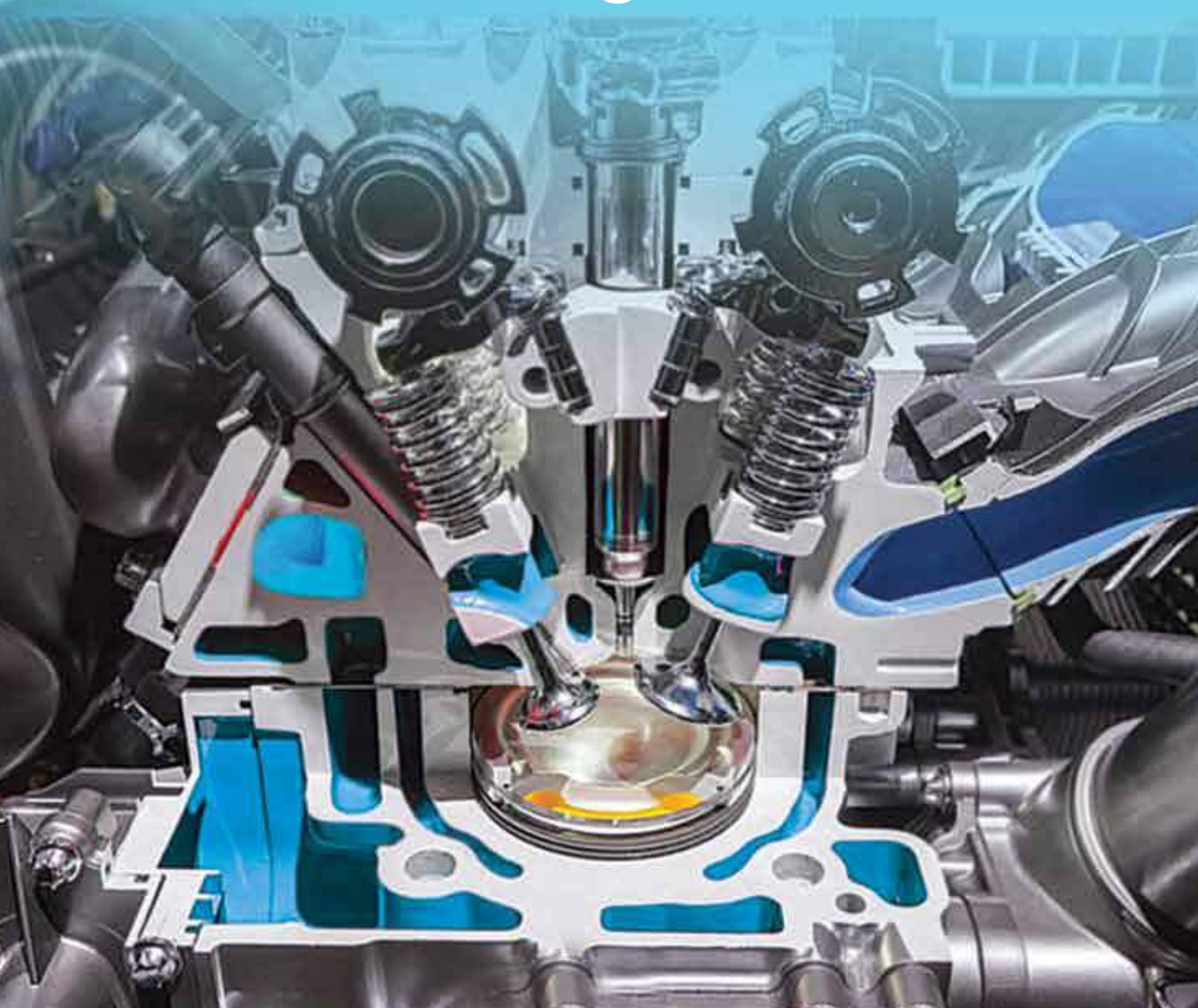


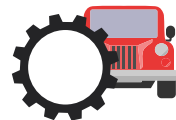
งานเครื่องยนต์เบื้องต้น

(Basic Engine Job)



กิตติกานต์ วรศิริประสิทธิ์

120.-



งานเครื่องยนต์เบื้องต้น (Basic Engine Job)

กลุ่มอาชีพเครื่องกลและยานยนต์



แถมฟรี
e-book แต่ละบทเรียน
ในรูปแบบ QR Code

เรียบเรียงโดย

กิตติกานต์ วรสิริประสิทธิ์

ISBN 978-616-495-344-4

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2569

จำนวนที่พิมพ์ 3,000 เล่ม

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย..



บริษัท วังอักษร จำกัด

69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

โทร. 0-2472-3293-4 Mobile : 08-8585-1521

e-mail : wangaksorn9@gmail.com

Facebook : สำนักพิมพ์ วังอักษร

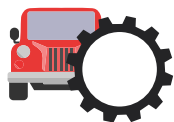
www.wangaksorn.com

Line ID : wangaksorn



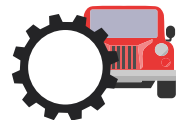
บริษัท วังอักษร จำกัด ขอสงวนลิขสิทธิ์

ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์เพิ่มเติม พ.ศ. 2565
ห้ามมิให้ทำการคัดลอก ดัดแปลง แก้ไขเนื้อหา หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชนไม่ว่ารูปแบบใด
ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้ เป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมาย
ของเจ้าของแต่ละราย บริษัทฯ มิได้อ้างความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด

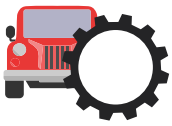


ตารางกำหนดการจัดการเรียนรู้
วิชา งานเครื่องยนต์เบื้องต้น
(Basic Engine Job)

ครั้งที่	รายการ		จำนวนชั่วโมง		
	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ท	ป	รวม
1	บทเรียนที่ 1 หลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์ดีเซล	ใบงานที่ 1.1 หาดำแหน่งอัดสุดของเครื่องยนต์	1	6	7
2-9	บทเรียนที่ 2 เครื่องมือทั่วไปและเครื่องมือพิเศษในงานเครื่องยนต์	ใบงานที่ 2.1 การใช้ฟิลเลอร์เกจวัดระยะห่างเขี้ยวหัวเทียนและวัดความโค้งฝาสูบ ใบงานที่ 2.2 การใช้คีมถ่างแหวนลูกสูบประกอบแหวนลูกสูบ ใบงานที่ 2.3 การใช้ปลอกรัดแหวนลูกสูบและการประกอบลูกสูบ ใบงานที่ 2.4 การใช้ประแจวัดแรงบิดหรือประแจปอนด์ขันฝาสูบ ใบงานที่ 2.5 การใช้ซีแคลมป์ถอดวาล์วสปริงออกจากฝาสูบ ใบงานที่ 2.6 การใช้เหล็กดูดพูลเลย์ถอดพูลเลย์หน้าเครื่องยนต์ ใบงานที่ 2.7 การใช้เกจวัดกำลังอัดเครื่องยนต์ดีเซล ใบงานที่ 2.8 การใช้ไฮโดรมิเตอร์	8	48	56
10-12	บทเรียนที่ 3 ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง	ใบงานที่ 3.1 งานบริการคาร์บูเรเตอร์ ใบงานที่ 3.2 การตรวจสอบสภาพของหัวฉีดเครื่องยนต์ดีเซล	3	18	21



ครั้งที่	รายการ		จำนวนชั่วโมง		
	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ท	ป	รวม
13	บทเรียนที่ 4 ระบบหล่อลื่นเครื่องยนต์	ใบงานที่ 4.1 เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นและถอดปัมน้ำมันหล่อลื่น	1	6	7
14	บทเรียนที่ 5 ระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์	ใบงานที่ 5.1 งานบริการระบบระบายความร้อนเครื่องยนต์	1	6	7
15-17	บทเรียนที่ 6 เครื่องมือทดสอบและปรับแต่งสมรรถนะเครื่องยนต์	ใบงานที่ 6.1 งานวัดกำลังอัดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ใบงานที่ 6.2 งานบริการปรับตั้งระยะห่างลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย	3	18	21
18	ประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา		1	6	7
รวม			18	108	126



คำนำ

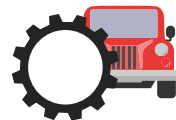
บริษัท วังอักษร จำกัด ได้จัดทำหนังสือวิชา **งานเครื่องยนต์เบื้องต้น (Basic Engine Job)** เพื่อใช้บูรณาการและประกอบการเรียนการสอน ตามหลักสูตรอาชีวศึกษา (สอศ.) หลักสูตรส่งเสริมการเรียนรู้ (สกร.) และหลักสูตรอุดมศึกษา ผู้สนใจในการพัฒนาการเรียนรู้และทักษะ

หนังสือเล่มนี้ประกอบด้วยเนื้อหาสาระ ใบงาน แบบฝึกหัด แบบทดสอบคู่ขนาน มีจุดประสงค์ในการยกระดับผู้เรียนให้เรียนทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อเสริมสร้างทักษะ ประสบการณ์ และการประยุกต์ใช้ได้จริง โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ที่มีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ และกิจนิสัยในการทำงาน เพื่อสร้างสมรรถนะตามความต้องการของสถานประกอบการ เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้แบ่งออกเป็น **6 บทเรียน คือ บทเรียนที่ 1 หลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซล บทเรียนที่ 2 เครื่องมือทั่วไป และเครื่องมือพิเศษในงานเครื่องยนต์ บทเรียนที่ 3 ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง บทเรียนที่ 4 ระบบหล่อลื่นเครื่องยนต์ บทเรียนที่ 5 ระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์ และบทเรียนที่ 6 เครื่องมือทดสอบและปรับแต่งสมรรถนะเครื่องยนต์**

หนังสือเล่มนี้มีเนื้อหาที่ทันสมัยตามแผนการศึกษาด้านอาชีพเครื่องกลและยานยนต์ สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ เพื่อให้ผู้เรียนมีผลลัพธ์การเรียนรู้และสมรรถนะตามหลักสูตร

กิตติกานต์ วรสิริประสิทธิ์





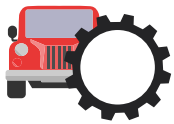
สารบัญ

บทเรียนที่ 1 หลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซล 1

1.1 หลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ และเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 2 จังหวะ	2
1.2 หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ และเครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะ	6
1.3 ประเภทของเครื่องยนต์	10
1.4 ประเภทและหลักการทำงานของยานยนต์ไฟฟ้า	15
ใบงานที่ 1.1 หาตำแหน่งอัดสุดของเครื่องยนต์	19
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 1	21

บทเรียนที่ 2 เครื่องมือทั่วไป และเครื่องมือพิเศษในงานเครื่องยนต์ 23

2.1 เครื่องมือช่าง	24
2.2 เครื่องมือวัด	32
2.3 เครื่องมือพิเศษ	38
2.4 เครื่องมือบริการยานยนต์ และเครื่องมือกล	40
2.5 กฎความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือ	47
2.6 การดูแลรักษาเครื่องมือในงานเครื่องยนต์	48
ใบงานที่ 2.1 การใช้ฟิลเลอร์เกจวัดระยะห่างเขี้ยวหัวเทียน และวัดความโก่งฝาสูบ	49
ใบงานที่ 2.2 การใช้คีมถ่างแหวนลูกสูบประกอบแหวนลูกสูบ	51
ใบงานที่ 2.3 การใช้ปลอกรัดแหวนลูกสูบ และการประกอบลูกสูบ	54
ใบงานที่ 2.4 การใช้ประแจวัดแรงบิดหรือประแจปอนด์ขันฝาสูบ	56
ใบงานที่ 2.5 การใช้ซีแคมป์ถอดสปริงวาล์วออกจากฝาสูบ	58
ใบงานที่ 2.6 การใช้เหล็กดูดพูลเลย์ถอดพูลเลย์หน้าเครื่องยนต์	60
ใบงานที่ 2.7 การใช้เกจวัดกำลังอัดเครื่องยนต์ดีเซล	62
ใบงานที่ 2.8 การใช้ไฮโดรมิเตอร์	64
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 2	66



บทเรียนที่ 3 งานระบบน้ำมันเชื้อเพลิง

68

3.1 หลักการทำงานของระบบน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์แก๊สโซลีน	69
3.2 ส่วนประกอบของระบบเชื้อเพลิงเครื่องยนต์แก๊สโซลีน	70
3.3 หลักการทำงานของระบบน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล	75
3.4 ส่วนประกอบของระบบเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล	76
ใบงานที่ 3.1 งานบริการคาร์บูเรเตอร์	82
ใบงานที่ 3.2 การตรวจสอบสภาพของหัวฉีดเครื่องยนต์ดีเซล	86
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 3	92

บทเรียนที่ 4 ระบบหล่อลื่นเครื่องยนต์

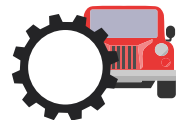
94

4.1 การทำงานของระบบหล่อลื่น	95
4.2 ป้อนน้ำมันหล่อลื่น	96
4.3 ลิ้นควบคุมแรงดันน้ำมันหล่อลื่น	98
4.4 กรองน้ำมันหล่อลื่น	99
4.5 อ่างน้ำมันหล่อลื่น	100
4.6 ไฟเตือนแรงดันน้ำมันหล่อลื่น	100
4.7 น้ำมันหล่อลื่น	102
4.8 เหล็กวัดระดับน้ำมันหล่อลื่น	104
4.9 การบริการระบบหล่อลื่น	106
ใบงานที่ 4.1 เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นและถอดปั้มน้ำมันหล่อลื่น	108
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 4	115

บทเรียนที่ 5 ระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์

117

5.1 ส่วนประกอบและการทำงานของระบบระบายความร้อน	118
5.2 ส่วนประกอบอื่น ๆ ของระบบระบายความร้อน	124
5.3 การบริการระบบระบายความร้อน	129
ใบงานที่ 5.1 งานบริการระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์	131
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 5	138



บทเรียนที่ 6

เครื่องมือทดสอบและปรับแต่งสมรรถนะเครื่องยนต์

140

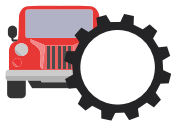
6.1 การปรับแต่งเพื่อแก้ปัญหาข้อขัดข้อง	141
6.2 การปรับแต่งเพื่อเพิ่มสมรรถนะของเครื่องยนต์	143
6.3 การตรวจสอบกำลังอัดในกระบอกสูบของเครื่องยนต์	145
6.4 การตรวจสอบสภาพแบตเตอรี่	146
6.5 การปรับแต่งมมดเวลล์และคาร์บูเรเตอร์	148
6.6 การตรวจสอบอุปกรณ์หรือส่วนประกอบในระบบต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ดีเซล	152
ใบงานที่ 6.1 งานวัดกำลังอัดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน	154
ใบงานที่ 6.2 งานบริการปรับตั้งระยะห่างลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย	157
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 6	160

คำศัพท์

162

บรรณานุกรม

164



บทเรียนที่ 1

หลักการทำงานของ เครื่องยนต์แก๊สโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซล



หัวเรื่องหลัก

- 1.1 หลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ และเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 2 จังหวะ
- 1.2 หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ และเครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะ
- 1.3 ประเภทของเครื่องยนต์
- 1.4 ประเภทและหลักการทำงานของยานยนต์ไฟฟ้า



ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับบทเรียน

แสดงความรู้หลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซล และปฏิบัติการหาตำแหน่งอัดสุดของเครื่องยนต์ได้อย่างถูกต้อง

สแกนเพื่อดู
e-book
4 สัปดาห์



แนวคิดหลัก

เครื่องยนต์จุดระเบิดภายใน กำลังที่ได้จากเครื่องยนต์จะถูกถ่ายทอดไปยังชิ้นส่วน และระบบต่าง ๆ เครื่องยนต์สามารถแบ่งออกได้ตามชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ ถ้าใช้น้ำมันแก๊สโซลีนเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเรียกว่า เครื่องยนต์แก๊สโซลีน ถ้าใช้น้ำมันดีเซลเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเรียกว่า เครื่องยนต์ดีเซล เครื่องยนต์มีการทำงานแบ่งออกเป็น 4 จังหวะ คือ จังหวะดูด จังหวะอัด จังหวะระเบิด และจังหวะคาย การทำงานทั้ง 4 จังหวะของลูกสูบเท่ากับการหมุนของเพลาค้อเหวี่ยง 2 รอบ มีกลไกชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ทำงานสัมพันธ์กัน



สมรรถนะการเรียนรู้

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์ดีเซล
2. ปฏิบัติการหาตำแหน่งอัดสุดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์ดีเซล



จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ และเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 2 จังหวะได้
2. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ และเครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะได้
3. มีทักษะเกี่ยวกับการหาตำแหน่งอัดสุดของเครื่องยนต์
4. มีเจตคติและกิริยาสำนึกในการทำงานด้วยความรอบคอบ ตรงต่อเวลา สะอาด ปลอดภัยและรักษาสภาพแวดล้อม
5. ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องหลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซล ในการวินิจฉัยหาตำแหน่งอัดสุดของเครื่องยนต์ และทดสอบการทำงานของชิ้นส่วน อุปกรณ์ระบบเครื่องยนต์ได้



เนื้อหาสาระ

เครื่องยนต์สันดาปภายใน เครื่องยนต์ (Engine) ดังรูปที่ 1.1 คือ เครื่องจักรซึ่งเปลี่ยนรูปพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานกลความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงทำให้เกิดกำลัง (Power) ซึ่งทำให้ยานพาหนะเคลื่อนที่ไปได้ บางครั้งเครื่องยนต์จะถูกเรียกเป็น ต้นกำเนิดกำลัง (Power Plant) อย่างหนึ่ง



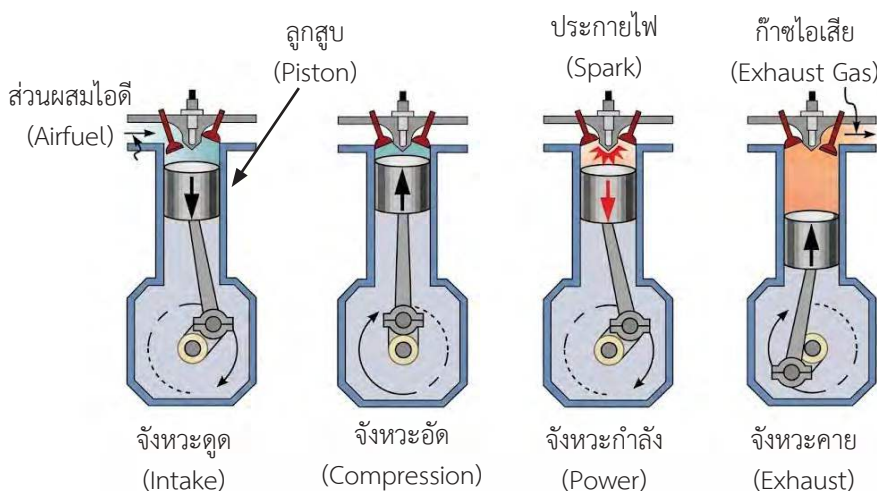
รูปที่ 1.1 เครื่องยนต์ที่วางเฟลาลูกเบี้ยว
ไว้ตอนบน จุดระเบิดด้วยหัวเทียน
ที่มา <https://shorturl.asia/OT6yF>



หลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ และเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 2 จังหวะ

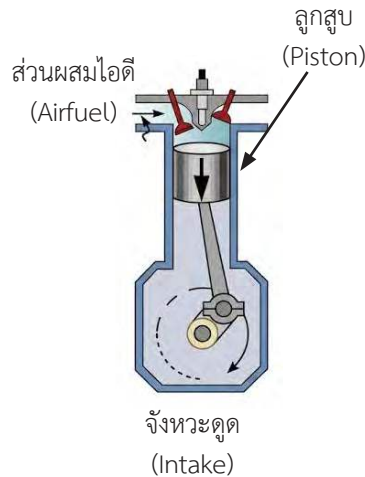
1.1.1 หลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ

การทำงานของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟแบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นตอน แต่ละขั้นตอนเกี่ยวข้องกับช่วงการชักของลูกสูบ (Piston Stroke) หรือการเคลื่อนที่ไปมาระหว่าง B.D.C. กับ T.D.C. เรียกว่า **จังหวะ** การทำงานครบวัฏจักรของเครื่องยนต์ต้องการช่วงชักของลูกสูบ 4 ช่วง คือ จังหวะดูด (Intake) จังหวะอัด (Compression) จังหวะระเบิด (Power) และจังหวะคาย (Exhaust) ดังรูปที่ 1.2 เฟลาข้อเหวี่ยงจะหมุนครบ 2 รอบ เพื่อจบการทำงานของลูกสูบทั้ง 4 ช่วง เหตุนี้จึงเรียกเครื่องยนต์ชนิดนี้ว่า **เครื่องยนต์ 4 จังหวะ (Four-Stroke-Cycle Engine)** คำว่า **วัฏจักร** หมายถึงเหตุการณ์ที่สิ้นสุดกลับมาที่ตำแหน่งเริ่มต้นอีกครั้ง ดังรูปที่ 1.2 การทำงานของเครื่องยนต์มีขั้นตอนดังต่อไปนี้



รูปที่ 1.2 การทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน
ที่มา <https://shorturl.asia/qblZK>

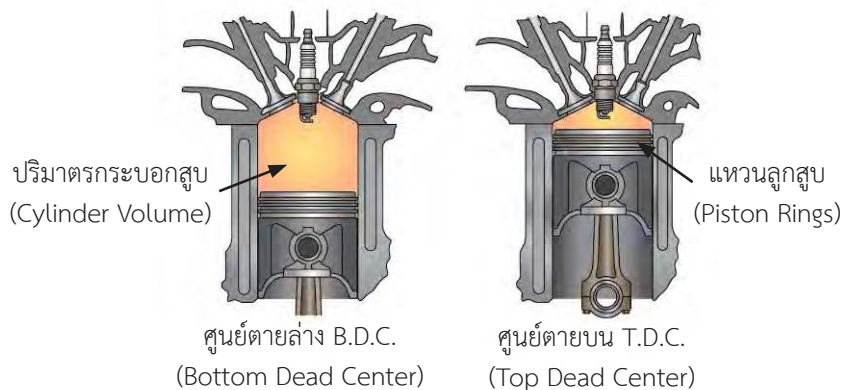
1. **จังหวะดูด (Intake Stroke)** ในช่วงจังหวะดูดของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ ดังรูปที่ 1.3 ลูกสูบจะเคลื่อนที่ลง ลิ้นไอดีจะมีส่วนผสมของอากาศไหลผ่านช่องไอดีเข้ามาในกระบอกสูบ ระบบเชื้อเพลิงจะจ่ายเชื้อเพลิงเข้ามาผสมกับอากาศก่อนที่จะถูกดูดเข้าไปในกระบอกสูบ ในขณะที่ลูกสูบเลื่อนลงมาถึงตำแหน่ง B.D.C. ลิ้นไอดีจะปิด (ลิ้นไอดีปิดก่อนหน้าแล้ว) ทำให้ด้านบนของกระบอกสูบถูกปิดสนิท



รูปที่ 1.3 การทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนจังหวะดูด

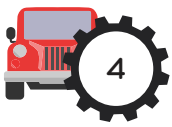
ที่มา <https://shorturl.asia/Spf6c>

2. **จังหวะอัด (Compression Stroke)** หลังจากทีลูกสูบเลื่อนลงมาถึงตำแหน่ง B.D.C. แล้วจะเริ่มต้นเคลื่อนที่ขึ้นกลับไป ดังรูปที่ 1.4 ลิ้นทั้ง 2 ตัวปิด ลูกสูบที่เคลื่อนที่ขึ้นจะอัดอากาศผสมให้มีปริมาตรเล็กลง (ปริมาตรระหว่างด้านบนของลูกสูบและฝาสูบ) ปริมาตรนี้เรียกว่า **ห้องเผาไหม้ (Combustion Chamber)** อากาศผสมจะมีปริมาตรเหลือเพียงประมาณ $\frac{1}{8}$ ของปริมาตรตั้งต้นเรียกอัตราส่วนปริมาตรตั้งต้นกับปริมาตรที่ถูกอัดตัว นี้ว่า **อัตราส่วนกำลังอัด (Compression Ratio)** ดังนั้น ถ้าปริมาตรที่ถูกอัดตัวเหลือ $\frac{1}{8}$ ของปริมาตรตั้งต้น จะมีอัตราส่วนกำลังอัดเป็น 8 ต่อ 1 (เขียนเป็น 8 : 1)

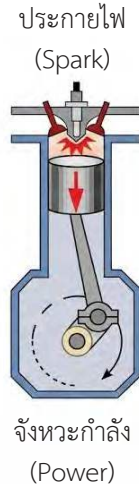


รูปที่ 1.4 การทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนจังหวะอัด

ที่มา <https://shorturl.asia/Spf6c>

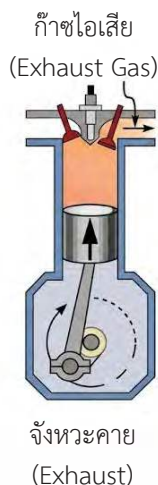


3. **จังหวะระเบิดหรือจังหวะกำลัง (Power Stroke)** ขณะที่ลูกสูบเคลื่อนที่กลับไปยังตำแหน่ง T.D.C. ก่อนสิ้นสุดจังหวะอัด กระแสไฟฟ้าจากหัวเทียนที่มีความร้อนสูงจะจุดระเบิดอากาศผสมที่ถูกอัดตัว เกิดการสันดาปขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดก๊าซร้อนอุณหภูมิและความดันสูงขึ้น ซึ่งความดันนี้จะส่งแรงดันผลักดันบนของลูกสูบ ก้านสูบจะถ่ายแรงนี้ส่งไปยังเพลาคือเหวี่ยง



รูปที่ 1.5 จังหวะระเบิดหรือจังหวะกำลัง (Power Stroke)
ที่มา <https://shorturl.asia/qblZK>

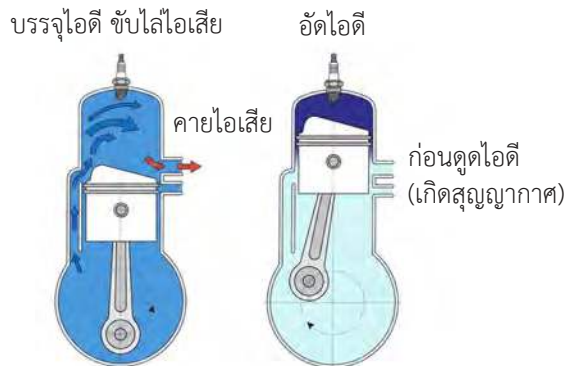
4. **จังหวะคาย (Exhaust Stroke)** ขณะที่ลูกสูบเคลื่อนที่ลงมาถึงตำแหน่ง B.D.C. จากจังหวะระเบิด ลิ้นไอดีจะเปิด หลังจากทีลงมาถึงตำแหน่ง B.D.C. แล้วลูกสูบจะเริ่มดันขึ้นอีกครั้ง (4) เพื่อไล่ก๊าซสันดาปออกจากกระบอกสูบผ่านช่องไอดี เมื่อลูกสูบขึ้นไปถึงใกล้ตำแหน่ง TDC ลิ้นไอดีจะเริ่มปิดอีกครั้ง และเมื่อถึงตำแหน่ง T.D.C. ลิ้นไอดีจะปิด และพร้อมจะเริ่มจังหวะดูดอีกครั้งหนึ่ง ซ้ำไปเรื่อย ๆ トラบเท่าที่เครื่องยนต์ยังคงทำงานอยู่



รูปที่ 1.6 จังหวะคาย (Exhaust Stroke)
ที่มา <https://shorturl.asia/qblZK>

1.1.2 หลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 2 จังหวะ

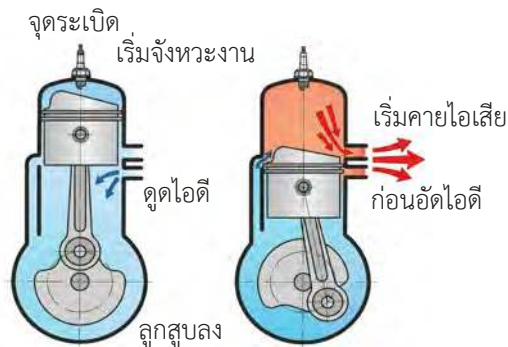
เครื่องยนต์ 2 จังหวะถูกออกแบบมาไม่เหมือนกับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ คือ เครื่องยนต์ 4 จังหวะจะใช้วาล์วไอดี และวาล์วไอเสีย เป็นกลไกในการเปิดให้ไอดีเข้าและปล่อยไอเสียออกสลับกัน แต่เครื่อง 2 จังหวะ ถูกออกแบบให้มีช่องไอดีและไอเสียอยู่ที่กระบอกสูบ ซึ่งช่องนี้จะเปิดหรือปิดได้ อยู่กับการเคลื่อนที่ของตัวลูกสูบ เท่ากับว่าลูกสูบทำหน้าที่เป็นวาล์วไอดีและไอเสียไปในตัว จังหวะดูดและอัด เป็นจังหวะที่ลูกสูบเคลื่อนที่จากศูนย์ตายล่างขึ้นสู่ศูนย์ตายบน ระหว่างการเคลื่อนที่นี้เอง ด้านบนลูกสูบ คือ การอัดอากาศไอดี ในขณะเดียวกัน ช่องไอเสียจะถูกปิดด้วยตัวลูกสูบโดยอัตโนมัติ โดยที่เวลาเดียวกันนี้เอง ความสูงของลูกสูบก็พ้นช่องไอดีออกไป ทำให้อากาศไอดีไหลเข้าสู่ห้องเพลาคอเหวี่ยงโดยอัตโนมัติเช่นกัน



รูปที่ 1.7 จังหวะดูดและอัด

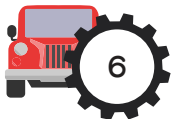
ที่มา <https://shorturl.asia/vTula>

จังหวะกำลังและจังหวะคาย เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นไปสู่ศูนย์ตายบนก็จะเกิดประกายไฟจากหัวเทียน ทำให้เกิดระเบิดเพื่อดันลูกสูบลงไปสู่ศูนย์ตายล่างอีกครั้ง ในระหว่างการเคลื่อนที่ลงครั้งนี้ความสูงของลูกสูบ ก็จะไปปิดช่องอากาศทางเข้าไอดี และด้านบนของลูกสูบก็จะพ้นช่องทางออกของไอเสียทำให้อากาศไอเสีย ไหลผ่านออกไป ในขณะเดียวกันนี้เองที่ด้านบนของลูกสูบก็จะพ้นช่องไหลเข้าของไอดีที่มาจากห้องเพลาคอเหวี่ยงเข้าไปแทนที่



รูปที่ 1.8 จังหวะดูดและอัด

ที่มา <https://shorturl.asia/vTula>



1.1.3 เปรียบเทียบเครื่องยนต์ 2 จังหวะ กับเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบเครื่องยนต์ 2 จังหวะ กับเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

เครื่องยนต์ 4 จังหวะ (4-stroke)	เครื่องยนต์ 2 จังหวะ (2-stroke)
1. เครื่องยนต์ 4 จังหวะ ข้อเหวี่ยงจะหมุนเพลาลูกสูบ 2 รอบ ได้งาน 1 ครั้ง	1. เครื่องยนต์ 2 จังหวะ เพลาลูกสูบข้อเหวี่ยงจะหมุนครบ 1 รอบ ได้งาน 1 ครั้ง
2. กำลังเกิดขึ้นทุก ๆ 1 ครั้งเมื่อทำงานครบ 4 จังหวะ	2. กำลังเกิดขึ้นทุกครั้งเมื่อลูกสูบขึ้นศูนย์ตายบน
3. การออกแบบเครื่องยนต์ค่อนข้างซับซ้อนเนื่องจากกลไกวาล์วที่ทำงานผ่านกลไกเกียร์และโซ่	3. เครื่องยนต์ 2 จังหวะมีพอร์ตซึ่งทำให้การออกแบบง่ายขึ้น
4. ไม่จำเป็นต้องเติมน้ำมันหรือสารหล่อลื่นลงในน้ำมันเชื้อเพลิง	4. จำเป็นต้องเติมน้ำมันผสมลงในน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อหล่อลื่นชิ้นส่วนในห้องข้อเหวี่ยง ก้านสูบ ลูกสูบ แหวนลูกสูบ ผนังกระบอกสูบ
5. ด้านบนของลูกสูบจะแบน	5. อาจจำเป็นต้องมีการกระแทกหรือส่วนที่ยื่นออกมาที่ด้านบนของลูกสูบ
6. ส่วนผสมยังคงอยู่ในห้องเผาไหม้เท่านั้น	6. ส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงจะไหลผ่านช่องทางเข้าและเดินทางไปยังห้องเผาไหม้ผ่านห้องข้อเหวี่ยง
7. เครื่องยนต์ 4 จังหวะจะหนักกว่า	7. เครื่องยนต์ 2 จังหวะจะเบากว่าเมื่อเทียบกับกัน
8. เครื่องยนต์ 4 จังหวะเสียงดังน้อยกว่า	8. เครื่องยนต์ 2 จังหวะจะเสียงดังกว่าเมื่อเทียบกับกัน

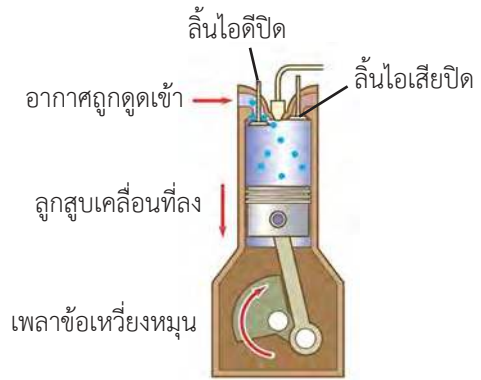


1.2 หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ และเครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะ

1.2.1 หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ

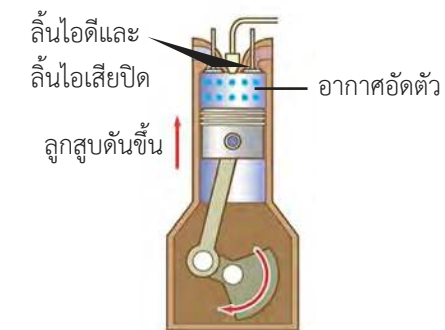
วัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ (4 Stroke Cycle) เครื่องยนต์ประเภทนี้จะแบ่งการทำงานเป็น 4 จังหวะ ได้แก่ จังหวะดูด จังหวะอัด จังหวะกำลังหรือจังหวะงาน และจังหวะคาย ซึ่งการทำงานของเครื่องยนต์จะต้องหมุนครบ 2 รอบ ถึงจะมีการทำงานที่ครบวัฏจักรที่สมบูรณ์

1. จังหวะดูด (Intake Stroke) จังหวะดูดเป็นจังหวะแรกของการทำงานของเครื่องยนต์ ซึ่งในจังหวะดูดจะเป็นการดูดอากาศเข้าสู่กระบอกสูบ โดยอาศัยการเคลื่อนที่ลงของลูกสูบทำให้เกิดสุญญากาศภายในกระบอกสูบ ขณะเดียวกัน ลิ้นไอดีจะถูกเปิดและลิ้นไอเสียจะปิดให้อากาศถูกดูดเข้าไปในกระบอกสูบ



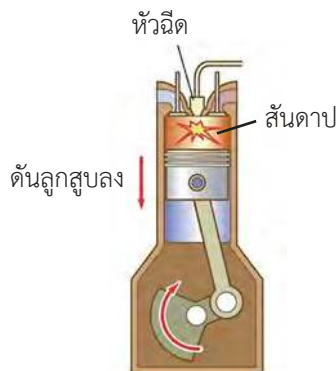
รูปที่ 1.9 จังหวะดูด (Intake Stroke)
ที่มา ชกร อัครสิทธิถาวร (2565)

2. จังหวะอัด (Compression Stroke) จะเกิดขึ้นต่อเนื่องหลังจากจังหวะดูด ซึ่งในจังหวะดูดลูกสูบจะเคลื่อนที่จนถึงจุดต่ำสุด และเมื่อเพลาค้อเหวี่ยงหมุนไปเรื่อย ๆ จะทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้น ลูกสูบจะทำการอัดอากาศจนมีปริมาตรลดลง ความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งในตำแหน่งอัดสุดจะมีความดันสูงกว่าความดันบรรยากาศประมาณ 30 - 50 เท่า และมีอุณหภูมิประมาณ 450 - 700°C โดยในจังหวะการอัดอากาศ ลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียจะถูกปิดสนิท



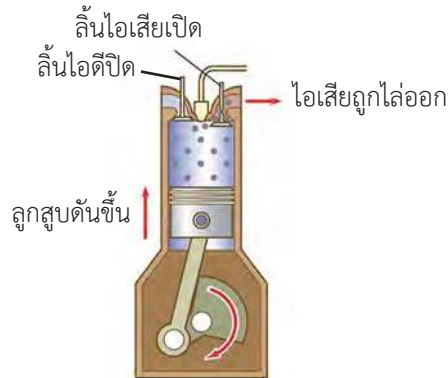
รูปที่ 1.10 จังหวะอัด (Compression Stroke)
ที่มา ชกร อัครสิทธิถาวร (2565)

3. จังหวะกำลังหรือจังหวะระเบิด (Power Stroke) ลิ้นไอดีและไอเสียจะปิดสนิทเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นใกล้ถึงจุดสูงสุด หัวฉีดจะทำการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยแรงดันสูงเพื่อให้เป็นละอองฝอยเข้าไปยังห้องเผาไหม้ อากาศที่มีอุณหภูมิสูงและความดันสูงเมื่อรวมกับน้ำมันเชื้อเพลิงจะเกิดการสันดาปทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างรุนแรงและรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดแรงดันเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 70 - 90 เท่า ของแรงดันบรรยากาศ และอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 2,000 - 2,500°C แรงดันดังกล่าวจะผลักดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นการให้กำลังขับเคลื่อนที่หัวลูกสูบและส่งไปยังเพลาค้อเหวี่ยง ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ จึงเรียกจังหวะนี้ว่า **จังหวะกำลังหรือจังหวะระเบิด**



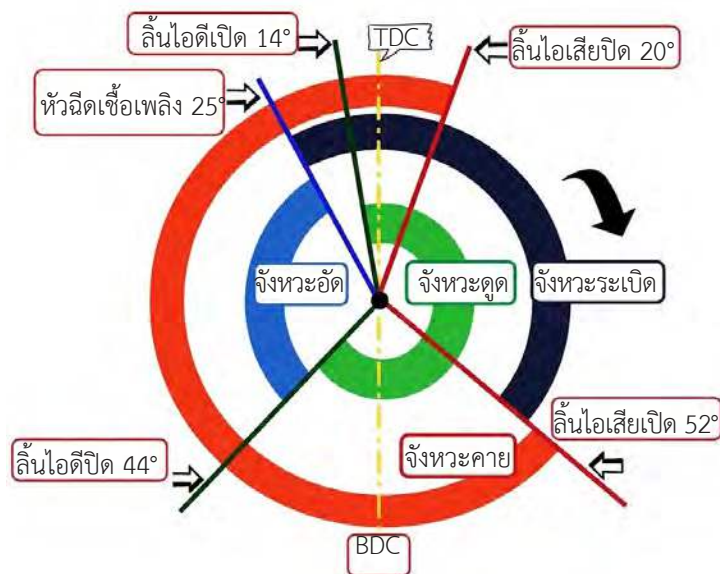
รูปที่ 1.11 จังหวะกำลังหรือจังหวะระเบิด (Power Stroke)
ที่มา ชกร อัครสิทธิถาวร (2565)

4. **จังหวะคาย (Exhaust Stroke)** หลังเกิดการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบในจังหวะกำลังหรือจังหวะระเบิดแล้ว สิ่งที่เหลือจากการเผาไหม้ภายในห้องเผาไหม้ คือ คาร์บอนไอเสีย ซึ่งจะต้องทำการไล่ไอเสียออกจากห้องเผาไหม้ โดยในจังหวะคายหลังจากการเผาไหม้ขับเคลื่อนให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลงถึงจุดต่ำสุด ลิ้นไอเสียจะถูกเปิดออกให้เป็นช่องทางในการระบายคาร์บอนไอเสียออกสู่ท่อไอเสีย และลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้นไปไล่ไอเสียออกจากห้องเผาไหม้ เพื่อให้เกิดวัฏจักรการทำงานใหม่ ซึ่งจะกลับไปเริ่มต้นที่จังหวะดูดต่อไป



รูปที่ 1.12 จังหวะคาย (Exhaust Stroke)

ที่มา ธกร อัครสิทธิถาวร (2565)



รูปที่ 1.13 แผนภูมิเวลาการเปิด - ปิดลิ้นเครื่องยนต์ดีเซล

ที่มา ธกร อัครสิทธิถาวร (2565)

จากรูปที่ 1.13 อธิบายแผนภูมิเวลาการเปิดและปิดลิ้นของเครื่องยนต์ดีเซล ได้ดังนี้

จังหวะดูด ลิ้นไอดีจะเริ่มเปิดก่อนถึงศูนย์ตายบน 14° และปิดหลังศูนย์ตายล่างที่ 44° รวมระยะของจังหวะดูดเท่ากับ $14^\circ + 180^\circ + 44^\circ = 238^\circ$

จังหวะอัด เริ่มเมื่อลิ้นไอดีปิดหลังศูนย์ตายล่าง 44° หัวฉีดจะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ 25° ก่อนถึงศูนย์ตายบน รวมระยะของจังหวะอัดเท่ากับ $180^\circ - 44^\circ - 25^\circ = 111^\circ$

จังหวะระเบิด เริ่มจากหัวฉีดจะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 25° ก่อนศูนย์ตายบน สิ้นสุดจังหวะระเบิดเมื่อลิ้นไอเสียเริ่มเปิด 52° ก่อนศูนย์ตายล่าง รวมระยะจังหวะระเบิดเท่ากับ $25^\circ + 180^\circ - 52^\circ = 153^\circ$ (หรือ $25^\circ + 90^\circ + 38^\circ = 153^\circ$)

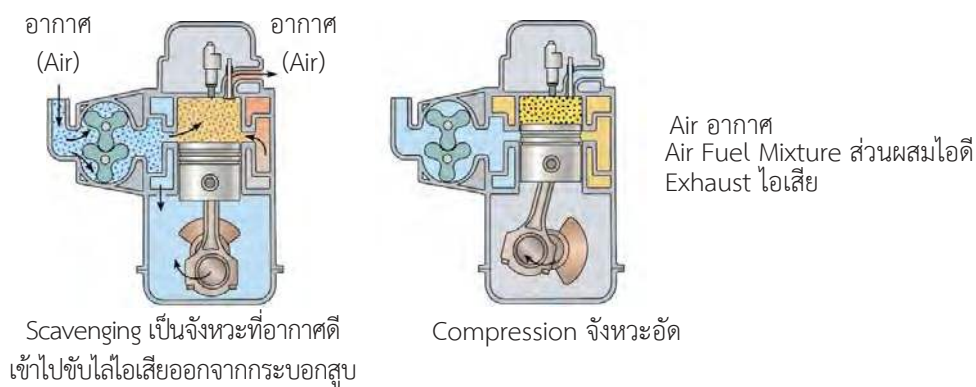
จังหวะคาย เริ่มเมื่อลิ้นไอเสียเปิดก่อนศูนย์ตายล่าง 52° และปิดหลังศูนย์ตายบน 20° รวมระยะของจังหวะคาย เท่ากับ $52^\circ + 180^\circ + 20^\circ = 252^\circ$

โอเวอร์แลป (Overlap) หมายถึง การเปิดเหลื่อมกัน คือ ช่วงที่ลิ้นไอดีเริ่มเปิดในขณะที่ลิ้นไอเสียกำลังจะปิดสนิท เกิดขึ้นในช่วงปลายจังหวะคายต่อกับช่วงต้นของจังหวะดูด โดยเครื่องยนต์ตามตัวอย่างเกิดโอเวอร์แลป (Overlap) เหลื่อมกันเท่ากับ $14^\circ + 20^\circ = 34^\circ$

1.2.2 หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะ

เครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะ มีกลวัตรในการทำงานคือ จังหวะดูด จังหวะอัด จังหวะระเบิด และจังหวะคาย

1. จังหวะที่ 1 เป็นจังหวะดูดและจังหวะอัด จะเริ่มต้นเมื่อลูกสูบอยู่ที่ศูนย์ตายล่างและเริ่มเคลื่อนที่ขึ้นสู่ศูนย์ตายบน ก่อนที่จะเคลื่อนที่ขึ้นหัวลูกสูบจะอยู่ต่ำกว่าช่องทางเข้าไอดีทำให้ช่องทางไอดีเปิด (Blower) จะดูดอากาศจากภายนอกผ่านช่องทางไอดีจนบรรจุเต็มลูกสูบและเคลื่อนที่จากจุดศูนย์ตายล่างขึ้นสู่ศูนย์ตายบนปิดช่องทางไอดี ลิ้นไอเสียทั้งสองจะปิดสนิท อากาศจะถูกอัด



รูปที่ 1.14 จังหวะดูดและจังหวะอัด

ที่มา <https://shorturl.asia/Am7MR>

2. จังหวะที่ 2 เป็นจังหวะระเบิดกับจังหวะคาย เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นอัดอากาศหัวฉีดจะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยละอองเข้าสู่ห้องเผาไหม้ เพื่อให้คลุกเคล้ากับอากาศที่ร้อนจนเกิดการเผาไหม้และจุดระเบิดขึ้นดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลงศูนย์ตายล่าง ทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลงประมาณ 80 - 85% ของระยะชัก ลิ้นไอเสียจะเปิดให้ไอเสียระบายออกจนเต็มและเกิดอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว