1.ชิ้นส่วนที่อยู่กับที่ (Stationary parts)

1.1 เสื้อสูบ (Cylinder block)

1.2 ฝาสูบ (Cylinder head)

1.3 ปะเก็นฝาสูบ (Cylinder head gasket)

1.4 อ่างน้ำมันเครื่อง (Oil pan)

2. ชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ (Moving parts)

2.1 ชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่กลับไปกลับมา (Reciprocating motion)

2.1.1 ลูกสูบ (Piston)

2.1.2 ก้านสูบ (Connecting rod)

2.1.3 ลิ้นและกลไกของลิ้น (Valve and valve mechanics)

2.2 ชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ด้วยการหมุน (Rotary motion)

2.2.1 เพลาข้อเหวี่ยง (Crankshaft)

2.2.2 เพลาลูกเบี้ยว (Camshaft)

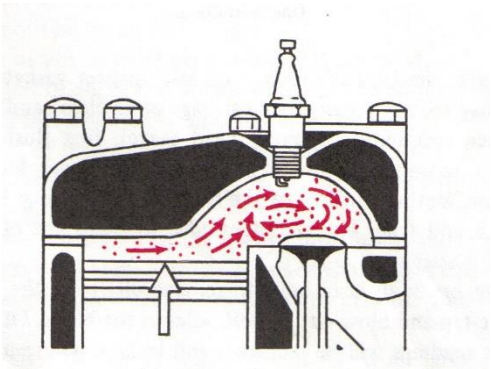
2.2.3 ล้อช่วยแรง (Fly wheel)

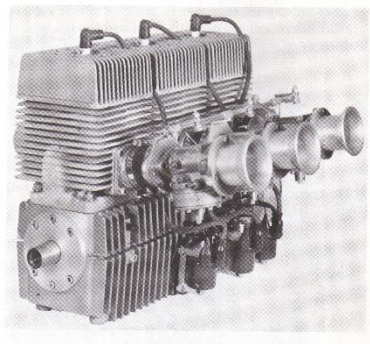
ฝาสูบเมื่อแบ่งตามลักษณะการระบายความร้อน แบ่งได้เป็น 2 แบบ

ความสำคัญของฝาสูบเครื่องยนต์

ฝาสูบ (Cylinder Head) เป็นชิ้นส่วนหลักของเครื่องยนต์ ติดตั้งอยู่ตอนบนของกระบอกสูบ ฝาสูบประกอบด้วยกลไกของลิ้น ชุดลิ้น และหัวเทียน ด้านข้างจะมีช่องไอดี และไอเสีย ฝาสูบเป็นส่วนหนึ่งของห้องเผาไหม้ ทำด้วยเหล็กหล่อแข็งที่สามารถทนความร้อนได้สูง

แสดงฝาสูบเครื่องยนต์





ฝาสูบที่ออกแบบเพื่อการระบายความร้อนด้วยอากาศ ฝาสูบลักษณะนี้นิยมทำด้วยอลูมิเนี่ยมหล่อ น้ำหนักเบา ด้านบนจะทำเป็นครีบ(Fin) เพื่อให้อากาศไหลผ่านได้ ทำให้การระบายความร้อนเป็นไปได้รวดเร็ว นิยมใช้กับเครื่องยนต์เล็กโดยทั่วไป

แสดงรูปแบบการระบายความร้อนของเครื่องยนต์โดยมีครีบโดยรอบเสื้อสูบและฝาสูบ

ข้อสังเกต

ฝาสูบที่ระบายความร้อนด้วยอากาศจะมีครีบ(Fin) ทำด้วยอลูมิเนียม ทนความร้อนได้สูง

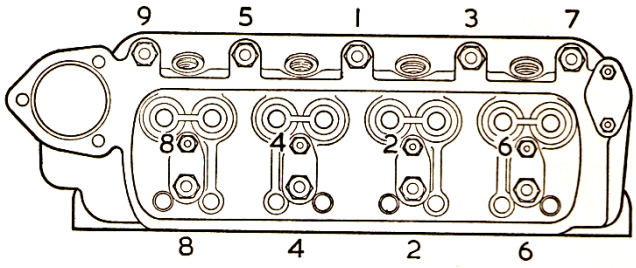
ฝาสูบที่ระบายความร้อนด้วยน้ำทำด้วยเหล็กหล่อ ภายในเป็นโพรงน้ำสามารถไหลถ่ายเทได้

การบริการฝาสูบเครื่องยนต์

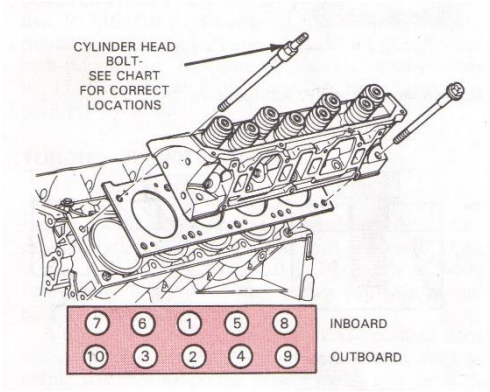
การบริการฝาสูบเครื่องยนต์ เป็นงานที่ช่างทุกคนต้องเรียนรู้ให้เข้าใจ จนสามารถนำไปปฏิบัติงานบริการฝาสูบเครื่องยนต์ การบริการฝาสูบมีอยู่หลายลักษณะงานเช่น การขัน การถอด การวัดความโก่งงอ การบริการลิ้นฯ ทั้งนี้เพื่อให้ฝาสูบมีความสมบูรณ์ ทำให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพการทำงานอยู่เสมอ

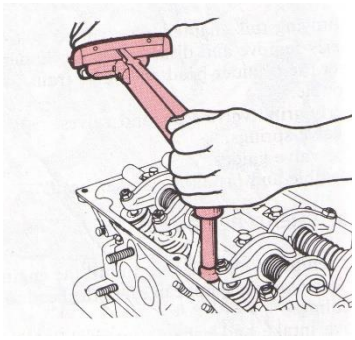
1 **การขันฝาสูบ** โดยปกติเครื่องยนต์ใหม่ เมื่อใช้งานไประยะหนึ่งจะต้องขันฝาสูบ เพื่อป้องกันการคลายตัวของโบลท์ฝาสูบ การขันโบลท์ฝาสูบเป็นวิธีการทางเทคนิคโดยเฉพาะ กล่าวคือก่อนจะทำการขันฝาสูบจะต้องดูคู่มือแรงขันของฝาสูบเครื่องยนต์ก่อนเสมอ

1 ฝาสูบที่ออกแบบเพื่อการระบายความร้อนด้วยน้ำ ฝาสูบลักษณะนี้นิยมทำด้วยเหล็กหล่อแข็ง น้ำหนักมาก ภายในฝาสูบจะเจาะเป็นโพรงเพื่อให้น้ำสามารถไหลเข้า- ออก ระบายความร้อนได้ ใช้กับเครื่องยนต์ใหญ่ทั่วๆไป



แสดงตำแหน่งโบลท์จับยึดฝาสูบ





แสดงการถอด ประกอบ ฝาสูบ

ให้เริ่มขันน๊อตฝาสูบบริเวณส่วนกลาง ตั้งแต่น๊อต หมายเลข 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

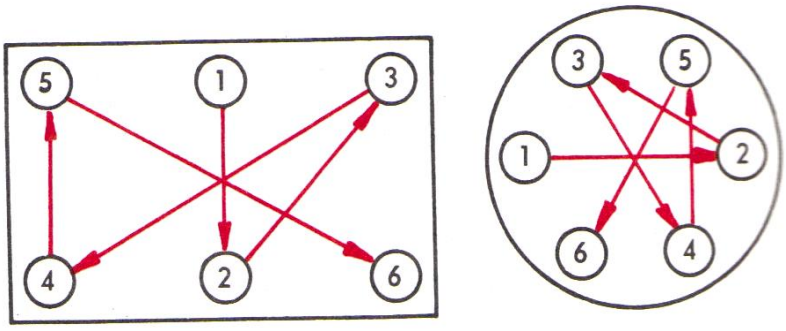
ตัวอย่าง สมมุติว่า คู่มือซ่อม ของเครื่องยนต์ NISSAN รุ่น J 15 แรงขันฝาสูบ 60 ปอนด์ – ฟุต การขันฝาสูบให้แบ่งแรงขันออกเป็น 3 - 4 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 ขันโบลท์ หมายเลข 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ด้วยแรง 0 - 20 ปอนด์-ฟุต

ครั้งที่ 2 ขัน โบลท์หมายเลข 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ด้วยแรง 20 - 40 ปอนด์-ฟุต

ครั้งที่ 3 ขัน โบลท์หมายเลข 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ด้วยแรง 40 - 60 ปอนด์-ฟุต

ครั้งที่ 4 ตรวจสอบความเรียบร้อยของ โบลท์ทุกตัว ว่ามีแรงขันเท่ากันหรือไม่



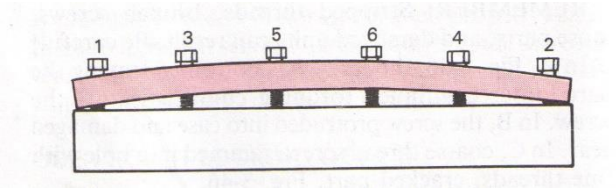
ลักษณะการขันฝาสูบ

2 การถอดฝาสูบออกจากเสื้อสูบ

การถอดฝาสูบออกจากเสื้อสูบ ให้ถอดจากด้านนอกเข้ามาด้านในทแยงสลับกัน เช่น ถอด หมายเลข 6 5 4 3 2 1 ตามลำดับโดยแบ่งแรงถอดออกเป็น 3-4 ส่วนเช่นกัน ทั้งนี้เพื่อป้องกันฝาสูบชำรุด

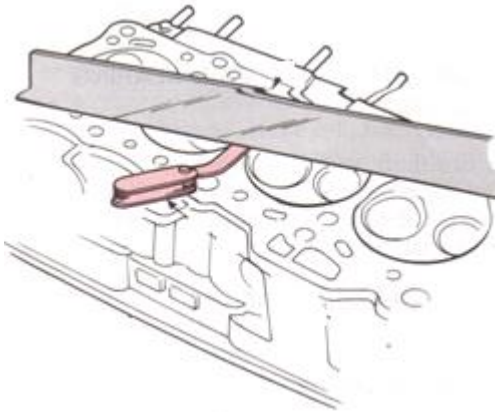
หมายเหตุ ข้อควรระวัง

การขันโบลท์ฝาสูบจากด้านนอกเข้ามา เช่น (จากรูป) ขันโบลท์หมายเลข 1 2 3 4 5 6 จะทำให้ฝาสูบโก่ง แตกร้าวได้



แสดงการโก่งของฝาสูบ

3 การวัดความโก่ง โดยใช้เหล็กฉากมาตรฐาน และ ฟิลเลอร์เกจ (Straightedge & Feeler gauge) วัดหาค่าการโก่งงอ โดยใช้ฟิลเลอร์เกจสอดวัดระยะห่าง หากปรากฏว่าฝาสูบโก่ง และไม่เกินพิกัดซ่อม ก็นำฝาสูบไปไสที่สถานบริการ แต่ในกรณีที่ฝาสูบโก่งเกินพิกัดจะต้องเปลี่ยนใหม่



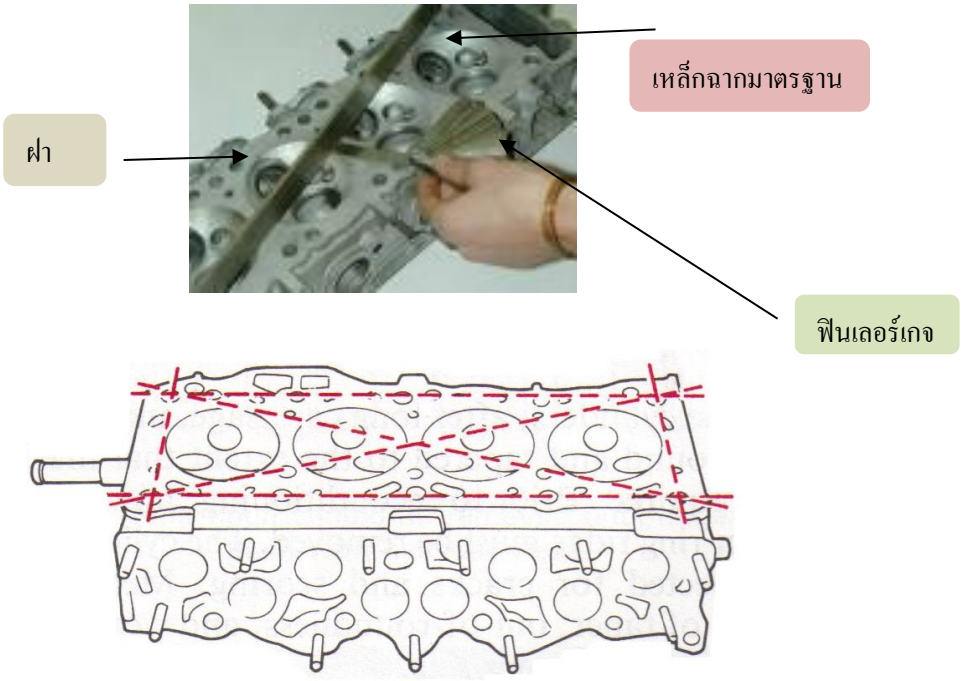
แสดงการวัดการโก่งของฝาสูบ

มาตรฐานที่ยอมให้โก่งได้

ฝาสูบ (Cylinder head) 0.05 มิลลิเมตร(0.0020 นิ้ว)

ท่อร่วมไอดี (Manifold) 0.10 มิลลิเมตร (0.0039 นิ้ว)

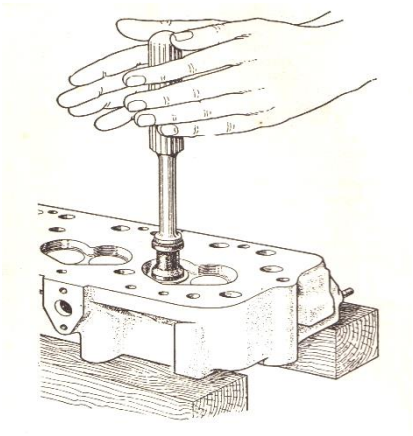
ตัวอย่าง แสดงวิธี การวัดความโก่งฝาสูบ โดยใช้เหล็กฉากมาตรฐานวางทาบ 6 แนวดังรูป



แสดงตำแหน่งการวัดการโก่งของฝาสูบ

ปัญหาที่พบ	การแก้ไข	หมายเหตุ
ฝาสูบแตกร้าว/ชำรุด	ให้ทำการเปลี่ยนฝาสูบใหม่	
ฝาสูบโก่ง เกินพิกัดซ่อมบำรุง	ให้ทำการเปลี่ยนฝาสูบใหม่	**มาตรฐานที่ยอมให้โก่งได้**
ฝาสูบโก่ง อยู่ในพิกัดซ่อมบำรุง	**ให้ทำการไสฝาสูบ(เจียรนัย)**	**0.05มิลลิเมตร(0.0020 นิ้ว)**

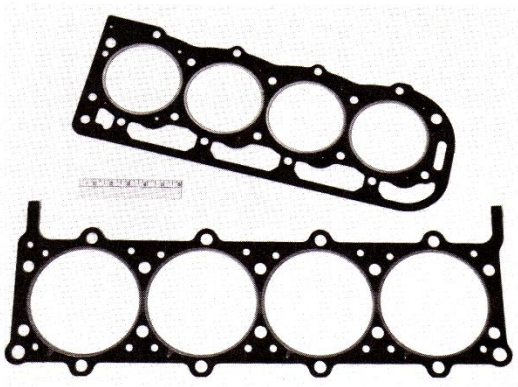
การบดลิ้น และการเปลี่ยนปลอกนำลิ้น เป็นส่วนหนึ่งของการบริการฝาสูบ ความสมบูรณ์ของฝาสูบจึงมีส่วนเกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนที่นำมาติดตั้งบนฝาสูบ



แสดงการบดลิ้น

ข้อควรคำนึง
งานบดลิ้นเป็นงานที่ต้องใช้ความประณีต อดทน การจัดวางฝาสูบต้องอยู่ในแนวราบได้ระดับ การเลือกใช้กากเพชรก็ควรพิจารณาว่าควรใช้ชนิดหยาบหรือชนิดละเอียดก่อนหลัง

ปะเก็นฝาสูบ (Cylinder head gaskets)



ปะเก็นฝาสูบ

ปะเก็นฝาสูบ เป็นชิ้นส่วนที่สำคัญของฝาสูบ ก่อนนำไปใช้ควรตรวจดู ขนาดรูปแบบให้ถูกต้อง โดยเฉพาะรูน้ำมันหล่อลื่น รูน้ำระบายความร้อน ต้องตรงกับรูที่เสื้อสูบ

ความสำคัญของปะเก็นฝาสูบ

ปะเก็นฝาสูบมีหน้าที่ป้องกันการรั่วของอากาศภายในกระบอกสูบ ปะเก็นฝาสูบทำด้วยวัสดุทนไฟ มีความแข็งแรง ทนต่อการอัดตัวของอากาศได้สูง ปะเก็นฝาสูบประกอบติดตั้งอยู่ระหว่างฝาสูบ และเสื้อสูบ ลักษณะโครงสร้างเป็นแผ่นโลหะอ่อนเจาะรู หน้าที่ และคุณลักษณะพิเศษของปะเก็นฝาสูบ มีดังนี้

1 เป็นซีลป้องกันการรั่วของ แก๊สร้อน , น้ำมันหล่อลื่น และ น้ำระบายความร้อน(เฉพาะใช้น้ำระบายความร้อน)

2 ปะเก็นฝาสูบต้องไม่กัดกร่อนเนื่องจากเกิดความร้อนสูง ไม่หลอมละลาย และติดไฟถอดและประกอบเข้ากับชิ้นงานได้ง่าย โดยไม่ต้องใช้สารละลาย หรือเคมีภัณฑ์เข้าช่วย

การชำรุดของปะเก็น ทำให้น้ำรั่วเข้าไปในกระบอกสูบ

การตรวจความพร้อมก่อนนำไปใช้งาน

การถอดประกอบเครื่องยนต์ จำเป็นต้องอาศัยปะเก็นเข้าไปเกี่ยวข้องในหลายระบบ โดยเฉพาะปะเก็นฝาสูบก่อนนำไปใช้ประกอบเครื่องยนต์ จะต้องตรวจดูความพร้อมดังนี้

1 ปะเก็นที่นำมาใช้ประกอบตรงกับ รุ่น(Model) ของเครื่องยนต์

2 ก่อนประกอบจริง ควรนำมาแนบกับฝาสูบ หรือเสื้อสูบ เพื่อดูว่ารูที่เจาะไว้ตรงกับรูที่เสื้อสูบ และมีจำนวนรูเท่ากัน หรือไม่

ถ้าพิจารณาแล้วเห็นว่า ไม่เป็นไปตามข้อ 1 , 2 จะต้องเปลี่ยนใหม่ ไม่สมควรนำไปปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำกลับมาใช้อีก

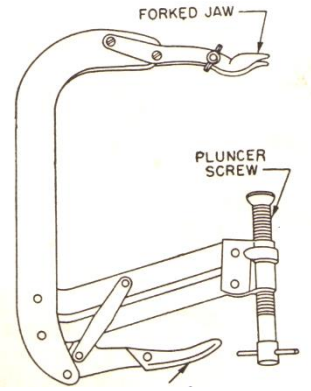
การบริการลิ้น

การบริการลิ้นเป็นส่วนหนึ่งของการบริการฝาสูบ เมื่อถอดฝาสูบออกมาจากเสื้อสูบเฉพาะ เครื่องยนต์ที่มีลิ้นอยู่บนฝาสูบ (Over head valve) มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องบริการลิ้นและองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง เช่นบ่าลิ้น(Valve Seat) ก้านลิ้น (Valve stem) หน้าลิ้น (Valve face) ถ้าหากว่าองค์ประกอบเหล่านี้ไม่สมบูรณ์ แสดงว่าฝาสูบชำรุดเช่นเดียวกัน การบริการฝาสูบจึงต้องใช้เครื่องมือพิเศษเข้ามาดำเนินการซ่อมบำรุง

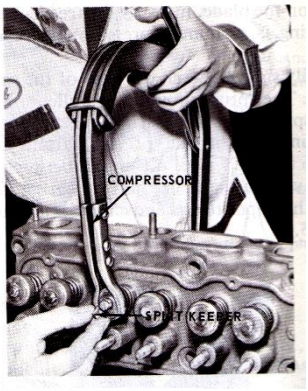
ความสำคัญของการใช้เครื่องมือพิเศษบริการลิ้น

เครื่องมือพิเศษนับว่ามีความสำคัญป็นอย่างยิ่งในงานบริการลิ้น

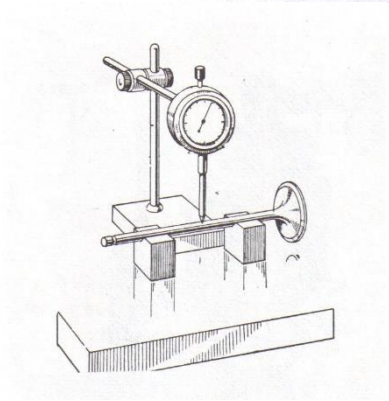
1 เครื่องมือถอด ประกอบ ลิ้น (Valve Spring Compressing)



เครื่องมือพิเศษสำหรับถอดประกอบลิ้น



2 ไดอัลเกจ(

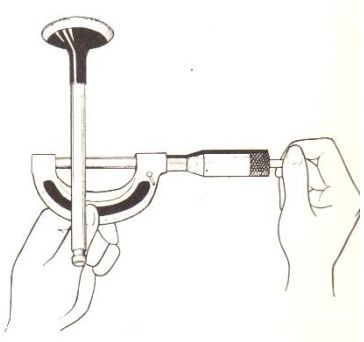


ไดอัลเกจ(Dial gauge) เป็นเครื่องมือวัดละเอียด การนำไปใช้ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ ระวังอย่าให้ตกกระแทก เพราะชำรดได้ง่าย

แสดงการถอดลิ้น

3 ไมโครมิเตอร์ (Micrometer) วัดขนาดความโตของก้านลิ้น

ไมโครมิเตอร์



การนำไดอัลเกจมาวัดความโก่งงอ

การตรวจสภาพลิ้นและสปริงลิ้น

ลิ้นและสปริงลิ้นเป็นชิ้นส่วนที่สำคัญ ดังนั้นเพื่อให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลิ้นและสปริงลิ้นจะต้องมีความสมบูรณ์ดังนี้

1. หน้าลิ้นไม่แตก ไม่มีริ้วรอย
2. บูชนำลิ้น และก้านลิ้นไม่ติดตาย หรือรั่วซึม
3. สปริงลิ้นยืดหดได้ตามปกติ และเมื่อนำมาทดสอบกับเครื่องทดสอบสปริงลิ้นยังอยู่ในค่าปกติ

ความสำคัญของลิ้นไอดี ลิ้นไอเสีย เครื่องยนต์

ลิ้น (Valve) เป็นชิ้นส่วนที่มีความสำคัญ ของเครื่องยนต์ มีหน้าที่ ปิด เปิดการไหลเข้า ไหลออกของไอดี (Air – fuel mixture) และไอเสีย (Exhaust gas) ลิ้นขอเครื่องยนต์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

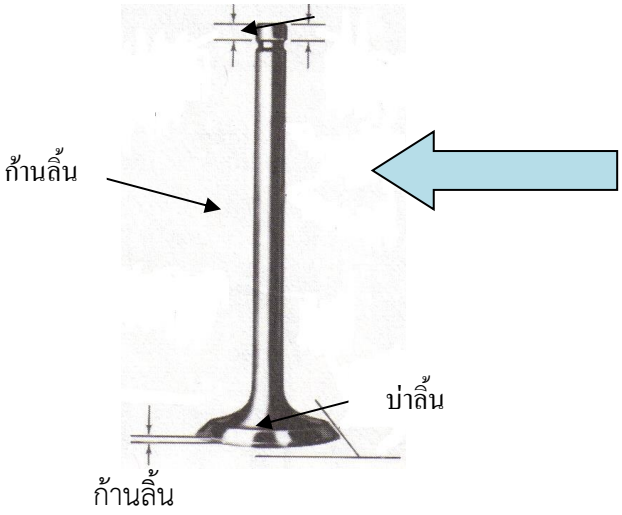
1 ลิ้นไอดี (Inlet Valve) มีหน้าที่ ปิด เปิด การไหลเข้าของไอดี(Air – fuel mixture)

2 ลิ้นไอเสีย (Exhaust Valve) มีหน้าที่ ปิด เปิดการไหลของไอเสีย (Exhaust gas)

นอกจากนั้น ลิ้นยังทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่งของห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์อีกด้วย

มีการบรรจุโซเดียม (Metallic Sodium) ไว้ภายในก้านลิ้นด้วย โซเดียมเป็นสารเหลว ที่ช่วยให้การนำความร้อนออกจากเรือนลิ้นได้เร็ว

ร่องปะกับ



คุณลักษณะที่สำคัญของลิ้น เครื่องยนต์

เนื่องจากลิ้นของเครื่องยนต์ติดตั้งบริเวณฝาสูบของเครื่องยนต์ และเป็นส่วนหนึ่งของห้องเผาไหม้ การออกแบบและสร้างลิ้น จึงต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่นอุณหภูมิห้องเผาไหม้ ความดันในห้องเผาไหม้ แรงกระแทกและการสั่นสะเทือน ดังนั้นคุณลักษณะที่สำคัญของลิ้นมีดังนี้

1 ลิ้นไอดี จะต้องทนต่อความร้อนได้ไม่ต่ำกว่า 250 องศาเซลเซียส (C : Celsius)

2 ลิ้นไอเสีย จะต้องทนต่อความร้อนได้ไม่ต่ำกว่า 800 องศาเซลเซียส (C)

3 ลิ้นจะต้องทนต่อแรงกระแทกเนื่องจากการระเบิดได้ไม่ต่ำกว่า 600 ปอนด์/ครั้ง (270 ก.ก./ครั้ง)

4 เมื่ออุณหภูมิสูงที่สุด โลหะจะต้องมีการขยายตัวน้อยที่สุด

5 โลหะที่นำมาสร้างลิ้นจะต้องมีการถ่ายเทความร้อนได้ดี ผิวแข็ง

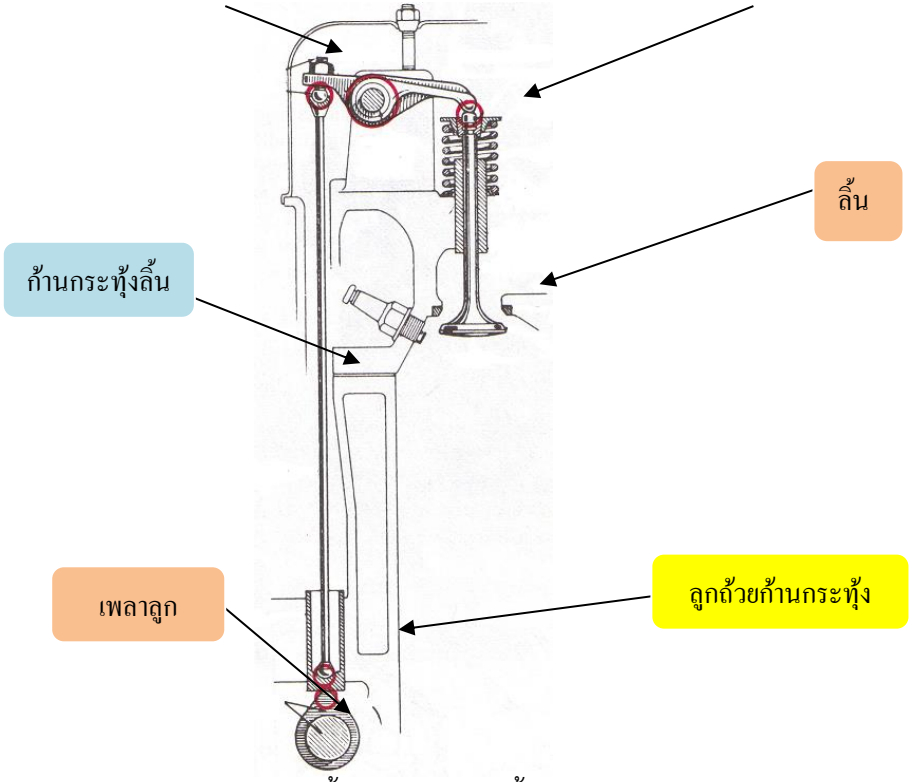
คุณลักษณะที่สำคัญอย่างหนึ่งของลิ้นคือ การระบายความร้อนที่ดี โดยการออกแบบและสร้างลิ้น ได้กำหนดช่องทางในการระบายความร้อนของลิ้นไว้ดังนี้

1 หน้าสัมผัสระหว่าง ลิ้น กับ บ่าลิ้นจะต้องมีหน้าสัมผัสที่แนบชิดกันมากที่สุด

2 หน้าสัมผัสระหว่างก้านลิ้น กับ ปลอกนำลิ้น หน้าสัมผัสดังกล่าวจะมีน้ำมันหล่อลื่นช่วยในการหล่อลื่นและระบายความร้อน นอกจากนั้นภายในก้านลิ้นจะมีการบรรจุโซเดียม(Metallic Sodium) ไว้ด้วย โซเดียมเป็นสารเหลว ที่ช่วยให้การนำความร้อนออกจากเรือนลิ้นได้เร็วที่สุด

น็อตปรับตั้งระยะห่างลิ้น

กระเดื่องกดลิ้น



ลิ้นและกลไกของลิ้น

กลไกลิ้น แบบใช้ก้านกระทุ้งลิ้น และมีกระเดื่องกดลิ้น โดยปกติเพลาลูกเบี้ยวจะวางไว้ในตำแหน่งด้านล่างคู่ขนานกับเพลาข้อเหวี่ยง

การวางตำแหน่งในลักษณะดังกล่าว มีกลไกควบคุมลิ้นดังนี้

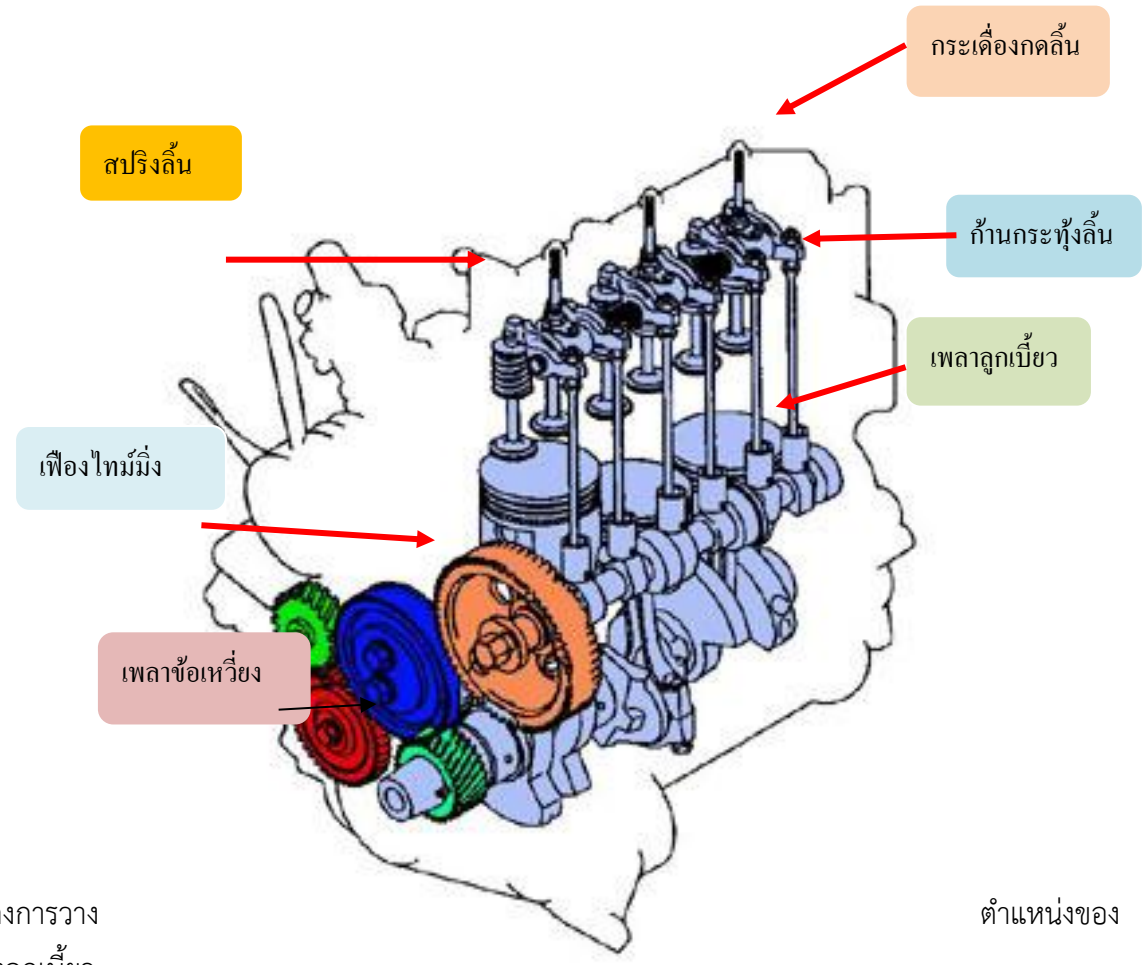
1 เพลาลูกเบี้ยว (Camshaft)

2 ก้านกระทุ้งลิ้น (Push Rod)

3 กระเดื่องกดลิ้น (Rock Arm)

4 สปริงลิ้น (Spring)

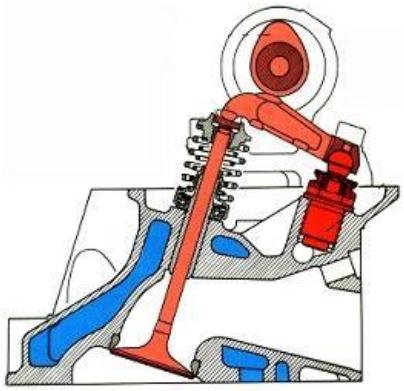
5 เฟือง (Gear) หรือโซ่ (Chain)



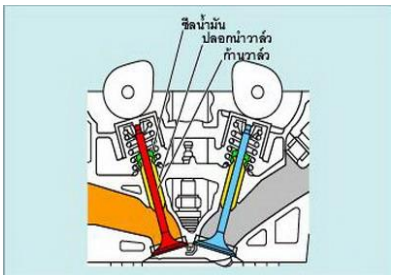
แสดงการวาง ตำแหน่งของ
เพลาลูกเบี้ยว

2 การวางตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยวไว้ด้านบนฝาสูบ (Over head Camshaft = OHC) ในกรณีที่มีการวางเพลาลูกเบี้ยว 2 ชุด (Double Over head Camshaft = DOHC) คือเพลาลูกเบี้ยวควบคุมการปิดเปิดของลิ้นไอดีและเพลาลูกเบี้ยวควบคุมการปิด เปิด ลิ้นไอเสีย การวางตำแหน่งในลักษณะนี้เป็นที่นิยมมากในปัจจุบัน เนื่องจากกลไกการปิด เปิดของลิ้นสามารถทำงานได้รวดเร็ว ฉับไว เหมาะกับเครื่องยนต์ที่มีความเร็วรอบสูง และนอกจากนั้นในปัจจุบันการติดตั้งลิ้นไอดี และลิ้นไอเสียเพิ่มจำนวนมากขึ้น ซึ่งโดยปกติ 1 สูบจะมีลิ้นเพียง 2 ลิ้น แต่ในปัจจุบัน 1 ลูบจะมีถึง 4 ลิ้นทำให้ประสิทธิภาพการดูดไอดี และคายไอเสียมีเพิ่มมากขึ้นจะเห็นได้ว่ารถยนต์นั่งในปัจจุบันมีถึง16ลิ้น(16 Valve)

แสดงการขับลิ้นโดยใช้โซ่ไทม์มิ่งแสดงการขับลิ้นโดยใช้ สายพานไทม์มิ่งเพราะฉะนั้นการวางตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยวในลักษณะนี้จะมีกลไกควบคุมลิ้นดังนี้



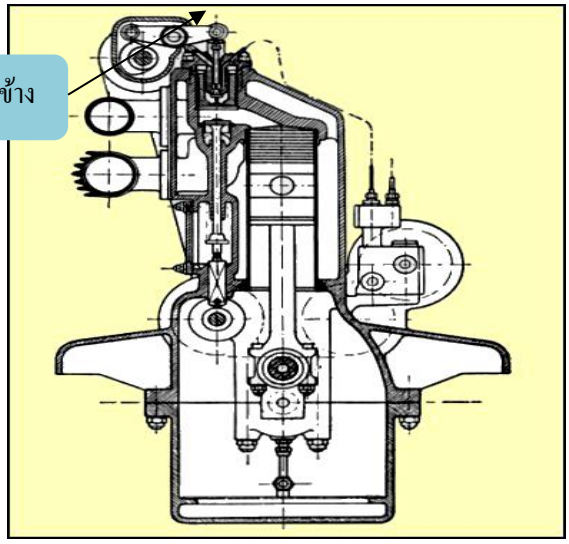
1) เพลาลูกเบี้ยว(Camshaft)
2) ลูกถ้วยกดลิ้น (Cup)หรือกระเดื่องกดลิ้น(Rocker arm)
3) สปริงลิ้น(Spring)
4) สายพานไทม์มิ่ง (Timing belt)



แสดงส่วนประกอบของลิ้นแบบใช้ถ้วยกดลิ้น

การวางตำแหน่งของลิ้น ตำแหน่งการวางจะเกี่ยวข้องกับการออกแบบห้องเผาไหม้(Combustion Chamber) ทั้งนี้เนื่องมาจากลิ้นเป็นส่วนหนึ่งของห้องเผาไหม้ การวางตำแหน่งลิ้นแบ่งออกได้ 2 แบบคือ

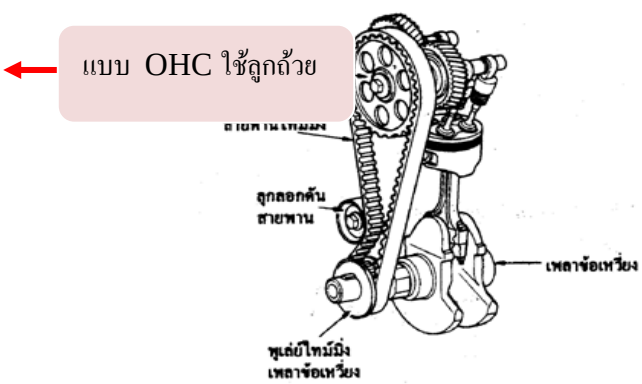
1 การวางตำแหน่งลิ้นบริเวณฝาสูบ บางครั้งเรียกว่าชนิดลิ้นอยู่บนฝาสูบ (Over head Valve = OHV) การวางตำแหน่งในลักษณะนี้ ได้รับความนิยมมากที่สุด
2 การวางตำแหน่งไว้ที่บริเวณเสื้อสูบ บางครั้งเรียกว่าชนิดลิ้นด้านข้าง (Side Valve) นิยมใช้กับเครื่องยนต์เล็ก เพราะสะดวกในการออกแบบฝาสูบ และสะดวกในการวางตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยว

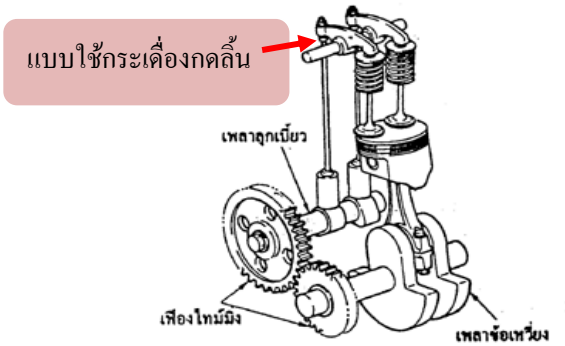


แสดงตำแหน่งของลิ้นด้านข้าง

การทำงานของลิ้นและกลไกลิ้น

การทำงานของลิ้น จะต้องอาศัยกลไก(Mechanism) ที่ทำงานร่วมกัน ตั้งแต่ต้นกำลังคือการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยง ส่งกำลังมาขับเพลาลูกเบี้ยว และเมื่อเพลาลูกเบี้ยวหมุนจะมีกลไกต่อเนื่องไปกดให้ลิ้นเปิดปิดตามจังหวะ

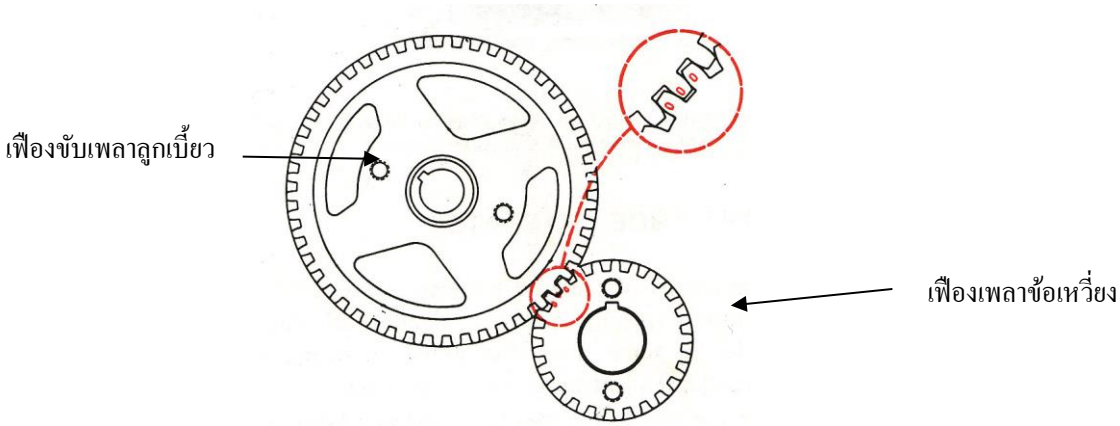




แสดงเปรียบเทียบข้อแตกต่างในการออกแบบกลไกควบคุมลิ้น

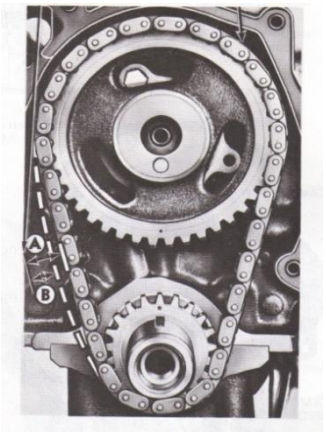
การส่งกำลังจากเพลาข้อเหวี่ยง ไปขับเพลาลูกเบี้ยว โดยอาศัยการส่งกำลังใน 3 ลักษณะดังนี้

1 ส่งกำลังโดยใช้เฟือง(Timing gear) สองตัวขบกัน ทำให้ทิศทางการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยงและเพลาลูกเบี้ยวหมุนไปในทิศทางตรงกันข้าม นั่นคือเมื่อเพลาข้อเหวี่ยงหมุนตามเข็มนาฬิกา เพลาลูกเบี้ยวจะหมุนทวนเข็มนาฬิกา การส่งกำลังโดยใช้เฟืองจะมีเสียงดัง นิยมกับเครื่องที่มีความเร็วรอบต่ำ แต่อายุการใช้งานนาน



แสดงลักษณะมาร์คเฟืองไทม์มิ่ง

2. ส่งกำลังโดยใช้โซ่ (Timing chain)คล้องระหว่างเฟืองเพลาข้อเหวี่ยง และเฟืองของเพลาลูกเบี้ยว ทำให้ทิศทางการหมุนของเพลาทั้งสอง หมุนทิศทางเดียวกันคือหมุนตามเข็มนาฬิกา การส่งกำลังโดยใช่โซ่มีเสียงดัง อายุการใช้งานจำกัด เมื่อหมดอายุการใช้งานจะต้องนำไปซ่อมบำรุงรักษาทันที



แสดงการใช้โซ่ไทม์มิ่ง

2. ส่งกำลังโดยใช้สายพาน (Timing belt) คล้องระหว่างพูลเล่ย์ (Pulley) ของเพลาทั้งสอง ทำให้ทิศทางการหมุนของเพลาทั้งสอง หมุนทิศทางเดียวกันคือหมุนตามเข็มนาฬิกา การส่งกำลังโดยใช้สายพานได้รับความนิยมมาก เนื่องจากลดเสียงดัง แต่มีอายุการใช้งานจำกัด เมื่อหมดอายุการใช้งาน จะต้องนำไปซ่อมบำรุงรักษาทันที

แสดงเครื่องยนต์ที่ส่งกำลังขับเพลาลูกเบี้ยวโดยสายพานไทม์มิ่ง

อัตราทด (Ratio)

อัตราทดระหว่างเพลาข้อเหวี่ยง และเพลาลูกเบี้ยว เท่ากับ 2 : 1 กล่าวคือเพลาข้อเหวี่ยงหมุน 2 รอบเพลาลูกเบี้ยวหมุน 1 รอบ เช่นขณะที่เครื่องยนต์หมุน 3,000 รอบ/นาที (Revolutions per minute = RPM.) เพลาลูกเบี้ยวหมุน 1,500 รอบ/นาที(RPM)

ไดอะแกรมการ ปิด เปิดของลิ้น (Valve Timing Diagram)

ไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ของลิ้นไอดี ไอเสีย โดยบอกองศาการปิด – เปิด ของลิ้นอย่างละเอียดในแต่ละช่วงจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ ค่าที่ได้สามารถนำไปคำนวณหาเวลาการปิด เปิดของลิ้นได้อย่างละเอียด

เบี้ยวคู่อยู่

เครื่องยนต์ เพลาลูกเบี้ยวคู่อยู่บนฝาสูบ (DOHC)

ไอเสียเปิด 231 องศา

ไอดีเปิด 218 องศา

จากไดอะแกรมการปิดเปิดของลิ้น (Valve Timing Diagram) จะแสดงให้เห็นรายละเอียดดังนี้

1 บอกองศาการ ปิด เปิด ของลิ้นไอดี และ ลิ้นไอเสีย

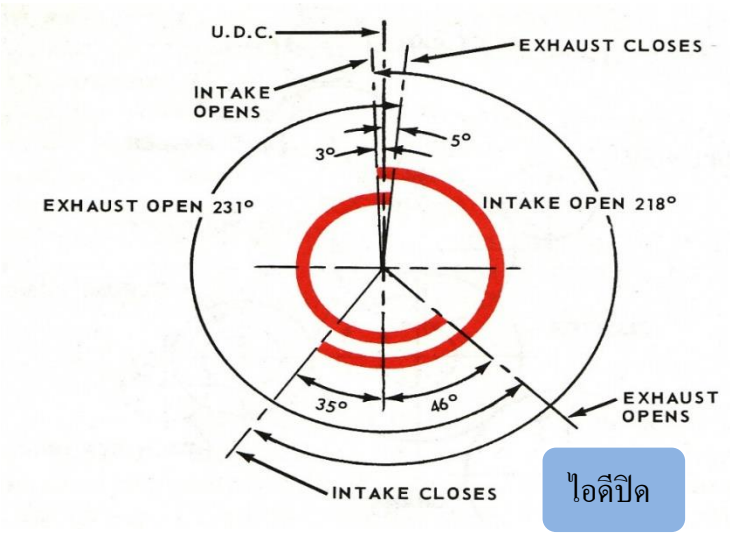
2 คำนวณหาค่า เวลา ปิด เปิดของลิ้นไอดี และไอเสีย

3 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของลิ้น และการทำงานของลูกสูบ

จากรูป 1 ในจังหวะดูด ลิ้นไอดีเปิด(Intake open) เมื่อลูกสูบอยู่ในตำแหน่งก่อนศูนย์ตายบน 3 องศา และปิด (Intake closes)หลังที่ลูกสูบอยู่ศูนย์ตายล่าง 35 องศา รวมทั้งหมด 218 องศา (3+180+35 = 218 องศา) ในจังหวะคาย ลิ้นไอเสียเปิด (Exhaust open) ก่อนลูกสูบถึงศูนย์ตายล่าง 46 องศา และลิ้นไอเสียปิด(Exhaust closes) เมื่อลูกสูบอยู่หลังศูนย์ตายบน 5 องศา รวมทั้งหมด ที่ลิ้นไอเสียเปิด 231 องศา (46+180+5 = 231 องศา)

การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องยนต์และการปรับองศาการปิด เปิดลิ้นโดยอัตโนมัติ

ตามที่ได้ศึกษาจากเนื้อหาเกี่ยวกับการปิด เปิดของลิ้นที่ผ่านมา จะเห็นว่า องศาการปิด เปิดของลิ้นจะคงที่ เช่น (สมมุติ) ถ้าลิ้นไอดี เปิดก่อนศูนย์ตายบน 3 องศา และปิดหลังศูนย์ตายล่าง 35 องศา การปิด เปิดจะคงที่ที่ 3 องศา และ 35 องศาไม่เปลี่ยนแปลง นั่นคือจะคงที่ตลอดเวลา จากผลการศึกษาทราบว่าถ้าสามารถทำให้ การปิด เปิดของลิ้นไอดี และ ลิ้นไอเสีย เปลี่ยนแปลงองศาได้ตามภาระงาน และความเร็วรอบของเครื่องยนต์ จะทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์มีเพิ่มมากขึ้น และยังช่วยลดมลพิษจากไอเสียให้ต่ำลงอีกด้วย



ไอเสียเปิด

ไอดีปิด

แสดงองศาของการเปิดปิดลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย

ด้วยเหตุผลดังกล่าว บริษัทโตโยต้า มอเตอร์ จึงได้นำเทคโนโลยีใหม่เข้ามาใช้กับเครื่องยนต์หลายรุ่น และเรียกระบบดังกล่าวว่าระบบวาล์วอัจฉริยะ(VVT-I : VARIABLE VALVE TIMING-INTELLIGENCE) หรือระบบแปรผันการปิด เปิดของลิ้น

ระบบวาล์วอัจฉริยะ จะรู้จักกันในชื่อ VVTI ระบบดังกล่าวนี้ใช้แรงดันของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่มีอยู่เป็นปกติภายในเครื่องยนต์ มาผลักดันให้เพลาลูกเบี้ยวบิดตัว ทำให้องศาการปิดเปิดของลิ้นเปลี่ยนไปเพียงเล็กน้อย การเปลี่ยนแปลงองศาดังกล่าวจะเกิดขึ้นตลอดเวลาที่เครื่องยนต์ปรับเปลี่ยนความเร็วตั้งแต่รอบเดินเบา(800 รอบ/นาที) ไปจนถึงความเร็วรอบสูง (5000-6000 รอบ/นาที) การที่ลิ้นสามารถปรับการปิด เปิดได้โดยอัตโนมัติ จะทำให้เครื่องยนต์ตอบสนองการทำงานได้รวดเร็ว

การทำงานของระบบวาล์วอัจฉริยะ เป็นเทคโนโลยีใหม่ ทำงานร่วมกันระหว่างกลไก(Mechanism) กับ อิเล็คทรอนิคส์ (Electronic) โดยการใช้กล่องควบคุม (Electronic Control System = ECU) เป็นตัวกำหนดสั่งการ ให้เกิดการบิดตัวของลูกเบี้ยวตามภาระของงาน

โดยหลักการปิด เปิดลิ้นเครื่องยนต์ในระบบ วาล์วอัจฉริยะ(VVTI) เมื่อเครื่องยนต์มีความเร็วรอบต่ำเวลาการเปิดของลิ้นควรน้อย ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงความเร็วดังกล่าวเครื่องยนต์ ดูดไอดี และปล่อยไอเสียในปริมาณน้อย แต่ในกรณีที่เครื่องยนต์มีภาระงานมาก ความเร็วรอบสูง เครื่องยนต์ต้องการปริมาณไอดี และปล่อยไอเสียมาก ลิ้นก็ควรเปิดนานกว่าปกติ ซึ่งรายละเอียดในเรื่องดังกล่าวนักเรียนจะได้ศึกษาในรายวิชาแทคโนยานยนต์สมัยใหม่ต่อไป

ค่ามาตรฐานในการตั้งระยะห่างของลิ้น (Standard Clearance)

การบริการลิ้นเครื่องยนต์ เป็นหน้าที่ของช่างที่จะต้องให้บริการ แต่เนื่องจากเครื่องยนต์มีอยู่มากมายหลายชนิด ทั้งผลิตในยุโรป อเมริกา และเอเชีย การที่จะให้บริการลิ้นได้ถูกต้องจะต้องอาศัยคู่มือของเครื่องยนต์ (Manual) ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องยนต์ที่มีอยู่มีขนาด รูปแบบ และวัตถุประสงค์ ที่แตกต่างกัน ดังนั้นการบริการลิ้นโดยเฉพาะการตั้งระยะห่างของลิ้นจึงแตกต่างกัน

กรณีที่ไม่มีคู่มือบริการลิ้น ก็สามารถนำค่ามาตรฐานมาปรับใช้บริการลิ้นได้

การปรับตั้งระยะห่างลิ้น (Adjusting Valve Clearance)

เมื่อเครื่องเย็น (Cold)

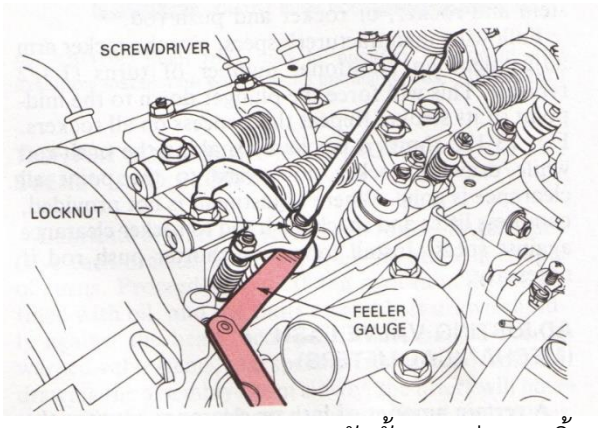
กำหนดลิ้นไอดีมีระยะห่าง(Inlet Clearance) 0.27 มิลลิเมตร (0.010 นิ้ว)

กำหนดลิ้นไอเสียมีระยะห่าง(Exhaust Clearance) 0.38 มิลลิเมตร (0.015 นิ้ว)

เมื่อเครื่องร้อน (Hot)

กำหนดลิ้นไอดีมีระยะห่าง(Inlet Clearance) 0.20 มิลลิเมตร (0.008 นิ้ว)

กำหนดลิ้นไอเสียมีระยะห่าง(Exhaust Clearance) 0.30 มิลลิเมตร (0.012 นิ้ว)



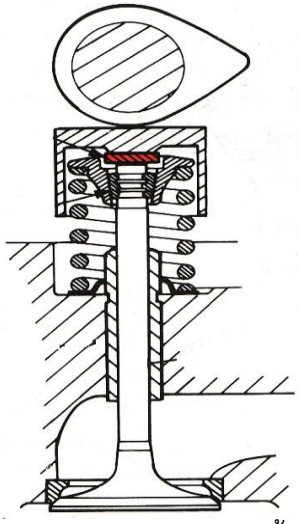
แสดงการปรับตั้งระยะห่างของลิ้น

สำหรับเครื่องยนต์ที่มีเพลาลูกเบี้ยวอยู่บนฝาสูบ ที่ไม่ใช้กระเดื่องกดลิ้น แต่จะใช้ลูกถ้วยกดลิ้นโดยตรง ซึ่งเป็นเครื่องยนต์รุ่นใหม่ การปรับตั้งระยะห่างของลิ้นไม่สามารถทำได้ แต่จะใช้การเปลี่ยนลูกถ้วยเมื่อถึงอายุการบริการ หรือเป็นการรองแผ่น “ชิม” (Valve Adjusting Disc) ค่ามาตรฐานระยะห่างระหว่างเพลาลูกเบี้ยว (Camshaft) กับลูกถ้วยกดลิ้น(Cam Follower) เป็นดังนี้

ค่ามาตรฐาน(Training Manual Gasoline Engine Vol.1 Step 2 , Toyota Motor)

ลิ้นไอดี 0.030 - 0.085 มิลลิเมตร (0.0012 - 0.0033 นิ้ว)

ลิ้นไอเสีย 0.035 - 0.090 มิลลิเมตร (0.0014 - 0.0035 นิ้ว)


แสดงการใช้ลูกถ้วยกดลิ้น

เสื้อสูบ (Cylinder Block)

เสื้อสูบเครื่องยนต์ ในบางครั้งเรียกว่า “**เรือนสูบ**” เป็นชิ้นส่วนหลักที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของเครื่องยนต์ สร้างด้วยเหล็กหล่อสีเทา (Cast gray iron) ที่ทนความร้อนได้สูง เสื้อสูบได้รับการออกแบบให้สามารถติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆได้ เช่น มีกระบอกสูบ เพลาข้อเหวี่ยง เพลาลูกเบี้ยว ฯลฯ

แสดงลักษณะของเสื้อสูบ

ความสำคัญของเสื้อสูบ

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าเสื้อสูบหรือเรือนสูบ เป็นองค์ประกอบหลักของเครื่องยนต์ ชิ้นส่วนที่สำคัญหลายชิ้นได้รับการติดตั้งบนเสื้อสูบ เสื้อสูบได้มีการออกแบบให้สามารถระบายความร้อนได้ด้วยอากาศ และน้ำ การออกแบบเสื้อสูบจึงมีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบต่างๆของเครื่องยนต์ เช่นระบบหล่อลื่น ระบบระบายความร้อน ระบบจุดระเบิด การออกแบบเสื้อสูบยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับลักษณะอื่นๆอีก

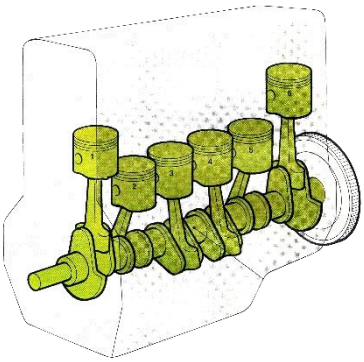
เสื้อสูบ ปีนชิ้นส่วนหลักและมีขนาดใหญ่ที่สุด สร้างด้วยเหล็กหล่อสีเท่า ทนต่ออุณหภูมิได้สูงถึง 800 c.

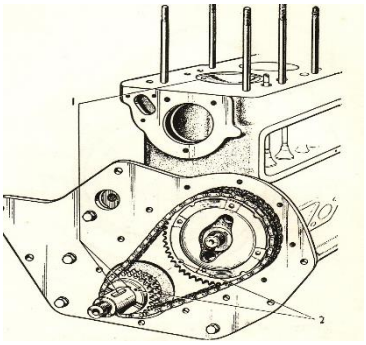
ข้อควรระวัง

เนื้อโลหะมีความแข็ง แต่เปราะ แตกชำรุดได้ง่าย จึงควรระมัดระวังเกี่ยวกับการบริการเสื้อสูบ

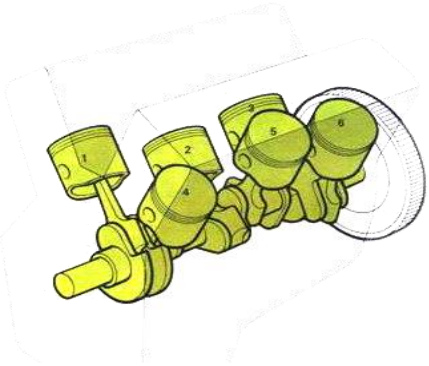
<u>รูปแบบการวางลูกสูบสำหรับยานยนต์</u>

1 แบบเรียงแถว (Inline Type)

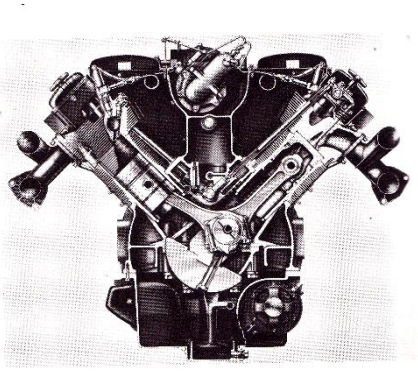




2 แบบรูปตัววี (V- Type)



รูปแบบการวางกระบอกสูบ



3. แบบตรงกันข้าม(Opposed cylinders)

การออกแบบในการจัดวางกระบอกสูบ มีส่วนสำคัญต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ ในปัจจุบันมีเครื่องยนต์จำนวนมากได้ออกแบบการวางกระบอกสูบเอียง ไม่ตั้งฉากเหมือนก่อน เพราะจะทำให้ลดการสั่นสะเทือนลงได้

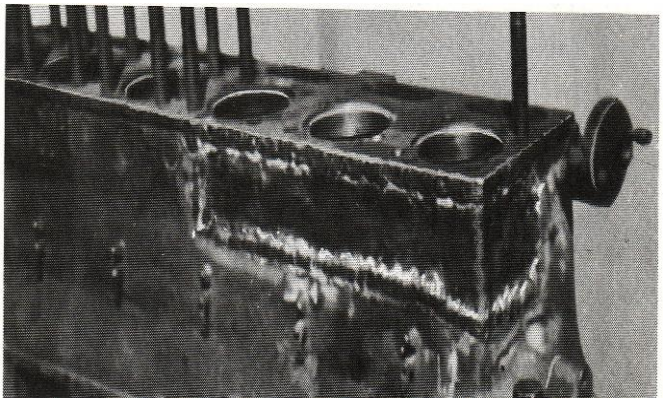
การบริการเสื้อสูบ

การบริการเสื้อสูบสามารถทำได้หลายวิธี ตั้งแต่การล้างทำความสะอาด การตรวจรอยแตกร้าวทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภท ชนิด และขนาดของเสื้อสูบแต่ละชุด แต่การบริการพื้นฐานที่จะต้องทำคือการล้างทำความสะอาด โดยใช้น้ำมัน น้ำผสมผงซักฟอก หรือไอน้ำความร้อนสูงฉีดเข้าไป จะทำให้คราบน้ำมันที่เสื้อสูบถูกชะล้างออก เมื่อเสื้อสูบสะอาดแล้วให้ใช้ลมเป่าให้แห้ง หลังจากนั้นให้ทำการตรวจรอยแตกร้าว และตรวจช่องทางการไหลของน้ำ และน้ำมันหล่อลื่น

การล้างและทำความสะอาดเสื้อสูบ จะช่วยให้มองเห็นรอยชำรุด แตกร้าวของเสื้อสูบ ทำให้ง่ายต่อการบริการยิ่งขึ้น

เสื้อสูบที่ล้างเรียบร้อยแล้ว

การแตกร้าวของเสื้อสูบ

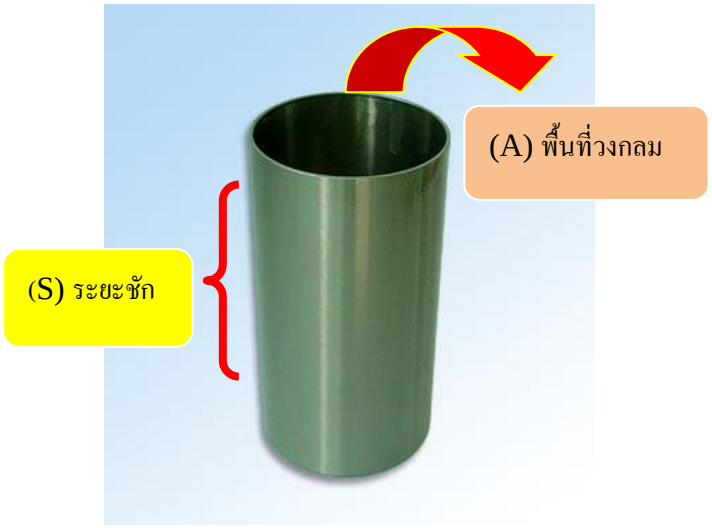


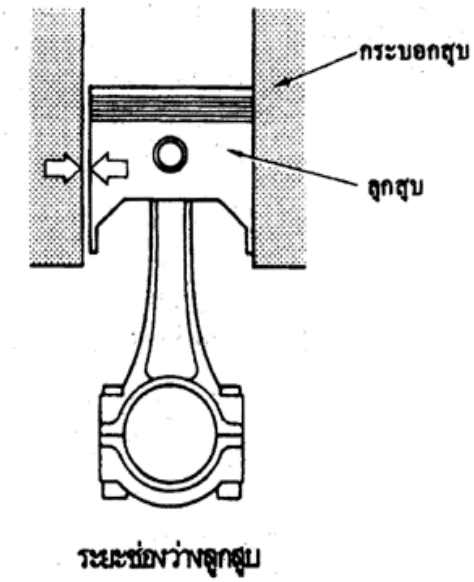
กระบอกสูบเครื่องยนต์ เป็นส่วนที่สวมเข้าไปภายในช่องของเสื้อสูบ กระบอกสูบเป็นชิ้นส่วนที่ทำมาจากวัสดุที่แข็งแรง ทนต่อความดัน และความร้อนสูง กระบอกสูบเป็นส่วนที่เกิดพลังงานความร้อนเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ขับดันลูกสูบให้เคลื่อนที่ ผลักดันเพลาข้อเหวี่ยงให้หมุน เครื่องยนต์ทำงานได้

กระบอกสูบ ลูกสูบ และแหวน

คุณลักษณะของกระบอกสูบ

กระบอกสูบมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก ทำด้วยโลหะแข็ง ผิวด้านในเรียบเป็นมัน ภายในกระบอกสูบมีลูกสูบ(Piston) ทำงานเคลื่อนขึ้นลงตามการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยง ขนาดความโตของกระบอกสูบ (BORE) และขนาดความยาวของกระบอกสูบ เป็นตัวชี้วัดกำลัง และปริมาตร ของเครื่องยนต์ เช่นเครื่องยนต์มีขนาดความโตกระบอกสูบ 100 มม. ระยะชัก (Stroke) 100 มม. เครื่องยนต์จะมีปริมาตร 785.40 ลูกบาศก์เซนติเมตร(785.40 CC.:Cubic centimetres)





ลักษณะและโครงสร้างของกระบอกสูบ

ปริมาตรรกระบอกสูบ(V) = พื้นที่วงกลม(A) × ระยะชัก (S)

V = ปริมาตรกระบอกสูบ

$A = \pi r^2$

S = ระยะชัก (ตำแหน่ง ของลูกสูบ TDC. → BDC.)

$V = \pi r^2 \times S$ ←

หน่วยที่ใช้ : มิลลิเมตร หรือ เซนติเมตร

ซม^3 = *CC.*

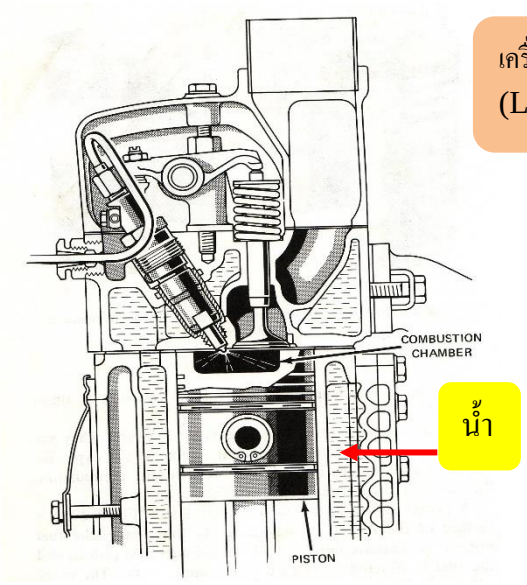
เช่น : 100 ซม^3 = *100 cc.*

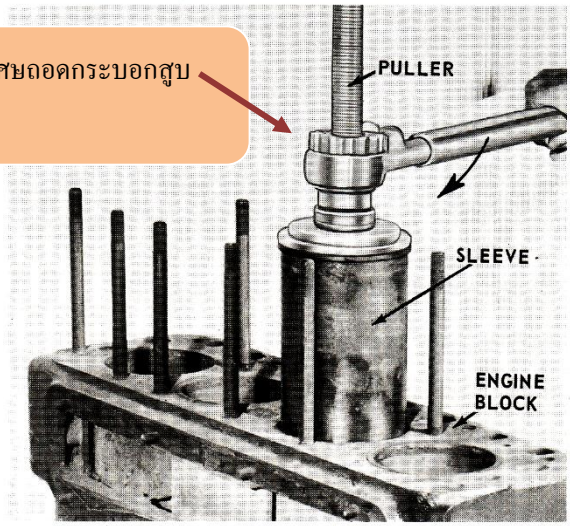
กระบอกสูบแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1 กระบอกสูบเปียก (Wet Liner)

2 กระบอกสูบแห้ง (Dry Liner)

กระบอกสูบเปียก (Wet Liner) เป็นกระบอกสูบ ที่กระบอกสูบสัมผัสกับน้ำระบายความร้อนโดยตรง กระบอกสูบแบบนี้การระบายความร้อนจะดีมาก เนื่องจากความร้อนถูกถ่ายเทโดยตรงกับน้ำระบายความร้อน และนอกจากนั้น กระบอกสูบแบบนี้สามารถถอดเปลี่ยนได้โดยสะดวก ไม่ต้องนำมาคว้าน แต่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับการรั่วของน้ำระบายความร้อนอาจจะไหลเข้าไปภายในกระบอกสูบ ดังนั้นกระบอกสูบแบบเปียกจึงต้องมีซีลยาง (O - Ring) ป้องกันการรั่ว การถอดประกอบจึงต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษและทุกครั้งที่ถอดเปลี่ยนกระบอกสูบจะต้องเปลี่ยนซีลกันรั่วด้วย





กระบอกสูบเปียกจะมีน้ำอยู่โดยรอบกระบอกสูบ การถอดกระบอกสูบออกจากเสื้อสูบ

<u>กระบอกสูบแห้ง</u> <u>(Dry Liner)</u> เป็นกระบอกสูบที่สวมอัดด้วยความร้อนเข้าไปในช่อง(รู) ของเสื้อสูบ การสวมอัดในลักษณะนี้ผนังด้านนอกของกระบอกสูบจะต้องแนบกับเสื้อสูบตลอดแนว เพื่อให้สามารถถ่ายเทความร้อนได้สะดวก กระบอกสูบแบบแห้งมีการระบายความร้อนได้ด้อยกว่ากระบอกสูบแบบเปียก แต่มีข้อดีที่สามารถป้องกันการรั่วของน้ำระบายความร้อนได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้นกระบอกสูบแบบแห้งยังทนต่อความร้อนและความดันสูงได้โดยไม่ทำให้ กระบอกสูบมีขนาดเปลี่ยนไปจากเดิม เป็นการป้องกันลูกสูบติดในขณะทำงานได้ด้วย

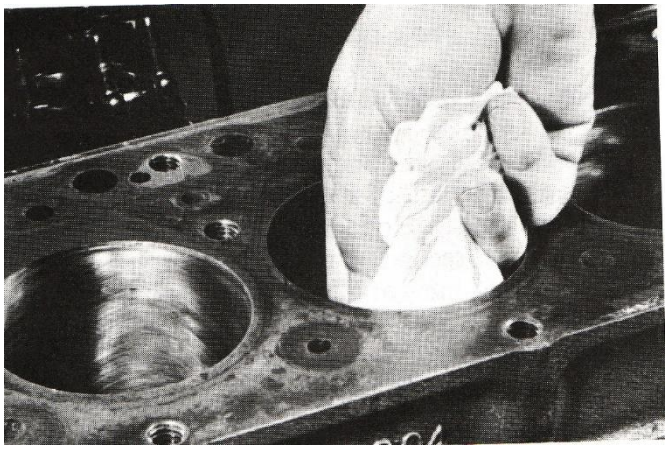
กระบอกสูบแบบแห้ง ไม่สามารถถอดได้ ดังนั้นในกรณีที่ผนังกระบอกสูบชำรุดมีรอยขูดขีดการซ่อมบำรุงจึงต้องคว้านกระบอกสูบ และขัดให้ผนังกระบอกสูบมีผิวเรียบ โดยใช้เครื่องมือพิเศษเรียกว่าเครื่องคว้านกระบอกสูบ (Boring the cylinder) การคว้านกระบอกสูบเป็นการซ่อมบำรุงกระบอกสูบที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ และมีข้อจำกัดหลายประการที่ช่างเทคนิคต้องคำนึงถึง เช่นขนาดของลูกสูบ จำนวนครั้งที่คว้านกระบอกสูบฯลฯ

กระบอกสูบจะมีการออกแบบให้ผิวด้านในเรียบทนต่อความร้อน และความดันสูง ผิวด้านใน(ผนังกระบอกสูบ) จะต้องทนต่อการสึกหรออันเนื่องจากการเสียดสีของแหวนลูกสูบกับผนังกระบอกสูบ ดังนั้นโลหะที่นำมาฉาบผิวให้แข็งจึงต้องเลือกโลหะที่มีส่วนผสมของนิกเกิล (Nickel) โครเมียม (Chromium) โมลิบดินัม (Molybdenum) และ ทองแดง(Copper)

การบริการกระบอกสูบ

การบริการกระบอกสูบ มีงานที่จะต้องปฏิบัติดังนี้

1 การล้างทำความสะอาด
2 การตรวจผนังกระบอกสูบ
3 การวัดกระบอกสูบ ด้วยเครื่องมือวัดกระบอกสูบ (Bore gauge)
4 การถอด ประกอบ กระบอกสูบ
5 การคว้านกระบอกสูบ
6 การขัดกระบอกสูบ



การทำความสะอาดผนังกระบอกสูบ

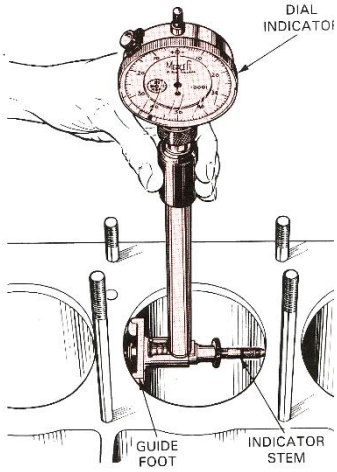
1 การล้างทำความสะอาด เป็นขั้นตอนแรกที่จะต้องทำใน เบื้องต้น โดยปกติใช้น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล หรือ เคมีภัณฑ์ที่ใช้เฉพาะล้างชิ้นส่วนก็ได้ การล้างทำความสะอาดให้เรียบร้อย จะช่วยให้การดำเนินงานในขั้นตอนต่อไปมีความสะดวกยิ่งขึ้น

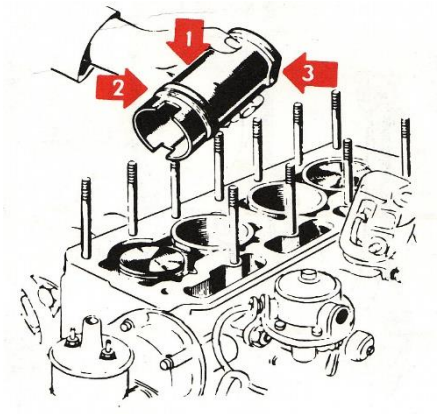
การตรวจผนังกระบอกสูบ (Cylinder wall) เมื่อล้างทำความสะอาดเรียบร้อยแล้ว จะต้องตรวจการสึกหรอชำรุดบนผนังกระบอกสูบ โดยปกติผนังกระบอกสูบจะเรียบเป็นมัน ไม่มีรอยขีดเป็นเส้นให้เห็น แต่หากปรากฏว่าผนังกระบอกสูบมีริ้วรอยขูดขีด ถือว่าผนังกระบอกสูบชำรุดจะต้องนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุ และหาทางแก้ไขปรับปรุง

3. การวัดกระบอกสูบ โดยใช้เครื่องมือพิเศษเพื่อวัดหาขนาดของกระบอกสูบ เพื่อนำค่าที่วัดได้ไปวิเคราะห์เพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุงกระบอกสูบ เช่น การหาค่าขนาดความโตในแต่ละจุดของกระบอกสูบมาคำนวณหาการบิดเบี้ยว หรือการนำค่าที่ได้ไปคว้านเมื่อเห็นว่าผนังกระบอกสูบมีรอยขูดขีดจนไม่อาจขัดให้หมดได้

4 . การถอด ประกอบ กระบอกสูบ ใช้กับกระบอกสูบแบบเปียกที่สามารถถอดเปลี่ยนได้ เมื่อตรวจพบว่ากระบอกสูบชำรุด เช่น มีรอยขูดขีด หรือสึกหรอเนื่องจากการใช้งานมานาน จนไม่อาจซ่อมได้ การถอดโดยปกติใช้เครื่องมือพิเศษ

Bore gauge





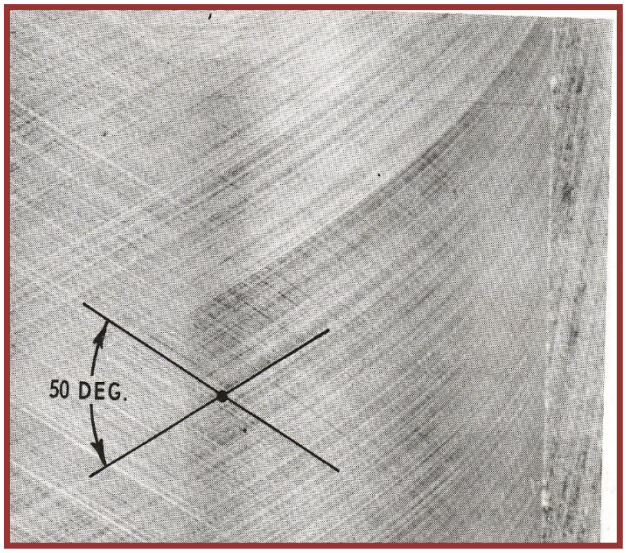
5 การคว้ [illegible] ได้ปัญห [illegible] กระบอกสูบที่ถอดเปลี่ยนได้
การคว้ [illegible] ย วิธีก [illegible]
(Over [illegible] าล่าวนี้
ได้ ทั้งนี้เนื่องจากอัตราส่วนการอัดเปลี่ยนไป

การวัดความโตของกระบอกสูบ

เครื่องคว้านกระบอกสูบ

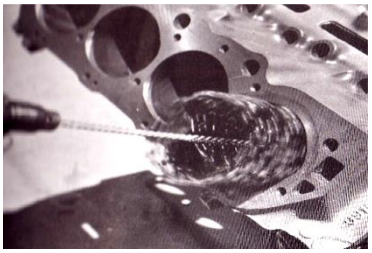
การคว้านกระบอกสูบ เป็นการแก้ปัญหาเนื่องจากผนังกระบอกสูบเป็นรอยขูดขีด ไม่สามารถขัดให้หมดได้ การคว้านทำให้กระบอกสูบโตขึ้นเล็กน้อย ดังนั้นจึงต้องเปลี่ยนแหวนและลูกสูบให้มีขนาดโตกว่าเดิม

6 การขัดกระบอกสูบ หลังจากทำการคว้านกระบอกสูบเรียบร้อยแล้ว จะต้องนำกระบอกสูบมาขัดด้วยเครื่องขัด เพื่อขจัดรอยมีดคว้าน การใช้เครื่องขัดจะช่วยให้ผนังกระบอกสูบเรียบยิ่งขึ้น จะเห็นได้ว่าหลังจากขัดด้วยเครื่องขัดแล้ว จะมองเห็นผิวของผนังเป็นรอยตัดกันประมาณ 50 องศา รอยดังกล่าวจะให้ประโยชน์เพื่อให้น้ำมันหล่อลื่นเกาะจับผนังกระบอกสูบได้ดียิ่งขึ้น ลดการสึกหรอ

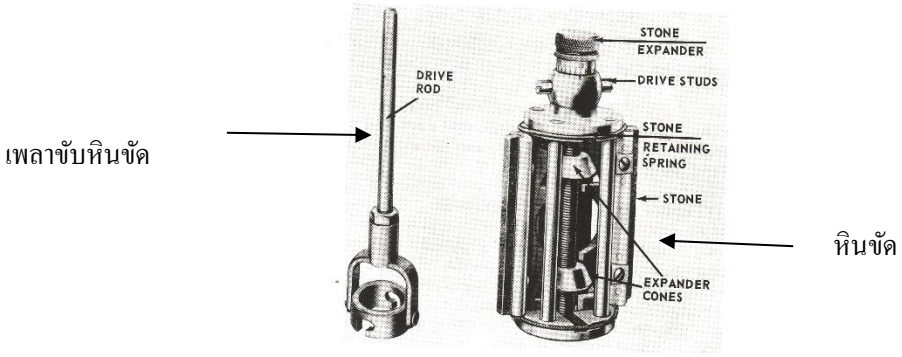


แสดงลักษณะผิวด้านในที่ผ่านการขัดมาแล้วด้วยเครื่องขัด

จากรูป เครื่องขัดแบบใช้ใยสังเคราะห์ เป็นเครื่องขัดตบแต่งผิว เพื่อให้ผนังกระบอกสูบเรียบยิ่งขึ้น



แสดงการขัดกระบอกสูบด้วยลวดขัดพิเศษ



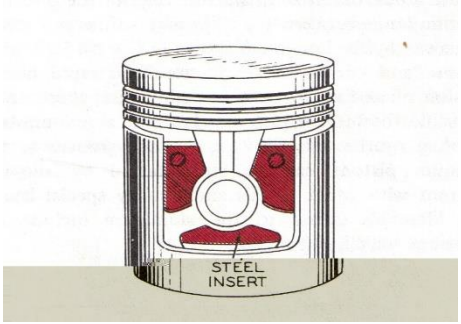
แสดงเครื่องขัดกระบอกสูบแบบหินขัดหมุน

จากรูป เครื่องขัดกระบอกสูบ ชนิดหินขัดหมุน เมื่อนำด้ามหมุน(Drive rod) มาประกอบต่อกับชุดหินขัด จะมีมอเตอร์ไฟฟ้าขับให้ชุดหินขัดทำงาน จะเห็นได้ว่าหินขัดจะขยายถ่างออกสัมผัสพอดีกับกระบอกสูบ

ลูกสูบ เครื่องยนต์ (Piston**)**

เป็นชิ้นส่วนหลักที่เคลื่อนที่ กลับไปกลับมา ภายในกระบอกสูบเครื่องยนต์ ลูกสูบเป็นตัวเปลี่ยนพลังงานความร้อน เป็นพลังงานกลส่งถ่ายพลังงานต่อไปยังเพลาข้อเหวี่ยง การออกแบบลูกลูบจึงต้องใช้ความรู้หลายสาขามาบูรณา

การเข้าด้วยกัน เป็นต้นว่าความรู้ที่เกี่ยวกับ โลหะวิทยา , พลังงาน, ฟิสิกส์, เคมี ฯลฯ



ลูกสูบเครื่องยนต์