วิทยานิพนธ์

การจำลองพลศาสตร์อัคคีภัยเพื่อวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้ถังเชื้อเพลิง

ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติอัดในรถแท็กซี่

Fire Dynamic Simulation for Fire Analysis of Liquefied Petroleum Gas and

Compressed Natural Gas Tanks in Taxicab

นางสาวสถาพร ลาวัลย์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)

ปริญญา

วิศวกรรมความปลอดภัย | โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การจำลองพลศาสตร์อัคคีภัยเพื่อวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้ถังเชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติอัดในรถแท็กซี่

Fire Dynamic Simulation for Fire Analysis of Liquefied Petroleum Gas and Compressed Natural Gas Tanks in Taxicab

นามผู้วิจัย นางสาวสถาพร ลาวัลย์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์เกียรติไกร อายุวัฒน์, วศ.ม.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ธงไชย ศรีนพคุณ, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนนต์ วงษ์เกษม, M.S.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การจำลองพลศาสตร์อัคคีภัยเพื่อวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้ถังเชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติอัดในรถแท็กซี่

Fire Dynamic Simulation for Fire Analysis of Liquefied Petroleum Gas and Compressed Natural Gas Tanks in Taxicab

โดย

นางสาวสถาพร ลาวัลย์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)
พ.ศ. 2551

สถาพร ลาวัลย์ 2551: การจำลองพลศาสตร์อัคคีภัยเพื่อวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้ถังเชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติอัดในรถแท็กซี่ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย) สาขาวิชาวิศวกรรมความปลอดภัย โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์เกียรติไกร อายุวัฒน์, วศ.ม 133 หน้า

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้จากการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติอัดก๊าซธรในรถแท็กซี่ โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป 3 ส่วนประกอบกัน คือ โปรแกรม PyroSim โปรแกรม Fire Dynamics Simulator (FDS) และโปรแกรม Smokeview เพื่อจำลองและศึกษาในรถแท็กซี่ ขนาด 1,600 ซีซี

ผลจากการวิจัย พบว่าในการจำลองสถานการณ์การเกิดเพลิงไหม้ถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติที่ใช้ในรถแท็กซี่โดยมีแผงกั้นระหว่างห้องเก็บสัมภาระที่ติดตั้งถังก๊าซเชื้อเพลิงกับห้องโดยสารเป็นพลาสติกหนา 0.0005 เมตร ซึ่งมีอัตราการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและ ก๊าซธรรมชาติอยู่ที่ 0.6 กิโลกรัมต่อวินาที และมีอัตราการปล่อยความร้อนสูงสุด 7,808 และ 8,733 กิโลวัตต์ ที่เวลา 0.1 วินาที ตามลำดับ ซึ่งอุณหภูมิที่วัดได้จากการเผาไหม้ภายในห้องเก็บสัมภาระ คือ 1,253 และ 803 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิภายในห้องโดยสาร คือ 467 และ 456 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จะสังเกตได้ว่าอุณหภูมิ ที่เกิดขึ้นภายในห้องโดยสารจากการเผาไหม้เป็นอุณหภูมิที่สูง ดังนั้นจึงทำการจำลองสถานการณ์ การเผาไหม้ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว และก๊าซธรรมชาติอีกครั้ง โดยเปลี่ยนวัสดุที่เป็นแผงกั้นจากพลาสติกเป็น เหล็กหนา 0.0005 เมตร พบว่า อัตราการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติอยู่ที่ 0.6 กิโลกรัมต่อวินาที และมีอัตราการปล่อยความร้อนสูงสุด 7,793 และ 8,717 กิโลวัตต์ ที่เวลา 0.1 วินาที ตามลำดับ อุณหภูมิที่เกิดจากการเผาไหม้ วัดภายในห้องเก็บสัมภาระจากการเผาไหม้ก๊าซปิโตร เลียมเหลวที่ 1,238 องศาเซลเซียส และก๊าซธรรมชาติที่ 828 องศาเซลเซียส และภายในห้องโดย สารที่ 54 และ 426 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเปลี่ยนวัสดุแล้ว พบว่าอุณหภูมิที่เกิดจากการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวภายในห้องโดยสารลดลงมาก แต่สำหรับการเผาไหม้ ก๊าซธรรมชาติ อุณหภูมิยังสูงอยู่ ดังนั้น หากเกิดเพลิงไหม้ก๊าซธรรมชาติ จะส่งผลกระทบต่อผู้ที่อยู่ภาย ในห้องโดยสารอย่างรวดเร็ว และรุนแรงกว่าก๊าซปิโตรเลียมเหลว

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Sathaporn Lawan 2008: Fire Dynamic Simulation for Fire Analysis of Liquefied Petroleum Gas and Compressed Natural Gas Tanks in Taxicab. Master of Engineering (Safety Engineering), Major Field: Safety Engineering, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Associate Professor Kaitkai Aryuwat, M.Eng. 133 pages.

This research aimed to analyze the fire of liquefied petroleum gas and compressed natural gas in the event of burning in a taxi. Three package programs were utilized, which comprised of Fire Dynamics Simulator, Smokeview and PyroSim. The simulation and studies were in a taxi with 1600 cc power.

The study examined the results of the combustion of Liquefied Petroleum Gas and Compressed Natural Gas used in a taxi which had a plastic partition between the baggage compartment and the passenger compartment that had a thickness of 0.0005 meter. After combustion occurred, the burning rate from the combustion of LPG and CNG was about 0.6 kg/s and have heat release rate 7,808 kW and 8,733 kW on 0.1 s in the baggage compartment respectively, and the temperature was 1,253 °C and 803 °C, in passenger compartment was 467 °C and 456 °C respectively. Because there was high temperature in passenger compartment, combustion of LPG and CNG was examined again, but with a change of material in the partition from plastic to steel with a thickness of 0.0005 meter. The burning rate from the combustion of LPG and CNG was found to be 0.6 kg/s and to have a heat release rate 7,793 kW and 8,717 kW on 0.1 s. respectively, and that the temperature in the baggage compartment during LPG combustion was about 1,238 °C and with CNG, a temperature of 828 °C and in the passenger compartment there was a temperature of 54 °C and 426 °C respectively. The change in material resulted in less temperature from the combustion of LPG than before changing the material, but for the combustion of CNG, there was still a high temperature, so if there is combustion of CNG, there will be more impact to the passenger and property in the passenger compartment with more speed compared to the combustion of LPG.

.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าวิจัยฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบคุณ รศ.เกียรติไกร อายุวัฒน์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาหลัก และ รศ.ดร.ธงไชย ศรีนพคุณ กรรมการที่ปรึกษาร่วมที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาระหว่างดำเนินการศึกษาตลอดจนการตรวจสอบแก้ไขการศึกษาค้นคว้าวิจัย และกรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ของการศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดาของข้าพเจ้าที่กรุณาให้การสนับสนุนข้าพเจ้าด้านการศึกษาตลอดมา ขอขอบคุณ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมความปลอดภัย ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ และภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ตลอดหลักสูตร ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมความปลอดภัย (ภาคพิเศษ) ทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือและข้อแนะนำต่างๆในระหว่างการศึกษาและขอขอบคุณเพื่อนนิสิตโครงการปริญญาโทวิศวกรรมความปลอดภัย (ภาคพิเศษ) ทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือระหว่างการศึกษาจนทำให้การศึกษาค้นคว้าวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

สถาพร ลาวัลย์

มีนาคม 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	76
อุปกรณ์	76
วิธีการ	77
ผลและวิจารณ์	84
ผล	84
วิจารณ์	106
สรุปและข้อเสนอแนะ	109
สรุป	109
ข้อเสนอแนะ	113
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	114
ภาคผนวก	116

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณสมบัติของก๊าซปิโตรเลียมเหลวแยกตามชนิดของก๊าซที่เป็นส่วนประกอบ	8
2	เปรียบเทียบกลุ่มเชื้อเพลิงที่ให้ความร้อนสูง	13
3	เปรียบเทียบคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของ NGV กับ LPG	36
4	เปรียบเทียบการปล่อยมวลสารจากไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง NGV, LPG และ เบนซิน	38
5	ขนาดของถังก๊าซธรรมชาติ	39
6	ความแตกต่างระหว่างระบบดูดก๊าซ และระบบฉีดก๊าซ	56
7	ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำถังบรรจุก๊าซธรรมชาติ	59
8	ขนาดถังบรรจุก๊าซธรรมชาติ	67
9	ขนาดถังบรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลว	68
10	เปรียบเทียบคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของ LPG และ NGV	71
11	เปรียบเทียบการใช้ก๊าซ NGV กับ LPG และน้ำมันเชื้อเพลิง	72
12	เปรียบเทียบมวลสารจากไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้ NGV กับ LPG และเบนซิน	72
13	เปรียบเทียบค่าติดตั้งระบบเชื้อเพลิงก๊าซ NGV กับ LPG	73
14	เปรียบเทียบราคาจำหน่ายเชื้อเพลิงสำหรับยานยนต์	74
15	ข้อมูลสถิติอุบัติเหตุที่เกี่ยวกับก๊าซ NGV และก๊าซ LPG ที่ติดตั้งในรถยนต์	77
16	คุณสมบัติของก๊าซปิโตรเลียมเหลว	81
17	คุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติ	82
18	ข้อมูลทางด้านฟิสิกส์ของก๊าซธรรมชาติที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง	88
19	ข้อมูลทางด้านฟิสิกส์ของก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง	88
20	เวลาในการลุกลามของเพลิงไหม้ตามอัตราการปล่อยความร้อน	90
21	แสดงตำแหน่งที่มีการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล	97
22	อุณหภูมิจากเทอร์โมคัปเปิล (แผงกั้นพลาสติก)	101
23	อุณหภูมิจากเทอร์โมคัปเปิล (แผงกั้นเหล็ก)	102

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
24	ผลการเกิดเพลิงไหม้ในรถยนต์ที่ใช้ LPG และ NGV (แผงกั้นพลาสติก)	103
25	ผลการเกิดเพลิงไหม้ในรถยนต์ที่ใช้ LPG และ NGV (แผงกั้นเหล็ก)	107
26	วิเคราะห์สาเหตุการเกิดเพลิงไหม้ก๊าซเชื้อเพลิงที่ติดตั้งในรถยนต์	111

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ก๊าซปิโตรเลียมเหลวจากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ	4
2	ก๊าซปิโตรเลียมเหลวจากกระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติ	5
3	กระบวนการผลิตก๊าซเชื้อเพลิง	8
4	ส่วนประกอบของก๊าซธรรมชาติ	17
5	การสำรวจแหล่งก๊าซธรรมชาติในทะเล	19
6	การสำรวจแหล่งก๊าซธรรมชาติบนพื้นดิน	20
7	การขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ	21
8	แหล่งผลิตก๊าซธรรมชาติของประเทศไทย	22
9	โรงงานแยกก๊าซธรรมชาติ	23
10	รถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเพียงอย่างเดียว (Dedicated NGV)	30
11	เครื่องยนต์ระบบเชื้อเพลิงร่วม (Diesel Dual Fuel)	30
12	เครื่องยนต์ระบบเชื้อเพลิงสองระบบ (Bi-Fuel of NGV)	31
13	เครื่องยนต์ที่ใช้ LPG เพียงอย่างเดียว (Dedicated LPG)	32
14	เครื่องยนต์ระบบเชื้อเพลิงร่วม (Diesel Duel Fuel ofLPG)	33
15	เครื่องยนต์ระบบเชื้อเพลิงสองระบบ (Bi-Fuel of LPG)	33
16	องค์ประกอบของก๊าซธรรมชาติ (NGV Molecular)	35
17	องค์ประกอบของก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG Molecular)	36
18	ระบบการติดตั้งก๊าซธรรมชาติอัดในรถยนต์	46
19	ระบบดูดก๊าซ (Fumigation System)	47
20	ระบบฉีดก๊าซ (Injection)	48
21	การติดตั้งระบบก๊าซปิโตรเลียมเหลวในรถยนต์	49
22	ถังบรรจุก๊าซธรรมชาติประเภท NGV-1	57
23	ถังบรรจุก๊าซธรรมชาติประเภท NGV-2	57
24	ถังบรรจุก๊าซธรรมชาติประเภท NGV-3	58
25	ถังบรรจุก๊าซธรรมชาติประเภท NGV-4	58

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
26	การทดสอบการไหม้ไฟ (Bonfire) ถังบรรจุก๊าซเชื้อเพลิง	62
27	การทดสอบการตกจากที่สูง	62
28	การทดสอบโดยใช้ปืนยิง	63
29	ถังก๊าซ LPG แบบวาล์วแยก	64
30	ถังก๊าซ LPG แบบมัลติวาล์ว	65
31	ถังก๊าซ LPG แบบโดนัท	66
32	รถยนต์ต้นแบบใช้เป็นแบบจำลอง การรั่วของก๊าซเชื้อเพลิง	81
33	รถแท็กซี่ที่ติดตั้งก๊าซธรรมชาติเป็นก๊าซเชื้อเพลิง	86
34	อุบัติเหตุที่เกิดกับรถที่ติดตั้งก๊าซเชื้อเพลิง	87
35	แสดงผลการสร้างถังเก็บก๊าซเชื้อเพลิงในห้องสัมภาระ	89
36	อัตราการเผาไหม้ที่เกิดจากการเผาไหม้ LPG และ NGV	92
37	ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการเผาไหม้ LPG และ NGV	93
38	อัตราการปลดปล่อยความร้อนจากการเผาไหม้ LPG และ NGV	94
39	อัตราการเผาไหม้ที่เกิดจากการเผาไหม้ LPG และ NGV	94
40	ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการเผาไหม้ LPG และ NGV	95
41	อัตราการเผาไหม้ที่เกิดจากการเผาไหม้ LPG และNGV	96
42	ตำแหน่งที่มีการติดตั้งเทอร์โมคัปเปอร์	98
43	อุณหภูมิในห้องเก็บสัมภาระ (แผงกั้นพลาสติก)	98
44	อุณหภูมิภายในห้องโดยสาร (แผงกั้นพลาสติก)	99
45	อุณหภูมิในห้องเก็บสัมภาระ (แผงกั้นเหล็ก)	100
46	อุณหภูมิภายในห้องโดยสาร (แผงกั้นเหล็ก)	100
47	ขั้นตอนการใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์และประเมินผลกระทบ	107

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

π	อัตราส่วนระหว่างความยาวเส้นรอบวงกลมกับความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม (22/7)
r	ระยะห่างจากปลายปากท่อด้านหนึ่งถึงปลายปากท่ออีกด้านหนึ่ง หน่วยเป็น เมตร
h	ความสูงของถังก๊าซปิโตรเลียม หน่วยเป็น เมตร
ΔHc	ค่าความร้อนของการเผาไหม้ (Heat of combustion) หน่วยเป็น kJ/kg
Q	อัตราปลดปล่อยความร้อน (Heat Release Rate) หน่วยเป็น kW
m	อัตราการเผาไหม้มวลสาร (Mass Burning Rate) หน่วยเป็น kg/s
A	พื้นที่ของถังเชื้อเพลิง (Area) หน่วยเป็น ตารางเมตร
x, y, z	พิกัดต่างๆ ที่สนใจ (Coordinate of Plume) หน่วยเป็น เมตร
FDS	Fire Dynamic Simulation
NFPA	National Fire Protection Association
NIST	National Institute of Standard and Technology

การจำลองพลศาสตร์อัคคีภัยเพื่อวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้ถังเชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติอัดในรถแท็กซี่

Fire Dynamic Simulation for Fire Analysis of Liquefied Petroleum Gas and Compressed Natural Gas Tanks in Taxicab

คำนำ

ปัจจุบันปัญหาการขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นและการปรับตัวของรคาน้ำมันในตลาดโลกก็เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมาโดยฉพาะประเทศที่พึ่งพา การนำเข้าน้ำมันกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ อย่างประเทศไทย ภาครัฐได้ตระหนักถึงความสำคัญและรณรงค์ ให้มีการประหยัดน้ำมันเรื่อยมา แต่ความจำเป็นต้องใช้รถยนต์ในชีวิตประจำวันก็ยังมีความต้องการอยู่ในปริมาณมากเพื่อเป็นการลดการพึ่งพาน้ำมันให้น้อยลงและลดปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากปัญหาโลกที่ร้อนขึ้นในปัจจุบันรัฐบาลจึงพยายามหาพลังงานสำรองชนิดอื่นมาใช้ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิง

กลุ่มพลังงานทดแทนชนิดต่างๆในข้างต้น ได้แก่ ก๊าซโซฮอลล์ ไบโอดีเซลและก๊าซปิโตรเลียมเหลวซึ่งส่วนมากต้องอาศัยวัตถุดิบจากน้ำมันดิบเป็นองค์ประกอบหลักในการผลิตจึงส่งเสริมให้มีการนำก๊าซธรรมชาติมาใช้ให้มากยิ่งขึ้นทั้งในรถยนต์นั่งส่วนบุคคลและรถสาธารณะทั่วไปโดยมีการคาดหวังในปี พ.ศ 2553 จะมีรถใช้ก๊าซธรรมชาติจำนวน 500,000 คัน ซึ่งจะลดการพึ่งพาน้ำมันได้ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากสามารถผลิตได้เองภายในประเทศ

เนื่องจากอุปกรณ์ส่วนมากต้องนำเข้าจากต่างประเทศรวมทั้งปัญหาน้ำหนักรถที่เพิ่มขึ้นจากถังที่มีความจุเฉลี่ยประมาณ 50-70 ลิตร เมื่อนำมาบรรจุก๊าซจะทำให้มีน้ำหนักโดยรวม ประมาณ 60-80 กิโลกรัม จึงส่งผลให้สมรรถนะด้านกำลังของเครื่องยนต์ลดลงและเกิดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสูงขึ้นดังนั้นจึงส่งผลให้ผู้ประกอบการรถรับจ้างสาธารณะและรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเปลี่ยนมาใช้ เชื้อเพลิงจากก๊าซปิโตรเลียมเหลวมากขึ้นเนื่อง จากมีราคาถูกกว่าน้ำมันและ ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์มีราคาต่ำกว่าการใช้ก๊าซธรรมชาติค่อนข้างมากแต่ยังมีอุปสรรคหลักที่สำคัญในด้านมาตรฐานควบคุมด้านความปลอดภัยที่ยังไม่ดีเพียงพอจึงก่อให้เกิดอุบัติภัยหรือมีเหตุการณ์ระเบิดเกิดขึ้นเรื่อยมา

วัตถุประสงค์

วิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้ของถังก๊าซปิโตรเลียมเหลว และก๊าซธรรมชาติที่ใช้ในรถแท็กซี่ เพื่อเสนอแนะแนวทางการป้องกันความเสียหายที่เกิดจากการเผาไหม้ของก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติ

ขอบเขตการศึกษาวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์เกิดอัคคีภัยจากการใช้ก๊าซปิโตรเหลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติในรถยนต์โดยใช้โปรแกรม PyroSim ควบคู่กับโปรแกรมพลศาสตร์อัคคีภัย (Fire Dynamics Simulator: FDS) รถยนต์ที่ใช้เป็นรถต้นแบบ คือ รถแท็กซี่

1. การวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้ของก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ในรถแท็กซี่ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้ก๊าซโพรเพนเป็นก๊าซหลักในการจำลองสถานการณ์เนื่องจากมีส่วนประกอบถึง 70% ของก๊าซปิโตรเลียมเหลวในรถแท็กซี่

2. การวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้ของก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) ในรถแท็กซี่ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้ก๊าซมีเทนเป็นก๊าซหลักในการจำลองสถานการณ์เนื่องจากเป็นส่วนประกอบถึง 69.8-82.7% ของก๊าซธรรมชาติในรถแท็กซี่

การตรวจเอกสาร

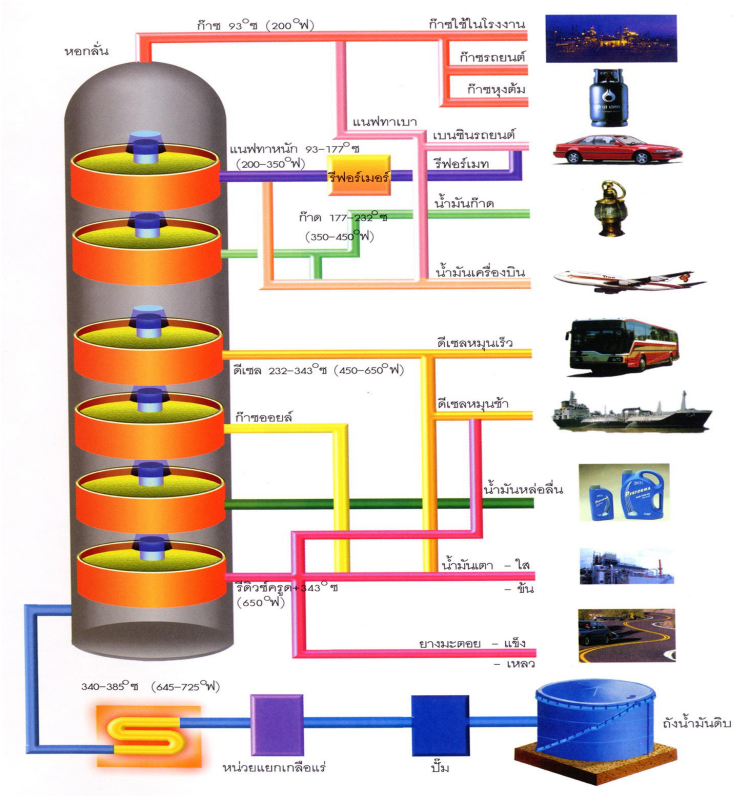
1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas : LPG)

ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มเป็นก๊าซที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ (กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน 2549) ปัจจุบันนี้เชื้อเพลิงก๊าซได้เข้ามามีบทบาททดแทนเชื้อเพลิงแข็งและเชื้อเพลิงเหลวมากขึ้นอันเนื่องมาจากได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีเกี่ยวกับอุปกรณ์และเครื่องควบคุมก๊าซ จึงทำให้ผู้ใช้มีความสะดวกและปลอดภัยมากขึ้น โดยเฉพาะก๊าซที่ได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมหรือที่เรียกย่อๆ ว่า ก๊าซ LPG (Liquefied Petroleum Gas) หรือก๊าซหุงต้มซึ่งมีส่วนประกอบ คือ ก๊าซโพรเพนและก๊าซบิวเทน ก๊าซหุงต้มที่ใช้กันในปัจจุบันนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบหรือที่เรียกว่าก๊าซปิโตรเลียมเหลวอันเป็นส่วนประกอบของก๊าซโพรเพนและก๊าซบิวเทนในอัตราส่วน 70:30 ก๊าซทั้งสองชนิดนี้สามารถนำมาแยกเป็นก๊าซหุงต้มได้โดยนำก๊าซธรรมชาติมาผ่าน กระบวนการแยกก๊าซในโรงแยกก๊าซ

นอกจากนี้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวยังสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ของรถยนต์ได้อีกด้วย ในโรงงานอุตสาหกรรมก็นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนฟืน ถ่านหิน และน้ำมัน แหล่งที่มาของก๊าซปิโตรเลียมเหลวมี 2 แหล่ง ได้แก่

1) จากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบในโรงกลั่นน้ำมัน ซึ่งจะได้ก๊าซโพรเพนและบิวเทนประมาณ 1-2% แต่ก่อนที่จะนำ น้ำมันดิบเข้ากลั่นต้องแยกน้ำและเกลือแร่ที่ปนอยู่ออกเสียก่อน หลังจากนั้นนำน้ำมันดิบมาให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิประมาณ 300-400 องศาเซลเซียส จากนั้นจะถูกส่งเข้าสู่หอกลั่นซึ่งภายในประกอบด้วยถาด (Tray) เป็นชั้นๆ หลายสิบชั้น ไอร้อนที่ลอยขึ้นเมื่อเย็นตัวลงจะกลั่นตัวเป็นของเหลวบนถาดตามชั้นต่างๆและจะอยู่ชั้นใดขึ้นอยู่กับช่วงจุดเดือดต่ำจะลอยขึ้นสู่เบื้องบนของหอกลั่น คือ ไฮโดรคาร์บอนที่มีสถานะเป็นก๊าซ (LPG รวมอยู่ในส่วนนี้ ด้วย) ส่วนไฮโดรคาร์บอนที่มีจุดเดือดปานกลางและสูงก็จะแยกตัวออกมาทางตอนกลางและตอนล่างของหอกลั่น ซึ่งได้แก่ แนพทา (Naptha) น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล และน้ำมันเตา ตามลำดับ ไฮโดรคาร์บอนที่มีสถานะเป็นก๊าซที่ออกมาจากด้านบนของหอกลั่นรวม เรียกว่า “ก๊าซปิโตรเลียมเหลว” ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมของก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่มี คาร์บอน 1 อะตอม ถึง 4 อะตอมและมีก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไนโตรเจน (N_2) ไฮโดรเจน (H_2) และ

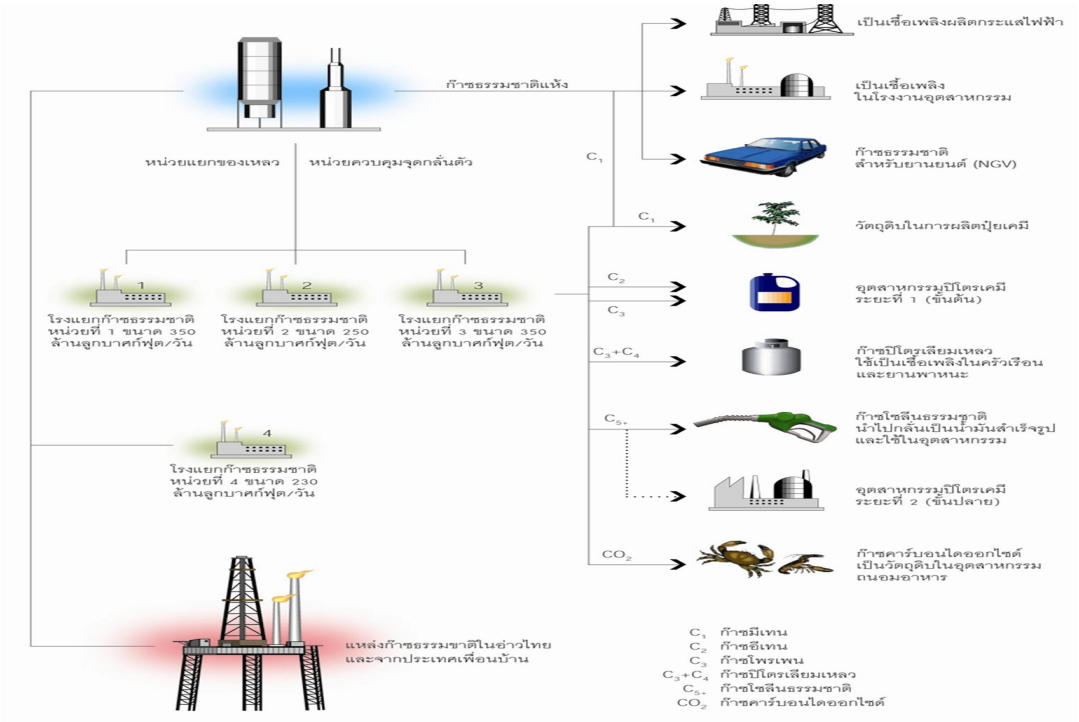
อื่นๆ ปนอยู่จำเป็นต้องกำจัดหรือแยกออก โดยนำก๊าซปิโตรเลียมเหลวผ่านเข้าหน่วยแยกก๊าซแอลพีจี เพื่อแยกเอาโพรเพนและบิวเทนออกมาจากนั้นแอลพีจีจะถูกส่งเข้าหน่วยฟอกซึ่งใช้ โซดาไฟ (Caustic soda) เพื่อแยกเอากรด เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) คาร์บอนไดออก ไซด์ (CO_2) ออกหลังจากนั้นแอลพีจีจะถูกส่งไปเก็บและมีสภาพเป็นของเหลวภาย ใต้ความดัน



ภาพที่ 1 ก๊าซปิโตรเลียมเหลวจากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ
ที่มา: การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2549)

2) จากกระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติ ซึ่งจะมีก๊าซโพรเพนและบิวเทนในก๊าซธรรมชาติประมาณ 6-10% ก๊าซธรรมชาติ ที่นำขึ้นมาจะส่งเข้าสู่โรงแยกก๊าซ (Gas Separation Plant) เพื่อทำการแยกเอาสารไฮโดรคาร์บอนที่มีอยู่ในก๊าซธรรมชาติ ออกเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ คือ มีเทน (Methane) อีเทน (Ethane) โพรเพน (Propane) บิวเทน (Butane) แอลพีจี (Liquefied Petroleum Gas) และ กระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติ เริ่มต้นด้วยการกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และน้ำที่เจือปนอยู่ในก๊าซธรรมชาติออกก่อน โดยกระบวนการ Benfield ซึ่งใช้โปตัสเซียมคาร์บอร์เนต (K_2CO_3) เป็นตัวจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และกระบวนการดูดซับ (absorption process)

โดยใช้สารจำพวก molecular sieve ซึ่งมีลักษณะเป็นรูพรุน ทำหน้าที่ดูดซับน้ำ ก๊าซธรรมชาติที่แห้งจากหน่วยนี้จะผ่านเข้าไปใน turbo-expander เพื่อลดอุณหภูมิจาก 250 เควิน เป็น 1,700 เควิน และลดความดันลงจาก 43 บาร์ เป็น 16 บาร์ก่อนแล้วจึงเข้าสู่หอแยกมีเทน (de-methanizer) มีเทนจะถูกกลั่นแยกออกไป และส่วนที่เหลือคือส่วนผสมของ ก๊าซไฮโดรคาร์บอนตั้งแต่ 2 อะตอม ขึ้นไป (ethane plus stream) ซึ่งอยู่ในสถานะของเหลวและจะออกทางส่วนล่างของหอผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวหอดังกล่าวจะถูกนำเข้าหอแยกอีเทน (de-ethanizer) และหอแยกโพรเพน (de-propanizer) เพื่อแยกอีเทนและโพรเพนออกตามลำดับต่อไป ในหอแยกโพรเพนนี้ โพรเพนจะถูกแยกออกทางด้านบนของหอ ส่วนแอลพีจีซึ่งเป็นส่วนผสมของโพรเพนและบิวเทนจะถูกแยกออกมาจากส่วนกลางของหอกลั่น



ภาพที่ 2 ก๊าซปิโตรเลียมเหลวจากกระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติ
ที่มา: การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2549)

1.1 ลักษณะโดยทั่วไปของก๊าซปิโตรเลียมเหลว

โดยทั่วไปเรามักจะเรียกก๊าซปิโตรเลียมเหลวนี้ว่าก๊าซเหลวหรือก๊าซหุงต้ม (กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน 2549) ส่วนในวงการค้าและอุตสาหกรรมชื่อที่รู้จักกันดี คือ แอล พี ก๊าซ (LP GAS) หรือ แอล พี จี (LPG) ซึ่งเป็นอักษรย่อมาจาก Liquefied Petroleum Gas ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีสภาพเป็นก๊าซที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ โดยน้ำหนักประมาณ 1.5-2 เท่าของอากาศการที่ได้ชื่อว่าก๊าซปิโตรเลียมเหลวเนื่องจากก๊าซจะถูกอัดให้อยู่ในสภาพของเหลวภายใต้ความดันเพื่อสะดวกต่อการเก็บและการขนส่งเมื่อลดความดันก๊าซเหลวนี้จะสามารถนำไปใช้งานได้ที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศก๊าซโพรเพนและบิวเทนจะอยู่ในสภาวะเป็นก๊าซเมื่ออัดก๊าซดังกล่าวด้วยความกดดันสูงหรือลดอุณหภูมิให้ต่ำลงเพียงพอก๊าซทั้งสองก็จะเปลี่ยนภาวะจากก๊าซเป็นของเหลว ดังเช่น ก๊าซหุงต้มที่เก็บอยู่ในภาชนะบรรจุ แต่ความดันลดลงหรืออุณหภูมิสูงขึ้นก๊าซหุงต้มก็จะเปลี่ยนสภาวะกลับเป็นก๊าซดังเดิม ดังรายละเอียด ดังนี้

1.1.1 สี ก๊าซ LPG จะไม่มีสี เมื่อก๊าซเกิดการรั่วจากถังเราจึงไม่สามารถที่จะมองเห็นก๊าซที่รั่วออกมาได้นอกจากก๊าซจะรั่วออกมามากเราจึงจะเห็นเป็นละอองขาวซึ่งละอองขาวนี้ก็คือไอน้ำที่อยู่ในอากาศทำการกลั่นตัวเป็นละอองเมื่อได้รับความเย็นจัดจากการระเหยตัวของก๊าซ

1.1.2 ความเป็นพิษ ก๊าซชนิดนี้จะไม่เป็นพิษ เมื่อนำไปเผาไหม้อย่างสมบูรณ์จะไม่ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์หรือก๊าซพิษเนื่องจากก๊าซนี้มีน้ำหนักมากกว่าอากาศดังนั้นเมื่อเกิดการรั่วภายในห้องแคบแล้วมันจะเข้าไปแทนที่อากาศ ทำให้ออกซิเจนในบริเวณนั้นมีไม่เพียงพอผู้ที่สูดดมก๊าซเข้าไปจะมีอาการวิงเวียนคลื่นไส้และเป็นลมได้

1.1.3 กลิ่น เป็นก๊าซที่ไม่มีกลิ่น เนื่องจากก๊าซที่ผลิตได้นี้ไม่มีกลิ่น จึงมีความจำเป็นต้องใส่สารที่มีกลิ่นฉุนลงไปเพื่อเป็นการเตือนเมื่อเกิดก๊าซรั่ว สารที่เติมนั้นส่วนมากจะใช้เอทิลเมอร์แคปแทน (C_3H_5SH) หรือ Thiophane

1.1.4 น้ำหนัก เป็นน้ำหนัก เป็นก๊าซที่เบากว่าน้ำและหนักกว่าอากาศ เมื่อก๊าซอยู่ในสถานะที่เป็นของเหลว ก๊าซจะมีน้ำหนักครึ่งหนึ่งของน้ำ ดังนั้นก๊าซเหลวจะลอยอยู่เหนือน้ำ หากก๊าซรั่วลงสู่คูน้ำ ท่อน้ำหรือแม่น้ำมันอาจลอยไปติดไฟ ณ จุดที่ห่างออกไปและลุกลามมายังจุดที่ก๊าซ

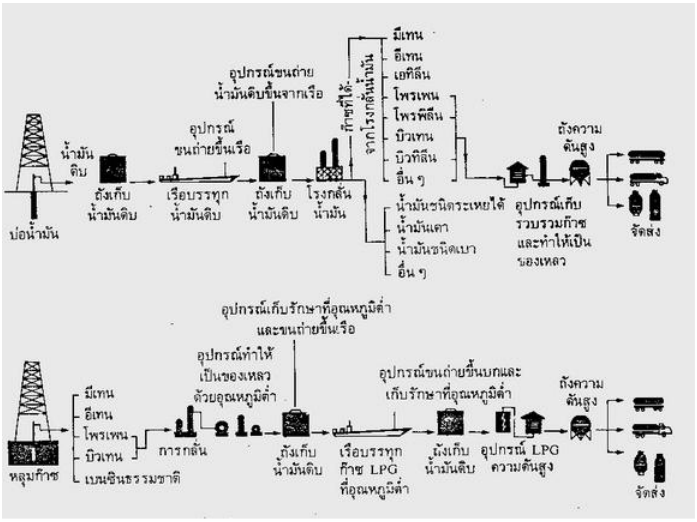
รั่วได้อย่างรวดเร็ว เมื่ออยู่ในสถานะที่เป็นไอ ไอก๊าซจะหนักเกือบประมาณ 2 เท่าของอากาศ ดังนั้น เมื่อก๊าซรั่ว ก๊าซจะเคลื่อนตัวไหลไปรวมตัวในที่ที่ต่ำกว่า

1.1.5 จุดเดือด จุดเดือดของก๊าซจะต่ำ มีจุดเดือดประมาณ 0 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิเฉลี่ยของบ้านเราประมาณ 20 องศาเซลเซียส ดังนั้นเมื่อก๊าซถูกปล่อยออกจากภาชนะบรรจุก็จะเดือด โดยเปลี่ยนสถานะจากของเหลวที่ถูกกดดันอยู่กลายสภาพเป็นไอทันที การที่ก๊าซเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอจำเป็นต้องดึงดูดความร้อนจากบริเวณใกล้เคียงซึ่งจะทำให้บริเวณนั้นหรือบริเวณปลายท่อที่ปล่อยไอก๊าซออกมาจะมีน้ำแข็งเกาะจนทำให้ท่อเกิดการความดันซึ่งอาจมีผลทำให้ถังบรรจุเกิดระเบิดได้

1.1.6 ความข้นใส ก๊าซ LPG มีความข้นใสต่ำ จึงทำให้ก๊าซรั่วได้ง่าย ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้กับก๊าซจึงต้องออกแบบให้แข็งแรงทนต่อความดันสูง ดังนั้นการใช้ภาชนะ เช่น ถังบรรจุก๊าซที่ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดอาจจะเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงขึ้นได้

1.1.7 อัตราการขยายตัว ก๊าซ LPG มีอัตราการขยายตัวสูง ดังนั้นการเติมก๊าซใส่ลงในภาชนะจึงไม่ควรเติมให้เต็ม ต้องมีช่องว่างสำหรับการขยายตัวของก๊าซ เมื่อได้รับความร้อน อัตราการขยายตัวจากก๊าซที่สถานะของเหลวกลายเป็นก๊าซที่สถานะไอคือ ก๊าซเหลว 1 หน่วยปริมาตร จะเปลี่ยนเป็นไอก๊าซได้ประมาณ 250 หน่วยปริมาตร ดังนั้นเมื่อก๊าซเหลวรั่วจะมีอันตรายมากกว่าไอก๊าซรั่ว

1.1.8 ส่วนผสมของก๊าซกับอากาศที่ทำให้ติดไฟได้อัตราส่วนของก๊าซในอากาศที่ทำให้ติดไฟ คือประมาณ 1.5-9 ในส่วนผสม 100 ส่วนจะเห็นได้ว่าหากมีอากาศน้อยหรือมากกว่าสัดส่วนดังกล่าวก๊าซจะไม่ติดไฟ



ภาพที่ 3 กระบวนการผลิตก๊าซเชื้อเพลิง

ที่มา: กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน (2548)

1.2 คุณสมบัติของก๊าซปิโตรเลียมเหลว

คุณสมบัติของก๊าซปิโตรเลียมเหลว(บริษัท น้ำมันคาลเท็กซ์ ประเทศไทย 2549) ซึ่งประกอบไปด้วยก๊าซโพรเพนและก๊าซบิวเทน มีคุณสมบัติแยกตามชนิดของก๊าซแสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของก๊าซปิโตรเลียมเหลวแยกตามชนิดของก๊าซที่เป็นส่วนประกอบ

คุณสมบัติ	โพรเพน	บิวเทน
สูตรทางเคมี	$C_3 H_8$	$C_4 H_{10}$
น้ำหนักโมเลกุล (g/mol)	44.1	58
จุดเดือด (°C)	-42.1	-0.5
อัตราส่วนระหว่างปริมาตรก๊าซเหลวกับก๊าซที่ความดันบรรยากาศ	1/275	1/235
พิกัดการระเบิด % ก๊าซในอากาศ	2.0-10.0	1.5-9.0

ที่มา: บริษัท น้ำมันคาลเท็กซ์ (ไทย) จำกัด (2549)

1.2.1 จุดเดือดของโพรเพนเท่ากับ -42.1 องศาเซลเซียส และของบิวเทน -0.5 องศาเซลเซียส ซึ่งต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำ เมื่อก๊าซอยู่ภายใต้ความดันปานกลาง และอยู่ในสภาวะของของเหลวและมีความเย็นจัดในตัวของมันเองแต่เมื่ออยู่ภายใต้ความดันบรรยากาศจะมีสภาพเป็นไอ ดังนั้น ก๊าซที่ถูกบรรจุอยู่ในถัง จึงอยู่ในสภาวะที่เป็นของเหลวเพื่อสะดวกในการเก็บและขนส่ง

1.2.2 ความร้อนแฝงของการระเหย หมายถึง ความร้อนที่ต้องใช้เพื่อเปลี่ยนสภาวะจากก๊าซเหลวเป็นก๊าซ เมื่อก๊าซเหลวออกมาอยู่นอกภาชนะมันจะเดือดหรือระเหยเป็นก๊าซทันที ก๊าซเหลวที่กำลังระเหยจะดูดความร้อนแฝงนี้ออกจากตัวเองและสิ่งที่อยู่รอบๆ ทำให้อุณหภูมิลดลงอย่างรวด เร็วจนกระทั่งก๊าซเหลวระเหยหมด หรือจนกระทั่งอุณหภูมิของตัวมันเองลดลงถึงจุดเดือด

1.2.3 ความหนาแน่นของไอก๊าซโพรเพนและบิวเทนจะมีน้ำหนักมากกว่าอากาศประมาณ 1.5 และ 2 เท่า ดังนั้น เมื่อเกิดการรั่วไหล ก๊าซเหล่านี้จะสะสมตกค้างอยู่บริเวณที่ต่ำ เช่น หลุม บ่อ ท่อ หรือไหลเคลื่อนที่ไปตามระดับพื้นดินไปสู่ที่ต่ำกว่าแทนที่จะลอยขึ้นไปบนอากาศ

1.2.4 ความหนาแน่นของก๊าซเหลว ก๊าซโพนเพนและบิวเทน เบากว่าน้ำเพราะมีความหนาแน่นเพียง 0.51 และ 0.57 ในเมื่อน้ำมีความหนาแน่นเท่ากับ 1 ด้วยเหตุนี้ก๊าซหุงต้มที่รั่วลงน้ำก็จะลอยอยู่บนผิวน้ำและไหลไปตามน้ำด้วย

1.2.5 อัตราส่วนระหว่างปริมาณของก๊าซเหลวกับก๊าซบิวเทนเหลว 1 หน่วยปริมาตรจะเปลี่ยนสภาวะเป็นก๊าซที่ความดันบรรยากาศได้ 275 หน่วยปริมาตร ดังนั้นก๊าซเหลวที่รั่วออกมาจำนวนเพียงเล็กน้อยก็ทำให้เกิดก๊าซในปริมาณมากมาย โดยก๊าซหุงต้มเหลว 1 หน่วยปริมาตรที่รั่วออกมาสามารถกลายเป็นไอก๊าซได้ปริมาณ 250 เท่า

1.2.6 พิกัดการระเบิด หมายถึง อัตราส่วนระหว่างก๊าซกับอากาศเมื่อผสมกันอยู่ในช่วงที่อาจติดไฟหรือเกิดการเผาไหม้ได้ จะเห็นได้ว่าส่วนผสมที่มีก๊าซ 1% กับอากาศ 99% และก๊าซ 11% กับ อากาศ 89% จะไม่ติดไฟเนื่องจากพิกัดการระเบิดของก๊าซหุงต้มค่อนข้างต่ำ และมีช่วงแคบเมื่อก๊าซรั่วไหล แม้เพียงเล็กน้อยอันตรายส่วนผสมจะอยู่ในพิกัดการระเบิดโดยรวดเร็ว จึงมีอันตรายจากการติดไฟ ไฟไหม้ หรือระเบิดได้มาก

1.2.7 ช่วงการลุกไหม้ (Flammability Limits in Air) ก๊าซที่สันดาปได้จะมีช่วงส่วนผสมกับอากาศเพียงช่วงเดียวที่จุดติดไฟแล้วลุกไหม้ได้ เพราะมีอากาศผสมอยู่ในปริมาณที่พอเหมาะ ช่วงการลุกไหม้จะแสดงค่าเป็นอันตรายส่วนร้อยละปริมาตรก๊าซต่ออากาศค่าทางด้านความเข้มข้นสูงของช่วงการลุกไหม้ เรียกว่าค่าขอบบน ส่วนทางด้านต่ำเรียกว่าค่าขอบล่าง ก๊าซหุงต้ม จะสามารถลุกไหม้ ติดไฟได้ก็ต่อเมื่อก๊าซผสมอยู่ในอากาศ 2.1-10.4 % คือถ้ามีก๊าซหุงต้มต่ำกว่า 2.1 ส่วน หรือมากกว่า 10.4 ส่วน ในส่วนผสมของก๊าซกับอากาศ 100 ส่วน ส่วนผสมนั้นก็จะไม่ติดไฟ

1.2.8 อุณหภูมิการจุดติดไฟ (Ignition Temperature) เมื่อค่อยๆเพิ่มอุณหภูมิให้กับเชื้อเพลิงจนเลยอุณหภูมิค่าหนึ่งแล้ว เชื้อเพลิงก็จะเริ่มลุกไหม้เองแม้ไม่มีประกายไฟ หรือสาเหตุเนื่องจากอุณหภูมิจุดติดไฟของโพรเพน คือ 460-580 องศาเซลเซียส ของบิวเทน คือ 410 - 550 องศาเซลเซียส ดังนั้น ก๊าซหุงต้มจึงติดไฟได้ยากกว่าเมื่อเทียบกับน้ำมันเบนซินซึ่งมีจุดติดไฟ 280 - 430 องศาเซลเซียส ดังนั้นเกี่ยวกับเรื่องนี้จึงกล่าวได้ว่าก๊าซหุงต้มมีความปลอดภัยสูงกว่าน้ำมันเบนซิน

1.2.9 อุณหภูมิของเปลวไฟ (flame Temperature) อุณหภูมิของเปลวไฟที่ได้จากการเผาไหม้ของก๊าซหุงต้มสูงมากพอที่จะหลอมโลหะต่างๆได้ เช่น หลอมเหล็ก ทองเหลือง อลูมิเนียม และแก้ว เป็นต้น โดยโพรเพนมีอุณหภูมิของเปลวไฟในอากาศ 1,930 องศาเซลเซียส และบิวเทน 1,900 องศาเซลเซียส

1.2.10 สัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซเหลว

บิวเทน	0.00200 ต่อ 1 องศาเซลเซียส
โพรเพน	0.00300 ต่อ 1 องศาเซลเซียส
น้ำ	0.00015 ต่อ 1 องศาเซลเซียส

ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มขยายตัวได้มากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นดังนั้นในภาชนะ ดังนั้นในภาชนะบรรจุก๊าซจะต้องมีที่ว่างเหลือไว้เพียงพอกับการขยายตัวด้วย โดยตามกฎหมาย ห้ามทำการบรรจุก๊าซเกิน 85% ของความจุทั้งหมดในถังก๊าซ

1.2.11 ความหนืด

บิวเทน	0.16 เซ็นติพอยท์ที่ 20 องศาเซลเซียส
โพรเพน	0.10 เซ็นติพอยท์ที่ 20 องศาเซลเซียส
น้ำ	1.00 เซ็นติพอยท์ที่ 20 องศาเซลเซียส

ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มเป็นก๊าซที่มีความหนืดต่ำกว่าหรือใสกว่าน้ำมาก ฉะนั้นในภาชนะหรือท่อน้ำอาจไม่รั่วแต่ก๊าซหุงต้มอาจรั่วได้

1.2.12 ความดันไอ หมายถึง ความดันของก๊าซเหลว ณ อุณหภูมิที่กำหนดในขณะที่ก๊าซเหลวกับก๊าซอยู่ในภาวะสมดุลกัน ความดันไอของโพรเพนและบิวเทน วัดที่อุณหภูมิ 37.8 องศาเซลเซียส เท่ากับ 16 และ 6 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ เมื่ออุณหภูมิของก๊าซเหลวสูงขึ้นความดันไอ ก็เพิ่มในอัตราสูง ดังนั้นภาชนะที่บรรจุก๊าซหุงต้ม จะต้องทำให้แข็งแรงทนต่อความกดดันสูงได้

1.2.13 กลิ่น บิวเทนและโพรเพนเป็นก๊าซที่ไม่มีกลิ่นถ้ามีการรั่วไหลออกมาจากภาชนะบรรจุก๊าซก็ไม่อาจรู้ได้ ดังนั้นจึงต้องเพิ่มสารให้กลิ่นประเภท สารเอทิลเมอร์แคปเทนลงไปในก๊าซหุงต้มที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ และในงานอุตสาหกรรม เพื่อเตือนให้รู้เมื่อมีก๊าซรั่ว

1.3 อันตรายของก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่มีผลต่อสุขภาพอนามัย

ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มเป็นอันตรายต่อสุขภาพ (บริษัท ยูนิค แก๊ส แอนด์ ปิโตรเคมีคัล จำกัด (มหาชน) 2540) ถ้ามีก๊าซนี้ในอากาศมีความเข้มข้นเกิน 10% ทำให้ มึนงงภายใน 2-3 นาทีและที่ความเข้มข้น 1% ทำให้มึนงงภายใน 10 นาที และที่ความเข้นข้นสูงๆ ทำให้เกิดการขาดออกซิเจนผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับก๊าซหุงต้มหากได้รับก๊าซจำนวนน้อยจะไม่เกิดอันตรายแต่อย่างใด ยกเว้น หากร่างกายได้รับก๊าซนี้ในปริมาณมากระดับหนึ่งก็มีความเป็นไปได้ที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพตามมาตรฐานอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับผู้ใช้แรงงานที่ต้องคลุกคลีและเกี่ยวข้องกับก๊าซหุงต้มโดยทั่วไปแล้วจะกำหนดเป็นระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของ ก๊าซหุงต้มในอากาศของสถานที่ทำงานในระยะเวลาการทำงานวันละ 8 ชั่วโมงไว้ดังนี้ในบรรยากาศการทำงานจะมีก๊าซหุงต้มได้ไม่เกิน 1,000 ส่วนต่ออากาศล้านส่วน (ppm) โดยเฉลี่ยในระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง หรือ 8,000 มิลลิกรัม ของก๊าซหุงต้มต่อ 1 ลูกบาศก์เมตรของอากาศ

ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มจะอยู่ในภาวะที่เป็นของเหลวได้ก็ต่อเมื่อมีความกดดันสูงหรืออุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดเมื่อใดที่ความกดดันลดลงก๊าซเหลวก็ระเหยเปลี่ยนภาวะเป็นก๊าซทันที ในขณะเดียวกัน ก็จะดูดความร้อนจากสิ่งที่อยู่ใกล้ทำให้เย็นลง โดยฉับพลันเมื่อก๊าซเหลวรั่วจากภาชนะบรรจุ จะมีน้ำแข็งเกาะอยู่บริเวณรอบๆ บริเวณที่รั่วทั้งนี้เนื่องจากความชื้นในอากาศ

ถูกความ เย็นจัด จนกลายเป็นน้ำแข็ง ดังนั้นก๊าซเหลวหยดหรือกระเด็นมาถูกผิวหนังความเย็นที่เกิดจากการระเหยของก๊าซเหลว โดยฉับพลัน อาจทำให้ผิวหนังไหม้ได้ทันที

ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้ม จัดอยู่ในกลุ่มที่เรียกว่ายาสลบทั่วไป (General Anesthetics) ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้ผู้สูดดมก๊าซนี้เข้าไปมากๆเกิดอาการง่วงนอนเนื่องจากก๊าซที่เป็นตัวไปกดระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System) ในรายที่สัมผัสก๊าซนี้จะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อบุต่างๆ (Mucous Membrane) ทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังทำให้ผิวหนังแห้งเนื่องจากก๊าซนี้เป็น ตัวละลายไขมันของผิวหนัง (Defat the Skin) ทำให้เกิดโรคผิวหนัง(Dermatitis) ในกรณีหายใจเข้าไปมากๆอาจทำให้เกิดโรคปอดอักเสบ (Preumonitis) ปอดบวม (Pulmonary Edema) และตกเลือด (Hemorrhage) หากหายใจเอาก๊าซหุงต้มเข้าไปในปริมาณเกินกำหนดในคราวเดียวอาจทำให้ถึงแก่ความตายเพราะขาดออกซิเจนได้ เช่น กรณีอยู่ในห้องปิดไม่มี อากาศระบาย ถ้าก๊าซรั่วโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขณะนอนหลับก็สูดเอาก๊าซเข้าไปเรื่อยๆจนกระทั่งทำให้ขาดออกซิเจนจนหมดสติและเสียชีวิตในที่สุด

ข้อปฏิบัติในกรณีฉุกเฉินในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและมีผู้ได้รับอันตรายควรจัดให้มีการปฐมพยาบาลอย่างทันที ดังนี้

1.3.1 กรณีก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มเหลว กระเด็นหรือกระฉอกเข้าตาจะต้องรีบล้างด้วยน้ำสะอาดหลายครั้งโดยทันทีและให้ดึงหนังตาล่างและหนังตาบนอย่างสม่ำเสมอรีบนำผู้ป่วยไปยังโรงพยาบาลทันที

1.3.2 กรณีก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มเหลวถูกผิวหนัง จะต้องล้างด้วยน้ำทันทีและถอดเสื้อผ้าที่เปื้อนสารออกทันทีแล้วอาบน้ำชำระล้างผิวหนังด้วยน้ำให้หมดห้ามใช้น้ำร้อนชำระล้างผิวเป็นอันขาด ถ้ารู้สึกระคายเคืองผิวหนังให้ไปพบแพทย์ทันที

1.3.3 กรณีหายใจเอาก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มเข้าไปในปริมาณมาก จะต้องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปยังบริเวณที่มีอากาศบริสุทธิ์ถ้าหากผู้ป่วยหยุดหายใจจะต้องช่วยผายปอดหรือใช้เครื่องช่วยหายใจแล้วจัดให้ผู้ป่วยได้พักผ่อนและห่มผ้าให้อบอุ่น แล้วนำผู้ป่วยไปพบแพทย์ทันที

1.3.4 ชุดป้องกันอันตราย ต้องสวมหน้ากากพร้อมอุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดถังอากาศติดตัวและชุดป้องกันอันตรายสารเคมีเมื่อสารมีความเข้มข้นสูงๆ

1.4 ประโยชน์ของก๊าซปิโตรเลียมเหลว

ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มมีประโยชน์อย่างมากและเป็นเชื้อเพลิงที่มีความสำคัญมากในปัจจุบัน (บริษัท เอสโซ่สแตนดาร์ด ประเทศไทย จำกัด 2540) โดยที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งในครัวเรือน ร้านอาหาร ภัตตาคาร พาณิชยกรรม อุตสาหกรรมและในรถยนต์เนื่องจากเป็นเชื้อเพลิงที่ขนส่งสะดวกไม่เปลืองที่เก็บและเป็นเชื้อเพลิงที่ให้ความร้อนสูงแสดงในตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบกลุ่มเชื้อเพลิงที่ให้ความร้อนสูง

ชนิดเชื้อเพลิง	สูตรเคมี	UN Number	กิโลแคลลอรี่/กิโลกรัม	BTU/ปอนด์
โพรเพน	C_3H_8	1075	11900	21400
บิวเทน	C_4H_{10}	1075	11800	21200
เบนซิน	$C_6H_{12}O_6$	1203	11300	20300
น้ำมันก๊าด	-	-	11100	20000
น้ำมันโซล่า	-	1202	10900	19600
น้ำมันเตา	-	-	10500	18900

ที่มา: บริษัท เอสโซ่สแตนดาร์ด ประเทศไทย จำกัด (2540)

สามารถแยกประโยชน์ของการนำก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มมาใช้งาน (บริษัท น้ำมันคาลเท็กซ์ (ไทย) จำกัด 2549) ตามประเภทของงาน ได้ดังนี้

1.4.1 การใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มในครัวเรือน

1.4.1.1 ใช้ในการหุงต้ม เช่น หม้อทำน้ำร้อน

1.4.1.2 ใช้ในด้านให้แสงสว่าง เช่น ตะเกียงเจ้าพายุ (ตะเกียงก๊าซ)

1.4.2 การใช้ก๊าซปิโตรเลียมหรือก๊าซหุงต้มด้านอุตสาหกรรม

1.4.2.1 อุตสาหกรรมแก้ว

1.4.2.2 อุตสาหกรรมอาหาร

1.4.2.3 อุตสาหกรรมการย้อมสีและอบผ้า

1.4.2.4 อุตสาหกรรมอบสี

1.4.2.5 อุตสาหกรรมหลอมโลหะ ตัด และเชื่อมโลหะ

1.4.2.6 อุตสาหกรรมผลิตสเปรย์

1.4.3 การใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มในด้านการเกษตรกรรม

1.4.3.1 ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ เช่น หมู เป็ด ไก่

1.4.3.2 อบเมล็ดพืช และข้าว

1.4.3.3 บ่มใบยาสูบ

1.4.4 การใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มกับเครื่องยนต์

1.4.4.1 เครื่องยนต์รถยนต์

1.4.4.2 เครื่องยนต์เรือยนต์

1.4.4.3 เครื่องยนต์รถยก

1.4.4.4 เครื่องยนต์รถบรรทุก

1.5 คุณสมบัติด้านความปลอดภัยของก๊าซปิโตรเลียมเหลว

ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้ม (บริษัท น้ำมันคาลเท็กซ์ (ไทย) จำกัด 2549) มีคุณสมบัติที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยจากการนำไปใช้งาน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.5.1 ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มเป็นก๊าซไม่มีสี ไม่สามารถมองเห็นก๊าซรั่วซึมออกมาได้นอกจากก๊าซรั่วออกมาปริมาณมากจึงสามารถมองเห็นละอองสีขาว ตามความจริงแล้วละอองขาวนั้นคือไอน้ำที่อยู่ในอากาศทำการกลั่นตัวเป็นละอองเนื่องจากได้รับความเย็นจัดจากการระเหยของก๊าซ

1.5.2 ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มเป็นก๊าซไม่มีกลิ่น จึงมีความจำเป็นต้องใส่สารที่มีกลิ่นฉุนลงไป เพื่อเป็นการเตือนเมื่อเกิดก๊าซรั่ว สารที่เติมนั้นส่วนใหญ่ใช้ เอทิลเมอร์แคปเทน ($C_2H_{10}SH$)

1.5.3 ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มเป็นก๊าซเบากว่า น้ำเมื่อก๊าซมีสภาพเป็นของเหลว ก๊าซมีน้ำหนักประมาณ 0.5 % ของน้ำ ดังนั้นก๊าซเหลวจะลอยอยู่เหนือน้ำ ถ้าก๊าซรั่วลงในคูน้ำ ลำน้ำ หรือแม่น้ำลำคลองอาจจะลอยไปติดไฟ ณ จุดที่ห่างออกไปแล้วลุกลามมายังจุดที่ก๊าซรั่วได้อย่างรวดเร็ว

1.5.4 ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มเป็นก๊าซหนักกว่าอากาศเมื่อมีสภาพเป็นไอ ก๊าซจะหนักประมาณเกือบ 2 เท่าของอากาศ ดังนั้นเมื่อก๊าซรั่วจะเคลื่อนตัวไหลไปรวมตัวในที่ต่ำ ดังนั้นที่ตั้งก๊าซควรเป็นพื้นที่ที่มีระดับพื้นราบทั่วๆไปถังก๊าซไม่ควรเก็บหรือตั้งไว้ในห้องใต้ดินและใกล้ท่อระบายน้ำหรือบ่อน้ำ

1.5.5 ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มเป็นก๊าซที่มีจุดเดือดต่ำ โดยมีจุดเดือดประมาณ 0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทยไม่ต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส ดังนั้นเมื่อก๊าซถูกปล่อยออกจากภาชนะบรรจุ ก็เดือดเปลี่ยนสภาพจาก ของเหลวกลายเป็นไอทันทีโดยดึงดูดความร้อนจากบริเวณใกล้เคียงมาช่วยในการระเหยและจะทำให้บริเวณนั้นหรือปล่อยท่อที่ปล่อยไอก๊าซออกมาจะเย็นจนมีน้ำแข็งเกาะและทำให้อุดตันได้

1.5.6 ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มเป็นก๊าซที่มีความเข้มใสต่ำ ทำให้ก๊าซรั่วง่าย ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้กับก๊าซต้องออกแบบให้แข็งแรงแน่นหนา ทนต่อความดันสูง การใช้ภาชนะและอุปกรณ์ เช่น ถังก๊าซที่ไม่ได้มาตรฐานมาบรรจุก๊าซเพื่อใช้งานอาจทำให้ก๊าซรั่วจนเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงได้

1.5.7 ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มเป็นก๊าซที่มีอัตราส่วนการขยายตัวสูง ดังนั้น การเติมก๊าซใส่ลงในภาชนะจึงไม่ควรเติมเต็มถังและต้องมีช่องว่างสำหรับการขยายตัวของก๊าซเมื่อได้รับความร้อน

1.5.8 อัตราการขยายตัวของก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้ม ากสภาพก๊าซเหลวกลายเป็นไอก๊าซเหลว 1 หน่วยปริมาตร จะเปลี่ยนเป็นไอก๊าซได้ประมาณ 250 ปริมาตร

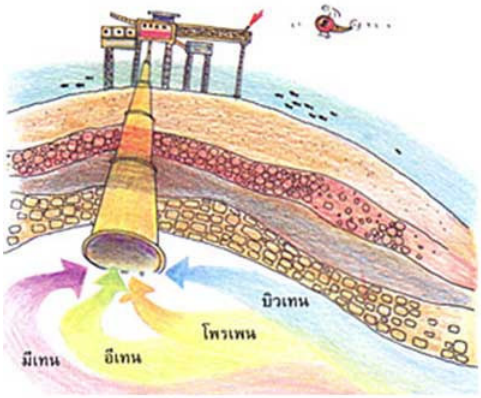
2. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas)

ก๊าซธรรมชาติ คือ ส่วนผสมของก๊าซไฮโดรคาร์บอน และสิ่งเจือปนต่างๆในสภาวะก๊าซ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่พบในธรรมชาติ ได้แก่ มีเทน อีเทน โพรเพน บิวเทน เพนเทน เป็นต้น สิ่งเจือปนอื่นๆที่พบในก๊าซธรรมชาติ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนไดซัลไฟด์ เป็นต้น

ก๊าซธรรมชาติเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีสารสำคัญ 2 ชนิด คือ ไฮโดรเจน (H) กับคาร์บอน (C) รวมตัวกันในสัดส่วนของอะตอมที่ต่างๆกันโดยเริ่มตั้งแต่สารประกอบไฮโดรคาร์บอนอันดับแรกที่มีคาร์บอนเพียง 1 อะตอมกับไฮโดรเจน 4 อะตอม มีชื่อเรียกโดยเฉพาะว่า “ ก๊าซมีเทน ” จนกระทั่งมีคาร์บอนเพิ่มมากขึ้นถึง 8 อะตอม กับไฮโดรเจน 18 อะตอม มีชื่อเรียกว่า “ อ๊อกเทน ”

2.1 การเกิดก๊าซธรรมชาติ

ก๊าซธรรมชาติเกิดจากการสะสมและทับถมกันของซากพืชซากสัตว์ สะสมเป็นเวลานาน จนเกิดการรวมตัวกันเป็นก๊าซธรรมชาติ ซึ่งประกอบด้วย สารประกอบไฮโดรคาร์บอนต่างๆ ได้แก่ มีเทน อีเทน โพรเพน เพนเทน เฮกเซน เฮปเทน และสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ อีก นอกจากนี้มีสิ่งเจือปนอื่นๆอีก เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ฮีเลียม ไนโตรเจน และไอน้ำ เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ส่วนประกอบของก๊าซธรรมชาติ
ที่มา: การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2549)

ก๊าซธรรมชาติที่ได้จากแหล่งกำเนิดอาจประกอบด้วยก๊าซมีเทนล้วนๆหรืออาจจะมีก๊าซไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่นๆปนอยู่บ้างทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของแหล่งธรรมชาติแต่ละแห่งเป็นสำคัญ แต่โดยทั่วไปแล้วก๊าซธรรมชาติจะประกอบด้วยก๊าซมีเทนตั้งแต่ 70 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป และมี ก๊าซไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่นปนอยู่บ้าง ก๊าซธรรมชาติที่ประกอบด้วยมีเทนเกือบทั้งหมดเรียกว่า “ก๊าซแห้ง (Dry Gas)” แต่ถ้าก๊าซธรรมชาติใดมีพวกโพรเพน บิวเทน และพวกไฮโดรคาร์บอนเหลว เช่น เพนเทน เฮกเซน ฯลฯ ปนอยู่ในอัตราที่ค่อนข้างสูง เรียกว่า ก๊าซธรรมชาตินี้ว่า “ก๊าซชื้น (Wet Gas)”

ก๊าซธรรมชาติที่ประกอบด้วยมีเทนหรืออีเทนหรือที่เรียกว่า ก๊าซแห้งนั้นจะมีสถานะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศดังนั้นการขนส่งจึงจำเป็นต้องวางท่อส่งก๊าซส่วนก๊าซชื้นที่มี โพรเพนและบิวเทน ซึ่งทั่วไปมีปนอยู่ประมาณ 4-8 เปอร์เซ็นต์จะมีสถานะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศเช่นกันเราสามารถแยกโพรเพนและบิวเทนออกจากก๊าซธรรมชาติได้แล้วบรรจุ ในถังก๊าซ เรียกก๊าซนี้ว่า ก๊าซปิโตรเลียมเหลว หรือ LPG (Liquefied Petroleum Gas) ส่วนก๊าซธรรมชาติเหลว ซึ่งเรียกกันว่า “คอนเดนเซต” (Condensate) คือ พวกไฮโดร บอนเหลว ได้แก่ เพนเทน เฮกเซน เฮปเทน และอ๊อกเทน ซึ่งมีสภาพเป็นของเหลวเมื่อผลิตขึ้นมาถึงปากบ่อบนแท่นผลิตสามารถแยกออกจากก๊าซธรรมชาติโดยผ่านกระบวนการต่างๆในโรงงานแยกก๊าซและการขนส่งไปใช้เป็นเชื้อเพลิงอาจลำเลียงทางเรือหรือส่งไปตามท่อได้

2.2 การพัฒนาของก๊าซธรรมชาติ

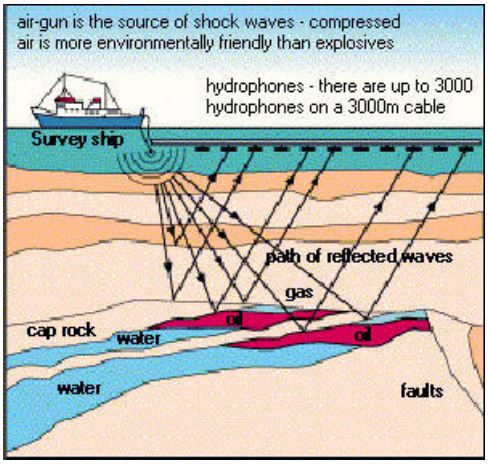
ก๊าซธรรมชาติ ซึ่งครั้งหนึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการ เนื่องจากมีการใช้พลังงานน้อย และมีน้ำมันดิบอยู่เหลือเฟือเกินความต้องการ แต่ในปัจจุบันนี้ ก๊าซธรรมชาติถูกนำมาใช้ทดแทนน้ำมันมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันเหลือน้อยลงนั่นเองและราคาน้ำมันของโลกก็เพิ่มสูงขึ้นประกอบกับก๊าซธรรมชาติจัดเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาดดังนั้นด้วยเหตุนี้จึงได้มีการพัฒนาในการนำก๊าซธรรมชาติมาใช้เป็นพลังงานทดแทนมากขึ้น ในขณะนี้ประเทศไทยได้ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงแล้วโดยได้ทดลองใช้กับรถประจำทางของขนส่งมวลชนและรถแท็กซี่จำนวนหนึ่งซึ่งต่อไปจะพัฒนาระบบและอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับสถานีบริการที่รองรับสำหรับผู้ใช้ก๊าซธรรมชาติและทางภาคอุตสาหกรรมได้นำก๊าซธรรมชาติไปใช้ทดแทนน้ำมันและก๊าซปิโตรเลียมเหลวแล้วซึ่งในอนาคตก๊าซธรรมชาติจะมีบทบาทมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันและก๊าซปิโตรเลียมเหลวทั้งนี้เนื่องจากราคาของน้ำมันและก๊าซปิโตรเลียมเหลวจะสูงขึ้นเรื่อยๆเมื่อเทียบกับราคาก๊าซธรรมชาติจึงนับว่าก๊าซธรรมชาติเป็นทรัพยากรที่สำคัญยิ่งและควรจะสนับสนุนและอีกประการหนึ่งเพื่อลดการนำเข้าน้ำมันได้อีกด้วย

2.3 การสำรวจหาแหล่งก๊าซธรรมชาติและการขุดเจาะ

ก๊าซธรรมชาติ มักมีการค้นพบในแหล่งเดียวกับน้ำมันดิบซึ่งอาจพบในบริเวณใต้ท้องทะเล ดังแสดงในภาพที่ 5 และจะถูกนำขึ้นมาพร้อมๆกัน ก๊าซจะถูกแยกออกจากน้ำมันการสำรวจจากการศึกษาสภาพภูมิประเทศและสภาพทางธรณีวิทยา อย่างไรก็ตาม การสำรวจภาคพื้นดินจะได้ข้อมูลอย่างหยาบสามารถนำมาใช้ในการคาดคะเนว่ามีน้ำมันดิบหรือก๊าซธรรมชาติสะสมตัวอยู่หรือไม่ แต่จะไม่ทราบแน่ชัด จะต้องทำการขุดเจาะเสียก่อน การศึกษาสภาพภูมิประเทศได้จากการศึกษาแผนทางธรณีวิทยา ตัวอย่างหิน ภาพถ่ายจากดาวเทียมการสำรวจโครงสร้างทางธรณีวิทยาของชั้นใต้พื้นดิน ใช้วิธีการทางธรณีฟิสิกส์ เช่น การวัดค่าสนามแม่เหล็ก การวัดแรงดึงดูดของโลกการวัดความไหวสะเทือนของชั้นหินซึ่งแต่ละชั้นหินจะให้ค่าออกมาต่างกัน

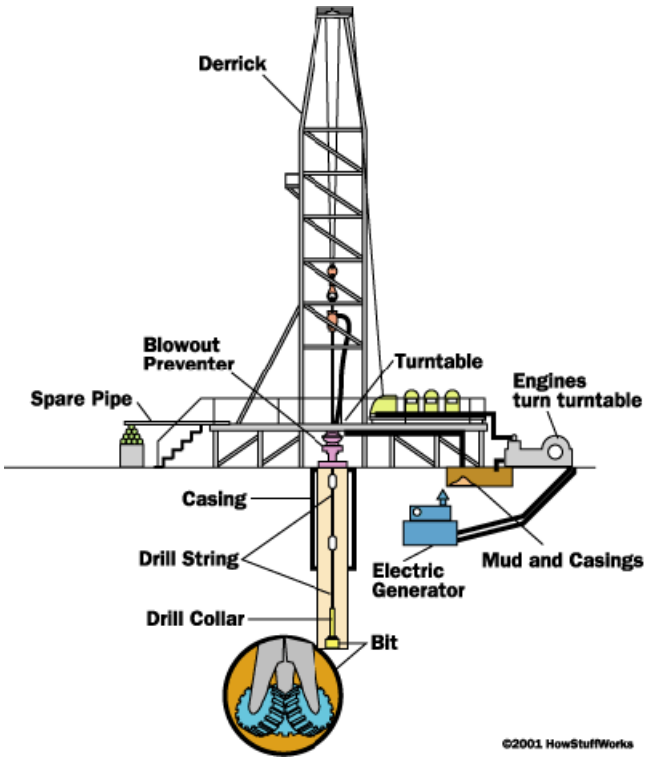
ภาพที่ 5 การสำรวจแหล่งก๊าซธรรมชาติในทะเล
ที่มา: การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2549)

ในการสำรวจสภาพทางธรณีวิทยาเพื่อสำรวจหาแหล่งก๊าซธรรมชาติบนบก ดังแสดงในภาพที่ 6 จะเป็นการสำรวจความไหวสะเทือนโดยระบบ Seismic Survey ซึ่งมีความสำคัญมากผลความไหวสะเทือนที่ได้ออกมาจะทำให้ทราบลักษณะโครงสร้างของชั้นหินซึ่งจากข้อมูลเก่าๆทางด้านธรณีวิทยาจะแสดงให้เห็นว่าบริเวณนั้นๆ จะเป็นแหล่งสะสมของน้ำมันหรือไม่ จากการทำ Siesmic Survey เพื่อสำรวจก๊าซธรรมชาติหลายๆจุดจะทำให้สามารถวาดภาพลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาได้การศึกษาสภาพภูมิประเทศและโครงสร้างทางธรณีวิทยาจะทำให้ทราบเพียงว่าอาจจะมีน้ำมันดิบหรือก๊าซธรรมชาติอยู่เท่านั้น ถ้าให้แน่ชัดต้องทำการเจาะสำรวจอีกครั้งซึ่งในการเจาะสำรวจจะมีการศึกษาเพิ่มเติมจากตัวอย่างหินและเครื่องมือที่ติดไปกับแท่นขุดเจาะนั้นๆ



ภาพที่ 6 การสำรวจแหล่งก๊าซธรรมชาติบนพื้นดิน
ที่มา: การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย

การขุดเจาะเพื่อสำรวจให้แน่ชัดว่ามีน้ำมันดิบหรือก๊าซธรรมชาติสะสมตัวหรือไม่นับเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเครื่องมือขุดเจาะมีลักษณะเป็นแบบสว่านหมุนส่วนประกอบที่สำคัญประกอบ ด้วย หัวเจาะ ท่อเจาะ แท่นยึด และเครื่องยนต์ซึ่งทำหน้าที่หมุน และดันหัวเจาะลงไปใต้พื้นดิน เนื่องจากท่อเจาะแต่ละท่อนยาวประมาณ 10 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 7 ดังนั้น การขุดเจาะจะต้องหยุดเพื่อทำการต่อท่อทุกระยะ 10 เมตร และหัวเจาะที่ใช้ก็อาจหมดสภาพ และจำเป็นต้องเปลี่ยนหลายครั้ง การที่จะเปลี่ยนหัวเจาะจะต้องถอนท่อเจาะที่เจาะไปแล้วทั้งหมดออกมาแล้วเริ่มขุดเจาะใหม่ซึ่ง ระหว่างการขุดเจาะก็อาจมีปัญหาเกิดขึ้นมากมาย ได้แก่ ดินถล่มหินพังทลายในระหว่างการถอนท่อเจาะออกเพื่อเปลี่ยนหัวเจาะจึงจำเป็นต้องใส่ปลอกกันบ่อพังเสียก่อนที่จะทำการถอนท่อและบางครั้งเมื่อเจาะลงลึกๆก็อาจมีการหักได้การแก้ไขต้องนำท่อเจาะกลับขึ้นมาก่อนทำการเจาะต่อไปจนพบหลุมก๊าซ

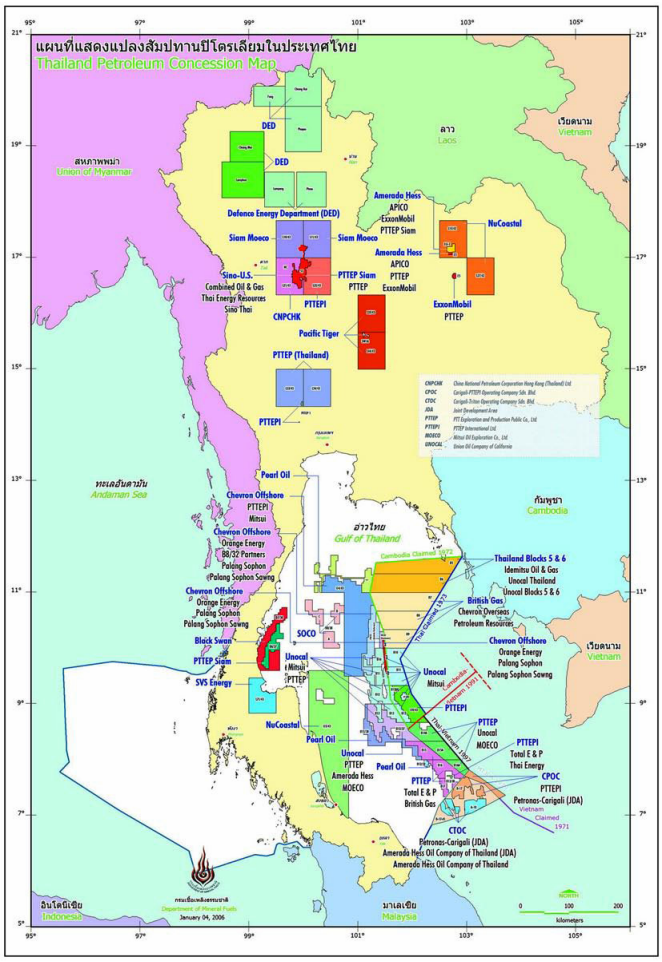


ภาพที่ 7 การขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ

ที่มา: การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2549)

2.4 แหล่งก๊าซธรรมชาติ

แหล่งก๊าซธรรมชาติ ได้มาจากแหล่งต่างๆ ทั้งในทะเลและบนบกรวมทั้งการนำเข้าจากประเทศเมียนมาร์ จากแหล่งยาคานา และแหล่งเยตากุน ส่วนแหล่งก๊าซธรรมชาติจากทะเลในอ่าวไทย ได้แก่ แหล่งเอราวัณ บงกช ยูโนแคล 2 และ 3 ทานตะวัน ไพลิน จากแหล่งก๊าซธรรมชาติไทย และจากแหล่งก๊าซธรรมชาติบนบกที่น้ำพอง ในจังหวัดขอนแก่น รวมถึงจากแหล่งก๊าซ JDA (Joint Development Area) ในเขตพื้นที่ครอบคลุม 2 ประเทศ คือ ไทย-มาเลเซีย ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แหล่งผลิตก๊าซธรรมชาติของประเทศไทย
ที่มา: การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2549)

การแยกก๊าซธรรมชาติ คือ การแยกสารประกอบไฮโดรคาร์บอนซึ่งปะปนกันหลายชนิดตามธรรมชาติออกจากก๊าซธรรมชาติมาเป็นก๊าซชนิดต่างๆเพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ตามคุณสมบัติ และคุณค่าของก๊าซนั้นๆ โรงแยกก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย ดังแสดงในภาพที่ 9 เกิดขึ้นหลังจากที่นำก๊าซธรรมชาติซึ่งค้นพบในอ่าวไทยมาใช้ประโยชน์เพื่อทดแทนการใช้น้ำมันดิบที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ก๊าซธรรมชาติประกอบด้วยสารไฮโดรคาร์บอนที่เป็นประโยชน์สามารถแยกออกมาใช้ประโยชน์ได้มากกว่าการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียวก๊าซธรรมชาติใช้ประโยชน์ได้โดยตรง ด้วยการใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า หรือในโรงงาน

อุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมการทำกระจก อุตสาหกรรมเซรามิค อุตสาหกรรมสุขภัณฑ์ ฯลฯ และเมื่อไปอัดใส่ถังด้วยความดันสูงก็นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ได้เรียกว่าก๊าซธรรมชาติสำหรับรถยนต์ (Natural Gas for Vehicles: NGV)

ภาพที่ 9 โรงงานแยกก๊าซธรรมชาติ
ที่มา: การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2549)

2.5 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการแยกก๊าซ

ก๊าซธรรมชาติมีสารประกอบที่เป็นประโยชน์ เมื่อผ่านกระบวนการแยกที่โรงแยกก๊าซแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ดังนี้

2.5.1 ก๊าซมีเทน (C_1) : ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าในโรงไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ และเมื่อนำไปอัดใส่ถังด้วยความดัน เรียกว่าก๊าซธรรมชาติอัด สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ รู้จักกันในชื่อว่า “ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์” (Natural Gas for Vehicles: NGV)

2.5.2 ก๊าซอีเทน (C_2) : ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้นสามารถนำไปใช้ผลิตเป็นเม็ดพลาสติก เส้นใยพลาสติกชนิดต่างๆ เพื่อนำไปใช้แปรรูปต่อไป

2.5.3 ก๊าซโพนเพน (C_3) และก๊าซบิวเทน (C_4) : ก๊าซโพรเพนใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้นเช่นเดียวกันและหากนำเอาก๊าซโพรเพนกับก๊าซบิวเทนมาผสมกันอัดใส่ถังเป็นก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas: LPG) หรือที่เรียกว่าก๊าซหุงต้มสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ และใช้ในการเชื่อมโลหะได้รวมทั้งยังนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทได้อีกด้วย

2.5.4 ไฮโดรคาร์บอนเหลว (Heavier Hydrocarbon) : อยู่ในสถานะที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ เมื่อผลิตขึ้นมาถึงปากบ่อบนแท่นผลิตสามารถแยกจากไฮโดรคาร์บอนที่มีสถานะเป็นก๊าซบนแท่นผลิต เรียกว่า คอนเดนเสท (Condensate) สามารถลำเลียงขนส่งโดยทางเรือหรือทางท่อ นำไปกลั่นเป็นน้ำมันสำเร็จรูปต่อไป

2.5.5 ก๊าซโซลีนธรรมชาติ : แม้ว่าจะมีการแยกคอนเดทเสทออกเมื่อทำการผลิตขึ้นมาถึงปากบ่อบนแท่นผลิตแล้วแต่ก็ยังมีไฮโดรคาร์บอนเหลวบางส่วนหลุดไปกับไฮโดรคาร์บอนที่มีสถานะเป็นก๊าซเมื่อผ่านกระบวนการแยกจากโรงแยกก๊าซธรรมชาติแล้วไฮโดรคาร์บอนเหลวก็จะถูกแยกออก เรียกว่า ก๊าซโซลีนธรรมชาติ หรือ NGL (Natural Gasoline) และส่งเข้าไปยังโรงกลั่นน้ำมัน เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์น้ำมันสำเร็จรูปได้เช่นเดียวกับคอนเดนเสทและยังเป็นตัวทำละลาย ซึ่งนำไปใช้ในอุตสาหกรรมบางประเภทได้ด้วย

2.5.6 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ : เมื่อผ่านกระบวนการแยกก๊าซแล้ว จะถูกนำไปทำให้อยู่ในสภาพของแข็ง เรียกว่า น้ำแข็งแห้ง นำไปใช้ในอุตสาหกรรมถนอมอาหาร อุตสาหกรรมน้ำอัดลมและเบียร์ ใช้ในการถนอมอาหารระหว่างการขนส่งนำไปเป็นวัตถุดิบสำคัญ ในการทำ

ฝนเทียม และนำไปใช้สร้างควันในอุตสาหกรรมบันเทิง อาทิ การแสดงคอนเสิร์ต หรือ การถ่ายทำภาพยนต์

2.6 สถานะของก๊าซธรรมชาติ

ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลอย่างหนึ่ง ซึ่งพบได้ในแอ่งใต้พื้นดินหรืออาจพบร่วมกับน้ำมันดิบ หรือ คอนเดนเสท โดยคาดว่าจะเป็นแหล่งพลังงานหลักที่จะใช้ได้อีกประมาณ 60 ปีข้างหน้า ปริมาณสำรองที่พิสูจน์แล้วทั่วโลกเมื่อปี พ.ศ. 2541 มีประมาณ 5,086 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต โดยพบมากที่สุดในสหภาพโซเวียตเดิม มีประมาณ 1,700 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต รองลงมาคืออิหร่าน 810 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต และกาตาร์ 300 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต ก๊าซธรรมชาติโดยทั่วไปจะมีสถานะและมีชื่อเรียกกันต่างๆดังนี้

2.6.1 Natural Gas : เป็นการขนส่งก๊าซธรรมชาติทางท่อ ซึ่งเป็นก๊าซมีเทนเป็นส่วนใหญ่การขนส่งด้วยระบบท่อจะนำไปเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าและโรงงานอุตสาหกรรม

2.6.2 Natural gas for Vehicles หรือ NGV : เป็นการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทนการขนส่งก๊าซธรรมชาติมาทางท่อและขนส่งทางรถยนต์ เข้าสู่สถานีบริการ และเข้าระบบขบวนการในการบรรจุในถังเก็บก๊าซของรถยนต์ต่อไป

2.6.3 LNG หรือ Liquefied Natural Gas เป็นการขนส่งด้วยเรือที่ออกแบบไว้เฉพาะโดยการทำก๊าซธรรมชาติให้กลายเป็นของเหลว เพื่อให้ปริมาตรลดลงประมาณ 600 เท่าโดยทั่วไปจะมีอุณภูมิ -161 องศาเซลเซียส

2.7 คุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas)

ก๊าซธรรมชาติเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งประกอบด้วย ธาตุถ่านคาร์บอน (C) กับธาตุ ไฮโดรเจน (H) จับตัวกันเป็นโมเลกุล โดยเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจากการทับถมของซากสิ่งมีชีวิตตามชั้นหิน ดิน และในทะเลหลายร้อยล้านปีมาแล้ว เช่นเดียวกับน้ำมัน และเนื่องจากความร้อนและความกดดันของผิวโลกจึงแปรสภาพเป็นก๊าซ

คุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติไม่มีสี ไม่มีกลิ่น (ยกเว้นกลิ่นที่อาจเติมเพื่อเตือนให้รู้เมื่อเกิดการรั่วไหล) และไม่มีพิษ ในสถานะปกติมีสภาพเป็นก๊าซหรือ ไอที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ โดยมีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าอากาศซึ่งประมาณ 0.554 จึงเบากว่าอากาศเมื่อเกิดการรั่วไหลจะฟุ้งกระจายไปตามบรรยากาศย่างรวดเร็ว จึงไม่มีการสะสมลุกไหม้ บนพื้นราบ

NGV ย่อมาจาก Natural Gas for Vehicles เป็นก๊าซธรรมชาติที่เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ มีส่วนประกอบหลัก คือก๊าซมีเทน ซึ่งมีคุณสมบัติเบากว่าอากาศ ส่วนใหญ่จะใช้งานอยู่ในสภาพเป็นก๊าซที่ถูกอัดจนมีความดัน 3,000 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว บางครั้งเรียกว่าก๊าซ CNG ซึ่งย่อมาจาก Compressed natural Gas หรือก๊าซธรรมชาติอัด

การเติมก๊าซธรรมชาติให้กับรถยนต์เพื่อเป็นเชื้อเพลิงใช้ในการขับเคลื่อนจะกระทำโดยผ่านทางสถานีบริการ NGV ซึ่งสถานีบริการ หมายถึง สถานีบริการก๊าซธรรมชาติซึ่งเป็นสถานีที่มีไว้ใน ครอบครองก๊าซธรรมชาติที่เป็นจุดเก็บรวม หรือจุดจ่ายก๊าซธรรมชาติเพื่อ ให้บริการหรือจำหน่ายก๊าซแก่ยานยนต์พาหนะ ซึ่งประกอบด้วยถังเก็บและจ่ายก๊าซ ระบบท่อ เครื่องสูบอัดก๊าซ และ อุปกรณ์เครื่องมือตลอดจนระบบความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงอาคารบริการสิ่งปลูกสร้างต่างๆ ตลอดจนบริเวณสถานที่ดังกล่าว เพื่อใช้ในการนี้ ลักษณะของสถานีบริการ NGV แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ดังนี้

2.7.1 สถานีบริการ NGV แบบทั่วไป ตั้งอยู่ตามแนวท่อก๊าซธรรมชาติและบรรจุก๊าซลงถังส่งให้สถานีบริการ NGV ที่อยู่ใกล้ชุมชนและห่างไกลแนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติและสามารถบรรจุจำหน่ายก๊าซแก่ยานพาหนะได้ด้วย

2.7.2 สถานีบริการ NGV แบบอยู่ห่างแนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ส่วนใหญ่จะตั้งอยู่ใกล้ชุมชนบริเวณที่ไม่มีแนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติผ่าน ต้องรับก๊าซธรรมชาติจากสถานีบริการ NGV แบบทั่วไป โดยขนส่งทางยานพาหนะขนส่งก๊าซ จึงจะทำการบรรจุจำหน่ายก๊าซแก่ยาน พาหนะได้ และที่ตั้งของสถานีบริการ NGV ลักษณะนั้นส่วนใหญ่ตั้งอยู่ร่วมกับสถานีบริการน้ำมัน เชื้อเพลิง หรือในบางประเทศอาจตั้งอยู่ร่วมกับสถานีบริการก๊าซปิโตรเลียมเหลว

3. การนำก๊าซธรรมชาติมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์

ยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติได้มีการพัฒนาและนำมาใช้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1860 (พ.ศ. 2403) โดยชาวฝรั่งเศส ชื่อ Iean Etienne Lenoir แต่ยังไม่เป็นที่นิยม จนกระทั่งในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 และช่วงที่เกิดวิกฤตการณ์น้ำมันในปี ค.ศ. 1973 ซึ่งทำให้ราคาน้ำมันเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้การใช้ก๊าซธรรมชาติยานยนต์เริ่มแพร่หลายเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศออสเตรเลีย แคนาดา นิวซีแลนด์ และสหรัฐอมเริกา ในปัจจุบันการเลือกใช้เชื้อเพลิงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยในในยานยนต์ เช่น ก๊าซธรรมชาติ กำลังได้รับการสนับสนุนมากขึ้นในหลายๆประเทศอันเนื่องจากปัญหาคุณภาพอากาศและปัญหาก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นทั่วโลกและคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของก๊าซธรรมชาติที่ใช้ในยานยนต์พบว่ามีมลพิษน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงอื่นๆ อย่างไรก็ตามการพัฒนาระบบควบคุมมลพิษสำหรับยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาตินับว่ายังล้าหลังยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง เนื่องจากยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงได้มีการพัฒนา เทคโนโลยีของเครื่องยนต์และการและการปรับปรุงสูตรของน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมานานกว่าแต่ด้วยข้อได้เปรียบทางด้านสภาพแวดล้อมก๊าซธรรมชาติจึงเป็นทางเลือกเชื้อเพลิงหนึ่งสำหรับยานยนต์ที่จะมีการใช้แพร่หลายมากขึ้น ถ้าพูดถึงคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติ ถือเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนซึ่งประกอบด้วย ธาตุถ่านคาร์บอน (C) กับธาตุ ไฮโดรคาร์บอน (H) จับตัวเป็นโมเลกุลโดยเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ จากการทับถมของซากสิ่งมีชีวิตตามชั้นหิน ดิน และในทะเลหลายร้อยล้านปีปีมาแล้วเช่นเดียวกับน้ำมันและเนื่องจากความร้อนและความกดดันของผิวโลกจึงแปรสภาพเป็นก๊าซ

คุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติไม่มีสี ไม่มีกลิ่น (ยกเว้นกลิ่นที่อาจเติมเพื่อเตือนให้รู้เมื่อเกิดการรั่วไหล) และไม่มีพิษในสถานะปกติสภาพเป็นก๊าซหรือไอที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ โดยมีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าอากาศ จึงเบากว่าอากาศเมื่อเกิดการรั่วไหลจะฟุ้งกระจายไปตามบรรยากาศอย่างรวดเร็ว จึงไม่มีการสะสมลุกไหม้บนพื้นราบ

ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์ (Natural Gas for Vehicles : NGV) เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่ได้จากกระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติเช่นกันเป็นก๊าซชนิดเดียวกับก๊าซธรรมชาติใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม ประกอบด้วยก๊าซมีเทนเป็นส่วนใหญ่ มีน้ำหนักเบากว่าอากาศซึ่งประมาณ 0.554 สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ได้ดีกว่าน้ำมัน หรือก๊าซหุงต้มเพราะเผาไหม้ได้สมบูรณ์ สะอาดปลอดภัย ไม่มีการสะสมลุกไหม้บนพื้นราบ เนื่องจากมีสภาพเป็นก๊าซ มีค่าความ

ถ่วงจำเพาะต่ำกว่าอากาศซึ่งประมาณที่ 0.554 เมื่อเกิดการรั่วไหลจะฟุ้งกระจายไปในอากาศได้อย่างรวดเร็ว มีค่าออกเทนนัมเบอร์ประมาณ 120 เป็นก๊าซไม่มี ไม่มีกลิ่นยกเว้นกลิ่นที่อาจเติมเพื่อเตือนให้ทราบเมื่อเกิดการรั่วไหล การนำมาใช้งานจะต้องอัดให้มีความดันสูงมากกว่า 3.000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว บางครั้งอาจเรียกว่า ก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas ; CNG) สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ได้เช่นเดียวกับน้ำมันเบนซินและดีเซล ถ้ากล่าวถึงยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติกับผลกระทบสิ่งแวดล้อมปรากฏว่าก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่มีการเผาไหม้ที่สะอาดกว่าเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลทุกชนิดในหลายๆ ประเทศทั่วโลกจึงเหมาะอย่างยิ่งที่จะส่งเสริมและสนับสนุน ให้มีการใช้ยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงด้วยข้อได้เปรียบของการเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาด ไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมโดยประเทศที่มีการใช้ยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอยู่แล้วก็มีแนวโน้มที่จะขยายการใช้มากขึ้น ได้แก่ ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น อินโดนีเซีย เกาหลี เป็นต้น ส่วนประเทศที่ยังไม่คุ้นเคยกับการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติซึ่งรัฐบาลกำลังส่งเสริมให้มีการใช้ ได้แก่ ฮ่องกง สิงคโปร์ และไทย เป็นต้น

ในต่างประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งในทวีปยุโรปและสหรัฐอเมริกามีการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงกันมานานนับร้อยปีโดยมีการวางท่อก๊าซธรรมชาติไปตามบ้านเรือนเพื่อใช้ในการทำความร้อนในลักษณะเดียวกันกับการวางท่อประปาเนื่องจากเป็นประเทศหนาวและใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นก๊าซหุงต้มในครัวเรือน และการนำก๊าซธรรมชาติมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์มีมากกว่า 80 ปีแล้ว โดยประเทศอิตาลีเป็นประเทศแรก ซึ่งปัจจุบันมีรถยนต์ใช้ก๊าซ NGV กว่า 600,000 คัน และต่อมาความนิยมใช้ก๊าซ NGV ก็แพร่หลายมากขึ้นทั้งในทวีปอมเริกาเหนือ (สหรัฐอเมริกา 122,000 คัน แคนาดา 20,000 คัน) ในทวีปอเมริกาใต้ (เช่น ประเทศอาร์เจนติน่า มีประมาณ 600,000 คัน) ในทวีปออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ (ประมาณ 12,000 คัน) และในทวีปเอเชีย (เช่น ประเทศจีน ญี่ปุ่น ไต้หวัน มาเลเซีย อินโดนีเซีย อินเดีย และปากีสถาน) รวมถึงทวีปแอฟริกา เช่น อียิปต์ ซึ่งในปัจจุบันทั่วโลกมีรถยนต์ใช้ก๊าซ NGV มากกว่า 1,000,000 คัน)

สำหรับประเทศไทยได้เริ่มมีการนำก๊าซธรรมชาติ (NGV) มาใช้ทดลองกับรถโดยสาร ขสมก และรถสามล้อเครื่องเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2527 ซึ่งผลการทดลองสมรรถนะของเครื่องยนต์เป็นที่น่าพอใจ แต่เนื่องจากขณะนั้นน้ำมันเชื้อเพลิงมีราคาถูก การนำก๊าซ NGV มาใช้จึงไม่คุ้มค่ากับการลงทุนดัดแปลงเครื่องยนต์ ในปี พ.ศ. 2536 รัฐบาลของ ฯพณฯ อานันท์ ปันยารชุนได้ให้ความสำคัญกับปัญหามลพิษทางอากาศ จึงได้สนับสนุนให้มีการใช้ก๊าซ NGV มากขึ้นโดยใช้การสนับสนุนด้านเงินทุนแก่ ขสมก ในการจัดซื้อรถโดยสาร NGV จำนวน 82 คัน และ ปตท. ในการก่อสร้าง

สถานีเติมก๊าซ NGV แห่งแรกของประเทศไทย ณ อู่รถโดยสารรังสิต ของ ขสมก ต่อมาในปี พ.ศ. 2542 ต่อเนื่องถึงต้นปี พ.ศ. 2543 ประเทศไทยได้ประสบปัญหาราคาน้ำมันเพิ่มสูงขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากกลุ่มประเทศโอเปกและประเทศผู้ส่งออกน้ำมันนอกกลุ่มโอเปกลดปริมาณการผลิตลง ดังนั้น เป็นการลดการพึ่งพาน้ำมันให้น้อยลงและลดปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมประกอบกับการก่อสร้างโรงไฟฟ้าราชบุรี และโครงการท่อส่งก๊าซธรรมชาติราชบุรี-วังน้อย ล่าช้ากว่ากำหนดจึงทำให้ไม่สามารถรับก๊าซธรามชาติจากสหภาพพม่าได้ตามสัญญาส่งผลให้มีภาระผูกพันต้องจ่ายเงินค่าก๊าซธรรมชาติล่วงหน้าไปก่อนเพื่อแก้ไขปัญหาภาวะจากการจัดหาก๊าซธรรมชาติที่มีมากกว่าความต้องการ รัฐบาลจึงได้เร่งดำเนินการส่งเสริมให้มีการนำก๊าซธรรมชาติมาใช้ ให้แพร่หลายมากยิ่งขึ้น คณะรัฐมนตรีมีมติเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม พ.ศ. 2542 และวันที่ 28 มีนาคม พ.ศ. 2543 เห็นชอบให้เร่งดำเนินมาตรการปรับเปลี่ยนการใช้น้ำมันมาเป็นก๊าซธรรมชาติให้มากขึ้นในภาคการขนส่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มรถแท็กซี่ รถโดยสาร ขสมก. และรถใช้งานในหน่วยงานราชการสำหรับข้อมูลทางเทคนิคในการนำก๊าซธรรมชาติ (NGV) มาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถแท็กซี่ในประเทศไทย สรุปได้ดังนี้

เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ การนำก๊าซ NGV มาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิงในรถยนต์โดยสารและรถบรรทุกในปัจจุบันมี 3 แบบด้วยกันดังนี้

3.1 เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซ NGV เพียงอย่างเดียว (Dedicated NGV) เป็นเครื่องยนต์ที่ออกแบบให้ใช้ก๊าซ NGV เป็นเชื้อเพลิงโดยเฉพาะโดยมีระบบเผาไหม้เชื้อเพลิงแบบที่ต้องใช้หัวเทียนในการจุดระเบิดเช่นเดียวกับน้ำมันเบนซิน แต่มีข้อแตกต่าง คือ อัตราส่วนกำลังอัดของลูกสูบจะสูงกว่าเครื่องยนต์เบนซินเล็กน้อยและการปรับจุดติดไฟจะมีอัตราส่วนอากาศและเชื้อเพลิงแตกต่างกันเล็กเล็กน้อยเช่นกันรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แบบนี้จะมีทั้งรถที่ผลิตออกมาจากโรงงานรถยนต์โดยตรงและที่ทำการดัดแปลงเครื่องยนต์ภายหลัง ส่วนใหญ่จะเป็นการผลิตโดยตรงจากโรงงานรถยนต์ ดังแสดงในภาพที่ 10 ข้อดีของเครื่องยนต์ประเภทนี้คือ มีประสิทธิภาพและสมรรถนะที่ดีมีคุณภาพของไอเสียที่ได้จากการเผาไหม้ที่ดี ส่วนข้อเสียคือ มีราคาสูงและไม่มีความยืดหยุ่นในการใช้เชื้อเพลิง

ภาพที่ 10 เครื่องยนต์ใช้ก๊าซธรรมชาติเพียงอย่างเดียว (Dedicated NGV)
ที่มา: การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2550)

3.2 เครื่องยนต์ระบบเชื้อเพลิงร่วม (Diesel Dual Fuel) ดังแสดงในภาพที่ 11 เป็นเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซลและก๊าซ NGV พร้อมๆกันโดยใช้น้ำมันดีเซลเป็นตัวจุดระเบิดนำร่อง มีการควบคุมการจ่ายเชื้อเพลิงทั้งสองร่วมกับอากาศเข้าห้องเผาไหม้ด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อให้เกิดการเผาไหม้สมบูรณ์ สามารถใช้ก๊าซ NGV เป็นเชื้อเพลิงทดแทนได้ถึงร้อยละ 70-80 และถ้าก๊าซหมดลง เครื่องยนต์ยังสามารถทำงานต่อไปได้ด้วยน้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว

ภาพที่ 11 เครื่องยนต์ระบบเชื้อเพลิงร่วม (Diesel Dual Fuel)
ที่มา: บริษัทโตโยต้ามอเตอร์ (ประเทศไทย) (2551)

3.3 เครื่องยนต์ระบบเชื้อเพลิงสองระบบ (Bi-Fuel) ดังแสดงในภาพที่ 12 เป็นเครื่องยนต์เบนซินที่ติดตั้งอุปกรณ์การใช้ก๊าซ NGV และถังก๊าซเพิ่มเติมจากเครื่องยนต์เดิมเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการใช้เชื้อเพลิงและมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงเท่ากับเครื่องยนต์เบนซินสามารถเลือกใช้เชื้อเพลิงได้ทั้ง น้ำมันเบนซินและก๊าซ NGV ข้อดีของเครื่องยนต์สองระบบก็คือ มีความยืดหยุ่นในการเลือกใช้เชื้อเพลิงและค่าติดตั้งอุปกรณ์การใช้ก๊าซ NGV มีราคาต่ำกว่าการซื้อรถ NGV ใหม่ ส่วนข้อเสียคือ ไม่สามารถปรับแต่งเครื่องยนต์ให้เหมาะกับก๊าซ NGV ได้อย่างสมบูรณ์

ภาพที่ 12 เครื่องยนต์ระบบเชื้อเพลิงสองระบบ (Bi-Fuel)
ที่มา: บริษัท เชฟโรเลต (ประเทศไทย) (2551)

4. การนำก๊าซปิโตรเลียมมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์

ประเทศไทยได้มีการนำก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้ม (LPG) มาใช้ในยานยนต์ตั้งแต่ ปีพ.ศ. 2513 และเป็นที่แพร่หลายมากขึ้นในปี พ.ศ. 2523 เนื่องจากราคา LPG มีราคาถูกกว่าน้ำมันส่วนใหญ่จะใช้ในรถแท็กซี่และรถสามล้อเครื่องโดยมีการดัดแปลงเครื่องยนต์ ที่นำเข้าจากญี่ปุ่นอย่างไรก็ตาม วิธีการดัดแปลงยังอยู่ในขั้นพื้นฐานและมาตรฐานทางด้านความปลอดภัยยังไม่ดีพอรวมทั้ง กฎระเบียบในด้านความแปลอดภัยยังไม่รัดกุมจึงมักก่อให้เกิดอุบัติเหตุเพลิงไหม้หรือเกิดระเบิดได้ นอกจากนี้ สถานีเติม LPG ค่อนข้างขาดแคลน เนื่องมาจากต้นทุนในการก่อสร้างและราคาที่ดินในกรุงเทพฯ จึงส่งผลให้รถยนต์ที่ใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิงไม่ได้รับการส่งเสริมและพัฒนาเท่าที่ควร แต่ในปัจจุบันเนื่องจากราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้น จึงมีรถแท็กซี่เปลี่ยนไปใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิงมากขึ้นถึงร้อยละ 70-80 ของจำนวนแท็กซี่ที่มีอยู่ขณะนี้ประมาณ 58,000 คัน

เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) การนำก๊าซ LPG มาใช้ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงในรถยนต์โดยสารและบรรทุกในปัจจุบันมี 3 แบบด้วยกันดังนี้

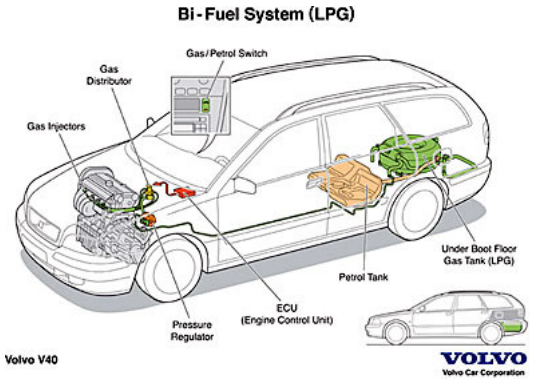
4.1 เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซ LPG เพียงอย่างเดียว (Dedicated LPG) เป็นเครื่องยนต์ที่ออกแบบให้ใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงโดยเฉพาะโดยมีระบบเผาไหม้เชื้อเพลิงแบบที่ต้องใช้หัวเทียนในการจุดระเบิดเช่นเดียวกับน้ำมันเบนซิน แต่มีข้อแตกต่าง คือ อัตราส่วนกำลังอัดของลูกสูบจะสูงกว่าเครื่องยนต์เบนซินเล็กน้อยและการปรับจุดติดไฟจะมีอัตราส่วนอากาศและเชื้อเพลิงแตกต่างกันเล็กน้อยเช่นกันรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แบบนี้จะมีที่ผลิตออกมาจากโรงงานรถยนต์โดยตรงและมีทำการดัดแปลงเครื่องยนต์ภายหลัง ส่วนใหญ่จะเป็นการผลิตโดยตรงจากโรงงานรถยนต์ ดังแสดงในภาพที่ 13 ข้อดีของเครื่องยนต์ประเภทนี้ คือ มีประสิทธิภาพและสมรรถนะที่ดีมีคุณภาพของไอเสียที่ได้จากการเผาไหม้ที่ดี ส่วนข้อเสีย คือ มีราคาสูงและไม่มีความยืดหยุ่นในการใช้เชื้อ เพลิง

ภาพที่ 13 เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซ LPG เพียงอย่างเดียว (Dedicated LPG)
ที่มา: บริษัท จีเอ็มมอเตอร์, www.smh.com.au (2550)

4.2 เครื่องยนต์ระบบเชื้อเพลิงร่วม (Diesel Duel Fuel) เป็นเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซลและก๊าซ LPG พร้อมๆกัน ดังแสดงในภาพที่ 14 โดยใช้น้ำมันดีเซลเป็นตัวจุดระเบิดนำร่อง มีการควบคุมการจ่ายเชื้อเพลิงทั้งสองร่วมกับอากาศเข้าห้องเผาไหม้ด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ (ECU) เพื่อให้เกิดการเผาไหม้สมบูรณ์ สามารถใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงทดแทนได้ถึงร้อยละ 75-80 และถ้าก๊าซหมดลงเครื่องยนต์ยังสามารถทำงานต่อไปได้ด้วยน้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว

ภาพที่ 14 เครื่องยนต์ระบบเชื้อเพลิงร่วม (Diesel Duel Fuel)
ที่มา: บริษัทมิตซูบิชิ, www.dancewithshadows.com (2551)

4.3 เครื่องยนต์ระบบเชื้อเพลิงสองระบบ (Bi-Fuel) เป็นเครื่องยนต์เบนซินที่ติดตั้งอุปกรณ์การใช้ก๊าซ LPG และถังก๊าซเพิ่มเติมจากเครื่องยนต์เดิม ดังแสดงในภาพที่ 15 เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการใช้เชื้อเพลิงและมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงใกล้เคียงกับเครื่องยนต์เบนซินแต่ค่าเชื้อเพลิงที่ต่ำกว่าน้ำมันเบนซินค่อนข้างมาก โดยสามารถเลือกใช้เชื้อเพลิงได้ทั้ง น้ำมันเบนซินและก๊าซ LPG เครื่องยนต์แบบสองระบบนี้มีลักษณะเด่นในด้านความยืดหยุ่นในการเลือกใช้เชื้อเพลิงและค่าติดตั้งอุปกรณ์การใช้ก๊าซ LPG มีราคาต่ำกว่าระบบ NGV มาก ส่วนข้อเสียโดยทั่วไป คือ ไม่สามารถปรับแต่งเครื่องยนต์ให้เหมาะสมกับก๊าซ LPG ได้อย่างสมบูรณ์ตามความต้องการ



ภาพที่ 15 เครื่องยนต์ระบบเชื้อเพลิงสองระบบ (Bi-Fuel)
ที่มา: แก๊สไทย, www.gasthai.com (2551)

การนำก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มมาใช้ในรถยนต์ได้มีการพัฒนามากว่า 30 ปีแล้ว เนื่องจากปัจจุบันราคาน้ำมันเบนซิน มีราคาสูงขึ้นมากจึงมีผู้หันมาใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์มากขึ้นเพราะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสำหรับเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ ลดลงต่อระยะทางที่วิ่งเท่ากัน ดังนั้น เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้จึงมีการออกกฎหมายควบคุมการติดตั้งอุปกรณ์การใช้ก๊าซสำหรับรถยนต์และการควบคุมสถานีบริการเพื่อบรรจุก๊าซให้กับพาหนะต่างๆในการเลือกก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ต้องประกอบด้วยคุณสมบัติต่างๆที่จำเป็นดังต่อไปนี้

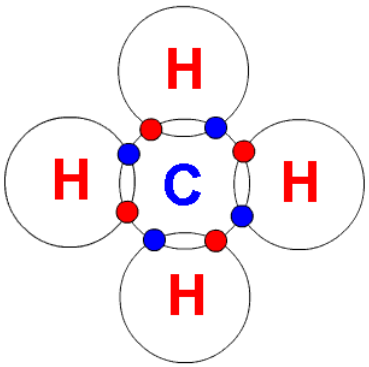
1. มีค่าความดันไอที่เหมาะสมซึ่งอยู่ระหว่าง 1-10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
2. มีคุณสมบัติที่ดีเยี่ยมในเรื่องการป้องกันการเกิดอาการน็อกของเครื่องยนต์
3. มีสารไฮโดรคาร์บอนจำพวกโอเลฟินน้อย
4. มีปริมาณกำมะถันน้อย
5. มีสารพวกน้ำมันดินเจือปนอยู่น้อย

ความดันไอที่เหมาะสม หมายถึง มีคุณสมบัติเกี่ยวกับการระเหยที่จำเป็นในการติดตั้งเครื่องยนต์และเดินเครื่องยนต์ในรถยนต์ที่ใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มจะไม่มีปั๊มส่งเชื้อเพลิงแต่อาศัยความดันของตัวก๊าซเองในการไหลออกจากถังเก็บไปยังหม้อต้มโดยในช่วงเวลามีที่อากาศหนาวจัดความดันในถังเก็บก๊าซจะลดลงทำให้ไม่สามารถส่งเชื้อเพลิงออกมาได้จึงไม่สามารถติดเครื่องยนต์ได้ นั่นคือก๊าซปิโตรเลียมเหลวต้องมีความดันไอเพียงพอที่จะติดเครื่องยนต์ได้แต่ในฤดูหนาวก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่มีองค์ประกอบของก๊าซบิวเทนเพียงอย่างเดียวจะมีความดันต่ำจึงต้องผสมโพรเพนเข้าไปในก๊าซปิโตรเลียมเหลวเพื่อเพิ่มความดันไอให้สูงขึ้น

การลดสารไฮโดรคาร์บอนจำพวกโอเลฟินในก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้มให้น้อยลงจะทำให้คุณสมบัติในการป้องกันการน็อกของเครื่องยนต์สูงขึ้นและการเกิดขึ้นของสารจำพวกน้ำมันดิบและยางก็จะน้อยลงด้วย สารไฮโดรคาร์บอนจำพวกโอเลฟิน เช่น โพรพิลีน บิวทีลีน มีคุณสมบัติในการเกิดปฏิกิริยาสูง จึงเกิดโพลิเมอร์ไรเซชัน (Polymerization)ได้ง่ายทำให้เกิดสารจำพวกน้ำมันดิบและยางซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้หม้อต้มก๊าซเกิดความเสียหายและมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนสูง ทำให้ไดอะแฟรม (Diaphragm) เสียหาย ผลคืออายุการใช้งานของอุปกรณ์จะสั้นลง

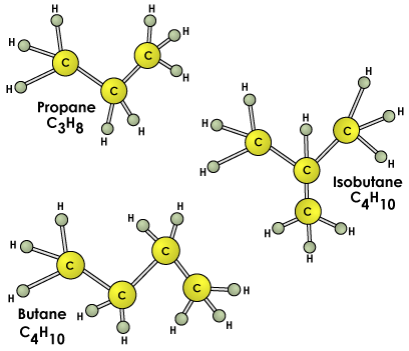
5. ความแตกต่างระหว่างก๊าซธรรมชาติกับก๊าซปิโตรเลียมเหลว

ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนซึ่งมีองค์ประกอบของก๊าซมีเทน (Methane) เป็นส่วนใหญ่ ดังแสดงในภาพที่ 16 จึงเป็นก๊าซที่มีน้ำหนักเบากว่าอากาศ การขนส่งไปยังผู้ใช้จะขนส่งผ่านทางท่อในรูปก๊าซภายใต้ความดันสูงจึงไม่เหมาะสมสำหรับการขนส่งไกลๆ หรืออาจบรรจุใส่ถังในรูปก๊าซธรรมชาติอัดโดยใช้ความดันสูง หรือที่เรียกว่า CNG แต่ปัจจุบันมีการส่งก๊าซธรรมชาติในรูปของเหลวโดยทำก๊าซให้เย็นลงถึง -161 องศาเซลเซียส จะได้ของเหลวที่เรียกว่า Liquefied Natural Gas หรือ LNG ซึ่งสามารถขนส่งทางเรือไปที่ไกลๆได้และเมื่อถึงปลายทางก่อนนำมาใช้ก็จะทำให้ของเหลวเปลี่ยนสถานะกลับเป็นก๊าซอย่างเดิมก๊าซธรรมชาติมีค่าออกเทนสูงถึง 120 RON จึงสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์ได้



ภาพที่ 16 องค์ประกอบของก๊าซธรรมชาติ
ที่มา: สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2549)

ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนซึ่งมีองค์ประกอบของก๊าซก๊าซโพรเพน (Propane) เป็นส่วนใหญ่ ดังภาพที่ 17 จึงเป็นก๊าซที่หนักกว่าอากาศ โดยตัว LPG เองไม่มีสี ไม่มีกลิ่นเช่นเดียวกับก๊าซธรรมชาติแต่เนื่องจากเป็นก๊าซที่หนักกว่าอากาศจึงมีการสะสมและลุกไหม้ได้ง่าย



ภาพที่ 17 องค์ประกอบของก๊าซปิโตรเลียมเหลว
ที่มา: สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2549)

ดังนั้น จึงมีข้อกำหนดให้มีกลิ่นโดยใช้สารเคมีเอทิลเมอร์แคปแทนเพื่อเป็นการเตือนภัยหากเกิดการรั่วไหลขึ้น ซึ่งก๊าซ LPG ส่วนใหญ่ในประเทศไทยจะใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือนและกิจการอุตสาหกรรมต่างๆ โดยบรรจุเป็นของเหลวใส่ถังที่ทนความดันเพื่อให้การขนถ่ายง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ยังนิยมใช้แทนน้ำมันเบนซินในรถยนต์เนื่องจากราคาค่าเชื้อเพลิงต่ำกว่าน้ำมันค่อนข้างมากและมีค่าออกเทนสูงถึง 105 RON ดังข้อมูลในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของก๊าซธรรมชาติกับก๊าซปิโตรเลียมเหลว

คุณสมบัติ		**ก๊าซธรรมชาติ (NGV)**	**ก๊าวปิดตรเลียมเหลว (LPG)**
สถานะ		ก๊าซ (เบากว่าอากาศ)	ก๊าซ (หนักกว่าอากาศ)
จุดเดือด (องศาเซลเซียส)		-161	-42.1
อุณภูมิจุดติดไฟ (องศาเซลเซียส)		538-732	490-550
การระเบิดในอากาศ	ค่าสูง	15.0	10.4
(ร้อยละโดยปริมาตร)	ค่าต่ำ	5.3	2.1
ค่าออกเทน	RON	120	105
	MON	120	97

ที่มา: สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2549)

5.1 ค่าออกเทน (Octane number) หมายถึง หน่วยการวัดความสามารถในการต้านทานการน็อกของเครื่องยนต์

5.2 RON (Research Octane Number) เป็นค่าออกเทนที่มีประสิทธิภาพต่อต้านการน็อกในเครื่องยนต์หลายสูบ ที่ทำงานอยู่ในรูปของช่วงหมุนต่ำโดยใช้เครื่องยนต์ทดสอบมาตรฐานภายใต้สภาวะมาตรฐาน 600 รอบต่อวินาที

5.3 MON (Motor Octane Number) เป็นค่าออกเทนที่มีประสิทธิภาพต่อต้านการน็อกในเครื่องยนต์หลายสูบ ในขณะทำงานที่รอบสูงโดยใช้เครื่องยนต์ทดสอบมาตรฐานภายใต้สภาวะมาตรฐาน 900 รอบต่อวินาที และถ้าพูดถึงยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติกับผลกระทบสิ่งแวดล้อม ปรากฏว่าก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่มีการเผาไหม้ที่สะอาดกว่าเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลทุกชนิด ในหลายๆประเทศทั่วโลก จึงเหมาะอย่างยิ่งที่จะส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการใช้ยานยนต์ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงด้วยข้อได้เปรียบของการเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาดไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม โดยประเทศที่มีการใช้ยานยนยต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอยู่แล้วก็มีแนวโน้มที่จะขยายการใช้มากขึ้น ได้แก่ ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น อินโดนีเซีย เกาหลี เป็นต้น ส่วนประเทศที่ยังไม่คุ้นเคยกับการ ใช้เชื้อเพลิงจากก๊าซธรรมชาติรัฐบาลก็กำลังส่งเสริมให้มีการใช้ในอนาคต ได้แก่ ฮ่องกง สิงค์โปร์ และไทย เป็นต้น

จากการทดสอบปริมาณการปล่อยมวลสารจากไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงอื่นเปรียบเทียบกับก๊าซธรรมชาติของ Research and Development Institute Saibu Gas Co., Ltd. พบว่า รถ NGV ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน ไนโตรเจนออกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์ น้อยกว่ารถที่ใช้น้ำมันเบนซิน โดยเฉพาะการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์เพียง 300 ส่วนในล้านส่วน ในขณะที่รถเบนซินมีการปล่อยสูงถึง 1,400 ส่วนในล้านส่วน อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับรถที่ใช้ LPG และ NGV จะปล่อยก๊าซไฮโดรคาร์บอนมากกว่ารถ LPG เล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบการปล่อยมวลสารจากไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง NGV กับ LPG และน้ำมันเบนซิน

ชนิดมวลสาร	ก๊าซธรรมชาติ (NGV)	ก๊าซปิโตรเลียมเหลว(LPG)	เบนซิน (Gasoline)
คาร์บอนไดออกไซด์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	0.04	0.04	0.08
ไฮโดรคาร์บอน (ส่วนในล้านส่วน)	1,700	1,600	2,200
ไนโตรเจนออกไซด์ (ส่วนในล้านส่วน)	300	900	1,400
คาร์บอนไดออกไซด์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	8.5	11.7	14.5

ที่มา: การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2549)

เนื่องจากก๊าซธรรมชาติมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำมัน รถยนต์ที่ใช้ก๊าซ NGV จึงควรมีถังบรรจุก๊าซติดตั้งที่รถประมาณ 2-4 ถัง เพื่อให้สามารถวิ่งได้ระยะทางเกินกว่า 250 ไมล์ หรือเกินกว่า 400 กิโลเมตร โดยประมาณและเนื่องจากถัง บรรจุก๊าซมีขนาดใหญ่ และน้ำหนักมาจึงเป็นปัญหาหลักของรถยนต์ที่ใช้ก๊าซ NGV ถึงแม้ว่าในปัจจุบันได้มีการพัฒนาถังบรรจุก๊าซให้มีน้ำหนักเบาลง แต่ก็ยังมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมากกว่าถังน้ำมันเชื้อเพลิง ทั่วไปโดยมีขนาดและน้ำหนักแตกต่างกันไปแล้วแต่ผู้ผลิตแต่ละรายซึ่งสามารถเทียบขนาดถังกับปริมาตรความจุเป็นน้ำ หรือก๊าซหรือน้ำมันเบนซินให้เห็นความจุที่แตกต่างกันตามปริมาตรความหนาแน่น ดังแสดง ในตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 ขนาดของถังก๊าซธรรมชาติ

ขนาดถังก๊าซ (นิ้ว)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ความจุน้ำ (ลิตร)	ความจุก๊าซ (ลูกบาศก์ฟุต)	ความจุเทียบเท่าน้ำมันเบนซิน (ลิตร)
13.7 x 3.5	27.2	55.5	504	15.5
13.7 x 40	30.9	64.8	592	18.1
13.7 x 45	34.5	74.4	681	20.8
13.7 x 55	42.2	93.8	857	26.2
15.7 x 35	33.1	72.3	661	20.3
15.7 x 52	49.0	116.2	1,063	32.5
15.7 x 55	51.7	123.9	1,133	34.7

ที่มา: กองนโยบายและแผนพลังงาน สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (2549)

6. การส่งเสริมยานยนต์ให้ใช้ก๊าซธรรมชาติในเชิงพาณิชย์

การขยายยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงหรือที่เรียกว่า NGV ในขณะนี้มีการขยายไปเกือบทั่วโลกแล้วประมาณล้านกว่าคันและมีการสร้างสถานีเติมก๊าซเป็นเครือข่ายทั้งของภาครัฐและเอกชน รวมประมาณสามพันกว่าสถานี Jeffrey Seisler ผู้อำนวยการบริหารของ European Natural Gas Vehicle Association ได้กล่าวเปรียบเทียบการพัฒนาตลาดรถ NGV ไว้ว่าเปรียบเสมือนการสร้างบันได ราวข้างหนึ่งของบันไดเปรียบเสมือนการพัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์ส่วนอีกข้างหนึ่งเปรียบเสมือนโครงสร้างพื้นฐานทางด้านเชื้อเพลิงและแต่ละขั้นบันไดก็เปรียบเสมือนเทคโนโลยีใหม่ๆ หรือกระบวนการที่จะสนับสนุนให้เกิดตลาดยานยนต์ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องจุดสำคัญในแต่ละขั้นบันไดก็คือ การเชื่อมโยงระหว่างขั้นบันไดแต่ละขั้น กับราวทั้งสองข้างเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งก็คือหลักเกณฑ์และมาตรฐานที่ยึดโยงโครงสร้างทั้งหมดเข้าไว้ด้วยกัน ดังนั้น ในการพัฒนาไปสู่เป้าหมายที่ชัดเจน โดยใช้ระยะเวลายาวนานพอสมควร ทั้งนี้ Jeffrey ได้กล่าวถึงการวางแผนพัฒนาตลาดรถ NGV ไว้อย่างเป็นขั้นตอนครอบคลุมในทุกๆด้านไว้ดังนี้

6.1 สภาพการณ์ที่จะนำไปสู่การพัฒนาตลาดรถยนต์ NGV ให้ประสบผลสำเร็จมีองค์ประกอบที่ สำคัญอยู่ 4 ประการดังนี้

6.1.1 ราคาก๊าซธรรมชาติต้องมีราคาต่ำกว่าน้ำมันเบนซินและดีเซล ต้องมีเทคโนโลยีรถ NGV และสถานีเติมก๊าซเพียงพอ สามารถแข่งขันกับยานยนต์ ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงได้

6.1.2 ต้องมีแหล่งผลิต ผู้จำหน่าย และระบบท่อก๊าซที่พร้อมจะสนับสนุนตลาดรถ NGV ภายในประเทศอย่างเพียงพอ

6.1.3 รัฐบาลต้องให้การสนับสนุนการใช้รถ NGV หรือสนับสนุนการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกอีกประเภทหนึ่ง

6.2 บทบาทของภาครัฐมีความสำคัญต่อการสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาตลาดรถ NGV โดยมีปัจจัยสนับสนุนที่สำคัญ 6 ประการดังนี้

6.2.1 ให้สิ่งจูงใจ ได้แก่ การลดหย่อนภาษีสำหรับรถยนต์ หรือเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ หรือให้การอุดหนุนการผลิตรถ NGV หรือยานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงทางเลือกอื่นๆ (Alternative Fuel Vehicle)

6.2.2 การใช้มาตรการการบังคับ ยกตัวอย่างเช่น ในสหรัฐอเมริกาได้มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศเมือง เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 เพื่อเป็นตัวกำหนดการผลิตรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงสะอาด และในบูโนสไอเรส เริ่มมีการใช้รถแท็กซี่ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533

6.2.3 การริเริ่มโดยภาครัฐให้มีการใช้รถ NGV เพื่อกระตุ้นให้มีผู้ผลิตรถ NGV และเพื่อเป็นตัวอย่างแก่ภาคเอกชนและสาธารณชนในการใช้รถ NGV ให้กว้างขวางขึ้น

6.2.4 การพัฒนามาตรฐานที่เป็นข้อบังคับตามกฎหมายเกี่ยวกับมาตรฐานการระบายมลพิษ องค์ประกอบของเชื้อเพลิง การดัดแปลงรถยนต์และความปลอดภัยของถังบรรจุเชื้อ เพลิง เพื่อเป็นกุญแจนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีรถ NGV เข้าสู่ตลาด

6.2.5 การใช้ทุนวิจัยพัฒนาและสาธิตเทคโนโลยีโดยภาคเอกชนในระยะยาวเพื่อเป็นพื้นฐานสำคัญ ในการพัฒนาเทคโนโลยีในเชิงพาณิชย์ต่อไป

6.2.6 การสร้างความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดของรถ NGV และเทคโนโลยีใหม่ๆให้กระจายไปสู่ผู้บริโภค โดยใช้นโยบายรัฐบาลเป็นตัวสนับสนุน

6.3 การจัดทำแผนปฏิบัติการเพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของรถ NGV นับเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก เพราะแม้ประเทศที่มีสภาพการณ์ที่เอื้ออำนวยให้มีการพัฒนาตลาดรถ NGV ดังกล่าวข้างต้นแล้ว ก็ยังไม่ใช่หลักประกันว่าจะสามารถพัฒนาตลาดรถ NGV ให้ประสบผลสำเร็จได้เนื่องจากยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งภายในประเทศและนอกประเทศรวมทั้งการมีส่วนร่วมจากผู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ที่แตกต่างกันไป ดังนั้น จึงควรมีองค์กรที่จะจัดการดูแลในเรื่องนี้โดยตรง และเป็นตัวผลักดันให้เกิดการดำเนินงานที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการพัฒนาตลาดรถ NGV ซึ่งมีดังนี้

6.3.1 การให้บริษัทอุตสาหกรรมก๊าซธรรมชาติเป็นผู้สนับสนุนกิจกรรมให้เกิดการพัฒนาตลาดรถ NGV โดยดัดแปลงรถของบริษัทออกมาสู่ตลาดหรือการซื้อรถ NGV ใหม่และการพัฒนาแผนการตลาด รวมไปถึงโครงการจัดตั้งสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ

6.3.2 การพัฒนาระบบข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับระบบขนส่งของประเทศ เพื่อการวางแผนการตลาดทั้งในระยะสั้นและระยะยาวโดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนรถโดยสารสาธารณะ จำนวนผู้ประกอบรถยนต์และสถานที่ตั้ง จำนวนการผลิตรถยนต์ และชนิดของรถยนต์แบบแผนการใช้เส้นทาง และเครือข่าย สถานีบริการก๊าซธรรมชาติที่มีอยู่ในปัจจุบัน

6.3.3 การประเมินกฎระเบียบ และประเด็นทางกฎหมายที่มีอยู่ในปัจจุบันเพื่อพิจารณาโอกาสและข้อจำกัดในการพัฒนาตลาดรถ NGV

6.3.4 การได้รับการสนับสนุนในระดับนโยบายและทางการเมือง เพื่อให้มีการออกมาตรการต่างๆ ที่จะสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและตลาดรถ NGV

6.3.5 การใช้ระบบข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับระบบขนส่งของประเทศในการกำหนดเป้าหมายการตลาด ในการดัดแปลงและการจำหน่าย NGV

6.3.6 การจัดหาสถานที่ตั้งสถานีบริการก๊าซธรรมชาติที่เหมาะสมทั้งที่เป็นของรัฐและเอกชน โดยการประเมินจำนวนยานยนต์ ที่กระจายอยู่ตามพื้นที่ต่างๆ และรูปแบบการเดิน ทาง

6.3.7 การพัฒนากิจการที่ให้บริการดัดแปลงรถอย่างครบวงจรในลักษณะ “one-stop-shop” โดยให้ผู้ผลิตรถและอุปกรณ์สำหรับ NGV เป็นผู้ให้การฝึกอบรมแก่บุคลากรที่จะดูด้านบริการออกสู่ตลาดรวมทั้งให้มีหลักสูตรการฝึกอบรมให้แก่นักศึกษาในระดับมหาวิทยาลัยเพื่อเตรียมการพัฒนาบุคลากรด้านนี้ ในระยะยาว

6.3.8 การสนับสนุนผู้ผลิตอุปกรณ์และรถ NGV ให้เข้าสู่ตลาดมากขึ้น โดยในระยะแรกอาจเป็นการสนับสนุน การดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงร่วมสองชนิด (Bi-Fuel) ให้มากขึ้น เพื่อเป็นกลยุทธ์เชื่อมโยง ไปสู่การพัฒนาเครือข่ายสถานีบริการก๊าซธรรมชาติให้เพียงพอก่อนนำไปสู่การพัฒนารถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ เป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว (Dedicated NGV) เข้าสู่ตลาดต่อไป

6.3.9 การกำหนดมาตรการระบายมลพิษที่เข้มงวดมากขึ้นเพื่อคุณภาพชีวิตของประชาชน และคุณภาพชีวิตประชาชน และคุณภาพอากาศที่ดีขึ้นทั้งในระดับประเทศและระดับโลก จะเป็นแรงผลักดันให้มีการใช้รถ NGV มากขึ้น เนื่องจากเป็นรถที่ปล่อยมลพิษในระดับต่ำกว่ารถเบนซินและดีเซล

6.3.10 การประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อต่างๆ และการสาธิตให้ประชาชน ซึ่งรวมถึงผู้บริโภคและผู้ประกอบการธุรกิจมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับก๊าซธรรมชาติว่าสามารถเป็นทางเลือกเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันได้ ทั้งด้านราคา แหล่งผลิตและจำหน่ายความปลอดภัยและการเผาไหม้ที่สะอาด ซึ่งเป็นประเด็นที่จะนำไปสู่การพัฒนาตลาดรถ NGV ให้ประสบผลสำเร็จ

การนำแผนปฏิบัติการไปสู่การปฏิบัติให้บรรลุผลสำเร็จเป็นเรื่องที่จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง นับตั้งแต่ผู้ประกอบธุรกิจรถ NGV ผู้ผลิตอะไหล่และส่วนประกอบ รถ NGV ผู้มีอำนาจตัดสินใจในระดับท้องถิ่นและระดับชาติ นอกจากการมีส่วนร่วมจากทุกฝ่ายที่ เกี่ยวข้องแล้ว การมีผู้นำหรือองค์กรนำที่มีวิสัยทัศน์เป็นแกนกลางในการดำเนินการรวมทั้งการมี แหล่งเงินสนับสนุนการลงทุนในธุรกิจ NGV ให้พัฒนาไปได้ระยะยาวก็เป็นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนา ตลาดรถ NGV ให้ประสบผลสำเร็จในอนาคต

7. การติดตั้งระบบเชื้อเพลิงก๊าซในรถยนต์นั่งส่วนบุคคล

เครื่องยนต์ส่วนใหญ่สามารถดัดแปลงมาใช้ก๊าซธรรมชาติหรือก๊าซปิโตรเลียมเหลวได้ทั้งในรถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถบรรทุก รถยนต์โดยสาร รถยกของ เครื่องยนต์ปั่นไฟ รถบรรทุกขนาดใหญ่ เรือ หรือเครื่องบินซึ่งจะเห็นว่ารถยนต์เกือบทุกยี่ห้อสามารถนำมาดัดแปลงใช้ก๊าซธรรมชาติหรือก๊าซปิโตรเลียมเหลวได้แต่ต้องพิจารณาว่าจะติดตั้งระบบใดจึงจะเหมาะสมและมีความปลอดภัยมากที่สุดโดยก๊าซธรรมชาติและก๊าซปิโตรเลียมเหลวต่างก็มีลักษณะและระบบการทำงานและวิธีการติดตั้งที่คล้ายคลึงกันจะแตกต่างกันก็ตรงชนิดของก๊าซที่นำมาเป็นเชื้อเพลิงและราคาอุปกรณ์การติดตั้งเท่านั้น

การแบ่งประเภทของเครื่องยนต์จะแยกตามชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ซึ่งในประเทศไทยสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

7.1 เครื่องยนต์เบนซิน

เครื่องยนต์หรือที่ในต่างประเทศนิยมเรียกว่า “เครื่องยนต์แก๊สโซลีน” ซึ่งได้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง ลักษณะเด่นของเครื่องยนต์เบนซินคือ มีขนาดเล็ก รอบจัด ตอบสนองต่อคันเร่งได้ดี ส่วนใหญ่มักใช้เป็นต้นกำลังของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ เครื่องสูบน้ำ เครื่องยนต์เกษตรกร และเครื่องต้นกำลังของอุปกรณ์ขนาดเล็กซึ่งมีทั้งแบบ 2 จังหวะ และแบบ 4 จังหวะ โดยส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องยนต์เบนซินที่ใช้ควบคุมการเผาไหม้ คือ ระบบจุดระเบิด ประกอบด้วย หัวเทียน คอยล์ และจานจ่ายเพื่อทำให้เกิดประกายไฟในการจุดระเบิด นอกจากนั้นจะ ต้องมีระบบป้อนน้ำมันเชื้อเพลิง ได้แก่ คาร์บูเรเตอร์หรือหัวฉีด สำหรับป้อนน้ำมันเชื้อเพลิงผสมกับ อากาศและป้อนเข้าไปในกระบอกสูบ ดังนั้น เครื่องยนต์เบนซินอาจเรียกได้อีกชื่อ

หนึ่งว่าเครื่องยนต์ จุดระเบิดด้วยประกายไฟ ซึ่งเครื่องยนต์นี้ สามารถดัดแปลงมาใช้เชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติ NGV) หรือ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ได้

7.2 เครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงหรือที่ชาวบ้าน เรียกว่า “น้ำมันโซล่า” เครื่องยนต์ดีเซลจะมีอัตราส่วนกำลังอัดมากกว่าเครื่องยนต์เบนซินจึงถูกออกแบบมาให้ใช้กับเชื้อเพลิงดีเซลมีค่าซีเทนสูงโดยถ้าหากไม่ดัดแปลงเครื่องยนต์ก่อนจะไม่สามารถใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน ก๊าซธรรมชาติ (NGV) และก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ได้เนื่องจากเชื้อเพลิงดังกล่าวจะมีค่าออกเทนสูงแต่มีค่าซีเทนต่ำ ซึ่งจะทำให้เครื่องยนต์น็อกโดยเครื่องยนต์ดีเซลจะมีรอบไม่สูงแต่มีแรงบิดมากตอบสนองต่อคันเร่งได้ไม่ดีเท่าเครื่องยนต์เบนซินและประสิทธิภาพทางด้านความร้อนสูงกว่าเครื่องยนต์เบนซินซึ่งทำให้ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าส่วนมากเครื่องยนต์ดีเซลจะใช้เป็นต้นกำลังของรถบรรทุก รถบัส รถโดยสาร รถกระบะ รถแทร็กเตอร์ รถไถนา เรือหางยาวขนาดใหญ่ เรือด่วนหรือเครื่องยนต์ที่ใช้ผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่โดยส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ควบคุมการเผาไหม้ คือ ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงและหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงส่วนประกอบที่ทำให้เครื่องยนต์ดีเซลแตกต่างจากเครื่องยนต์เบนซินอย่างเห็นได้ชัดเจนคือ เครื่องยนต์ดีเซลจะไม่มีหัวเทียนและคอยล์จุดระเบิดเนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลใช้วิธีการอัดอากาศให้ร้อนจัดและฉีดน้ำมันเข้าไปในอากาศร้อนซึ่งทำให้เกิดการจุดระเบิดส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศ ดังนั้นการเผาไหม้จะดีหรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นฝอยละเอียดซึ่งมีผลให้การเผาไหม้ดีขึ้นรวมทั้งการประหยัดและเกิดมลพิษต่ำ

7.3 เครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงทดแทน

ปัจจัยน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซลกำลังเป็นเชื้อเพลิงที่แพร่หลายมานานและเป็นที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปสำหรับยานยนต์ส่วนใหญ่แต่ก็มีการนำเอาเชื้อเพลิงทดแทนชนิดอื่นๆ มาใช้ด้วย ได้แก่ ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas) ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas) ไฮโดรเจน (Hydrogen) แอลกอฮอล์ น้ำมันปาล์มและน้ำมันต่างๆ เนื่องจากเชื้อเพลิงทดแทนบางชนิดสามารถหาได้ภายในประเทศ โดยอาจสามารถผลิตได้จากวัตถุดิบทางการเกษตร นอกจากนั้นยังมีการพิสูจน์แล้วว่าสารมลพิษในไอเสียจากการใช้เชื้อเพลิงทดแทนบางชนิดจะมีระดับต่ำกว่าน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซลและในกรณีที่เกิดวิกฤตการณ์ระหว่างประเทศซึ่งทำให้อาจไม่สามารถ

หาน้ำมันดิบมาผลิตเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อใช้ภายในประเทศได้อย่างเพียงพอนั้นเชื้อเพลิงทดแทนดังกล่าวจะสามารถเข้ามาแทนที่น้ำมันเชื้อเพลิงเดิมสำหรับใช้ในยานยนต์ได้ต่อไปซึ่งเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในรถยนต์ปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ดังต่อไปนี้

7.3.1 เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันเบนซิน

เครื่องยนต์ชนิดนี้สามารถแบ่งรูปแบบการใช้ก๊าซในรถยนต์ปัจจุบันได้ 2 รูปแบบดังต่อไปนี้

7.3.1.1 เครื่องยนต์เบนซินที่ใช้ NGV หรือ LPG เป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว (Dedicated Engine) เป็นเครื่องยนต์ที่ออกแบบให้ใช้ก๊าซ NGV หรือก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว โดยมีการออกแบบระบบเผาไหม้เชื้อเพลิงใหม่ทั้งหมดซึ่งในปัจจุบันจะเป็นรถที่ผลิตออกมาจากโรงงานรถยนต์โดยตรงเท่านั้น

7.3.1.2 เครื่องยนต์เบนซินที่สามารถใช้เชื้อเพลิงได้ 2 ประเภท หรือที่เรียกว่าเครื่องยนต์ระบบเชื้อเพลิงสองระบบ (Bi-Fuel Engine) ซึ่งเป็นเครื่องยนต์เบนซินที่มาติดตั้งอุปกรณ์ให้ก๊าซ NGV หรือก๊าซ LPG เพิ่มเติม โดยสามารถเลือกใช้ได้ทั้งน้ำมันเบนซิน และก๊าซ NGV หรือก๊าซ LPG ก็ได้ ซึ่งระบบนี้กำลังได้รับความนิยมมากที่สุด

7.3.2 เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซเพื่อทดแทนน้ำมันดีเซล

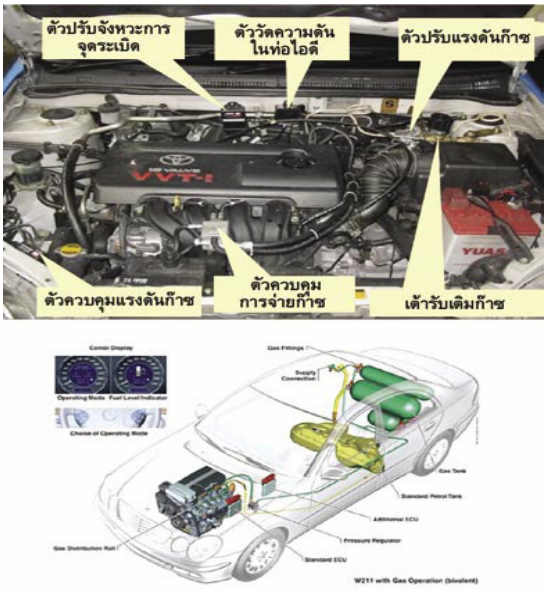
เครื่องยนต์ชนิดนี้สามารถแบ่งรูปการใช้ก๊าซในรถยนต์ปัจจุบันได้ 2 รูปแบบดังต่อไปนี้

7.3.2.1 เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้เป็นก๊าซเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว (Dedicated Engine) เป็นเครื่องยนต์ที่ออกแบบให้ใช้ก๊าซ NGV หรือก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว โดยมีการออกแบบระบบเผาไหม้เชื้อเพลิงใหม่ทั้งหมดซึ่งในปัจจุบันจะเป็นรถที่ผลิตออกมาจากโรงงานรถยนต์โดยตรง และมีรถยนต์ที่ทำการดัดแปลงเครื่องยนต์ภายหลัง ซึ่งวิธีการดัดแปลงเครื่องยนต์ธรรมดาให้ใช้ก๊าซ NGV หรือก๊าซ LPG เพียงอย่างเดียวนั้นได้รับความนิยมน้อยกว่ามาก

7.3.2.2 เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ก๊าซร่วมกับน้ำมันดีชีเซล หรือที่เรียกว่าเครื่องยนต์ระบบเชื้อเพลิงร่วม (Duel-Fuel Engine) เป็นเครื่องยนต์ดีเซลที่มาติดตั้งอุปกรณ์ให้ก๊าซ NGV หรือก๊าซ LPG เพิ่มเติม โดยขณะใช้น้ำมันดีเซลร่วมกับก๊าซ NGV หรือก๊าซ LPG ในอัตราส่วนประมาณ 75:25 จนถึง 50:50 โดยขึ้นอยู่กับสภาพของเครื่องยนต์ซึ่งระบบนี้ถ้าเชื้อเพลิงก๊าซหมดรถยนต์ก็จะสามารถใช้น้ำมันดีเซลอย่างเดียวต่อไปได้ระบบเชื้อเพลิงร่วมนี้กำลังได้รับความนิยมมากที่สุดในประเทศไทยปัจจุบัน ส่วนมากจะเป็นการใช้ก๊าซ NGV กับน้ำมันดีเซล เช่น รถบรรทุก เป็นต้น

8. การติดตั้งระบบเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติแบบ 2 ระบบ

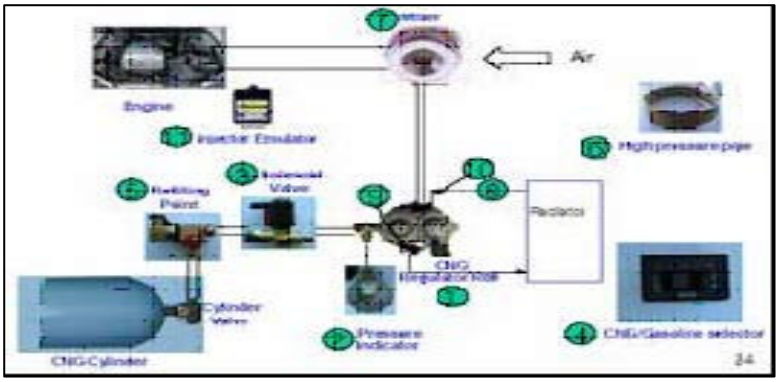
เครื่องยนต์เบนซินในรถยนต์นั่งส่วนบุคคลปัจจุบันสามารถติดตั้งก๊าซธรรมชาติ (NGV) หรือก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) โดยใช้ระบบเชื้อเพลิงแบบ 2 ระบบ (Bi-Fuel) ซึ่งในกรณี ที่ติดตั้งระบบเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas: CNG) แสดงรายละเอียดตาม ภาพที่ 18 โดยผู้ขับขี่สามารถเลือกใช้น้ำมันเบนซินสลับกับก๊าซ NGV ได้ตามความต้องการซึ่งการติดตั้งระบบเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติปัจจุบันแบ่งเป็น 2 ระบบย่อย ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 18 ระบบการติดตั้งก๊าซธรรมชาติในรถยนต์

ที่มา: การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2550)

8.1 ระบบดูดก๊าซ (Fumigation System) ดังแสดงในภาพที่ 19 ระบบนี้จะอาศัยการทำงานของระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์ เพียงแต่จะมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ผสมก๊าซกับอากาศ (Gas Mixer) ในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์และการเผาไหม้ก่อนที่จะจ่ายให้กับเครื่องยนต์ซึ่งระบบดูดก๊าซยังสามารถแบ่งระบบการควบคุมการจ่ายก๊าซออกเป็น 2 แบบคือ แบบวงเปิด (Open Loop) และแบบวงจรปิด (Closed Loop)



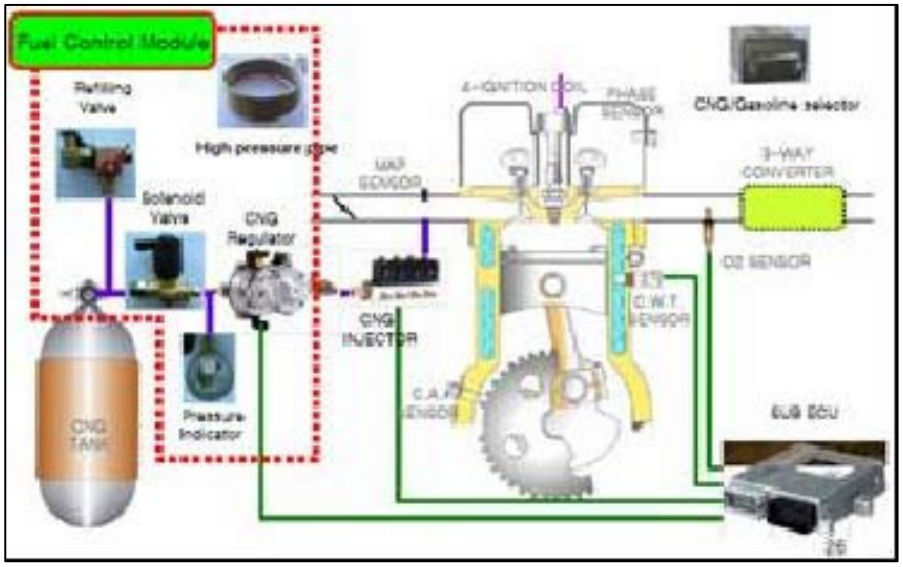
ภาพที่ 19 ระบบดูดก๊าซ (Fumigation System)
ที่มา: กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน (2550)

8.2 ระบบวงจรเปิด (Open Loop) การทำงานของระบบนี้โดยก๊าซจะเข้าไปผสมกับอากาศบริเวณท่อร่วมไอดีโดยอาศัยแรงดูดอากาศจากการทำงานของเครื่องยนต์ป้อนการเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ซึ่งปริมาณก๊าซที่จ่ายจะขึ้นอยู่กับการปรับตั้งสกรูที่ตัวปรับก๊าซหรือวาล์วจ่ายก๊าซที่ผู้ติดตั้งทำการปรับแต่งซึ่งจะทำให้ไม่สามารถควบคุมประสิทธิภาพการเผาไหม้ของก๊าซให้สมบูรณ์ได้ในทุกช่วงการทำงานของเครื่องยนต์

8.2.1 ระบบวงจรปิด (Closed Loop) การทำงานของระบบนี้จะคล้ายกับระบบวงจรเปิด แต่จะมีอุปกรณ์พิเศษขึ้นมา ซึ่งประกอบไปด้วยชุดควบคุมอิเล็กทรอนิคส์ (Electronic Control Unit) และชุดควบคุมการจ่ายก๊าซ (Actuator) เครื่องตรวจวัดตำแหน่งปีกผีเสื้อ (Throttle Position Sensor) และเครื่องตรวจวัดออกซิเจน (Oxygen Sensor) ซึ่งทั้ง 4 ตัวจะทำงานร่วมกันเพื่อควบคุมส่วนผสมระหว่างก๊าซกับอากาศให้พอดีและเหมาะสมกับการทำงานของเครื่องยนต์ตามสภาวะต่าง ๆ โดยปริมาณก๊าซที่จ่ายไปผสมรวมกับอากาศบริเวณท่อร่วมไอดีจะถูกควบคุมโดยชุดควบคุมการจ่ายก๊าซ ซึ่งจะมีชุดควบคุมอิเล็กทรอนิคส์คอยควบคุมการเปิด-ปิดของโซลินอยล์วาล์วอีกต่อหนึ่ง

ปริมาณก๊าซที่จ่ายออกไปจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของออกซิเจนที่เหลือจากการเผาไหม้ในท่อไอเสีย โดยใช้เครื่องตรวจวัดออกซิเจนและเครื่องตรวจวัดตำแหน่งการเปิด-ปิดของปีกผีเสื้อมาประมวลผลการทำงานเพื่อจ่ายก๊าซให้เหมาะสมกับการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ในทุกช่วงของการทำงาน

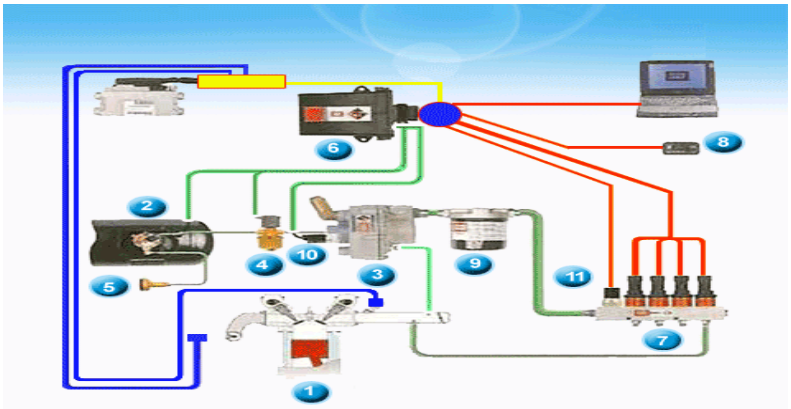
8.2.2 ระบบหัวฉีด (Injection) ดังแสดงในภาพที่ 20 ระบบนี้มีชื่อเรียกว่า Multipoint Injection System (MPI) หรือ Sequential Injection ซึ่งต้องอาศัยการทำงานของระบบจุดระเบิดเดิมของเครื่องยนต์เหมือนกับระบบดูดก๊าซเพียงแต่จะมีการจ่ายก๊าซด้วยหัวฉีดที่ท่อไอดีแยกของแต่ละสูบโดยเฉพาะและทำงานภายใต้การควบคุมของระบบ ECU (Electronic Control Unit) ซึ่งบางครั้งอาจจะชื่อเรียกอุปกรณ์ควบคุมที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตโดยระบบการทำงานที่มีการจ่ายก๊าซแยกแต่ละท่อไอดีจึงเป็นที่มาของการเรียกชื่อว่าระบบ Sequential Injection ซึ่งระบบนี้เหมาะสมสำหรับรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินที่มีระบบหัวฉีด EFI



ภาพที่ 20 ระบบหัวฉีด (Injection)
ที่มา: กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน (2550)

9. การติดตั้งระบบเชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลวแบบ 2 ระบบ

เครื่องยนต์เบนซินในรถยนต์นั่งส่วนบุคคลปัจจุบันสามารถติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) โดยใช้ระบบเชื้อเพลิงก๊าซแบบ 2 ระบบ (Bi-Fuel) ซึ่งแสดงรายละเอียด ในภาพที่ 21 โดยผู้ขับขี่สามารถเลือกใช้น้ำมันเบนซินสลับกับก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ได้ตาม ต้องการ ซึ่งการติดตั้งระบบเชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลวปัจจุบันแบ่งเป็น 4 ระบบย่อย ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 21 การติดตั้งระบบก๊าซปิโตรเลียมเหลวในรถยนต์
ที่มา: แก๊สไทย, www.gasthai.com (2551)

9.1 ระบบคาร์บูเรเตอร์แบบคงที่ หรือเรียกว่า “Fix Mixer” คือ ลักษณะการรีดความเร็วของอากาศจะนำผ่านทางรูของอุปกรณ์ผสมก๊าซ (Mixer) ทำให้เกิดการผสมผสานก๊าซกับอากาศได้ดีแล้วจ่ายทางลิ้นเข้าสู่กระบอกสูบ เพื่อทำการเผาไหม้โดยใช้หัวเทียนจุดระเบิดเพื่อให้เกิดพลังงาน ดังนั้นเพื่อให้เกิดการทำงานของระบบที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์แต่ละรุ่นจึงมีความจำเป็นต้องทราบขนาดรู Mixer ในรถแต่ละรุ่นว่าควรจะมีขนาดเท่าใด จึงจะเหมาะสมและต้องคำนึงความเหมาะสมของเครื่องยนต์ว่ามีความจุเท่าใดการเลือกระบบยังต้องอาศัยความชำนาญของช่างในการปรับจูนการจ่ายก๊าซ เพราะเป็นเรื่องค่อนข้างยากที่จะปรับจูนการจ่ายก๊าซให้เหมาะสมกับรถยนต์แต่ละรุ่น ถ้าปรับจูนก๊าซไม่ดีอาจทำให้เครื่องยนต์เกิดปัญหาทำงานได้ไม่เต็มที่ เช่น วิ่งไม่ออก เครื่องอืด ความเร็วปลายลดลงเป็นต้น

9.2 ระบบคาร์บูเรเตอร์แบบปรับค่า หรือเรียกว่า “Variable Mixer” คือ ลักษณะของการจ่ายก๊าซซึ่งจ่ายตามแรงดูดเครื่องยนต์ ซึ่งต่างกันกับระบบ Fix Mixer ที่มีการจ่ายก๊าซแบบคงที่ ไม่ว่าเครื่องยนต์จะมีความต้องการเท่าใด ซึ่งทำให้เกิดการสิ้นเปลืองก๊าซ แต่สำหรับระบบ Variable Mixer จะเป็นการจ่ายแปรผันตามความต้องการของเครื่องยนต์ทำให้สามารถใช้ก๊าซได้ มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้การปรับจูนก๊าซยังต้องอาศัยความชำนาญของช่างเป็นสำคัญซึ่งหลังการติดตั้ง มาแล้วเจ้าของรถยนต์อาจต้องกลับไปจูนก๊าซอีกครั้งเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับสภาพของเครื่องยนต์ด้วย

9.3 ระบบคาร์บูเรเตอร์แบบมีสัญญาณออกซิเจนเซนเซอร์ หรือเรียกว่า “Mixer Lamda Control” โดยระบบนี้จะพัฒนามาจากระบบ Fix Mixer เพื่อให้ใช้งานกับรถยนต์ที่มีระบบออกซิเจนเซนเซอร์ โดยอ้างอิงค่าจากสัญญาณแลมด้าที่ถูกแบ่งการทำงานเป็น 3 รูปแบบ คือ หนา พอดี บาง ซึ่ง “หนา” หมายถึง ปริมาณเชื้อเพลิงมาก “บาง” หมายถึง ปริมาณเชื้อเพลิงน้อยซึ่งหากสัญญาณส่งมาว่าส่วนผสมของปริมาณก๊าซกับออกซิเจนที่ใช้อยู่มีส่วนผสมหนาเกินไประบบเครื่องยนต์ก็จะลดการจ่ายก๊าซลงแต่หากสัญญาณส่งมาว่าส่วนผสมของปริมาณก๊าซกับออกซิเจนที่ใช้อยู่มีส่วนผสมบางเกินไประบบเครื่องยนต์ก็จะเพิ่มการจ่ายให้มากขึ้นซึ่งระบบนี้จะมีการปรับจูนค่าสัญญาณค่อนข้างคงที่และมีความใกล้เคียงกับระบบของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง

9.4 ระบบคาร์บูเรเตอร์ควบคุมร่วมกับ ECU หรือเรียกว่า “Stepping Motor” โดยลักษณะการทำงานของระบบดังกล่าวนี้จัดได้ว่าเป็นระบบที่มีความสมบูรณ์มากที่สุดเพราะในระบบมีการทำงานร่วมกับ ECU (Electronic Control Unit) ซึ่งจะมีการนำสัญญาณที่ได้มาประมวลผลเพื่อทำการบังคับ Stepping Motor ให้ทำการจ่ายก๊าซตามสัญญาณที่ประมวลได้ซึ่งระดับการจ่ายก๊าซจะมีอยู่ประมาณ 150-200 Step และในรถยนต์บางรุ่นอาจสูงถึง 300 Step ดังนั้นการลดมวลอากาศก็แทบจะไม่จำเป็นแต่ในเครื่องยนต์บางรุ่นอาจต้องปรับลดมวลอากาศให้เหมาะสมด้วย

10. อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งระบบเชื้อเพลิงก๊าซ

10.1 อุปกรณ์ระบบเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ (Compressed Natural Gas: CNG) ประกอบด้วยอุปกรณ์และหน้าที่การทำงานในลักษณะต่างๆกัน ดังต่อไปนี้

10.1.1 ถังก๊าซ (Gas Cylinder) มีหน้าที่เก็บก๊าซเชื้อเพลิงซึ่งต้องเป็นถังทนความดัน ซึ่งความดันสูงถึง 204 บาร์ หรือ 3000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ถังก๊าซจึงต้องมีความแข็งแรงมากเป็น พิเศษ โดยอาจทำมาจากวัสดุชนิดต่างๆ เช่น เหล็กหรืออลูมิเนียม หรือเรซินเสริมใยสังเคราะห์ก็ได้ขนาดของถังก๊าซที่ติดตั้งกับรถยนต์ส่วนบุคคลภายในประเทศโดยทั่วไปในปัจจุบันส่วนใหญ่จะเป็นถังเหล็กและนำเข้าจากต่างประเทศทั้งหมดโดยผ่านการรับรองจากการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยเพียง รายเดียวเท่านั้น โดยมีขนาดปริมาตรความจุประมาณ 70 ลิตร มีน้ำหนักประมาณ 63 กิโลกรัม เมื่อรวมกับน้ำหนักของก๊าซธรรมชาติที่บรรจุเต็มที่อีกประมาณ 15 กิโลกรัม จะทำให้มีน้ำหนักรวมประมาณ 78 กิโลกรัม ซึ่งจะทำให้มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากตัวรถยนต์เดิมอีก 78 กิโลกรัมนั้นจะได้ก๊าซเชื้อเพลิงเพียง 15 กิโลกรัม โดยจะทำให้รถวิ่งได้ไกลประมาณ 150 กิโลเมตร

10.1.2 วาล์วตัวถัง (Cylinder Valve or Tank Valve) อาจมีลักษณะต่างๆกัน เช่น วาล์วชุดหรือวาล์วเดี่ยว ซึ่งวาล์วชุดประกอบไปด้วยวาล์วย่อยๆ ได้แก่ Solenoid Valve เป็นวาล์วไฟฟ้าเพื่อป้องกันการจ่ายก๊าซจากถังเมื่อเครื่องยนต์ไม่ทำงาน Excess Flow Valve เป็นวาล์วระบายก๊าซเมื่อเกิดแรงดันเกินกำหนด Check Valve เป็นวาล์วที่ทำหน้าที่ป้องกันการจ่ายก๊าซเกินกำหนดและป้องกันการไหลย้อนกลับของก๊าซ สำหรับวาล์วเดี่ยว ได้แก่ Manual Valve เป็นวาล์วควบคุมการจ่ายก๊าซโดยใช้มือปรับหมุน Connection Valve หรือ Fill Up Valve เป็นวาล์วเติมก๊าซโดยวาล์วชุดที่มี Solenoid Valve จะมี Sensor เพื่อวัดปริมาณก๊าซในถังและจะสั่งตัดเมื่อมีการเติมก๊าซเกินเกณฑ์ที่กำหนดและสั่งให้เครื่องหยุดทำงานเมื่อขณะเติมก๊าซ

10.1.3 เต้ารับเติมก๊าซ (Fill Up Valve) มีหน้าที่รับก๊าซจากหัวจ่ายไปบรรจุลงในถังก๊าซที่ติดตั้งในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถ

10.1.4 หม้อต้ม (Evaporator) หรืออุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ (Gas PressureRegulator) เป็นอุปกรณ์ที่จะทำหน้าที่ลดความดันก๊าซจากถังก๊าซให้อยู่ในระดับที่จะใช้งานในเครื่องยนต์ เนื่องจากเมื่อลดความดันก๊าซแล้วก๊าซจะเย็นลงจนอาจทำให้เกิดน้ำแข็งเกาะหม้อต้มหรือ อุดตันทางไหล

ของก๊าซได้ จึงต้องใช้น้ำที่ระบายความร้อนจากเครื่องยนต์มาอุ่นไว้ในบางยี่ห้ออาจจะมีฟิวส์ระบายก๊าซเมื่ออุณหภูมิเกินกำหนด และมีเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิน้ำ หรือโซลินอยส์วาล์วและกรองก๊าซรวมอยู่ในตัวเดียวกัน

10.1.5 วาล์วไฟฟ้า (Solenoid Valve) ทำหน้าที่เป็นวาล์วระบบไฟฟ้าควบคุมการจ่ายก๊าซ เพื่อการป้องกันการจ่ายก๊าซจากถังเมื่อเครื่องยนต์ไม่ทำงาน บางยี่ห้ออาจมีตัวกรองก๊าซในตัวเพื่อกรองสิ่งสกปรกที่อยู่ในก๊าซ

10.1.6 อุปกรณ์ตัดการทำงานของเครื่องยนต์ (Filling Manual Valve) เป็น อุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่ตัดการทำงานของเครื่องยนต์ขณะเติมก๊าซ

10.1.7 กล่องควบคุม หรือเรียกว่า ECU (Electronic Control Unit) ทำหน้าที่ประมวลผลค่าที่ตรวจวัดได้จากเซ็นเซอร์ต่างๆและควบคุมการสั่งจ่ายก๊าซให้เหมาะสมกับสภาวะการทำงาน โดยจะสั่งตัดสัญญาณหัวฉีดน้ำมันและปั๊มเชื้อเพลิง ซึ่งในบางยี่ห้อจะรวมการควบคุมทุกอย่างอยู่ในกล่องเดียวกัน แต่ในบางรุ่นอาจจะแยกการทำงานออกไปในแต่ละระบบ

10.1.8 หัวฉีดก๊าซ (Injection) ทำหน้าที่จ่ายก๊าซเข้าสู่ห้องเผาไหม้โดยแยกแต่ละท่อไอดี ซึ่งจะทำงานตามการประมวลผลของ ECU

10.1.9 สายสัญญาณ (Harness Connector) ทำหน้าที่เชื่อมต่อสัญญาณและไฟฟ้าเข้ากับอุปกรณ์ตรวจวัดต่างๆ

10.1.10 กรองก๊าซ (Gas Filter) ทำหน้าที่กรองสิ่งสกปรกที่อยู่ในก๊าซ และ ช่วยยืดอายุการใช้งานของหัวฉีดและเครื่องยนต์

10.1.11 สวิตซ์เลือกชนิดเชื้อเพลิง (Switch) มีหน้าที่ตัดต่อระบบควบคุมเชื้อเพลิงชนิดที่ต้องการใช้เป็นตัวหลักในการขับเคลื่อนเครื่องยนต์ในบางรุ่นยังมีมาตรวัดระดับเชื้อเพลิงก๊าซและน้ำมันในถังหรือบอกชนิดเชื้อเพลิงที่เครื่องยนต์กำลังใช้งาน

10.1.12 ท่อนำก๊าซแรงดันสูง (High Pressure Vessel) เป็นท่อนำก๊าซทนแรงดันสูงซึ่งทำหน้าที่ส่งก๊าซจากถังไปยังหม้อต้มเพื่อปรับความดันและจ่ายไปยังเครื่องยนต์

10.1.13 ท่อยางนำก๊าซและท่อนำน้ำ (Gas Hose / Water Hose) เป็นท่อก๊าซยางทนแรงดันต่ำ ซึ่งจะทำหน้าที่นำก๊าซจากหม้อต้มจ่ายไปยังเครื่องยนต์สำหรับท่อนำน้ำจะทำหน้าที่ส่งนำร้อนจากระบบเข้าสู่หม้อต้ม เพื่อปรับอุณหภูมิของก๊าซ

10.2 อุปกรณ์ระบบเชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas: LPG) ประกอบด้วยอุปกรณ์และการทำงานในลักษณะต่างๆกัน ดังต่อไปนี้

10.2.1 ถังก๊าซ (Gas Cylinder /Tank) มีหน้าที่เก็บก๊าซเชื้อเพลิงซึ่งต้องเป็นถังรับความดัน โดยวัสดุส่วนใหญ่ทำมาจากเหล็กขนาดของถังก๊าซที่ติดตั้งกับรถยนต์ส่วนบุคคลและรถแท็กซี่โดยทั่วไปปัจจุบันส่วนจะเป็นถังเหล็ก โดยมีขนาดปริมาตรความจุประมาณ 58 ลิตร มีน้ำหนักประมาณ 25 กิโลกรัม ถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวจะมีความดันใช้งานปกติเพียง 9.5 บาร์ หรือ 140 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งในขนาดบรรจุและน้ำหนักถังระดับเดียวกันจะสามารถบรรจุก๊าซ ปิโตรเลียมเหลว (LPG) ได้สูงถึง 60 ลิตร จะทำให้รถยนต์สามารถวิ่งได้ระยะทางประมาณ 550-600 กิโลเมตร

10.2.2 วาล์วปริมาตร (Multivalve) เป็นวาล์วชุดประกอบไปด้วยวาล์วย่อยๆ 6 ชุด ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกันตามการออกแบบ ดังมีรายละเดียดดังนี้

10.2.2.1 Shut – Off Solenoid Valve เป็นวาล์วไฟฟ้าที่ควบคุมการเปิด-ปิดของวาล์วถังก๊าซเพื่อป้องกันการจ่ายก๊าซจากถังเมื่อเครื่องยนต์ไม่ทำงานโดยจะทำงานสัมพันธ์กับสวิทซ์ไฟที่กุญแจรถ

10.2.2.2 Stop Valve เป็นวาล์วที่ทำหน้าที่ป้องกันการเติมก๊าซเกิน 80% ของปริมาตรความจุของถังก๊าซ เพื่อให้มีพื้นที่รองรับการขยายตัวของก๊าซเมื่อโดนความร้อนและเกิดแรงดันเกินขนาดที่กำหนด

10.2.2.3 Pressure Relief Valve เป็นวาล์วที่ทำหน้าที่ลดแรงดันในถังก๊าซลงเมื่อพบว่าแรงดันเกินขนาดที่กำหนด

10.2.2.4 Excess Flow Valve เป็นวาล์วที่ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของก๊าซ โดยจะทำงานทันทีเมื่อท่อก๊าซแตกหัก หรือฉีกขาดหรือก๊าซไหลมากผิดปกติ

10.2.2.5 Check Valve เป็นวาล์วที่ทำหน้าที่ป้องกันการจ่ายก๊าซเกินกำหนด และป้องกันการไหลย้อนกลับของก๊าซในระบบเครื่องยนต์

10.2.2.6 Safety Valve เป็นวาล์วนิรภัยป้องกันก๊าซรั่วซึม โดยชุดมัลติวาล์วจะมี Sensor เพื่อวัดปริมาณก๊าซในถังและจะสั่งตัดเมื่อมีการเติมก๊าซเกินเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งประมาณ 80-85 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรถังก๊าซ

10.2.3 เต้ารับเติมก๊าซ (Fill Up Valve) มีหน้าที่รับก๊าซจากหัวจ่ายไปบรรจุลงในถังก๊าซที่ติดตั้งในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถ

10.2.4 หม้อต้ม (Vaporizer) หรืออุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ (Gas Pressure Reducer) เป็นอุปกรณ์ที่จะทำหน้าที่ลดความดันก๊าซจากถังก๊าซให้อยู่ในระดับที่จะใช้งานในเครื่องยนต์ เนื่องจากเมื่อลดความดันก๊าซแล้ว ก๊าซจะเย็นลงจนอาจทำให้เกิดน้ำแข็งเกาะหม้อต้มหรืออุดตันทางไหลของก๊าซได้ จึงต้องใช้น้ำที่ระบายความร้อนจากเครื่องยนต์มาอุ่นไว้ในบางยี่ห้ออาจจะมีฟิวส์ระบายก๊าซเมื่ออุณหภูมิเกินกำหนด และมีเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิน้ำหรือโซลินอยส์วาล์วและกรองก๊าซรวมอยู่ตัวเดียวกัน

10.2.5 วาล์วไฟฟ้า (Solenoid Valve) ทำหน้าที่เป็นวาล์วระบบไฟฟ้าควบคุมการจ่ายก๊าซเพื่อการป้องกันการจ่ายก๊าซจากถังเมื่อเครื่องยนต์ไม่ทำงานบางยี่ห้ออาจมีตัวกรองก๊าซในตัวเพื่อกรองสิ่งสกปรกที่อยู่ในก๊าซ

10.2.6 อุปกรณ์ปรับเวลาการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ (Timing Advance)หรือ ECU มีหน้าที่ปรับจังหวะการจุดระเบิดของหัวเทียนให้เหมาะสมกับการเผาไหม้นานกว่า น้ำมันเบนซิน ส่วนในระบบวงจรปิด (Closed Loop) จะเรียกว่า ECU ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมเซ็นเซอร์ต่างๆและในบางยี่ห้ออาจจะรวมอยู่ในตัวเดียวกันหรือแยกส่วนออกไปตามชนิดของการควบคุมและการทำงาน

10.2.7 อุปกรณ์ผสมก๊าซ (Gas Mixer) เป็นอุปกรณ์ผสมก๊าซกับอากาศ ซึ่งทำหน้าที่ผสมก๊าซกับอากาศในสัดส่วนที่เหมาะสมกับการเผาไหม้ก่อนจ่ายก๊าซเข้าห้องเผาไหม้

10.2.8 กรองก๊าซ (Gas Filter) ทำหน้าที่กรองสิ่งสกปรกที่อยู่ในก๊าซ และช่วยยืดอายุการใช้งานของหัวฉีดและเครื่องยนต์

10.2.9 สวิตซ์เลือกชนิดเชื้อเพลิง (Switch) มีหน้าที่ตัดต่อระบบควบคุมเชื้อเพลิงชนิดที่ต้องการใช้เป็นตัวหลักในการขับเคลื่อนเครื่องยนต์ ในบางรุ่นยังมีมาตรวัดระดับเชื้อเพลิงก๊าซและน้ำมันหรือบอกชนิดเชื้อเพลิงที่เครื่องยนต์กำลังใช้งาน

10.2.10 ท่อนำก๊าซ (Gas Hose) เป็นท่อนำก๊าซทนแรงดัน ซึ่งทำหน้าที่ส่งก๊าซจากถังไปยังหม้อต้มและจ่ายไปยังเครื่องยนต์

10.2.11 ท่อนำน้ำ (Water Hose) เป็นท่อนำน้ำซึ่งทำหน้าที่ส่งน้ำร้อนจากระบบหม้อน้ำของเครื่องยนต์เข้าสู่หม้อต้มเพื่อทำการปรับอุณหภูมิของก๊าซ LPG ก่อนส่งเข้าห้องเผาไหม้

11. ความแตกต่างของการติดตั้งเชื้อเพลิงในระบบดูดก๊าซกับระบบฉีดก๊าซ

ระบบเชื้อเพลิงก๊าซที่จะติดตั้งในรถยนต์มีอยู่ 2 ระบบ คือ ระบบดูดก๊าซ (Fumigation) และระบบฉีดก๊าซ (Injection) หรือ Multipoint Injection System (MPI) ซึ่งจากข้อมูลของกรมธุรกิจพลังงานและศูนย์บริการรับติดตั้งก๊าซในรถยนต์ได้เปรียบเทียบข้อมูลประสิทธิภาพจากการใช้งานทั้ง 2 ระบบไว้ โดยข้อมูลความแตกต่างของระบบดูดก๊าซกับระบบฉีดก๊าซแสดงดังตารางที่ 6 ดังนี้

ตารางที่ 6 ความแตกต่างระหว่างระบบดูดก๊าซ (Fumigation) และระบบฉีดก๊าซ (Injection)

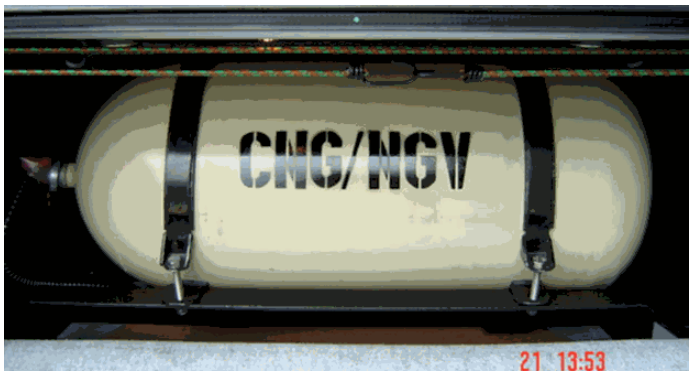
อัตราการใช้เชื้อเพลิง	ระบบฉีดก๊าซสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยกว่าระบบดูดก๊าซเล็กน้อย
อัตราการเร่งของเครื่องยนต์	ระบบฉีดก๊าซดีกว่าดูดก๊าซเล็กน้อย
ปริมาณมลพิษ	ระบบฉีดก๊าซต่ำกว่าระบบดูดก๊าซเล็กน้อย
การเผาไหม้ย้อนกลับ (Back Fire)	ระบบดูดก๊าซมีโอกาสเกิดมากกว่าระบบหัวฉีด (EFI)
การบำรุงรักษา ซ่อมแซม	ระบบดูดก๊าซดูแลง่ายกว่าและมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าระบบฉีดก๊าซ
เครื่องยนต์เบนซินที่มีระบบจ่ายน้ำมัน	ระบบฉีดก๊าซเหมาะสมกับหัวฉีด (EFI) เท่านั้น ส่วนระบบดูดก๊าซใช้ได้กับคาร์บูเรเตอร์และหัวฉีด
ค่าชุดอุปกรณ์ก๊าซ NGV และการติดตั้ง	ระบบฉีดก๊าซสำหรับเชื้อเพลิง NGV ราคาประมาณ 52000 – 65000 บาท
	ระบบดูดก๊าซสำหรับเชื้อเพลิง NGV ราคาประมาณ 30000 – 40000 บาท
ค่าชุดอุปกรณ์ก๊าซ LPG และการติดตั้ง	ระบบฉีดก๊าซสำหรับเชื้อเพลิง LPG ราคาประมาณ 30000 – 40000 บาท
	ระบบฉีดก๊าซสำหรับเชื้อเพลิง LPG ราคาประมาณ 12000 – 25000 บาท

ที่มา: แก๊สไทย, www.gasthai.com (2550)

12. มาตรฐานถังบรรจุก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas)

ถังที่ใช้บรรจุก๊าซธรรมชาติจะต้องสามารถรับแรงดันใช้งานจริงสูงมากโดยปกติอยู่ในช่วงระหว่าง 3,000-3,600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จึงต้องกำหนดแรงดันในการออก แบบให้สูงกว่าโดยได้ออกแบบแรงดันใช้งานสูงสุดที่ระดับ 4500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว วัสดุที่ใช้จึงต้องมีความแข็งแรง มาก สำหรับถังก๊าซแบบเดิมสำหรับรถ NGV โดยทั่วไปจะแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดหลักๆ คือ ถังที่ทำด้วยเหล็กหรืออลูมิเนียม และถังที่ทำด้วยพลาสติกและเสริมด้วยวัสดุใยแก้วโดยขนาดถังที่ติดตั้งอยู่ในรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในประเทศไทยปัจจุบันนี้ส่วนมากจะเป็นถังเหล็กและมีขนาด ความจุประมาณ 70 ลิตร (น้ำ) และน้ำหนักอยู่ในช่วงระหว่าง 65-85 กิโลกรัมโดยเมื่อรวมกับ น้ำหนัก ก๊าซ NGV ที่บรรจุเต็มถังอีกประมาณ 15 กิโลกรัมจะมีน้ำหนักรวมประมาณ 80-100 กิโลกรัม ซึ่งถือว่ามีน้ำหนักค่อนข้างมากสำหรับถังก๊าซในปัจจุบันยังจะมีการพัฒนาเพื่อให้น้ำหนักถังเบาลงให้มีความทนทานเพิ่มมากขึ้น ซึ่งในปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมจะมีการผลิตถังอยู่ 4 ชนิดดังนี้

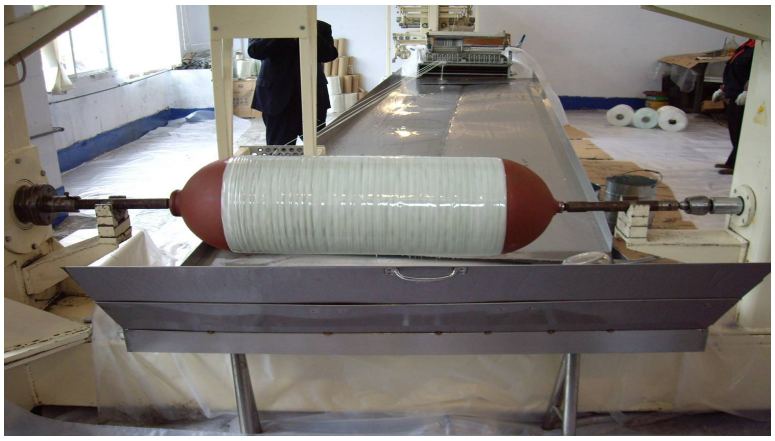
12.1 ชนิดที่ 1 เรียกว่า CNG-1 หรือ NGV-1 : ทำด้วยเหล็ก ดังแสดงในภาพที่ 22



ภาพที่ 22 ถังบรรจุก๊าซธรรมชาติ NGV-1

ที่มา: กรมการขนส่งทางบก, www.dlt.go.th (2550)

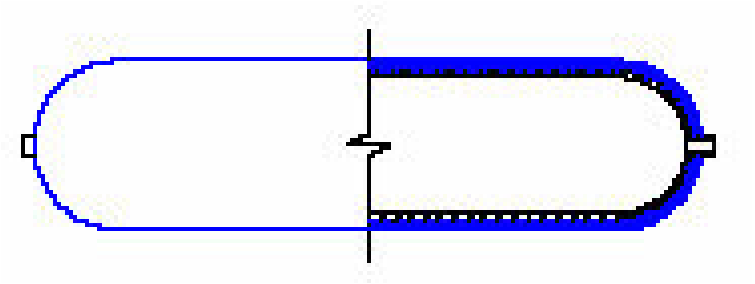
12.2 ชนิดที่ 2 เรียกว่า CNG-2 หรือ NGV-2 : ทำด้วยเหล็ก หรือ อลูมิเนียมและหุ้มด้วยวัสดุใยแก้วหรือเส้นใยคาร์บอนล้อมรอบตัวถัง ดังแสดงตัวอย่างแสดงในภาพที่ 23



ภาพที่ 23 ถังบรรจุก๊าซธรรมชาติ ประเภท NGV-2

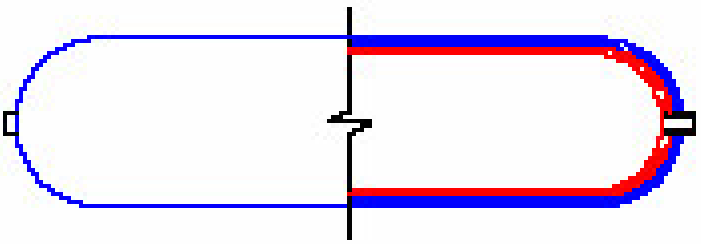
ที่มา: กรมการขนส่งทางบก, www.dlt.go.th (2550)

12.3 ชนิดที่ 3 หรือเรียกว่า CNG-3 หรือ NGV-3 : ทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมที่บางกว่าชนิดที่ 2 และหุ้มด้วยวัสดุใยแก้วหรือเส้นใยคาร์บอนตลอดตัวถัง ดังตัวอย่างแสดงในภาพที่ 24



ภาพที่ 24 ถังบรรจุก๊าซธรรมชาติ ประเภท NGV-3
ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (2550)

12.4 ชนิดที่ 4 หรือเรียกว่า CNG-4 หรือ NGV-4 : ทำด้วยแผ่นพลาสติกและหุ้มด้วยวัสดุใยแก้วและเส้นใยคาร์บอนผสมกัน ดังตัวอย่างแสดงในภาพที่ 25



ภาพที่ 25 ถังบรรจุก๊าซธรรมชาติ ประเภท NGV-4
ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (2550)

ชนิดแรกจะมีน้ำหนักมากที่สุด แต่ต้นทุนต่ำที่สุด ส่วนชนิดที่ 3 และ 4 มีน้ำหนักเบากว่าแต่ต้นทุนค่อนข้างสูงโดยสามารถเปรียบเทียบชนิดของวัสดุที่ใช้ทำถังบรรจุก๊าซเป็นอัตราส่วนร้อยละให้เห็นความแตกต่างได้ตามรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 7 ดังนี้

ตารางที่ 7 ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำถังบรรจุก๊าซธรรมชาติ

ชนิด	วัสดุที่ใช้ทำถังก๊าซ	ต้นทุน (%)	น้ำหนัก (%)
1	เหล็ก	40	100
2	เหล็ก + วัสดุใยแก้ว	80	65
	อลูมิเนียม + เส้นใยคาร์บอน	90	55
3	อลูมิเนียม + วัสดุใยแก้ว	90	45
	อลูมิเนียมบาง + เส้นใยคาร์บอน	100	30
4	พลาสติก + วัสดุใยแก้ว ผสมเส้นใยคาร์บอน	90	25

ที่มา: กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน (2549)

การรับรองมาตรฐานจของถังบรรจุก๊าซธรรมชาติมีหน่วยงานทั้งที่เป็นภาครัฐและหน่วยงานอาสาสมัครเข้ามา ดำเนินการ ได้แก่ มาตรฐาน NGV-2, FMVSS 304, CSA B-51 Part 2, ISO/DIS 11439 และ UN/ECE R110 เป็นต้น

12.5 NGV 2 เป็นมาตรฐานของหน่วยงานอาสาสมัครของสหรัฐอเมริการับรองโดย สถา บันมาตรฐานแห่งชาติสหรัฐอเมริกา : The American National Standards Institute (ANSI) เมื่อเดือน สิงหาคม 2535 มาตรฐานในส่วนนี้เป็นการกำหนดเงื่อนไขในการทดสอบคุณภาพของถังเพื่อการรับ ประกันคุณภาพ

12.6 FMVSS 304 เป็นกฎระเบียบที่ออกโดย The U.S. Department of Transportation National Highway Traffic Safety Administration (DOT-NHTSA) เนื่องจากในช่วงที่ผ่านมาอุตสาหกรรมผลิตรถ NGV ประสบปัญหาในเรื่องคุณภาพของถังซึ่งเกิดรอยแตกและทำให้เกิดการรั่วของก๊าซ หน่วยงานดังกล่าวจึงได้ออก มาตรฐานความปลอดภัยสำหรับรถ NGV ซึ่งมีผลบังคับใช้ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2539 โดยกฎระเบียบนี้กำหนดให้มีการทดสอบคุณภาพของถังบรรจุก๊าซเพื่อความปลอดภัย การทดสอบจะครอบคลุมในเรื่องของการระเบิด รอบการใช้งาน การถูกไฟไหม้และการรั่วซึม

12.7 CSA B-51 Part 2 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศแคนาดาที่กระจายอำนาจให้ท้องถิ่น รับรองมาตรฐานของถังบรรจุก๊าซได้ ซึ่งรับรองโดยมาตรฐานแห่งประเทศแคนาดา : Cannadian Standard Association

12.8 ISO/DIS 11439 พัฒนามาจาก ISO TC 58/SC3/WG 17 โดยคณะกรรมการซึ่งอยู่ภายใต้องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการกำหนดมาตรฐาน : The International Organization for Standardization

12.9 UN/ECE R110 เป็นมาตรฐานที่ออกโดยคณะกรรมการเศรษฐกิจของยุโรปแห่งสหประชาชาติ : United Nation Economic Commission for Europe

13. การควบคุมมาตรฐานถังก๊าซ

ประเทศไทยได้มีการพิจารณาเรื่องการกำหนดให้มาตรฐานข้างต้นดังกล่าวเป็นมาตรฐานของประเทศไทยด้วย และในช่วงกว่าสามปีที่ผ่านมา คณะกรรมการของ ISO/DIA 11439, NGV 2 และ CSA B-51 Part 2 ได้มี การปรับประสานมาตรฐานให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานที่ จำเป็นต้องมีการทดสอบ โดยครอบคลุมถึงสภาพการใช้งานประกันคุณภาพ การทดสอบวัสดุที่ใช้การทดสอบการผลิต และการทดสอบคุณสมบัติของถัง ดังนี้

13.1 สภาพการใช้งาน (Service Conditions) ได้กำหนดมาตรฐานการออกแบบการทดสอบและความปลอดภัยของถังบรรจุก๊าซให้มีอายุการใช้งานไม่เกิน 20 ปี ที่ระดับแรงดัน 200-240 บาร์ (200-240 เท่าของบรรยากาศ) ณ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส (หรือเท่ากับ 3,000-3,600ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ณ อุณหภูมิ 70 องศาฟาเรนไฮท์) และกำหนดให้ถังบรรจุก๊าซต้องมีการตรวจ สอบทุกๆ 3 ปี

13.2 การรับประกันคุณภาพ (Quality Assurance) เกี่ยวข้องกับระยะเวลาในการทดสอบและตรวจสอบคุณภาพของถัง เพื่อให้ผู้ผลิตทำการผลิตถังได้มาตรฐานการออกแบบและทดสอบซึ่งส่วนใหญ่จะควบคุม ดูแลโดยหน่วยงานของรัฐ และมีคณะกรรมการ NGV 2 เป็นผู้กำหนดแนวทางปฏิบัติในด้านนี้ ทั้งนี้ผู้ผลิตซึ่งมีระบบตรวจสอบคุณภาพจะต้องมีการลงทะเบียนให้เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 9001-9002 เพื่อนำไปสู่การตรวจสอบและทดสอบการผลิตหรืออาจจ้างผู้ตรวจสอบ

อิสระ เข้ามาทำหน้าที่ตรวจสอบ และทดสอบระบบคุณภาพของผู้ผลิตเป็นระยะๆ โดยผู้ตรวจสอบจะต้องให้การรับรองว่า วัสดุที่ใช้และการออกแบบเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

13.3 วัสดุการทดสอบวัสดุที่ใช้ (Materials and Material Testing) ตัวถังบรรจุก๊าซที่เป็นถังชั้นนอก และถังชั้นใน ต้องทำด้วยเหล็ก หรืออลูมิเนียมซึ่งได้รับการทดสอบแล้วว่ามีความแข็งแรงทนต่อแรงกระทบ และการผุกร่อน ในส่วนที่เสริมด้วยเส้นใยต้องทำจากเส้นใยคาร์บอนและเส้นใยแก้วตามสัดส่วนที่กำหนด ซึ่งทดสอบแล้วว่าทนต่อแรงระเบิดได้ นอกจากนี้ เรซินที่ใช้เคลือบ ต้องเป็นวัสดุพลาสติกที่ทำให้อ่อนตัวได้โดยใช้ความร้อน โดยคุณสมบัติเดิมไม่เปลี่ยนแปลง (Thermoplastic) หรือเป็นพลาสติกชนิดที่ถูกความร้อนครั้งหนึ่งแล้วก็หมดคุณสมบัติในการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Thermosetting Plastic)

13.4 การทดสอบการผลิต (Batch and Production Testing) เป็นการสุ่มตัวอย่างในการผลิตแต่ละครั้ง เพื่อทดสอบให้มั่นใจว่าในการผลิตถังบรรจุแต่ละครั้ง มีการออกแบบและทำตัวถังเหมือนกันทุกครั้ง หรือมีความคงที่ในกระบวนการผลิตโดยไม่มีการปรับลดคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการผลิต การทดสอบจะรวมถึงการขยายตังของถังชั้นนอก และถังชั้นใน การเคลือบการรั่ว ความสมดุลของของเหลว การระเบิด และระยะเวลาการใช้งาน เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีความชำรุดเสียหายหรือรอยร้าวของถัง

13.5 การทดสอบคุณสมบัติของถัง (Qualification Testing) เป็นการทดสอบเพื่อให้มั่นใจว่าการออกแบบถังบรรจุก๊าซจะมีความปลอดภัยตลอดอายุการใช้งานโดยจะมีการทดสอบ เมื่อมีการออกแบบถังใหม่หรือมีการปรับปรุงถังที่ใช้งานอยู่แล้วการทดสอบคุณสมบัติของถังมี หลายวิธีดังนี้

13.5.1 การทดสอบการระเบิด (Burst) เพื่อให้มั่นใจว่าการออกแบบถังมีพื้นฐานที่สมบูรณ์ และมีการเสริมใยตามอัตราส่วนที่กำหนดได้

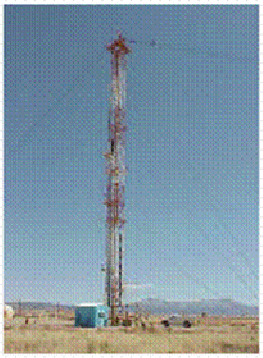
13.5.2 การทดสอบรอบการใช้งานในสภาพบรรยากาศ (Ambient Cycling) เป็นการทดสอบการรั่วหรือการแตกร้าวของถัง โดยทดสอบรอบการใช้งานระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน

13.5.3 การทดสอบการไหม้ไฟ (Bonfire) เป็นการทดสอบโดยนำถังบรรจุก๊าซไปวางไว้ในกองไฟ ณ ระดับแรงดันใช้งานที่ 25% และ 100% เพื่อตรวจสอบการออกแบบและการติดอุปกรณ์ลดแรงดันของถังที่เหมาะสม ดังแสดงในภาพที่ 26 ดังนี้

ภาพที่ 26 การทดสอบการไหม้ไฟ (Bonfire) ถังบรรจุก๊าซเชื้อเพลิง
ที่มา: แก๊สไทย, www.gasthai.com (2550)

13.5.4 การทดสอบการทนต่อการแตกร้าว (Flow Tolerance) เป็นการใช้เครื่องจักรทดสอบภายนอกของถังเพื่อตรวจสอบความคงทนต่อการแตกร้าวของถัง

13.5.5 การทดสอบการตกจากที่สูง (Drop) เป็นการทดสอบการปล่อยถังตกมาจากที่สูง ตามแนวนอนที่ระดับความสูง 3 เมตร ลงบนพื้นคอนกรีต และตามแนวตั้งที่ระดับความสูง 1.8 เมตร เพื่อตรวจสอบการรั่ว หรือรอยแตกซึ่งมาจากการตกลงจากที่สูง ดังภาพที่ 27



ภาพที่ 27 การทดสอบการตกจากที่สูง
ที่มา: กรมวิทยาศาตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์ (2549)

13.5.6 การทดสอบโดยใช้ปืนยิง (Gunfire) เป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบความแข็งแรงของถัง โดยใช้อาวุธปืนขนาดลำกล้อง 30 มิลลิเมตร มีความเร็วของวิธีการยิงที่ 850 เมตรต่อวินาที ซึ่งพบว่าไม่มีผลต่อการทำให้ถังเสียหายแต่อย่างใด ดังแสดงในภาพที่ 28 ดังนี้

ภาพที่ 28 การทดสอบโดยใช้ปืนยิง (Gunfire)
ที่มา: กรมวิทยาศาตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์ (2550)

14. มาตรฐานอุปกรณ์ระบบเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ

สำหรับอุปกรณ์ต่างๆที่นอกเหนือจากถังก็ต้องมีมาตรฐานควบคุมก่อนที่จะนำไปใช้ เช่น ระบบวาล์วชนิดต่างๆ เช่น ลิ้นเปิดปิดอัตโนมัติ (Automatic Valve) ลิ้นป้องกันการไหลเกิน (Access Flow Valve) ท่อนำก๊าซ (Gas Tubing) เต้ารับเติมก๊าซหรืออุปกรณ์เติมก๊าซ (Filing Receptacle) เป็นต้น โดยในปัจจุบันประเทศไทยจะยึดตามมาตรฐานสากลสำหรับอุปกรณ์ทุกชนิดที่เกี่ยวกับระบบเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติในรถยนต์ ดังนี้

14.1 มาตรฐาน ISO/DIS 11500 เป็นมาตรฐานซึ่งกำหนดโดยองค์กรระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน : International Organization for Standardization

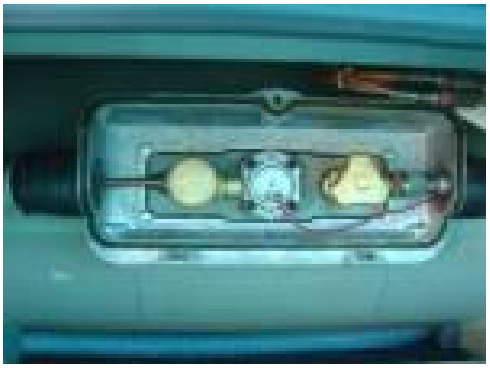
14.2 มาตรฐาน UN/ECE R110 (NGV) เป็นมาตรฐานคุณภาพสำหรับอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้กับ NGV ซึ่งกำหนดโดยคณะกรรมการเศษรฐกิจของยุโรปแห่งสหประชาชาติ: United Nation Economic Commission for Europe

15. มาตรฐานถังบรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas)

ถังที่ใช้บรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลวสำหรับใช้ในรถยนต์จะต้องสามารถรับแรงดันใช้งานจริงได้ในระดับ 140-160 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จึงต้องกำหนดแรงดันในการออกแบบให้สูงกว่าโดยได้ออกแบบแรงดันใช้งานสูงสุดที่ระดับ 240 ปอนด์ต่อตารางนิ้ววัสดุที่ใช้จึงต้องมีความแข็งแรงเพียงพอ สำหรับถังก๊าซ LPG ในรถยนต์โดยทั่วไปจะทำมาจากเหล็กโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้กำหนดให้มาตรฐานเหล็กที่จะใช้ผลิตถังเป็นชนิดเหล็กกล้าคาร์บอนรีดร้อนแผ่นม้วน แผ่นแถบ แผ่นหนา แผ่นบาง สำหรับงานถังก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ซึ่งวัสดุต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.2060-2543

ผลิตภัณฑ์ถังก๊าซที่ได้จากกระบวนการผลิตของโรงงานผู้ผลิตถังก๊าซที่จะนำไปใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายในจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.370-2525 ซึ่งในปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมจะมีการผลิตถังก๊าซที่ใช้ในรถยนต์อยู่ 3 ชนิด ดังต่อไปนี้

15.1 ชนิดที่ 1 ถังก๊าซแบบวาล์วแยก เป็นถังก๊าซปิโตรเลียมเหลว ที่นิยมใช้กันมากในประเทศไทย โดยส่วนใหญ่จะผลิตจากโรงงานภายในประเทศ เช่น บริษัท ชื่นศิริ จำกัด ผลิตถัง LPG ยี่ห้อ Linh เป็นต้น ซึ่งหากเป็นถังวาล์วแยกรุ่นใหม่จะมีการติดตั้งเซ็นเซอร์เพื่อวัดปริมาณก๊าซในถังด้วย โดย Sensor จะทำหน้าที่ตัดการจ่ายก๊าซทันทีเมื่อเติมก๊าซได้ที่ระดับ 85% ของปริมาตรของการบรรจุ นอกจากนี้ยังมีการติดตั้งวาล์วนิรภัย (Safety Valve) เพื่อป้องกันก๊าซรั่วอีกด้วย ดังแสดงในภาพที่ 29



ภาพที่ 29 ถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวแบบวาล์วแยก
ที่มา: แก๊สอิน, www.In-gas.com (2549)

15.2 ชนิดที่ 2 ถังก๊าซแบบมัลติวาล์ว เป็นถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่มีวาล์วปริมาตรซึ่งทำหน้าที่รับก๊าซเข้าในถัง และปล่อยก๊าซออก ติดตั้งอยู่ในหน้ากากอันเดียวกันโดยลักษณะการทำงานของวาล์วปริมาตรจะควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าตลอดเวลา และจะมีเซ็นเซอร์วัดปริมาณก๊าซในถัง ซึ่ง Sensor ดังกล่าวจะทำหน้าที่ตัดการจ่ายก๊าซทันทีเมื่อมีการเติมก๊าซได้ 85% ของปริมาตรบรรจุในถัง และนอกจากนี้ยังมีการติดตั้งวาล์วนิรภัย (Safety Valve) เพื่อป้องกันก๊าซรั่วอีกด้วย สำหรับประเทศไทยปัจจุบันจะมีการผลิตถังก๊าซแบบมัลติวาล์วเพิ่มมากขึ้นตามความต้องการของตลาดแต่ต้นทุนการผลิตภัณฑ์มัลติวาล์วจะสูงกว่าถังก๊าซแบบวาล์วแยกดังแสดงในภาพที่30

ภาพที่ 30 ถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวแบบมัลติวาล์ว
ที่มา: แก๊สอิน, http://www.In-gas.com (2549)

15.3 ชนิดที่ 3 ถังก๊าซแบบโดนัท เป็นถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวแบบมัลติวาล์วชนิดหนึ่งเพียงแต่มีรูปลักษณ์ที่แตกต่างกัน โดยถังโดนัทจะเหมาะสำหรับรถที่ไม่มีพื้นที่เก็บถังก๊าซ เช่น เชฟโรเลต ซาฟิรา หรือ ฮอนด้า ซีอาร์-วี เป็นต้น ซึ่งถังแบบโดนัทนี้ต้องผลิตได้ตามมาตรฐาน ECE R.67.01 โดยเป็นมาตรฐานที่ใช้กันมากในประเทศแถบยุโรป สำหรับในประเทศไทย ถังก๊าซแบบโดนัทยังไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานจากสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (สมอ.) เพราะยังไม่มีการให้คำนิยามและยังไม่เคยมีการผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศแต่อาจมีการผลิตเพื่อการส่งออกเพียงอย่างเดียว และยังมีต้นทุนสูงกว่าถังก๊าซชนิดอื่นด้วย ดังแสดงในภาพที่ 31

ภาพที่ 31 ถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวแบบโดนัท
ที่มา: แก๊สอิน, http://www.In-gas.com (2549)

16. มาตรฐานอุปกรณ์ระบบเชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลว

สำหรับอุปกรณ์ต่างๆที่นอกเหนือจากถังก็ต้องมีมาตรฐานควบคุมก่อนที่จะนำไปใช้เพื่อให้เกิดความปลอดภัย เช่น ชุดวาล์วอัตโนมัติหรือวาล์วปริมาตร ซึ่งประกอบด้วยวาล์วย่อยๆ ได้แก่ Solenoid Valve เป็นวาล์วไฟฟ้าเพื่อป้องกันการจ่ายก๊าซจากถังเมื่อเครื่องยนต์ไม่ทำงาน Overfill Protection Device Safety Release Valve เป็นวาล์วเพื่อป้องกันการเติมก๊าซเกินมาตรฐานที่ กำหนด Excess Flow Valve เป็นวาล์วระบายก๊าซเมื่อเกิดแรงดันเกินมาตรฐานที่กำหนด Check Valve เป็นวาล์วที่ทำหน้าที่ป้องกันการจ่ายก๊าซเกินกำหนดและป้องกันการไหลย้อนกลับของก๊าซในระบบเครื่องยนต์ และ Safety Valve เป็นวาล์วนิรภัยป้องกันก๊าซรั่วซึมโดยชุดมัลติวาล์วจะมี Sensor เพื่อวัดปริมาณในถังและจะสั่งตัดเมื่อมีการเติมก๊าซเกินเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งประมาณ 80-85 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรถังก๊าซ นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์อื่นๆ เช่น ท่อนำก๊าซ (Gas Tubing) เต้ารับ เติมก๊าซหรืออุปกรณ์เติมก๊าซ (Filling Receptacle) เป็นต้น โดยในปัจจุบันประเทศไทยจะยึดตามมาตรฐานสากลสำหรับอุปกรณ์ทุกชนิดที่เกี่ยวกับระบบเชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลวในรถยนต์ ดังต่อไปนี้

16.1 มาตรฐาน ISO/DIS 11500 เป็นมาตรฐานซึ่งกำหนดโดยองค์กรระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐาน : International Organization for Standardization

16.2 มาตรฐาน UN/ECE R67 (LPG) เป็นมาตรฐานคุณภาพสำหรับอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้กับก๊าซ LPG ซึ่งกำหนดโดยคณะกรรมการเศรษฐกิจ ของยุโรปแห่งสหประชาชาติ:
United Nation Economic Commission for Europe

17. ขนาดถังบรรจุก๊าซเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์

17.1 ขนาดถังบรรจุก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas) เป็นถังก๊าซ NGV ที่ใช้ในรถยนต์โดยทั่วๆไป ซึ่งมีรายละเอียดตามตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ขนาดถังบรรจุก๊าซธรรมชาติ

ขนาดความจุ (ลิตร)	ยี่ห้อและประเทศผู้ผลิต	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
60	EKSC : อินเดีย	267	1325	64
60	NK (Scan) : เกาหลี	273	1300	60
60	BTIC (Scan) : จีน	246	925	46
69	Cilbras (White Marlin): บราซิล	340	950	68
70	Faber: อิตาลี	356	910	63
70	ECK: อินเดีย	366	940	77
70	ECK (Scan Inter): อินเดีย	356	940	77
70	Inflex (Scan Inter): อาร์เจนตินา	356	940	77
70	PARS: อิหร่าน	355	985	77
71	MAT (IFT): บราซิล	356	975	78
77	NK (Scan Inter): เกาหลี	356	900	74
80	BTIC (Bestlin): จีน	356	1020	85
90	NK (Scan Inter): เกาหลี	279	1645	102
100	Faber: อิตาลี	406	915	90
100	EKC: อิตาลี	466	1010	89
140	Faber: อิตาลี	356	1270	99
140	Faber: อิตาลี	356	1660	101

ที่มา: ST Auto Gas Rayong (2549)

17.2 ขนาดถังบรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas) เป็นถังก๊าซที่ใช้ในรถยนต์โดยทั่วไป มีทั้งถังที่ผลิตจากต่างประเทศและผลิตในประเทศโดยถังที่ผลิตจากต่างประเทศจะมีขนาดต่างๆ เช่น 25, 36, 48, 58, 64, 75 และ 96 ลิตร โดยขนาด 25 ลิตรจะนิยมใช้ติดในรถตุ๊ก-ตุ๊ก ส่วนขนาด 48 ลิตรจะติดในรถเก๋ง 1500-1600 ซีซีทั่วไป รวมถึงรถแท็กซี่ และขนาดถัง 58 ลิตรขึ้นไปจะติดในรถเก๋งขนาดใหญ่ เช่น รถยุโรป เป็นต้น ซึ่งการเลือกขนาดถังจะขึ้นกับความต้องการของผู้ที่ต้องการติดตั้งและความเหมาะสมกับพื้นที่ของรถด้วย สำหรับถังก๊าซ LPG ที่ผลิตภายในประเทศ จะแสดงรายละเอียดตามตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ขนาดถังบรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลว

ขนาดความจุ (ลิตร)	ยี่ห้อและประเทศผู้ผลิต	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
40	Linh : ไทย	310	607	16.6
45	Linh : ไทย	310	676	18.1
50	Linh : ไทย	310	745	19.6
55	Linh : ไทย	310	814	21.1
60	Linh : ไทย	310	883	22.6
65	Linh : ไทย	310	952	24.1
70	Linh : ไทย	310	1020	25.6
40	Linh : ไทย	330	484	17.9
50	Linh : ไทย	330	544	20.8
60	Linh : ไทย	330	605	23.7
70	Linh : ไทย	330	665	26.6
80	Linh : ไทย	330	726	29.5
90	Linh : ไทย	330	787	32.4
35	Linh : ไทย	330	847	15.2
40	Linh : ไทย	330	908	16.6
45	Linh : ไทย	360	476	18.1
50	Linh : ไทย	360	578	19.6

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ขนาดความจุ (ลิตร)	ยี่ห้อและประเทศผู้ผลิต	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
55	Linh : ไทย	360	680	21.0
60	Linh : ไทย	360	784	22.5
65	Linh : ไทย	360	886	24.0
70	Linh : ไทย	360	989	25.5

ที่มา: บริษัท ชื่นศิริ จำกัด (2549)

18. การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของก๊าซธรรมชาติกับก๊าซปิโตรเลียมเหลว

18.1 ก๊าซธรรมชาติที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ (Natural Gas for Vehicle) มีข้อเปรียบเทียบระหว่างก๊าซ โดยแยกเป็นข้อดีและข้อเสียดังต่อไปนี้

18.1.1 ข้อดีของก๊าซธรรมชาติ (NGV)

18.1.1.1 เป็นเชื้อเพลิงที่มีประสิทธิภาพสูงมีการเผาไหม้สมบูรณ์

18.1.1.2 การเผาไหม้สมบูรณ์ ปราศจากไอเสีย ลดการสร้างก๊าซเรือนกระจก

18.1.1.3 มีความปลอดภัยสูงในการใช้งานเนื่องจากเบากกว่าอากาศจึงลอยตัวขึ้นเมื่อเกิดการรั่วไหล

18.1.1.4 มีราคาถูกกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ เช่น น้ำมัน และก๊าซ LPG

18.1.1.5 ผลิตได้ภายในประเทศและช่วยลดการนำเข้าพลังงานน้ำมัน

18.1.1.6 ช่วยประหยัดค่าเชื้อเพลิงอื่นๆสำหรับใช้รถยนต์

18.1.2 ข้อเสียของก๊าซธรรมชาติ (NGV)

18.1.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้งานทั้งหมดมีราคาแพงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

18.1.2.2 สถานีบริการ NGV มีน้อยยังไม่ทั่วถึงครอบคลุมทุกพื้นที่โดยเฉพาะในต่างจังหวัด

18.1.2.3 ถังบรรจุก๊าซมีน้ำหนักมากเนื่องจากต้องทนแรงดันสูง ทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น

18.1.2.4 ความจุของปริมาณก๊าซในถัง NGV มีน้อยกว่า LPG ทำให้ต้องเติมก๊าซบ่อยครั้ง

18.1.2.5 เสียพื้นที่ในการบรรทุกของในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถ

18.1.3 ก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานยนต์ (Liquefied Petroleum Gas) มีข้อเปรียบเทียบระหว่างก๊าซ โดยแยกเป็นข้อดีข้อเสียต่อไปนี้

18.1.3.1 ข้อดีของก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)

18.1.3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งมีราคาถูกกว่า NGV เพราะมีการพัฒนาการใช้งานในรถยนต์มานานและได้รับความนิยมมากกว่า

18.1.3.1.2 เป็นเชื้อเพลิงที่มีประสิทธิภาพ มีการเผาไหม้สมบูรณ์ปราศจากมลพิษ

18.1.3.1.3 มีความปลอดภัยสูงในการใช้งานเมื่อเทียบกับน้ำมันเบนซิน

18.1.3.1.4 มีราคาถูกกว่าน้ำมันเบนซินและดีเซล

18.1.3.5 ผลิตได้ภายในประเทศช่วยลดการนำเข้าพลังงานน้ำมัน

18.1.3.6 ช่วยประหยัดค่าเชื้อเพลิงอื่นๆสำหรับผู้ใช้รถยนต์

18.1.3.2 ข้อเสียของก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)

18.1.3.2.1 มีความปลอดภัยน้อยเนื่องจากก๊าซหนักกว่าอากาศเมื่อเกิดการรั่วไหลจะกระจายอยู่ตามพื้นราบ

18.1.3.2.2 เสียพื้นที่ใช้สอยในการบรรทุกของในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถ

18.1.3.2.3 รัฐบาลไม่มีมาตรการส่งเสริมและสร้างแรงจูงใจให้กับผู้ใช้ก๊าซ LPG

18.1.3.2.4 แนวโน้มรัฐบาลปล่อยราคาก๊าซ LPGลอยตัวจะทำให้ราคาเพิ่มสูงขึ้น

19. การเปรียบเทียบคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติกับก๊าซปิโตรเลียมเหลว

สำหรับความแตกต่างในคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas) และคุณสมบัติของก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas) แสดงรายละเอียดในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของ LPG และ NGV

คุณสมบัติ	**ปัจจัย**	**ก๊าซธรรมชาติ (NGV)**	**ก๊าซปิโตรเลียม (LPG)**
สถานะปกติของก๊าซ		ก๊าซเบากว่าอากาศ	ก๊าซหนักกว่าอากาศ
จุดเดือด (องศาเซลเซียส)		-161	-42.1
อุณหภูมิจุดติดไฟในอากาศอัตโนมัติ (องศาเซลเซียส)		538-732	490-550
ช่วงติดไฟในอากาศ (ร้อยละปริมาตร)	Max	15.0	10.4
	Min	5.3	2.1
ค่าออกเทน	RON	120	105
	MON	120	97

ที่มา: การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2549)

20. การเปรียบเทียบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงก๊าซกับน้ำมัน

คุณสมบัติของเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas) เชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas) และน้ำมันเชื้อเพลิง ได้แก่ น้ำมันเบนซิน (Gasoline) และน้ำมันดีเซล (Diesel) ที่ใช้ในรถยนต์ปัจจุบัน โดยแสดงรายละเอียดในตารางที่ 11 ดังนี้

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบการใช้ก๊าซ NGV และก๊าซ LPG และน้ำมันเชื้อเพลิง

ข้อเปรียบเทียบ	ก๊าซธรรมชาติ (NGV)	ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)	น้ำมันเบนซิน (Gasoline)	น้ำมันดีเซล (Diesel)
สถานะ	ก๊าซ	ก๊าซและเก็บในรูปของเหลว	ของเหลว	ของเหลว
ความหนาแน่น	เบากว่าอากาศ จึงไม่มีสะสมเมื่อเกิดการรั่วไหล	หนักกว่าอากาศ จึงเกิดการสะสมซึ่งเป็นอันตราย	หนักกว่าอากาศ	หนักกว่าอากาศ
ขีดจำกัดการติดไฟ (% by Volume)	5.3-15.0 %	2.1-10.4 %	1.4-7.6 %	0.6-7.5 %
อุณหภูมิจุดติดไฟ (องศาเซลเซียส)	538-732	490-550	275	250

ที่มา: การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2549)

21. การเปรียบเทียบมวลสารจากไอเสียของเครื่องยนต์

ชนิดและปริมาณมวลสารจากเครื่องยนต์ที่ถูกปล่อยออกในอากาศและส่งผลกระทบต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม จะขึ้นกับประเภทของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องยนต์ โดยแสดงรายละเอียดในตารางที่ 12 ดังนี้

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบมวลสารจากไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้ NGV กับ LPG และน้ำมันเบนซิน

ชนิดมวลสาร	ก๊าซธรรมชาติ (NGV)	ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)	น้ำมันเบนซิน (Gasoline)
คาร์บอนมอนออกไซด์ (ร้อยละปริมาตร)	0.04	0.04	0.08
ไฮโดรคาร์บอน (ส่วนในล้านส่วน)	1700	1600	2200

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ชนิดมวลสาร	ก๊าซธรรมชาติ (NGV)	ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)	น้ำมันเบนซิน (Gasoline)
ไนโตรเจนออกไซด์ (ส่วนในล้านส่วน)	300	900	1400
คาร์บอนไดออกไซด์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	8.5	11.7	14.5

ที่มา: การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2549)

22. การเปรียบเทียบต้นทุนการติดตั้งระบบเชื้อเพลิงก๊าซในรถยนต์

ปัจจัยที่มีอิทธิพลกับการตัดสินใจติดตั้งระบบเชื้อเพลิงก๊าซในรถยนต์นั่งส่วนบุคคล ซึ่งมักเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอัตราการใช้พลังงานของประเทศ คือ ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบเชื้อเพลิงก๊าซ โดยรวมทั้งการติดตั้งระบบเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ (Compressed Natural Gas) และการติดตั้งระบบเชื้อเพลิงปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas) ซึ่งแสดงรายละเอียดในตารางที่ 13 ดังนี้

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบค่าติดตั้งระบบเชื้อเพลิงก๊าซ NGV กับ LPG (รถยนต์นั่งส่วนบุคคล)

ชนิดเครื่องยนต์	ระบบเชื้อเพลิง	ก๊าซธรรมชาติ (NGV)	ต้นทุนค่าติดตั้ง (บาท)	ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)	ต้นทุนค่าติดตั้ง (บาท)
เบนซิน (คาร์บูเรเตอร์)	Fumigation (Open Loop)	Tank Cap. 70 Liter	30000	Tank Cap. 75 Liter	12000
	Fumigation (Close Loop)	Tank Cap. 70 Liter	42000	Tank Cap. 75 Liter	25000

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ชนิดเครื่องยนต์	ระบบเชื้อเพลิง	ก๊าซธรรมชาติ (NGV)	ต้นทุนค่าติดตั้ง (บาท)	ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)	ต้นทุนค่าติดตั้ง (บาท)
เบนซิน (คาร์บูเรเตอร์)	Fumigation (Open Loop)	Tank Cap. 70 Liter	30000	Tank Cap. 75 Liter	12000
	Fumigation (Close Loop)	Tank Cap. 70 Liter	42000	Tank Cap. 75 Liter	25000
เบนซิน (หัวฉีด)	Injection	Tank Cap. 70 Liter	52000-65000	Tank Cap. 75 Liter	30000-40000
ดีเซล	Fumigation (ธรรมดา)	Tank Cap. 70 Liter	30000-40000	Tank Cap. 75 Liter	12000-25000
	Fumigation (ECU)	Tank Cap. 70 Liter	52000-65000	Tank Cap. 75 Liter	30000-40000

ที่มา: Auto Gas Rayong (2549)

23. การเปรียบเทียบราคาเชื้อเพลิงที่ใช้ในรถยนต์ปัจจุบัน

ราคาเชื้อเพลิงปัจจุบันมีความผันผวนค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับในอดีตที่ผ่านมาโดยเฉพาะราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่ปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจะส่งผลต่อการตัดสินใจเปลี่ยนระบบเชื้อเพลิงของผู้ใช้รถยนต์ค่อนข้างมาก โดยจะแสดงรายละเอียดในตารางที่ 15 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบราคาจำหน่ายเชื้อเพลิงสำหรับยานยนต์

ชนิดเชื้อเพลิง	ราคาจำหน่าย (บาท/ลิตร)
เบนซิน 91	32.99
ก๊าซโซฮอล์	29.99
ดีเซล	30.94

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ชนิดเชื้อเพลิง	ราคาจำหน่าย (บาท/ลิตร)
ก๊าซธรรมชาติ (NGV)	8.5 (บาท/กิโลกรัม)
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)	18.13 (บาท/กิโลกรัม)

ที่มา: การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2551)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ระบบคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เสริมประกอบ

1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ASUS A8E series

1.2 เครื่องพิมพ์ชนิดใช้คอมแพ็ก

2. โปรแกรม

2.1 โปรแกรมสร้างภาพเสมือน FDS & Smokeview Version 4.05 สำหรับเขียนข้อมูลพื้นฐาน (Input file) ที่จะใช้เป็นโครงสร้างฐานข้อมูล (Data structure) เพื่อประมวลผลในโปรแกรม DOS

2.2 โปรแกรมสร้างภาพเสมือน PyroSim โดยได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท Thunderhead Engineer Consultant Incorporation ประเทศสหรัฐอเมริกาสำหรับนำมาใช้สร้างภาพเสมือนที่จะนำออกสู่ข้อมูลพื้นฐานที่จะใช้เป็นแบบจำลองหลักที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

2.3 โปรแกรม Microsoft office 2003 ใช้ในการจัดทำเอกสาร

3. ระบบปฏิบัติการ

3.2 Microsoft Window XP

วิธีการ

1. ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับรถยนต์ (รถแท็กซี่) ที่ใช้เป็นแบบในการจำลองสถานการณ์

รถยนต์บริการสาธารณะ (รถแท็กซี่) ต้นแบบขนาด 1,600 CC. นี้ มีขนาดภายนอก ดังนี้ ความยาวประมาณ 4.53 เมตร ความกว้างประมาณ 1.075 เมตร สูงประมาณ 1.48 เมตร ขนาดห้องโดยสาร ความยาวประมาณ 1.915 เมตร ความกว้างประมาณ 1.430 เมตร ความสูงประมาณ 1.230 เมตร ความยาวช่วงล้อ 2.6 เมตร ความกว้างช่วงล้อ หน้าและหลัง 1.480 x 1.460 เมตร ระดับความต่ำสูงจากพื้น 0.16 เมตร น้ำหนักรถประมาณ 1,125 กิโลกรัม ปริมาตรเก็บสัมภาระส่วนท้าย 430 ลิตร เบาะหนัง

2. ข้อมูลอุบัติเหตุเกี่ยวกับรถยนต์ที่ติดตั้งก๊าซปิโตรเลียม LPG และ NGV เป็นเชื้อเพลิง

ข้อมูลสถิติเกี่ยวกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นเนื่องจากเกิดไฟไหม้ก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas) และก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas) พบว่าจำนวนความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุมีไม่บ่อยครั้ง แต่หลังจากที่เกิดอุบัติเหตุพบว่ามีผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจำนวนมาก เพราะมีสาเหตุเนื่องจากก๊าซเชื้อเพลิงที่ติดตั้งเป็นก๊าซไวไฟ มีการลุกติดไฟอย่างรวดเร็วรวมทั้งเมื่อเกิดเหตุหากระบบและอุปกรณ์ป้องกันชำรุด หรือไม่มีประสิทธิภาพอาจทำให้เกิดการลุกไหม้อย่างรวดเร็วและนำไปสู่การระเบิด ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ข้อมูลสถิติอุบัติเหตุที่เกี่ยวกับก๊าซ CNG และก๊าซ LPG ที่ติดตั้งในรถยนต์

วันที่	เหตุการณ์	สถานที่	ความเสียหาย
20 ก.ย 2547	ผู้นำรถยนต์นั่งส่วนบุคคล วอลโว่ รุ่น 940 มาเติม NGV ในปั๊มในตอนเหนือของ กทม. และได้ระเบิดขึ้นอย่างรุนแรงที่กระโปรงท้ายรถทำให้รถยนต์พังเสียหายและเพดานหลังคลุมตู้จ่ายเสียหาย (เจ้าของรถได้นำรถไปดัดแปลงเพื่อใช้ NGV โดยไปซื้อถังบรรจุก๊าซดังกล่าวมาจากโรงงานซ่อมตัวถังรถยนต์แห่งหนึ่งทำการติดตั้งเองไม่ ได้ผ่านการตรวจสอบตามระเบียบและกฎหมาย)	กทม.	รถเสียหาย

ตารางที่ 15 (ต่อ)

วันที่	เหตุการณ์	สถานที่	ความเสียหาย
10 ต.ค 2549	รถยนต์ใช้ก๊าซ LPG ระเบิดเนื่องจากถังก๊าซรั่วจังหวะเดียวกับขั้วแบตเตอรี่ในห้องเครื่องรถเกิดช็อตเป็นประกายไฟ ทำให้เพลิงลุกไหม้และระเบิด	บ้านโป่ง ราชบุรี	ผู้ได้รับบาดเจ็บ
17 พ.ค 2549	ถังก๊าซ LPG ในรถยนต์ระเบิดที่ประเทศบราซิลเกิดจากเจ้าของรถนำรถที่ติดตั้งถังก๊าซ LPG 1 ใบ (สีขาว) และถังก๊าซ CNG 1 ใบ (สีชมพู)ไปเติมก๊าซ CNG ที่สถานี ปรากฏว่าถังที่ออกแบบสำหรับใช้บรรจุก๊าซ LPG ระเบิด	ประเทศบราซิล	รถเสียหาย ผู้ได้รับบาดเจ็บ
20 พ.ย 2549	นำถังก๊าซ LPG มาดัดแปลงเพื่อเติมก๊าซ NGV ในรถวอลโว่โดยเกิดการระเบิดขึ้นขณะเติมก๊าซ NGV เคยเติมมา 2 ครั้งแต่ไม่ระเบิดปกติถังที่บรรจุ NGV ต้องรับความดันได้ไม่ต่ำกว่า 14.7 บาร์ต่อ ตร.ม แต่ถังที่ระเบิดเป็นถังของก๊าซ LPG ที่รับแรงดันได้แค่ 10 บาร์เมื่อนำมาเติม NGV จึงระเบิดขึ้น		
14 ต.ค 2549	เหตุเกิดที่ จ. นครปฐม มีรถโตโยต้า วีออส สีเทาดำเกิดอุบัติเหตุขับรถชนท้ายรถหลังจากนั้นเกิดไฟลุกไหม้ขึ้นที่ห้องเครื่องก่อนมีเสียงระเบิดดังสนั่นกระโปรงหน้ารถกับหลังคากระเด็น	นครปฐม	
5 ก.พ 2550	เกิดเหตุรถแท็กซี่สีส้ม ยี่ห้อโตโยต้า ลิโม ของสหการณ์บวรแท็กซี่ จำกัดสภาพรถแท็กซี่บริเวณกระโปรงท้ายรถถูกไฟไหม้จนถึงกระจกท้ายรถภายในท้ายรถมีถังบรรจุก๊าซ LPG ถูกลุกไหม้ เจ้าหน้าที่จึงใช้สารเคมีเพื่อดับไฟ มีผู้บาดเจ็บ 4 ราย ผู้โดยสาร กล่าวว่าได้เรียกรถมาจากสายใต้ และมีของจำนวนมากจึงไปใส่ไว้ท้ายรถเมื่อมุดเข้าไปเพื่อจัดของท้ายรถ ได้กลิ่นก๊าซออกมาว่าจะเรียกคนขับ แต่ไม่ทันเรียกก็มีไฟลุกขึ้นที่ถังอย่างรวดเร็ว จึงทำให้ได้รับบาดเจ็บ	รามคำแหง กทม.	มีผู้ได้รับบาดเจ็บ

ตารางที่ 15 (ต่อ)

วันที่	เหตุการณ์	สถานที่	ความเสียหาย
12 มี.ค 2550	เกิดเหตุเพลิงไหม้รถแท็กซี่มิตซูท้ายเบนซ์ ถ.เพชรเกษม คนขับเล่าว่าเห็นควันพุ่งออกมาจากใต้คอนโซนด้านซ้ายภายในรถ เลยจอดเข้าข้างทาง จากนั้นไฟก็ลุกไหม้ขึ้นเลยรีบไปปิดวาล์วก๊าซที่ถังท้ายรถจากนั้นไฟก็ลุกท่วมทั้งคัน ในรถมีถังก๊าซ LPG ที่มีก๊าซเต็มและไม่มีน้ำมันในถังน้ำมันเลย จากการสอบสวนเกิดจากไฟฟ้าช็อตเพราะมีกลิ่นคล้ายสายไฟไหม้ก่อนเกิดเหตุอาจจะมาจากการดัดแปลงติดตั้ง อุปกรณ์ที่ไม่ได้คุณภาพ	www.gasthai.com	
28 เม.ย 2550	ไฟไหม้รถแท็กซี่บริเวณเครื่องยนต์ จากนั้นลุกลามไหม้ตัวรถทั้งคันทำให้ถังก๊าซด้านกระโปรงท้ายรถเกิดระเบิดขึ้น	ถนนพหลโยธิน	รถถูกไฟไหม้เสียหาย
9 ส.ค 2550	รถ Mazda 2 ประตู มีการติดตั้ง LPG เป็นเชื้อเพลิงเกิดการระเบิดขึ้นเนื่องจากเกิดก๊าซรั่วในรถแต่ไม่ได้สังเกตจึง จุดไฟแช็กเพื่อสูบบุหรี่จึงเป็นสาเหตุของก๊าซระเบิดมีผู้เสียชีวิต และผู้บาดเจ็บจากการสูดก๊าซเข้าไป	http://www.stuff.co.nz	
2 ต.ค 2550	รถ ฟอร์ด แอสแค็ป สีเทาดำ จ.หนองคายเกิดเหตุไฟไหม้รถยนต์ ซึ่งเป็นรถติดตั้งก๊าซ LPG แต่เจ้าของรถแจ้งว่าไม่ได้ใช้ระบบจ่ายเชื้อเพลิงจากถังก๊าซ แต่ใช้น้ำ-มันแทน เกิดควันไฟบริเวณห้องเครื่องด้านหน้ารถไม่นานเกิดไฟลุกไหม้บริเวณใต้ฝากระโปรงรถแล้วไฟลุกลามทั่วทั้งคัน	www.gasthai.com	
1 ธ.ค 2550	มีผู้เสียชีวิต 1 คน เมื่อรถติดตั้ง NGV เกิดการระเบิดขึ้นโดยการระเบิดเกิดขึ้นเมื่อนำรถเบนซ์ไปเติมก๊าซเชื้อเพลิงได้ 30 วินาที และมีการคุยโทรศัพท์ทันทีจึงทำให้เกิดการระเบิดขึ้น	NGV Explosion in Malaysia	

ตารางที่ 15 (ต่อ)

วันที่	เหตุการณ์	สถานที่	ความเสียหาย
30 มี.ค 2551	รถหัวลากพ่วงยี่ห้อ อีซูซุ ที่ติดตั้งถังก๊าซ เอ็นจีวี เกิดระเบิดขึ้นในปั๊ม ปตท. ขณะเติมก๊าซหลังจากต่อหัวจ่ายก๊าซเข้ากับช่องเติมของถังก๊าซที่ติดตั้งอยู่กับรถหัวลากและจ่ายเข้าถังได้ประมาณ 5 นาที	ปั๊ม ปตท. ถนนบางนา-ตราด	ปั๊มได้รับความเสียหาย
20 ธ.ค 2550	รถเก๋ง บีเอ็มดับเบิลยู เกิดเพลิงลุกลามไหม้ห้องโดยสารรถคันดังกล่าวติดตั้งก๊าซเอ็นจีวีเกิดรั่ว และไหม้ลุกลามโดยมีเปลวไฟและควันดำพุ่งออกจากห้องเครื่องจากนั้นก็เกิดลุกไหม้และการระเบิด	ลำปาง	รถเสียหาย
14 ธ.ค 2550	เพลิงไหม้รถโฟล์คที่ติดตั้งก๊าซแอลพีจีที่ท้ายตัวถังรถเกิดกลุ่มควันจากห้องเครื่องและเกิดเพลิงลุกไหม้อย่างรวดเร็ว	หนังสือพิมพ์มติชน	คนเสียชีวิต
10 มี.ค 2550	รถฟอร์ด แอสแค็ป ติดตั้งก๊าซแอลพีจีเกิดกลุ่มควันจากห้องเครื่อง และเกิดเพลิงไหม้	สงขลา	รถเสียหาย
8 เม.ย 2551	รถนิสสันติดตั้งก๊าซ เอ็นจีวี เกิดเพลิงไหม้เนื่องจากได้กลิ่นรั่วของก๊าซและมีการสตาร์ทเครื่องยนต์จึงทำให้เกิดประกายไฟจึงเกิดเพลิงไหม้ขึ้นจากห้องเครื่อง	ชลบุรี	รถเสียหาย

จากตัวอย่างเหตุการณ์การเกิดอุบัติเหตุในตารางที่ 15 จึงได้ทำการจำลองการเหตุเพลิงไหม้ของรถยนต์บริการสาธารณะ (รถแท็กซี่) ที่ใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว และก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง โดยใช้โปรแกรม PyroSim ในการสร้างส่วนประกอบของรถต้นแบบจาก ขนาดจริง รวมถึงส่วนประกอบต่างๆของรถยนต์ ซึ่งรถยนต์ที่นำมาเป็นต้นแบบดังแสดงในภาพที่ 32

ภาพที่ 32 รถยนต์ต้นแบบที่ใช้เป็นแบบจำลองการรั่วของก๊าซเชื้อเพลิง
ที่มา: บริษัทโตโยต้ามอเตอร์(ประทศไทย) (2550)

โดยในการจำลองรถยนต์บริการสาธารณะต้นแบบนี้จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ PyroSim โดยใช้ฟังก์ชั่น Tools ที่มีลักษณะการทำต้นแบบทั้ง 2D View และ 3D View สร้างส่วนประกอบหลักต่างๆของรถยนต์ขึ้นมา นอกจากนี้ส่วนประกอบที่เป็นก๊าซเชื้อเพลิงภายในห้องสัมภาระท้ายรถ ซึ่งประกอบด้วย ถังก๊าซขนาดบรรจุ 58 ลิตรสำหรับบรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลว และถังก๊าซขนาดบรรจุ 70 ลิตรสำหรับบรรจุก๊าซธรรมชาติ

3. การป้อนข้อมูลคุณสมบัติของก๊าซเชื้อเพลิง

ในการวิเคราะห์ลักษณะเกิดเพลิงไหม้ของก๊าซนั้น จำเป็นต้องนำข้อมูลคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของก๊าซมาเป็นพารามิเตอร์ ในการกำหนดรูปแบบของการวิเคราะห์ โดยข้อมูลคุณสมบัติของก๊าซปิโตรเลียมเหลวจะมีรายละเอียดตามตารางที่ 16 และข้อมูลคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติจะมีรายละเอียดตามตารางที่ 17 ตามลำดับ

ตารางที่ 16 คุณสมบัติของก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas: LPG)

Physical Property	**Propane 70% Mixing Butane 30%**	
Specific Gravity of Vapor	1.671	kg/m^3
Boiling Point Temperature	-42.1	$^{\circ}C$
Freezing Point Temperature	-187.8	$^{\circ}C$
Latent Heat of Vaporization	785	KJ/Kg

ตารางที่ 16 (ต่อ)

Physical Property	Propane 70% Mixing Butane 30%	
Molecular Weight	44.09	g/mol
Specific Heat	2.512	KJ/Kg-K
Explosion Flammability in Air by % Volume	2.1-10.4	% Vol
Auto Ignition Temperature at 1 atm.	490-550	$^{\circ}C$
*Density of Air (Reference)	1	kg/m^3
*Density of Water (Reference)	1	kg/m^3

ที่มา: West Virginia University (Alternative Fuel Vehicle) (2006)

ตารางที่ 17 คุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas for Vehicle: NGV)

Physical Property	Methane	
Specific Gravity of Vapor	0.55	kg/m^3
Boiling Point Temperature	-161.5	$^{\circ}C$
Freezing Point Temperature	-182.5	$^{\circ}C$
Latent Heat of Vaporization	510	KJ/Kg
Molecular Weight	16.043	g/mol
Specific Heat	5.915	KJ/Kg-K
Explosion Flammability in Air by % Volume	5.3-15	% Vol
Auto Ignition Temperature at 1 atm.	538-732	$^{\circ}C$
*Density of Air (Reference)	1	kg/m^3
*Density of Water (Reference)	1	kg/m^3

ที่มา: West Virginia University (Alternative Fuel Vehicle) (2006)

4. ศึกษาการใช้โปรแกรม PyroSim ร่วมกับการใช้โปรแกรม FDS

ประยุกต์ใช้โปรแกรม PyroSim ร่วมกับโปรแกรม FDS เพื่อศึกษาการสร้างภาพเสมือนเพื่อการวิเคราะห์ผลการทดลองจะใช้ลักษณะการเคลื่อนที่ของไฟในพื้นที่ปิดล้อม (Encloser) และพื้นที่ที่เป็นแบบโซน (Zone Model) มาทำนายหรือคาดคะเนระดับความรุนแรงของอุณหภูมิความร้อน ค่าฟลั๊กความร้อนที่แผ่รังสีและอัตราเผาไหม้ส่งผลให้เกิดควันขึ้นภายในห้องโดยสารที่อยู่ใกล้กับห้องเก็บสัมภาระท้ายรถที่มีการติดตั้งก๊าซเชื้อเพลิงและลุกลามต่อไปทั่วทั้งรถยนต์ในช่วงเวลาที่กำหนดเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นและหามาตรการหรือแนวทางลดระดับความรุนแรงที่เกิดขึ้นจนถึงขั้นปลอดภัย

5. ศึกษาการใช้โปรแกรม Fire Dynamics Simulator (FDS)

ทำการประมวลผลข้อมูลที่เขียนตามคำสั่งที่สถาบัน NIST กำหนดบนเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้ทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดโดยฐานข้อมูลที่ต้องการผลลัพธ์ คือ อุณหภูมิ ของความร้อนที่เกิดขึ้นในห้อง หน่วยเป็น องศาเซลเซียส และค่าฟลั๊กความร้อนที่แผ่รังสีภายใน ห้อง หน่วยเป็น kW/m^2 รวมทั้งอัตราการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นเมื่อวัสดุถูกเผาไหม้ หน่วยเป็น kg/sec

6. วิเคราะห์ผลการทดลองและการทดสอบแบบจำลอง

การวิเคราะห์ผลการทดลองจะใช้ลักษณะการเคลื่อนที่และการลุกลามของเปลวไฟในพื้นที่ปิดล้อมหรือภายในห้องโดยสารที่อยู่ใกล้ห้องเก็บสัมภาระท้ายรถที่มีการติดตั้งก๊าซเชื้อเพลิงมาทำนายและคาดคะเนระดับของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิความร้อน ค่าฟลั๊กความร้อนที่แผ่รังสีและการเผาไหม้ในช่วงเวลาที่กำหนดและเป็นกรณีที่เป็นเหตุการณ์ที่เลวร้ายที่สุด

ผลและวิจารณ์

ผล

ผลจากการจำลองสถานการณ์การเกิดเพลิงไหม้ถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติที่ติดตั้งภายในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถแท็กซี่ ที่ระยะเวลา 75 วินาที ซึ่งได้ทำการศึกษา 2 ลักษณะด้วย กัน คือ

1. จำลองสถานการณ์การเกิดเพลิงไหม้ถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติที่ติดตั้งในห้องสัมภาระท้ายรถแท็กซี่ซึ่งมีวัสดุที่กั้นระหว่างห้องสัมภาระกับห้องโดยสารเป็นพลาสติก หนา 0.0005 เมตร

พบว่าก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีอัตราการปลดปล่อยความร้อนสูงสุด 7,808 กิโลวัตต์และก๊าซธรรมชาติอยู่ที่ 8,733 กิโลวัตต์ ในระยะเวลา 0.1 วินาทีเท่ากัน และมีอัตราการเผาไหม้สูงสุดเท่ากันที่ 0.6 กิโลกรัมต่อวินาที ค่าฟลั๊กซ์ความร้อนที่ เกิดจากการเผาไหม้ ก๊าซปิโตรเลียมเหลวอยู่ระหว่าง 0-45 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร และก๊าซธรรมชาติอยู่ระหว่าง 0-25 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร อุณหภูมิที่เกิดจากการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติภายในห้องเก็บสัมภาระ 1,253 องศาเซลเซียส และ 803 องศาเซลเซียสในระยะเวลา 0.2 วินาที ตามลำดับ และอุณหภูมิภาย ในห้องโดยสารจากการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว คือ 467 องศาเซลเซียสในระยะเวลา 57 วินาที และก๊าซธรรมชาติที่ 456 องศาเซลเซียสในระยะเวลา 20.9 วินาที

2. จำลองสถานการณ์การเกิดเพลิงไหม้ถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติที่ติดตั้ง ใน ห้องสัมภาระท้ายรถแท็กซี่ซึ่งมีวัสดุที่กั้นระหว่างห้องสัมภาระกับห้องโดยสารเป็นเหล็กหนา 0.0005 เมตร

พบว่าก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีอัตราการปลดปล่อยความร้อน 7,793 กิโลวัตต์และก๊าซธรรมชาติอยู่ที่ 8,717 กิโลวัตต์ ในระยะเวลา 0.1 วินาทีเท่ากัน และมีอัตราการเผาไหม้เท่ากันที่ 0.6 กิโลกรัมต่อวินาที ค่าฟลั๊กซ์ความร้อนที่ เกิดจากการเผาไหม้ ก๊าซปิโตรเลียมเหลวอยู่ระหว่าง 0-0.45 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร และก๊าซธรรมชาติอยู่ระหว่าง 0-4.5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร อุณหภูมิที่เกิด จากการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติภายในห้องเก็บสัมภาระ

1,238 องศาเซล เซียส และ 828 องศาเซลเซียสในระยะเวลา 0.2 วินาที ตามลำดับ และอุณหภูมิภายในห้องโดยสาร จากการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว คือ 54 องศาเซลเซียสในระยะเวลา 8.3 วินาที และก๊าซธรรม ชาติที่ 426 องศาเซลเซียสในระยะเวลา 19.9 วินาที

จากการจำลองสถานการณ์ทั้ง 2 ลักษณะจะเห็นได้ว่าวัสดุที่กั้นระหว่างห้องเก็บสัมภาระกับห้องโดยสารที่เป็นพลาสติก ซึ่งมีอุณหภูมิภายในห้องโดยสาร จากการเผาไหม้ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว คือ 467 องศาเซลเซียสในระยะเวลา 57 วินาที และ ก๊าซธรรมชาติที่ 456 องศาเซลเซียสในระยะเวลา 20.9 วินาที เมื่อเปลี่ยนวัสดุกั้นระหว่างห้องเก็บสัมภาระกับห้องโดยสาร จากพลาสติกเป็นเหล็กซึ่งมี ความหนาเท่ากัน คือ 0.0005 เมตร อุณหภูมิภายในห้องโดยสาร จากการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว คือ 54 องศาเซลเซียสในระยะเวลา 8.3 วินาที และก๊าซธรรมชาติที่ 426 องศาเซลเซียสในระยะเวลา 19.9 วินาที จากการจำลองสถานการณ์ จะเห็น ได้ว่าเมื่อเปลี่ยนวัสดุที่กั้นจากพลาสติกเป็นเหล็กอุณหภูมิที่เกิด ภายในห้องโดยสารจากการเผาไหม้ ก๊าซปิโตรเลียมเหลวน้อยลงกว่าเดิมมากและจากการเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติอุณหภูมิที่เกิดภายห้องโดยสารยังคงมีอุณหภูมิสูงอยู่ในระยะเวลาใกล้เคียงกัน ดังนั้นหากเกิดเหตุเพลิงไหม้ ถังก๊าซธรรมชาติ ที่ติดตั้งภายในห้องเก็บสัมภาระจะส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อผู้ที่อยู่ภายในห้องโดยสารหรือทรัพย์สินรวดเร็วกว่าการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว จากอัตราการปล่อยความร้อนและอุณหภูมิที่เกิดจากการเผาไหม้ในการจำลองสถานการณ์

จากการจำลองสถานการณ์สามารถวิเคราะห์ผลการดำเนินการได้ทั้งสิ้น 3 ขั้นตอน ด้วยกัน คือ

1. วิเคราะห์และศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับห้องเก็บสัมภาระท้ายรถ และที่เกี่ยวข้องกับรถที่ติดตั้งก๊าซเชื้อเพลิง ได้แก่ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว และก๊าซธรรมชาติ

2. การวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้ของถังเก็บก๊าซธรรมชาติและก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่ติดตั้งในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถแท็กซี่ โดยโปรแกรม PyroSim และ Fire Dynamic Simulation (FDS)

3. การประยุกต์ใช้อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (เทอร์โมคัปเปิล)

1. วิเคราะห์และศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับก๊าซเชื้อเพลิงที่ติดตั้งในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถ (ก๊าซปิโตรเลียมเหลว และก๊าซธรรมชาติ)

รถยนต์ที่นำมาเป็นแบบจำลองนั้น เป็นรถแท็กซี่ที่มีการติดตั้งก๊าซเชื้อเพลิง โดยมีการติดตั้งถังก๊าซเชื้อเพลิงไว้ในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถ ซึ่งในการศึกษาจะศึกษาทั้งก๊าซธรรมชาติและก๊าซปิโตรเลียมเหลว เนื่องจากห้องเก็บสัมภาระท้ายรถแท็กซี่มีการเก็บสัมภาระของผู้โดยสารร่วมกับถังเก็บเชื้อเพลิง ซึ่งถังเก็บเชื้อเพลิงในห้องสัมภาระท้ายรถจะติดตั้งใกล้กับห้องโดยสารมากหากกรณีที่มีการติดไฟของก๊าซเชื้อเพลิงภายในห้องสัมภาระท้ายรถที่มีการติดตั้งก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซธรรมชาติ นั้นอาจจะเป็นอันตรายต่อผู้โดยสารจนถึงขั้นรุนแรงได้

ภาพที่ 33 รถแท็กซี่ที่ติดตั้งก๊าซธรรมชาติเป็นก๊าซเชื้อเพลิง
ที่มา: แก๊สไทย, www.gasthai.com (2551)

ดังนั้นในการติดตั้งเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติและก๊าซปิโตรเลียมเหลวจะต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานรวมทั้งถังบรรจุก๊าซที่ต้องผ่านการทดสอบจะมีการรับรองจากหน่วยงานที่ได้รับอนุญาตจากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง และเป็นมาตรฐานที่มีการยอมรับรวมถึงการติดตั้งระบบก๊าซเชื้อเพลิงจะต้องได้รับการติดตั้งจากร้านที่มีวิศวกรควบคุม เพื่อความปลอดภัยสำหรับผู้ใช้รถ จากตัวอย่างอุบัติเหตุในตารางที่ 15 สังเกตได้ว่าสาเหตุขั้นต้นที่เกิดกับ รถยนต์ที่ติดก๊าซเชื้อเพลิงมี

ด้วยกันหลายสาเหตุ เช่น การรั่วของอุปกรณ์หรือท่อ การรั่วของถัง การเกิดอุบัติเหตุรุนแรง การเติมการเติมก๊าซผิดประเภท ฯลฯ หากสาเหตุที่เกิดขึ้นเหล่านี้ มีการเกิดประกายไฟร่วมด้วยนั้นหมายถึงจะนำไปสู่การติดไฟของก๊าซเชื้อเพลิงอาจเกิดการระเบิดของถังก๊าซเชื้อเพลิงจนเกิดเป็นความเสียหายรุนแรงกับชีวิตและทรัพย์สิน

ภาพที่ 34 อุบัติเหตุที่เกิดกับรถที่ติดตั้งก๊าซปิโตรเลียมเป็นเชื้อเพลิง
ที่มา: เอ็นพีซี เซฟตี้ แอนด์ เอ็นไวรอนเมนทอล เซอร์วิส (2551)

2. การวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้ของถังเก็บก๊าซธรรมชาติและก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่ติดตั้งในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถแท็กซี่ โดยโปรแกรม PyroSim และ Fire Dynamics Simulator (FDS)

โปรแกรมสร้างภาพเสมือน คือ โปรแกรม PyroSim ใช้ในการสร้างแบบภาพเสมือนของแบบจำลอง (รถแท็กซี่) เพื่อใช้ในการจำลองสถานการณ์การเกิดเพลิงไหม้ของถังเก็บก๊าซเชื้อเพลิงโดยโปรแกรม FDS แต่เนื่องจากในโปรแกรม PyroSimไม่มีข้อมูลทางด้านฟิสิกส์ของก๊าซธรรมชาติและการปิโตรเลียมเหลวจึงได้แจ้งไปยังผู้ที่ผลิตโปรแกรม PyroSim ที่ **support@thunderheadeng.com** เพื่อขอคำแนะนำในการสร้างภาพเสมือนและการเพิ่มคุณสมบัติก๊าซเชื้อเพลิงในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ข้อมูลทางด้านฟิสิกส์ของก๊าซธรรมชาติดังแสดงในตารางที่ 18 และก๊าซปิโตรเลียมเหลว ดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 18 ข้อมูลทางด้านฟิสิกส์ของก๊าซธรรมชาติที่ใช้ในสร้างแบบจำลองใน PyroSim

Physical Property	**CNG**
Boiling Point	-161.6 ˚C
Burning Rate	0.5 kg/ (m^2.s)
Heat of Vaporization	510 KJ/kg
Heat of Combustion	52015 KJ/kg
Thermal Conductivity	0.0328 W/(m.k)
Molecular weight	16.043 g/mol
Density	422.62 Kg/m^3
Specific Heat (Cp/Cv)	1.3054541 KJ/(Kg.k)

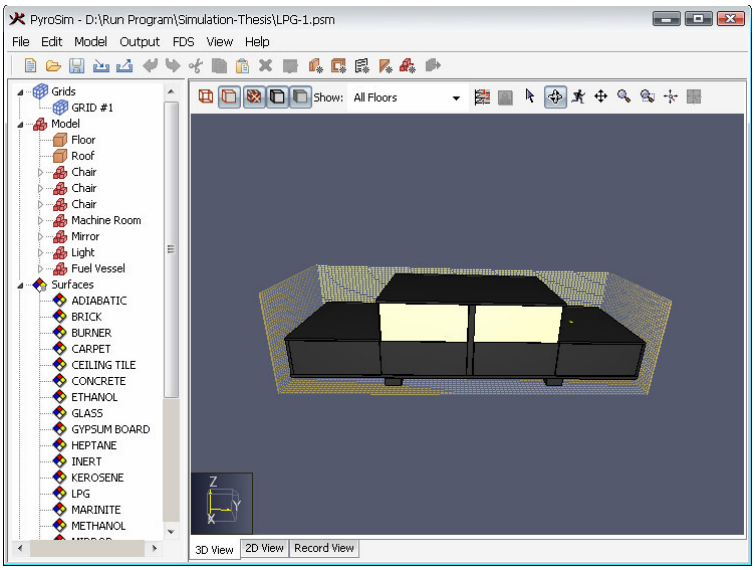
ที่มา: โปรแกรม PyroSim (2551)

ตารางที่ 19 ข้อมูลทางด้านฟิสิกส์ของก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่ใช้ในสร้างแบบจำลองใน PyroSim

Physical Property	**LPG**
Boiling Point	- 42 ˚C
Burning Rate	0.49 Kg/ (m^2.s)
Heat of Vaporization	785 KJ/Kg
Heat of Combustion	47,254 KJ/Kg
Thermal Conductivity	0.0151 W/(m.k)
Molecular weight	44.096 g/mol
Specific Heat	1.134441 KJ/(Kg.k)
Density	582 Kg/m^3

ที่มา: โปรแกรม PyroSim (2551)

ภาพที่ 35 แสดงผลการสร้างภาพเสมือนจากโปรแกรม PyroSim ซึ่งมีการติดตั้งถังก๊าซเชื้อเพลิงไว้ในห้องเก็บสัมภาระ



ภาพที่ 35 ผลการสร้างภาพเสมือนจากโปรแกรม PyroSim

การวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้ของถังเก็บก๊าซเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas) และก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas) ในการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม FDS ซึ่งจะต้องระบุระยะเวลาในการเผาไหม้ก๊าซเชื้อเพลิงทั้ง 2 ชนิด ซึ่งในโปรแกรมไม่ได้ระบุไว้ให้ ดังนั้นจึงต้องคำนวณจากปริมาณของเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในถังซึ่งในแบบจำลองภาพเสมือน สำหรับถังเก็บเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ จะใช้ถังขนาด 70 ลิตร ซึ่งสามารถบรรจุก๊าซได้ 12 กิโลกรัม เส้นผ่านศูนย์กลาง 35.6 เซนติเมตร ยาว 91 เซนติเมตร สำหรับถังเก็บเชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลว จะใช้ถังขนาด 58 ลิตร ซึ่งสามารถบรรจุก๊าซได้ 55 ลิตร กว้าง 32 เซนติเมตร ยาว 79.3 เซนติเมตร ดังแสดงผลการคำนวณ (ภาคผนวก ก)

อ้างอิงถึงทฤษฎีการลุกลามของเพลิงไหม้แบบต่อเนื่องตามทฤษฎี t – Square Fire (Continuous Growth Fire t - square fire) เพลิงไหม้ t - Squared แสดงถึงอัตราการเผาไหม้โดยแบ่งตามสัดส่วนของเวลาในการลุกลามของเพลิงไหม้ ซึ่งได้แบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้ เร็วมาก เร็ว ปานกลาง และช้า เวลาในการลุกลามของเพลิงไหม้กำหนดตามอัตราการปล่อยความร้อนที่ 1000 Btu/sec แสดงในตารางที่ 20 เวลาในการลุกลามของเพลิงไหม้ตามอัตราการปล่อยความร้อน

ตารางที่ 20 เวลาในการลุกลามของเพลิงไหม้ตามอัตราการปล่อยความร้อน

ประเภท	เวลาที่มีอัตราการปล่อยความร้อน 1000 บีทียู/วินาที
เร็วมาก	75 วินาที
เร็ว	150 วินาที
ปานกลาง	300 วินาที
ช้า	600 วินาที

ที่มา: NFPA 92B (2000)

การคำนวณอัตราการปล่อยความร้อนของก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติ ดังสมการข้างล่างนี้

$Q = \Delta HcAm$ =HRR (Heat Release Rate)

ΔHc = Heat of Combustion (KJ/kg)

m = Mass Burning Rate (kg/s)

A = Area (m^2)

<u>อัตราการปล่อยความร้อนของก๊าซปิโตรเลียมเหลวในถังขนาด 0.6 m^2</u>

$Q = \Delta HcAm$

$= 47{,}250\ (KJ/kg) \times 0.6\ m^2 \times 0.49\ kg/(m^2.s)$

$= 13{,}892\ KJ/s = 13{,}892\ kW.$

ดังนั้น Q = 13,892 KJ/s = 13,177 BTU/s

จากทฤษฎี t – Squared Fire ในตารางกำหนดให้เวลาที่มีอัตราการปล่อยความร้อน 1000 BTU/s ดังนั้น ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีอัตราการปล่อยความร้อน 13,177 บีทียู ต่อ 13 วินาที

<u>อัตราการปล่อยความร้อนของก๊าซธรรมชาติในถังขนาด 0.5 m^2</u>

$$Q = \Delta HcAm$$
$$= 52{,}015 \text{ (KJ/kg)} \times 0.5\ m^2 \times 0.5 \text{ kg} / (m^2.s)$$
$$= 13{,}004 \text{ KJ} / s = 13{,}004 \text{ kW.}$$

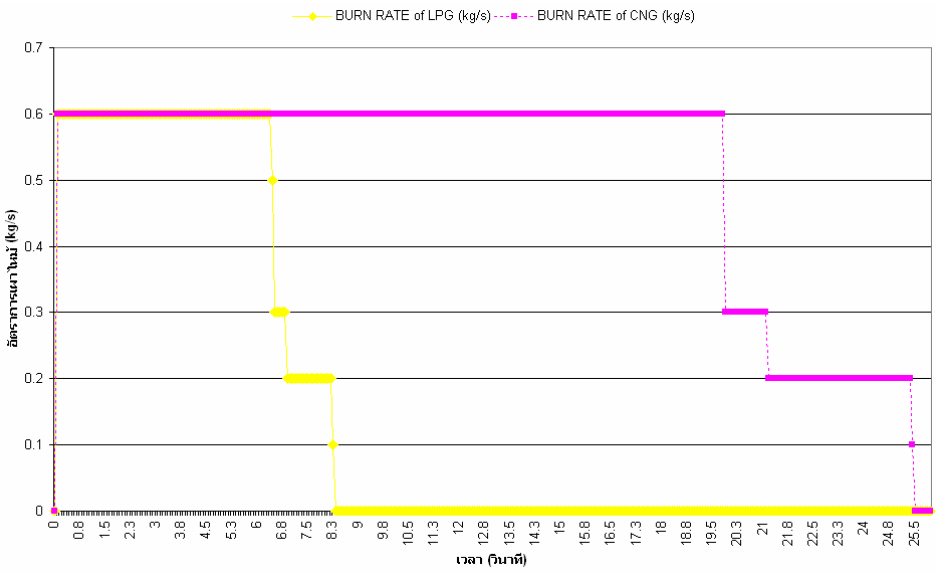
ดังนั้น Q = 13,004 KJ/s = 12,334 BTU/s
จากทฤษฎี t – Squared ในตารางกำหนดให้เวลาที่มีอัตราการปล่อยความร้อน 1000 BTU/s ดังนั้น ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีอัตราการปล่อยความร้อน 12,334 บีทียู ต่อ 12 วินาที

จากการคำนวณอัตราการปล่อยความร้อนของก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติ อยู่ที่ 13 วินาที 12 วินาที ตามลำดับ เมื่อนำเวลาที่ได้จากการคำนวณไปทำการจำลองสถานการณ์ จะไม่สามารถเห็นพฤติกรรมการเกิดไฟได้ เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้เร็วเกินไป ดังนั้นเมื่อนำเวลาที่ได้มาเทียบกับตารางค่าอัตราการปล่อยความร้อน ตามทฤษฎี t – Square Fire สรุปได้ว่าก๊าซเชื้อเพลิงทั้งสองประเภทมีอัตราการเผาไหม้อยู่ในประเภทเร็วมาก ดังนั้นจึงได้นำเวลาที่อ้างอิงจากจากทฤษฎี t – Square Fire มาใช้ในการกำหนดเวลาในการเผาไหม้ก๊าซเชื้อเพลิงในแบบจำลอง ด้วยโปรแกรม PyroSim ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ คือ 75 วินาที

การวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อน การแผ่รังสี เมื่อเกิดการจุดติดไฟจนถึงการพัฒนาเป็นไฟที่เผาไหม้สมบูรณ์แล้ว การลุกลามของไฟจะทำให้เกิดกระบวนการถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) เมื่อวัสดุติดไฟได้อยู่ติดกัน การลุกลามของไฟเป็นไปโดยการนำความร้อน แม้กระทั่งวัสดุติดไฟอยู่คนละห้อง แต่วางติดผนังซึ่งสามารถนำความร้อนได้ จากการลุกลามของไฟจากห้องหนึ่งไปอีกห้องหนึ่งสามารถเป็นไปได้โดยง่าย การลุกลามโดยการพาความร้อน ทำได้โดยเปลวควัน แต่มักเกิดได้ ในแนวดิ่ง ส่วนการลุกลามโดยการแผ่รังสีความร้อนจะทำให้ ไฟลุกลามไปยังห้องผู้โดยสารด้านหน้าตามช่องเปิดและตามช่องส่งผ่านอากาศ รวมทั้งพื้นที่ซ่อนเร้นตามโครงสร้างของ รถยนต์ การขยายตัวของไฟในระยะเริ่มต้นมักจะเป็นไปในแนวดิ่งมากกว่าในแนวราบ เมื่อเปลวไฟทำให้เกิดควันร้อนปกคลุมเป็นดอกเห็ดในห้องเก็บถังเชื้อเพลิงในห้องสัมภาระท้ายรถ ควันร้อนเหล่านี้จะแผ่ รังสีความร้อนไปปกคลุมทุกส่วนในห้องโดยสาร ทำให้การเผาไหม้เกิดรวดเร็วขึ้นในขณะเดียวกันออกซิเจนของอากาศภายในห้องโดยสารจะถูกใช้ในการเผาไหม้จนหมดลง

ผลการจำลองสถานการณ์โดยโปรแกรม FDS ให้ผลแสดงออกมาในรูปของตารางซึ่งอยู่ในรูปของกราฟ สามารถสรุปได้ดังนี้

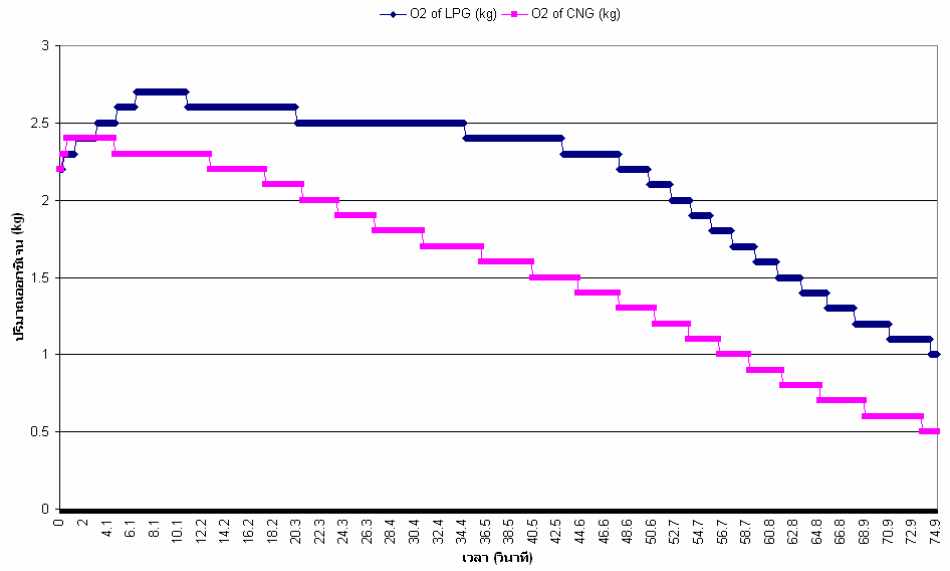
2.1 จากการจำลองสถานการณ์การเผาไหม้ถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถ ซึ่งมีที่กั้นระหว่างห้องเก็บสัมภาระกับห้องโดยสารเป็นพลาสติก ซึ่งมีอัตราการเผาไหม้สูงสุดที่ 0.6 กิโลกรัมต่อวินาที ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีอัตราการเผาไหม้เร็วกว่าก๊าซธรรมชาติ ซึ่งจะเผาไหม้หมดที่เวลา 8.3 วินาที ก๊าซธรรมชาติที่เวลา 25.5 วินาที ซึ่งอัตราการเผาไหม้ที่มีลักษณะเป็นขั้นบันไดเนื่องจากปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการเผาไหม้มีปริมาณที่ไม่สม่ำเสมอคงที่ ดังกราฟแสดงผลในภาพที่ 36



ภาพที่ 36 อัตราการเผาไหม้ที่เกิดจากการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติ

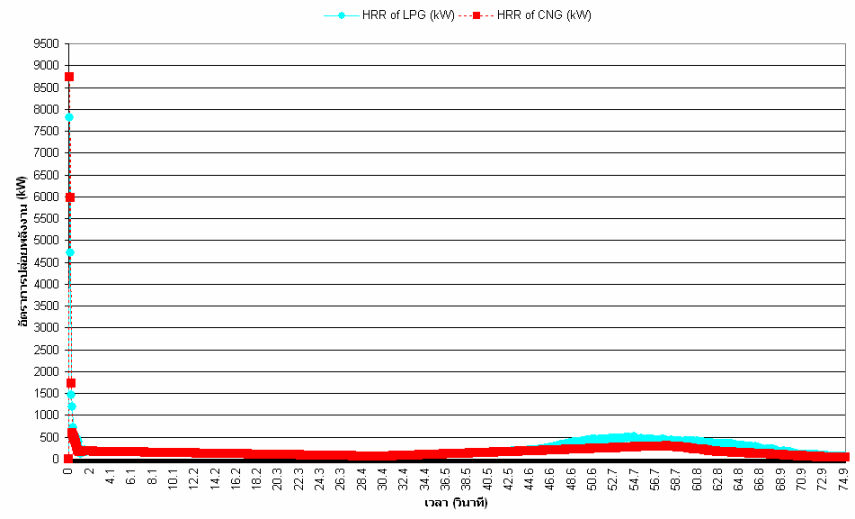
2.2 จากการจำลองสถานการณ์การเผาไหม้ถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถ ซึ่งมีที่กั้นระหว่างห้องเก็บสัมภาระกับห้องโดยสารเป็นพลาสติก ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการเผาไหม้ จะเพิ่มขึ้นและลดลงเป็นขั้นบันไดเนื่องจาก การเผาไหม้ที่เกิดขึ้นในช่วงแรกมีปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการเผาไหม้ไม่เพียงพอ ดังนั้นโปรแกรมจึงได้ทำการคำนวณปริมาณออกซิเจนที่เหมาะสมที่ใช้ในการเผาไหม้เชื้อเพลิงในแต่ละช่วงเวลา โดยการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว ที่ 0.0 วินาที มีปริมาณออกซิเจน 2.2 กิโลกรัม จากนั้นค่อยๆเพิ่มปริมาณออกซิเจนขึ้นจนถึง 10.8 วินาที มีปริมาณออกซิเจนอยู่ที่ 2.7 กิโลกรัม และในวินาทีที่ 10.9

เป็นต้นไปปริมาณออกซิเจนเริ่มลดลง ส่วนการเผา ไหม้ก๊าซธรรมชาติ ที่ 0.0 วินาที มีปริมาณออกซิเจน 2.2 กิโลกรัม และค่อยเพิ่มขึ้นจนถึง 4.6 วินาที ซึ่งมีปริมาณออกซิเจน 2.4 กิโลกรัม จากนั้นที่ 4.7 วินาที ปริมาณออกซิเจนเริ่มลดลง ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในแต่ละวินาทีที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มีปริมาณต่างกัน ปริมาณออกซิเจนที่ใช้เพื่อการเผาไหม้ก็จะเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจะเห็นในลักษณะของขั้นบันได ดังกราฟแสดงผลในภาพที่ 37



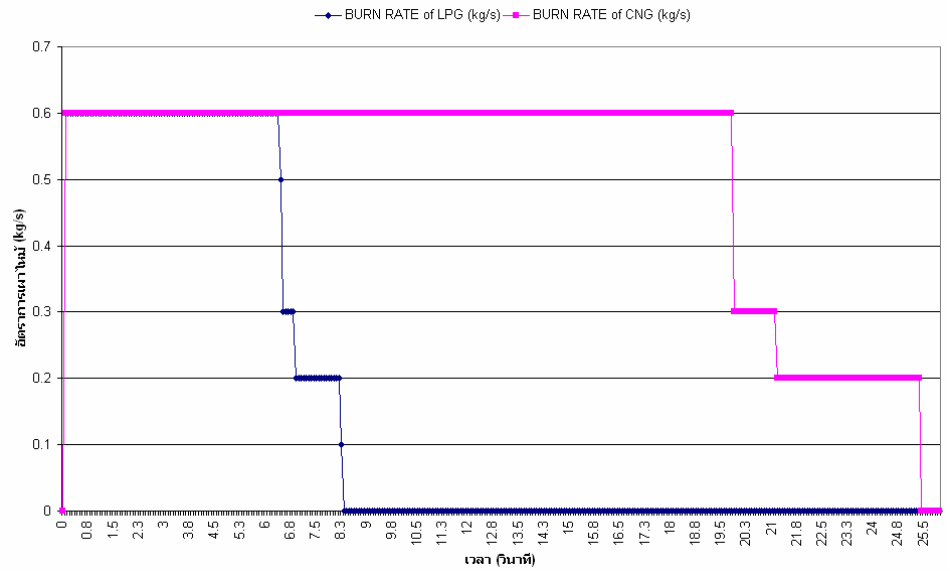
ภาพที่ 37 ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติ

2.3 จากการจำลองสถานการณ์การเผาไหม้ถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถ ซึ่งมีที่กั้นระหว่างห้องเก็บสัมภาระกับห้องโดยสารเป็นพลาสติก การเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติมีอัตราการปลดปล่อยความร้อนที่ 7,808 กิโลวัตต์ และ 8,733 กิโลวัตต์ ที่เวลา 0.1 วินาที ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อเกิดการเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติ จะมีอัตราการปลดปล่อยความร้อนมากกว่าก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่ระยะเวลาเท่ากัน ดังกราฟแสดงผลในภาพที่ 38



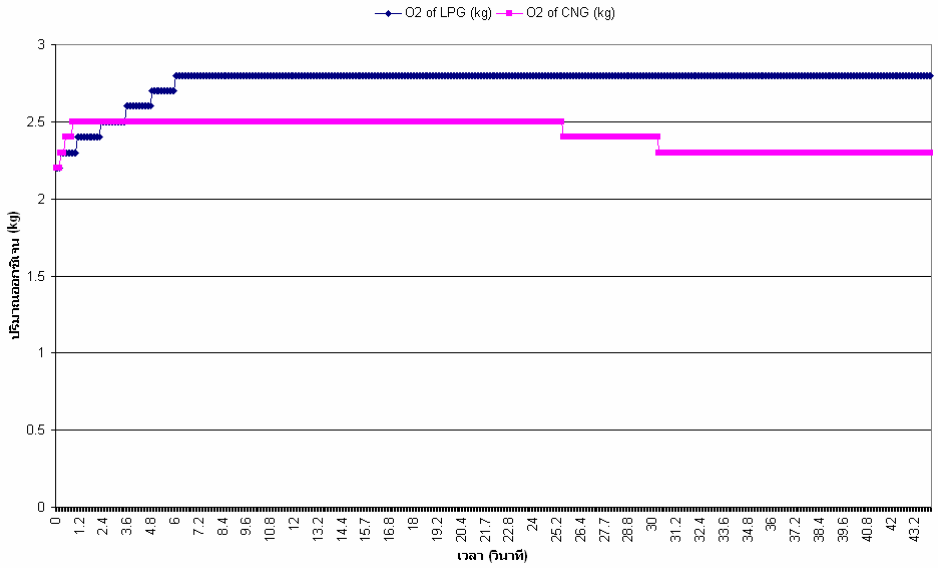
ภาพที่ 38 อัตราการปลดปล่อยความร้อนจากการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติ

2.4 จากการจำลองสถานการณ์การเผาไหม้ถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถ ซึ่งมีที่กั้นระหว่างห้องเก็บสัมภาระกับห้องโดยสารเป็นเหล็ก ซึ่งมีอัตราการเผาไหม้สูงสุดที่ 0.6 กิโลกรัมต่อวินาที ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีอัตราการเผาไหม้เร็วกว่าก๊าซธรรมชาติ ซึ่งจะเผาไหม้หมดที่เวลา 8.3 วินาที ก๊าซธรรมชาติที่เวลา 25.5 วินาที ซึ่งอัตราการเผาไหม้ที่มีลักษณะเป็นขั้นบันไดเนื่องจากปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการเผาไหม้มีปริมาณที่ไม่สม่ำเสมอคงที่ ดังกราฟแสดงผลในภาพที่ 39



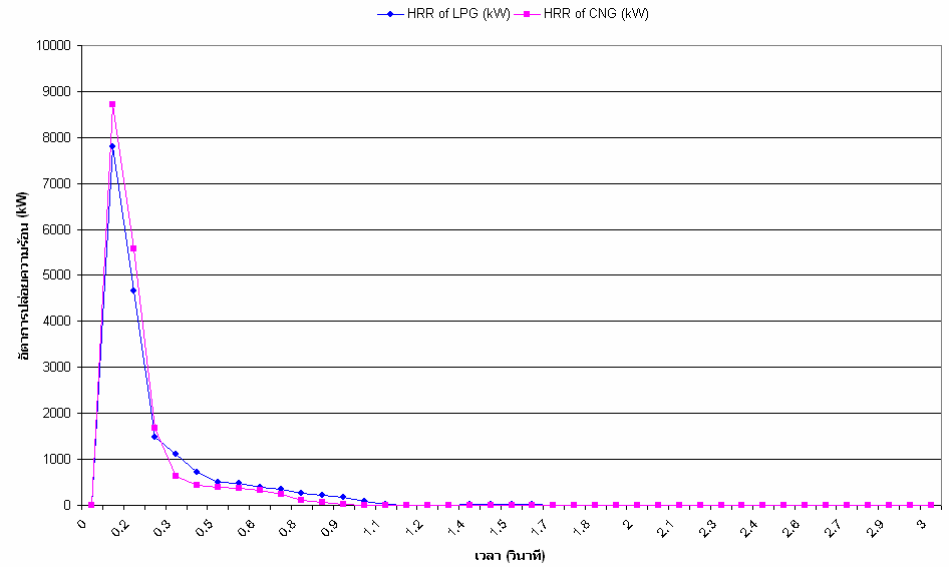
ภาพที่ 39 อัตราการเผาไหม้ที่เกิดจากการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติ

2.5 จากการจำลองสถานการณ์การเผาไหม้ถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถ ซึ่งมีที่กั้นระหว่างห้องเก็บสัมภาระกับห้องโดยสารเป็นเหล็ก ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติจะเพิ่มขึ้นและค่อยๆลดลงในลักษณะขั้นบันได โดย 0-0.2 วินาที มีปริมาณออกซิเจน 2.2 กิโลกรัม จากนั้นจะเพิ่มขึ้นจนระยะเวลา 75 วินาที ส่วนการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวปริมาณออกซิเจนที่ใช้ยังคงเพิ่มขึ้นในช่วงแรก และคงที่ โดย 0-0.2 วินาที มีปริมาณออกซิเจน 2.2 กิโลกรัม จากนั้นจะเพิ่มขึ้น 2.5 กิโลกรัม ที่เวลา 25.5 วินาที และค่อยๆ ลดลง และคงที่ จากกราฟโปรแกรมได้คำนวณปริมาณออกซิเจนเพื่อให้เหมาะสมกับการเผาไหม้เชื้อเพลิง ดังกราฟแสดงผลในภาพที่ 40



ภาพที่ 40 ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติ

2.6 จากการจำลองสถานการณ์การเผาไหม้ถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถ ซึ่งมีที่กั้นระหว่างห้องเก็บสัมภาระกับห้องโดยสารเป็นพลาสติก การเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติมีอัตราการปลดปล่อยความร้อนที่ 7,793 กิโลวัตต์ และ 8,717 กิโลวัตต์ ที่เวลา 0.1 วินาที ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อเกิดการเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติ จะมีอัตราการปลดปล่อยความร้อนมากกว่าก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่ระยะเวลาเท่ากัน ดังกราฟแสดงผลในภาพที่ 41



ภาพที่ 41 อัตราการเผาไหม้ที่เกิดจากการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติ

นอกจากการประเมินผลจากการจำลองสถานการณ์ในกรณีที่เกิดเหตุเพลิงไหม้แล้ว หากพิจารณาถึงสภาพการทำงานจริงของการติดตั้งก๊าซเชื้อเพลิงในรถยนต์ ในกรณีที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ขึ้นจริง อาจจะมีจุดเกิดเหตุเพลิงไหม้ได้หลายจุด เช่น ห้องเครื่อง ห้องเก็บสัมภาระท้ายรถ เป็นต้น แต่การนำก๊าซไปใช้เพื่อจ่ายในระบบนั้นต้องนำก๊าซออกจากถังเก็บซึ่งอยู่ในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถ และถือว่าเป็นแห่งเชื้อเพลิงที่อันตรายมากหากเกิดเหตุเพลิงไหม้ซึ่งอาจเกิดการระเบิดตามมา

3. การประยุกต์ใช้อุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิ (เทอร์โมคัปเปิล)

อุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิ (Thermocouple) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่ทำให้การประมวลผลในโปรแกรมสามารถบันทึกค่าผลการทดลองเพื่อวัดค่าอุณหภูมิที่เกิดจากการจำลองสถานการณ์ ดังนั้นในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการติดตั้งในพื้นที่ภายในรถยนต์ที่ใช้ในการจำลอง สถานการณ์การเกิดเพลิงไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว และก๊าซธรรมชาติ แสดงผลของการติดตั้งดังนี้

3.1 ข้อมูลการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิ โดยในโปรแกรม PyroSim จะใช้จุดสีเหลืองแทนจุดที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิ ดังแสดงในภาพที่ 41 เพื่อเป็นการชี้บ่งให้ทราบถึงจุดที่ติดตั้งอุปกรณ์ ตรวจจับอุณหภูมิ ซึ่งในการประมวลผลในโปรแกรม FDS ที่ใช้เพื่อการระบุตำแหน่งของ Heat Detector เช่น คำสั่ง XYZ = 0.71, 2.2, 0.8 เป็นการแสดงว่ามีการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลที่ตำแหน่ง X=0.71, Y=2.2, Z=0.8

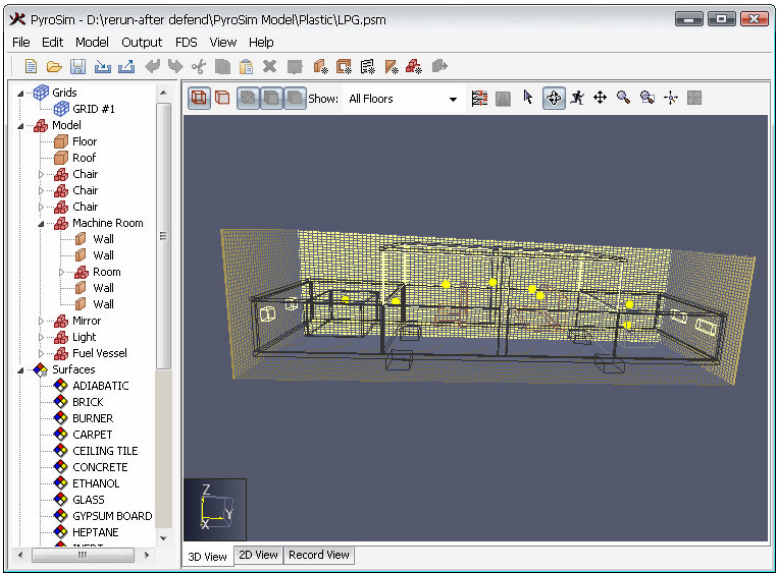
ตารางที่ 21 ตำแหน่งที่มีการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล มีทั้งหมด 8 ตำแหน่งในรถยนต์จำลอง

ชื่อ	**ตำแหน่ง**	**ระยะที่ติดตั้งเทอร์โมคัปเปอร์ (เมตร)**		
T1	กลางห้องโดยสาร	0.710	2.200	0.800
T2	บริเวณถังเก็บเชื้อเพลิงในห้องเก็บสัมภาระ	0.820	3.700	0.630
T3	ที่นั่งด้านหน้า	0.500	1.700	0.730
T4	ห้องเครื่อง	0.800	0.700	0.570
T5	เบาะหลังด้านขวา	0.600	2.650	0.730
T6	เบาะหลังด้านซ้าย	1.100	2.650	0.730
T7	ถังเชื้อเพลิง	0.820	3.700	0.400
T8	ชุดเชื่อมระหว่างห้องโดยสารกับห้องเครื่อง	0.800	1.200	0.570

การสร้างภาพเสมือนของรถยนต์จำลองได้กำหนดกริด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

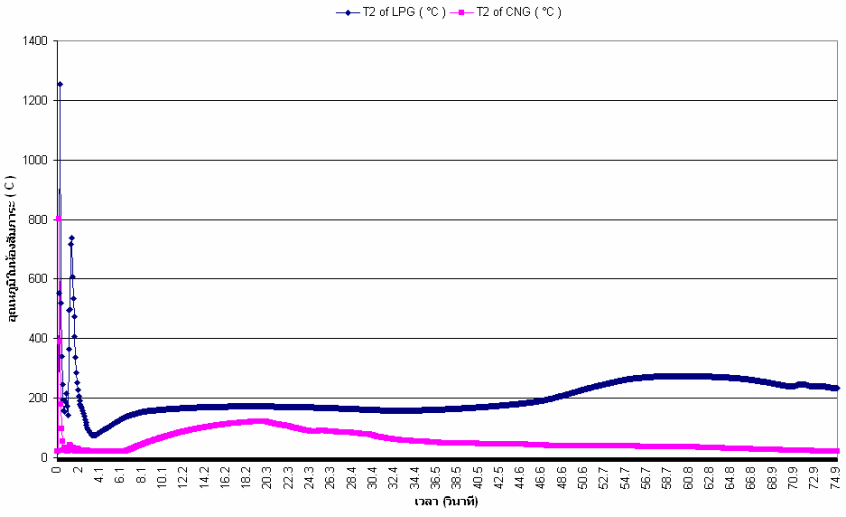
Cells in the X Direction	35
Cells in the Y Direction	90
Cells in the Z Direction	40

การติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลในรถยนต์ภาพเสมือนที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ดังแสดงในภาพที่ 42 ตำแหน่งที่ติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล



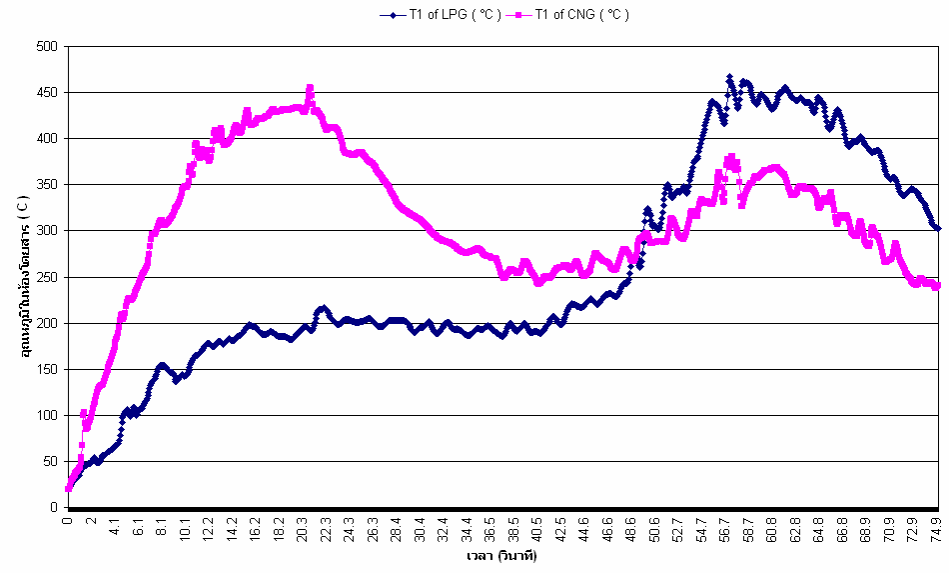
ภาพที่ 42 ตำแหน่งที่มีการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล

จากการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลในตำแหน่งต่างๆ ในรถยนต์เสมือนที่สร้างขึ้นโดยโปรแกรม PyroSim เพื่อตรวจวัดอุณหภูมิที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ที่ติดตั้งในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถ ของก๊าซปิโตรเลียมเหลว และก๊าซธรรมชาติซึ่งมีวัสดุที่กั้นระหว่างห้องเก็บสัมภาระกับห้องโดย สารเป็นพลาสติก ในระยะเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ 75 วินาที อุณหภูมิที่วัดได้ในห้องเก็บสัมภาระ จากการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวสูงกว่าก๊าซธรรมชาติ คือ 1,253 องศาเซลเซียส และ 803 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 43



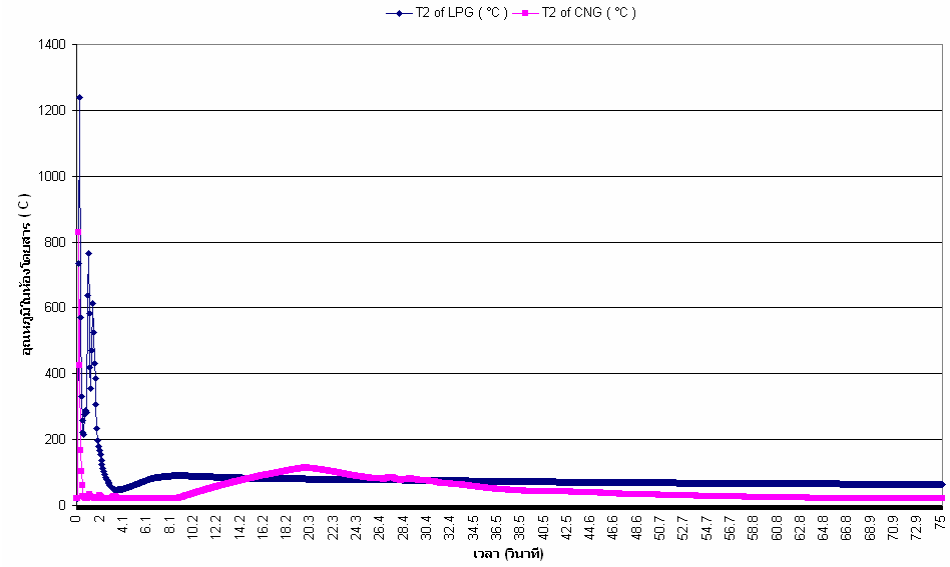
ภาพที่ 43 อุณหภูมิในห้องเก็บสัมภาระ (แผงกั้นพลาสติก)

อุณหภูมิที่ได้จากการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลในห้องโดยสารสำหรับการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติ ที่มีที่กั้นระหว่างห้องเก็บภาระกับห้องโดยสารเป็นพลาสติก ในช่วงแรกอุณหภูมิจากการเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติสูงกว่าก๊าซปิโตรเลียมเหลว ที่ 456 องศาเซลเซียสที่ 20.9 วินาที จากนั้นอุณหภูมิจากการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว ก็ค่อยๆเพิ่มขึ้นจนสูงกว่าการเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติที่เวลา 57 วินาที อุณหภูมิ 467 องศาเซลเซียส ซึ่งจากเกิดเพลิงไหม้ ก๊าซธรรมชาติ ผู้ที่อยู่ภายในห้องโดยสารจะได้รับผลกระทบที่รวดเร็ว เนื่องจากอุณหภูมิที่เกิดจากการเผาไหม้ภายห้องโดยสาร และอัตราการปล่อยความร้อนที่สูงกว่าก๊าซปิโตรเลียมเหลว



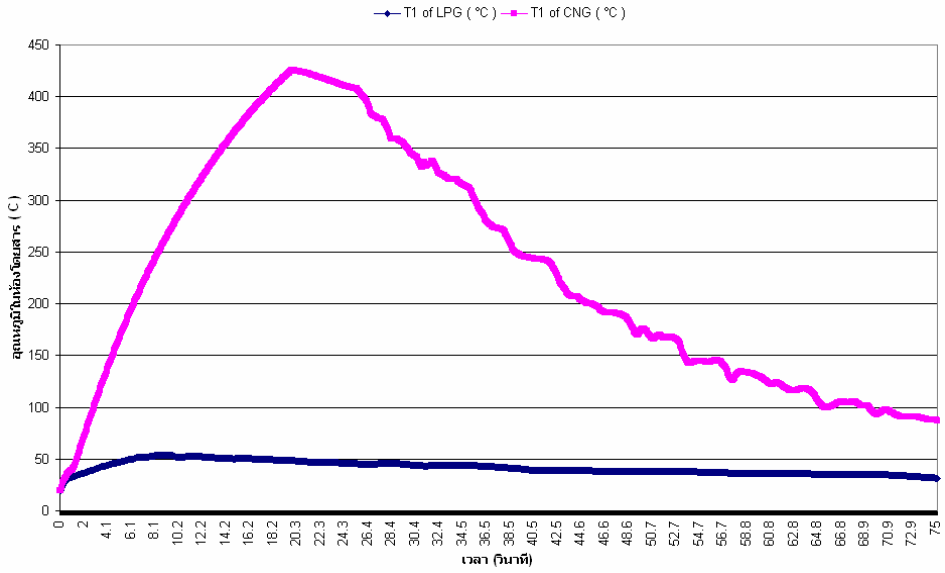
ภาพที่ 44 อุณหภูมิภายในห้องโดยสาร (แผงกั้นพลาสติก)

จากการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลในตำแหน่งต่างๆ ในรถยนต์เสมือนที่สร้างขึ้นโดยโปรแกรม PyroSim เพื่อตรวจวัดอุณหภูมิที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ติดตั้งในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถของก๊าซ ปิโตรเลียมเหลว และก๊าซธรรมชาติ ซึ่งมีวัสดุที่กั้นระหว่างห้องเก็บสัมภาระ กับห้องโดยสารเป็นเหล็ก ในระยะเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ 75 วินาที อุณหภูมิที่วัดได้ในห้องเก็บสัมภาระจากการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวสูงกว่าก๊าซธรรมชาติ คือ 1,238 องศาเซลเซียส และ 828 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 45



ภาพที่ 45 อุณหภูมิในห้องเก็บสัมภาระ (แผงกั้นเหล็ก)

อุณหภูมิที่ได้จากการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลในห้องโดยสารสำหรับการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรชาติ ที่มีที่กั้นระหว่างห้องเก็บภาระกับห้องโดยสารเป็นเหล็ก ซึ่งอุณหภูมิที่วัดได้ภายในห้องโดยสารจากการเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติสูงกว่าก๊าซปิโตรเลียมเหลว คือ 426 องศาเซลเซียส และ 54 องศาเซลเซียส ตามลำดับ



ภาพที่ 46 อุณหภูมิภายในห้องโดยสาร (แผงกั้นเหล็ก)

ตำแหน่งที่ติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลในตำแหน่งต่างๆ ภายในรถดังตารางที่ 22 โดยใช้เทอร์โมคัปเปิล

ตารางที่ 22 อุณหภูมิที่เทอร์โมคัปเปิลบันทึกในรถยนต์ที่ติดตั้งก๊าซ LPG และก๊าซ NGV (แผงกั้นพลาสติก)

พื้นที่	ชนิดเชื้อเพลิง LPG		ชนิดเชื้อเพลิง NGV	
	อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส)	เวลา (วินาที)	อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส)	เวลา (วินาที)
กลางห้องโดยสาร	467	57	456	20.9
บริเวณถังเก็บเชื้อเพลิงในห้องเก็บสัมภาระ	1253	0.2	803	0.2
ที่นั่งด้านหน้า	458	57.1	445	13.2
ห้องเครื่อง	87	64.1	381	19.8
เบาะหลังด้านขวา	413	64.1	392	19.9
เบาะหลังด้านซ้าย	424	59.9	392	19.9
ในถังเชื้อเพลิง	419	61.3	417	17.4
ชุดเชื่อมระหว่างห้องโดยสารกับห้องเครื่อง	470	56.7	367	20.3

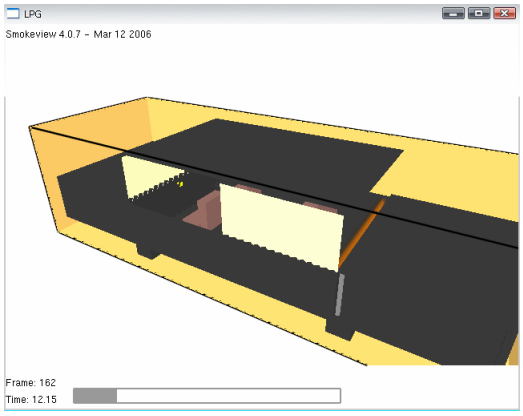
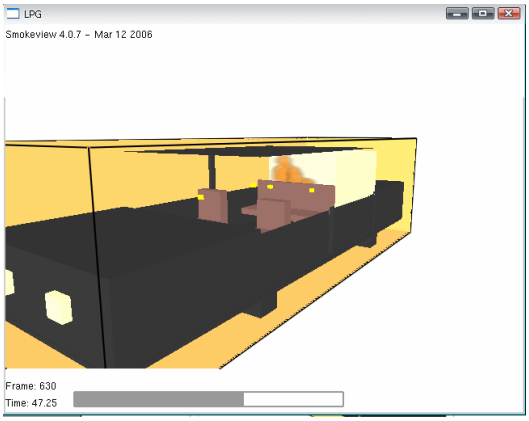
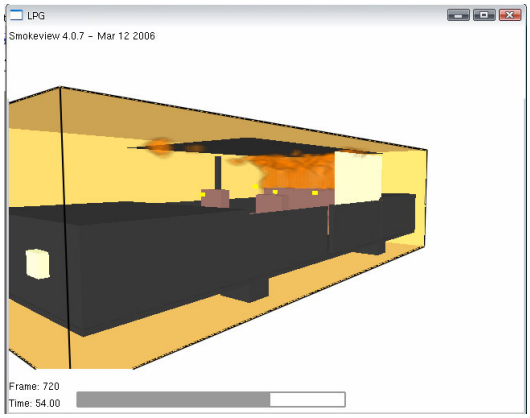
ตารางที่ 23 อุณหภูมิที่เทอร์โมคัปเปิลบันทึกในรถยนต์ที่ติดตั้งก๊าซ LPG และก๊าซ NGV (แผงกั้นเหล็ก)

พื้นที่	ชนิดเชื้อเพลิง LPG		ชนิดเชื้อเพลิง NGV	
	อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส)	เวลา (วินาที)	อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส)	เวลา (วินาที)
กลางห้องโดยสาร	54	8.3	426	19.9
บริเวณถังเก็บเชื้อเพลิงในห้องเก็บสัมภาระ	1238	0.2	828	0.2
ที่นั่งด้านหน้า	55	8.3	426	19.9
ห้องเครื่อง	48	6.4	366	20.3
เบาะหลังด้านขวา	52	8.2	367	19.9
เบาะหลังด้านซ้าย	52	8.1	367	19.9
ในถังเชื้อเพลิง	202	75	405	19.8
ชุดเชื่อมระหว่างห้องโดยสารกับห้องเครื่อง	48	8.3	282	22

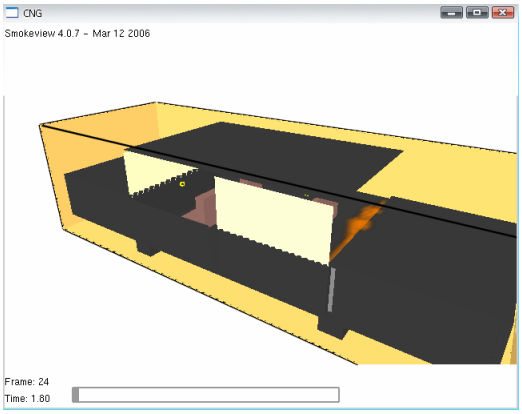
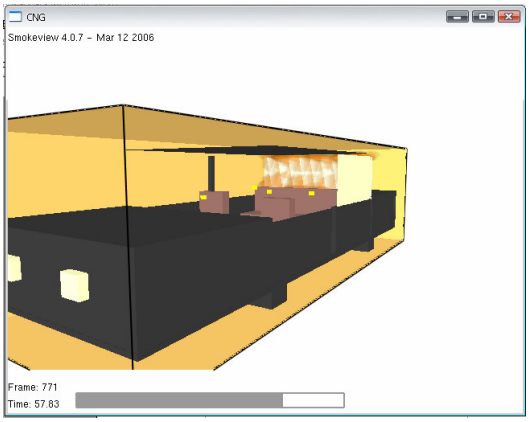
อุณหภูมิโดยวัดจากเทอร์โมคัปเปิลในจุดต่างๆ ภายในรถสำหรับแผงกั้นระหว่างห้องเก็บสัมภาระกับห้องโดยสารที่เป็นพลาสติกและเหล็ก จะสังเกตได้ว่าอุณหภูมิที่แผงกั้นพลาสติกจากการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวจะมีอุณหภูมิสูงกว่าแผงกั้นที่เป็นเหล็กส่วนการเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติระหว่างแผงกั้น ที่เป็นพลาสติกกับเหล็กอุณหภูมิที่วัดได้ในจุดต่างๆ ภายในห้องโดยสารไม่ต่างกันมาก ดังนั้นเมื่อเปลี่ยนแผงกั้นจากพลาสติกเป็นเหล็กจะช่วยลดผล กระทบที่เกิดจากกา เผาไหม้ของก๊าซปิโตรเลียมเหลวได้

โดยสรุปผลการจำลองเหตุการณ์เกิดเหตุเพลิงไหม้ที่เริ่มตั้งแต่ห้องเก็บสัมมภาระที่ติดตั้งถังก๊าซเชื้อเพลิงแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิที่อยู่ภายในรถยนต์ในภาพมีแนวโน้มที่จะสะสมและเพิ่มขึ้นตลอดเวลา แต่เมื่อถึงจุดจุดหนึ่งการเพิ่มของอุณหภูมิก็จะหยุดนิ่งซึ่งเป็นผลมาจากเชื้อเพลิงที่เกิดจากการเผาไหม้ได้ถูกใช้หมดไป ซึ่งหากพิจารณาจะเห็นได้ว่าการเผาไหม้ ของรถยนต์ที่ใช้ก๊าซเชื้อเพลิงในช่วงประมาณ 1-2 นาทีแรก เป็นไปด้วยความรุนแรงและรวดเร็ว ดังนั้นหากมีผู้โดยสารที่ยังไม่สามารถเคลื่อยย้ายหรืออพยพออกได้ทันอาจทำให้เสียชีวิตได้ทันทีซึ่งได้แสดงผลของการพัฒนาของเพลิงไหม้เรียงตามลำดับนับตั้งแต่การเกิดจนกระทั่งไฟสิ้นสุดดังตารางที่ 24

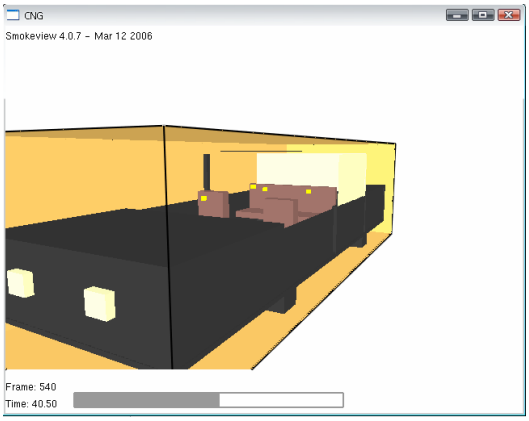
ตารางที่ 24 ผลการเกิดเพลิงไหม้ในรถยนต์ที่ใช้ก๊าซเชื้อเพลิง LPG และ NGV (แผงกั้นพลาสติก)

ภาพแสดงการเกิดเหตุตามลำดับ	ชนิดเชื้อเพลิง	เวลา (วินาที)	คำอธิบาย
	LPG	12.15	มีการลุกไหม้ภายในห้องเก็บสัมภาระ
	LPG	47.25	มีการลุกไหม้ภายในห้องเก็บสัมภาระและลุกลามเข้าไปในห้องโดยสาร
	LPG	54	มีการลุกไหม้ภายในห้องเก็บสัมภาระและลุกลามเข้าไปในห้องโดยสารมากขึ้น

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ภาพแสดงการเกิดเหตุตามลำดับ	ชนิดเชื้อเพลิง	เวลา (วินาที)	คำอธิบาย
	NGV	1	มีการลุกไหม้ภายในห้องเก็บสัมภาระ
	NGV	52.65	มีการลุกไหม้ภายในห้องเก็บสัมภาระและลุกลามเข้าไปในห้องโดยสาร
	NGV	57.83	มีการลุกไหม้ภายในห้องเก็บสัมภาระและลุกลามเข้าไปในห้องโดยสาร

ตารางที่ 25 ผลการเกิดเพลิงไหม้ในรถยนต์ที่ใช้ก๊าซเชื้อเพลิง LPG และ NGV (แผงกั้นเหล็ก)

ภาพแสดงการเกิดเหตุตามลำดับ	ชนิดเชื้อเพลิง	เวลา (วินาที)	คำอธิบาย
	LPG/NGV	0-75	มีการลุกไหม้แต่ไม่สามารเห็นเปลวไฟ เนื่องจากแผงกั้นเป็นเหล็กการลุกลามเข้าห้องโดยสารจึงต้องใช้เวลามากกว่า 75 วินาที

วิจารณ์

จากผลการทดลองพบว่าการสร้างภาพเสมือนสำหรับรถยนต์ที่ติดตั้งก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติในห้องสัมภาระท้ายรถ มีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยสูงเนื่องจากก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงนั้นเป็นก๊าซไวไฟทั้งสองชนิดและง่ายต่อการติดไฟ จากทฤษฎีของการเกิดอัคคีภัยสามารถแบ่งระยะเวลาของไฟ ไหม้และการพัฒนาของไฟออกเป็น 3 ระยะ คือ

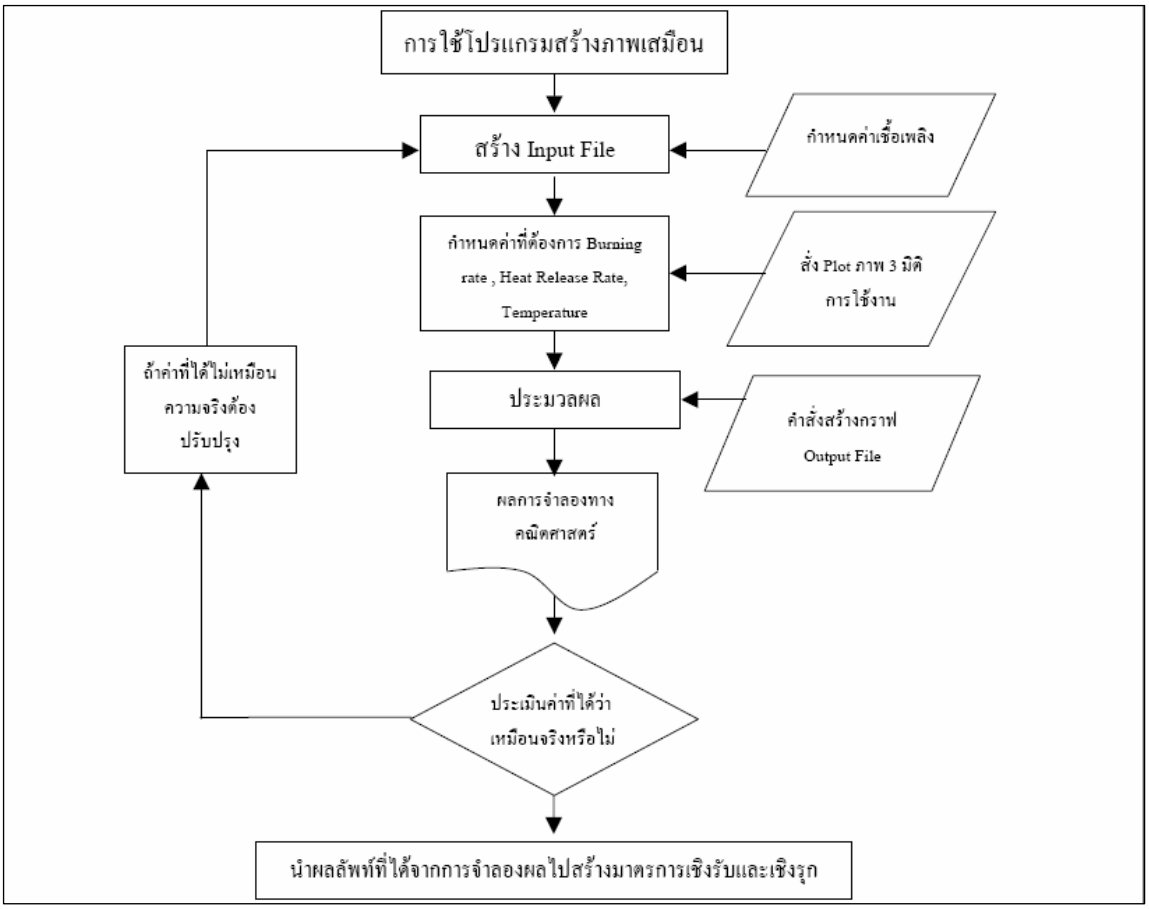
1. ระยะไฟเริ่มต้น (Incipient or Outbreak)
2. ระยะไฟกำลังเผาไหม้อยู่ตัว (Fully developed or Spread)
3. ระยะไฟกำลังจะมอด (Decay or Extinction)

โดยที่ระยะเวลาที่เพลิงเริ่มลุกไหม้จนถึงเพลิงมอดลง ซึ่งการเผาไหม้ในแต่ละระยะเวลานั้นขึ้นอยู่กับปริมาณเชื้อเพลิงและขนาดพื้นที่ของเพลิงที่จะลุกลามไปในระยะทางที่ไฟสามารถเคลื่อนที่ไปตราบเท่าที่มีแหล่งเชื้อเพลิง อากาศหรือออกซิเจน และความร้อน สามารถอธิบาย การพัฒนาของไฟได้ระยะที่ 1 คือ ระยะไฟเริ่มต้น มักเกิดจากอุบัติเหตุหรือเกิดจากการลุกของเชื้อเพลิงซึ่งหากเทียบกับการสร้างภาพเสมือนในห้องเก็บสัมภาระที่มีถังเชื้อเพลิงท้ายรถแล้วจะเห็นได้ว่าเป็นระยะที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและรุนแรง ดังนั้นอุปกรณ์ตรวจจับควันต้องมีประสิทธิภาพและสามารถจับควันได้ตั้งแต่ระยะเริ่มต้น เพื่อให้เกิดความเสียหายน้อยที่สุด ระยะที่ 2 คือ ระยะไฟกำลังเผาไหม้อยู่ ดังนั้น จะต้องมีระบบระบายอากาศที่มีประสิทธิภาพ ถ้ากรณีที่ควันเข้าไปในห้องโดยสารที่มีผู้โดยสารอยู่อาจทำให้ผู้โดยสารเสียชีวิตจากการสำลักควันได้แต่เพื่อให้เกิดความปลอดภัยสูงสุดต้องมีการอพยพออกจากห้องโดยสารในรถยนต์หมดก่อนตั้งแต่ระยะเริ่มต้นระยะที่ 3 คือ ไฟกำลังจะมอด เมื่อเชื้อเพลิงเริ่มน้อยลงก็จะเป็นระยะมอดของไฟการลุกของไฟโดยปกติการลุกของไฟต้องประกอบแหล่งความร้อน อากาศและวัสดุที่ติดไฟได้ ซึ่งในกรณีที่มีการลุกลามของไฟถึงระยะที่ 3 แล้ว ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับรถยนต์นั้น จะไม่อาจสามารถนำไปซ่อมแซมได้ หรือกล่าวได้ว่ารถยนต์ที่เกิดเหตุจะเกิดความเสียหายจนไม่อาจประเมินค่าได้ทั้งทางด้านทรัพย์สินและชีวิต

จากผลการทดลองที่ได้ทั้งหมด 3 ข้อนั้น แสดงให้เห็นการเกิดเหตุเพลิงไหม้ขึ้นที่บริเวณถังเก็บก๊าซเชื้อเพลิงในห้องสัมภาระนั้นสามารถส่งผลกระทบอย่างรุนแรงเพราะในบริเวณพื้นที่ดัง

กล่าวมีช่องที่อากาศสามารถผ่านจากห้องโดยสามารถยังห้องเก็บสัมภาระได้ และห้องโดยสารอยู่ติดกับบริเวณที่เก็บถังก๊าซเชื้อเพลิงในห้องสัมภาระซึ่งมีผู้โดยสาร และวัสดุติดไฟ เช่น หนัง พลาสติก หรือวัสดุติดไฟอื่นๆ ของผู้โดยสาร ดังนั้น จึงควรที่จะมีระบบแจ้งเหตุไฟไหม้ ที่มีประสิทธิภาพสำหรับรถที่มีการติดตั้งก๊าซเชื้อเพลิงทั้งก๊าซปิโตรเลียมเหลว และก๊าซธรรมชาติ

ในงานวิทยานิพนธ์นี้เป็นการประยุกต์ใช้การจำลองสภาวะการเผาไหม้โดยใช้โปรแกรม FDS โปรแกรม Smokeview และโปรแกรม PyroSim วิเคราะห์และประเมินผลกระทบและสร้างแนวทางเชิงรับและเชิงรุก สรุปได้ดังภาพที่ 47



ภาพที่ 47 ขั้นตอนการใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์และประเมินผลกระทบ

โดยผลลัพท์ที่ได้จากการทดลองและสาเหตุของอุบัติเหตุนำมากำหนดเพื่อเสนอแนะมาตรการในการป้องกันรถยนต์ที่ติดตั้งระบบก๊าซเชื้อเพลิง ทั้งก๊าซปิโตรเลียมเหลว และก๊าซธรรมชาติ เพื่อป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ที่จะเกิดขึ้นกับรถยนต์ที่ติดตั้งระบบก๊าซเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดซึ่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอแนวทางสำหรับการจัดการไว้ในส่วนของข้อเสนอแนะ

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากผลการศึกษาและประยุกต์ใช้โปรแกรมสร้างภาพเสมือนโดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป 3 ส่วน คือ โปรแกรม Fire Dynamics Simulator โปรแกรม Smokeview และโปรแกรม PyroSim โดยการจำลองสถานการณ์การเกิดเพลิงไหม้รถยนต์ที่ใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว และก๊าซธรรมชาตินั้น สามารถสรุปผลได้ ดังต่อไปนี้

ผลการจำลองสถานการณ์การเกิดเพลิงไหม้จากการใช้เชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติในรถแท็กซี่ ซึ่งมีแผงกั้นระหว่างห้องเก็บสัมภาระกับห้องโดยสารเป็นพลาสติก หนา 0.0005 เมตร ซึ่งถังบรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลวขนาด 58 ลิตร ที่มีก๊าซ 55 ลิตร และ ถังบรรจุก๊าซธรรมชาติอัดขนาด 70 ลิตร ที่บรรจุก๊าซ 12 กิโลกรัมซึ่งอุณหภูมิในการเผาไหม้ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว วัดได้ที่บริเวณภายในห้องเก็บสัมภาระ ที่ 1,253 องศาเซลเซียส สำหรับก๊าซธรรมชาติอัดที่ 803 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 0.2 วินาทีเท่ากันโดยมีค่าฟลั๊กซ์ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้อยู่ระหว่าง 0-40 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร และ 0-25 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร ตามลำดับ และอุณหภูมิที่เกิดขึ้นภายในห้องโดยสารสำหรับการเผาไหม้ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว และก๊าซธรรมชาติที่ 467 องศาเซลเซียส และ 456 องศาเซลเซียส ตามลำดับ สำหรับอัตราการปล่อยความร้อนจากการเผาไหม้สูงสุดของ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว คือ 7,808 กิโลวัตต์ และก๊าซธรรมชาติอัดที่ 8,733 กิโลวัตต์ ที่ระยะเวลา 0.1 วินาทีเท่ากัน และสำหรับอัตราการเผาไหม้ ของก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติเกิดขึ้นที่ 0.6 กิโลกรัมต่อวินาทีเท่ากัน

ผลการจำลองสถานการณ์การเกิดเพลิงไหม้จากการใช้เชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติในรถแท็กซี่ ซึ่งมีแผงกั้นระหว่างห้องเก็บสัมภาระกับห้องโดยสารเป็นเหล็ก หนา 0.0005 เมตร ซึ่งถังบรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลวขนาด 58 ลิตร ที่มีก๊าซ 55 ลิตร และ ถังบรรจุก๊าซธรรมชาติอัดขนาด 70 ลิตร ที่บรรจุก๊าซ 12 กิโลกรัมซึ่งอุณหภูมิในการเผาไหม้ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว วัดได้ที่บริเวณภายในห้องเก็บสัมภาระ ที่ 1,238 องศาเซลเซียส สำหรับก๊าซธรรมชาติอัดที่ 828 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 0.2 วินาทีเท่ากันโดยมีค่าฟลั๊กซ์ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้อยู่ระหว่าง 0-0.45 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร และ 0-4.5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร ตามลำดับ และ

อุณหภูมิที่ เกิดขึ้นภายในห้องโดยสารสำหรับการเผาไหม้ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว และ ก๊าซธรรมชาติ ที่ 54 องศาเซลเซียส และ 426 องศาเซลเซียส ตามลำดับ สำหรับอัตราการปล่อยความร้อนจากการเผาไหม้ สูงสุดของก๊าซปิโตรเลียมเหลว คือ 7,793 กิโลวัตต์ และก๊าซธรรมชาติอัดที่ 8,717 กิโลวัตต์ ที่ระยะ เวลา 0.1 วินาทีเท่ากัน และสำหรับอัตราการเผาไหม้ของก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติ เกิดขึ้นที่ 0.6 กิโลกรัมต่อวินาทีเท่ากัน

จากการจำลองเหตุการณ์การเกิดเพลิงไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว และก๊าซธรรมชาติ ในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถแท็กซี่ สำหรับแผงกั้นระหว่างห้องเก็บสัมภาระที่เป็นพลาสติก อุณหภูมิที่เกิดขึ้นภายในห้องโดยสารสำหรับการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติ คือ 467 และ 456 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว และก๊าซธรรมชาติ สำหรับแผงกั้นระหว่างห้องเก็บสัมภาระกับห้องโดยสารที่เป็นเหล็ก อุณหภูมิในการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นภายในห้องโดยสาร คือ 54 และ 426 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังนั้นสังเกตได้ว่าเมื่อเปลี่ยนวัสดุที่กั้นระหว่างห้องเก็บสัมภาระกับห้องโดยสารจากพลาสติกเป็นเหล็ก สามารถลดอุณหภูมิที่เกิดจากการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวภายในห้องโดยสารได้ แต่สำหรับก๊าซธรรมชาติอุณหภูมิที่เกิดขึ้นภายในห้องโดยสารยังคงสูงอยู่ ดังนั้นหากเกิดเพลิงไหม้ ก๊าซธรรมชาติ ซึ่งจากอัตราการปล่อยความร้อน และอุณหภูมิจากการเผาไหม้ที่สูงกว่าก๊าซปิโตรเลียมเหลวจึงส่งผลกระทบและก่อให้เกิดความเสียหายต่อผู้ที่อยู่ภายในรถและทรัพย์สินรวดเร็วกว่าก๊าซปิโตรเลียมเหลว

ผลการจำลองสถานการณ์การเกิดเพลิงไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว และก๊าซธรรมชาติในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถแท็กซี่ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้แสดงถึงพฤติกรรมการเกิดเพลิงไหม้ การ เคลื่อนที่ของเปลวไฟ ทั้งอัตราการปล่อยความร้อน อัตราการเผาไหม้ มวลสารที่เกิดจากการเผาไหม้ รวมถึงอุณหภูมิจากเทอร์โมคัปเปิลที่ติดตั้งในส่วนต่างๆ ของรถที่เกิดจากการเผาไหม้ซึ่งสามารถประเมินความรุนแรงและอันตรายที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ได้ ดังนั้นเพื่อความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จึงขอเสนอข้อเสนอแนะดังนี้

จากข้อมูลสถิติอุบัติเหตุดังตารางที่ 15 ได้วิเคราะห์สาเหตุจากอุบัติเหตุไว้ดังนี้

ตารางที่ 26 วิเคราะห์สาเหตุการเกิดเพลิงไหม้ก๊าซเชื้อเพลิงที่ติดตั้งในรถยนต์

ลำดับที่	ชนิดของก๊าซเชื้อเพลิง	สาเหตุการเกิดเพลิงไหม้
1	NGV	นำถังก๊าซมาดัดแปลงเพื่อเติม NGV ด้วยตัวเองไม่ได้ผ่านการตรวจสอบที่ถูกต้อง
2	LPG	ถังก๊าซ LPG รั่ว และแบตเตอร์รี่ในห้องเครื่องช็อตเกิดประกายไฟ
3	LPG	นำถังก๊าซมาดัดแปลงเพื่อเติม NGV ด้วยตัวเองไม่ได้ผ่านการตรวจสอบที่ถูกต้อง
4	LPG	นำถัง LPG มาดัดแปลงเพื่อเติม NGV ทำให้เกิดระเบิด
5	LPG	ถังก๊าซรั่ว
6	LPG	เกิดไฟฟ้าช็อต การดัดแปลงติดตั้งอุปกรณ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน
7	LPG	ก๊าซรั่วโดยไม่ทราบ และจุดไฟแช็กเพื่อสูบบุหรี่
8	NGV	คุยโทรศัพท์ขณะเพิ่งเติมก๊าซเสร็จ
9	NGV	การติดตั้งที่ไม่ได้มาตรฐาน
10	NGV	ก๊าซรั่ว
11	NGV	ก๊าซรั่วและเกิดประกายไฟ

จากสาเหตุที่ได้สรุปมาบางส่วนในตารางที่ 26 หากเกิดเหตุเพลิงไหม้ขึ้น นั้นจะส่งผลให้เกิดความเสียหายกับทรัพย์สิน หรืออาจจะถึงขั้นรุนแรงถึงเสียชีวิตได้ จากการศึกษาข้อมูลรถยนต์ที่ใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว และก๊าซธรรมชาติ พบว่ามาตรฐานในการติดตั้งระบบเชื้อเพลิงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่อาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้ร้ายแรงได้ ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการปฏิบัติอย่างถูกต้องตามขั้นตอนและวิธีการที่กำหนดและมีการตรวจสอบอย่างเคร่งครัด รวมถึงการเลือกใช้อุปกรณ์ทุกชนิดควรมีมาตรฐานรับรองทุกครั้ง และนอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่สำคัญมากอีกประการหนึ่งซึ่งมีส่วนสำคัญที่สามารถทำให้เกิดอุบัติเหตุหรืออุบัติภัยที่ร้ายแรงได้ คือ การดูแลรักษาและการปฏิบัติตามข้อควรระวังในการใช้งานสำหรับรถยนต์ที่ใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งนอกจากการดูแลตรวจเช็คเครื่องยนต์และระบบอื่นๆของรถยนต์ตามปกติแล้ว รถยนต์ที่ติดตั้งก๊าซเชื้อเพลิงจะต้องมีข้อควรระวังในการใช้งานและจะต้องมีการดูแลระบบก๊าซเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

1. ควรมีการตรวจเช็ครอยรั่วของก๊าซบริเวณข้อต่อหรือจุดต่างๆเป็นประจำทุกเดือนโดยการใช้ฟองสบู่หรือใช้เครื่องตรวจวัดการรั่วของก๊าซ

2. ควรมีการตรวจสอบอุปกรณ์สำหรับเติมก๊าซ (Fill up valve) ถังบรรจุก๊าซ (Cylinder) และการตรวจสอบน็อตที่ยึดถังก๊าซเป็นประจำทุกเดือน

3. ไม่ทำการดัดแปลงอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวกับระบบการจ่ายก๊าซหลังจากได้รับการติดตั้งจากศูนย์ติดตั้งที่ได้มาตรฐานซึ่งหากพบปัญหาหรือความผิดปกติในภายหลังควรรีบติดต่อศูนย์บริการเพื่อรีบแก้ไขทันที

4. อุปกรณ์ทุกชนิดที่จะใช้ในการติดตั้งระบบเชื้อเพลิงก๊าซควรเลือกใช้ของใหม่ที่ได้มาตรฐานเท่านั้น

5. ไม่เติมก๊าซเกินค่าแรงดันที่กำหนดไว้ของถังก๊าซบรรจุก๊าซซึ่งจะส่งผลให้ถังก๊าซเสื่อมคุณภาพ เร็วขึ้นหรืออาจเกิดการระเบิดได้ในขณะเติมก๊าซ

6. ไม่นำรถยนต์ที่ติดตั้งอุปกรณ์ระบบเชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลวไปดัดแปลงเพื่อนไปบรรจุก๊าซธรรมชาติโดยเด็ดขาด จะเกิดการระเบิดขึ้น

7. เมื่อพบการรั่วของก๊าซเกิดขึ้นให้รีบหยุดรถและดับเครื่องยนต์โดยทันทีให้รีบปิดวาล์วควบคุมการจ่ายก๊าซ และไม่ทำการใดๆที่จะทำให้เกิดประกายไฟขึ้น

8. กรณีพบว่ามีไฟลุกไหม้เกิดขึ้นที่ตัวถังให้รีบดับเครื่องยนต์ทันทีและพยายามหาวิธีปิดวาล์วที่ถังก๊าซถ้าทำได้แล้วรีบออกห่างจากตัวรถหรือพยายามดับไฟที่แหล่งกำเนิดและแจ้งเจ้าหน้าที่ดับเพลิงหรือตำรวจตามลำดับ

9. ไม่ควรสูบบุหรี่และใช้โทรศัพท์ในขณะเติมก๊าซ หรือเพิ่งเติมก๊าซเสร็จเพื่อป้องกันการเกิดเพลิงไหม้

10. ไม่ควรนำรถยนต์ที่ติดตั้งระบบเชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลวไปจอดไว้ในบริเวณลานจอดที่อยู่ในห้องใต้ดินเพราะก๊าซที่รั่วจะแพร่กระจายรอบบริเวณและลอยต่ำอยู่เหนือพื้นลานจอดรถจำนวนมากซึ่งอาจเกิดอุบัติภัยร้ายแรงได้

11. เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการป้องกันการเกิดอุบัติภัยร้ายแรงสำหรับรถยนต์ที่ใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิง ผู้ที่ขับขี่ทุกคนควรปฏิบัติให้ถูกต้องตามกฎจราจรอย่างเคร่งครัด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาเทคนิคขั้นสูงในการออกแบบรถยนต์จำลองจากโปรแกรม PyroSim และโปรแกรมพลศาสตร์อัคคีภัย (Fire Dynamic Simulator: FDS) เพิ่มเติมเพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงรูปทรงของรถยนต์จำลองให้มีลักษณะความโค้งมนสมจริงมากยิ่งขึ้น

2. โปรแกรม PyroSim ควรมีการจำลองการเกิดเพลิงไหม้ของสารที่เป็นสารผสมได้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมการขนส่งทางบก. 2533. กฎกระทรวงฉบับที่ 14 **เรื่อง การตรวจและทดสอบส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ของรถยนต์ที่ใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิง** ออกตามความในพระราชบัญญัติรถยนต์ พ.ศ.2522.

การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย. **แบบแจ้งรายละเอียดของสารเคมีอันตราย โพรเพน และอีเทน.**

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย. 2547. **แผนป้องกันภัยฝ่ายพลเรือนแห่งชาติ พ.ศ. 2548** กรมป้องกันและบรรเทาสาธาณภัย กระทรวงหมาดไทย กรุงเทพมหานคร.

พงษ์พันธ์ ชมภูเพชร. 2549. **คู่มือการติดตั้งก๊าซรถยนต์ NGV และ LPG**. พิมพ์ครั้งที่ 1. โปรเฟสชันแนล เซ็นเตอร์, นนทบุรี.

สุชาดา แสงสุริยา. 2545. ความเป็นมาในการนำก๊าซธรรมชาติมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถแท็กซี่มิเตอร์. **รถแท็กซี่มิเตอร์** 3 (79): 6.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. พ.ศ.2525. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายใน.** มอก. 370-2525.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. พ.ศ.2543. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเหล็กคาร์บอนรีดร้อนแผ่นม้วน แผ่นแถบ แผ่นหนาและแผ่นบาง สำหรับงานถังก๊าซ.** มอก. 2060-2543.

Australasian Natural Gas Vehicles Council **"Vehicle Fuel for the Future"** Distributed at the NGV Conference 1999, April 1999.

G.A.Karim, **Some Considerations of the Safety of Methane, (CNG), as an Automotive Fuel-Comparision with Gasoline, Propane and Hydrogen operation**, S.A.E Paper.No 830267.

National Institute of Standards and Technology. 2004. **Fire Dynamics Simulator (FDS) and Smokeview.** (Computational Fluid Dynamics Model)**.**

Thunderhead Engineer Consultant. 2005. **PyroSim, A model Construction Tool for Fire Dynamic Simulator (FDS)**. The RJA group, Inc.

ภาคผนวก

การหาพื้นที่ถังบรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลว และก๊าซธรรมชาติ

การวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้ของถังเก็บก๊าซเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas) และก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas) ในการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม FDS ซึ่งจะต้องระบุระยะเวลาในการเผาไหม้ก๊าซเชื้อเพลิงทั้ง 2 ชนิด ซึ่งในโปรแกรมไม่ได้ระบุไว้ให้ ดังนั้นจึงต้องคำนวณจากปริมาณของเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในถังซึ่งในแบบจำลองภาพเสมือน

ถังเก็บเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ จะใช้ถังขนาด 70 ลิตร ซึ่งสามารถบรรจุก๊าซได้ 12 กิโลกรัม และมีน้ำหนัก 63 กิโลกรัม เส้นผ่านศูนย์กลาง 35.6 เซนติเมตร ยาว 91 เซนติเมตร

ถังเก็บเชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลว จะใช้ถังขนาด 58 ลิตร ซึ่งสามารถบรรจุก๊าซได้ 55 ลิตร กว้าง 320 มิลลิเมตร ยาว 793 มิลลิเมตร

หา พ.ท ถังทรงกระบอกของก๊าซธรรมชาติ

ขนาดถัง NGV ขนาด 70 ลิตร ยาว 91 เซนติเมตร กว้าง 35.6 เซนติเมตร บรรจุได้ 12 กิโลกรัม

$2\pi rh$ (ภายนอก) $= 2 \times 3.14 \times 0.178$ m. $\times 0.356$ m.

$= 0.4$ m^2

$2\pi r^2$ (ก้นถัง) $= 2 \times 3.14 \times (0.178)^2$ m.

$= 0.2$ m^2

พื้นที่ถัง NGV $= 0.4 + 0.2 = 0.6$ m^2

หา พ.ท ถังทรงกระบอกของก๊าซิโตรเลียมเหลว

ขนาดถัง LPG ขนาด 58 ลิตร ยาว 793 มิลลิเมตร กว้าง 320 มิลลิเมตร บรรจุได้ 55 ลิตร

$2\pi rh$ (ภายนอก) $= 2 \times 3.14 \times 0.16$ m. $\times 0.32$ m.

$= 0.3$ m^2

$2\pi r^2$ (ก้นถัง) $= 2 \times 3.14 \times (0.16)^2$ m

$= 0.2\ m^2$

พื้นที่ถัง NGV $= 0.3 + 0.2 = 0.5\ m^2$

จากสมการคำนวณข้างต้น เป็นการหาพื้นที่ของถังบรรจุก๊าซธรรมชาติและก๊าซปิโตรเลียมเหลวซึ่งในการจำลองทางพลศาสตร์อัคคีภัยจะต้องใส่ค่าเวลาในการเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติ และก๊าซปิโตรเลียมเหลว เพื่อหาอัตราการเผาไหม้ของก๊าซ ซึ่งเวลานั้นสามารถหาได้จากการคำนวณจากอัตรา การปลดปล่อยความร้อนของเชื้อเพลิงก๊าซแต่ละประเภท

การคำนวณอัตราการปล่อยความร้อนของก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติ ดังสมการข้างล่างนี้

$Q = \Delta HcAm$ =HRR (Heat Release Rate)

ΔHc = Heat of Combustion (KJ/kg)

m = Mass Burning Rate (kg/s)

A = Area (m^2)

<u>อัตราการปล่อยความร้อนของก๊าซปิโตรเลียมเหลวในถังขนาด 0.6 m^2</u>

$Q = \Delta HcAm$

$= 47{,}250\ (KJ/kg) \times 0.6\ m^2 \times 0.49\ kg / (m^2.s)$

$= 13{,}892\ KJ / s = 13{,}892\ kW.$

ดังนั้น Q = 13,892 KJ/s = 13,177 BTU/s

จากทฤษฎี t – Squared Fire ในตารางกำหนดให้เวลาที่มีอัตราการปล่อยความร้อน 1000 BTU/s ดังนั้น ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีอัตราการปล่อยความร้อน 13,177 บีทียู ต่อ 13.2 วินาที

<u>อัตราการปล่อยความร้อนของก๊าซธรรมชาติในถังขนาด 0.5 m^2</u>

$$Q = \Delta HcAm$$

$$= 52{,}015 \text{ (KJ/kg)} \times 0.5\ m^2 \times 0.5 \text{ kg} / (m^2.s)$$

$$= 13{,}004 \text{ KJ} / s = 13{,}004 \text{ kW.}$$

ดังนั้น Q = 13,004 KJ/s = 12,334 BTU/s

จากทฤษฎี t – Squared ในตารางกำหนดให้เวลาที่มีอัตราการปล่อยความร้อน 1000 BTU/s ดังนั้น ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีอัตราการปล่อยความร้อน 12,334 บีทียู ต่อ 12 วินาที

จากการคำนวณอัตราการปล่อยความร้อนของก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติข้างต้น เมื่อนำมาเทียบกับตารางค่าการปล่อยพลังงานตามทฤษฎี t – Square Fire สรุปได้ว่าก๊าซเชื้อเพลิงทั้งสองประเภทมีอัตราการเผาไหม้อยู่ในประเภทเร็วมาก ดังนั้นจึงได้นำเวลาที่อ้างอิงจากจากทฤษฎี t – Square Fire มาใช้ในการกำหนดเวลาในการเผาไหม้ก๊าซเชื้อเพลิงในแบบจำลอง ด้วยโปรแกรม PyroSim ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ คือ 75 วินาที

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาว สถาพร ลาวัลย์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	12 พฤศจิกายน พ.ศ. 2524
สถานที่เกิด	ภูเก็ต
ประวัติการศึกษา	วท.บ. อาชีวอนามัยและความปลอดภัย
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	วิศวกรความปลอดภัย
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	PAE (Thailand) Public Co.,Ltd เลขที่ 69 อ่อนนุช 64 แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-