

บทเรียนที่ 15

ระบสตาร์ท ด้วยไฟฟ้าเครื่องยนต์เล็กดีเซล



หัวข้อเรื่อง

16.1 เครื่องยนต์ดีเซล

16.2 เครื่องยนต์เล็กดีเซล

16.3 ระบบสตาร์ทด้วยไฟฟ้า

16.4 หลักการทำงานของสตาร์ทเตอร์



เนื้อหาสาระ (Content)

หลังจากการหมุนกุญแจในล็อกจุดระเบิดไปที่ตำแหน่งสตาร์ทวงจรไฟฟ้าจะปิด กระแสไฟฟ้าผ่านวงจรบวกจากแบตเตอรี่ไปที่ขดลวดของรีเลย์จุดสตาร์ท จากนั้นผ่านขดลวดกระตุ้นกระแสจะผ่านไปยังแปรงบวก จากนั้นไปตามกระดองที่คดเคี้ยวไปยังแปรงลบ นั่นคือวิธีการทำงานของรีเลย์จุด แกนที่เคลื่อนย้ายได้จะหดและปิดสลับกำลัง เมื่อแกนเคลื่อนที่ส้อมจะยืดออกพร้อมจะดันกลไกการขับเคลื่อน หลังจากปิดไฟสลับกระแสไฟฟ้าเริ่มต้น จะมีการถูกจ่ายจากแบตเตอรี่ผ่านสายบวกไปยังสเตเตอร์แปรงและโรเตอร์ ของสตาร์ทเตอร์ สนามแม่เหล็กเกิดขึ้นรอบ ๆ ขดลวดซึ่งขับเคลื่อนกระดอง พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานกล การเคลื่อนที่ของรีเลย์โซลินอยด์จะดันเบนดิกซ์ไปที่เม็ดมะยมมู่เล่ กระดองหมุนและขับเคลื่อนมู่เล่ซึ่งส่งการเคลื่อนไหวนี้ไปยังเพลาล้อเหยียบ หลังจากสตาร์ทเครื่องยนต์มู่เล่จะหมุนขึ้นไปรอบสูง เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายกับสตาร์ทเตอร์คลัทช์ที่อยู่เหนือของ Bendix จะทำงาน ที่ความถี่หนึ่ง Bendix จะหมุนโดยไม่ขึ้นกับกระดอง หลังจากการสตาร์ทเครื่องยนต์และปิดการจุดระเบิดจากตำแหน่งสตาร์ท Bendix จะมีการเคลื่อนเข้าสู่ตำแหน่งเดิมและเครื่องยนต์จะทำงานอย่างอิสระ

16.1 เครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ดีเซล หมายถึง เครื่องยนต์เกิดการสันดาปที่ใช้ น้ำมันดีเซล เพื่อทำให้อากาศและเชื้อเพลิงภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์นั้นติดไฟ เครื่องยนต์จะมีกระบอกสูบหลายชุดที่มีส่วนผสมของเชื้อเพลิงและอากาศ เมื่อถูกการจุดให้เผาไหม้จะทำให้เกิดการระเบิดขึ้น สำหรับการระเบิดนี้จะดันลูกสูบลงและส่งกำลังให้เพลิงและสร้างพลังงานกล

ประวัติของเครื่องยนต์ดีเซล เครื่องยนต์ดีเซลถูกคิดค้นโดย Rudolf Diesel วิศวกรชาวเยอรมัน ในช่วงปี ค.ศ. 1800 ช่วงเวลานั้นเครื่องยนต์ไอน้ำเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่น่ามาใช้งานกันมากที่สุดทั้งรถไฟและเรือ แต่นาย Diesel ได้ตระหนักว่าการใช้เครื่องยนต์ไอน้ำนั้นมีข้อเสีย โดยที่เขาเชื่อว่ามีตัวเลือกที่มีประสิทธิภาพมากกว่า จึงได้ทำการออกแบบเครื่องยนต์ที่ใช้ความร้อนในการอัดอากาศและสร้างระเบิดเพื่อสร้างพลังงานแทนที่จะอาศัยแรงดันไอน้ำ เครื่องยนต์ดีเซลต้นแบบเครื่องแรกถูกสร้างขึ้นในปี ค.ศ. 1893 และถูกนำไปสาธิตในงาน Paris Exposition ในช่วงปี ค.ศ. 1895 ถึงแม้ว่าในตอนแรกจะไม่ค่อยประสบความสำเร็จเท่าไรนัก เนื่องจากข้อเสียหลาย ๆ อย่าง แต่ก็ได้มีการพัฒนาขึ้นมาเรื่อย ๆ จนในช่วงปี ค.ศ. 1930 เครื่องยนต์ดีเซลก็ได้กลายเป็นรูปแบบของพลังงานที่น่ามาใช้งานกันแพร่หลายมาก

16.1.1 จุดเด่นของเครื่องยนต์ดีเซล เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ประเภทอื่น ดังนี้

1. มีประสิทธิภาพในการใช้เชื้อเพลิงมากกว่า โดยทั่วไปแล้วเครื่องยนต์ดีเซลจะประหยัดเชื้อเพลิงมากกว่าเครื่องยนต์เบนซิน โดยเฉพาะในระหว่างการทำงานอย่างเต็มที่ เนื่องจากอัตรากำลังสูบของเครื่องยนต์ดีเซลที่มากกว่า จึงทำให้เครื่องยนต์สามารถดึงเอาพลังงานจากเชื้อเพลิงได้มากกว่า
2. มีความทนทานที่มากกว่า เครื่องยนต์ดีเซลได้ขึ้นชื่อในเรื่องของความทนทาน และอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าเครื่องยนต์ทั่ว ๆ ไป โดยปกติจะสามารถวิ่งได้ตั้งแต่ 100,000 – 200,000 กิโลเมตร ก่อนที่จะต้องมีการซ่อมแซมและการนำไปใช้งานครั้งต่อไป
3. แรงบิดที่มากกว่า เครื่องยนต์ดีเซลสามารถสร้างแรงบิดได้จำนวนมาก เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงที่ใช้ จึงเหมาะสมสำหรับใช้เป็นแรงขับเคลื่อนล้อของยานพาหนะหนัก ๆ เช่น รถบรรทุก รถโดยสาร รถพ่วง เป็นต้น
4. มีค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่า เครื่องยนต์ดีเซลจะประหยัดพลังงานกว่า น้ำมันก็มีราคาที่ถูกลงกว่าเบนซิน ซึ่งทำให้มีการลดต้นทุนในการใช้งาน

16.1.2 จุดด้อยของเครื่องยนต์ดีเซล เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ประเภทอื่น ดังนี้

1. **สร้างมลพิษ** เครื่องยนต์ดีเซลทำให้เกิดการผลิตแก๊สไนโตรเจนออกไซด์ และฝุ่นละอองมากกว่าเครื่องยนต์เบนซินมาก โดยการปล่อยมลพิษเหล่านี้ส่งผลทำให้เกิดผลร้ายต่อสภาพแวดล้อม และส่งผลเสียต่อสุขภาพอย่างมาก ปัจจุบันนี้เครื่องยนต์ดีเซลได้มีการพัฒนาให้ควบคุมการปล่อยมลพิษได้ดีมากยิ่งขึ้น
2. **เสียงรบกวนที่ดังกว่า** เครื่องยนต์ดีเซลมีเสียงที่ดังกว่าเครื่องยนต์เบนซินมาก โดยเฉพาะเมื่อเครื่องเย็น ซึ่งเป็นปัญหาต่อการใช้งานอย่างเห็นได้ชัด

16.1.3 การใช้งานของเครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ดีเซลถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย ด้วยข้อดีมากมายของจึงทำให้ได้รับความนิยมอย่างมาก ดังนี้

1. การขนส่ง รถบรรทุกขนาดใหญ่ รถโดยสาร รถไฟ รวมไปถึงรถยนต์ส่วนบุคคลบางประเภท เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการใช้เชื้อเพลิงที่ดี และมีความสามารถในการสร้างแรงบิดได้มาก
2. การก่อสร้าง รถตักดิน รถขุด รถเครน รถบดถนน รถยก เป็นต้น
3. การผลิตกระแสไฟฟ้า เครื่องยนต์ดีเซลถูกนำมาใช้งาน เพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าในหลายส่วนของโลก เนื่องจากการใช้งานและการบำรุงรักษาง่าย

จะเห็นได้ว่า เครื่องยนต์ดีเซลมีประโยชน์ต่อการพัฒนาของโครงสร้างพื้นฐานอย่างมาก พร้อมทั้งได้มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งในเรื่องของการใช้พลังงานและมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 16.1 เครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ 8 แรงม้า



รูปที่ 16.2 เครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ 7 แรงม้า

16.1.4 การผลิตกระแสไฟฟ้าของเครื่องยนต์ดีเซล เครื่องยนต์ดีเซลได้ถูกนำมาใช้งานในการผลิตกระแสไฟฟ้า ดังนี้

1. เครื่องยนต์ดีเซล นับได้ว่าเป็นหนึ่งในเครื่องยนต์ลูกสูบที่พบมากที่สุด สำหรับการนำมาใช้งานในการผลิตกระแสไฟฟ้า
2. เครื่องยนต์ดีเซลความเร็วสูง มักจะถูกนำมาใช้งานเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินและสำรองเพื่อจ่ายพลังงานในช่วงที่เกิดไฟฟ้าดับ
3. ความสามารถของเครื่องยนต์ดีเซลในการสตาร์ทอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะใช้เวลาน้อยกว่า 10 วินาที ทำให้เครื่องยนต์มีความน่าสนใจเป็นพิเศษ
4. กรณีที่ต้องมีการตัดเข้าที่เร็วขึ้น เครื่องยนต์ดีเซลสามารถใช้งานร่วมกันกับระบบกักเก็บพลังงานที่ออกฤทธิ์เร็ว เช่น ซูเปอร์คาปาซิเตอร์ หรือฟลายวีล
5. เครื่องยนต์ดีเซลความเร็วสูงที่คล้ายคลึงกัน ยังใช้งานเพื่อจ่ายพลังงานให้กับชุมชนห่างไกลที่ไม่ได้เชื่อมต่อกับกริด ส่วนการเติบโตของพลังงานหมุนเวียนพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ช่วยลดการพึ่งพาเครื่องยนต์
6. ระบบออฟกริดสมัยใหม่มักจะใช้งานเครื่องยนต์ดีเซลเป็นตัวสำรองสำหรับการผลิตพลังงานหมุนเวียน เพื่อการจัดหาพลังงานที่เชื่อถือได้

16.1.5 จุดเด่นของเครื่องยนต์ดีเซล

1. เครื่องยนต์ดีเซล มีประสิทธิภาพทางความร้อนสูง สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อย และประหยัดกว่าเครื่องยนต์เบนซิน

เครื่องยนต์ดีเซลประหยัดกว่าเครื่องยนต์เบนซิน เนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลใช้สูตรการให้กำลังจ่ายน้ำมันแบบ Lean Burn ซึ่งจ่ายน้ำมันน้อยกว่าอากาศในห้องเผาไหม้ แต่เครื่องยนต์เบนซินเดิมที่ใช้สูตรสัดส่วน 14.7/1 แต่ในระยะหลังได้เปลี่ยนเป็นแบบ Lean Burn

ยกตัวอย่าง เครื่องดีเซลซูบารุ กินน้ำมันเพียง 7.4 ลิตร/100 กิโลเมตร กลับกันเครื่องเบนซินกินน้ำมัน 9.2 ลิตร/100 กิโลเมตร จากการทดสอบบนเส้นทางเดียวกัน

2. เครื่องยนต์ดีเซล มีความทนทานมากกว่า ไม่จำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบจุดระเบิด จึงส่งผลทำให้เครื่องยนต์ดีเซลมีปัญหาน้อยกว่า เพราะไม่จุจุกเหมือนเครื่องยนต์เบนซิน

3. แรงบิดในรอบต่ำ สูงกว่าเครื่องยนต์เบนซิน กำลังอัดสูง ส่งผลทำให้สร้างแรงบิดที่ดีกว่า จะเห็นได้ว่าเครื่องยนต์ดีเซลมีแรงบิดสูงกว่า

4. เครื่องยนต์ดีเซลมีขีดความสามารถในการลุยน้ำท่วม และระบายได้ดีกว่า

16.1.6 จุดด้อยของเครื่องยนต์ดีเซล

1. กำลังอัดสูงสุดในการเผาไหม้ในห้องเครื่องสูงเกือบ 2 เท่าของเครื่องยนต์เบนซิน
2. แรงอัดที่ใช้ในการเผาไหม้สูงมาก ทำให้ชิ้นส่วนเครื่องยนต์จำเป็นต้องผลิตด้วยวัสดุที่มีความต้านแรงกดดันสูงกว่าเครื่องยนต์เบนซิน ตัวเครื่องต้องมีโครงสร้างที่แข็งแรงมาก หมายความว่าเครื่องยนต์ดีเซลจะมีน้ำหนักต่อแรงม้าสูงกว่าเครื่องยนต์เบนซิน ทำให้มีต้นทุนในการผลิตต่อเครื่องสูงตามไปด้วย
3. เครื่องยนต์ดีเซลจะต้องใช้หัวฉีดที่มีความเที่ยงตรงสูง และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีความละเอียดมาก
4. เครื่องยนต์ดีเซลนั้นปล่อยไอเสียสร้างมลพิษมากกว่า

16.1.7 หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล สำหรับการทำงาน คือ อากาศเมื่อถูกอัดตัวจะมีความร้อนที่สะสมสูงขึ้น เมื่ออากาศถูกอัดตัวอย่างเร็วเกินไปโดยไม่มีการลดอุณหภูมิของความร้อน แรงดันและความร้อนจะสูงขึ้นไปอีกอย่างรวดเร็ว เมื่อทำการฉีดละอองเชื้อเพลิงเข้าไปในอากาศที่ร้อนจัดจากการที่อัดตัวในห้องเผาไหม้ จึงทำให้เกิดการระเบิดเผาไหม้ขึ้นอย่างทันที จึงทำให้แรงผลักดัน แรงผลักหรือกำลังที่เกิดขึ้นจะนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบของแรงผลักดันไปยังลูกสูบ (Piston) และก้านสูบ (Connecting rod)

เมื่อเพลาช่อเหวี่ยง (Crankshaft) ทำให้เกิดการหมุน และทำงานผ่านจุดต่าง ๆ ส่งผ่าน คลัช (Clutch) ไปยังระบบส่งกำลัง (Transmission) ทำให้เกิดการหมุนและควบคุมรอบผ่านเฟืองเกียร์ต่าง ๆ ลงไปสู่เพลาชับ ไปยังล้อ จึงทำให้เกิดเป็นรถยนต์เครื่องดีเซลนั่นเอง

เครื่องยนต์ดีเซล แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องยนต์แบบ 4 จังหวะ และแบบ 2 จังหวะ

เครื่องยนต์แบบ 4 จังหวะ มีวงจรการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ โดยที่วงจรการทำงาน 1 วงจรประกอบด้วย ดังนี้

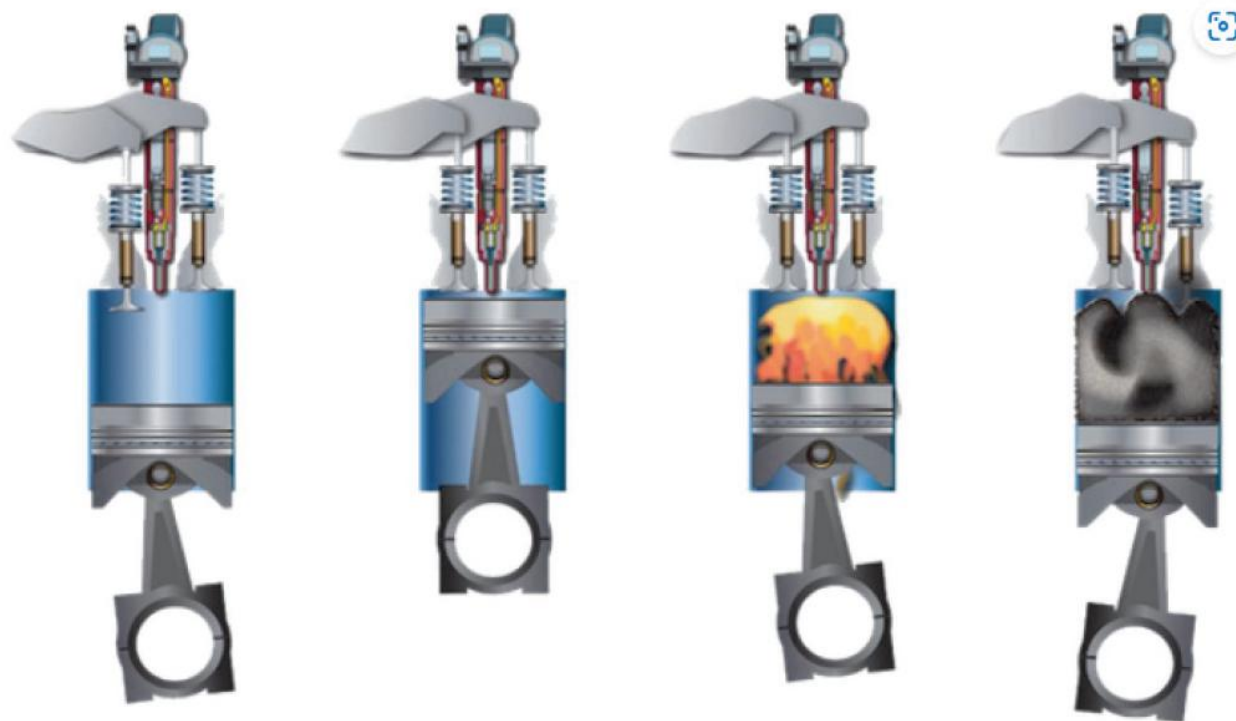
จังหวะ (stroke) 4 จังหวะ จังหวะการทำงาน 1 จังหวะ นั้นคือการเคลื่อนที่ของลูกสูบจากตำแหน่งบนสุด (top dead center) จนถึงตำแหน่งล่างสุด (bottom dead center) หรือจากตำแหน่งล่างสุด จนถึงตำแหน่งบนสุด ซึ่งทั้ง 2 จังหวะการทำงานจะเท่ากับ 1 รอบการหมุนของข้อเหวี่ยง หรือของเครื่องยนต์ สำหรับวงจรการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ ประกอบด้วย ดูด อัด ระเบิด คาย ดังนี้

1. จังหวะดูด (Intake Stroke) ลิ้นไอดีจะเริ่มเปิดก่อนที่ลูกสูบจะเคลื่อนที่ถึงศูนย์ตายบน เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ลงจากศูนย์ตายบน (TDC หรือ Top Dead Center) อากาศจะถูกดูดเข้าสู่กระบอกสูบ เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่เลยจากศูนย์ตายล่าง (BDC หรือ Bottom Dead Center) อากาศจะยังคงเกิดการไหลเข้ากระบอกสูบด้วยแรงเฉื่อยจนกว่าลิ้นไอดีจะปิด

2. จังหวะอัด (Compression Stroke) เมื่อลิ้นไอดีปิด ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของจังหวะอัดที่ลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้นไปสู่ศูนย์ตายบน จังหวะนี้อากาศประมาณ 16-22 ส่วน ที่เกิดการถูกดูดเข้ากระบอกสูบมาในจังหวะดูด จะถูกอัดตัวให้มีปริมาตรเล็กลงเหลือประมาณ 1 ส่วน ดังนั้น อากาศจึงเกิดมีความดันและอุณหภูมิที่สูงขึ้นพร้อมที่จะเกิดการสันดาป

3. จังหวะระเบิด (Expansion Stroke) (เริ่มจากหัวฉีด ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง) กำลังจากการระเบิดหรือการสันดาป (Combustion) ภายในห้องเผาไหม้ จะทำการผลักดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลงมาเป็นกำลังงาน ขับเคลื่อนของเครื่องยนต์ จังหวะนี้จะไปสิ้นสุดจนกว่าลิ้นไอดีจะเปิด

4. จังหวะคาย (Exhaust Stroke) จังหวะนี้เริ่มต้นจากลิ้นไอดีจะเริ่มเปิดก่อนที่ลูกสูบจะเคลื่อนที่ถึงศูนย์ตายล่าง แก๊สไอดีที่ยังมีความดันจากการขยายตัวอยู่จะระบายออกทางลิ้นไอดี เมื่อลูกสูบได้เคลื่อนที่เลยจากศูนย์ตายล่าง (BDC) จะผลักดันให้ไอดีไหลออกไปจากกระบอกสูบ

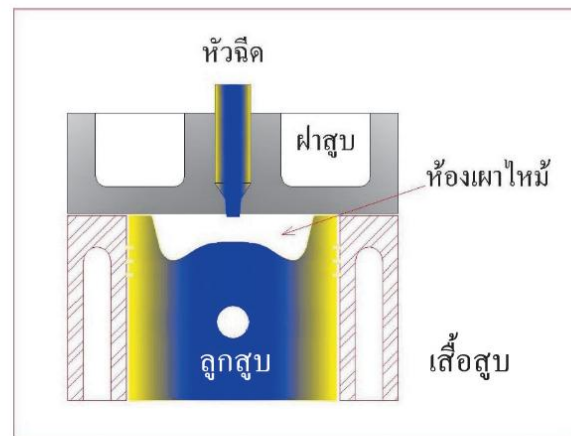


รูปที่ 16.3 การทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ

ห้องเผาไหม้ในเครื่องยนต์ดีเซล การทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลเป็นการดูดอากาศเข้าไปในระบบดูดและในห้องเผาไหม้ (จังหวะดูด) จากนั้นจะทำการอัดอากาศให้มีปริมาตรลดลง (จังหวะอัด) ทำให้อากาศที่ถูกอัดมีอุณหภูมิสูงขึ้น และมีการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปเพื่อการเผาไหม้ (จังหวะระเบิด) สุดท้าย คือ การปล่อยก๊าซที่เกิดจากเผาไหม้ออก (จังหวะคาย)

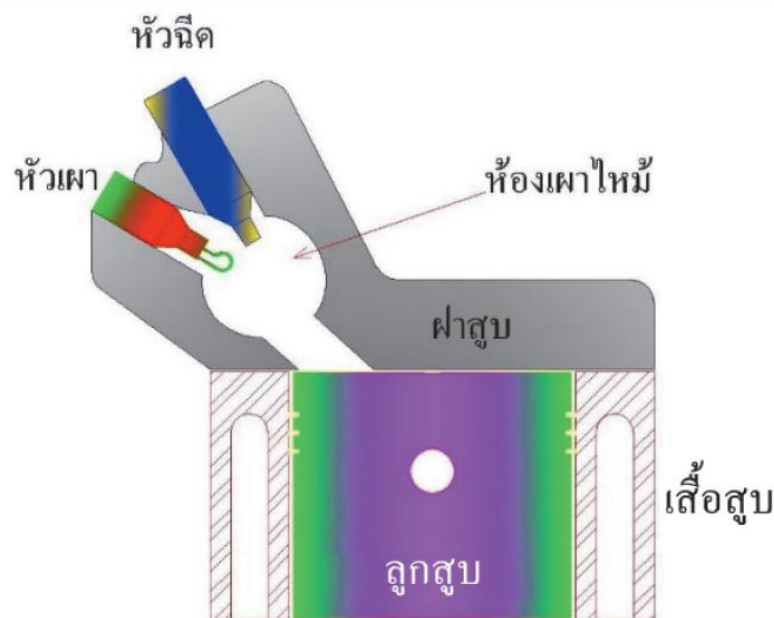
ดังนั้น ห้องเผาไหม้จึงมีการออกแบบให้เหมาะสมกับหลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล โดยที่ห้องเผาไหม้ในเครื่องยนต์ดีเซล สามารถแบ่งออกได้ 4 แบบ ดังนี้

1. **ห้องเผาไหม้โดยตรง (Direct Injection Chamber)** สำหรับห้องเผาไหม้แบบนี้จะมีลักษณะเป็นแอ่งเว้าอยู่บนหัวลูกสูบ หัวฉีดที่ใช้เป็นแบบรู มีความดัน 175-300 บาร์ (ไม่ใช่หัวเผา)



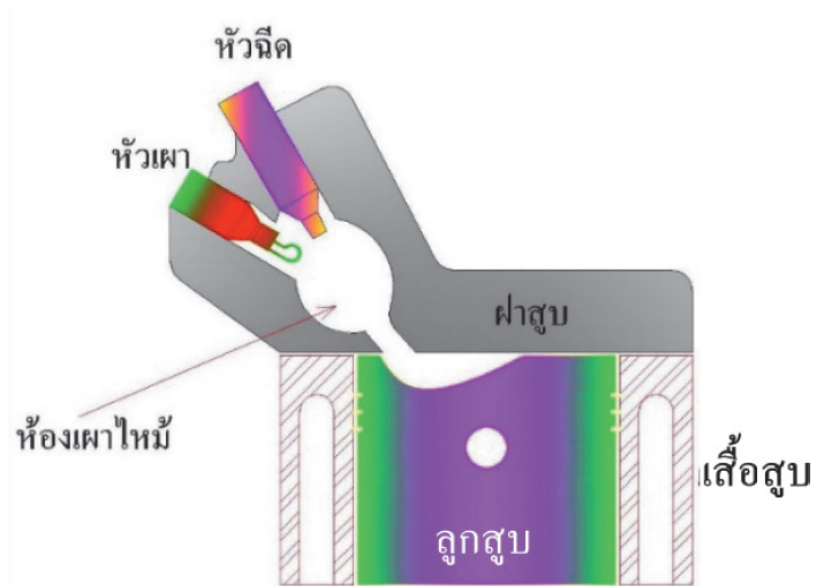
รูปที่ 16.4 แสดงห้องเผาไหม้โดยตรง (Direct Injection Chamber)

2. ห้องเผาไหม้แบบพาวน (Whirl Chamber) ห้องเผาไหม้แบบนี้อยู่ที่ฝาสูบ (มีปริมาตร 70 % ของห้องเผาไหม้ทั้งหมด) หัวฉีดที่ใช้เป็นแบบเดือย มีความดัน 100-125 บาร์ (ใช้หัวเผา)



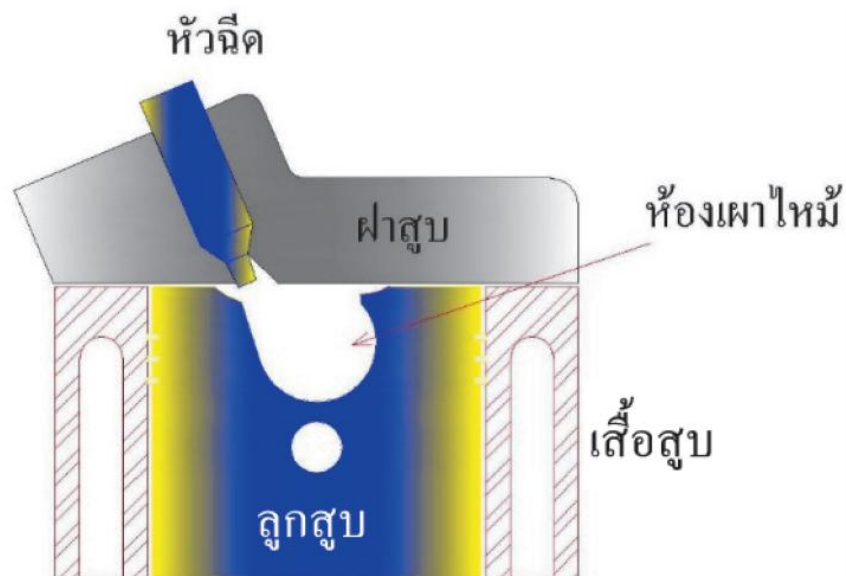
รูปที่ 16.5 แสดงห้องเผาไหม้แบบพาวน (Whirl Chamber)

3. ห้องเผาไหม้ช่วย (Pre Combustion Chamber) ห้องเผาไหม้ช่วยหรือเรียกว่าห้องเผาไหม้ล่วงหน้า โดยที่ห้องเผาไหม้จะมี 2 ส่วน คือ ห้องเผาไหม้ช่วยและห้องเผาไหม้หลัก ห้องเผาไหม้แบบนี้ อยู่ที่ฝาสูบและหัวลูกสูบ โดยหัวฉีดจะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปยังเผาไหม้ช่วย (มีปริมาตร 30-45 % ของห้องเผาไหม้ทั้งหมด) หลังจากการเผาไหม้จะลูกกลามไปยังห้องเผาไหม้หลัก หัวฉีดที่ใช้จะเป็นแบบเดือย มีความดัน 90-120 บาร์ (ใช้หัวเผา)



รูปที่ 16.6 แสดงห้องเผาไหม้ช่วย (Pre Combustion Chamber)

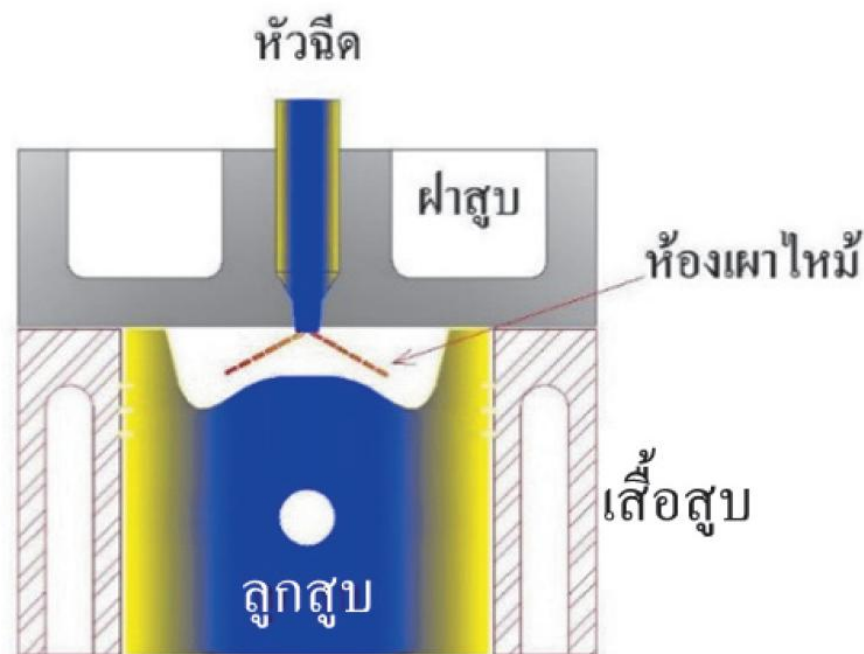
4. ห้องเผาไหม้แบบเอ็ม (M Combustion Chamber) ห้องเผาไหม้แบบนี้ได้มีการพัฒนา
มาจากห้องเผาไหม้โดยตรง โดย ดร.มุนเนอร์ (Dr. Munnur of M.A.M.) ชาวเยอรมัน



รูปที่ 16.7 แสดงห้องเผาไหม้แบบเอ็ม (M Combustion Chamber)

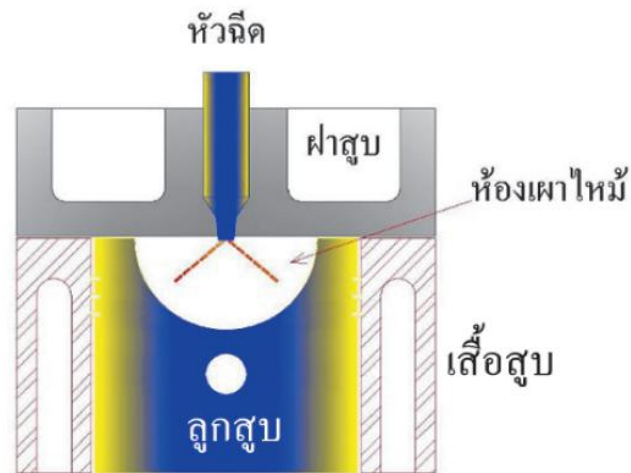
นอกจากนี้ห้องเผาไหม้โดยตรง ยังสามารถแบ่งออกได้อีก 4 แบบ ตามลักษณะโครงสร้าง ดังนี้

1. Shallow depth chamber มีลักษณะคือบริเวณตรงกลางหัวลูกสูบห้องเผาไหม้จะตื้นแล้วค่อย ๆ ลึกลงไปตามแนวรัศมี



รูปที่ 16.8 แสดงห้องเผาไหม้โดยตรง แบบ Shallow depth chamber

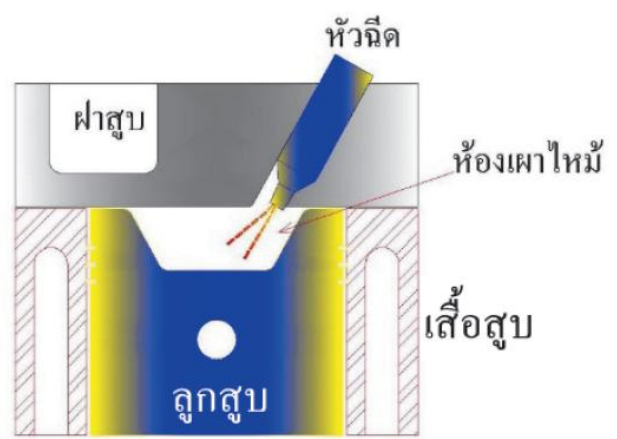
2. Hemispherical chamber มีลักษณะคือห้องเผาไหม้บนหัวลูกสูบเป็นลักษณะทรงกลม



รูปที่ 16.9 แสดงห้องเผาไหม้โดยตรง แบบ Hemispherical chamber

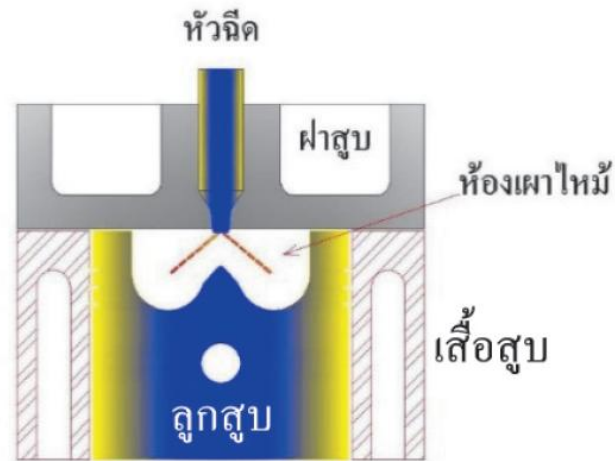
3. Cylindrical chamber มีลักษณะคือห้องเผาไหม้บนหัวลูกสูบเป็นลักษณะทรงกระบอก

เรียงลง

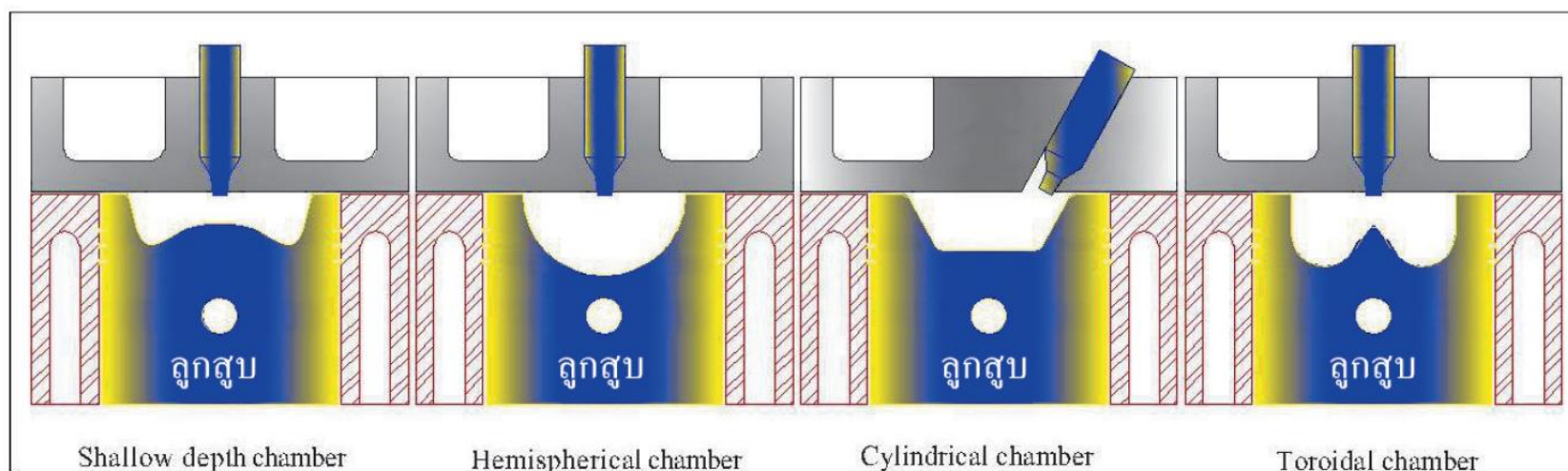


รูปที่ 16.10 แสดงห้องเผาไหม้โดยตรง แบบ Cylindrical chamber

4. Toroidal chamber มีลักษณะคือห้องเผาไหม้บนหัวลูกสูบบริเวณตรงกลางหัวลูกสูบห้องเผาไหม้จะตื้นแล้วค่อย ๆ ลึกลงไป ตามแนวรัศมีและส่วนล่างสุดเป็นแบบทรงกลม



รูปที่ 16.11 แสดงห้องเผาไหม้โดยตรง แบบ Toroidal chamber



รูปที่ 16.12 แสดงห้องเผาไหม้ตามลักษณะโครงสร้างแบบต่าง ๆ

16.2 เครื่องยนต์เล็กดีเซล

เครื่องยนต์เล็กดีเซล หมายถึง เครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียว ขนาดไม่เกิน 10 แรงม้า มีทั้งแบบลูกสูบเดี่ยวและแบบลูกสูบตั้ง เครื่องยนต์เล็กดีเซลที่นิยมนำมาใช้กันมากในประเทศไทย จะเป็นเครื่องยนต์แบบลูกสูบนอน ใช้ได้ทั้งน้ำมันดีเซลและน้ำมันไบโอดีเซล การบำรุงรักษาง่ายใช้งานได้สะดวก เครื่องยนต์ดีเซลไม่จำเป็นต้องใช้หัวเทียนเพื่อใช้จุดระเบิด แต่อาศัยการจุดระเบิดโดยหลักการอัดอากาศและฉีดเชื้อเพลิงด้วยความดันสูงจนเชื้อเพลิงนั้นสามารถติดไฟได้



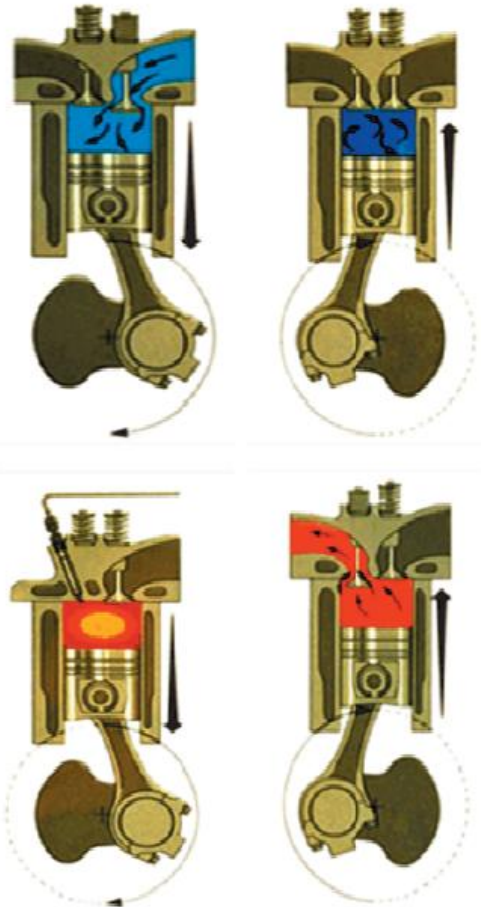
รูปที่ 16.13 เครื่องยนต์เล็กดีเซล

หลักการทำงานของเครื่องยนต์เล็กดีเซล การทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลเล็ก อากาศเมื่อถูกอัดตัวจะมีความร้อนที่สะสมสูงขึ้น แต่ถ้าอากาศถูกอัดตัวอย่างเร็วเกินไปโดยไม่มีการลดอุณหภูมิของความร้อนแรงดันและความร้อนจะสูงขึ้นไปอีกอย่างรวดเร็ว เมื่อทำการฉีดละอองเชื้อเพลิงเข้าไปในอากาศที่ร้อนจัดจากการที่อัดตัวในห้องเผาไหม้ จะทำให้เกิดการระเบิดเผาไหม้ขึ้นอย่างทันที จึงทำให้เกิดแรงผลักดันขึ้น แรงผลักดันหรือกำลังที่เกิดขึ้นจะนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบของ แรงผลักดันไปยัง ลูกสูบ (Piston) และก้านสูบ (Connecting rod) เมื่อเพลาช้อเหวี่ยง (Crankshaft) ทำให้เกิดการหมุนและทำงานผ่านจุดต่าง ๆ ส่งผ่าน คลัช (Clutch) ไปยัง ระบบส่งกำลัง (Transmission) จะทำให้เกิดการหมุนและควบคุมรอบผ่านเฟืองเกียร์ต่าง ๆ ลงไปสู่เพลาชับ ไปยังล้อ

เครื่องยนต์เล็กดีเซลเป็นเครื่องยนต์สูบเดี่ยว ขนาดไม่เกิน 10 แรงม้า มีทั้งแบบลูกสูบเอียงและแบบลูกสูบตั้ง เครื่องยนต์เล็กดีเซลที่นิยมนำมาใช้งานกันมากในประเทศไทย จะเป็นเครื่องยนต์แบบลูกสูบนอน ใช้ได้ทั้งน้ำมันดีเซลและน้ำมันไบโอดีเซล

การบำรุงรักษาง่าย ใช้งานได้สะดวกตลอดเวลา หลักการทำงานของเครื่องยนต์เล็กดีเซลในปัจจุบันมีอยู่ 2 แบบคือ เครื่องยนต์เล็กดีเซล 4 จังหวะ และเครื่องยนต์เล็กดีเซล 2 จังหวะ

1. หลักการทำงานของเครื่องยนต์เล็กดีเซล 4 จังหวะ (Small diesel engine four stroke) เครื่องยนต์เล็กและหลักการทำงานมีความสำคัญมาก ดังนั้น จะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ ชนิดของเครื่องยนต์เล็ก หลักการทำงานของเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนและดีเซล 2 จังหวะ และ 4 จังหวะ เพื่อที่จะได้นำความรู้ความเข้าใจไปใช้ในการตรวจซ่อมเครื่องยนต์เล็กต่อไปเครื่องยนต์เล็กดีเซล 4 จังหวะ มีจังหวะการทำงานใน 1 กลวัตร ประกอบด้วย จังหวะดูด จังหวะอัด จังหวะระเบิด จังหวะคาย โดยการทำงานครบ 1 กลวัตร การทำงานเพลาช้อเหวี่ยงหมุน 2 รอบ และเกิดการลุกไหม้ของเชื้อ 1 ครั้ง สำหรับการทำงานของเครื่องยนต์เล็กดีเซล 4 จังหวะ ดังนี้



รูปที่ 16.14 การทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ



(1) จังหวะดูด (Intake Stroke) คือ ลูกสูบเคลื่อนที่จากตำแหน่งศูนย์ตายบน (TDC) ลงสู่จุดศูนย์ตายล่าง (BDC) ลิ้นไอดีเริ่มเปิดให้อากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาในกระบอกสูบ ในขณะที่ลิ้นไอเสียปิดสนิทเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ลงจนถึงจุดศูนย์ตายล่างลิ้นไอดีจึงปิด เป็นการสิ้นสุดจังหวะดูด

(2) จังหวะอัด (Compression Stroke) คือ ลูกสูบเคลื่อนที่จากศูนย์ล่างขึ้นสู่ศูนย์ตายบน ลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียปิดสนิทลูกสูบจะอัดอากาศ เพื่อทำการเพิ่มแรงดันในห้องเผาไหม้ประมาณ 30 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (427 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ทำให้อุณหภูมิของอากาศภายในกระบอกสูบสูงถึงประมาณ 500 ถึง 800 องศาเซลเซียส

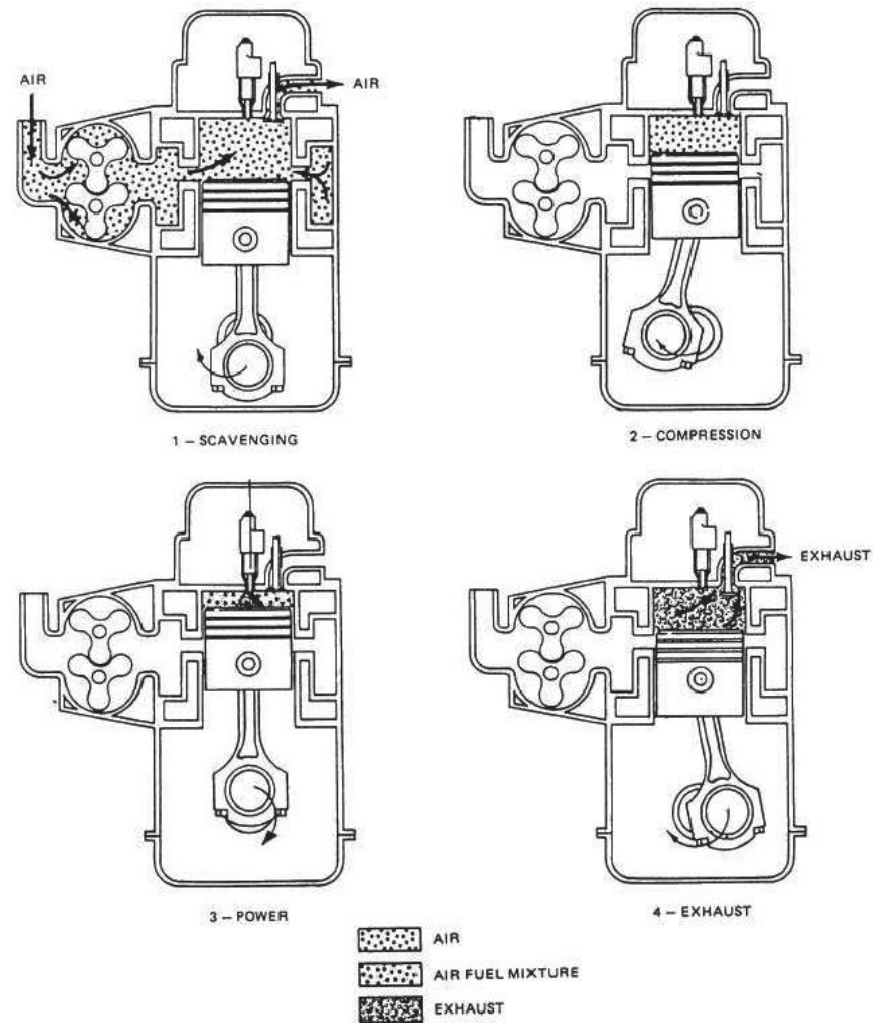
(3) จังหวะระเบิดหรือจังหวะงาน (Power Stroke) ก่อนที่ลูกสูบเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งศูนย์ตายบน เล็กน้อยน้ำมันเชื้อเพลิง จะถูกฉีดเข้ากระบอกสูบผ่านหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงถูกฉีดเป็นฝอยละเอียด เข้าไปคลุกเคล้ากับอากาศที่ร้อนจึงเกิดการลุกไหม้ขึ้นหรือเกิดการระเบิดอย่างรวดเร็ว และขยายตัวเป็นแก๊สผลักดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่จากศูนย์ตายบนลงสู่ศูนย์ตายล่าง

(4) จังหวะคาย (Exhaust Stroke) ก่อนที่ลูกสูบเคลื่อนที่ถึงศูนย์ตายล่างเล็กน้อย ลิ้นไอดีเริ่มเปิดแต่ลิ้นไอดียังคงปิดสนิท จากนั้นลูกสูบก็จะเคลื่อนที่จากศูนย์ตายล่างขึ้นสู่ศูนย์ตายบน เพื่อการขับไล่แก๊สไอเสียให้ออกจากห้องเผาไหม้ เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ถึงศูนย์ตายบนลิ้นไอดีก็ปิด

2. หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะ เครื่องยนต์เล็กดีเซล 2 จังหวะ มีกลวัตรในการทำงาน ประกอบด้วย จังหวะดูด จังหวะอัด จังหวะระเบิด และจังหวะคาย ดังนี้

(1) จังหวะที่ 1 คือ จังหวะดูดและจังหวะอัด ซึ่งในจังหวะนี้จะเริ่มต้นเมื่อลูกสูบอยู่ที่ศูนย์ตายล่าง และเริ่มเคลื่อนที่ขึ้นสู่ศูนย์ตายบน ก่อนที่จะเคลื่อนที่ขึ้นหัวลูกสูบจะอยู่ต่ำกว่าช่องทางเข้าไอดี ทำให้ช่องทางไอดีเปิด (Blower) โดยจะดูดอากาศจากภายนอกผ่านช่องทางไอดีจนบรรจุเต็มลูกสูบ จะเคลื่อนที่จากจุดศูนย์ตายล่างขึ้นสู่ศูนย์ตายบน ปิดช่องทางไอดีลิ้นไอดีเสียทั้งสองจะปิดสนิทอากาศจะถูกอัด

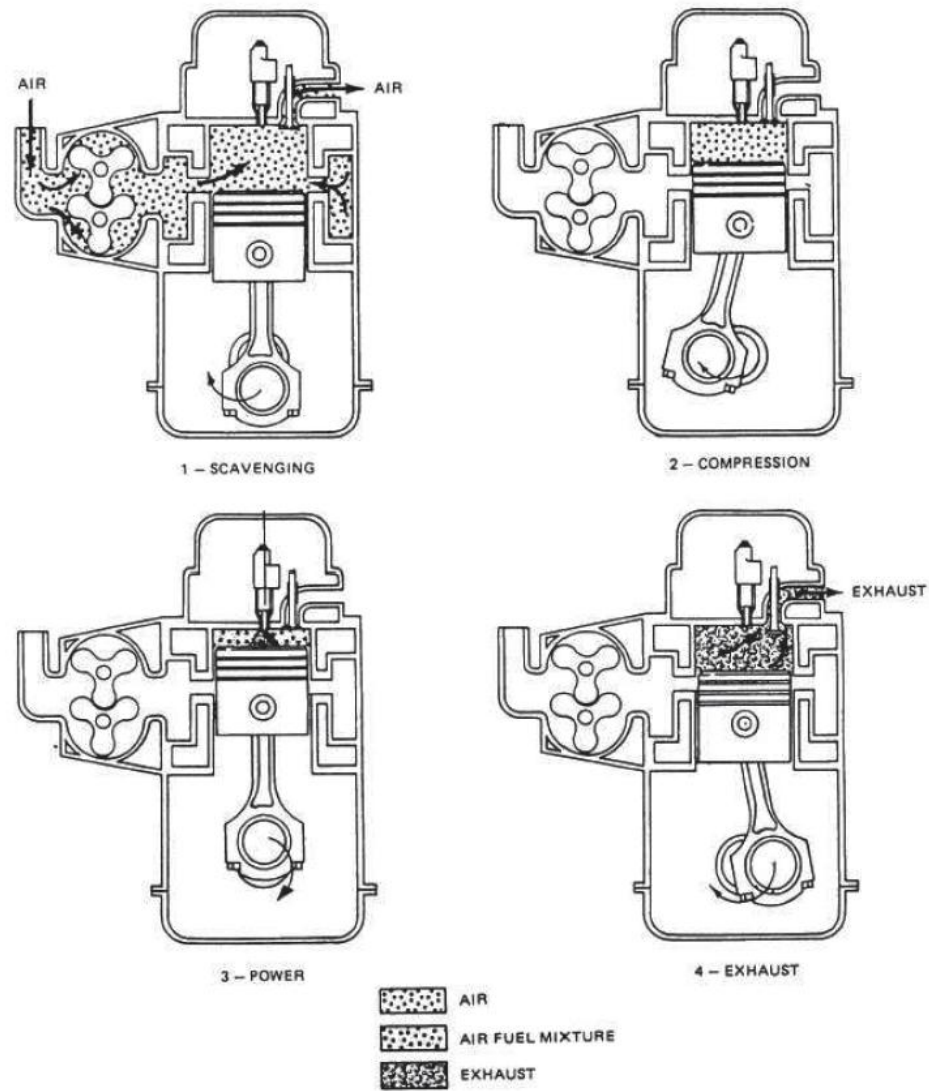




รูปที่ 16.15 แสดงการทำงานของจังหวะดูดกับอัด

(2) จังหวะที่ 2 คือ จังหวะระเบิดกับจังหวะคาย เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นอัดอากาศหัวฉีดจะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยละอองเข้าสู่ห้องเผาไหม้ เพื่อให้คลุกเคล้ากับอากาศที่ร้อนเกิดการเผาไหม้และการจุดระเบิดขึ้น ดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลงศูนย์ตายล่างทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลงประมาณ 80 ถึง 85 เปอร์เซ็นต์ของระยะชักลิ้นไอดีจะเปิดให้ไอดีระบายออกจนเต็ม ทำให้เกิดอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว



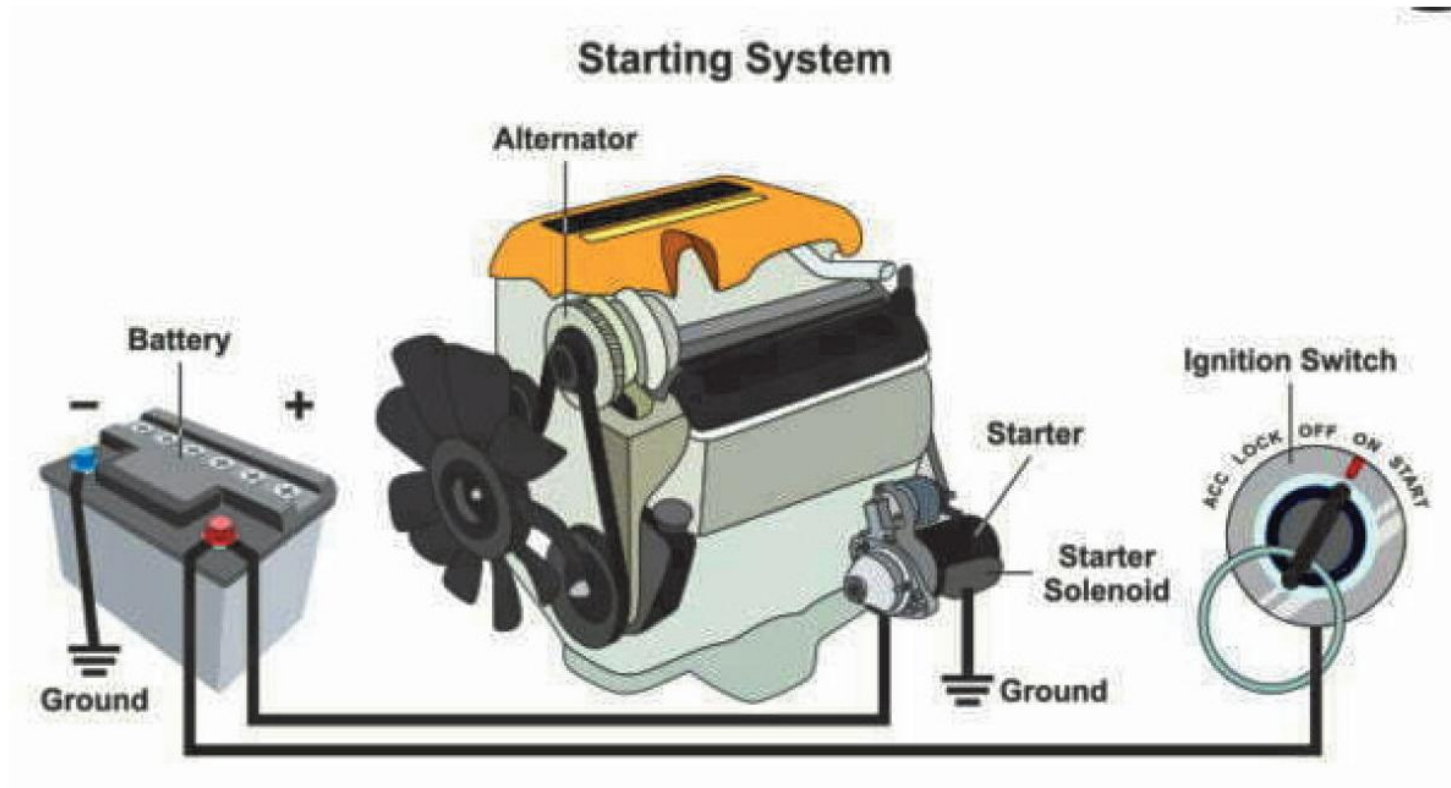


รูปที่ 16.16 แสดงการทำงานของจังหวะระเบิดกั๊บคาย

16.3 ระบบสตาร์ทด้วยไฟฟ้า

ระบบสตาร์ทด้วยไฟฟ้า หมายถึง ระบบที่ใช้ไฟฟ้าเครื่องยนต์ในการจุดระเบิดในการสตาร์ทเครื่องยนต์ เมื่อเสียบกุญแจเข้าไปจะเห็นได้ว่ายังไม่มีอะไรเกิดขึ้น เพราะสวิตช์ยังอยู่ที่ OFF แต่พอบิดกุญแจไปที่ ON ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จะวิ่งเข้าสู่คอยล์จุดระเบิด เพื่อเตรียมพร้อมที่จะสตาร์ทเครื่องยนต์ ขั้นตอนนี้ระบบไฟฟ้าบางอย่างทำงานแล้ว เช่น ไฟหน้าปัดรถ การเปิด-ปิดกระจกกรร แต่เครื่องยนต์ยังไม่ติด

เมื่อเราบิดกุญแจไปที่สตาร์ท มันก็เหมือนกับการเปิดสวิตช์การจุดระเบิด มอเตอร์สตาร์ทจะเคลื่อนเข้าไปขับเคลื่อนล้อช่วยแรง (flywheel) และหมุนอย่างรวดเร็ว ทำให้ล้อช่วยแรงหมุนตาม แกนกลางของล้อช่วยแรงที่เรียกว่าเพลาช่อเหวี่ยง ซึ่งเชื่อมอยู่กับก้านสูบที่ต่อดัดกับลูกสูบอีกที ลูกสูบจะอัดอากาศเข้าไปในกระบอกสูบ สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลจะใช้หัวฉีดฉีดน้ำมันลงไปทำให้เกิดการจุดระเบิดขึ้น ขณะที่เครื่องยนต์เบนซิน คอยล์จุดระเบิดจะจ่ายไฟให้หัวเทียน และหัวเทียนจะปล่อยกระแสไฟฟ้าแรงสูงทำให้เกิดการจุดระเบิด เมื่อปล่อยมือออกจากกุญแจ กุญแจจะดีดกลับมาที่ ON มอเตอร์สตาร์ทก็จะกลับเข้าสู่ที่เดิม แต่เกิดการสตาร์ทเสร็จสมบูรณ์แล้ว และเครื่องยนต์ก็ยังคงทำงานอยู่



รูปที่ 16.16 ระบบสตาร์ทเครื่องยนต์

ระบบไฟฟ้ารถยนต์ สตาร์ทเตอร์เป็นส่วนหนึ่งของระบบสตาร์ทซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในวงจรไฟฟ้ารถยนต์อีกที หน้าที่ของสตาร์ทเตอร์ในระบบสตาร์ทของวงจรไฟฟ้ารถยนต์ คือ การเริ่มทำให้เครื่องยนต์เริ่มหมุนได้ เมื่อเครื่องยนต์เกิดการหมุนแล้วระบบสตาร์ทก็จะหยุดทำงาน โดยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สตาร์ทเครื่องยนต์ในส่วน of ระบบไฟ คือ มอเตอร์สตาร์ทหรือมักนิยมเรียกกันว่า “ไดสตาร์ท” อุปกรณ์นี้จะต้องอาศัยไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ จะเกิดการทำงานเมื่อปิดกุญแจสตาร์ทหรือกดปุ่มสตาร์ท อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สตาร์ทเครื่องยนต์ ประกอบด้วย ดังนี้

1. **ไดชาร์จ (Alternator)** คือ ตัวทำหน้าที่เป็นตัวผลิตไฟฟ้าโดยอาศัยกำลังเครื่องยนต์ ส่งกำลังมาผ่านทางสายพานส่งผลทำให้ไดชาร์จหมุน เพื่อบั่นกระแสไฟออกมาใช้ในระบบไฟฟ้ารถยนต์ เมื่อไดชาร์จเกิดเสีย ระบบไฟฟ้ารถยนต์จะไม่ทำงาน มีผลทำให้รถยนต์ไม่สามารถวิ่งต่อไปได้ สำหรับอาการไดชาร์จมีปัญหาเนี้ยมักจะพบในรถยนต์ที่มีอายุการใช้งานที่นาน และไดชาร์จเองก็มีอายุการใช้งานในระยะหนึ่ง เมื่อหมดอายุก็จะต้องทำการเปลี่ยนอันใหม่ เพื่อให้ระบบไฟฟ้ารถยนต์ใช้งานต่อไปได้ ด้านในของไดชาร์จประกอบด้วยทุ่นและแปรงถ่าน ถ้าทั้งสองสิ่งนี้เริ่มสึก จะส่งผลทำให้ไดชาร์จเสื่อมสภาพ

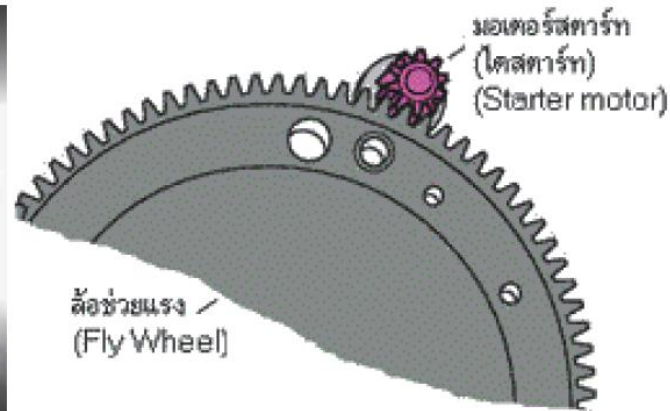
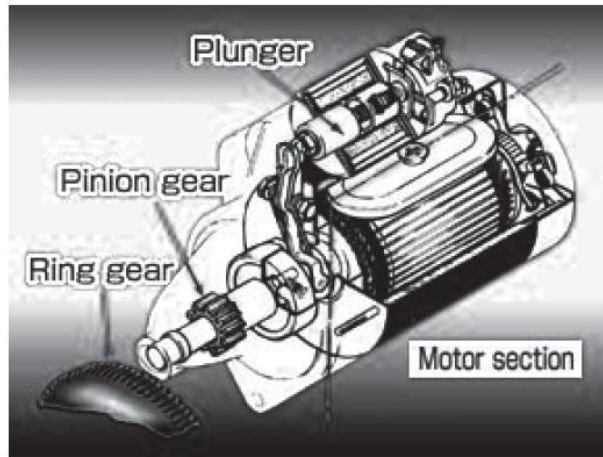
เมื่อไดชาร์จเริ่มเสื่อมสภาพ จะมีการส่งสัญญาณว่าระบบไฟฟ้ารถยนต์เริ่มมีปัญหา โดยระบบไฟฟ้ารถยนต์ทั้งหมดจะอ่อนลง เช่น ไฟหน้าเริ่มหรี่ แอร์เริ่มไม่ค่อยเย็น บางครั้งอาจพบว่าความร้อนขึ้นเนื่องจากพัดลมไฟฟ้าหมุนไม่แรงพอ

2. แบตเตอรี่ (Battery) คือ ตัวทำหน้าที่เก็บไฟสำรองเมื่อไดชาร์จจึ้นกระแสไฟฟ้ามา หากไฟฟ้าเหลือใช้ก็จะนำมาเก็บไว้ที่แบตเตอรี่ ระบบไฟฟ้ารถยนต์เมื่อมีการการใช้ไฟฟ้ามากกว่าที่ไดชาร์จทำงานได้ จะมีไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ถูกนำออกมาใช้ รวมถึงตอนสตาร์ทเครื่องยนต์ที่ต้องใช้กำลังไฟฟ้ามาก ระบบไฟฟ้าเครื่องยนต์จะต้องอาศัยไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ส่งมาหมุนไคสตาร์ทก่อน เพราะไดชาร์จไม่สามารถปั่นไฟฟ้าได้เพียงพอในขณะนั้น จนกระทั่งเครื่องยนต์ติด ระบบไฟฟ้าเครื่องยนต์จึงจะกลับสู่วงจรเดิม และเมื่อแบตเตอรี่ไฟฟ้าหมดหรือเสื่อมสภาพ ก็จะไม่สามารเก็บไฟฟ้าไว้ได้ ส่งผลทำให้เครื่องยนต์สตาร์ทไม่ได้เพราะไม่มีกำลังไฟฟ้าเพียงพอ

3. โวลต์ (Voltage) คือ ค่าความต่างศักย์ของไฟฟ้าในเครื่องยนต์ ซึ่งมีค่าอยู่ที่ 12 V นั้น หมายความว่า อุปกรณ์ระบบไฟฟ้าเครื่องยนต์ในรถยนต์ทั้งคัน จะต้องใช้ค่าความต่างศักย์ เท่ากับ 12 V เช่นกัน เช่น ระบบไฟฟ้าของเมืองไทยโดยปกติทั่วไปอยู่ที่ 220 V ส่วนในต่างประเทศก็จะแตกต่างกันออกไป ที่ญี่ปุ่นจะใช้ไฟ 110 V หากเมื่อนำเอาอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีโวลต์น้อยกว่าไปใช้กับกระแสไฟโวลต์สูงกว่า ก็สามารถจะใช้เครื่องมือชิ้นนั้นได้

4. รีเลย์ (Relay) คือ ตัวทำหน้าที่เพิ่มพื้นที่สะพานไฟฟ้า ทำให้กระแสไฟเดินได้สะดวกขึ้นและผ่านได้จำนวนมากขึ้น ส่งผลทำให้ระบบไฟฟ้าเครื่องยนต์ทำงานได้อย่างเต็มรูปแบบ หากมีการเพิ่มอุปกรณ์ไฟฟ้าให้กับตัวรถยนต์แต่ไม่มีรีเลย์ไปต่อฟ่วง จะเกิดการ Over load เพราะพื้นที่สายไฟฟ้าเล็กเท่าเดิม แต่มีการดึงไฟฟ้ามาใช้มากขึ้น

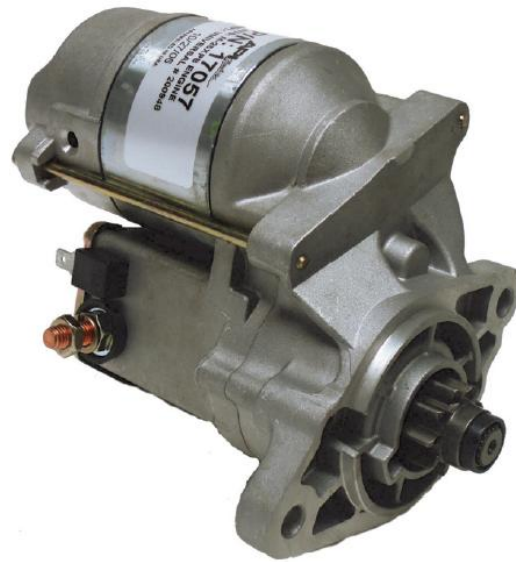
หน้าที่ของระบบสตาร์ท คือ ทำให้เครื่องยนต์เริ่มหมุนได้ จากนั้นเครื่องยนต์ก็จะหมุนต่อไปได้เอง และระบบสตาร์ทก็จะหยุดการทำงานลงทันทีที่เครื่องยนต์เริ่มทำงาน อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สตาร์ท คือ มอเตอร์สตาร์ท (Starter Motor) หรือที่เรียกกันว่า “ไดสตาร์ท” อุปกรณ์นี้จะทำงานด้วยไฟฟ้าที่ต่อมาจากแบตเตอรี่ ผ่านสวิตช์สตาร์ท นั่นคือ ลูกกุญแจรถที่เราสตาร์ทเครื่องยนต์นั่นเอง เมื่อเราบิดลูกกุญแจไปยังตำแหน่ง “ON” ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จะไหลเข้าสู่วงจรการจุดระเบิด คือตัวคอยล์จุดระเบิด เพื่อความเตรียมพร้อมที่จะทำงาน แต่เมื่อใดที่บิดลูกกุญแจไปยังตำแหน่งสตาร์ท มอเตอร์สตาร์ทก็จะทำงานทันที



รูปที่ 16.17 ส่วนประกอบมอเตอร์สตาร์ท (Starter Motor)

มอเตอร์สตาร์ท ติดตั้งเกาะอยู่ติดกับเครื่องยนต์ แกนข้างหนึ่งของมอเตอร์สตาร์ท จะมีฟันเฟืองติดอยู่ ฟันเฟืองตัวนี้ จะยื่นเข้าไปอยู่ใกล้ ๆ กับฟันเฟืองของล้อช่วยแรง (Fly wheel) เมื่อทำการบิดลูกกุญแจไปยัง ตำแหน่งสตาร์ท กลไกภายในชุดมอเตอร์สตาร์ทจะดันแกนมอเตอร์สตาร์ทที่มีฟันเฟืองเข้าไปชนกับกลไกของล้อช่วยแรง (Fly wheel) ขณะเดียวกันมอเตอร์สตาร์ทจะหมุนด้วยความเร็ว ทำให้ล้อช่วยแรงหมุนตามไปด้วย

เมื่อล้อยช่วยแรงหมุนแล้วเพลาช้อเหวี่ยงก็หมุนตาม ก้านลูกสูบและลูกสูบก็จะเคลื่อนที่ รวมทั้งวาล์วไอดี ไอดีเสีย ก็จะเริ่มเปิด-ปิด ขณะเดียวกัน คอยจุดระเบิดที่เตรียมพร้อมจะทำงานอยู่แล้วก็เริ่มการจ่ายไฟฟ้าไปให้หัวเทียน ทำการจุดระเบิดเป็นจังหวะ เมื่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ทำงานร่วมกันเป็นจังหวะ เครื่องยนต์ก็เริ่มเดินได้ และทันทีที่มีการปล่อยมือจากการบิดลูกกุญแจที่ตำแหน่งสตาร์ท มอเตอร์สตาร์ทก็จะหยุดการทำงาน พร้อมทั้งกลไกที่ดันแกนฟันเฟืองมอเตอร์สตาร์ทไปชนหมุนกับล้อยช่วยแรงก็จะกลับคืนสู่ตำแหน่งเดิม แต่เครื่องยนต์ทำงานได้แล้ว



รูปที่ 16.18 มอเตอร์สตาร์ท (Starter Motor) หรือไดสตาร์ท

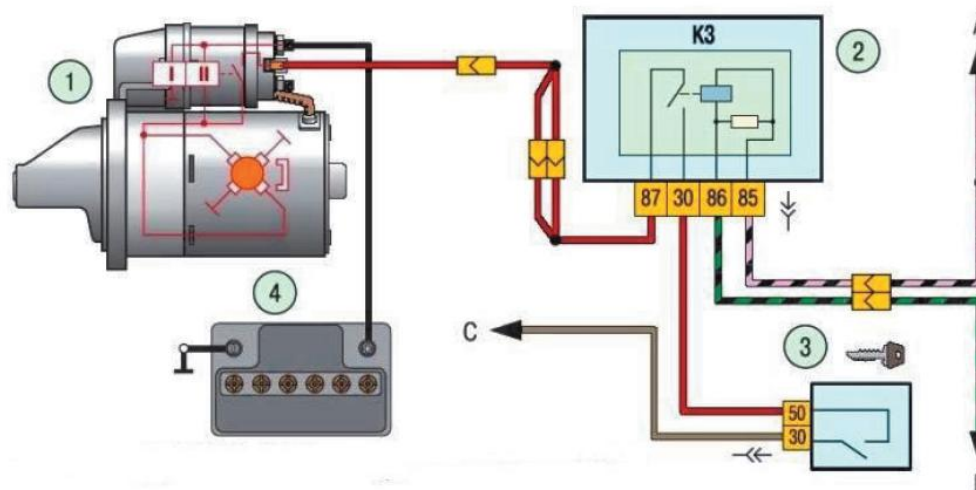
16.4 หลักการทำงานของสตาร์ทเตอร์

การสตาร์ทเครื่องยนต์ผู้ขับขี่ในรถยนต์จะต้องมีที่จับพิเศษ เพื่อที่จะหมุนเพลาลูกเบี้ยว เมื่อเวลาผ่านไปวิศวกรได้พัฒนาอุปกรณ์พิเศษที่ช่วยอำนวยความสะดวกในกระบวนการนี้ นั่นคือ สตาร์ทเครื่องยนต์ จุดประสงค์เพื่อการสตาร์ทเครื่องยนต์ ผู้ขับขี่เพียงแค่หมุนกุญแจในล็อกจุดระเบิดเท่านั้น และมีรถยนต์รุ่นใหม่ ๆ หลายรุ่นเพียงแค่กดปุ่ม Start



รูปที่ 16.19 สตาร์ทเตอร์

สตาร์ททรอยนต์ ภายนอกเครื่องสตาร์ทอัตโนมัติเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดเล็กที่ติดตั้งระบบขับเคลื่อนแบบกลไก การทำงานมีให้โดยแหล่งจ่ายไฟฟ้า 12 โวลต์ ถึงแม้ว่ารุ่นอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน จะถูกสร้างขึ้นสำหรับทรอยนต์รุ่นต่าง ๆ แต่โดยพื้นฐานนั้นก็มีการเชื่อมต่อเหมือนกันในระบบออนบอร์ด



1) สตาร์ทเตอร์ 2) บล็อกการติดตั้ง 3) กลุ่มผู้ติดต่อของล๊อคจุดระเบิด 4) แบตเตอรี่

A) ไปยังรีเลย์หลัก (พิน 30) B) ถึงเทอร์มินัล 50 ของชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ C) บนกล่องฟิวส์หลัก (F3)

KZ – รีเลย์สตาร์ท

รูปที่ 16.20 แสดงแผนผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั่วไป

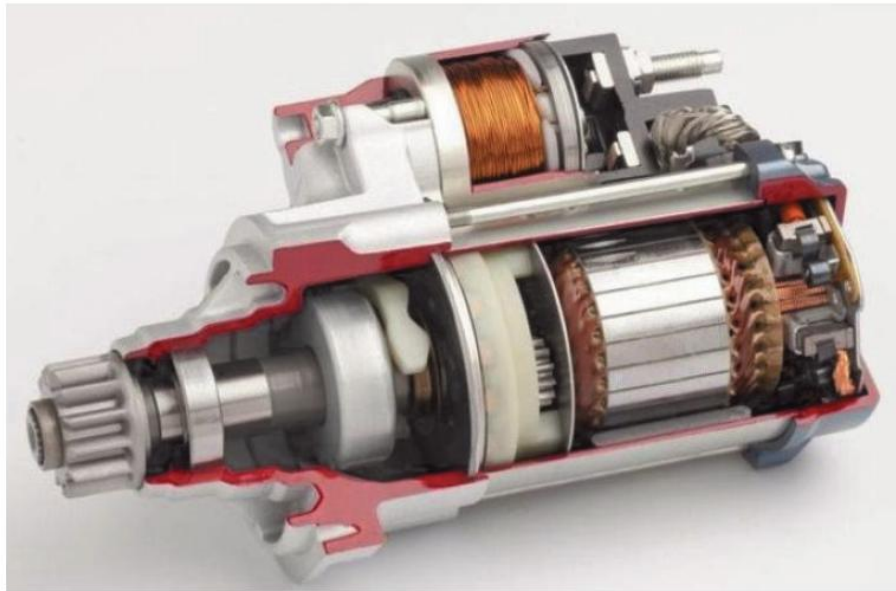
16.4.1 หลักการทำงานของสตาร์ทเตอร์ในรถยนต์

ทั้งรถยนต์หรือรถบรรทุก สตาร์ทเตอร์จะทำงานในลักษณะเดียวกัน ดังนี้

1. หลังจากเปิดใช้งานระบบออนบอร์ดของรถแล้ว กุญแจจะเปิดอยู่ในล็อกจุดระเบิด จากนั้นจะหมุนไปจนสุด กระแสน้ำวนแม่เหล็กก่อตัวในรีเลย์ retractor เนื่องจากขดลวดเริ่มดึงเข้าที่แกน
2. Bendix ติดอยู่กับแกน ไดรฟ์เชิงกลนี้ได้เชื่อมต่อกับเม็ดมะยมมู่เล่ และมีส่วนร่วมกับการเชื่อมต่อเกียร์ ซึ่งในทางกลับกันมีการติดตั้งเพนนิไว้ที่แกนซึ่งปิดหน้าสัมผัสของมอเตอร์ไฟฟ้า
3. นอกจากนี้ยังมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับจุดยึด ตามกฎของฟิสิกส์โครงลวดที่วางอยู่ระหว่างขั้วของแม่เหล็ก และเชื่อมต่อกับกระแสไฟฟ้าจะเกิดการหมุน เนื่องจากสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์สร้างขึ้น กระดองจึงเริ่มหมุน
4. จากการหมุนของเฟือง Bendix มู่เล่ซึ่งติดอยู่กับเพลาลูกข้อเหวี่ยงจะหมุน กลไกข้อเหวี่ยงเครื่องยนต์สันดาปภายในเริ่มเคลื่อนลูกสูบในกระบอกสูบ ซึ่งในขณะเดียวกันไฟระบบจุดระเบิดและระบบเชื้อเพลิง
5. เมื่อมีกลไกและระบบเหล่านี้เริ่มทำงานอย่างอิสระ ไม่จำเป็นต้องมีสตาร์ทเตอร์ในการทำงานอีกต่อไป

6. กลไกจะถูกปิดการใช้งานเมื่อคนขับหยุดถือกุญแจในล็อก สปริงของกลุ่มผู้ติดต่อก็จะส่งกลับตำแหน่งหนึ่งกลับซึ่งจะไม่ให้พลังงานแก่วงจรไฟฟ้าของสตาร์ทเตอร์

7. ทันทีที่กระแสไฟฟ้าหยุดไหลไปยังสตาร์ทเตอร์สนามแม่เหล็กจะหายไปในรีเลย์ ด้วยเหตุนี้แกนที่โหลดสปริงจึงกลับเข้าที่ในขณะที่เปิดหน้าสัมผัสของกระดอง และมีการเคลื่อนเบนดิกซ์ออกจากเม็ดยมมู่ไล่



รูปที่ 16.21 แสดงภาพตัดขวางของสตาร์ทเตอร์รถยนต์

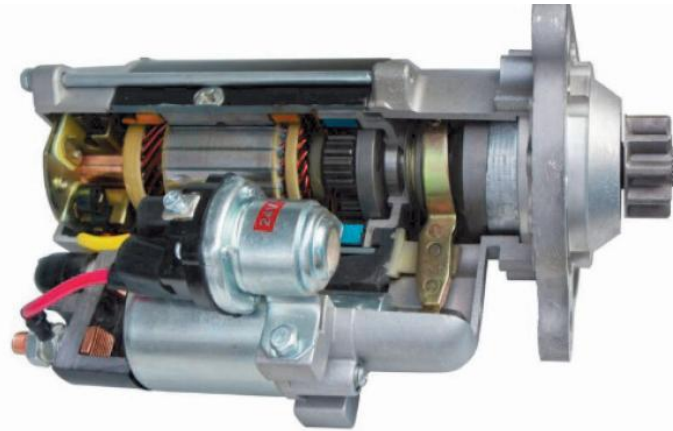
16.4.2 การออกแบบมอเตอร์ไฟฟ้า ดังนี้

1. **สเตเตอร์** คือ มีร่องเท้าแม่เหล็กอยู่ด้านในเคส ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นแม่เหล็กธรรมดา และก่อนหน้านี้ได้มีการดัดแปลงแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีขดลวดกระตุ้น
2. **สมอ** คือ เฟลาที่แกนถูกกดสำหรับการผลิตชิ้นส่วนนี้จะใช้เหล็กไฟฟ้า มีการทำร่องซึ่งติดตั้งเฟรม ซึ่งเมื่อทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าแล้วจะเริ่มหมุน มีการสะสมอยู่ที่ส่วนท้ายของเฟรมเหล่านี้ แปรงเชื่อมต่อกับพวกเขา โดยปกติจะมีสี่เสา – สองขั้วสำหรับแต่ละขั้วของแหล่งจ่ายไฟฟ้า
3. **ที่ใส่แปรง** คือ แปรงแต่ละชิ้นได้รับการแก้ไขในตัวเรือนพิเศษ ซึ่งพวกเขายังมีสปริงที่ช่วยให้มั่นใจได้ว่าแปรงสัมผัสกับตัวเก็บรวบรวมอย่างต่อเนื่อง
4. **ตำแหน่ง** คือ ชิ้นส่วนที่หมุนแต่ละชิ้นต้องติดตั้งแบริ่ง องค์กรประกอบนี้ช่วยขจัดแรงเสียดทานและป้องกันไม่ให้เฟลาเกิดความร้อน เมื่อมอเตอร์กำลังทำงาน

4. **ตำแหน่ง** คือ ชิ้นส่วนที่หมุนแต่ละชิ้นต้องติดตั้งแบร้ง องค์ประกอบนี้ช่วยขจัดแรงเสียดทานและป้องกันไม่ให้เพลลาเกิดความร้อน เมื่อมอเตอร์กำลังทำงาน

5. **เบนดิคซ์** คือ การติดตั้งเกียร์บนเพลลาของมอเตอร์ไฟฟ้าซึ่งประกบกับมู่เล่ ชิ้นส่วนนี้สามารถเคลื่อนที่ได้ในแนวแกน ตัวเบนดิคซ์ประกอบด้วยเฟืองที่อยู่ในตัวเรือน (ประกอบด้วยโครงด้านนอกและด้านในซึ่งมีลูกกลิ้งสปริงที่ช่วยป้องกันการถ่วงเทแรงบิดจากมู่เล่ไปยังเพลลาสตาร์ท) เพื่อให้มีการเคลื่อนไปที่เมดมะยมมู่เล่จำเป็นต้องใช้กลไกอื่น

6. **รีเลย์โซลินอยด์** คือ แม่เหล็กไฟฟ้าอีกชนิดหนึ่งที่ทำให้หน้าสัมผัสของกระดองทำ / ทำลาย นอกจากนี้เนื่องจากการเคลื่อนที่ขององค์ประกอบนี้ด้วยส้อม (หลักการทำงานของคันโยก) Bendix จะมีการเคลื่อนที่ไปในทิศทางตามแนวแกน และส่งกลับเนื่องจากสปริงหน้าสัมผัสบวกที่มาจากแบตเตอรี่ เชื่อมต่อกับด้านบนของตัวเครื่องสตาร์ท กระแสไฟฟ้าผ่านเฟรมที่ติดตั้งบนกระดองและไปที่หน้าสัมผัสเชิงลบของแปรง มอเตอร์สตาร์ทต้องการกระแสสตาร์ทขนาดใหญ่ เพื่อการสตาร์ทเครื่องยนต์ พารามิเตอร์นี้มีค่าประมาณ 400 แอมแปร์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรุ่นของอุปกรณ์ ด้วยเหตุนี้เมื่อเลือกแบตเตอรี่ใหม่จะต้องคำนึงถึงกระแสไฟฟ้าเริ่มต้น



รูปที่ 16.22 สตาร์ทเตอร์สำหรับสตาร์ทมอเตอร์



สตาร์ทเตอร์ สำหรับสตาร์ทมอเตอร์จะประกอบด้วยชิ้นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. สเตเตอร์พร้อมแม่เหล็ก
2. เฟลาพร้อมเฟรมซึ่งจ่ายด้วยไฟฟ้า
3. รีเลย์โซลินอยด์ (จะประกอบด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าแกนและหน้าสัมผัส)
4. ที่ใส่แปรง
5. เบन्दิกซ์
6. ล้อม Bendix
7. ตัวเรือน

ประเภทของการเริ่มต้น ขึ้นอยู่กับประเภทของเครื่องยนต์จำเป็นจะต้องมีการดัดแปลง
สตาร์ทเตอร์แยกต่างหาก ซึ่งสามารถหมุนเพลาล้อเข้าเหวี่ยงได้ เช่น แรงบิดของกลไกจะแตกต่างกันสำหรับ
หน่วยเบนซินและดีเซลเนื่องจากการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลเกี่ยวข้องกับการบีบอัดที่เพิ่มขึ้น

ประเภทเกียร์มีกลไกเฟืองดาวเคราะห์ขนาดเล็ก เพิ่มความเร็วของมอเตอร์สตาร์ทโดยใช้
พลังงานน้อยลง รุ่นนี้ช่วยให้การสตาร์ทเครื่องยนต์ได้อย่างรวดเร็ว

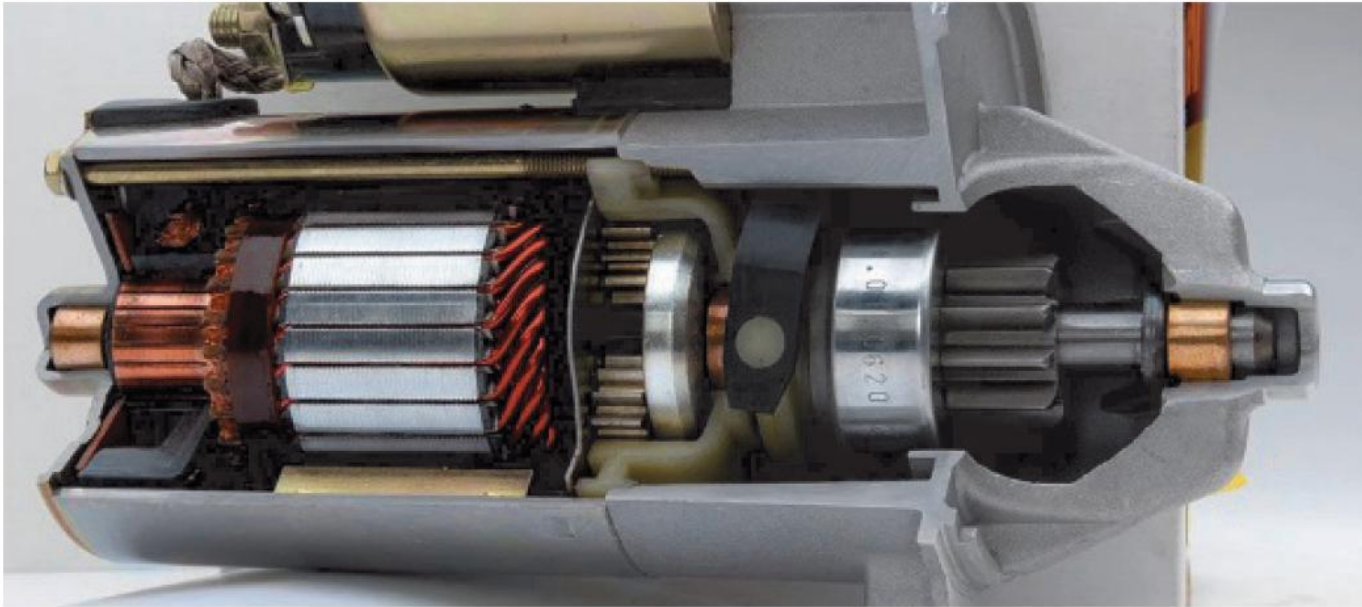


รูปที่ 16.23 เกียร์มีกลไกเฟืองดาวเคราะห์ขนาดเล็ก

การเริ่มต้น ด้านในจะประกอบด้วยแม่เหล็กถาวร เนื่องจากการที่ขดลวดสเตเตอร์ไม่ได้รับผลกระทบเนื่องจากไม่มีเลย นอกจากนี้อุปกรณ์ยังไม่ใช่พลังงานแบตเตอรี่เพื่อเปิดใช้งานการหมุนสนาม เนื่องจากไม่มีขดลวดสเตเตอร์ กลไกจึงมีขนาดเล็กกว่าเมื่อเทียบกับอะนาล็อกแบบคลาสสิก

ข้อเสียเปรียบเพียงประการเดียวของอุปกรณ์ประเภทนี้ คือ เกียร์สามารถเสื่อมสภาพได้อย่างรวดเร็ว แต่ถ้าชิ้นส่วนของโรงงานผลิตด้วยคุณภาพสูง ความผิดปกตินี้จะไม่เกิดขึ้นบ่อยกว่าการสตาร์ททั่วไป

ประเภทที่ไม่ใช้เกียร์ เป็นสตาร์ทเตอร์แบบเดิมที่เฟืองของ Bendix ทำงานโดยตรงกับเม็ดมะยมมู่เล่ ข้อดีของการดัดแปลงดังกล่าว คือ ค่าใช้จ่ายและความสะดวกในการซ่อมแซม เนื่องจากชิ้นส่วนน้อยลงอุปกรณ์นี้จึงมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น



รูปที่ 16.24 สตาร์ทเตอร์แบบเดิมที่เฟืองของ Bendix

ข้อเสียของกลไกประเภทนี้ คือ ต้องใช้พลังงานมากขึ้นในการทำงาน หากมีแบตเตอรี่เก่าที่ตายแล้วในรถยนต์ กระแสไฟฟ้าเริ่มต้นอาจไม่เพียงพอสำหรับอุปกรณ์ในการหมุนมู่เล่

ความผิดปกติและสาเหตุหลัก ๆ การสตาร์ทรถยนต์แทบจะไม่เกิดขึ้นอย่างกะทันหัน โดยปกติการแยกย่อยจะมีความเกี่ยวข้องกับการรวมกันของปัจจัยที่ส่งผลเสียต่อการทำงาน โดยทั่วไปการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์เป็นแบบสะสม ความผิดพลาดทั้งหมดสามารถแบ่งออกเป็นสองประเภทตามอัตราภาพ คือ ความล้มเหลวทางกล ความล้มเหลวทางไฟฟ้า



รูปที่ 16.25 การเสื่อมสภาพของสตาร์ทเตอร์

ความล้มเหลวทางกล ประกอบด้วย ดังนี้

1. การติดแผ่นสัมผัสของรีเลย์โซลินอยด์
2. การสึกหรอตามธรรมชาติของเบร้งและการระบุตำแหน่งแขนเสื้อ
3. การพัฒนาตัวยึด Bendix ในที่นี้ (ข้อบกพร่องนี้กระตุ้นให้เกิดการะบบนลูกกลิ้งเมื่อเริ่มต้นเครื่องยนต์สันดาปภายใน)
4. การที่ลิ้มของส้อมของ Bendix หรือแกนของรีเลย์การถอย

ความล้มเหลวทางไฟฟ้า ประกอบด้วย ดังนี้

1. การพัฒนาบนแปรงหรือแผ่นสะสม
2. การแตกหักของขดลวดมักเกิดขึ้นจากความเหนื่อยหน่ายหรือไฟฟ้าลัดวงจร หากมีการหักในขดลวดการเปลี่ยนกลไกจะง่ายกว่าการพยายามหาสถานที่ที่ล้มเหลว



thank you
for watching