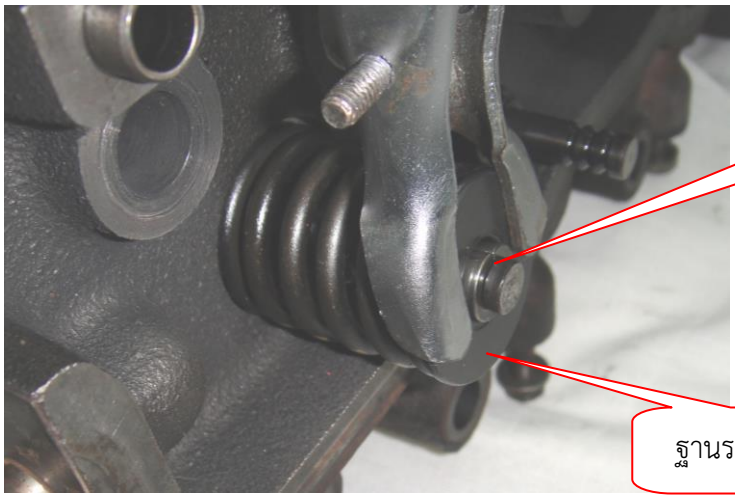
1. ฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซล
2. เครื่องมือกดสปริงลิ้น
3. เครื่องมือวัดละเอียดฟีลเลอร์เกจ (Feeler gauge) เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ไมโครมิเตอร์

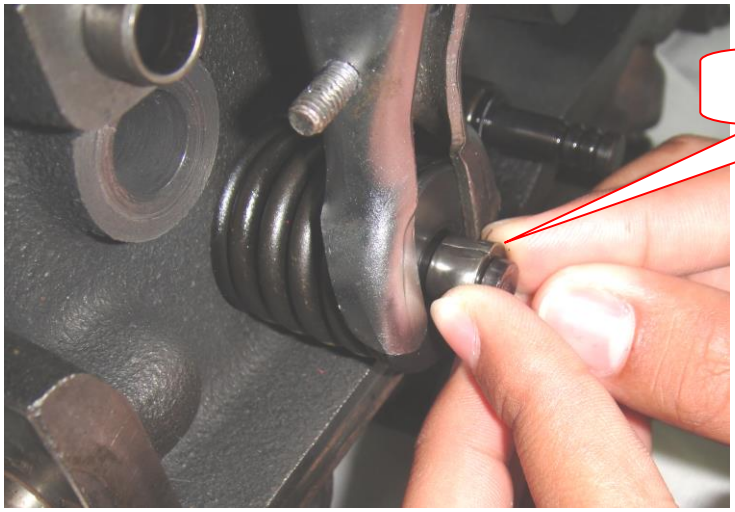
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

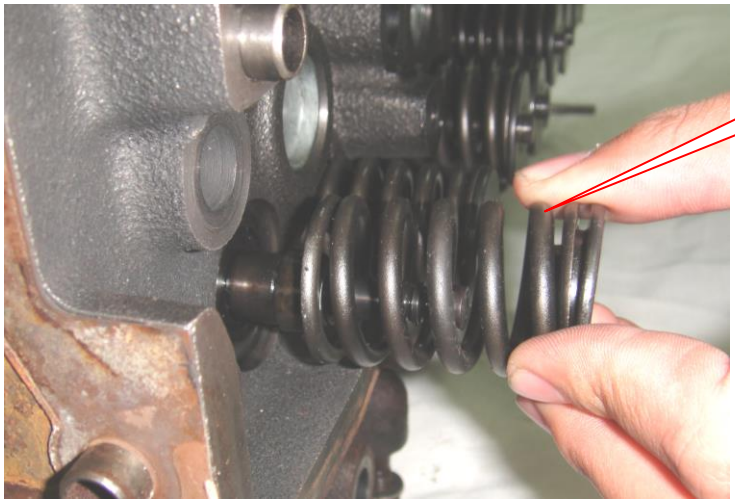
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ ชุดฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซล เครื่องมือกดสปริงลิ้น



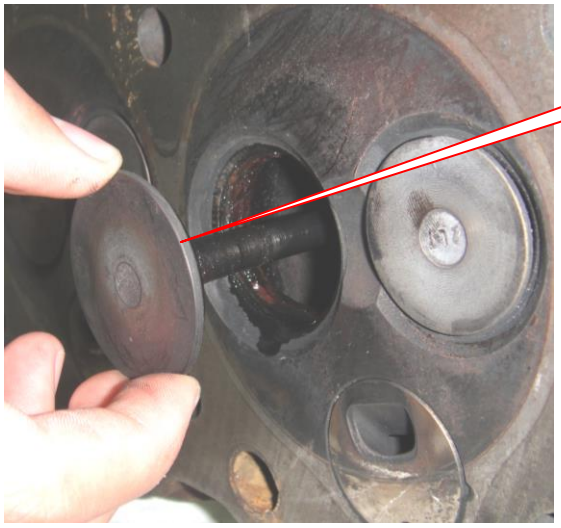
2. ถอดสปริงลิ้น ใช้เครื่องมือกดสปริงลิ้นวางเครื่องมือบนฐานรองสปริงลิ้นตามภาพออกแรงกดเครื่องมือครั้งละน้อย เพื่อให้สปริงลิ้นยุบตัวลงกระทั่งล็อกฐานรองสปริงโผล่ขึ้นมาจากฐานรองสปริง จากนั้นถอดล็อกฐานรองสปริง ถอดฐานรองสปริง ถอดสปริงลิ้นออกตามลำดับวางบนโต๊ะปฏิบัติงานจัดเรียงด้วยความระมัดระวัง

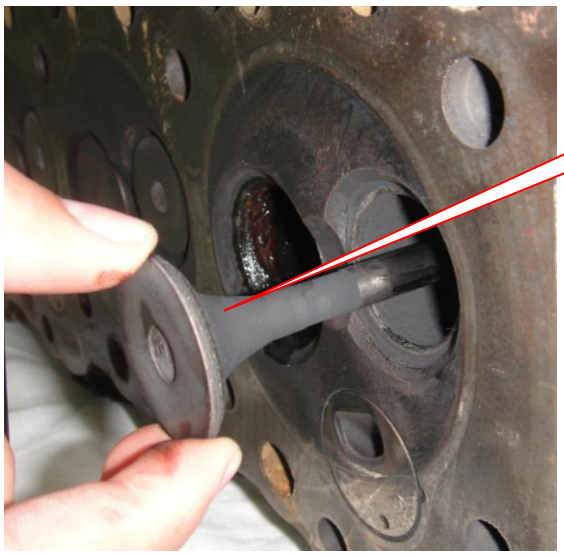






3. ถอดลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย ใช้มือดึงลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียออกจากฝาสูบจัดเรียงตามลำดับสูบ



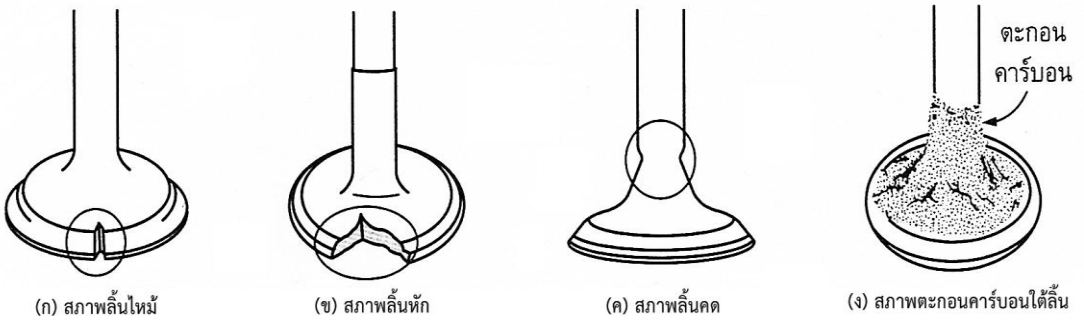


ข้อควรระวัง: อย่าให้ลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียในแต่ละสูบสลับกัน

4. ทำความสะอาดลิ้นไอดี ลิ้นไอเสีย สปริงลิ้น ฐานรองสปริงและล็อกฐานรองสปริง

การตรวจสอบลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย

1. ตรวจสอบการชำรุดทั่วไปด้วยสายตา ตรวจรอยไหม้รอบขอบบ่าลิ้นภาพ (ก) ตรวจสภาพลิ้นหักรอยแตกหักขอบบ่าลิ้นภาพ (ข) ตรวจสภาพการคดของลิ้นภาพ (ค) และตรวจสอบตะกอนคาร์บอนใต้หัวลิ้นภาพ (ง)

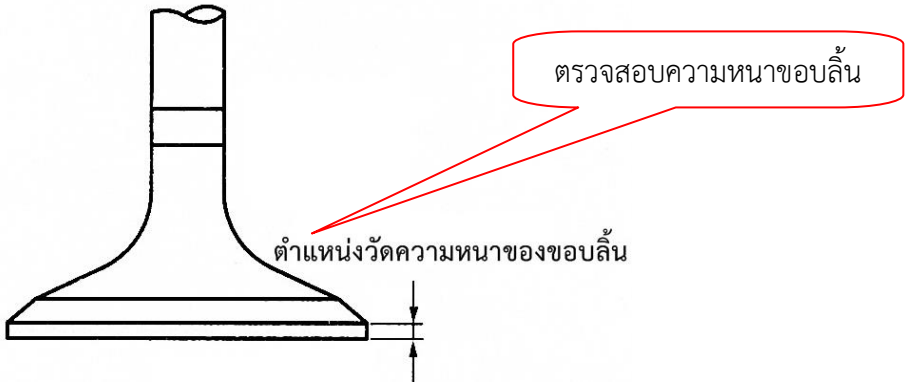


(ก) สภาพลิ้นไหม้ (ข) สภาพลิ้นหัก (ค) สภาพลิ้นคด (ง) สภาพตะกอนคาร์บอนใต้ลิ้น

บันทึกผลการตรวจสอบลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียทั่วไปด้วยสายตา

☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ.....

2. ตรวจสอบความหนาขอบลิ้นด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ กำหนดความหนาขอบลิ้นมาตรฐานตามคู่มือซ่อมกำหนดขอบลิ้นไอดีไม่ต่ำกว่า 1.1 มิลลิเมตรและลิ้นไอเสียไม่ต่ำกว่า 1.2 มิลลิเมตร

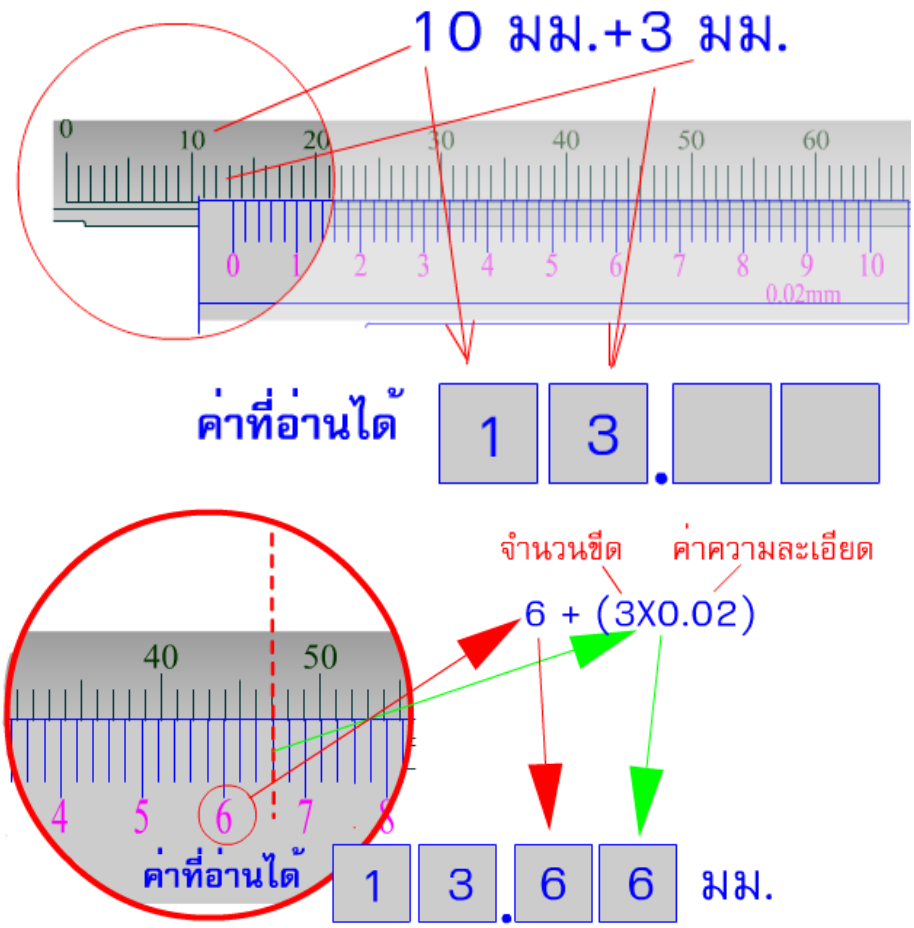


บันทึกผลการตรวจสอบความหนาขอบลิ้น

ตำแหน่งตรวจสอบ	สูบที่ 1		สูบที่ 2		สูบที่ 3		สูบที่ 4	
	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย
ความหนาขอบลิ้นที่วัดได้ (มิลลิเมตร)								
ผลการตรวจสอบ								

ผลการตรวจสอบ ถ้าดีให้ทำเครื่องหมาย ✓ ถ้าไม่ดีให้ทำเครื่องหมาย X

เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ที่ใช้ตรวจสอบความหนาขอบลิ้นมีค่าความละเอียด 0.02 มิลลิเมตรซึ่งมีหลักการอ่านค่าตามตัวอย่างด้านล่างนี้



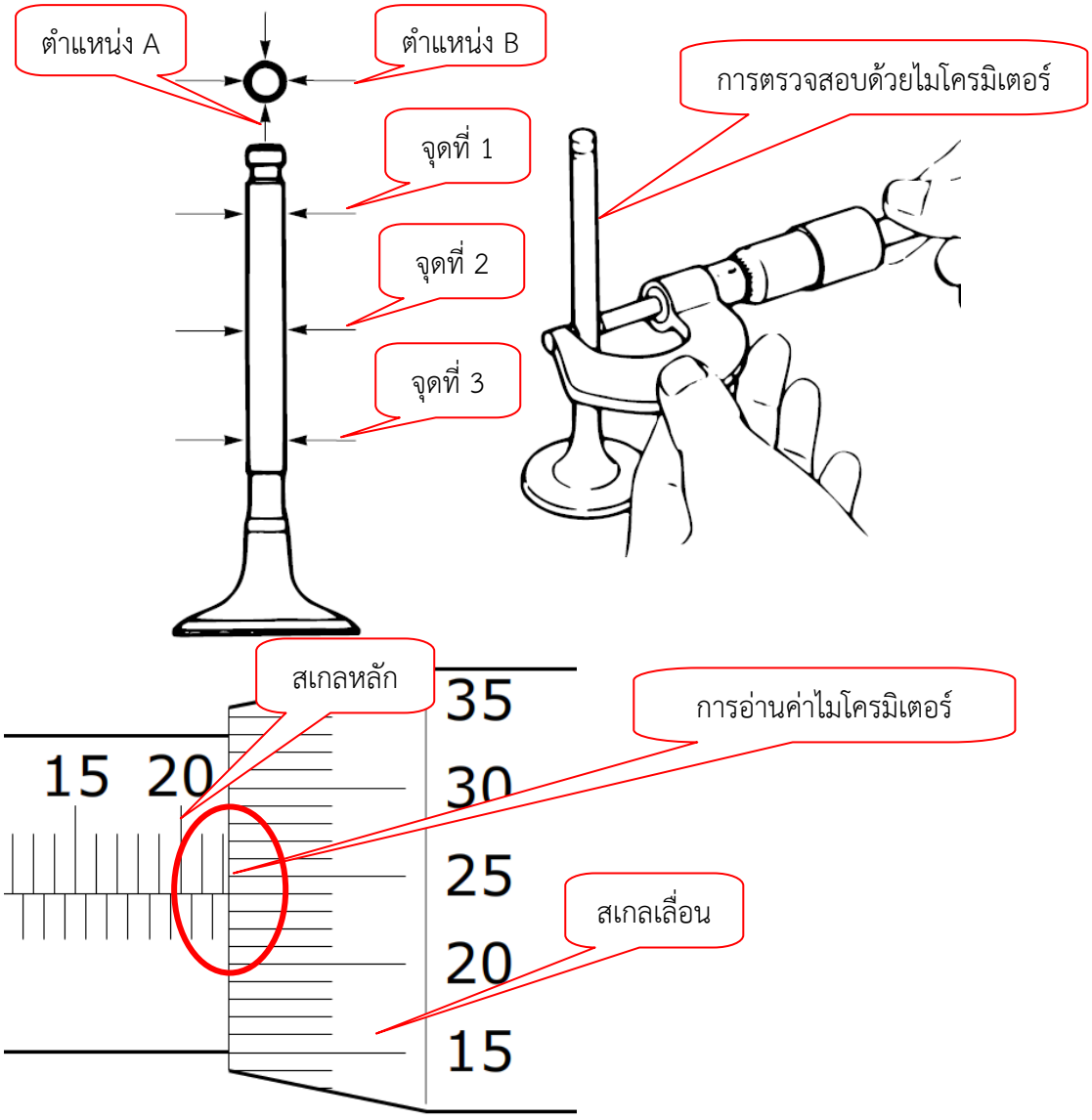
วิธีการอ่านค่าเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

ขั้นที่ 1 ขีดเลข 0 บนสเกลเลื่อนอยู่เลยขีดที่ 13 บนสเกลหลัก อ่านได้ 13.00 มิลลิเมตร

ขั้นที่ 2 เลยเลข 6 มา 3 ขีดตรงดังรูปอ่านได้เท่ากับ 0.66 มิลลิเมตร

ขั้นที่ 3 นำค่าที่ได้จากขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 มารวมกันจะได้ 13.00 + 0.66 = 13.66 มิลลิเมตร

3. ตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้านลิ้น ตรวจสอบด้วยไมโครมิเตอร์ตามภาพ



วิธีการอ่านค่าไมโครมิเตอร์ค่าความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร

ขั้นที่ 1 ขอบของสเกลเลื่อนเลข 22 บนสเกลหลักอ่านได้ 22.00 มิลลิเมตร

ขั้นที่ 2 ขีดของสเกลเลื่อนตรงกับเลข 24 อ่านได้เท่ากับ 0.24 มิลลิเมตร

ขั้นที่ 3 นำค่าที่ได้จากขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 มารวมกันจะได้ 22.00 + 0.24 = 22.24 มิลลิเมตร

บันทึกผลการตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้านลิ้น

ตำแหน่งตรวจสอบ	สูบที่ 1		สูบที่ 2		สูบที่ 3		สูบที่ 4	
	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย
จุดที่ 1 ตำแหน่ง A								
จุดที่ 1 ตำแหน่ง B								

บันทึกผลการตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้านลิ้น (ต่อ)

ตำแหน่งตรวจสอบ	สูบที่ 1		สูบที่ 2		สูบที่ 3		สูบที่ 4	
	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย
จุดที่ 2 ตำแหน่ง A								
จุดที่ 2 ตำแหน่ง B								
จุดที่ 3 ตำแหน่ง A								
จุดที่ 3 ตำแหน่ง B								

นำค่าที่ได้ไปเทียบกับค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อมเพื่อผลการตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้านลิ้น

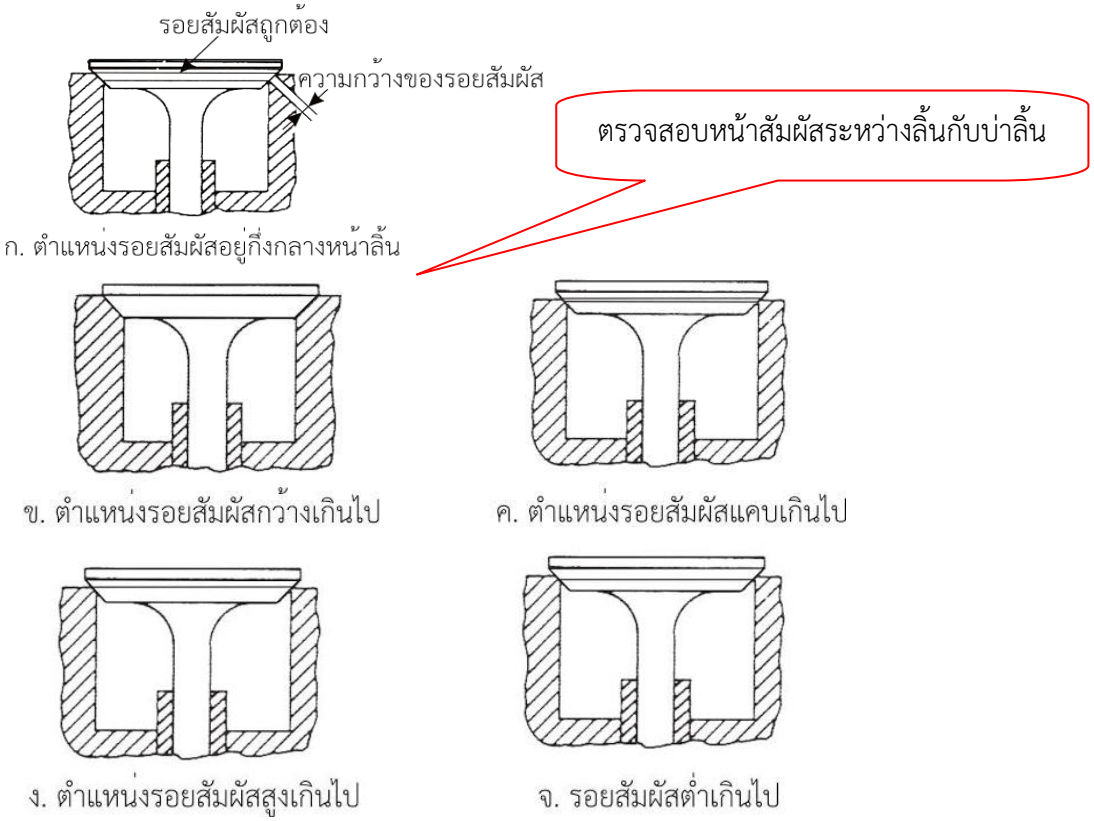
ผลการตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้านลิ้น

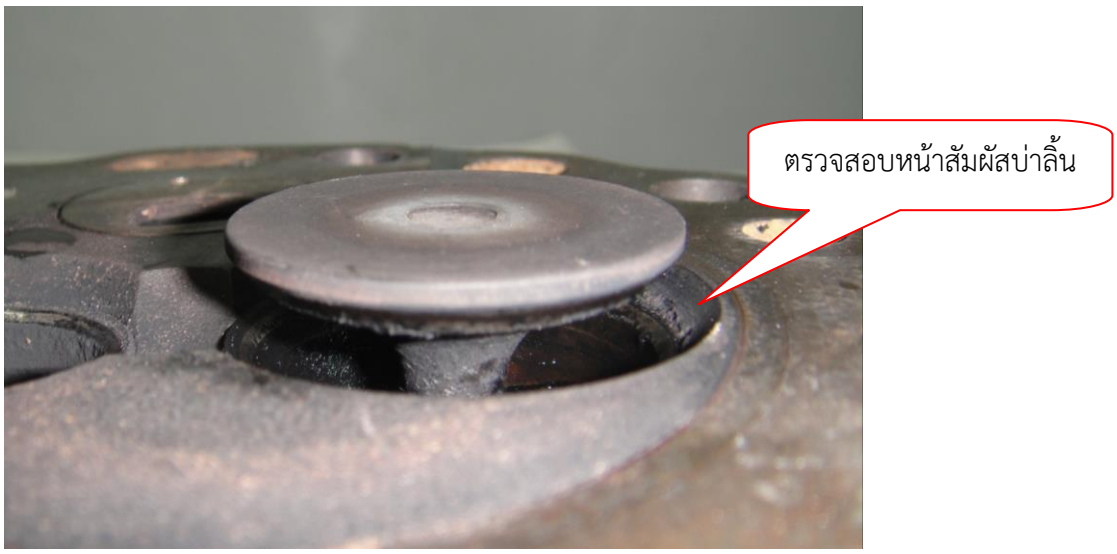
☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ.....

4. ตรวจสอบหน้าสัมผัสระหว่างลิ้นกับบ่าลิ้นสนิทกันดีหรือไม่ถ้าไม่ดีหรือเป็นตามดให้แก้ไขด้วยการบดลิ้นการตรวจสอบหน้าสัมผัสลิ้นกับบ่าลิ้นทำได้ 2 วิธี

4.1 ทดสอบโดยใช้ดินสอดำขีดเป็นเส้นรอบๆ หน้าลิ้นห่างกันประมาณ 6 มิลลิเมตร จากนั้นประกอบลิ้นกลับเข้าไปในบ่าลิ้น กดและหมุนไปทางซ้ายครึ่งรอบและหมุนกลับไปทางขวาครึ่งรอบสังเกตเส้นดินสอบนหน้าลิ้นถ้าหลุดออกหมดแสดงว่าหน้าลิ้นสัมผัสกันดี

4.2 ทดสอบโดยใช้สีเสนทาบนหน้าลิ้นบางๆ จากนั้นประกอบลิ้นเข้าไปในบ่าลิ้นออกแรงกดเล็กน้อยสังเกตสีที่ปรากฏบนบ่าลิ้นถ้าสีรอบบ่าลิ้นเสมอกันแสดงว่าหน้าลิ้นสัมผัสกันดีดังภาพ





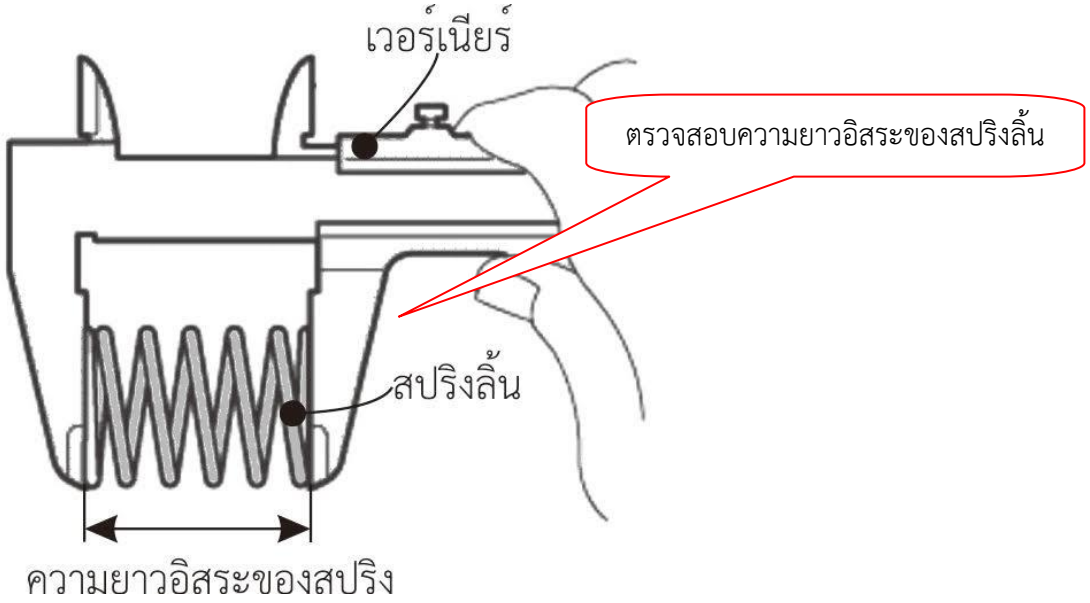
บันทึกผลการตรวจสอบหน้าสัมผัสระหว่างลิ้นกับบ่าลิ้น

ตำแหน่งตรวจสอบ	สูบที่ 1		สูบที่ 2		สูบที่ 3		สูบที่ 4	
	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย
ผลการตรวจสอบ								

ผลการตรวจสอบ ถ้าดีให้ทำเครื่องหมาย ✓ ถ้าไม่ดีให้ทำเครื่องหมาย X

การตรวจสอบสปริงลิ้น

1. ตรวจสอบความยาวอิสระของสปริงลิ้นด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ เปรียบเทียบความยาวของสปริงลิ้นที่วัดได้กับความยาวอิสระมาตรฐานตามคู่มือซ่อมเครื่องยนต์

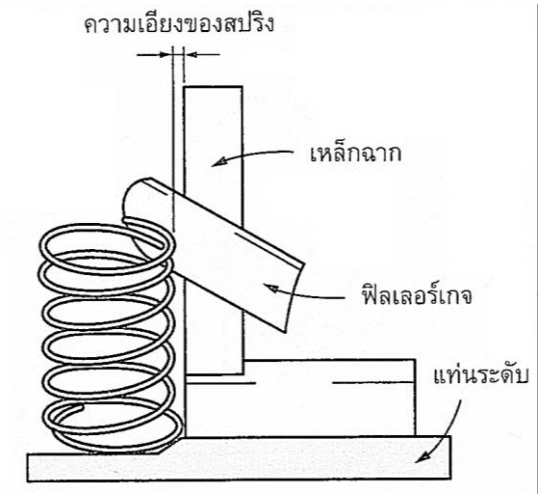


บันทึกผลการตรวจสอบความยาวอิสระของสปริงลิ้น

ตำแหน่งตรวจสอบ	สปริงลิ้นสูบที่ 1		สปริงลิ้นสูบที่ 2		สปริงลิ้นสูบที่ 3		สปริงลิ้นสูบที่ 4	
	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย
ความยาวอิสระของสปริงลิ้น (มิลลิเมตร)								
ผลการตรวจสอบ								

ผลการตรวจสอบถ้าดีให้ทำเครื่องหมาย ✓ ถ้าไม่ดีให้ทำเครื่องหมาย X

2. ตรวจสอบความเอียงของสปริงลิ้นโดยวางสปริงลิ้นบนแท่นระดับหรือพื้นระดับจัดสปริงลิ้นให้ชิดเหล็กฉากจากนั้นหมุนสปริงลิ้นช้าๆ ใช้ฟีลเลอร์เกจ (Feeler gauge) ตรวจสอบความเอียงสปริงลิ้น กำหนดให้ใช้ค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อมความเอียงสูงสุดไม่เกิน 2.0 มิลลิเมตร



บันทึกผลการตรวจสอบความเอียงของสปริงลิ้น

ตำแหน่งตรวจสอบ	สปริงลิ้นสูบที่ 1		สปริงลิ้นสูบที่ 2		สปริงลิ้นสูบที่ 3		สปริงลิ้นสูบที่ 4	
	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย	ลิ้นไอดี	ลิ้นไอเสีย
ความเอียงของสปริง (มิลลิเมตร)								
ผลการตรวจสอบ								

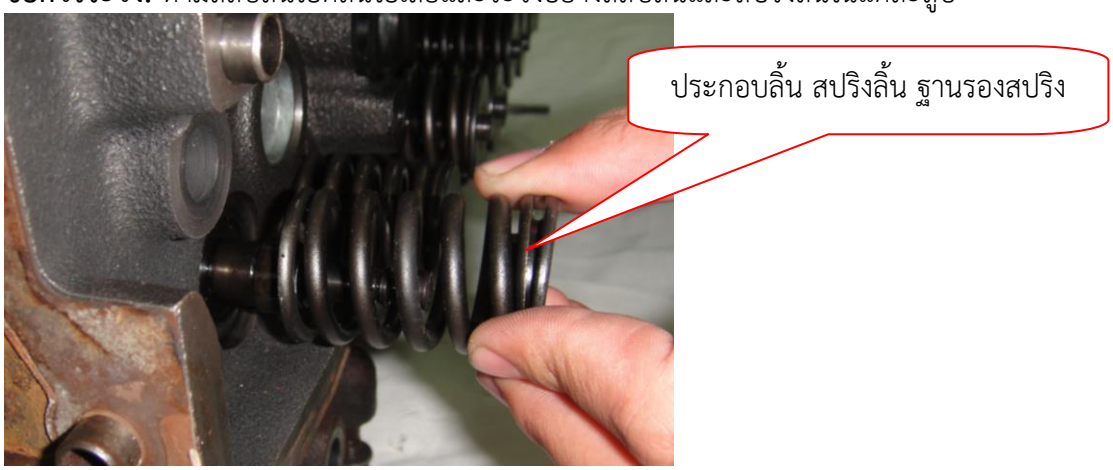
ผลการตรวจสอบโดยเทียบกับค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อมเครื่องยนต์

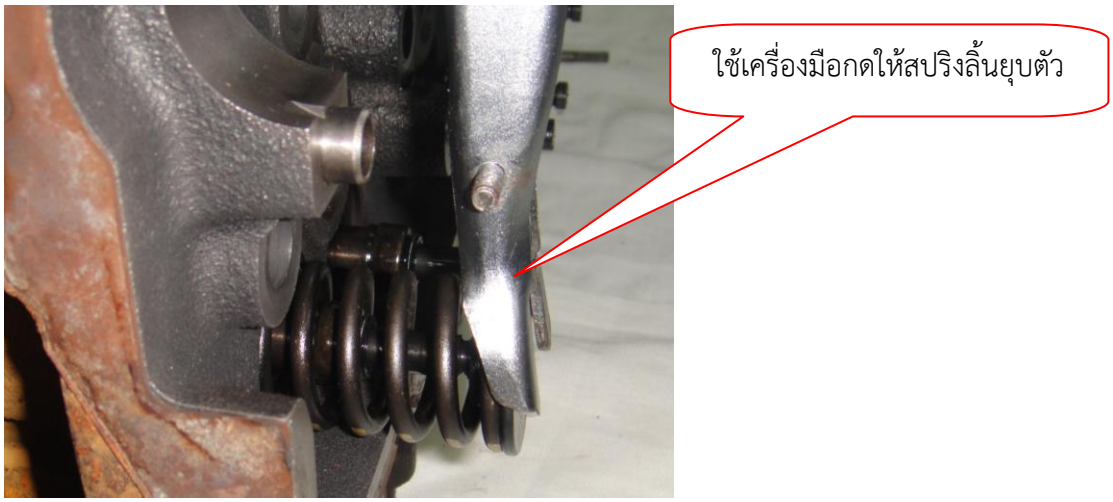
ถ้าดีให้ทำเครื่องหมาย ✓ ถ้าไม่ดีให้ทำเครื่องหมาย X

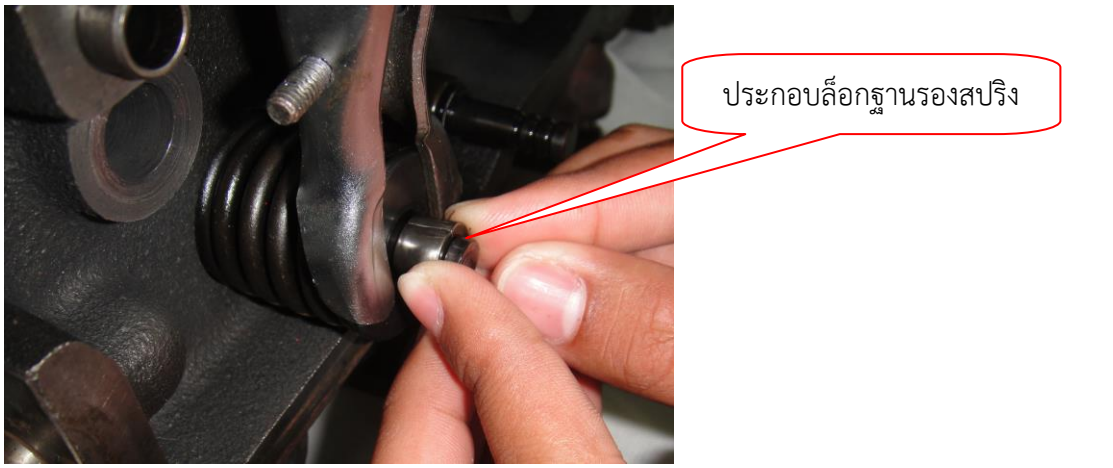
การประกอบลิ้นและสปริงลิ้น

1. ประกอบลิ้นและสปริงลิ้นเข้ากับฝาสูบชโลมน้ำมันหล่อลื่นที่ก้านลิ้นประกอบลิ้นเข้ากับฝาสูบและประกอบสปริงลิ้น ฐานรองสปริงตามลำดับจากนั้นใช้เครื่องมือกดสปริงลิ้นกดให้สปริงลิ้นยุบตัวลงและประกอบล็อกฐานรองสปริงเข้าล็อกให้เรียบร้อย

ข้อควรระวัง: ห้ามสลับลิ้นไอดีลิ้นไอเสียและระวังอย่างสลับลิ้นและสปริงลิ้นในแต่ละสูบ







2. ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์

ใบสั่งงานที่ 2.1 งานบริการลิ้น

คำสั่ง ให้ถอดประกอบลิ้นและสปริงลิ้น (เวลา 40 นาที)

คำสั่งย่อย

1. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 2 รอให้ตรวจ
2. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 4 รอให้ตรวจ
3. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 5 รอให้ตรวจ
4. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 6 รอให้ตรวจ

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. เตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์
2. ถอดล็อกฐานรองสปริง ฐานรองสปริง สปริงลิ้นและลิ้นตามลำดับ
3. ทำความสะอาดล็อกฐานรองสปริง ฐานรองสปริง สปริงลิ้นและลิ้น
4. ตรวจสอบลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย
5. ตรวจสอบสปริงลิ้น
6. ประกอบลิ้น สปริงลิ้น ฐานรองสปริงและล็อกฐานรองสปริงตามลำดับ
7. ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์

เครื่องมือ

1. ฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซล
2. เครื่องมือกดสปริงลิ้น
3. เครื่องมือวัดละเอียดฟีลเลอร์เกจ (Feeler gauge) เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ไมโครมิเตอร์

วัสดุอุปกรณ์

ผ้าสะอาด น้ำมันหล่อลื่น ถุงมือ ถาดและน้ำมันล้างชิ้นส่วน

ใบประเมินผลปฏิบัติงานที่ 2.1 งานบริการลิ้น

ชื่อนักเรียน.....วัน/เดือน/ปี.....

เริ่มปฏิบัติงานเวลา.....เสร็จเวลา.....รวมเวลาปฏิบัติงาน.....

จุดประเมิน	ผลการประเมิน		หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน			
1.1 เตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์			
1.2 ถอดล็อกฐานรองสปริง ฐานรองสปริง สปริงลิ้นได้			
1.3 ถอดลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียได้			
1.4 ตรวจสอบลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียได้			
1.5 ตรวจสอบสปริงลิ้นได้			
1.6 ประกอบลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียได้			
1.7 ประกอบสปริงฐานรองสปริงล็อกฐานรองสปริงได้			
1.8 ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์			
2. คุณภาพของผลงาน (วัดได้)			
2.1 หน้าสัมผัสลิ้นและบ่าลิ้นไม่ได้รับความเสียหาย			
2.2 ล็อกฐานรองสปริงไม่ได้รับความเสียหาย			

จุดประเมิน	ผลการประเมิน				หมายเหตุ
	ดีมาก	ดี	พอใช้	แก้ไข	
2. คุณภาพของผลงาน (วัดไม่ได้)					
- ความประณีต					
- ความเรียบร้อย รอบคอบ					
3. เจตคติกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน					
- ความรับผิดชอบ					
- ความสะอาด					
- ความปลอดภัย					

ผลการประเมิน:

☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน เนื่องจาก .....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน: .....

หน่วยที่ 3 งานกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ

หัวข้อเรื่อง

1. ชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ
2. หลักการทำงานของกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ
3. ชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบกลไกควบคุมลิ้นแบบไฮดรอลิก
4. หลักการทำงานของกลไกควบคุมลิ้นแบบไฮดรอลิก
5. การใช้ฟีลเลอร์เกจตรวจสอบระยะห่างลิ้น
6. การปรับตั้งระยะห่างลิ้น

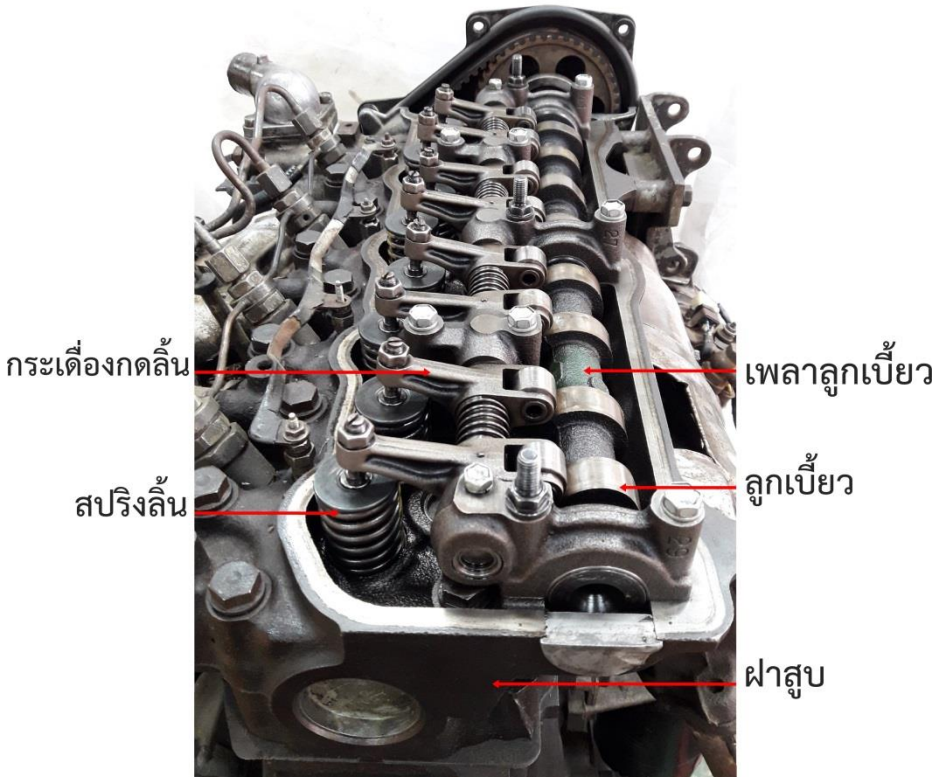
สาระสำคัญ

กลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์มีหน้าที่ควบคุมการเปิดปิดลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย ลิ้นเมื่อใช้ไปนานๆ ต้องมีการชำรุดสึกหรอและเสื่อมสภาพ จึงจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาและปรับตั้งระยะห่างให้ถูกต้องเหมาะสมสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป การควบคุมลิ้นแบบกลไกแบ่งได้ 2 แบบคือการควบคุมลิ้นเครื่องยนต์แบบลิ้นเหนือสูบ (OHV Engine; Overhead-Valve Engine) และการควบคุมลิ้นเครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ (OHC Engine; Overhead-Camshaft Engine) กลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบประกอบด้วยกระเดื่องกดลิ้น เพลาลูกเบี้ยว ลิ้นและสปริงลิ้นข้อดีของกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบคือสามารถควบคุมการกดลิ้นได้อย่างรวดเร็วเครื่องยนต์มีความเร็วรอบสูง และถ้ามีเพลาลูกเบี้ยวบนฝาสูบ 1 อันเรียกว่าเครื่องยนต์เพลาลูกเบี้ยวเดี่ยวเหนือฝาสูบ (SOHC; Single Over Head Camshaft) ถ้ามีเพลาลูกเบี้ยวบนฝาสูบ 2 อันเรียกว่าเครื่องยนต์เพลาลูกเบี้ยวคู่เหนือฝาสูบ (DOHC; Double Over Head Camshaft) หรือเรียกว่าเครื่องยนต์ Twin cam

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกชื่อและหน้าที่กลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบได้
2. อธิบายหลักการทำงานของกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบได้
3. บอกชื่อและหน้าที่กลไกควบคุมลิ้นแบบไฮดรอลิกได้
4. อธิบายหลักการทำงานของกลไกควบคุมลิ้นแบบไฮดรอลิกได้
5. ใช้ฟีลเลอร์เกจตรวจสอบระยะห่างลิ้นได้
6. ปรับตั้งระยะห่างลิ้นได้
7. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการเรียนและการปฏิบัติงาน

1. ชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ



ภาพที่ 3-1 เครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

1.1 เพลาลูกเบี้ยว (Cam shaft) มีหน้าที่รับกำลังขับจากเพลาข้อเหวี่ยงและส่งต่อไปควบคุมกลไกการกดลิ้นซึ่งกลไกควบคุมลิ้นแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบจะติดตั้งเพลาลูกเบี้ยวอยู่บนฝาสูบ

ภาพที่ 3-2 เพลาลูกเบี้ยว (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

1.2 กระเดื่องกดลิ้น (Rocker arm) มีหน้าที่กดลิ้นให้เปิดตามจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์โดยรับแรงขับมาจากเพลาลูกเบี้ยวภาพที่ 3-3

ภาพที่ 3-3 กระเดื่องกดลิ้น (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

1.3 ลิ้น (Valve) แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลทุกประเภทลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียจะมีรูปร่างลักษณะที่คล้ายกัน มีลักษณะคล้ายดอกเห็ดทำจากเหล็กกล้าผสมคาร์บอนหรือเหล็กซิลิคอนโครเมียมเป็นโลหะผสมที่ทนความร้อนได้สูง

1.3.1 ลิ้นไอดี (Intake valve) มีหน้าที่เปิดให้อากาศไหลเข้ากระบอกสูบในจังหวะดูด ลิ้นไอดีถูกติดตั้งอยู่ในฝาสูบเหนือห้องเผาไหม้และลูกสูบในกระบอกสูบ ลิ้นไอดีจะมีขนาดใหญ่กว่าลิ้นไอเสีย ภาพที่ 3-4

ภาพที่ 3-4 ลิ้นไอดี (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

1.3.2 ลิ้นไอเสีย (Exhaust valve) มีหน้าที่เปิดให้ไอเสียจากการเผาไหม้ไหลออกจากห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ในจังหวะคาย ลิ้นไอเสียจะติดตั้งอยู่ในฝาสูบเหนือห้องเผาไหม้ เช่นเดียวกับลิ้นไอดีและอยู่ใกล้ๆ กับลิ้นไอดีซึ่งลิ้นไอเสียจะมีขนาดเล็กกว่าลิ้นไอดีภาพที่ 3-5

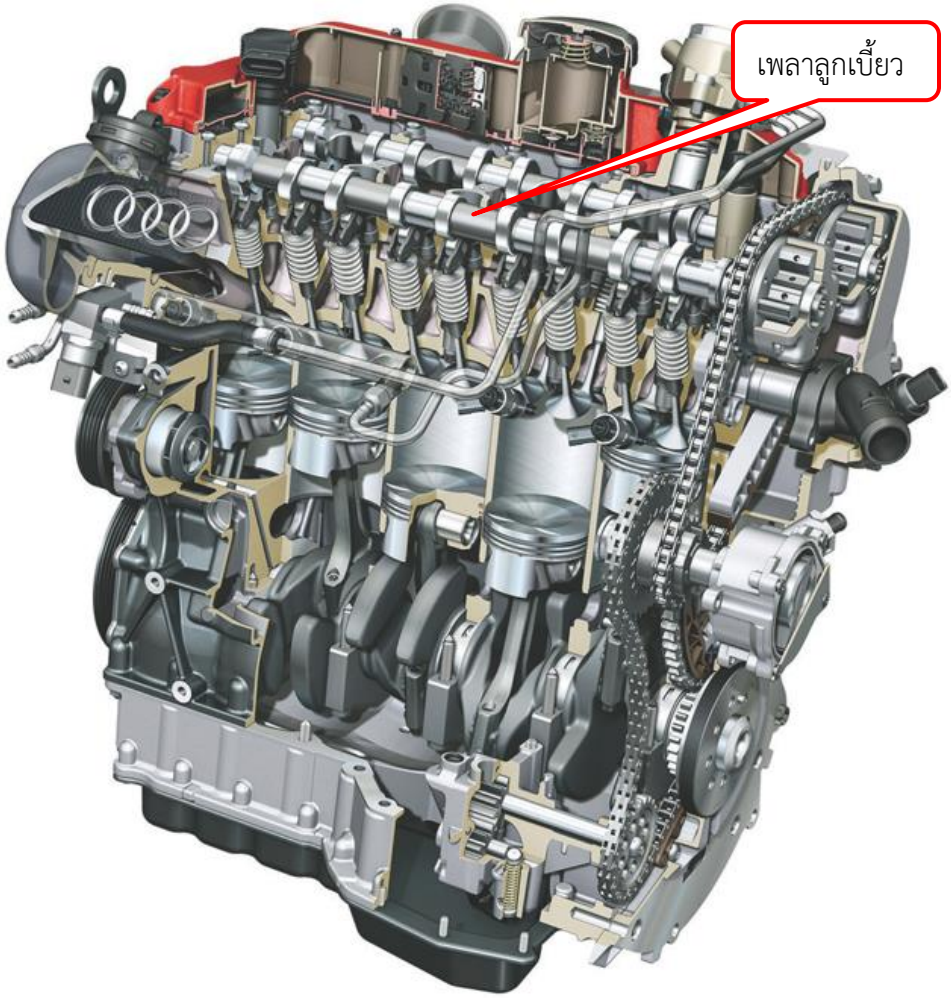
ภาพที่ 3-5 ลิ้นไอเสีย (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

1.4 สปริงลิ้น (Valve spring) มีหน้าที่ดึงลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียกลับให้สนิทกับบ่าลิ้นภาพที่ 3-6

ภาพที่ 3-6 สปริงลิ้น (ที่มา: ธัชชัย อมรปิติโชติ, 2558)

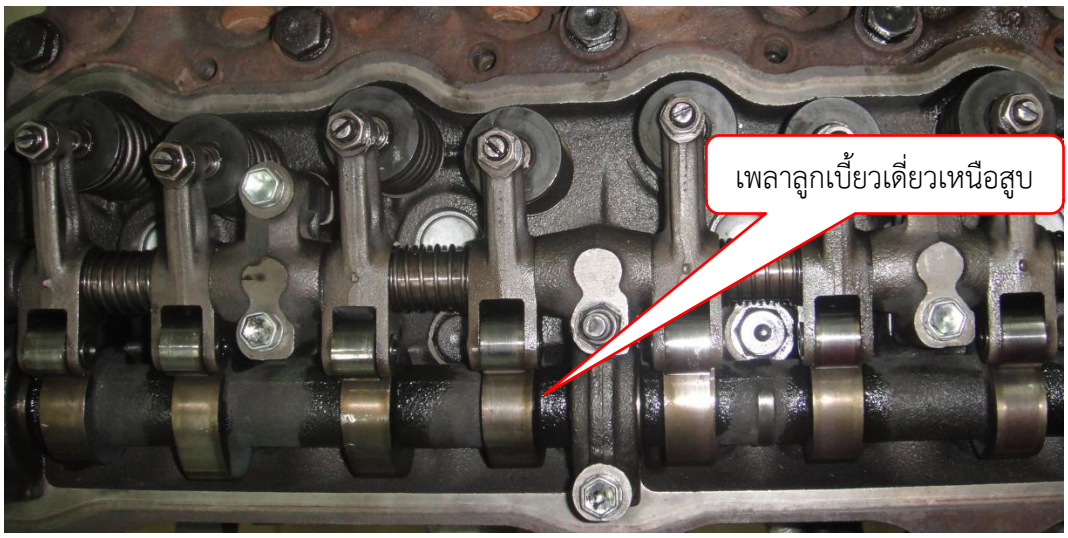
2. หลักการทำงานของกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ

หลักการทำงานของกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลโอเอชซี หรือเครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ (OHC; Overhead–Camshaft Engine) คือจะมีลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียอยู่บนฝาสูบและมีเพลาลูกเบี้ยวอยู่บนฝาสูบด้วยเช่นกัน ส่วนประกอบที่สำคัญของกลไกควบคุมลิ้นนี้คือ กระเดื่องกดลิ้นและเพลาลูกเบี้ยว ซึ่งเพลาลูกเบี้ยวจะทำหน้าที่ส่งแรงไปกดกระเดื่องเพื่อให้กระเดื่องกดลิ้นตามจังหวะ การทำงานของเครื่องยนต์กลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบมีทั้งแบบกดลิ้นผ่านกระเดื่องกดลิ้นและการกดลิ้นผ่านลูกเบี้ยวโดยตรงซึ่งเรียกว่า “ไดเร็ควาล์ว (Direct Valve)”

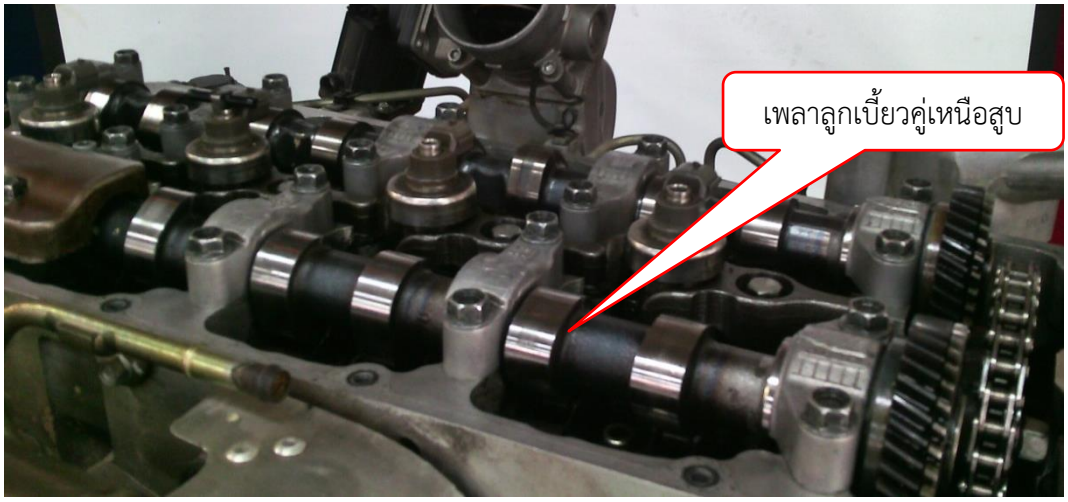


ภาพที่ 3-7 กลไกควบคุมลิ้นแบบใช้ลูกเบี้ยวกดลิ้นโดยตรง (Direct Valve)
(ที่มา: www.enginebuildermag.com)

กลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ ถ้ามีเพลาลูกเบี้ยว 1 อันบนฝาสูบเรียกว่าเพลาลูกเบี้ยวเดี่ยวเหนือสูบ (SOHC; Single Over Head Camshaft) แต่ถ้ามีเพลาลูกเบี้ยว 2 อันอยู่บนฝาสูบเรียกว่าเพลาลูกเบี้ยวคู่เหนือสูบ (DOHC; Double Over Head Camshaft) ซึ่งผู้ผลิตบางรายอาจเรียกว่าเครื่องยนต์ Twin cam



ภาพที่ 3-8 เครื่องยนต์ดีเซลเพลาลูกเบี้ยวเดี่ยวเหนือสูบ (ที่มา: ธัชชัย, 2558)



ภาพที่ 3-9 เครื่องยนต์ดีเซลเพลาลูกเบี้ยวคู่เหนือสูบ (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

ข้อดีของกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ

1. เครื่องยนต์มีความเร็วรอบสูง
2. ตอบสนองการเร่งดี ประสิทธิภาพสูง
3. ส่งกำลังง่ายไม่ผ่านหลายขั้นตอน
4. ลดการสูญเสียกำลังของเครื่องยนต์จากการไม่กดลิ้นหลายขั้นตอน
5. ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง

ข้อเสียของกลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ

1. ราคาสูงกว่าเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ

3. ชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบกลไกควบคุมลิ้นแบบไฮดรอลิก

3.1 ลูกกระทุ้งไฮดรอลิก (Hydraulic Valve Lifter) มีหน้าที่ยกลิ้นและรักษาระยะห่างช่องว่างของลิ้นให้มีค่าเป็นศูนย์ตลอดเวลาด้วยตัวของมันเองจากแรงดันน้ำมันเครื่อง

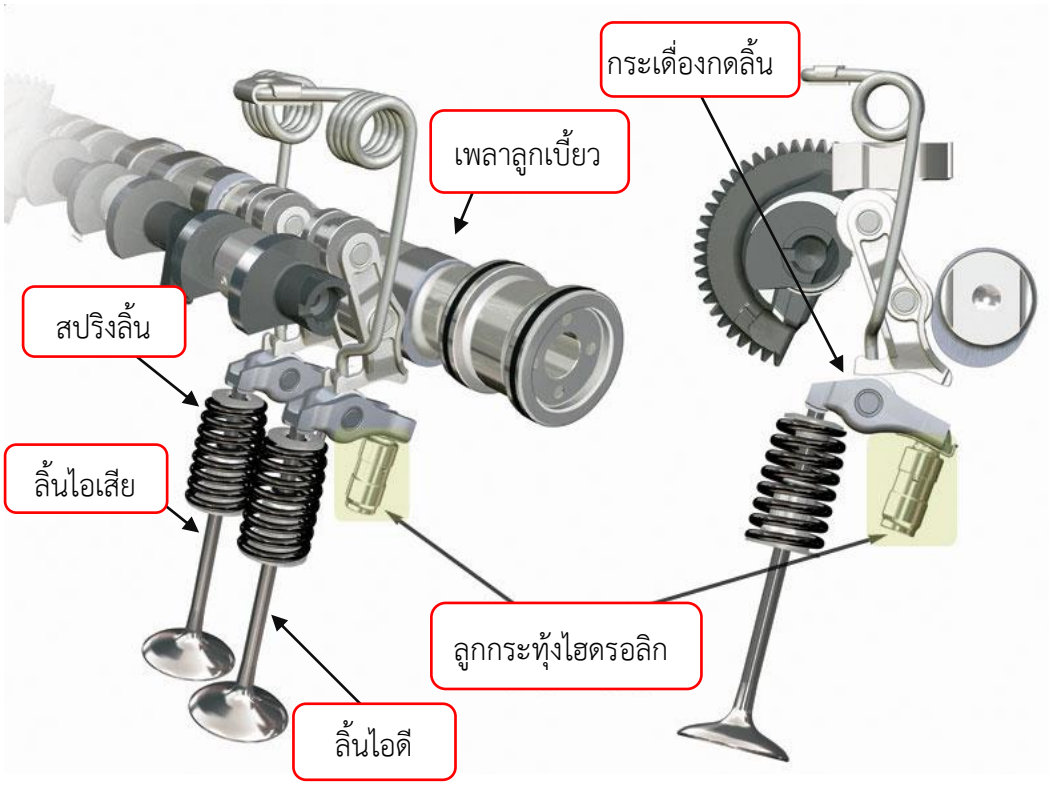
3.2 กระเดื่องกดลิ้น (Rock arm) มีหน้าที่กดลิ้นให้เปิดโดยกระเดื่องกดลิ้นจะได้รับแรงมาจากลูกกระทุ้งไฮดรอลิกอีกทอดหนึ่ง

3.3 ลิ้นไอดี (Intake valve) มีหน้าที่เปิดให้อากาศไหลเข้ากระบอกสูบ

3.4 ลิ้นไอเสีย (Exhaust valve) มีหน้าที่เปิดให้ไอเสียไหลออกจากกระบอกสูบ

3.5 สปริงลิ้น (Valve spring) มีหน้าที่ดึงลิ้นให้แนบสนิทกับบ่าลิ้น

3.6 เพลาลูกเบี้ยว (Cam shaft) มีหน้าที่รับกำลังขับมาจากเพลาข้อเหวี่ยงและส่งต่อไปควบคุมกลไกการกดลิ้น

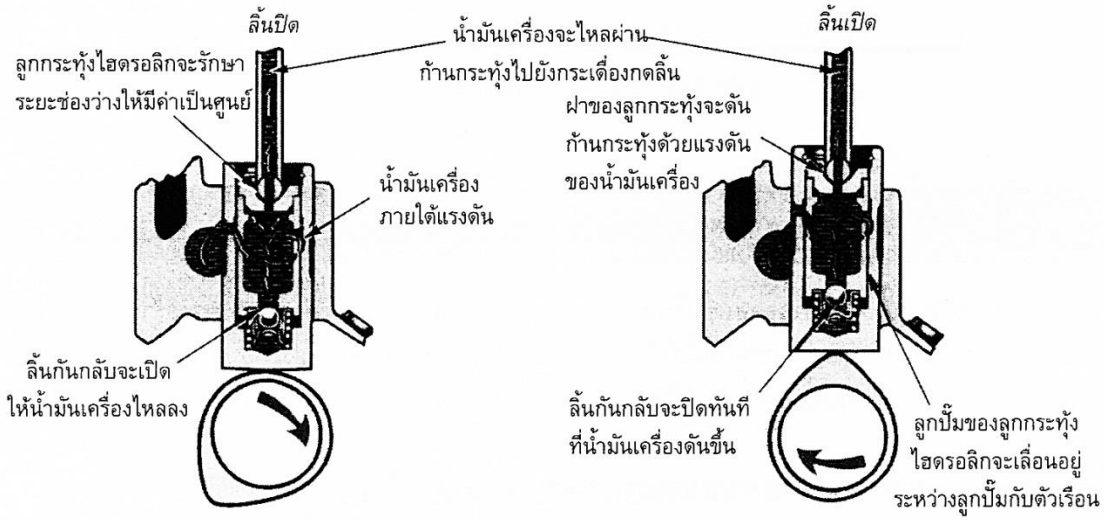


ภาพที่ 3-10 กลไกควบคุมลิ้นแบบไฮดรอลิก (ที่มา: www. rtsauto.com)

4. หลักการทำงานของกลไกควบคุมลิ้นแบบไฮดรอลิก

กลไกควบคุมลิ้นแบบไฮดรอลิก มีใช้ทั้งกับเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบและเครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ แต่นิยมใช้กับเครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ (OHC: Over Head Camshaft) เนื่องจากทำงานได้เงียบกว่าและไม่จำเป็นต้องปรับตั้งระยะห่างลิ้นเนื่องจากลิ้นจะปรับตั้งระยะห่างลิ้นได้เองโดยอัตโนมัติ และในสภาวะการทำงานปกติการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิความร้อนการสึกหรอต่างๆ ไม่มีผลกระทบกับกลไกการทำงานของลิ้นเพราะลูกกระทุ้งไฮดรอลิกสามารถปรับตัวได้เองอัตโนมัติด้วยระบบไฮดรอลิก ส่วนประกอบที่สำคัญของการควบคุมลิ้นคือลูกกระทุ้งไฮดรอลิก

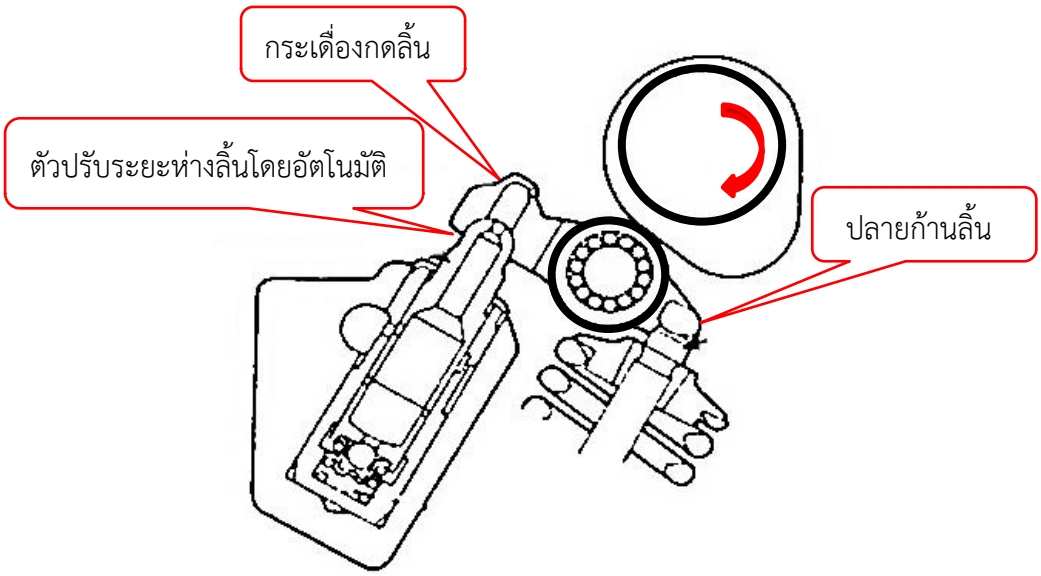
ซึ่งลูกกระทุ้งติดตั้งอยู่บนปลายกระเดื่องกดลิ้นด้านที่ต่อกับก้านลิ้น เมื่อลูกเบี้ยวดันให้กระเดื่องกดลิ้นเคลื่อนที่ขึ้นความดันไฮดรอลิกจะดันให้ลูกปืนแนบกับบ่าทำให้น้ำมันถูกกักอยู่ในช่องความดันสูง เมื่อลูกเบี้ยวดันลูกกระทุ้งให้ลิ้นเปิดออกจะไม่มีเสียงดังเพราะไม่มีระยะห่างลิ้น ส่วนการเคลื่อนที่ขึ้นเปิดลิ้นทันทีทำให้ความดันน้ำมันในช่องน้ำมันใต้ตัวเลื่อนเพิ่มขึ้นทำให้ลิ้นปิด น้ำมันจึงถูกกักอยู่ในช่องน้ำมันทำให้ลูกกระทุ้งไฮดรอลิกขณะนั้นจึงทำหน้าที่คล้ายกับลูกกระทุ้งธรรมดาเคลื่อนที่ขึ้นและเปิดลิ้นออก เมื่อส่วนนูนของลูกเบี้ยวหมุนจากไปลูกกระทุ้งจะเคลื่อนที่สปริงลิ้นจะดันลงดึงลิ้นให้ปิดสนิทกับบ่าลิ้น ภาพที่ 3-9 แสดงการทำงานของลิ้นไฮดรอลิกเครื่องยนต์ลิ้นเหนือสูบ



ภาพที่ 3-11 การทำงานของลิ้นไฮดรอลิกเครื่องยนต์แบบลิ้นเหนือสูบ (ที่มา: ประสานพงษ์, 2558)

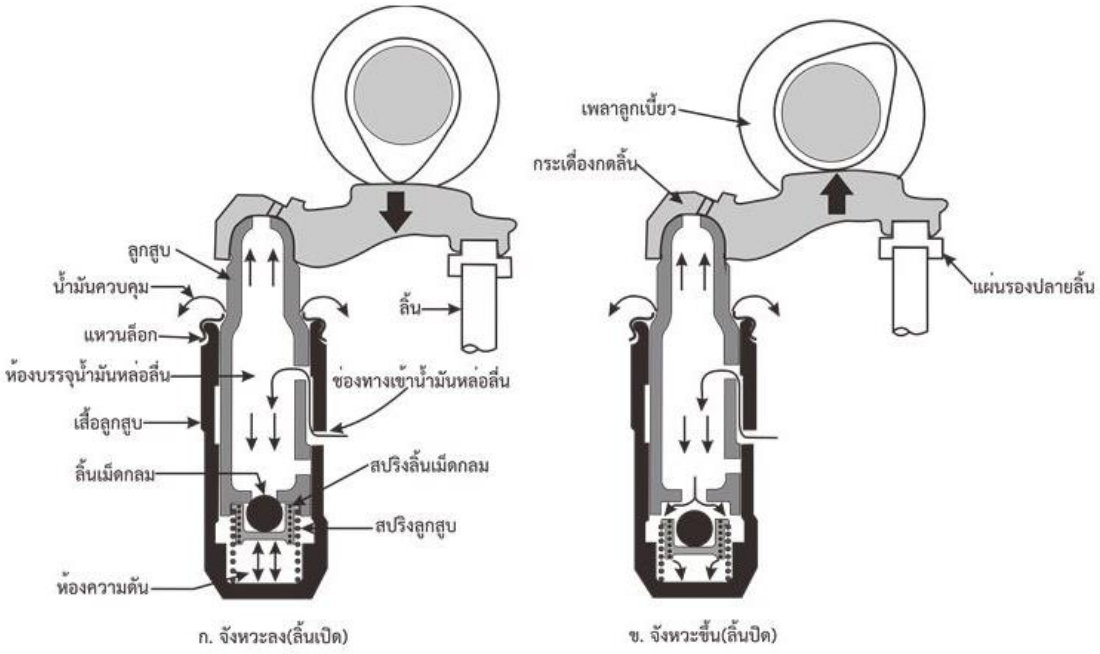
ในเครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ (OHC; Overhead Camshaft) ที่มีการปรับตั้งระยะห่างลิ้นเองโดยอัตโนมัติใช้ตัวปรับระยะห่างลิ้นโดยอัตโนมัติ (Automatic valve-lash adjuster) ข้อดีคือไม่ต้องปรับตั้งระยะห่างลิ้น หลักการปรับตั้งลิ้นอัตโนมัติจะใช้การควบคุมแบบไฮดรอลิก (Hydraulic Lash Adjuster or HLA) ซึ่งเครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบมีทั้งใช้กระเดื่องกดลิ้นแบบลอยและใช้ลูกเบี้ยวส่งกำลังผ่านลูกถ้วยกดลิ้น ซึ่งกระเดื่องกดลิ้นแบบลอยปลายข้างหนึ่งยึดเข้ากับตัวปรับระยะห่างของลิ้นอัตโนมัติด้วยคลิ้พ (Clip) และปลายอีกข้างหนึ่งนั่งอยู่บนปลายก้านลิ้นซึ่งที่จุดกึ่งกลางของกระเดื่องมีสันแตะกับลูกเบี้ยวบนเพลาลูกเบี้ยว

การทำงานของตัวปรับตั้งระยะห่างลิ้นโดยอัตโนมัติเครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบจังหวะลงหรือลิ้นเปิด (ภาพ 3-13 ก) ตัวปรับตั้งระยะห่างลิ้นโดยอัตโนมัติซึ่งมีเสื้อลูกสูบกลวงเป็นโพรงให้ลูกสูบสวมแน่นพอดีและช่องว่างระหว่างลูกสูบกับเสื้อลูกสูบ สามารถให้น้ำมันหล่อลื่นไหลผ่านเข้าไปเพื่อควบคุมการทำงานและเมื่อลูกเบี้ยวเคลื่อนที่มาดันกระเดื่องกดลิ้นลง ทำให้ลิ้นและลูกสูบตัวปรับตั้งระยะห่างลิ้นโดยอัตโนมัติได้รับภาระดันลิ้นให้เคลื่อนที่ลงและเปิด เนื่องจากในห้องความดันนั้นมีน้ำมันบรรจุอยู่เต็มลูกสูบจึงได้รับแรงจากการดันและหยุดเป็นระยะๆ กระเดื่องกดลิ้นจึงดันลิ้นลงโดยใช้ส่วนบนของลูกสูบเป็นจุดค้ำและเมื่อเพลาลูกเบี้ยวหมุนต่อไปจนผ่านจุดสูงสุด กระเดื่องกดลิ้นเริ่มจะยกขึ้น เนื่องจากลูกสูบได้รับแรงจากสปริงลิ้น ทำให้แรงดันน้ำมันให้ห้องความดันถูกรักษาไว้ระดับคงที่



ภาพที่ 3-12 ตัวปรับระยะห่างลิ้นอัตโนมัติ (ที่มา: ตรีเพชรอีซูซุเซลล์, ม.ป.ป.)

การทำงานในจังหวะขึ้นหรือลิ้นปิด (ภาพ 3-13ข) เมื่อลูกเบี้ยวหมุนผ่านกระเดื่องกดลิ้นแรงของสปริงลิ้นจะไม่ดันลูกสูบอีกในช่วงนี้น้ำมันหล่อลื่นภายใต้ความดันจากระบบหล่อลื่น จะไหลเข้าไปในห้องบรรจุน้ำมันในลูกสูบ และดันลิ้นลูกปืนกลมเข้าไปในห้องความดันแล้วยกลูกสูบขึ้นปลายด้านหนึ่งของกระเดื่องกดลิ้นซึ่งยึดติดกับลูกสูบ ทำให้กระเดื่องกดลิ้นขึ้นสัมผัสกับลูกเบี้ยวเพื่อลดช่องว่างให้เป็นศูนย์เนื่องจากห้องความดันขยายใหญ่ขึ้น น้ำมันหล่อลื่นจะดันและเปิดลิ้นลูกปืนกลมและไหลเข้ามาในห้องความดันทำให้พร้อมจะทำงานต่อไป



ภาพที่ 3-13 การทำงานของลิ้นไฮดรอลิกเครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ
(ที่มา: มูลนิธิกลุ่มอีซูซุ, ม.ป.ป.)

ข้อสังเกตปัจจุบันกลไกการควบคุมลิ้นแบบไฮดรอลิกได้มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถทำงานได้สอดคล้องกับภาระต่างๆ ของเครื่องยนต์และนิยมใช้กันมากคือระบบวาล์วแปรผัน ซึ่งมีการออกแบบลูกเบี้ยวและกระเดื่องกดวาล์วให้มีความแตกต่างจากนั้นควบคุมการทำงานด้วยความดันของน้ำมันเครื่องผสานกับระบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic)

ภาพที่ 3-14 ระบบวาล์วแปรผัน (ที่มา: www:jpx.responsejp.com)

ข้อดีของกลไกควบคุมลิ้นแบบไฮดรอลิก

1. ปรับตั้งลิ้นได้เองโดยอัตโนมัติ
2. ตอบสนองการเร่งดี ประสิทธิภาพสูง
3. เสียงเงียบไม่ค่อยมีปัญหาลิ้นเสียงดัง
4. เพิ่มแรงบิดให้เครื่องยนต์ได้สูง
5. ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง มลพิษไอเสียน้อย

ข้อเสียของกลไกควบคุมลิ้นแบบไฮดรอลิก

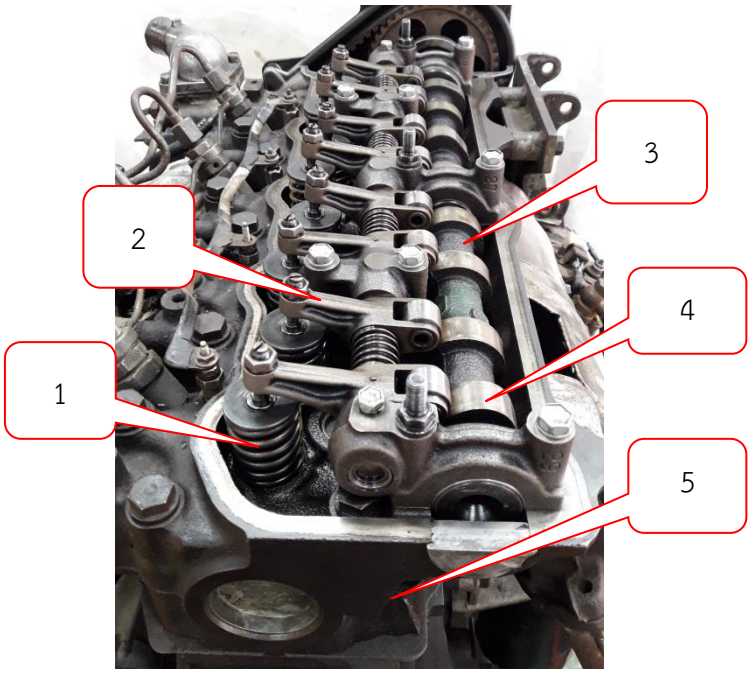
1. มีกลไกควบคุมลิ้นที่สลับซับซ้อน
2. ราคาสูงยากต่อการออกแบบผลิต

แบบฝึกหัดที่ 3.1

คำสั่งตอนที่ 1 จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่เห็นว่าถูกและทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่เห็นว่าผิด

.....1. กลไกควบคุมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบประกอบด้วยลูกเบี้ยว
.....2. เครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบมีทั้งใช้กระเดื่องกดลิ้นและลูกเบี้ยวกดลิ้น
.....3. ลูกกระทุ้งทำให้การกดลิ้นแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบเงียบไม่มีเสียงดัง
.....4. หน้าที่ของเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบคือส่งกำลังดันกระเดื่องกดลิ้น
.....5. กระเดื่องกดลิ้นทำหน้าที่สองอย่างคือกดลิ้นให้เปิดและดึงลิ้นให้ปิด
.....6. การกดลิ้นแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบใช้กลไกการกดลิ้นหลายขั้นตอนกว่าการกดลิ้นแบบลิ้นเหนือสูบ
.....7. การกดลิ้นถ้าผ่านกลไกหลายขั้นตอนจะทำให้การกดลิ้นมีความสมบูรณ์ในการทำงานมากขึ้น
.....8. การใช้ลูกเบี้ยวกดลิ้นทำให้ประหยัดเชื้อเพลิงมากกว่าการใช้กระเดื่องกดลิ้น
.....9. เพลาลูกเบี้ยวในกลไกควบคุมลิ้นได้รับการถ่ายทอดแรงโดยตรงมาจากเพลาข้อเหวี่ยง
.....10. การกดลิ้นโดยใช้กระเดื่องสามารถตอบสนองการเร่งได้ดีกว่าการใช้ลูกเบี้ยวกดลิ้น

คำสั่งตอนที่ 2 จากภาพให้เขียนชื่อส่วนประกอบเครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบให้ถูกต้อง



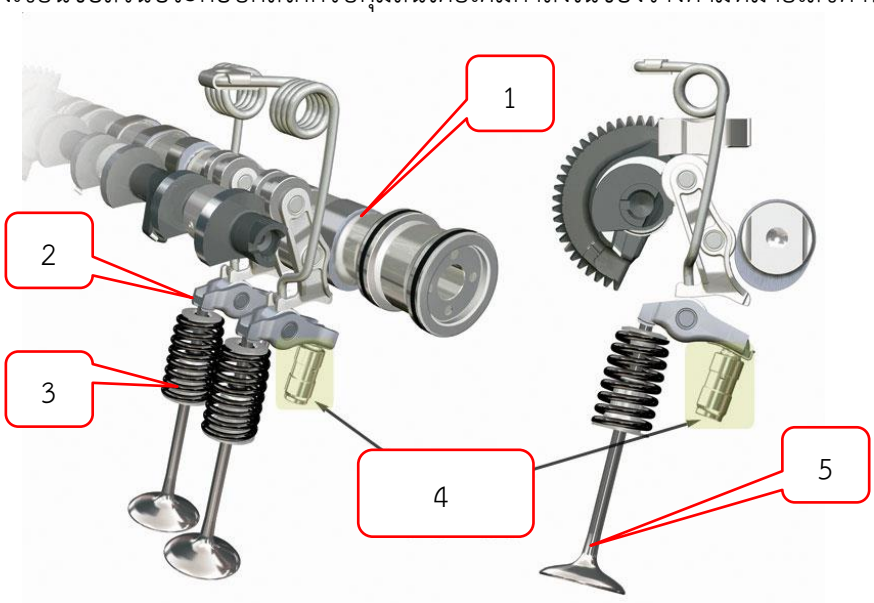
1..... 2.....
3..... 4.....
5.....

แบบฝึกหัดที่ 3.2

<u>คำสั่งที่ 1</u> จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่เห็นว่าถูกและทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่เห็นว่าผิด

.....1. ส่วนประกอบสำคัญของการกดลิ้นแบบไฮดรอลิกคือลูกกระทุ้งไฮดรอลิก
.....2. ในเครื่องยนต์แบบลิ้นเหนือสูบลูกเบี้ยวมีหน้าที่ดันก้านกระทุ้งไฮดรอลิกให้ลิ้นเปิดออก
.....3. ก้านกระทุ้งไฮดรอลิกจะดันลิ้นให้เปิดออกด้วยแรงจากลูกเบี้ยว
.....4. ลูกกระทุ้งไฮดรอลิกทำงานได้ด้วยน้ำมันที่ส่งมาจากปั๊ม
.....5. ระยะห่างลิ้นสามารถปรับตัวได้เองอัตโนมัติจากการทำงานของลูกกระทุ้งไฮดรอลิก
.....6. หลักการกดลิ้นแบบไฮดรอลิกจะใช้ความดันจากน้ำมันเกียร์ในการส่งถ่ายกำลังดันลูกกระทุ้ง
.....7. การกดลิ้นแบบไฮดรอลิกมีประสิทธิภาพและความสิ้นเปลืองสูง
.....8. จุดเด่นของการกดลิ้นแบบไฮดรอลิกคือไม่ค่อยมีปัญหาลิ้นสียงดัง
.....9. ข้อดีของการกดลิ้นแบบไฮดรอลิกคือมีกลไกการทำงานที่สลับซับซ้อน
.....10. ข้อเสียของการกดลิ้นแบบไฮดรอลิกคือกลไกสลับซับซ้อนยากต่อการออกแบบผลิต

<u>คำสั่งที่ 2</u> จงเขียนชื่อส่วนประกอบกลไกควบคุมลิ้นโดยเติมคำลงในช่องว่างตามหมายเลขด้านล่าง



1..... 2.....
3..... 4.....
5.....

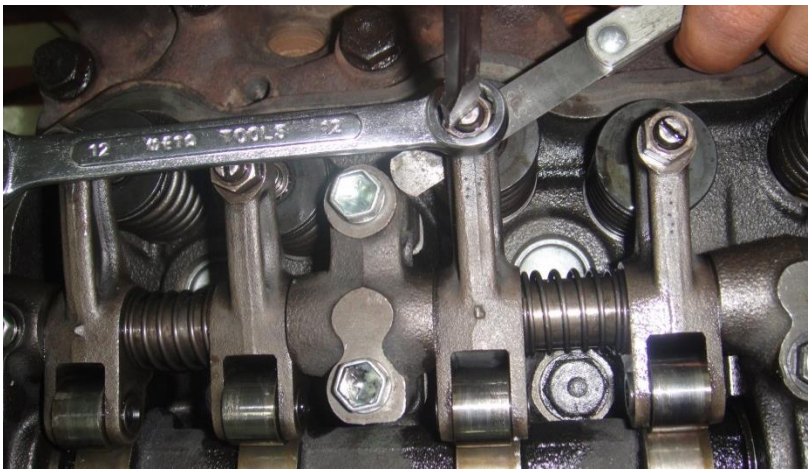
ใบงานที่ 3.1 งานปรับตั้งระยะห่างลิ้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ใช้ฟิลเลอร์เกจตรวจสอบระยะห่างลิ้นได้
2. ปรับตั้งระยะห่างลิ้นได้
3. มีกิจนิสัยและเจตคติที่ดีในการเรียนและการปฏิบัติงาน

เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน

1. เครื่องยนต์ดีเซลแบบปรับตั้งลิ้นด้วยสกรู
2. ตู้เครื่องมือ ประแจกระบอก ประแจรวม ไขควงปากแบน
3. เครื่องมือวัดละเอียด ฟีลเลอร์เกจ (Feeler Gauge)
4. วัสดุอุปกรณ์ ถุงมือ น้ำมันหล่อลื่น



ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

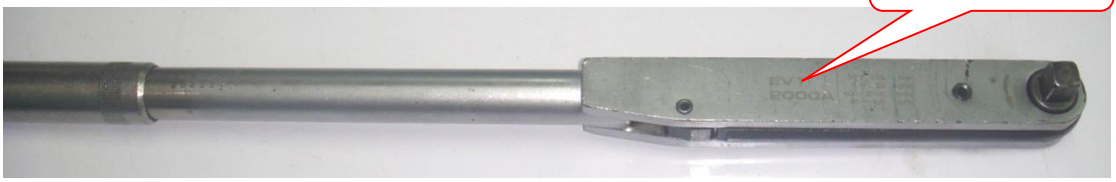
1. เตรียมเครื่องยนต์ดีเซลเตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์เตรียมประแจกระบอกสำหรับใช้ขันหรือคลายน็อตและสลักเกลียวและใช้ขันสลักเกลียวยึดพูลเลย์เพลาข้อเหวี่ยงเพื่อหมุนเครื่องยนต์เตรียมประแจรวมสำหรับใช้ขันและคลายน็อตทั่วไป เตรียมประแจวัดแรงบิดสำหรับใช้ขันสลักเกลียวยึดฝาครอบลิ้นเพื่อให้ได้ค่าการขันที่เท่ากันเตรียมฟีลเลอร์เกจสำหรับใช้ปรับตั้งระยะห่างลิ้นและเตรียมไขควงปากแบนเพื่อใช้ในการปรับตั้งระยะห่างลิ้นร่วมกับฟีลเลอร์เกจ

ตู้เครื่องมือ

เตรียมประแจรวม

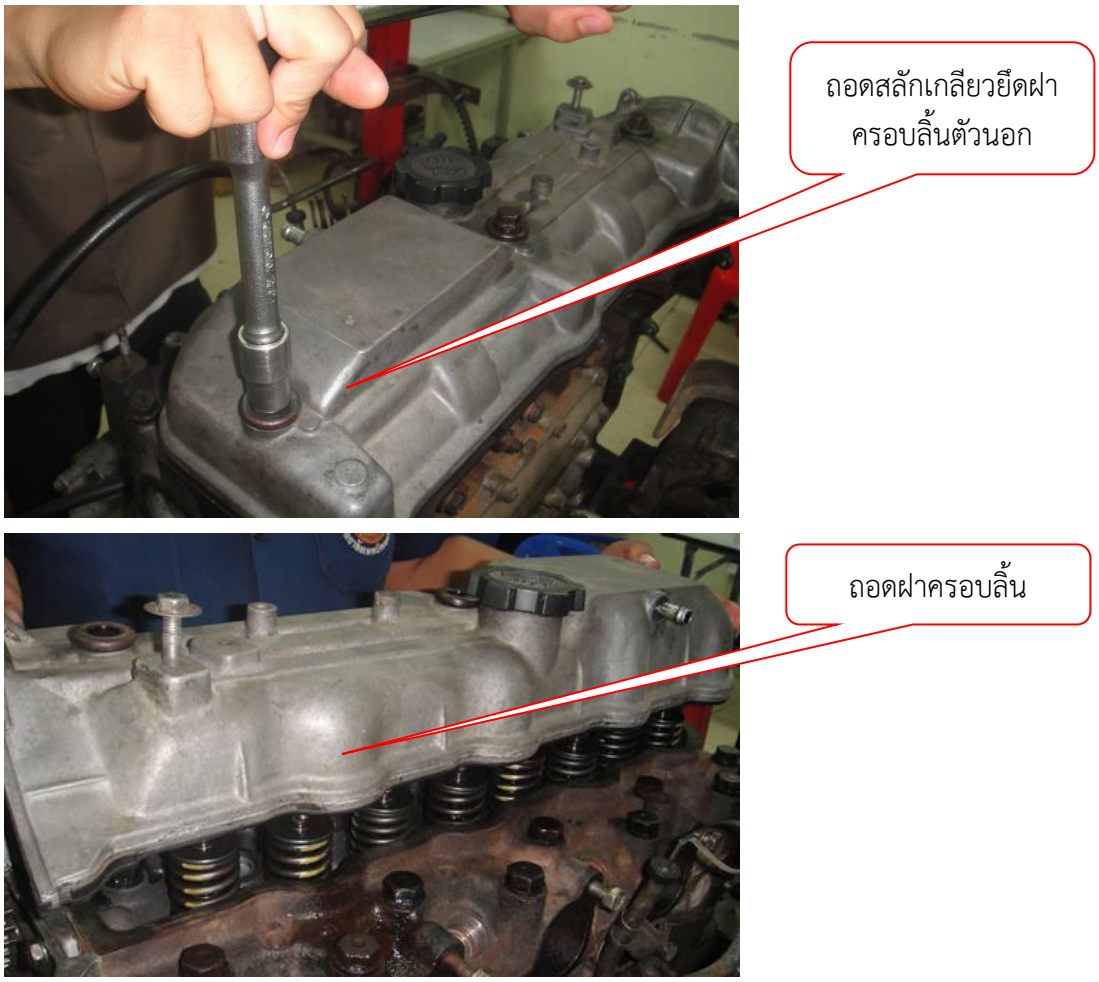
ไขควงปากแบน

ประแจวัดแรงบิด

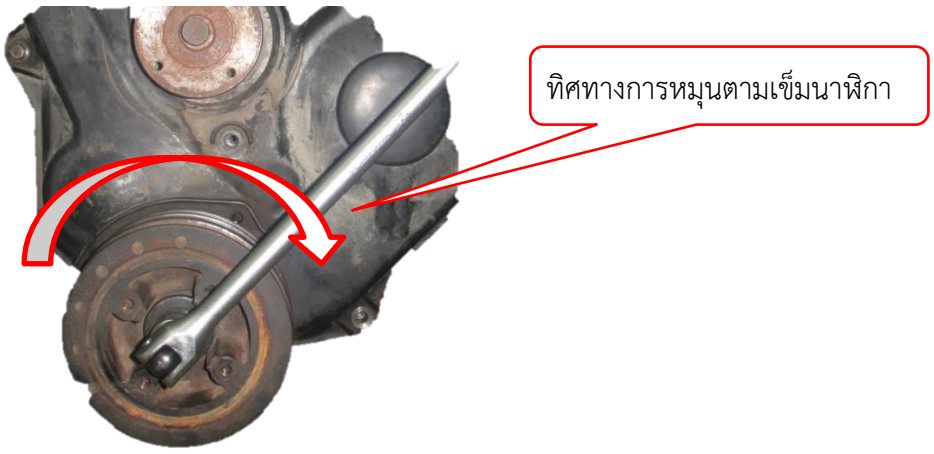


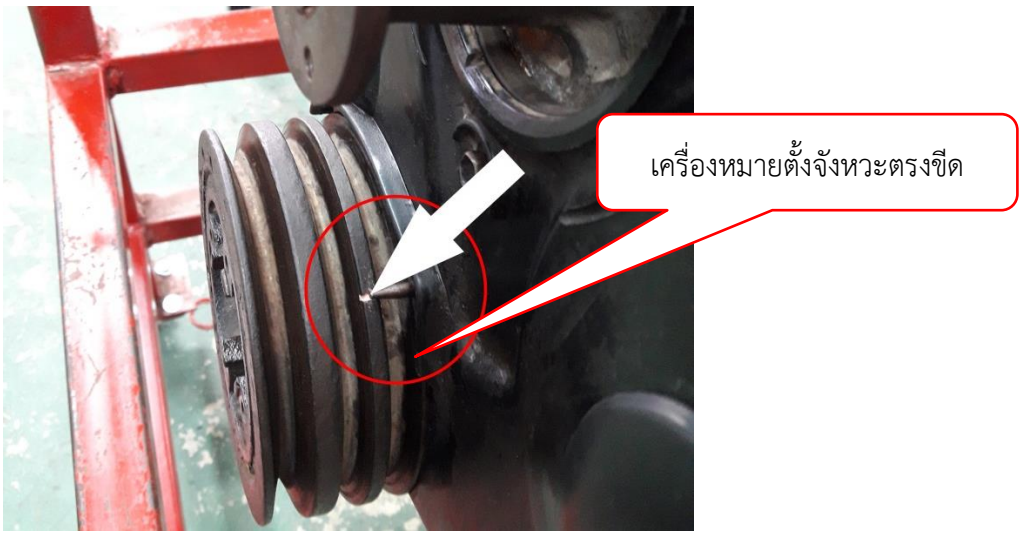
ฟีลเลอร์เกจ

2. ถอดสลักเกลียวยึดฝาครอบลิ้น ใช้ประแจกระบอกคลายสลักเกลียวยึดฝาครอบลิ้นในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาคลายครั้งละน้อยโดยเริ่มคลายจากตัวนอกเข้าหาตัวในตามหมายเลขดังภาพ จากนั้นถอดสลักเกลียวยึดฝาครอบลิ้นและถอดฝาครอบลิ้นออกตามลำดับ



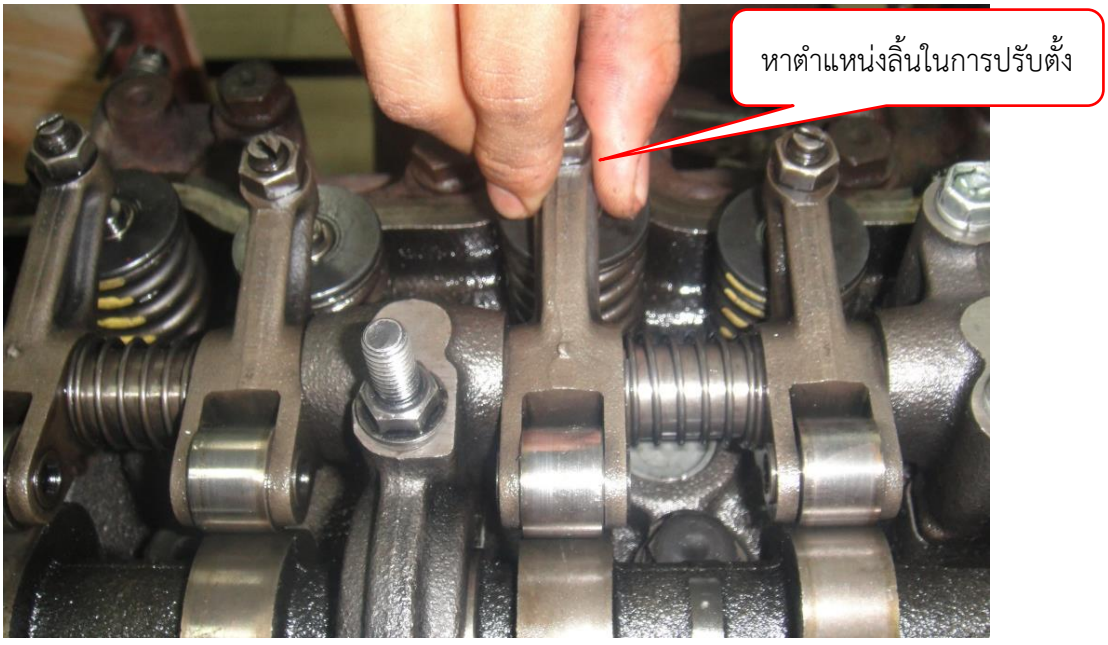
3. หมุนเครื่องยนต์ ใช้ประแจกระบอกขันสลักเกลียวยึดพูลเลย์เพลาข้อเหวี่ยงตามเข็มนาฬิกาเพื่อเครื่องยนต์ให้เครื่องหมายตั้งจังหวะที่ขอบพูลเลย์ตรงกับเครื่องหมายที่ด้านหน้าเครื่องยนต์



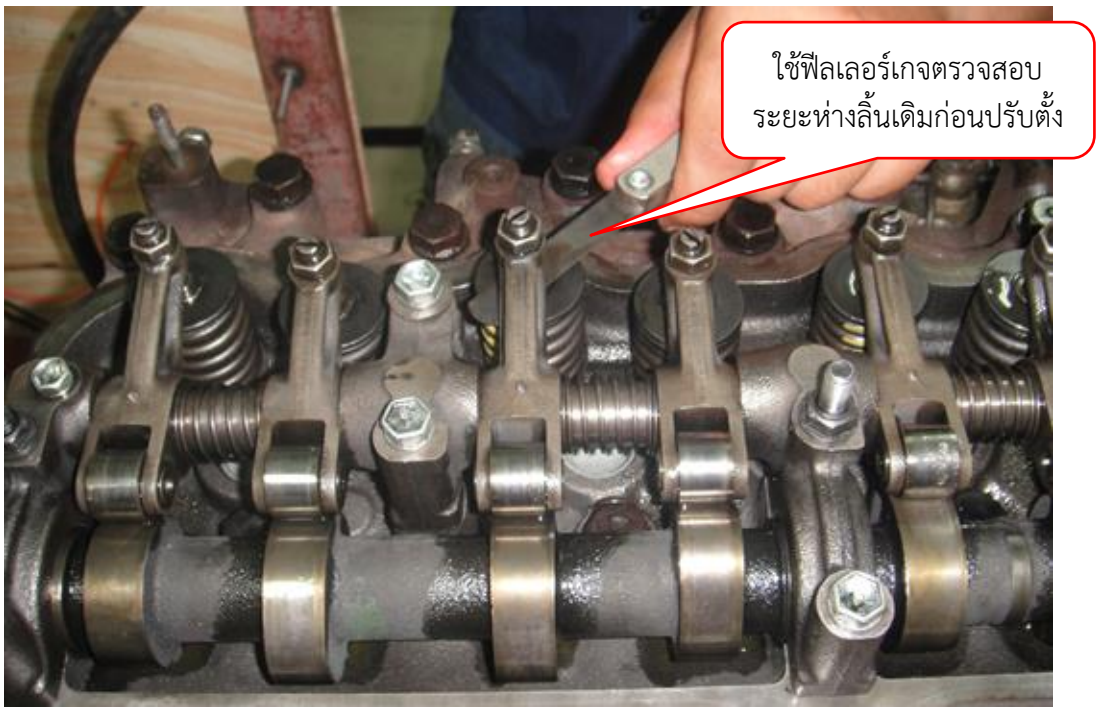


4. หาตำแหน่งลิ้นในการปรับตั้ง โดยใช้มือขยับกระเดื่องกดลิ้นเพื่อตรวจสอบว่าสูบใดอยู่ในช่วงโอเวอร์แลป (Over lap) ถ้าสูบ 1 อยู่ในช่วงโอเวอร์แลป (Over lap) จะปรับตั้งระยะห่างลิ้นได้ 4 ตัว คือตัวที่ 3,6,7,8 และถ้าสูบ 4 อยู่ในช่วงโอเวอร์แลป (Over lap) จะปรับตั้งระยะห่างลิ้นได้อีก 4 ตัว คือตัวที่ 1,2,4,5 (การนับลำดับลิ้นให้เริ่มนับลิ้นตัวที่ 1 จากด้านหน้าเครื่องยนต์ถัดมาถึงตัวสุดท้ายโดยเครื่องยนต์ 2L มีลิ้นจำนวน 8 ตัว)

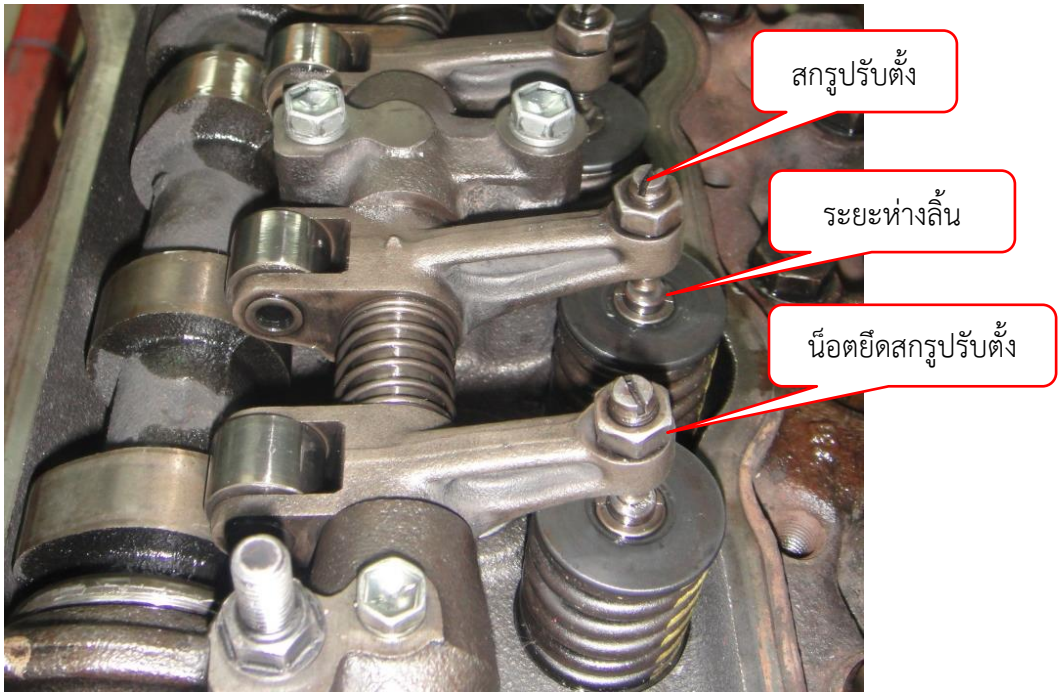
ข้อสังเกต: สูบที่อยู่ในช่วงโอเวอร์แลป (Over lap) กระเดื่องกดลิ้นทั้ง 2 ตัวจะขยับไม่ได้

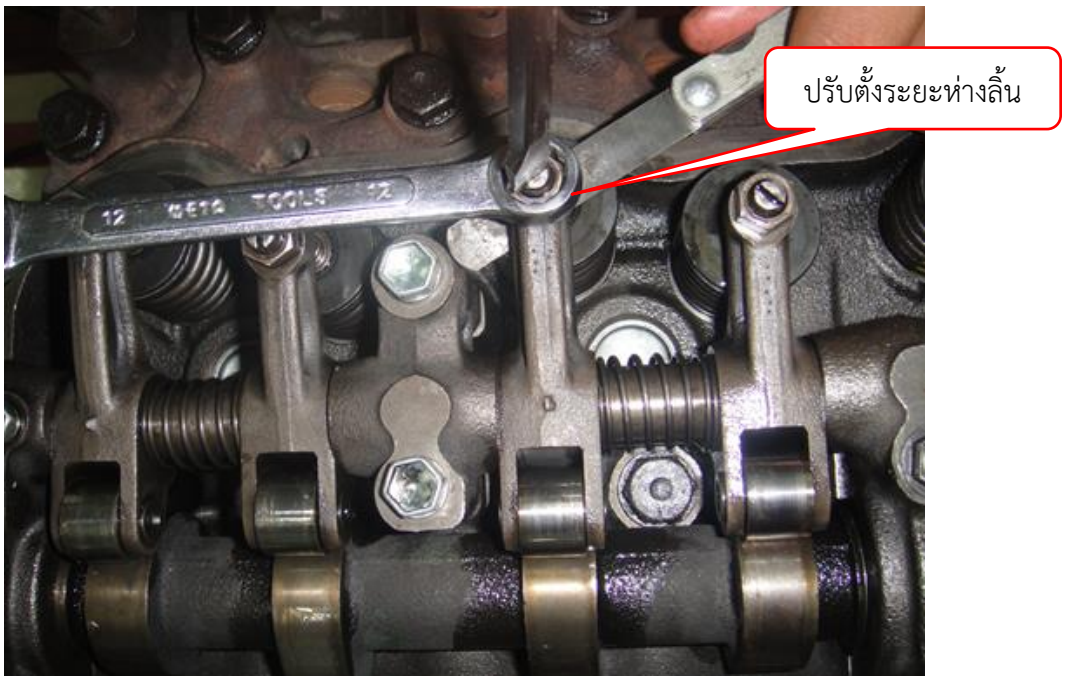


5. ตรวจสอบระยะห่างลิ้น(ถ้าขณะนี้สูบ 1 อยู่ในช่วงโอเวอร์แลปจะสามารถปรับตั้งลิ้นได้จำนวน 4 ตัวคือตัวที่ 3,6,7,8 กำหนดระยะห่างลิ้นตามมาตรฐานคู่มือซ่อม 0.35 มิลลิเมตร) จากนั้นใช้ฟีลเลอร์เกจสอดที่ระหว่างห่างปลายก้านลิ้นตรวจสอบระยะห่างลิ้นเดิมถ้าพบว่าระยะพอดีแสดงว่าใช้ได้ไม่ต้องปรับตั้ง แต่ถ้าระยะห่างไม่พอดีให้ทำการปรับตั้งระยะห่างลิ้นดังนี้

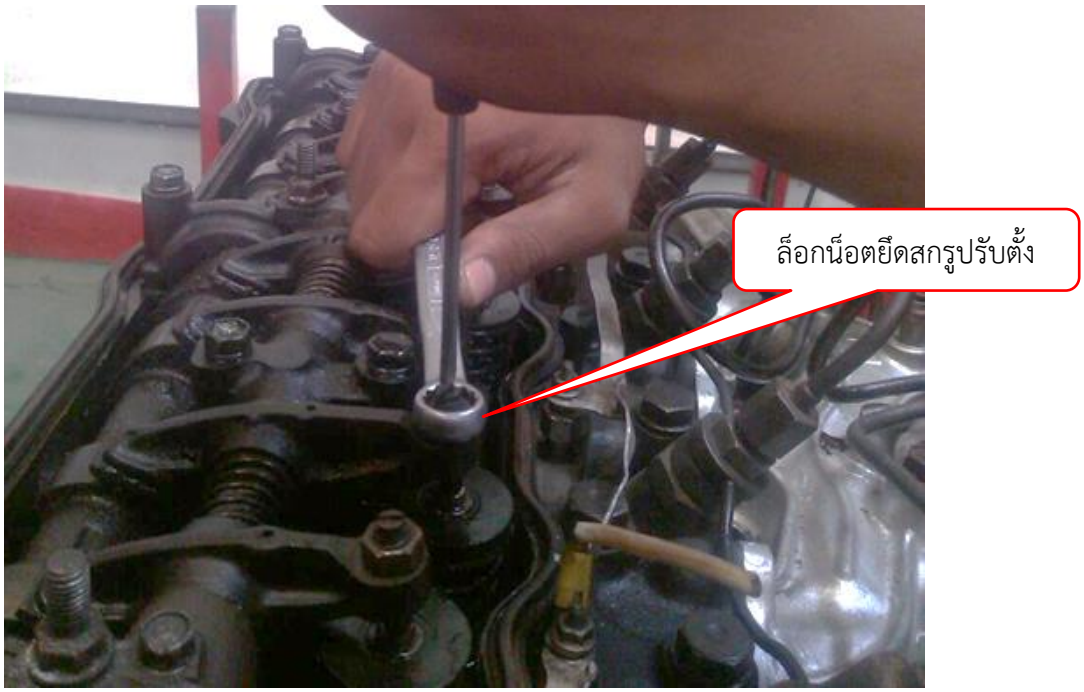


6. ปรับตั้งระยะห่างลิ้น ใช้ประแจรวมคลายน็อตยึดสกรูปรับตั้งในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาคลายพอหลวมๆ จากนั้นใช้ฟีลเลอร์เกจสอดระหว่างช่องว่างของปลายก้านลิ้นกับสกรูปรับตั้งและใช้ไขควงปากแบนหมุนสกรูปรับตั้งที่กระเดื่องกดลิ้น ถ้าระยะห่างลิ้นมากเกินไปให้หมุนตามเข็มนาฬิกาแต่ถ้าระยะห่างลิ้นน้อยหรือชิดเกินไปให้หมุนทวนเข็มนาฬิกาตรวจสอบระยะห่างลิ้นโดยใช้ฟีลเลอร์เกจเลื่อนเข้าออกไปมาระหว่างช่องว่างปลายก้านลิ้นกับสกรูปรับตั้งให้ได้ระยะห่างพอดีกับขนาดความหนาของฟีลเลอร์เกจไม่แน่นเกินไปและไม่หลวมเกินไป

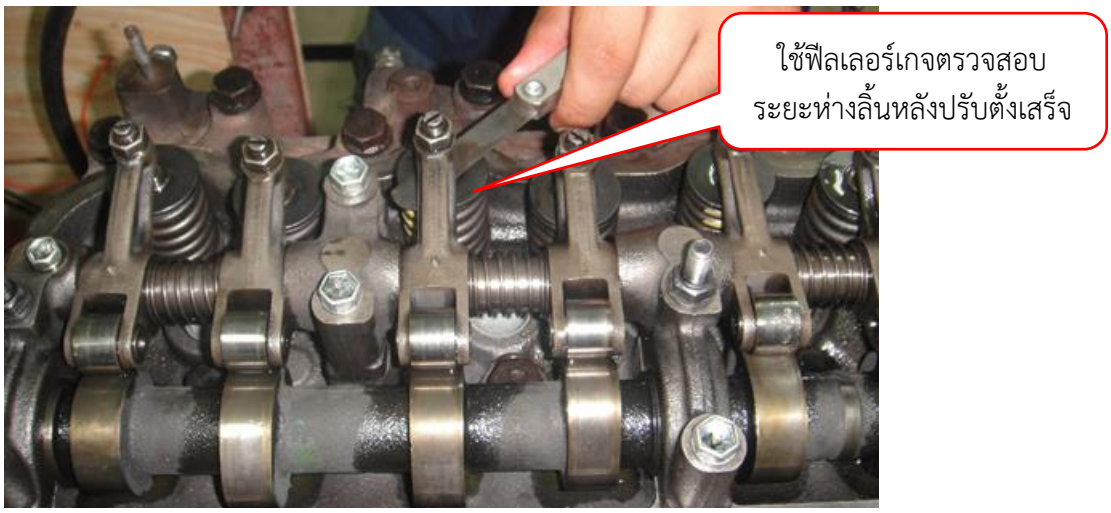




7. ล็อกน็อตยึดสกรูปรับตั้ง เมื่อปรับตั้งระยะห่างลิ้นได้ถูกต้องเรียบร้อยแล้ว ต่อไปให้ล็อกน็อตยึดสกรูปรับตั้งโดยใช้มือซ้ายจับที่ไขควงปากแบนให้แน่นเพื่อไม่ให้สกรูปรับตั้งเคลื่อนที่และใช้มือขวาขันน็อตยึดสกรูปรับตั้งทิศทางตามเข็มนาฬิกาให้แน่นพอตึงมือตามภาพ

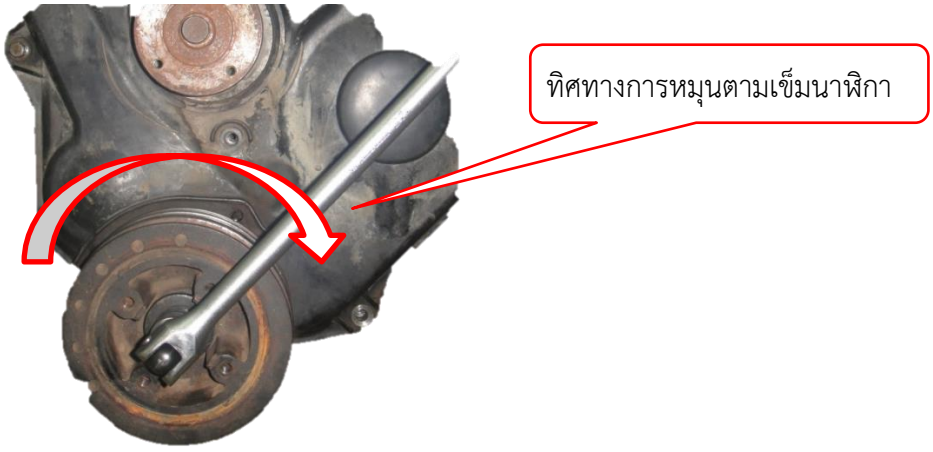


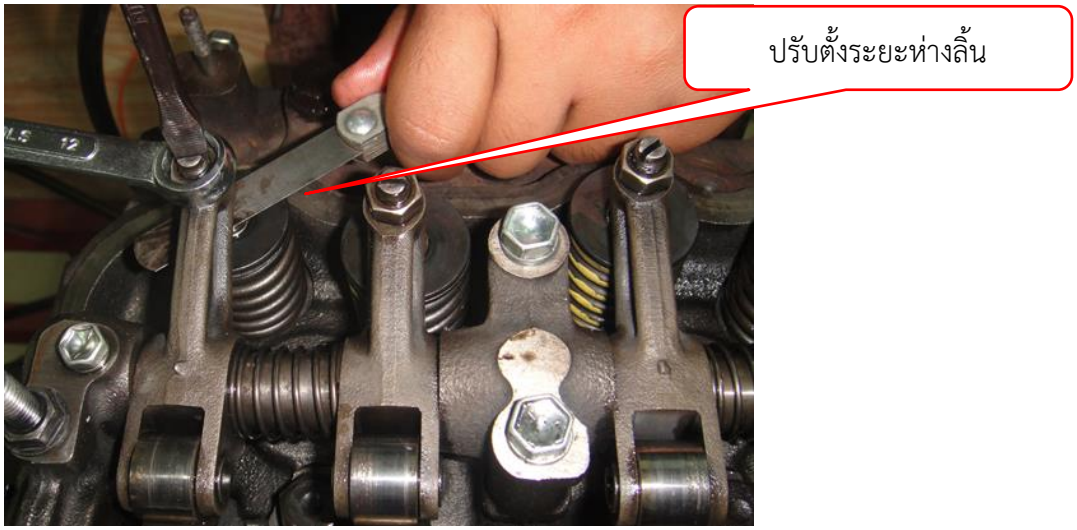
8. ตรวจสอบระยะห่างลิ้นที่ปรับตั้งเรียบร้อยแล้ว เมื่อปรับตั้งลิ้นครบทั้ง 4 ตัวแล้วให้ตรวจสอบระยะห่างลิ้นโดยใช้ฟีลเลอร์เกจสอดระหว่างช่องว่างปลายก้านลิ้นกับสกรูปรับตั้งเลื่อนฟีลเลอร์เกจ เข้าออกไปมาเพื่อตรวจสอบระยะห่างๆ ต้องพอดีกับขนาดความหนาของฟีลเลอร์เกจ

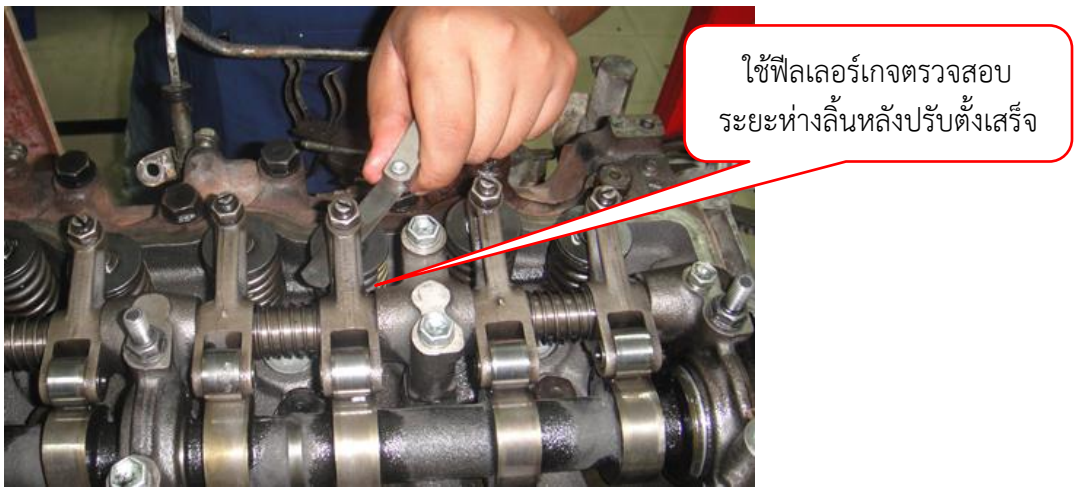


9. ปรับตั้งระยะห่างลิ้นอีก 4 ตัว โดยใช้ประแจกระบอกขันสลักเกลียวยึดพูลเลย์เพลาข้อเหวี่ยงเพื่อหมุนเครื่องยนต์อีก 1 รอบทิศทางตามเข็มนาฬิกาจากนั้นปรับตั้งระยะห่างลิ้นให้ครบทั้ง 4 ตัว โดยรอบนี้จะปรับตั้งระยะห่างลิ้นตัวที่ 1, 2, 4, 5, ระยะห่างลิ้นตามมาตรฐาน 0.35 มิลลิเมตร (mm)

ข้อสังเกต: เครื่องหมายตั้งจังหวะจะกลับมาตรงขีดที่ตำแหน่งเดิม





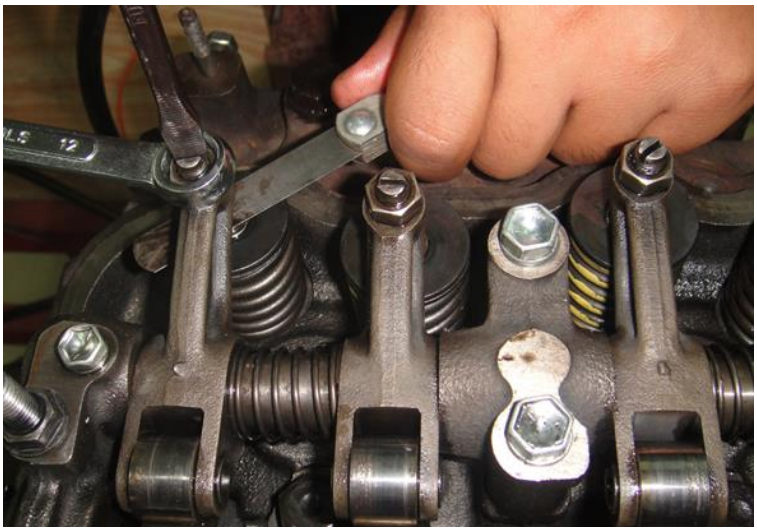


10. ประกอบฝาครอบลิ้น ขันสลักเกลียวยึดฝาครอบลิ้นทิศทางตามเข็มนาฬิกาขันครั้งละน้อย ขันจากตัวในหรือตัวที่อยู่ตรงกลางออกหาตัวที่อยู่ด้านนอกจากนั้นขันให้แน่นด้วยประแจวัดแรงบิด กำหนดให้ใช้ค่าการขันตามมาตรฐานคู่มือซ่อม 3.8 kg-m หรือ 27 lb-ft หรือ 37 Nm

11. ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ

ใบสั่งงานที่ 3.1 งานปรับตั้งระยะห่างลิ้น

คำสั่ง ให้ปรับตั้งระยะห่างลิ้น (เวลา 40 นาที)



คำสั่งย่อย

1. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 3 รอให้ตรวจ
2. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 4 รอให้ตรวจ
3. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 5 รอให้ตรวจ
4. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 6 รอให้ตรวจ

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. เตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์
2. ถอดฝาครอบลิ้น
3. หมุนเครื่องยนต์ให้เครื่องหมายตั้งจังหวะตรงขีด
4. หาตำแหน่งลิ้นที่ต้องการปรับตั้ง
5. ใช้ฟีลเลอร์เกจตรวจสอบระยะห่างลิ้น
6. ปรับตั้งระยะห่างลิ้นรอบแรก 4 ตัว
7. หมุนเครื่องยนต์ 1 รอบปรับตั้งระยะห่างลิ้นที่เหลืออีก 4 ตัว
8. ตรวจสอบลิ้นทุกตัวที่ปรับตั้งเสร็จแล้ว
9. ประกอบฝาครอบลิ้น
10. ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์

เครื่องมือ

1. เครื่องยนต์ดีเซล
2. ตู้เครื่องมือ ประแจรวม ประแจกระบอก ประแจวัดแรงบิด ไขควงปากแบน
3. เครื่องมือวัดละเอียดฟีลเลอร์เกจ (Feeler gauge)

วัสดุอุปกรณ์

ผ้าสะอาด น้ำมันหล่อลื่น ถุงมือ

ใบประเมินผลปฏิบัติงานที่ 3.1 งานปรับตั้งระยะห่างลิ้น

ชื่อนักเรียน.....วัน/เดือน/ปี.....

เริ่มปฏิบัติงานเวลา.....เสร็จเวลา.....รวมเวลาปฏิบัติงาน.....

จุดประเมิน	ผลการประเมิน		หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน			
1.1 เตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์			
1.2 ถอดฝาครอบลิ้นได้			
1.3 หมุนเครื่องยนต์ให้เครื่องหมายตั้งจังหวะตรงขีดได้			
1.4 หาตำแหน่งลิ้นที่ต้องการปรับตั้งได้			
1.5 ปรับตั้งระยะห่างลิ้นรอบแรกได้ 4 ตัว			
1.6 หมุนเครื่องยนต์1รอบให้เครื่องหมายตั้งจังหวะตรงขีด			
1.7 ปรับตั้งระยะห่างลิ้น 4 ตัวที่เหลือได้			
1.8 ประกอบฝาครอบลิ้นได้			
1.9 ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์			
2. คุณภาพของผลงาน (วัดได้)			
2.1 เครื่องยนต์ไม่ได้รับความเสียหายหมุนได้ตามปกติ			

จุดประเมิน	ผลการประเมิน				หมายเหตุ
	ดีมาก	ดี	พอใช้	แก้ไข	
2. คุณภาพของผลงาน (วัดไม่ได้)					
- ความประณีต					
- ความเรียบร้อย รอบคอบ					
3. เจตคติกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน					
- ความรับผิดชอบ					
- ความสะอาด					
- ความปลอดภัย					

ผลการประเมิน:

☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน เนื่องจาก .....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน: .....

หน่วยที่ 4 งานเฟืองเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์ดีเซล

หัวข้อเรื่อง

1. ชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบของเฟืองเพลาลูกเบี้ยว
2. ข้อดีข้อเสียของเฟืองเพลาลูกเบี้ยว
3. การถอดเฟืองเพลาลูกเบี้ยว
4. การตรวจสอบเฟืองเพลาลูกเบี้ยว
5. การจัดตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะเฟืองเพลาลูกเบี้ยว
6. การประกอบเฟืองเพลาลูกเบี้ยว

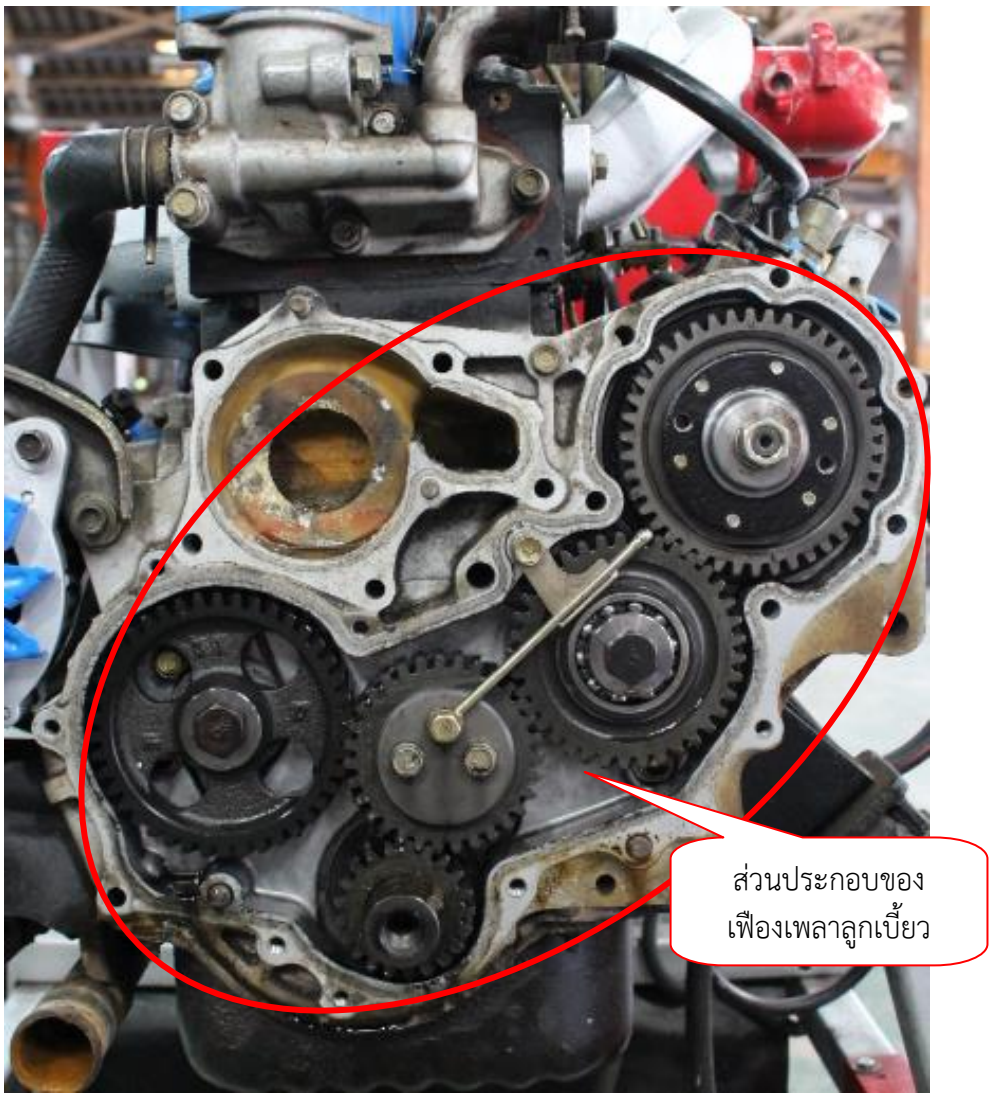
สาระสำคัญ

เฟืองเพลาลูกเบี้ยว (Timing Gear) เป็นการกำหนดจังหวะเวลาการทำงานของเครื่องยนต์ ให้ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นและลงสัมพันธ์กับกลไกควบคุมการเปิดปิดลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียในแต่ละช่วงจังหวะการทำงาน สัมพันธ์กับการทำงานของปั๊มหัวฉีดให้ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจุดระเบิดได้อย่างถูกต้อง ให้เครื่องยนต์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเต็มกำลังของเครื่องยนต์ ชุดของเฟืองเพลาลูกเบี้ยวจะใช้สัญลักษณ์เครื่องหมายตั้งจังหวะบนเฟืองต่างๆ กำหนดจังหวะเวลาการทำงานให้สอดคล้องสัมพันธ์กันชุดของเฟืองเพลาลูกเบี้ยวประกอบด้วย เฟืองเพลาลูกเบี้ยว เฟืองปั๊มหัวฉีด เฟืองส่งผ่านและเฟืองเพลาข้อเหวี่ยงข้อดีคือทนทานใช้งานได้นานโดยไม่ต้องเปลี่ยนตามระยะ การบำรุงรักษาต่ำประหยัดค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบของเฟืองเพลาลูกเบี้ยวได้
2. บอกข้อดีข้อเสียของเฟืองเพลาลูกเบี้ยวได้
3. ถอดเฟืองเพลาลูกเบี้ยวได้
4. ตรวจสอบเฟืองเพลาลูกเบี้ยวได้
5. จัดตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะเฟืองเพลาลูกเบี้ยวได้
6. ประกอบเฟืองเพลาลูกเบี้ยวได้
7. มีกิจนิสัยที่ดีในการเรียนและการปฏิบัติงาน

1. ชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบของเฟืองเพลาลูกเบี้ยว (Timing Gear)



ภาพที่ 4-1 เฟืองเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์ดีเซล (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

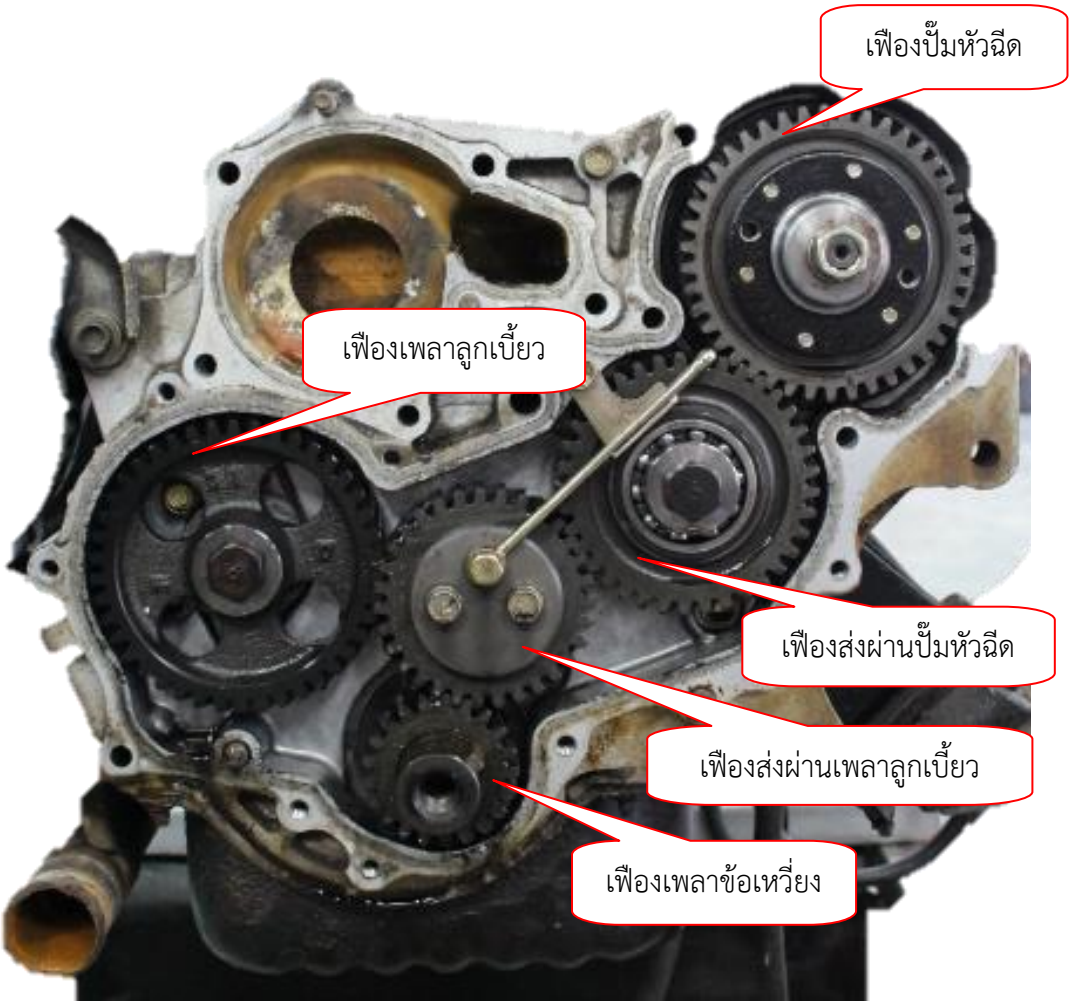
เฟืองเพลาลูกเบี้ยว (Timing Gear) ตามพจนานุกรมศัพท์ยานยนต์และเครื่องยนต์ฉบับราชบัณฑิตยสถานเรียกว่า “เฟืองเพลาลูกเบี้ยว” (ในศูนย์บริการรถยนต์และอู่ซ่อมรถยนต์ส่วนใหญ่นิยมเรียกว่า “เฟืองไทมิ่ง” ซึ่งหมายถึงสิ่งเดียวกันดังนั้นขอให้ผู้เรียนเข้าใจและไม่สับสนเมื่อออกไปทำงาน) เฟืองเพลาลูกเบี้ยวมีหน้าที่กำหนดจังหวะเวลาการทำงานของเครื่องยนต์ให้ชิ้นส่วนต่างๆ เคลื่อนที่ทำงานสัมพันธ์กันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นและลงสัมพันธ์กับกลไกควบคุมการเปิดปิดลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียในทุกจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ให้เครื่องยนต์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้สัญลักษณ์เครื่องหมายตั้งจังหวะบนเฟืองต่างๆ เป็นสิ่งกำหนดจังหวะเวลาการทำงานของเครื่องยนต์ชุดเฟืองเพลาลูกเบี้ยวประกอบด้วยเฟืองเพลาลูกเบี้ยว เฟืองเพลาข้อเหวี่ยง เฟืองปั๊มหัวฉีด เฟืองส่งผ่านเพลาลูกเบี้ยวและเฟืองส่งผ่านปั๊มหัวฉีด

1.1 เฟืองเพลาลูกเบี้ยว (Timing Gear) ติดตั้งอยู่ด้านหน้าของเพลาลูกเบี้ยวมีหน้าที่รับกำลังขับจากเฟืองเพลาข้อเหวี่ยงผ่านเฟืองส่งผ่านเพลาลูกเบี้ยว เพื่อมาหมุนขับให้เพลาลูกเบี้ยวเคลื่อนที่ตามจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ต่อไปเฟืองเพลาลูกเบี้ยว (ภาพที่ 4-2) มี 2 แบบคือแบบที่เป็นเฟืองฟันตรงและแบบที่เป็นเฟืองฟันเฉียง แต่ส่วนใหญ่จะเป็นแบบเฟืองฟันเฉียงเนื่องจากเมื่อเวลาเข้าขบกันเสียงจะเงียบกว่าแบบเฟืองฟันตรง

1.2 เฟืองส่งผ่านเพลาลูกเบี้ยวหรือเฟืองพา (Idler Gear) มีหน้าที่รับกำลังขับจากการหมุนของเฟืองเพลาข้อเหวี่ยงส่งต่อให้กับเฟืองเพลาลูกเบี้ยวภาพที่ 4-2

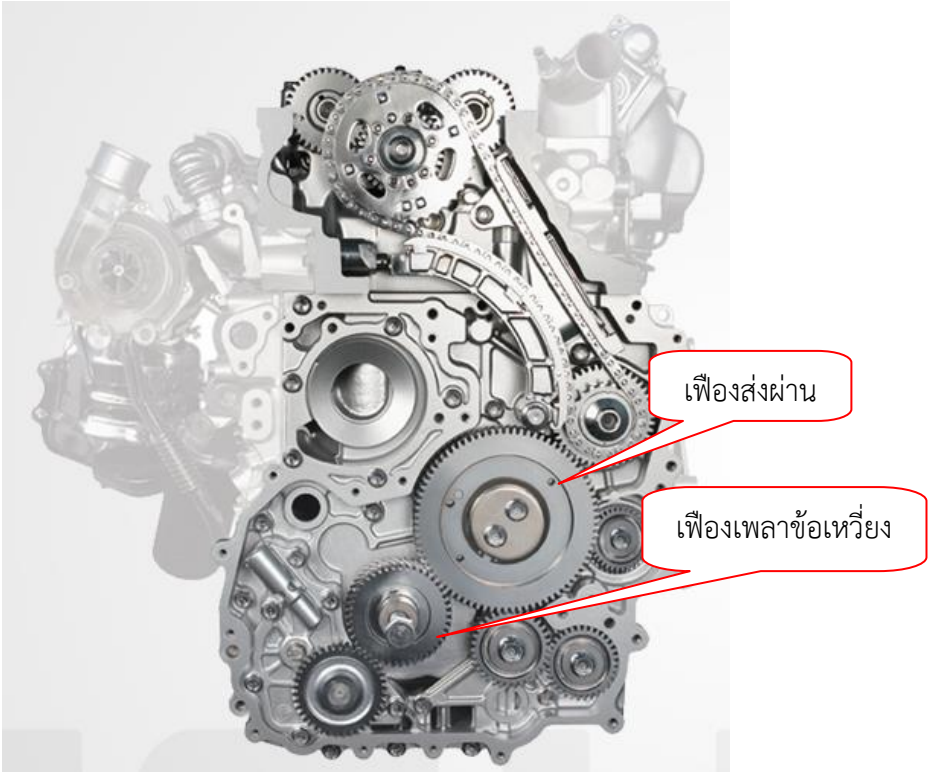
1.3 เฟืองเพลาข้อเหวี่ยง (Crankshaft Gear) เฟืองติดตั้งอยู่ด้านหน้าของเพลาข้อเหวี่ยง มีหน้าที่ส่งถ่ายกำลังจากการหมุนไปขับเฟืองต่างๆ ให้หมุน เพลาข้อเหวี่ยงเป็นชิ้นส่วนหลักของเครื่องยนต์และเป็นต้นกำลังที่จะนำกำลังจากเครื่องยนต์ไปใช้งานผ่านเฟืองเพลาข้อเหวี่ยงและพูลเลย์เพลาข้อเหวี่ยง ภาพที่ 4-2

1.4 เฟืองปั๊มหัวฉีด (Injection pump gear) ตัวเฟืองติดตั้งอยู่ด้านหน้าของปั๊มหัวฉีด มีหน้าที่หมุนขับให้ปั๊มหัวฉีดทำงานสร้างน้ำมันเชื้อเพลิงความดันสูงและส่งน้ำมันความดันสูงต่อไปให้กับหัวฉีดฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปในห้องเผาไหม้ต่อไปภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 ส่วนประกอบของเฟืองเพลาลูกเบี้ยว (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

1.5 เฟืองส่งผ่านปั๊มหัวฉีด (Injection pump idler Gear) มีหน้าที่รับกำลังขับจากการหมุนของของเพลาข้อเหวี่ยงเพื่อส่งต่อให้กับเฟืองปั๊มหัวฉีดภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-3 เฟืองเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์อีซูซุ (ที่มา: มูลนิธิกลุ่มอีซูซุ, ม.ป.ป.)

2. ข้อดีข้อเสียของเฟืองเพลาลูกเบี้ยว (Timing Gear)

2.1 ข้อดีของเฟืองเพลาลูกเบี้ยว (Timing Gear)

2.1.1 ทนทาน

2.1.2 ใช้งานได้นานโดยไม่ต้องเปลี่ยนตามอายุ

2.1.3 ราคาถูก บำรุงรักษาง่าย

2.2 ข้อเสียของเฟืองเพลาลูกเบี้ยว (Timing Gear)

2.2.1 เสียงดัง

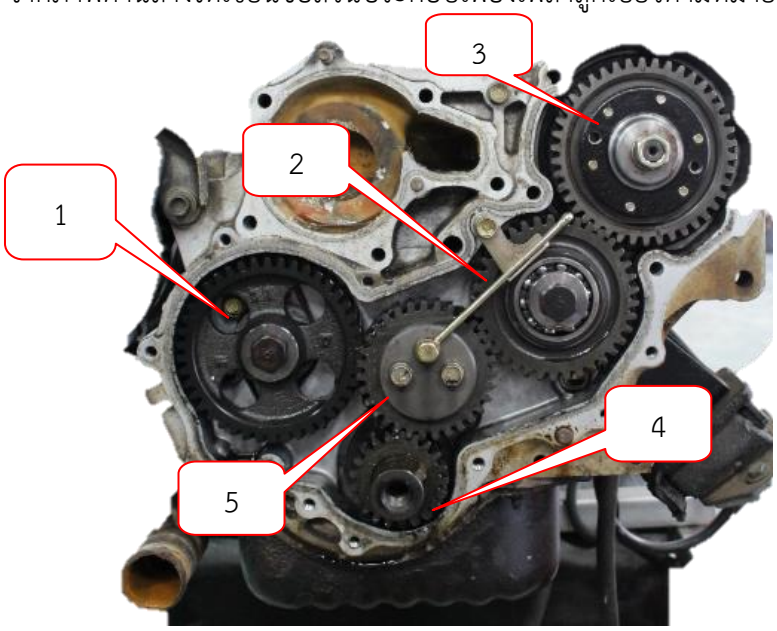
2.2.2 ไม่เหมาะกับเครื่องยนต์รอบสูงๆ

แบบฝึกหัดที่ 4.1

คำสั่งที่ 1 จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่เห็นว่าถูกและทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่เห็นว่าผิด

.....1. เฟืองเพลาลูกเบี้ยวกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนต่างๆ ในเครื่องยนต์
.....2. เวลาการทำงานของเครื่องยนต์ขึ้นอยู่กับกลไกควบคุมลิ้นเป็นหลัก
.....3. หลักการของเฟืองเพลาลูกเบี้ยวที่สำคัญคือกำหนดตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะให้ตรงกัน
.....4. การส่งถ่ายกำลังโดยใช้เฟืองส่งผ่านจะทำให้เฟืองที่ถูกขับหมุนกลับทางกับเฟืองขับ
.....5. เฟืองส่งผ่านหรือเฟืองพาเป็นส่วนประกอบสำคัญของชุดเฟืองเพลาลูกเบี้ยว
.....6. เฟืองเพลาข้อเหวี่ยงจะรับกำลังขับมาจากเฟืองเพลาลูกเบี้ยวและทำงานสัมพันธ์กัน
.....7. เฟืองปั๊มหัวฉีดได้รับกำลังขับโดยตรงจากเฟืองเพลาข้อเหวี่ยง
.....8. เฟืองเพลาลูกเบี้ยวดูแลบำรุงรักษาง่ายและมีอายุการใช้งานนาน
.....9. จากการที่เฟืองเพลาลูกเบี้ยวขบกันตลอดเวลาจึงทำให้เกิดเสียงดัง
.....10. เฟืองเพลาลูกเบี้ยวจะขบกันอยู่ตลอดเวลาทำให้สึกหรอง่ายและต้องเปลี่ยนเฟืองบ่อย

คำสั่งที่ 2 จากภาพด้านล่างให้เขียนชื่อส่วนประกอบเฟืองเพลาลูกเบี้ยวตามหมายเลขข้อให้ถูกต้อง



1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

ใบงานที่ 4.1 งานเฟืองเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์ดีเซล

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ถอดเฟืองเพลาลูกเบี้ยวได้
2. ตรวจสอบเฟืองเพลาลูกเบี้ยวได้
3. จัดตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะเฟืองเพลาลูกเบี้ยวได้
4. ประกอบเฟืองเพลาลูกเบี้ยวได้
5. มีกิจนิสัยที่ดีในการเรียนและการปฏิบัติงาน

เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน

1. เครื่องยนต์ดีเซล
2. ตู้เครื่องมือ ประแจกระบอก ประแจแหวน เครื่องมือดูดพูลเลย์ ประแจวัดแรงบิด

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

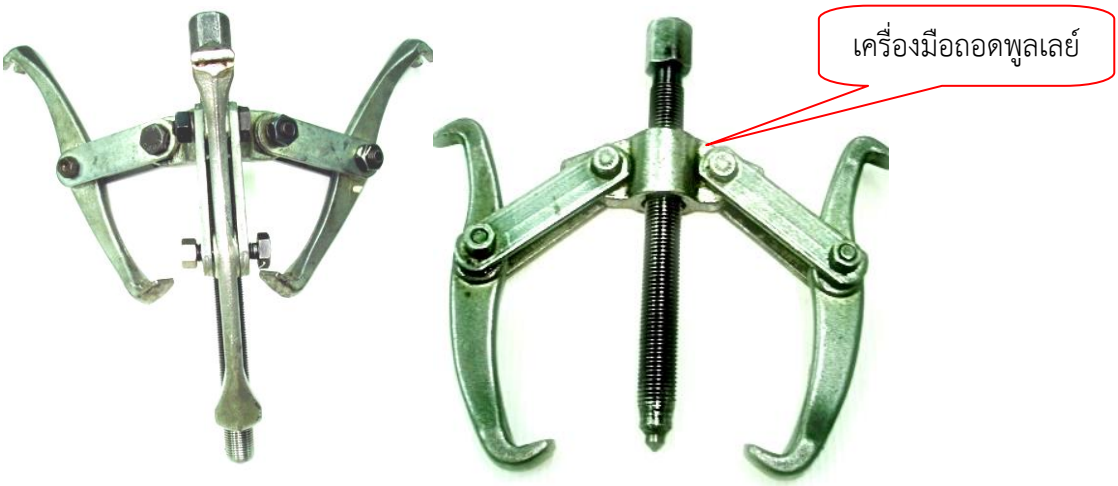
1. เตรียมเครื่องยนต์ดีเซลเตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์เตรียมประแจกระบอกสำหรับใช้ขันหรือคลายน็อตและสลักเกลียวและใช้ขันสลักเกลียวยึดพูลเลย์เพลาข้อเหวี่ยงเพื่อหมุนเครื่องยนต์เตรียมประแจวัดแรงบิดสำหรับใช้ขันน็อตและสลักเกลียวเพื่อให้ได้ค่าการขันที่เท่ากัน เตรียมเครื่องมือถอดพูลเลย์สำหรับถอดพูลเลย์เพลาข้อเหวี่ยงและเฟืองต่างๆ เตรียมประแจรวมสำหรับใช้ขันและคลายน็อตหรือสลักเกลียวทั่วไป

ตู้เครื่องมือ

เตรียมประแจรวม

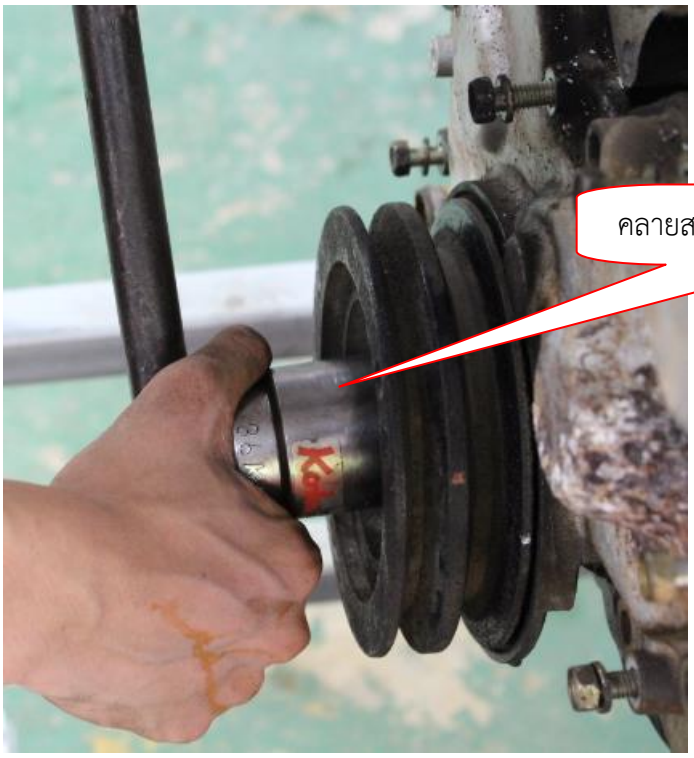
ประแจกระบอก

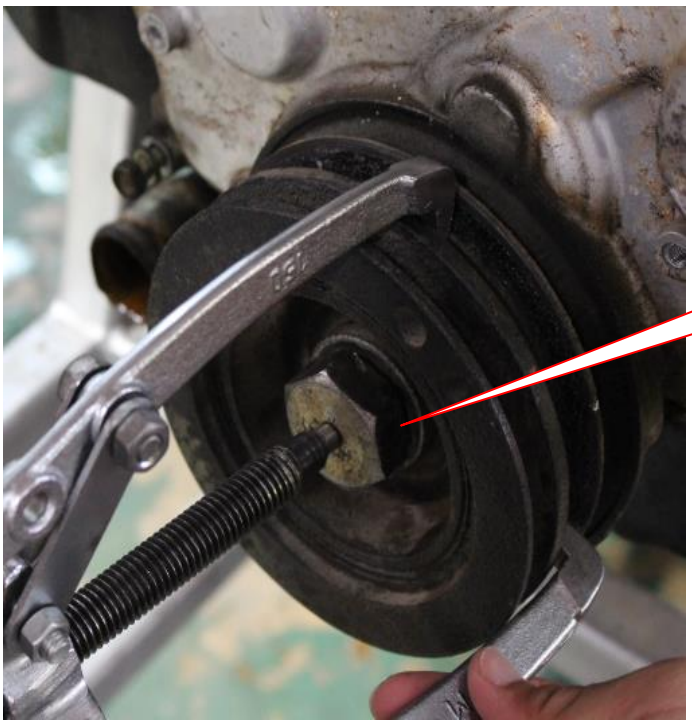
ประแจวัดแรงบิด


เครื่องมือถอดพูลเลย์

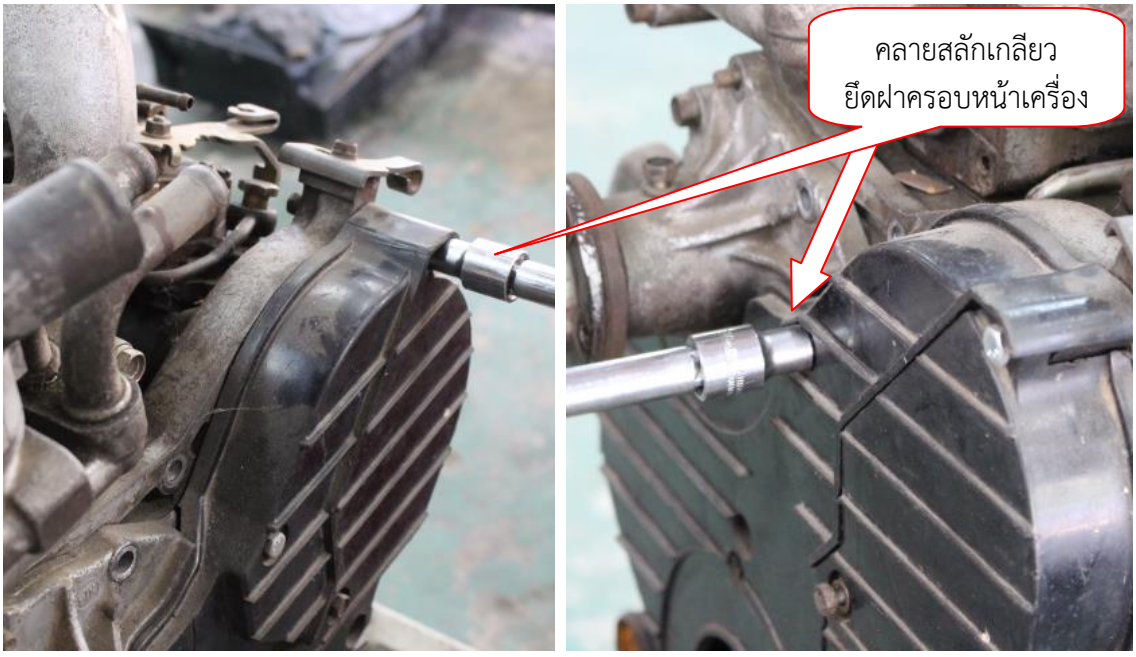
2. ถอดพูลเลย์เพลาข้อเหวี่ยง ใช้ประแจกระบอกคลายสลักเกลียวยึดพูลเลย์เพลาข้อเหวี่ยง ทิศทางทวนเข็มนาฬิกาและใช้เครื่องมือถอดพูลเลย์ออกจากเพลาข้อเหวี่ยง

ข้อควรระวัง: ให้ประกอบน็อตยึดพูลเลย์เพลาข้อเหวี่ยงกลับเข้าไปประมาณ 1-2 เกลียวเพื่อให้เครื่องมือถอดพูลเลย์มีฐานยันในการดึงพูลเลย์ออกจากเพลาข้อเหวี่ยงและป้องกันเกลียวเสียหาย

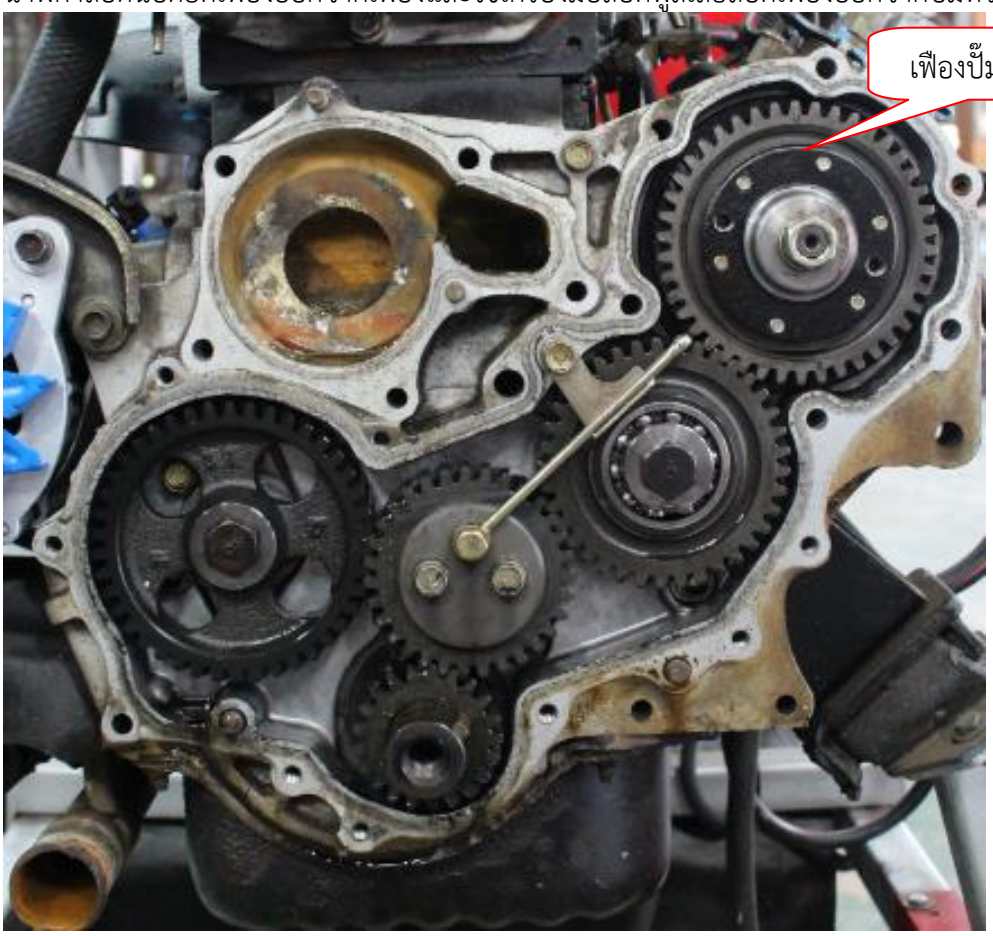


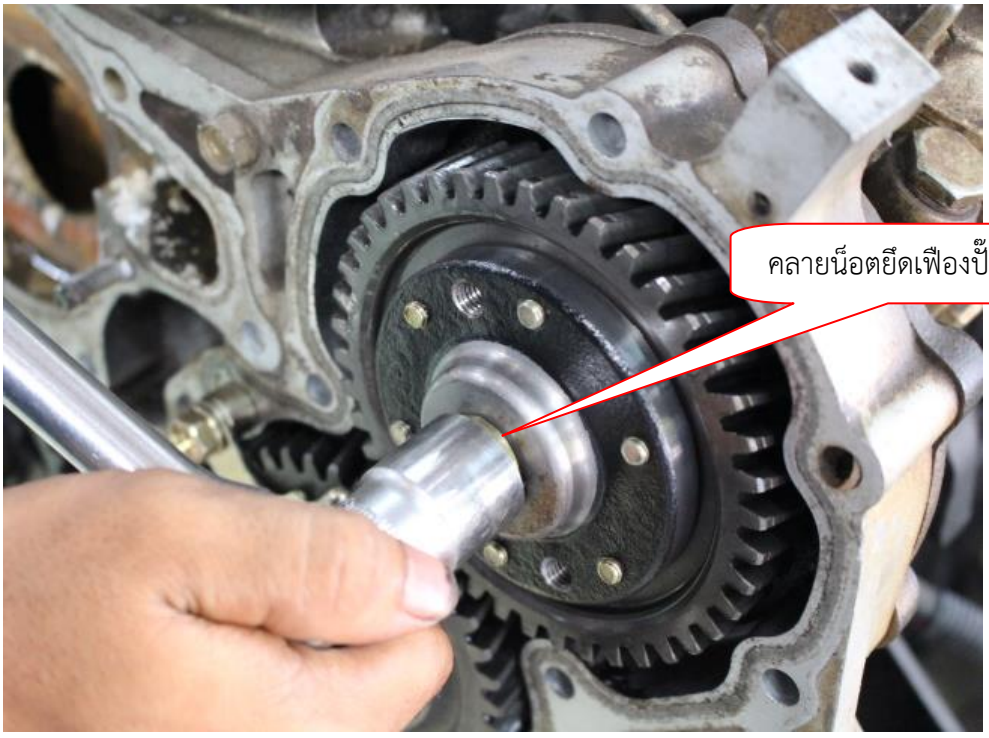


3. ถอดฝาครอบหน้าเครื่องยนต์ใช้ประแจกระบอกคลายน็อตและสลักเกลียวที่ยึดฝาครอบหน้าเครื่องทิศทางทวนเข็มนาฬิกาคลายครั้งละน้อยสลับตัวที่อยู่ตรงข้ามกันจากนั้นถอดฝาครอบหน้าเครื่องออกจากเครื่องยนต์

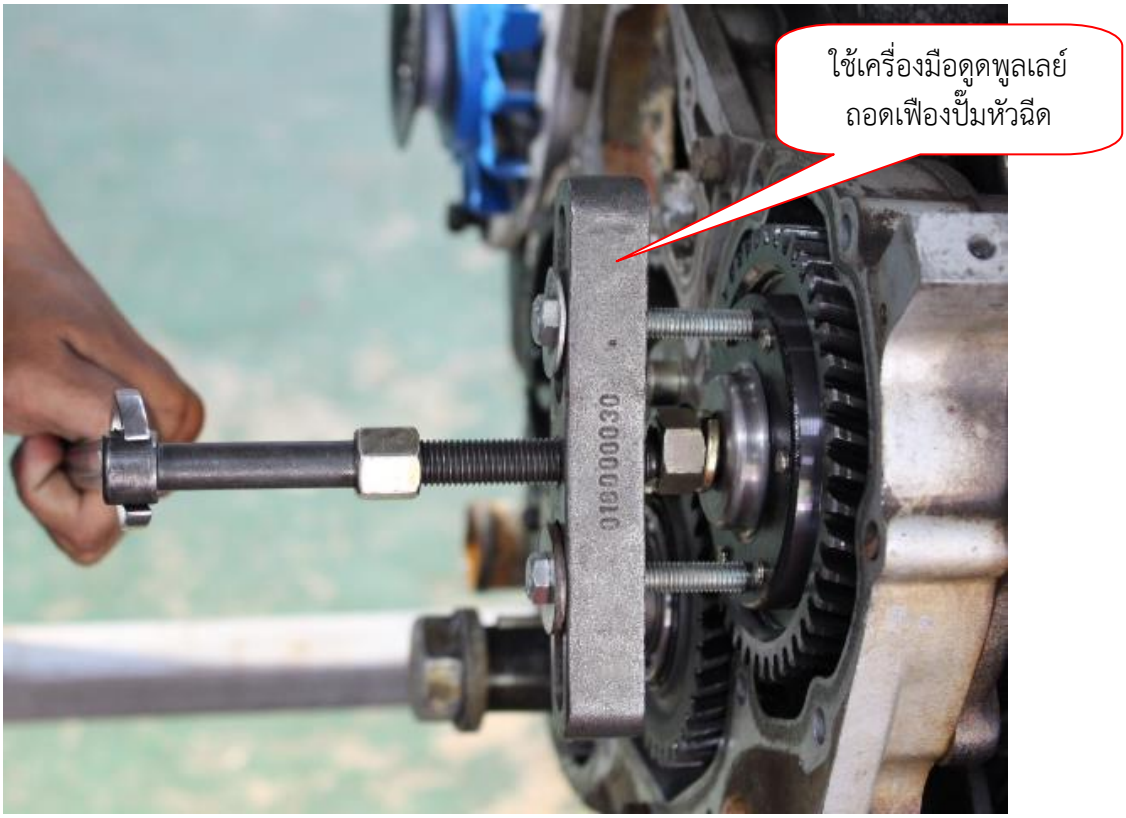


4. ถอดเฟืองปั๊มหัวฉีด ใช้ประแจกระบอกคลายน็อตยึดเฟืองปั๊มหัวฉีดออกในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาถอดน็อตยึดเฟืองออกจากเฟืองและใช้เครื่องมือถอดพูลเลย์ถอดเฟืองออกจากปั๊มหัวฉีด





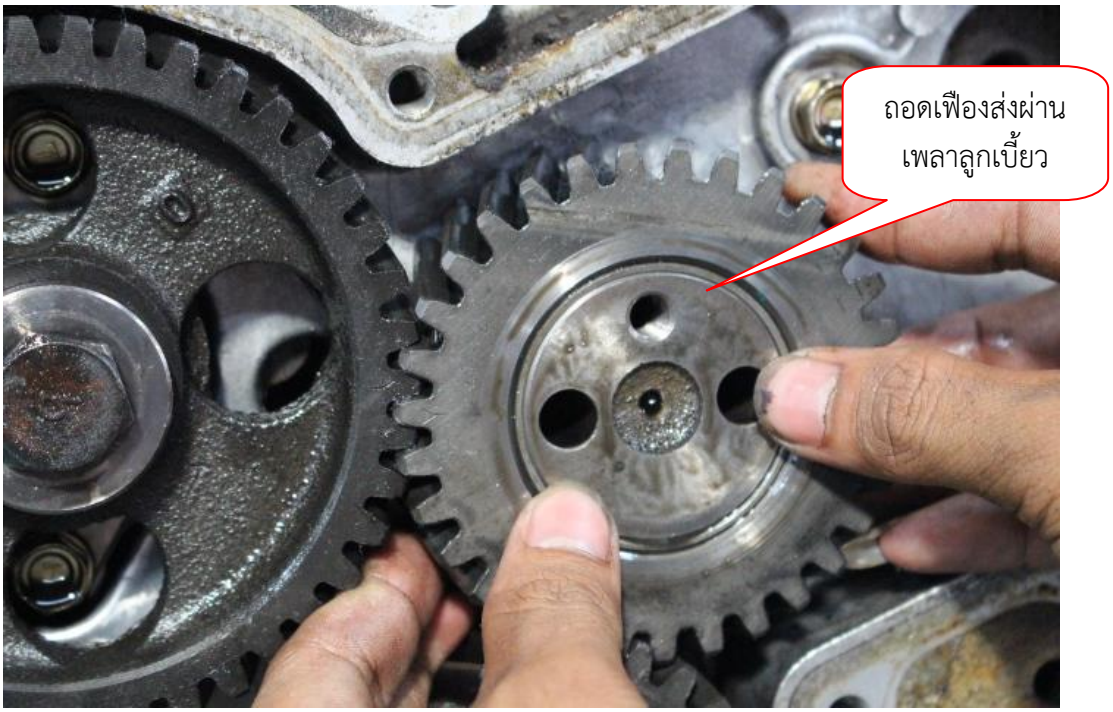
โดยประกอบเครื่องมือถอดพูลเลย์เข้ากับเฟืองปั๊มหัวฉีด ใช้ประแจขันเข้าในทิศทางตามเข็มนาฬิกาจนเฟืองปั๊มหัวฉีดหลุดออกมาจากปลายแกนเพลาปั๊มหัวฉีด จากนั้นนำเครื่องมือถอดพูลเลย์ออกจากเฟืองปั๊มหัวฉีด ถอดน็อตยึดเฟืองปั๊มหัวฉีด ถอดเฟืองปั๊มหัวฉีดออกตามลำดับ

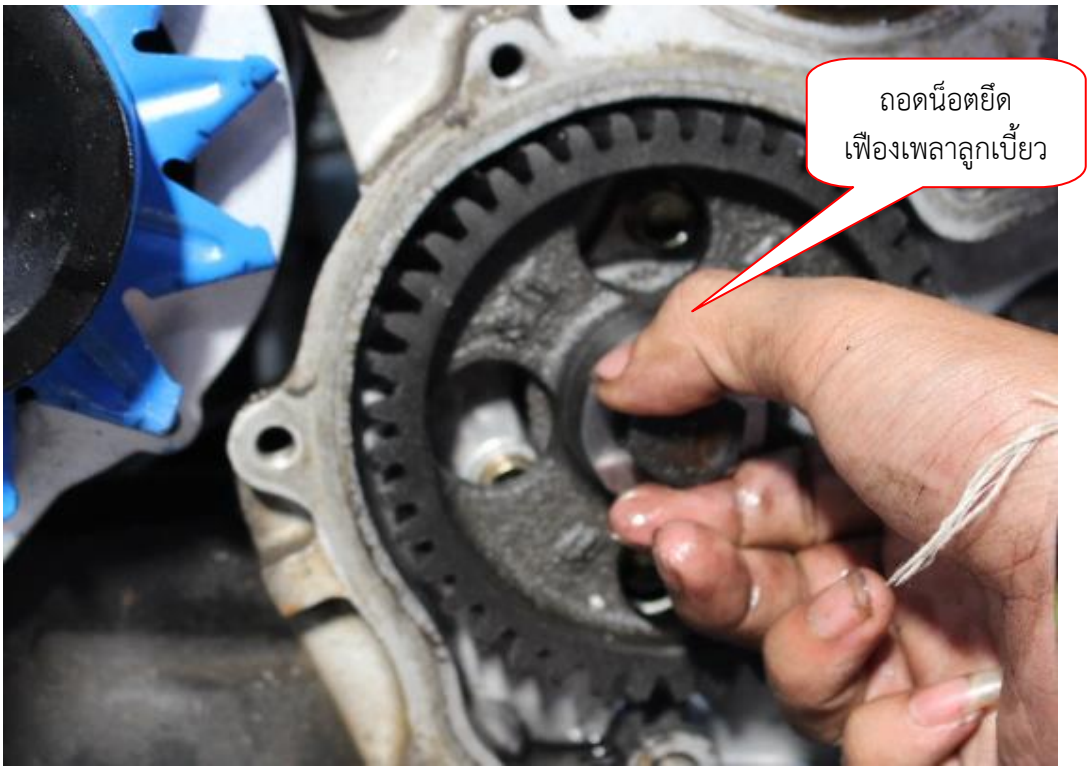


5. ถอดเฟืองส่งผ่านปั๊มหัวฉีดใช้ประแจกระบอกคลายน็อตยึดเฟืองส่งผ่านปั๊มหัวฉีดออกทิศทางทวนเข็มนาฬิกา จากนั้นถอดน็อตยึดเฟืองส่งผ่านปั๊มหัวฉีดด้วยความระมัดระวัง (เฟืองส่งผ่านเครื่องยนต์นี้มีอยู่ 2 เฟือง คือเฟืองส่งผ่านปั๊มหัวฉีดและเฟืองส่งผ่านเพลาลูกเบี้ยว)

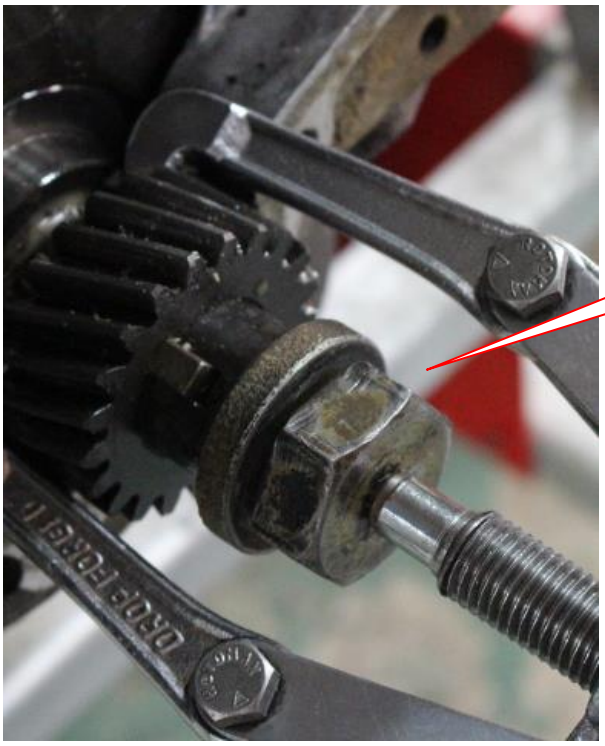
6. ถอดเฟืองส่งผ่านเพลาลูกเบี้ยว และถอดเฟืองเพลาลูกเบี้ยวออก ใช้ประแจคลายสลักเกลียวยึดเฟืองส่งผ่านเพลาลูกเบี้ยวออกทิศทางทวนเข็มนาฬิกา จากนั้นถอดเฟืองส่งผ่านเพลาลูกเบี้ยวออก และใช้ประแจกระบอกคลายสลักเกลียวยึดเฟืองเพลาลูกเบี้ยวออกทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเช่นกัน จากนั้นถอดน็อตยึดเฟืองและถอดเฟืองเพลาลูกเบี้ยวตามลำดับ

ข้อสังเกต: ที่ขอบเฟืองส่งผ่านจะมีเครื่องหมาย Y และที่ขอบเฟืองเพลาลูกเบี้ยวจะมีเครื่องหมาย Y Y





7. ถอดเฟืองเพลาข้อเหวี่ยงใช้ประแจกระบอกคลายสลักเกลียวยึดเฟืองเพลาข้อเหวี่ยงทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ใช้เครื่องมือถอดพูลเลย์ถอดเฟืองเพลาข้อเหวี่ยงโดยประกอบสลักเกลียวกลับเข้าไปประมาณ 1-2 รอบตามภาพ และใช้ประแจขันเครื่องมือถอดพูลเลย์กระทั่งพูลเลย์เลื่อนออกจากปลายเพลาข้อเหวี่ยง และถอดเครื่องมือ ถอดสลักเกลียวยึดเฟืองเพลาข้อเหวี่ยงและถอดเฟืองเพลาข้อเหวี่ยงออกตามลำดับ



การตรวจสอบเฟืองเพลาลูกเบี้ยว

1. ตรวจสอบการชำรุดสึกหรอ ล้างทำความสะอาดเฟืองด้วยน้ำมันล้างชิ้นส่วนใช้ลมเป่าให้แห้ง และตรวจสอบรอยแตกร้าวของเฟืองด้วยสายตา

บันทึกผลการตรวจสอบเฟืองเพลาข้อเหวี่ยง

☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

บันทึกผลการตรวจสอบเฟืองเพลาลูกเบี้ยว

☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

บันทึกผลการตรวจสอบเฟืองส่งผ่านเพลาลูกเบี้ยว

☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

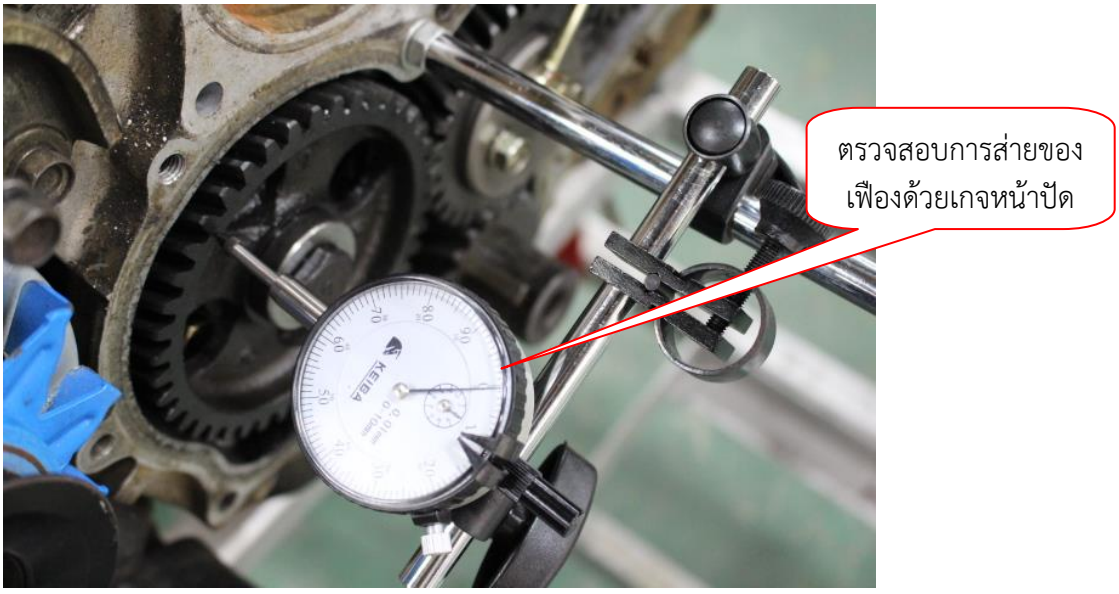
บันทึกผลการตรวจสอบเฟืองปั๊มหัวฉีด

☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

บันทึกผลการตรวจสอบเฟืองส่งผ่านปั๊มหัวฉีด

☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

2. ตรวจสอบการส่ายของเฟืองด้วยเกจหน้าปัด (Dial gauge) โดยประกอบเฟืองกลับตำแหน่งเดิมทุกเฟืองเพื่อตรวจสอบการส่าย (ถ้าพบเฟืองใดมีค่าเกินมาตรฐานให้เปลี่ยนเฟืองใหม่ก่อนประกอบใช้งานจริง) โดยติดตั้งเกจหน้าปัด (Dial gauge) ดังภาพปรับตั้งเข็มหน้าปัดให้ตรงกับขีด “0” จากนั้นให้ใช้ประแจกระบอกขันสลักเกลียวทิศทางตามเข็มนาฬิกาหมุนเครื่องยนต์ให้เฟืองเคลื่อนที่ครบรอบสังเกตจุดที่เข็มหน้าปัดชี้สูงสุด จากนั้นให้หมุนเครื่องยนต์ไปอีก 1 รอบทิศทางตามเข็มนาฬิกาเพื่อกลับไปยังตำแหน่งที่เข็มหน้าปัดเคยชี้สูงสุดจากนั้นให้อ่านค่าจากเกจหน้าปัด (Dial gauge) กำหนดให้ใช้ค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อมเครื่องยนต์ 0.10-0.17 มิลลิเมตรไม่เกิน 0.30 มิลลิเมตร ถ้าเกินต้องเปลี่ยนเฟืองใหม่ตรวจสอบให้ครบทุกเฟือง



บันทึกผลการตรวจการส่ายของเฟืองเพลาข้อเหวี่ยง

ค่าที่วัดได้.....ม.ม. ☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

บันทึกผลการตรวจการส่ายของเฟืองเพลาลูกเบี้ยว

ค่าที่วัดได้.....ม.ม. ☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

บันทึกผลการตรวจการส่ายของเฟืองส่งผ่านเพลาลูกเบี้ยว

ค่าที่วัดได้.....ม.ม. ☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

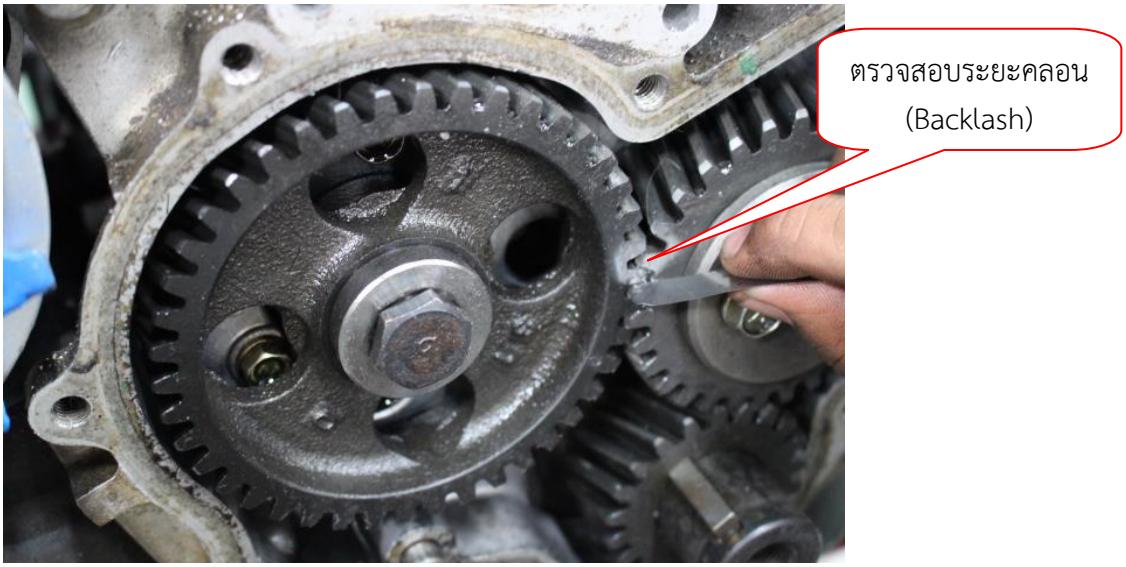
บันทึกผลการตรวจการส่ายของเฟืองปั๊มหัวฉีด

ค่าที่วัดได้.....ม.ม. ☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

บันทึกผลการตรวจการส่ายของเฟืองส่งผ่านปั๊มหัวฉีด

ค่าที่วัดได้.....ม.ม. ☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

3. ตรวจสอบระยะคลอน (Backlash) ของเฟืองด้วยฟีลเลอร์เกจ (Feeler Gauge) โดยใช้ฟีลเลอร์เกจสอดวัดช่องว่างของเฟืองตามภาพ กำหนดให้ใช้ค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อมเครื่องยนต์ที่ 0.07 มิลลิเมตรไม่เกิน 0.30 มิลลิเมตร ถ้าเกินต้องเปลี่ยนเฟืองใหม่



บันทึกผลการตรวจระยะคลอน (Backlash) เฟืองเพลาลูกเบี้ยวกับเฟืองส่งผ่าน

ค่าที่วัดได้.....ม.ม. ☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

บันทึกผลการตรวจระยะคลอน (Backlash) เฟืองเพลาข้อเหวี่ยงกับเฟืองส่งผ่าน

ค่าที่วัดได้.....ม.ม. ☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

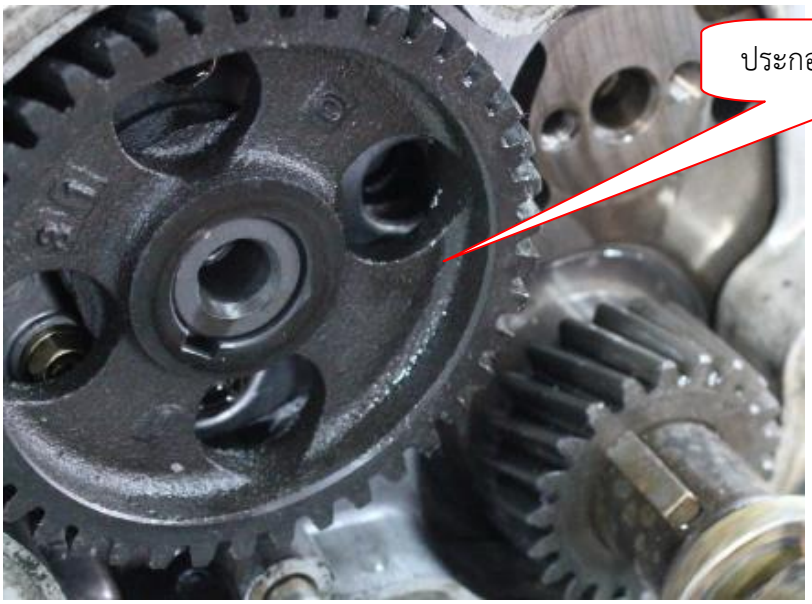
บันทึกผลการตรวจระยะคลอน (Backlash) เฟืองปั๊มหัวฉีดกับเฟืองส่งผ่าน

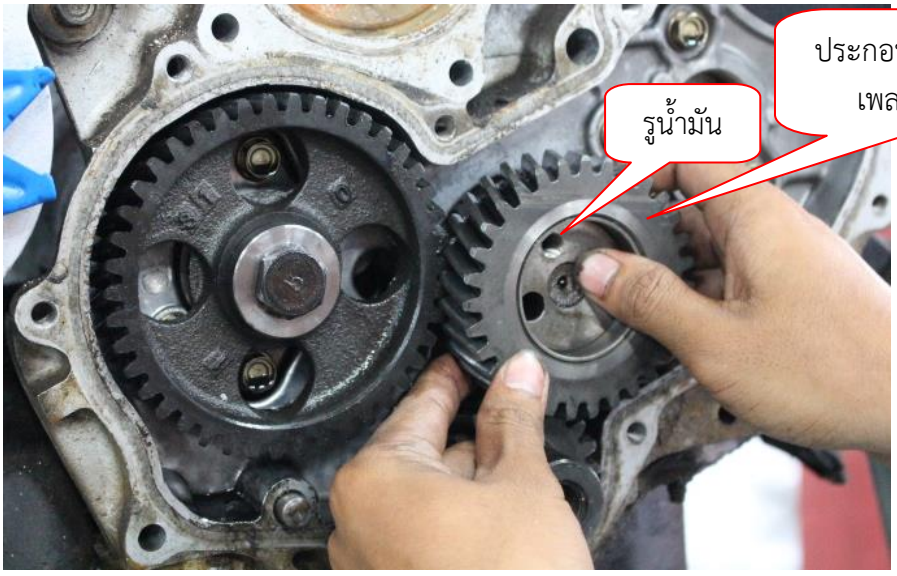
ค่าที่วัดได้.....ม.ม. ☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

การประกอบเฟืองเพลาลูกเบี้ยว

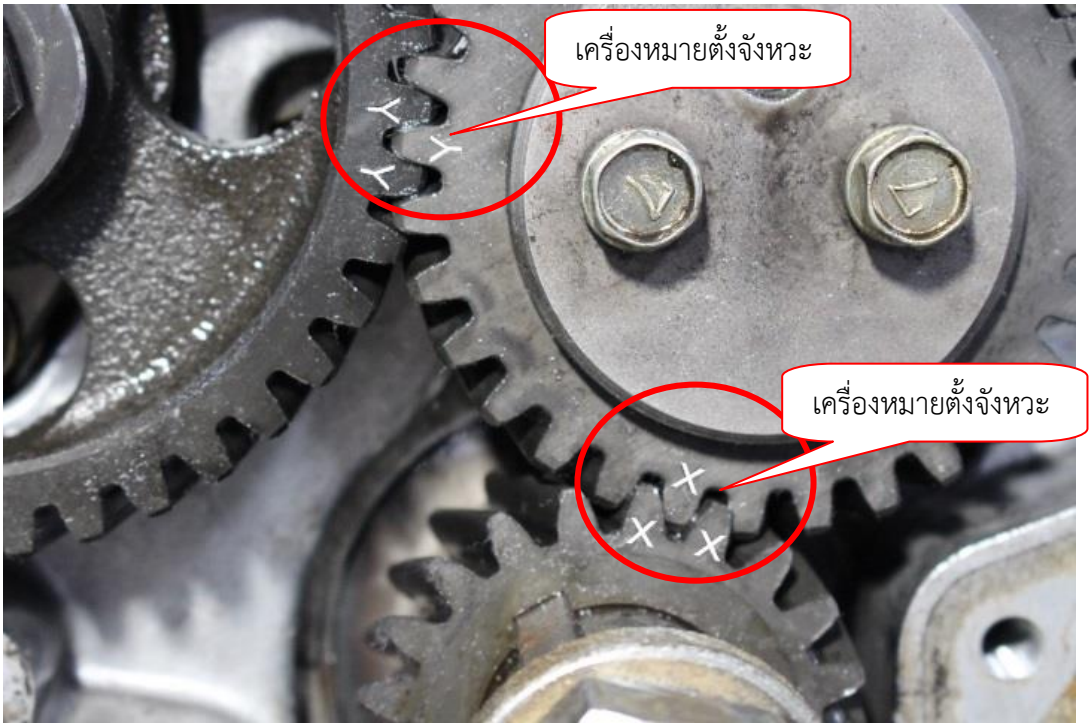
1. ประกอบเฟืองเพลาข้อเหวี่ยง โดยชโลมน้ำมันหล่อลื่นที่บริเวณปลายเพลาข้อเหวี่ยงและให้ประกอบเฟืองเข้ากับเพลาข้อเหวี่ยงโดยให้ร่องลิ่มที่เฟืองตรงกับลิ่มปลายเพลาข้อเหวี่ยง จากนั้นให้ดันเฟืองเข้าไปในเพลาข้อเหวี่ยงจนสุดเฟือง จากนั้นประกอบเฟืองเพลาลูกเบี้ยวและประกอบเฟืองส่งผ่านเพลาลูกเบี้ยวตามลำดับ โดยให้รูน้ำมันที่เฟืองส่งผ่านเพลาลูกเบี้ยวตรงกับรูน้ำมันด้านหน้าเสื้อสูบด้วย

ชโลมน้ำมันหล่อลื่นที่ปลายเพลา
ประกอบเฟืองเพลาข้อเหวี่ยง
ลิ่ม
ร่องลิ่ม

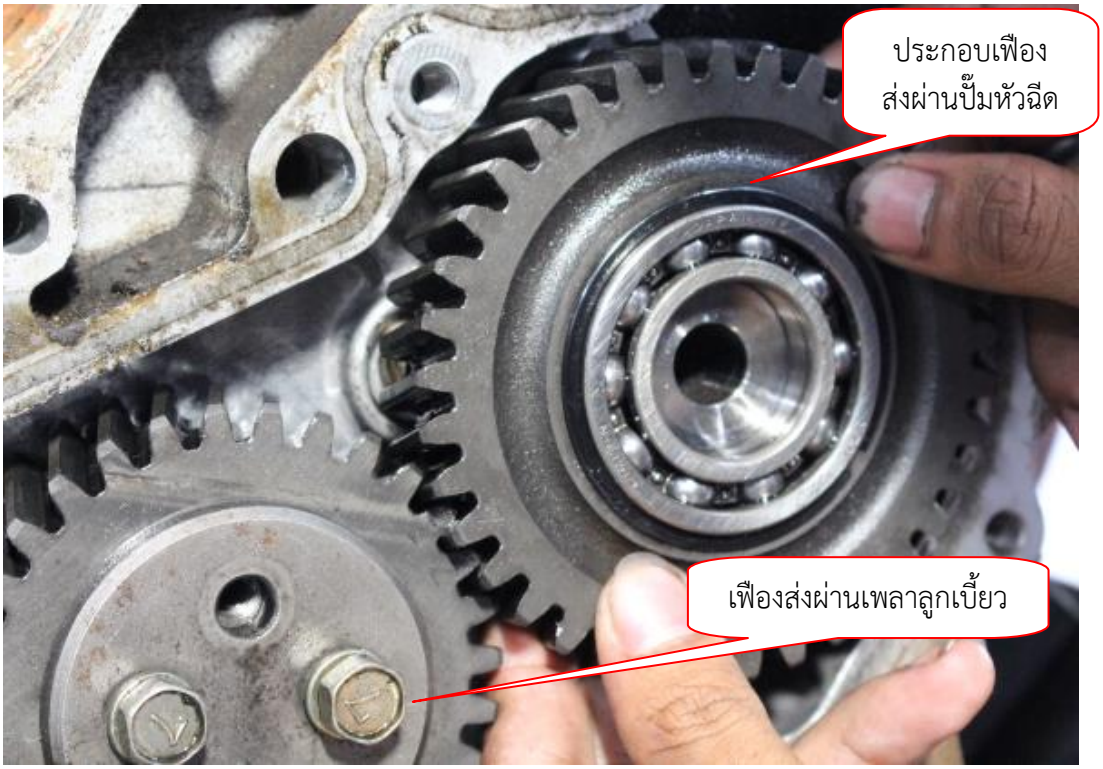

ประกอบเฟืองเพลาลูกเบี้ยว

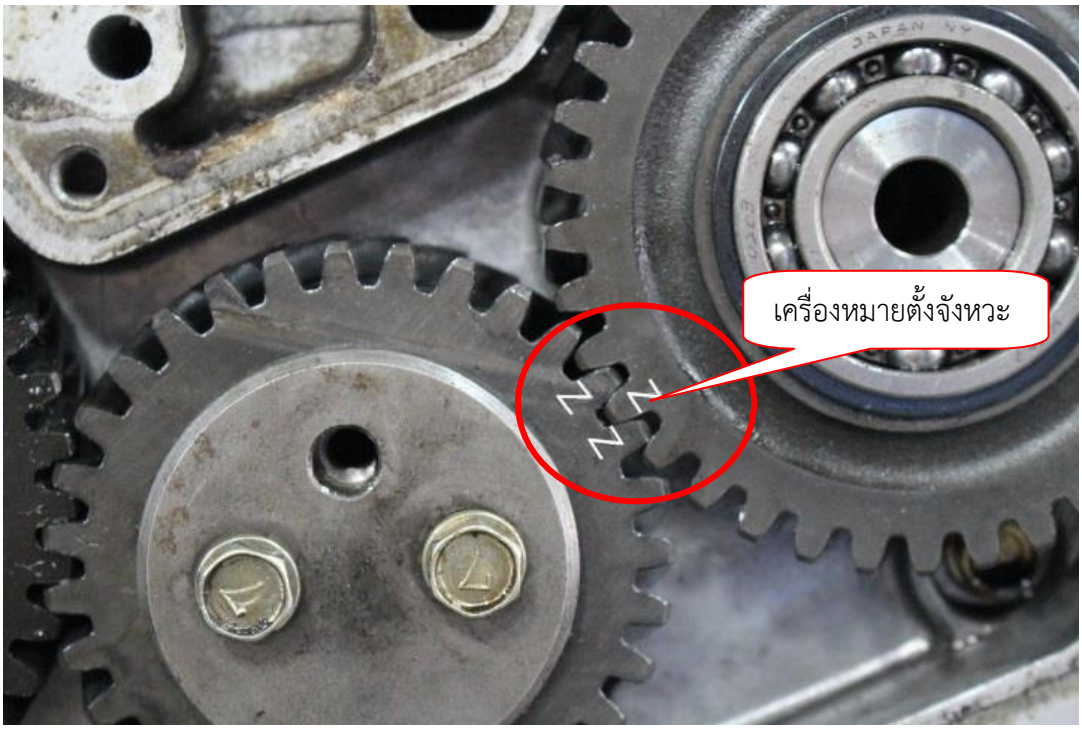

ประกอบเฟืองส่งผ่าน
เพลาลูกเบี้ยว
รูน้ำมัน

2. จัดตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะ X ที่ขอบเฟืองส่งผ่านเพลาลูกเบี้ยวให้ตรงกับเครื่องหมายตั้งจังหวะ X X ที่ขอบเฟืองเพลาข้อเหวี่ยงและจัดตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะ Y ที่ขอบเฟืองส่งผ่านให้ตรงกับเครื่องหมายตั้งจังหวะ Y Y ที่ขอบเฟืองเพลาลูกเบี้ยว จากนั้นประกอบสลักเกลียวยึดเฟืองเพลาลูกเบี้ยวขันเข้าในทิศทางตามเข็มนาฬิกาและขันให้แน่นด้วยประแจวัดแรงบิด กำหนดให้ใช้ค่าการขันตามมาตรฐานคู่มือซ่อม 10-12 kg-m หรือ 72.4-86.8 lb-ft หรือ 98.1-117.7 Nm และขันสลักเกลียวยึดเฟืองส่งผ่านเพลาลูกเบี้ยวขันให้แน่นด้วยประแจวัดแรงบิดกำหนดค่าการขันตามมาตรฐานคู่มือซ่อม 1.4-2.4 kg-m หรือ 10.1-17.3 lb-ft หรือ 13.7-23.5 Nm

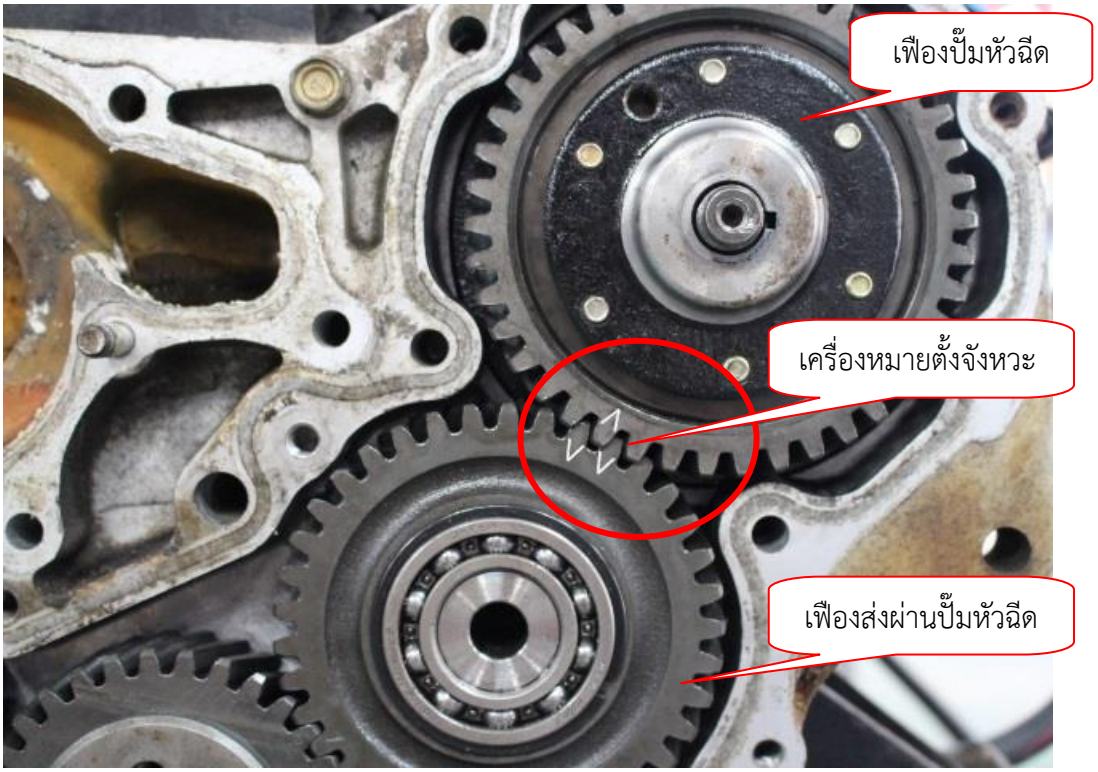


3. ประกอบเฟืองส่งผ่านปั๊มหัวฉีดเข้ากับเฟืองส่งผ่านเพลาลูกเบี้ยว โดยสังเกตเครื่องหมายตั้งจังหวะ Z ที่ขอบเฟืองต้องตรงกัน จากนั้นจัดตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะ Z Z ที่ขอบเฟืองส่งผ่านปั๊มหัวฉีดให้ตรงกับเครื่องหมายตั้งจังหวะ Z ที่ขอบเฟืองส่งผ่านเพลาลูกเบี้ยว

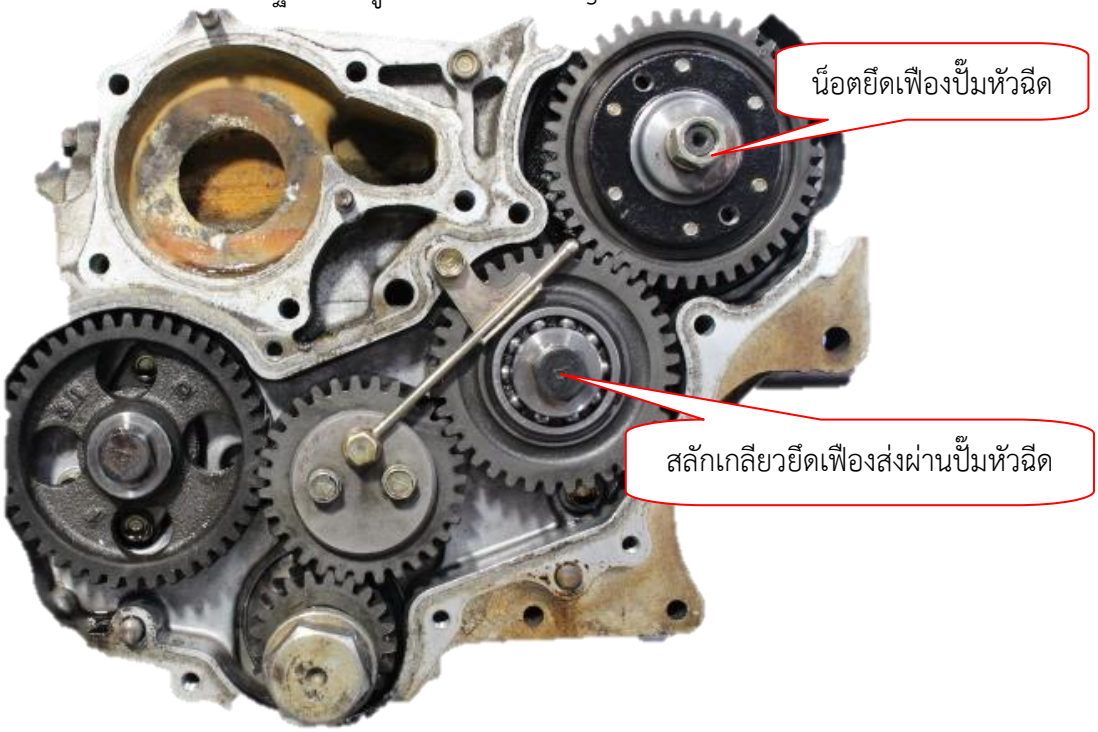




4. ประกอบเฟืองปั๊มหัวฉีดเข้ากับเฟืองส่งผ่านปั๊มหัวฉีด จัดตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะ V ที่ขอบเฟืองปั๊มหัวฉีดให้ตรงกับเครื่องหมายตั้งจังหวะ V V ที่ขอบเฟืองส่งผ่านปั๊มหัวฉีด จากนั้นประกอบสลักเกลียวยึดเฟืองส่งผ่านปั๊มหัวฉีดขันเข้าทิศทางตามเข็มนาฬิกาและขันให้แน่นด้วยประแจวัดแรงบิดกำหนดให้ใช้ค่าการขันมาตรฐานตามคู่มือซ่อม 6.6-8.7 kg-m หรือ 48-63 lb-ft หรือ 66-85 Nm

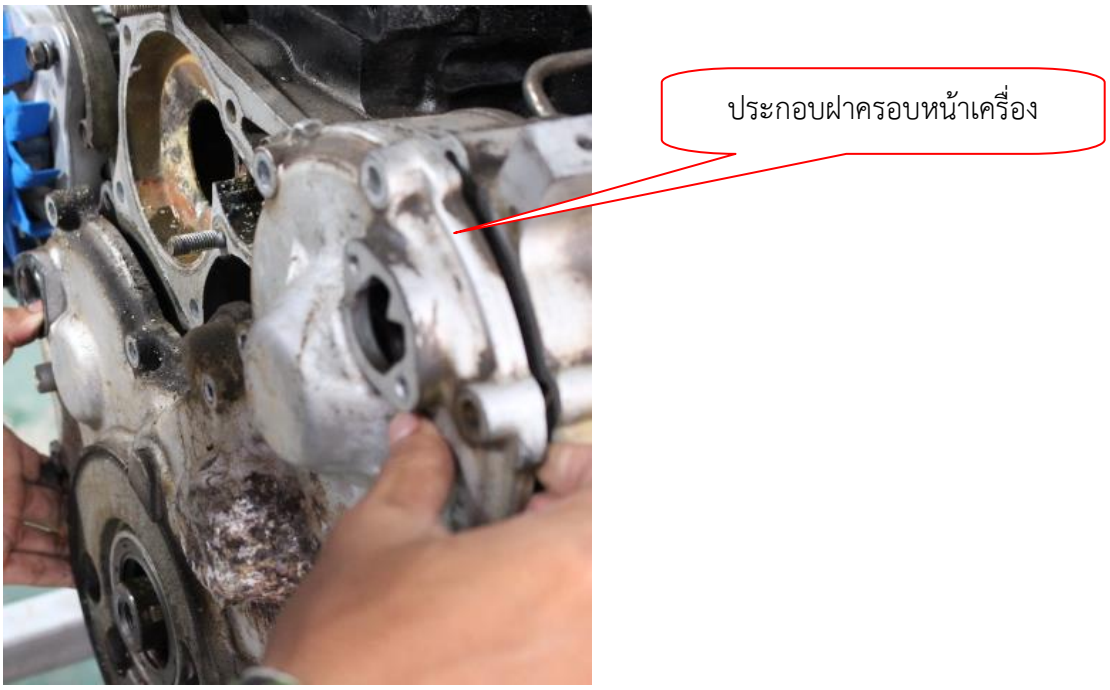


ประกอบน็อตยึดเฟืองปั๊มหัวฉีดขันเข้าในทิศทางตามเข็มนาฬิกาและขันให้แน่นด้วยประแจวัดแรงบิด กำหนดให้ใช้ค่าการขันมาตรฐานตามคู่มือซ่อม 6.6-8.7 kg-m หรือ 48-63 lb-ft หรือ 66-85 Nm



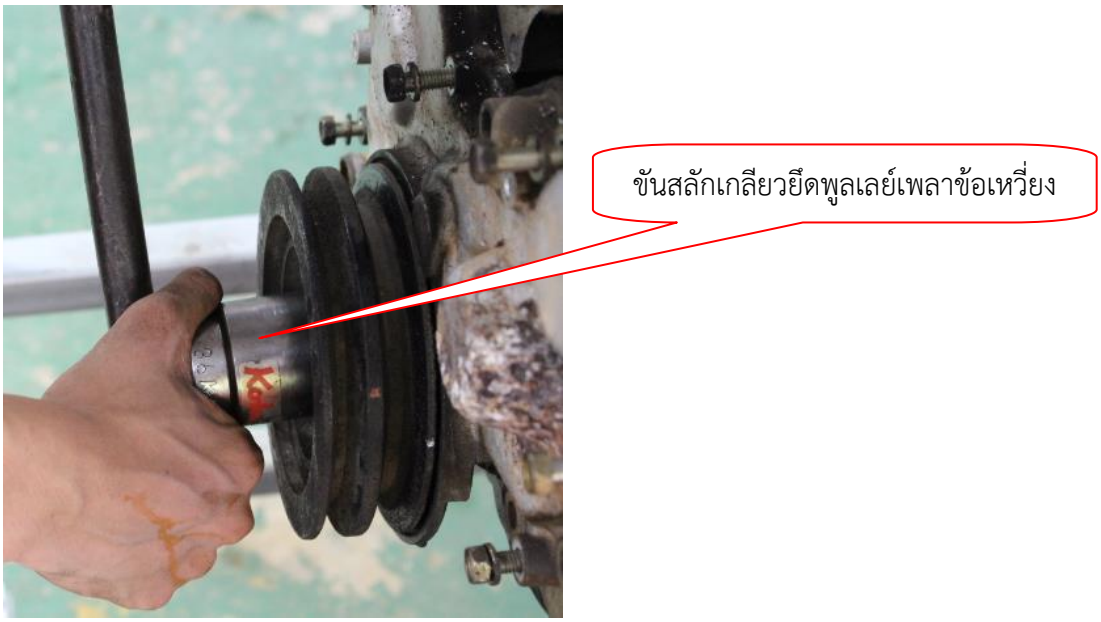
5. ใช้ประแจกระบอกหมุนเครื่องยนต์ในทิศทางตามเข็มนาฬิกาเพื่อตรวจสอบกลไกการทำงานของเครื่องยนต์หลังการปฏิบัติงาน

6. ประกอบฝาครอบหน้าเครื่อง ขันน็อตและสลักเกลียวยึดฝาครอบทิศทางตามเข็มนาฬิกาและขันให้แน่นด้วยประแจวัดแรงบิดกำหนดให้ใช้ค่าการขันมาตรฐานตามคู่มือซ่อม 1.4-2.4 kg-m หรือ 10.1-17.3 lb-ft หรือ 13.7-23.5 Nm



ข้อควรระวัง: น็อตยึดฝาครอบหน้าเครื่องมีขนาดเล็กถ้าขันเกินค่ากำหนดน็อตและสลักเกลียวจะขาด

8. ประกอบพูลเลย์เพลาข้อเหวี่ยง ชโลมน้ำมันหล่อลื่นที่ปลายเพลาข้อเหวี่ยงเล็กน้อยจากนั้นจัดตำแหน่งร่องลิ่มที่พูลเลย์เพลาข้อเหวี่ยงให้ตรงกับลิ่มที่ปลายเพลาข้อเหวี่ยงดันพูลเลย์เพลาข้อเหวี่ยงเข้าไปในปลายเพลาข้อเหวี่ยงจนสุดปลายเพลา จากนั้นขันสลักเกลียวยึดพูลเลย์เพลาข้อเหวี่ยงทิศทางตามเข็มนาฬิกาและขันให้แน่นด้วยประแจวัดแรงบิดกำหนดให้ใช้ค่าการขันมาตรฐานตามคู่มือซ่อม 17-25 kg-m หรือ 123.-151.9 lb-ft หรือ 166.7-205.9 Nm



9. ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์

ใบสั่งงานที่ 4.1 งานเฟืองเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์ดีเซล

คำสั่ง ให้ถอดประกอบเฟืองเพลาลูกเบี้ยว (เวลา 30 นาที)

คำสั่งย่อย

1. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 3 รอให้ตรวจ
2. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 4 รอให้ตรวจ
3. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 5 รอให้ตรวจ
4. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 6 รอให้ตรวจ

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. เตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์
2. ถอดฝาครอบหน้าเครื่อง
3. ถอดเฟืองเพลาลูกเบี้ยว
4. ตรวจสอบเฟืองเพลาลูกเบี้ยว
5. จัดตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะเฟืองเพลาลูกเบี้ยว
6. ประกอบเฟืองเพลาลูกเบี้ยว
7. ประกอบฝาครอบหน้าเครื่อง
8. ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์

เครื่องมือ

1. เครื่องยนต์ดีเซล
2. ตู้เครื่องมือ ชุดประแจกระบอก ชุดประแจแหวน ประแจวัดแรงบิด
3. เครื่องมือถอดพูลเลย์ เกจหน้าปัด (Dial gauge) ฟีลเลอร์เกจ (Feeler gauge)

วัสดุอุปกรณ์

ผ้าสะอาด น้ำมันหล่อลื่น และถุงมือ

ใบประเมินผลปฏิบัติงานที่ 4.1 งานเฟืองเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์ดีเซล

ชื่อนักเรียน.....วัน/เดือน/ปี.....

เริ่มปฏิบัติงานเวลา.....เสร็จเวลา.....รวมเวลาปฏิบัติงาน.....

จุดประเมิน	ผลการประเมิน		หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน			
1.1 เตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์			
1.2 ถอดฝาครอบหน้าเครื่องได้			
1.3 ถอดเฟืองเพลาลูกเบี้ยวได้			
1.4 ตรวจสอบเฟืองเพลาลูกเบี้ยวด้วยสายตาได้			
1.5 ตรวจสอบการส่ายของเฟืองเพลาลูกเบี้ยวได้			
1.6 ตรวจสอบระยะคลอนเฟืองเพลาลูกเบี้ยวได้			
1.7 จัดตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะได้			
1.8 ประกอบเฟืองเพลาลูกเบี้ยวได้			
1.9 ประกอบฝาครอบหน้าเครื่องได้			
1.10 ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์			
2. คุณภาพของผลงาน (วัดได้)			
2.1 เฟืองเพลาลูกเบี้ยวไม่ได้รับความเสียหาย			
2.2 น็อตและสลักเกลียวไม่ได้รับความเสียหาย			

จุดประเมิน	ผลการประเมิน				หมายเหตุ
	ดีมาก	ดี	พอใช้	แก้ไข	
2. คุณภาพของผลงาน (วัดไม่ได้)					
- ความประณีต					
- ความเรียบร้อย รอบคอบ					
3. เจตคติกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน					
- ความรับผิดชอบ					
- ความสะอาด					
- ความปลอดภัย					

ผลการประเมิน:

☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน เนื่องจาก .....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน: .....

หน่วยที่ 5 งานสายพานเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์ดีเซล

หัวข้อเรื่อง

1. ชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบของสายพานเพลาลูกเบี้ยว
2. ข้อดีข้อเสียของสายพานเพลาลูกเบี้ยว
3. การถอดสายพานเพลาลูกเบี้ยว
4. การตรวจสอบสายพานเพลาลูกเบี้ยว
5. การจัดตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะสายพานเพลาลูกเบี้ยว
6. การประกอบสายพานเพลาลูกเบี้ยว

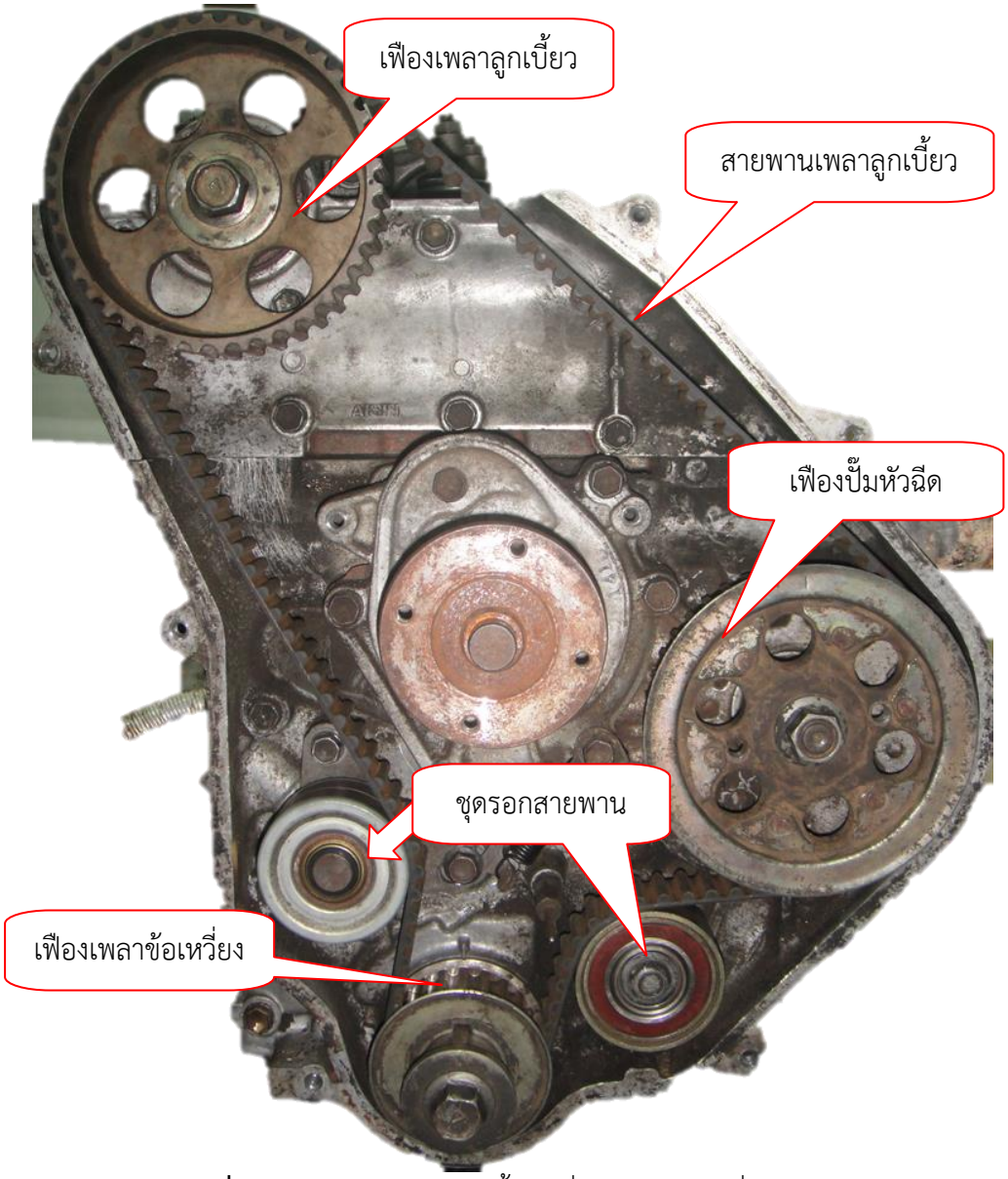
สาระสำคัญ

สายพานเพลาลูกเบี้ยว (Timing belt) ทำหน้าที่ควบคุมจังหวะและกำหนดเวลาการทำงานของเครื่องยนต์ให้ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นและลงทำงานสัมพันธ์กับกลไกควบคุมการเปิดปิดลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียสัมพันธ์กับการทำงานของปั๊มหัวฉีด (Injection pump) ในการส่งน้ำมันให้กับหัวฉีดฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อจุดระเบิดได้อย่างถูกต้องแม่นยำทำให้เครื่องยนต์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเต็มกำลังของเครื่องยนต์ต่อไป สายพานเพลาลูกเบี้ยวประกอบด้วยเฟืองเพลาลูกเบี้ยว เฟืองเพลาข้อเหวี่ยง เฟืองปั๊มหัวฉีด รอกตึงสายพาน และสายพานเพลาลูกเบี้ยว ข้อดีคือเสียงเงียบ เหมาะกับเครื่องยนต์รอบสูงชิ้นส่วนต่างๆ มีอายุการใช้งานนานเนื่องจากฟันเฟืองต่างๆ ไม่กระทบหรือขบกันโดยตรง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบของสายพานเพลาลูกเบี้ยวได้
2. บอกข้อดีข้อเสียของสายพานเพลาลูกเบี้ยวได้
3. ถอดสายพานเพลาลูกเบี้ยวได้
4. ตรวจสอบสายพานเพลาลูกเบี้ยวได้
5. จัดตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะสายพานเพลาลูกเบี้ยวได้
6. ประกอบสายพานเพลาลูกเบี้ยวได้
7. มีกิจนิสัยที่ดีในการเรียนและการปฏิบัติงาน

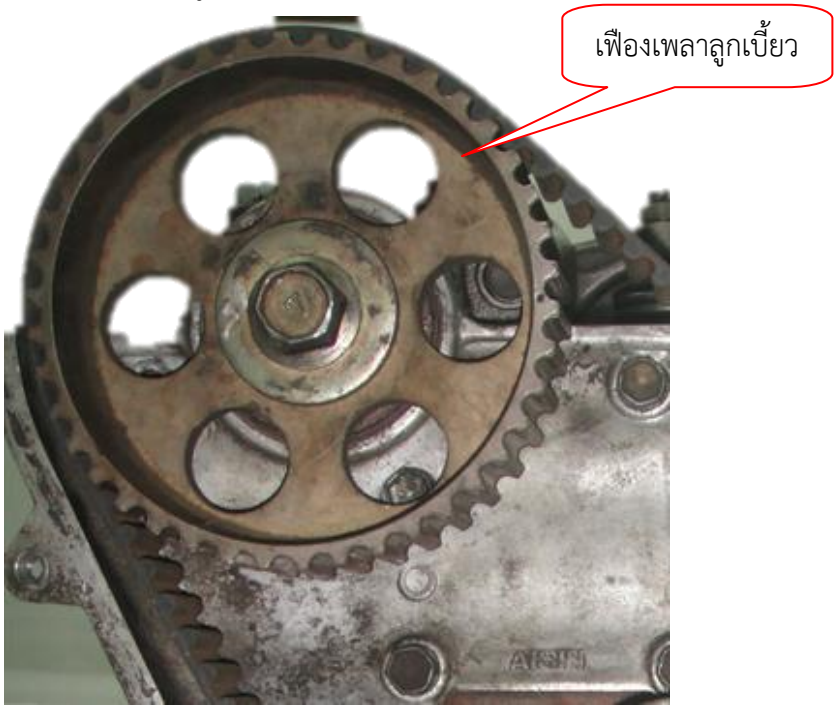
1. ชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบของสายพานเพลาลูกเบี้ยว (Timing belt)



ภาพที่ 5-1 สายพานเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์ดีเซล (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

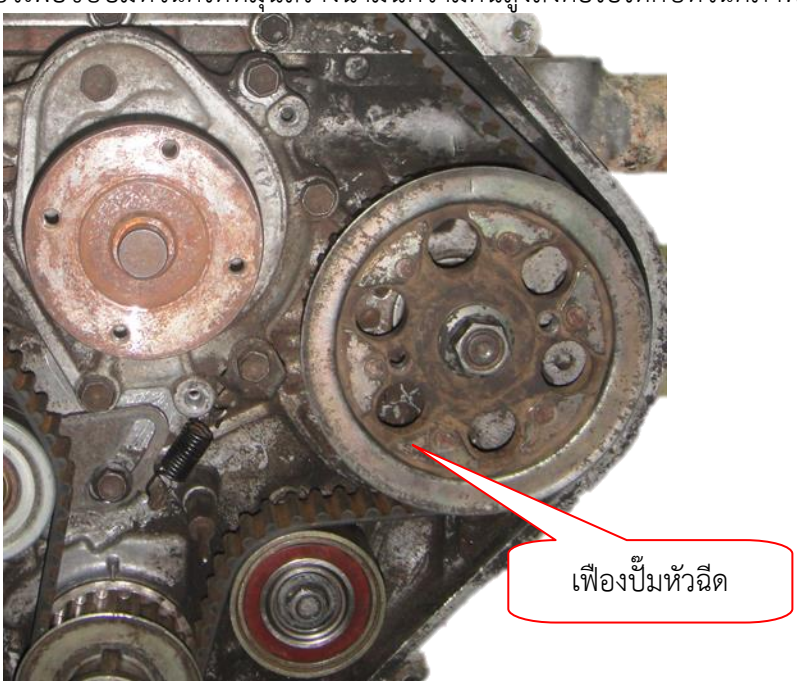
สายพานเพลาลูกเบี้ยว (Timing belt) ตามพจนานุกรมศัพท์ยานยนต์และเครื่องยนต์ฉบับราชบัณฑิตยสถานที่ถูกต้องเรียกว่า สายพานเพลาลูกเบี้ยว (ในศูนย์บริการรถยนต์และอู่ซ่อมรถยนต์ต่างๆ ส่วนใหญ่นิยมเรียกว่า “สายพานไทมิ่ง” ซึ่งหมายถึงสิ่งเดียวกันดังนั้นขอให้ผู้เรียนเข้าใจและไม่สับสนเมื่อออกไปทำงาน) เป็นชิ้นส่วนที่กำหนดจังหวะเวลาการทำงานของเครื่องยนต์ให้ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นและลงสัมพันธ์กับกลไกควบคุมการเปิดปิดลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียในแต่ละจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพชุดของสายพานเพลาลูกเบี้ยวประกอบด้วย เฟืองปั๊มหัวฉีด เฟืองเพลาลูกเบี้ยว เฟืองเพลาข้อเหวี่ยง ชุดรอกสายพาน และสายพานเพลาลูกเบี้ยว ภาพที่ 5-1

1.1 เฟืองเพลาลูกเบี้ยว (Camshaft gear) มีหน้าที่รับกำลังขับจากเฟืองเพลาข้อเหวี่ยงผ่านทางสายพานเพลาลูกเบี้ยวเพื่อขับให้เพลาลูกเบี้ยวหมุนควบคุมกลไกการเปิดปิดลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย



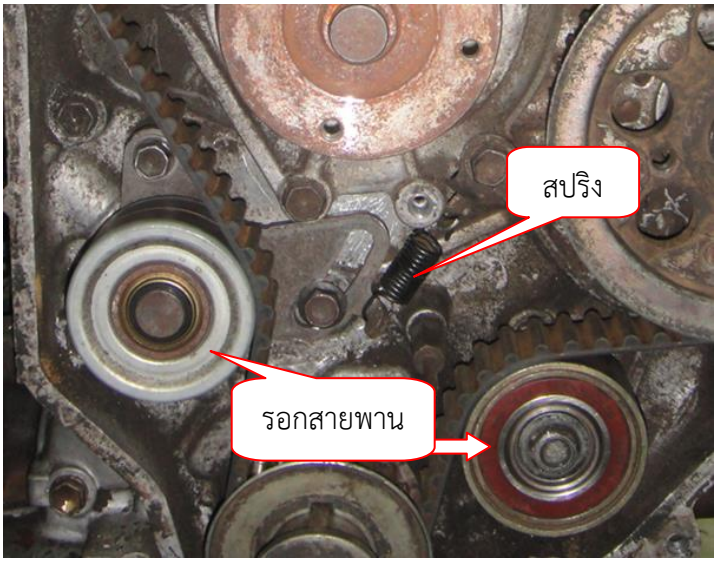
ภาพที่ 5-2 เฟืองเพลาลูกเบี้ยว (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

1.2 เฟืองปั๊มหัวฉีด (Injection pump gear) มีหน้าที่รับกำลังขับมาจากเฟืองเพลาข้อเหวี่ยงผ่านสายพานเพลาลูกเบี้ยวเพื่อขับปั๊มหัวฉีดให้หมุนสร้างน้ำมันความดันสูงส่งต่อไปให้กับหัวฉีดภาพที่ 5-3



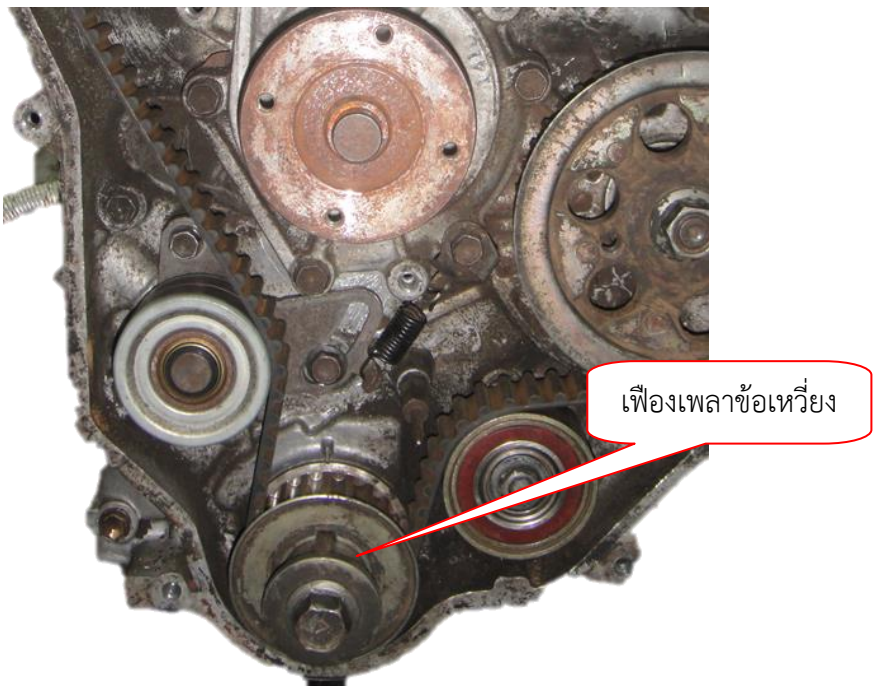
ภาพที่ 5-3 เฟืองปั๊มหัวฉีด (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

1.3 ชุดรอกสายพาน (Pulley) มีหน้าที่คล้องสายพานเพื่อหมุนสายพานและรั้งสายพานชุดรอกสายพานประกอบด้วยรอกจำนวน 2 ตัวและสปริงจำนวน 1 ตัว โดยที่ความแข็งของสปริงจะทำหน้าที่ตึงสายพานเพลาลูกเบี้ยวให้ได้ระยะถูกต้องตามมาตรฐานคู่มือซ่อมภาพที่ 5-4



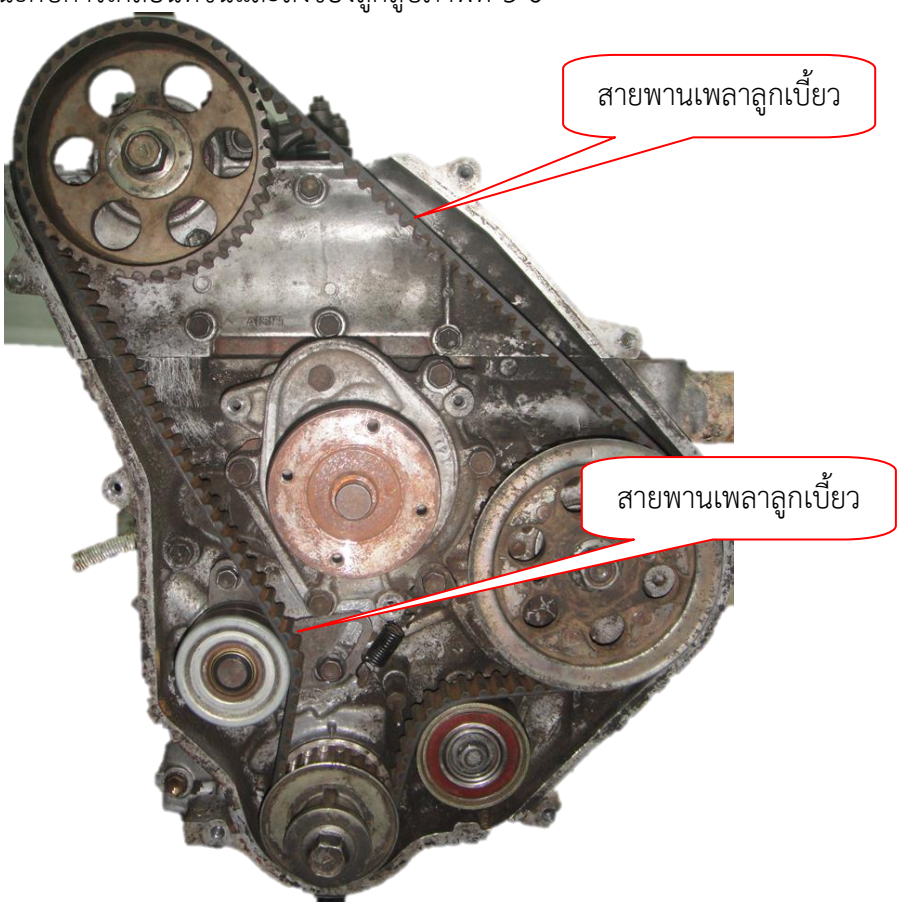
ภาพที่ 5-4 ชุดรอกสายพาน (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

1.4 เฟืองเพลาข้อเหวี่ยง (Crankshaft gear) เพลาข้อเหวี่ยงเป็นแหล่งกำลังหลักของเครื่องยนต์ในการส่งผ่านแรงหรือกำลังจากการเคลื่อนที่โดยการหมุน เฟืองเพลาข้อเหวี่ยงมีหน้าที่ ส่งถ่ายกำลังผ่านสายพานเพลาลูกเบี้ยวไปหมุนขับเฟืองต่างๆ ภาพที่ 5-5



ภาพที่ 5-5 เฟืองเพลาข้อเหวี่ยง (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

1.5 สายพานเพลาลูกเบี้ยว (Timing belt) หมายถึงสายพานที่มีฟันโดยรอบและคล้องอยู่บนเฟือง มีหน้าที่ขับเคลื่อนพาให้เฟืองต่างๆ เคลื่อนที่โดยการหมุน และทำงานควบคุมการเปิดปิดลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียให้สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ขึ้นและลงของลูกสูบภาพที่ 5-6



ภาพที่ 5-6 สายพานเพลาลูกเบี้ยว (Timing belt) (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

2. ข้อดีข้อเสียของสายพานเพลาลูกเบี้ยว (Timing belt)

2.1 ข้อดีของสายพานเพลาลูกเบี้ยว (Timing belt)

2.1.1 เสียงเงียบเนื่องจากเฟืองต่างๆ ไม่กระทบกัน

2.1.2 เหมาะกับเครื่องยนต์รอบสูง

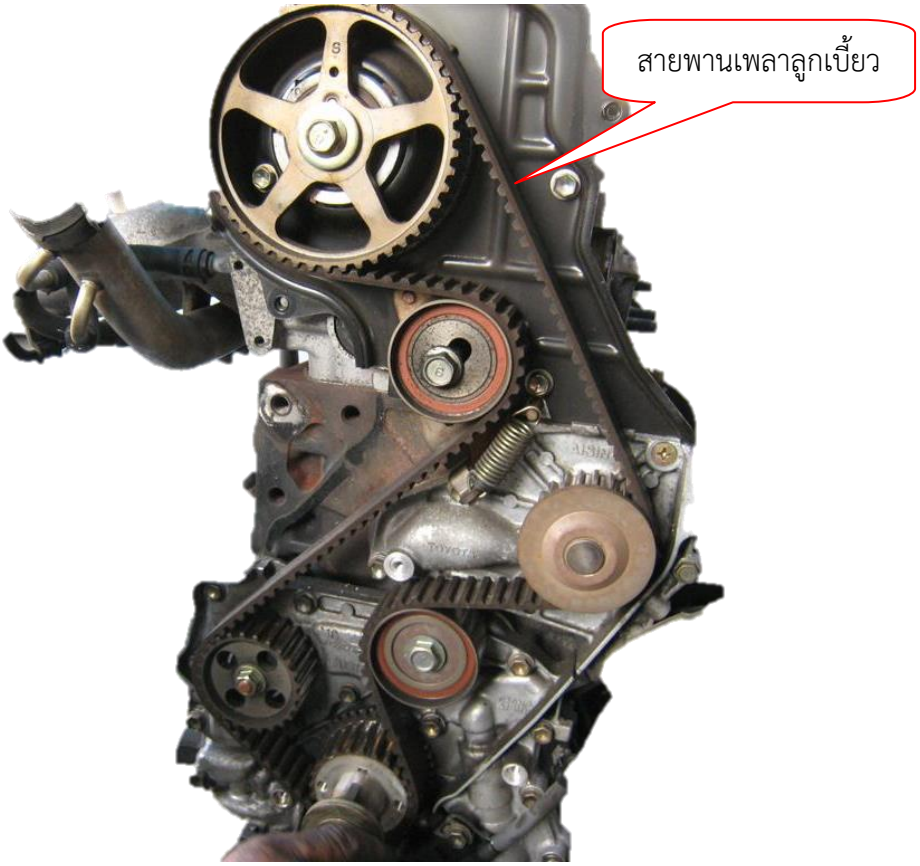
2.1.3 ควบคุมการกดลิ้นได้อย่างรวดเร็ว

2.2 ข้อเสียของสายพานเพลาลูกเบี้ยว (Timing belt)

2.2.1 สายพานเพลาลูกเบี้ยว (Timing belt) มีอายุการใช้งาน ต้องเปลี่ยนตามระยะเวลาที่กำหนด ถ้าเป็นเครื่องยนต์ดีเซลทั่วไปสายพานเพลาลูกเบี้ยวมีอายุการใช้งานที่ 100,000 กิโลเมตร ถ้าเป็นเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมมอนเรลดีเซล (Common-rail Diesel) สายพานเพลาลูกเบี้ยวจะมีอายุการใช้งานประมาณ 120,000 - 150,000 กิโลเมตร

2.2.2 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูงกว่าเฟืองไทมิ่ง (Timing Gear) เนื่องจากต้องเปลี่ยนตามระยะที่กำหนด

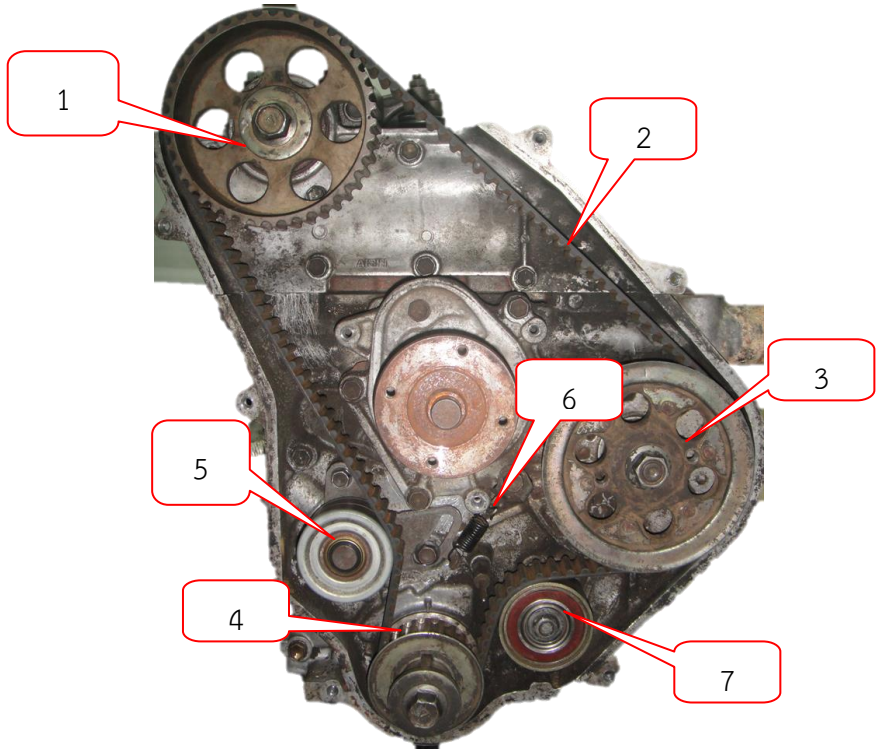
ภาพที่ 5-7 สายพานเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์มิตซูบิชิ (ที่มา: ธัชชัย, 2558)



ภาพที่ 5-8 สายพานเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์โตโยต้า (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

แบบฝึกหัดที่ 5.1

คำสั่งตอนที่ 1 จากภาพด้านล่างให้เขียนชื่อส่วนประกอบสายพานเพลาลูกเบี้ยว ข้อ 1-7 ให้ถูกต้อง



1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....
6. .....
7. .....

คำสั่งตอนที่ 2 จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่เห็นว่าถูกและทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่เห็นว่าผิด

.....8. เพลาลูกเบี้ยวมีหน้าที่กดสายพานให้ตึง

.....9. เฟืองปั๊มหัวฉีดมีหน้าที่ควบคุมจังหวะการเปิดปิดลิ้น

.....10. สายพานเพลาลูกเบี้ยวมีหน้าที่ส่งถ่ายกำลังจากการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยง

.....11. ข้อดีของสายพานเพลาลูกเบี้ยวคือเสียงเงียบ

.....12. สายพานเพลาลูกเบี้ยวมีอายุการใช้งานนานกว่าเฟืองเพลาลูกเบี้ยว

.....13. สายพานเพลาลูกเบี้ยวช่วยลดปัญหาการสึกหรอของชิ้นส่วนต่างๆ

.....14. ข้อเสียของสายพานเพลาลูกเบี้ยวคือต้องเปลี่ยนตามอายุการใช้งาน

.....15. ระยะความตึงของสายพานเพลาลูกเบี้ยวขึ้นอยู่กับความแข็งของสปริงรอกสายพาน

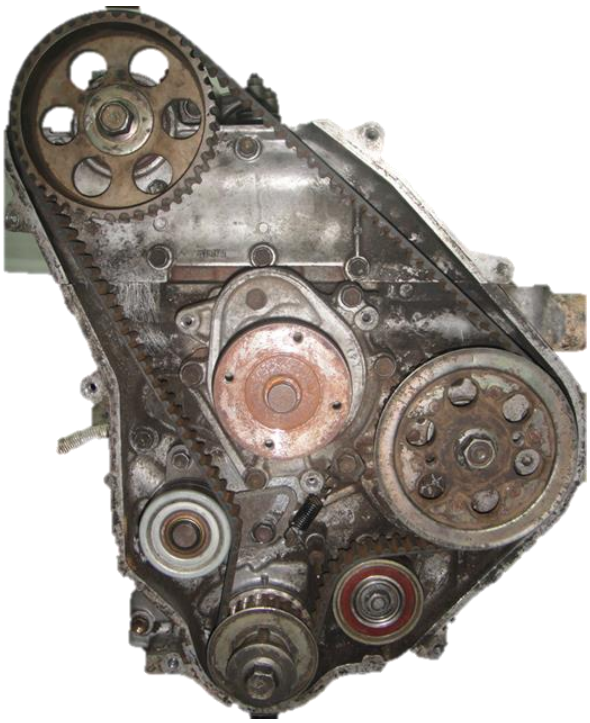
ใบงานที่ 5.1 งานสายพานเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์ดีเซล

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ถอดสายพานเพลาลูกเบี้ยวได้
2. ตรวจสอบสายพานเพลาลูกเบี้ยวได้
3. จัดตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะสายพานเพลาลูกเบี้ยวได้
4. ประกอบสายพานเพลาลูกเบี้ยวได้
5. มีกิจนิสัยที่ดีในการเรียนและการปฏิบัติงาน

เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน

1. เครื่องยนต์ดีเซล
2. ตู้เครื่องมือ ชุดประแจกระบอก ชุดประแจแหวน คีมปากแหลม ประแจวัดแรงบิด



ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เตรียมเครื่องยนต์ดีเซลเตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์เตรียมประแจกระบอกสำหรับใช้ขันหรือคลายน็อตและสลักเกลียวยึดฝาสูบและใช้ขันสลักเกลียวยึดพูลเลย์เพลาข้อเหวี่ยงเพื่อหมุนเครื่องยนต์ เตรียมประแจวัดแรงบิดสำหรับใช้ขันน็อตและสลักเกลียวเพื่อให้ได้ค่าการขันที่เท่ากัน เตรียมคีมปากแหลมเพื่อใช้ถอดสปริงดึงรอกสายพานเพลาลูกเบี้ยว

ตู้เครื่องมือ

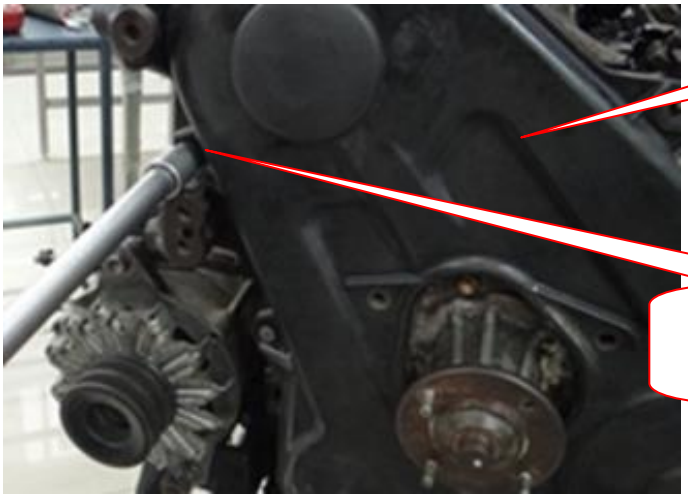
เตรียมประแจรวม

ประแจกระบอก

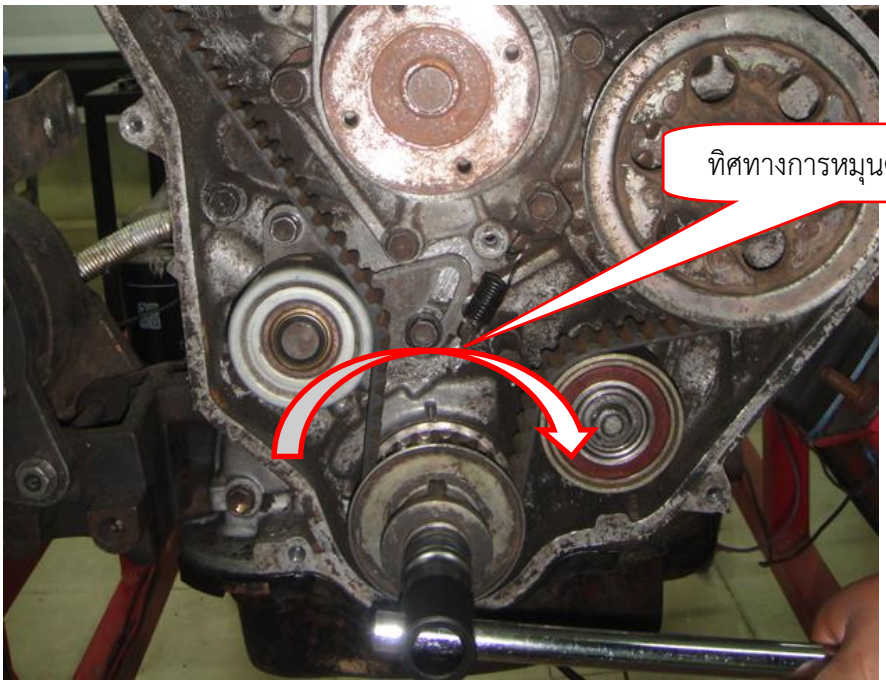
ประแจวัดแรงบิด

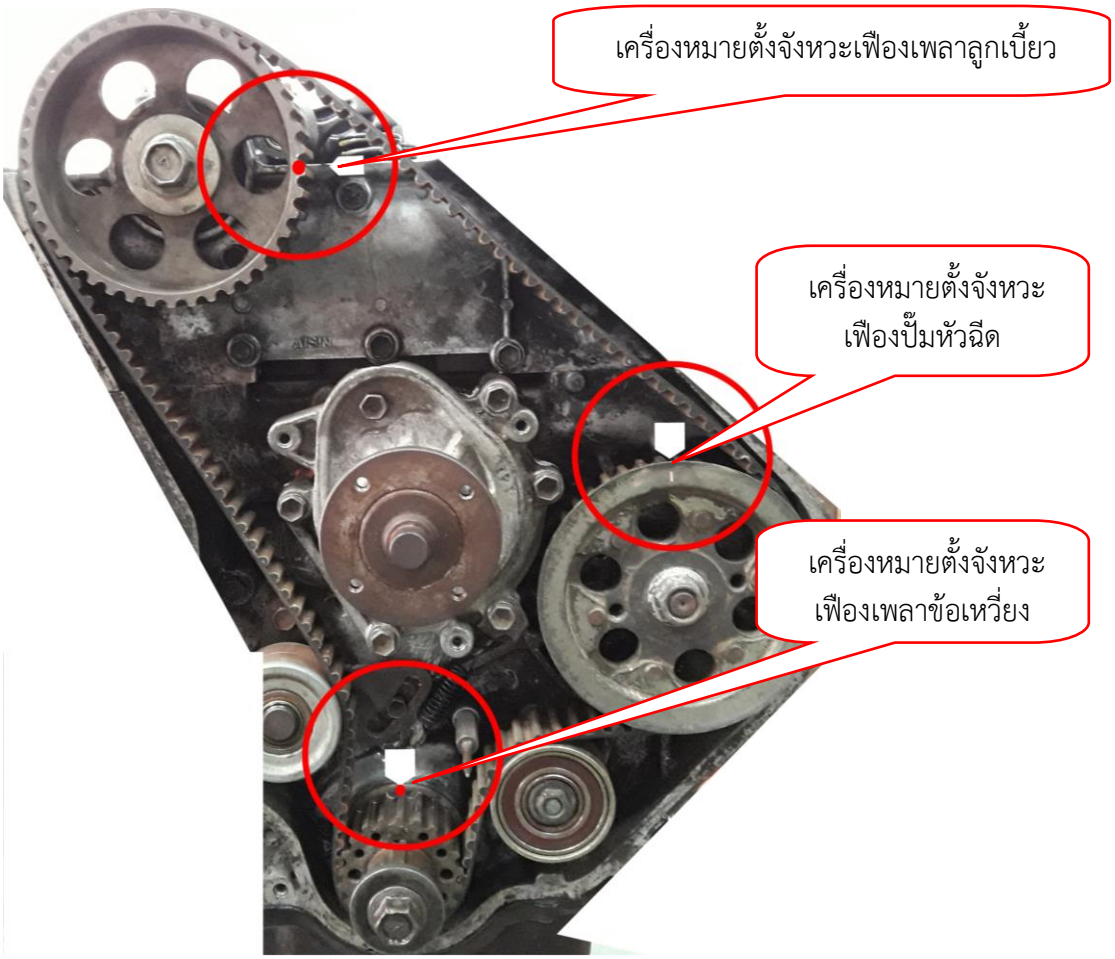
คีมปากแหลม

2. ถอดฝาครอบหน้าเครื่องยนต์ ใช้ประแจกระบอกคลายสลักเกลียวยึดฝาครอบหน้าเครื่องออกทิศทางทวนเข็มนาฬิกา จากนั้นถอดฝาครอบหน้าเครื่องยนต์ออกด้วยความระมัดระวัง

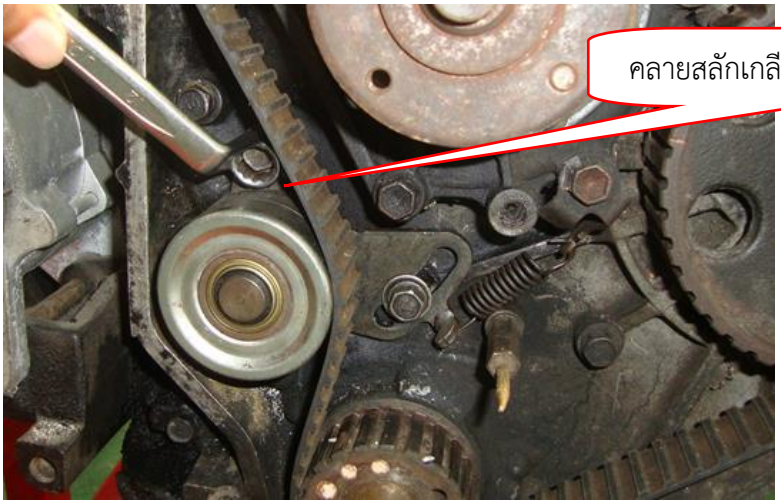


3. หมุนเครื่องยนต์ ใช้ประแจกระบอกขันสลักเกลียวยึดเฟืองเพลาข้อเหวี่ยงในทิศทางตามเข็มนาฬิกาเพื่อหมุนเครื่องยนต์ตรวจสอบกลไกการทำงานของเครื่องยนต์ และตรวจหาตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะสายพานเพลาลูกเบี้ยวบนเฟืองเพลาข้อเหวี่ยงและเฟืองต่างๆ

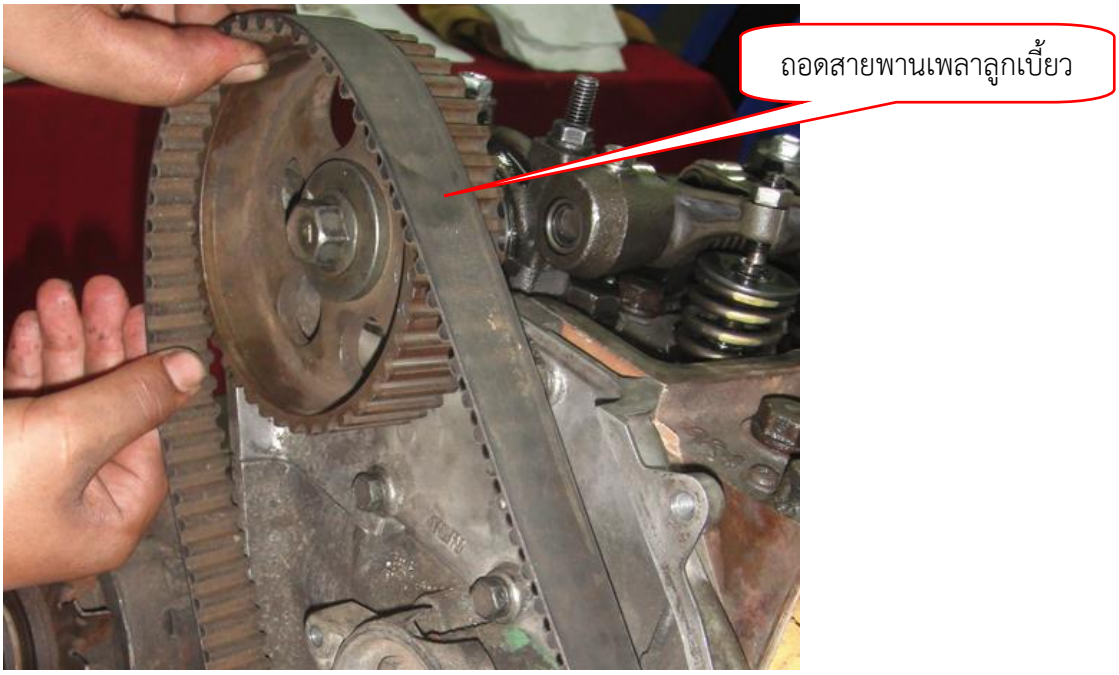

ทิศทางการหมุนตามเข็มนาฬิกา


เครื่องหมายตั้งจังหวะเฟืองเพลาลูกเบี้ยว
เครื่องหมายตั้งจังหวะ
เฟืองปั๊มหัวฉีด
เครื่องหมายตั้งจังหวะ
เฟืองเพลาข้อเหวี่ยง

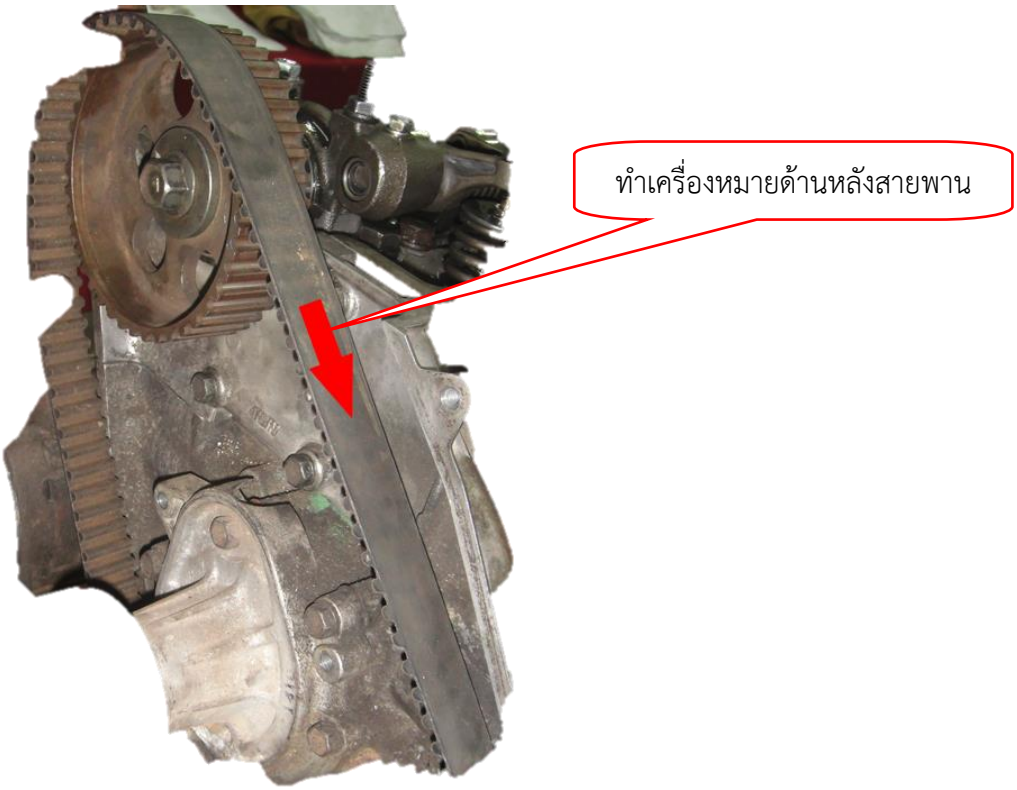
4. ถอดรอกสายพานใช้ประแจคลายสลักเกลียวยึดรอกสายพานตัวที่ 1 ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ครั้งละน้อยคลายพอหลวมๆ จากนั้นคลายสลักเกลียวยึดรอกสายพานตัวที่ 2 และใช้คีมปากแหลมถอดสปริงออกจากรอกสายพาน



5. ถอดสายพานเพลาลูกเบี้ยว โดยใช้มือขยับสายพานเพลาลูกเบี้ยวออกจากร่องเฟืองทุกตัว
ข้อควรระวัง: ห้ามใช้ไขควงปากแบนหรือของมีคมงัดสายพานเพลาลูกเบี้ยว และระวังอย่าให้สายพานสัมผัสกับจารบีหรือน้ำมันเครื่อง



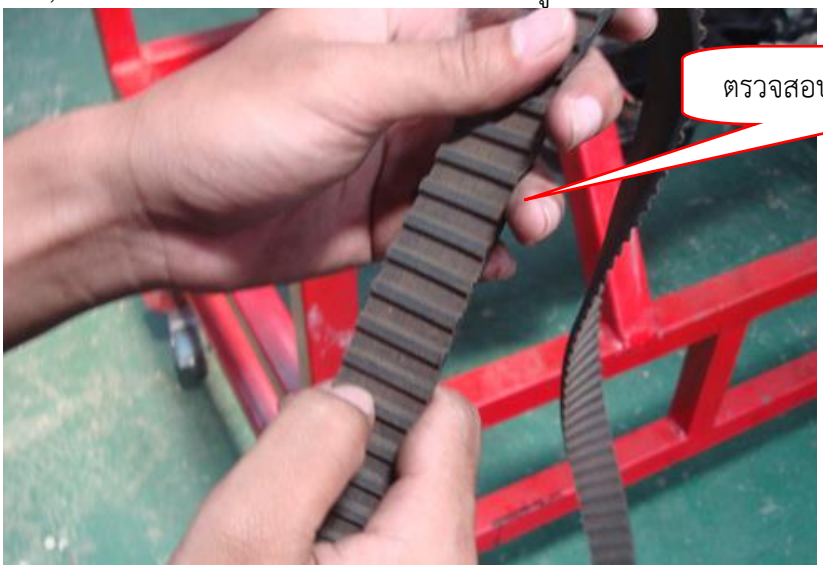
กรณีใช้สายพานเพลาลูกเบี้ยวเส้นเดิมให้ใช้สีทำเครื่องหมายลูกศรแสดงทิศทางการหมุน เพื่อป้องกันประกอบสายพานเพลาลูกเบี้ยวกลับทางหมุน (ถ้าใช้สายพานเส้นใหม่ไม่ต้องทำเครื่องหมายตั้งจังหวะ)



การตรวจสอบสายพาน

1. ตรวจสอบสายพานเพลาลูกเบี้ยว ตรวจสอบร่องรอยชำรุดฉีกขาดของสายพานเพลาลูกเบี้ยว โดยใช้มือพลิกจับสายพานเพลาลูกเบี้ยวด้านใน เพื่อตรวจสอบร่องรอยการชำรุดหรือฉีกขาดหรือรอยปริแตกของสายพานเพลาลูกเบี้ยวด้วยสายตา ถ้าสายพานหมดอายุการใช้งานให้เปลี่ยนสายพานใหม่

หมายเหตุ: ตามมาตรฐานคู่มือซ่อมเครื่องยนต์2L สายพานเพลาลูกเบี้ยวมีอายุการใช้งานประมาณ 100,000 กิโลเมตรและต้องเปลี่ยนสายพานเพลาลูกเบี้ยวพร้อมกับรอกสายพานและสปริงทั้งชุด

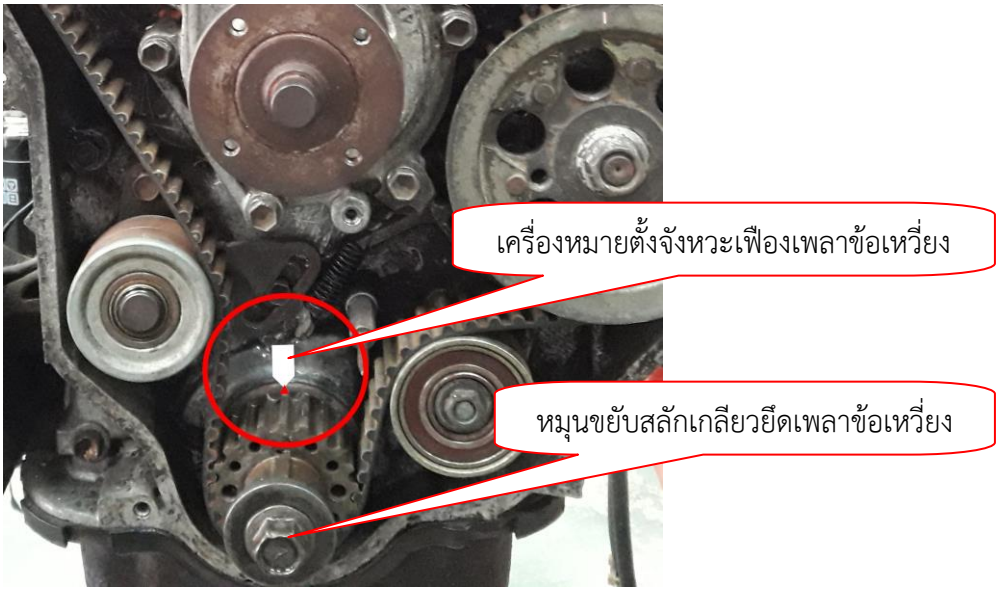


บันทึกผลการตรวจสอบสายพานเพลาลูกเบี้ยว

☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

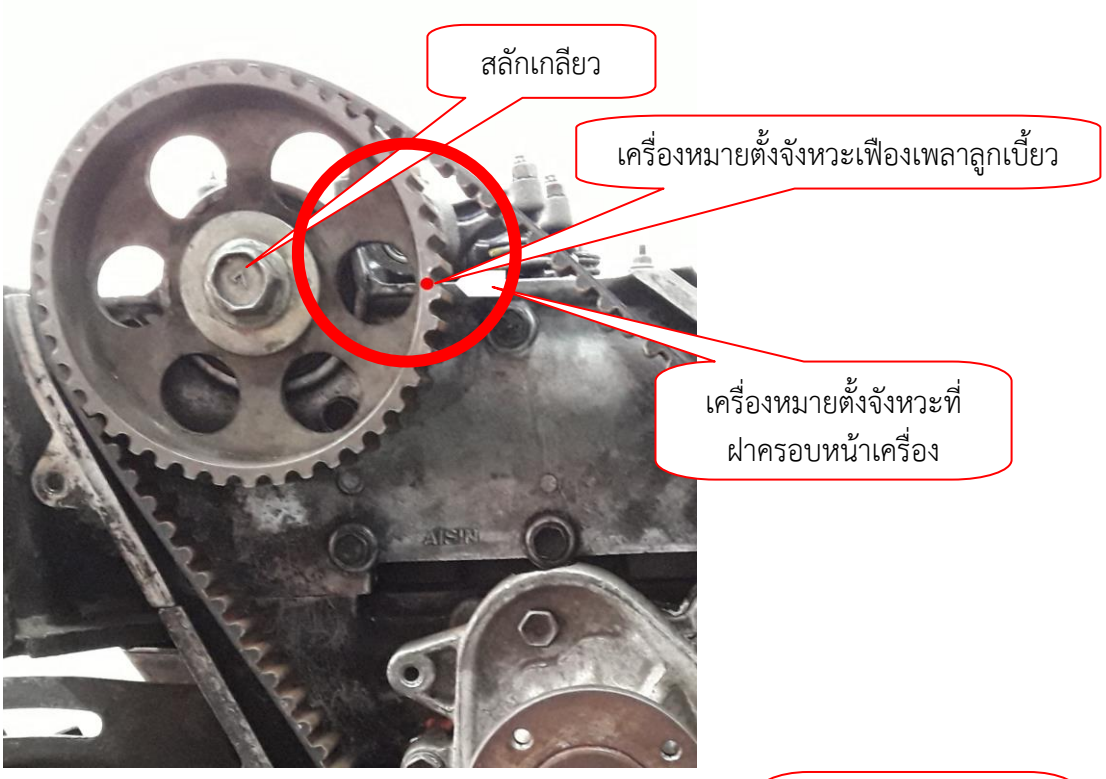
การประกอบสายพานเพลาลูกเบี้ยว

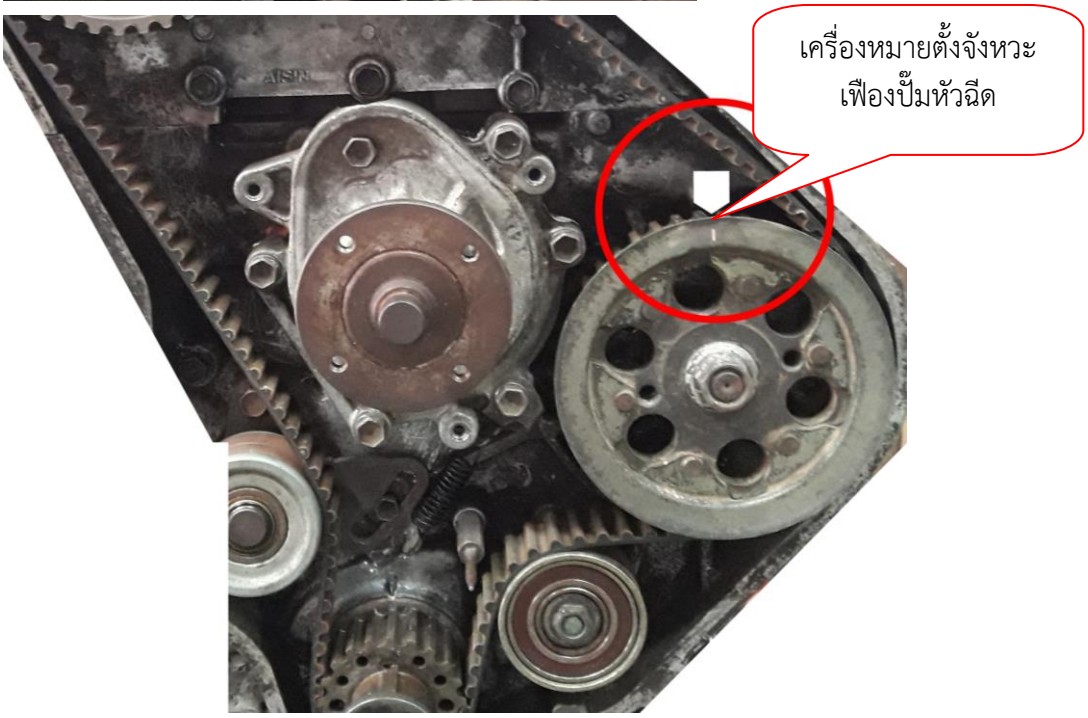
1. จัดตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะ ใช้ประแจกระบอกหมุนขยับสลักเกลียวยึดเพลาข้อเหวี่ยง เพื่อจัดตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะบนเฟืองเพลาข้อเหวี่ยงให้ตรงขีดตั้งจังหวะที่ฝาหน้าเครื่องยนต์



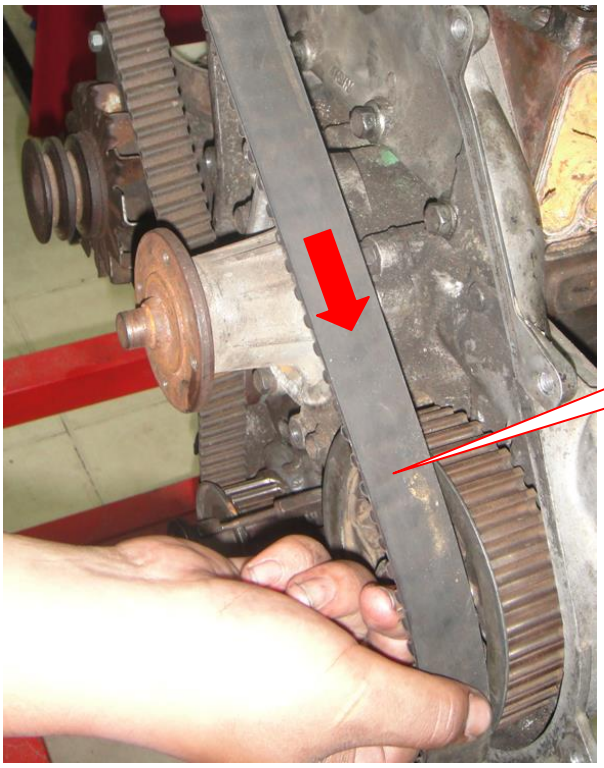
2. จัดตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะสายพานเพลาลูกเบี้ยวที่เฟืองเพลาลูกเบี้ยว โดยใช้ประแจหมุนขยับสลักเกลียวยึดเฟืองเพลาลูกเบี้ยวตามเข็มนาฬิกา เพื่อจัดตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะบนเฟืองเพลาลูกเบี้ยวให้ตรงแนวเครื่องหมายตั้งจังหวะที่ฝาครอบหน้าเครื่อง และจัดตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะบนเฟืองปั๊มหัวฉีดให้ตรงกับฝาครอบหน้าเครื่อง

หมายเหตุ: เฟืองปั๊มหัวฉีดจะดีดตัวทำให้เครื่องหมายตั้งจังหวะไม่ตรง



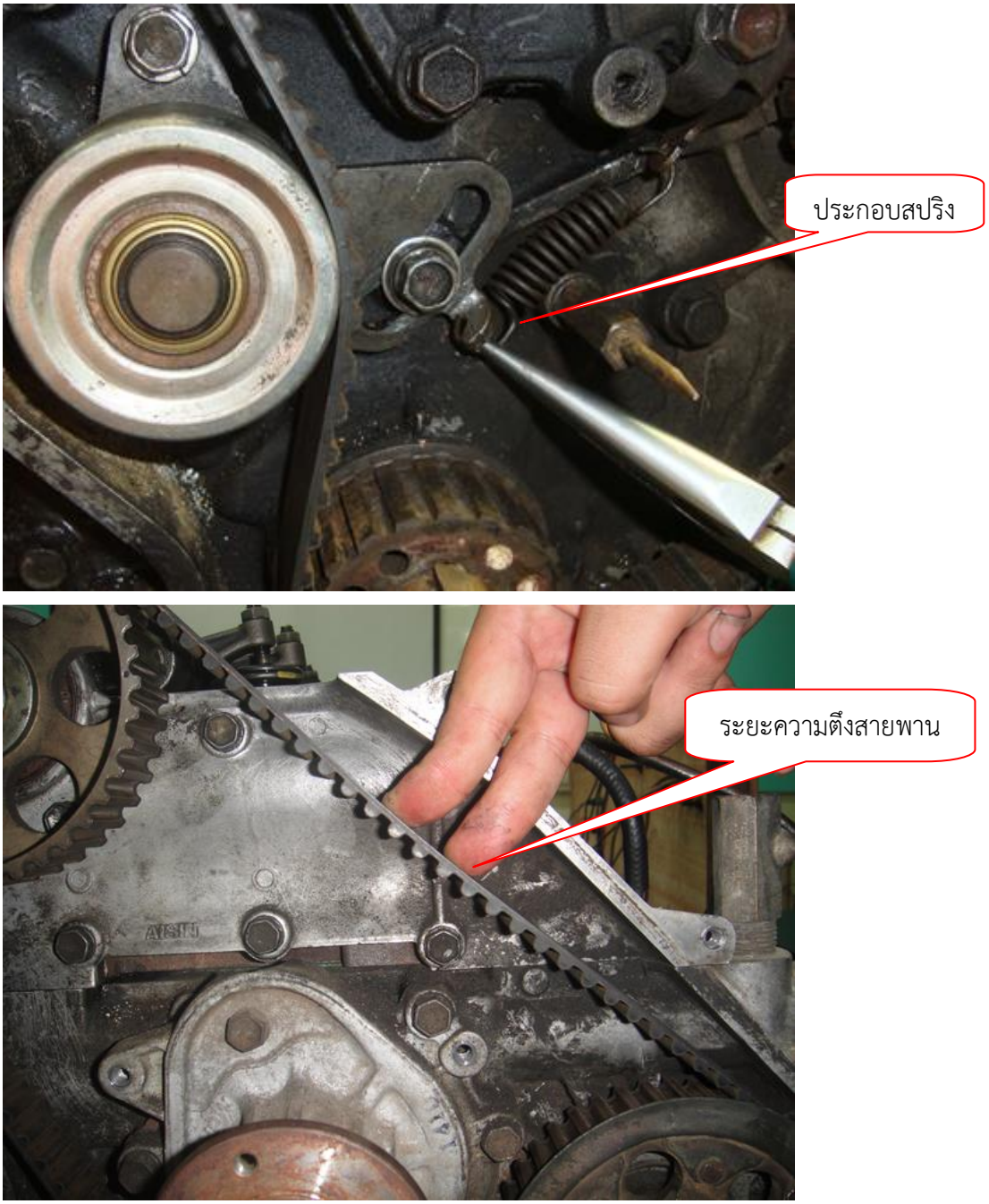


3. ประกอบสายพานเพลาลูกเบี้ยว หลังจากจัดตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะบนเฟืองต่างๆ เรียบร้อยแล้ว ให้เริ่มประกอบสายพานเพลาลูกเบี้ยวเข้ากับเฟืองเพลาข้อเหวี่ยงก่อน จากนั้นใช้ประแจหมุนขยับน็อตยึดเฟืองปั๊มหัวฉีดเพื่อจัดเครื่องหมายตั้งจังหวะให้ตรงและคล้องสายพานเพลาลูกเบี้ยวเข้ากับเฟืองปั๊มหัวฉีด เฟืองเพลาลูกเบี้ยวและรอกตามลำดับ จากนั้นใช้มือขยับขอบสายพานให้เสมอกับขอบเฟืองให้ตรงกันทุกเฟืองอย่าให้เอียง

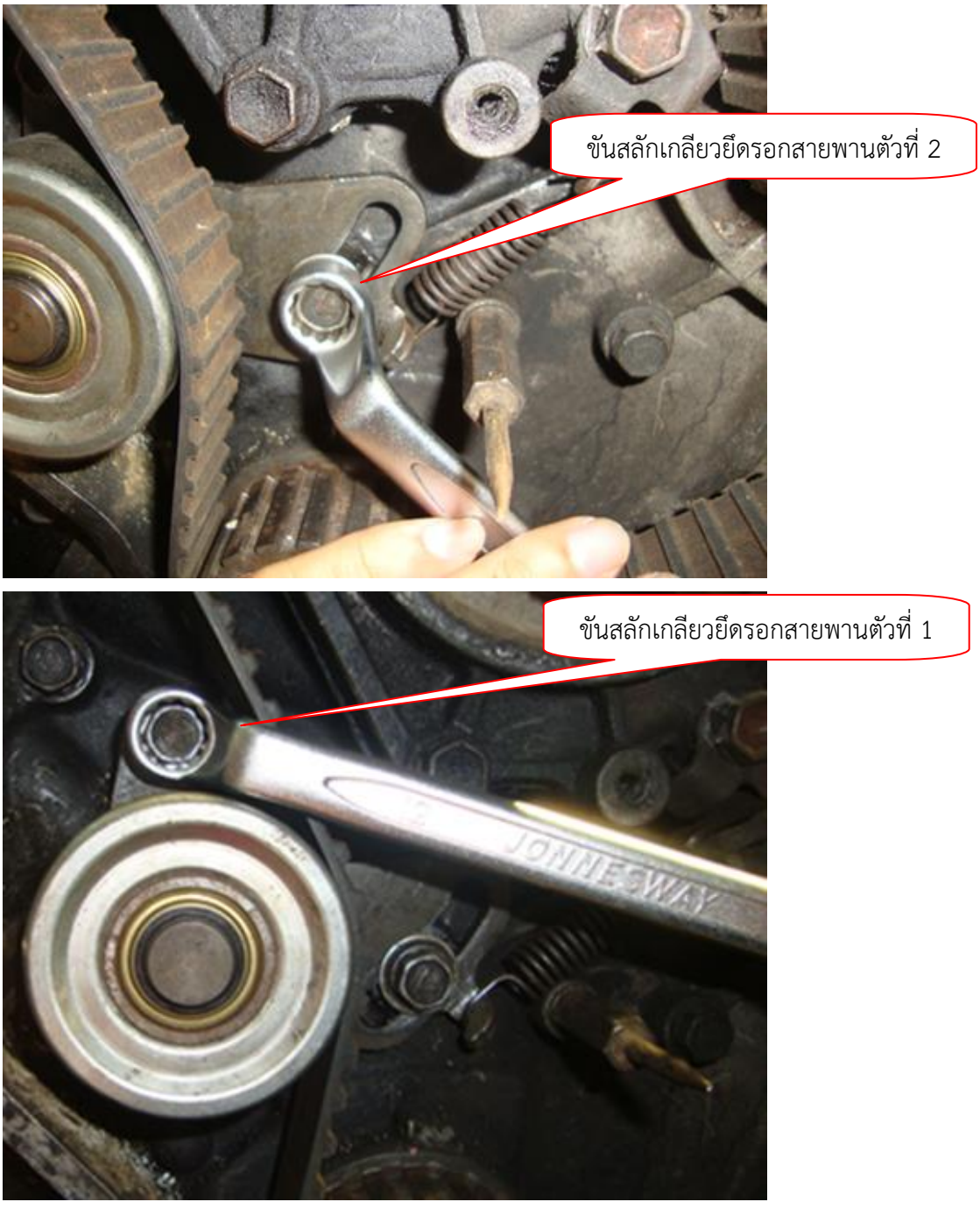


4. ประกอบสปริง ใช้คีมปากแหลมประกอบสปริงเข้ากับรอกสายพาน ตามมาตรฐานคู่มือซ่อม ความตึงของสายพานจะถูกปรับอัตโนมัติด้วยความแข็งของสปริง (ตามมาตรฐานฯ เมื่อมีการเปลี่ยนสายพานจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนชุดรอกและสปริงพร้อมกันทั้งชุด) ระยะความตึงของสายพานให้กดที่ด้านหลังของสายพานต้องกดลงไปได้ประมาณ 10-12.5 มิลลิเมตร ถ้ากดลงไปได้เกินค่าที่กำหนดแสดงว่าสายพานหย่อน ถ้ากดไม่ลงหรือกดลงไปไม่ได้แสดงว่าสายพานตึงเกินไป

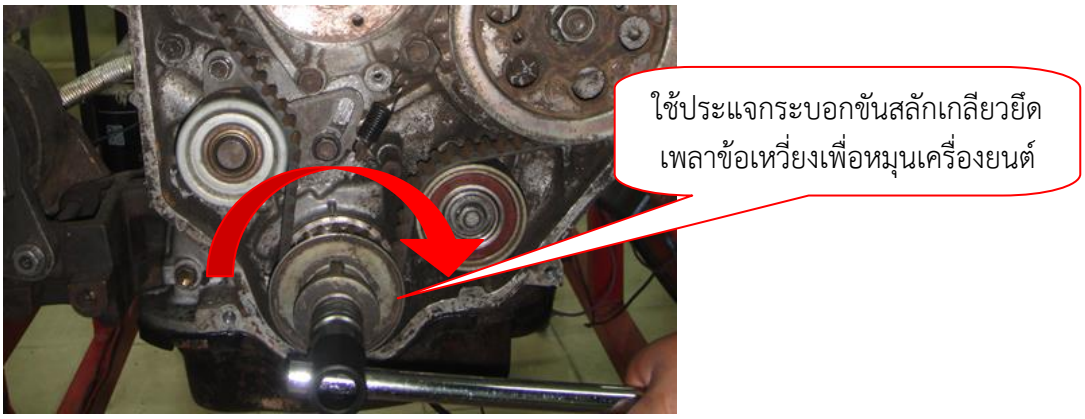
ข้อสังเกต: ระยะความตึงสายพานถ้าตึงเกินไปจะทำให้ชิ้นส่วนชำรุดเสียหายถ้าหย่อนเกินไปจะทำให้เกิดระยะฟรีสายพานทำให้ สายพานหมุนข้ามร่องเฟืองส่งผลให้กลไกการทำงานผิดจังหวะเกิดความเสียหายกับเครื่องยนต์



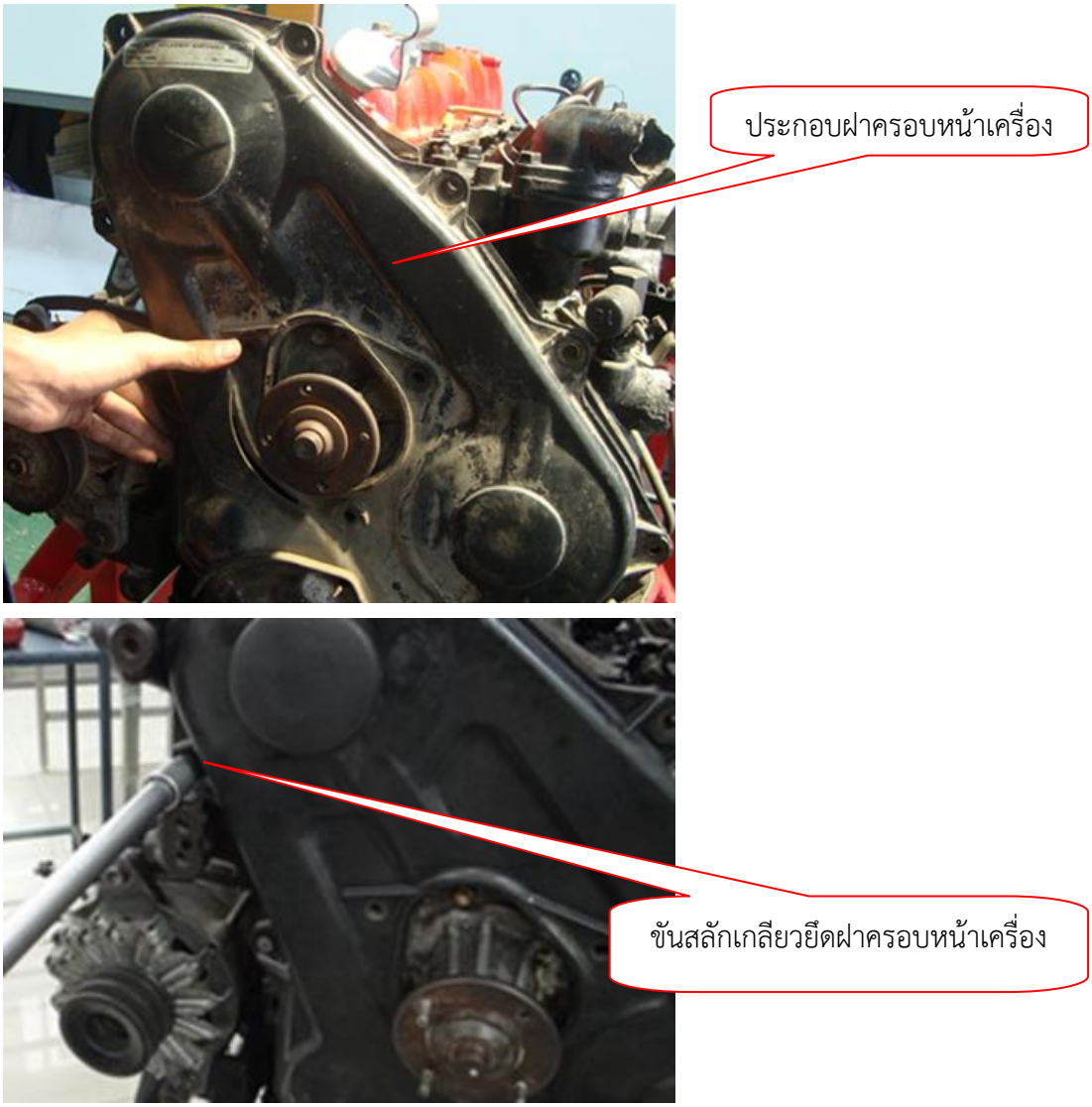
5. ขันสลักเกลียวยึดรอกสายพาน ใช้ประแจขันสลักเกลียวยึดรอกสายพานตัวที่ 2 ทิศทางตามเข็มนาฬิกา จากนั้นขันสลักเกลียวยึดรอกสายพานตัวที่ 1 ทิศทางตามเข็มนาฬิกาเช่นกัน และขันให้แน่นด้วยประแจวัดแรงบิด (กำหนดให้ใช้ค่าการขันตามมาตรฐานคู่มือซ่อมเครื่องยนต์ 1.4-2.4 kg-m หรือ 10.1-17.3 lb-ft หรือ 13.7-23.5 Nm)



6. หมุนเครื่องยนต์ ใช้ประแจกระบอกขันสลักเกลียวยึดเพลาข้อเหวี่ยงทิศทางตามเข็มนาฬิกา เพื่อหมุนเครื่องยนต์จำนวน 2 รอบ ตรวจสอบกลไกการทำงานของเครื่องยนต์ตรวจสอบเครื่องหมายตั้งจังหวะสายพานเพลาลูกเบี้ยวบนเฟืองต่างๆ หลังการประกอบสายพานเพลาลูกเบี้ยวให้ตรงทุกจุด



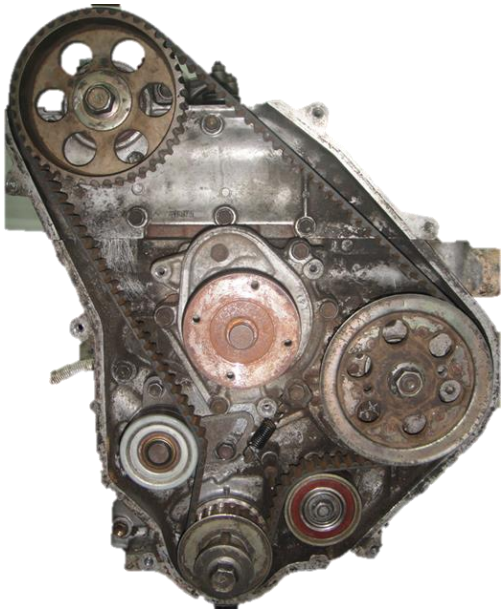
7. ประกอบฝาครอบหน้าเครื่องประกอบสลักเกลียวยึดฝาครอบหน้าเครื่องขันให้แน่นด้วยประแจวัดแรงบิด กำหนดให้ใช้ค่าการขันตามมาตรฐานคู่มือซ่อมเครื่องยนต์ 1.85 kg-m หรือ 13 lb-ft หรือ 18 Nm



8. ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์

ใบสั่งงานที่ 5.1 งานสายพานเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์ดีเซล

คำสั่ง ให้ถอดประกอบสายพานเพลาลูกเบี้ยว (เวลา 20 นาที)



คำสั่งย่อย

1. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 3 รอให้ตรวจ
2. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 4 รอให้ตรวจ
3. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 5 รอให้ตรวจ
4. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 6 รอให้ตรวจ
5. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 7 รอให้ตรวจ

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. เตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์
2. ถอดชุดรอกสายพาน
3. ถอดสายพานเพลาลูกเบี้ยว
4. ตรวจสอบสายพานเพลาลูกเบี้ยว (กรณีใช้สายพานเส้นเดิม)
5. จัดตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะสายพานเพลาลูกเบี้ยว
6. ประกอบสายพานเพลาลูกเบี้ยว
7. ประกอบชุดรอกสายพาน
8. ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์

เครื่องมือ

1. เครื่องยนต์ดีเซล
2. ตู้เครื่องมือ ประแจกระบอก ประแจแหวน คีมปากแหลม ประแจวัดแรงบิด

วัสดุอุปกรณ์

ผ้าสะอาด น้ำมันหล่อลื่น และถุงมือ

ใบประเมินผลปฏิบัติงานที่ 5.1 งานสายพานเพลาลูกเบี้ยวเครื่องยนต์ดีเซล

ชื่อนักเรียน.....วัน/เดือน/ปี.....

เริ่มปฏิบัติงานเวลา.....เสร็จเวลา.....รวมเวลาปฏิบัติงาน.....

จุดประเมิน	ผลการประเมิน		หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน			
1.1 เตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์			
1.2 ถอดชุดรอกสายพานได้			
1.3 ถอดสายพานเพลาลูกเบี้ยวได้			
1.4 ตรวจสอบสายพานเพลาลูกเบี้ยวได้			
1.5 จัดตำแหน่งเครื่องหมายตั้งจังหวะได้			
1.6 ประกอบสายพานเพลาลูกเบี้ยวได้			
1.7 ประกอบชุดรอกสายพานได้			
1.8 ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์			
2. คุณภาพของผลงาน (วัดได้)			
2.1 สายพานเพลาลูกเบี้ยวไม่ได้รับความเสียหาย			
2.2 เครื่องยนต์ไม่ได้รับความเสียหายหมุนได้ตามปกติ			

จุดประเมิน	ผลการประเมิน				หมายเหตุ
	ดีมาก	ดี	พอใช้	แก้ไข	
2. คุณภาพของผลงาน (วัดไม่ได้)					
- ความประณีต					
- ความเรียบร้อย รอบคอบ					
3. เจตคติกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน					
- ความรับผิดชอบ					
- ความสะอาด					
- ความปลอดภัย					

ผลการประเมิน:

☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน เนื่องจาก .....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน: .....

หน่วยที่ 6 งานฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ

หัวข้อเรื่อง

1. การถอดฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ
2. การตรวจสอบความโก่งฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ
3. การประกอบฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ

สาระสำคัญ

ฝาสูบเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากในการควบคุมกำลังอัดและความดันภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ ฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ (OHV engine; overhead-valve engine) เป็นเครื่องยนต์ที่มีลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียอยู่เหนือลูกสูบ โดยมีเพลาลูกเบี้ยวอยู่ด้านล่างในเสื้อสูบของเครื่องยนต์ ส่งถ่ายแรงจากเพลาลูกเบี้ยวส่งต่อให้กับลูกกระทุ้งไปดันก้านกระทุ้ง และส่งต่อไปดันกระเดื่องกดลิ้นให้กดเปิดลิ้น ฝาสูบเมื่อใช้ไปนานๆ ต้องมีการชำรุดสึกหรอเสื่อมสภาพตามการใช้งาน หรืออาจมีการชำรุดเสื่อมสภาพผิดปกติจากการใช้งานเช่น อาจมีน้ำมันเครื่องรั่วซึมทำให้ปริมาณลดลง มีผลให้เกิดความร้อนจากการเสียดสีของชิ้นส่วนทำให้ชิ้นส่วนชำรุดเสียหายส่งผลกระทบถึงการทำงานของฝาสูบทันทีและอาจมีอีกหลายสาเหตุที่จำเป็นต้องมีการถอดฝาสูบออกมาเพื่อซ่อมแซมแก้ไข

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ถอดฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบได้
2. ตรวจสอบความโก่งฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบได้
3. ประกอบฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบได้
4. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการเรียนและการปฏิบัติงาน

ใบงานที่ 6 งานฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ถอดฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบได้
2. ตรวจสอบความโก่งของฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบได้
3. ประกอบฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบได้
4. มีกิจนิสัยที่ดีในการเรียนและการปฏิบัติงาน

เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน

1. เครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ
2. ตู้เครื่องมือ ชุดประแจกระบอก ชุดประแจแหวน ประแจวัดแรงบิด เครื่องมือกดสปริงลิ้น
3. เครื่องมือวัดละเอียดฟีลเลอร์เกจ (Feeler gauge) ฉากมาตรฐาน หรือบรรทัดเหล็ก

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เตรียมเครื่องยนต์ดีเซล เตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์เตรียมประแจกระบอกสำหรับใช้ขันน็อตและสลักเกลียวยึดฝาสูบและใช้ขันสลักเกลียวยึดพูลเลย์เพลาข้อเหวี่ยงเพื่อหมุนเครื่องยนต์ เตรียมประแจรวมสำหรับใช้ขันและคลายน็อตทั่วไป เตรียมประแจวัดแรงบิดสำหรับใช้ขันสลักเกลียวยึดฝาสูบเพื่อให้ได้ค่าการขันที่เท่ากัน เตรียมฟีลเลอร์เกจสำหรับใช้ตรวจสอบความโก่งของฝาสูบ เตรียมฉากมาตรฐานสำหรับใช้ตรวจวัดความโก่งของฝาสูบซึ่งใช้ร่วมกับฟีลเลอร์เกจ (Feeler gauge) (กรณีไม่มีฉากมาตรฐานให้ใช้ด้านสันของบรรทัดเหล็กแทน) เตรียมเครื่องกดสปริงลิ้นสำหรับใช้ถอดลิ้นออกจากฝาสูบก่อนนำฝาสูบไปตรวจสอบความโก่งและใช้ในการประกอบลิ้นเข้ากับฝาสูบ

ตู้เครื่องมือ

เตรียมประแจรวม

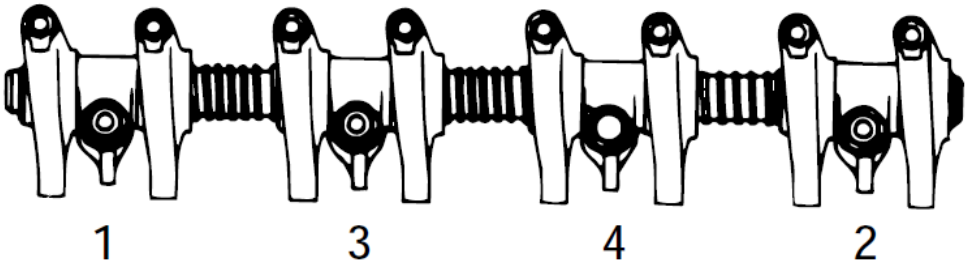
ประแจกระบอก

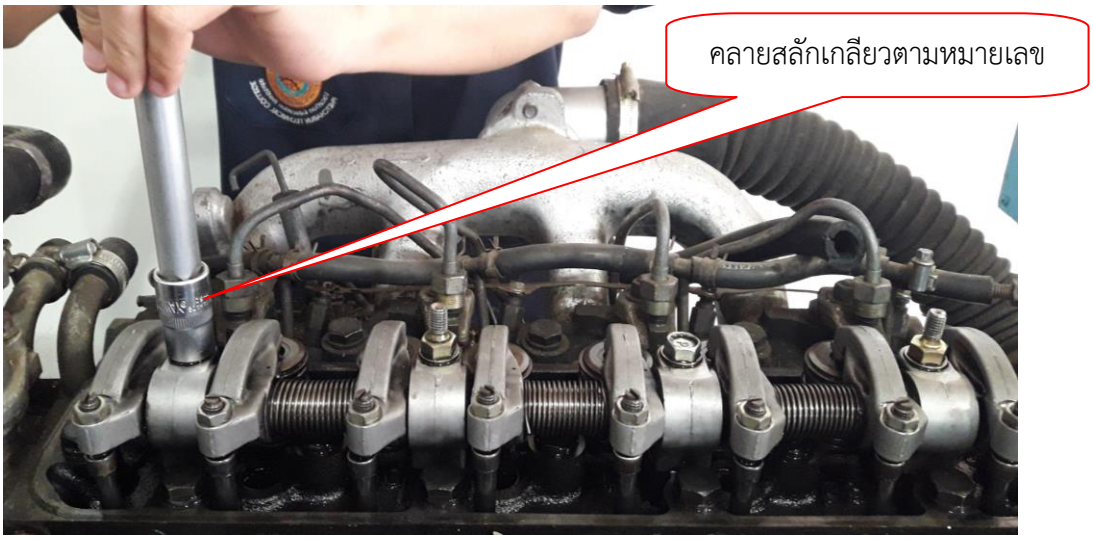
ประแจวัดแรงบิด

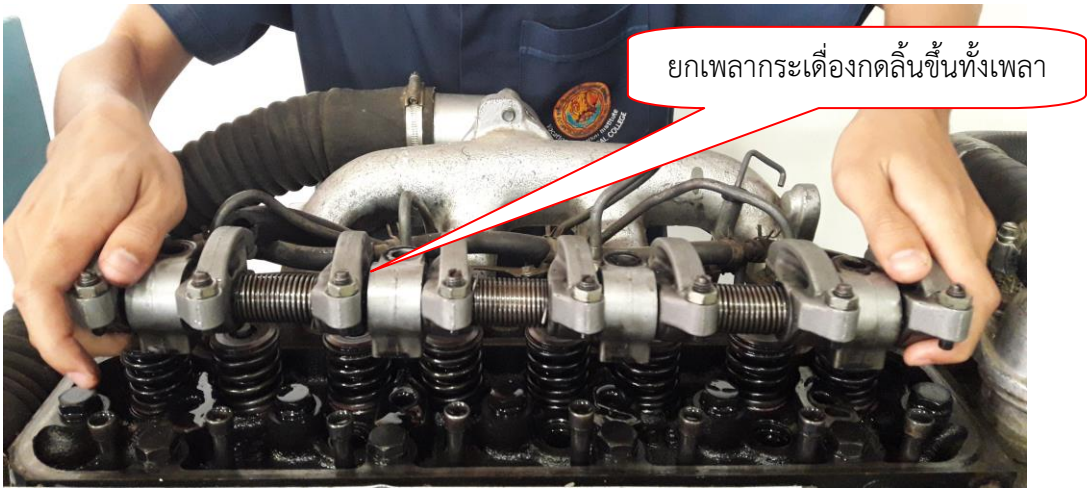
ฟีลเลอร์เกจ

2. ถอดฝาครอบลิ้น ใช้ประแจคลายน็อตยึดฝาครอบลิ้นในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา จากนั้นถอดน็อตยึดฝาครอบลิ้นโดยคลายน็อตตัวนอกสุดก่อนคลายน็อตตัวในและถอดฝาครอบลิ้นออก

3. ถอดเพลากระเดื่องกดลิ้นใช้ประแจคลายสลักเกลียวยึดเพลากระเดื่องกดลิ้นทิศทางทวนเข็มนาฬิกาโดยคลายจากด้านนอกเข้าหาด้านในตามหมายเลขในภาพด้านล่างและคลายออกครั้งละน้อยสลับกัน จากนั้นถอดสลักเกลียวยึดเพลากระเดื่องกดลิ้นจัดเรียงตามลำดับ ถอดเพลากระเดื่องกดลิ้นออกโดยยกเพลากระเดื่องกดลิ้นขึ้นทั้งชุดห้ามถอดแยก

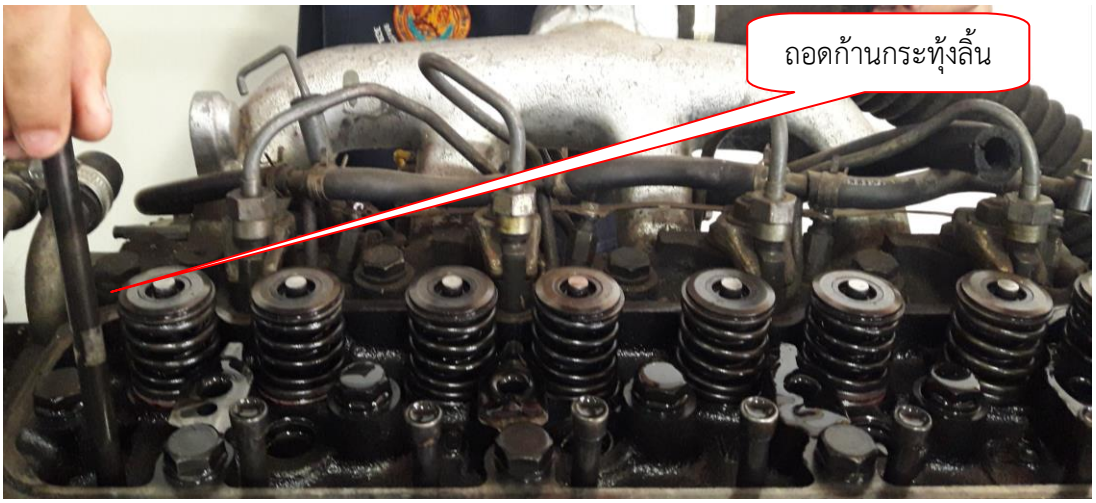


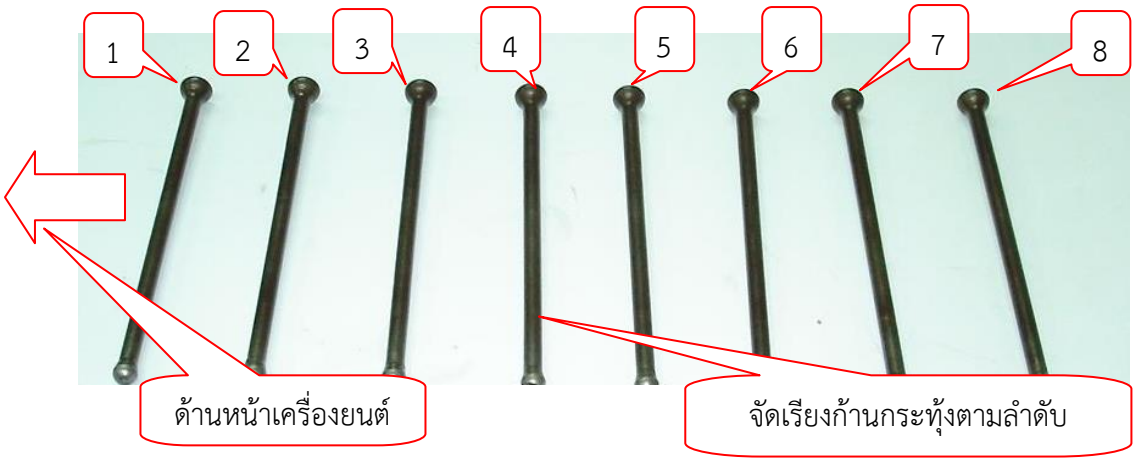




4. ถอดก้านกระทุ้งลิ้นออกจากฝาสูบจัดเรียงตามลำดับสูบของเครื่องยนต์ให้เรียบร้อย

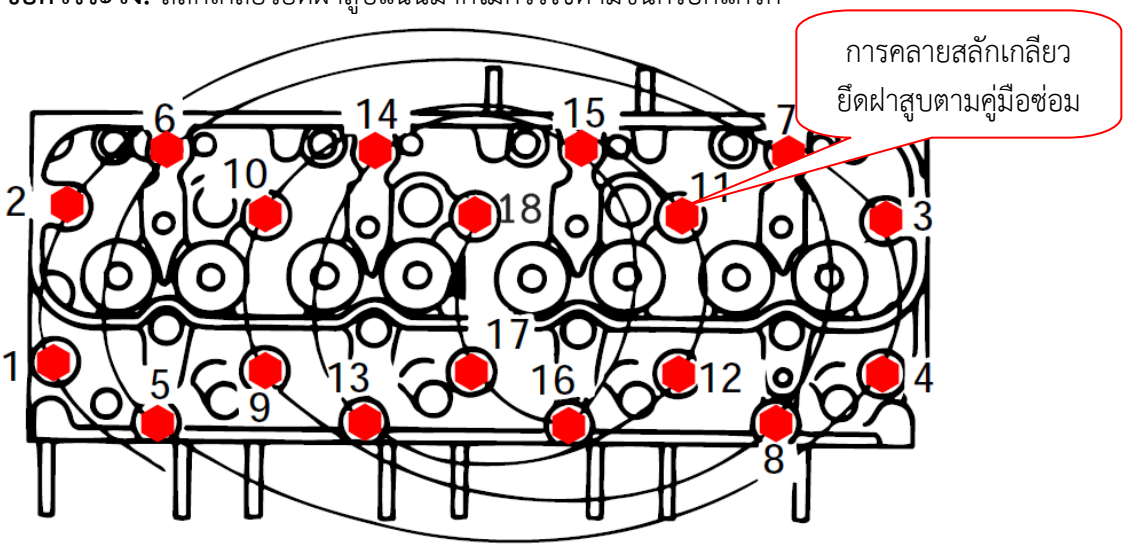
ข้อควรระวัง: อย่าให้ก้านกระทุ้งลิ้นสลับกัน

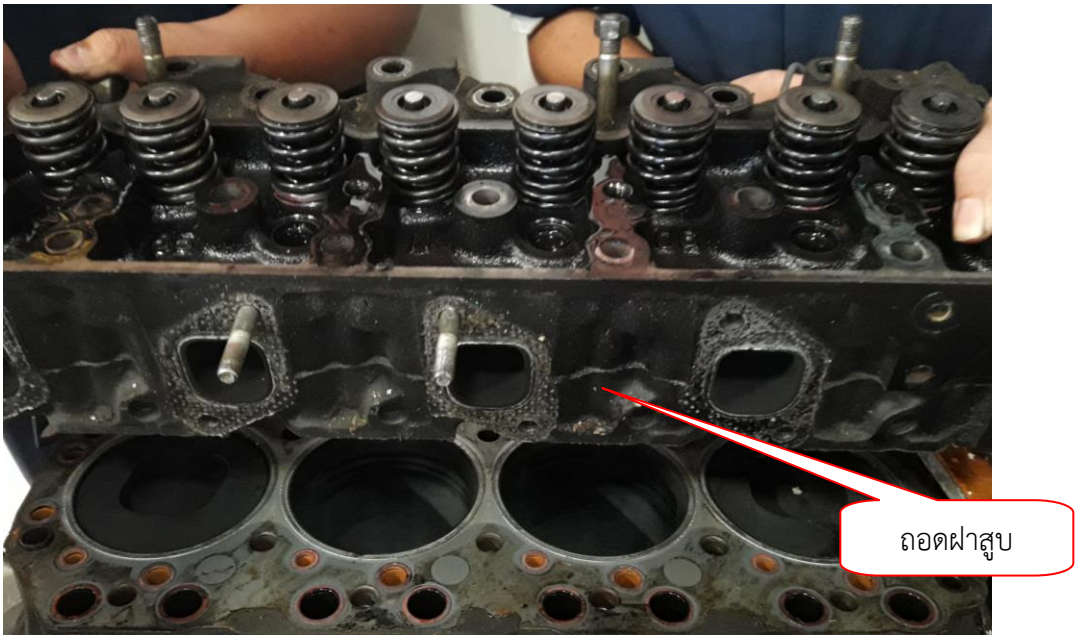




5. ถอดฝาสูบ ใช้ประแจกระบอกคลายสลักเกลียวยึดฝาสูบ โดยคลายจากด้านนอกเข้าสู่ด้านในของฝาสูบตามหมายเลขดังภาพ (วงกลมสีแดงหมายถึงสลักเกลียวยึดฝาสูบ) โดยคลายครั้งละน้อยพอหลวมๆ สลับกันจนครบทุกตัวจากนั้นใช้มือถอดสลักเกลียวออกจากฝาสูบและถอดฝาสูบออกจากเสื้อสูบด้วยความระมัดระวัง วางฝาสูบบนโต๊ะปฏิบัติงานและห้ามคว่ำหน้าฝาสูบกับพื้นที่โดยไม่มีผ้ารอง

ข้อควรระวัง: สลักเกลียวยึดฝาสูบแน่นมากไม่ควรใช้ด้ามขันกรอกแกรก

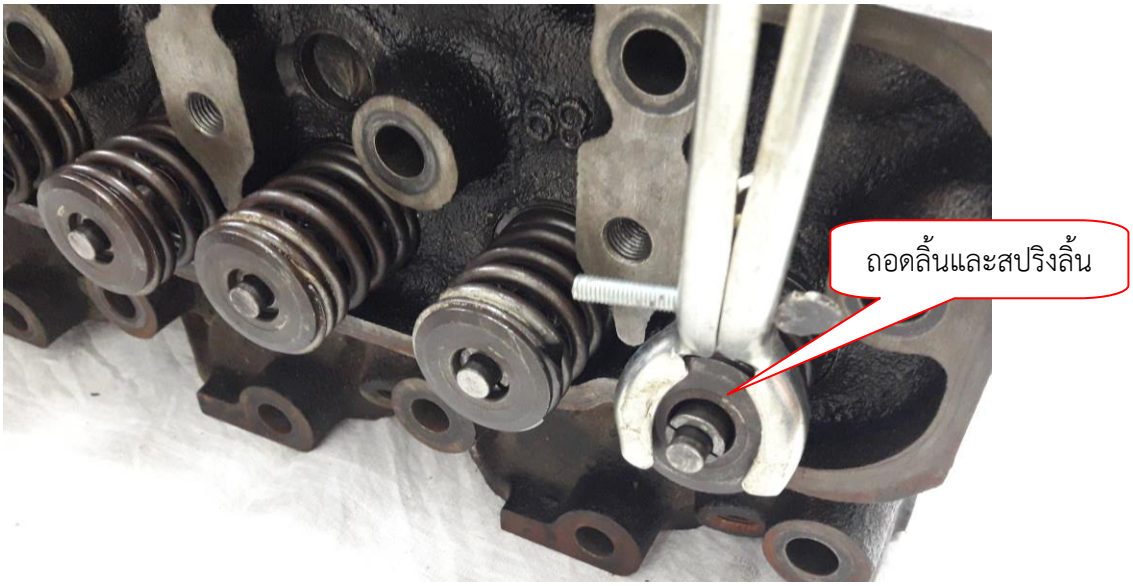




ข้อควรระวัง: ห้ามวางหน้าฝาสูบกับพื้นโลหะให้วางบนพื้นไม้หรือพื้นที่มีผ้าหนานุ่มรองไว้

6. ถอดปะเก็นฝาสูบออกจากเสื้อสูบ

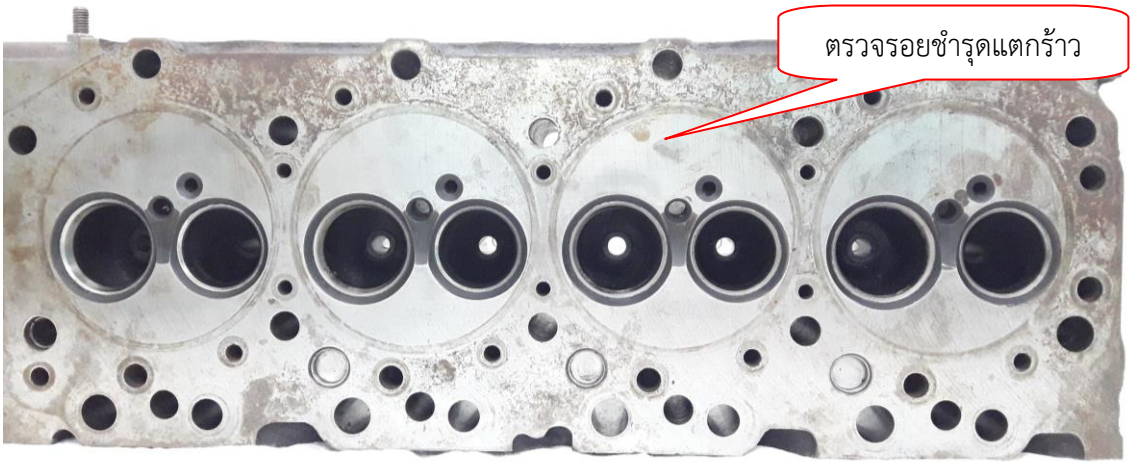
7. ถอดลิ้นและสปริงลิ้น โดยใช้เครื่องมือกดสปริงลิ้น ถอดแยกลิ้นและสปริงลิ้นออกจากฝาสูบ (ขั้นตอนรายละเอียดในงานถอดประกอบลิ้นหน่วยที่ 2)



8. ทำความสะอาดฝาสูบใช้เหล็กขูดปะเก็นขูดเศษปะเก็นสิ่งสกปรกที่ติดอยู่กับฝาสูบ จากนั้นใช้ลมเป่าเศษสิ่งสกปรกฝุ่นผงในรูสลักเกลียวที่ฝาสูบออกให้หมด

การตรวจสอบฝาสูบ

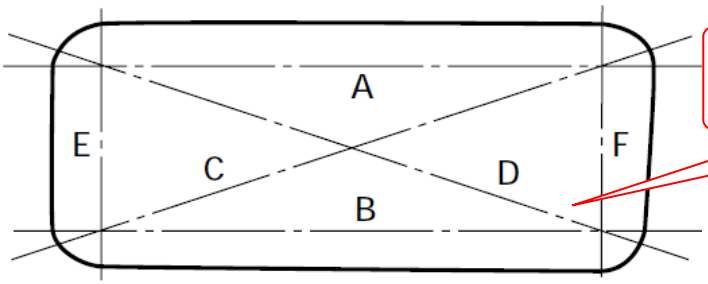
1. ตรวจสอบการชำรุดสึกหรอตรวจหาร่องรอยแตกร้าวของฝาสูบด้วยสายตา



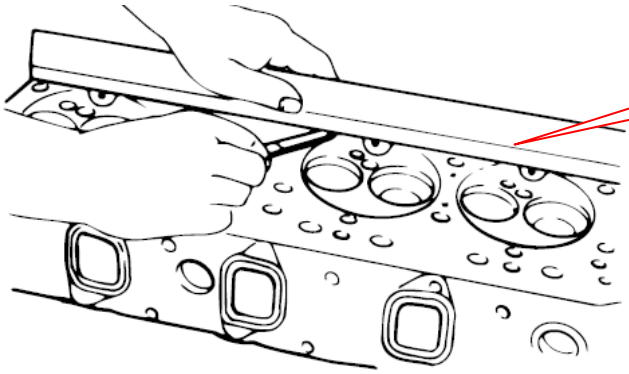
บันทึกผลการตรวจสอบฝาสูบด้วยสายตา

☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

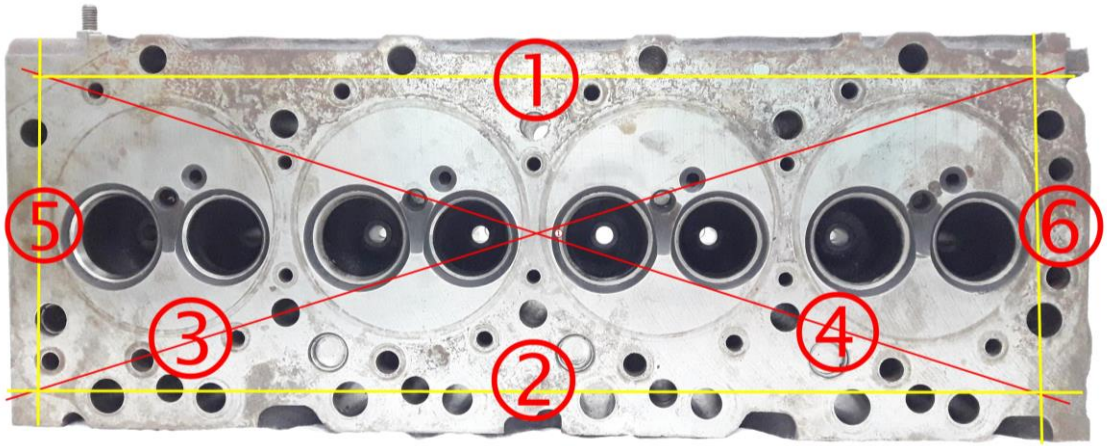
2. ตรวจสอบความโก่งของฝาสูบให้ใช้ฉากมาตรฐาน (กรณีไม่มีฉากมาตรฐานให้ใช้ด้านสันของบรรทัดเหล็กแทน) วางทาบบนหน้าฝาสูบตามภาพ จากนั้นใช้ฟีลเลอร์เกจสอดวัดตามจุดตรวจสอบ



ตำแหน่งตรวจสอบความโก่งฝาสูบตามมาตรฐานคู่มือซ่อม



ตรวจสอบความโก่งฝาสูบตามมาตรฐานคู่มือซ่อม



บันทึกผลการตรวจสอบความโก่งของฝาสูบ ค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อม 0.05 มิลลิเมตรและค่าความโก่งสูงสุดไม่เกิน 0.20 มิลลิเมตร (ถ้าเกินค่าความโก่งมาตรฐานแก้ไขโดยนำฝาสูบไปเจียระไน ถ้าฝาสูบโก่งเกินค่าสูงสุดต้องเปลี่ยนฝาสูบใหม่)

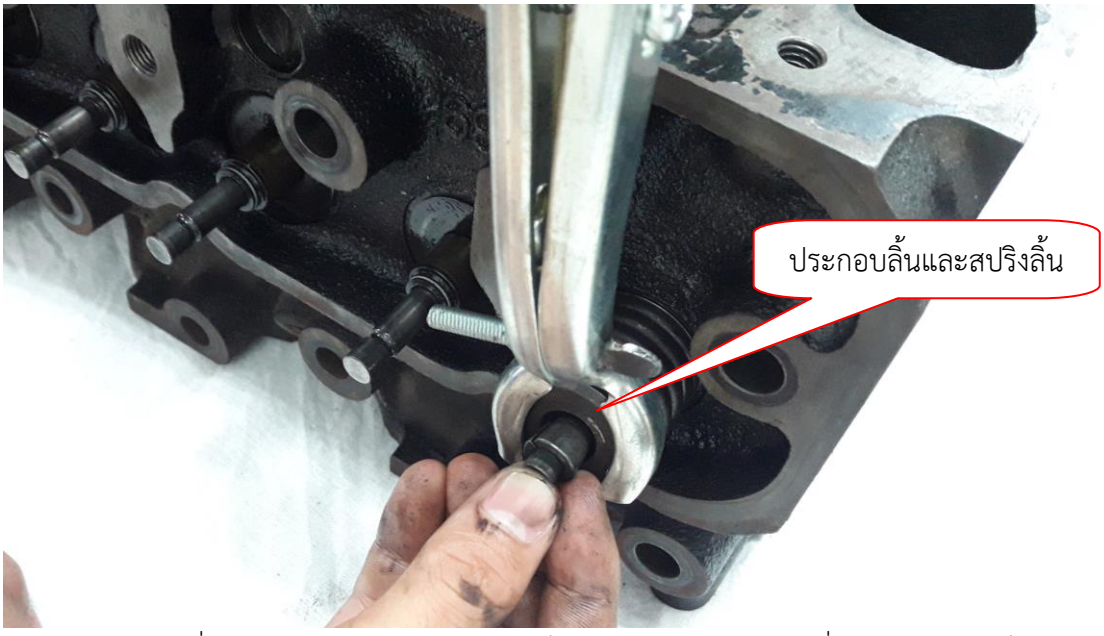
บันทึกค่าผลการตรวจสอบความโก่งฝาสูบ

จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6
..... ม.ม.	..... ม.ม.	..... ม.ม.	..... ม.ม.	..... ม.ม.	..... ม.ม.

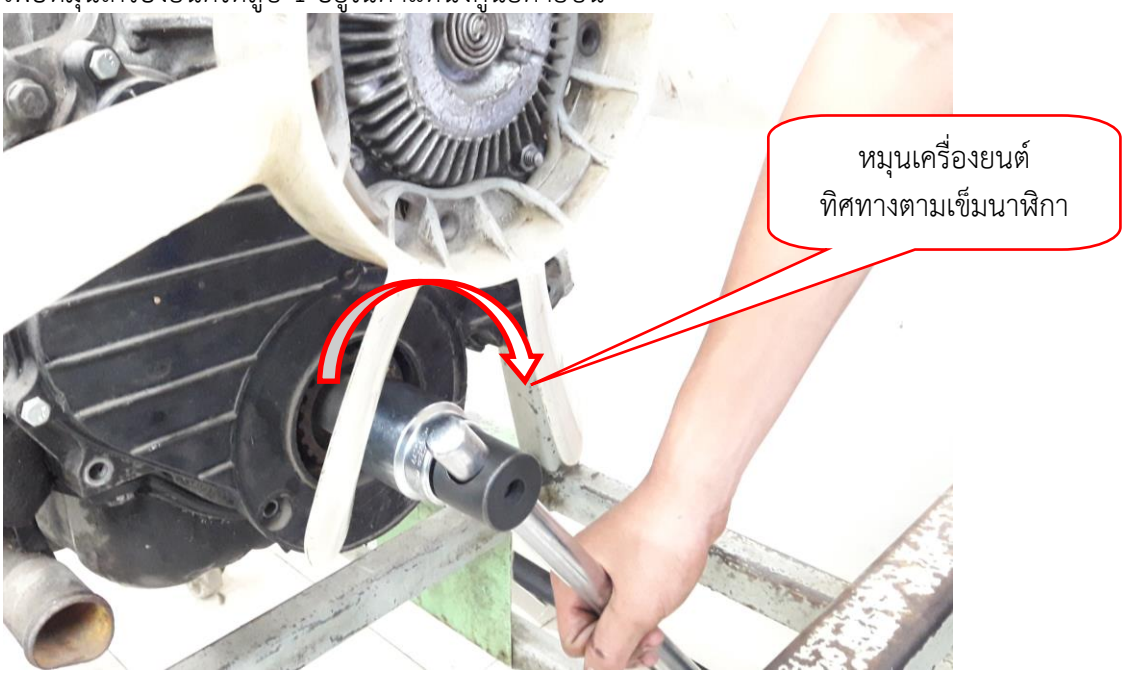
☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

การประกอบฝาสูบ

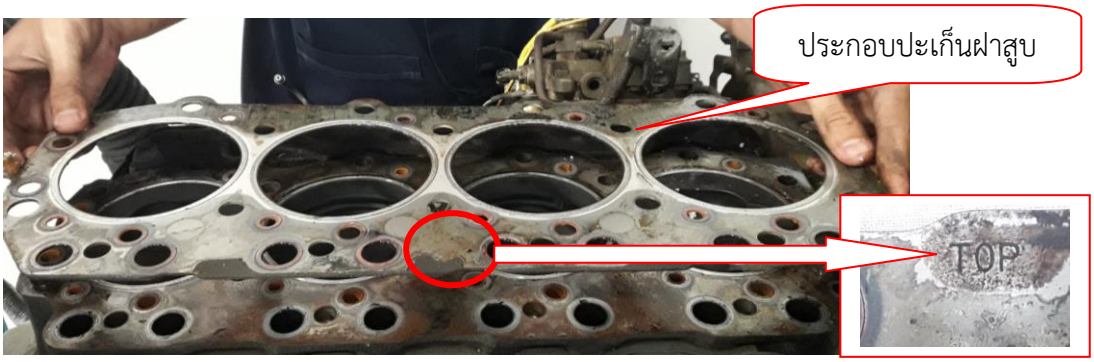
1. ประกอบลิ้นและสปริงลิ้น ใช้เครื่องมือประกอบลิ้นและสปริงลิ้นเข้ากับฝาสูบให้เรียบร้อย (ขั้นตอนละเอียดในงานถอดประกอบลิ้นหน่วยที่ 2)



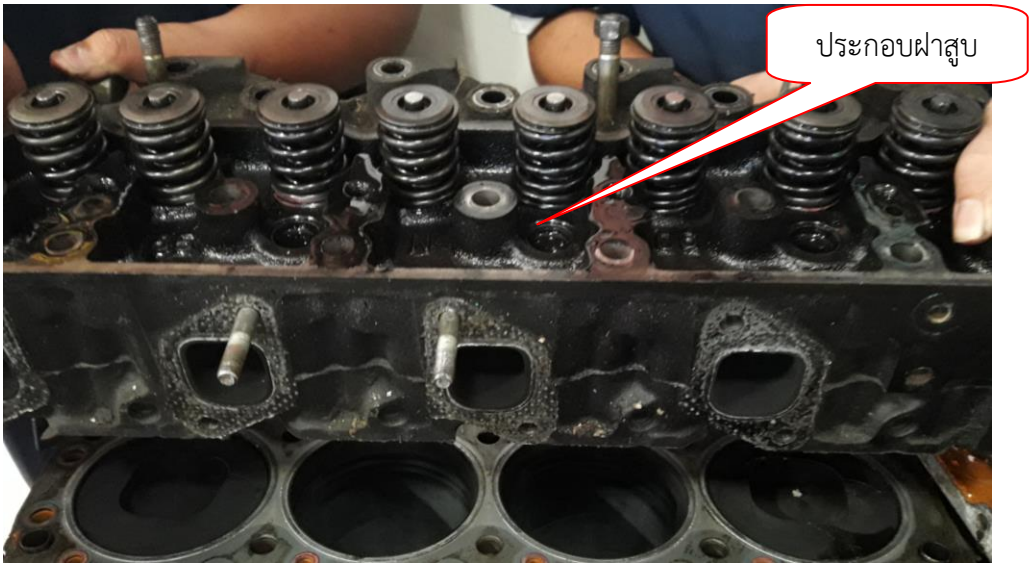
2. หมุนเครื่องยนต์ ใช้ประแจกระบอกขันน็อตยึดพูลเลย์เพลาข้อเหวี่ยงทิศทางตามเข็มนาฬิกา เพื่อหมุนเครื่องยนต์ให้สูบ 1 อยู่ในตำแหน่งศูนย์ตายบน



3. ประกอบปะเก็นฝาสูบ โดยวางปะเก็นฝาสูบลงบนเสื้อสูบให้ถูกต้องอย่าให้กลับด้านจากนั้นประกอบฝาสูบโดยยกฝาสูบวางบนเสื้อสูบที่มีปะเก็นฝาสูบรองไว้ด้วยความระมัดระวัง

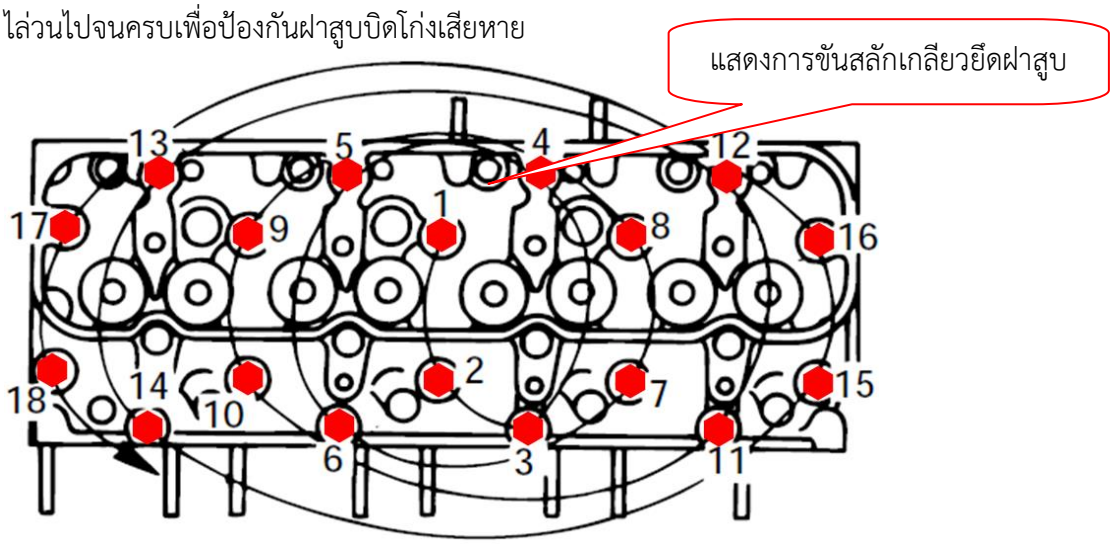


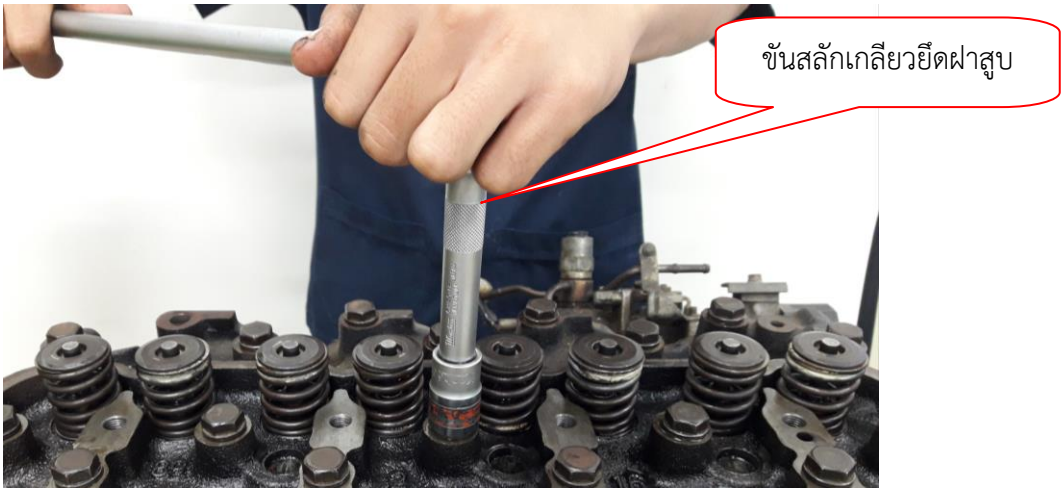
หมายเหตุ: สังเกตเครื่องหมายที่ปะเก็นฝาสูบให้เครื่องหมาย TOP หงายขึ้นด้านบน



4. ประกอบสลักเกลียวยึดฝาสูบ ชโลมน้ำมันหล่อลื่นที่เกลียวของสลักเกลียวและที่หน้าแปลนของสลักเกลียวฝาสูบและขันเข้าด้วยมือทิศทางตามเข็มนาฬิกาจากนั้นขันให้แน่นด้วยประแจวัดแรงบิด

กำหนดค่าการขันสลักเกลียวยึดฝาสูบจำนวน 2 รอบมาตรฐานตามคู่มือซ่อมโดยรอบแรกใช้ค่าการขัน 3.0-5.0 kg-m หรือ 21.7-36.1 lb-ft หรือ 29.4-49.0 Nm และรอบที่ 2 ใช้ค่าการขัน 8.2-9.2 kg-m หรือ 59.4-66.5 lb-ft หรือ 80.4-90.2 Nm โดยขันจากด้านในออกหาด้านนอกตามหมายเลขดังภาพไล่วนไปจนครบเพื่อป้องกันฝาสูบบิดโก่งเสียหาย

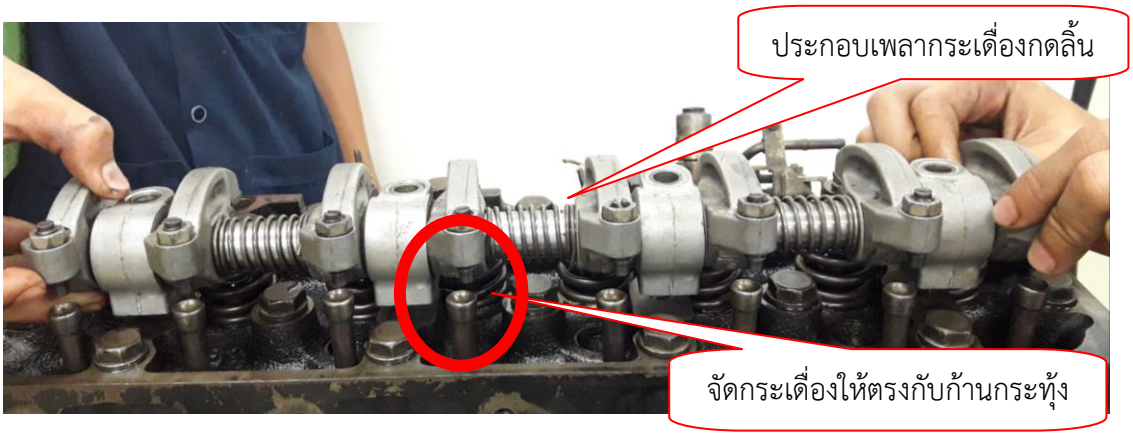


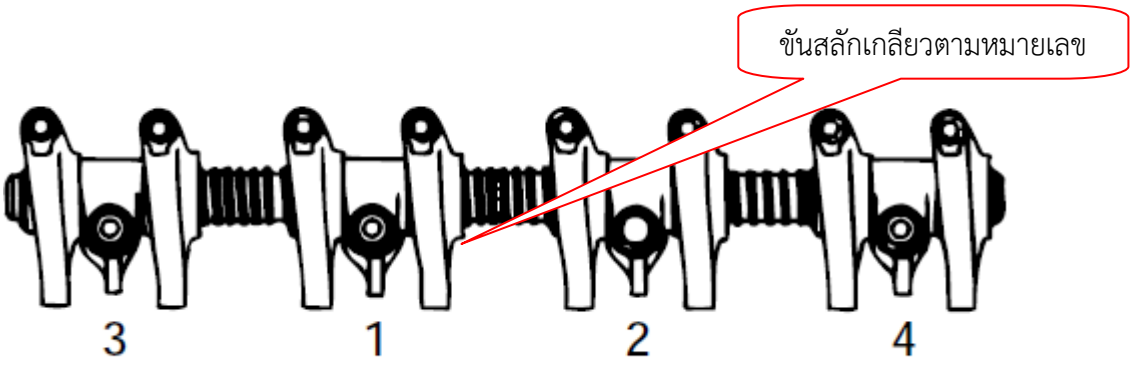


4. ประกอบก้านกระทุ้ง โดยชโลมน้ำมันหล่อลื่นที่ปลายก้านกระทุ้งจากนั้นประกอบก้านกระทุ้งลงไปในช่องที่ฝาสูบด้วยความระมัดระวัง

ข้อสังเกต: ก้านกระทุ้งเมื่อประกอบถูกต้องก้านกระทุ้งจะสามารถหมุนได้คล่องด้วยมือไม่ติดขัด

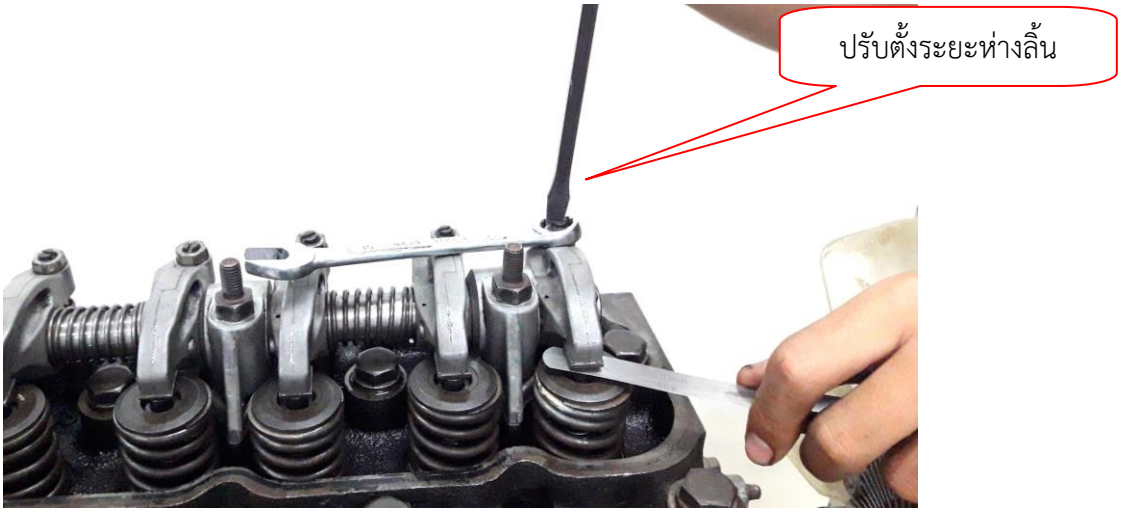
5. ประกอบเพลากระเดื่องกดลิ้นจัดกระเดื่องกดลิ้นให้ตรงกับก้านกระทุ้งและขันสลักเกลียวยึดเพลากระเดื่องกดลิ้นทิศทางตามเข็มนาฬิกาโดยขันครั้งละน้อยจากด้านในออกด้านนอกตามหมายเลข

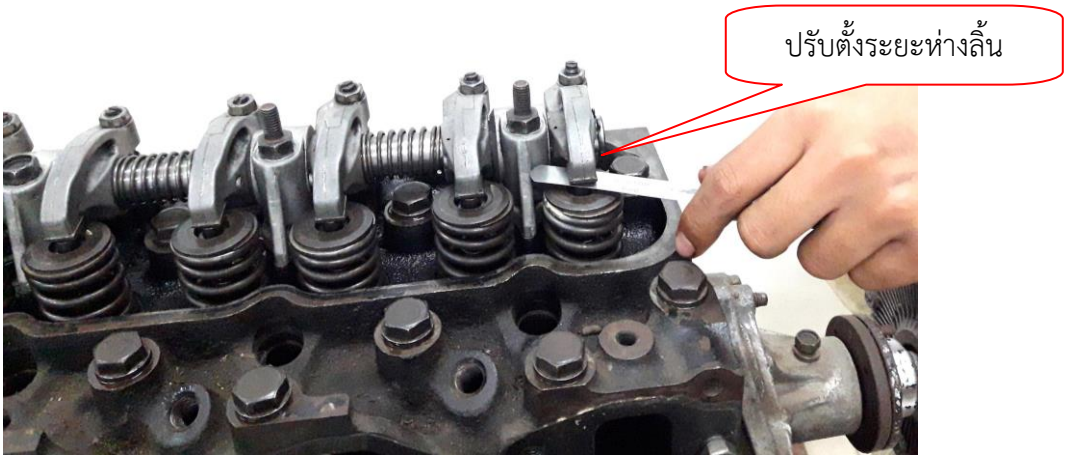




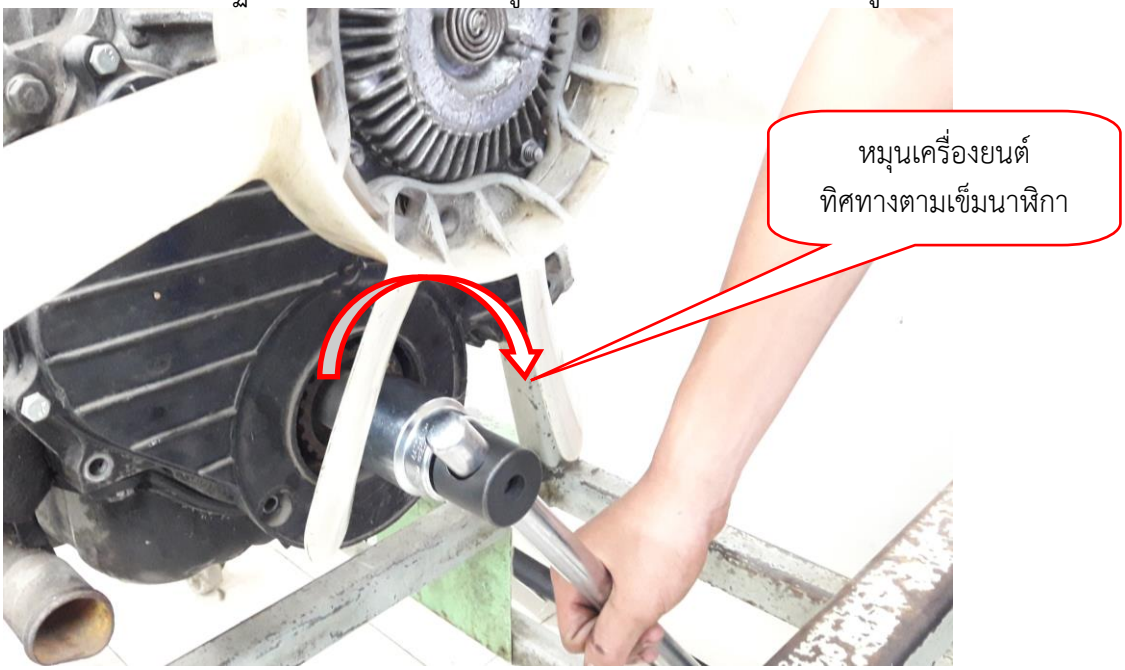
จากนั้นขันให้แน่นด้วยประแจวัดแรงบิด กำหนดค่าการขันตามมาตรฐานคู่มือซ่อม 5.0-6.0 kg-m หรือ 36.2-43.4 lb-ft หรือ 49.0-58.8 Nm

6. ตรวจสอบและปรับตั้งระยะห่างลิ้น (ขั้นตอนละเอียดในงานปรับตั้งระยะห่างลิ้นหน่วยที่ 3)

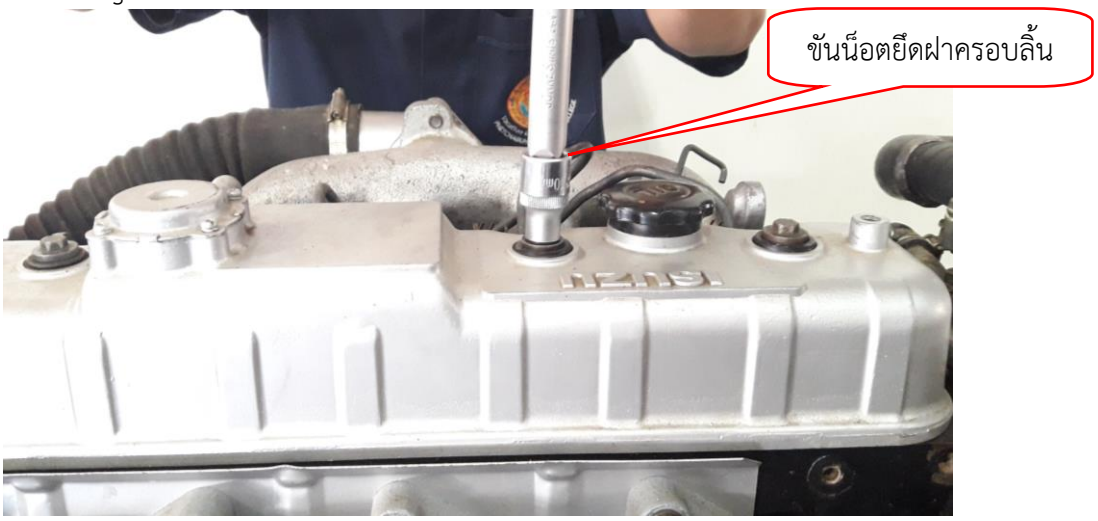




7. หมุนเครื่องยนต์ในทิศทางตามเข็มนาฬิกาจำนวน 2 รอบเพื่อตรวจสอบกลไกการทำงานของเครื่องยนต์หลังการปฏิบัติงานถอดประกอบฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ



8. ประกอบฝาครอบลิ้น จากนั้นขันน็อตยึดฝาครอบลิ้นทิศทางตามเข็มนาฬิกาโดยขันจากน็อตด้านในออกด้านนอกและขันให้แน่นด้วยประแจวัดแรงบิด กำหนดค่าการขันตามมาตรฐานคู่มือซ่อม 0.8-1.8 kg-m หรือ 5.3-13 lb-ft หรือ 7.8-17.6 Nm



9.ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์

ใบสั่งงานที่ 6 งานฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ

คำสั่ง ให้ถอดประกอบฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ (เวลา 40 นาที)

คำสั่งย่อย

1. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 4 รอให้ตรวจ
2. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 6 รอให้ตรวจ
3. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 8 รอให้ตรวจ

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. เตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์
2. ถอดเพลากระเดื่องกดลิ้น
3. ถอดก้านกระทุ้ง
4. ถอดฝาสูบ
5. ถอดลิ้นและสปริงลิ้น
6. ตรวจสอบฝาสูบ
7. ประกอบลิ้นและสปริงลิ้น
8. ประกอบฝาสูบ
9. ประกอบก้านกระทุ้ง
10. ประกอบเพลากระเดื่องกดลิ้น
11. หมุนเครื่องยนต์ทิศทางตามเข็มนาฬิกาจำนวน 2 รอบ
12. ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์

เครื่องมือ

1. เครื่องยนต์ดีเซล
2. ชุดประแจกระบอก ชุดประแจแหวน ประแจวัดแรงบิด ฟีลเลอร์เกจ (Feeler gauge)

วัสดุอุปกรณ์

ผ้าสะอาด น้ำมันหล่อลื่น และถุงมือ

ใบประเมินผลปฏิบัติงานที่ 6 งานฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ

ชื่อนักเรียน.....วัน/เดือน/ปี..... .....

เริ่มปฏิบัติงานเวลา.....เสร็จเวลา.....รวมเวลาปฏิบัติงาน.....

จุดประเมิน	ผลการประเมิน		หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน			
1.1 เตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์			
1.2 ถอดเพลากระเดื่องกดลิ้นได้ถูกต้อง			
1.3 ถอดก้านกระทุ้งได้ถูกต้อง			
1.4 ถอดฝาสูบออกจากเสื้อสูบได้ถูกต้อง			
1.5 ถอดลิ้นและสปริงลิ้นได้ถูกต้อง			
1.6 ตรวจสอบความโก่งของฝาสูบได้ถูกต้อง			
1.7 ประกอบลิ้นและสปริงลิ้นได้ถูกต้อง			
1.8 ประกอบฝาสูบเข้ากับเสื้อสูบได้ถูกต้อง			
1.9 ใช้ประแจวัดแรงบิดขันสลักเกลียวยึดฝาสูบได้			
1.10 ประกอบก้านกระทุ้งได้ถูกต้อง			
1.11 ประกอบกระเดื่องกดลิ้นได้ถูกต้อง			
1.12 หมุนเครื่องยนต์ 2 รอบตรวจสอบการทำงาน			
1.13 ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์			
2. คุณภาพของผลงาน (วัดได้)			
2.1 หน้าสัมผัสฝาสูบไม่ได้รับความเสียหาย			
2.2 สลักเกลียวไม่ได้รับความเสียหาย			
2.3 ก้านกระทุ้งไม่ได้รับความเสียหาย			
2.4 เพลากระเดื่องกดลิ้นไม่ได้รับความเสียหาย			

จุดประเมิน	ผลการประเมิน				หมายเหตุ
	ดีมาก	ดี	พอใช้	แก้ไข	
2. คุณภาพของผลงาน (วัดไม่ได้)					
- ความประณีต					
- ความเรียบร้อย รอบคอบ					
3. เจตคติกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน					
- ความรับผิดชอบ					
- ความสะอาด					
- ความปลอดภัย					

ใบประเมินผลปฏิบัติงานที่ 6 งานฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบลิ้นเหนือสูบ (ต่อ)

จุดประเมิน (ต่อ)	ผลการประเมิน				หมายเหตุ
	ดีมาก	ดี	พอใช้	แก้ไข	

ผลการประเมิน:

☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน เนื่องจาก .....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน: .....

หน่วยที่ 7 งานฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ

หัวข้อเรื่อง

1. การถอดฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ
2. การตรวจสอบความโก่งฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ
3. การประกอบฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ

สาระสำคัญ

ฝาสูบเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากในการควบคุมกำลังอัดและความดันภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ ฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ (OHC engine; overhead-camshaft engine) เป็นเครื่องยนต์ที่มีลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียอยู่เหนือลูกสูบ โดยมีเพลาลูกเบี้ยวอยู่ในฝาสูบเหนือหัวลูกสูบและเสื้อสูบของเครื่องยนต์ ส่งถ่ายแรงเพื่อควบคุมกลไกการเปิดปิดลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียจากเพลาลูกเบี้ยวส่งต่อให้กับกระเดื่องกดลิ้น ฝาสูบเมื่อใช้ไปนานๆ ต้องมีการชำรุดสึกหรอเสื่อมสภาพตามการใช้งานหรืออาจมีการชำรุดเสื่อมสภาพผิดปกติจากการใช้งานเช่นมีน้ำมันเครื่องรั่วซึมทำให้ปริมาณลดลงมีผลให้เกิดความร้อนจากการเสียดสีของชิ้นส่วนทำให้ชิ้นส่วนเกิดการชำรุดเสียหายและกระทบกับการทำงานของฝาสูบทำให้จำเป็นต้องมีการถอดฝาสูบออกมาเพื่อซ่อมแซมแก้ไข

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ถอดฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบได้
2. ตรวจสอบความโก่งฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบได้
3. ประกอบฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบได้
4. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการเรียนและในการปฏิบัติงาน

ฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ

เครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ (OHC engine; overhead-camshaft engine) เป็นเครื่องยนต์ที่มีลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียติดตั้งอยู่ในฝาสูบเหนือหัวลูกสูบของเครื่องยนต์ โดยมีเพลาลูกเบี้ยวติดตั้งอยู่ในฝาสูบเหนือหัวลูกสูบและเสื้อสูบ ส่งถ่ายแรงควบคุมกลไกการเปิดปิดลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียจากเพลาลูกเบี้ยวส่งต่อให้กับกระเดื่องกดลิ้น ทำให้ไม่ต้องใช้ก้านกระทุ้งลิ้นและลูกกระทุ้งลิ้นในกลไกควบคุมลิ้น เครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบมีการกดลิ้นอยู่ 2 แบบคือ แบบที่ใช้กระเดื่องกดลิ้นในการกดลิ้น และแบบที่ไม่ใช้กระเดื่องกดลิ้นใช้ลูกเบี้ยวกดลิ้นโดยตรงซึ่งแบบนี้ปรับตั้งระยะห่างลิ้นด้วยแผ่นชีม (shim) เครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบมีลักษณะเด่นคือ สามารถกดลิ้นได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ตอบสนองการเร่งดี เครื่องยนต์มีความเร็วรอบสูง ถูกออกแบบมาให้เหมาะกับเครื่องยนต์รอบสูง เครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบที่มีเพลาลูกเบี้ยวอันเดียว บริษัทผู้ผลิตนิยมเรียกว่า (SOHC engine; single overhead-camshaft engine) ถ้ามีเพลาลูกเบี้ยวสองอันอยู่เหนือฝาสูบซึ่งอันหนึ่งใช้ควบคุมลิ้นไอดีและอีกอันใช้ควบคุมลิ้นไอเสียจะเรียกว่า เครื่องยนต์แบบเพลาลูกเบี้ยวคู่เหนือสูบ (DOHC engine; double overhead-camshaft engine) บริษัทผู้ผลิตเรียกว่าเครื่องยนต์ทวินแคม (Twin cam)

โดยฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อใช้ไปนานๆจะมีการชำรุดสึกหรอตามสภาพหรืออาจมีการใช้งานที่ผิดปกติ เช่นไม่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องตามกำหนดหรืออาจมีน้ำมันเครื่องรั่วซึมทำให้ปริมาตรลดลงมีผลทำให้เกิดความร้อนจากการเสียดสีของชิ้นส่วนทำให้เกิดการชำรุดสึกหรอ หรือหากเกิดปัญหากับระบบระบายความร้อนก็จะส่งผลต่อการทำงานของฝาสูบทันทีทั้งนี้ยังอาจมีอีกหลายสาเหตุที่ทำให้จำเป็นต้องมีการถอดฝาสูบออกมาเพื่อซ่อมแซมปรับปรุงแก้ไข

ภาพที่ 7-1 ฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

ใบงานที่ 7.1 งานฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ถอดฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบได้
2. ตรวจสอบความโก่งฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบได้
3. ประกอบฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบได้
4. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการเรียนและในการปฏิบัติงาน

เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน

1. เครื่องยนต์ดีเซล
2. ตู้เครื่องมือ ชุดประแจกระบอก ชุดประแจรวม คีมปากแหลม ประแจวัดแรงบิด ฉากมาตรฐานหรือบรรทัดเหล็ก
3. เครื่องมือวัดละเอียดฟีลเลอร์เกจหรือเกจแผ่นสอด (Feeler gauge) ไมโครมิเตอร์ (Micrometer) เกจหน้าปัด (Dial gauge)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เตรียมเครื่องยนต์ดีเซลเตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์เตรียมประแจกระบอกสำหรับใช้ขันน็อตและสลักเกลียวยึดฝาสูบและใช้ขันสลักเกลียวยึดพูลเลย์เพลาข้อเหวี่ยงเพื่อหมุนเครื่องยนต์ เตรียมประแจรวมสำหรับใช้ขันและคลายน็อตทั่วไป เตรียมประแจวัดแรงบิดสำหรับใช้ขันสลักเกลียวยึดฝาสูบเพื่อให้ได้ค่าการขันที่เท่ากัน เตรียมฟีลเลอร์เกจสำหรับใช้ตรวจสอบความโก่งของฝาสูบ เตรียมฉากมาตรฐานสำหรับใช้ตรวจวัดความโก่งของฝาสูบซึ่งใช้ร่วมกับฟีลเลอร์เกจ (Feeler gauge) (กรณีไม่มีฉากมาตรฐานให้ใช้ด้านสันของบรรทัดเหล็กแทน) เตรียมเครื่องกดสปริงลิ้นสำหรับใช้ถอดลิ้นออกจากฝาสูบก่อนนำฝาสูบไปตรวจสอบความโก่งและใช้ในการประกอบลิ้นเข้ากับฝาสูบ

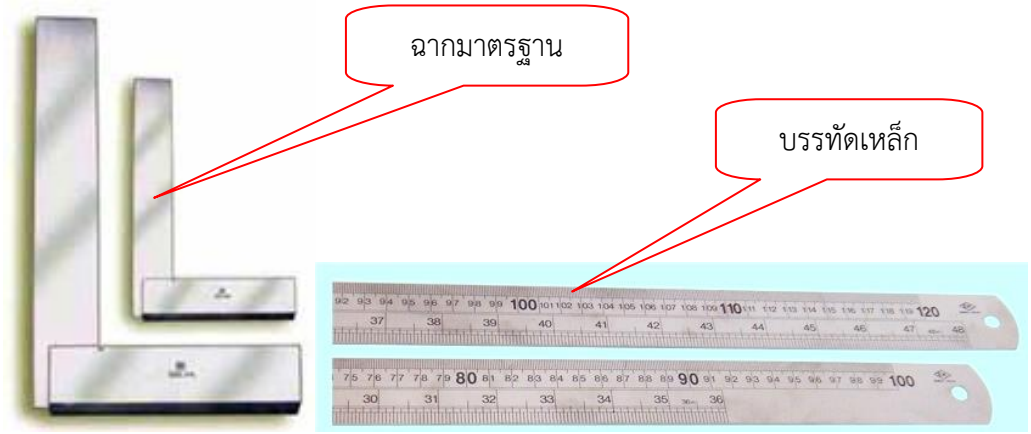
ตู้เครื่องมือ

เตรียมประแจรวม

ประแจกระบอก

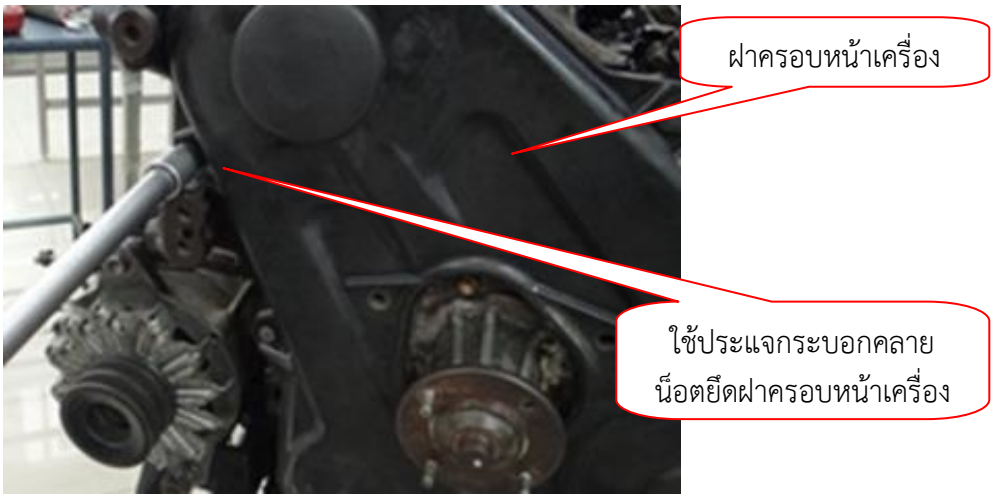
ประแจวัดแรงบิด

ฟีลเลอร์เกจ

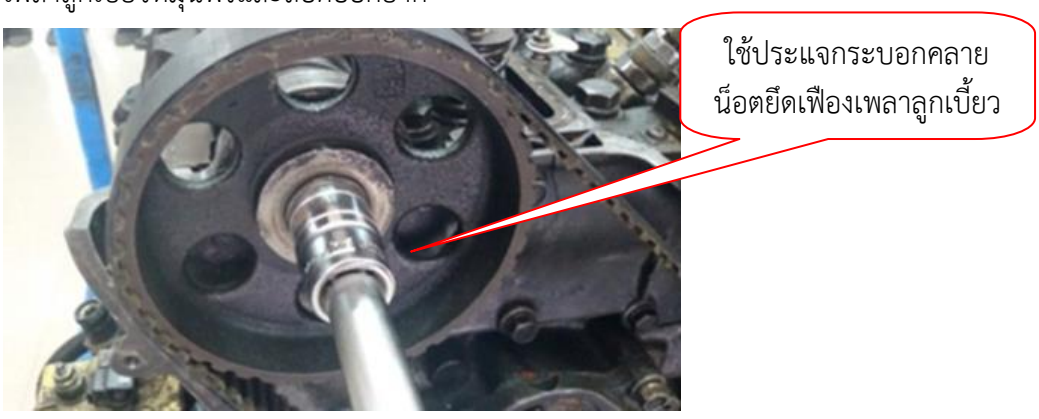


2. ถอดฝาครอบลิ้น ใช้ประแจกระบอกคลายน็อตยึดฝาครอบลิ้นทิศทางทวนเข็มนาฬิกาโดยคลายครั้งละน้อยสลับกันเริ่มจากตัวนอกก่อน จากนั้นถอดน็อตยึดฝาครอบลิ้นและถอดฝาครอบลิ้นออกจากเครื่องยนต์

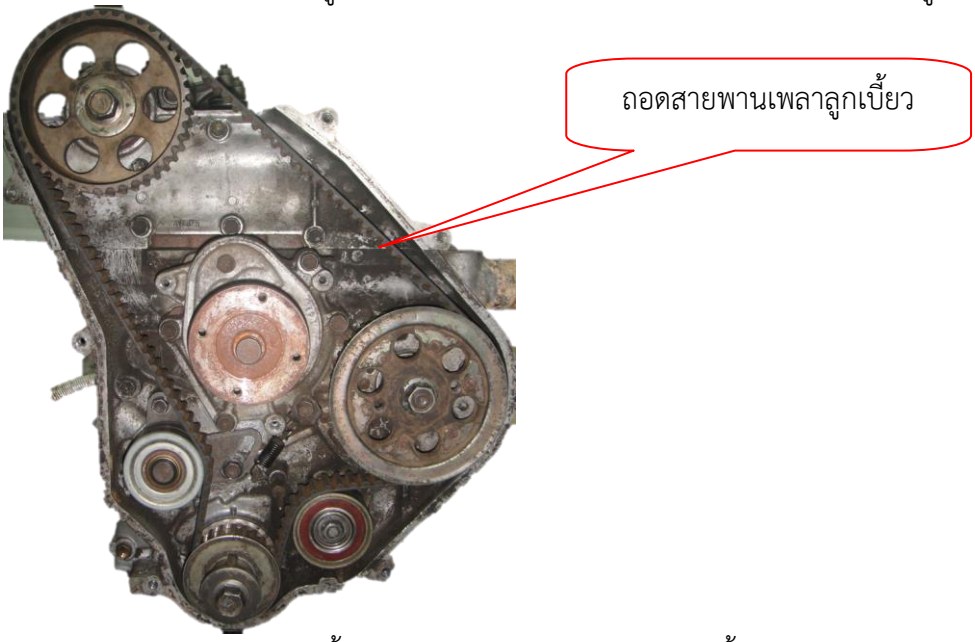
3. ถอดฝาครอบหน้าเครื่องยนต์ ใช้ประแจกระบอกคลายน็อตยึดฝาครอบหน้าเครื่องออกในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา จากนั้นถอดฝาครอบหน้าเครื่องยนต์ออก



4. ใช้ประแจกระบอกคลายน็อตยึดเฟืองเพลาลูกเบี้ยวในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาให้พอหลวมๆ ข้อสังเกต ห้ามถอดสายพานเพลาลูกเบี้ยวก่อนเฟืองเพลาลูกเบี้ยว เพราะจะทำให้ถอดน็อตยึดเฟืองเพลาลูกเบี้ยวหมุนฟรีและถอดออกยาก

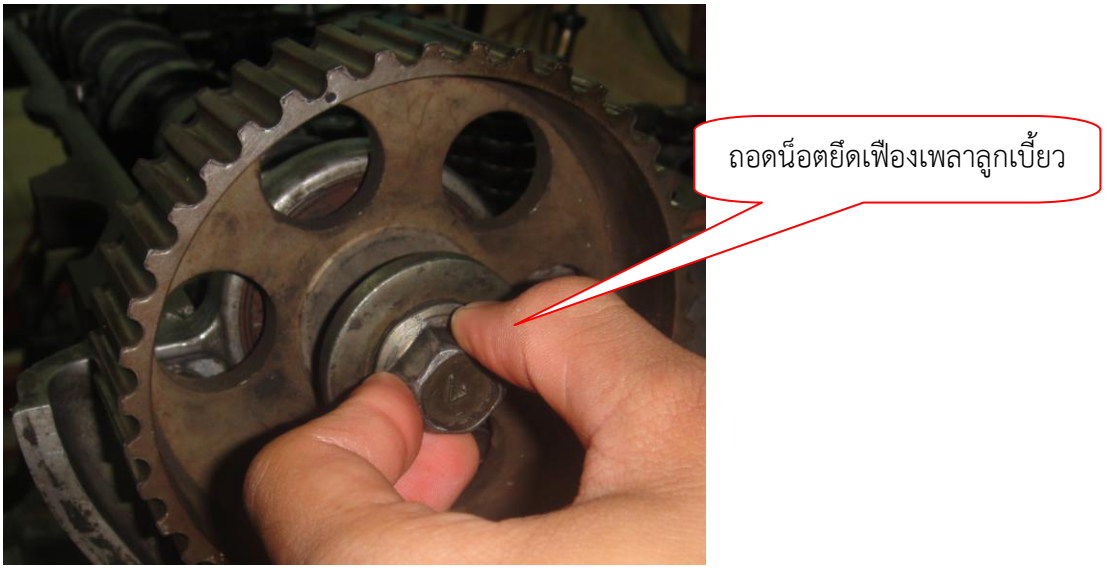


5. ถอดสายพานเพลาลูกเบี้ยวตามขั้นตอน (รายละเอียดในงานสายพานเพลาลูกเบี้ยว)



6. ถอดเฟืองเพลาลูกเบี้ยว หลังจากถอดสายพานเพลาลูกเบี้ยวออกจัดเรียงเรียบร้อยแล้วต่อไปให้ถอดน็อตยึดเฟืองเพลาลูกเบี้ยวออกจากเฟืองเพลาลูกเบี้ยวและถอดเฟืองเพลาลูกเบี้ยวออกจากเพลาลูกเบี้ยว (ปกติเฟืองเพลาลูกเบี้ยวสามารถถอดออกได้ง่ายโดยใช้มือจับขยับด้านข้างเฟืองซ้ายขวาไปมา แต่ถ้าแน่นไม่สามารถถอดออกได้ง่ายให้ได้เครื่องมือดูดพูลเลย์)

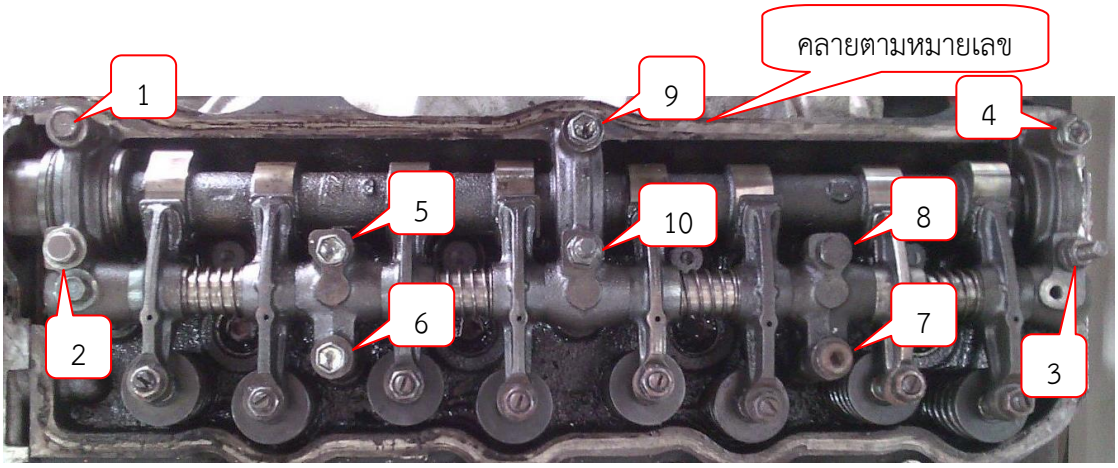
ข้อควรระวัง: ที่ปลายเพลาลูกเบี้ยวจะมีลิ่มสำหรับล็อกเฟืองให้หมุนไปพร้อมกับเพลาระวังหล่นหาย

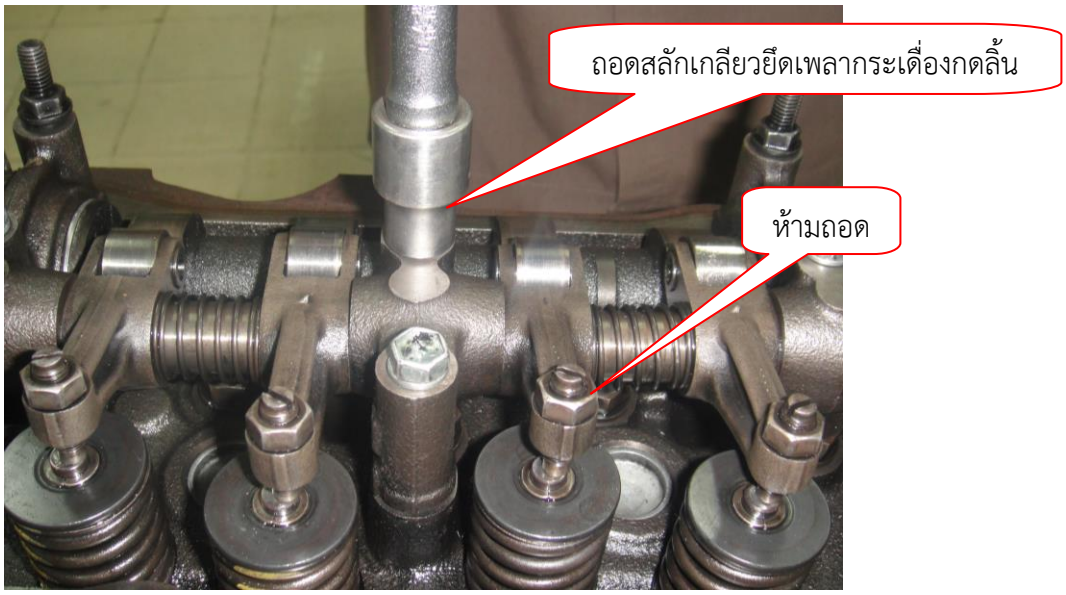


7. ถอดเพลากระเดื่องกดลิ้น

7.1 ใช้ประแจกระบอกคลายสลักเกลียวยึดเพลากระเดื่องกดลิ้นทิศทางทวนเข็มนาฬิกาโดยคลายจากด้านนอกเข้าหาด้านในตามหมายเลขในภาพและคลายครั้งละน้อยสลับกันให้ครบทุกตัว สลักเกลียวยึดเพลากระเดื่องกดลิ้นมีจำนวน 10 ตัว ให้ถอดเฉพาะสลักเกลียวยึดเพลากระเดื่องกดลิ้นห้ามถอดน็อตยึดกระเดื่องกดลิ้น

7.2 จากนั้นถอดสลักเกลียวยึดเพลากระเดื่องกดลิ้นออกจัดเรียงตามลำดับ

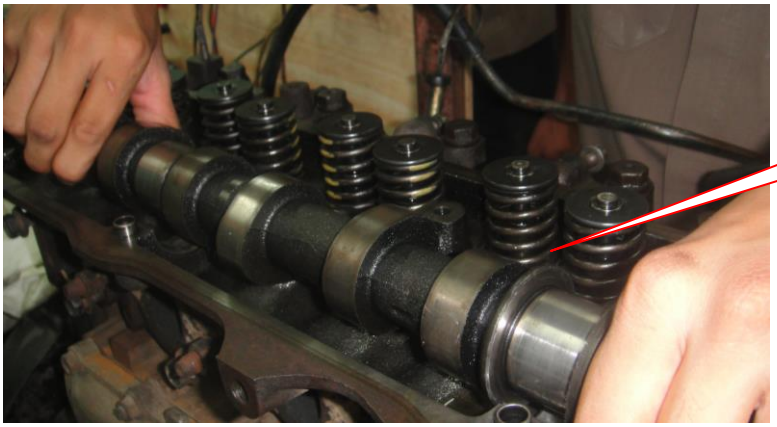




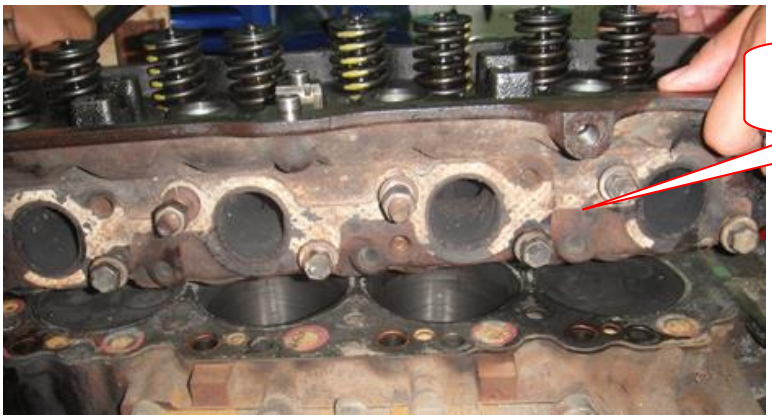
7.3 ถอดเพลากระเดื่องกดลิ้น โดยยกเพลากระเดื่องกดลิ้นขึ้นทั้งชุดห้ามถอดแยกกระเดื่องกดลิ้นออกจากเพลากระเดื่องกดลิ้น

8. ถอดเพลาลูกเบี้ยว โดยยกเพลาลูกเบี้ยวออกจากฝาสูบด้วยความระมัดระวัง

ข้อสังเกต: ก่อนถอดให้สังเกตตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยวและใช้สีทำเครื่องหมายเพื่อให้ง่ายในการประกอบ

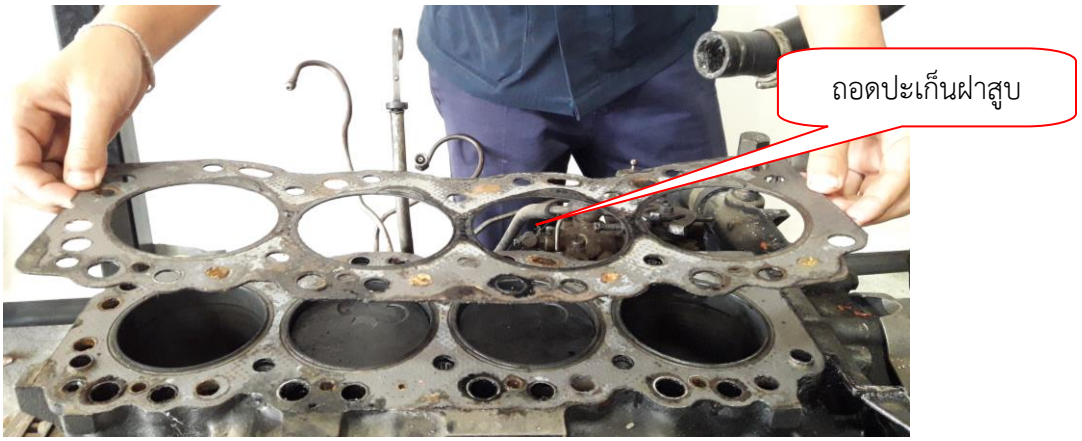


9. ถอดฝาสูบ ให้ใช้ประแจกระบอกคลายสลักเกลียวยึดฝาสูบทิศทางทวนเข็มนาฬิกาโดยคลายสลักเกลียวจากด้านนอกเข้าสู่ด้านในของฝาสูบดังภาพและคลายออกครั้งละน้อยคลายพอหลวมๆ สลับกันจนครบทุกตัว จากนั้นถอดสลักเกลียวยึดฝาสูบจัดเรียงตามลำดับและถอดฝาสูบโดยยกฝาสูบออกจากเสื้อสูบด้วยความระมัดระวัง วางฝาสูบบนโต๊ะปฏิบัติงานห้ามวางหน้าฝาสูบกับพื้นโลหะให้วางบนพื้นที่มีผ้าหนานุ่มรองไว้เพื่อป้องกันหน้าฝาสูบเสียหาย

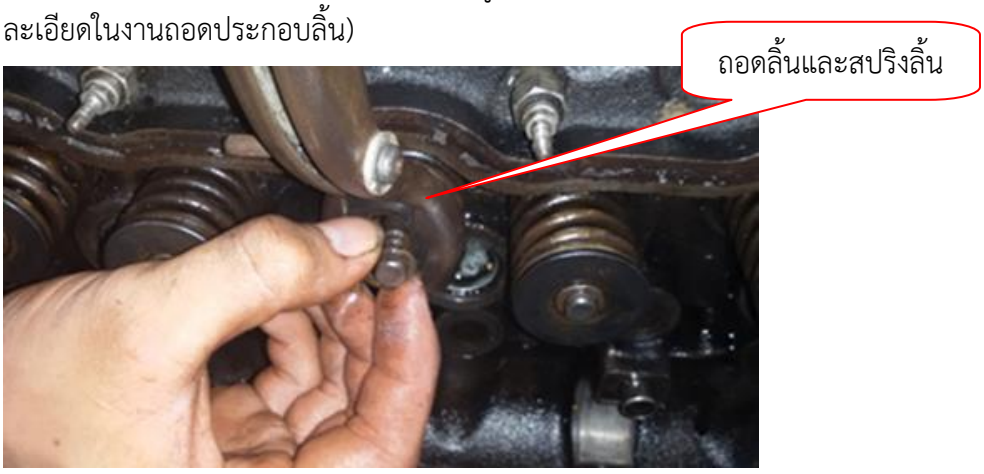


ข้อควรระวัง: เนื่องจากฝาสูบมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมากให้ระวังอันตรายจากการปฏิบัติงาน

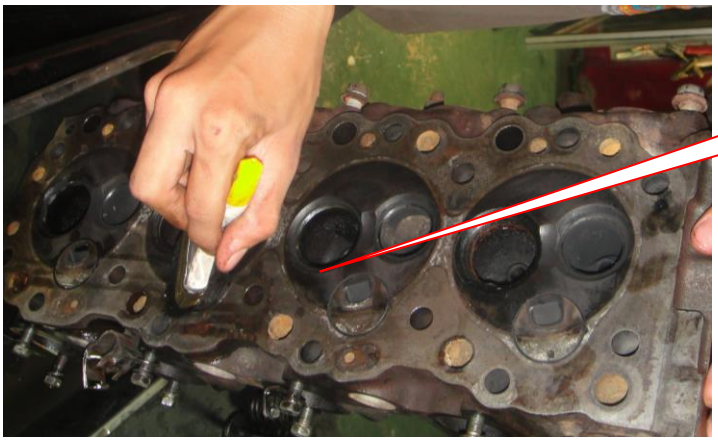
10. ถอดปะเก็นฝาสูบออกจากเสื้อสูบ (กรณีใช้ปะเก็นฝาสูบชุดเดิมให้สังเกตและทำเครื่องหมายที่ปะเก็นฝาสูบเพื่อให้ง่ายในขั้นตอนการประกอบและป้องกันการประกอบปะเก็นฝาสูบกลับด้าน)



11. ถอดลิ้นและสปริงลิ้นออกจากฝาสูบใช้เครื่องมือกดสปริงลิ้นถอดลิ้นและสปริงลิ้น (ขั้นตอนละเอียดในงานถอดประกอบลิ้น)



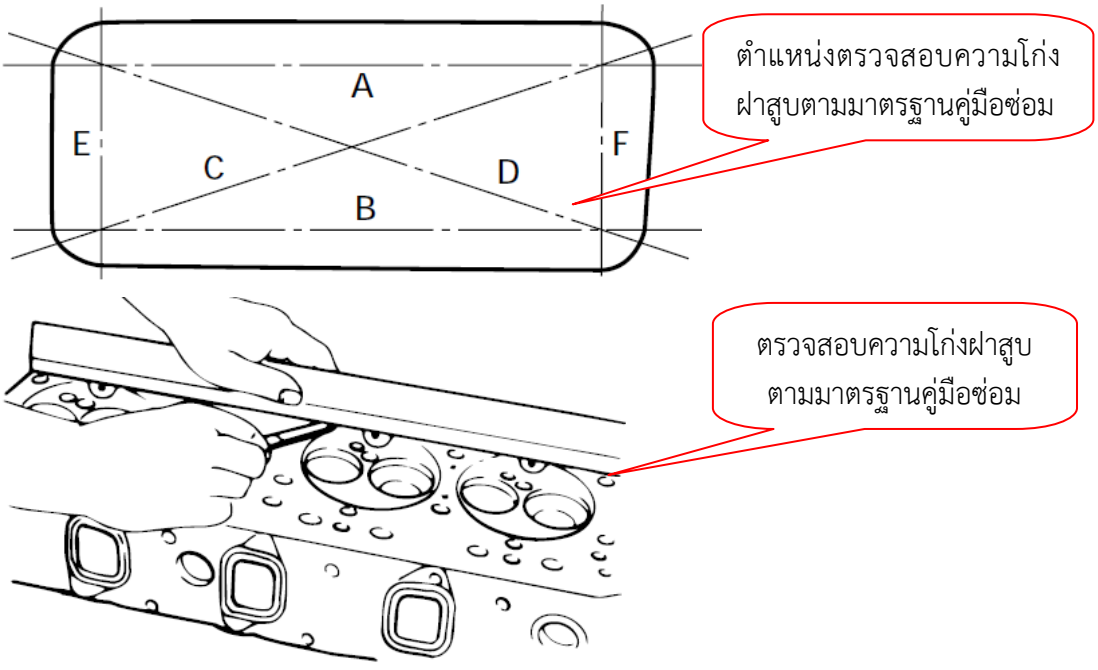
12. ทำความสะอาดฝาสูบ ใช้เหล็กขูดปะเก็นขูดปะเก็นและเศษสิ่งสกปรกต่างๆ จากนั้นใช้น้ำมันล้างทำความสะอาดคราบเขม่าสิ่งสกปรกฝุ่นผงใช้ลมเป่าเช็ดทำความสะอาดให้แห้ง

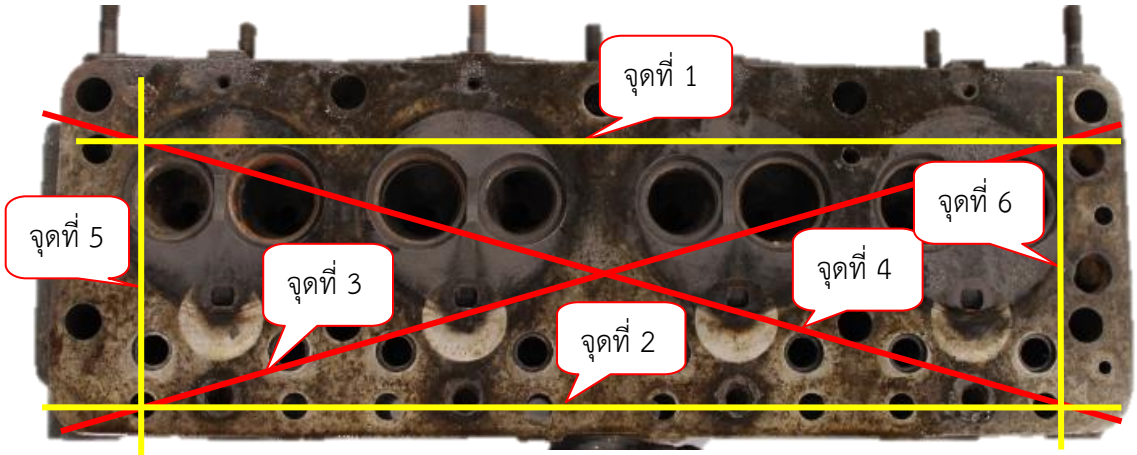


การตรวจสอบฝาสูบ

1. ตรวจสอบสภาพร่องรอยการชำรุดสึกหรอของฝาสูบด้วยด้วยสายตา

2. ตรวจสอบความโก่งของฝาสูบ ให้ใช้ฉากมาตรฐาน (กรณีไม่มีฉากมาตรฐานให้ใช้ด้านสันของบรรทัดเหล็กแทน) วางทาบบนหน้าฝาสูบตามภาพ จากนั้นใช้ฟีลเลอร์เกจสอดวัดตามจุดตรวจสอบ





บันทึกผลการตรวจสอบความโก่งของฝาสูบ ค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อม 0.05 มิลลิเมตรและค่าความโก่งสูงสุดไม่เกิน 0.20 มิลลิเมตร (ถ้าเกินค่าความโก่งมาตรฐานแก้ไขโดยนำฝาสูบไปเจียระไน ถ้าฝาสูบโก่งเกินค่าสูงสุดต้องเปลี่ยนฝาสูบใหม่)

บันทึกผลการตรวจสอบฝาสูบด้วยสายตา

☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

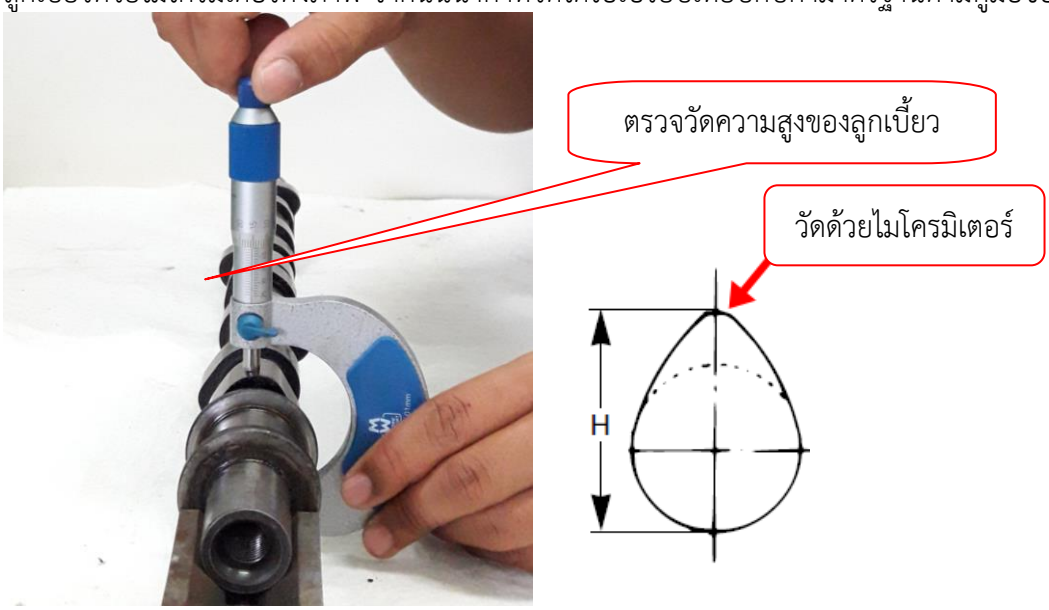
บันทึกค่าผลการตรวจสอบความโก่งฝาสูบ

จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 4	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6
..... ม.ม.	..... ม.ม.	..... ม.ม.	..... ม.ม.	..... ม.ม.	..... ม.ม.

☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

การตรวจสอบเพลาลูกเบี้ยว

1. ตรวจสอบการชำรุดสึกหรอของเพลาลูกเบี้ยวด้วยสายตาจากนั้นตรวจสอบความสูงของลูกเบี้ยวด้วยไมโครมิเตอร์ดังภาพ จากนั้นนำค่าที่วัดได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อม



บันทึกผลการตรวจสอบความสูงของลูกเบี้ยว

ผลการตรวจสอบ (มิลลิเมตร)	ลูกเบี้ยวไอดี				ลูกเบี้ยวไอเสีย			
	ลูกที่ 1	ลูกที่ 2	ลูกที่ 3	ลูกที่ 4	ลูกที่ 1	ลูกที่ 2	ลูกที่ 3	ลูกที่ 4

☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

2. ตรวจสอบความคดของเพลาลูกเบี้ยว โดยใช้เกจหน้าปัด (Dial gauge) วัดที่ข้อกลางของเพลาลูกเบี้ยวดังภาพ จากนั้นนำค่าที่วัดได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อม

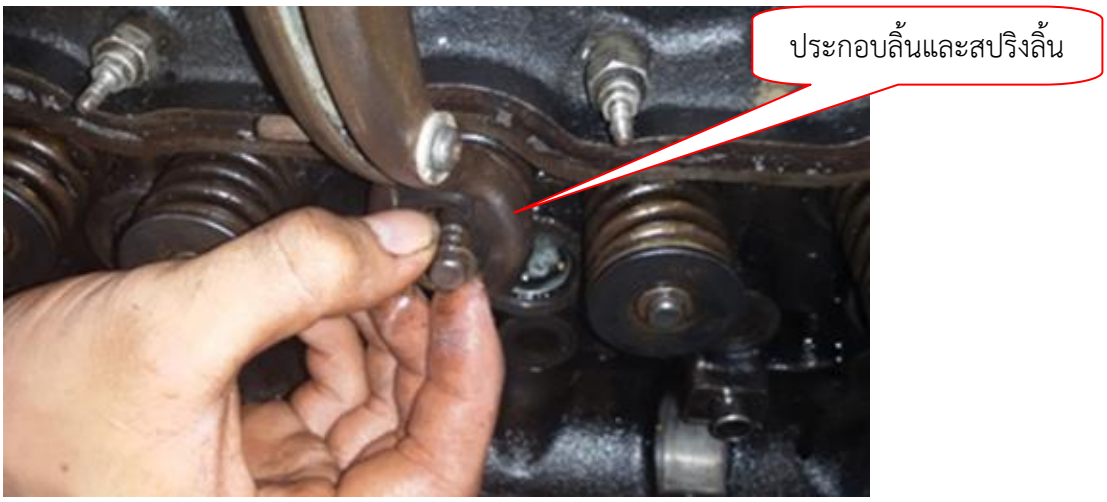
บันทึกผลการตรวจสอบความคดของเพลาลูกเบี้ยว

ค่าที่วัดได้.....มิลลิเมตร

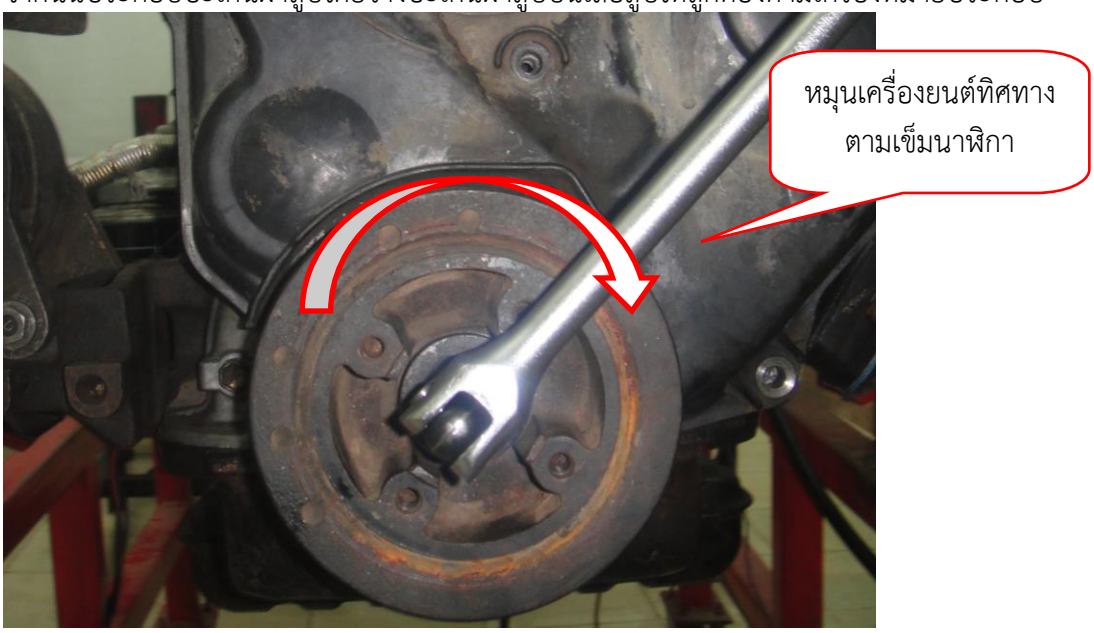
☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

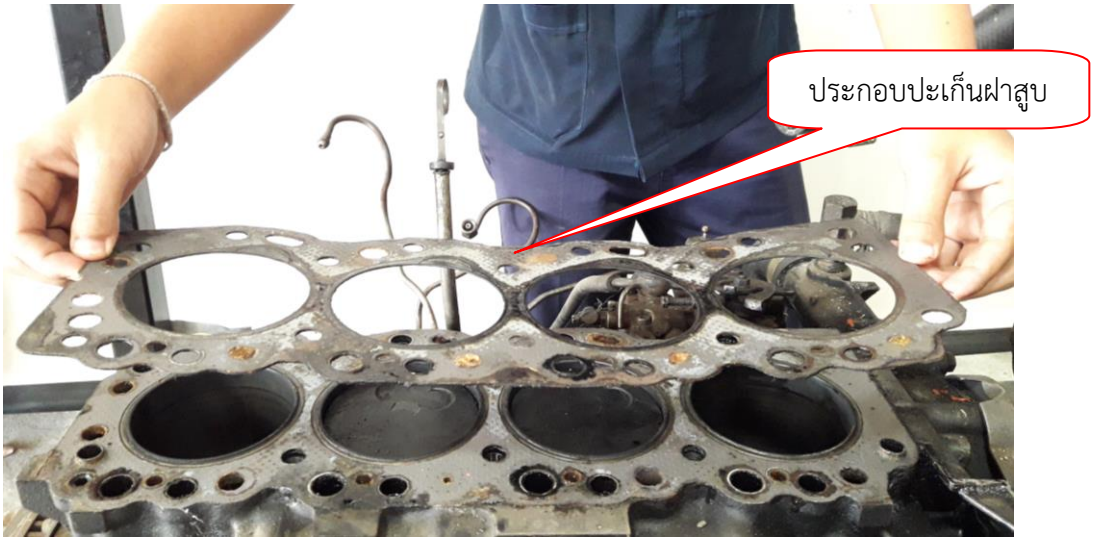
การประกอบฝาสูบ

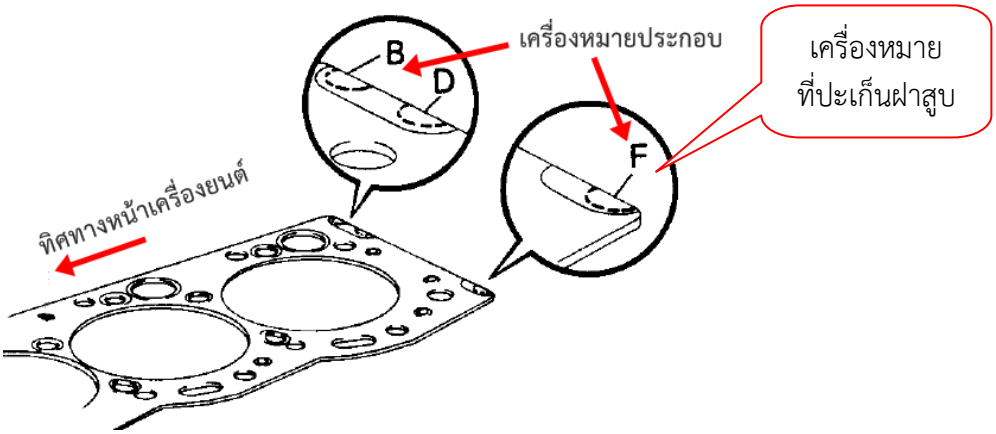
1. ประกอบลิ้นและสปริงลิ้นใช้เครื่องมือกดสปริงลิ้นประกอบลิ้นและสปริงลิ้นเข้ากับฝาสูบให้เรียบร้อย (ขั้นตอนละเอียดในงานถอดประกอบลิ้น)



3. หมุนเครื่องยนต์ ใช้ประแจกระบอกหมุนเครื่องยนต์ให้สูบ 1 อยู่ในตำแหน่งศูนย์ตายบน จากนั้นประกอบปะเก็นฝาสูบโดยวางปะเก็นฝาสูบบนเสื้อสูบให้ถูกต้องตามเครื่องหมายประกอบ

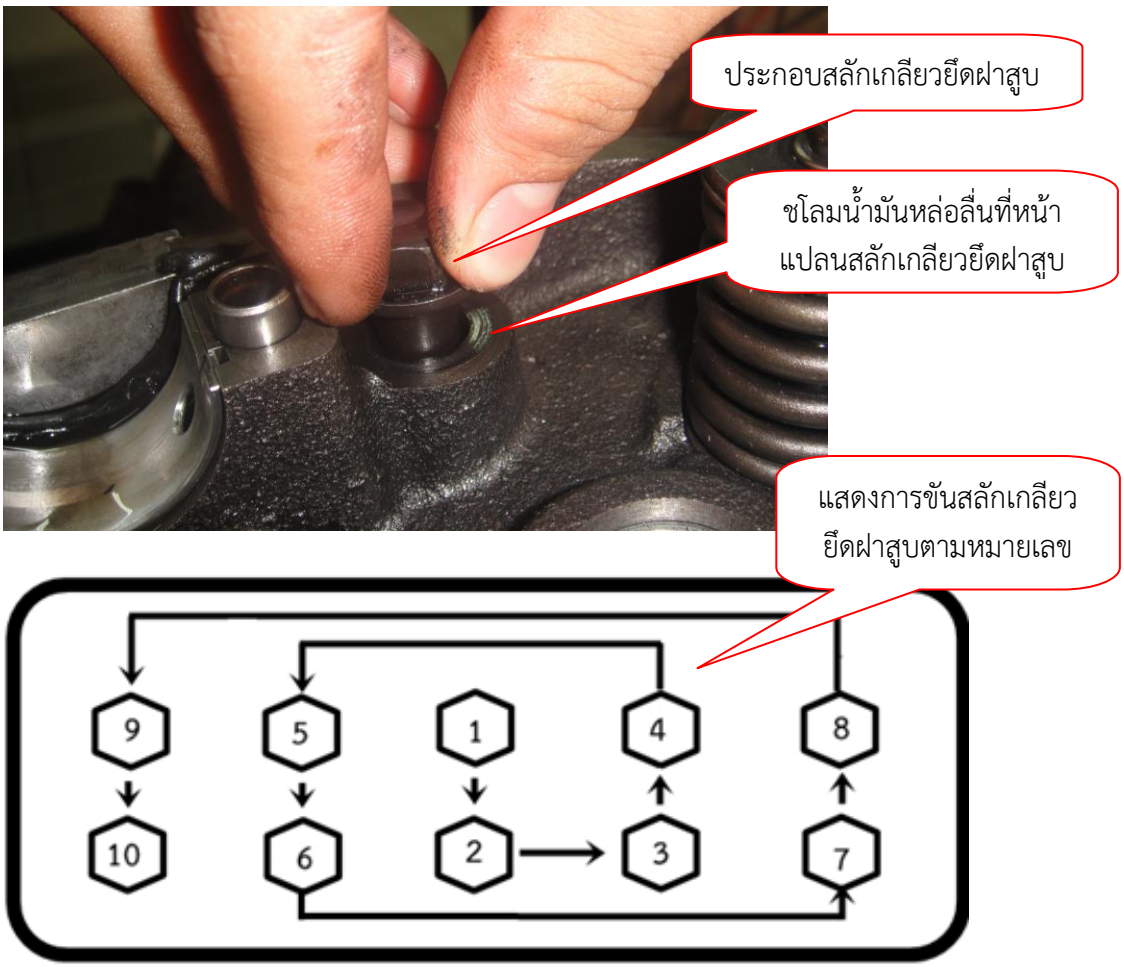


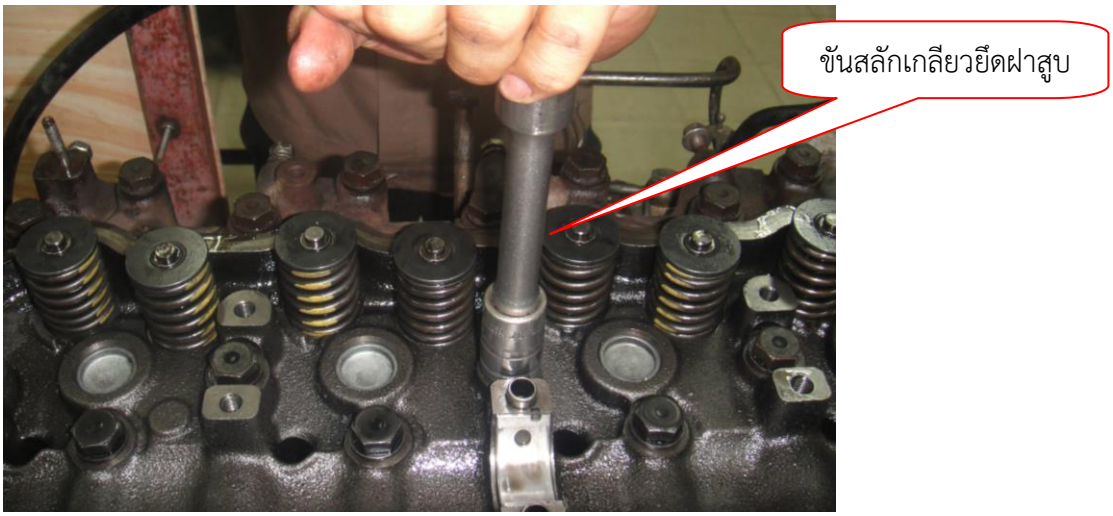




4. ประกอบฝาสูบเข้ากับเสื้อสูบ โดยยกฝาสูบวางทับบนเสื้อสูบที่มีปะเก็นฝาสูบรองไว้ด้วยความระมัดระวัง

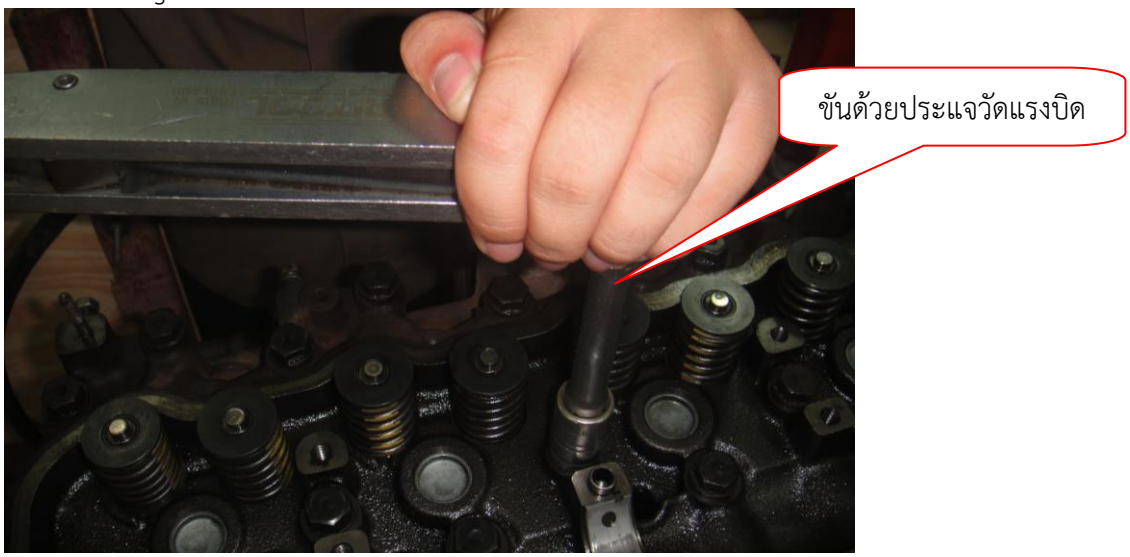
5. ประกอบสลักเกลียวยึดฝาสูบ ชโลมน้ำมันหล่อลื่นที่เกลียวของสลักเกลียวและที่หน้าแปลนของสลักเกลียวที่ฝาสูบจากนั้นให้ขันเข้าด้วยมือในทิศทางตามเข็มนาฬิกา จากนั้นให้ขันด้วยประแจกระบอกโดยขันจากด้านในออกสู่ด้านนอกตามหมายเลขดังภาพ



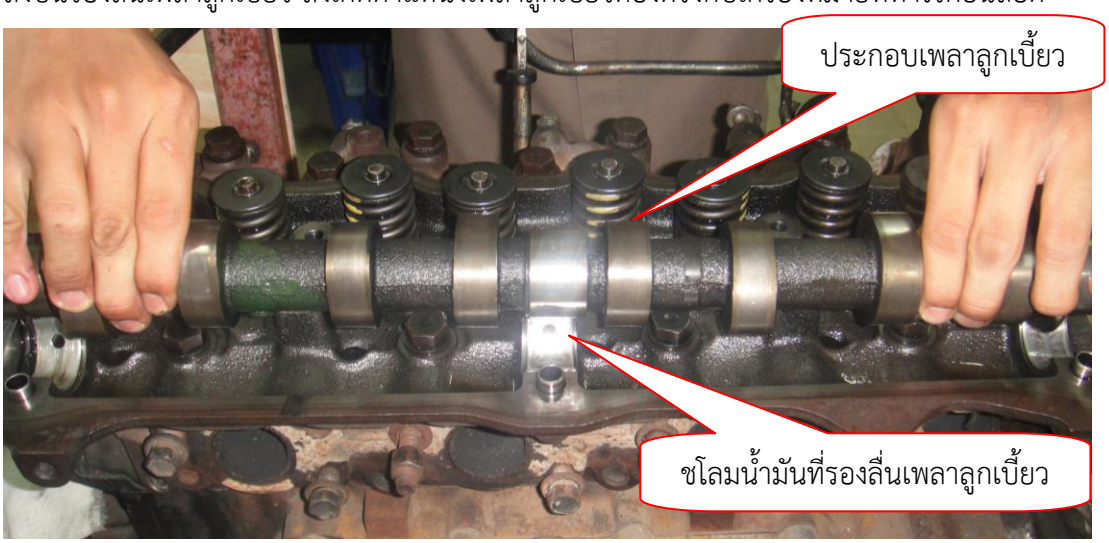


6. ปรับตั้งประแจวัดแรงบิดตามค่ากำหนด โดยหมุนปรับคลายล็อกที่ด้านท้ายประแจวัดแรงบิด จากนั้นหมุนปลอกเลื่อนของประแจวัดแรงบิดหาค่าที่ต้องการและบิดล็อกประแจวัดแรงบิด

7. ขันสลักเกลียวยึดฝาสูบด้วยประแจวัดแรงบิดค่าการขันตามมาตรฐานคู่มือซ่อมเครื่องยนต์2L กำหนด 8.0 kg-m หรือ 58.0 lb-ft หรือ 78.0 Nm โดยปรับตั้งค่าการขัดแบ่งออกเป็น 2 ช่วง

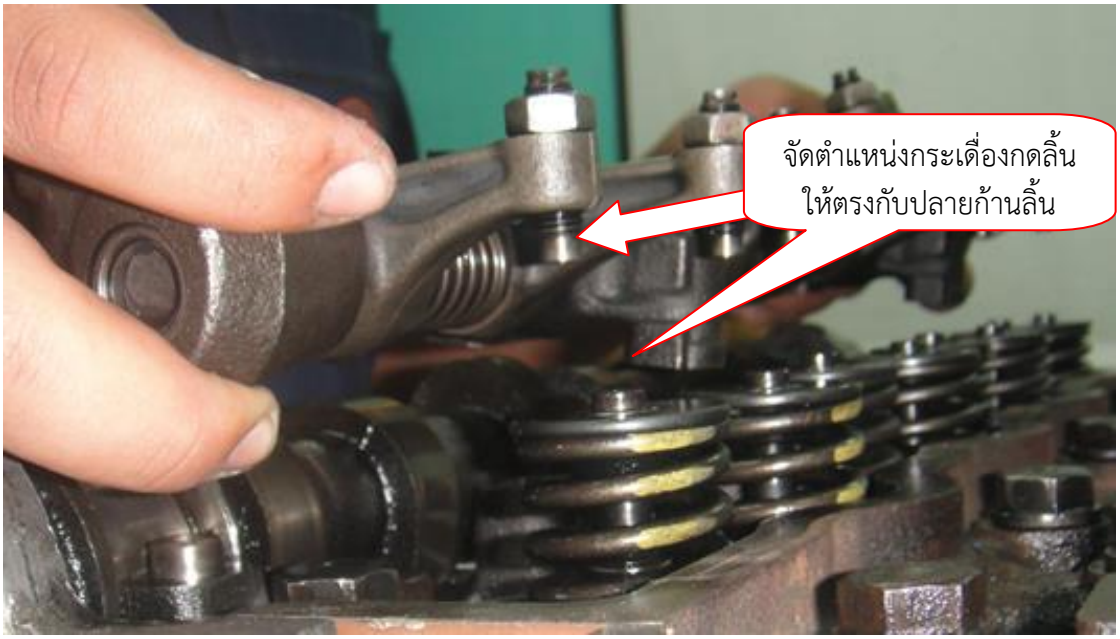


8. ประกอบเพลาลูกเบี้ยว ชโลมน้ำมันหล่อลื่นที่รองลื่นเพลาลูกเบี้ยวจากนั้นวางเพลาลูกเบี้ยวลงบนรองลื่นเพลาลูกเบี้ยว สังเกตตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยวต้องตรงกับเครื่องหมายที่ทำไว้ก่อนถอด

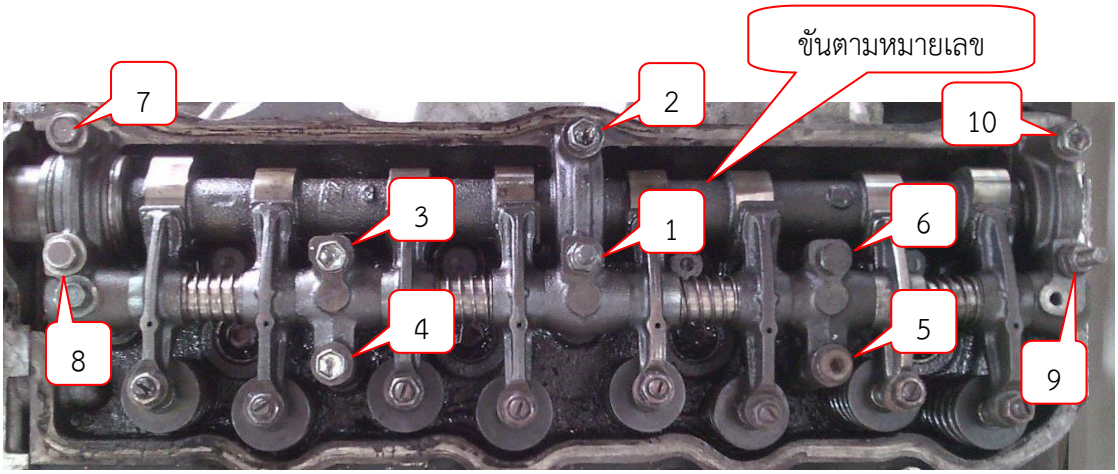


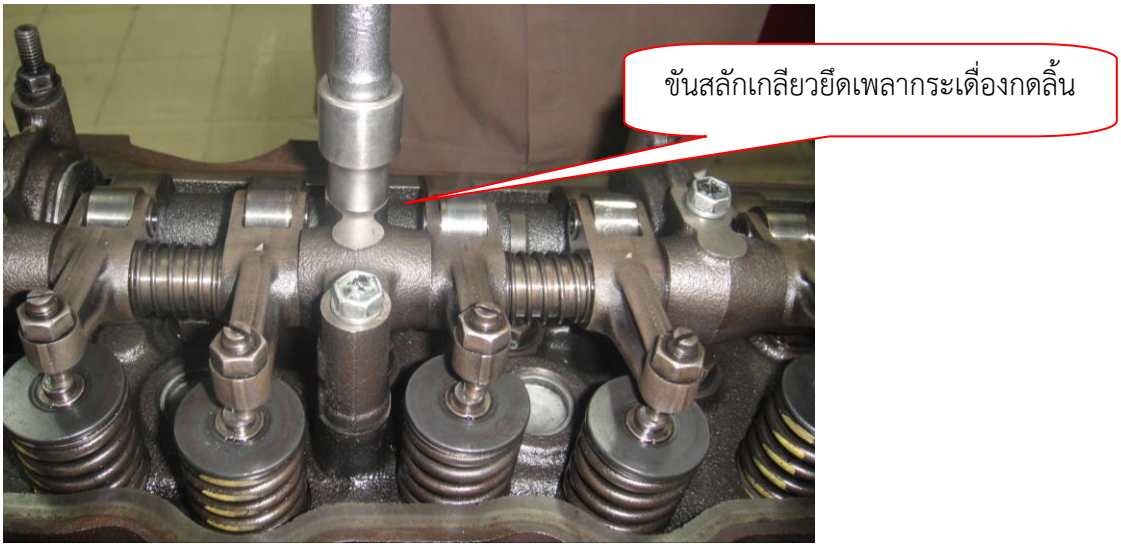
9. ประกอบเพลากระเดื่องกดลิ้น

9.1 ประกอบเพลากระเดื่องกดลิ้น วางเพลากระเดื่องกดลิ้นบนรองลื่นเพลาลูกเบี้ยวที่ฝาสูบด้วยความระมัดระวัง จากนั้นจัดตำแหน่งกระเดื่องกดลิ้นให้สัมผัสตรงกับปลายก้านลิ้นให้ครบทุกตัว



9.2 ขันสลักเกลียวยึดเพลากระเดื่องกดลิ้นให้ครบทุกตัว โดยขันครั้งละน้อยทิศทางตามเข็มนาฬิกาขันจากด้านในออกสู่ด้านนอกตามหมายเลขดังภาพ จากนั้นขันสลักเกลียวให้แน่นด้วยประแจวัดแรงบิด ค่าการขันตามมาตรฐานคู่มือซ่อมเครื่องยนต์ 2L กำหนด 2.56 kg-m หรือ 18.0 lb-ft หรือ 25 Nm

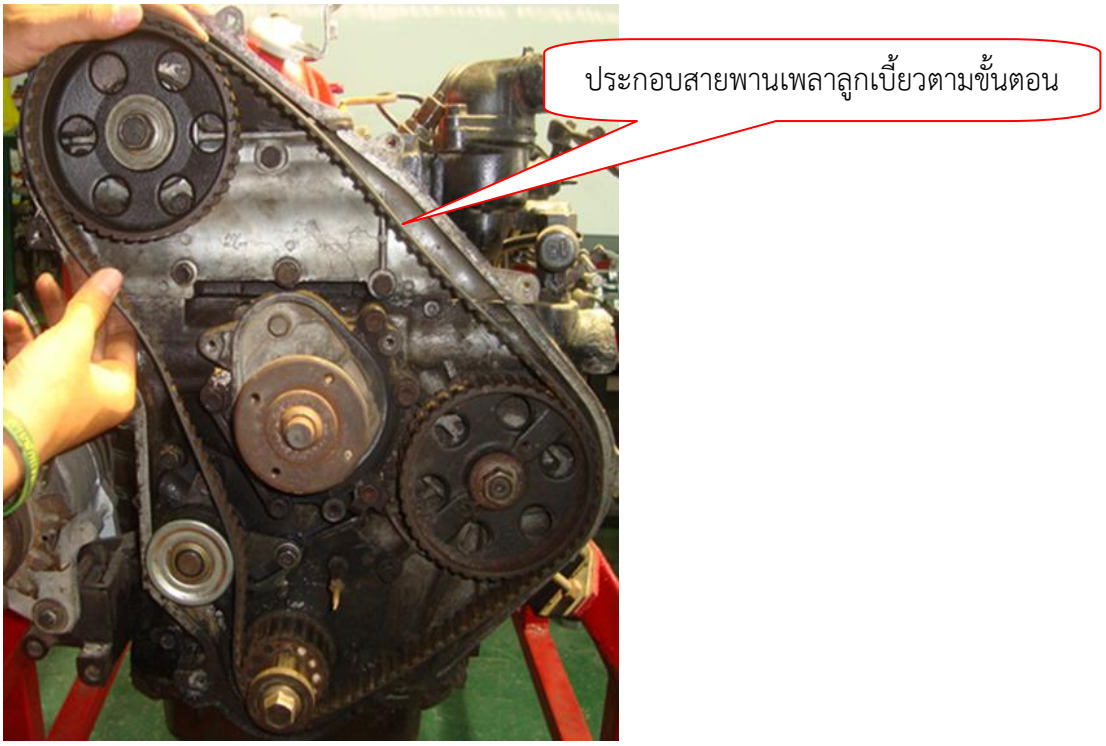




10. ประกอบเฟืองเพลาลูกเบี้ยวเข้ากับเพลาลูกเบี้ยวด้วยความระมัดระวัง

ข้อสังเกต: ร่องลิ่มที่ปลายเพลาลูกเบี้ยวกับเฟืองเพลาลูกเบี้ยวต้องตรงกัน

11. ประกอบสายพานเพลาลูกเบี้ยวให้ถูกต้องตามขั้นตอน (รายละเอียดในงานถอดประกอบสายพานเพลาลูกเบี้ยว)



12. ปรับตั้งระยะห่างลิ้นให้ครบทุกตัว (รายละเอียดในงานปรับตั้งระยะห่างลิ้น) จากนั้นหมุนเครื่องยนต์ ใช้ประแจกระบอกหมุนเครื่องยนต์ในทิศทางตามเข็มนาฬิกาจำนวน 1 รอบ เพื่อปรับตั้งระยะห่างลิ้นให้ครบทุกตัว จากนั้นใช้ประแจกระบอกหมุนเครื่องยนต์ในทิศทางตามเข็มนาฬิกาจำนวน 2 รอบเพื่อตรวจสอบกลไกการทำงานของเครื่องยนต์หลังการปฏิบัติงาน

13. ประกอบฝาครอบหน้าเครื่องจากนั้นประกอบน็อตยึดฝาครอบหน้าเครื่องขันด้วยมือและขันให้แน่นด้วยประแจวัดแรงบิดทิศทางตามเข็มนาฬิกาค่าการขันตามมาตรฐานคู่มือซ่อมเครื่องยนต์ 2L กำหนด 1.85 kg-m หรือ 13 lb-ft หรือ 18 Nm

14. ประกอบฝาครอบลิ้น จากนั้นประกอบน็อตยึดฝาครอบลิ้นและขันต่อด้วยประแจวัดแรงบิดทิศทางตามเข็มนาฬิกา ค่าตามมาตรฐานคู่มือซ่อมเครื่องยนต์2L กำหนด 3.8 kg-m หรือ 27 lb-ft หรือ 37 Nm)

15. ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์

ใบสั่งงานที่ 7.1 งานฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ

คำสั่ง ให้ถอดประกอบฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ (เวลา 40 นาที)

คำสั่งย่อย

1. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 4 รอให้ตรวจ
2. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 6 รอให้ตรวจ
3. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 8 รอให้ตรวจ
4. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 10 รอให้ตรวจ

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. เตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์
2. ถอดเพลากระเดื่องกดลิ้น
3. ถอดเพลาลูกเบี้ยว
4. ถอดฝาสูบ
5. ถอดลิ้นและสปริงลิ้น
6. ตรวจสอบฝาสูบ
7. ประกอบลิ้นและสปริงลิ้น
8. ประกอบฝาสูบ
9. ประกอบเพลาลูกเบี้ยว
10. ประกอบเพลากระเดื่องกดลิ้น
11. หมุนเครื่องยนต์ทิศทางตามเข็มนาฬิกาจำนวน 2 รอบ
12. ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์

เครื่องมือ

1. เครื่องยนต์ดีเซล
2. ตู้เครื่องมือ ชุดประแจกระบอก ประแจวัดแรงบิด ฟีลเลอร์เกจ ไมโครมิเตอร์ เกจหน้าปัด

วัสดุอุปกรณ์

ผ้าสะอาด น้ำมันหล่อลื่น และถุงมือ

ใบประเมินผลปฏิบัติงานที่ 7.1 งานฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ

ชื่อนักเรียน.....วัน/เดือน/ปี..... .....

เริ่มปฏิบัติงานเวลา.....เสร็จเวลา.....รวมเวลาปฏิบัติงาน.....

จุดประเมิน	ผลการประเมิน		หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน			
1.1 เตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์			
1.2 ถอดเพลากระเดื่องกดลิ้นได้			
1.3 ถอดเพลาลูกเบี้ยวได้			
1.4 ถอดฝาสูบออกจากเสื้อสูบได้			
1.5 ถอดลิ้นและสปริงลิ้นได้			
1.6 ตรวจสอบความโก่งของฝาสูบได้			
1.7 ประกอบลิ้นและสปริงลิ้นได้			
1.8 ประกอบฝาสูบเข้ากับเสื้อสูบได้			
1.9 ใช้ประแจวัดแรงบิดขันสลักเกลียวยึดฝาสูบได้			
1.10 ประกอบเพลาลูกเบี้ยวได้			
1.11 ประกอบกระเดื่องกดลิ้นได้			
1.12 หมุนเครื่องยนต์ 2 รอบตรวจสอบการทำงาน			
1.13 ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์			
2. คุณภาพของผลงาน (วัดได้)			
2.1 หน้าสัมผัสฝาสูบไม่ได้รับความเสียหาย			
2.2 สลักเกลียวไม่ได้รับความเสียหาย			
2.3 เพลาลูกเบี้ยวไม่ได้รับความเสียหาย			
2.4 เพลากระเดื่องกดลิ้นไม่ได้รับความเสียหาย			

จุดประเมิน	ผลการประเมิน				หมายเหตุ
	ดีมาก	ดี	พอใช้	แก้ไข	
2. คุณภาพของผลงาน (วัดไม่ได้)					
- ความประณีต					
- ความเรียบร้อย รอบคอบ					
3. เจตคติกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน					
- ความรับผิดชอบ					
- ความสะอาด					
- ความปลอดภัย					

ใบประเมินผลปฏิบัติงานที่ 7.1 งานฝาสูบเครื่องยนต์ดีเซลแบบเพลาลูกเบี้ยวเหนือสูบ (ต่อ)

จุดประเมิน (ต่อ)	ผลการประเมิน				หมายเหตุ
	ดีมาก	ดี	พอใช้	แก้ไข	

ผลการประเมิน:

☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน เนื่องจาก **.....**

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน: .....

หน่วยที่ 8 งานลูกสูบเครื่องยนต์ดีเซล

หัวข้อเรื่อง

1. การถอดลูกสูบ
2. การถอดแหวนลูกสูบ
3. การตรวจสอบลูกสูบ แหวนลูกสูบและก้านสูบ
4. การวัดระยะปากแหวน
5. การประกอบแหวนลูกสูบ
6. การประกอบลูกสูบ

สาระสำคัญ

ลูกสูบเป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญในการรับกำลังอัด และความดันจากการขยายตัวของแก๊สจากการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ส่งกำลังผ่านก้านสูบไปหมุนเพลาข้อเหวี่ยง ด้านบนของลูกสูบแต่ละชนิดจะมีรูปร่างแตกต่างกัน ลูกสูบต้องเคลื่อนที่ขึ้นและลงอยู่ในกระบอกสูบทำงานสัมพันธ์กับกลไกควบคุมการเปิดปิดลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย เมื่อใช้งานไปนานๆ ต้องมีการชำรุดสึกหรอตามสภาพการใช้งานหรือเสื่อมสภาพจากการที่ผิดปกติเช่น ไม่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องตามกำหนดหรือน้ำมันเครื่องรั่วซึมทำให้ปริมาณลดลงทำให้เกิดความร้อนจากการเสียดสีระหว่างชิ้นส่วนเกิดการชำรุดเสียหาย จำเป็นต้องถอดลูกสูบออกมาซ่อมแซมแก้ไข

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ถอดลูกสูบได้
2. ถอดแหวนลูกสูบได้
3. ตรวจสอบลูกสูบ แหวนลูกสูบและก้านสูบได้
4. วัดระยะปากแหวนได้
5. ประกอบแหวนลูกสูบได้
6. ประกอบลูกสูบได้
7. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการเรียนและในการปฏิบัติงาน

ลูกสูบเครื่องยนต์ดีเซล

ลูกสูบ (Piston) ตามพจนานุกรมศัพท์ยานยนต์และเครื่องยนต์ฉบับราชบัณฑิตยสถาน หมายถึง ชิ้นส่วนรูปทรงกระบอกส่วนหัวปิดทึบ ผิวเรียบ สามารถเคลื่อนที่ไปมาได้ สำหรับเครื่องยนต์ลูกสูบจะทำหน้าที่รับกำลังจากการขยายตัวของแก๊สร้อนจากการเผาไหม้ในกระบอกสูบส่งกำลังผ่านก้านสูบไปหมุนเพลาขอเหวี่ยงเพื่อเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่นำกำลังของเครื่องยนต์ไปใช้งานต่อไป ด้านบนของหัวลูกสูบแต่ละชนิดจะมีรูปร่างแตกต่างกัน เพื่อจุดประสงค์ในการจุดระเบิดเผาไหม้ส่วนผสมของอากาศกับน้ำมัน ลูกสูบจะได้รับความร้อนมากจึงต้องออกแบบลูกสูบให้สามารถทนต่ออุณหภูมิและการทำงานรอบสูงๆ เป็นเวลานานได้ ซึ่งปกติลูกสูบจะทำมาจากโลหะผสมประเภทอะลูมิเนียม (Aluminium) ซึ่งมีน้ำหนักเบาและสามารถระบายความร้อนได้ดี ลูกสูบมีหลายแบบซึ่งแต่ละแบบจะมีจุดประสงค์และความเหมาะสมในการใช้งานที่แตกต่างกัน

ลูกสูบเมื่อใช้งานไปนานๆ ต้องมีการชำรุดสึกหรอตามการใช้งาน หรือหากเกิดการผิดปกติจากการใช้งานเช่น ไม่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องตามกำหนดน้ำมันเครื่องรั่วซึมทำให้ปริมาณลดลงมีผลให้เกิดความร้อนจากการเสียดสีระหว่างชิ้นส่วนของเครื่องยนต์เกิดความชำรุดสึกหรอหรือหากมีปัญหาเกิดขึ้นกับระบบระบายความร้อนเช่น น้ำในหม้อน้ำแห้งหรือลดระดับลงต่ำกว่าระดับปกติก็จะส่งผลถึงการทำงานของลูกสูบทันที หรืออาจมีอีกหลายสาเหตุที่จำเป็นต้องถอดลูกสูบออกมาจากเครื่องยนต์เพื่อซ่อมแซมปรับปรุงแก้ไข

ภาพที่ 8-1 ลูกสูบเครื่องยนต์ดีเซล (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

ใบงานที่ 8 งานบริการลูกสูบเครื่องยนต์ดีเซล

จุดประสงค์การเรียนรู้

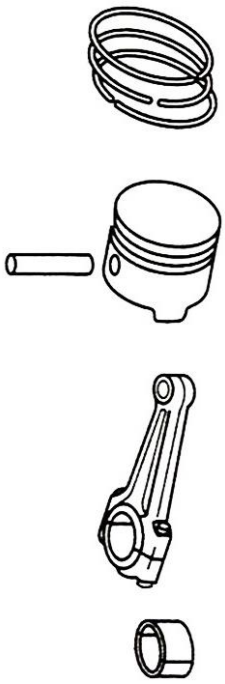
1. ถอดลูกสูบได้
2. ถอดแหวนลูกสูบได้
3. ตรวจสอบลูกสูบ แหวนลูกสูบและก้านสูบได้
4. วัดระยะปากแหวนได้
5. ประกอบแหวนลูกสูบได้
6. ประกอบลูกสูบได้
7. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการเรียนและในการปฏิบัติงาน

เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน

1. เครื่องยนต์ดีเซล

2. เครื่องมือ ชุดประแจกระบอก ชุดประแจรวม คีมถ่างแหวนลูกสูบ เครื่องรัดแหวนลูกสูบและคีมหุบแหวนล็อก

3. เครื่องมือวัดละเอียดไมโครมิเตอร์ พลาสทิเกจและฟีลเลอร์เกจ



ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์ เตรียมประแจกระบอกสำหรับใช้ขันน็อตและสลักเกลียว เตรียมประแจวัดแรงบิดสำหรับขันสลักเกลียวเพื่อให้ได้ค่าการขันที่เท่ากันเตรียมฟีลเลอร์เกจสำหรับวัดระยะปากแหวน เตรียมเครื่องถ่างแหวนลูกสูบสำหรับถ่างแหวนลูกสูบเพื่อถอดประกอบแหวนลูกสูบ เตรียมเครื่องมือรัดแหวนลูกสูบสำหรับรัดแหวนลูกสูบให้สนิทอยู่กับร่องแหวนเพื่อประกอบลูกสูบลงไปในกระบอกสูบป้องกันไม่ให้แหวนลูกสูบชนกับขอบกระบอกสูบแตกหักชำรุดเสียหายได้

ตู้เครื่องมือ

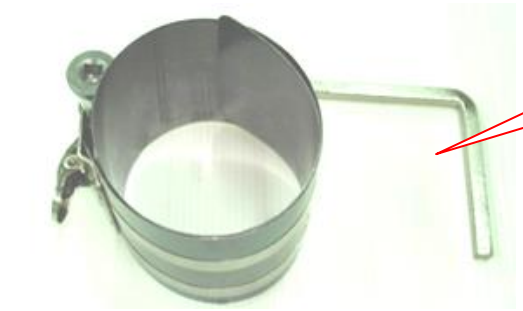
เตรียมประแจรวม

ประแจกระบอก

ประแจวัดแรงบิด

ฟีลเลอร์เกจ

เครื่องถ่างแหวนลูกสูบ

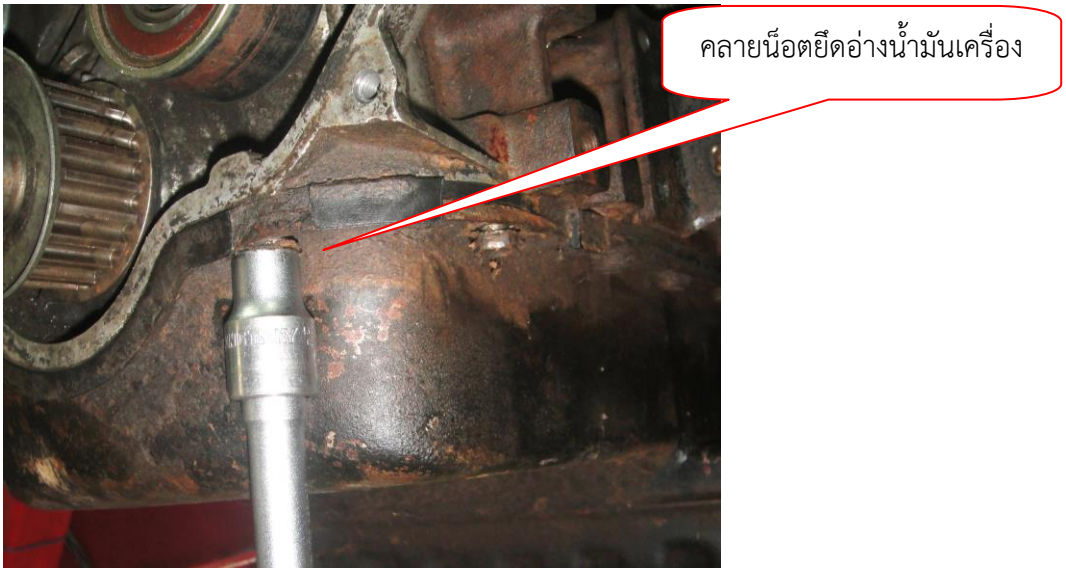


เครื่องมือรัดแหวนลูกสูบ

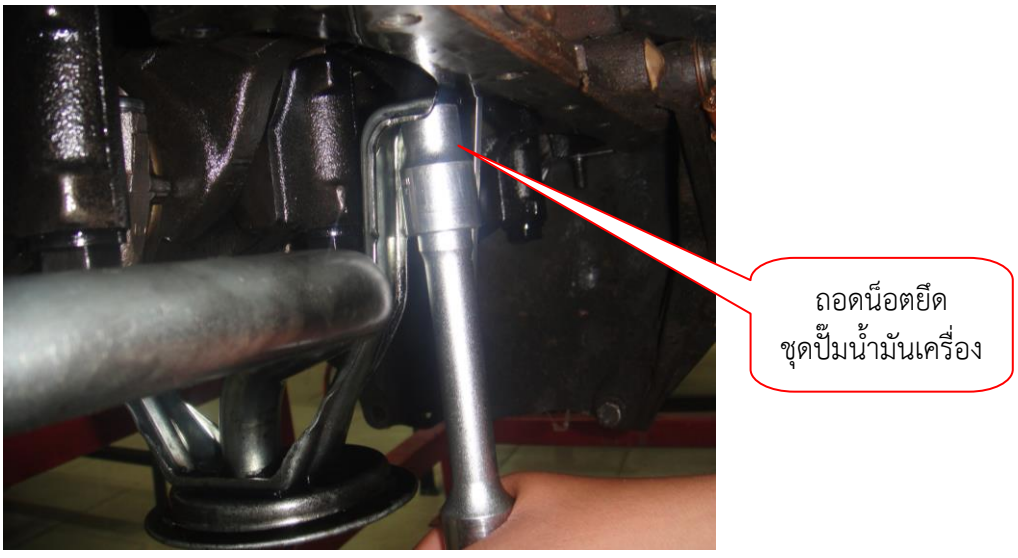
พลาสทิเกจ

ไมโครมิเตอร์

2. ใช้ประแจกระบอก คลายน็อตยึดอ่างน้ำมันเครื่องออกในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาคลายครั้งละน้อยสลับกัน จากนั้นถอดอ่างน้ำมันเครื่องออกจากเสื้อสูบด้วยความระมัดระวัง

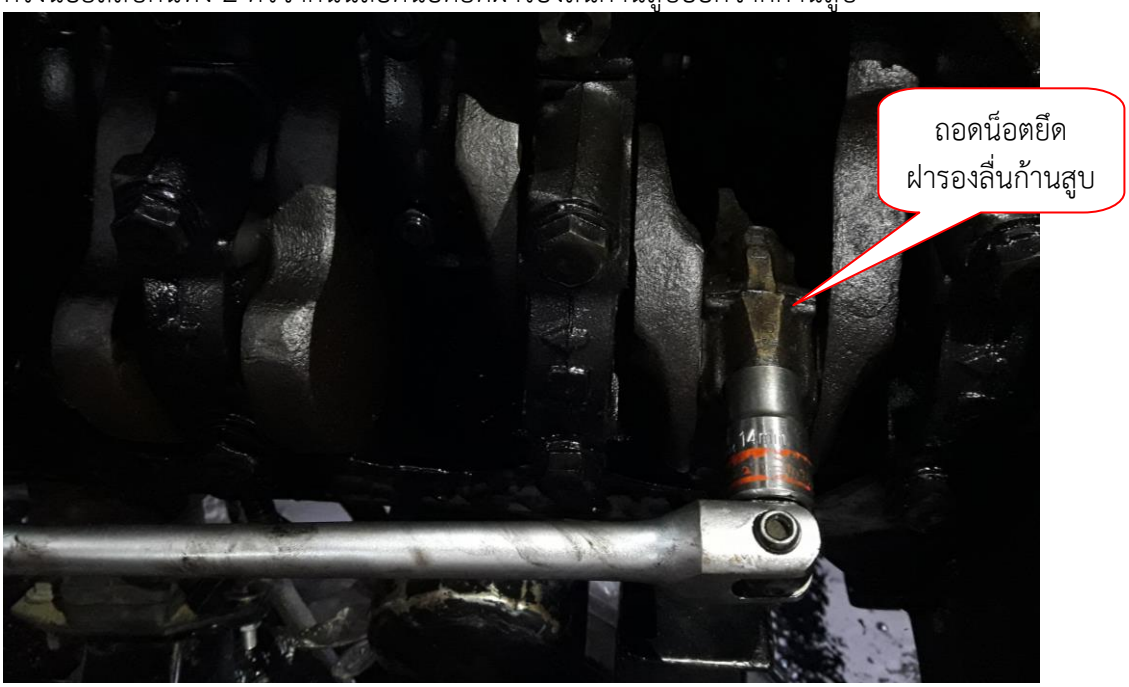


3. ใช้ประแจกระบอก คลายน็อตยึดชุดปั๊มน้ำมันเครื่องออกในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาและถอดปั๊มน้ำมันเครื่องออกจากเสื้อสูบด้วยความระมัดระวัง



4. ตรวจสอบระยะห่างด้านข้างของก้านสูบกับเพลาข้อเหวี่ยง โดยขยับก้านสูบด้านใดด้านหนึ่งให้ชิดขอบข้างของเพลาข้อเหวี่ยงจากนั้นให้ฟีลเลอร์เกจสอดวัดระยะห่างระหว่างฝารองลิ่นก้านสูบกับเพลาข้อเหวี่ยง ค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อมเครื่องยนต์2L กำหนด 0.23 มิลลิเมตร (ค่าสูงสุดไม่เกิน 0.35 มิลลิเมตรถ้าเกินต้องเปลี่ยนก้านสูบชุดใหม่)

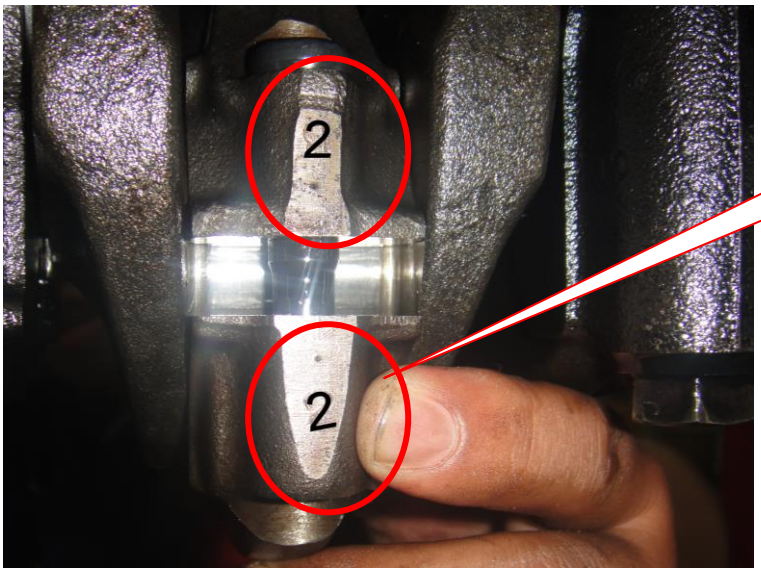
5. ใช้ประแจกระบอก คลายน็อตยึดฝารองลื่นก้านสูบออกในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาคลายออกครั้งน้อยสลับกันทั้ง 2 ตัวจากนั้นถอดน็อตยึดฝารองลื่นก้านสูบออกจากก้านสูบ



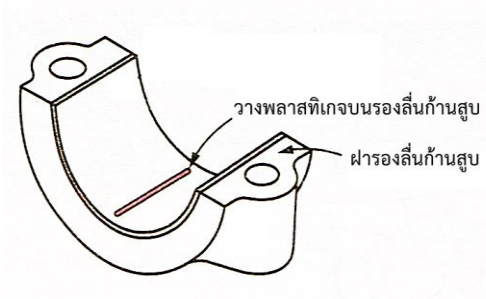
6. ถอดฝารองลื่นก้านสูบออกจากเพลาข้อเหวี่ยง

ข้อควรระวัง: 6.1 ก่อนถอดให้สังเกตและจดจำเครื่องหมายด้านข้างฝารองลื่นก้านสูบ (ถ้าไม่มีเครื่องหมายด้านข้างให้ใช้เหล็กตอกหมายเลขทำเครื่องหมายเพื่อง่ายในการประกอบ)

6.2 กรณีฝารองลื่นก้านสูบแน่นถอดไม่ออกห้ามใช้ไขควงหรือของมีคมงัด ให้ใช้น็อตขันกลับเข้าไปประมาณ 1-2 และใช้ค้อนเคาะที่หัวน็อตเบาๆ เพื่อให้รองลื่นก้านสูบหลุดออก



7. ตรวจสอบระยะห่างช่องว่างน้ำมันหล่อลื่นระหว่างรองลิ่นก้านสูบกับเพลาข้อเหวี่ยง โดยใช้พลาสทิเกจวางบนรองลิ่นก้านสูบ จากนั้นประกอบฝารองลิ่นก้านสูบเข้ากับเพลาข้อเหวี่ยงขันให้แน่นด้วยประแจวัดแรงบิดค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อมเครื่องยนต์2L (3.5 kg-mหรือ 25 lb-ft หรือ 34 Nm) จากนั้นถอดฝารองลิ่นก้านสูบออกมาอีกครั้งเพื่อตรวจสอบขนาด โดยใช้สเกลด้านข้างซองพลาสทิเกจวัดความกว้างของพลาสทิเกจที่แบนออกบนรองลิ่นก้านสูบเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อม

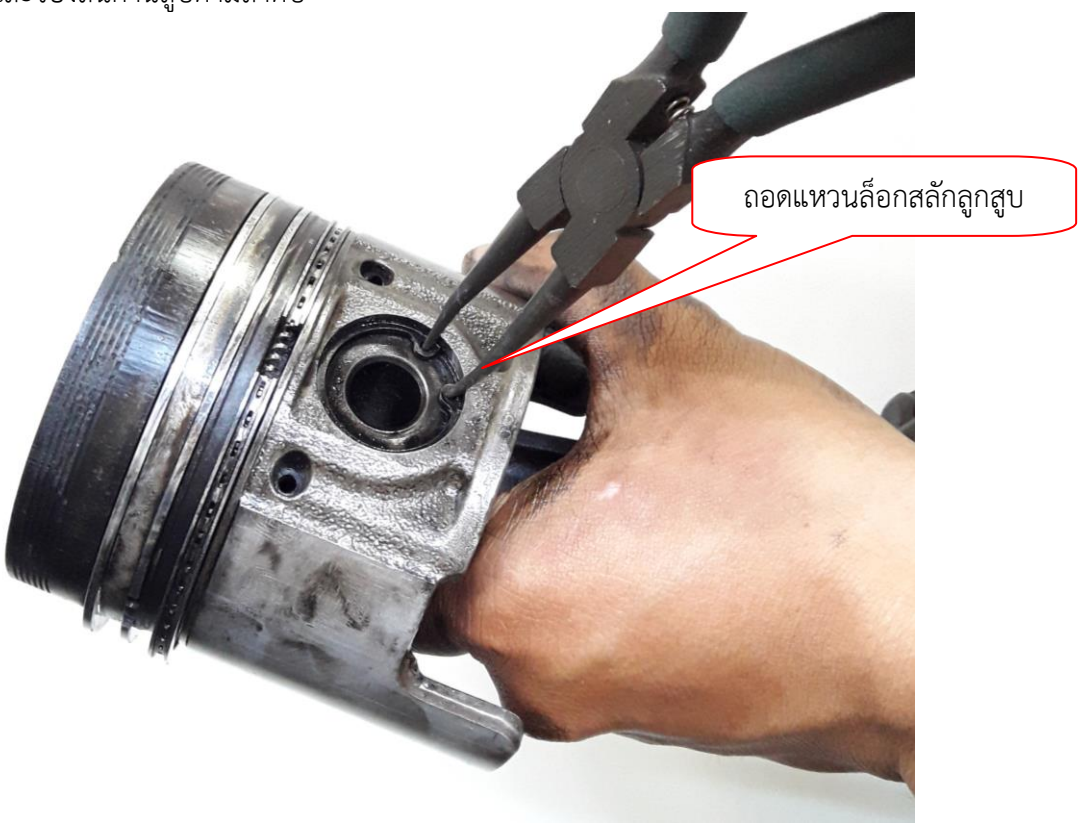


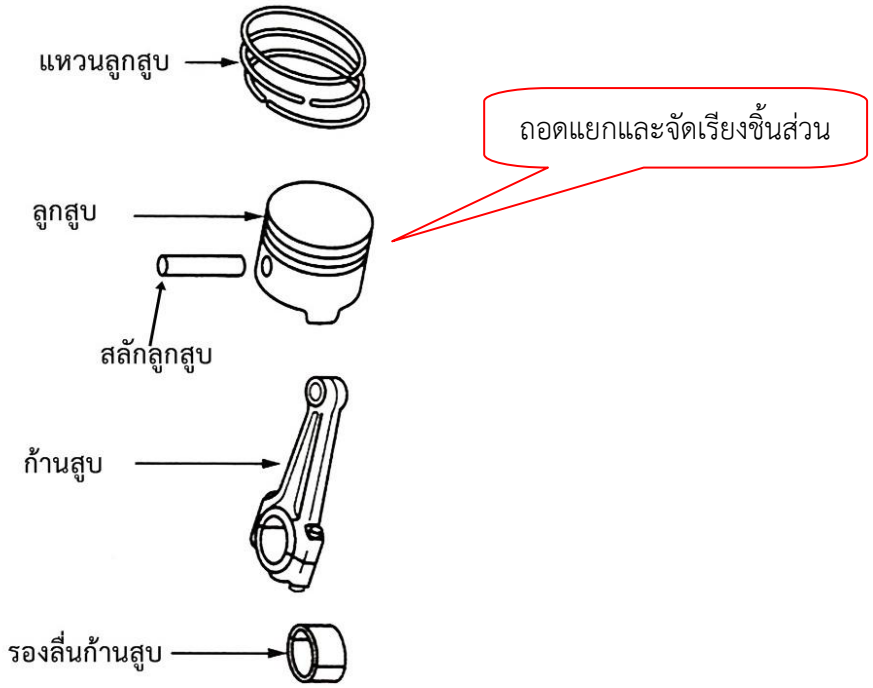
8. ถอดลูกสูบออกจากกระบอกสูบ ให้ใช้ด้ามค้อนไม้หรือท่อนไม้ดันบริเวณก้านสูบจากด้านล่างด้านล่างเสื้อสูบให้ก้านสูบและลูกสูบเลื่อนขึ้นมาด้านบนของเสื้อสูบ

ข้อควรระวัง: ห้ามใช้แท่งเหล็กหรือของมีคมดันก้านสูบเด็ดขาดเพราะอาจจะทำให้ก้านสูบเสียหายได้

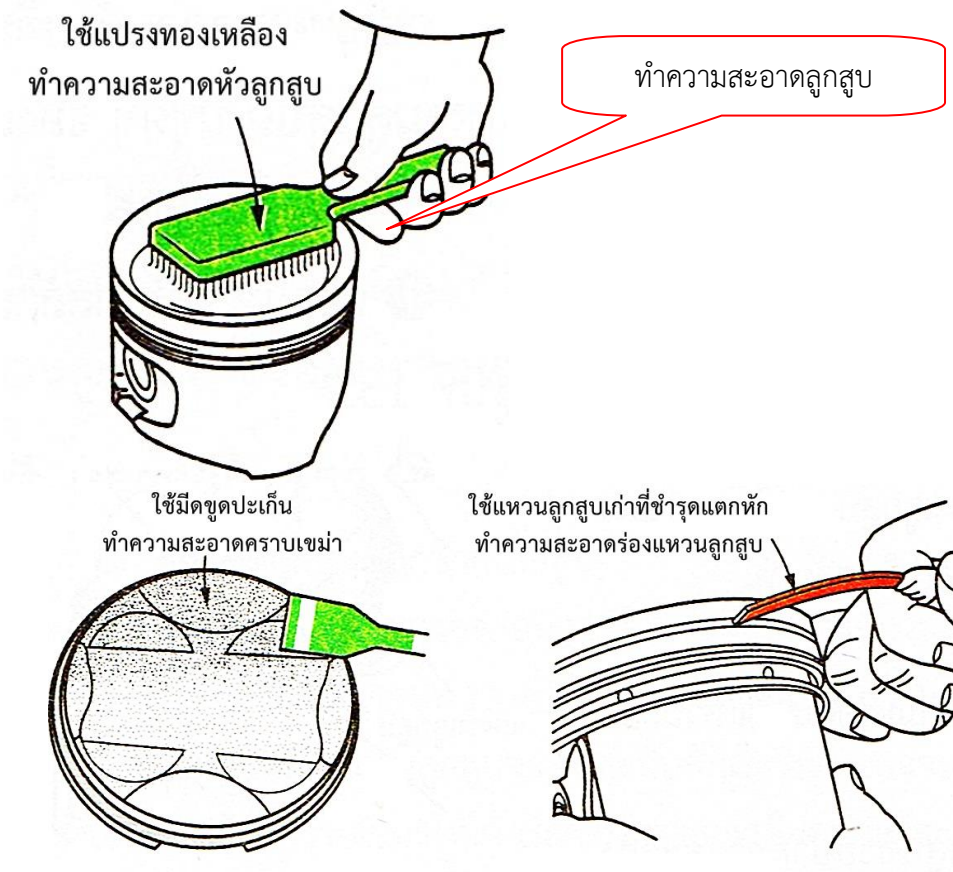
9. ถอดแหวนลูกสูบให้ใช้เครื่องถ่างแหวนลูกสูบถอดแหวนออกจากลูกสูบด้วยความระมัดระวังครั้งละ 1 ตัว โดยถอดแหวนลูกสูบตัวบนสุดก่อนจากนั้นให้ถอดแหวนอัดตัวรองและถอดแหวนกวาดน้ำมันเครื่องออกเป็นตัวสุดท้ายจัดเรียงแหวนลูกสูบตามลำดับ

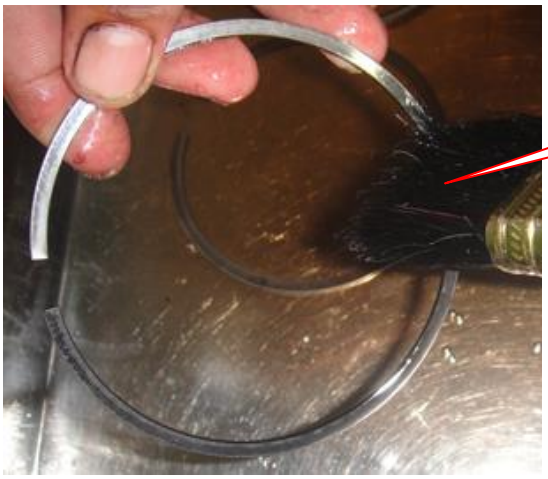
10. ถอดแยกลูกสูบออกจากก้านสูบ โดยใช้คีมหุบแหวนล็อกถอดแหวนล็อกสลักลูกสูบออกจากสลักลูกสูบ จากนั้นติดตั้งก้านสูบเข้ากับปากกาจับชิ้นงานรองก้านสูบด้วยไม้และใช้เหล็กส่งหรือแท่งทองเหลืองขนาดพอดีกับสลักลูกสูบวางที่สลักลูกสูบตอกด้วยค้อนเพื่อส่งสลักลูกสูบออกจากลูกสูบ ถอดแยกและจัดเรียงลูกสูบ แหวนลูกสูบ ก้านสูบ สลักลูกสูบ แหวนล็อกสลักลูกสูบ ฝารองลิ่นก้านสูบ และรองลิ่นก้านสูบตามลำดับ





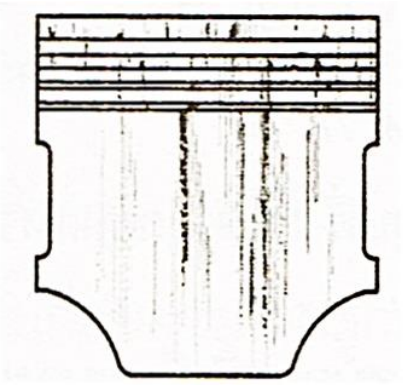
11. ทำความสะอาดขูดคราบเขม่าบนหัวลูกสูบด้วยมีดขูดปะเก็นและทำความสะอาดร่องแหวนลูกสูบโดยใช้แหวนลูกสูบเก่าที่แตกหักชำรุดแล้วขูดเศษเขม่าในรองแหวนและทำความสะอาดหัวลูกสูบด้วยแปรงทองเหลืองล้างทำความสะอาดใช้ลมเป่าให้แห้ง



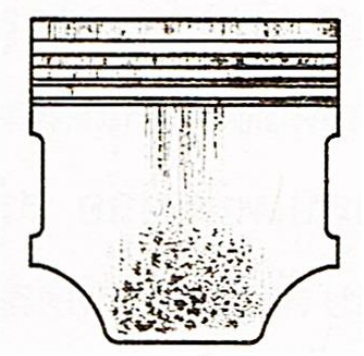


การตรวจสอบลูกสูบ

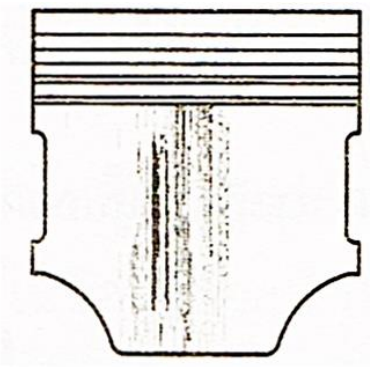
1. ตรวจสอบการชำรุดสึกหรอของลูกสูบ ตรวจร่องรอยขีดข่วนรอยร้าวคราบเขม่ารอยไหม้ต่างๆ ด้วยสายตา



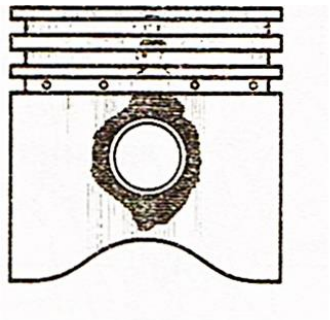
สึกหรอเนื่องจากแหวนลูกสูบหัก



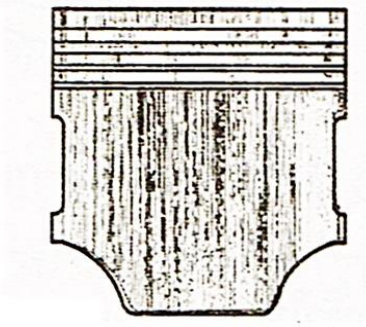
สึกหรอเนื่องจาก
มีน้ำหล่อเย็นรั่วไหลผ่านเข้ามา



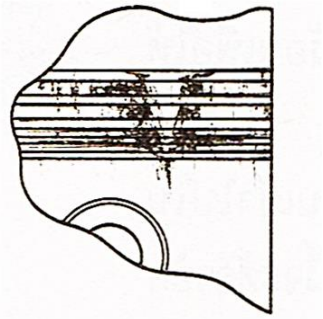
สึกหรอเนื่องจากเครื่องยนต์ร้อนจัด



สึกหรอที่รูสลักลูกสูบเนื่องจาก
แหวนล็อกสลักลูกสูบหลุดจากตำแหน่ง



สึกหรอเนื่องจากการหล่อลื่นไม่เพียงพอ

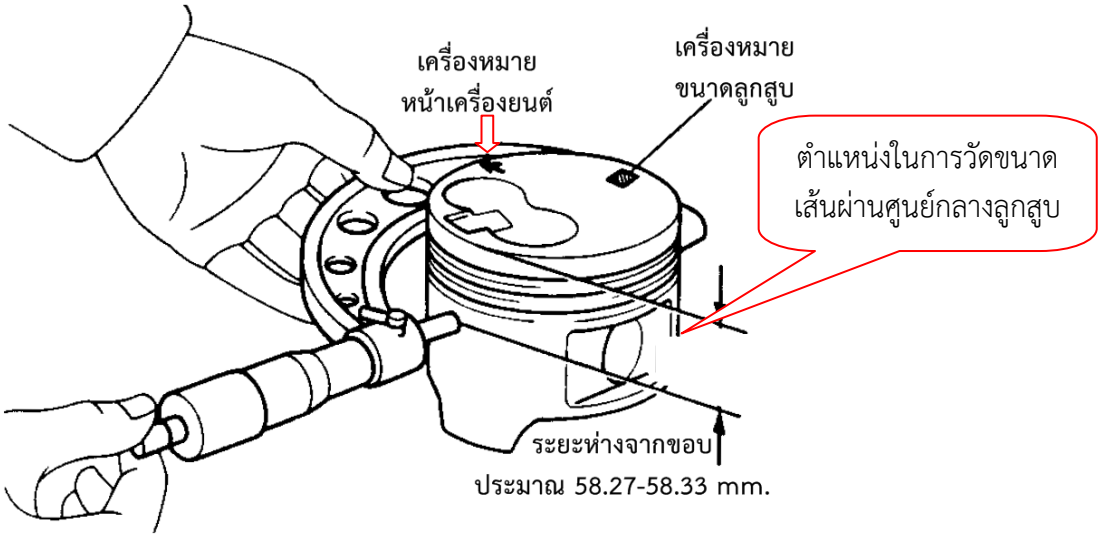


สึกหรอเนื่องจากความร้อนสูงจากแก๊ส
ในห้องเผาไหม้รั่วไหลลงมาผ่านแหวนลูกสูบ

ผลการตรวจสภาพการชำรุดสึกหรอของลูกสูบด้วยสายตา

☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

2. ตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบ โดยใช้ไมโครมิเตอร์วัดนอกตรวจสอบขนาดของลูกสูบค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อมเครื่องยนต์2L กำหนดขนาดโอเวอร์ไซด์ (Oversize: O/S 0.50) เท่ากับ 92.44-92.47 มิลลิเมตร (ตำแหน่งตามมาตรฐานการวัดคือห่างจากขอบบนสุดของหัวลูกสูบลงมาประมาณ 58.27-58.33 มิลลิเมตรดังภาพด้านล่าง)



บันทึกผลการตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลูกสูบ

ผลการตรวจวัดลูกสูบ	ลูกสูบลูกที่ 1	ลูกสูบลูกที่ 2	ลูกสูบลูกที่ 3	ลูกสูบลูกที่ 4
	..... ม.ม.	..... ม.ม.	..... ม.ม.	..... ม.ม.

สรุปผลการตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลูกสูบ

☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ (ระบุ) .....

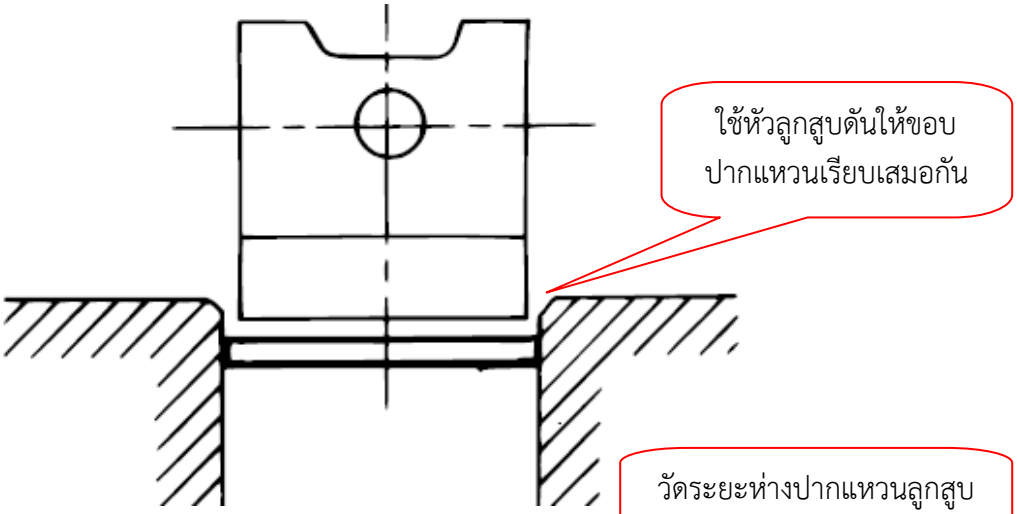
การตรวจสอบแหวนลูกสูบ

1. ตรวจสอบสภาพการชำรุดสึกหรอของแหวนลูกสูบด้วยสายตา

ผลการตรวจสอบการชำรุดสึกหรอของแหวนลูกสูบ

☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

2. ตรวจสอบระยะปากแหวนลูกสูบทั้งหมด 3 ตัวประกอบด้วยแหวนอัดจำนวน 2 ตัวและแหวนกวาดน้ำมันจำนวน 1 ตัว เริ่มจากดันแหวนเข้าไปในกระบอกสูบใช้หัวลูกสูบดันขอบแหวนเพื่อให้ปากแหวนเสมอกัน จากนั้นใช้ฟิลเลอร์เกจสอดวัดระยะห่างปากแหวนลูกสูบค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อมเครื่องยนต์กำหนดแหวนอัดตัวที่ 1 และแหวนอัดตัวที่ 2 คือ 0.20-0.40 มิลลิเมตรค่าจำกัดไม่เกิน 1.50 มิลลิเมตร ส่วนแหวนกวาดน้ำมัน 0.10-0.30 มิลลิเมตรค่าจำกัดไม่เกิน 1.50 มิลลิเมตร



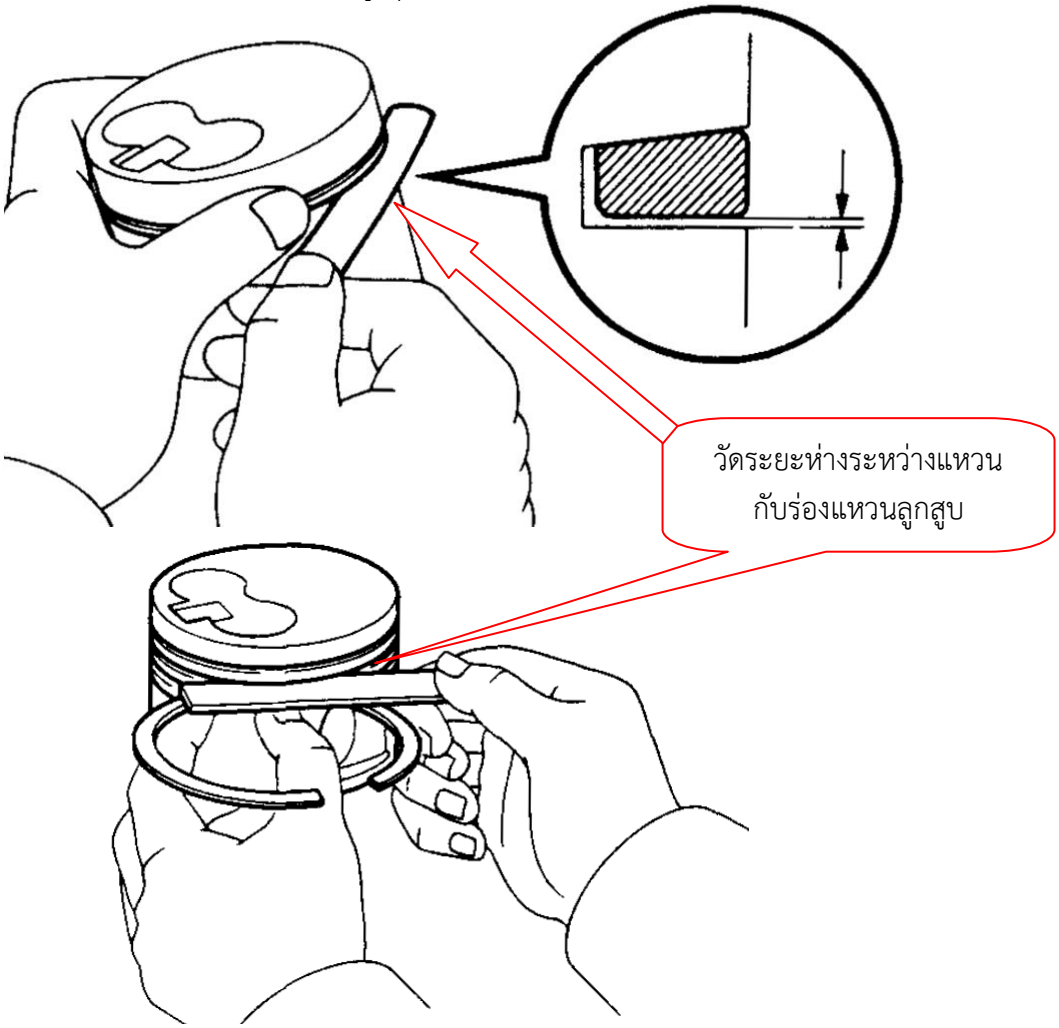
บันทึกผลการตรวจวัดระยะห่างปากแหวนลูกสูบ

ผลการตรวจวัดระยะห่างปากแหวนลูกสูบ	แหวนลูกสูบ ลูกที่ 1	แหวนลูกสูบ ลูกที่ 2
	แหวนอัดตัวที่ 1 ..... ม.ม. แหวนอัดตัวที่ 2 ..... ม.ม. แหวนกวาดน้ำมัน..... ม.ม.	แหวนอัดตัวที่ 1 ..... ม.ม. แหวนอัดตัวที่ 2 ..... ม.ม. แหวนกวาดน้ำมัน..... ม.ม.
	แหวนลูกสูบ ลูกที่ 3	แหวนลูกสูบ ลูกที่ 4
	แหวนอัดตัวที่ 1 ..... ม.ม. แหวนอัดตัวที่ 2 ..... ม.ม. แหวนกวาดน้ำมัน..... ม.ม.	แหวนอัดตัวที่ 1 ..... ม.ม. แหวนอัดตัวที่ 2 ..... ม.ม. แหวนกวาดน้ำมัน..... ม.ม.

สรุปผลการวัดระยะห่างปากแหวนลูกสูบ

☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ (ระบุ) .....

3. ตรวจสอบระยะห่างช่องว่างระหว่างร่องแหวนกับแหวนลูกสูบใช้ฟีลเลอร์เกจวัดระยะห่างด้านข้างระหว่างแหวนกับร่องแหวนลูกสูบร่องที่ 1 ค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อมเครื่องยนต์2L กำหนด 0.028-0.077 มิลลิเมตรค่าจำกัดสูงสุดไม่เกิน 0.20 มิลลิเมตร



ระยะห่างแหวนกับร่องแหวนร่องที่ 2 ค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อมเครื่องยนต์2L กำหนด 0.070-0.075 มิลลิเมตรและแหวนกวาดน้ำมัน 0.030-0.070 มิลลิเมตรและค่าจำกัดสูงสุดไม่เกิน 0.20 มิลลิเมตร

บันทึกผลการตรวจวัดระยะห่างช่องว่างระหว่างแหวนกับร่องแหวนลูกสูบ

ผลการตรวจวัดระยะห่างปากแหวนลูกสูบ	ร่องแหวนลูกสูบที่ 1	ร่องแหวนลูกสูบที่ 2
	ร่องแหวนตัวที่ 1 ..... ม.ม. ร่องแหวนตัวที่ 2 ..... ม.ม. แหวนกวาดน้ำมัน..... ม.ม.	ร่องแหวนตัวที่ 1 ..... ม.ม. ร่องแหวนตัวที่ 2 ..... ม.ม. แหวนกวาดน้ำมัน..... ม.ม.
	ร่องแหวนลูกสูบที่ 3	ร่องแหวนลูกสูบที่ 4
	ร่องแหวนตัวที่ 1 ..... ม.ม. ร่องแหวนตัวที่ 2 ..... ม.ม. แหวนกวาดน้ำมัน..... ม.ม.	ร่องแหวนตัวที่ 1 ..... ม.ม. ร่องแหวนตัวที่ 2 ..... ม.ม. แหวนกวาดน้ำมัน..... ม.ม.

สรุปผลการตรวจวัดระยะห่างช่องว่างระหว่างแหวนกับร่องแหวนลูกสูบ

☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ (ระบุ) .....

การตรวจสอบก้านสูบ

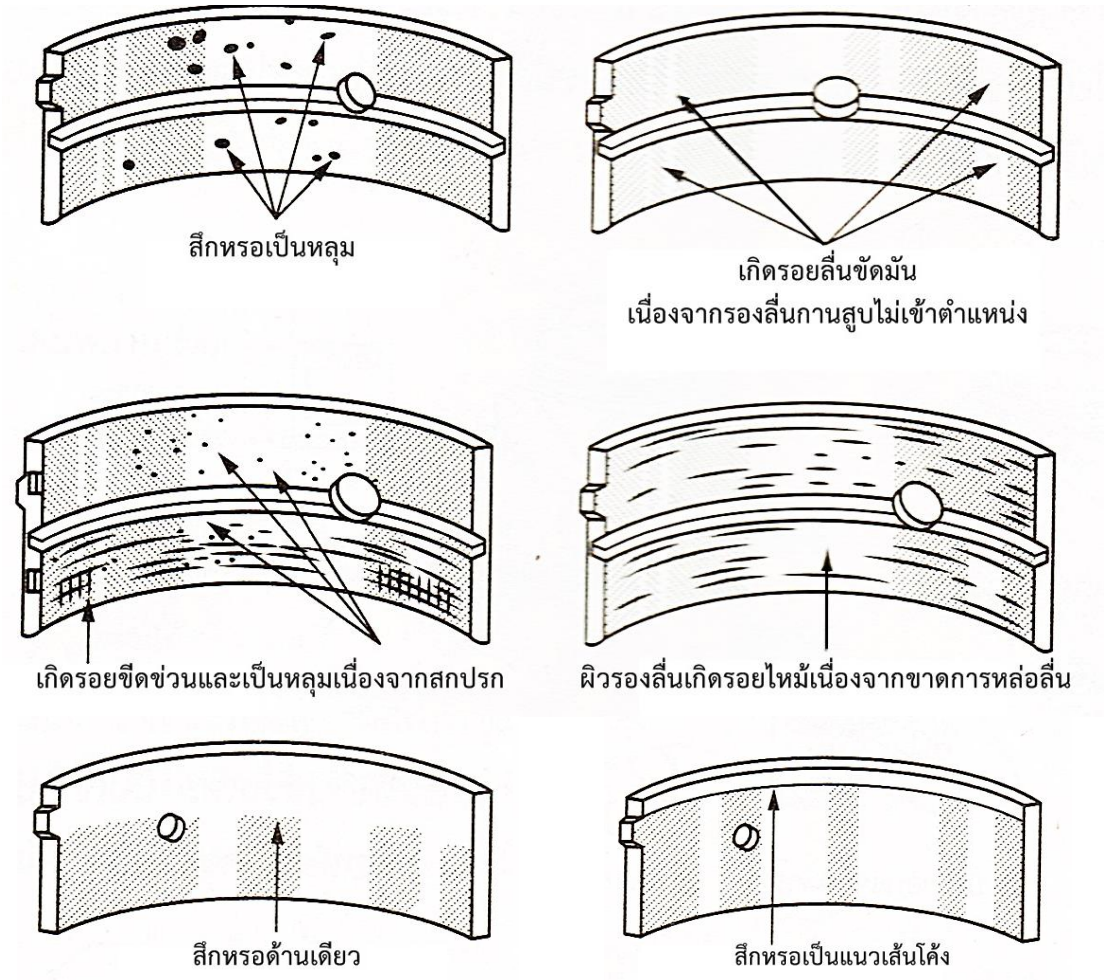
1. ตรวจสอบการชำรุดสึกหรอตรวจสอบการคดงอชำรุดแตกร้าวของก้านสูบด้วยสายตา

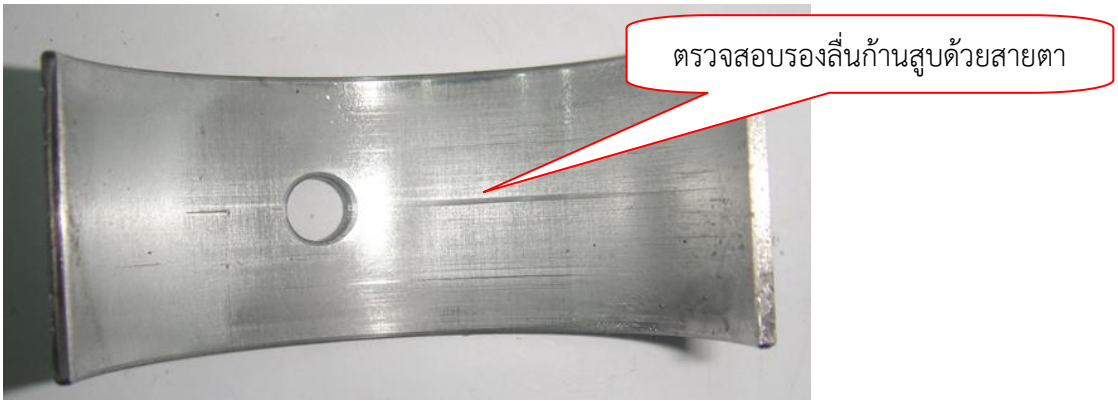
ผลการตรวจสอบการชำรุดสึกหรอของก้านสูบ

☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) **.....**

2. ตรวจสอบรองลื่นก้านสูบโดยตรวจสอบทั้งรองลื่นก้านสูบตัวบนและรองลื่นก้านสูบตัวล่าง ตรวจสอบรอยขีดข่วนชำรุดแตกร้าวของรองลื่นก้านสูบด้วยสายตา

ข้อสังเกต: รองลื่น (Bearing) ที่มีสภาพดีจะมีลักษณะผิวเป็นสีเงินมันวาวไม่ร่องรอยการชำรุดสึกหรอ ถ้าพบว่ารองลื่นก้านสูบสึกหรอเป็นร่องหรือลอกถลอกออกเป็นสีทองแสดงว่าชำรุดเสื่อมสภาพ



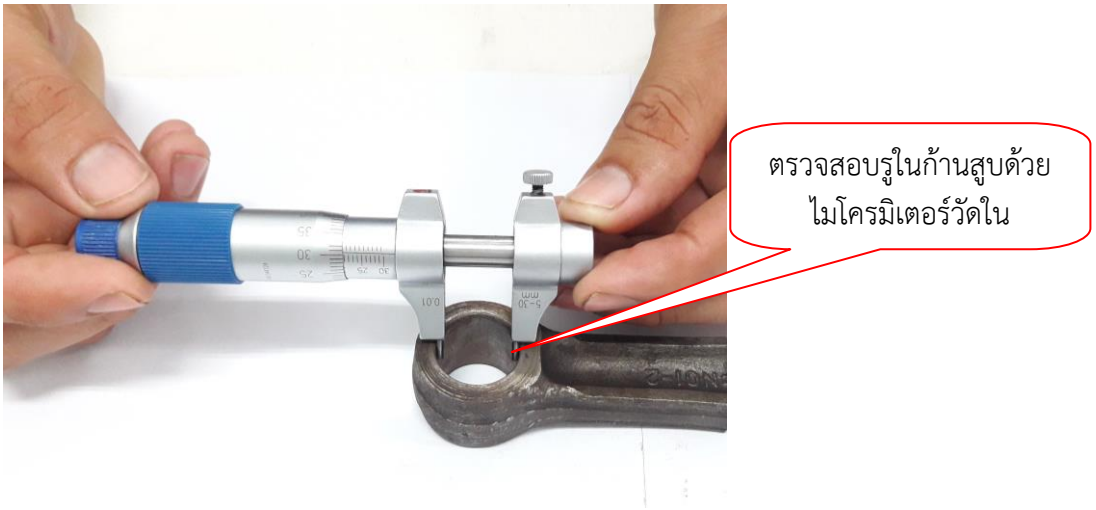


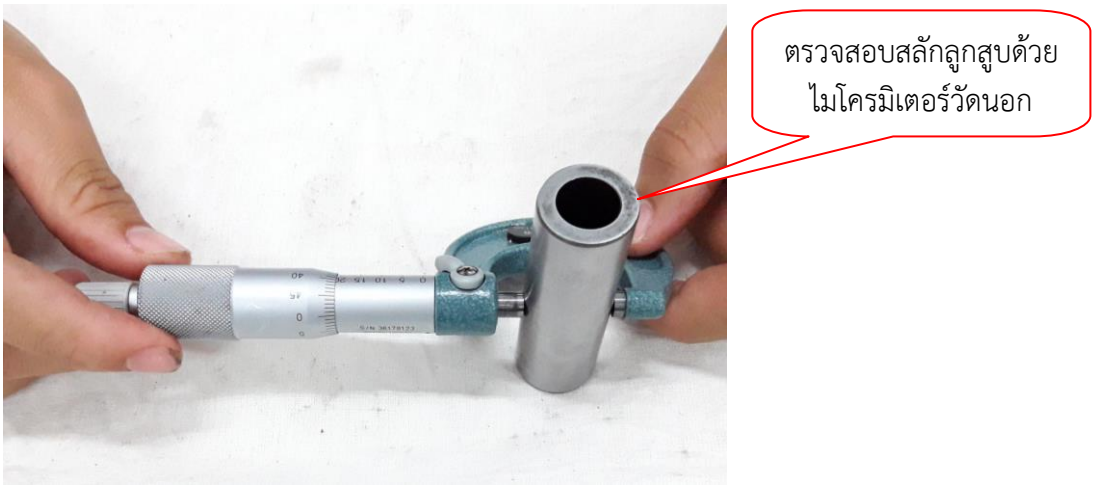
ผลการตรวจสอบการชำรุดสึกหรอของรองลื่นก้านสูบ

☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

3. ตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูในก้านสูบ ใช้เครื่องมือไมโครมิเตอร์วัดในตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูในของก้านสูบค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อม 29.008-29.020 มิลลิเมตรและตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสลักลูกสูบโดยใช้เครื่องมือไมโครมิเตอร์วัดนอกค่ามาตรฐาน

ตามคู่มือซ่อม 29.000-29.012 มิลลิเมตร และช่องว่างระหว่างรูในก้านสูบกับสลักลูกสูบที่ให้น้ำมันเข้าไปหล่อลื่นเรียกว่าระยะห่างน้ำมันหล่อลื่น (Oil clearance) ค่ามาตรฐาน 0.004-0.012 มิลลิเมตร





บันทึกผลการตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูในก้านสูบ

ผลการตรวจวัดรูในก้านสูบ	ก้านสูบก้านที่ 1	ก้านสูบก้านที่ 2	ก้านสูบก้านที่ 3	ก้านสูบก้านที่ 4
	..... ม.ม.	..... ม.ม.	..... ม.ม.	..... ม.ม.

สรุปผลการตรวจสอบรูโนก้านสูบ

☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ (ระบุ) .....

บันทึกผลการตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสลักลูกสูบ

ผลการตรวจวัดสลักลูกสูบ	สลักลูกสูบที่ 1	สลักลูกสูบที่ 2	สลักลูกสูบที่ 3	สลักลูกสูบที่ 4
	..... ม.ม.	..... ม.ม.	..... ม.ม.	..... ม.ม.

สรุปผลการสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสลักลูกสูบ

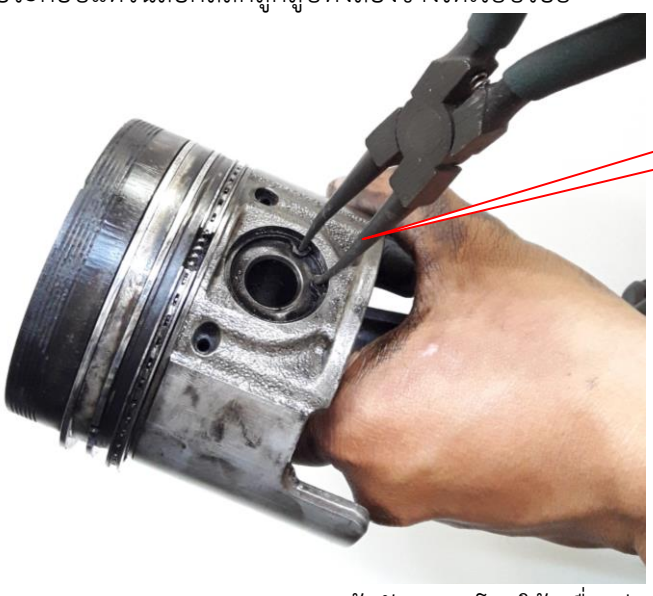
☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ (ระบุ) .....

สรุปผลการตรวจวัดระยะห่างน้ำมันหล่อลื่น (Oil clearance) ระหว่างรูในก้านสูบกับสลักลูกสูบ

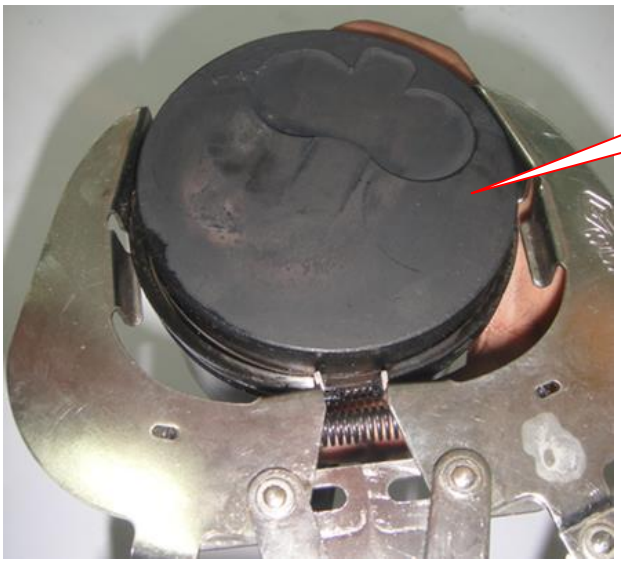
☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ (ระบุ) .....

การประกอบลูกสูบ

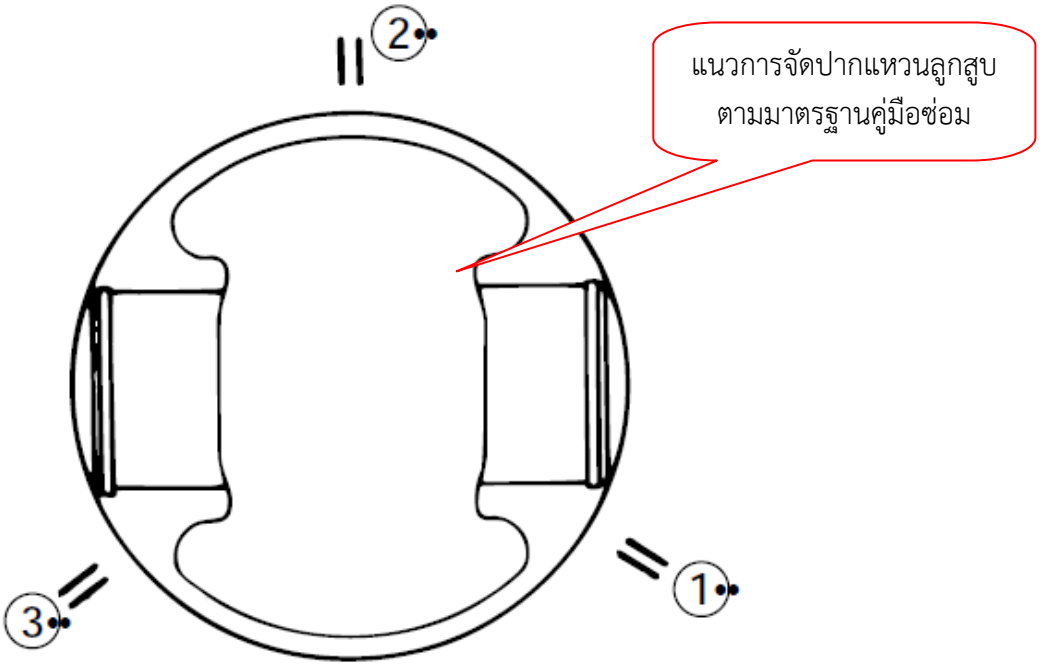
1. ประกอบลูกสูบเริ่มจากประกอบลูกสูบเข้ากับก้านสูบและชโลมน้ำมันหล่อลื่นที่รูในก้านสูบ จากนั้นประกอบสลักลูกสูบเข้าไปรูในก้านสูบเพื่อยึดลูกสูบเข้ากับก้านสูบ และใช้คีมหุบแหวนล็อกประกอบแหวนล็อกสลักลูกสูบทั้งสองข้างให้เรียบร้อย



2. ประกอบแหวนลูกสูบเข้ากับลูกสูบโดยใช้เครื่องถ่างแหวนลูกสูบถ่างแหวนให้กว้างกว่าขนาดลูกสูบเล็กน้อย ประกอบแหวนลูกสูบโดยเลื่อยแหวนที่อยู่ในเครื่องถ่างแหวนให้ตรงกับร่องแหวนลูกสูบ ปล่อยแหวนลงไปในร่องแหวนลูกสูบด้วยความระมัดระวัง โดยเริ่มจากประกอบแหวนกวาดน้ำมันเป็นลำดับแรกจากนั้นประกอบแหวนอัดตัวรองและประกอบแหวนอัดตัวบนสุดเป็นตัวสุดท้าย



3. จัดปากแหวนลูกสูบ ตามมาตรฐานคู่มือซ่อมเครื่องยนต์ให้จัดปากแหวนหลบแนวกระโปรงลูกสูบและทำมุมเยื้องกัน 120 องศาดังภาพ



4. จัดปากแหวนลูกสูบถูกต้องเรียบร้อยแล้วต่อไปใช้เครื่องมือรัดแหวนลูกสูบ รัดแหวนลูกสูบและใช้ประแจขันเครื่องมือรัดแหวนลูกสูบทิศทางตามเข็มนาฬิกาให้แน่น

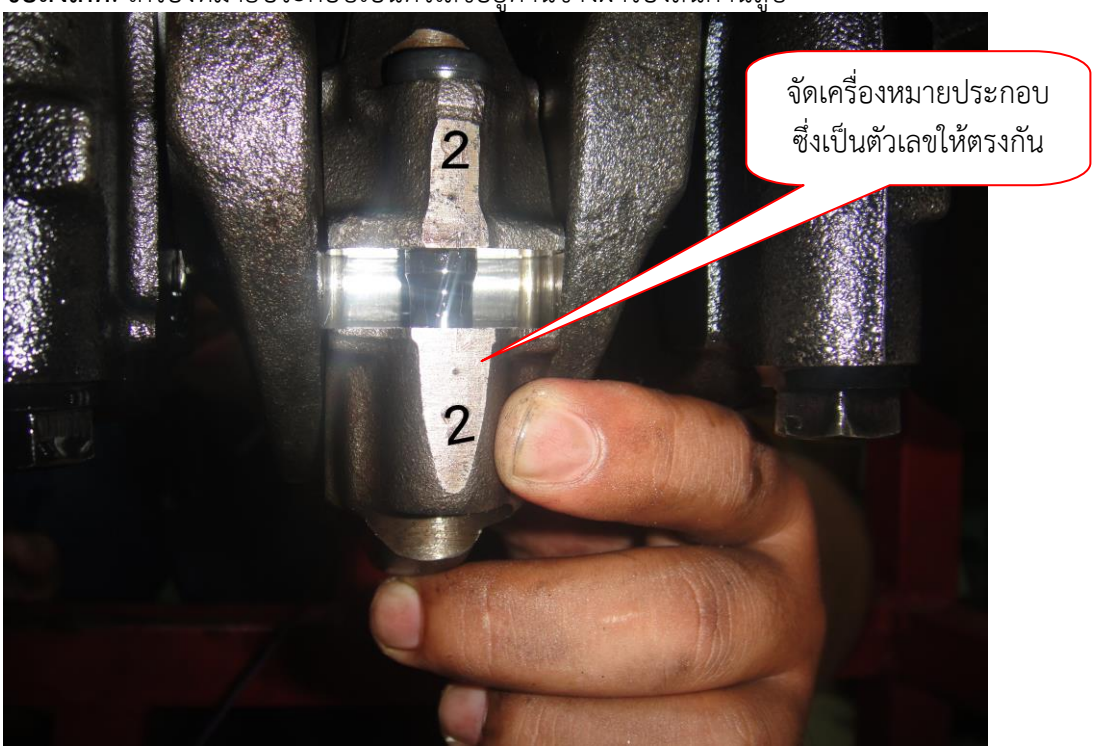
5. ประกอบลูกสูบลงไปในกระบอกสูบ โดยชโลมน้ำมันเครื่องที่ผนังกระบอกสูบประกอบลูกสูบลงไปที่ด้านบนของกระบอกสูบโดยวางเครื่องมือรัดแหวนลูกสูบให้เสมอกับขอบบนของเสื้อสูบ จัดขยับอย่าให้เอียงจากนั้นใช้ด้ามค้อนไม้หรือไม้ดันลงไปที่หัวลูกสูบเพื่อให้ลูกสูบเลื่อนออกจากเครื่องมือรัด

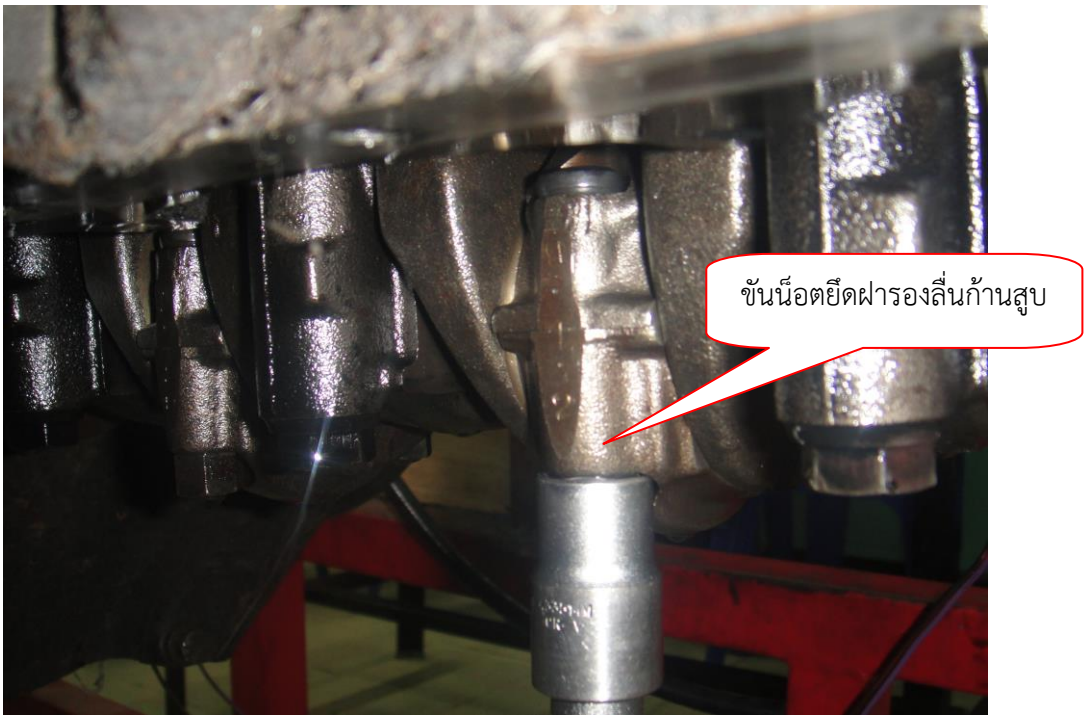
แหวนลูกสูบลงไปในกระบอกสูบ

ข้อควรระวัง: ห้ามใช้เหล็กหรือของแข็งกระแทกที่หัวลูกสูบเพราะจะทำให้ลูกสูบเสียหายได้และระวังอย่าประกอบลูกสูบกลับด้านให้สังเกตเครื่องหมายบนหัวลูกสูบต้องหันไปด้านหน้าเครื่องยนต์

6. ประกอบฝารองลื่นก้านสูบ ชโลมน้ำมันเครื่องที่รองลื่นจากนั้นประกอบฝารองลื่นก้านสูบเข้ากับก้านสูบให้ตรงตามเครื่องหมายประกอบ จากนั้นขันน็อตยึดฝารองลื่นก้านสูบด้วยมือทิศทางตามเข็มนาฬิกา โดยขันครั้งละน้อยสลับกันทั้ง 2 ตัวเพื่อป้องกันน็อตรูดปีนเกลียวและขันให้แน่นด้วยประแจวัดแรงบิดค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อมครื่องยนต์2L (3.5 kg-m หรือ 25 lb-ft หรือ 34 Nm)

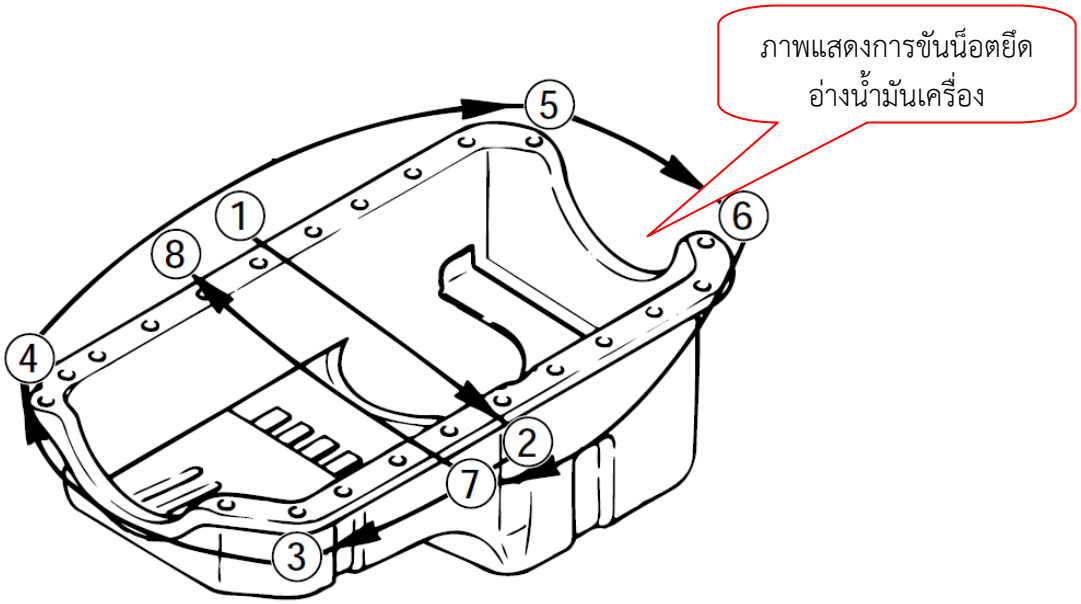
ข้อสังเกต: เครื่องหมายประกอบเป็นตัวเลขอยู่ด้านข้างฝารองลื่นก้านสูบ

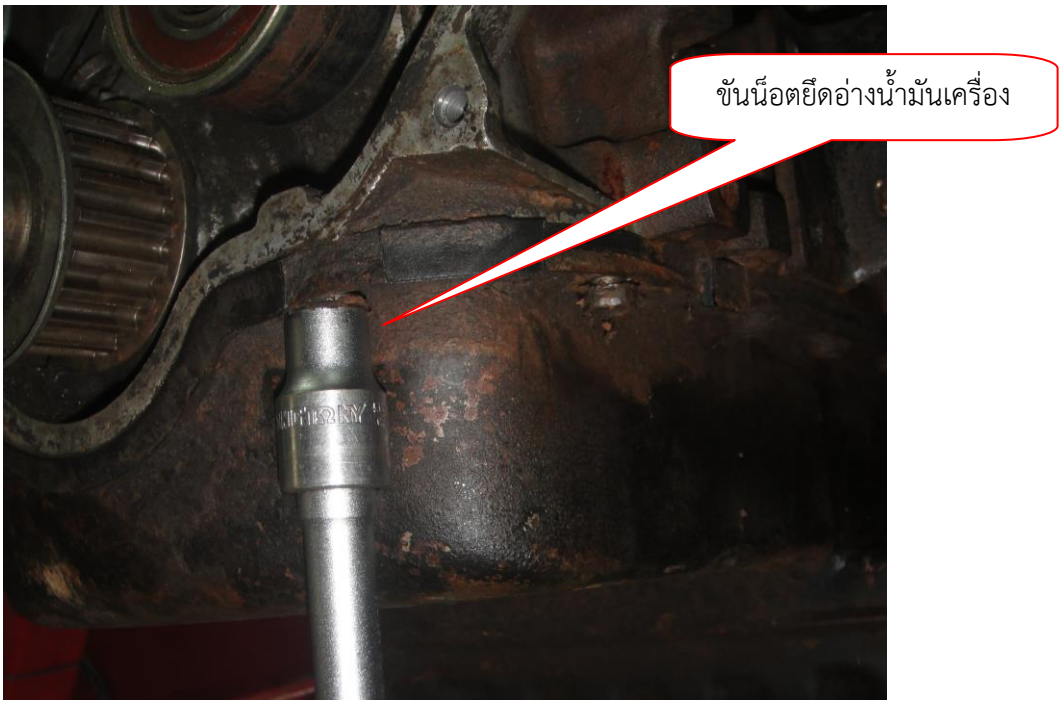




7. ประกอบปั๊มน้ำมันเครื่อง ใช้ประแจขันน็อตยึดปั๊มน้ำมันเครื่องทิศทางตามเข็มนาฬิกาโดยขันครั้งละน้อยสลับกันทั้ง 2 ตัวด้วยความระมัดระวัง จากนั้นขันให้แน่นด้วยประแจวัดแรงบิดค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อมอยู่ระหว่าง (1.4-2.4 kg-m หรือ 10.1-17.3 lb-ft หรือ 13.7-23.5 Nm)

8. ประกอบอ่างน้ำมันเครื่อง ใช้ประแจขันน็อตยึดอ่างน้ำมันเครื่องทิศทางตามเข็มนาฬิกาโดยขันครั้งละน้อยสลับกันตามหมายเลขดังภาพ และขันให้แน่นด้วยประแจวัดแรงบิดค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อมอยู่ระหว่าง 1.4-2.4 kg-mหรือ 10.1-17.3 lb-ft หรือ 13.7-23.5 Nm



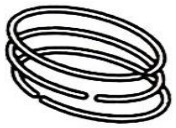


9. ใช้ประแจกระบอกขันน็อตยึดพูลเลย์เพลาข้อเหวี่ยงในทิศทางตามเข็มนาฬิกาจำนวน 2 รอบ เพื่อหมุนเครื่องยนต์ตรวจสอบกลไกการทำงานหลังการปฏิบัติงาน

10. ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์

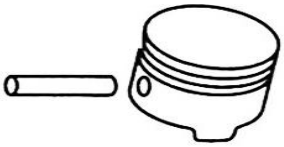
ใบสั่งงานที่ 8 งานลูกสูบเครื่องยนต์ดีเซล

คำสั่ง 1. ให้ถอดประกอบลูกสูบออกจากเสื้อสูบ (จำนวน 1 ลูก เวลาในการปฏิบัติงาน 40 นาที)
2. ให้ถอดประกอบแหวนลูกสูบออกจากลูกสูบ
3. ให้ถอดประกอบลูกสูบออกจากก้านสูบ
4. ให้ตรวจสอบและบันทึกผลการตรวจสอบ



คำสั่งย่อย

1. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 2 รอให้ตรวจ
2. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 3 รอให้ตรวจ
3. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 4 รอให้ตรวจ
4. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 6 รอให้ตรวจ
5. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 7 รอให้ตรวจ
6. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 8 รอให้ตรวจ
7. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 9 รอให้ตรวจ
8. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 11 รอให้ตรวจ



ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. เตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์
2. ตรวจสอบระยะห่างด้านข้างก้านสูบกับเพลาข้อเหวี่ยง
3. ถอดลูกสูบออกจากเสื้อสูบ
4. ถอดแยกแหวนลูกสูบออกจากลูกสูบและถอดแยกก้านสูบออกจากลูกสูบ
5. ทำความสะอาดลูกสูบ แหวนลูกสูบ และก้านสูบ
6. ตรวจสอบระยะปากแหวนลูกสูบ
7. ตรวจสอบระยะช่องว่างระหว่างร่องแหวนกับแหวนลูกสูบ
8. ตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูในก้านสูบ
9. ตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบและสลักลูกสูบ
10. ประกอบก้านสูบเข้ากับลูกสูบ
11. ประกอบแหวนลูกสูบเข้ากับลูกสูบและประกอบลูกสูบเข้ากับเสื้อสูบ
12. ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์

เครื่องมือ

1. เครื่องยนต์ดีเซล
2. เครื่องมือ ชุดประแจกระบอก ชุดประแจรวม คีมถ่างแหวนลูกสูบ เครื่องรัดแหวนลูกสูบ
3. เครื่องมือวัดละเอียด ฟีลเลอร์เกจ (Feeler gauge)

วัสดุอุปกรณ์ ผ้าสะอาด น้ำมันเครื่อง และถุงมือ

ใบประเมินผลปฏิบัติงานที่ 8 งานลูกสูบเครื่องยนต์ดีเซล

ชื่อนักเรียน.....วัน หรือเดือนหรือปี.....

เริ่มปฏิบัติงานเวลา.....เสร็จเวลา.....รวมเวลาปฏิบัติงาน.....

จุดประเมิน	ผลการประเมิน		หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน			
1.1 เตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์			
1.2 ตรวจสอบระยะห่างด้านข้างก้านสูบกับเพลาข้อเหวี่ยงได้			
1.3 ถอดลูกสูบออกจากเสื้อสูบได้			
1.4 ถอดแยกแหวนลูกสูบออกจากลูกสูบได้			
1.5 ถอดแยกก้านสูบออกจากลูกสูบได้			
1.6 ทำความสะอาดลูกสูบ แหวนลูกสูบ ก้านสูบ			
1.7 ตรวจสอบระยะห่างปากแหวนลูกสูบได้			
1.8 ตรวจสอบระยะห่างช่องว่างระหว่างร่องแหวนกับแหวนลูกสูบได้			
1.9 ตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูในก้านสูบได้			
1.10 ตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลูกสูบได้			
1.11 ตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสลักลูกสูบได้			
1.12 ประกอบก้านสูบเข้ากับลูกสูบได้			
1.13 ประกอบแหวนลูกสูบเข้ากับลูกสูบได้			
1.14 จัดปากแหวนลูกสูบได้			
1.15 ประกอบลูกสูบเข้ากับเสื้อสูบได้			
1.16 ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์			
2. คุณภาพของผลงาน (วัดได้)			
2.1 ลูกสูบไม่ได้รับความเสียหาย			
2.2 แหวนลูกสูบไม่ได้รับความเสียหาย			
2.3 รองลื่นและฝารองลื่นไม่ได้รับความเสียหาย			
2.4 เครื่องมือวัดละเอียดไม่ได้รับความเสียหาย			

จุดประเมิน	ผลการประเมิน				หมายเหตุ
	ดีมาก	ดี	พอใช้	แก้ไข	
2. คุณภาพของผลงาน (วัดไม่ได้)					
- ความประณีต					
- ความเรียบร้อย รอบคอบ					

ใบประเมินผลปฏิบัติงานที่ 8 งานลูกสูบเครื่องยนต์ดีเซล (ต่อ)

จุดประเมิน	ผลการประเมิน				หมายเหตุ
	ดีมาก	ดี	พอใช้	แก้ไข	
3. เจตคติกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน					
- ความรับผิดชอบ					
- ความสะอาด					
- ความปลอดภัย					

ผลการประเมิน:

☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน เนื่องจาก .....

ข้อเสนอแนะ..... .....

....

ลงชื่อผู้ประเมิน: .....

หน่วยที่ 9 งานเพลาข้อเหวี่ยงเครื่องยนต์ดีเซล

หัวข้อเรื่อง

1. การถอดเพลาข้อเหวี่ยง
2. การตรวจสอบกระบอกสูบ
3. การตรวจสอบเพลาข้อเหวี่ยง
4. การประกอบเพลาข้อเหวี่ยง

สาระสำคัญ

เพลาข้อเหวี่ยงเป็นเพลาหลักของเครื่องยนต์เป็นชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ มีหน้าที่ถ่ายทอดการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ขึ้นลงของลูกสูบเป็นการเคลื่อนที่แบบหมุนของเพลาข้อเหวี่ยง และถ่ายทอดแรงจากการเผาไหม้ดันลงที่หัวลูกสูบและพาก้านสูบให้เคลื่อนที่ลงตามวัฏจักรการทำงาน ส่งผ่านแรงให้เพลาข้อเหวี่ยงหมุนนำกำลังไปใช้งาน เพลาข้อเหวี่ยงเมื่อใช้งานไปนานๆ ย่อมเกิดการชำรุดและเสื่อมสภาพตามการใช้งาน หรืออาจชำรุดสึกหรอและเสื่อมสภาพจากความบกพร่องในการใช้งาน เช่น ไม่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องตามกำหนดและหากเกิดปัญหากับระบบหล่อลื่นและระบบระบายความร้อนจะทำให้เครื่องยนต์ร้อนจัดซึ่งมีผลกระทบโดยตรงกับเพลาข้อเหวี่ยง และอาจมีอีกหลายสาเหตุที่จำเป็นต้องถอดเพลาข้อเหวี่ยงออกมาเพื่อตรวจสอบและซ่อมแซมแก้ไขต่อไป

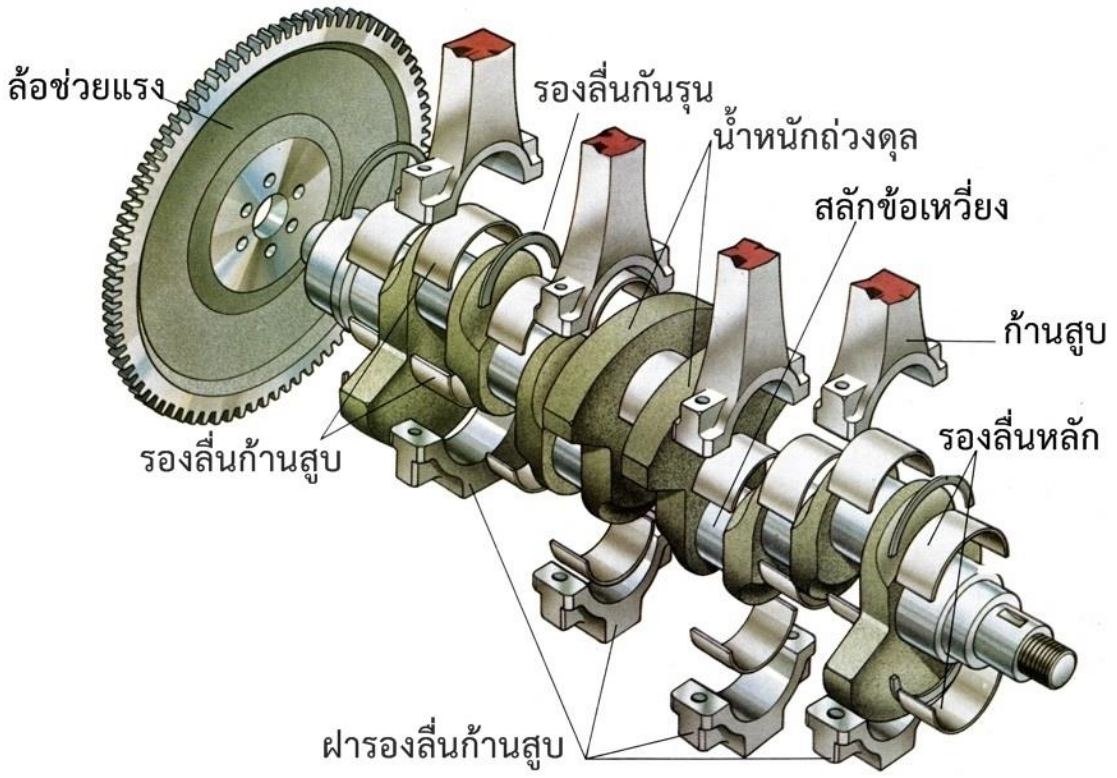
จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ถอดเพลาข้อเหวี่ยงได้
2. ตรวจสอบกระบอกสูบได้
3. ตรวจสอบเพลาข้อเหวี่ยงได้
4. ประกอบเพลาข้อเหวี่ยงได้
5. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการเรียนและในการปฏิบัติงาน

เพลาข้อเหวี่ยงเครื่องยนต์ดีเซล

เพลาข้อเหวี่ยง (Crankshaft) ของเครื่องยนต์เป็นชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ มีความสำคัญมากมีหน้าที่เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ขึ้นลงของลูกสูบเป็นการเคลื่อนที่แบบหมุนของเพลาข้อเหวี่ยงและถ่ายทอดแรงจากการเผาไหม้ดันลงที่หัวลูกสูบและพาก้านสูบให้เคลื่อนที่ลงตามวัฏจักรการทำงานส่งผ่านให้เพลาข้อเหวี่ยงหมุนถ่ายทอดแรงนำกำลังไปใช้งาน เพลาข้อเหวี่ยงทำมาจากเหล็กหล่อที่มีความแข็งแรงเป็นพิเศษเนื่องจากต้องรับแรงตลอดเวลา ภายในของเพลาข้อเหวี่ยงจะมีรูตลอดแนวสำหรับให้น้ำมันเครื่องเข้าไปหล่อลื่นและระบายความร้อนได้

เพลาข้อเหวี่ยงเหมือนชิ้นส่วนเครื่องยนต์โดยทั่วไป เมื่อใช้งานต้องมีการชำรุดสึกหรอหรือเสื่อมสภาพ หรือหากไม่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องตามกำหนดจะทำให้น้ำมันเครื่องเสื่อมคุณภาพไม่สามารถหล่อลื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือหากมีการรั่วซึมของน้ำมันเครื่องทำให้ปริมาณน้ำมันเครื่องลดลงจะส่งผลทำให้เกิดความร้อนจากการเสียดสีระหว่างชิ้นส่วนภายในเครื่องยนต์ ซึ่งจะกระทบกับเพลาข้อเหวี่ยงได้หรือหากเกิดปัญหากับระบบหล่อลื่น ระบบระบายความร้อน จะทำให้เครื่องยนต์มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติอาจส่งผลชำรุดเสียหายกับเพลาข้อเหวี่ยงได้เช่นกัน นอกจากนี้ยังอาจมีอีกหลายสาเหตุที่จำเป็นต้องถอดเพลาข้อเหวี่ยงออกมาเพื่อตรวจสอบและซ่อมแซมปรับปรุงแก้ไขต่อไป

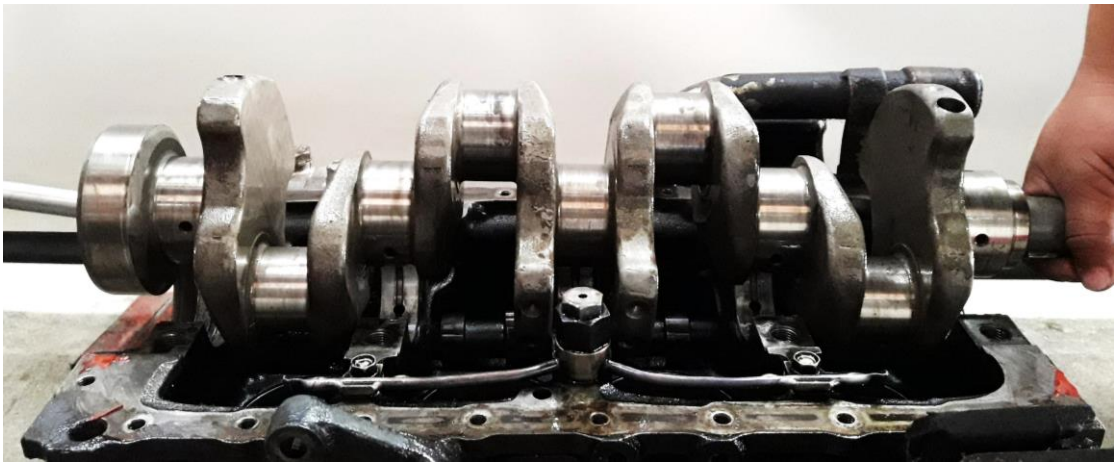


ภาพที่ 9-1 ส่วนประกอบเพลาข้อเหวี่ยง (ที่มา: www.uniquecarsandparts.com)

ใบงานที่ 9 งานเพลาข้อเหวี่ยงเครื่องยนต์ดีเซล

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ถอดเพลาข้อเหวี่ยงได้
2. ตรวจสอบกระบอกสูบได้
3. ตรวจสอบเพลาข้อเหวี่ยงได้
4. ประกอบเพลาข้อเหวี่ยงได้
5. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการเรียนและในการปฏิบัติงาน



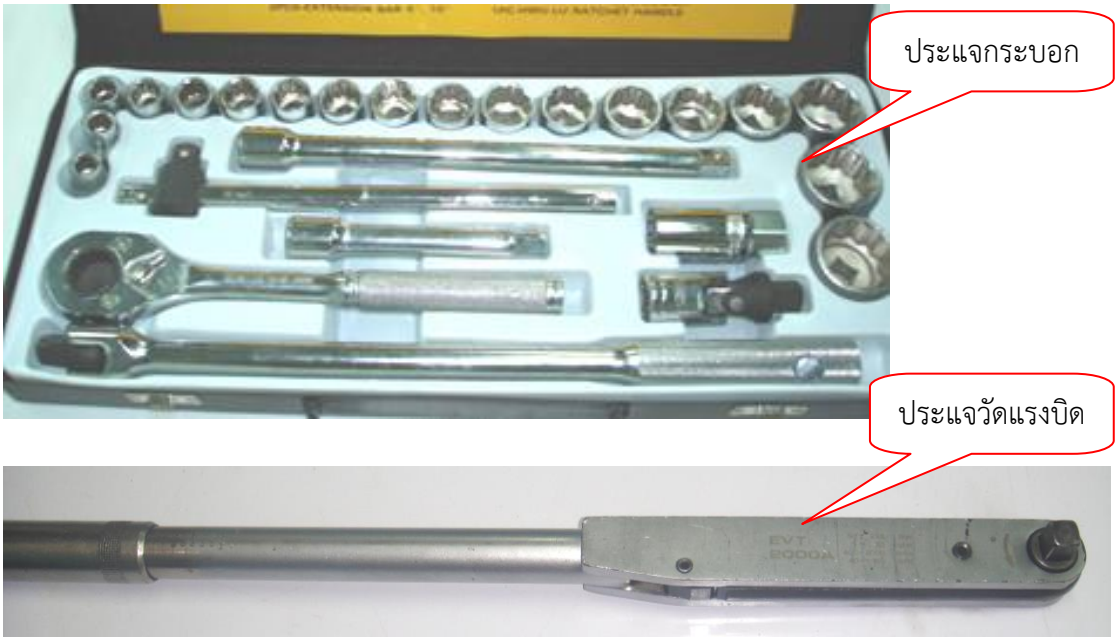
เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน

1. เครื่องยนต์ดีเซล
2. เครื่องมือ ชุดประแจกระบอก ชุดประแจแหวน ประแจวัดแรงบิด ฟีลเลอร์เกจ พลาสทิเกจ

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เตรียมเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์

2. เตรียมประแจกระบอกสำหรับใช้ขันน็อตและสลักเกลียว จากนั้นเตรียมประแจวัดแรงบิดสำหรับขันสลักเกลียวฝาสูบเพื่อให้ได้ค่าการขันที่เท่ากัน มีหน่วยเป็นกิโลกรัม-เมตร (kg-m), ปอนด์-ฟุต (lb-ft) และนิวตันเมตร (Nm)



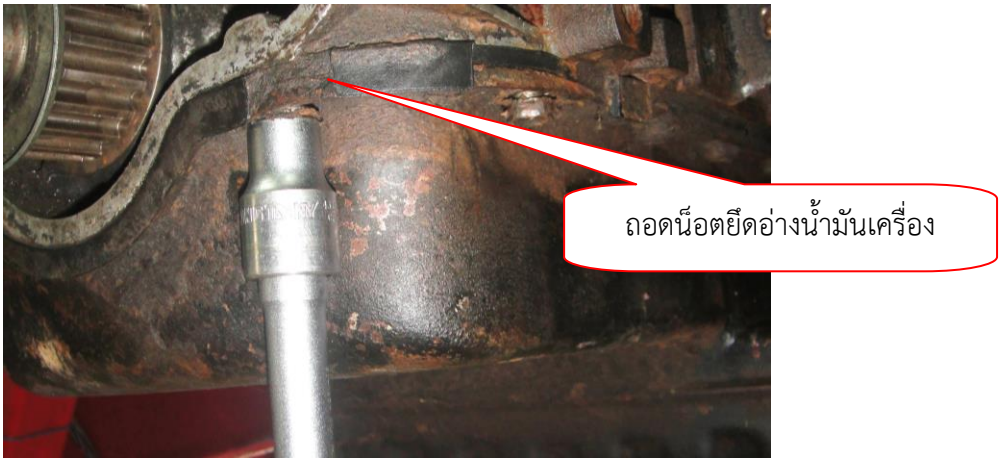
3. ถอดล้อช่วยแรง

3.1 ใช้ประแจกระบอกคลายสลักเกลียวยึดล้อช่วยแรงซึ่งประกอบอยู่ท้ายของเพลาข้อเหวี่ยง โดยคลายออกครั้งละน้อยในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาสลับกันจนครบทุกตัวตามหมายเลขในภาพ

ข้อควรระวัง: สลักเกลียวยึดล้อช่วยแรงมีความแข็งแรงและแน่นมากให้ใช้ด้ามขันแข็งหรือด้ามเลื่อน ห้ามใช้ด้ามขันกรอกแกรกเพราะอาจทำให้เครื่องมือเสียหายได้

3.2 ถอดล้อช่วยแรงออกจากเพลาข้อเหวี่ยง ล้อช่วยแรงประกอบและยึดติดอยู่กับด้านท้ายของเพลาข้อเหวี่ยง และเนื่องจากล้อช่วยแรงเป็นชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักมากให้ระวังเรื่องความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

4. ถอดอ่างน้ำมันเครื่อง ใช้ประแจคลายน็อตยึดอ่างน้ำมันเครื่องในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาโดยคลายน็อตครั้งละน้อยสลับกันจากนั้นใช้ประแจคลายน็อตยึดปั๊มน้ำมันเครื่องในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

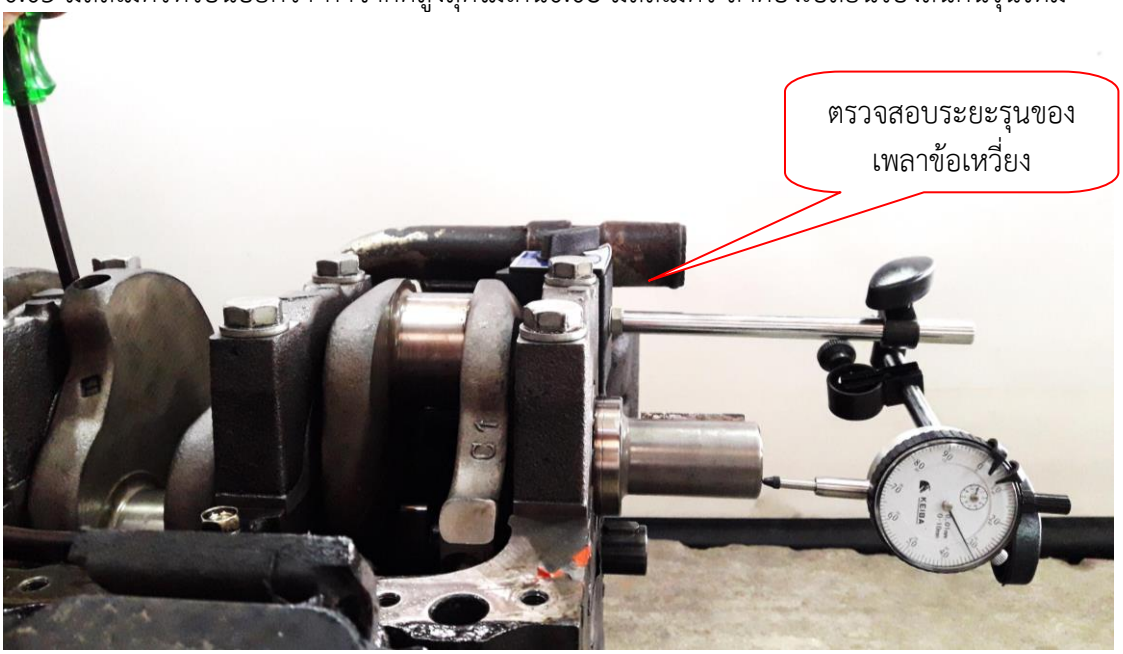


5. ตรวจสอบระยะรุนของเพลาข้อเหวี่ยง เพื่อนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ผลการซ่อม

5.1 ติดตั้งเกจหน้าปัด (dial gauge) ให้หัววัดตั้งฉากกับเพลาข้อเหวี่ยง

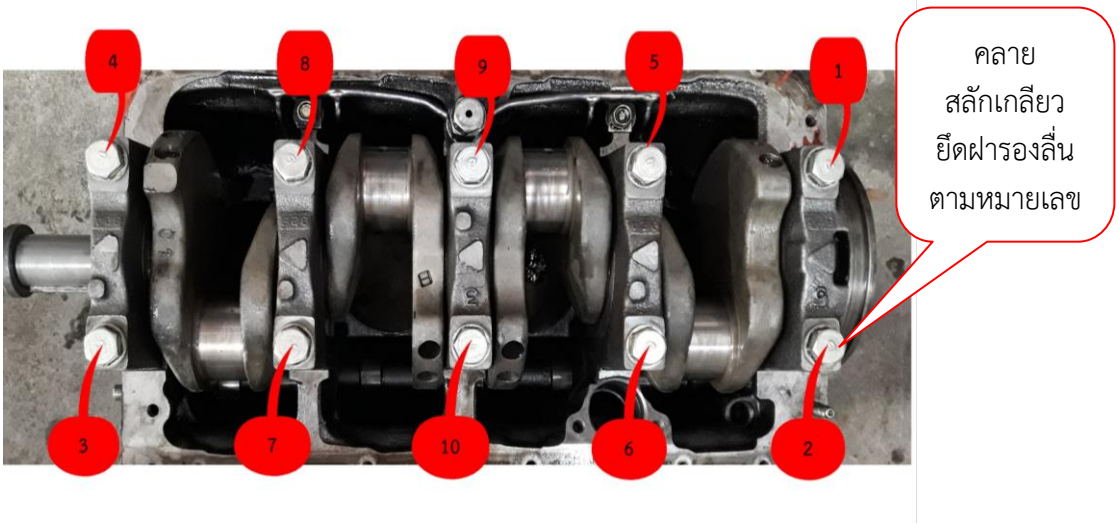
5.2 ใช้ไขควงปากแบนหรือเหล็กงัด งัดเพลาข้อเหวี่ยงให้เคลื่อนที่ในทิศทางตามยาวทางใดทางหนึ่งจนสุดระยะการเคลื่อนที่ ปรับเกจให้หน้าปัดตรงเลข 0

5.3 ดันเพลาข้อเหวี่ยงกลับจนสุดระยะและอ่านค่าที่เกจหน้าปัด ค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อม 0.05 มิลลิเมตรหรือน้อยกว่า ค่าจำกัดสูงสุดไม่เกิน0.08 มิลลิเมตร ถ้าต้องเปลี่ยนรองลื่นกันรุนใหม่



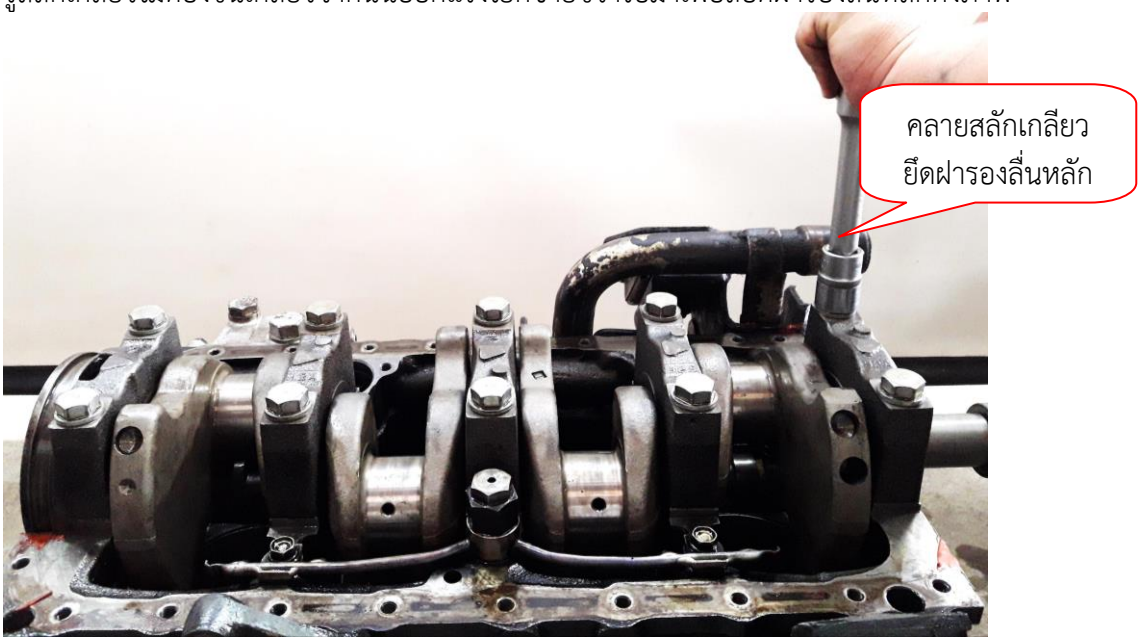
6. ถอดเพลาข้อเหวี่ยง

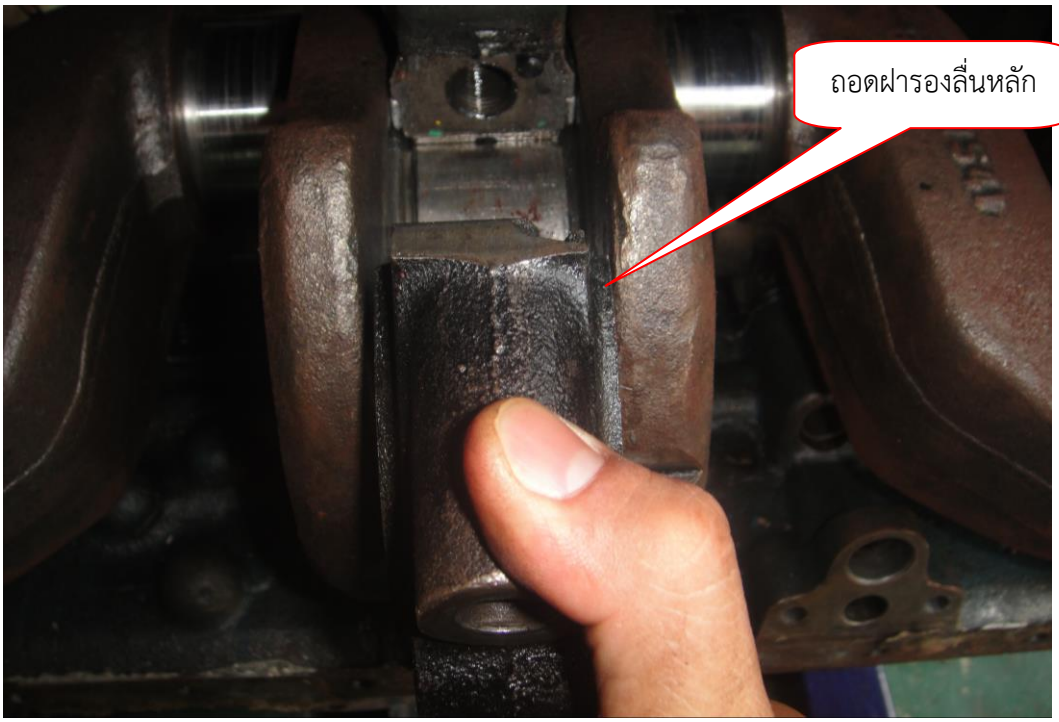
6.1 ใช้ประแจกระบอกคลายสลักเกลียวยึดฝารองลื่นหลักหรือรองลื่นเพลาข้อเหวี่ยง ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา โดยฝารองลื่นหลักมีจำนวน 5 ตัว สลักเกลียวยึดฝารองลื่นหลักมีจำนวน 10 ตัวให้ขันออกที่ละน้อยสลับกันจนครบทุกตัวโดยเริ่มคลายออกจากด้านนอกเข้าหาด้านในตามหมายเลขในภาพ



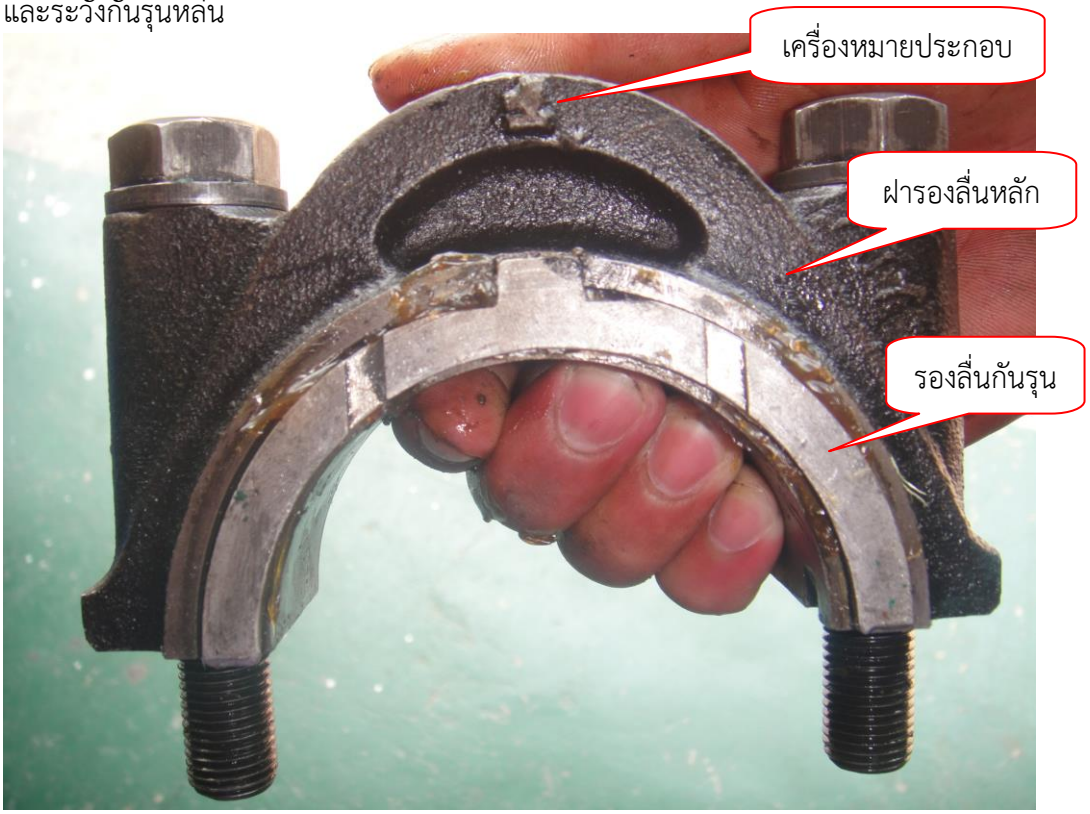
6.2 ถอดสลักเกลียวยึดฝารองลื่นหลัก จากนั้นถอดฝารองลื่นหลักออกโดยก่อนถอดให้สังเกตเครื่องหมายด้านฝารองลื่นหลักก่อนถอด เพื่อให้ง่ายในการประกอบและจัดวางฝารองลื่นหลักตามลำดับสูบเครื่องยนต์

ข้อควรระวัง: ห้ามใช้ไขควงหรือของมีคมงัดฝารองลื่นหลักเนื่องจากจะทำให้ฝารองลื่นหลักชำรุดเสียหายได้ให้ถอดฝารองลื่นหลักออกโดยใช้สลักเกลียวยึดฝารองลื่นหลักที่ถอดออกมา ใส่กลับเข้าไปในรูสลักเกลียวไม่ต้องขันเกลียวจากนั้นออกแรงโยกซ้ายขวาไปมาเพื่อถอดฝารองลื่นหลักดังภาพ

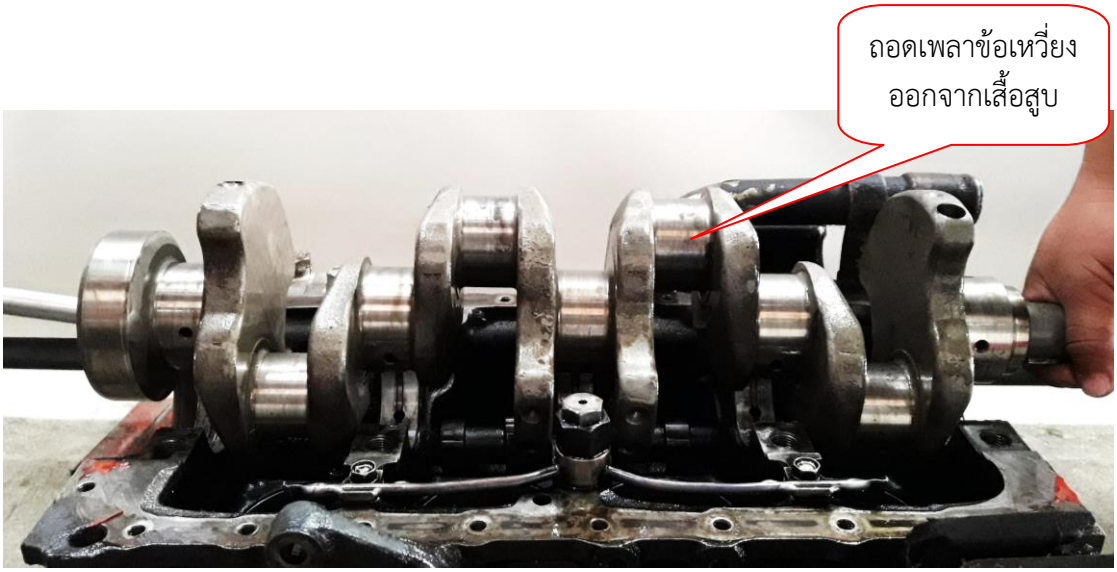




ข้อสังเกต: ฝารองลื่นหลักตัวกลางมีกันรุนอยู่ 4 ตัวอยู่ด้านบน 2 ตัวอยู่ด้านล่าง 2 ตัว ประกอบให้ครบและระวังกันรุนหล่น



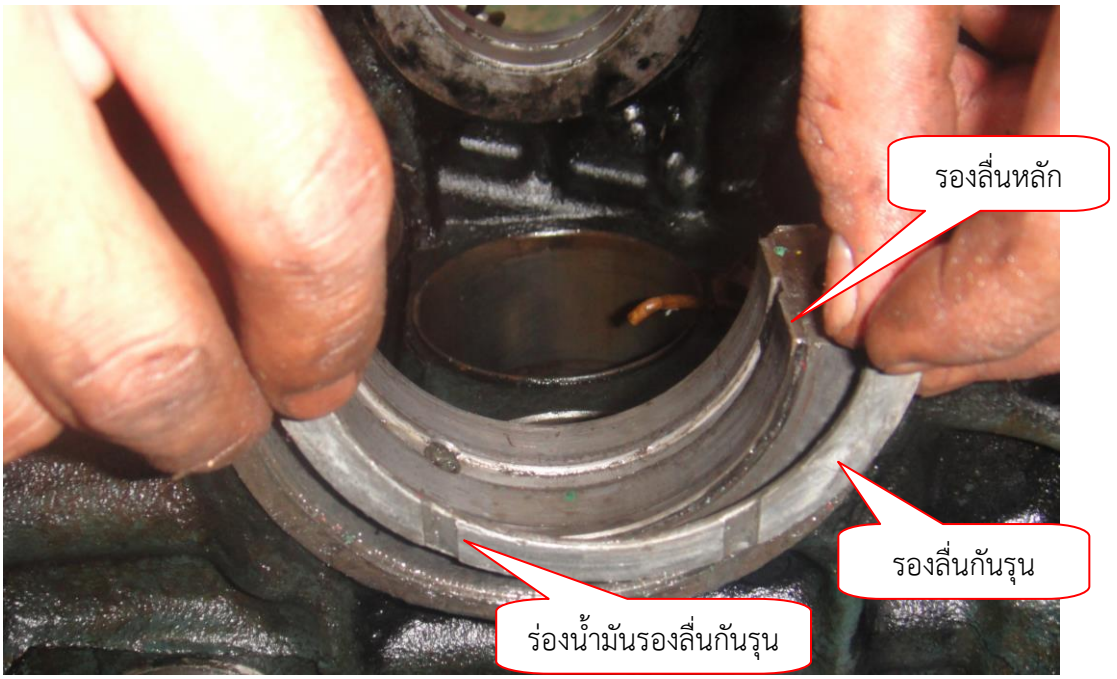
6.3 ถอดเพลาข้อเหวี่ยงโดยยกเพลาข้อเหวี่ยงออกจากเสื้อสูบด้วยความระมัดระวังเนื่องจากเพลาข้อเหวี่ยงเป็นชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก ให้ระวังเรื่องความปลอดภัยในการทำงาน



6.4 ถอดรองลื่นกันรุนและรองลื่นหลักออกจากเสื้อสูบ โดยใช้มือดันออกทางด้านข้างด้วยความระมัดระวังระมัดระวัง

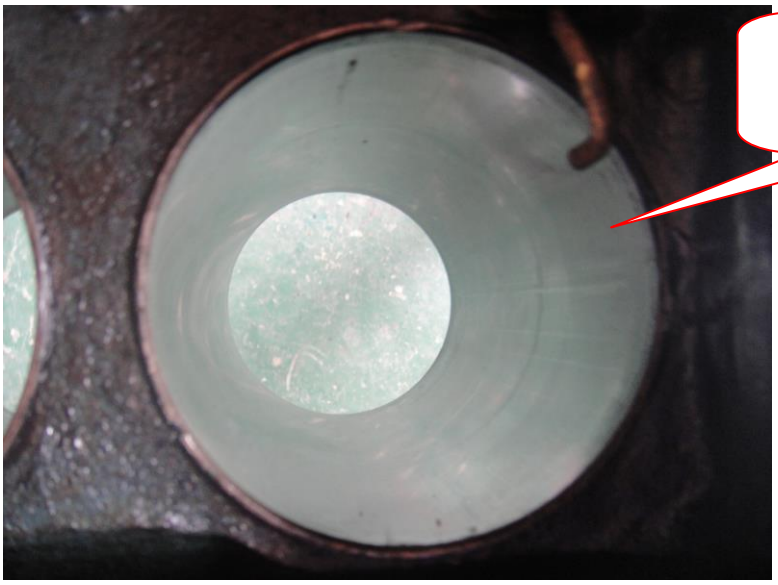
ข้อสังเกต: รองลื่นกันรุนมีจำนวน 4 ตัวตรวจสอบให้ครบทุกตัว

ข้อควรระวัง: ห้ามใช้ไขควงหรือของมีคมงัดรองลื่นกันรุนให้ใช้นิ้วหัวแม่มือดันออกด้านข้างตามแนวยาวของเสื้อสูบ



การตรวจสอบกระบอกสูบ

1. ทำความสะอาดกระบอกสูบ ใช้ลมเป่าน้ำมันให้สะอาดตรวจสภาพร่องรอยการชำรุดสึกหรอของกระบอกสูบด้วยสายตา (ถ้ามีร่องหรือรอยลึกอาจแสดงว่าแหวนลูกสูบ ลูกสูบ ทำงานผิดปกติหรืออาจมีปัญหาที่ระบบหล่อลื่นต้องรีบแก้ไข)



บันทึกผลการตรวจสอบกระบอกสูบ

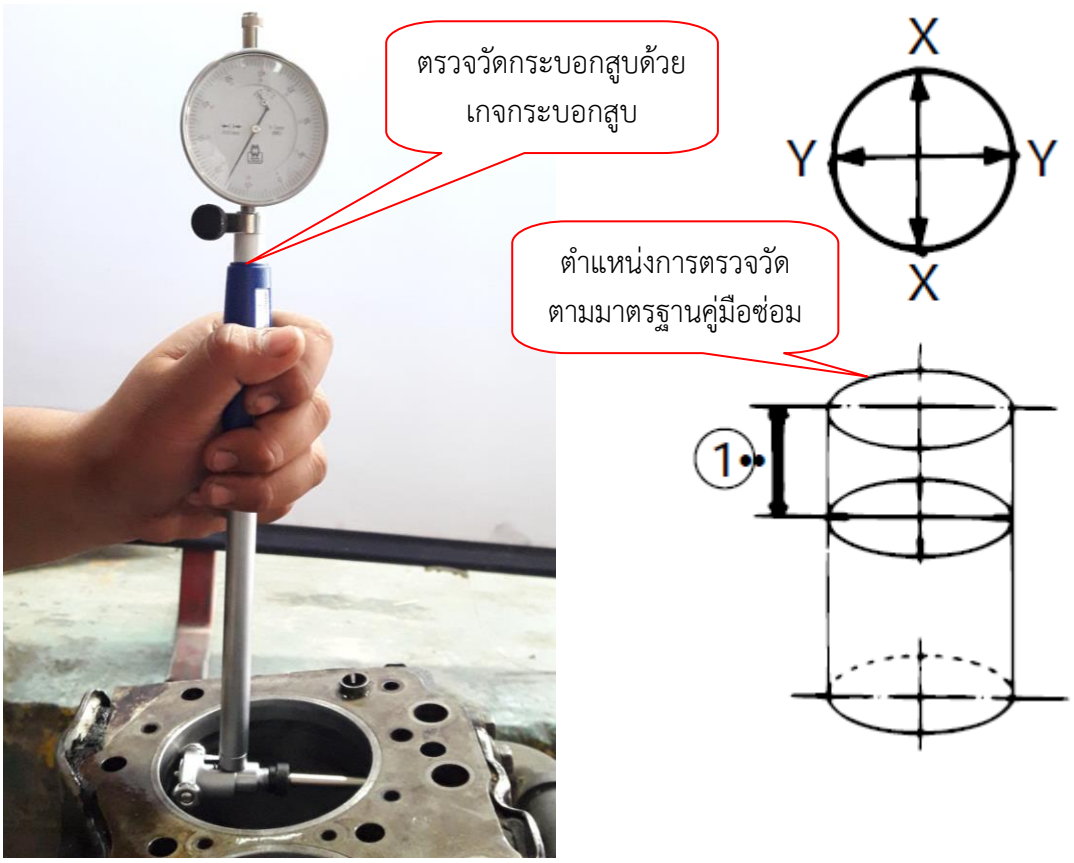
☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

2. การตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบด้วยเกจกระบอกสูบ (Cylinder bore gauge)

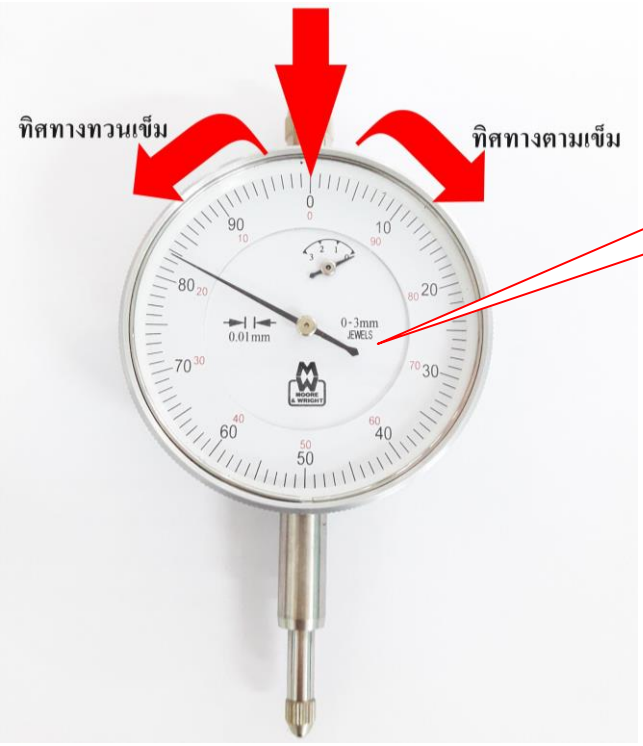
2.1 ใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบ

2.2 เลือกก้านเสริมและแหวนปรับตั้งประกอบเข้ากับชุดเกจกระบอกสูบ (Cylinder bore gauge) ให้มีขนาดยาวกว่าค่าที่วัดได้ในเบื้องต้นประมาณ 0.50-1.00 มิลลิเมตร

2.3 นำเกจกระบอกสูบ (Cylinder bore gauge) ด้านที่มีชุดหัววัดใส่ลงไปในกระบอกสูบในลักษณะเอียงเข้าจากนั้นโยกเกจกระบอกสูบ (Cylinder bore gauge) ขึ้นลงเพื่อหาตำแหน่งที่แคบที่สุดและตั้งฉากกับผิวของกระบอกสูบ โดยตำแหน่งหรือจุดที่วัดตามมาตรฐานคู่มือซ่อมจะอยู่ห่างจากขอบบนของกระบอกสูบลงมาหาจุดที่ 1 ตามภาพประมาณ 11-15 มิลลิเมตร และวัดในตำแหน่งแนว X X และตำแหน่ง Y Y



2.4 อ่านค่าที่หน้าปัดเกจกระบอกสูบ (Cylinder bore gauge) ถ้าเข็มยาวที่หน้าปัดเคลื่อนที่ทวนเข็มนาฬิกาให้นำค่าที่อ่านได้มารวมกับค่าที่ตั้งไว้ แต่ถ้าเข็มยาวที่หน้าปัดเคลื่อนที่ตามเข็มนาฬิกาให้นำค่าที่อ่านได้มาลบกับค่าที่ตั้งไว้



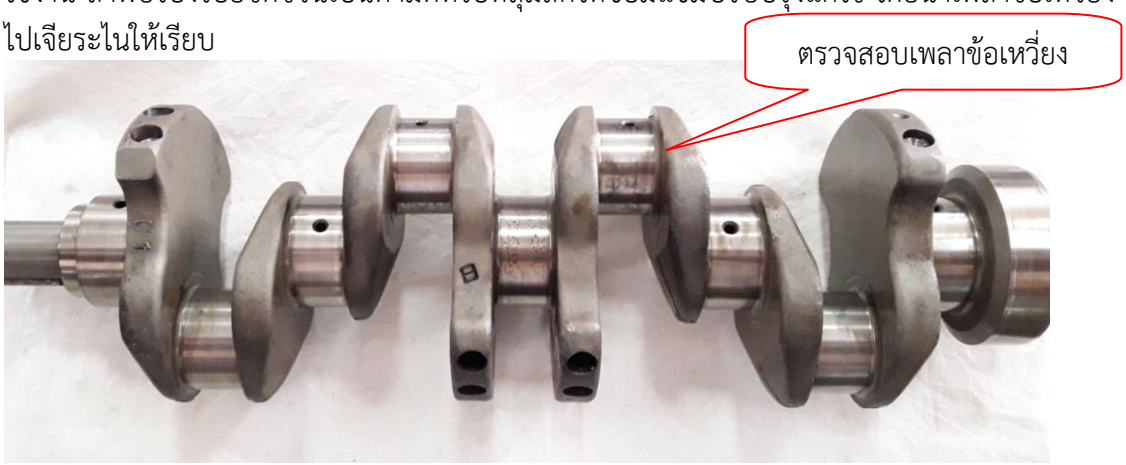
บันทึกผลการตรวจสอบกระบอกสูบด้วยเกจกระบอกสูบ (Cylinder bore gauge)

ตำแหน่งตรวจวัด	บันทึกค่าผลการตรวจวัด (มิลลิเมตร)			
	กระบอกสูบที่ 1	กระบอกสูบที่ 2	กระบอกสูบที่ 3	กระบอกสูบที่ 4
จุดที่ 1 ด้าน X X				
จุดที่ 1 ด้าน Y Y				

หมายเหตุ: ค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อม เครื่องยนต์4JA1 กำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ มาตรฐาน 93.021-93.060 มิลลิเมตร ค่าจำกัดสูงสุดไม่เกิน 93.10 มิลลิเมตร

การตรวจสอบเพลาข้อเหวี่ยง

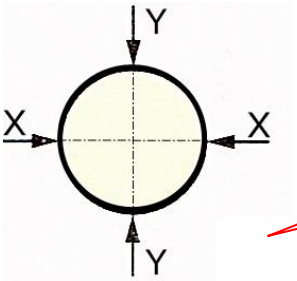
1. ทำความสะอาดเพลาข้อเหวี่ยง ใช้ลมเป่าน้ำ น้ำมันเศษสิ่งสกปรกออกจากเพลาข้อเหวี่ยง ตรวจสอบเพลาข้อเหวี่ยงด้วยสายตา ตรวจหาร่องรอยการชำรุดสึกหรอครากสกปรกรอยไหม้จากการใช้งาน ถ้าพบร่องรอยขีดข่วนเป็นตามดหรือหลุมลึกให้ซ่อมแซมปรับปรุงแก้ไข โดยนำเพลาข้อเหวี่ยงไปเจียระไนให้เรียบ



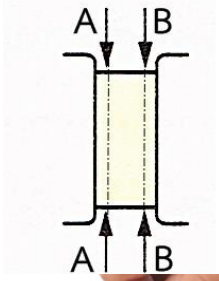
บันทึกผลการตรวจสอบเพลาข้อเหวี่ยง

☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

2. ตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางข้อหลักและข้อก้านของเพลาข้อเหวี่ยงด้วยไมโครมิเตอร์ เพื่อต้องการวัดความเรียวของข้อหลักและข้อก้านสูบเทียบกับค่ามาตรฐาน หากเกินค่ามาตรฐานที่กำหนด แก้ไขโดยการเจียระไนข้อหลักหรือข้อก้านสูบการเจียระไนข้อหลักและข้อก้านสูบทำให้ขนาดของข้อเล็กลง ส่งผลโดยตรงกับรองลื่นหลักและรองลื่นก้านสูบ ทำให้ส่วนใหญ่ต้องเปลี่ยนรองลื่นหลักและรองลื่นก้านสูบไปด้วย



ตำแหน่งการวัด Y Y และ X X
มองจากด้านหน้าของเพลาข้อเหวี่ยง



ตำแหน่งการวัด A A และ B B
มองจากด้านข้างของเพลาข้อเหวี่ยง

วัดข้อหลักของเพลาข้อเหวี่ยง

ข้อหลักเพลาข้อเหวี่ยง

บันทึกผลการตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางข้อหลักของเพลาข้อเหวี่ยง

ตำแหน่งตรวจวัด	บันทึกค่าผลการตรวจวัด (มิลลิเมตร)				
	ข้อหลักที่ 1	ข้อหลักที่ 2	ข้อหลักที่ 3	ข้อหลักที่ 4	ข้อหลักที่ 5
ด้าน Y Y จุด A					
ด้าน X X จุด A					
ด้าน Y Y จุด B					
ด้าน X X จุด B					

ค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อม 4JA1 (59.917-59.932 มิลลิเมตรค่าจำกัดไม่ต่ำกว่า 59.910 มิลลิเมตร)

บันทึกผลการตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางข้อก้านของเพลาข้อเหวี่ยง

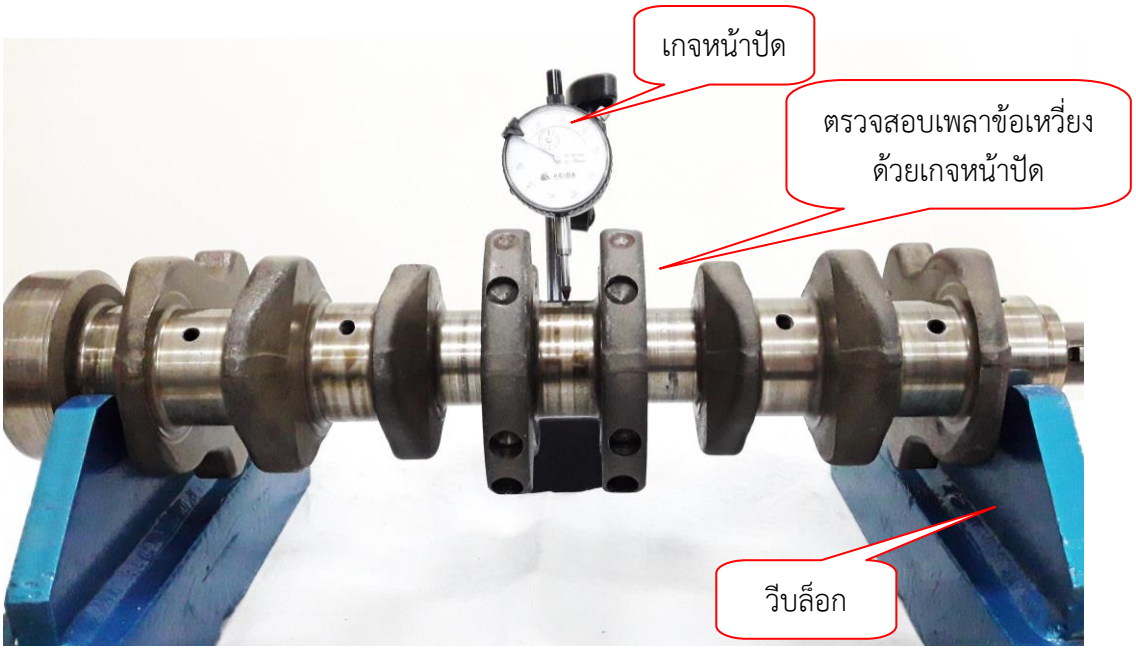
ตำแหน่งตรวจวัด	บันทึกค่าผลการตรวจวัด (มิลลิเมตร)			
	ข้อก้านสูบที่ 1	ข้อก้านสูบที่ 2	ข้อก้านสูบที่ 3	ข้อก้านสูบที่ 4
ด้าน Y Y จุด A				
ด้าน X X จุด A				
ด้าน Y Y จุด B				
ด้าน X X จุด B				

ค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อม 4JA1 (52.915-52.930 มิลลิเมตรค่าจำกัดไม่ต่ำกว่า 52.906 มิลลิเมตร)

3. ตรวจสอบความคดของเพลาข้อเหวี่ยงด้วยเกจหน้าปัด (Dial gauge)

3.1 วางเพลาข้อเหวี่ยงบนแท่นวีบล็อก ติดตั้งเกจหน้าปัดที่ตำแหน่งข้อกลางเพลาข้อเหวี่ยง จากนั้นปรับเข็มเกจหน้าปัดให้ตรงกับเลข 0

3.2 หมุนเพลาข้อเหวี่ยงให้เคลื่อนที่ไปหนึ่งรอบ สังเกตเข็มที่หน้าปัดและหมุนเพลาข้อเหวี่ยงต่อไปอีกหนึ่งรอบให้เข็มที่หน้าปัดกลับไปชี้จุดสูงสุดของรอบแรกอ่านค่าและบันทึกผลการตรวจวัด



บันทึกผลการตรวจสอบความคดของเพลาข้อเหวี่ยง

ตำแหน่งตรวจวัด	บันทึกค่าผลการตรวจวัด (มิลลิเมตร)
ข้อกลางของเพลาข้อเหวี่ยง	

ค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อม 4JA1 (0.05 มิลลิเมตรค่าจำกัดสูงสุดไม่เกิน 0.08 มิลลิเมตร)

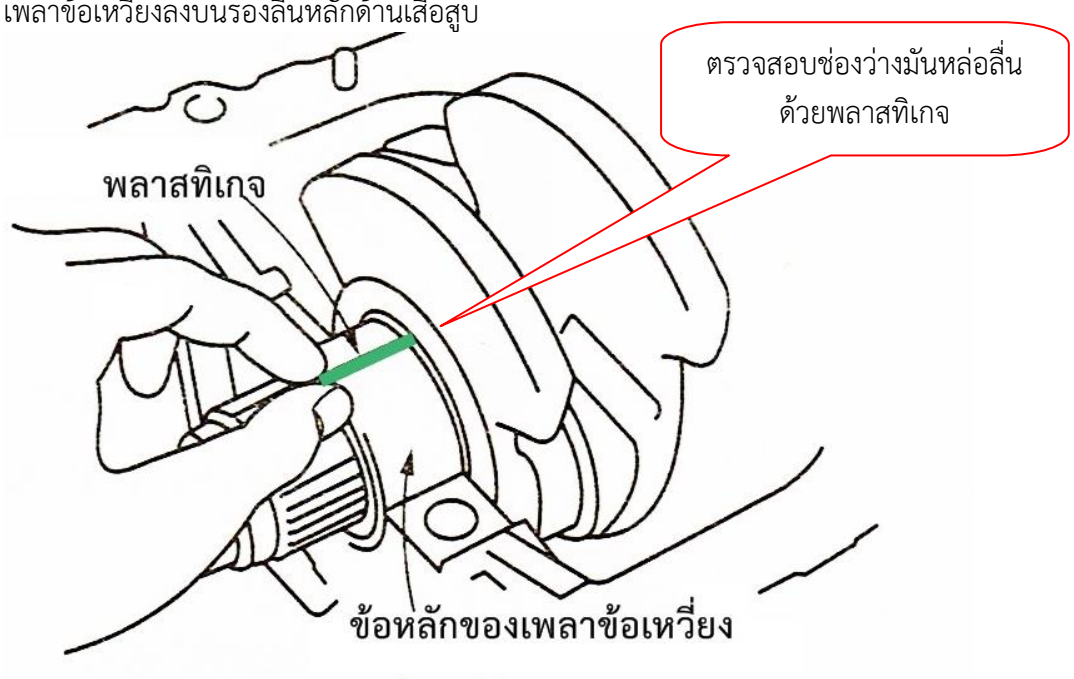
4. ตรวจสอบรองลื่นหลักด้านบนและรองลื่นหลักด้านล่างของเพลาข้อเหวี่ยงด้วยสายตาทุกตัว **ข้อสังเกต**: รองลื่นที่ดีจะมีลักษณะเป็นสีเงินมันวาวไม่มีร่องรอยชำรุดสึกหรอ หากพบรองลื่นลอกหรือสึกหรอเห็นเป็นสีทองแดงแสดงว่าเสื่อมสภาพ

ผลการตรวจสอบรองลื่นหลักด้านบนและด้านล่างของเพลาข้อเหวี่ยง

☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

5. ตรวจสอบช่องว่างน้ำมันหล่อลื่น ระหว่างรองลื่นหลักกับข้อหลักของเพลาข้อเหวี่ยงด้วยพลาสทิเกจ (plastigage)

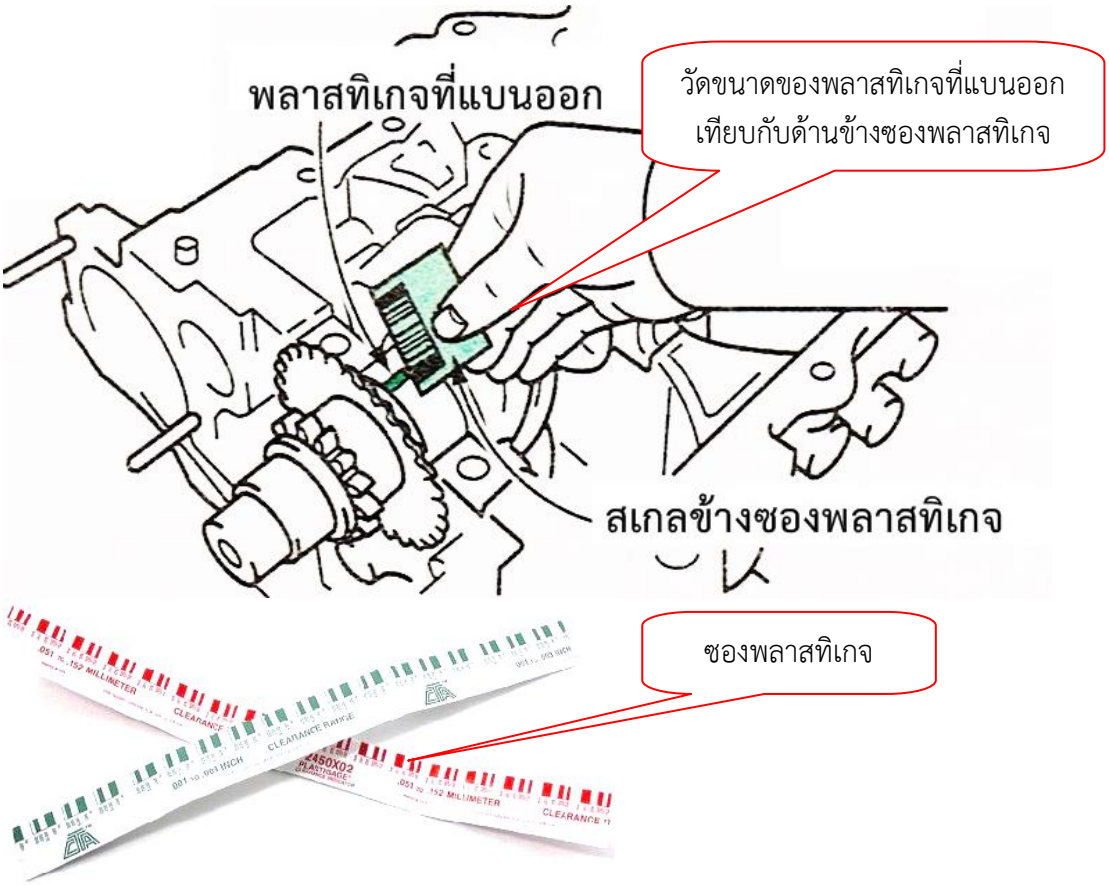
5.1 ประกอบรองลื่นหลักเข้ากับเสื้อสูบจากนั้นประกอบเพลาข้อเหวี่ยงเข้ากับเสื้อสูบวางเพลาข้อเหวี่ยงลงบนรองลื่นหลักด้านเสื้อสูบ



5.2 ตัดพลาสทิเกจยาวเท่ากับรองลื่นหลัก จากนั้นวางพลาสทิเกจบนข้อหลักเพลาข้อเหวี่ยง ประกอบฝารองลื่นหลักเพลาข้อเหวี่ยง ใช้ประแจกระบอกขันสลักเกลียวยึดฝารองลื่นหลักทิศทางตามเข็มนาฬิกาที่ละน้อยสลับกันจากนั้นขันให้แน่นด้วยประแจวัดแรงบิดตามค่ามาตรฐานของคู่มือซ่อม

5.3 ถอดสลักเกลียวยึดฝารองลื่นหลักใช้ประแจกระบอกคลายสลักเกลียวยึดฝารองลื่นหลักในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาคลายออกครั้งละน้อยสลับกันและถอดฝารองลื่นหลักออก

5.4 วัดระยะห่างช่องว่างน้ำมันหล่อลื่น โดยใช้สเกลด้านข้างซองพลาสทิเกจวัดเปรียบเทียบกับพลาสทิเกจที่แบนออกบนข้อหลักเพลาข้อเหวี่ยง นำค่าที่ได้ไปเทียบกับค่ามาตรฐาน (ตามคู่มือซ่อมเครื่องยนต์ 4JA1 กำหนด 0.035-0.080 มิลลิเมตร ค่าจำกัดสูงสุดไม่เกิน 0.11 มิลลิเมตร)



บันทึกผลการตรวจสอบช่องว่างน้ำมันหล่อลื่น ระหว่างรองลื่นหลักกับข้อหลักของเพลาข้อเหวี่ยง

ข้อหลักที่ 1	ข้อหลักที่ 2	ข้อหลักที่ 3	ข้อหลักที่ 4	ข้อหลักที่ 5

☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ (ระบุ) .....

การประกอบเพลาข้อเหวี่ยง

1. ประกอบรองลื่นหลักและรองลื่นกันรุนตัวบนด้านเสื้อสูบ โดยหันร่องน้ำมันที่รองลื่นกันรุนออกด้านนอก

ข้อสังเกต: รองลื่นกันรุนมีจำนวน 4 ตัวด้านบน 2 ตัว ด้านล่าง 2 ตัวฝั่งซ้ายและขวา ซึ่งส่วนมากทั่วไปรองลื่นกันรุนจะอยู่กับรองลื่นหลักตัวกลางตัวเดียว

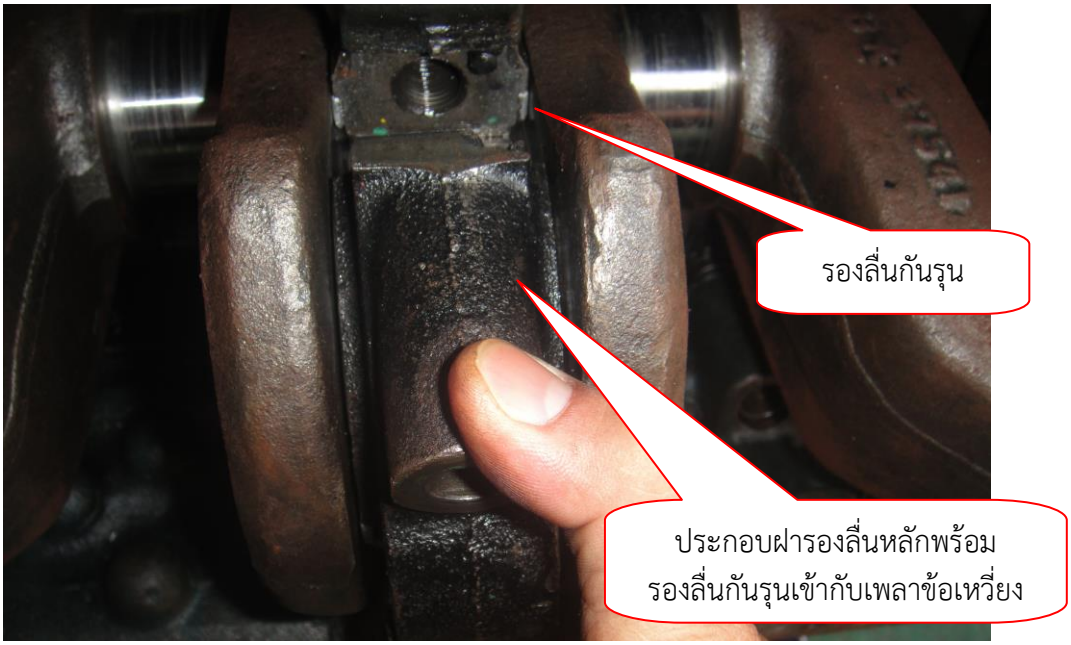
2. ประกอบเพลาข้อเหวี่ยง โดยชโลมน้ำมันหล่อลื่นที่ข้อหลักและข้อก้านของเพลาข้อเหวี่ยง จากนั้นยกเพลาข้อเหวี่ยงวางลงบนรองลื่นหลักและรองลื่นกันรุนที่ประกอบไว้ในเสื้อสูบเรียบร้อยแล้ว **ข้อควรระวัง**: เนื่องจากเพลาข้อเหวี่ยงเป็นชิ้นส่วนขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก ให้ระวังเรื่องความปลอดภัยในการทำงานและระวังรองลื่นกันรุนหล่น

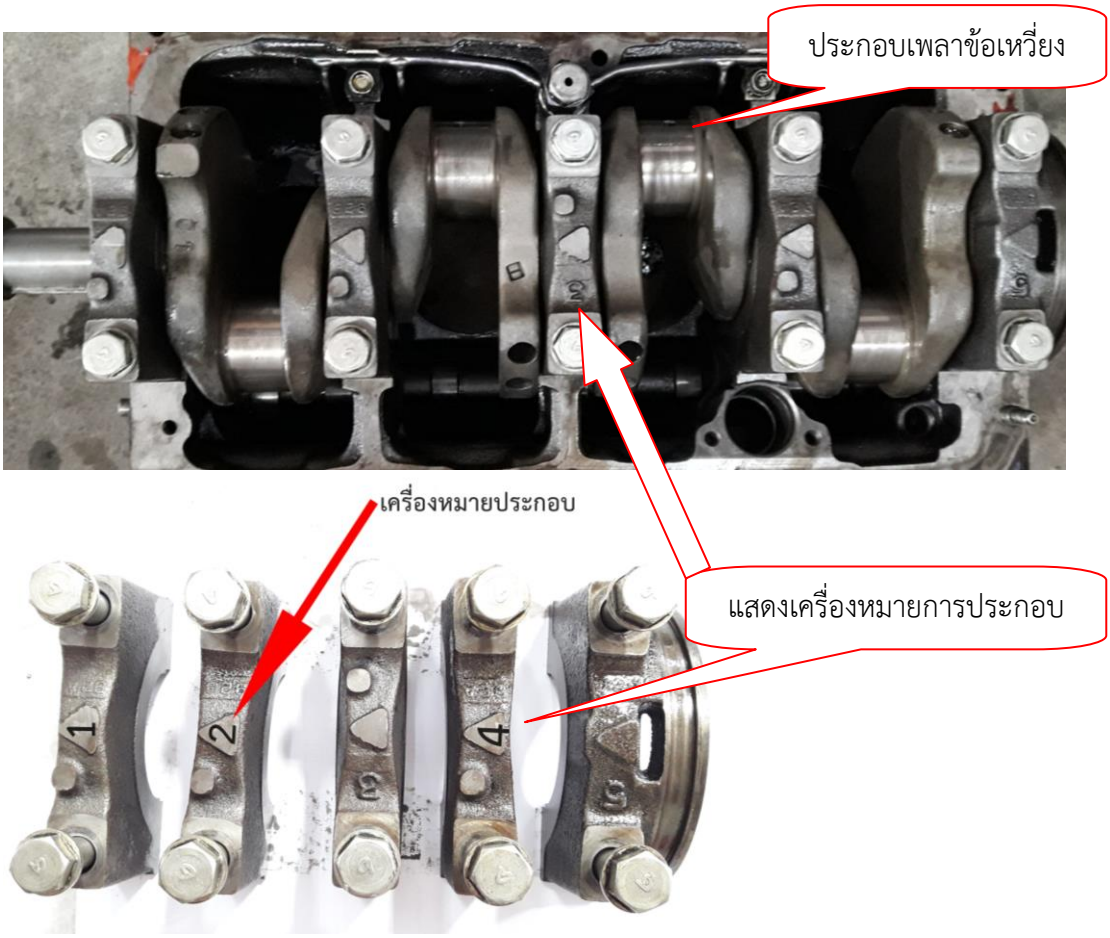
3. ประกอบรองลื่นกันรุนตัวล่างด้านที่อยู่กับฝารองลื่นหลักเข้ากับฝารองลื่นหลัก โดยหันรองลื่นกันรุนด้านที่มีร่องน้ำมันออกด้าน

4. ประกอบฝารองลื่นหลักพร้อมรองลื่นกันรุนเข้ากับเพลาข้อเหวี่ยง ระวังรองลื่นกันรุนหล่น

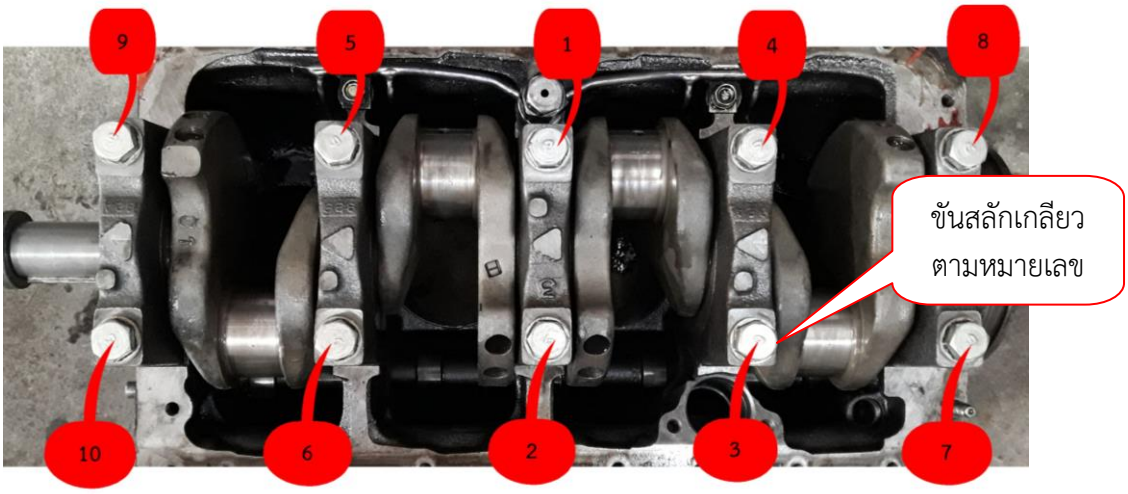
ข้อสังเกต: ที่ฝารองลื่นหลักจะมีเครื่องหมายให้สังเกตในการประกอบโดยให้หันไปทางด้านหน้าเครื่องยนต์เสมอ

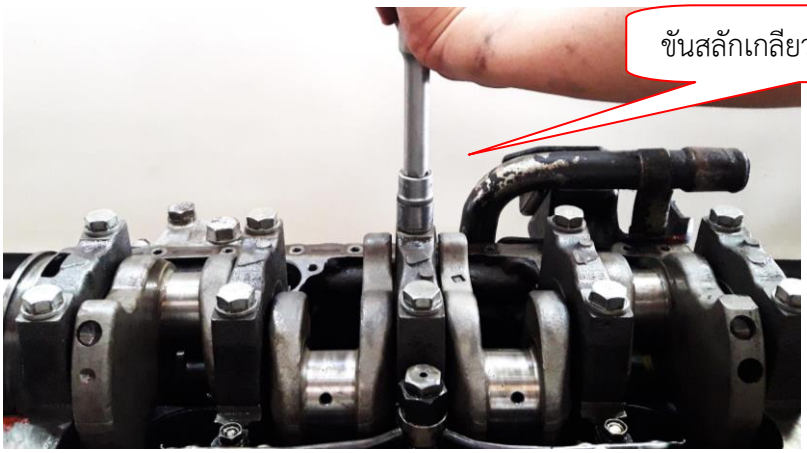
ข้อควรระวัง: ระวังรองลื่นกันรุนหล่นและระวังห้ามสลับฝารองลื่นหลัก

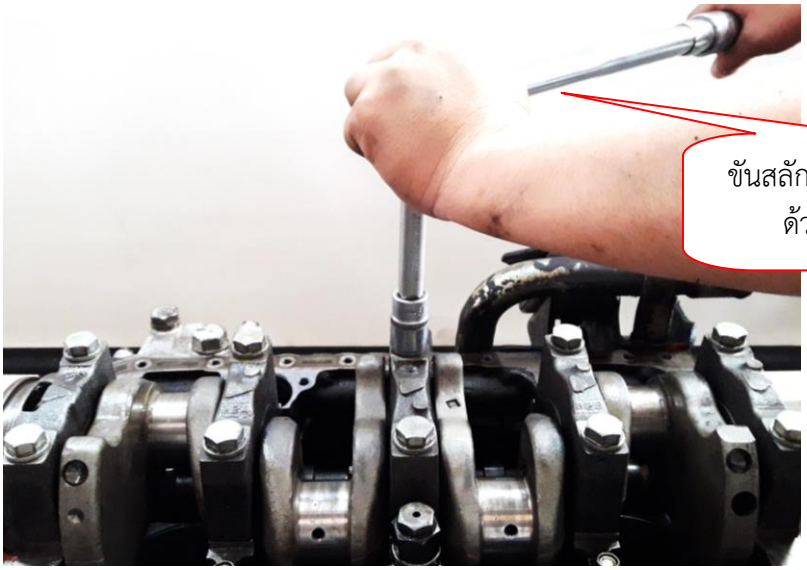




5. ประกอบสลักเกลียวยึดฝารองลิ่นหลัก ใช้ประแจขันสลักเกลียวยึดฝารองลิ่นหลักทิศทางตามเข็มนาฬิกาสลับกันที่ละข้างครั้งละน้อยให้ครบทุกตัว โดยเริ่มขันจากสลักเกลียวตัวกลางด้านในออกสู่ด้านนอกดังภาพ จากนั้นขันให้แน่นด้วยประแจวัดแรงบิดค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อมเครื่องยนต์ 4JA1 กำหนด 16.0-18.0 kg-m หรือ 115.7-130.2 lb-ft หรือ 156.9-176.5 Nm



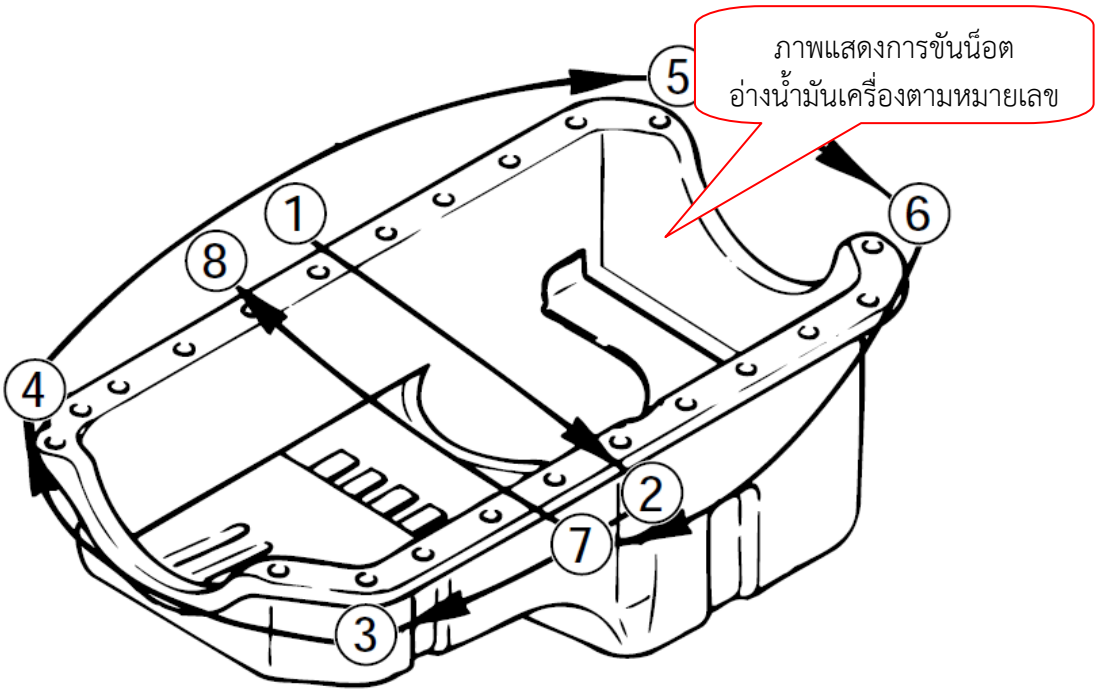


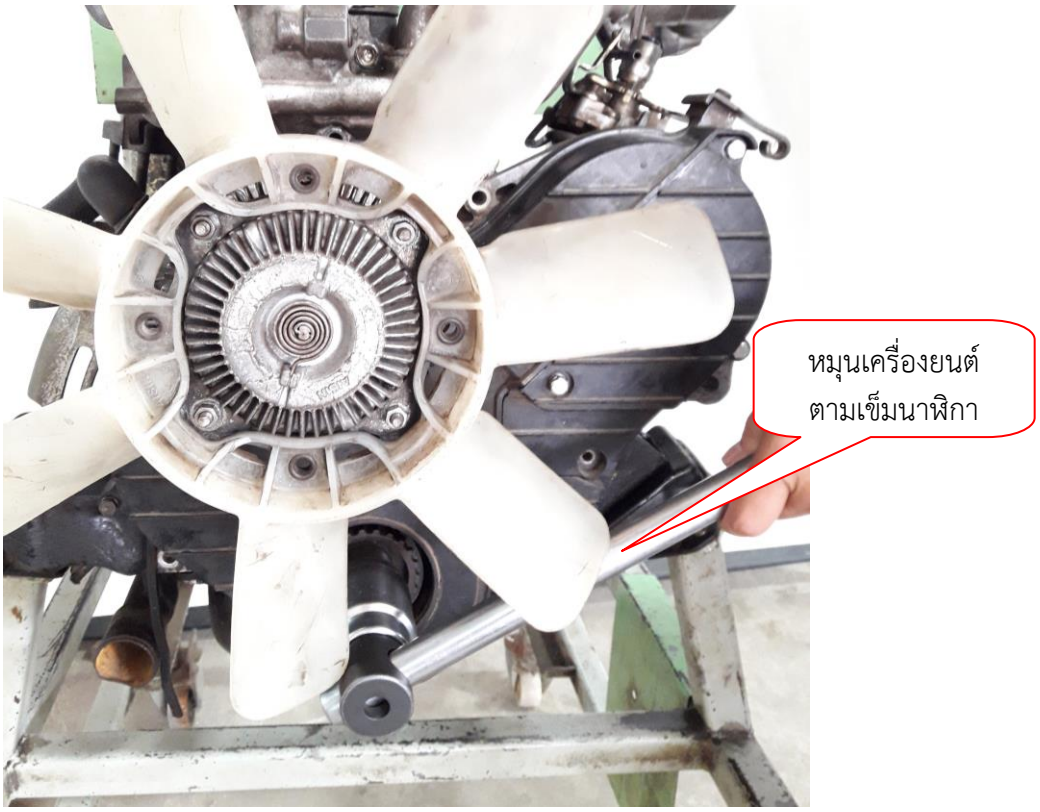


6. ประกอบล้อช่วยแรงเข้ากับด้านท้ายของเพลาข้อเหวี่ยงด้วยความระมัดระวัง จากนั้นใช้ประแจกระบอกขันสลักเกลียวยึดล้อช่วยแรงทิศทางตามเข็มนาฬิกาขันสลับกันที่ละน้อย จากนั้นขันให้แน่นด้วยประแจวัดแรงบิดค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อมเครื่องยนต์ 4JA1 กำหนด 11.5-12.5 kg-m หรือ 83.2-90.4 lb-ft หรือ 112.8-122.6 Nm

7. ประกอบปั๊มน้ำมันเครื่อง ใช้ประแจกระบอกขันน็อตยึดปั๊มน้ำมันเครื่องในทิศทางตามเข็มนาฬิกา (รายละเอียดตามใบงานที่ 8) และประกอบอ่างน้ำมันเครื่องจากนั้นใช้ประแจกระบอกขันน็อตยึดอ่างน้ำมันเครื่องทิศทางตามเข็มนาฬิกาโดยขันครั้งละน้อยสลับกันจากด้านในออกมาด้านนอกตามภาพค่ามาตรฐานตามคู่มือซ่อมเครื่องยนต์ 4JA1 กำหนด 1.4-2.4 kg-m หรือ 10.1-17.3 lb-ft หรือ 13.7-23.5 Nm

8. ประกอบพูลเลย์เพลาข้อเหวี่ยง ใช้ประแจกระบอกขันน็อตยึดพูลเลย์เพลาข้อเหวี่ยงทิศทางตามเข็มนาฬิกาหมุนเครื่องยนต์จำนวน 2 รอบ เพื่อตรวจสอบการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยงและกลไกการทำงานของเครื่องยนต์หลังการปฏิบัติงาน

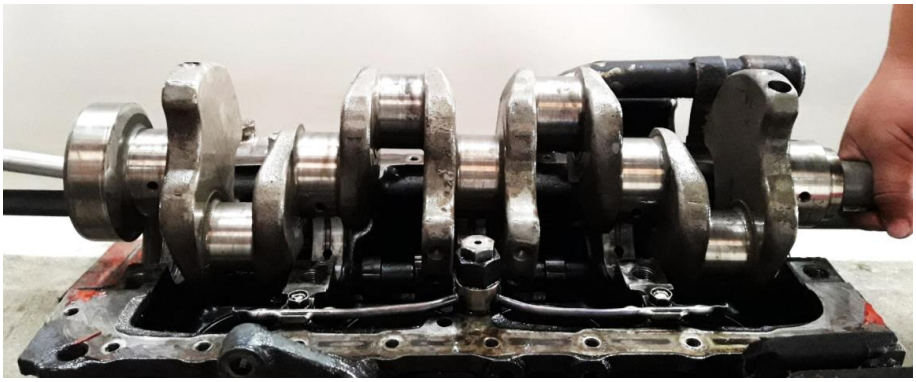




9. ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์

ใบสั่งงานที่ 9 งานเพลาข้อเหวี่ยงเครื่องยนต์ดีเซล

คำสั่ง ให้ถอดและประกอบเพลาข้อเหวี่ยงเครื่องยนต์ดีเซล (เวลา 40 นาที)



คำสั่งย่อย

1. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 5 รอให้ตรวจ
2. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 10 รอให้ตรวจ
3. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 11 รอให้ตรวจ
4. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 13 รอให้ตรวจ
5. ปฏิบัติเสร็จถึงขั้นตอนที่ 15 รอให้ตรวจ

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. เตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์
2. ถอดล้อช่วยแรง
3. ตรวจสอบสภาพระยะรุนของเพลาข้อเหวี่ยง
4. ถอดฝารองลื่นหลักและรองลื่นกันรุน
5. ถอดเพลาข้อเหวี่ยง
6. ตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ
7. ตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางข้อหลักและข้อก้านของเพลาข้อเหวี่ยง
8. ตรวจสอบความคดของเพลาข้อเหวี่ยง
9. ตรวจสอบรองลื่นหลักและรองลื่นกันรุน
10. ตรวจสอบช่องว่างน้ำมันหล่อลื่นระหว่างรองลื่นหลักกับข้อเหวี่ยง (จำนวน 1 ข้อ)
11. ประกอบรองลื่นหลักและเพลาข้อเหวี่ยงเข้ากับเสื้อสูบ
12. ประกอบรองลื่นกันรุนเข้ากับฝารองลื่นหลักและ
13. ประกอบฝารองลื่นหลักเข้ากับเพลาข้อเหวี่ยง
14. ประกอบล้อช่วยแรง
15. หมุนเครื่องยนต์ทิศทางตามเข็มนาฬิกาจำนวน 2 รอบ
16. ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์

เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์

เครื่องยนต์ดีเซล ชุดเครื่องมือประแจกระบอก ชุดประแจแหวน ประแจวัดแรงบิด ฟีลเลอร์เกจ พลาสทิเกจ ผ้าสะอาด น้ำมันหล่อลื่น และถุงมือ

ใบประเมินผลปฏิบัติงานที่ 9 งานเพลาข้อเหวี่ยงเครื่องยนต์ดีเซล

ชื่อนักเรียน.....วัน/เดือน/ปี..... .....

เริ่มปฏิบัติงานเวลา.....เสร็จเวลา.....รวมเวลาปฏิบัติงาน.....

จุดประเมิน	ผลการประเมิน		หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน			
1.1 เตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์			
1.2 ถอดล้อช่วยแรงได้			
1.3 ตรวจสอบสภาพระยะรุนของเพลาข้อเหวี่ยงได้			
1.4 ถอดฝารองลื่นหลักและรองลื่นกันรุนได้			
1.5 ถอดเพลาข้อเหวี่ยงได้			
1.6 ตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบได้			
1.7 ตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางข้อหลักและข้อก้านของเพลาข้อเหวี่ยงได้			
1.8 ตรวจสอบความคดของเพลาข้อเหวี่ยงได้			
1.9 ตรวจสอบรองลื่นหลักและรองลื่นกันรุนได้			
1.10 ตรวจสอบช่องว่างน้ำมันหล่อลื่นระหว่างรองลื่นหลักกับข้อเหวี่ยงได้			
1.11 ประกอบรองลื่นหลักและเพลาข้อเหวี่ยงเข้ากับเสื้อสูบได้			
1.12 ประกอบรองลื่นกันรุนเข้ากับฝารองลื่นหลักได้			
1.13 ประกอบฝารองลื่นหลักเข้ากับเพลาข้อเหวี่ยงได้			
1.14 ประกอบล้อช่วยแรงได้			
1.15 หมุนเครื่องยนต์ 2 รอบตรวจสอบการทำงาน			
1.16 ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์			
2. คุณภาพของผลงาน (วัดได้)			
2.1 เพลาข้อเหวี่ยงไม่ได้รับความเสียหาย			
2.2 กระบอกสูบไม่ได้รับความเสียหาย			
2.3 รองลื่นหลักและรองลื่นกันรุนไม่ได้รับความเสียหาย			
2.4 ฝารองลื่นหลักไม่ได้รับความเสียหาย			
2.5 เครื่องยนต์หมุนได้ตามปกติไม่ติดขัดเสียหายจากการปฏิบัติงาน			

ใบประเมินผลปฏิบัติงานที่ 9 งานเพลาข้อเหวี่ยงเครื่องยนต์ดีเซล (ต่อ)

จุดประเมิน	ผลการประเมิน				หมายเหตุ
	ดีมาก	ดี	พอใช้	แก้ไข	
2. คุณภาพของผลงาน (วัดไม่ได้)					
- ความประณีต					
- ความเรียบร้อย รอบคอบ					
3. เจตคติกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน					
- ความรับผิดชอบ					
- ความสะอาด					
- ความปลอดภัย					

ผลการประเมิน:

☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน เนื่องจาก .....

ข้อเสนอแนะ..... .....

....

ลงชื่อผู้ประเมิน: .....

หน่วยที่ 10 งานระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล

หัวข้อเรื่อง

1. หน้าที่ของระบบเชื้อเพลิง
2. ประเภทของห้องเผาไหม้เครื่องยนต์ดีเซล
3. ชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบใช้ปั๊มหัวฉีดแถวเรียง
4. หลักการระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบใช้ปั๊มหัวฉีดแถวเรียง
5. ข้อดีข้อเสียของระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบใช้ปั๊มหัวฉีดแถวเรียง
6. การถอดปั๊มความดันต่ำ
7. การตรวจสอบสภาพปั๊มความดันต่ำ
8. การประกอบปั๊มความดันต่ำ

สาระสำคัญ

ระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลที่ดีสามารถลำเลียงน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังไปยังห้องเผาไหม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้กระจายเป็นฝอยละอองได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ทำให้เกิดการจุดระเบิดเผาไหม้อย่างมีประสิทธิภาพได้กำลังสูงสุด โดยอาศัยส่วนประกอบในระบบฉีดเชื้อเพลิงที่มีสภาพสมบูรณ์ ซึ่งส่วนประกอบที่สำคัญในการสร้างน้ำมันความดันสูงเพื่อส่งเข้าสู่ระบบฉีดเชื้อเพลิงได้แก่ปั๊มหัวฉีดแบ่งออกเป็นปั๊มหัวฉีดแถวเรียงและปั๊มหัวฉีดจานจ่ายVE

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกหน้าที่ของระบบเชื้อเพลิงได้
2. จำแนกประเภทของห้องเผาไหม้เครื่องยนต์ดีเซลได้
3. บอกชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบใช้ปั๊มหัวฉีดแถวเรียงได้
4. อธิบายหลักการระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบใช้ปั๊มหัวฉีดแถวเรียงได้
5. บอกข้อดีข้อเสียของระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบใช้ปั๊มหัวฉีดแถวเรียงได้
6. ถอดปั๊มความดันต่ำได้
7. ตรวจสอบสภาพปั๊มความดันต่ำได้
8. ประกอบปั๊มความดันต่ำได้
9. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการเรียนและการปฏิบัติงาน

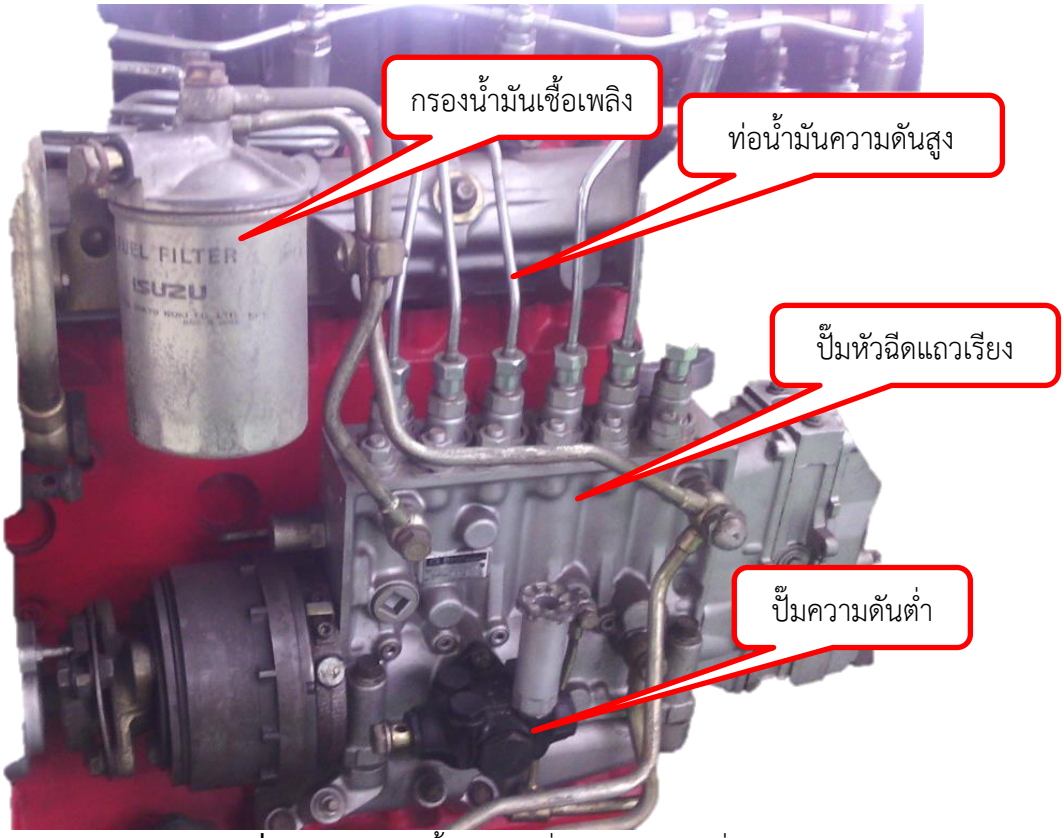
1. หน้าที่ของระบบเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล

1.1 ลำเลียงน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงไปส่งยังห้องเผาไหม้ในเครื่องยนต์ดีเซล

1.2 ปรับการจ่ายปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับทุกรอบภาระการทำงานของเครื่องยนต์

1.3 ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้กระจายเป็นฝอยละออง และตรงตามจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel injection timing) ของเครื่องยนต์

1.4 กระจายน้ำมันเชื้อเพลิงทั่วห้องเผาไหม้ให้เป็นฝอยละออง (Atomization) เหมาะกับความต้องการของห้องเผาไหม้แต่ละแบบ



ภาพที่ 10-1 ระบบเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

2. ประเภทของห้องเผาไหม้เครื่องยนต์ดีเซล

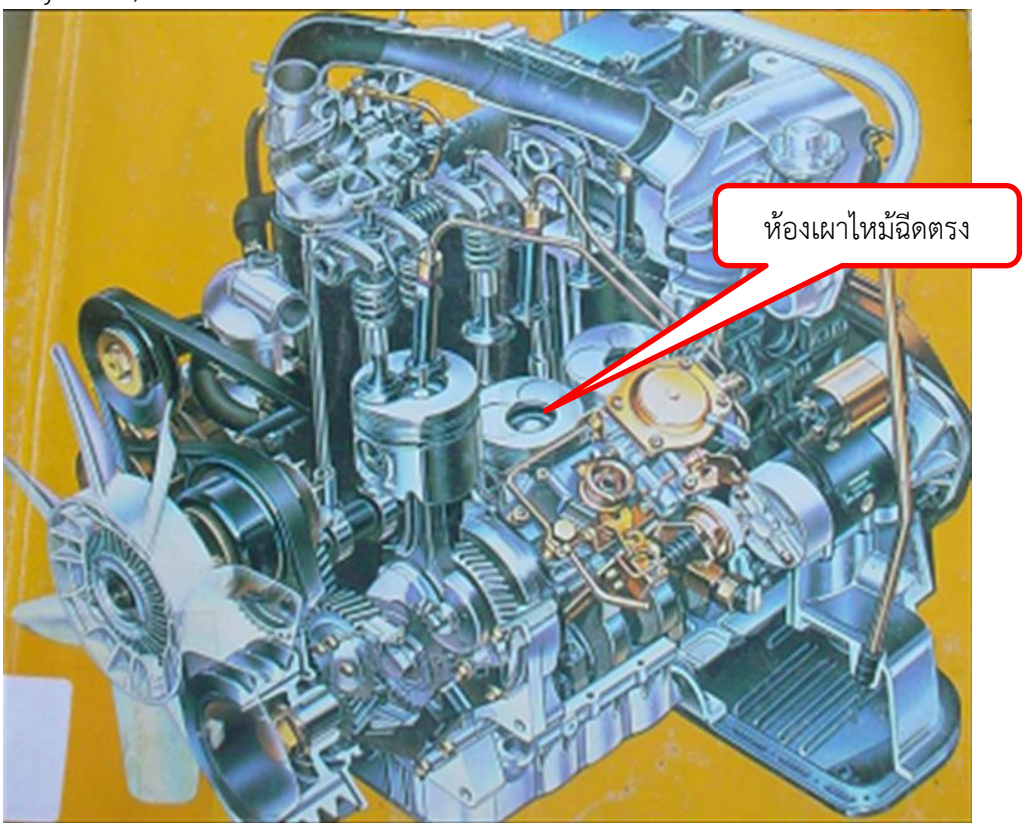
ห้องเผาไหม้เป็นสิ่งสำคัญมากสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล มีหน้าที่ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยเหลือส่งเสริมระบบฉีดเชื้อเพลิงให้มีประสิทธิภาพ เนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์ที่จุดระเบิดด้วยความร้อนจากการอัดอากาศปราศจากประกายไฟจากหัวเทียน จำเป็นต้องใช้กำลังอัดสูงมากในการอัดอากาศให้เกิดความร้อนจนถึงขั้นจุดระเบิดด้วยตนเองได้ ทำให้ต้องออกแบบห้องเผาไหม้ให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับระบบฉีดเชื้อเพลิง ทำให้ห้องเผาไหม้และระบบฉีดเชื้อเพลิงเกี่ยวข้องกันโดยตรงพิจารณาแยกจากกันไม่ได้ ดังนั้นการออกแบบห้องเผาไหม้ให้ดีที่สุดเป็นสิ่งจำเป็นและมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งเครื่องยนต์ดีเซลในปัจจุบันต้องการเครื่องยนต์ที่มีขนาดเล็กลง ปริมาตรกระบอกสูบลดลง น้ำหนักน้อย ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง ปล่อยมลพิษไอเสียน้อยแต่ให้แรงบิดมาก ให้กำลังงานสูงและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ห้องเผาไหม้ที่ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลมี 3 แบบดังนี้

1. ห้องเผาไหม้ฉีดตรงหรือไดเร็คอินเจ็คชั่น (Direct injection)
2. ห้องเผาไหม้ล่วงหน้า (Pre - combustion chamber)
3. ห้องเผาไหม้หมุนวนหรือสเวิร์ลแชมเบอร์ (Swirl chamber)

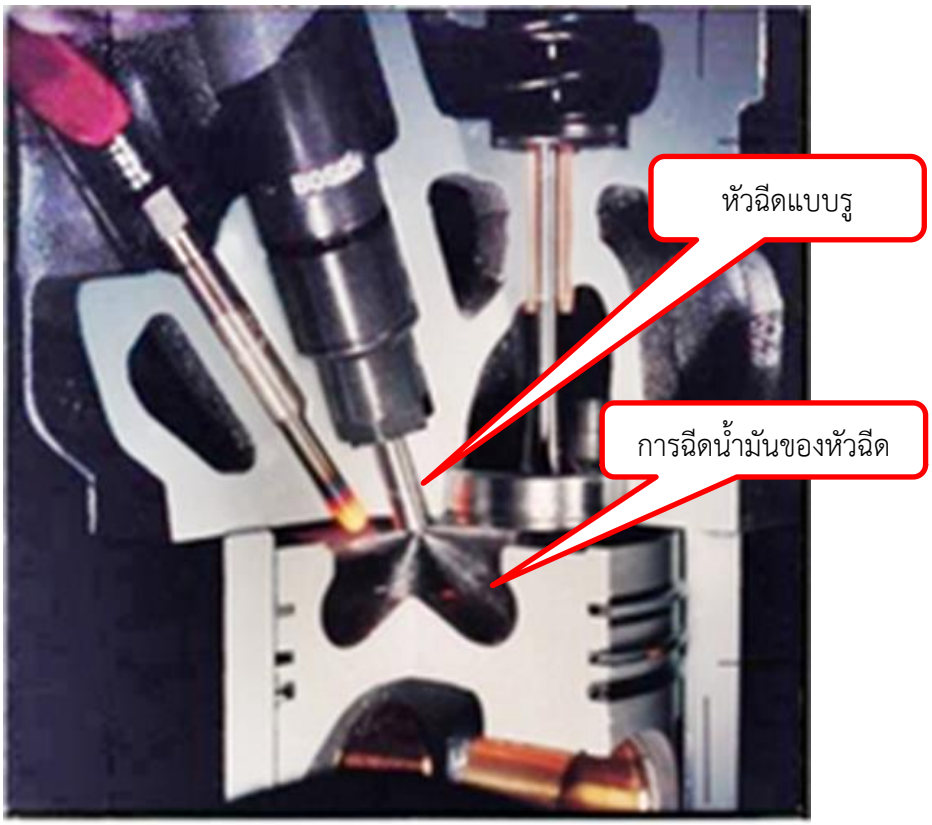
2.1 ห้องเผาไหม้ฉีดตรง (Direct injection)

ห้องเผาไหม้แบบนี้จะมีห้องเผาไหม้เพียงห้องเดียวอยู่บริเวณกึ่งกลางของหัวลูกสูบ ออกแบบเป็นอย่างดีส่งเสริมให้เกิดการหมุนวนของอากาศเหมาะสมกับการจุดระเบิด หลักการของห้องเผาไหม้แบบนี้คือใช้หัวฉีดแบบรูซึ่งติดตั้งไว้ตรงกลางห้องเผาไหม้พอดี ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปตรงๆ ตรงกลางห้องเผาไหม้ให้น้ำมันเชื้อเพลิงกระจายออกด้านข้างทั่วห้องเผาไหม้ทำให้ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงปริมาณน้อย โดยมีห้องเผาไหม้เพียงห้องเดียวอยู่บริเวณกึ่งกลางของหัวลูกสูบมีลักษณะกลมๆ ลึกลงไปในหัวลูกสูบหรือบางรุ่นอาจมีลักษณะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมภาพที่ 10-2 ห้องเผาไหม้ฉีดตรงหรือไดเร็คอินเจ็คชั่น (Direct injection)



ภาพที่ 10-2 ห้องเผาไหม้ฉีดตรง (ที่มา : อีซูซุ, ม.ป.ป.)

หัวฉีดที่ใช้กับห้องเผาไหม้ฉีดตรงหรือไดเร็คอินเจ็คชั่น (Direct injection) ใช้หัวฉีดแบบรูภาพที่ 10-3 แสดงการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดแบบรู



ภาพที่ 10-3 การทำงานของหัวฉีดแบบรู (ที่มา: http://qph.ec.quoracdn.net)

2.1.1 ข้อดีของห้องเผาไหม้ฉีดตรง

2.1.1.1 จุดเด่นและข้อดีของห้องเผาไหม้แบบนี้คือ ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง

2.1.1.2 มีประสิทธิภาพความร้อนสูง (Thermal efficiency) และมีความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำกว่าห้องเผาไหม้แบบอื่นๆ ประมาณ 10 %

2.1.1.3 เครื่องยนต์สตาร์ตติดง่ายไม่ต้องใช้หัวเผา

2.1.1.4 อุณหภูมิแก๊สไอเสียต่ำมีการสูญเสียความร้อนออกสู่น้ำหล่อเย็นน้อยจึงทำให้ต้องการน้ำหล่อเย็นน้อย สามารถออกแบบให้หม้อน้ำและพัดลมมีขนาดเล็กทำให้ขนาดของเครื่องยนต์เล็กลงและไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องเครื่องยนต์ร้อนจัด (Over heat)

2.1.1.5 โครงสร้างของห้องเผาไหม้ออกแบบง่ายไม่ยุ่งยาก

2.1.2 ข้อเสียของห้องเผาไหม้แบบฉีดตรง

2.1.2.1 เครื่องยนต์มีเสียงดังเนื่องจากการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปตรงๆ ตรงกลางห้องเผาไหม้ทำให้เกิดความดันจากการเผาไหม้สูงเป็นผลให้เครื่องยนต์มีเสียงดังจากการจุดระเบิด

2.1.2.2 หัวฉีดต้องมีสมรรถนะที่ดีการเผาไหม้ถึงจะมีประสิทธิภาพ

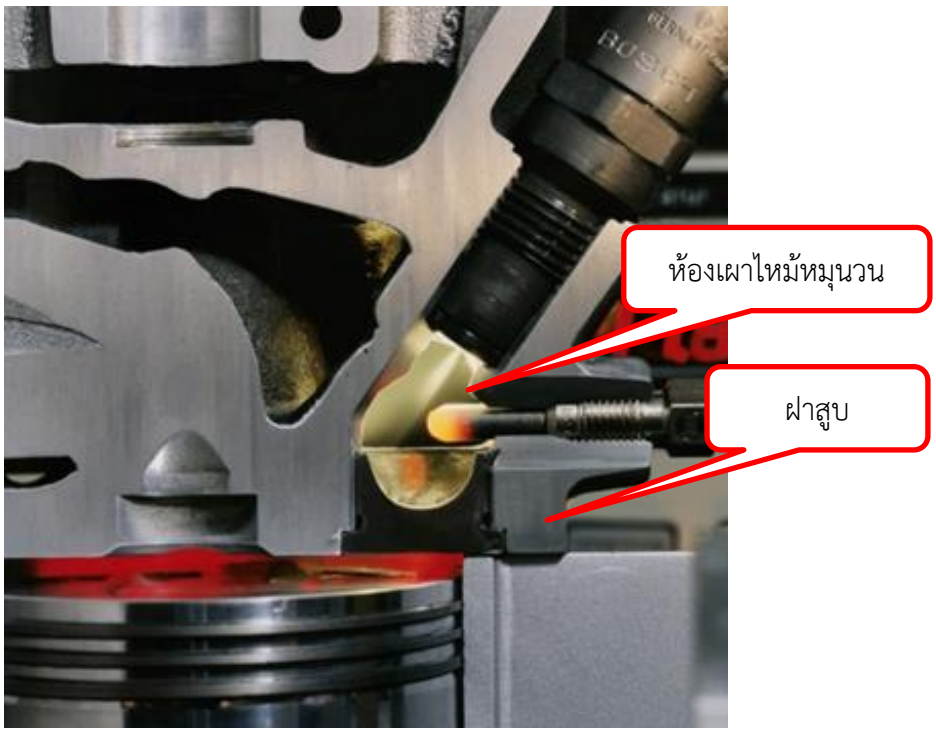
2.1.2.3 ต้องใช้น้ำมันที่มีคุณภาพดีเพราะห้องเผาไหม้แบบนี้มีความไวต่อคุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงจะใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีการปลอมปนผสมให้คุณภาพน้ำมันต่ำลงไม่ได้

2.1.2.4 เกิดควันดำที่ความเร็วรอบต่ำ

รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลแบบห้องเผาไหม้ฉีดตรง (Direct injection) ซึ่งประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง บำรุงรักษาง่ายและราคาถูกภาพที่ 10-4

ภาพที่ 10-4 รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลแบบห้องเผาไหม้ฉีดตรง (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

2.2 ห้องเผาไหม้หมุนวน (Swirl chamber)



ภาพที่ 10-5 ห้องเผาไหม้หมุนวน (ที่มา: http://vegburner.co.uk)

ห้องเผาไหม้หมุนวนหรือพาวน หลักการคือจะมีห้องเผาไหม้จำนวน 2 ห้องคือ ห้องเผาไหม้เล็กและห้องเผาไหม้ใหญ่ ลักษณะของห้องเผาไหม้จะเป็นทรงกลมอยู่ในฝาสูบเหนือหัวลูกสูบและมีช่องทางเชื่อมระหว่างห้องเผาไหม้ ห้องเผาไหม้หมุนวนจะถูกออกแบบมาให้มีการหมุนวนของอากาศด้วยความเร็วสูง มักนิยมเรียกห้องเผาไหม้นี้อีกชื่อหนึ่งว่า “ห้องเผาไหม้แบบปั่นป่วน (Turbulence chamber)” หลักการของห้องเผาไหม้นี้จะใช้หัวฉีดแบบเดือยฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจากห้องเผาไหม้เล็กเข้าปะทะกับอากาศร้อนที่ถูกอัดตัวหมุนวนด้วยความเร็วสูงภายในห้องเผาไหม้ เกิดการเผาไหม้อย่างรวดเร็วจากห้องเผาไหม้เล็กค่อยๆ ลามเข้าไปเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ใหญ่จึงทำให้ไม่เกิดเสียงดังจากการจุดระเบิดมากเหมือนกับห้องเผาไหม้ฉีดตรงภาพที่ 10-5 การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้หมุนวน (Swirl chamber)

2.2.1 ข้อดีของห้องเผาไหม้หมุนวน

2.2.1.1 ได้เปรียบด้านประสิทธิภาพวัฏจักร การเผาไหม้สูงให้กำลังต่อแรงม้ามาก

2.2.1.2 เสียงเขกของเครื่องยนต์จากการจุดระเบิดมีน้อย ทำให้เสียงของเครื่องยนต์ไม่ดังเหมือนห้องเผาไหม้ฉีดตรง

2.2.1.3 ให้ประสิทธิภาพเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบปานกลางและรอบสูงได้ดี

2.2.1.4 สามารถใช้น้ำมันคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานได้

ภาพที่ 10-6 รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แบบห้องเผาไหม้หมุนวน (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

2.2.2 ข้อเสียของห้องเผาไหม้หมุนวน

2.2.2.1 สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบต่ำไม่ค่อยดีจะดีที่ความเร็วรอบปานกลางและรอบสูง

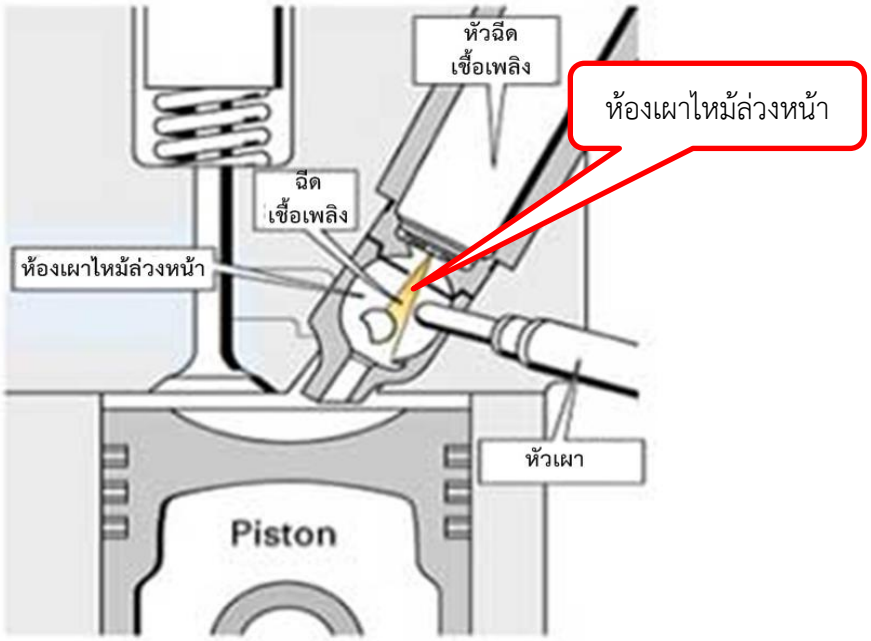
2.2.2.2 มีการสูญเสียความร้อนจากการหมุนวนมากจึงจำเป็นต้องใช้หัวเผาในการอุ่นอากาศเพื่อช่วยในการสตาร์ตเครื่องยนต์

2.2.2.3 สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าห้องเผาไหม้แบบฉีดตรง

2.2.2.4 ถ้าหัวเผาขาดหรือชำรุดเครื่องยนต์จะสตาร์ตติดยาก

2.3 ห้องเผาไหม้ล่วงหน้า (Pre-combustion chamber)

ห้องเผาไหม้ล่วงหน้าหรือห้องเผาไหม้ช่วยมีหลักการคล้ายกับห้องเผาไหม้หมุนวน จะต่างกันในส่วนของอากาศโดยจะมีอากาศเพียงบางส่วนเท่านั้นที่ถูกอัดเข้าไปในห้องเผาไหม้ทรงกลมขนาดเล็กที่เป็นห้องเผาไหม้ล่วงหน้าซึ่งเชื่อมต่อกับกระบอกสูบ เมื่อหัวฉีดแบบเดือยฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปปะทะกับอากาศร้อนจะเกิดการเผาไหม้จากห้องเผาไหม้ล่วงหน้าหรือห้องเล็กลามเข้าไปในห้องเผาไหม้หลักหรือห้องใหญ่ ห้องเผาไหม้แบบนี้จำเป็นต้องใช้หัวเผาในการอุ่นอากาศให้ร้อนก่อนสตาร์ตเพื่อช่วยให้เครื่องยนต์ติดง่ายจุดเด่นของห้องเผาไหม้นี้คือเครื่องยนต์มีเสียงเงียบและใช้น้ำมันคุณภาพต่ำได้



ภาพที่ 10-7 ห้องเผาไหม้ล่วงหน้า (ที่มา: www.dieselhub.com)

ภาพที่ 10-8 รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แบบห้องเผาไหม้ล่วงหน้า (ที่มา: www.vrclassiccar.com)

2.3.1 ข้อดีของห้องเผาไหม้ล่วงหน้า

2.3.1.1 ให้การเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ปราศจากควันดำ

2.3.1.2 เสียงเงียบกว่าห้องเผาไหม้ฉีดตรง

2.3.1.3 สามารถเลือกใช้น้ำมันที่มีคุณภาพต่ำได้

2.3.2 ข้อเสียของห้องเผาไหม้ล่วงหน้า

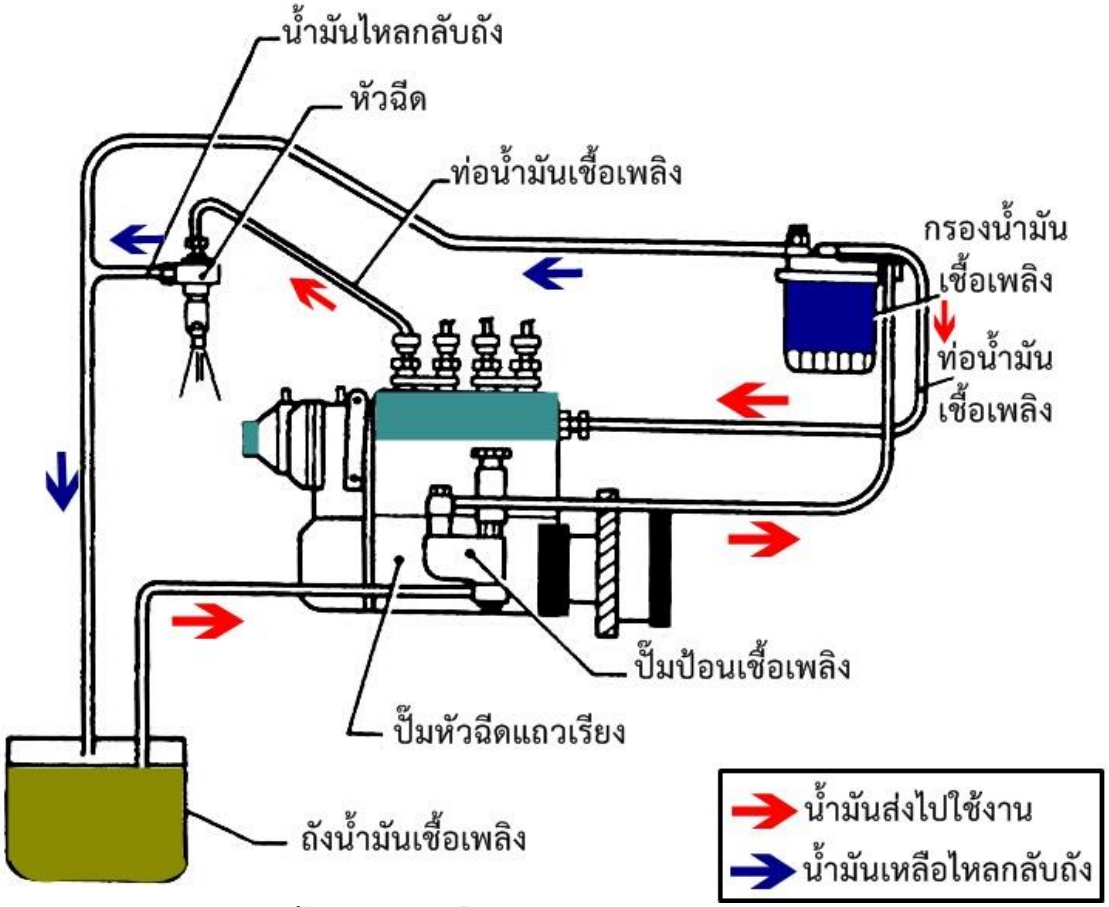
2.3.2.1 ประสิทธิภาพความร้อนต่ำ สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

2.3.2.2 อุณหภูมิแก๊สไอเสียสูงมีปัญหาเรื่องเครื่องร้อน

2.3.2.3 เครื่องยนต์สตาร์ตติดยากถ้าปราศจากหัวเผา

2.3.2.4 การผลิตฝาสูบค่อนข้างสลับซับซ้อน

3. ชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบของระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบใช้ปั๊มหัวฉีดแถวเรียง

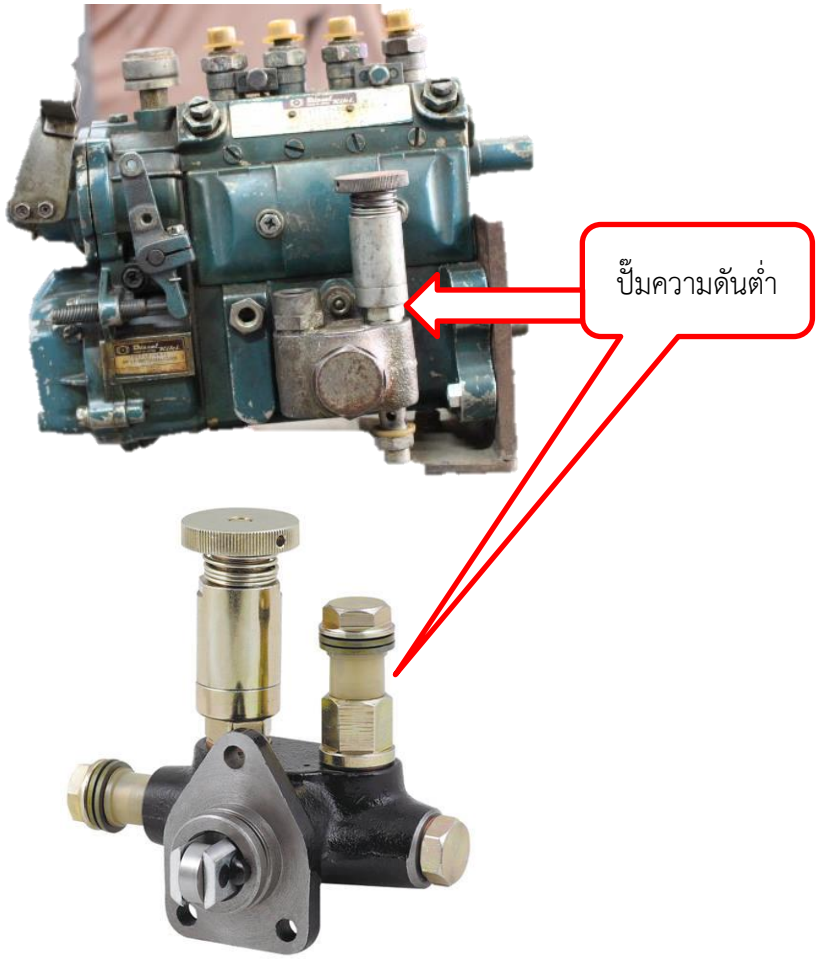


ภาพที่ 10-9 ระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบใช้ปั๊มหัวฉีดแถวเรียง (ที่มา: http://arrc.ebscohost.com)

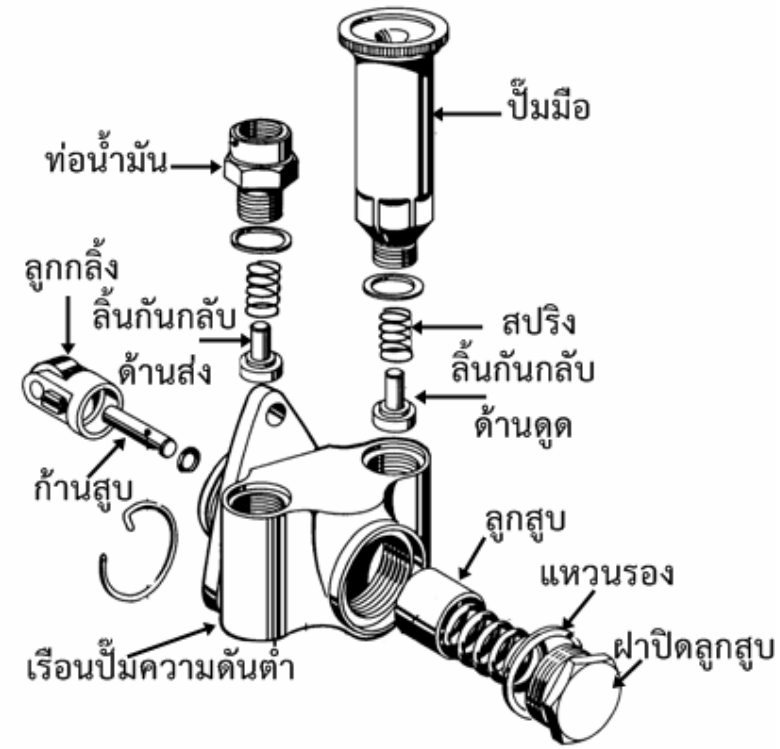
3.1 ถังน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel tank) มีหน้าที่เก็บน้ำมันเชื้อเพลิงและรับน้ำมันเชื้อเพลิงส่วนที่เหลือจากหัวฉีดและปั๊มหัวฉีดผ่านท่อน้ำมันไหลกลับเข้าถังน้ำมันเชื้อเพลิง โดยติดตั้งอยู่ห่างจากเครื่องยนต์เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่จะทำให้เกิดอัคคีภัยภายในถังจะถูกเคลือบด้วยสารชนิดพิเศษป้องกันสนิม

ภาพที่ 10-10 ถังน้ำมันเชื้อเพลิง (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

3.2 ปั๊มความดันต่ำหรือปั๊มป้อนเชื้อเพลิง (Feed pump) มีหน้าที่ดูดน้ำมันจากถังน้ำมันเชื้อเพลิงผ่านกรองเข้าไปในเสื้อปั๊มหัวฉีดแถวเรียง ระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบใช้ปั๊มหัวฉีดแถวเรียงนี้ปั๊มความดันต่ำจะติดตั้งอยู่กับตัวปั๊มหัวฉีดแถวเรียงภาพที่ 10-11

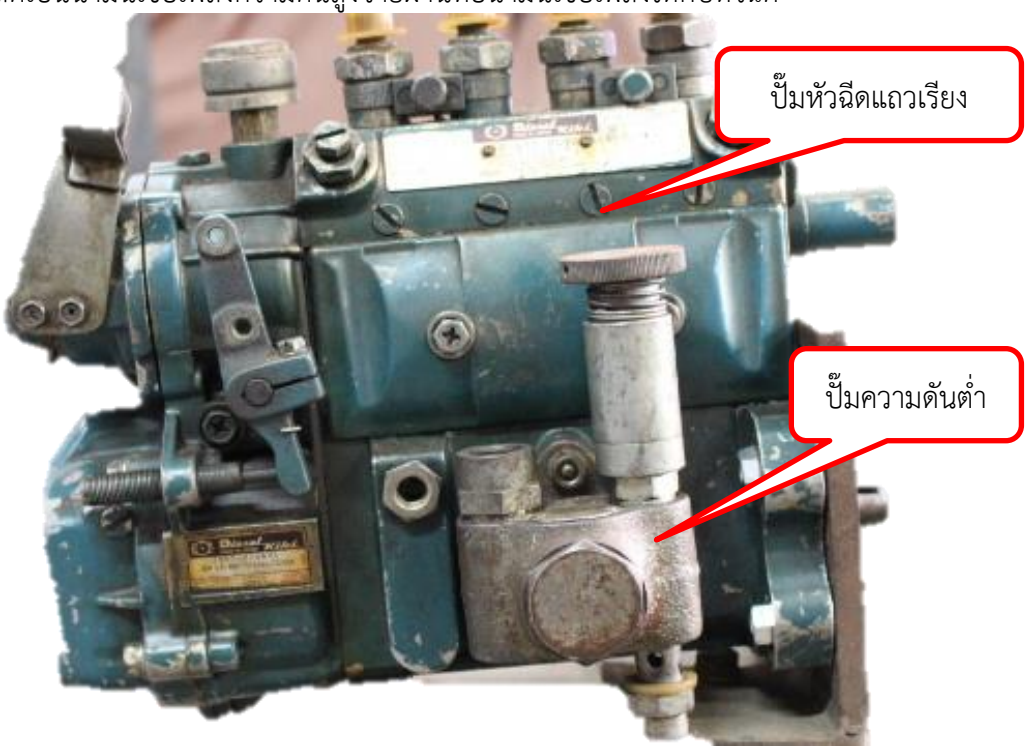


ภาพที่ 10-11 แสดงปั๊มความดันต่ำ (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

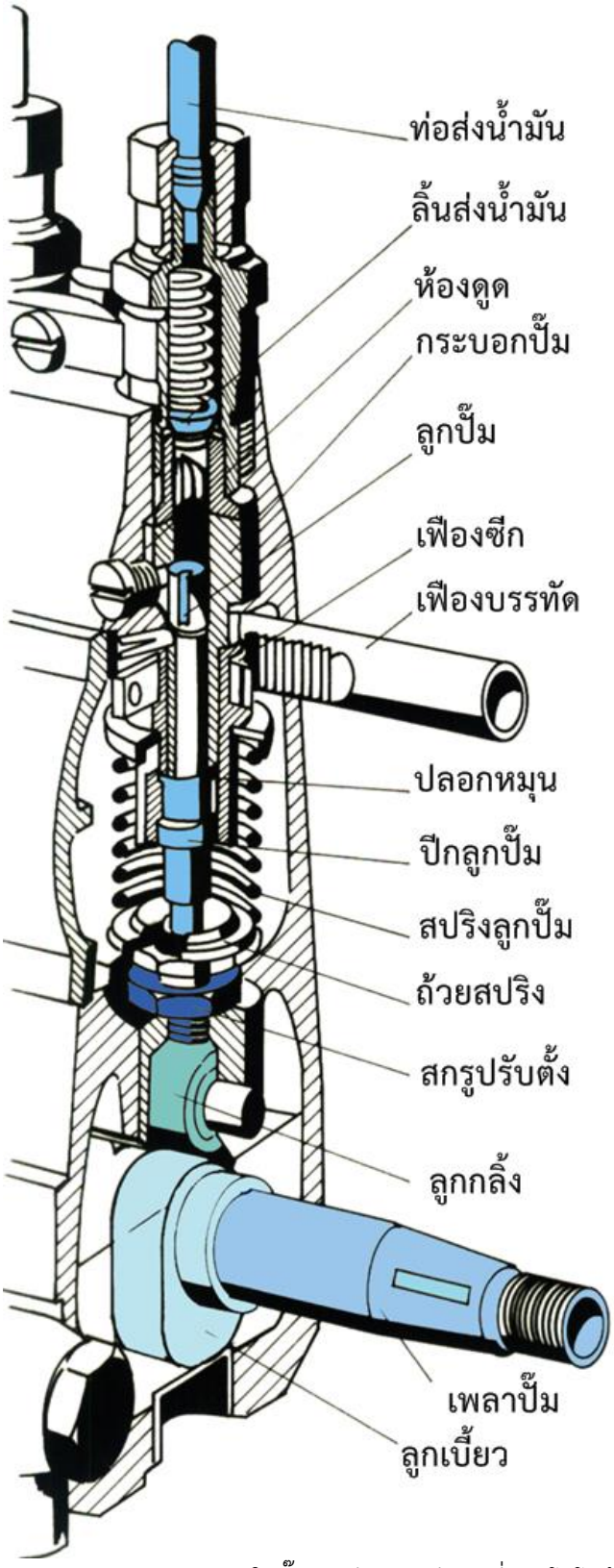


ภาพที่ 10-12 ส่วนประกอบภายในปั๊มความดันต่ำ (ที่มา: โตโยต้า, ม.ป.ป.)

3.3 ปั๊มหัวฉีดแถวเรียง (Injection pump inline type) มีหน้าที่รับน้ำมันจากปั๊มความดันต่ำนำมาผลิตเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงความดันสูงจ่ายผ่านท่อน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับหัวฉีด



ภาพที่ 10-13 ปั๊มหัวฉีดแถวเรียง (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

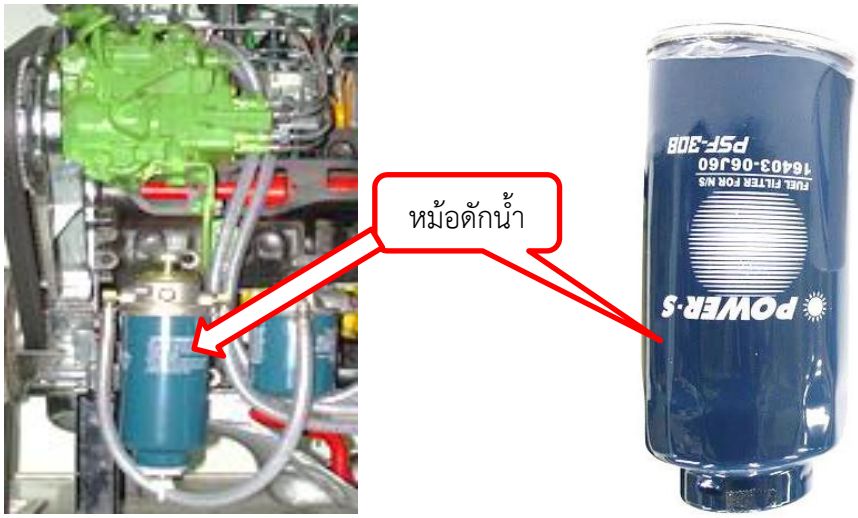


ภาพที่ 10-14 ส่วนประกอบภายในปั๊มหัวฉีดแถวเรียง (ที่มา: โตโยต้า, ม.ป.ป.)

3.4 กรองน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel filter) มีหน้าที่ดักจับกรองเศษสิ่งสกปรกฝุ่นผงที่ปะปนมากับน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหลือเฉพาะน้ำมันเชื้อเพลิงที่สะอาดผ่านเข้าสู่ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง

ภาพที่ 10-15 กรองน้ำมันเชื้อเพลิง (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

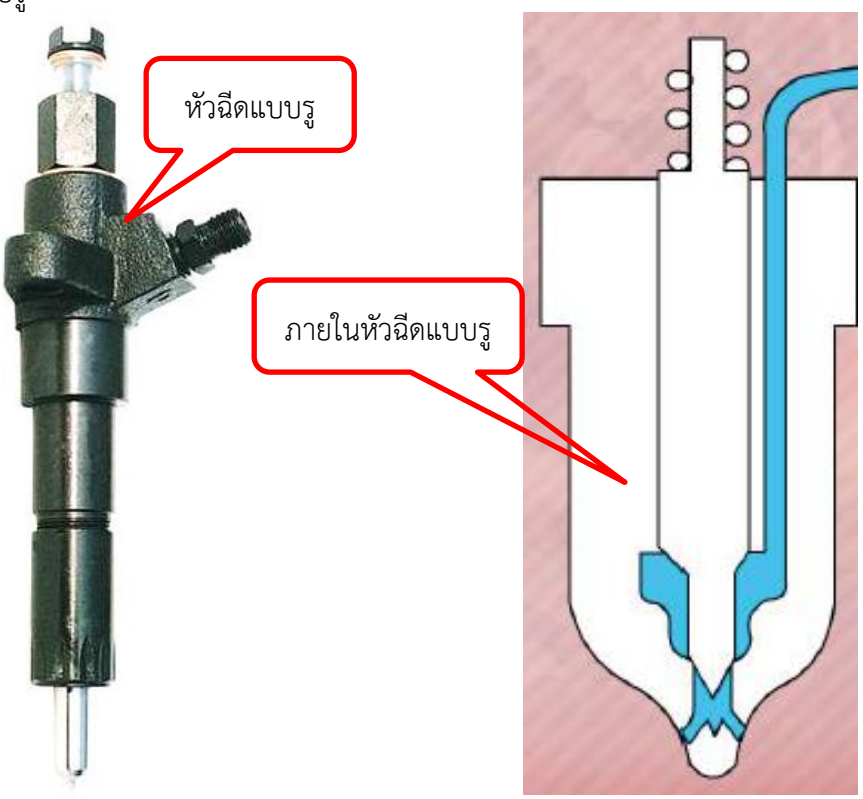
3.5 หม้อดักน้ำหรือหม้อกรองโซล่า มีหน้าที่ดักจับและแยกน้ำที่ปะปนเข้ามากับน้ำมันเชื้อเพลิงเก็บไว้ภายในตัวกรองโดยน้ำจะอยู่ด้านล่างของตัวกรองและน้ำมันจะลอยอยู่ด้านบน เมื่อน้ำเต็มกรองสวิตช์ไฟเตือนจะส่งสัญญาณไฟฟ้าไปเตือนที่หน้าปัด น้ำเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดสนิมทำให้ชิ้นส่วนต่างๆ ภายในปั๊มหัวฉีดรวมถึงหัวฉีดเสียหาย หม้อดักน้ำมีขนาดรูปร่างยาวกว่ากรองน้ำมันเชื้อเพลิง



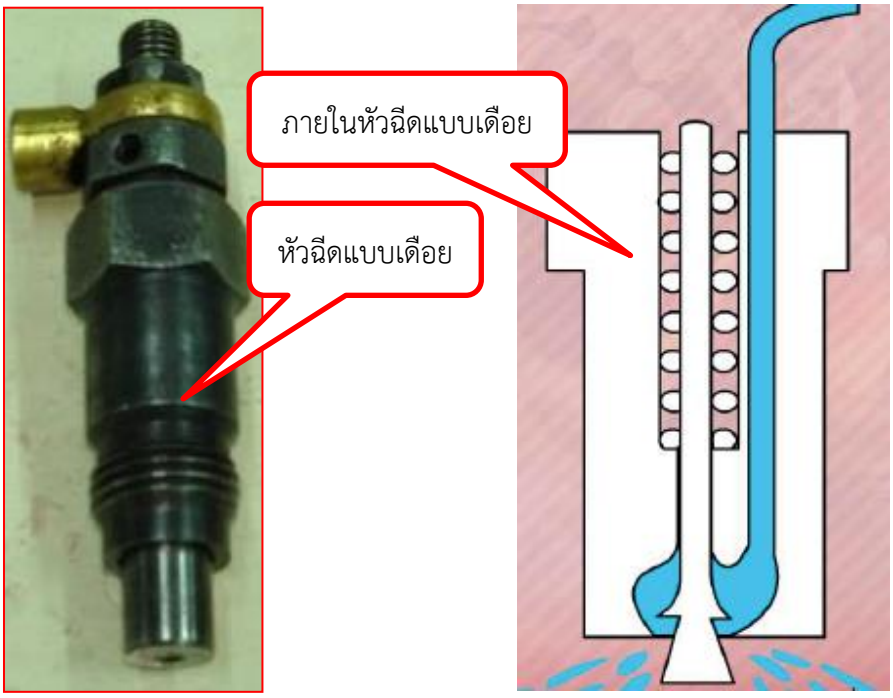
ภาพที่ 10-16 หม้อดักน้ำ (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

3.6 หัวฉีด (Injector) มีหน้าที่ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและกระจายน้ำมันเชื้อเพลิงความดันสูงให้เป็นฝอยละอองทั่วห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ หัวฉีดจำเป็นต้องมีความดันในการฉีดเชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับห้องเผาไหม้เพื่อให้น้ำมันสามารถกระจายตัวเป็นฝอยละอองได้ดี หัวฉีดมีหลายแบบแต่ละแบบถูกออกแบบมาให้มีความเหมาะสมกับห้องเผาไหม้ ห้องเผาไหม้หมุนวนและห้องเผาไหม้ล่วงหน้า จะใช้

หัวฉีดแบบเดือย ส่วนห้องเผาไหม้ฉีดตรงหรือไดเร็คอินเจ็คชั่น (Direct injection) จะใช้หัวฉีดแบบรูและแบบหลายรู

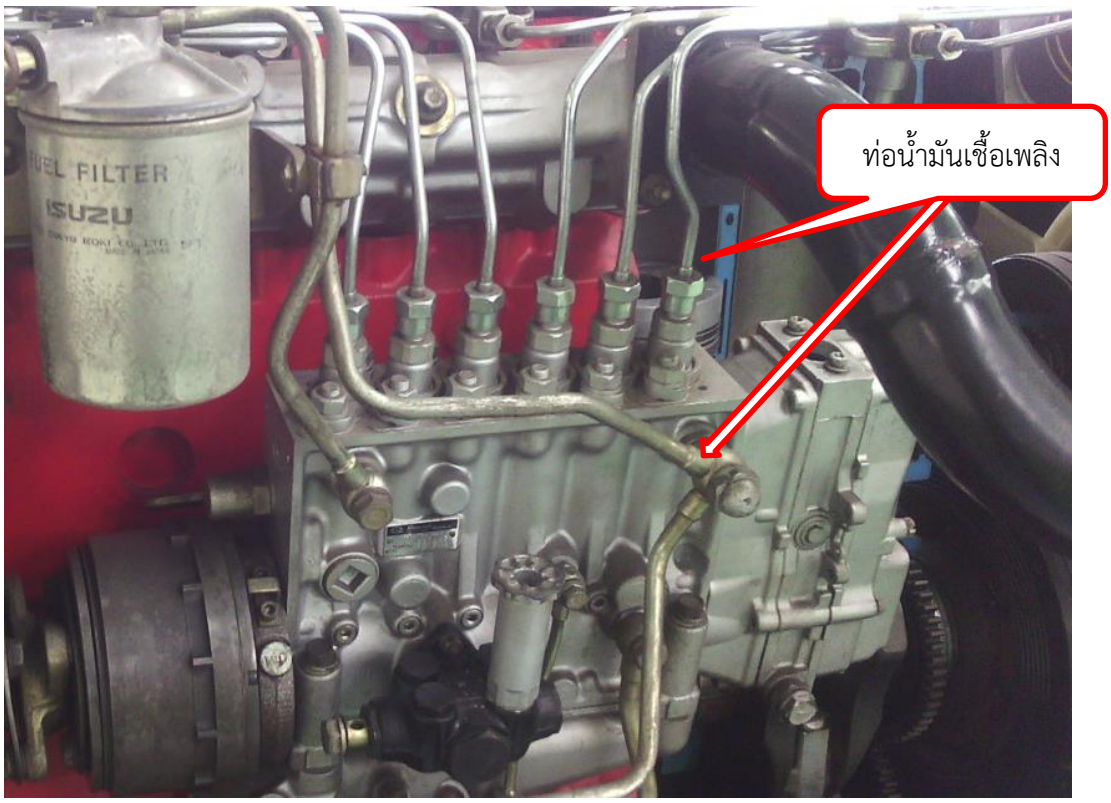


ภาพที่ 10-17 หัวฉีดแบบรู (ที่มา: มูลนิธิกลุ่มอีซูซุ, 2558)



ภาพที่ 10-18 หัวฉีดแบบเดือย (ที่มา: มูลนิธิกลุ่มอีซูซุ, 2558)

3.7 ท่อน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นท่อเหล็กกลมสำหรับให้น้ำมันเชื้อเพลิงไหลผ่าน



ภาพที่ 10-19 ท่อน้ำมันเชื้อเพลิง (ที่มา: ธัชชัย, 2558)

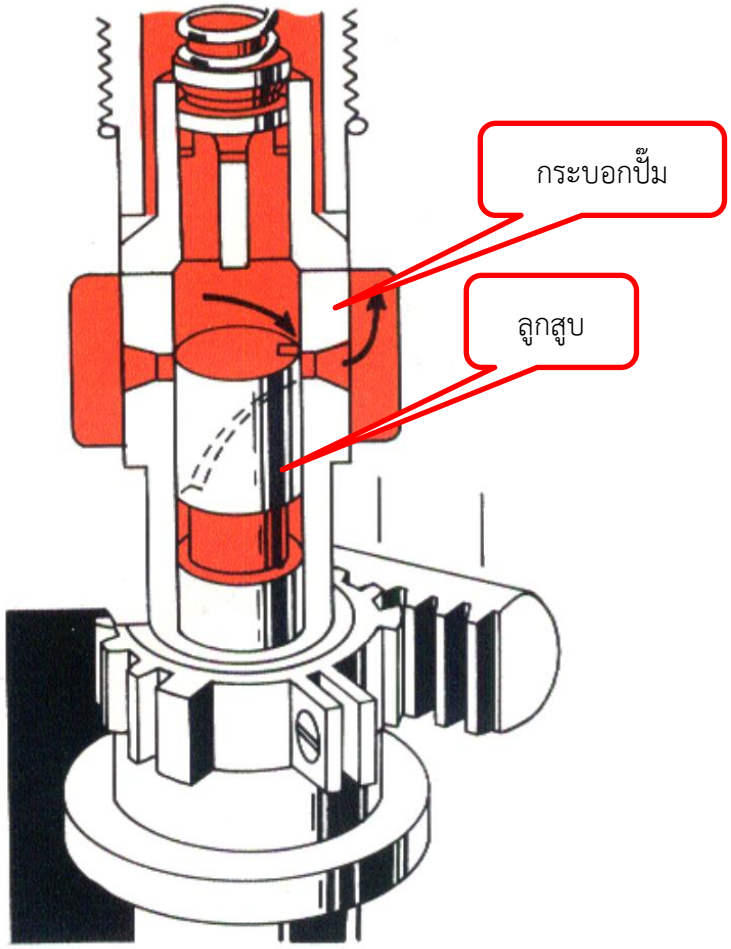
4. หลักการของระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบใช้ปั๊มหัวฉีดแถวเรียง

เมื่อสตาร์ต เครื่องยนต์หมุนขับเพลาลูกเบี้ยวให้หมุนพาลูกเบี้ยวดันตัวเลื่อนให้เคลื่อนที่ขึ้น ตัวเลื่อนจะอัดน้ำมันเชื้อเพลิงออกจากกระบอกสูบด้วยความดันสูง น้ำมันจะไหลผ่านวาล์วลำเลียงไปยังหัวฉีดในกระบอกสูบ ปั๊มหัวฉีดนี้จะมีกลไกปรับล่วงหน้าซึ่งจะปรับไทมิ่งของการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เกิดขึ้นล่วงหน้า กรณีที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นการป้อนน้ำมันเชื้อเพลิงเข้ากระบอกสูบจะเกิดขึ้นเร็วกว่าปกติเพื่อให้โอกาสแก่น้ำมันเชื้อเพลิงมีเวลาในการเผาไหม้มากขึ้น และมีผลต่อกำลังของเครื่องยนต์ไทมิ่งของการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกควบคุมโดยกัฟเวอร์เนอร์ (governor) ซึ่งอยู่ภายในปั๊มปริมาณของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดจะเปลี่ยนแปลงไปตามระยะชักยังผล (effective stroke) ของตัวเลื่อน เมื่อเครื่องยนต์มีกำลังต่ำและต้องการน้ำมันน้อยระยะชักยังผลของตัวเลื่อนจะสั้น แต่ถ้าเครื่องยนต์ต้องการน้ำมันมากขึ้นระยะชักยังผลจะยาวมากขึ้น ระยะชัก (actual stroke) ของตัวเลื่อนมีค่าคงเดิม แต่ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดออกมาไม่เท่ากัน เมื่อมีการหมุนตัวเลื่อนที่ส่วนบนของตัวเลื่อนแต่ละตัวมีร่องบากเอียงเป็นเกลียวในขณะที่หมุนตัวเลื่อนไปจากตำแหน่งเดิม ระยะชักยังผลจะเปลี่ยนแปลง ตัวเลื่อนถูกทำให้หมุนไปโดยการเคลื่อนที่ของก้านควบคุมซึ่งต่อกับแป้นคันเร่งผ่านกัฟเวอร์เนอร์และก้านต่อดังนั้นเมื่อแป้นคันเร่งขยับตัวตัวเลื่อนจะถูกทำให้หมุน

เมื่อเพลาขับหมุนจะทำให้โรเตอร์หมุนพาใบพัดกวาดน้ำมันหมุนทำให้น้ำมันที่ถูกกวาดไปถูกบีบให้เกิดความดันสูงส่งไปยังเรือนปั๊มเพื่อจ่ายให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ภายในปั๊ม ภายในเรือนปั๊มหัวฉีดจะมี

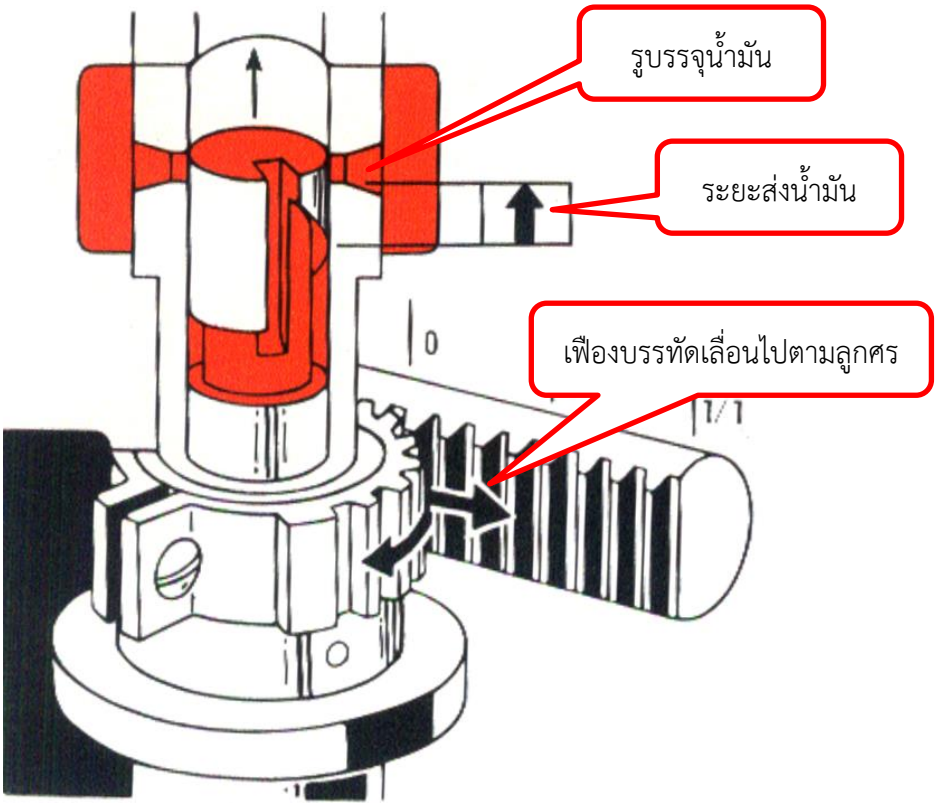
น้ำมันเชื้อเพลิงอยู่เต็มช่วยหล่อลื่นชิ้นส่วนต่างๆ ภายในปั๊มโดยใช้ลิ้นควบคุมค่าความดัน(Regulating valve) ซึ่งมีลักษณะเป็นลูกสูบมีสปริงกดให้บ่าของวาล์วแนบกับช่องทางระบายน้ำมัน ถ้าความดันน้ำมันสูงลูกสูบจะถูกยกขึ้นทำให้น้ำมันระบายออกไป ความดันนี้จะไปทำหน้าที่ควบคุมจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เร็วหรือช้าสัมพันธ์กับความเร็วรอบของเครื่องยนต์

การควบคุมการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของลูกปั๊ม ตำแหน่งหยุดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเฟืองบรรทัดจะเลื่อนไปทางซ้ายสุด ก่อนที่หัวลูกปั๊มจะเคลื่อนที่ขึ้นไปถึงขอบบนของรูป้อนน้ำมัน ขอบบนบ่าเอียงคอลูกปั๊มจะตรงกับขอบล่างของรูป้อนน้ำมันพอดีจึงทำให้ไม่มีการส่งน้ำมันออกภาพที่ 10-20

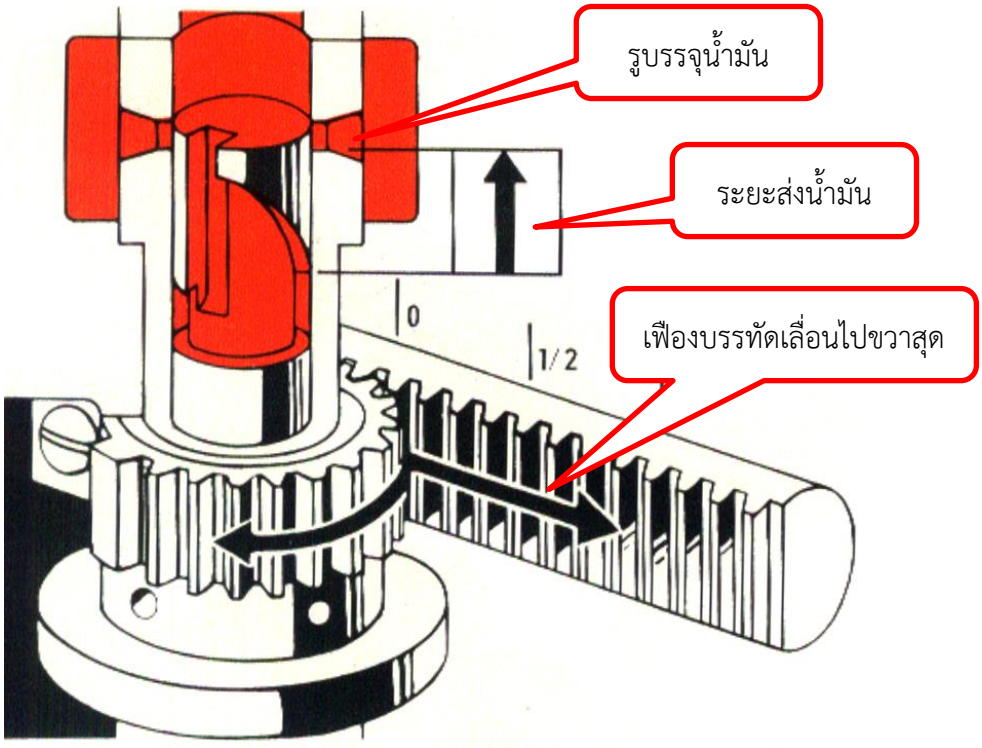


ภาพที่ 10-20 ตำแหน่งหยุดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง (ที่มา: โตโยต้า, ม.ป.ป.)

การควบคุมการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของลูกปั๊ม ตำแหน่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงปานกลางเฟืองบรรทัดจะเลื่อนไปทางขวาทิศทางตามลูกศรเป็นการหมุนลูกปั๊มเคลื่อนที่ทวนเข็มนาฬิกาประมาณครึ่งหนึ่งของช่วงเฟืองบรรทัดเคลื่อนที่สูงสุด ในตำแหน่งนี้ระยะส่งน้ำมันและการส่งน้ำมันเชื้อเพลิง เริ่มตั้งแต่ช่วงที่ขอบหัวลูกปั๊มปิดรูป้อนน้ำมันเชื้อเพลิงจนกระทั่งขอบบนของบ่าเอียงคอลูกปั๊มไปตรงกับขอบล่างของรูป้อนทำให้สิ้นสุดการส่งน้ำมันภาพที่ 10-21



ภาพที่ 10-21 ตำแหน่งจ่ายน้ำมันปานกลาง (ที่มา: โตโยต้า, ม.ป.ป.)



ภาพที่ 10-22 ตำแหน่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงสูงสุด (ที่มา: โตโยต้า, ม.ป.ป.)

การควบคุมการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของลูกปั๊ม ตำแหน่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงสูงสุดเฟืองบรรทัดจะเลื่อนต่อไปทางขวาสุดต่อจากตำแหน่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงปานกลาง ทำให้ลูกปั๊มหมุนไปตำแหน่งเร่งสุดเป็นระยะส่งน้ำมันสูงสุดภาพที่ 10-22

5. ข้อดีข้อเสียของระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบใช้ปั๊มหัวฉีดแถวเรียง

5.1 ข้อดีของระบบน้ำมันเชื้อเพลิงแบบใช้ปั๊มหัวฉีดแถวเรียง

5.1.1 ตัวปั๊มมีขนาดใหญ่ แข็งแรง ทนทาน

5.1.2 ออกแบบง่าย ราคาถูก

5.1.3 เป็นระบบกลไกไม่ใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ทำให้บำรุงรักษาง่าย ประหยัดค่าใช้จ่าย

5.2 ข้อเสียของระบบน้ำมันเชื้อเพลิงแบบใช้ปั๊มหัวฉีดแถวเรียง

5.2.1 ปั๊มมีขนาดใหญ่ทำให้มีน้ำหนักมาก

5.2.2 ตอบสนองการเร่งช้า รอรอบและรอบเครื่องยนต์ไม่สูง

5.2.3 ความดันในการฉีดต่ำเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ควันดำ

5.2.4 ใช้การดับเครื่องยนต์โดยใช้กลไกดึงดับทำให้ดับเครื่องยนต์ได้ช้า

แบบฝึกหัดที่ 10.1

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่เห็นว่าถูกและทำเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่เห็นว่าผิด

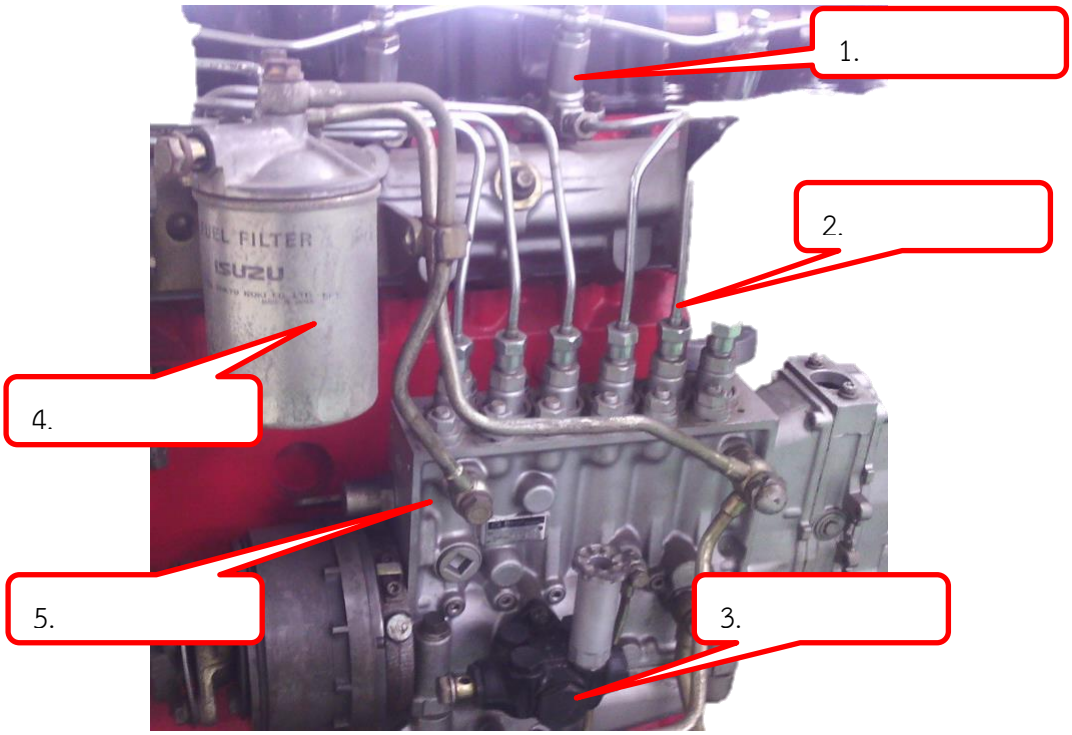
.....1. ระบบเชื้อเพลิงมีหน้าที่ลำเลียงน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังไปยังห้องเผาไหม้
.....2. ระบบเชื้อเพลิงมีหน้าที่จำกัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงให้เครื่องยนต์ใช้งาน
.....3. การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้ถูกต้องตามจังหวะเป็นหน้าที่ของระบบเชื้อเพลิง
.....4. การกระจายน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยละอองเป็นหน้าที่ของปั๊มหัวฉีดแถวเรียง
.....5. ห้องเผาไหม้ฉีดตรงคือการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปตรงๆ ตรงขอบห้องเผาไหม้
.....6. ข้อดีของห้องเผาไหม้ฉีดตรงคือประหยัดเชื้อเพลิง
.....7. จุดเด่นของห้องเผาไหม้ฉีดตรงคืออุณหภูมิแก๊สไอเสียต่ำไม่มีปัญหาเครื่องร้อน
.....8. ข้อเสียของห้องเผาไหม้ฉีดตรงคือสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
.....9. ห้องเผาไหม้หมุนวนจะฉีดน้ำมันเข้าไปในห้องเผาไหม้ทรงกลมขนาดเล็ก
.....10. หลักการของห้องเผาไหม้หมุนวนคือมีอากาศหมุนวนในห้องเผาไหม้จำนวน 3 ห้อง
.....11. ข้อดีของห้องเผาไหม้หมุนวนคือให้ความเร็วรอบสูง
.....12. ข้อเสียของห้องเผาไหม้หมุนวนคือสตาร์ตติดยากถ้าปราศจากหัวเผา
.....13. หลักการห้องเผาไหม้ล่วงหน้าคล้ายกับห้องเผาไหม้ฉีดตรง
.....14. ห้องเผาไหม้ล่วงหน้าจะเผาไหม้จากห้องเล็กลามไปห้องใหญ่
.....15. ข้อเสียของห้องเผาไหม้ล่วงหน้าคือเสียงดัง

แบบฝึกหัดที่ 10.2

คำสั่งตอนที่ 1 จงนำตัวอักษรหน้าข้อความด้านขวามือ มาใส่ในช่องว่างหน้าเลขข้อด้านซ้ายมือ ให้ถูกต้องและได้ใจความสมบูรณ์

.....1.ปั๊มหัวฉีดแถวเรียง	A.ฉีดน้ำมันให้เป็นฝอยละออง
.....2.หน้าที่ของหัวฉีด	B.จะทำให้โรเตอร์หมุน
.....3.ปั๊มความดันต่ำ	C.จะมีน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่เต็มปั๊ม
.....4.กรองน้ำมันเชื้อเพลิง	D.ข้อเสียของปั๊มหัวฉีดแถวเรียง
.....5.หม้อดักน้ำ	E.ตอบสนองการเร่งช้า
.....6.เมื่อเพลาขับหมุน	F.ดูดน้ำมันจากถังส่งไปให้ปั๊มหัวฉีด
.....7.ภายในปั๊มมีลิ้นควบคุมความดัน	G.ปั๊มหัวฉีดแรงดันสูงชนิดหนึ่ง
.....8.เมื่อโรเตอร์หมุน	H.จะพาใบพัดกวาดน้ำมันหมุนไปด้วย
.....9.ความดันภายในปั๊ม	I.ควบคุมความดันน้ำมันภายในปั๊ม
.....10.ภายในเรือนปั๊ม	J.จะทำหน้าที่ควบคุมจังหวะการฉีดน้ำมัน
.....11.ข้อดีของปั๊มหัวฉีดแถวเรียง	K.กรองสิ่งสกปรกฝุ่นผง
.....12.ข้อเสียของปั๊มหัวฉีดแถวเรียง	L.แข็งแรงทนทาน
.....13.ใช้กลไกในการดึงดับ	M.ข้อดีของปั๊มหัวฉีดแถวเรียง
.....14.ราคาถูก	N.ที่ตัวปั๊มหัวฉีดแถวเรียง
.....15.เครื่องยนต์รอบไม่สูง	P.ดักจับน้ำที่ปนมากับน้ำมันเชื้อเพลิง

คำสั่งตอนที่ 2 จงบอกชื่อส่วนประกอบของระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยเติมคำลงในช่องว่างตามหมายเลข



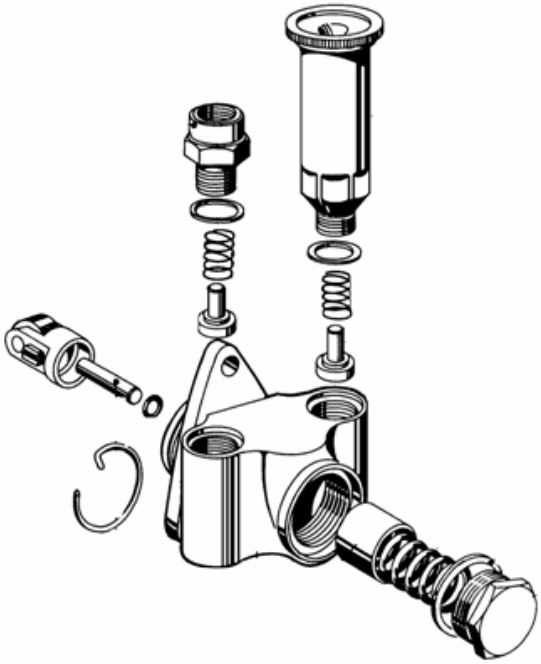
ใบงานที่ 10.1 งานถอดประกอบปั๊มความดันต่ำ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ถอดปั๊มความดันต่ำ
2. ตรวจสอบปั๊มความดันต่ำ
3. ประกอบปั๊มความดันต่ำ
4. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการเรียนและในการปฏิบัติงาน

เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน

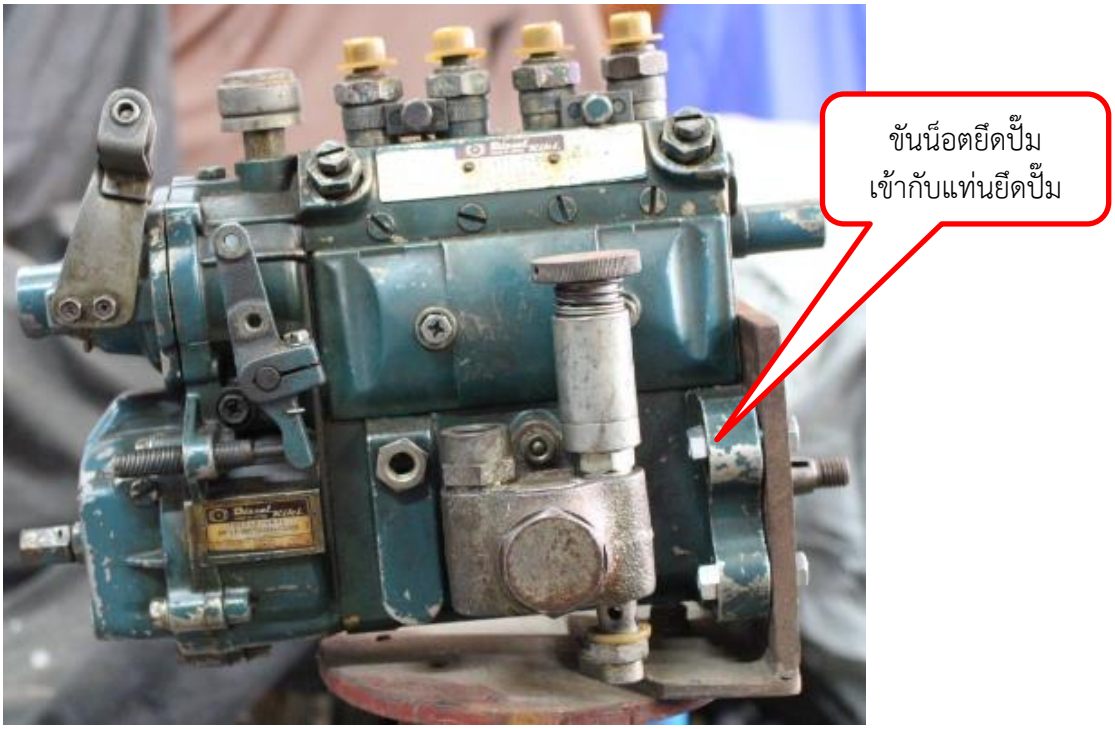
1. ปั๊มหัวฉีดแถวเรียง
2. ชุดเครื่องมือถอดปั๊ม แท่นยึดปั๊ม ชุดประแจรวม



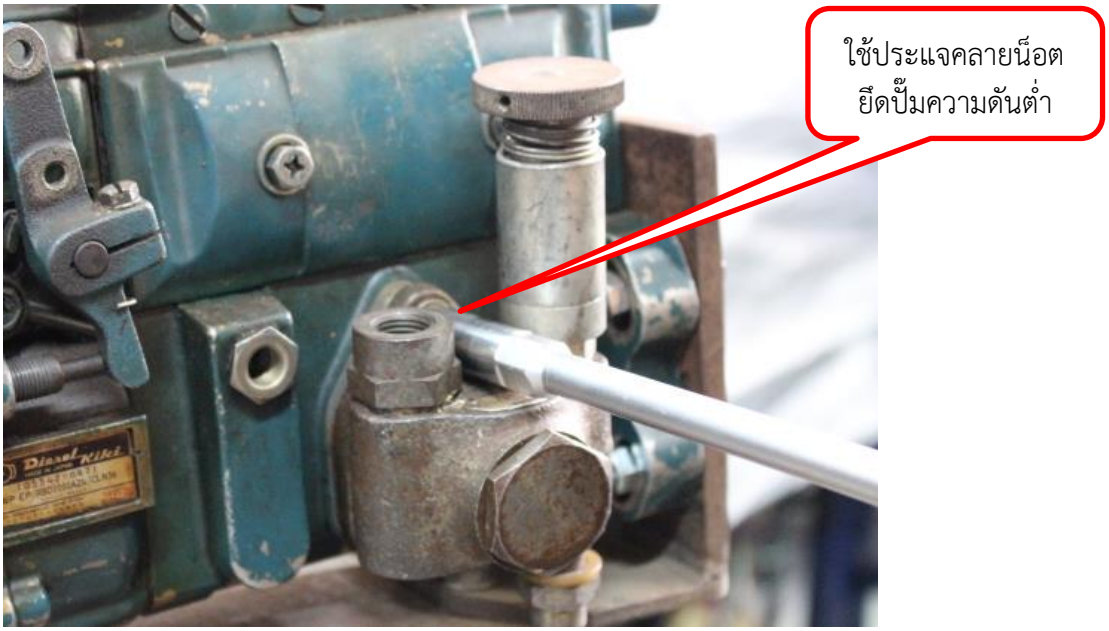
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ ชุดเครื่องมือถอดปั๊ม แท่นยึดปั๊ม ปากกาจับชิ้นงาน

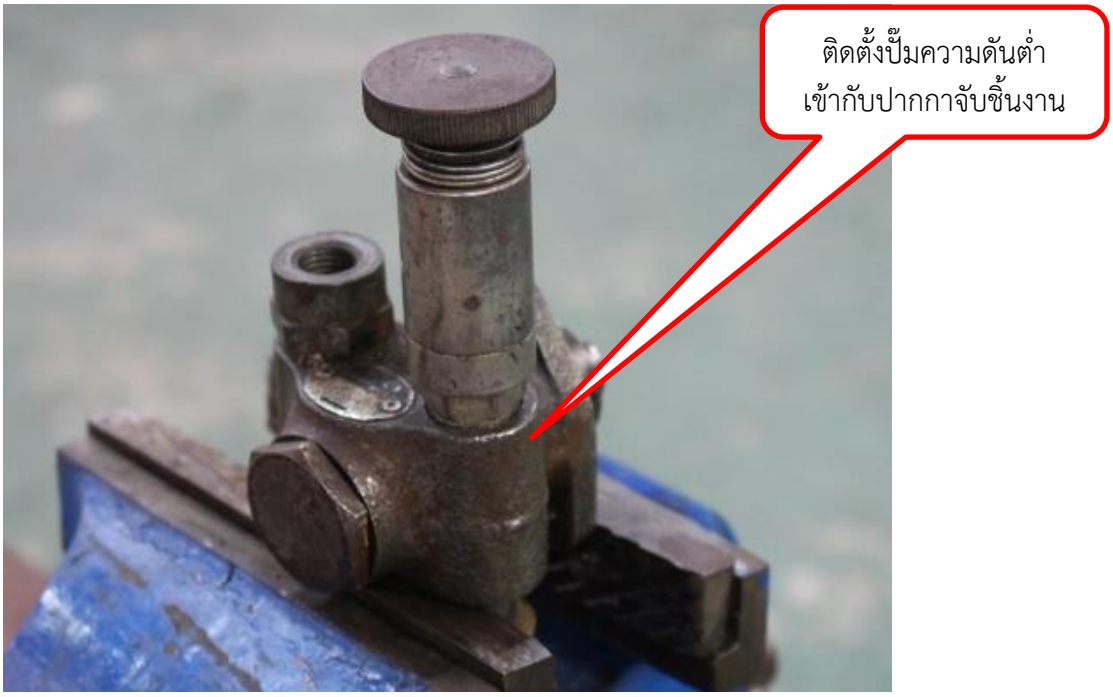
2. ติดตั้งปั๊มหัวฉีดแถวเรียงเข้ากับแท่นยึดปั๊ม ใช้ประแจกระบอกขันน็อตทิศทางตามเข็มนาฬิกายึดปั๊มเข้ากับแท่นยึดปั๊มให้แน่น



3. ถอดปั๊มความดันต่ำหรือปั๊มป้อนเชื้อเพลิงใช้ประแจคลายน็อตยึดปั๊มความดันต่ำทิศทางทวนเข็มนาฬิกา น็อตยึดปั๊มความดันต่ำมีจำนวน 3 ตัวคลายออกครั้งละน้อยสลับกันทั้ง 3 ตัว จากนั้นให้ถอดปั๊มความดันต่ำออกจากปั๊มหัวฉีดแถวเรียง

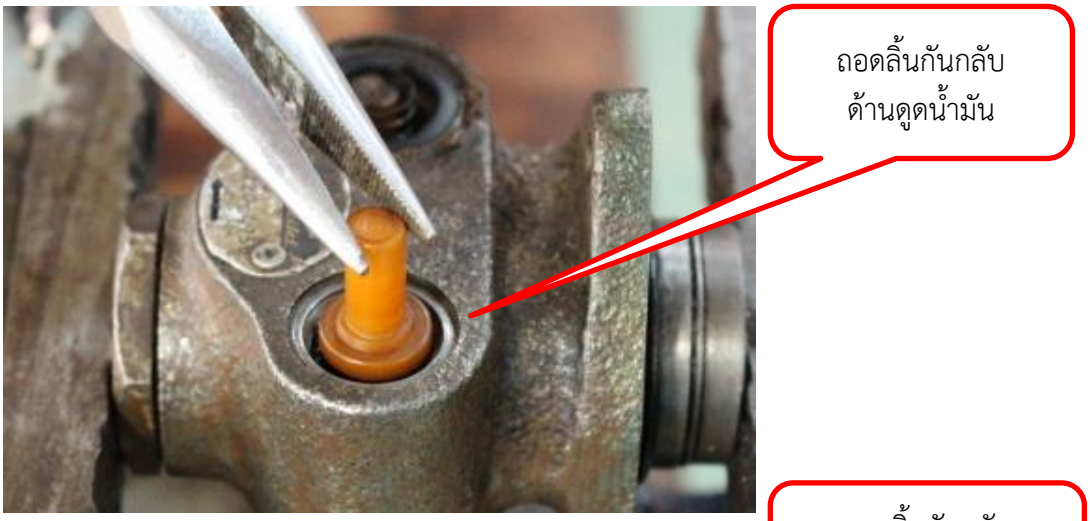


4. ติดตั้งปั๊มความดันต่ำเข้ากับปากกาจับชิ้นงาน ใช้ไม้รองปากกาจับชิ้นงานเพื่อป้องกันปั๊มความดันต่ำเสียหาย



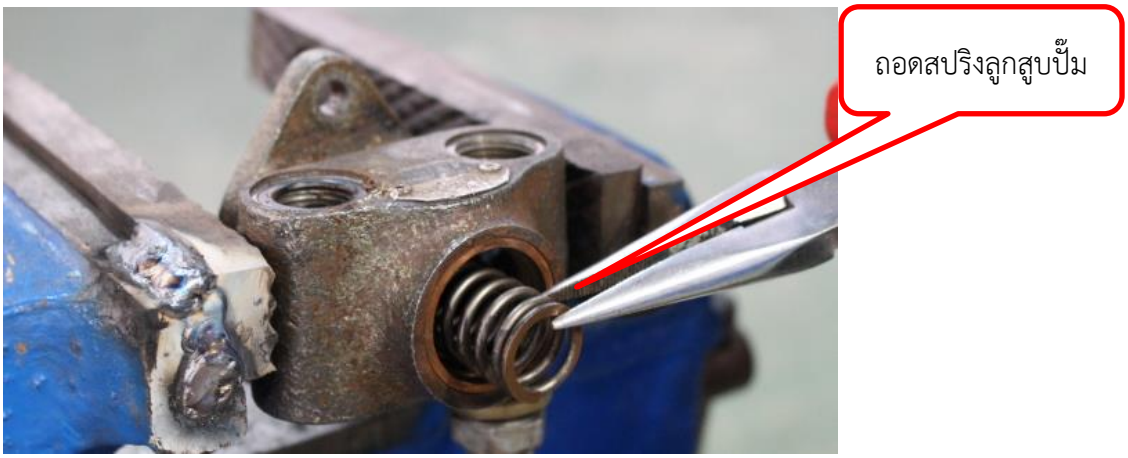
5. ถอดแยกปั๊มความดันต่ำ ใช้ประแจปากตายคลายน็อตปั๊มไล่ลมหรือปั๊มมือในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาจากนั้นถอดปั๊มมือออกจากปั๊มความดันต่ำ

6. ถอดท่อน้ำมันด้านลิ้นกันกลับด้านดูดน้ำมัน ใช้ประแจคลายน็อตยึดท่อน้ำมันด้านลิ้นกันกลับด้านดูดน้ำมันเชื้อเพลิงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา จากนั้นถอดท่อน้ำมันถอดลิ้นกันกลับด้านดูดน้ำมันและถอดลิ้นกันกลับด้านส่งน้ำมัน

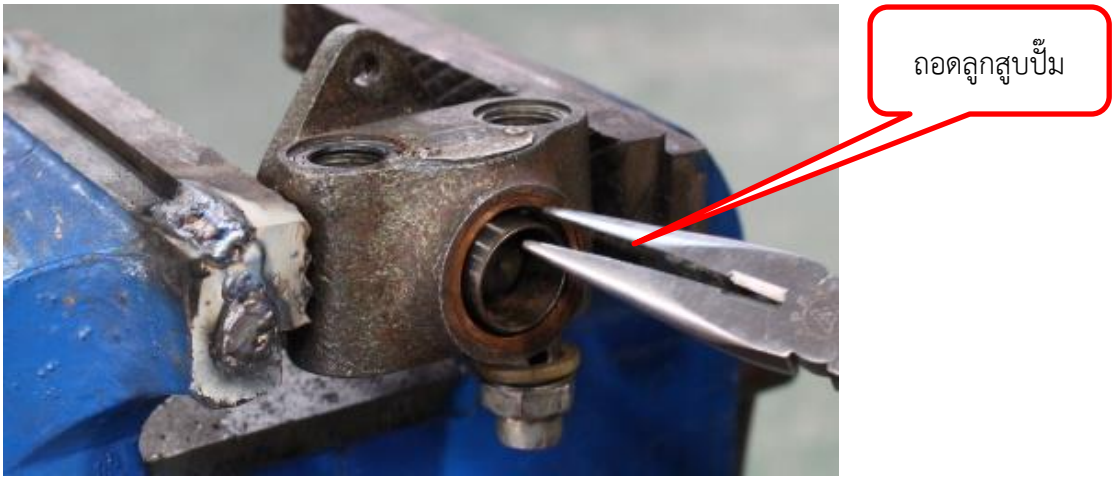


7. ถอดน็อตยึดฝาปิดลูกสูบปั๊ม ใช้ประแจแหวนคลายน็อตยึดฝาปิดลูกสูบปั๊มทิศทางทวนเข็มนาฬิกาจากนั้นถอดน็อตฝาปิดลูกสูบปั๊มออกจากเรือนปั๊มความดันต่ำ

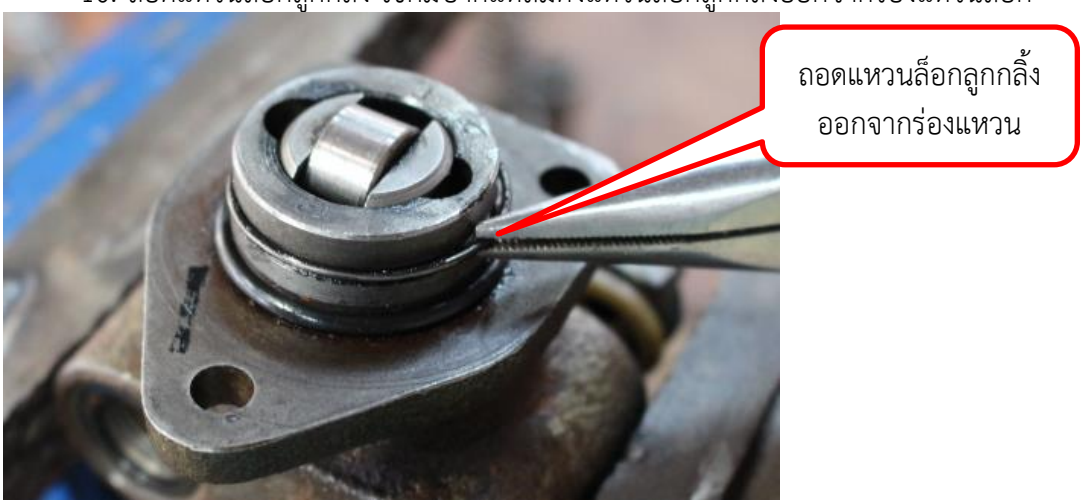
8. ถอดสปริงลูกสูบปั๊ม ใช้เครื่องมือดึงสปริงลูกสูบปั๊มออกจากเรือนปั๊มความดันต่ำด้วยความระมัดระวังและจัดเรียงตามลำดับให้เรียบร้อย



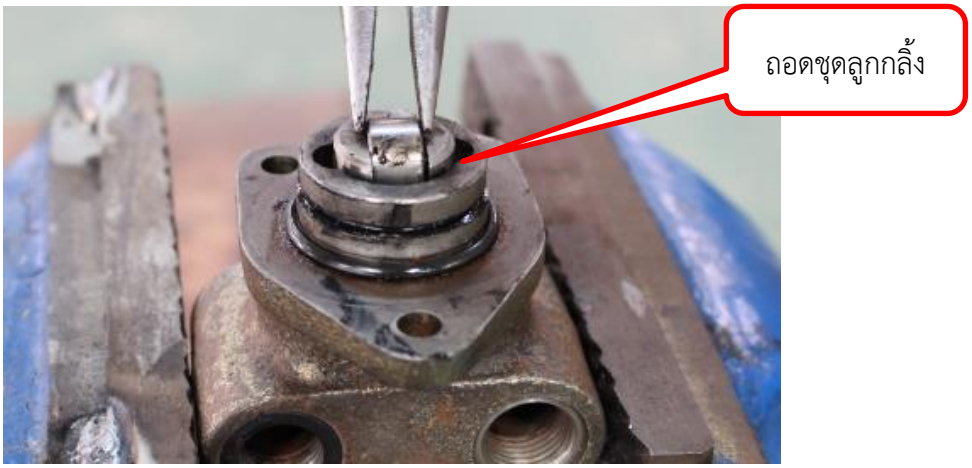
9. ถอดลูกสูบปั๊มออกจากปั๊มความดันต่ำ ใช้เครื่องมือจับลูกสูบปั๊มออกจากเรือนปั๊มความดันต่ำด้วยความระมัดระวังและจัดเรียงตามลำดับให้เรียบร้อย



10. ถอดแหวนล็อกลูกกลิ้ง ใช้คีมปากแหลมดึงแหวนล็อกลูกกลิ้งออกจากร่องแหวนล็อก



11. ถอดชุดลูกกลิ้งใช้คีมปากแหลมดึงชุดลูกกลิ้งออกจากเรือนปั๊มความดันต่ำด้วยความระมัดระวัง



12. ทำความสะอาดใช้น้ำมันดีเซลล้างทำความสะอาดลูกสูบปั๊ม สปริงลูกสูบปั๊ม ลิ้นกันกลับด้านส่งน้ำมัน ลิ้นกันกลับด้านดูดน้ำมันใช้ลมเป่าทำความสะอาด

การตรวจสอบปั๊มความดันต่ำ

1. ตรวจสอบลูกสูบปั๊ม โดยตรวจสอบการเคลื่อนที่ขึ้นลงของลูกสูบปั๊ม วางเรือนปั๊มความดันต่ำในแนวดิ่ง จากนั้นวางลูกสูบปั๊มลงไปในกระบอกปั๊ม ปล่อยให้ลูกสูบปั๊มเคลื่อนที่ลงภายในกระบอกปั๊ม ลูกสูบปั๊มสภาพดีต้องเคลื่อนที่ลงในแนวดิ่งได้เองอย่างสะดวก

2. ตรวจสอบปั๊มมือ ตรวจสอบความดันภายในปั๊มมือโดยใช้หัวแม่มืออุดทางเข้าปั๊มมือจากนั้นใช้มืออีกข้างหนึ่งกดปั๊มมือช้าๆ ตรวจสอบความดันที่เกิดขึ้นภายในปั๊มมือ

การประกอบปั๊มความดันต่ำ

1. ประกอบชุดลูกกลิ้งเข้ากับกระบอกปั๊ม สังเกตร่องสลักที่ชุดลูกกลิ้งตรงกับกระบอกปั๊ม

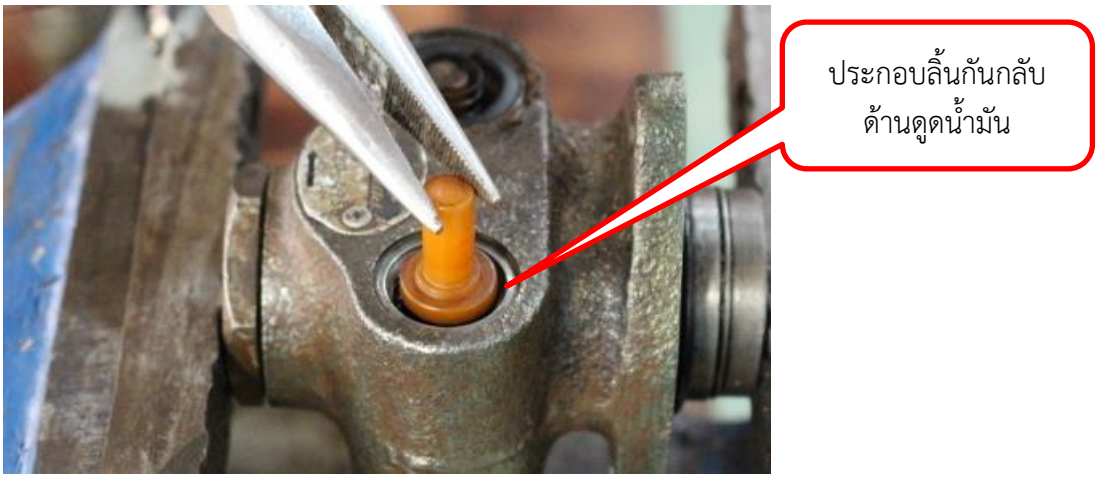
2. ประกอบแหวนล็อกชุดลูกกลิ้ง ใช้คีมปากแหลมดึงสปริงยึดแหวนล็อกชุดลูกกลิ้งให้เข้ากับร่องแหวนล็อกที่เรือนปั๊มความดันต่ำดังภาพ

3. ประกอบลูกสูบปั๊มเข้ากับกระบอกปั๊มในเรือนปั๊มความดันต่ำดังภาพ

4. ประกอบสปริงเข้ากับลูกสูบปั๊มซึ่งอยู่ภายในเรือนปั๊มความดันต่ำดังภาพ

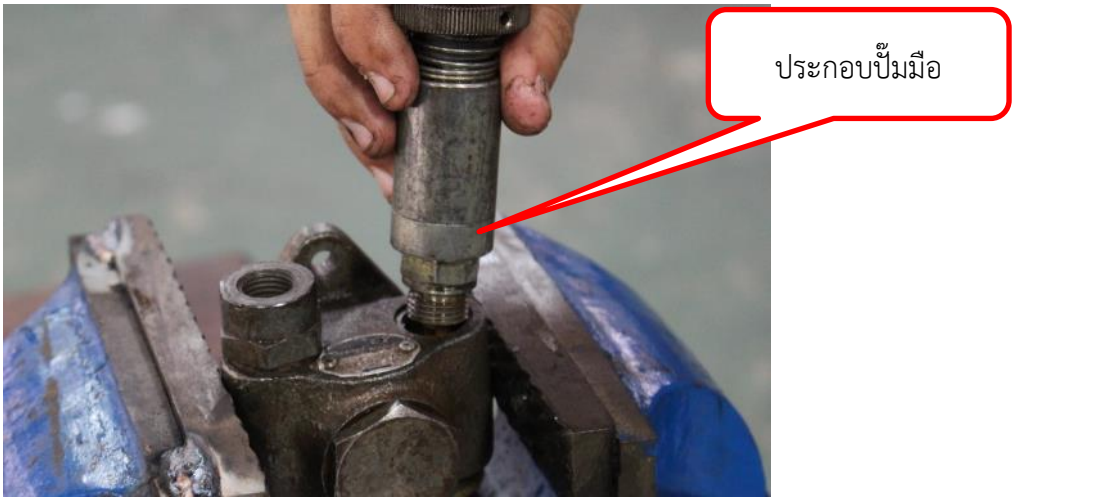
5. ประกอบน็อตยึดฝาปิดลูกสูบปั๊ม จากนั้นขันเข้าในทิศทางตามเข็มนาฬิกาให้แน่น

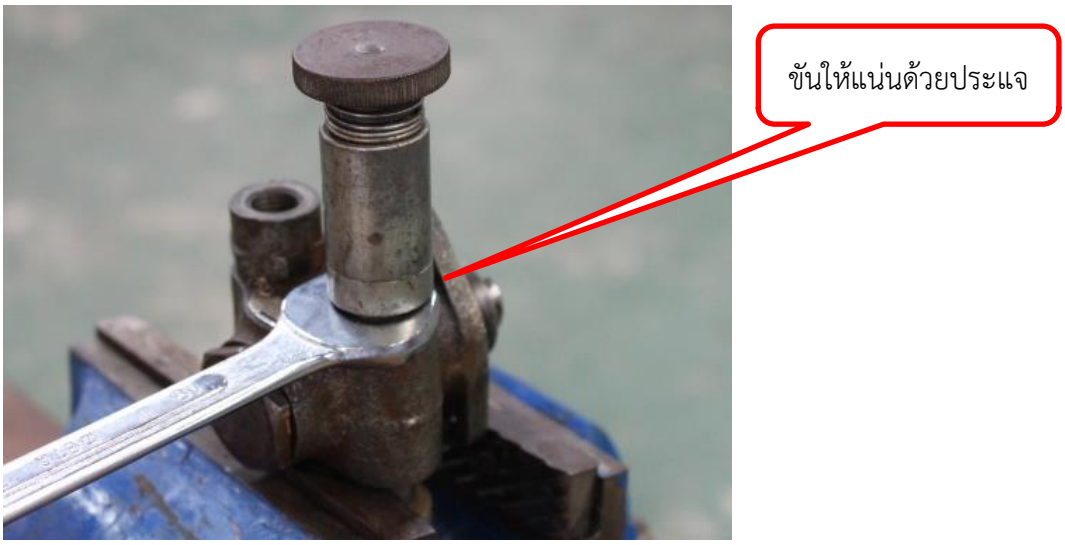
6. ประกอบลิ้นกันกลับด้านส่งน้ำมันและลิ้นกันกลับด้านดูดน้ำมันด้วยความระมัดระวัง



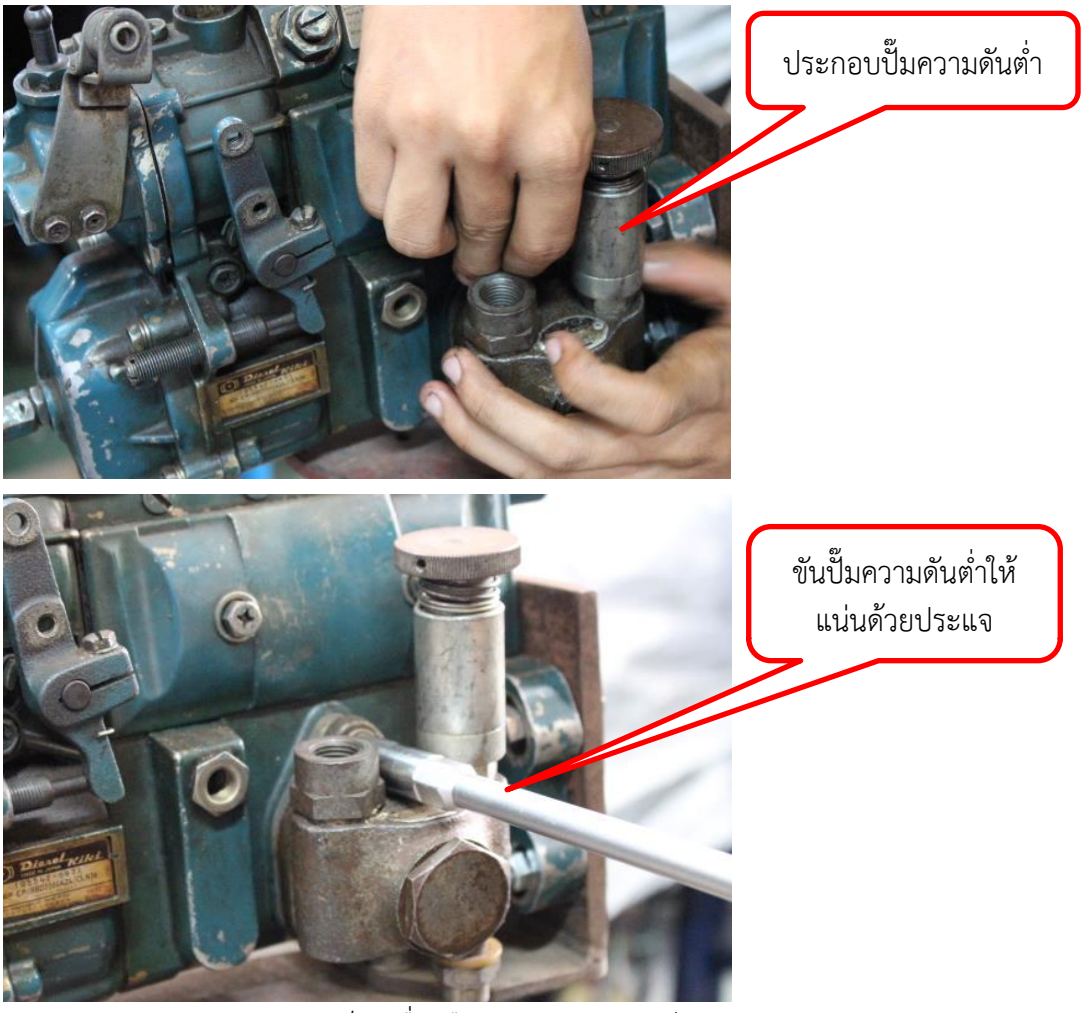
7. ประกอบน็อตยึดท่อน้ำมันลิ้นกันกลับด้านส่งน้ำมัน ขันเข้าในทิศทางตามเข็มนาฬิกาจากนั้นขันให้แน่นด้วยประแจในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

8. ประกอบปั๊มมือเข้ากับปั๊มความดันต่ำ จากนั้นขันให้แน่นด้วยประแจทิศทางตามเข็มนาฬิกา





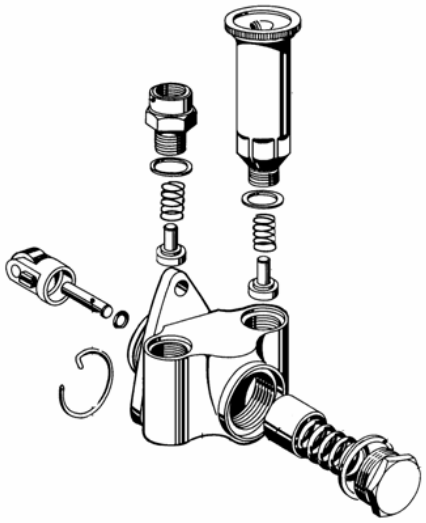
9. ประกอบปั๊มความดันต่ำเข้ากับปั๊มหัวฉีดแถวเรียงขันน็อตยึดปั๊มความดันต่ำเข้ากับปั๊มหัวฉีด ทิศทางตามเข็มนาฬิกา โดยขันเข้าครั้งละน้อยสลับกันทั้ง 3 ตัวจากนั้นขันให้แน่นด้วยประแจ



10. ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

ใบสั่งงานที่ 10.1 งานถอดประกอบปั๊มความดันต่ำ

คำสั่ง ให้ถอดและประกอบปั๊มความดันต่ำ (เวลา 30 นาที)



คำสั่งย่อย

1. ทำเสร็จถึงขั้นตอนที่ 3 รอตรวจสอบ
2. ทำเสร็จถึงขั้นตอนที่ 4 รอตรวจสอบ
3. ทำเสร็จถึงขั้นตอนที่ 5 รอตรวจสอบ

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. เตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์
2. ถอดปั๊มความดันต่ำออกจากปั๊มหัวฉีดแถวเรียง
3. ถอดแยกปั๊มความดันต่ำ
4. ตรวจสอบปั๊มความดันต่ำ
5. ประกอบปั๊มความดันต่ำ
6. ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์

เครื่องมือ

1. ปั๊มหัวฉีดแถวเรียง
2. เครื่องมือ ชุดประแจกระบอก ชุดประแจรวม ประแจปากตาย ปากกาจับชิ้นงาน

วัสดุอุปกรณ์ ผ้าสะอาด น้ำมันหล่อลื่น และถุงมือ

ใบประเมินผลปฏิบัติงานที่ 10.1 งานถอดประกอบปั๊มความดันต่ำ

ชื่อนักเรียน.....วัน/เดือน/ปี..... .....

เริ่มปฏิบัติงานเวลา.....เสร็จเวลา.....รวมเวลาปฏิบัติงาน.....

จุดประเมิน	ผลการประเมิน		หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน			
1.1 เตรียมเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์			
1.2 ถอดปั๊มความดันต่ำออกจากปั๊มหัวฉีดได้			
1.3 ถอดแยกปั๊มความดันต่ำได้			
1.4 ตรวจสอบปั๊มความดันต่ำ ลูกสูบปั๊ม ปั๊มมือได้			
1.5 ประกอบปั๊มความดันต่ำได้			
1.6 ประกอบปั๊มความดันต่ำเข้ากับปั๊มหัวฉีดได้			
1.7 ทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์			
2. คุณภาพของผลงาน (วัดได้)			
2.1 ปั๊มหัวฉีดไม่ได้รับความเสียหาย			
2.2 ปั๊มความดันต่ำไม่ได้รับความเสียหาย			
2.3 ปั๊มมือไม่ได้รับความเสียหาย			
2.4 ลูกสูบปั๊มไม่ได้รับความเสียหาย			
2.5 ลิ้นกันกลับด้านส่งและดูดไม่ได้รับความเสียหาย			

จุดประเมิน	ผลการประเมิน				หมายเหตุ
	ดีมาก	ดี	พอใช้	แก้ไข	
2. คุณภาพของผลงาน (วัดไม่ได้)					
- ความประณีต					
- ความเรียบร้อย รอบคอบ					
3. เจตคติกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน					
- ความรับผิดชอบ					
- ความสะอาด					
- ความปลอดภัย					

ผลการประเมิน:

☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน เนื่องจาก .....

ข้อเสนอแนะ..... .....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน: .....

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน. ((ม.ป.ป.).). สื่อการสอนสาขาวิชาช่างยนต์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) หลักสูตรพุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (CD-ROM)

กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์. ม.ป.ท.

ขนบ เพชรช้อน. (2557). งานวัดละเอียดช่างยนต์. นนทบุรี: ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

ชลอ การทวี. (2554). การวัดละเอียด. กรุงเทพฯ: เอมพันธ์.

ชุดการสอนวิชางานทดสอบปั๊มและหัวฉีด 3101-2102 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2546. (Online) สืบค้นวันที่ 2 มีนาคม 2559 จาก http://www.nktc.ac.th/images/58/c8/thavon/lession3.pdf

เดชัย ด่านวรรณกิจ. (2548). งานเครื่องยนต์ดีเซล. กรุงเทพฯ: เอมพันธ์.

_____. (2556). งานเครื่องยนต์ดีเซล. กรุงเทพฯ: เอมพันธ์.

ดำเนิน การเด่น และ เสฐียรพงษ์ วรรณปก. (2551). พจนานุกรมไทย-อังกฤษ (ฉบับปรับใหม่ให้ทันโลก). กรุงเทพฯ: มติชน.

เตชา อัศวสิทธิถาวร. (2553). งานเครื่องยนต์ดีเซล. กรุงเทพมหานคร: วังอักษร.

ตรีเพชรอีซูซุเซลล์, บริษัท จำกัด. ((ม.ป.ป.).). คู่มือการฝึกอบรมช่างความรู้ทั่วไป. (อัดสำเนา)

โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด. (ม.ป.ป.). เอกสารประกอบการฝึกอบรมทางเทคนิคสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านรถยนต์ช่างเทคนิคโตโยต้า. (CD-ROM)

โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด. (ม.ป.ป.). เอกสารประกอบการฝึกอบรมทางเทคนิคสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านรถยนต์ช่างเทคนิคโตโยต้า. (อัดสำเนา)

โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด. (ม.ป.ป.). เอกสารประกอบการฝึกอบรมเทคโนโลยีใหม่รถยนต์ HILUX REVO. (CD-ROM)

ทิศนา แขมณี. (2552). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ(ฉบับพิมพ์เพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีระยุทธ สุวรรณประทีป. (ม.ป.ป.). ศัพท์วิศวกรรมยานยนต์. กรุงเทพฯ: เอช.เอ็น.กรุ๊ป.

บรรเจิด เปาจีน. (2556). งานถอดประกอบเครื่องกลเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: เอมพันธ์.

_____. (2557). การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมมอนเรลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์.

ประภาส พวงชื่น. (2553). งานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์. นนทบุรี: ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

ประสานพงษ์ หาเรือนชีพ. (2556). งานเครื่องยนต์ดีเซล. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

พจนานุกรมศัพท์ยานยนต์และเครื่องยนต์ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. (2550). กรุงเทพฯ: สหมิตรพริ้นติ้งแอนด์พับลิสชิ่ง.

พจนานุกรมศัพท์ยานยนต์และเครื่องยนต์ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2552. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์

พูลสุข เอกไทยเจริญ. (2551). การเขียนรายงานการค้นคว้า. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

มาสด้า เซลส์ (ประเทศไทย) จำกัด. (2551). คู่มือการใช้งาน MAZDA. กรุงเทพมหานคร: ม.ป.ท.

บรรณานุกรม (ต่อ)

มูลนิธิกลุ่มอีซูซุ, สถาบันฝึกอบรมตรีเพชรอีซูซุ. (ม.ป.ป.). เอกสารประกอบการฝึกอบรมความรู้พื้นฐานด้านยานยนต์อีซูซุ. (CD-ROM)

มูลนิธิกลุ่มอีซูซุ, สถาบันฝึกอบรมตรีเพชรอีซูซุ. 2555. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรเทคโนโลยียานยนต์อีซูซุ รุ่นที่ 7. (อัดสำเนา)

วัฒนา อังสุริน และ ธิติ ธาตรีนรานนท์. (ม.ป.ป.). งานเครื่องยนต์ดีเซล. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ.

ศิริ สมใจเจริญ. (2551). งานเครื่องยนต์ดีเซล. กรุงเทพฯ: แม็ค.

ศูนย์ฝึกอบรม, ฮอนด้า ออโตโมบิล (ประเทศไทย) จำกัด. (ม.ป.ป.). คู่มือการฝึกอบรมหลักสูตรระบบ VTEC Individualized Skills Training Modules.

สมชาย วณารักษ์. (2550). งานเครื่องยนต์ดีเซล. กรุงเทพฯ: เอมพันธ์.

_____. (2556). งานเครื่องยนต์ดีเซล. กรุงเทพฯ: เอมพันธ์.

สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. (2554). การนิเทศการสอน (Supervision of Teaching). ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. (อัดสำเนา)

สุวรรณ แดงโรจน์. (2552). พจนานุกรมวิศวกรรมยานยนต์. กรุงเทพฯ: สกายบุ๊กส์.

สุราษฎร์ พรมจันทร์. (2553). ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค Didactic for Technical course. ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. (อัดสำเนา)

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2549). คู่มือการอบรมเพื่อพัฒนาวิชาชีพครูปรับวิธีเรียนเปลี่ยนวิธีสอน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ, สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2550). มาตรฐานอาชีพ/มาตรฐานสมรรถนะ กลุ่มวิสาหกิจอุตสาหกรรมยานยนต์. ม.ป.ท.

อุดม เชยกีวงศ์. (2551). เทคนิคการพัฒนาผลงานทางวิชาการ. กรุงเทพฯ: แสงดาว.

อำพล ซื่อตรง. (2551). งานเครื่องยนต์ดีเซล. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

_____. (2556). งานเครื่องยนต์ดีเซล. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

_____. (ม.ป.ป.). งานเครื่องยนต์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ. (CD-ROM)

อำพล ซื่อตรง และสำรวย เพ็งอ้น. (ม.ป.ป.). ปฏิบัติเครื่องยนต์ 2. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

Isuzu Motors Limited. (2003). Industrial Diesel Engine A-4JA1, A-4JB1 Models Work Shop Manual. (อัดสำเนา)

Toyota Motors Corporation. (1990). 2L-T, 3L Engine Repair Manual. (อัดสำเนา)

ภาพเครื่องยนต์ดีเซลรุ่นเก่าที่ใช้ในรถยนต์. สืบค้น 20 มีนาคม 2558, จาก http://www.en.wikipedia.org/wiki/Euclid_Trucks/Jun 3, 2014

บรรณานุกรม (ต่อ)

ภาพ Dr.Rudolf Diesel. สืบค้น 20 มีนาคม 2558, จาก http://www.speedace.
infospeedace_imagesRudolf_Diesel.jpg/Jun 2, 2014
ภาพเครื่องยนต์เผาไหม้ภายนอก. สืบค้น 20 มีนาคม 2558, จาก http://www.visitsurin.com/
articles/11983/Jun 12, 2012
ภาพเครื่องยนต์ที่ใช้ในรถยนต์. สืบค้น 20 มีนาคม 2558, จาก http://www.autocar.
in.th/news/29103
ภาพแสดงการจัดวางกระบอกสูบ. สืบค้น 20 มีนาคม 2558, จาก http://www.hal- india.com/
enginedivisionbangalore.asp/Mar 6, 2014
ภาพการทำงานในจังหวะดูด. สืบค้น 20 มีนาคม 2558, จาก http://www.anjungsainssmkss.
wordpress.com/4-stroke-engine-diagrams/Apr 7, 2014
ภาพการทำงานในจังหวะอัด. สืบค้น 20 มีนาคม 2558, จาก http://www.anjungsainssmkss.
wordpress.com/4-stroke-engine-diagrams/Apr 7, 2014
ภาพการทำงานในจังหวะระเบิด. สืบค้น 20 มีนาคม 2558, จาก http://www.anjungsainssmkss.
wordpress.com/4-stroke-engine-diagrams/Apr 7, 2014
ภาพการทำงานในจังหวะคาย. สืบค้น 20 มีนาคม 2558, จาก http://www.anjungsainssmkss.
wordpress.com/4-stroke-engine-diagrams/Apr 7, 2014
ภาพเครื่องยนต์แบบลิ้นเหนือสูบ. สืบค้น 20 มีนาคม 2558, จาก http://www.
uniquecarsandparts.com.au/how_it_works_tappets.php
ภาพกลไกควบคุมลิ้นแบบใช้ลูกเบี้ยวกดลิ้นโดยตรง. สืบค้น 21 มีนาคม 2558, จาก http://www.
enginebuildermag.com/2015/10/direct-injection-gas-and- diesel-technology
ภาพกลไกควบคุมลิ้นแบบไฮดรอลิก. สืบค้น 24 มีนาคม 2558, จาก http://www.rtsauto.com/
bmw-e90-valve-train-lifter-ticknoise/
ภาพระบบวาล์วแปรผัน. สืบค้น 24 มีนาคม 2558, จาก http://www.jpx.responsejp.com/
jpx/images/2007/08/13/97810_3.jpg?fit=normal
ภาพส่วนประกอบเพลาข้อเหวี่ยง. สืบค้น 24 มีนาคม 2558, จาก http://www.
uniquecarsandparts.com.au/how_it_works_ crankcase.php
ภาพห้องเผาไหม้ล่วงหน้า. สืบค้น 24 มีนาคม 2558, จาก http://www.dieselhub.comtechidi-
vs-d,
ภาพรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แบบห้องเผาไหม้ล่วงหน้า. สืบค้น 24 มีนาคม 2558, จาก http://www.
vrclassiccar.com/showsale.ph?bid/
ภาพระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบใช้ปั๊มหัวฉีดแถวเรียง. สืบค้น 24 มีนาคม 2558, จาก http://arrc.
ebscohost.com/ebsco_static/repair-tips/8852CH15_DIESEL_FUEL_
INJECTION.htm

บรรณานุกรม (ต่อ)

ภาพการทำงานของหัวฉีดแบบรู. สืบค้น 24 มีนาคม 2558, จาก https://qph.ec.quoracdn.net/main-qimg-4db46825ce3db8d7974bc4ff1b7f29f2-c?convert_to_webp=true

ภาพห้องเผาไหม้แบบหมุนวน. สืบค้น 24 มีนาคม 2558, จาก http://vegburner.co.uk/images2/IDIphoto.jpg