บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 ประเภทของเชื้อเพลิง

เมื่อเกิดการเผาไหม้ เชื้อเพลิงจะเป็นสสารที่ให้พลังงานความร้อนออกมา ธาตุประกอบที่สำคัญในเชื้อเพลิงคือ ธาตุคาร์บอน และธาตุไฮโดรเจน ธาตุองค์ประกอบของเชื้อเพลิงนี้เมื่อได้รับความร้อนจนถึงระดับหนึ่งจะทำปฏิกิริยาทางเคมีกับออกซิเจน ทำให้ได้พลังงานความร้อนที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เชื้อเพลิงที่เรานำมาใช้ประโยชน์แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือเชื้อเพลิงแข็ง เชื้อเพลิงเหลว และเชื้อเพลิงก๊าซ โดยมีคำจำกัดความดังนี้

2.1.1 เชื้อเพลิงแข็ง หมายถึงเชื้อเพลิงที่มีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิปกติธรรมดา ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของเชื้อเพลิงชนิดนี้ส่วนมากจะประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน กำมะถันและเถ้า เชื้อเพลิงแข็งที่ได้จากธรรมชาติได้แก่ ไม้ ฟืน เศษวัชพืชต่างๆ ถ่านหิน (coals) หินน้ำมัน(oil shale) และแกลบ เป็นต้นส่วนเชื้อเพลิงแข็งที่ได้จากขบวนการผลิตได้แก่ ถ่านไม้(charcoal) ถ่าน โค้ก(coke)ถ่านอัดเป็นก้อนหรือเป็นแท่ง(fuel briguette) เป็นต้น

2.1.2 เชื้อเพลิงเหลว หมายถึงเชื้อเพลิงที่มีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติธรรมดา เชื้อเพลิงประเภทนี้ได้แก่ น้ำมันที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียม น้ำมันพืช และน้ำมันจากสัตว์ เป็นต้น เชื้อเพลิงเหลวที่นิยมใช้กันมากส่วนใหญ่ได้จากผลิตภัณฑ์การกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมเช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าซโซลีน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล และน้ำมันเตา เป็นต้น

2.1.3 เชื้อเพลิงก๊าซ หมายถึงเชื้อเพลิงที่มีสถานะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิปกติธรรมดา หรืออาจหมายถึงก๊าซทุกชนิดที่สามารถนำมาทำปฏิกิริยากับออกซิเจนแล้วเกิดการเผาไหม้ทำให้ได้พลังงานความร้อนที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ตัวอย่างของเชื้อเพลิงประเภทนี้คือ ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซหุงต้ม (ก๊าซ LPG) ก๊าซชีวภาพ และก๊าซที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตสิ่งอื่นเช่น ก๊าซที่ได้จากการถลุงแร่เหล็กเป็นต้น

2.2 ปิโตรเลียม

ความหมายของคำว่าปิโตรเลียม คำว่าปิโตรเลียมมาจากภาษาลาตินคือคำว่า petra ซึ่งแปลว่า หิน และคำว่า oleum ที่แปลว่าน้ำมัน เมื่อนำคำทั้งสองมารวมกันเป็นคำว่า petroleum แปลรวมความได้ว่าน้ำมันที่ได้จากหินนั่นเอง

น้ำมันที่ได้จากหินได้แก่ น้ำมันดิบ (crude oil) ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซธรรมชาติเหลว และสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอื่นๆที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติและอยู่ในสภาพอิสระ โดยทั่วไปแล้วปิโตรเลียมจะประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน กำมะถัน และไนโตรเจน

ปิโตรเลียมเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อน เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในชั้นหินใต้พื้นโลก อาจจะมีสภาพกึ่งของแข็ง ของเหลวหรือก๊าซก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะความดันและอุณหภูมิที่มันอยู่ปิโตรเลียมมีกำเนิดมาจากการทับถมและแปรสภาพของซากสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ ความกดดันจากชั้นหินผนวกกับความร้อนใต้พื้นผิวโลกและการสลายตัวอินทรีย์สารตามธรรมชาติจะทำให้ซากพืชและซากสัตว์สลายตัวกลายเป็นหยดน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ หรือที่เราเรียกกันว่าปิโตรเลียม (petroleum) โดยมีธาตุไฮโดรเจนและคาร์บอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ

2.3 ชนิด โครงสร้าง และองค์ประกอบของน้ำมันดิบฐานต่างๆ

เนื่องน้ำมันดิบแต่ละฐานจะมีโครงสร้างทางเคมีและคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ชนิด โครงสร้าง และองค์ประกอบของน้ำมันดิบฐานต่างๆมีดังนี้

1. ชนิดหรือฐานของน้ำมันดิบ (base of crude oil)

1.1 น้ำมันดิบฐานแอสฟัลต์ (แนพธีน) (asphalt base crude oil หรือ napthene)มีลักษณะเหนียวข้นเหมือนยางมะตอย เมื่อนำมากลั่นจะให้ผลผลิตเป็นน้ำมันพวกกากดิบสูงกว่าปกติ เช่น น้ำมันเตา แต่ข้อดีคือขนส่งง่าย ไม่จับตัวเป็นไข กากที่เหลือจากการกลั่นแล้วส่วนใหญ่เป็นพวกยางมะตอย

1.2 น้ำมันดิบฐานพาราฟิน (paraffin base of crude oil) หรือน้ำมันดิบฐานเทียนไขเป็นน้ำมันดิบชั้นดี มีค่า $^{\circ}$API สูงเมื่อนำมากลั่นจะให้ผลผลิตเป็นน้ำมันตระกูลเบนซินและผลิตภัณฑ์ระดับกลางสูงกว่ากากที่เหลือจากการกลั่นแล้วส่วนใหญ่จะได้พวกขี้ผึ้ง (wax) แต่ข้อเสียอย่างหนึ่งของน้ำมันดิบฐานนี้คือขนส่งยากเพราะมักจะจับตัวเป็นไขเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส ทำให้การสูบถ่ายเป็นไปด้วยความยากลำบาก

1.3 น้ำมันดิบฐานผสม (mixed base of crude oil) คือน้ำมันดิบที่มีคุณสมบัติอยู่ระหว่างชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 กากที่เหลือจากการกลั่นของน้ำมันดิบฐานนี้จะมีทั้งยางมะตอยและไขหรือขี้ผึ้ง

แต่ละฐานดังกล่าวจะมีโครงสร้างทางเคมีและคุณสมบัติต่างกันออกไปอีก เช่น เมื่อนำน้ำมันดิบฐานแอสฟัลต์มากลั่นจะได้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีค่าออกเทนสูง ส่วนน้ำมันดิบฐานพาราฟินเมื่อนำมากลั่นจะได้น้ำมันหล่อลื่นที่มีค่าดัชนีความข้นใสหรือความหนืดสูง (viscosity index) แต่ในปัจจุบันไม่ว่าน้ำมันดิบจะเป็นฐานใดก็สามารถปรับปรุงให้มีคุณภาพสูงได้โดยใช้สารตัวเติม (additives) ที่ต้องการคุณสมบัตินั้นๆ

2. ชนิดของน้ำมันดิบทางการค้า น้ำมันดิบจะมีชื่อทางการค้าหลายชื่อ ส่วนมากจะเรียกตามแหล่งขุดเจาะ ตัวอย่างเช่น

- น้ำมันดิบเพชร จากจังหวัดกำแพงเพชร ประเทศไทย
- น้ำมันดิบอาราเบียนไลต์ (Arablight crude oil) จากซาอุดีอาระเบีย
- น้ำมันเชงลี (Shengli crude oil) จากจีนแดง
- น้ำมันดิบมิริ (MIri crude oil) จากมาเลเซีย

ชนิดของน้ำมันดิบทางการค้านี้แบ่งเป็น 3 ชนิดใหญ่ๆ คือ น้ำมันดิบชนิดเบา (light crude oil) น้ำมันดิบชนิดกลาง (medium crude oil) น้ำมันดิบชนิดหนัก (heavy crude oil) ทั้งนี้โดยอาศัยค่าองศา API หรือความถ่วงจำเพาะแบบ API เป็นหลักในการพิจารณา

2.4 มาตรฐานการวัด

มาตรฐานการวัดที่ใช้มากในวงการน้ำมันมีดังนี้คือ

อุณหภูมิ (temperature) ใช้ตัวย่อ t หรือ T หน่วยเป็นองศาเซลเซียสหรือองศาฟาเรนไฮต์

น้ำหนักจำเพาะ (specific weight) ใช้ตัวย่อ γ อ่านว่าแกมม่า หมายถึง จำนวนน้ำหนักของสสารต่อ 1 หน่วยปริมาตร

ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) ตัวย่อ S คืออัตราส่วนที่แสดงให้เห็นว่าสสารนั้นหนักกว่าน้ำบริสุทธิ์กี่เท่าเมื่อมีปริมาตรเท่ากันและวัดที่อุณหภูมิเดียวกัน ความถ่วงจำเพาะไม่มีหน่วยเพราะเป็นอัตราส่วน ดังนั้นหลักเกณฑ์ง่ายๆคือ

สสารใดที่เบากว่าน้ำ จะมีความถ่วงจำเพาะน้อยกว่า 1

สสารใดที่หนักกว่าน้ำ จะมีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 1

ของเหลวชนิดเดียวกันที่อุณหภูมิต่างๆกันความถ่วงจำเพาะจะไม่เท่ากัน ทั้งนี้เพราะมีการขยายตัวหรือหดตัวตามปริมาตรเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป ดังนั้นในธุรกิจน้ำมันจึงต้องซื้อหรือขายน้ำ

มันที่อุณหภูมิมาตรฐานหนึ่ง เช่นที่ 15 หรือ 30 องศาเซลเซียส โดยทั่วไปน้ำมันปิโตรเลียมมักจะเบากว่าน้ำ ดังนั้นความถ่วงจำเพาะจึงน้อยกว่า 1 เช่น

น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ มีความถ่วงจำเพาะประมาณ 0.747

น้ำมัน JP-1 มีความถ่วงจำเพาะประมาณ 0.788

น้ำมันดีเซลหรือโซล่า มีความถ่วงจำเพาะประมาณ 0.850

น้ำมันขี้โล้ มีความถ่วงจำเพาะประมาณ 0.865

4. ความถ่วงจำเพาะแบบ API (API gravity) ใช้วัดความถ่วงจำเพาะของน้ำมัน เพราะอ่านค่าได้สะดวก คือไม่อ่านค่าหลังจุดทศนิยม บางครั้งเรียกว่าองศาเอพีไอ (degree of API) หรือความถ่วงเอพีไอ

น้ำมันที่มีค่าความถ่วง API สูง จะมีความถ่วงจำเพาะต่ำ

น้ำมันที่มีค่าความถ่วง API ต่ำ จะมีความถ่วงจำเพาะสูง

เครื่องมือที่ใช้ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันคือ ไฮโดรมิเตอร์ (hydrometer) การหาค่าความถ่วง API ก็เพื่อนำไปใช้ในการหาค่าความร้อนของน้ำมัน หาปริมาตรจำเพาะและหาฐานของน้ำมัน

น้ำมันฐานพาราฟิน จะมีค่าความถ่วง API สูง

น้ำมันฐานแนพธีน จะมีค่าความถ่วง API ต่ำ

น้ำมันเป็นของไหล(fluid)ชนิดหนึ่งซึ่งขยายตัวและหดตัวได้ดีมากแม้เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ดังนั้นเมื่อมีการเจาะน้ำมันในเชิงพาณิชย์ ก็ต้องมีการขนถ่ายและเก็บรักษาเพื่อขายเป็นน้ำมันดิบหรือส่งเข้ากลั่นในโรงกลั่นเพื่อขายเป็นน้ำมันสำเร็จรูป ชาวอังกฤษและชาวอเมริกันเป็นผู้เชี่ยวชาญทางเทคโนโลยีด้านนี้โดยเฉพาะ จึงได้ตั้งมาตรฐานขึ้นมาเพื่อเป็นหลักฐานอ้างอิงในการซื้อขาย มาตรฐานของอังกฤษคือมาตรฐาน IP (The Institute of Petroleum) ส่วนมาตรฐานอเมริกันคือมาตรฐาน ASTM (American Society for Testing and Materials) แต่ในปัจจุบันการค้าน้ำมันทั่วโลกใช้มาตรฐาน "ASTM-IP petroleum measurement table" โดยซื้อกันที่อุณหภูมิ 60 องศาฟาเรนไฮต์หรือประมาณ 15 องศาเซลเซียส จุดประสงค์ที่สำคัญในการใช้ความถ่วง API คือ

4.1เพื่อให้ความถ่วงจำเพาะของน้ำมันแบบ API อ่านค่าเป็นเลขลงตัวง่ายๆมีทศนิยมเพียงตำแหน่งเดียว ทำให้สะดวกในการจดจำและคำนวณปริมาตร

4.2ใช้เป็นแม่บทในการซื้อขายทั่วโลก โดยกำหนดให้ซื้อขายกันที่ 60 องศาฟาเรนไฮต์หรือประมาณ 15 องศาเซลเซียส เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาขัดแย้งในการตรวจรับที่ปลายทาง

ตาราง 2.1 แสดงค่าความถ่วงจำเพาะและองศา API ของน้ำมันชนิดต่างๆที่อุณหภูมิ 60 °F

ชนิดน้ำมัน	ความถ่วงจำเพาะที่ 60°F	องศา API	ลิตร/ลองตันที่ 86°F
น้ำมันเบนซินอากาศยาน	0.713	67	1459
น้ำมันเบนซินพิเศษ	0.747	58	1386
น้ำมันเบนซินธรรมดา	0.715	66.5	1448
น้ำมัน JP-4	0.759	55	1364
น้ำมัน JP-1	0.788	48	1308
น้ำมันก๊าด	0.786	48.5	1312
น้ำมันดีเซล	0.850	35	1217
น้ำมันขี้โล้	0.365	32	1186
น้ำมันเตา	0.990	11.4	1060

(ที่มา : เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น,ประเสริฐ เทียนนิมิตร)

ตาราง 2.2 แสดงค่าความถ่วงจำเพาะ น้ำหนักจำเพาะ และค่าทางความร้อนของเชื้อเพลิง

°API ที่ 60°F	ความถ่วงจำเพาะที่60°F	น้ำหนักจำเพาะ (lb/gal)	ค่าความร้อนทางเชื้อเพลิง (Btu/lb)
10	1.0000	8.328	18540
11	0.9930	8.270	18590
12	0.9861	8.212	18640
13	0.9792	8.155	18690
14	0.9725	8.099	18740
15	0.9659	8.044	18790
16	0.9593	7.989	18840
17	0.9529	7.935	18890
18	0.9465	7.882	18930
19	0.9402	7.830	18980
20	0.9340	7.778	19020

(ที่มา : เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น,ประเสริฐ เทียนนิมิตร)

ตาราง 2.3 แสดงค่าความถ่วงจำเพาะที่ 60°/60°F กับ °API

ค่าความถ่วงจำเพาะที่ 60°/60°F	°API	ค่าความถ่วงจำเพาะที่60°/60°F	° API
1.000	10.0	0.950	17.4
0.995	10.7	0.945	18.2
0.990	11.4	0.940	19.0
0.985	12.2	0.935	19.8
0.980	12.9	0.930	20.7
0.975	13.6	0.925	21.5
0.970	14.4	0.920	22.3
0.965	15.1	0.915	23.1
0.960	15.9	0.910	24.0
0.955	16.7	0.905	24.9

(ที่มา : เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น,ประเสริฐ เทียนนิมิตร)

น้ำหนัก (weight) มีหน่วยต่างๆดังนี้

1 ลองตัน (longton ;English ton)	=	2240 ปอนด์
1 ชอตตัน (short ton)	=	2000 ปอนด์
1 เมตริกตัน (metric ton)	=	1000 กิโลกรัม
1 กิโลกรัม	=	2.20462 ปอนด์

ปริมาตร (volume) มีหน่วยต่างๆดังนี้

1 ยูเอสแกลลอน (U.S. gallon)	=	3.78533 ลิตร
1 อิมพีเรียลแกลลอน (British gallon)	=	4.54596 ลิตร
1 บาร์เรล (barrel)	=	158.984 ลิตร
1 บาร์เรล (barrel)	=	42 ยู เอส แกลลอน
1 ลูกบาศก์เมตร	=	1000 ลิตร

2.5 กระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ

กระบวนการกลั่นน้ำมันดิบหมายถึงการแยกน้ำมันดิบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปต่างๆ ตามต้องการ เพื่อความสะดวกและเหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ เช่น ได้ก๊าซหุงต้ม น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล น้ำมันเครื่องบิน น้ำมันเตา น้ำมันหล่อลื่น จาระบี รวมทั้งเคมีภัณฑ์ต่างๆ

กระบวนการกลั่นน้ำมันของแต่ละโรงกลั่นอาจแตกต่างกันบ้างขึ้นอยู่กับหลายองค์ประกอบเช่น คุณสมบัติของน้ำมันดิบที่นำมากลั่น ชนิด และคุณภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ต้องการ

สำหรับกระบวนการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง คือการแยกน้ำมันดิบออกเป็นส่วนต่างๆที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกัน แล้วผ่านน้ำมันเหล่านี้เข้ากระบวนการต่างๆและแปรสภาพเพื่อให้เหมาะกับการใช้งาน และบางครั้งจำเป็นต้องเติมสารเคมีลงไปเพื่อเพิ่มคุณภาพน้ำมัน โดยทั่วไปแล้วการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจะประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญคือ

1. การกลั่นหรือการแยก (separation)
2. การแปรรูปหรือการเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมี (conversion)
3. การปรับปรุงคุณภาพ (treating)
4. การผสม (blending)

ผลิตภัณฑ์ส่วนสุดท้ายของปิโตรเลียมนั้นขึ้นอยู่กับประเภทของน้ำมันดิบที่นำมากลั่น เพราะน้ำมันดิบบางชนิดเมื่อนำมากลั่นแล้วส่วนที่เหลืออาจจะได้เฉพาะคาร์บอนเป็นส่วนใหญ่เรียกน้ำมันดิบชนิดนี้ว่าปิโตรเลียมโค้ก (petroleum coke)หรือบางชนิดอาจได้ของแข็งอ่อนๆที่ประกอบด้วยโมเลกุลของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีขนาดใหญ่มาก(รวมทั้งโมเลกุลชนิดอื่นๆอยู่ด้วย)เรียกน้ำมันดิบชนิดนี้ว่า ปิโตรเลียมแอสฟัลต์ (petroleum asphalt) หรือที่เรียกว่ายางมะตอย

ตาราง 2.4 สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ได้จากการกลั่นลำดับส่วนของน้ำมันดิบ

องค์ประกอบต่างๆ	จุดเดือด(^{o}C)	สถานะ	จำนวนคาร์บอนในโมเลกุล
ก๊าซปิโตรเลียม	ต่ำกว่า 30	ก๊าซ	1-4
น้ำมันเบนซิน	0-65	ของเหลว	5-6
แนพธา	65-170	ของเหลว	6-10
น้ำมันก๊าด	170-250	ของเหลว	10-14
น้ำมันดีเซล	250-340	ของเหลว	14-19
น้ำมันหล่อลื่น	340-500	ของเหลว	19-35
ไข	340-500	ของแข็ง	19-35
น้ำมันเตา	สูงกว่า 500	ของเหลว	มากกว่า35
บิทูเมน	สูงกว่า 500	ของแข็ง	มากกว่า 35

(ที่มา : เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น,ประเสริฐ เทียนนิมิตร)

ตาราง 2.5 คุณสมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

สารประกอบไฮโดรคาร์บอน	สูตรโมเลกุล	จุดเดือดปกติ ($^{\circ}F$)	ความถ่วงจำเพาะ(60/60° F)
มีเทน (methane)	CH_4	-259	0.55*
อีเทน (ethane)	C_2H_6	-128	1.03*
โพรเพน (propane)	C_3H_8	-44	1.52*
นอร์มัลบิวเทน (n-butane)	C_4H_{10}	+31	2.00*
นอร์มัลเพนเทน (n-pentane)	C_5H_{12}	97	0.631
นอร์มัลเฮกเซน (n-hexane)	C_6H_{14}	156	0.664
นอร์มัลเฮปเทน (n-heptane)	C_7H_{16}	209	0.688
นอร์มัลออกเทน (n-octane)	C_8H_{18}	258	0.707
นอร์มัลโนเนน (n-nonane)	C_9H_{20}	303	0.722
นอร์มัลดีเคน (n-decane)	$C_{10}H_{22}$	345	0.734
นอร์มัลอันดีเคน (n-undecane)	$C_{11}H_{24}$	384	0.744
นอร์มัลโดดีเคน (n-dodecane)	$C_{12}H_{26}$	421	0.753
นอร์มัลไตรดีเคน (n-tridecane)	$C_{13}H_{28}$	453	0.757
ไอโซบิวเทน (isobutane)	C_4H_{10}	11	0.563
ไอโซเพนเทน (isopentane)	C_5H_{12}	82	0.625
ไอโซออกเทน (isooctane)	C_8H_{18}	211	0.696
ไอโซเฮกเทน (isohexane)	C_6H_{16}	140	0.658
นอร์มัลเตตระดีเคน (n-tetradecane)	$C_{14}H_{30}$	486	0.765
นอร์มัลเพนตะดีเคน(n-pertadecane)	$C_{15}H_{32}$	619	0.769
นอร์มัลเฮกซะดีเคน(n-hexadecane)	$C_{16}H_{34}$	518	0.775

* คือความถ่วงจำเพาะเมื่อเทียบกับอากาศ

(ที่มา : เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น,ประเสริฐ เทียนนิมิตร)

ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางทั้งโดยตรง เช่น น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ และโดยอ้อม เช่นใช้เป็นวัตถุดิบในอุต

สาหกรรมการผลิตน้ำมันหล่อลื่น จาระบี และเคมีภัณฑ์ต่างๆ ส่วนก๊าซธรรมชาติสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงได้โดยตรง หรืออาจแยกส่วนที่เป็นก๊าซเบา เช่น อีเทน นำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมเคมีดัลเพื่อผลิตเคมีภัณฑ์ชนิดต่างๆ รวมทั้งสามารถแยกก๊าซบางส่วนเช่น พวกโพรเพนและบิวเทนออกเป็นก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มได้ ส่วนที่เหลือก็ยังใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงได้ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมได้แก่

1. ก๊าซปิโตรเลียมเหลว หรือ ก๊าซ LPG เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนบนสุดของหอกลั่นในกระบวนการกลั่นน้ำมันใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ดีเวลาลุกไหม้จะให้ความร้อนสูง และมีเปลวสะอาด ไม่มีสีและกลิ่น ประโยชน์พื้นฐานของก๊าซปิโตรเลียมเหลวคือใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการหุงต้ม เชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์รถยนต์เป็นต้น

2. น้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เบนซินหรือเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน เรียกกันทั่วไปว่าน้ำมันเบนซินเป็นน้ำมันที่มีการปรุงแต่งคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันโดยตรง และจากการแยกก๊าซธรรมชาติเหลวหรือเบนซินธรรมชาติ น้ำมันเบนซินจะผสมสารเคมีเพิ่มคุณภาพเพื่อให้เหมาะกับการใช้งานเช่น สารเคมีสำหรับเพิ่มค่าออกเทน (octane number) สารเคมีสำหรับป้องกันสนิมและการกัดกร่อนในถังน้ำมันและท่อน้ำมัน รวมทั้งสารเคมีที่ช่วยทำความสะอาดคาร์บูเรเตอร์เป็นต้น น้ำมันเบนซินในประเทศไทยแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ หรือที่นิยมเรียกกันว่าน้ำมันซูเปอร์ จะมีค่าออกเทนสูง ใช้สำหรับเครื่องยนต์เบนซินที่มีกำลังสูง และน้ำมันเบนซินชนิดธรรมดาสำหรับเครื่องยนต์เบนซินกำลังอัดต่ำ

3. น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องบินใบพัด หรือน้ำมันก๊าซโซลีนเครื่องบิน มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับน้ำมันเบนซินสำหรับเครื่องยนต์ แต่มีค่าออกเทนสูงขึ้นเพื่อให้เหมาะกับเครื่องยนต์ของเครื่องบินซึ่งต้องใช้กำลังขับดันมาก

4. น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องบินไอพ่น มีลักษณะการระเหยตัวที่ต่ำ มีช่วงจุดเดือดเช่นเดียวกับน้ำมันก๊าด แต่ต้องสะอาด บริสุทธิ์ และมีคุณสมบัติบางอย่างดีกว่าน้ำมันก๊าด

5. น้ำมันก๊าด ปัจจุบันผลิตภัณฑ์นี้ใช้ประโยชน์ได้หลายประการ เช่น ใช้เป็นส่วนผสมสำหรับยาฆ่าแมลง สีทา น้ำมันชักเงา น้ำยาทำความสะอาด ใช้งานด้านอุตสาหกรรมบางชนิด เช่น อุตสาหกรรมเซรามิก

6. น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล หรือน้ำมันโซล่า เครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์ที่มีการทำงานต่างกับเครื่องยนต์เบนซิน การจุดระเบิดของเครื่องยนต์ดีเซลจะใช้ความร้อนที่เกิดจากการอัดอากาศในกระบอกสูบ มิใช่เป็นการจุดระเบิดจากหัวเทียนเหมือนในเครื่องยนต์เบนซิน น้ำมันดีเซลที่ใช้ในประเทศไทยมีอยู่ 2 ประเภท คือน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็ว (automotive diesel oil) และน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลหมุนช้า (industrial diesel oil)

7. น้ำมันเตา เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเตาหม้อไอน้ำ เตาเผา หรือเตาหลอมในโรงงานอุตสาหกรรม และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่

8. ยางมะตอย เป็นผลิตภัณฑ์ส่วนที่หนักที่สุดที่เหลือจากการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ใช้เป็นวัสดุราดถนน เป็นน้ำยาทาเคลือบท่อเพื่อกันสนิม และน้ำยากันสนิมที่ใช้ทาใต้ท้องรถ

2.6 น้ำมันเบนซินหรือน้ำมันก๊าซโซลีน

น้ำมันเบนซิน เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน (Gasoline engine) ได้มาจากการกลั่นน้ำมันดิบในโรงงาน โดยกลั่นหรือตัดเอาสิ่งที่เบาจากส่วนต่างๆ และเอามาผสมกันแล้วปรุงแต่งด้วยสารเพิ่มคุณภาพต่างๆ เพื่อให้เหมาะแก่การใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์เบนซิน ซึ่งในปัจจุบันได้ออกแบบให้มีกำลังสูงและทำงานหนักได้มากสารเพิ่มคุณภาพในน้ำมันเบนซิน ได้แก่

- สารชะล้างทำความสะอาด (detergent)
- สารต้านการรวมตัวกับอากาศ (anti-oxidation)
- สารป้องกันสนิทและการกัดกร่อน (rust and corrosion inhibitors)
- สารเพิ่มค่าออกเทน (octane additive)

ออกเทนในน้ำมันเบนซินสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีอยู่ในน้ำมันเบนซินนั้นส่วนใหญ่ประกอบด้วย เฮปเทนและออกเทน สารเหล่านี้เมื่อได้รับความร้อนจะสามารถลุกติดไฟได้ ถ้าทำให้น้ำมันระเหยเป็นไอแล้วผสมกับอากาศที่ถูกอัดอยู่ในกระบอกสูบและจุดด้วยประกายไฟจะทำให้เกิดการระเบิดได้ถ้าการเผาไหม้ในกระบอกสูบเกิดการระเบิดเร็วเกินไปจะทำให้เกิดการน็อค เครื่องยนต์เดินไม่เรียบ มีผลเสียต่อชิ้นส่วนและประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ สารไฮโดรคาร์บอนที่มีคุณสมบัติป้องกันการน็อคของเครื่องยนต์ได้คือ ไอโซออกเทน ไอของไอโซออกเทนที่ผสมกับอากาศและถูกจุดระเบิดในเครื่องยนต์จะมีการระเบิดช้ากว่าการใช้นอร์มัลเฮปเทน จึงมีการตั้งอัตราออกเทน (octane rating) สำหรับน้ำมันเบนซินเพื่อใช้เป็นหลักในการวัดคุณภาพการติดไฟของน้ำมันเบนซิน โดยให้อัตราออกเทนของน้ำมันนอร์มัลเฮปเทนมีค่า เท่ากับ 0 และออกเทนของไอโซออกเทนมีค่า 100 ในการกำหนดอัตราออกเทนของน้ำมันเบนซินชนิดใดๆ จะเปรียบเทียบการเผาไหม้ของน้ำมันเบนซินนั้นๆกับของส่วนผสมที่มีนอร์มัลเฮปเทนกับไอโซออกเทน น้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทนสูงเหมาะที่จะใช้กับเครื่องยนต์ที่มีอัตราส่วนการอัด (compression ratio) สูง ถ้าต้องการน้ำมันให้มีค่าออกเทนสูงเกิน 100 ทำได้โดยการเติมสารเพิ่มคุณภาพ เช่น เตตระเอทิลเลด (TEL) และเตตระเมทิลเลด (TML)

ความต้องการของน้ำมันเบนซินที่ดี

คุณสมบัติ	เหตุผล
1. ระเหยได้ง่ายในอุณหภูมิต่ำ ($90^{\circ}F$-$140^{\circ}F$)	- เพื่อให้เครื่องยนต์สตาร์ทติดง่าย แต่ถ้าเร็วเกินไปจะเกิด Vapor lock
2. ระเหยได้ในปริมาณมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น	- เพื่อให้เครื่องยนต์ร้อนขึ้นอย่างรวดเร็ว เร่งเครื่องยนต์ได้เรียบและมีการกระจายตัวของน้ำมันไปยังสูบต่างๆได้สม่ำเสมอ
3. มีความสัมพันธ์ระหว่าง Vapor pressure และ Distillation ที่จะใช้ในเขตเมืองหนาว-เมืองร้อน หรือในระดับความสูงต่างๆกัน	- เพื่อป้องกันการเกิด Vapor lock และน้ำมันเดือดระเหยเป็นไอในคาร์บูเรเตอร์ ปั๊มน้ำมันและในท่อทางน้ำมัน นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการสูญเสียเนื่องจากน้ำมันระเหยออกจากถังมากเกิน ไปด้วย
4. มีส่วนที่ระเหยช้ามากเกินไปให้	- เพื่อให้เชื่อมั่นว่าน้ำมันกระจายไปตามสูบต่างๆได้ดี
5. มีค่าความร้อนสูง	- เพื่อประหยัดน้ำมัน หรือให้ค่ากิโลเมตรต่อลิตรสูงที่สุด
6. มีค่าออกเทนนัมเบอร์สูง	- เพื่อป้องกันการเกิดการน็อคในเครื่องยนต์
7. มีปริมาณยางเหนียว(Gum)ต่ำ	- เพื่อป้องกันลิ้นติดตาย คาร์บูเรเตอร์ขัดข้อง เกิดคราบยางเหนียวเกาะติดตามท่อไอดีและในเครื่องยนต์
8. มีกำมะถันต่ำ	- เพื่อป้องกันการกัดกร่อนและสึกหรอในส่วนต่างๆของเครื่องยนต์
9. มีความคงทนสูง	- เพื่อป้องกันการสลายตัวของน้ำมันและเกิดคราบยางเหนียวในระหว่างการเก็บรักษาในถังน้ำมัน
10. มีกลิ่นที่น่าพอใจ	- เพื่อให้ผู้ใช้ไม่เกิดความรำคาญ

ฉะนั้นคุณสมบัติของน้ำมันเบนซินที่ควรนำมาพิจารณามี 9 อย่าง ดังต่อไปนี้คือ

1. Distillation เป็นการวัดอัตราการระเหยกลายเป็นไอของน้ำมันเบนซิน น้ำมันเบนซินประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอนหลายร้อยชนิด ส่วนที่เป็นไฮโดรคาร์บอนระเหยเร็วเรียกว่า "Front-end"ส่วนที่ระเหยช้าเรียกว่า "Back-end" โดยส่วนที่ระเหยเร็วจะช่วยให้เครื่องยนต์ติดง่ายเวลาอากาศเย็น แต่ก็อาจเกิด Vapor lock เวลาอากาศร้อน ส่วนที่ระเหยช้าช่วยให้รถยนต์กินน้ำมันน้อย แต่ก็อาจเกิดคราบตะกอนในเครื่องยนต์ได้

2. Vapor pressure เป็นการวัดกำลังดันไอของน้ำมันเบนซิน ซึ่งถ้าสูงเกินไปจะเกิดการสูญเสียเนื่องจากน้ำมันเบนซินระเหยออกจากที่เก็บน้ำมันและจากคาร์บูเรเตอร์มากเกินไป การสูญเสียนี้จะทำให้คุณภาพต้านทานการน๊อคลดลงด้วย เพราะส่วนที่ระเหยนี้เป็นพวก light-end ซึ่งมีคุณสมบัติต้านทานการน๊อคสูง นอกจากนี้ถ้ากำลังดันไอสูงมากเกินไปจะเกิดปัญหา Vapor lock ตามมาด้วย โดยทั่วไปน้ำมันเบนซินจะมีกำลังดันไอเฉลี่ย 9 ปอนด์/ตารางนิ้วในเขตเมืองร้อน และน้อยกว่า 12ปอนด์/ตารางนิ้วในเขตเมืองหนาว

3. ออกเทนนัมเบอร์ (Octane number) ออกเทนนัมเบอร์ของน้ำมันเบนซินบ่งถึงคุณภาพการต้าน ทานการน๊อค (Anti knock quality) หรือความสามารถของน้ำมันเบนซินที่จะเผาไหม้โดยปราศจากการน๊อคในเครื่องยนต์ ซึ่งในสภาพการทำงานอย่างธรรมดาของเครื่องยนต์ เมื่อส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเบนซินถูกจุดระเบิดด้วยประกายไฟจากหัวเทียนก็จะติดไฟและเกิดเปลวไฟ (Flame front)ลุกลามเผาไหม้จนหมด แต่ถ้าบางส่วนของเชื้อเพลิงที่เปลวไฟยังไปไม่ถึงเกิดจุดระเบิดด้วยตัวเอง (Self ignition) เนื่องจากความร้อนและความดัน ก็จะเกิดการน๊อคเกิดขึ้น ซึ่งสามารถได้ยินอย่างชัดเจนในตอนที่กำลังเร่งเครื่องยนต์อย่างกระทันหัน หรือเมื่อเครื่องทำงานหนัก ฉะนั้นถ้าน้ำมันเบนซินมีออกเทนนัมเบอร์สูง ปัญหาการเกิดน๊อคในเครื่องยนต์ก็จะมีน้อย คุณภาพการต้านทานการเกิดน๊อคของน้ำมันเบนซินสามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขได้ เรียกว่า ออกเทนนัมเบอร์ โดยทดสอบกับเครื่องยนต์มาตรฐานสูบเดียว ซึ่งเปลี่ยนอัตราส่วนการอัด(Compression ratio) ได้ตามแต่จะปรับแล้วเปรียบเทียบการน๊อคกับเชื้อเพลิงมาตร ฐาน ซึ่งได้แก่ไอโซออกเทน ซึ่งมีออกเทนนัมเบอร์ 100 และนอร์มัลเฮปเทนซึ่งมีออกเทนนัมเบอร์ 0

4. Gum เป็นการวัดปริมาณของคราบยางเหนียวๆในน้ำมันเบนซิน โดยทั่วไปไม่ควรมีเกินมิลลิกรัมต่อน้ำมัน 100 มิลลิลิตร

5. ความถ่วงจำเพาะ น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษจะมีค่าความถ่วงจำเพาะสูงกว่าน้ำมันเบนซินธรรมดา เพราะน้ำมันเบนซินชนิดพิเศษต้องมีการเพิ่มสารคุณภาพ เช่นเติมสารตะกั่วเพิ่มค่าออกเทนให้สูงขึ้น โดยทั่วไปที่อุณหภูมิห้องค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันเบนซินชนิดธรรมดามีค่าประมาณ

0.702 และน้ำมันเบนซินชนิดพิเศษมีค่าประมาณ 0.743 หรือถ้าคิดเทียบเป็นค่าความหนาแน่นก็จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.70-0.75 กิโลกรัม/ลิตร

6. เนื่องจากน้ำมันเป็นสินค้าที่ต้องสั่งนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาสูงขึ้นทุกปี ตลอดจนน้ำมันเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วมีวันหมด จึงได้มีการหาพลังงานทดแทนมาใช้เพื่อลดการนำเข้าของน้ำมัน การใช้แอลกอฮอล์เป็นพลังงานในการขับเคลื่อนรถยนต์จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ

2.7 แอลกอฮอล์

การใช้แอลกอฮอล์เป็นพลังงานในการขับเคลื่อนรถยนต์

เอทานอลชนิดไร้น้ำ(Anhydrous Ethyl Alcohol) ที่มีความบริสุทธิ์สูงกว่า 99.5 เปอร์เซนต์ ปัจจุบันได้นำมาใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ โดยนำมาผสมกับน้ำมันเบนซินชนิดธรรมดาในอัตราส่วนผสมที่พอเหมาะได้เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ที่เรียกว่า เบนโซฮอล์ (benzohol) ซึ่งใช้เป็นพลังงานในการขับเคลื่อนรถได้ โดยมีคุณลักษณะต่างๆดังนี้

1. ราคาถูกกว่าน้ำมันเบนซิน
2. ค่าออกเทนเทียบเท่ากับน้ำมันเบนซิน สามารถใช้แทนกันได้โดยไม่ต้องมีการปรับแต่งเครื่องยนต์
3. มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ทำให้ช่วยยืดอายุการใช้งานของน้ำมันเครื่อง
4. อัตราเร่งของเครื่องยนต์ดีขึ้น
5. ช่วยลดมลภาวะของอากาศ เช่น สารตะกั่ว และคาร์บอนมอนอกไซด์
6. ใช้วัตถุดิบภายในประเทศสำหรับการผลิตแอลกอฮอล์ เช่นมันสำปะหลัง เป็นการลดการนำเข้าและช่วยเกษตรกรทางอ้อม
7. ช่วยลดดุลการค้าระหว่างประเทศ

คุณสมบัติที่สำคัญทางกายภาพและทางเคมีของเชื้อเพลิงเอทานอลและสารไฮโดรคาร์บอน

1. เอทานอลมีค่าออกเทนระหว่าง 106-111 RON ดังแสดงในตาราง ซึ่งเมื่อนำมาผสมกับน้ำมันเบนซินจะช่วยทำให้ค่าออกเทนของน้ำมันเบนซินสูงขึ้น

ตาราง 2.6 คุณสมบัติที่สำคัญทางกายภาพและทางเคมีของเชื้อเพลิงเอทานอลและสารไฮโดรคาร์บอน

คุณสมบัติ	เอทานอล	เมทานอล	เบนซิน	ดีเซล	น้ำมันเชื้อเพลิง
สูตรโมเลกุล	CH_3CH_2OH	CH_3OH	C_4-C_{12}	C_{14}-C_{19}	C_{20+}
น้ำหนักโมเลกุล	46.1	32.0	100-500avg.	240 avg.	-
ส่วนประกอบ (%โดยน้ำหนัก)					
คาร์บอน	52.2	12.5	85-88	85-88	85-87
สารไฮโดรคาร์บอน	13.1	12.5	12-15	12-15	10-11
ออกซิเจน	34.7	50.0	เนกาทีฟ	เนกาทีฟ	เนกาทีฟ
ความถ่วงจำเพาะ	0.79	0.79	0.72-0.78	0.83-0.88	0.88-0.98
จุดเดือด($^{\circ}C$)	78	65	27-225	240-360	360+
จุดวาบไฟ($^{\circ}C$)	13	-	-43	38	66
อุณหภูมิที่ลุกไหม้ได้ด้วยตัวเอง($^{\circ}C$)	423	878$^{\circ}F$	257	-	-
ปริมาณการเผาไหม้(%โดยปริมาตร)					
ต่ำกว่า	4.3	-	1.4	-	-
สูงกว่า	19.0	-	7.6	-	-
ออกเทนนัมเบอร์					
วิจัยในห้องทดลอง	106-111	106-115	79-98	-	-
ทดสอบกับรถยนต์	89-100	82-92	71-90	-	-
ความสามารถในการละลายน้ำ	ไม่จำกัด	ไม่จำกัด	0	0	0

(ที่มา : เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น,ประเสริฐ เทียนนิมิตร)

2. ถ้าเป็นเอทานอลไร้น้ำสามารถผสมได้สูงถึง 20 เปอร์เซนต์โดยปริมาตร และใช้ในรถยนต์ได้ทันทีโดยไม่ต้องปรับแต่งเครื่องยนต์ แต่ถ้าเป็นเอทานอลชนิดมีน้ำเจือปนจะใช้ได้เฉพาะกับรถยนต์ที่จัดสร้างเป็นการพิเศษ

3. เอทานอลมีองค์ประกอบเป็นออกซิเจนประมาณ 34.7 เปอร์เซนต์ เมื่อนำมาผสมกับน้ำมันเบนซินจะช่วยให้การเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้นไอเสียจากเครื่องยนต์มีสารไฮโดรคาร์บอนและก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ลดลงแต่มีไนโตรเจนออกไซด์และอัลดีไฮด์เพิ่มขึ้น

4. เอทานอลมีค่าความร้อนทางเชื้อเพลิงต่ำ เมื่อนำมาผสมกับน้ำมันเบนซินจะทำให้น้ำมันเบนซินผสมพิเศษมีค่าความร้อนทางเชื้อเพลิงลดลงตามสัดส่วนของการผสม แต่เนื่องจากเอทานอลช่วยให้การเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้น จึงทำให้การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและพลังงานลดลงเล็กน้อย

5. น้ำมันเบนซินผสมพิเศษระหว่างเอทานอลกับเบนซินเป็นเชื้อเพลิงขับเคลื่อนเครื่องยนต์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย มีคุณภาพและการใช้งานทัดเทียมหรือเหนือกว่าน้ำมันเบนซินเล็กน้อย

วิธีการใช้เชื้อเพลิงแอลกอฮอล์กับเครื่องยนต์ จำแนกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ใช้ผสมโดยตรง สำหรับในต่างประเทศใช้แอนไฮดรัสเอทิลแอลกอฮอล์ (anhydrous ethyl alcohol) 99.5 % ผสมในน้ำมันเบนซินเพื่อใช้กับรถยนต์ในอัตราส่วนของแอนไฮดรัส 11-20 %ได้เหมือนเชื้อเพลิงปกติ แต่สำหรับประเทศไทยพบว่า ถ้าใช้แอนไฮดรัสผสมน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนของแอนไฮดรัส 20 % สามารถใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้ แต่อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจะสูงกว่า

2. วิธีป้อนเชื้อเพลิงเข้าทั้ง 2 ทาง โดยการเพิ่มวงจรเอทิลแอลกอฮอล์ในระบบน้ำมันเชื้อเพลิงจะสามารถใช้เอทิลแอลกอฮอล์ที่มีความบริสุทธิ์ต่ำร่วมกับน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์เบนซินและเครื่องยนต์ดีเซลได้

3. ใช้เอทิลแอลกอฮอล์อย่างเดียว แต่ต้องทำการปรับแต่งเครื่องยนต์เบนซิน เช่นเพิ่มแรงอัดในกระบอกสูบโดยการเพิ่มอัตราส่วนการอัด (compression ratio) ปรับจังหวะการจุดระเบิด วิธีการนี้ทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากกว่าปกติถึง 20 % ของการใช้น้ำมันเบนซินโดยตรง

ตาราง 2.7 สมบัติบางประการของแอลกอฮอล์

คุณสมบัติ / ชนิด	ความถ่วงจำเพาะ	ค่าความร้อน (kJ/kg)	ค่าความร้อน (kJ/kg)	อากาศที่ใช้ทางทฤษฎี (m^3/kg)
เอทานอล	0.80	27,200	21,760	7.4
เมทานอล	0.78	19,250	15,480	5.3

(ที่มา : เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น,ประเสริฐ เทียนนิมิตร)

ตาราง 2.8 สมบัติบางประการของแอลกอฮอล์

แอลกอฮอล์	สูตร	ความสารถในการละลายน้ำ (g/100g ของน้ำที่ 20°C)	จุดเดือด (°C)
เมทานอล	CH_3OH	ละลายได้ดี	65
เอทานอล	CH_3CH_2OH	ละลายได้ดี	78
โพรพานอล	$CH_3CH_2CH_2OH$	ละลายได้ดี	97
บิวทานอล	$CH_3(CH_2)_2CH_2OH$	8.0	118
เพนทานอล	$CH_3(CH_2)_3CH_2OH$	2.2	138

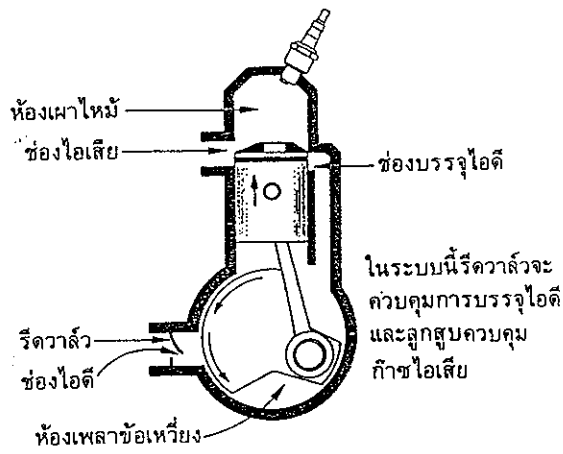
(ที่มา : เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น,ประเสริฐ เทียนนิมิตร)

2.8 การทำงานของเครื่องยนต์ 2 จังหวะ

เครื่องยนต์ที่มีการทำงานแบบ 2 จังหวะ จะมีวัฏจักรการทำงานคือจังหวะดูด จังหวะอัด จังหวะระเบิด และจังหวะคาย เช่นเดียวกับเครื่องยนต์ 4 จังหวะ แต่จังหวะดูดกับจังหวะอัดจะเกิดขึ้นพร้อมกันและจังหวะระเบิดกับจังหวะคายเกิดขึ้นพร้อมกัน ทำให้จังหวะในการทำงานเหลือเพียง 2 จังหวะ

ระบบการบรรจุไอดีแบบรีดวาล์ว การทำงานมีดังนี้

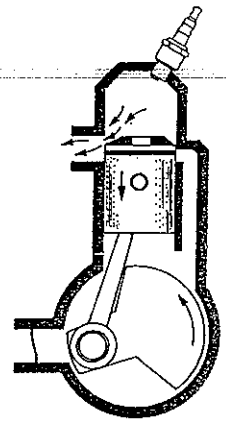
เมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้น หัวลูกสูบปิดช่องส่งไอดีก่อนแล้วจึงปิดช่องไอเสีย ทำการอัดไอดี รีดวาล์วจะเปิดช่องไอดี ไอดีก็จะถูกบรรจุเข้าไปในห้องเพลาข้อเหวี่ยง ดังรูป



รูป 2.1 การบรรจุไอดีในจังหวะดูดและอัด

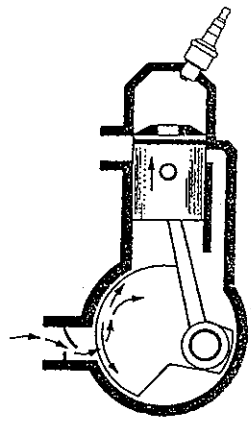
(ที่มา : เครื่องยนต์สันดาปภายใน,เชื้อ ชูขำ)

เมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้นก่อนถึงจุดศูนย์ตายบนเล็กน้อย หัวเทียนจะจุดประกายไฟเกิดการลุกไหม้ดันลูกสูบเลื่อนลง รีดวาล์วจะปิด ลูกสูบเลื่อนลงมาเรื่อยๆ จนส่วนบนของลูกสูบเปิดช่องไอเสีย ไอเสียจะออกจากห้องเผาไหม้ รีดวาล์วยังคงปิดอยู่ ดังรูป



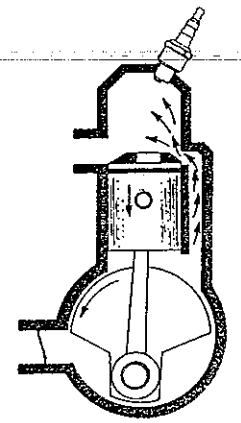
รูป 2.2 การบรรจุไอดีในจังหวะระเบิดและคาย
(ที่มา : เครื่องยนต์สันดาปภายใน,เชื้อ ชูขำ)

เมื่อลูกสูบเลื่อนลงต่อไป จนส่วนบนของลูกสูบเปิดช่องส่งไอดี ไอดีที่ถูกอัดในห้องเพลาข้อเหวี่ยงก็จะถูกอัดขึ้นมาทางช่องส่งไอดี ขึ้นมาไล่ไอเสียออก และแทนที่ไอเสียในห้องเผาไหม้ ดังรูป



รูป 2.3 การบรรจุไอดีในจังหวะอัด
(ที่มา : เครื่องยนต์สันดาปภายใน,เชื้อ ชูขำ)

ลูกสูบเลื่อนขึ้นจนส่วนบนของหัวปิดช่องส่งไอดี ในห้องเพลาข้อเหวี่ยงก็จะเกิดสูญญากาศ ทำให้รีดวาล์วเปิดเป็นการดูดไอดี เมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้นต่อไป จนส่วนบนของหัวลูกสูบปิดช่องส่งไอเสียก็จะเป็นการอัดไอดี ดังรูป



รูป 2.4 การคายไอดี ไล่ไอเสีย

(ที่มา : เครื่องยนต์สันดาปภายใน,เชื้อ ชูขำ)

การทำงานจะเป็นเช่นนี้ตลอดเวลาที่เครื่องยนต์ทำงาน เครื่องยนต์แบบใช้รีดวาล์วนี้ที่ความเร็วต่ำรีดวาล์วจะเปิดช้า ปิดเร็ว ที่ความเร็วสูง รีดวาล์วจะเปิดเร็ว ปิดช้า แผ่นรีดวาล์วจะทำด้วยแผ่นเหล็กสปริงหรือไฟเบอร์

ระบบการส่งถ่ายไอดี

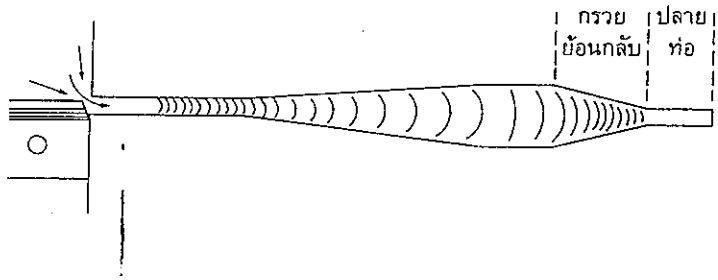
การส่งถ่ายไอดีของเครื่องยนต์ 2 จังหวะแบ่งออกเป็น 2 ทางคือส่งไปยังห้องเพลาข้อเหวี่ยง, ส่งตรงไปยังห้องเผาไหม้ ไอดีที่เข้าไปยังห้องเผาไหม้โดยตรงจะเข้าไปในปริมาณที่สูงและเร็วมาก ไอดีส่วนนี้จะเข้าไปช่วยขับไล่ไอเสียให้ออกไปจากห้องเผาไหม้ได้อย่างรวดเร็ว และไอดีซึ่งเป็นไอดีที่เย็นยังช่วยระบายความร้อนของเครื่องยนต์ได้อีกด้วย

ระบบไอเสียของเครื่องยนต์ 2 จังหวะ

ระบบไอเสียเครื่องยนต์ 2 จังหวะ ก๊าซไอเสียที่ออกมามีหน้าที่หลัก 2 หน้าที่คือ ช่วยให้ไอดีไหลเข้าไปในห้องเผาไหม้ได้เพิ่มขึ้นผ่านช่องส่งไอดี และไอดีจะช่วยในการกวาดล้างไอเสียออกจากห้องเผาไหม้ ซึ่งการทำงานแบบนี้ย่อมทำให้ไอดีบางส่วนไหลตามไอเสียออกไปจึงมีผลทำให้ความหนาแน่นของไอดีในห้องเผาไหม้เจือจางลง แรงม้าของเครื่องยนต์จะตกลงและทำให้สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ดังนั้นจึงต้องออกแบบท่อไอเสียให้รักษาปริมาณของไอดีในห้องเผาไหม้ให้หนาแน่นและสูญเสียไอดีไปกับไอเสียน้อยที่สุด

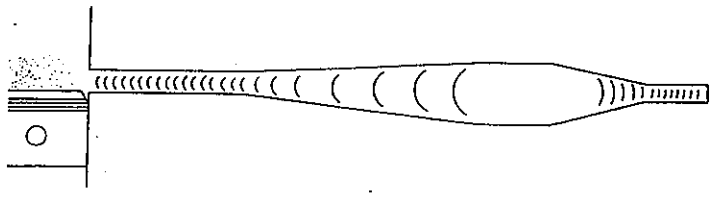
การออกแบบท่อไอเสียและหม้อพักเสียง ระบบจะถูกสร้างให้ท่อไอเสียมีเปลวไฟที่ลุกไหม้ทีละน้อยเข้าไปในท่อไอเสียที่เป็นรูปทรงเรียวกับกรวยย้อนกลับเล็กๆที่ปลายท่อและสิ้นสุดที่ปลายท่อระบบนี้ทำงานโดยการควบคุมคลื่นของแรงดันภายในห้องขยายตัว

เมื่อช่องไอเสียไม่ถูกครอบปิด ไอดีจะออกไปอย่างรวดเร็ว ก๊าซไอเสียจะไหลเข้าไปในห้องขยายตัวในลักษณะที่เป็นคลื่น และจะขยายตัวทีละน้อย ขณะเดียวกันก็จะสูญเสียความเร็วเมื่อคลื่นกระทบกับกรวยย้อนกลับในสัดส่วนที่เหมาะสม ในจังหวะนี้ในห้องเผาไหม้จะเต็มไปด้วยไอดี เมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้นและปิดช่องส่งไอดี คลื่นย้อนกลับจะถึงช่องไอเสีย กระทุ้งไอดีกลับเข้าไปในห้องเผาไหม้เป็นการบรรจุไอดีให้หนาแน่น



รูป 2.5 ระบบไอเสียของเครื่องยนต์ 2 จังหวะ
(ที่มา : เครื่องยนต์สันดาปภายใน,เชื้อ ชูขำ)

เมื่อช่องไอเสียเปิด ก๊าซไอเสียจะเข้าไปในระบบไอเสีย ก๊าซไอเสียจะเดินทางด้วยคลื่นแรงดันสูงและขยายตัวทีละน้อยและสูญเสียความเร็วจนกระทั่งถึงกรวยย้อนกลับ

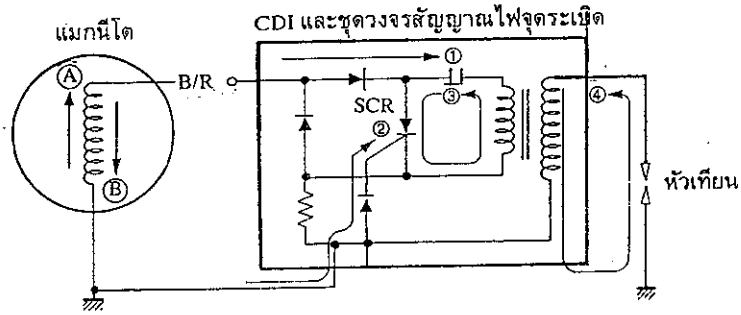


รูป 2.6 ระบบไอเสียเครื่องยนต์ 2 จังหวะ
(ที่มา : เครื่องยนต์สันดาปภายใน,เชื้อ ชูขำ)

เมื่อก๊าซไอเสียถึงยอดกรวยย้อนกลับ ก๊าซไอเสียจะถูกอัดและบางส่วนจะย้อนกลับเข้าระบบไอเสีย ในรูปของคลื่นย้อนกลับทำให้ไอดีหยุดการไหลเข้าระบบไอเสียก่อนลูกสูบปิดช่องไอเสีย

ระบบจุดระเบิด

การทำงานของระบบจุดระเบิด CDI แบบ 1 คอยล์ เมื่อล้อแม่เหล็กหมุนไปตัดกับขดลวดจะเกิดคลื่นทางไฟฟ้าจากขดลวดจุดระเบิดไปยังชุดวงจรสัญญาณไฟจุดระเบิด โดยคลื่นหนึ่งเป็นคลื่นทางบวก อีกคลื่นหนึ่งเป็นคลื่นทางลบ คลื่นทางบวกจะประจุเข้าคอนเดนเซอร์ ส่วนคลื่นทางลบจะส่งไปยังชุดวงจรสัญญาณไฟจุดระเบิด และส่งสัญญาณไปที่ตัว SCR ให้เกิดเป็นตัวนำ เมื่อ SCR เกิดเป็นตัวนำ คอนเดนเซอร์จะคายประจุผ่าน SCR และขดลวดปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิด ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำ ไฟแรงสูงก็จะเกิดขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมิ กระแสไฟแรงสูงจะทำให้หัวเทียน จุดประกายไปชื้น ดังรูป



รูป 2.7 การทำงานของระบบจุดระเบิด CDI แบบ 1คอยล์
(ที่มา : เครื่องยนต์สันดาปภายใน,เชื้อ ชูขำ)

2.9 ก๊าซพิษที่เกิดจากเครื่องยนต์เบนซิน

แหล่งที่ทำให้เกิดก๊าซพิษจากเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนมี 4 แหล่ง ได้แก่ ท่อไอเสีย,ห้องเครื่อง, คาร์บิวเรเตอร์ และถังน้ำมันเชื้อเพลิง โดยก๊าซพิษที่เกิดที่คาร์บิวเรเตอร์ และถังน้ำมันเชื้อเพลิงจะเกิดในรูปของการระเหย ส่วนที่เกิดจากห้องเครื่องจะเกิดในรูปของการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์

ก๊าซพิษที่ทำให้อากาศเสียเป็นส่วนใหญ่มาจากท่อไอเสีย (ประมาณ 65-85%) ดังนั้นในที่นี้จึงขอกล่าวถึงเฉพาะก๊าซพิษที่เกิดจากท่อไอเสียเท่านั้น

ก๊าซพิษจากท่อไอเสีย

ก๊าซพิษจากท่อไอเสียซึ่งโดยทั่วๆไปเกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์นั้นได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซพวกไฮโดรคาร์บอน นอกจากนี้ยังมีสารอื่นเกิดขึ้นอีก เช่น ออกไซด์ของไนโตรเจน, แอลดีไฮด์ ,เอสเตอร์, เปอร์ออกไซด์และกรดต่างๆ สาเหตุที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ที่สำคัญเกิดจาก

1. ส่วนผสมน้ำมัน/อากาศ ไม่เข้ากันดี
2. ส่วนผสมน้ำมัน/อากาศ ไม่พอเหมาะ
3. เปลวไฟดับก่อนที่การเผาไหม้จะเสร็จสิ้น

การผสมระหว่างน้ำมันซึ่งเป็นของเหลวและอากาศให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันโดยคาร์บิวเรเตอร์นั้นทำได้ยาก อัตราส่วนผสมน้ำมัน/อากาศที่ถูกควรจะอยู่อัตราส่วนที่ถูกต้องทางเคมี แต่เนื่องจากส่วนผสมน้ำมัน/อากาศไม่เข้ากันดีดังกล่าวข้างต้น และท่อไอดีมักจะไม่เรียบและหักเป็นมุมทำให้มีน้ำมันจับตามท่อ ถ้าใช้อัตราส่วนผสมน้ำมัน/อากาศที่ถูกต้องทางเคมี เครื่องยนต์นั้นอาจจะไม่ได้สมรรถนะตามที่ต้องการ ในทางปฏิบัติจริงๆส่วนผสมน้ำมัน/อากาศจะเปลี่ยนแปลงตามความเร็วและภาระงาน ยิ่งกว่านั้นสำหรับเครื่องยนต์หลายสูบ ส่วนผสมน้ำมัน/อากาศของแต่ละสูบยังไม่เท่ากันอีกด้วย เพื่อที่จะชดเชยส่วนที่เสียไปนี้ ส่วนผสมน้ำมัน/อากาศจึงต้องทำให้หนาดังนั้นจะเห็นว่าการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนนั้นจะไม่สมบูรณ์ชั้นของส่วนผสมที่อยู่ติดกับผนังห้องเผาไหม้มักจะเย็น ก๊าซที่กำลังเผาไหม้เมื่อเดินทางมาถึงบริเวณนี้จะดับก่อนการเผาไหม้จะเสร็จสิ้น ทั้งนี้เพราะการถ่ายเทความร้อนให้กับผนังห้องเผาไหม้เร็วกว่าที่จะได้รับความร้อนจากเปลวไฟ ชั้นของส่วนผสมที่ยังไม่เผาไหม้หรือเผาไหม้เป็นบางส่วนนี้ จะถูกไล่ออกจากห้องเผาไหม้ในจังหวะไล่ไอเสีย ก๊าซพวกนี้จะมีเปอร์เซนต์ของก๊าซพวกไฮโดรคาร์บอนสูง

รายละเอียดในการเกิดก๊าซพิษตัวที่สำคัญต่างๆ

1. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์เนื่องจากขาดอากาศหรือการเผาไหม้ที่ไม่มีเวลาพอจะทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ในทางทฤษฎีการเผาไหม้ที่จะไม่ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์นั้น ทำได้โดยให้ส่วนผสมมีอากาศมากๆ ซึ่งในทางปฏิบัตินั้นทำได้ยาก ในช่วงเดินเบาการปิดลิ้นเร่งก็เท่ากับว่าลดปริมาณออกซิเจนที่จะเข้าเครื่องซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เช่นกัน

2. ก๊าซไฮโดรคาร์บอน เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงโดยมีบางส่วนที่ไม่เผาไหม้ การเกิดก๊าซไฮโดรคาร์บอนเกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องยนต์และตัวแปรต่างๆของการเดินเครื่อง การออกแบบที่สำคัญมี 2 อย่างคือ ระบบการดูดไอดีและแบบของห้องเผาไหม้ ตัวแปรต่างๆในการเดินเครื่องได้แก่ อัตราส่วนผสมน้ำมัน/อากาศ ความเร็วของเครื่องยนต์ และลักษณะการใช้

งานของเครื่องยนต์ การบำรุงรักษาเครื่องยนต์ก็เป็นปัจจัยสำคัญหนึ่ง ทั้งระบบไอดีและการบำรุงรักษามีผลกระทบต่ออัตราส่วนผสมน้ำมัน/อากาศในเรื่องความสม่ำเสมอของการกระจายน้ำมันเข้ากระบอกสูบต่างๆ และการให้อัตราส่วนผสมให้เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ การออกแบบห้องเผาไหม้ที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ พื้นที่เหนือแหวนลูกสูบ (แหวนบน) กับฝาสูบ และพื้นที่บีบ (Squish areas) ก๊าซที่อยู่บริเวณนี้จะถูกกักและเย็น เมื่อเปลวไฟที่กำลังลุกไหม้เดินทางไปไม่ถึงทำให้ก๊าซบริเวณนี้ไม่เผาไหม้ อีกประการหนึ่งการออกแบบห้องเผาไหม้โดยบางส่วนเย็นจะทำให้ก๊าซที่กำลังเผาไหม้ดับก่อนที่จะถึงผนังห้องเผาไหม้ เครื่องยนต์ที่มีอัตราส่วนการอัดต่ำ,มีอัตราส่วนช่วงชักต่อเส้นผ่าศูนย์กลางของกระบอกสูบสูง,มีปริมาตรแทนที่ต่อหนึ่งกระบอกสูบมากแทนที่จะมีหลายๆสูบ หรืออะไรก็ตามที่ทำให้อัตราส่วนพื้นที่ต่อปริมาตรของเครื่องลดลง เช่น เครื่องเล็ก-เครื่องใหญ่ จะทำให้เกิดก๊าซไฮโดรคาร์บอนสูง

การลดปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนทำได้โดย

2.1 ทำให้อุณหภูมิของไอเสียสูงขึ้น ทำได้โดย

- 2.1.1 ลดอัตราส่วนการอัด
- 2.1.2 ตั้งไฟให้อ่อน
- 2.1.3 เพิ่มอุณหภูมิของตัวระบายความร้อน
- 2.1.4 เพิ่มความเร็ว ซึ่งทำให้ระบบไอเสียร้อนขึ้น
- 2.1.5 เพิ่มความดันให้กับประจุ (Manifold Pressure)

2.2 ทำให้มีออกซิเจนในไอเสียมากขึ้น โดย

- 2.2.1 ทำให้อัตราส่วนผสมบาง
- 2.2.2 เพิ่มออกซิเจนหรืออากาศให้กับไอเสีย

2.3 ทำให้มวลของประจุที่บริเวณเย็น(Quench Envelope)ลดลง โดย

- 2.3.1 ลดพื้นที่ผนังห้องเผาไหม้ลง
- 2.3.2 เพิ่มการหมุนเวียนของก๊าซ
- 2.3.3 เพิ่มอุณหภูมิของประจุและตัวระบายความร้อน
- 2.3.4 เพิ่มอัตราส่วนการอัด

2.4 ทำให้มีเวลาในการทำปฏิกิริยามากขึ้นโดย

- 2.4.1 ลดความเร็วของเครื่องยนต์
- 2.4.2 ทำให้ส่วนผสมเข้ากันได้ดี
  - ใช้วิธี premixing
  - ทำให้อุณหภูมิของไอดีสูงขึ้น

จ
TP
359.84
ร535ก
2543
4740024
26 พ.ย. 2546
สำนักหอสมุด

- ใช้น้ำมันที่ระเหยได้ดี

3. ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจนจะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงๆและขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของเชื้อเพลิงและอุณหภูมิของการเผาไหม้ โดยจะลดลงได้ถ้า

3.1 ลดอุณหภูมิของการเผาไหม้

- ลดอัตราส่วนการอัด
- ตั้งไฟอ่อน
- อย่าให้เกิดการน๊อค
- ลดอุณหภูมิของประจุ
- ลดความเร็ว
- ลดความดันของประจุ
- เพิ่มไอเสียตกค้างในไอดีให้มากขึ้น

3.2 ลดออกซิเจน

- ลดอัตราส่วนผสมอากาศ/น้ำมัน
- อย่าให้อากาศ-น้ำมันผสมเข้ากันดีนัก

ก๊าซพิษจากสารบางชนิด การกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง ถึงแม้จะได้พยายามกลั่นเอากำมะถันออกให้หมดแล้วก็ตามแต่ก็ยังมีหลงเหลืออยู่บ้าง ออกไซด์ของกำมะถันเมื่อรวมเข้ากับน้ำจะทำให้ได้กรดกำมะถัน นอกจากจะเป็นอันตรายต่อเครื่องยนต์แล้ว สารประกอบจำพวกไฮโดรเจนซัลฟายและซัลเฟอร์ออกไซด์ที่ได้จากเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจะออกมากับไอเสียสู่บรรยากาศภายนอกซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตได้