งานเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

ระบบลิ้นเครื่องยนต์แก๊สโซลีน (Gasoline Engine Valve Systems)

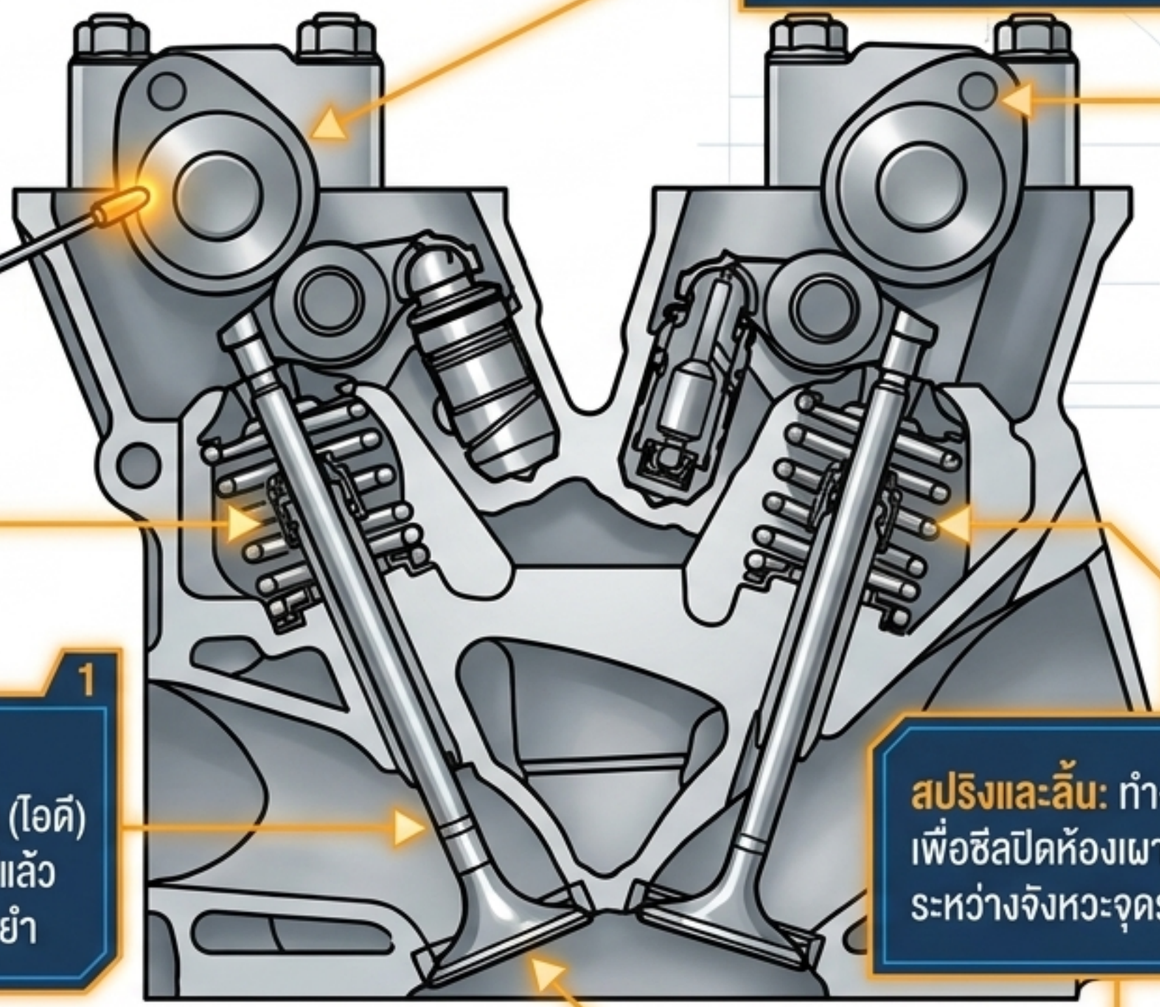
บทเรียนฉบับสมบูรณ์: โครงสร้าง การทำงาน และการบำรุงรักษา

- ผู้สอน: นายวีระพัฒน์ รุขวัญราช
- สาขาวิชา: ช่างยนต์
- สถาบัน: วิทยาลัยการอาชีพหลังสวน

NotebookLM

โครงสร้างและหน้าที่หลักของระบบลิ้น

ควบคุม "ลมหายใจ" ของเครื่องยนต์



2

เพลาลูกเบี้ยว (Camshaft):
ทำหน้าที่กำหนดจังหวะและระยะการกดลิ้น

1

หน้าที่หลัก:
เปิดให้อากาศ-น้ำมันเข้า (ไอดี) และระบายแก๊สที่เผาไหม้แล้วออก (ไอเสีย) อย่างแม่นยำ

3

สปริงและลิ้น: ทำงานร่วมกันเพื่อซีลปิดห้องเผาไหม้ให้สนิทระหว่างจังหวะจุดระเบิด

NotebookLM

เปรียบเทียบ 3 รูปแบบการติดตั้งลิ้นเครื่องยนต์

เลือกใช้งานตามความต้องการของสมรรถนะและโครงสร้าง

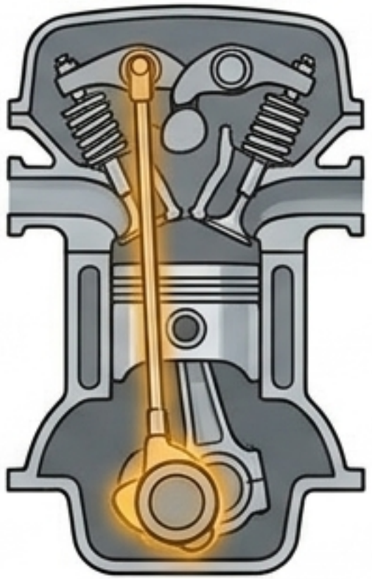
แบบลิ้นบนฝาสูบ (OHV)	เพลาลูกเบี้ยวเดี่ยว (SOHC)	เพลาลูกเบี้ยวคู่ (DOHC)
✓ ได้อัตราอัดสูง	✓ อัตราอัดสูง, รองรับความเร็วรอบเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น	✓ อัตราอัดสูงและกำลังสูงมาก, เหมาะกับรอบจัด
✗ ใช้กำลังขับลิ้นมากที่ความเร็วรอบต่ำ	✗ โครงสร้างค่อนข้างซับซ้อน, ใช้กำลังขับลิ้นปานกลาง	✗ โครงสร้างซับซ้อนที่สุด, ใช้กำลังขับลิ้นมาก

NotebookLM

เจาะลึกโครงสร้าง: OHV กับ SOHC

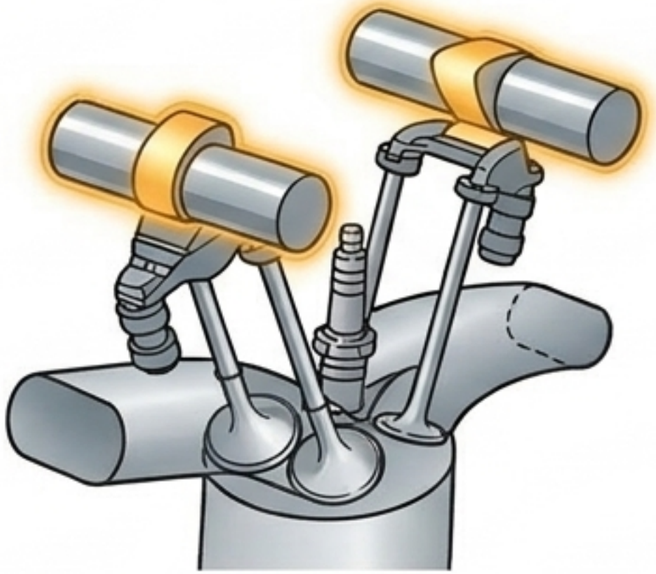
การย้ายตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยวเพื่อลดชิ้นส่วนเคลื่อนที่

แบบก้านกระทุ้ง OHV



- เพลาลูกเบี้ยวติดตั้งอยู่ ด้านล่าง (ในเสื้อสูบ)
- ต้องใช้ 'ก้านกระทุ้ง' ส่งแรงยาวขึ้นมาที่กระเดื่องกดลิ้นบนฝาสูบ

แบบแคมเดี่ยว SOHC



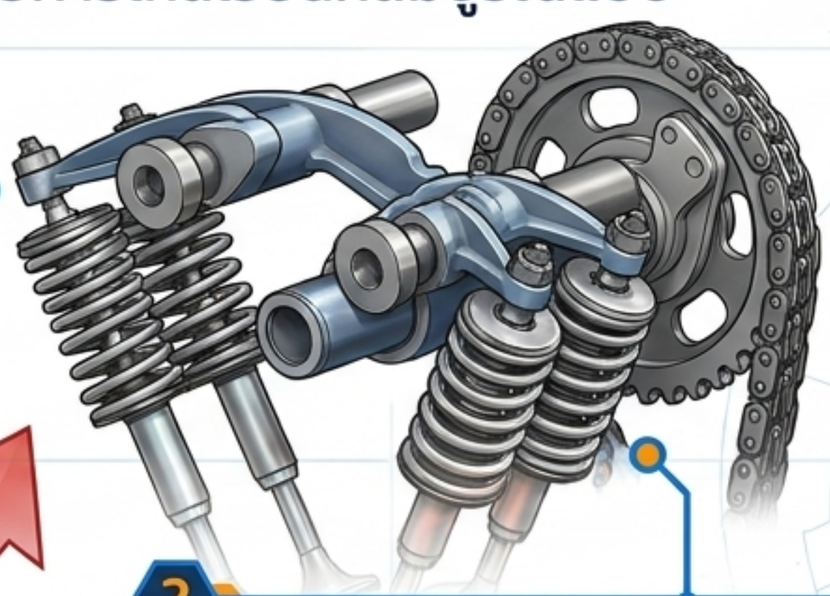
- เพลาลูกเบี้ยวถูกย้ายมาติดตั้ง บนฝาสูบ
- ลดชิ้นส่วนก้านกระทุ้ง ทำให้การตอบสนองดีขึ้นและทำงานที่รอบสูงได้เสถียรกว่า

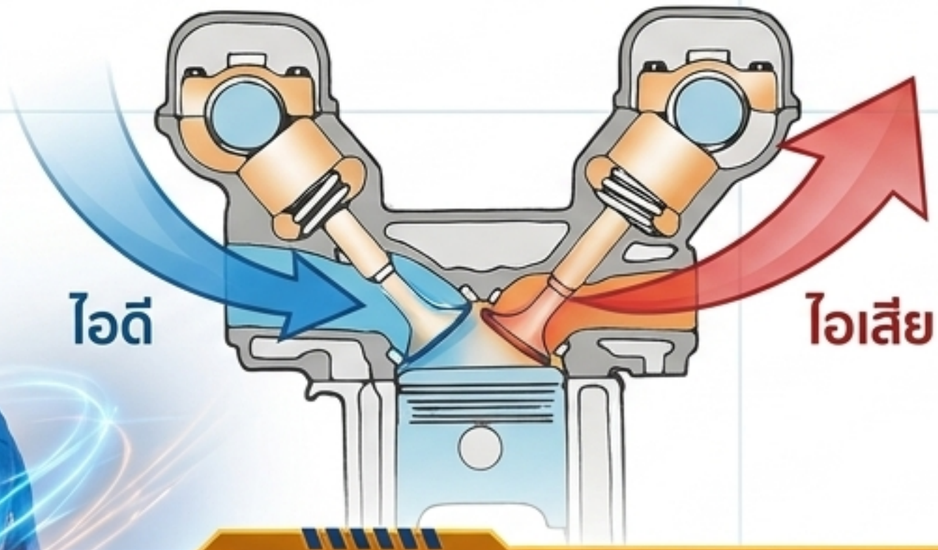
NotebookLM

ขีดสุดแห่งสมรรถนะ DOHC และ 4 ลิ้นต่อสูบ

แยกการควบคุมไอดี-ไอเสียอย่างอิสระ เพื่อการไหลเวียนที่สมบูรณ์แบบ

1 แคมคู่ (Double Overhead Camshaft):
แยกเพลาลูกเบี้ยวไอดี และ เพลาลูกเบี้ยวไอเสีย ออกจากกันอย่างอิสระ





2 4 ลิ้นต่อสูบ:
เพิ่มพื้นที่หน้าตัดให้ไอดีเข้าได้ลึกขึ้น และไอเสียออกได้เร็วขึ้น (เพิ่มปริมาตรบรรจุ)

การขับตรง (Direct Drive) ผ่าน 'ถ้วยกดลิ้น' ช่วยลดชิ้นส่วนกระเดื่อง ทำให้การตอบสนองของเครื่องยนต์ฉับไวที่สุด

NotebookLM

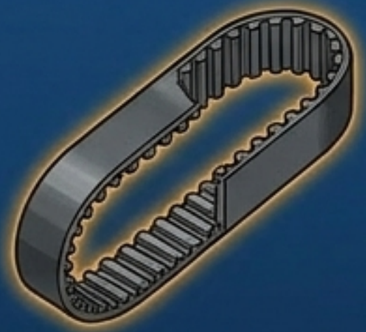
กลไกการขับเพลาลูกเบี้ยว (Timing Drive Mechanisms)

3 วิธีในการเชื่อมต่อเพลาข้อเหวี่ยงกับเพลาลูกเบี้ยว

กฎเหล็กการไทม์มิ่ง: เพลาลูกเบี้ยวต้องหมุนสัมพันธ์กับเพลาข้อเหวี่ยงในอัตราส่วน 1 : 2 เสมอ (เพลาข้อเหวี่ยงหมุน 2 รอบ = เพลาลูกเบี้ยวหมุน 1 รอบ)

1. แบบเฟือง (Timing Gear): ทนทานสูงสุด แม่นยำ สำหรับงานหนัก

2. แบบโซ่ (Timing Chain): อายุการใช้งานยาวนาน ยืดหยุ่นระยะห่าง



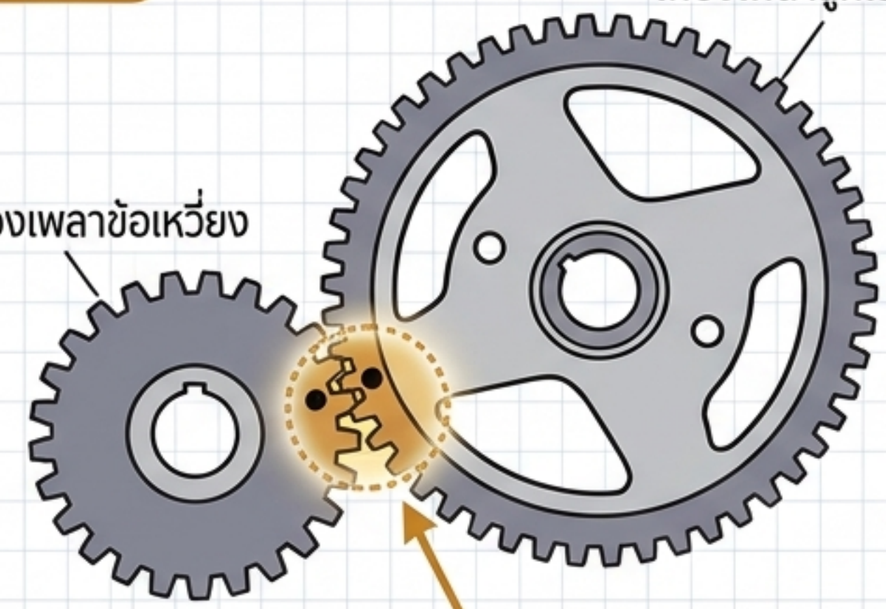
3. แบบสายพาน (Timing Belt): ทำงานเงียบ น้ำหนักเบา ไม่ต้องใช้น้ำมันหล่อลื่น

NotebookLM

1. ขับด้วยเฟืองไทมิ่ง (Timing Gears)

ความแม่นยำสูงสุด สำหรับเครื่องยนต์รอบต่ำหรือสไตล์ OHV

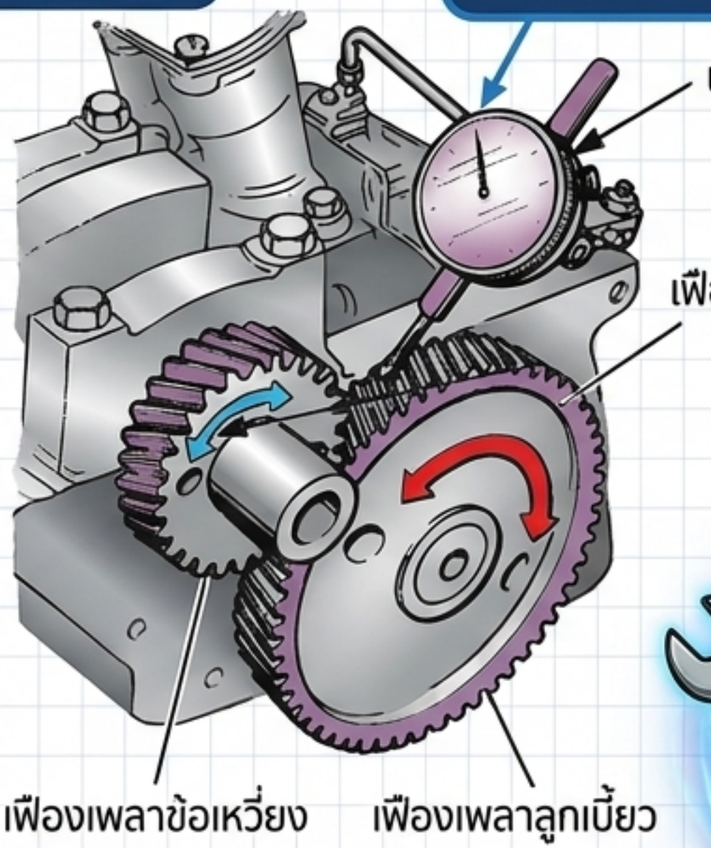
Exhibit A



เครื่องหมายตั้งเฟือง (Timing Marks):
ฟันเฟืองเพลาข้อเหวี่ยงและเพลาลูกเบี้ยวต้องประกอบให้ตรงมาร์คแป๊ะตามคู่มือ เพื่อไม่ให้จังหวะการเปิด-ปิดผิดเพี้ยน

Exhibit B

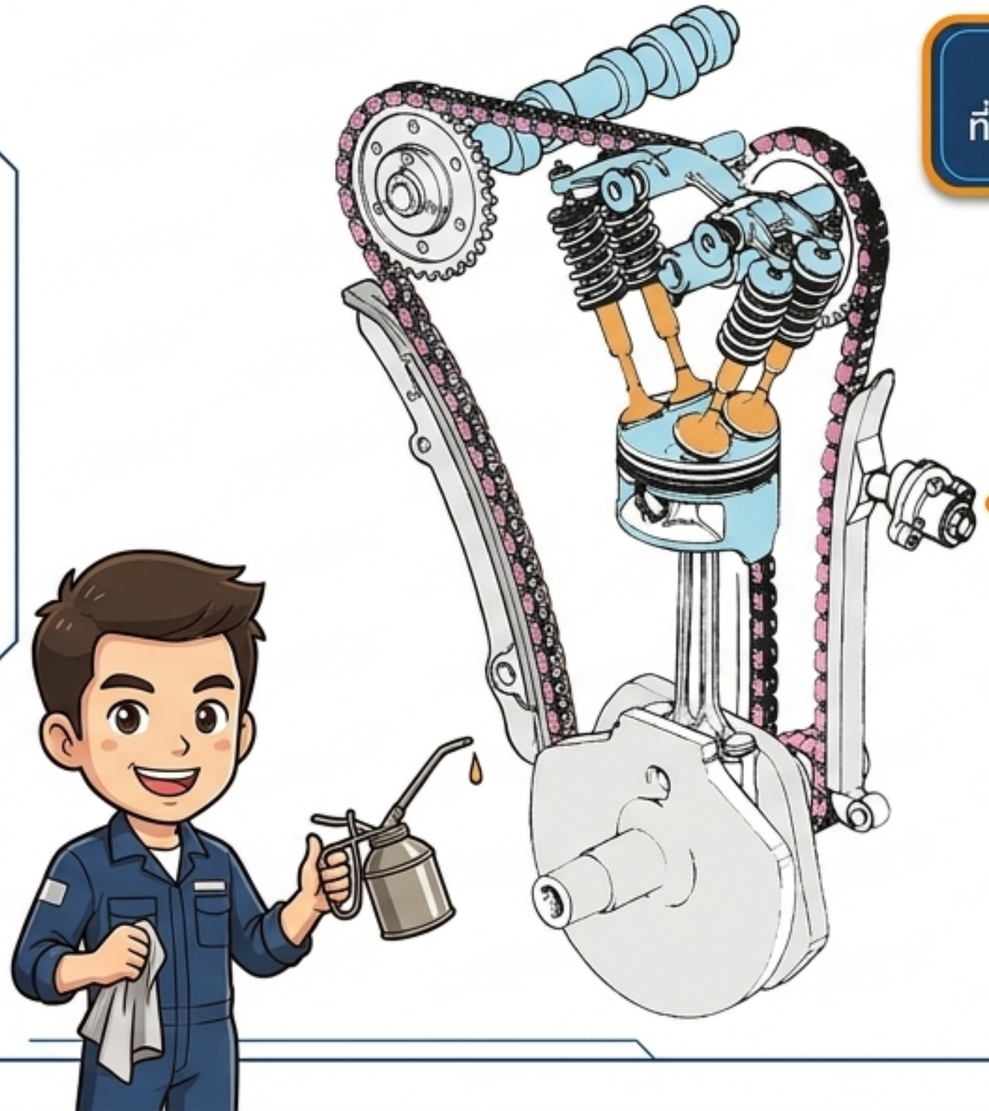
การตรวจระยะฟรี (Backlash):
ใช้ นาฬิกาวัด (Dial Gauge) ตรวจสอบระยะฟรีของฟันเฟือง หากระยะห่างหลวมเกินไปจะเกิดเสียงดังขณะทำงานและจังหวะคลาดเคลื่อน



NotebookLM

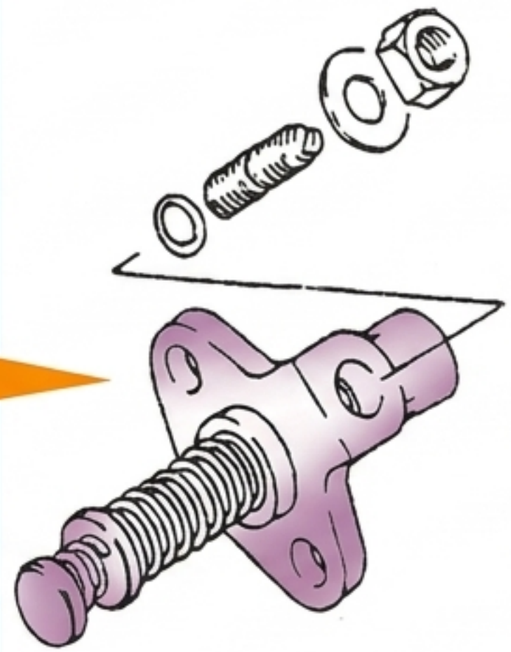
2. ขับด้วยโซ่ไทมิ่ง (Timing Chains)

แข็งแกร่ง ทนทาน และหล่อลื่นด้วยน้ำมันเครื่อง



นิยมใช้ในเครื่องยนต์ DOHC ยุคใหม่
ที่มีระยะห่างระหว่างเพลาข้อเหวี่ยงกับเพลาลูกเบี้ยวมาก

Exploded View



ตัวปรับความตึงโซ่ไทมิ่ง (Chain Tensioner)

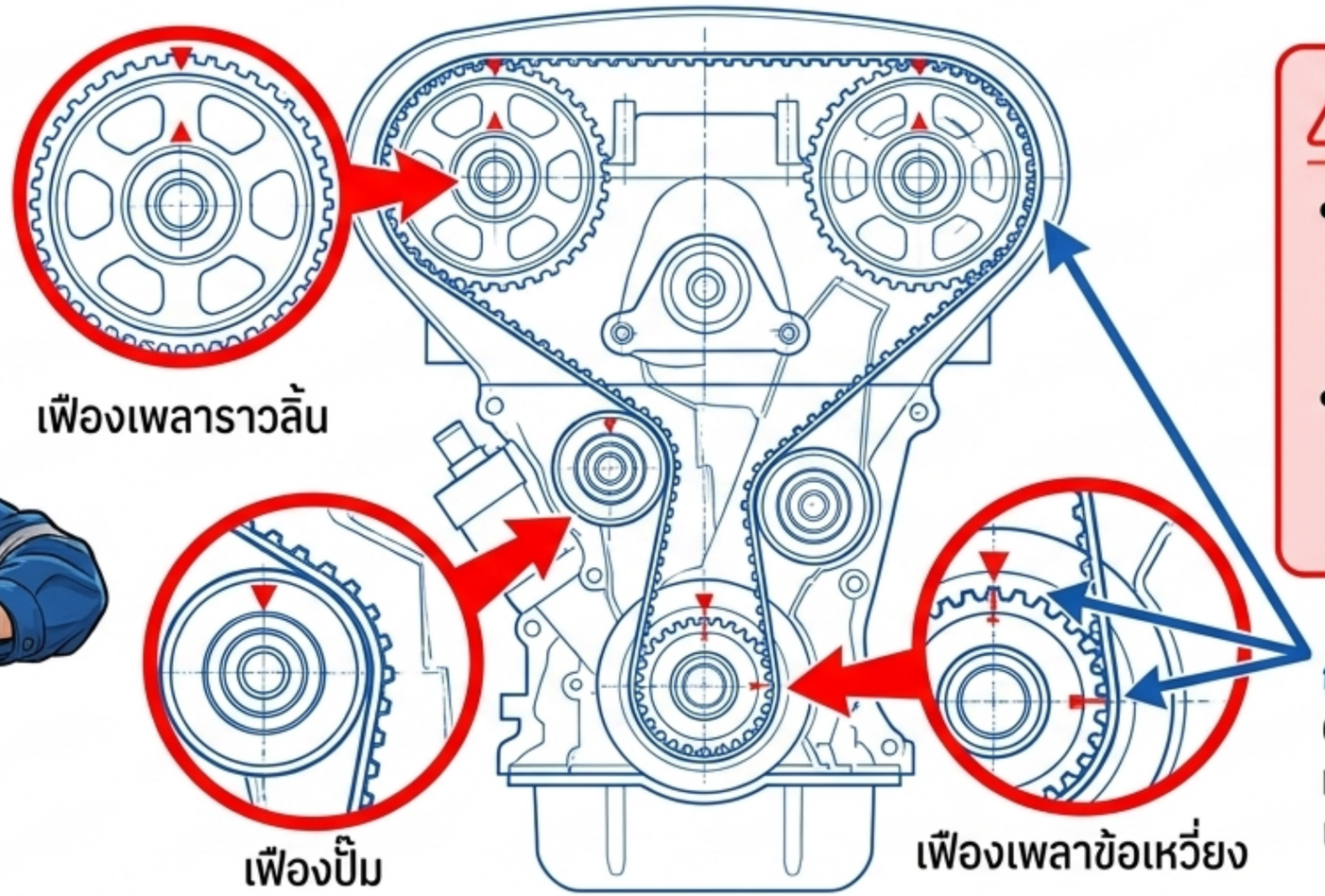
- เนื่องจากโซ่มีความยาว เมื่อใช้งานอาจเกิดการยืดตัว จึงต้องมี “ตัวประคองโซ่” และ “ตัวดันโซ่”
- ทำงานผสมผสานระหว่างสปริงและแรงดันน้ำมันไฮดรอลิก เพื่อดันให้โซ่ตึงอยู่เสมอ ลดเสียงดังและการกระพือ

NotebookLM

3. ขับด้วยสายพานไทมิ่ง (Timing Belts)

ทำงานเงียบ น้ำหนักเบา แต่ต้องดูแลตามระยะทางอย่างเคร่งครัด

วัสดุ: ทำจากยางสังเคราะห์เสริมใยไฟเบอร์ ไม่ต้องหล่อลื่น ทำงานเงียบกริบ



⚠ ข้อควรระวังขั้นวิกฤต

- ต้องเปลี่ยนสายพานตามระยะทางที่คู่มือกำหนด (เช่น ทุก 100,000 กม.)
- หากปล่อยให้สายพานขาดลิ้นกับลูกสูบจะชนกันอย่างรุนแรงจนเครื่องยนต์พังทลาย

การตั้งมาร์คสายพาน:
ต้องจัดตำแหน่งให้ตรงทุกจุด ทั้งมาร์คเพลาข้อเหวี่ยง, เพลาปั๊ม, และเพลาราวลิ้น

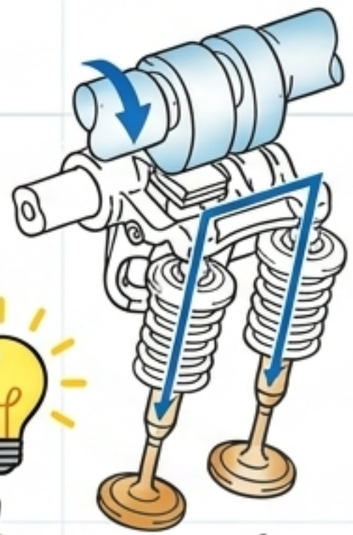
NotebookLM

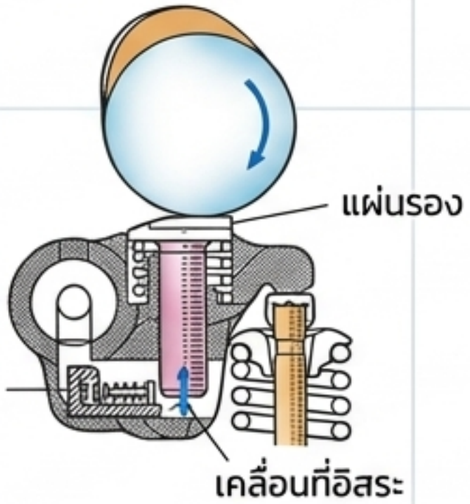
ระบบควบคุมลิ้นอัจฉริยะ (Variable Valve Timing – VVT)

ก้าวข้ามขีดจำกัดด้วยการปรับจังหวะและระยะยกตามความเร็วรอบ

เครื่องยนต์ยุคเก่ามีรูปทรงลูกเบี้ยวตายตัว แต่ VVT สามารถ ‘เปลี่ยนลูกเบี้ยว’ ได้ขณะเครื่องยนต์ทำงาน!

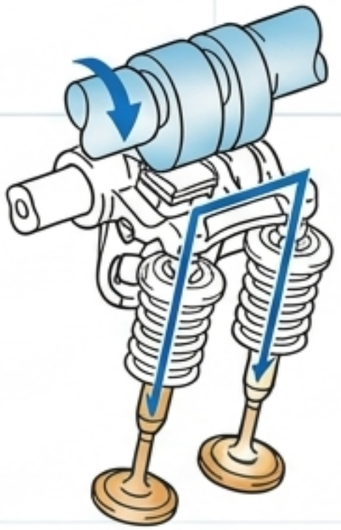
รอบต่ำ-ปานกลาง (Low-Mid Speed)

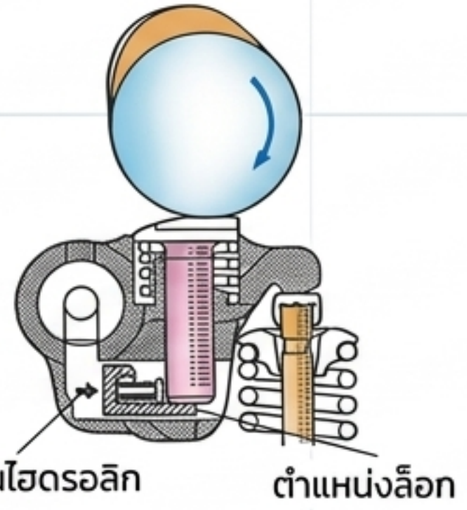




- ใช้ลูกเบี้ยวโปรไฟล์ธรรมดา สลักยังไม่ล็อก
- เน้นประหยัดน้ำมัน และให้เครื่องยนต์เดินเบาเรียบ

รอบสูง (High Speed)





- แรงดันไฮดรอลิกจะดัน สลักล็อก (Lock Pin) ให้กระเดื่องทำงานร่วมกับลูกเบี้ยวโปรไฟล์สูง
- ลิ้นเปิดนานขึ้นและลึกขึ้น = อากาศเข้าได้มหาศาล = สร้างกำลังสูงสุด!

NotebookLM

แผนภูมิการทำงานของระบบควบคุมลิ้นอัจฉริยะ

สมองกล (ECU) สั่งการและตัดสินใจอย่างไรในเสี้ยววินาที?

ข้อมูลขาเข้า / Sensors

รับข้อมูลเรียลไทม์จาก:

- เซ็นเซอร์ตำแหน่งข้อเหวี่ยง
- เซ็นเซอร์ตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยว
- แอร์โฟลว์มิเตอร์ (มวลอากาศ)
- ตำแหน่งลิ้นเร่ง, และอุณหภูมิน้ำ

ประมวลผล / กล่อง ECU

คำนวณเปรียบเทียบกับแผนที่ในหน่วยความจำ เพื่อหา **"จังหวะและระยะยกที่เหมาะสมที่สุด"**

สั่งการ / Output

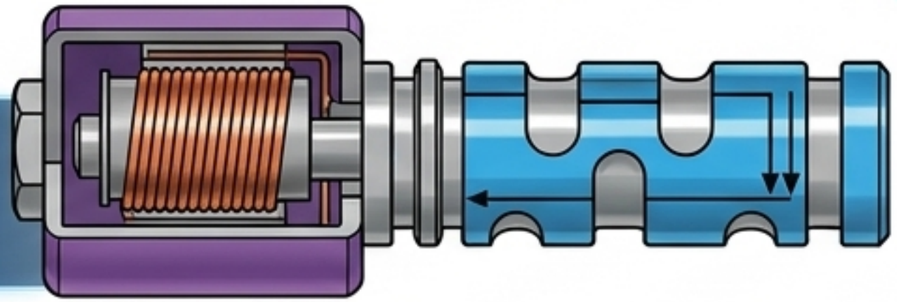
ส่งสัญญาณไฟฟ้าไปควบคุมลิ้นควบคุมความดันน้ำมัน (OCV) เพื่อปรับเปลี่ยนกลไกฮาร์ดแวร์

NotebookLM

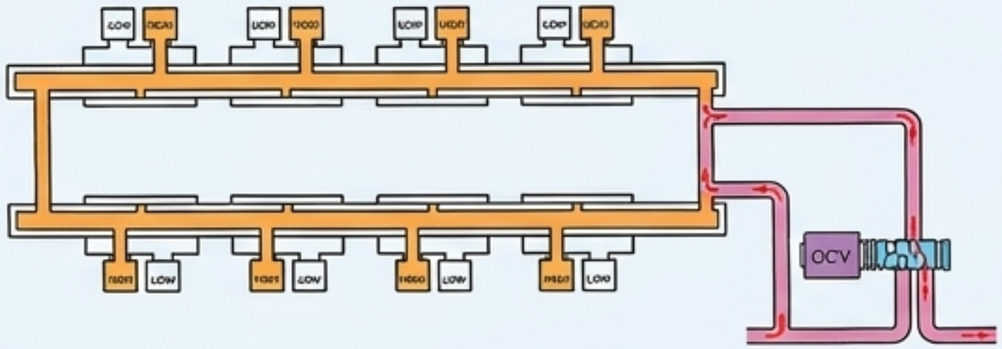
ลิ้นควบคุมความดันน้ำมัน (Oil Control Valve - OCV)

ตัวสลับเส้นทางน้ำมันไฮดรอลิกตามคำสั่งสมองกล

กลไกหลัก: ทำงานด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า (Solenoid) เมื่อ ECU สั่งจ่ายไฟ แกนลิ้น (Spool Valve) จะเลื่อนตัว



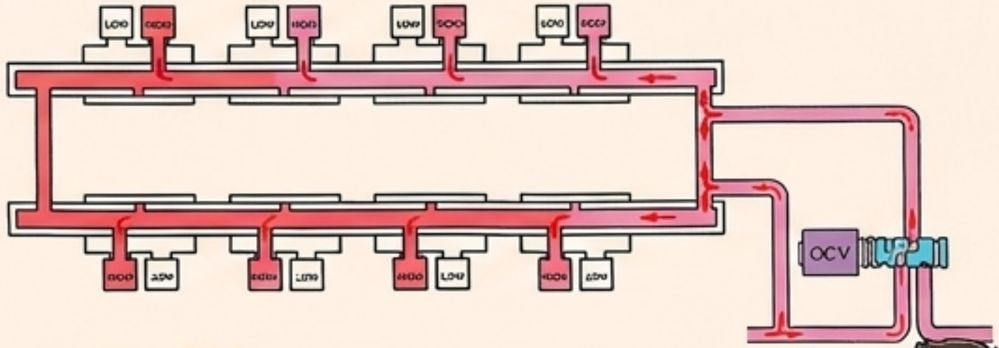
สถานะ OFF



สถานะ OFF

- แกนลิ้นปิดทางน้ำมันเข้า น้ำมันในระบบไหลกลับ
- กลไกกลับไปใช้ลูกเบี้ยวรอบต่ำ (Low Cam) ด้วยแรงสปริง

สถานะ ON



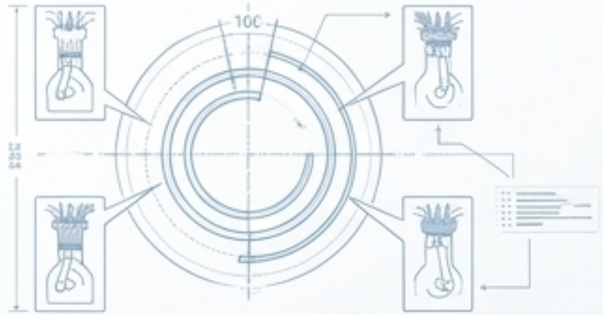
สถานะ ON

- แกนลิ้นเลื่อนเปิดทาง ให้น้ำมันเครื่องแรงดันสูงไหลพุ่งเข้าไปดันสลักล็อก
- กลไกเปลี่ยนไปใช้ลูกเบี้ยวรอบสูง (High Cam) ทันที!

NotebookLM

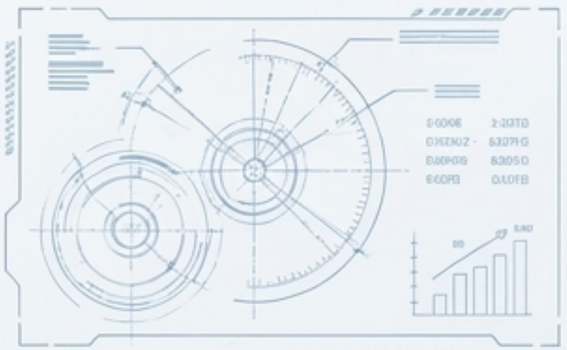
ไดอะแกรมจังหวะการเปิด-ปิดลิ้น (Valve Timing Diagram)

ความลับของการ Overlap เพื่อรีดสมรรถนะสูงสุด



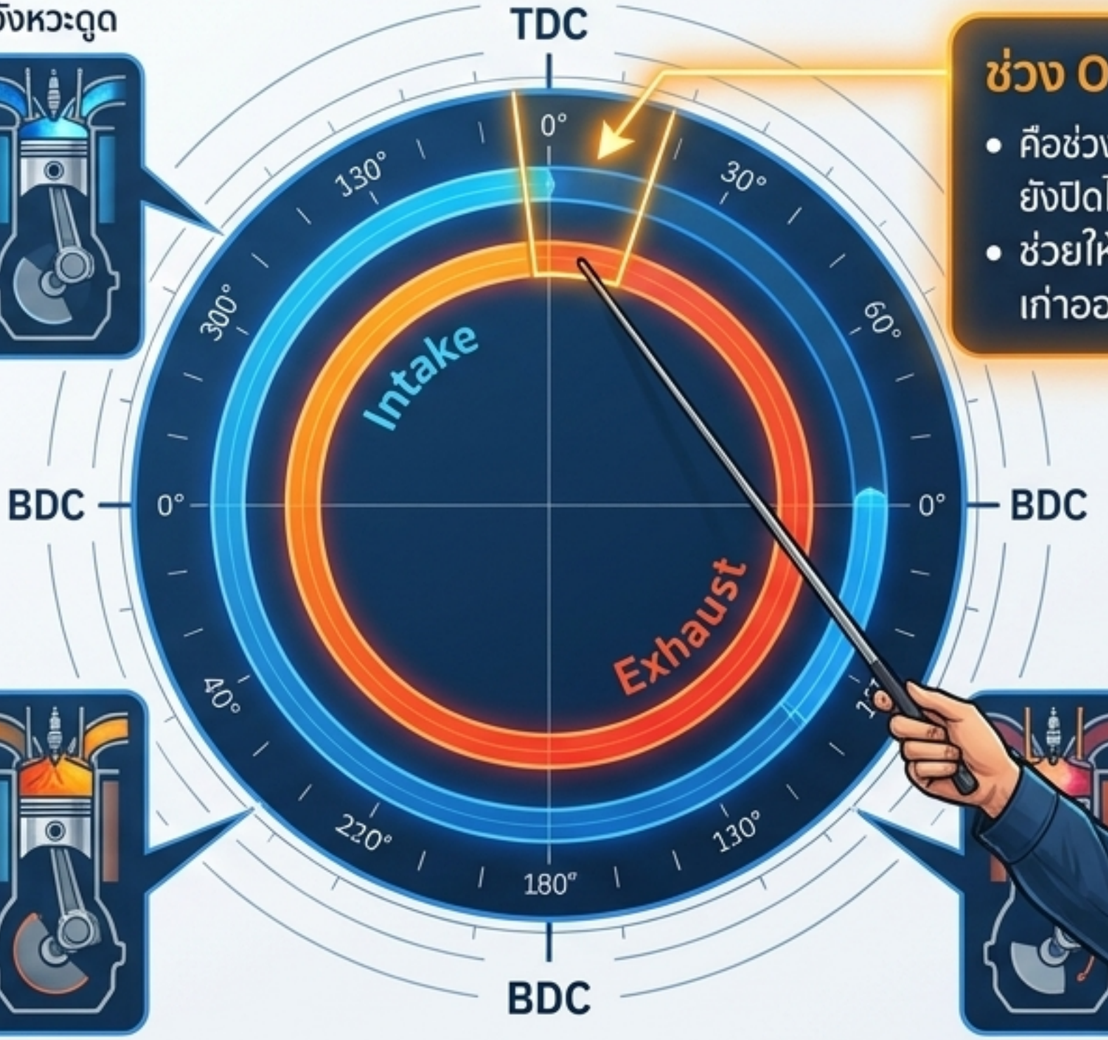
ทำไมลิ้นไม่เปิด-ปิดตรงจุดศูนย์ตายบน/ล่าง (TDC/BDC) พอดี?

- **เปิดก่อน-ปิดหลัง:** เพื่อใช้ประโยชน์จาก “ความเฉื่อย” ของไอดี ให้ไหลเข้าห้องเผาไหม้ได้ลึกและมากที่สุด



จังหวะดูด

TDC



ช่วง Overlap (ลิ้นเปิดเกยกัน)

- คือช่วงจังหวะที่ลิ้นไอดีเริ่มเปิด ในขณะที่ลิ้นไอเสียยังปิดไม่สนิท (เกิดที่องศาก่อนและหลัง TDC)
- ช่วยให้ไอดีใหม่ที่พุ่งเข้ามา “กวาดไล่” ไอเสียเก่าออกไปจากห้องเผาไหม้ได้เกลี้ยงที่สุด!

จังหวะคาย

จังหวะระเบิดหรือกำลัง

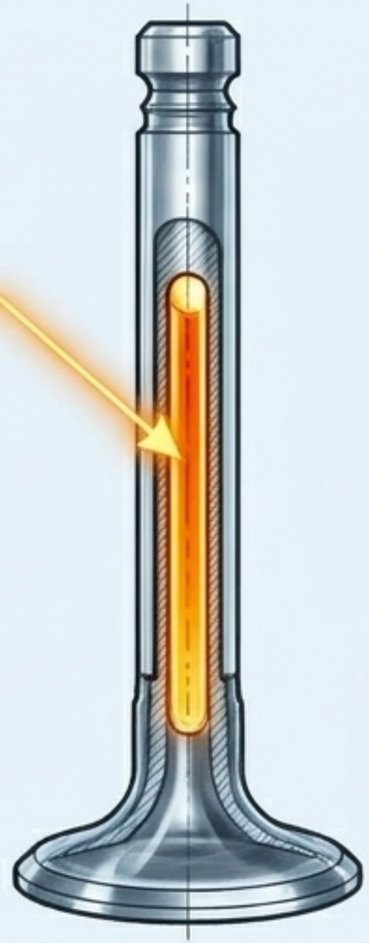
NotebookLM

เจาะลึกชิ้นส่วนระดับไมโคร: ลิ้น และ สปริงลิ้น

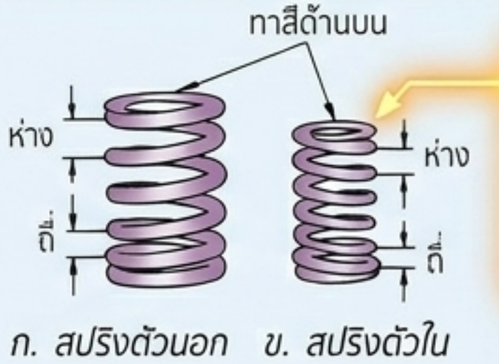
วัสดุศาสตร์ที่ต้องทนความร้อนสูงและแรงกระแทกนับพันครั้งต่อนาที

ก้านลิ้นบรรจุโซเดียม (Sodium-Filled Valve)

ก้านลิ้นบรรจุโซเดียม (Sodium-Filled Valve):
(เฉพาะไอเสียบางรุ่น)
โซเดียมจะละลายเป็นของเหลว และเขย่าไปมา ช่วยถ่ายเทความร้อนจากหัวลิ้นขึ้นสู่ก้านลิ้นอย่างรวดเร็ว



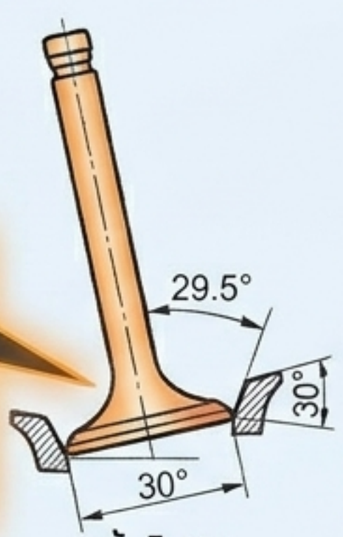
มุมเบาะลิ้นและการซีล & สปริงลิ้นแบบขดสวนทาง



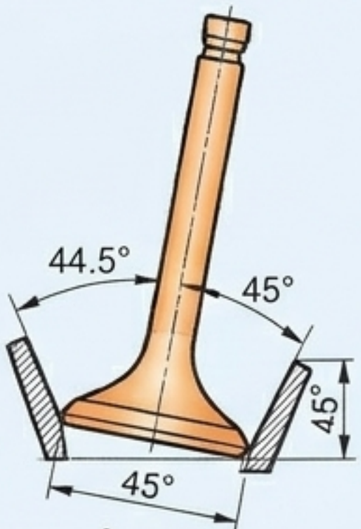
ก. สปริงตัวนอก ข. สปริงตัวใน

สปริงลิ้นแบบขดสวนทาง:
มักใช้สปริง 2 ชั้น พันขดสวนทางกัน ป้องกันอาการสปริงล้า (Valve Surge) และป้องกันลิ้นร่วงเข้ากระบอกสูบ

มุมเบาะลิ้นและการซีล:
ไอดีมักมีมุม 30° หรือ 45° / ไอเสียมักมีมุม 45° เพื่อการซีลที่แนบสนิทที่สุด



ลิ้นไอดี



ลิ้นไอเสีย

NotebookLM

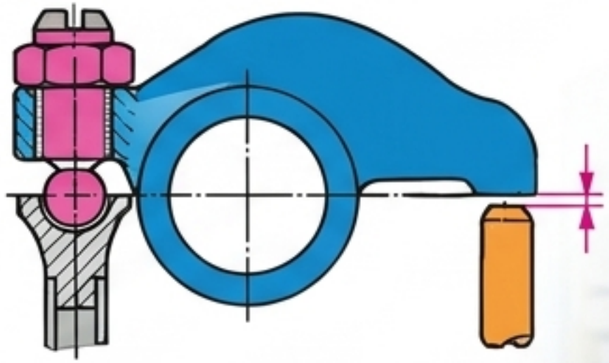
ระยะห่างลิ้น (Valve Clearance) และการปรับตั้ง

ป้องกัน ‘ลิ้นยัน’ เมื่อโลหะขยายตัวจากความร้อนสะสม

ทำไมต้องมีระยะห่าง (Valve Clearance)?

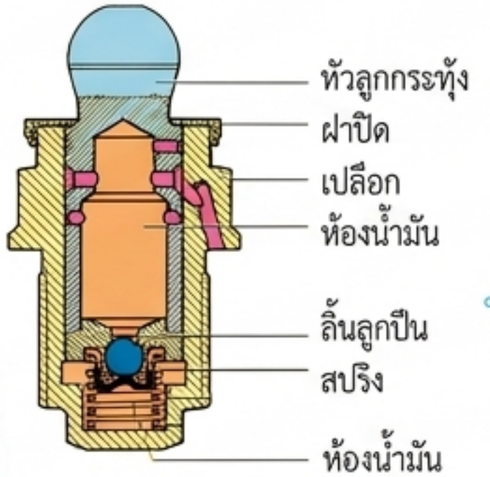
เมื่อเครื่องยนต์ทำงานหนัก ก้านลิ้นจะบันลิ้นจะร้อนและขยายตัวยาวขึ้น
หากตั้งไว้ชิดเกินไป ลิ้นจะปิดไม่สนิท (ลิ้นยัน) ทำให้กำลังตกและบ่าลิ้นไหม้

การปรับตั้งแมนนวล



แบบใช้นอตล็อกและไขควง
ต้องใช้ “ฟีลเลอร์เกจ”
วัดระยะตามรอบการซ่อมบำรุง

ลูกกระทุ้งลิ้นไฮดรอลิก (HLA)



นวัตกรรมยุคใหม่!
ใช้น้ำมันเครื่องปรับตั้งระยะห่างอัตโนมัติ
ทำงานเงียบสนิท
และ “ไม่ต้องตั้งวาล์วตลอดอายุการใช้งาน”

NotebookLM