

- คำจำกัดความของเครื่องยนต์ LEAN-BURN - EGR - TWIN-PLUG

THAIDRIVER • อยากให้อาจารย์ให้คำจำกัดความของเครื่องยนต์ Lean-Burn

อ.สิริบุญ • เครื่องยนต์ Lean-Burn หมายถึงเครื่องยนต์ Spark-Ignition ที่สามารถจุดสันดาปได้ในส่วนผสมที่บางกว่า Stoichiometric Equilibrium นั่นคือคำจำกัดความของผม...ฟังแล้วคงอยากถามต่อว่ามันหมายความว่ายังไง?

ผมหมายความว่า ถ้าเป็นเครื่องยนต์ที่จุดสันดาปด้วยหัวเทียน และใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง Stoichiometric Equilibrium อยู่ที่ 14.7:1 (โดยน้ำหนัก) นั่นคือ 14.7 กรัมของอากาศที่เข้าไปในห้องเผาไหม้ ผสมกับ 1 กรัมของน้ำมันเบนซินที่ฉีดเข้าไปผสมกันเพื่อรอจุดสันดาป...(สังเกตไหมว่าผมหลีกเลี่ยงที่จะใช้คำว่า 'จุดระเบิด')

เพราะฉะนั้น Stoichiometric Equilibrium จึงเป็นเส้นแบ่งว่าเครื่องยนต์นั้นเป็น Lean-Burn หรือ Rich-Burn เช่น 16.0, 17.0, 18.0 หรือ 19.0:1 ก็เรียกได้ว่าเป็น Lean-Burn 16.0:1 เรียกว่า Lean นิดเดียว ส่วน 19.0:1 เรียกว่าโคตร Lean

โดยทั่วไปถ้าส่วนผสมน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศอยู่ในเขต Lean จะจุดสันดาปไม่ติด เครื่องยนต์ที่เป็น Spark-Ignition โดนคำสาปให้ทำงาน Lean-Burn ไม่ค่อยได้ ต้องทำงานตรงที่เป็น Stoichiometric Equilibrium หรือแกกว่านั้น เช่น ถ้าใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิงแล้วต้องการให้ Power ดีที่สุด ส่วนผสมจะอยู่ที่ประมาณ 12.5-13.0:1 ซึ่งจะเป็นช่วง Rich-Burn ตลอดเวลา

ถ้าจะให้คำจำกัดความแบบสมัยใหม่สำหรับเครื่องยนต์ Lean-Burn ก็ง่ายมาก "เครื่องยนต์ Lean-Burn คือ เครื่องยนต์ที่ค่าแลมด้าในท่อไอเสียมากกว่า 1.00 เครื่องยนต์ Rich-Burn จะให้ค่าแลมด้าในท่อไอเสียต่ำกว่า 1.00"

เครื่องยนต์เดียวกันสามารถเป็นได้ทั้ง Lean-Burn ในช่วงหนึ่ง และ Rich-Burn ในอีกช่วงหนึ่ง เช่น ตอนย่ำคันเร่งติดพื้น ตรงนั้น Close-Loop ไม่ทำงาน ถ้าจะให้รถพุ่งในช่วงเสี้ยววินาทีแรกที่ย่ำคันเร่ง ต้องโปรแกรมให้มีอัตราส่วนผสมประมาณ 7.5-8.0:1 หลังจากนั้นส่วนผสมจะอยู่ที่ประมาณ 12.5-13.0:1 ค่าแลมด้าในช่วงนั้นอยู่ที่ประมาณ 0.85-0.88 จะได้แรงม้าดีที่สุด

เมื่อถอนคันเร่งขึ้นมา หรืออมไว้ประมาณ 2 ใน 3 ไม่เกิน 3 ใน 4 โปรแกรมในกล่องอีซียูจะตัดเข้าสู่ Close-Loop แลมด้าเซ็นเซอร์จะคุมท่อไอเสียว่า ตอนนี้มีออกซิเจนหรือเปล่า ถ้าคุมแล้วไม่มีออกซิเจน มีแต่ Unburn Hydrocarbon ก็แสดงว่าส่วนผสมหนาเกินไป อีซียูจะสั่งจ่ายน้ำมันเบนซินให้น้อยลง แต่ถ้าคุมแล้วพบว่ามีออกซิเจนหลงเหลืออยู่ แปลว่ายังเป็น Lean-Burn อยู่ อีซียูก็จะสั่งจ่ายน้ำมันเบนซินเพิ่มขึ้น นี่คือการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

ถ้าเป็นเชื้อเพลิงอื่น เช่น เอธิลแอลกอฮอล์ หรือเรียกสั้นๆ ว่า เอทานอล 100% อัตราส่วนผสม Stoichiometric Equilibrium อยู่ที่ 9.0:1 อัตราส่วนผสมที่ทำให้มีแรงม้าดีที่สุด อยู่ที่ 7.5-8.0:1 เพราะฉะนั้นต่ำกว่า 9.0:1 ลงมาเป็น Rich-Burn และสูงกว่า 9.0:1 ขึ้นไปเป็น Lean-Burn

THAIDRIVER • บอกไม่ได้ว่าเครื่องยนต์ Lean-Burn คือ เครื่องยนต์ที่มีอัตราส่วนผสม Stoichiometric Equilibrium เท่ากับ 14.7:1

อ.สิริบุญ • บอกแบบนี้ไม่ได้ เพราะ Stoichiometric Equilibrium เท่ากับ 14.7:1 เป็นของแก๊สโซลีนเท่านั้น

ถ้าจะให้คำจำกัดความโดยไม่ต้องระบุประเภทเชื้อเพลิง ต้องบอกว่าเครื่องยนต์ Lean-Burn คือ เครื่องยนต์ที่อ่านค่าแลมด้าในท่อไอเสียได้ตั้งแต่ 1.00 ขึ้นไป และถ้าเป็น Rich-Burn ก็ต่ำกว่า 1.00 ลงมา เพราะว่าแลมด้าเซ็นเซอร์อ่านค่าได้แบบนี้เสมอ ไม่ว่าจะใช้อะไรเป็นเชื้อเพลิง เมื่อมีการเผาไหม้หมดเกลี้ยง ไม่มีออกซิเจนหลงเหลืออยู่ในไอเสียเลย ตรงนั้นคือ 1.00 ใช้ค่าแลมด้าเป็นตัวตัดสินเชื้อเพลิงจะเป็นอะไรก็ช่างมารดา มัน

เครื่องยนต์แก๊สโซลีน 'ส่วนใหญ่' ถูกสาปให้วิ่ง Lean-Burn ไม่ได้ ยกเว้นเครื่องยนต์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ แต่มักออกแบบให้ส่วนผสมระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศ ในบริเวณที่อยู่ใกล้ๆ หัวเทียนเป็น Rich-ZONE ส่วนที่อยู่ห่างหัวเทียนออกไปเป็น Lean-ZONE

เช่น การตั้งทิศทางของหัวฉีดให้ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงไปใกล้ๆ หัวเทียน เครื่องยนต์ที่จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยระบบไดเรกอินเจกชันสามารถทำให้เป็น Lean-BURN ได้ เพราะเมื่อคำนวณอัตราส่วนผสมของทั้งห้องเผาไหม้โดยรวมแล้ว มี Rich-ZONE อยู่แค่กระจุกเดียวตรงใกล้ๆ หัวเทียน ส่วนที่ห่างออกมาส่วนใหญ่เป็นออกซิเจน มีละอองเชื้อเพลิงนิดเดียว

ในเครื่องยนต์ Lean-Burn ส่วนผสมที่อยู่ใกล้หัวเทียนอาจเป็น 7.5-8.5:1 แต่ส่วนที่เหลืออาจเป็น 30.0:1 หรือบางถึงขนาดมีแต่ออกซิเจนอย่างเดียว แต่ก็สามารถจุดระเบิดได้ เพราะฉะนั้นเครื่องยนต์ที่ได้ชื่อว่าเป็น Lean-Burn นั้น ส่วนผสมทั้งหมดในห้องเผาไหม้ อาจจะไม่คลุกเคล้าเท่ากันทั้งห้องเผาไหม้ แต่ส่วนผสมตรงที่หัวเทียนจะจุดประกายไฟนั้นจะหนาที่สุด แล้วส่วนที่ห่างออกมาก็จะค่อยๆ บางลงตามลำดับ

เครื่องยนต์ลักษณะนี้ ต้องมีการออกแบบห้องเผาไหม้ที่แยบยลกันหน่อย รถยนต์รุ่นแรกๆที่ออกแบบเครื่องยนต์ให้เป็น Lean-Burn คือ honda civic cvcc ออกแบบฝาสูบให้มี 'ถ้ำ' Pre-Chamber ซึ่งใช้อัตราส่วนผสมหนาเพื่อให้อัตราสันดาปติด จากนั้นก็ให้ไฟที่ติดแล้ววิ่งเข้ามาใน Main Chamber ซึ่งมีส่วนผสมบาง

THAIDRIVER • เครื่องยนต์ยุคใหม่ทำ 16:0:1 ได้โดยไม่ต้องมี Pre-Chamber ด้วยเหตุผลของรูปทรงห้องเผาไหม้ และระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

อ.ศิริบุญ • เดิมนี้ออกแบบฝาสูบเก่งขึ้นเยอะ ใช้ 4 วาล์วต่อสูบทั้งนั้น หัวเทียนโผล่มาตรงกลาง ถ้าไม่ใช่ระบบไคเร็กอินเจกชันแต่ใช้วิธีเดิมคือ ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในพอร์ต ต้องออกแบบพอร์ตให้ส่วนผสมวิ่งเข้าไปในห้องเผาไหม้ในลักษณะ Tumble หรือกลิ้ง (ไม่ใช่ Swirl หรือหมุนวน) เชื้อเพลิงจะกลิ้งเข้าไปหาหัวเทียน

เครื่องยนต์รุ่นแรกทีออกแบบให้เชื้อเพลิงวิ่งเข้าไปในห้องเผาไหม้ในลักษณะ Tumble โดยให้อัตราส่วนผสมหนาไปใกล้ๆ หัวเทียนคือ เครื่องยนต์มอเตอร์ไซค์ซูซูกิ วาล์วไอดีอยู่ฝั่งหนึ่ง วาล์วไอดีอยู่ฝั่งอีก ห้องเผาไหม้มีลักษณะเป็นสันตรงกลาง ไอดีวิ่งลงไปแล้วจะหมุนตัว ทำให้บริเวณกลางห้องเผาไหม้ใกล้หัวเทียนมีส่วนผสมหนา จึงวิ่งแบบ Lean-Burn ได้

เครื่องยนต์ไคเร็กอินเจกชันทำ Lean Burn ง่ายขึ้นมาก เพราะจะเล็งให้ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงไปทางไหนก็ได้ ฝั่งหัวฉีดไว้ด้านบนของเสื้อสูบก็ยิงได้ ฉีดน้ำมันในจังหวะที่หัวเทียนกำลังจะจุดประกายไฟหรือไม่ก็เอาหัวฉีดฝังในฝาสูบ แล้วฉีดน้ำมันลงมาบนหัวลูกสูบซึ่งกำลังวิ่งขึ้นมา โดยออกแบบหัวลูกสูบให้มีแอ่ง น้ำมันเชื้อเพลิงวิ่งลงไปเจอแอ่งก็จะสะท้อนกลับมาหาหัวเทียน

THAIDRIVER • ที่พูดมาเป็นเรื่องการจุดระเบิด ว่าจะจุดติดหรือไม่ติดอุปสรรคอื่นของเครื่องยนต์ Lean-Burn ยังมีอีกหรือไม่ เช่น เรื่องความร้อน

อ.ศิริบุญ • เครื่องยนต์ Lean-Burn จะมีความร้อนของการเผาไหม้สูง...ใช่แล้ว ผมพูดไม่ได้

เมื่อส่วนผสม Lean หมายความว่าออกซิเจนมีมากจนเหลือเฟือ เมื่อเกิดการเผาไหม้จะมีความร้อนสูง เป็นความร้อนที่เกิดขึ้นในรอบการเผาไหม้รอบนั้น ไม่ใช่ความร้อนสะสมของรอบที่แล้ว แต่รอบทันทีที่มีการเผาไหม้นอกจากนี้ยังเผาไหม้ได้ช้าอีกด้วย ไฟอาจแลบออกวาล์วไอดีเสีย เพราะวาล์วไอดีเปิดแล้วยังเผาไหม้ไม่เสร็จ

ถ้าทำให้ส่วนผสม Lean มากๆ เครื่องยนต์จะรอบตื้อได้ค่อนข้างยาก นอกจากจะใช้ของดี เช่น วาล์วไอดี Inconel ราคาแพงกว่าวาล์วสเตนเลสที่วางจู่ๆ 3 เท่าตัว แต่ยังไม่ถึงขั้นไทเทเนียม ต้องออกแบบให้มีน้ำหล่อรอบวาล์วไอดีเสียมากขึ้น หรือเปลี่ยนวาล์วไอดีจาก 2 วาล์วต่อสูบ เป็น 1 วาล์วต่อสูบ เพราะถ้าใช้วาล์วไอดีตัวเดียว จะออกแบบให้มีน้ำรอบตัวได้ แต่ถ้าใช้วาล์วไอดีเสีย 2 ตัว จะมีน้ำรอบตัวไม่ได้ บริเวณตรงกลางที่วาล์วไอดีอยู่ประชิดกัน ตรงนั้นคือจุดอ่อนเพราะจะร้อนเหมือนนรก

Lean-Burn สำหรับเครื่องยนต์ Spark-Ignition เป็นปัญหาอย่างมาก ต้องใช้ความพยายามสูง และทำแล้วก็ไม่ค่อยได้ผลนัก ต่างจากเครื่องยนต์ดีเซลที่เป็น Lean-Burn โดยธรรมชาติ ในรอบเดินเบาฉีดน้ำมันเข้าไปนิดเดียว ก็ได้มันนิดเดียว เพราะมีการเผาไหม้น้อย ออกซิเจนเหลือเฟือ ควันด้าไม่มี ฉีดน้ำมันมากขึ้นอีกนิด ก็เผาไหม้ได้มากขึ้น มีแรงดันลูกสูบมากขึ้น แรงม้าก็มากขึ้นอีกหน่อย

ฉีดน้ำมันเพิ่มขึ้นไปอีก เผาไหม้จนกระทั่งออกซิเจนที่มีอยู่เกลี้ยง ก็จะได้แรงม้าสูงสุดเท่าที่เครื่องยนต์นั้นทำได้ ถ้ายังฉีดน้ำมันเพิ่มเข้าไปอีก แต่ออกซิเจนไม่มีเหลือแล้ว ควันด้าก็ออกท่อไอเสีย

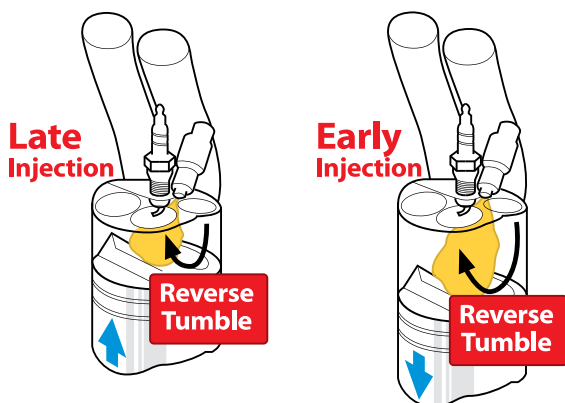
ฝาสูบหน้าตาพิสดาร มีวาล์วไอดีตัวจิ๋วอยู่ในถ้ำ Pre-Chamber มีวาล์วไอดีตัวใหญ่และวาล์วไอดีเสียอีก 1 ตัวอยู่ใน Main-Chamber เป็นความพยายามที่จะทำให้เครื่องยนต์แก๊สโซลีน Spark Ignition จุดสันดาปได้ในส่วนผสมมวลรวม (OVERALL MIXTURE) ที่เป็น Lean แต่ก็ยังเป็นการเฉลี่ยจากห้องเผาไหม้ทั้งหมดอยู่ดี ไม่ได้เป็น Lean-burn ทั้งหมด เนื่องจากถ้ำมองแยกใน Pre-Chamber ก็จะมี Rich-Burn

เครื่องยนต์สมัยใหม่ถ้าอยากทำเป็น Lean-Burn ไม่จำเป็นต้องทำแบบนั้น แต่ที่เครื่องยนต์ของ Civic CVCC ต้องแยกห้องเผาไหม้ออกเป็น 2 ส่วน เพราะผลิตรถก่อนยุคหัวฉีด (ยังใช้คาร์บูเรเตอร์อยู่) จึงบังคับให้น้ำมันเบนซินฉีดเข้าไปในจุดที่ต้องการไม่ได้ แต่เมื่อมีหัวฉีดการแบ่งห้องเผาไหม้จึงไม่จำเป็นอีกต่อไป เครื่องยนต์สมัยใหม่จะเป็น Lean-Burn ได้ง่ายโดยฝังหัวฉีดไว้ที่ขอบบนสุดของกระบอกสูบหรือริมสุดของฝาสูบ ทำหัวลูกสูบให้เป็นแอ่ง เล็งฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงลงไปให้สะท้อนหัวลูกสูบย้อนกลับขึ้นไปหาหัวเทียน นั่นคือเครื่องยนต์ไคเร็กอินเจกชัน

THAIDRIVER • CVCC มีอัตราส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศอยู่ที่เท่าไร

อ.ศิริบุญ • ผมตอบตัวเลขเดียวไม่ได้ เพราะขึ้นอยู่กับว่าขณะนั้นเท้าขวาของคนขับอยู่ที่ไหน เหยียบคันเร่งสุดๆ ส่วนผสมก็อาจอยู่ที่ 12.5-13:1 ถ้าถอนคันเร่งออกมา คาร์บูเรเตอร์เปิดลิ้นแรกลิ้นเดียวเฉพาะใน Pre-Chamber เท่านั้นที่เป็น Rich ส่วนใน Main-Chamber อัตราส่วนผสมบางจ๋อย แต่ถามว่าเท่าไร...ผมก็ไม่รู้ละ

เท่าที่ผมบอกได้ก็คือ ผมไม่เคยเห็นเครื่องยนต์แก๊สโซลีนวิ่ง Lean-Burn ได้เกินกว่า 20:0:1 ส่วนใหญ่จะได้แถวๆ 16:0-17:0:1 ก็ได้ชื่อว่าเป็น Lean-Burn แล้ว



สำหรับนักจูนลูกทุ่งทั่วไป ใช้แค่ตา ดู ใช้จมูกดม เพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องยนต์ทำงานเต็มประสิทธิภาพ 100% ก็ต้องใช้น้ำมันเกิน 100% เมื่อเห็นควันดำออกท่อไอเสียก็แสดงว่าแรงเต็มที่...ใช่ แต่เป็นการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเกินความจำเป็น ความจริงฉีดน้ำมันแค่ 100% ก็พอแล้ว ถ้าใช้ออกซิเจนเซ็นเซอร์หรือแลมด้าเซ็นเซอร์ ก็จะสามารถได้ว่าไอเสียไม่มีออกซิเจนเหลืออยู่แล้ว ไม่ต้องฉีดน้ำมันเพิ่มให้ไ้

THAIDRIVER • เครื่องยนต์ดีเซล ในจังหวะที่กดคันเร่งพ่วงๆ ถัดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปนิดเดียว แต่มีออกซิเจนเหลือเยอะ ก็มักจะเกิดปัญหาความร้อนสูงเช่นเดียวกับเครื่องยนต์เบนซินที่จะทำป็น Lean-Burn

อ.สิริยุรณี • เครื่องยนต์ดีเซลก็มักจะเจอปัญหาเดียวกัน นั่นเป็นสาเหตุที่เครื่องยนต์ดีเซลต้องทำให้แข็งแรงมาก น้ำหล่อเลี้ยงวิ่งกันพล่าน ลูกสูบหัวหนาเหมือน Yellow Pages!

THAIDRIVER • นอกจากเรื่องความร้อนซึ่งเป็นอุปสรรคในการออกแบบเครื่องยนต์ Lean-Burn อีกปัญหาที่ทำให้เครื่องยนต์ Lean-Burn พัฒนาต่อไปไม่ได้คือ เรื่องมลพิษ เพราะเมื่อความร้อนสูงก็ทำให้เกิด Oxide of Nitrogen ซึ่งแคลคูลิกคอมพิวเตอร์สู้ไม่ไหว

อ.สิริยุรณี • เครื่องยนต์ที่มีความร้อนสูง ทำให้ไนโอเสียมี Oxides of Nitrogen หลายตัวหรือเรียกง่าย ๆ ว่าไอเสียสกปรกไปอีกหลายแบบ ส่วนแคตฯ จะสู้ไหวหรือไม่ไหว นั้น ถ้าจะทำให้สู้ไหวก็ทำได้ แต่ต้องเอาเงินถมเข้าไป ปัจจุบันใช้ Roduim ก็แพงมากอยู่แล้ว ถ้าจะหาอย่างอื่นเพื่อแก้ปัญหา ก็อาจจะหาเจอ แต่แพงมาก

ปัญหาเรื่องอุณหภูมิของการเผาไหม้สูงมาก มีวิธีแก้แบบไม่เสียเงินเยอะ คือ Exhaust Gas Recirculation หรือ EGR นำไอเสียที่วิ่งออกไปแล้วให้ย้อนกลับมาห้องเผาไหม้ หรืออีกวิธี คือ ให้ไอเสียบางส่วนค้างอยู่ในห้องเผาไหม้ ไม่ให้วิ่งออกไปทั้งหมด ในการเผาไหม้รอบต่อไป ไอเสียก็จะเข้ามาผสมกับไอเสียที่เหลืออยู่จากรอบที่แล้วเผาไหม้แล้วอุณหภูมิจะไม่สูงเกินไป

THAIDRIVER • ทำให้อิเสียค้างอยู่ในห้องเผาไหม้ด้วยวิธีใด

อ.สิริยุรณี • แคลคูลัสส่วนการอัด (COMPRESSION RATIO) อย่างเดียวกันได้แล้ว แปลว่าปริมาตรช่องว่างระหว่างหัวลูกสูบกับเพดานห้องเผาไหม้จะมีมากขึ้น ถ้าใช้วิธีนี้ก็จะป็น Exhaust Gas Retaining เก็บไอเสียบางส่วนเอาไว้ เมื่อไอเสีย (ซึ่งไม่มีออกซิเจน) มาแย่งปริมาตรของไอดี การเผาไหม้ในรอบต่อไปก็จะมีความร้อนน้อยลง OxideS of Nitrogen ก็น้อยลง

THAIDRIVER • เครื่องยนต์เบนซินที่เป็น Lean-Burn และมีปัญหาเรื่องไอเสียสกปรก เพราะความร้อนในห้องเผาไหม้สูงเกินไป มีการแก้ปัญหาด้วย EGR หรือไม่ และใช้วิธีไหนระหว่าง Recirculation กับ retaining

อ.สิริยุรณี • ผมจำได้ว่าตั้งแต่สมัยหัวฉีดยังไม่เกิด เครื่องยนต์ของ CIVIC CVCC ซึ่งเป็นคาร์บูเรเตอร์ก็เป็น Lean-Burn By Design แล้วก็มี EGR โดยอัตโนมัติเพราะมีไอเสียค้างใน PRE-CHAMBER เพราะฉะนั้นก็ตอบคำถามได้ว่า EGR เคยถูกใช้ในเครื่องยนต์เบนซินมาแล้วด้วยวิธี RETAINING

THAIDRIVER • Recirculation กับ Retaining มีข้อดี-ข้อเสียอย่างไร ถ้าเป็นส่วนหนึ่งจึงเก็บไว้ Recirculation

อ.สิริยุรณี • Retaining เป็นการเก็บไอเสียไว้โดยไม่ปล่อยออกไปหมด ถ้าจะทำแบบง่าย ๆ ง่ายๆ คือ ทำท่อไอเสียบึบๆ เอาไว้ ข้อดีคือ ทำง่ายมาก ข้อเสียคือ ฝาสูบจะร้อนมากตรงบริเวณฝั่งไอเสีย เพราะไอเสียอัน แรงแม่ก็ไม่มี

อีกวิธีคือ ใช้ HIGH-OVERLAP camshaft เมื่อลูกสูบขึ้นใกล้ TDC ในช่วง OVERLAP ที่วาล์วไอเสียยังเปิดให้ไอเสียวิ่งออกจนเลย TDC แต่ว่าวาล์วไอดีเริ่มเปิดใหม่เพื่อรับไอดีเข้าตั้งแต่ยังไม่ถึง TDC เพราะฉะนั้นไอเสีย (แรงดันสูง) ในพอร์ตไอเสีย ก็ย้อนกลับผ่านวาล์ว

ไอเสียเข้ามาในห้องเผาไหม้ เข้ามาชนไอดี (แรงดันต่ำ) เอาไว้ และหลุดเข้าไปในพอร์ตไอดีด้วย อีกสักพัก (หลัง TDC ไปหลายองศา) ไอดีจึงจะไหลเข้ามาในห้องเผาไหม้ได้

การทำแคมฯ ให้มีโอเวอร์แลปเยอะๆ เป็นการ RETAIN ไอเสียที่ไม่ถึง ข้อเสีย คือ ในรอบเดินเบาเครื่องยนต์จะไม่นิ่ง เพราะในรอบต่ำแทบจะไม่มีไอดีเหลืออยู่ในห้องเผาไหม้เลย เครื่องยนต์ 4 จังหวะ แต่บางครั้งทำงานเหมือนเครื่องยนต์ 8 จังหวะ สุดท้ายก็เลยเลือกใช้วิธี Recirculation

ถ้าเปรียบเทียบกับคน การ RETAIN ไอเสีย คือ กินเข้าไปแล้วถ่ายไม่ออก ทำให้กินของใหม่ได้น้อย แล้วก็กินไม่อร่อยด้วย ส่วนการ Recirculation คือ กินเข้าไปและถ่ายออกมาแล้ว เอาของที่ถ่ายออกมาบางส่วนใส่จานแล้วกินเข้าไปใหม่!

THAIDRIVER • Lean-Burn ในเครื่องยนต์ยุคใหม่ ทำจาก 14.7:1 มาเป็น 16.0:1 ก็น่าจะทำได้ไม่ยาก เพราะทั้งในเรื่องออกแบบรูปทรงห้องเผาไหม้ เรื่องความร้อนก็ไม่น่ากลัว เพราะทั้งในเรื่องวัสดุ เรื่องมลพิษก็น่าจะแก้ไขได้ แต่ทำไมในยุคน้ำมันแพงแบบนี้ บริษัทรถยนต์จึงไม่ทำเครื่องยนต์ Lean-Burn ออกมาขาย ทั้งที่ลดเรื่องความร้อน น้ำมันเชื้อเพลิงมาใช้ประโยชน์

อ.สิริยุรณี • ผมคิดว่าปัจจุบันคำว่า Lean-Burn ขายไม่ออก เนื่องจากฝ่ายการตลาดของบริษัทรถยนต์ เอาค่านี้นมาใช้เร็วเกินไป 20 ปี ใช้ตั้งแต่ตอนที่น้ำมันเชื้อเพลิงราคาถูก ก็เลยขายไม่ออก เพราะเครื่องยนต์ Lean-Burn ต้องใช้ของดีเพื่อให้ทนความร้อนได้สูง ต้นทุนแพงกว่าเครื่องยนต์ธรรมดา แต่ตอนนั้นยังไม่มีใครสนใจว่าจะ Lean-Burn ไปทำไม ในเมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงราคาไม่แพง

สมัยนี้น้ำมันเชื้อเพลิงราคาแพงมาก เราอยากได้ยินคำว่า Lean-Burn มากเลย แต่คำนี้ถูกใช้มานานจน “จืด” แล้ว ทุกวันนี้เครื่องยนต์ใดเรียกกันเจกซันซึ่งก็คือ Lean-Burn แต่ไม่ได้ใช้คำว่า Lean-Burn อีกต่อไปแล้ว เปลี่ยนเป็นคำว่า Fsi...Di หรืออื่นๆ ไปแล้ว

THAIDRIVER • รถเก็ซซีในเมืองไทยวิ่งด้วยแอลพีจี เคยวัดค่าแลมด้าได้ 1.1 หรือคิดเป็นอัตราส่วนผสมประมาณ 16.0:1 ขับทั้งวันทั้งคืน ขับดูดีดกว่ารถบ้านทั่วไป การดูแลรักษาไม่ดี เครื่องยนต์ก็ไปพัง แสดงว่าปัจจุบันก็ทำเครื่องยนต์ให้เป็น Lean-Burn ได้

อ.สิริยุรณี • แท้จริงด้วยแอลพีจี ค่าแลมด้า 1.1 ขับโหดทั้งวันโดยไม่พัง แสดงว่าวิศวกรออกแบบเครื่องยนต์มาดีพอสมควร ไม่ใช่แค่ไม่ยอมโฆษณา และที่บริษัทรถยนต์ไม่ทำเครื่องยนต์ Lean-Burn อาจเพราะแก้ไม่ตกในเรื่องมลพิษ มี OxideS of Nitrogen มากกว่าที่กฎหมายกำหนด ไม่ผ่านการทดสอบมาตรฐานไอเสีย ก็เลยไม่ได้รับอนุญาตให้ผลิต (ที่เมืองนอก)

THAIDRIVER • ถ้าใช้ 2 หัวเทียนต่อสูบ จะทำเครื่องยนต์ Lean-Burn ย่างขึ้นหรือไม่

อ.สิริยุรณี • ช่วยให้ออกแบบเครื่องยนต์ Lean-Burn ได้ง่ายขึ้นระยะเวลาการเผาไหม้จะสั้นลง ไม่ต้องตั้งไฟแก่มาก แต่มีปัญหาคือเวลาที่มีการจุดไฟจากหัวเทียน 2 หัว ที่อยู่คนละที่กัน Flame Propagation ของทั้ง 2 ฝั่งที่วิ่งเข้ามาชนกัน มีความเสี่ยงที่จะเกิด Detonation

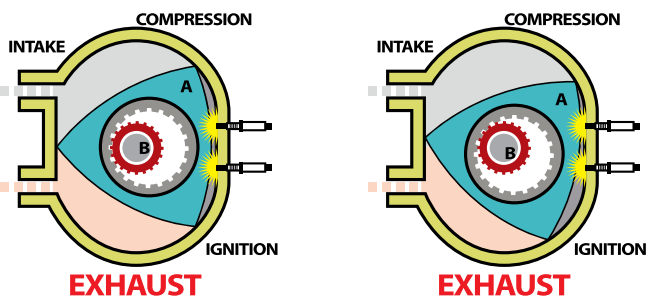
ผมไม่รู้ว่าจะทำไม่บางครั้งจะ Detonate แต่บางครั้งไม่ detonate เครื่องยนต์บางรุ่นใช้ Twin- Plug แล้วมีปัญหา แต่อีกหลายรุ่นไม่มีปัญหา อยู่ภายใต้เงื่อนไขอะไร...ผมไม่ทราบ ผมไม่คิดจะออกแบบหรือสร้างเครื่องยนต์ที่เป็น Twin-Plug เพราะกลัวจะไม่โชคดีเหมือนบางคน

THAIDRIVER • Twin-Plug ปี 2 แบบคือ จุดประกายไฟพร้อมกันและจุดทีละหัว

อ.สิริยุรณี • ในเครื่องยนต์โรตารี หัวเทียนทั้ง 2 หัว ไม่ได้จุดประกายไฟพร้อมกัน รูปทรงห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์โรตารีเป็นเหมือนเลข 8 มีโรเตอร์รูป 3 เหลี่ยมกลิ้งกวาดไป เมื่อกลิ้งกวาดจน

กระทั่งได้ Volume ออกหมดแล้ว (เสมือน TDC ของเครื่องยนต์ลูกสูบ) จะมีห้องเผาไหม้อยู่ 2 ข้างของคอคอดเลข 8

ก่อนจะไปตบนี้ ห้องเผาไหม้ LeADING จะมี Volume น้อย ห้องเผาไหม้ TRAILING จะมี Volume มาก หัวเทียนตรงส่วนที่มี Volume มากจะจุดก่อน เมื่อโรเตอร์หมุนต่อไป ห้องเผาไหม้ LEADING ที่ใหญ่ขึ้น ก็ให้หัวเทียนอีกหัวจุดไล่ไป (NSU ทำเครื่องยนต์โรตารีตอนแรกใช้หัวเทียนเดียว MAZDA ทำเป็น 2 หัวเทียนมาโดยตลอด) จุดระเบิดไม่พร้อมกัน แต่ถ้าเป็นเครื่องยนต์ลูกสูบธรรมดา ผมไม่เคยเห็นเครื่องยนต์ Twin-Plug ที่หัวเทียน 2 หัวจุดไม่พร้อมกัน อาจจะมีแต่ผมไม่รู้



THAIDRIVER • เครื่องยนต์ Twin-Plug ก็น่าจะมีข้อดีเหมือนกัน เพราะปัจจุบันก็มีบริษัทรถยนต์ผลิตรออกมา เช่น อัลฟ่า 156 TWIN-SPARK หรือฮอนด้า ซิตี้ i-DSI

อ.สิริยุณ • ข้อดี คือ ประกายไฟจากหัวเทียนแต่ละหัวจะเดินทางสั้น สมมุติลูกสูบโต 4.5 นิ้วแบบรถอเมริกัน หัวเทียนเดียวอยู่ด้านหนึ่งของวาล์ว 2 ตัว กว่าจุดประกายไฟแล้ววิ่งไปถึงอีกฝั่งของห้องเผาไหม้ ก็ต้องใช้เวลาานาน แต่ถ้าเอาหัวเทียนใส่เข้าไป 2 หัว ไฟที่เกิดขึ้นจากหัวเทียนแต่ละหัวก็วิ่งสั้นกว่า เป็นการแบ่งพื้นที่กัน

THAIDRIVER • แต่อย่างก็อาจารย์บอกไว้ว่า ตอนลูกไฟจากทั้ง 2 พังวิ่งเข้ามาชนกันอาจจะควบคุมไม่ได้ หรือออกแบบให้มีความแน่นอนไม่ได้ หลายบริษัทก็เลยเลิกไป

อ.สิริยุณ • ก็คงจะอย่างนั้น ทำแล้วไม่สำเร็จก็ทิ้งเอาหัวต่อไปหรือเลิกทำ คนที่ทำสำเร็จก็เอาออกมาขายพักหนึ่งแล้วก็เลิกไป

THAIDRIVER • ตอนนี้มี i-DSI ของฮอนด้า ซิตี้ ถ้าออกแบบให้หัวเทียนทั้ง 2 หัว จุดประกายไฟไปพร้อมกัน จะด้วยเหตุผลอะไร

อ.สิริยุณ • เราอาจต้องอ้างอิงถึงเหตุผลที่ว่า ทำไมเครื่องยนต์โรตารีต้องทำให้ทั้ง 2 หัวเทียนจุดประกายไฟพร้อมกัน แล้วเอาคำอธิบายนั้นมาใช้กับเครื่องยนต์ลูกสูบ

เครื่องยนต์โรตารี เวลาที่โรเตอร์หมุนกลิ้งไป จะมีห้องเผาไหม้ขนาดใหญ่และเล็ก เริ่มต้นจุดหัวเทียนที่ห้องใหญ่ จากนั้นก็จุดตรงที่ 'เคย' เป็นห้องเล็กแล้วกลายเป็นห้องใหญ่

กลับมาสู่เครื่องลูกสูบ...ในเวลาที่ลูกสูบกำลังเคลื่อนขึ้น รูปทรงของหัวลูกสูบที่เป็นโดมหรือหลุม กับ Squish Area ของฝาสูบ เป็นไปได้ว่า Squish ด้านหนึ่งทำงานก่อนอีกด้านหนึ่ง ใต้อิทธิพลลูกสูบไล่ขึ้นในช่วงที่ยังไม่ถึง TDC นั้น อาจถูกไล่ไปทางหนึ่ง มุมหนึ่ง หรือ Vector หนึ่ง เมื่อลูกสูบเคลื่อนขึ้นถึง TDC ใต้อิทธิพลจะถูกไล่ไปอีกทางหนึ่ง

THAIDRIVER • เครื่องยนต์ 4 วาล์วต่อสูบ หากสำหรับใส่ 2 หัวเทียนได้ยาก

อ.สิริยุณ • ถ้าจะใส่ 2 หัวเทียนก็ต้องเอาไว้ด้านข้าง เคยเห็นเครื่องยนต์ 4 วาล์ว 3 หัวเทียนต่อสูบไหม...มีจริงๆ นะ อยู่ในเครื่องฟอร์มูลา วันสมัยประมาณปี 1967-8 ถ้าผมจำไม่ผิดเครื่องยนต์นั้นใช้ชื่อ serenissima เป็นของอิตาเลีย สมัยนั้นในอิตาเลียมักจะขึ้นทำ

เครื่องยนต์รถแข่งค่อนข้างเยอะ มีหลายยี่ห้อ เขาทำเครื่องยนต์ 4 วาล์ว 3 หัวเทียนต่อสูบ ฝาสูบมีที่วางตรงไหนใส่หัวเทียนหมด เป็นเครื่อง V8 ขนาด 3,000 ซีซี ลูกค้ายาวแรก คือ แม็กกลาเรน หาซื้อเครื่องยนต์อื่นไม่ได้ ต้องไปซื้อจาก Serenissima

THAIDRIVER : ผลงานเป็นอย่างไร

อ.สิริยุณ • ไม่เห็นฝุ่นเลย...โดนคันอื่นทิ้งนะ ไม่ใช่ที่น่าอยู่หัวแถว ใช้ได้ไม่กี่เดือนก็เลิก

THAIDRIVER : พูได้ไหมว่าถ้าออกแบบทุกอย่างให้หัวหัวเทียนเดียวก็พอ

อ.สิริยุณ • เครื่องยนต์สมัยนี้ส่วนใหญ่ก็หัวเทียนเดียวทั้งนั้น ไม่เห็นต้องใช้หลายหัวเทียน เครื่องยนต์ 5 วาล์วต่อสูบก็ใช้หัวเทียนเดียว จะมี 2 หัวเทียนก็ในเครื่องยนต์มอเตอร์ไซค์ฮอนด้า เอ็นอาร์ 500 ที่ใช้ลูกสูบทรงรี Oval Piston 8 วาล์ว ใส่หัวเทียน 2 หัวต่อสูบลองไปถามฮอนด้าว่าทำยังไงถึงไม่มีปัญหา จุดพร้อมกันหรือไม่พร้อมกัน ผมก็ไม่รู้ วิศวกรฮอนด้าต้องรู้แน่ๆ แต่ไม่ยอมบอก

THAIDRIVER : ทำไมต้องออกแบบลูกสูบให้เป็นรูปไข่ แล้วทำไมถึงเลิก

อ.สิริยุณ • เป็นเพราะเกดิกามอเตอร์ไซค์ในสมัยนั้นบังคับว่าต้องมีลูกสูบไม่เกิน 4 ลูก เพราะฉะนั้นถ้าต้องการให้มี Valve Area มากที่สุด ก็ต้องทำแต่ละลูกสูบให้ยาว ทำลูกกลมๆ ก็ใส่ได้แค่ 5 วาล์ว สุดท้ายก็เลยออกแบบลูกสูบให้เป็น Oval ใส่วาล์วได้หลายตัว

THAIDRIVER • ได้คุ้มเสียหรือไม่ เพราะหลายอย่างน่าจะยาก เช่น แหวนลูกสูบ หรือปะเก็นฝาสูบ และเมื่อเกดิกามอเตอร์ไซค์ก็เลิกทำ แสดงว่าต้องมีจุดด้อย ไมอย่างนั้นก็น่าจะพัฒนาต่อ

อ.สิริยุณ • คราวนี้กระบอกสูบไม่ยาก แต่ทำแหวนลูกสูบคงจะยุ่ง ส่วนจุดด้อยก็เป็นเรื่องของ Moving Part ลูกสูบทรงรี ต้องมี 2 ก้านสูบ ซึ่งสู้ก้านสูบเดี่ยวใหญ่ๆ ไม่ได้ แต่ต้องทำ 2 ก้านต่อสูบเนื่องจากลูกสูบกว้าง ถ้าใช้ก้านสูบเดี่ยวลูกสูบจะกระดก เมื่อทำ 2 ก้านต่อสูบก็ต้องทำให้เบา เมื่อทำให้เบาในที่สุดก็ขาด

เครื่องยนต์รุ่นนี้ถ้าใช้หัวเทียนเดียว จะทำงานได้หรือเปล่าผมไม่รู้ แต่วิศวกรของฮอนด้าต้องรู้ แล้วก็ยังไม่ยอมบอกเราอีกเหมือนกัน