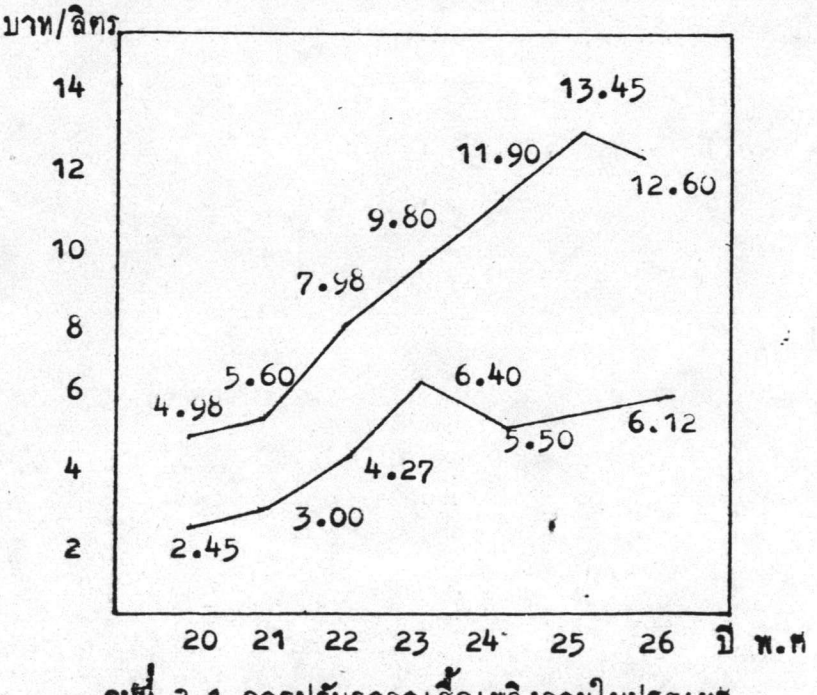
บทที่ 2

คุณสมบัติของก๊าซหุงต้มและการนำมาใช้ในเครื่องยนต์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1 ก๊าซหุงต้มในรูปของพลังงานทดแทน

การนำก๊าซหุงต้มมาใช้ในเครื่องยนต์ไม่ใช่ของใหม่ ได้มีการวิวัฒนาการในการนำก๊าซหุงต้มมาใช้กับเครื่องยนต์มานานกว่า 50 ปีแล้ว ด้วยเหตุผลต่าง ๆ กัน ส่วนใหญ่ในการนำก๊าซมาใช้ในเครื่องยนต์ก็เพื่อจะนำมาทดแทนน้ำมันเบ็นซินที่มีราคาสูงขึ้นทุกที โดยเฉพาะในประเทศที่มีก๊าซหุงต้มเหลือจากการนำไปใช้ให้ความอบอุ่น และโรงงานอุตสาหกรรมแล้วเช่นประเทศ นิวซีแลนด์ ออสเตรเลีย เนเธอร์แลนด์ เบลเยี่ยม อังกฤษ และคานาดา แต่บางประเทศ ได้นำก๊าซหุงต้มมาใช้ในรถยนต์ก็เพื่อวัตถุประสงค์ของการลดมลพิษจากไอเสียที่ปล่อยสู่บรรยากาศเช่น ประเทศญี่ปุ่น และประเทศอเมริกา ในขั้นแรกมักจะใช้ก๊าซหุงต้มกับเครื่องยนต์ ในโรงงานอุตสาหกรรม หรือใช้ในรถยนต์ขนาดเล็ก แต่ภายหลังที่เกิดวิกฤตการน้ำมันได้มีการตื่นตัวเพื่อจะนำก๊าซหุงต้มมาใช้ในเครื่องยนต์มากขึ้น โดยเฉพาะประเทศไทยที่ต้องเผชิญกับวิกฤตการณ์ทางด้านเศรษฐกิจที่เป็นผลกระทบมาจากน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ทำให้ราคาน้ำมันเบ็นซินมีราคาเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จึงมีการดัดแปลงเครื่องยนต์เพื่อนำก๊าซหุงต้มมาเป็นเชื้อเพลิง เนื่องจากราคาของก๊าซหุงต้มภายในประเทศ ราคาต่อลิตรถูกกว่าน้ำมันเบ็นซินดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การปรับราคาเชื้อเพลิงภายในประเทศ

2.2 ก๊าซหุงต้มและคุณสมบัติ

ก๊าซที่นำมาใช้ในเครื่องยนต์ในปัจจุบันนี้คือก๊าซหุงต้ม (LPG, Liquefied Petroleum Gas) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอน หรือส่วนผสมของไฮโดรคาร์บอนผสมกันคือ โปรเพน โปรปีน บิวเทน บิวทีน แต่ส่วนใหญ่จะเป็นส่วนผสมของ โปรเพน และบิวเทน โดยมีส่วนผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน คุณสมบัติของก๊าซหุงต้มมีดังนี้

1. ที่อุณหภูมิและความกันบรรยากาศ ก๊าซหุงต้มจะมีสถานะเป็นไอ และทำให้เป็นของเหลวได้ง่ายภายใต้ความกัน 5–6 กก./ตร.ซม.(70–90 ปอนด์/ตร.นิ้ว) และมีความหนาแน่นประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำ ในการใช้งานต้องทำให้เป็นของเหลวเพื่อลดปริมาตรเพื่อความสะดวกในการขนย้าย
2. ก๊าซหุงต้มที่ผลิตจากก๊าซธรรมชาติจะไม่มีสี ไม่มีรส และไม่มีกลิ่น (ก๊าซหุงต้มที่ได้จากโรงกลั่นจะมีกลิ่นเล็กน้อย) ฉะนั้นเพื่อความปลอดภัยในการเตือนให้ทราบว่ามีการรั่วไหลเกิดขึ้น จึงต้องเติมสารที่มีกลิ่นลงไป เช่น Ethyl Mercaptan (C_2H_5SH)
3. ก๊าซหุงต้มสามารถติดไฟได้ง่ายจึงเหมาะที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงแต่ในขณะเดียวกันก็เป็นก๊าซที่มีอันตราย หากนำไปใช้อย่างไม่ถูกต้อง
4. ก๊าซหุงต้มมีลักษณะหนักกว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหลจะกระจายลงสู่ที่ต่ำ และจะสะสมอยู่ตามพื้น ตามซอก ก๊าซหุงต้มที่รั่วออกมานี้จะเจือจางไปกับอากาศช้ามาก นอกจากจะมีลมพัดผ่านและถ้าบริเวณนั้นมีประกายไฟ ก๊าซหุงต้มจะติดไฟได้อย่างรุนแรง
5. ก๊าซหุงต้มเป็นก๊าซที่ไม่มีพิษ แต่ถ้าหากมีปริมาณมากจะทำให้ร่างกายขาดออกซิเจน เนื่องจากร่างกายมนุษย์ต้องการออกซิเจนในการหายใจตั้งแต่ 17% โดยปริมาตรเป็นอย่างน้อย ดังนั้นหากสูดดมก๊าซหุงต้มเข้าไปมากเกินไป จะเป็นอันตรายแก่ร่างกายได้

2.3 แหล่งที่มาของก๊าซหุงต้ม

ก๊าซหุงต้มที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปได้มาจาก

1. การกลั่นน้ำมันดิบในโรงกลั่นน้ำมันซึ่งได้โปรเพน และบิวเทน 1-2 %
2. การแยกก๊าซหุงต้มจากก๊าซธรรมชาติ

เป็นที่ทราบดีอยู่แล้วว่า ประเทศไทยโดยการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยได้สำรวจพบ และสามารถนำก๊าซธรรมชาติจากอ่าวไทยขึ้นมาใช้ได้เป็นผลสำเร็จ และในปี พ.ศ. 2526 โรงงานแยกก๊าซธรรมชาติ หน่วยที่ 1 จะแล้วเสร็จและราวปี พ.ศ. 2528 โรงงานแยกก๊าซ หน่วยที่ 2 คาดว่าจะแล้วเสร็จซึ่งจะทำให้สามารถรับก๊าซธรรมชาติได้ 350 ล้าน ลบ.ฟุต/วัน เป็นผลให้สามารถผลิตก๊าซหุงต้มสนองความต้องการในประเทศในปัจจุบันที่มีประมาณ 250,000 ตันต่อปี ซึ่งในปัจจุบันได้มาจากขบวนการกลั่นและ 50% ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ

ผลิตภัณฑ์จากโรงงานแยกก๊าซขนาดหน่วยละ 350 ล้าน ลบ.ฟุตต่อวัน กึ่งแสดงในตาราง 2.1

ตาราง 2.1 แสดงประเภทและปริมาณของผลิตภัณฑ์จากโรงงานแยกก๊าซของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (1)

ประเภทผลิตภัณฑ์	ปริมาณ	การใช้ประโยชน์
มีเทน	227 ล้าน ลบ.ฟุต/วัน	ส่งไปเป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ
อีเทน	300,000 ตัน/ปี	นำไปผลิตเป็นเอทธีลีน
โปรเพน	315,000 ตัน/ปี	ผสมเป็น LPG และที่เหลือ
บิวเทน	135,000 ตัน/ปี	ส่งไปจำหน่ายต่างประเทศ
น้ำมันก๊าซโซลีน	110,000 ตัน/ปี	ส่งเข้าโรงกลั่น
ก๊าซ CO_2	70 ล้าน ลบ.ฟุต/วัน	จำหน่ายแก่อุตสาหกรรม

2.4 อุปกรณ์สำหรับระบบใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง

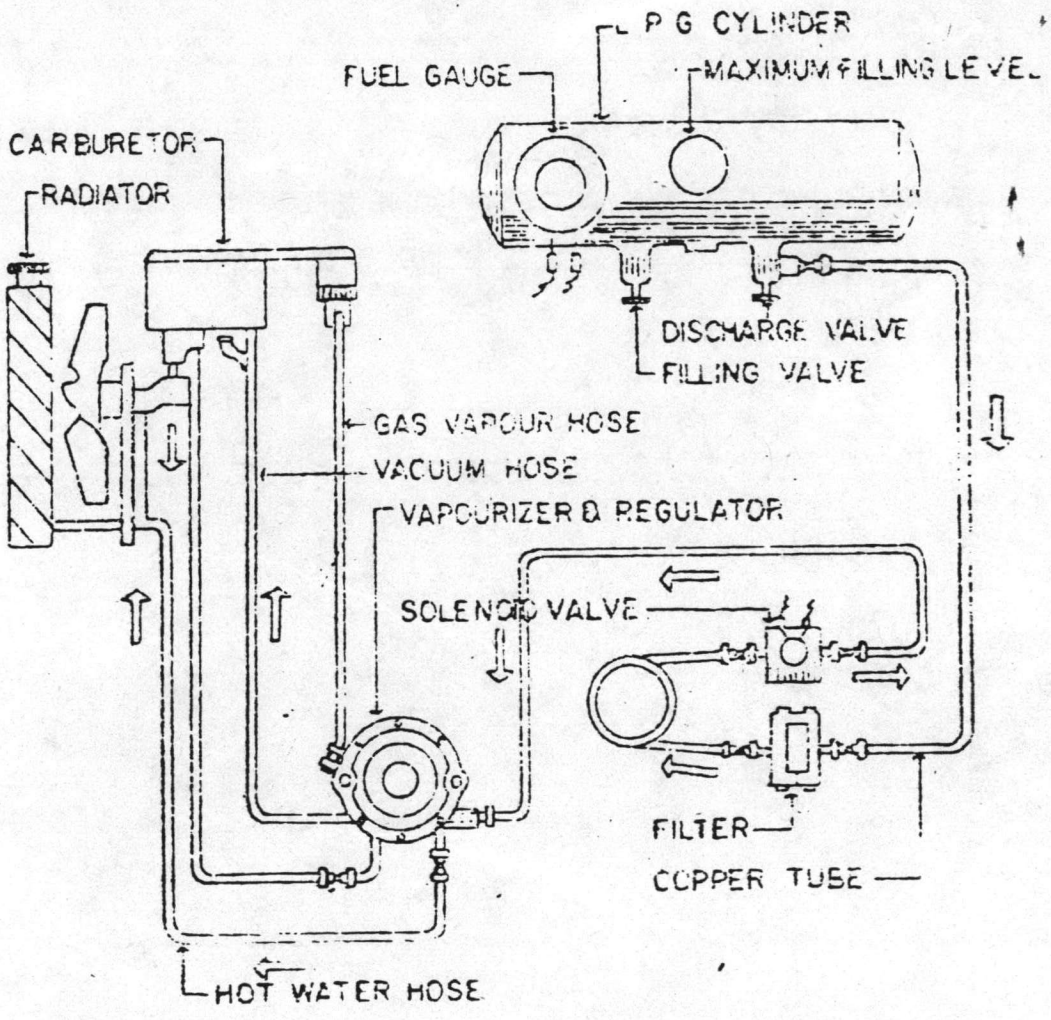
การใช้ก๊าซหุงต้มในเครื่องยนต์มี 2 แบบ คือ

แบบใช้ก๊าซล้วน Straight Type ดังรูปที่ 2.2

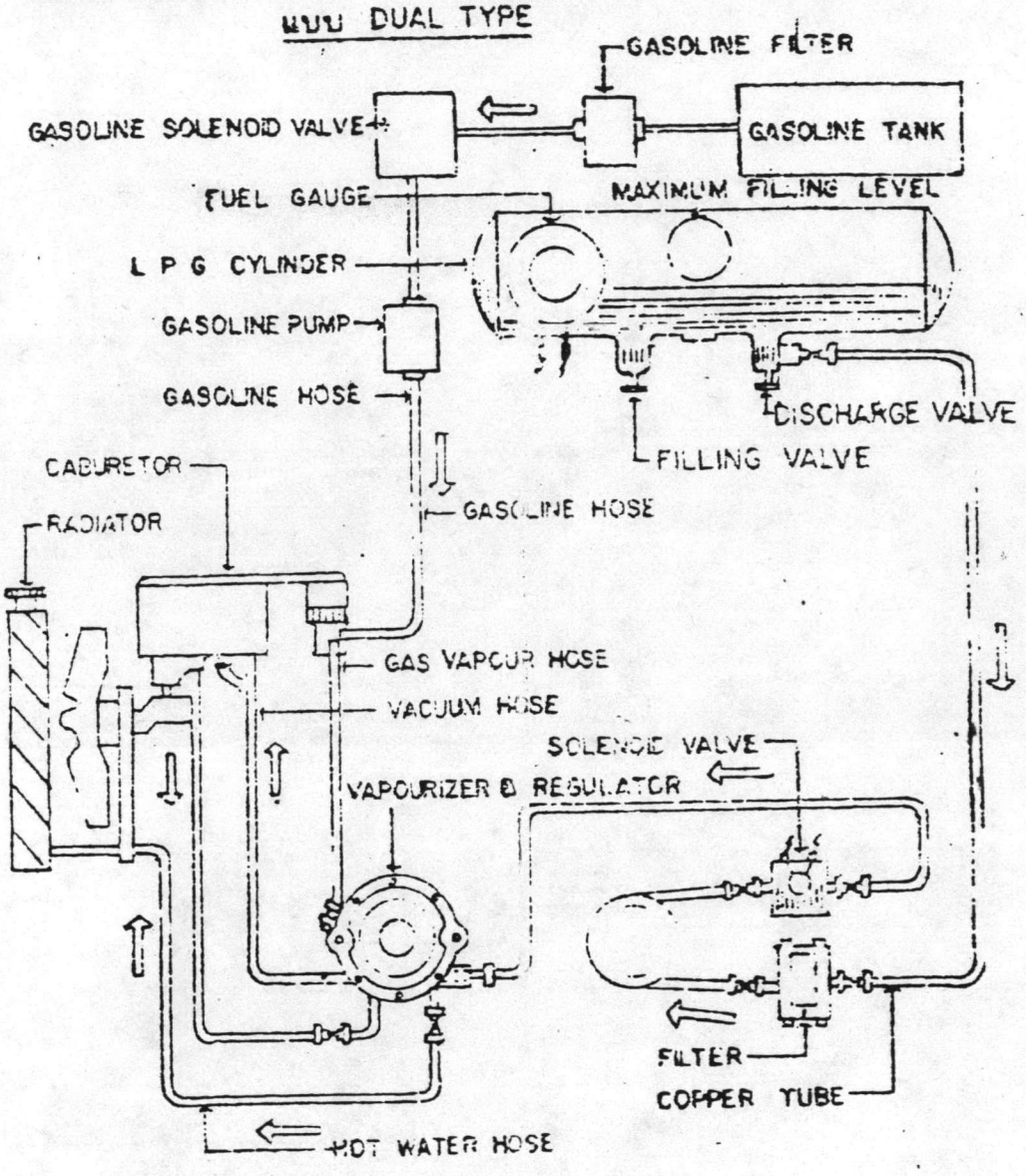
แบบใช้ 2 ระบบ Dual Type ดังรูปที่ 2.3

แสดง PIPING DIAGRAM OF LPG CARBURETON SYSTEM

แบบ STRAIGHT TYPE



รูปที่ 2.2 การจัดอุปกรณ์สำหรับใช้ LPG แบบ Straight Type



รูปที่ 2.3 การจัดอุปกรณ์สำหรับใช้ LPG และ gasoline แบบ Dual Type

ทั้งแบบใช้ก๊าซล้วนและแบบใช้ 2 ระบบต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

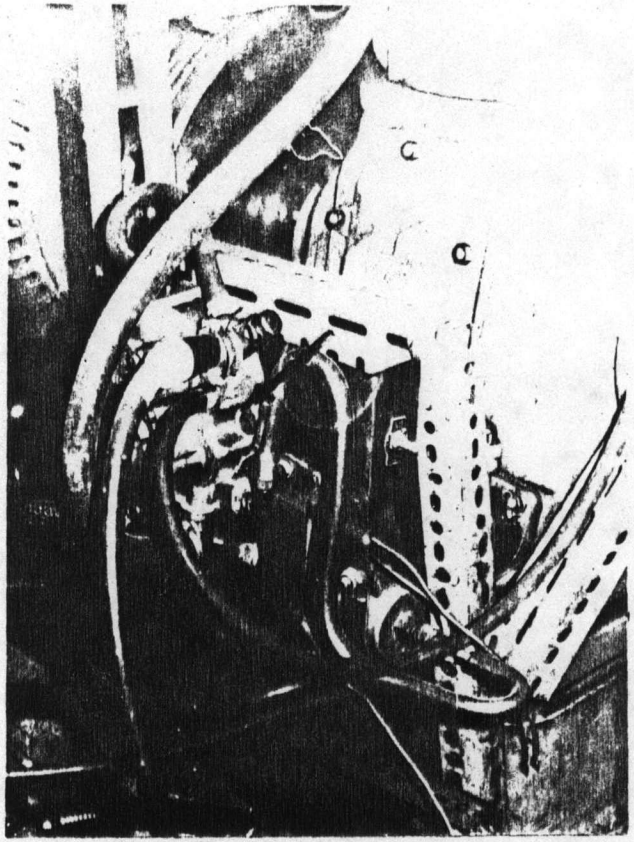
ถังก๊าซ (LPG Cylinder) มีขนาดบรรจุต่างๆ กัน วัสดุที่ใช้ทำเป็นเหล็กกล้าที่ผ่านกรรมวิธีหล่อจากเตาโอเพนฮาร์ท ซึ่งทำให้เหล็กมีคุณภาพดีและสม่ำเสมอ สามารถทนแรงดันได้ถึง 68 กก./ตร.ซม. (1,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว) ที่ถังต้องมีอุปกรณ์ประกอบต่างๆ คือลิ้นบรรจุ ลิ้นจ่าย ลิ้นควบคุมการไหล เครื่องวัดระดับ เครื่องวัดปริมาณ ลิ้นนิรภัย และลิ้นควบคุมการบรรจุเกิน

ที่กรองก๊าซ (Filter) ทำหน้าที่กรองสิ่งสกปรกของก๊าซออกก่อนเข้าสู่เครื่องยนต์

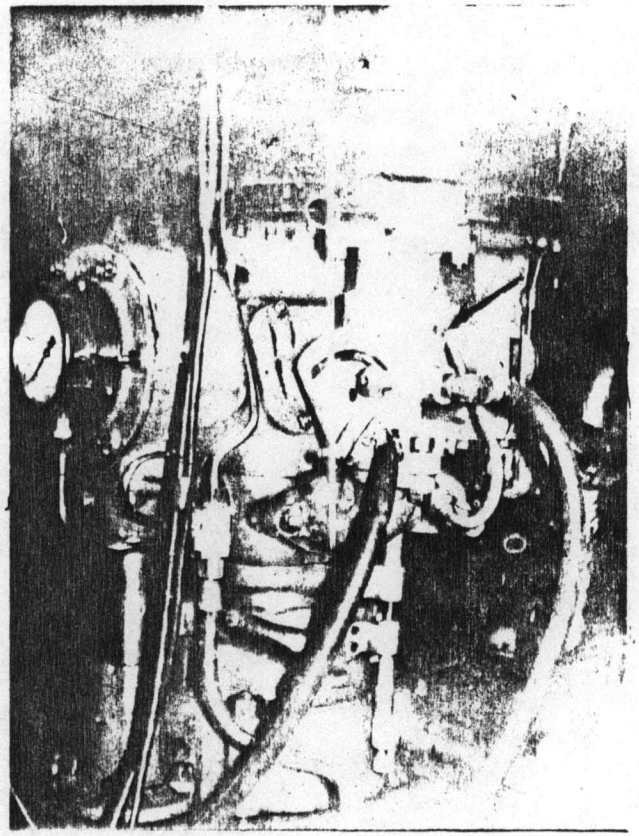
เวเปอร์ไรเซอร์และเร็กกูเลเตอร์ (Vaperizer and Regulator) รูปที่ 2.4 มีหน้าที่ทำให้ก๊าซเหลวที่มาจากถังให้กลายเป็นไอโดยใช้น้ำร้อนจากระบบหล่อเย็นเครื่องยนต์ มาถ่ายเทความร้อนให้ก๊าซเหลวกลายเป็นไอ สำหรับเร็กกูเลเตอร์มีหน้าที่ปรับความดันก๊าซให้ได้ความดันเหมาะสมมีแผ่นไดอะเฟรม (diaphram) ในอีกด้านหนึ่งของเร็กกูเลเตอร์ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณไอก๊าซที่จะเข้าคาร์บูเรเตอร์ ไดอะเฟรมถูกควบคุมโดย Vaccuum ที่เกิดจากการเปลี่ยนตำแหน่งของลิ้นปีเสื้อ Butterfly Valve ในคาร์บูเรเตอร์ ดังนั้นเมื่อเครื่องยนต์หยุดไม่มี Vaccuum ก็จะไม่มีก๊าซไหลเข้าคาร์บูเรเตอร์

คาร์บูเรเตอร์ (Carbureter) รูปที่ 2.5 ทำหน้าที่ผสมอากาศและก๊าซก่อนเข้าเครื่องยนต์ คาร์บูเรเตอร์ก๊าซมีขนาดต่างๆ กัน โดยจะมีตัวปรับ (Power Adjustment) ติดอยู่ที่เร็กกูเลเตอร์หากใช้แบบ Dual Type ควรใช้คาร์บูเรเตอร์ตัวเดิมของเครื่องยนต์ แล้วติดตั้ง Adapter ใส่ให้เหมาะกับคาร์บูเรเตอร์หรืออาจเจาะเหนือ Venturi ของคาร์บูเรเตอร์เพื่อต่อท่อก๊าซเข้าโดยตรงก็ได้

ลิ้นโซลินอยด์ (Solineid Valve) เป็นลิ้นปิดเปิดเชื้อเพลิงใช้ควบคุมโดยไฟฟ้า จะอยู่ในตำแหน่งปิดตลอดเวลาที่ไม่มีกระแสไฟผ่าน



รูปที่ 2.4 เวเปอร์ไรเซอร์และเร็กกูเลเตอร์
สำหรับระบบ LPG



รูปที่ 2.5 คาร์บูเรเตอร์ สำหรับ LPG

ถ้าเป็น Dual Type โซลินอยด์จะทำหน้าที่เปิดเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียวขณะที่ปิดเชื้อเพลิงอีกชนิดหนึ่งขณะใช้งาน

<u>ท่อส่งก๊าซและข้อต่อต่าง ๆ</u> ควรเป็นท่อทองแดงหรือท่ออื่นที่สามารถทนความดันได้ไม่ต่ำกว่า 8.6 MPa (1250 psi)

2.5 การทำงานของเครื่องยนต์เบ็นซิน

เครื่องยนต์เบ็นซินเป็นเครื่องยนต์สันดาปภายในอย่างหนึ่ง ใน 1 รอบการทำงานแบ่งจังหวัดการทำงานออกเป็น 4 จังหวัดคือ ดูด อัด ระเบิด และคายตามลำดับ

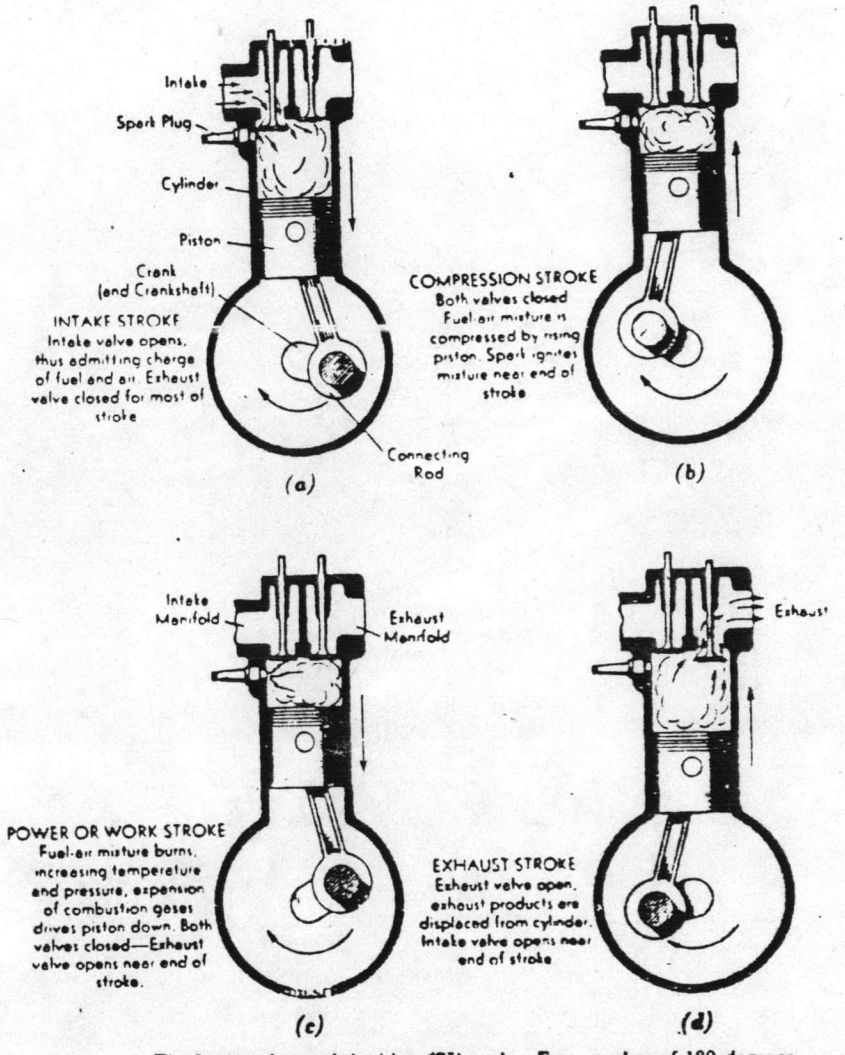
<u>จังหวะดูด</u> รูปที่ 2.6a เริ่มเมื่อลูกสูบอยู่ศูนย์ตายบน (TDC) และเริ่มเคลื่อนตัวลงมา ลิ้นไอดีจะเปิด อากาศและเชื้อเพลิงจะถูกผสมเพื่อให้เข้ากันเป็นส่วนผสมในระบบ Carburetion ส่วนผสมจะถูกดูดผ่านลิ้นไอดีเข้ามายังห้องเผาไหม้ เมื่อลูกสูบเลื่อนตัวมาถึงศูนย์ตายล่าง (BDC) ลิ้นไอดีจะปิดเป็นการสิ้นสุดจังหวะดูด

<u>จังหวะอัด</u> (Compressien Stroke) รูปที่ 2.6b ลูกสูบเคลื่อนจาก BDC ไปยัง TDC ในจังหวะนี้ทั้งลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียจะปิดทั้งคู่ ส่วนผสมจะถูกอัดให้มีปริมาตรเล็กลง

<u>จังหวะระเบิด</u> (Power Stroke) รูปที่ 2.6c ในตอนปลายของจังหวะอัดหัวเทียนจะจุดประกายไฟขึ้น ทำให้ส่วนผสมเกิดการลุกไหม้ ผลของการลุกไหม้ก่อให้เกิดความดันและอุณหภูมิสูงขึ้นดันให้ลูกสูบเลื่อนลงให้เกิดกำลัง

<u>จังหวะคาย</u> (Exhaust Stroke) รูปที่ 2.6d เมื่อส่วนผสมถูกเผาไหม้หมดแล้วลูกสูบจะเลื่อนตัวขึ้นพร้อมทั้งไล่ไอเสียผ่านออกทางลิ้นไอเสียที่เปิดอยู่เมื่อลูกสูบเลื่อนถึง TDC ก็จะเป็นการสิ้นสุดจังหวะคายเป็นอันครบ 1 รอบการทำงานและจะเริ่มจังหวะดูด อัด ต่อไปอีกเรื่อย ๆ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



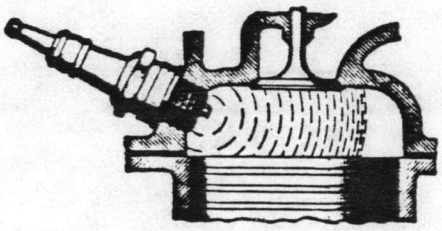
The four-stroke spark-ignition (SI) cycle. Four strokes of 180 degrees of crankshaft rotation each, or 720 degrees of crankshaft rotation per cycle.

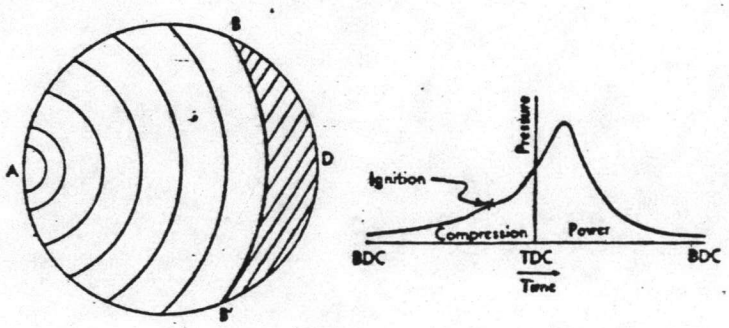
รูปที่ 2.6 การทำงานของเครื่องยนต์เบ็นซิน 4 จังหวะ

2.6 การน็อคและคุณสมบัติในการต้านการน็อคของเชื้อเพลิง

การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะได้ดังนี้

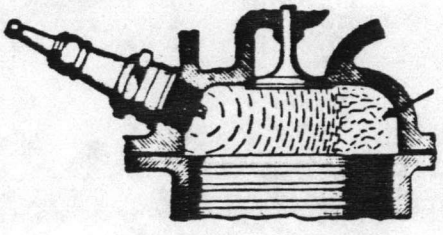
(ก) <u>การเผาไหม้ปกติ</u> (nermal combustien) คือการเผาไหม้ที่ไม่มีการน็อคหลังจากที่หัวเทียนได้จุดระเบิดส่วนผสมจะลุกไหม้ แนวไฟจะขยายตัวไปโดยรอบเขี้ยวหัวเทียน จากปฏิกิริยาทางเคมีทำให้เกิดความร้อนและความกันในห้องเผาไหม้สูงขึ้น ความกันนี้จะกันส่วนผสมที่ยังไม่เผาไหม้ที่เหลือจนมีอุณหภูมิและความกันสูงขึ้น แต่เนื่องจากเชื้อเพลิงมีคุณสมบัติในการต้านการน็อค คือไม่สามารถจุดระเบิดลุกไหม้ได้ด้วยตัวเองจึงสามารถทนต่ออุณหภูมิและความกันสูงได้โดยไม่จุดระเบิดตัวเอง จนกระทั่งแนวไฟแผ่ขยายมาถึง และระเบิดต่อเนื่องตามลำดับจนหมดปริมาณเชื้อเพลิง ดังรูปที่ 2.7

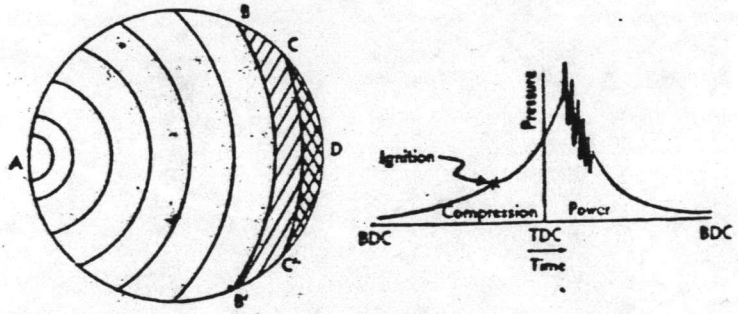




รูปที่ 2.7แสดงการเผาไหม้ซึ่งไม่มีการน็อค (4) (10)

(ข) <u>การเผาไหม้ที่เกิดการน็อค</u> (combustion with knocking) เช่นเดียวกับ(ก) หากเชื้อเพลิงที่ใช้มีคุณสมบัติในการต้านการน็อคต่ำ(ค่าออกเทนต่ำ) ปริมาณเชื้อเพลิงที่เหลือจะถูกอัดด้วยความดันสูงจนกระทั่งมีอุณหภูมิสูงพอที่จะจุดระเบิดได้ด้วยตัวเอง โดยที่แนวไฟจากการลุกไหม้ของส่วนผสมที่เกิดจากการจุดระเบิดของหัวเทียนยังแผ่ขยายมาไม่ถึง เหตุนี้ความดันในห้องเผาไหม้จึงสูงขึ้นผิดปกติโดยกระทันหันและกระแทกลงบนส่วนหัวของลูกสูบและผนังห้องเผาไหม้โดยรอบทำให้เกิดคลื่นเสียง ความถี่สูงเกิดเสียงดัง มีผลทำให้ลูกสูบ แบริ่ง เพลาข้อเหวี่ยงชำรุดเสียหายได้





Combustion With Detonation

รูปที่ 2.8 แสดงการเผาไหม้ที่เกิดการน็อค (4)(10)

2.7 ค่าอ็อกเทนสำหรับเครื่องยนต์เบ็นซิน

คุณสมบัติทางเคมีของเชื้อเพลิงซึ่งลดความเร็วของแนวไฟและทนต่อการชิงจุดระเบิดเองได้ในอุณหภูมิและความกันสูง เป็นคุณสมบัติของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดแตกต่างไป เพื่อกำหนดมาตรฐานสำหรับวัดและเปรียบเทียบคุณสมบัตินี้จึงกำหนดให้ Tri - Methyl Pentane, C_8H_{18} หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Ise-Octane มีค่าต้านทานการน็อคสูงเท่ากับ 100 หรือเรียกว่ามีค่าออกเทนเท่ากับ 100 และให้ Normal Heptane, C_7H_{16} มีค่าการน็อคต่ำสุดเป็น 0 ดังนั้นการผสม Ise-Octane และ Normal Heptane ในอัตราส่วนโดยปริมาตรต่างๆ กันก็จะทำให้ได้เชื้อเพลิงที่มีค่าออกเทนแตกต่างกันจาก 0 ถึง 100 เช่นนำเชื้อเพลิง มาผสมกันในอัตราส่วน Iso-Octane 80 ส่วนต่อ Heptane 20 ส่วนโดยปริมาตรก็จะได้เชื้อเพลิงที่มีค่าออกเทนเท่ากับ 80 หากนำเชื้อเพลิงอื่นซึ่งต้องการทราบค่าออกเทนมาเดินเครื่องยนต์ซึ่งจัดไว้เป็นมาตรฐานที่สภาพการทำงานอันเป็นมาตรฐานเดียวกันเมื่อได้ผลที่มีลักษณะการต้านการน็อคเท่ากับเชื้อเพลิงที่ทราบค่าออกเทนแล้วจะสามารถกำหนดได้ว่าเชื้อเพลิงที่ต้องการทราบค่าอ็อกเทนจะมีค่าอ็อกเทนเท่ากับเชื้อเพลิงที่ทราบค่าอ็อกเทน

การหาค่าอ็อกเทนของส่วนผสมใดๆ สามารถหาได้จากสมการ 2.1[7]

$$\text{Blend Octane Number} = \frac{(\% A * ON_a) + (\% B * ON_b)}{100} \qquad 2.1$$

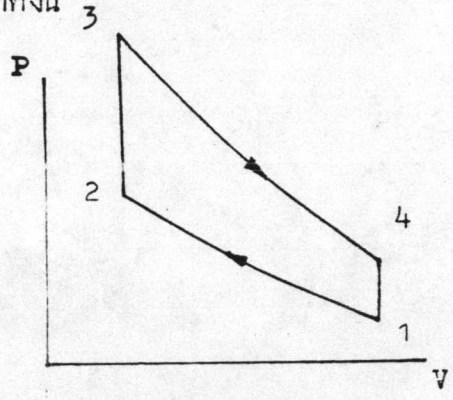
$\% A, \% B$ = liquid vol. of A,B

ON_A, ON_B = octane no. of A,B

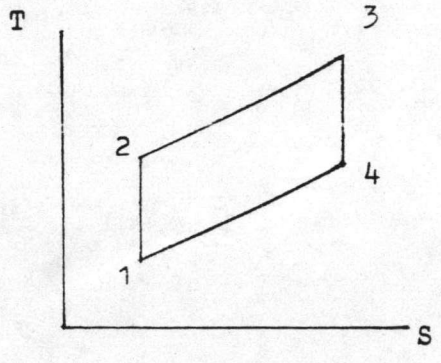
วิธีเพิ่มค่าอ็อกเทนให้กับเชื้อเพลิงทำโดยผสมสารเคมีบางชนิดซึ่งจะทำให้สามารถเพิ่มค่าอ็อกเทนได้เกิน 100 เพื่อใช้ในเครื่องยนต์ที่มีอัตราส่วนกำลังอัดสูง สารเคมีเหล่านี้คือ ตะกั่วเตทตระเอธิล $Pb(C_2H_5)_4$ ไอออนคาร์บอนิล $Fe(CO)_5$ และแอนนิลีน $C_6H_5NH_2$ ที่นิยมใช้มากคือตะกั่วเตทตระเอธิล TEL เมื่อเติมในน้ำมันแกสโซลีนในอัตราส่วนผสม 5 ml. ต่อน้ำมันเบ็นซิน 1 แกลลอนจะทำให้มีค่าอ็อกเทนเกิน 100

2.8 วัฏจักรออตโต

Otto Cycle เป็น Theoritical Cycle ของเครื่องยนต์เบ็นซิน ดังนั้นการวิเคราะห์วัฏจักรของเครื่องยนต์เบ็นซินจึงสามารถวิเคราะห์ตาม Otto Cycle ได้ดังนี้



รูปที่ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันและปริมาตรภายในห้องเผาไหม้



รูปที่ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและ entropy

1 – 2 isentropic compression

2 – 3 constant volume

3 – 4 isentropic expansion

4 – 1 constant volume

จากการวิเคราะห์ทาง Thermodynamics พบว่าประสิทธิภาพทางความร้อน แปรผันโดยตรงกับอัตราส่วนกำลังอัด ดังสมการ 2.2[9]

$$n_{th} = 1 - \frac{1}{r^{k-1}} \qquad 2.2$$

เมื่อ n_{th} = ประสิทธิภาพทางความร้อน

k = specific heat ratio C_p/C_v (1.4 for ideal cycle)

r = อัตราส่วนกำลังอัด

สำหรับอัตราส่วนกำลังอัด 8.0 เมื่อแทนค่าลงในสมการ 2.2 จะได้ประสิทธิภาพทางความร้อนเท่ากับ 56.47% และเพิ่มเป็น 60.18% เมื่อเพิ่มอัตราส่วนกำลังอัดเป็น 10

011060

ดังนั้นประสิทธิภาพของเครื่องยนต์จึงเพิ่มขึ้นตาม อัตราส่วนกำลังอัด อย่างไรก็ตาม อัตราส่วนกำลังอัดของเครื่องยนต์ถูกจำกัดด้วยค่าออกเทนของเชื้อเพลิงที่ใช้ เนื่องจากค่าออกเทนของเชื้อเพลิงเป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถในการต้านการน็อกดังนั้น เครื่องยนต์ที่มีอัตราส่วนกำลังอัดสูงย่อมต้องการเชื้อเพลิงที่มีค่าออกเทนสูง

จากตาราง ข-1 เทียบคุณสมบัติของน้ำมันเบ็นซินและก๊าซหุงต้มเห็นว่าก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงที่มีค่าออกเทนสูงกว่าน้ำมันเบ็นซิน จึงสามารถนำก๊าซหุงต้มมาเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ที่มีอัตราส่วนกำลังอัดสูงได้โดยไม่เกิดการน็อก

2.9 ไอเสียจากเครื่องยนต์และผลกระทบ

ไอเสียจากเครื่องยนต์เป็นผลที่เหลือจากการเผาไหม้ สำหรับเชื้อเพลิงที่มีส่วนประกอบของไฮโดรเจนและคาร์บอน มีก๊าซเป็นส่วนประกอบของไอเสียหลายชนิด เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ออกไซด์ของไนโตรเจน(NO_X) พวกไฮโดรคาร์บอน (HC) และไอของสารตะกั่วซึ่งมาจากการผสมสารตะกั่ว (Pb -) ลงในน้ำมันเบ็นซินเพื่อเพิ่มค่าออกเทน

ไอเสียที่ออกจากเครื่องยนต์ส่วนใหญ่จะแพร่กระจายไปในอากาศสำหรับพวกที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ เช่น เขม่า และขี้เถ้า ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์จะตกอยู่ตามพื้นผิวและบริเวณใกล้เคียงพวกนี้ไม่มีพิษแต่ก่อให้เกิดความสกปรก ลดความสวยงามของสิ่งแวดล้อมส่วนพวกที่กระจายไปในอากาศได้แก่ CO,HC ,NO_X,SO_X และไอตะกั่ว เป็นสารประกอบมีพิษเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

(ก) คาร์บอนมอนนอกไซด์

เป็นก๊าซปราศจากสี กลิ่น และรส ไม่สามารถสังเกตุเห็นได้ในบรรยากาศปรกติเป็นผลจากการสันดาปที่ไม่สมบูรณ์ถ้าหายใจเอาอากาศที่มี CO ปนอยู่ในปริมาณที่สูงจะทำให้เม็ดเลือดแดงไม่สามารถจับเอาอ็อกซิเจนมาตรฐานสิ่งแวดล้อมสากลยอมให้มีปริมาณ CO ในอากาศได้ 50 ppm

(ข) ไฮโดรคาร์บอนและอ็อกไซด์ของไนโตรเจน (HC & NO_x)

ไฮโดรคาร์บอนเกิดจากการที่เชื้อเพลิงถูกเผาไหม้ไม่หมด อันเนื่องจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์และปนออกมากับไอเสียสำหรับออกไซด์ของไนโตรเจนจะปรากฏในรูปของ NO และ NO_2 (5) ในขั้นแรกที่เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในกระบอกสูบไนตริกออกไซด์เป็นตัวที่ปรากฏขึ้นก่อนในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงต่อมาจะถูก oxidized ให้กลายเป็นไนโตรเจนไดออกไซด์เมื่อผ่านออกสู่บรรยากาศและอุณหภูมิต่ำลงผลกระทบในบรรยากาศของไฮโดรคาร์บอนและอ็อกไซด์ของไนโตรเจนทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีในชั้นบรรยากาศโดยมีแสงอุลตราไวโอเล็ตจากแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) เรียก photochemical reaction หรือเรียกหมอกควันมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อระบบหายใจและต่อเยื่อบุแก้วตา

(ค) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

เป็นไอเสียอีกชนิดหนึ่งที่เกิดจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งมีส่วนผสมของกำมะถันที่ไม่สามารถแยกออกได้หมดจากกระบวนกรรมวิธีการกลั่นน้ำมันของโรงกลั่นต่าง ๆ เมื่อซัลเฟอร์ถูกเผาภายใต้อุณหภูมิและความดันสูงจะรวมตัวเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ปะปนออกมากับไอเสียอื่น ๆ เมื่อถูก oxidized เพิ่มเติมจากบรรยากาศภายนอกจะเกิดกรดไฮโดรซัลฟูริก H_2SO_3 ซึ่งมีอำนาจกัดกร่อนอย่างสูงต่อโลหะและก๊าซนี้มีพิษต่อระบบทางเดินหายใจของคน

(ง) ไอตะกั่ว (Pb)

เป็นไอพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงโดยเฉพาะน้ำมันเบ็นซินซึ่งเติมสารตะกั่ว (TEL) เพื่อเพิ่มค่าออกเทนในการใช้กับเครื่องยนต์ที่มีอัตราส่วนกำลังอัดสูง ไอตะกั่วสามารถแพร่กระจายไปในอากาศได้เช่นเดียวกับก๊าซชนิดอื่นไอตะกั่วมีผลต่อระบบประสาทเม็ดเลือดแดงและไต สำหรับความเข้มข้นของสารตะกั่วที่เป็นอันตรายประมาณ 4.0 ไมโครกรัมต่อ ลบ.ซม.