

หลักการทำงานของเครื่องยนต์

(Enging operation)

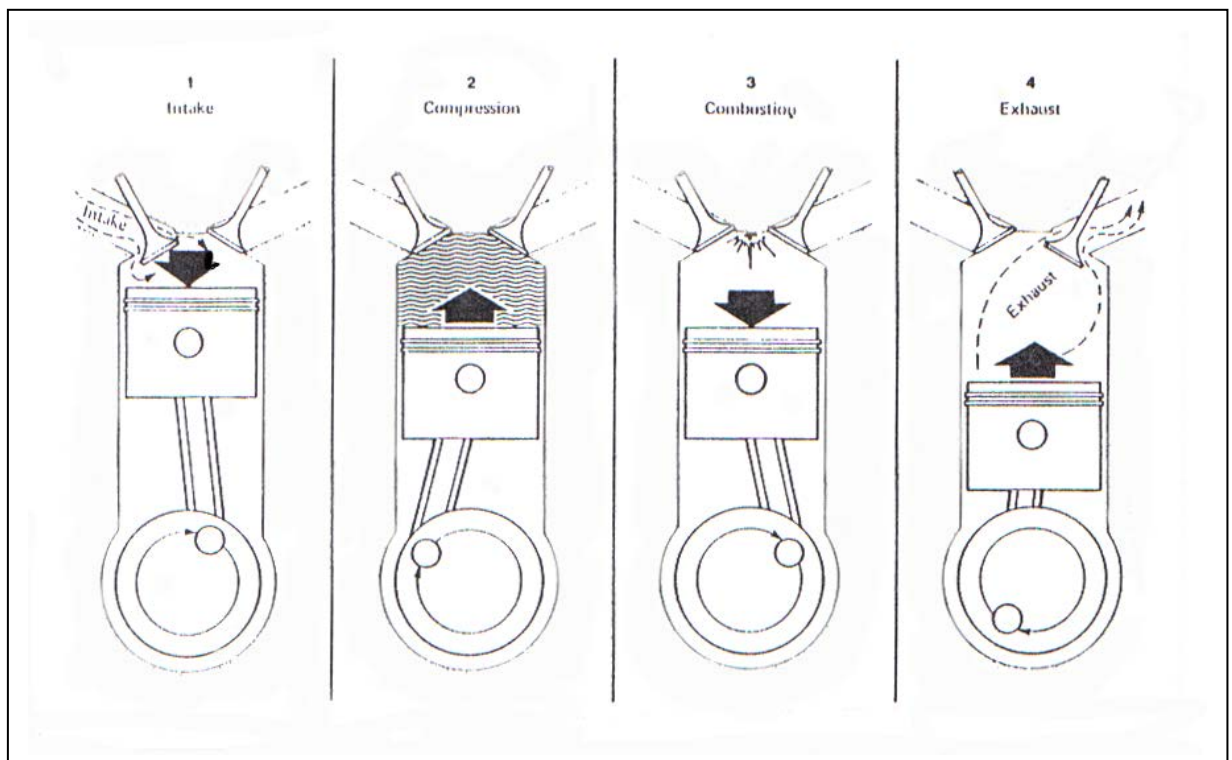
การเผาไหม้ หรือ การจุดระเบิด (Combustion or Ignition)

การเผาไหม้หรือการจุดระเบิด คือ ขบวนการที่ทำให้เชื้อเพลิงที่ป้อนเข้าสู่เครื่องยนต์เกิดการลุกไหม้ การทำงานของเครื่องยนต์แกสโซลีนและเครื่องยนต์ดีเซลมีหลักการเบื้องต้นเช่นเดียวกัน แตกต่างกันเพียงแต่ ขบวนการและวิธีการเผาไหม้ หรือ การจุดระเบิด กล่าวคือ

เครื่องยนต์แกสโซลีน (Gasoline Engine) มีการเผาไหม้หรือการจุดระเบิดเชื้อเพลิงซึ่งป้อนเข้าสู่เครื่องยนต์ โดยประกายไฟจากหัวเทียนที่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงประมาณ 12,000-30,000 โวลต์ ความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้จะสูงประมาณ 280°C เครื่องยนต์ชนิดนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Spark plug ignition engine หรือ **S.I. engine**

เครื่องยนต์ดีเซล (Diesel engine) มีการเผาไหม้หรือจุดระเบิดเชื้อเพลิงซึ่งป้อนเข้าสู่เครื่องยนต์โดยอาศัยความร้อนจากความดันอากาศในจังหวะอัดสุดประมาณ 35 Kg/cm^2 ความร้อนที่เกิดจากการอัดอากาศสูงประมาณ 600°C (ตามปกติ น้ำเดือดที่ 100°C) เครื่องยนต์ชนิดนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Compression ignition engine หรือ **C.I. engine**

หลักการทำงานของเครื่องยนต์แกสโซลีน 4 จังหวะ



รูปที่ 1 วัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์แกสโซลีน 4 จังหวะ

(1) จังหวะดูด (Intake stroke)

(2) จังหวะอัด (Compression stroke)

(3) จังหวะจุดระเบิด (Combustion or firing or power stroke)

(4) จังหวะคาย (Exhaust stroke)

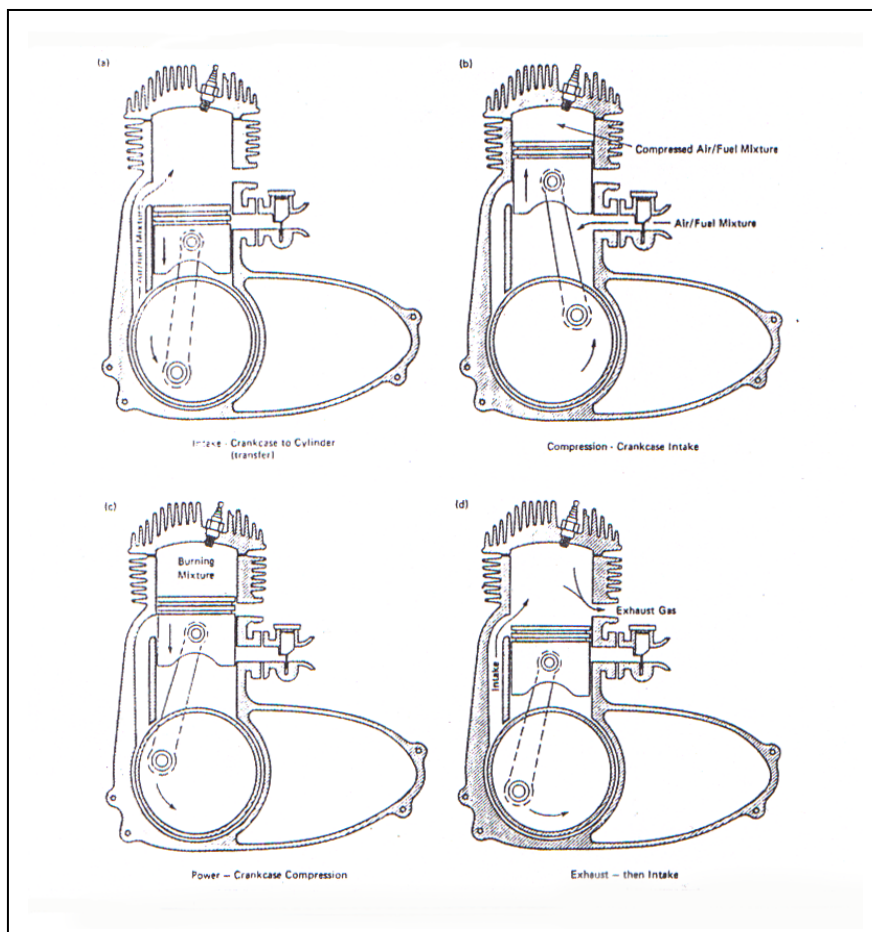
(1) **จังหวะดูด (Intake stroke)** ลูกสูบเลื่อนจากศูนย์ตายบนลงสู่ศูนย์ตายล่าง ขณะนี้ลิ้นไอดีเปิด ลิ้นไอเสียปิด ทำให้ไอดี (อากาศผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงในอัตราส่วนที่เหมาะสม) ถูกดูดเข้าสู่กระบอกสูบ

(2) **จังหวะอัด (Compression stroke)** ลูกสูบเลื่อนจากศูนย์ตายล่างขึ้นสู่ศูนย์ตายบน ขณะนี้ลิ้นไอดี และลิ้นไอเสียจะปิดทั้งคู่ ลูกสูบจะอัดไอดีให้มีปริมาตรเล็กลงและอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงระเหย กลายเป็นไอจนหมด เพื่อเตรียมการจุดระเบิดในจังหวะต่อไป

(3) **จังหวะจุดระเบิด และ จังหวะกำลัง (Firing or power stroke)** เมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้นจนเกือบถึง ตำแหน่งศูนย์ตายบนเพียงเล็กน้อย หัวเทียนที่ติดตั้งอยู่ในกระบอกสูบจะจุดประกายไฟเผาไหม้ไอดีอย่างรวดเร็วเหมือนการระเบิด ช่วงเวลาเผาไหม้ไอดีนี้จะดำเนินไปจนลูกสูบเลื่อนขึ้นถึงตำแหน่งศูนย์ตายบน ไอดีก็就会被เผาผลาญจนหมดพอดี ไอดีที่ถูกเผาไหม้แล้วจะเรียกว่าไอเสียมีแรงดันสูงมาก จึงดันลูกสูบเลื่อนลงสู่ ศูนย์ตายล่าง จังหวะนี้เองที่เครื่องยนต์จะให้กำลังขับเคลื่อนออกมา บางครั้งจึงเรียกจังหวะนี้ว่า จังหวะกำลัง

(4) **จังหวะคาย (Exhaust stroke)** ลูกสูบจะเลื่อนจากศูนย์ตายล่างขึ้นสู่ศูนย์ตายบนขณะนี้ลิ้นไอดีปิด และลิ้นไอเสียเปิด ลูกสูบจะทำหน้าที่ผลักดันไอเสียให้ออกไปจากกระบอกสูบ เพื่อเตรียมดูดไอดีชุดใหม่เข้ามาแทนที่ ในจังหวะดูดต่อไป

หลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 2 จังหวะ



รูปที่ 2 วัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 2 จังหวะ

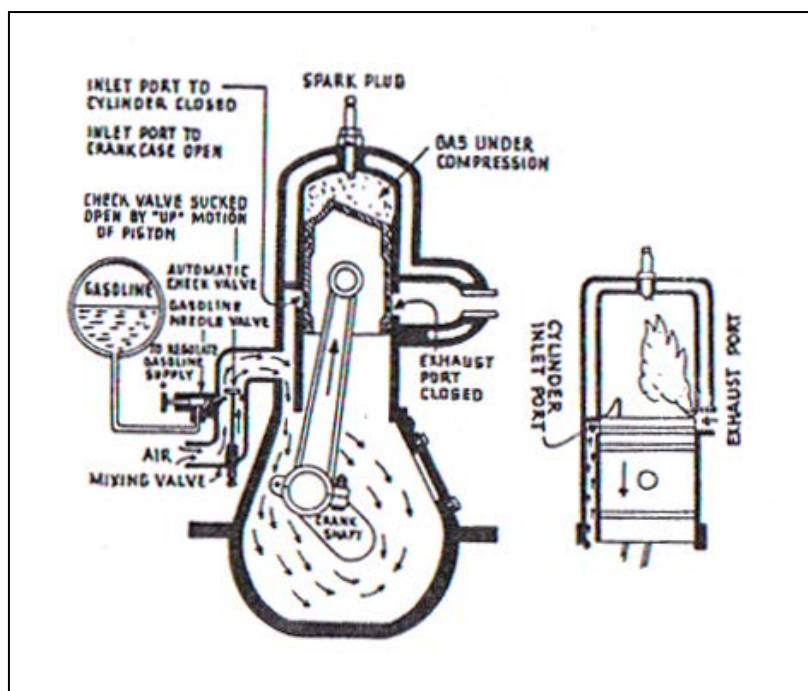
1. **จังหวะดูดไอดีเข้าสู่ห้องเครื่อง และ จังหวะอัด** ในขณะที่ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นจากตำแหน่งศูนย์ตายล่างสู่ศูนย์ตายบน ด้านล่างของลูกสูบจะเปิดช่องไอดี ทำให้ไอดีจากคาร์บูเรเตอร์ ถูกดูดผ่านช่องไอดีเข้าไปเก็บไว้ในห้องเครื่อง ในขณะที่เดียวกันที่ด้านบนของลูกสูบ จะมีการอัดไอดีที่ถูกส่งขึ้นมาจากห้องเครื่องในจังหวะก่อนหน้านี้ เพื่อเตรียมการจุดระเบิดต่อไป โดยลูกสูบจะเคลื่อนขึ้นปิดช่องประจุไอดี (ช่องประจุไอดี ก็คือช่องส่งไอดีจากห้องเครื่องขึ้นมายังห้องเผาไหม้เหนือลูกสูบ) และช่องไอเสียตามลำดับ

2. **จังหวะจุดระเบิด , จังหวะกำลัง และจังหวะประจุไอดี** เมื่อลูกสูบเคลื่อนขึ้นจนเกือบถึงตำแหน่งศูนย์ตายบนเพียงเล็กน้อย หัวเทียนจะจุดประกายไฟเผาไหม้ไอดีที่ถูกอัด เกิดการเผาผลาญไอดีอย่างรวดเร็ว เหมือนกับการระเบิด เมื่อไอดีถูกเผาผลาญหมด ลูกสูบก็จะเลื่อนถึงตำแหน่งศูนย์ตายบนพอดี ไอดีที่ถูกเผาไหม้จะกลายเป็นไอเสียมีแรงดันสูงมาก จึงดันลูกสูบให้เลื่อนลงสู่ศูนย์ตายล่าง เป็นจังหวะกำลัง เมื่อลูกสูบเลื่อนลงมาระยะหนึ่งหัวลูกสูบจะเปิดช่องไอเสีย ไอเสียที่มีแรงดันนี้ จะไหลออกไปทางช่องไอเสียด้วยแรงดันของไอเสียเอง ในขณะที่เดียวกันที่ด้านล่างของลูกสูบจะปิดช่องไอดี ทำให้ไอดีภายในห้องเครื่องถูกลูกสูบอัดให้มีแรงดันเตรียมพร้อมที่จะถูกส่งขึ้นห้องเผาไหม้ต่อไป เมื่อลูกสูบเลื่อนลงมาถึงเล็กน้อยหัวลูกสูบจะเปิดช่องประจุไอดี ทำให้ไอดีที่ถูกลูกสูบอัดภายในห้องเครื่องสามารถไหลผ่านทางช่องประจุไอดีขึ้นไปสู่ห้องเผาไหม้

ตามปกติแล้วช่องไอเสียและช่องประจุไอดีมักออกแบบให้อยู่ตรงข้ามกัน เพื่อต้องการให้ไอดีทำหน้าที่ช่วยในการผลักดันไอเสียให้ออกไปจากห้องเผาไหม้ให้หมด ด้วยเหตุนี้จึงให้ไอดีบางส่วนต้องไหลทิ้งไปพร้อมกับไอเสียด้วย

การควบคุมการส่งไอดี มีการสร้างการควบคุมการส่งไอดีเข้าสู่ห้องเครื่องอยู่ 3 แบบ คือ

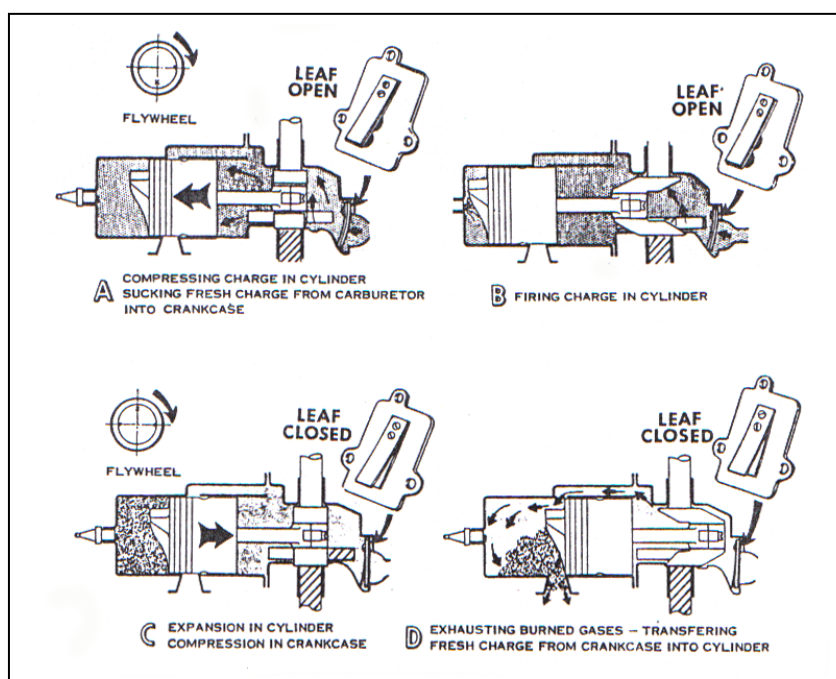
1. แบบ Transfer port หรือ แบบ Piston valve



รูปที่ 3 การประจุไอดีแบบ Transfer port หรือแบบ Piston valve

แบบนี้จะอาศัยลูกสูบทำหน้าที่เปิด/ปิดช่องทางต่างๆ นิยมใช้ในเครื่องยนต์เล็กแกสโซลีน 2 จังหวะมาก เพราะสร้างง่าย และราคาถูก แต่มีข้อเสียคือ ขณะที่ลูกสูบเคลื่อนลงสู่ศูนย์ตายล่างและด้านล่างของลูกสูบยังปิดช่องไอดีไม่สนิทนั้น จะเกิดแรงดันย้อนกลับของไอดีที่อยู่ภายในห้องเครื่อง เนื่องจากไอดีในห้องเครื่องเริ่มถูกลูกสูบอัดและเริ่มมีแรงดัน จึงทำให้ไอดีในห้องเครื่องไหลย้อนกลับออกทางปากคาร์บูเรเตอร์ได้เป็นบางส่วน ไอดีภายในห้องเครื่องจึงมีจำนวนน้อยลง ดังนั้นไอดีที่ถูกส่งขึ้นไปยังห้องเผาไหม้ก็จะน้อยลงด้วย ทำให้การจุดระเบิดภายในห้องเผาไหม้มีประสิทธิภาพลดลง กำลังของเครื่องยนต์จึงตกลงด้วย อย่างไรก็ตาม ถ้าเครื่องยนต์ทำงานที่ความเร็วรอบสูง ๆ แล้ว ก็สามารถลดอาการดังกล่าวลงไปได้ อีกประการหนึ่งคือ ตำแหน่งของช่องไอดีจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมด้วย

2. แบบ Reed valve



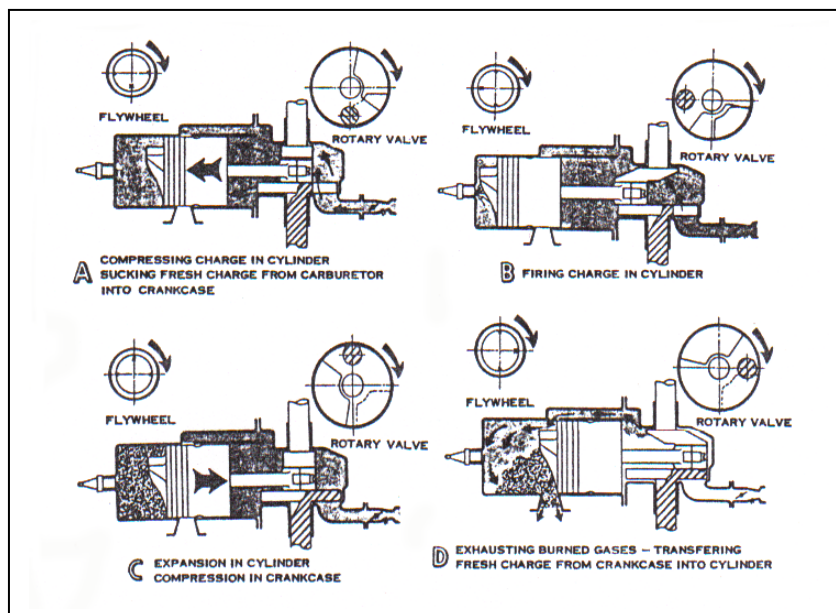
รูปที่ 4 การประจุไอดีแบบ Reed valve

การประจุไอดีแบบนี้ จะมีแผ่นเหล็กสปริงบาง ๆ กันทางเดินไอดีที่จะเข้าไปในห้องเครื่อง แผ่นเหล็กนี้ จะทำหน้าที่เป็นลิ้นก้นกลับ คือ จะยอมให้ไอดีไหลเข้าไปในห้องเครื่องได้ แต่ไหลออกย้อนทางไม่ได้ แต่ก็มีข้อเสียอยู่บ้าง คือที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์สูงมาก ๆ แผ่นเหล็กสปริงนี้จะมีอาการกระพือ ทำให้แผ่นเหล็กสปริงนี้ไม่มีโอกาสปิดสนิทเลย ดังนั้นที่ความเร็วรอบสูง ๆ ก็ยังคงมีไอดีไหลย้อนออกมาที่ปากคาร์บูเรเตอร์บ้างเล็กน้อย และหากให้เครื่องยนต์ทำงานที่ความเร็วรอบสูง ๆ เป็นเวลานานติดต่อกันแผ่นเหล็กสปริงนี้อาจแตกได้ ซึ่งก็จะมีผลเสีย คือการส่งไอดีเข้าสู่ห้องเครื่องจะกระทำไม่ได้เลย แต่ข้อดีคือสามารถออกแบบให้ช่องไอดีอยู่ที่ตำแหน่งใดก็ได้ภายในห้องเครื่อง และที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ไม่สูงมากนักการควบคุมการส่งไอดีเข้าสู่ห้องเครื่องจะควบคุมได้ดีมาก นอกจากนี้ยังสามารถออกแบบติดตั้ง reed valve ได้ง่าย และสามารถออกแบบ

ตัว reed valve ให้มีหลาย ๆ แผ่น หรือหลายๆ ช่องได้หลากหลายรูปแบบ นอกจากนี้การซ่อมบำรุงยังไม่ยุ่งยากอีกด้วย

5

3. แบบ Rotary valve



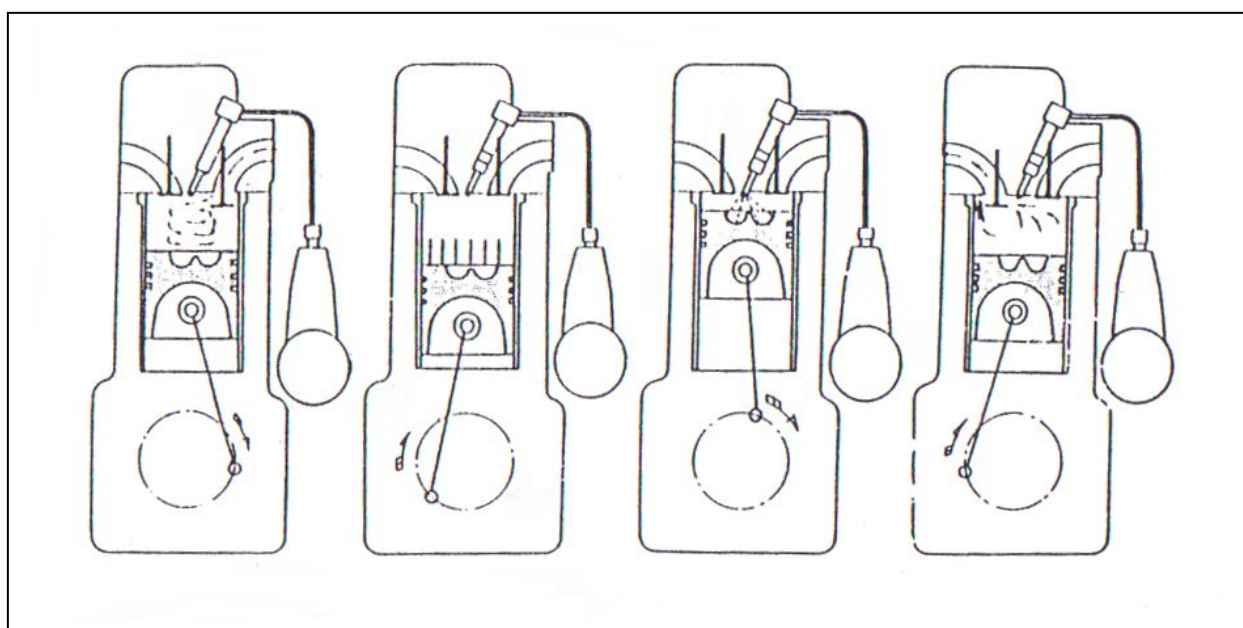
รูปที่ 5 การประจุไอดีแบบ Rotary valve

แบบนี้จะใช้แผ่นโลหะลักษณะเป็นจานกลมเจาะรู หรือ บางบางส่วนออกในตำแหน่งที่เหมาะสม แผ่นโลหะนี้จะยึดติดกับเพลาคือเหวี่ยง และหมุนไปด้วยกันเสมือนหนึ่งเป็นชิ้นเดียวกัน โดยช่องที่เจาะหรือ บางไว้จะเคลื่อนที่เปลี่ยนตำแหน่งสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของลูกสูบ ดังนั้นในจังหวะที่ลูกสูบเคลื่อนขึ้น ทำให้ภายในห้องเครื่องเกิดแรงดูด ขณะนี้รูหรือรอยบากที่แผ่นโลหะนี้จะเคลื่อนที่มาตรงกับช่องไอดี ทำให้ไอดีถูกดูดเข้าห้องเครื่องได้ การดูดไอดีจะดำเนินไปเรื่อย ๆ จนลูกสูบเคลื่อนขึ้นถึงตำแหน่งศูนย์ตายบนจานโลหะจะหมุนปิดช่องไอดีพอดี ทำให้ไอดีไม่สามารถไหลเข้าไปในห้องเครื่องได้ การดูดไอดีเข้าสู่ห้องเครื่องก็จะหยุดลง การควบคุมการส่งไอดีแบบนี้มีข้อดีคือ สามารถควบคุมการส่งไอดีเข้าสู่ห้องเครื่องได้ดีมากที่ความเร็วรอบจัด ๆ แต่ข้อเสียคือ ที่ความเร็วรอบต่ำการควบคุมจะไม่ค่อยดีนัก เนื่องจากไอดีสามารถเล็ดลอดออกทางช่องว่างระหว่างแผ่นจานโลหะนี้กับตัวเรือนเครื่องยนต์ได้บ้างเล็กน้อย เนื่องจากการควบคุมการส่งไอดีแบบนี้ จะต้องออกแบบให้ตัว rotary valve อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องและแน่นอน ทำให้การออกแบบ หรือ การบำรุงรักษากระทำได้ยากกว่าแบบอื่น

ข้อเปรียบเทียบระหว่างเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 2 จังหวะและ 4 จังหวะ
เมื่อเครื่องยนต์มีขนาดต่างๆ เท่ากัน เช่น กระบอกสูบ ระยะชัก เป็นต้น

เครื่องยนต์ 2 จังหวะ	เครื่องยนต์ 4 จังหวะ
(1) มีการจุดระเบิดเผาไหม้ไอดีทุกๆรอบหมุนของเพลาช้อเหวี่ยง	(1) มีการจุดระเบิดเผาไหม้ไอดีเมื่อเพลาช้อเหวี่ยงหมุนไปทุกๆ 2 รอบ
(2) ขนาดของเครื่องยนต์จะเล็กและเบา	(2) ขนาดของเครื่องยนต์จะใหญ่และหนัก
(3) สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่า	(3) สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยกว่า
(4) ไม่มีลิ้นไอดีหรือลิ้นไอเสียเลย	(4) มีลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย
(5) ขณะทำงาน เครื่องมีอาการสั่นน้อยกว่า	(5) ขณะทำงาน เครื่องมีอาการสั่นมากกว่า
(6) อัตราเร่งดีกว่า	(6) อัตราเร่งน้อยกว่า
(7) ล้อช่วยแรงมีขนาดเล็กและเบากว่า	(7) ล้อช่วยแรงมีขนาดใหญ่และหนักกว่า
(8) ไม่ต้องบำรุงรักษามากนัก	(8) ต้องมีการบำรุงรักษาตามกำหนดเวลา
(9) เครื่องยนต์สามารถทำงานเมื่อมีมุมเปลี่ยนแปลงได้มากโดยไม่มีผลต่อระบบการหล่อลื่น	(9) เครื่องยนต์ไม่สามารถทำงานเมื่อเครื่องยนต์มีอาการเอียงมากๆ ได้ เพราะจะทำให้การหล่อลื่นไม่เพียงพอ

หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ



(1) **จังหวะดูด (Suction stroke)** ลูกสูบจะเคลื่อนจากศูนย์ตายบนลงสู่ศูนย์ตายล่าง ลิ้นไอดีเปิด ส่วน ลิ้นไอเสียปิด ทำให้อากาศจากหม้อกรองอากาศไหลเข้าสู่กระบอกสูบ

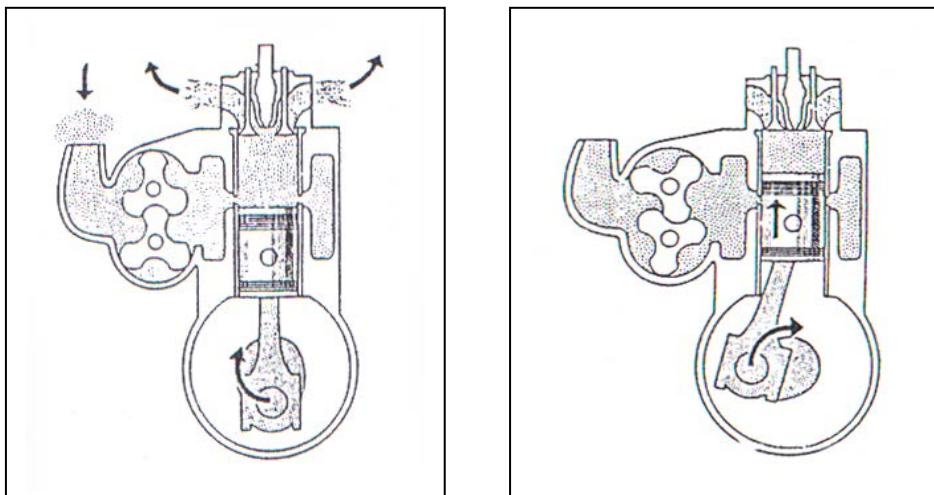
(2) **จังหวะอัด (Compression stroke)** ลูกสูบเคลื่อนจากศูนย์ตายล่างขึ้นสู่ศูนย์ตายบน ลิ้นไอดีและ ลิ้นไอเสียปิด อากาศภายในกระบอกสูบจะถูกลูกสูบอัดให้มีปริมาตรเล็กลง ทำให้อากาศภายในกระบอกสูบมีความกดดันสูงประมาณ 500 ปอนด์/ตารางนิ้ว และอุณหภูมิสูงประมาณ 1100 องศาฟาเรนไฮต์

(3) **จังหวะจุดระเบิด (Power stroke)** เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นจนเกือบจะถึงตำแหน่งศูนย์ตายบนเพียงเล็กน้อย หัวฉีดจะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปในกระบอกสูบเป็นฝอยละอองคลุกเคล้ากับอากาศที่ถูกอัดจนร้อน เกิดการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างรวดเร็วคล้ายการระเบิด ทำให้มีแรงดันสูงผลักดันลูกสูบลงสู่ตำแหน่งศูนย์ตายล่าง ขณะนี้ลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียยังคงปิดอยู่

(4) **จังหวะคาย (Exhaust stroke)** ลูกสูบเคลื่อนที่จากศูนย์ตายล่างขึ้นสู่ศูนย์ตายบน ลิ้นไอดีปิด ส่วน ลิ้นไอเสียเปิด ลูกสูบจะผลักดันไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ในจังหวะจุดระเบิดให้ออกไปทางลิ้นไอเสีย

หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะ

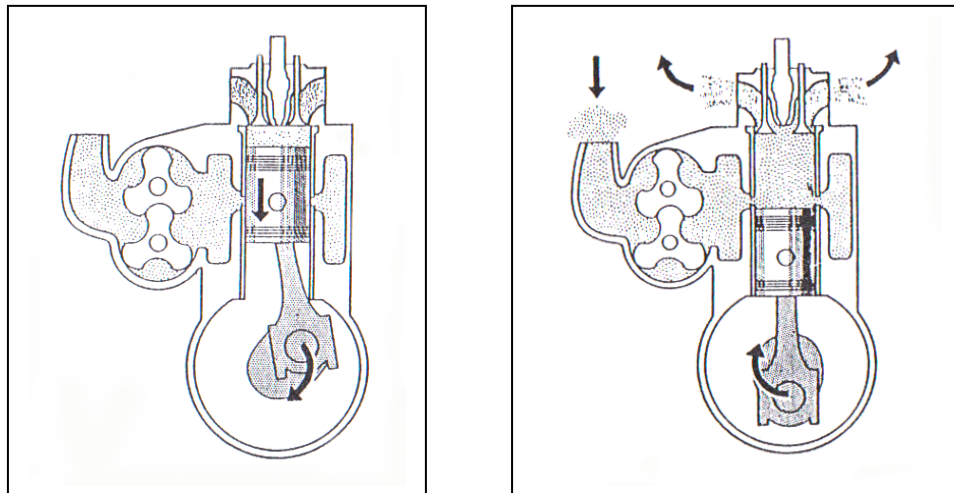
จังหวะที่ 1 ลูกสูบเคลื่อนที่จากศูนย์ตายล่างขึ้นสู่ศูนย์ตายบน ขณะที่หัวลูกสูบยังอยู่ต่ำกว่าช่องไอดี ไอดีจากเครื่องปั๊มอากาศจะไหลเข้าสู่กระบอกสูบจนเต็ม เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นจนหัวลูกสูบปิดช่องไอดี ลูกสูบจะเริ่มอัดอากาศภายในกระบอกสูบให้มีปริมาตรเล็กลง ทำให้อากาศมีความกดดันสูงและร้อน เช่นเดียวกับเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ จนกระทั่งลูกสูบเคลื่อนขึ้นจนเกือบถึงศูนย์ตายบน หัวฉีดจะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปในกระบอกสูบเป็นฝอยละออง น้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกเผาไหม้เกิดกำลังดันสูง ดันลูกสูบเคลื่อนลงสู่ศูนย์ตายล่าง



รูปที่ 7 และ 8 วัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะ (ช่วงจังหวะที่ 1)

จังหวะที่ 2 เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ลงมาระยะหนึ่ง ลิ้นไอเสียที่อยู่ที่ฝาสูบจะเปิดให้ไอเสียไหลออกไปจากกระบอกสูบ เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ลงต่อไปอีก (ประมาณ 80-85 % ของระยะชัก) หัวลูกสูบจะเปิดช่องไอดี ไอดีจากเครื่องปั๊มอากาศจะไหลเข้าไปภายในกระบอกสูบเพื่อไปช่วยผลักดันไอเสียให้ออกไปจากกระบอกสูบจนหมด และเพื่อใช้ในการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงในรอบการทำงานต่อไป

8



รูปที่ 9 และ 10 วัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะ (ช่วงจังหวะที่ 2)

ข้อเปรียบเทียบระหว่างเครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะและ 4 จังหวะ

เครื่องยนต์ 2 จังหวะ	เครื่องยนต์ 4 จังหวะ
(1) มีการจุดระเบิดเผาไหม้ไอดีทุกๆ รอบหมุนของเพลาข้อเหวี่ยง	(1) มีการจุดระเบิดเผาไหม้ไอดีเมื่อเพลาข้อเหวี่ยงหมุนไปทุกๆ 2 รอบ
(2) ได้กำลังจุดลากสูงกว่า	(2) ได้กำลังจุดลากต่ำกว่า
(3) ลิ้นเปิดน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่า	(3) ลิ้นเปิดน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยกว่า
(4) มีความเร็วรอบจัดกว่า	(4) มีความเร็วรอบต่ำกว่า
(5) จำเป็นต้องใช้ Blower ในการอัดอากาศเข้าสู่กระบอกสูบ	(5) ไม่ต้องใช้ Blower ในการอัดอากาศเข้าสู่กระบอกสูบ
(6) ขนาดของเครื่องเล็กและเบากว่า	(6) ขนาดของเครื่องใหญ่และหนักกว่า
(7) อุณหภูมิการทำงานสูงกว่า	(7) อุณหภูมิการทำงานต่ำกว่า
(8) ไม่มีลิ้นไอดีมีเฉพาะลิ้นไอเสียเท่านั้น	(8) มีทั้งลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย
(9) แรงบิดที่ได้จะสม่ำเสมอ	(9) แรงบิดที่ได้ไม่สม่ำเสมอ

ข้อเปรียบเทียบระหว่างเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์แก๊สโซลีน	เครื่องยนต์ดีเซล
(1) จุกระเปิดด้วยหัวเทียน	(1) จุกระเปิดด้วยกำลังอัด
(2) อัตราส่วนการอัดไม่เกิน 12:1	(2) อัตราส่วนการอัด 14:1 ขึ้นไป
(3) ความดันไอดีขณะถูกอัดก่อนจุกระเปิดประมาณ 70-270 ปอนด์/ตารางนิ้ว	(3) ความดันไอดีขณะถูกอัดก่อนจุกระเปิดประมาณ 400-700 ปอนด์/ตารางนิ้ว
(4) ให้แรงบิดต่ำกว่า	(4) ให้แรงบิดสูงกว่า
(5) เครื่องยนต์มีข้อขัดข้องมากกว่า	(5) เครื่องยนต์มีข้อขัดข้องน้อยกว่า
(6) ไม่สามารถเพิ่มปริมาณไอดีได้	(6) สามารถเพิ่มปริมาณไอดีได้โดยใช้เครื่องอัดอากาศ (Super charge)
(7) เครื่องทำงานเงียบกว่า	(7) เครื่องทำงานเสียงดังกว่า
(8) คว้นไอเสียน้อยกว่า	(8) คว้นไอเสียมากกว่า
(9) ค่าซ่อมบำรุงเครื่องยนต์ถูกกว่า	(9) ค่าซ่อมบำรุงเครื่องยนต์แพงกว่า
(10) น้ำหนักเครื่องน้อยกว่า	(10) น้ำหนักเครื่องมากกว่า
(11) ความเร็วรอบเครื่องยนต์สูงกว่า	(11) ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำกว่า
(12) น้ำมันเชื้อเพลิงจุดติดไฟง่ายกว่า	(12) น้ำมันเชื้อเพลิงจุดติดไฟยากกว่า
(13) สตาร์ทเครื่องง่ายและเบาแรงกว่า	(13) สตาร์ทเครื่องยากและหนักแรงกว่า
(14) การเผาไหม้ไอดีรวดเร็วมาก	(14) การเผาไหม้ค่อนข้างช้ากว่า
(15) เกิดการชิงจุดได้ง่าย	(15) ไม่เกิดการชิงจุด

