

การใช้น้ำมันจากขยะพลาสติกกับเครื่องยนต์เบนซิน

รยุคกัลตี้ วิวัฒน์ปรีชาานนท์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรบริษัทฯ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



THE USE OF PLASTIC WASTE OIL WITH GASOLINE ENGINE

RONNASAK WIWATPREECHANON

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING
MAJOR MECHANICAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
YEAR 2013
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY**



ในรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

เรื่อง การใช้น้ำมันจากขยะพลาสติกกับเครื่องยนต์เบนซิน

ผู้จัด นายรณศักดิ์ วิวัฒน์ปริชาณนท์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

กรรมการ

.....

กรรมการ

.....

คณบดี

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นท แสงเทียน)

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2556

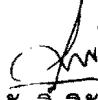
กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จอุล่วงได้เป็นอย่างดี เนื่องด้วยได้รับความช่วยเหลือในการถ่ายทอดองค์ความรู้ทางด้านวิชาการ การค้นคว้า การแก้ปัญหา และแนวทางที่เป็นประโยชน์ ต่อการจัดทำวิทยานิพนธ์ ทั้งยังให้ความกรุณาในการเป็นที่ปรึกษา ขอรับขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดมย์ จรรยาเดศอุดมย์ ท่านอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จำาไฟศักดิ์ ทีนูญมา และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริวิชญ์ เดชะเจณภารังสี ที่กรุณาร่วมเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และได้ให้คำแนะนำ รวมถึงเสนอข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของวิทยานิพนธ์ จนทำให้ วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย อุบลราชธานี สำหรับทุนสนับสนุนในการทำวิจัยจากสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตหนองแขม, ฝ่ายควบคุม ก้าพ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ น้ำมัน บริษัท เมืองสะอาด จำกัด และเทศบาลเมืองวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ที่สนับสนุน ข้อมูลและน้ำมันจาก拜师学艺พลาสติก

สุดท้ายนี้ขอรับขอบพระคุณ บิดา นารดา ปู่ ย่า ครอบครัววิวัฒน์ปรีchanan ที่รุ่นพี่และ รุ่นน้องที่ EN 4 ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่เป็นที่กำลังใจและแรงบันดาลใจอันสำคัญยิ่ง ที่ทำให้ ข้าพเจ้าจัดทำวิทยานิพนธ์นี้ให้สำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงจะสำเร็จไม่ได้ หากขาดท่านทั้งหลายนี้ ขอบพระคุณครับ


(นายณัศกิตติ์ วิวัฒน์ปรีchanan)

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การใช้น้ำมันจากยะพลาสติกกับเครื่องยนต์เบนซิน

โดย : รัณสักดิ์ วิวัฒน์ปริชาณนท์

ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดุลย์ ธรรมยาเลิศอดุลย์

หัวที่สำคัญ : น้ำมันยะพลาสติก เครื่องยนต์เบนซิน สมรรถนะของเครื่องยนต์ สารน้ำมันพิษ

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันจากยะพลาสติก และการใช้น้ำมันจากยะพลาสติกกับเครื่องยนต์เบนซิน ซึ่งน้ำมันจากยะพลาสติกนี้ได้มาจากการนำยะพลาสติกมาทำความสะอาดและทำให้แห้งแล้วผ่านกระบวนการไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ ตามมาตรฐาน ISO 420 ของชาเชลเซียส และน้ำมันที่ได้มากลั่นแยกส่วนโดยน้ำมันที่ใช้ในการศึกษาระบบนี้ เป็นอุณหภูมิระหว่าง 65 องศาเซลเซียส ถึง 170 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำน้ำมันจากยะพลาสติกผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 ในอัตราส่วนร้อยละ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 ตามลำดับ คุณสมบัติทางกายภาพที่ทดสอบ ได้แก่ ความหนาแน่น ค่าอุก夷敦 ค่าความร้อน ความดันไออกไซด์ ค่าอุณหภูมิการกลั่นตัว ปริมาณกำมะถัน ปริมาณน้ำ ค่าการกัดกร่อน ซึ่งพบว่าคุณสมบัติดังกล่าว ใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซิน 91 ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามอัตราส่วนระหว่างน้ำมันจากยะพลาสติกผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 เส้นร้อยละ 25 ถึง 50 แต่เมื่อเพิ่มอัตราส่วนระหว่างน้ำมันจากยะพลาสติกผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 ตามประการของกรมธุรกิจพลังงาน ส่วนการทดสอบกับเครื่องยนต์เบนซินนั้น ได้ทำการศึกษาโดยใช้เครื่องยนต์เบนซินสูบเดี่ยวกับน้ำมันจากยะพลาสติกผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 และสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ทดสอบ ได้แก่ แรงบิด กำลังม้าบูรุก และอัตราการสูบสูบเปลี่ยนน้ำมัน จำเพาะ นอกจากนั้นยังทำการวัดหาค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนอนออกไซด์ (CO) และก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) ที่ปล่อยออกมาระหว่างการทดสอบ พบร่วมน้ำมันจากยะพลาสติกและน้ำมันจากยะพลาสติกผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 ให้ค่าแรงบิดและค่ากำลังม้าบูรุกของเครื่องยนต์มีค่าสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 เส้นร้อยละ 2 ถึง 7 โดยเฉลี่ย ทุกความเร็ว�อน และมีแนวโน้มไปในทิศทางเดี่ยวกันเมื่อความเร็ว�อนของเครื่องยนต์เปลี่ยนแปลงไป และพบว่าขณะที่ใช้น้ำมันจากยะพลาสติกทดสอบนั้นเครื่องยนต์สามารถทำงานได้ดีสตาร์ทติดจ่ายเดินเรียบและไม่มีอาการสะคัดของเครื่องยนต์ อัตราการสูบสูบเปลี่ยนน้ำมันจำเพาะมีค่าต่ำกว่า

เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 เดือนน้อยคิดเป็นร้อยละ ๕ โดยเฉลี่ยทุกความเร็วอุบ ส่วนสารมลพิษของไอเสียของน้ำมันเชื้อเพลิงทุกชนิดที่นำมาทดสอบมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ทางราชการกำหนด

ABSTRACT

TITLE : THE USE OF PLASTIC WASTE OIL WITH GASOLINE ENGINE
BY : RONNASAK WIWATPREECHANON
DEGREE : MASTER OF ENGINEERING
MAJOR : MECHANICAL ENGINEERING
CHAIR : ASST. PROF. ADUN JUNYALERTADUN, Ph.D.

KEYWORDS : WASTE OIL / GASOLINE ENGINE / ENGINE PERFORMANCE /
POLLUTANTS

This research focused on the characterization of oil from pyrolysis of plastic wastes and the utilization of oil with gasoline engine. The oil was obtained from the pyrolysis of cleaned and dried plastic wastes at the temperature around 420 °C. Then the oil was fractional distilled at temperature between 65 - 170 °C. The fractional oil was then mixed with gasoline 91 at the ratios of 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100 percent, respectively. The oil properties examined in study include density, octane number, heat value, vapor pressure, distilling temperature, sulfur content and water erosion. It was found that the properties of the blended oil were closed to those of gasoline 91. These properties meet the petrol standards announced by the Department of Energy Business. It was also observed that the oil properties were slightly affected by varying the ratio of pyrolysis oil and gasoline 91. The mixture of pyrolysis oil and gasoline 91 was then tested with the one-cylinder gasoline engine. The examined parameters include the performance of the engine, horsepower, torque, brake and specific fuel consumption. Moreover, the amount of carbon monoxide (CO) and hydrocarbon (HC) emitted along with the exhaustion were also analyzed. The results showed that pure and mixed oil from plastic wastes yielded the torque and horsepower higher than those of gasoline 91 by 2 - 7% at all rotational speeds. In addition, it tended to be in the same direction when changing the engine speed. It was also found that the engine was smoothly running and working well when starting. Furthermore, there was no indication of an engine stumble. Specific fuel consumption of mixed oil was lower than that of gasoline 91

by 5% at all rotational speeds. The air pollutants emitted from the exhaustion of all types of tested fuel did not exceed the standards set by government agencies.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ณ
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 วิธีการดำเนินงานวิจัย	3
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 เครื่องชนต์แก๊สโซลีน	5
2.2 สมบัติที่สำคัญของน้ำมันเบนซิน	7
2.3 การเผาไหม้ในเครื่องชนต์แก๊สโซลีน	12
2.4 กระบวนการไฟโรไอลชิต	13
2.5 กระบวนการกลั่นน้ำมัน	20
2.6 การคำนวณหาสมรรถนะของเครื่องชนต์	31
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	32
3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	
3.1 น้ำมันเชื้อเพลิง	37
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดสอบ	46

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 ขั้นตอนการทดสอบหาสมรรถนะและปริมาณสารมลพิษของ ไอลีชีงเครื่องยนต์ขนาด 1 สูบ	49
4 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล	
4.1 ผลการทดสอบปริมาณน้ำมันที่กลั่นต่อปริมาณน้ำมัน เบย์พลาสติกและอุณหภูมิการกลั่น	51
4.2 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพการเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง	52
4.3 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์	61
4.4 ผลการทดสอบการปล่อยสารมลพิษของเครื่องยนต์	65
5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดสอบ	67
5.2 ความเป็นไปได้ในการนำน้ำมันเบย์พลาสติกผสมน้ำมัน เบนซิน 91 มาใช้เป็นเชื้อเพลิง	70
5.3 ข้อเสนอแนะ	71
เอกสารอ้างอิง	72
ภาคผนวก	
ก ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน	77
ข ข้อมูลการทดสอบสมรรถนะและการปล่อยสารมลพิษของเครื่องยนต์	83
ค ตัวอย่างการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์	87
ง ผลทดสอบสมบัติทางกายภาพ	90
จ ผลงานวิชาการที่เผยแพร่	97
ประวัติผู้วิจัย	116

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สารปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเบนซิน	11
2.2 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการเติมน้ำมันเบนซิน	12
2.3 ลักษณะของกระบวนการที่สำคัญของไฮโรไอลชีส	17
2.4 ผลิตภัณฑ์ส่วนต่างๆ ที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียม	30
2.5 ผลิตภัณฑ์การไฮโรไอลชีสขยายพลาสติกจากชุมชน	36
3.1 สัญลักษณ์ของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบ	39
3.2 ความสัมพันธ์ของค่าออกเทนกับความเร็วรองเครื่องยนต์	41
3.3 รายละเอียดเครื่องยนต์ที่ใช้ทำการทดสอบ	47
4.1 สมบัติทางกายภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ	52
๔.1 บันทึกผลการทดสอบและผลการคำนวณจากการใช้น้ำมันเบนซิน 91 กับเครื่องยนต์เบนซิน	84
๔.2 บันทึกผลการทดสอบและผลการคำนวณจากการใช้น้ำมันเบนซิน 91 : น้ำมันขยายพลาสติก (75 : 25) กับเครื่องยนต์เบนซินกับเครื่องยนต์เบนซิน	84
๔.3 บันทึกผลการทดสอบและผลการคำนวณจากการใช้น้ำมันเบนซิน 91 : น้ำมันขยายพลาสติก (50 : 50) กับเครื่องยนต์เบนซิน	85
๔.4 บันทึกผลการทดสอบและผลการคำนวณจากการใช้น้ำมันเบนซิน 91 : น้ำมันขยายพลาสติก (25 : 75) กับเครื่องยนต์เบนซิน	85
๔.5 บันทึกผลการทดสอบและผลการคำนวณจากการใช้น้ำมันขยายพลาสติก กับเครื่องยนต์เบนซิน	86
๔.6 ข้อมูลการทดสอบการปล่อยสารมลพิษของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ	86

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 รถยนต์ของนายเคนรี ฟอร์ด พลิตช์ในปี พ.ศ. 2439	6
2.2 หลักการทำงานของเครื่องยนต์เบนซินระบบบีงประคิมรูแบบ Vegetated	7
2.3 ภาพตัดเครื่องยนต์มาตรฐาน CFR	9
2.4 กระบวนการแตกตัวทางความร้อนของสารพอดิเมอร์	14
2.5 ปริมาณผลิตภัณฑ์จากการไฟโรไอลซิสไม้แบบเร็ว	16
2.6 ภาพรวมของกระบวนการไฟโรไอลซิสและการแกสฟิเกชัน	19
2.7 แผนผังกระบวนการกลั่นแยกน้ำมันดิน	21
2.8 กระบวนการกลั่นแยกน้ำมันดินเบื้องต้น	22
2.9 การกลั่นน้ำมันในห้องทดลอง	23
2.10 กราฟปริมาตรน้ำมันที่กลั่นออกได้	24
2.11 กระบวนการกลั่นลำดับส่วนห้อกลั่นบรรยายและห้อกลั่นสุญญาการ	24
2.12 กระบวนการกลั่นเบลีขัน โครงสร้างทางเคมี	25
2.13 หอแยกสลายด้วยความร้อนและหอแยกสลายด้วยสารเร่งปฏิกิริยา	26
2.14 กระบวนการกลั่นเบลีขันสภาพน้ำมัน วิธีแยกสลายด้วยไฮโดรเจน	27
2.15 เปรียบเทียบร้อยละของน้ำมันเบนซินที่ได้จาก 3 กระบวนการกลั่นน้ำมัน	27
2.16 แผนผังการกลั่นน้ำมันดินและการใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์ที่ได้	29
3.1 ตัวอย่างน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ	37
3.2 เครื่อง Density Meter Anton Paar	40
3.3 เครื่อง CFR Engine (Cooperative Fuels Research)	41
3.4 เครื่อง Vapor Pressure	42
3.5 เครื่อง Automatic Distillation	43
3.6 เครื่อง Coulometer	44
3.7 เครื่อง Oxford DMX 1000 X-Ray	45
3.8 เครื่อง Wavelength Dispersive X-Ray	45
3.9 เครื่อง Bomb calorimeter	46
3.10 เครื่องยนต์เบนซิน Honda รุ่น GX 120 T1 ที่ใช้ในการทดสอบ	47
3.11 ชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เบนซินขนาด 1 สูบ	48

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.12 เครื่องมือวัดค่าสารน้ำพิษจากเครื่องยนต์	48
4.1 ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่กักลั่นต่ออุณหภูมิในการกักลั่น	51
4.2 ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำในอัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91	53
4.3 ค่าความหนาแน่นของน้ำมันในอัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91	54
4.4 ค่าอุกเทนของน้ำมันในอัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91	55
4.5 ค่าความดันไอของน้ำมันในอัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91	56
4.6 ค่าการกักลั่นของน้ำมันในอัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91	57
4.7 ค่าปริมาณน้ำของน้ำมันในอัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91	58
4.8 ค่าปริมาณกำมะถันของน้ำมันในอัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91	58
4.9 ค่าการกัดกร่อนแผ่นเงินของน้ำมันในอัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91	60
4.10 ค่าความร้อนของน้ำมันในอัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91	61
4.11 แรงบิดของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันขยะพลาสติกในอัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91	62
4.12 กำลังงานเบรกของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันขยะพลาสติกในอัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91	63
4.13 อัตราการสีน้ำเปลี่ยนเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันขยะพลาสติกในอัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91	64

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.14 ปริมาณก้าชการ์บอนมอนอกไซด์ (CO) เมื่อใช้น้ำมันในอัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91	65
4.15 ปริมาณก้าชไฮโดรคาร์บอน (HC) เมื่อใช้น้ำมันในอัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91	66

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ในปัจจุบันปัญหาเรื่องปริมาณของพลาสติกที่ใช้แล้วมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงทำให้เกิดปัญหานี้ในเรื่องการกำจัดของพลาสติกที่ใช้แล้ว และการนำพลาสติกที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้ประโยชน์ทำได้น้อย เนื่องจากต้องผ่านการคัดแยกชนิดของพลาสติกซึ่งมีดันทุนที่สูง และมีอีกหลายวิธีในการกำจัดของพลาสติกที่ใช้แล้ว เช่น การฝังกลบ ของพลาสติกบางประเภทต้องใช้เวลาในการย่อยสลายหรือบางประเภทอาจไม่มีการย่อยสลายเลย การรีไซเคิลพลาสติกที่ใช้แล้วเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ การเผาพลาสติกที่เหลือจากการใช้แล้วเพื่อกำจัดอาจทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ และสิ่งแวดล้อม ส่วนแนวทางที่มีความนิยมในปัจจุบันในด้านการเผาไหม้ใช้ความร้อนให้เกิดประโยชน์เป็นการแปรรูปจากพลาสติกที่ใช้แล้ว มาผลิตเป็นน้ำมันเพื่อนำกลับไปใช้งานได้ใหม่ สามารถลดปริมาณของพลาสติกที่ใช้แล้ว ให้อย่างรวดเร็ว มี 2 วิธี คือ กระบวนการแก๊สฟิเชชัน เป็นกระบวนการภายใต้ความร้อนและแรงดันสูงๆ ประมาณ $1,500\text{--}1,600^{\circ}\text{C}$ ที่จะทำให้สารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบของคาร์บอนจะเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจน จะได้ก๊าซเชื้อเพลิงเป็นผลิตภัณฑ์หลัก แต่ใช้เทคโนโลยีและต้นทุนการติดตั้งที่สูงและกระบวนการไฟฟ้าไฮซิสเป็นกระบวนการย่อยพลาสติกให้มีขนาดเล็กลงด้วยความร้อน $300\text{--}500^{\circ}\text{C}$ ในสภาวะไร้อากาศ โดยไม่ก่อให้เกิดมลพิษ ต่อสิ่งแวดล้อมของน้ำภาคยนต์ จะได้ผลผลิตเป็นแก๊สน้ำมันสังเคราะห์ที่มีค่าอยู่เหนือสูงสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้

จากการวิจัยที่เกี่ยวกับการนำเอาระบบพลาสติกที่ใช้แล้วมาไฟฟ้าไฮซิสเพื่อผลิตเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงนั้น ได้มีงานวิจัยผ่านมาบางถึงความเป็นไปได้ แต่จะเป็นข้อมูลในระดับห้องปฏิบัติการเพื่อหาคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงเท่านั้น ยังขาดข้อมูลในการนำเอาน้ำมันจากระบบพลาสติกที่ใช้แล้ว เป็นเชื้อเพลิงไปใช้งานกับเครื่องยนต์จริงงานวิจัยชิ้นนี้จึงศึกษาคุณสมบัติของน้ำมันจากระบบพลาสติกที่ใช้แล้วผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 ไปใช้กับเครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็กแบบสูญเสีย รวมถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับเครื่องยนต์ในด้านค่าฯ เช่น สมรรถนะของเครื่องยนต์และการปล่อยมลพิษอุบัติ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพในความเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงจากยะพลาสติกที่ใช้แล้ว เปรียบเทียบกับสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเบนซิน 91 ตามมาตรฐานประกาศกรมธุรกิจพลังงาน

1.2.2 เพื่อศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันจากยะพลาสติกที่ใช้แล้ว และน้ำมันจากยะพลาสติกที่ใช้แล้วผสมน้ำมันเบนซิน 91 เป็นเชื้อเพลิง

1.2.3 เพื่อศึกษาการปล่อยสารมลพิษในไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันจากยะพลาสติกที่ใช้แล้ว และน้ำมันจากยะพลาสติกที่ใช้แล้วผสมน้ำมันเบนซิน 91 เป็นเชื้อเพลิง

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 สมบัติความเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่จะศึกษา ได้แก่ ค่าความหนาแน่น ค่าออกรเหน ค่าความร้อน ความดัน ไอ อุณหภูมิการกลั่นตัว ปริมาณกำมะถัน ปริมาณน้ำ การกัดกร่อน โดยเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91 ที่มีจำหน่ายตามสถานีบริการน้ำมันทั่วไป

1.3.2 ใช้เครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็ก 1 ลูก ในการทดสอบโดยไม่มีการดัดแปลงหรือปรับแต่งเครื่องยนต์แต่ประการใด

1.3.3 ใช้น้ำมันจากยะพลาสติกรวมผ่านกระบวนการไฟฟ้าไซส์ แล้วนำกลับที่ช่วงระหว่างอุณหภูมิ 65 ถึง 170 °C ผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 ในอัตราส่วน 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ เป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบเครื่องยนต์เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91 ที่มีจำหน่ายตามสถานีบริการน้ำมันทั่วไป

1.3.4 สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ แรงบิด กำลังม้าเบรกของเครื่องยนต์ และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันจำพวก

1.3.5 ทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ตั้งแต่ 1,500 ถึง 4,000 รอบต่อนาที

1.3.6 สารมลพิษที่เกิดจากเครื่องยนต์เบนซินที่จะทำการวัด ได้แก่ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และก๊าซไฮdroคาร์บอน (HC)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทำให้มีความรู้และความเข้าใจการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากกระบวนการไฟโรไอลซิส

1.4.2 ทำให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติความเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันจากยะพลาสติกที่ใช้แล้วเบรเยนเทียนกับน้ำมันเบนซิน 91 ที่มีจำหน่ายตามสถานีบริการน้ำมันทั่วไป

1.4.3 ทำให้มีความรู้และความเข้าใจถึงผลกระทบเกี่ยวกับสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันจากยะพลาสติกที่ใช้แล้วผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 เป็นเชื้อเพลิง

1.4.4 เป็นทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาพัฒนาเทคโนโลยีช่วงลดปัญหาการนำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศ

1.5 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1.5.1 ศึกษาและรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากหนังสือและวารสาร

1.5.2 ศึกษาและผลิตน้ำมันจากยะพลาสติกที่ใช้แล้ว ด้วยกระบวนการไฟโรไอลซิส

1.5.3 กลั่นลำดับส่วนน้ำมันที่ได้จากการกระบวนการไฟโรไอลซิส ด้วยเครื่องกลั่นลำดับส่วน

1.5.4 ผสมน้ำมันที่ได้จากการกลั่นลำดับส่วนกับน้ำมันเบนซิน 91 ตามอัตราส่วน 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตรและน้ำมันจากยะพลาสติกที่ใช้แล้วจากการกลั่นลำดับส่วน

1.5.5 ทดสอบสมบัติทางกายภาพการเป็นเชื้อเพลิงของน้ำมันจากยะพลาสติกที่ใช้แล้วจากการกลั่นลำดับส่วน และน้ำมันจากการกลั่นลำดับส่วนผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 สมบัติที่ทำการทดสอบ ได้แก่ ค่าความหนาแน่น ค่าอุกเทน ค่าความร้อน ความตันไอ การกลั่น กำมะถัน น้ำ การกัดกร่อน

1.5.6 ทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ โดยใช้เครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็กสูบเดียว ในการทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องยนต์เบรเยนเทียนกันระหว่างน้ำมันจากยะพลาสติกที่ใช้แล้ว จากการกลั่นลำดับส่วน นำน้ำมันจากการกลั่นลำดับส่วนผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 และน้ำมันเบนซิน 91 สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่จะทำการทดสอบ ได้แก่ แรงบิด กำลังเบรกของเครื่องยนต์ และอัตราการสันเปลี่ยนน้ำมันจำพวก

1.5.7 ตรวจวัดปริมาณสารน้ำมันพิษ โดยเครื่องวิเคราะห์ไอเสีย วัดค่าได้แก่ ปริมาณก๊าซคาร์บอนอนออกไซด์ (CO) และก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) ที่ปล่อยออกมานอกไอเสียของเครื่องยนต์

ที่ใช้น้ำมันจากบะพลาสติกที่ใช้แล้วจากการกลั่นลำดับส่วน และน้ำมันจากการกลั่นลำดับส่วนผสม กับน้ำมันเบนซิน 91 เพื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91 ที่มีจำหน่ายตามสถานีบริการน้ำมันทั่วไป

1.5.8 สรุปผลเขียนรายงาน

1.5.9 การเผยแพร่ผลการศึกษา

1.5.10 เขียนวิทยานิพนธ์

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครื่องยนต์แก๊สโซลิน

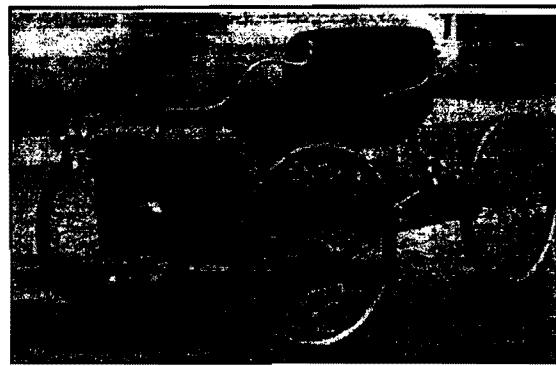
เครื่องยนต์แก๊สโซลินหรือเรียกว่าเครื่องยนต์กลวัตตอร็อตโต (Otto cycle) หรือเครื่องยนต์ S.I. (Spark Ignition engine) เป็นเครื่องยนต์สันดาปภายในที่มีการจุดระเบิดโดยการใช้ประกายไฟ และใช้เชื้อเพลิงที่เป็นน้ำมันเบนزا น้ำมันระเหยง่าย หรือก๊าซธรรมชาติ เช่น น้ำมันแก๊สโซลิน (น้ำมันเบนซิน) แก๊สโซลิน เมทานอล มีเทน และก๊าซปีโตรเลียมเหลว (LPG)

เครื่องยนต์แก๊สโซลินถูกค้นพบเมื่อปี พ.ศ. 2491 โดยนายนิโคลัส อ. ออตโต (Nikolaus A. Otto) ชาวเยอรมัน เป็นเครื่องยนต์ 4 จังหวะครบรอบการทำงานคือ (1) จังหวะดูด (2) จังหวะอัด (3) จังหวะระเบิด หรือกำลัง (4) จังหวะคาย มีระบบที่สำคัญๆ 2 ระบบที่ทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างสมบูรณ์ ได้แก่ระบบเชื้อเพลิงและระบบจุดระเบิด

รถยนต์กันแรกเป็นรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ก๊าซ ผลิตขึ้นในปี พ.ศ. 2406 เป็นเครื่องยนต์ ระบบอุกสูบเดียวใช้ก๊าซเบนزا (ไม่ใช่น้ำมันแก๊สโซลิน) เป็นเชื้อเพลิง โดยนักประดิษฐ์ชาวฝรั่งเศส ชื่อนายเลโอนาร์ (Lenoir) ซึ่งสามารถวิ่งได้จริง ๆ เพียง 6 ไมล์ ในปี พ.ศ. 2398 นายเดมเลอร์และนายเบนซ์ (Daimler and Benz) ชาวเยอรมัน ได้สร้างรถยนต์ที่วิ่งด้วยเชื้อเพลิงเหลวคล้ายน้ำมันแก๊สโซลิน ในปี พ.ศ. 2433 นักประดิษฐ์ชาวฝรั่งเศส คือ นายเดเมเลอร์และเบนซาร์ค ได้เริ่มนัดหยด รถยนต์ที่มีเครื่องยนต์อยู่ข้างหน้า และมีการส่งกำลังด้วยการใช้โซ่ขับเคลื่อนส่งกำลังไปยังล้อหลัง

รถยนต์อเมริกันถูกสร้างครั้งแรกโดยพี่น้องดราเย่ (Duryea Brothers) ซึ่งได้แก่นาย ชาร์ลส์และนายแฟรงก์ในรัฐแมสซาชูเซตต์ในปี พ.ศ. 2436 และต่อมา นักประดิษฐ์ชาวอเมริกันก็ได้สร้างรถยนต์ออกมารือกด้วยเอกลักษณ์เฉพาะตัว โดยในปี พ.ศ. 2493 นายเคนรี ฟอร์ด (Henry Ford) นายแรนซัม โอลด์ (Ransom Olds) นายอเล็กซานเดอร์ วินตัน (Alexander Winton) และนายชาร์ลส์ คิง (Charles King) ได้สร้างรถยนต์ที่วิ่งได้อ่บ่างเหมือนสน

ในปี พ.ศ. 2443 โรงงานประกอบรถยนต์หลาย ๆ โรงงาน ได้ก่อตั้งขึ้นที่เมืองดีทรอยต์ และเริ่มนัดหยดรถยนต์ขึ้น



ภาพที่ 2.1 รถชนต์ของนายเยนรี่ พอร์ค ผลิตขึ้นในปี พ.ศ. 2439

2.1.1 หลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลิน

การทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลิน แบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ ได้แก่ เครื่องยนต์แก๊สโซลิน 4 จังหวะ และเครื่องยนต์แก๊สโซลิน 2 จังหวะ

ข้อดีของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ คือ ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง ส่วนข้อดีของเครื่องยนต์ 2 จังหวะ คือ การบำรุงรักษาง่ายและประหยัดค่าบำรุงรักษา ให้กำลังมากกว่าเครื่องยนต์ 4 จังหวะต่อรอบการทำงาน เมื่อมีความถูกระบบออกแบบที่เท่ากัน

2.1.2 การทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลิน 4 จังหวะ

เครื่องยนต์ 4 จังหวะ มีจังหวะการทำงานทั้ง 4 ที่ทำให้ครบรอบการทำงาน คือ จังหวะดูด จังหวะระเบิดหรือกำลังและจังหวะคาย การจะบรรจุไอดีและคายໄอีสิบ จะใช้กลไกช่วยให้เกิดการระเบิด-ปิดล็อกไอดี-ໄอีสิบ ทำงานจนครบรอบการทำงาน เครื่องยนต์ 4 จังหวะ จะทำงานครบรอบการทำงานเมื่อเวลาข้อเหวี่ยงหมุน 2 รอบ ถูกระเบิด 1 ครั้ง

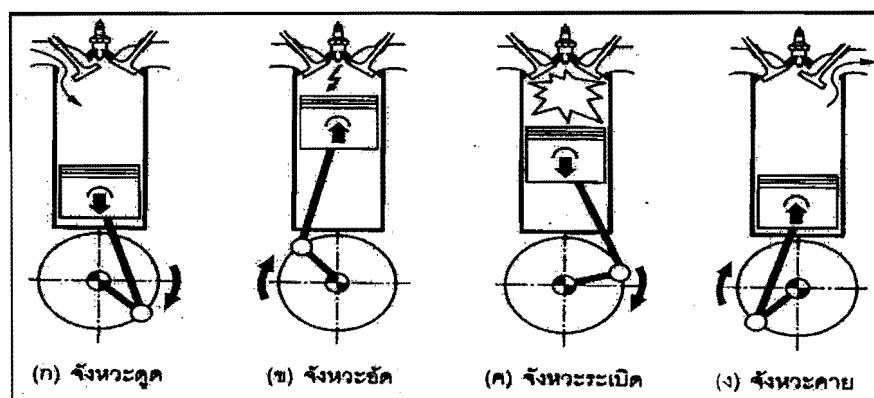
2.1.2.1 จังหวะดูด (suction stroke) เมื่อลิ้นไอดีเปิด ลิ้นໄอีสิบปิด ถูกสูบจะเดื่อนลงสู่จุดศูนย์ตากลาง (bottom dead center) เพื่อดูดไอดี (ไอดีของเครื่องยนต์แก๊สโซลินคือส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศ) ผ่านทางลิ้นไอดีเข้าไปในระบบออกแบบ ซึ่งในจังหวะนี้แรงดันภายในระบบออกแบบจะต่ำกว่าแรงดันบรรยากาศ

2.1.2.2 จังหวะอัด (compression stroke) เมื่อถูกสูบผ่านจุดศูนย์กลางตากลาง (top dead center) ในจังหวะอัด ลิ้นไอดีจะเปิด ลิ้นໄอีสิบยังคงปิดอยู่ ไอดีจะถูกอัดตัวให้มีปริมาตรน้อยลงทำให้ไอดีมีกำลังดันสูง

2.1.2.3 จังหวะถูกระเบิด หรือจังหวะกำลัง (Power stroke) ถูกสูบเดื่อนขึ้น ก่อนถึงจุดศูนย์กลางตากลางในจังหวะอัดเล็กน้อย หัวเทียนจะถูกประกายไฟ ทำให้ไอดีเกิดการถูกไห้มือย่างรعدเร้าเป็นการเพิ่มแรงดันและอุณหภูมิ กำลังงานที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ก็จะดันถูกสูบให้เดื่อนลงอย่างรุนแรง

2.1.2.4 จังหวะภายใน (exhaust stroke) เมื่อถูกสูบเลื่อนลงถึงจุดศูนย์ตายล่าง ลิ้นไอเสียเปิดและเมื่อถูกสูบเคลื่อนขึ้นในจังหวะภายในไอเสีย ถูกสูบจะดันไอเสียออกไปจากกระบวนการสูบทางช่องลิ้นไอเสีย แรงดันในกระบวนการสูบจะเพิ่มขึ้นสูงกว่าแรงดันบรรยายกาศ

การทำงานจะเป็นเช่นนี้ตลอดเวลาที่เครื่องยนต์ทำงาน คือ จังหวะดูด จังหวะอัด จังหวะระเบิด และจังหวะภายใน โดยหมุนเวียนเป็นวัฏจักรติดต่อกันไปจนกว่าจะสิ้นสุดการทำงาน



ภาพที่ 2.2 แสดงหลักการทำงานของเครื่องยนต์เบนซิน

2.2 สมบัติที่สำคัญของน้ำมันเบนซิน (Gasoline Oil)

น้ำมันเบนซินหรือก๊าซโซลีน (Gasoline) เป็นเชื้อเพลิงที่ระเหยได้ง่าย ได้มาจากการกลั่นน้ำมันดิบในโรงกลั่นโดยกลั่นหรือตัดเอาส่วนที่เบาพอเหนาจากส่วนต่างๆ ในกรรมวิธีการกลั่นแล้วนำมาผสมกันและปูรุงแต่งด้วยสารเพิ่มคุณภาพต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นแนฟทา (Naphtha), Isomerate, Reformate และสารเติมแต่ง (Additives) เช่น MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) เอทานอลเป็นต้น เพื่อให้เหมาะสมแก่การใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์เบนซินนิคสันคาปากยใน โดยมีหัวเทียนเป็นเครื่องจุดระเบิด (Spark Ignition Internal Combustion Engine) ความสามารถในการระเหยน้ำมันต้องพอดีเหมาะสมกับการเผาไหม้ในกระบวนการสูบและต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่อง เครื่องยนต์เดลเซอร์มีความต้องการออกเทนสูงไม่เท่ากัน

2.2.1 อัตราการระเหยของน้ำมันเบนซิน (Evaporation rate)

อัตราการระเหยของน้ำมันเบนซินเป็นคุณสมบัติที่สำคัญ เพราะน้ำมันเบนซินประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอนหลายชนิดรวมกัน ซึ่งระเหยได้ไม่เท่ากัน ส่วนที่ระเหยเร็ว เรียกว่า Front-End ส่วนที่ระเหยปานกลาง เรียกว่า Mid-Fill หรือ Mid-Range ส่วนที่ระเหยช้า เรียกว่า Back-End อัตราการระเหยของน้ำมันมีความสัมพันธ์กับการทำงานของเครื่องยนต์ดังนี้คือ

จุดเดือดเริ่มต้น (Initial Boiling Point) และจุดเดือด 10% (10% Evaporation) จะแสดงคุณภาพน้ำมันเบนซินส่วนที่ระเหยง่าย ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำมันเบนซินที่ระเหยง่ายเกินไปในปั๊ม ในคาร์บูเรเตอร์ หรือในระบบฉีดเบนซิน น้ำมันจะเข้าไปในห้องเผาไหม้หนึ่งอย่างเป็นส่วนผสมบาง ทำให้กำลังตกหรือเครื่องยนต์ดับໄได้เรียกว่า เกิดฟองอากาศภายใน (Vapor Lock)

จุดเดือด 50% จะแสดงคุณภาพน้ำมันเบนซินส่วนที่ระเหยปานกลาง ว่าสามารถป้อนผสมกับอากาศในอัตราส่วนพอดี สามารถอุ่นเครื่อง (Warm Up) และเร่งเครื่องได้เรียบ

จุดเดือด 90% จะแสดงคุณภาพน้ำมันเบนซินส่วนที่ระเหยช้า ซึ่งเป็นส่วนที่ให้พลังงานกับเครื่องยนต์และช่วยให้รถใช้น้ำมันเบนซินน้อย แต่ถ้าจุดเดือดสูงเกินไปก็อาจเกิดปัญหา น้ำมันเบนซินไม่เผาไหม้ และร้าวผ่านแหวนลูกสูบลงไปเจือปนกับน้ำมันเครื่อง ทำให้น้ำมันเครื่องใส และเสื่อมคุณภาพเร็ว

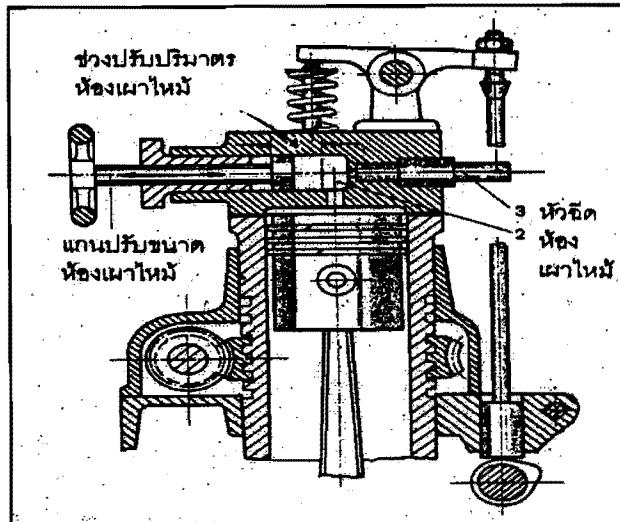
จุดเดือดสุดท้าย (Final Boiling Point) ถ้าต่างจากจุดเดือด 90% เกิน 35°C อาจเกิดกรอบตะกอนหรือปัญหาด้านความสะอาดของเครื่องยนต์ได้ ซึ่งขึ้นกับชนิดของไอโอดีนรับอนในส่วนหนักของน้ำมันเบนซินนั้น

2.2.2 ค่าออกเทน (Octane Number)

ค่าออกเทน คือ ตัวเลขที่แสดงคุณสมบัติต้านทานการนีกของน้ำมันเบนซิน ซึ่งในเครื่องยนต์ปกติที่ไม่นีก ส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเบนซินจะถูกจุดระเบิดด้วยประกายไฟจากหัวเทียน ติดไฟและเกิดแนวไฟ (Flame Front) ถูกความเผาไหม้ไปจนหมด แต่ถ้าบางส่วนเกิดจุดระเบิดขึ้นด้วยตนเอง (Self Ignition) เนื่องจากความร้อนและความคัน ก็จะเกิดอาการนีกขึ้น ซึ่งสามารถได้ยินอย่างชัดเจนขณะเร่งเครื่องอย่างกะทันหัน หรือเมื่อเครื่องทำงานหนักผิดปกติ เช่น บรรทุกของหนักหรือรถเข็นฯ

การนีกทำให้เครื่องยนต์สูญเสียกำลังเพิ่มขึ้นและร้อนส่วน เช่น ลิ้นและลูกสูบแตกร้าวเสียหายได้ ถ้าเกิดการนีกครุณแรงอยู่เรื่อยๆ

คุณสมบัติต้านทานการนีกของน้ำมันเบนซิน วัดเป็นตัวเลขได้ เรียกว่า ออกเทน โดยทดสอบกับเครื่องยนต์มาตรฐานสูบเดียว ซึ่งเปลี่ยนอัตราส่วนการอัด (Compression Ratio) ได้ตามแต่จะตั้ง แล้วเปรียบเทียบการนีกกับน้ำมันมาตรฐานสำหรับเปรียบเทียบ ซึ่งได้แก่ ไอโซออกเทน (Iso Octane) ซึ่งมีค่าออกเทนเท่ากับ 100 และนอร์มอล헵เทน (n-Heptane) ซึ่งมีค่าออกเทนเท่ากับ 0 ตัวอย่างเช่น น้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทน 90 ก็คือ น้ำมันที่ทำให้เครื่องนีกเช่นเดียวกับน้ำมันมาตรฐานเปรียบเทียบที่มีส่วนผสมของ Iso Octane 90% กับ n-Heptane 10% (โดยปริมาตร)



ภาพที่ 2.3 ภาพตัดเครื่องยนต์มาตรฐาน CFR

2.2.3 การวัดค่าออกเทน มีอยู่ด้วยกัน 3 วิธี คือ

2.2.3.1 วิธีวัดโดยใช้เครื่องยนต์มาตรฐาน CFRF-1 วัดที่ร้อนเครื่องยนต์ 600 รอบต่อนาที และอุณหภูมิไอน้ำมันผสมต่ำประมาณ 125°F (Research Octane Number = RON)

2.2.3.2 วิธีวัดโดยใช้เครื่องยนต์มาตรฐาน CFR F-2 วัดที่ร้อนเครื่องยนต์สูง 900 รอบต่อนาที และอุณหภูมิไอน้ำมันผสมต่ำประมาณ 300°F (Motor Octane Number = MON)

2.2.3.3 วิธีวัดโดยใช้รถชนต์จริงขับขี่ทดสอบ (Road Octane Number = RON)

ทั้งวิธีวัดโดยใช้เครื่องยนต์มาตรฐาน CFR F-1 และ F-2 กระทำการวัดกันในห้องทดลอง ซึ่งค่าที่วัดได้โดยวิธีใช้เครื่องมาตรฐาน CFR F-2 จะแสดงผลถึงคุณภาพด้านทาน การน็อกในสภาพเครื่องยนต์ทำงานหนักและความเร็วอบสูง ด้วยเหตุนี้น้ำมันเบนซินทั่วๆ ไป จะมีค่าออกเทน RON สูงกว่า MON

วัดโดยการใช้รถชนต์จริงขับขี่ทดสอบบนถนน ซึ่งทำความเร็วและสภาพเปลี่ยนแปลงไปต่างๆ กัน เพื่อให้ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด แต่วิธีนี้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากและยุ่งยาก นักไม่ใช่ระบุในข้อกำหนดของน้ำมันเบนซิน

วิธีสมาน้ำมันเบนซินให้ได้ค่าออกเทนสูงที่นิยมใช้กันมาก คือ เติมสารตะกั่ว TEL (Tetraethyl Lead) และ/หรือ (Tetramethyl Lead) เพราะตันทุนต่ำ แต่เนื่องจากตะกั่วเป็นพิษต้องจำกัดปริมาณผสม ดังนั้น จึงต้องใช้สารออกซิเจนเนต ซึ่งมีราคาสูงผสมแทนสารออกซิเจนเนตที่ใช้ในปัจจุบัน คือ MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether)

2.2.4 ความดันไอ (Vapor Pressure)

ความดันไอ แสดงถึงความสัมภាពในการระเหย คือ จะต้องมีคุณสมบัติในการระเหยที่เหมาะสมกับสภาพอากาศ และที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลต่างๆ เพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศในท่อน้ำมันเบนซิน (Vapor Lock) นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการสูญเสีย อันเนื่องมาจากน้ำมันเบนซินระเหยออกจากถังเก็บเกินไปด้วย น้ำมันเบนซินที่ต้องมีส่วนที่ระเหยเข้าเกินไปให้น้อยที่สุด เพื่อให้เชื่อมั่นว่า น้ำมันเบนซินจะย่อมเผาไหม้ได้ และขัดปัญหาน้ำมันเบนซินที่ไม่เผาไหม้รัวผ่านถูกสูบลงไปผสมกับน้ำมันเครื่อง

2.2.5 ยางเหนียว (Gum)

ยางเหนียวต้องมีในปริมาณต่ำ เพื่อป้องกันลักษณะด้านความติดตัวและการบูรเตอร์หรือระบบฉีดเบนซินขัดข้องป้องกันเกิดคราบยางเหนียวสกปรกสะสม เกาะติดตามท่อไอดีและในเครื่องยนต์

2.2.6 ปริมาณกำมะถัน (Sulfur)

ควรจะมีปริมาณกำมะถันต่ำ เพื่อป้องกันการกัดกร่อนและสึกหรอของชิ้นส่วนต่างๆ ในเครื่องยนต์เร็วกว่าเวลาอันควร

2.2.7 ชาตุตะกั่ว

แม้ว่าจะไม่มีการเติมสารตะกั่วในน้ำมันเบนซินแต่อาจปนเปื้อนอยู่ในน้ำมันดีบุ๊นปริมาณที่น้อยมาก จึงต้องมีการกำหนดปริมาณมาตรฐานควบคุมไว้

2.2.8 ชาตุฟอสฟอรัส

มักจะมาจากการเติมสารเพิ่มคุณภาพในน้ำมันเบนซินเป็นตัวทำให้เครื่องกรองไอเสีย (Catalytic Converter) ชำรุดเสียหายได้

2.2.9 เบนซิน

เป็นสารที่ระเหยออกมากพร้อมไออกของน้ำมันเบนซิน ถ้าสูดหายใจเข้าไปมากจะทำลายระบบทางเดินหายใจและสมองได้

2.2.10 สารอะโรเมติก

เป็นสารที่ทำให้น้ำมันเบนซินมีค่าออกเทนสูง แต่เป็นสารที่ผู้ผลิตจะต้องควบคุมไม่ให้เกินเกณฑ์กำหนด เพราะเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง

2.2.11 สารออกซิเจนเนท

ที่เติมในน้ำมันเบนซิน ได้แก่ MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) เป็นสารที่ช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนทำให้การเผาไหม้สนับสนุนได้ ลดการเกิดก๊าซพิษ เช่น คาร์บอนอนอนออกไซด์ ขณะเดียวกันการที่ MTBE มีค่าออกเทนสูงเกินกว่า 100 จึงช่วยเพิ่มค่าออกเทนในน้ำมัน

เบนซินสำเร็จรูปค้าย แต่เนื่องจากเป็นสารที่สามารถดูดซับความชื้นและน้ำได้เป็นอย่างดี จึงถูกควบคุมปริมาณการใช้ในระดับที่เหมาะสม

2.2.12 สารเติมแต่ง

คุณสมบัติทำความสะอาดหัวฉีด (Port Fuel Injection, PFI) และควบคุมการสะสมของอนบนวาล์วไอค์ (Intake Valve Deposit Control, IVDC) เพื่อลดสภาวะแวดล้อมเป็นพิษ (Air Pollution)

2.2.13 การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเบนซิน

วิธีการป้องกันการเกิดอาการน็อกมีเสียงดังนี้ ทำได้โดยการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงไปในน้ำมันเบนซิน โดยตรงสารเคมีจะเข้าไปต้านทานการทำงานของอนร์มอลเซลฟ์เทนในเครื่องยนต์ทำให้เกิดการเผาไหม้ได้ไม่นៅกสารเคมีที่ว่านี้มี 2 ชนิด ด้วยกันคือ MTBE และ TEL ซึ่งสารเคมีทั้ง 2 ชนิด มีข้อดีและข้อเสีย ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 สารปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเบนซิน

ชนิดของสารเติมแต่ง	หน้าที่
สารต้านทานการเกิดการน็อก (Antiknock Compound)	ป้องกันการน็อกของเครื่องยนต์ เพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้
สารป้องกันการทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (Oxidation Inhibitor)	ลดการเกิดตะกอนและยางเหนียวจากการทำปฏิกิริยา กับออกซิเจนในระหว่างเก็บสำรอง
สารป้องกันการกัดกร่อนและการเกิดสนิม (Corrosion & Rust Inhibitor)	ลดการกัดกร่อนและสนิมในระบบน้ำมันเบนซินของต่อต่อในระบบเก็บสำรอง/จ่ายน้ำมันของสถานีบริการ
สารลดการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของโลหะ (Metal Deactivator)	ลดการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของโลหะ ในระบบน้ำมันเบนซิน
สารเพิ่มประสิทธิภาพการแยกตัวจากน้ำ (Demulsifier)	ช่วยให้น้ำแยกออกจากน้ำมันเบนซินเร็วขึ้น
สารชะล้างทำความสะอาด (Detergent-Dispersant)	ช่วยรักษาความสะอาดของระบบน้ำมันเบนซิน ชะล้างและป้องกันการเกิดคราบเหม็น ทำให้เครื่องเดินเรียบและประทับคน้ำมันเบนซิน

ตารางที่ 2.1 สารปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเบนซิน (ต่อ)

ชนิดของสารเติมแต่ง	หน้าที่
สารปรับสภาพคราบเหมม่า (Combustion Recession Protection)	ทำให้ผิวของคราบเหมม่าหมดสภาพ ไม่อาจเกิดการเผาไหม้ คราบเหมม่าได้อีก จึงทำให้เครื่องยนต์เดินเรียบ
สารเคลือบน้ำลิ้น (Valve Seat Recession Protection)	ช่วยหล่อเลี้นน้ำลิ้น ไอเสียที่ทำด้วยโลหะอ่อน ไม่ให้สึก หรอเร็วกว่าปกติเมื่อใช้น้ำมันเบนซินไว้สารตะกั่ว
สี (Dye)	ทำให้น้ำมันมีสีที่แตกต่างกันช่วยแยกประเภทของน้ำมัน

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการเติมสาร MTBE และ TEL ลงในน้ำมันเบนซิน

สารเคมีท้านทานการเกิดอาการนือก			ข้อดี	ข้อเสีย
ตัวย่อ	สูตรโครงสร้าง	ชื่อเคมี		
TEL	$(C_2H_5)_4Pb$	Tetraethyl Lead	มีราคาถูก	ก่อให้เกิดมลภาวะอากาศ เป็นพิษ อันเนื่องมาจาก ไอของตะกั่วที่ออกมานจาก ท่อไอเสียของเครื่องยนต์
MTBE	CH_3 $CH_3-O-C(CH_3)_2-CH_3$ CH_3	Methyl-t-Butyl Ether	มีราคา แพง	ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ อากาศเป็นพิษ เพราะไม่มี ตะกั่วอยู่เลย

2.3 การเผาไหม้ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

เครื่องยนต์แก๊สโซลีนเป็นเครื่องยนต์สันดาปภายใน คือ เป็นการเปลี่ยนพลังงานทางเคมีให้เป็น พลังงานกล โดยผ่านกลไกการเผาไหม้เชื้อเพลิง เครื่องยนต์แก๊สโซลีนจะให้ความร้อนเพื่อ ให้เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ด้วยการใช้หัวเทียนสร้างประกายไฟแล้วจึงจุดเชื้อเพลิง ซึ่งการเผาไหม้ ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนนั้นมีส่วนที่สำคัญ ดังนี้

2.3.1 อัตราส่วนการอัด (Compression ratio)

ปริมาตรมากที่สุดต่อปริมาตรน้อยที่สุด สำหรับเครื่องยนต์เบนซินจะมีค่าประมาณ 11 ต่อ 1 ซึ่งจะแปรผันมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณกระบวนการออกสูบ

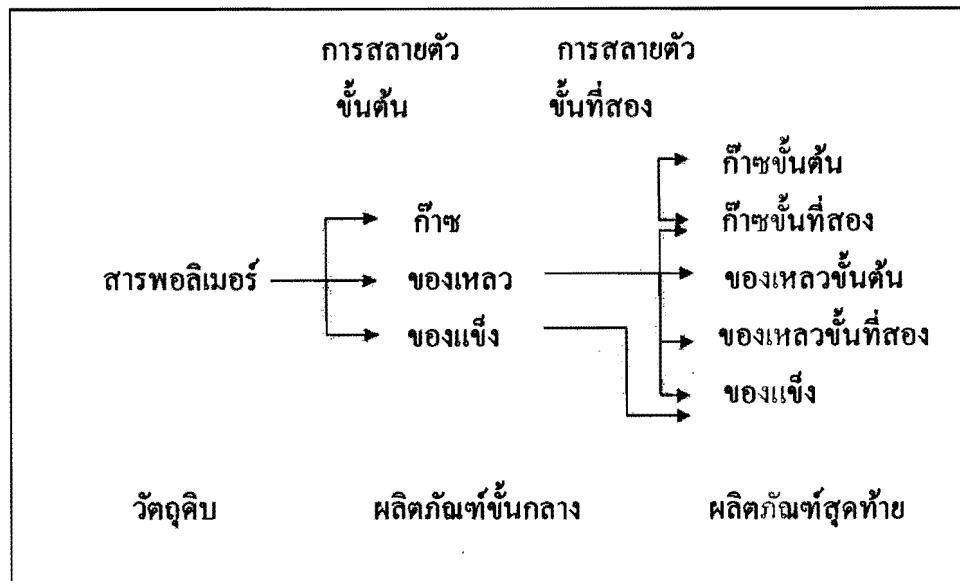
2.3.2 องค่าจุดระเบิด

การจุดระเบิดคือวิธีที่บันจะต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปที่เชื้อหัวเทียน แล้วเกิดประกายไฟ ซึ่งจะทำให้อากาศผสมน้ำมันเข้าเพลิงถูกติดไฟแล้วสามารถไปจุดหัวห้องเผาใหม่ การจุดระเบิดจะจุดระเบิดในตำแหน่งที่ถูกสูบเคลื่อนที่ในตำแหน่งอัตโนมัติ ดึงจุดสูงสุด เมื่อจุดระเบิดแล้ว ใช้เวลาช่วงหนึ่งสามารถไปจุดหัวห้องเผาใหม่ ซึ่งจะเป็นตำแหน่งที่ถูกสูบเคลื่อนที่ผ่านจุดสูงสุดไปเล็กน้อย เข้าสู่จังหวะกำลัง อาการจะหายตัวดันให้ถูกสูบเคลื่อนที่ลงมา การจุดระเบิดเริ่มเกินไปจะทำให้เผาใหม่เร็ว ซึ่งถูกสูบอยู่ในจังหวะอัตโนมัติ ดึงตำแหน่งกำลังจะทำให้เกิดแรงด้านการเคลื่อนที่ขึ้น ทำให้เสียกำลังและถ้าหากก็จะเกิดการน็อกหรือเครื่องยนต์เสียหายได้ แต่ถ้าหากเกินไปถูกสูบเคลื่อนที่ลงมาในจังหวะกำลังมากแล้ว อาการจะเริ่มหายตัวและดันถูกสูบแทนที่จะดันตัวแต่ตำแหน่งต้นๆ ของการเคลื่อนที่ลง ทำให้เกิดการสูญเสียกำลัง เช่นกัน

2.4 กระบวนการไฟโรไอลซิส

การไฟโรไอลซิสหรือการกลั่นทำลาย (destructive distillation) เป็นกระบวนการที่สารอินทรีย์ได้ถูกย่อยสลายด้วยความร้อน ณ อุณหภูมิสูงๆ ในที่ที่อันปราศจากออกซิเจนหรือในที่ที่มีการจำกัดและควบคุมปริมาณออกซิเจนไว้ทำให้เกิดการสลายตัววัสดุคงคล่องตัวออกเป็นองค์ประกอบย่อยชนิดต่างๆ โดยเฉพาะสารพอกพอดิเมอร์จะให้ผลที่ได้เป็นก้าช ของเหลว และกากของแข็ง ซึ่งล้วนสามารถหมุนเวียนกลับมาในรูปของเชื้อเพลิงหรือในลักษณะเป็นวัตถุคิบหรือผลิตผลทางปิโตรเคมี การไฟโรไอลซิสสามารถดำเนินได้ในที่ซึ่งมีอุณหภูมิ เวลาในการเกิดปฏิกิริยา และความดันคงที่ที่เหมาะสม ในสภาพที่ก้าชหรือของเหลวที่เข้าร่วมปฏิกิริยามีอย่างเพียงพอหรือไม่เพียงพอ ตลอดจนถึงตัวเร่งปฏิกิริยาที่สามารถแปรเปลี่ยนไปในลักษณะสกัดภาวะต่างๆ ได้อย่างมากมาย เมื่อพลาสติกถูกไฟโรไอลซิสจะทำให้ไม่เด酷ของพอกพอดิเมอร์แตกตัว ซึ่งวิธีการนี้แตกต่างกัน การเผาทิ้ง เพราะว่าการเผาทิ้งเป็นการเผาใหม่แบบปฏิกิริยาโดยความร้อนกับอากาศโดยตรงแต่ไฟโรไอลซิสเป็นกระบวนการที่ต้องการความร้อนแบบปฏิกิริยาดูดความร้อน

ไฟโรไอลซิส (pyrolysis) มีนิยามว่าเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีแบบย้อนกลับไม่ได้ที่ทำให้สารพอกพอดิเมอร์เกิดการแตกตัวด้วยความร้อนภายในบริษัทฯ แบบไม่ออกซิเจน ในระหว่างกระบวนการไฟโรไอลซิส เชื้อเพลิงชีวนะจะเกิดการเปลี่ยนสภาพเป็นชั้นๆ แล้วได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นส่วนของก้าชของเหลวและของแข็งออกมานำแสดงดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 กระบวนการแตกตัวทางความร้อนของสารพอลิเมอร์

ของแข็งที่ได้ เรียกว่า ถ่านชาร์ (Charcoal) ซึ่งมีส่วนประกอบของส่วนถ่านเป็นหลักและมีเต้านินทรีย์ผสมอยู่ด้วย ของเหลวที่ควบแน่น ได้ที่อุณหภูมิห้อง เรียกว่า ของเหลวไฟโรลิกเนยส (Pyroligneous liquid) หรือกรดไฟโรนิกเนยส (Pyroligneous acids) หรือน้ำมันไฟโรไลซิส (pyrolysis oil) ลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลดำถึงดำน้ำมันคิบ บางครั้งเรียกว่า น้ำมันคิบชีวภาพ (bio-crude oil) กระบวนการไฟโรไลซิสสามารถควบคุมให้เกิดผลิตภัณฑ์สถานะได้สถานะหนึ่งมากที่สุด ได้โดยการควบคุมปัจจัยที่สำคัญต่างๆ ของกระบวนการ เช่น อัตราการให้ความร้อน อุณหภูมิ เวลาในการเกิดปฏิกิริยา เป็นต้น

2.4.1 กระบวนการทางเคมีกายภาพที่เกิดขึ้นระหว่างไฟโรไลซิส ดังนี้ (Mohan et al., 2006)

2.4.1.1 การถ่ายเทความร้อนจากแหล่งความร้อนไปยังสารพอลิเมอร์ เพื่อเพิ่มอุณหภูมิขึ้นในสารพอลิเมอร์ให้สูงขึ้น

2.4.1.2 การเริ่มปฏิกิริยาไฟโรไลซิสขั้นต้น มีการปล่อยไอสารระเหย และการถ่ายเทความร้อน

2.4.1.3 การไหลดองไอสารระเหบร้อนผ่านเนื้อสารพอลิเมอร์ที่ยังเย็นอยู่ ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนระหว่างกัน

2.4.1.4 การควบแน่นของไอสารระเหยไมเดกูลให้ผ่านส่วนในเนื้อสารพอลิเมอร์ที่ยังเย็นอยู่ และตามด้วยการเกิดปฏิกิริยาไฟโรไลซิสขั้นที่สองที่สามารถเปลี่ยนสารระเหยขั้นต้นเป็นน้ำมันคิบ

2.4.1.5 การเกิดปฏิกิริยาไฟโรไอลซิสขึ้นที่สองแบบเร่งปฏิกิริยาด้วยตัวเอง ไปพร้อมกับการเกิดปฏิกิริยาไฟโรไอลซิสขั้นต้น มีการแบ่งกันแบ่งสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยา

2.4.1.6 การแตกตัวทางความร้อนเพิ่มขึ้น มีปฏิกิริยาร่วมเกิดขึ้น เช่น ปฏิกิริยา รีฟอร์มมิงก้าช ปฏิกิริยาเปลี่ยน โมเลกุลของเพียงเป็นก้าชด้วยน้ำ ปฏิกิริยาการรวมตัวของสารอนุนุล ปฏิกิริยาการไอลน้ำ ซึ่งขึ้นอยู่กับเวลาอุณหภูมิและความดัน

2.4.2 ประเภทของการบวนการไฟโรไอลซิส

ประเภทของการบวนการไฟโรไอลซิส ขึ้นอยู่กับสภาพะปฏิบัติการที่ใช้ ซึ่งหลักๆ จะใช้เวลาหรืออัตราการเกิดปฏิกิริยาเป็นเกณฑ์ ซึ่งอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.4.2.1 ไฟโรไอลซิสแบบช้า กระบวนการไฟโรไอลซิสแบบช้าหรือแบบทั่วไป (Conventional pyrolysis) เป็นกระบวนการที่มนุษย์รักภายนานแล้ว ซึ่งก็คือกระบวนการที่ใช้ในการทำถ่าน (Carbonization) ในกระบวนการไฟโรไอลซิสทั่วไป ชีวนวลดจะถูกให้ความร้อนไปที่ประมาณ 500°C ไ้อสารระเหยอยู่ในปฏิกิริยาเป็นเวลานาน 5-30 นาที ไม่หลุดออกໄไปเร็ว จึงทำให้องค์ประกอบของไ้อสารระเหยยังคงเข้าทำปฏิกิริยากันอย่างต่อเนื่อง โดยได้เป็นถ่ายและของเหลว ออกมาระบวนการที่เกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงและมีอัตราการให้ความร้อนช้าหรือรักษาอุณหภูมิให้คงที่ จะมีผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สถานะออกมาน หากควบคุมกระบวนการให้เกิดขึ้นที่อุณหภูมิต่ำและมีอัตราการให้ความร้อนช้าจะส่งผลให้เกิดถ่านชำรุดมากขึ้น

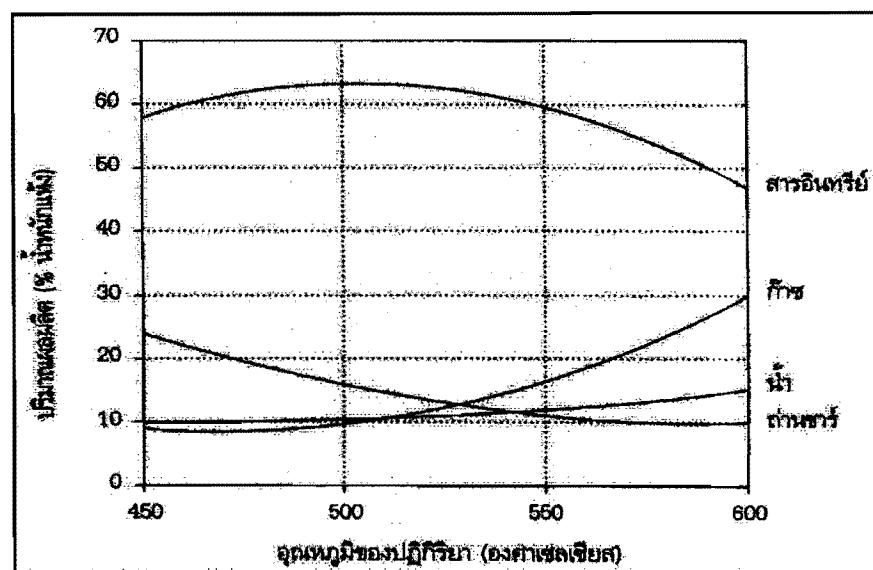
2.4.2.2 ไฟโรไอลซิสแบบเร็ว ไฟโรไอลซิสแบบเร็วจำเป็นต้องใช้อัตราการให้ความร้อนสูงมากเมื่อเทียบกับแบบช้า หากกระบวนการไฟโรไอลซิสมีอัตราการให้ความร้อนสูงขึ้น ปริมาณการเกิดสารระเหย ก้าช และของเหลวจะมากขึ้นด้วย กระบวนการลักษณะแบบนี้ เรียกว่า ไฟโรไอลซิสเร็วหรือเร็วมาก (fast/flash pyrolysis) โดยทั่วไปกระบวนการไฟโรไอลซิสแบบเร็วจะได้น้ำมันดิบชีวภาพประมาณ 60-70% โดยน้ำหนัก ถ่านชา 15-25% และก้าชเบาๆ ที่ไม่ควบแน่น 10-20% ขึ้นกับชนิดของชีวนวลด ไม่มีของเสียทึ่ง เนื่องจากก้าช ถ่าน และน้ำมันสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมดตัวอย่างข้อมูลจากการไฟโรไอลซิสไม้แบบเร็ว ดังรูปที่ 3.2 ที่อัตราการให้ความร้อนที่สูงมากๆ ปริมาณชีวนวลดทั้งหมดอาจแปลงสภาพเป็นสาระเหยเหล่านี้ได้เกือบทั้งหมด แล้วจึงควบแน่นมาเป็นของผสมสารเคมีกันๆ ในการไฟโรไอลซิสแบบเร็วมากมีขั้นตอนสำคัญอยู่ 4 ขั้นตอน คือ

1) การให้ความร้อนและการถ่ายเทความร้อนในอัตราที่สูงมาก ซึ่งปกติจำเป็นต้องใช้กับชีวนวลดป้อนเข้าที่ถูกไม่บดเป็นผลเล็กๆ ก่อน

2) การควบคุมอุณหภูมิของกระบวนการไฟโรไอลซิสให้แม่นยำที่ประมาณ $400-650^{\circ}\text{C}$

3) การควบคุมให้ไอสาระเหยปล่อขององค์กรเร็วและไม่เกิดปฏิกิริยาต่อโดยให้มีเวลาอยู่ในเตาปฏิกิริยาสั้นๆ โดยปกติไม่ควรเกินกว่า 2 วินาที

4) ไอสาระเหยที่ได้ออกมาต้องถูกทำให้เย็นและความแน่นโดยเร็วเพื่อให้ได้ออกมาเป็นน้ำมันดิบชีวภาพ



ภาพที่ 2.5 ปริมาณผลิตภัณฑ์จากการไฟโรไอลชิสไม้แบบเร็ว

อัตราการให้ความร้อนในการไฟโรไอลชิสแบบเร็วนากอาจสูงถึง $1,000^{\circ}\text{C}$ ต่อวินาที อัตราการให้ความร้อนสูงและการทำไอระเหยให้เย็นอย่างรวดเร็ว จะเป็นการช่วยเพิ่มปฏิกิริยาบางส่วนโดยไม่ให้เข้าร่วมทำปฏิกิริยาในการแตกตัวต่อเป็นก๊าซ จึงทำให้ได้สารประกอบขั้นกลางมาเป็นส่วนประกอบในน้ำมันดิบชีวภาพ อัตราการเกิดปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วทำให้เกิดถ่านชาร์นอยในบางสภาวะสามารถลดการเกิดถ่านชาร์ได้หมัด (Demirbas, 2005) หากกระบวนการไฟโรไอลชิสแบบเร็วเกิดที่อุณหภูมิสูงมากๆ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นก๊าซกระบวนการโดยสรุปสามารถแสดงได้ดังในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ลักษณะของกระบวนการที่สำคัญของไฟโรไอลชีส

	เวลาปฏิกริยา	อัตราความร้อน	อุณหภูมิ (°C)	ผลิตภัณฑ์หลัก
การทำถ่าน (carbonization)	ชั่วโมง-วัน	ช้ามาก	400	ถ่านชาร์
แบบช้า (conventional)	5-30 นาที	ช้า	600	ทั้งสามชนิด
แบบเร็ว (fast)	0.5-5 วินาที	สูงมาก	650	น้ำมันดิบชีวภาพ
แบบเร็ว (fast)	< 1 วินาที	สูง	400-600	น้ำมันดิบชีวภาพ
แบบเร็ว (fast)	< 1 วินาที	สูง	> 650	สารเคมีและก๊าซ
แบบเร็วมาก (fast)	< 0.5 วินาที	สูงมาก	1000	สารเคมีและก๊าซ
สูญญากาศ (vacuum)	1-30 วินาที	ปานกลาง	400	น้ำมันดิบชีวภาพ
น้ำ (hydro-pyrolysis)	< 1 วินาที	สูง	< 500	น้ำมันดิบชีวภาพ
เมทานอล (methano-pyrolysis)	< 1 วินาที	สูง	> 700	สารเคมี

2.4.2 การเปลี่ยนขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงโดยกระบวนการไฟโรไอลชีส

การนำพลาสติกเก่ามาใช้ส่วนมากจะไม่คุ้มค่าทั้งราคาและคุณภาพของพลาสติก เมื่อเทียบกับพลาสติกใหม่แต่ M.Mehdi Taghiee นักเคมีเชื้อเพลิง (fuel chemists) แห่งมหาวิทยาลัย Kentucky รัฐ Lexington อเมริกา ได้รายงานในการประชุม American Chemical Society ถึง ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนขยะพลาสติกไปเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพสูง (Waste plastic yields high-quality fuel oil, Science News, 8/28/1993) โดยกล่าวว่า น้ำมันที่จะได้จากการเผาพลาสติกนี้ จะสกปรกและง่ายกว่า ในการปรับปรุงให้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีค่าออกเทนสูงและยังเป็นน้ำมันที่มีกำมะถันต่ำอีกด้วย กระบวนการเผาพลาสติกของเขามาโดยการนำเอาพลาสติกหลายชนิดผสมกัน และผสมกับสารตัวเร่งปฏิกริยาพอก zeolite (HZSM-5) แล้วเผาที่อุณหภูมิ 420 °C นาน 1 ชั่วโมง ได้น้ำมันสูงถึงกว่า 80% โดยมวล เมื่อพิจารณาในแง่เศรษฐกิจ น้ำมันที่ผลิตได้นี้มีราคาต้นทุนกว่า น้ำมันจากปิโตรเลียมเดือนอย่างแต่การเผาขยะพลาสติกให้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงจะมีค่าสูงกว่ามากเมื่อเทียบกับการฝังกลบเมื่อคำนึงถึงปริมาณขยะพลาสติกที่เสียเปล่าอยู่ได้ดินซึ่งยังมีผลเสียต่อสภาวะแวดล้อมและบั่นหักมาตรฐานค่าของขยะพลาสติกนั้นไม่ได้

จากศึกษาในกระบวนการไฟโรไอลชีส พบว่าพลาสติกหลายชนิด เช่น พอลิเอทิลีน (polyethylene, PE) พอลิพอร์พีลีน (polypropylene, PP) พอลิสไครีน (polystyrene, PS) เป็นต้น สามารถแตกตัวด้วยความร้อน (Thermal depolymerization) ให้ผลผลิตเป็นก๊าซ และน้ำมันเชื้อเพลิง

ที่มีสัดส่วนของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้และคุณสมบัติบางอย่างแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของพลาสติก อุณหภูมิการเผา ช่วงเวลาที่ใช้ในการเผา และความดันในเตาเผา สำหรับพลาสติกนิด PP, PE และ PS เมื่อใช้ปริมาณ 1 กิโลกรัม ไปเผาในกระบวนการไฟฟ้าไอลซิสจะสามารถเปลี่ยนให้เป็นน้ำมันได้มากถึง 950 มิลลิลิตร สำหรับพลาสติกที่ไม่เหมาะสมบางชนิด เช่น PVC และพอลิเอทิลีนทาร์ฟ ทาเลท (polyethylene terephthalate, PET) ในลอน (nylon) พอลิยูเรทาน (polyurethanes) จะได้น้ำมันเหนียวขึ้น มีความหนืดสูง แทนที่จะได้ความน้ำมันใสเบา (light oil) น้ำมันที่ได้จากเผา PE และ PP จะเป็นโนไมเลกุลโซ่ครองพวกลิโอลิฟิน (Olefin) และพวกลพาราฟิน (Parafin) ส่วนพลาสติกนิด PS จะได้น้ำมันอะโรเมติก (Aromatic oil) พอลิเมอร์ในครองพวกลิโอลิฟิน ภายในใช้โนไมเลกุล จะประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอนและไฮโดรเจนเท่านั้น การแตกตัวด้วยความร้อนจะเกิดขึ้นโดยผ่านปฏิกิริยาในกระบวนการไฟฟ์เรดิกิล (free radical)

2.4.2.1 ปฏิกิริยาในกระบวนการไฟฟ์เรดิกิล (free radical) ประกอบด้วยขั้นตอนต่อๆ ดังนี้

- 1) ปฏิกิริยาเริ่มกระบวนการ (initiation) เป็นการขาดของพันธะเคมีเดียวระหว่างอะตอมของคาร์บอนเป็นไฟฟ์เรดิกิล 2 ตัว
- 2) ปฏิกิริยาการหลุดออกของไฮdroเจน (Hydrogen abstraction)
- 3) ปฏิกิริยาการแตกสลายของโซ่โนไมเลกุล (Chain scission) เป็นปฏิกิริยาหลักในกระบวนการแตกตัวของพอลิเมอร์ในกระบวนการไฟฟ้าไอลซิส พอลิเมอร์เรดิกิลแตกตัวออกเป็นโซ่โนไมเลกุลที่เล็กกว่าและได้พอลิเมอร์เรดิกิลที่มีน้ำหนักโนไมเลกุลที่น้อยกว่าอีกหนึ่งตัว

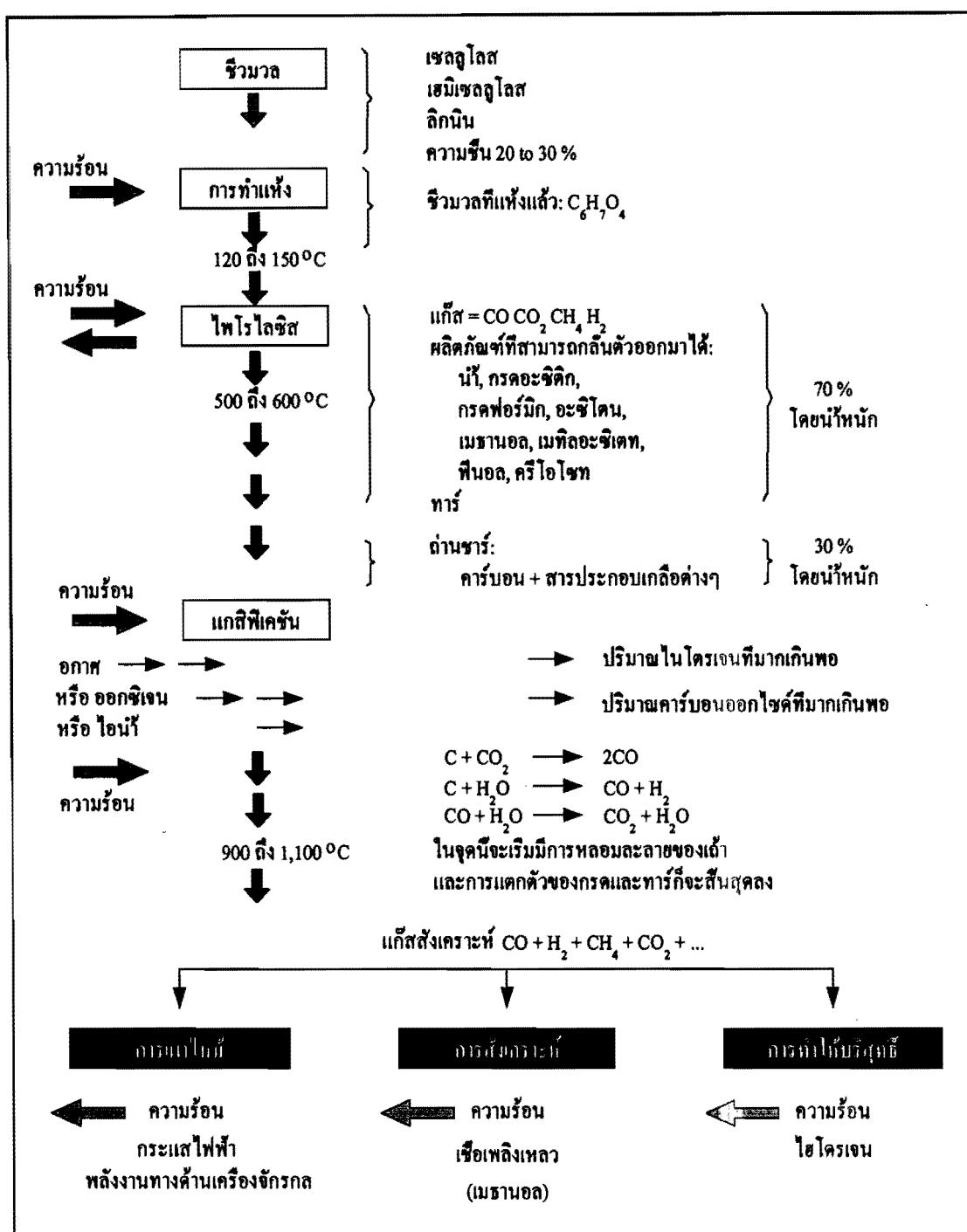
2.4.3 ขั้นตอนของกระบวนการไฟฟ้าไอลซิส

กระบวนการไฟฟ้าไอลซิสแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนด้วยกัน ดังนี้

2.4.3.1 กระบวนการไฟฟ้าไอลซิสขั้นแรก (simple pyrolysis) กระบวนการนี้เกิดขึ้นที่อุณหภูมิค่อนข้างต่ำ สารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบพวกลพาร์บอนอยู่ จะถูกย่อยสลายด้วยความร้อนไปเป็นพวกลก้าชเชื้อเพลิง ของเหลวและแก๊สของแข็ง โดยการส่งผ่านความร้อนในลักษณะทางอ้อม ซึ่งสามารถกระทำเพื่อที่จะเพิ่มปริมาณผลผลิตได้ทั้งก้าชและของเหลวหรือเพื่อที่จะเพิ่มปริมาณของก้าชเพียงอย่างเดียวได้

2.4.3.2 กระบวนการไฟฟ้าไอลซิสขั้นที่สอง (slagging pyrolysis) หรือกระบวนการแก๊สฟิชัน (gasification) กระบวนการนี้เกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงๆ ประมาณ 1500-1600 °C ซึ่งต้องเดินอากาศหรือออกซิเจนเข้าไปบ้างส่วนเพื่อรักษาสภาพของอุณหภูมิสูงๆ นี้ ได้ สารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบของคาร์บอนจะเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจน ไอน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ร้อนได้ก้าชเชื้อเพลิงเป็นผลิตภัณฑ์หลัก นอกจากนี้ยังเกิดแสงก๊าซเหลว (liquid slag) ด้วยกระบวนการไฟฟ้าไอลซิส และกระบวนการแก๊สฟิเชชันนี้มีความคล้ายคลึงกันมาก เมื่อพิจารณาแล้วกระบวนการไฟฟ้าไอลซิส

นั่นนับว่าเป็นกระบวนการเริ่มต้น ซึ่งโดยทั่วไปแล้วกระบวนการไฟโรไลซิสจะเกิดได้เร็วกว่ากระบวนการแก๊สฟีเกชัน



ภาพที่ 2.6 ภาพรวมของกระบวนการไฟฟ้าไลซิสและการแก้ไขเชื้อ

ขั้นตอนโดยรวมนั้นเริ่มจาก (คุณภาพที่ 2.6) การทำให้ชีวมวลซึ่งเป็นวัตถุคิดที่ประกอบไปด้วยเซลลูโลส เอ็นิเซลลูโลส และลิกนินที่มีความชื้นประมาณร้อยละ 20 – 30 โดยน้ำหนักนั้น

ปราศจากน้ำ โดยอาศัยกระบวนการทำแห้งที่อุณหภูมิประมาณ $120\text{--}150^{\circ}\text{C}$ หลังจากนั้นชีวนวลดจะถูกให้ความร้อนจน มีอุณหภูมิประมาณ $500\text{--}600^{\circ}\text{C}$ เพื่อทำลายพันธะทางเคมีของโมเดกูล ซึ่งเป็นขั้นตอนของการบวนการไฟโรไอลซิส ได้เป็นผลิตภัณฑ์จำพวกแก๊สต่างๆ ได้แก่ คาร์บอน นอนออกไซด์แก๊สคาร์บอน ไคออกไซด์ แก๊สมีเทน และแก๊สไฮโดรเจนผลิตภัณฑ์ของเหลว ที่สามารถกลับคืนได้ เช่น น้ำ กรดอะซิติก กรดฟอร์มิก อะซิโตน เมทานอล เมทิลอะซิเทฟ ฟีนอล เป็นต้น รวมทั้งพวกثار์และชาร์ หลังจากนั้นมีการให้ความร้อนเพิ่มขึ้นอีกจนมีอุณหภูมิประมาณ $900\text{--}1,100^{\circ}\text{C}$ ประกอบกับมีการเติมตัวออกซิไดไฮด์รัสให้ระบบจะทำให้ثار์และถ่านชาร์ เกิดการแตกตัวได้เป็นผลิตภัณฑ์แก๊สต่อไป ซึ่งขั้นตอนนี้นั้นเป็นขั้นตอนของการบวนการ แก๊สฟิเกชันนั่นเอง

2.5 กระบวนการกลั่นน้ำมัน

2.5.1 กระบวนการกลั่นพื้นฐาน (Simple Still)

ในลักษณะการกลั่นที่พึงเปรียบเทียบและมีความคล้ายคลึงกันอันเป็นประโยชน์นี้นั้นแรกก็คือการกลั่นเหล้าเดื่อน ซึ่งใช้เครื่องกลั่นพื้นฐานที่แยกของเหลวใสออกจากตะกอนต่างๆ ที่เป็นวัตถุหมักเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีที่เรียกว่า Fermentation โดยจะเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาทางเคมีอย่างช้าๆ จนกลายเป็นแอลกอฮอล์ ส่วนของเหลวเบาะใจจะทำให้ระเหยเป็นไอระเหยและจะผ่านหลอดควบแน่น (Condenser) โดยทำให้เย็นลงก็จะกลับคืนเป็นของเหลวอย่างเดิม ส่วนอากาศที่เหลืออยู่ในเครื่องกลั่นหมุดสภาพทึ่งไป

กระบวนการกลั่นน้ำมันที่กล่าวกันทั่วไป อาจแยกย่อยได้มากน้อยแล้วแต่ การออกแบบพัฒนาในหน่วยการเรียนนี้จำแนกกระบวนการกลั่นน้ำมันที่ใช้แพร่หลายเป็น 4 กระบวนการ คือ

2.5.1.1 กระบวนการกลั่นลำดับส่วนหรือเริยกระบวนการกลั่นแยกน้ำมันดิน (Separation)

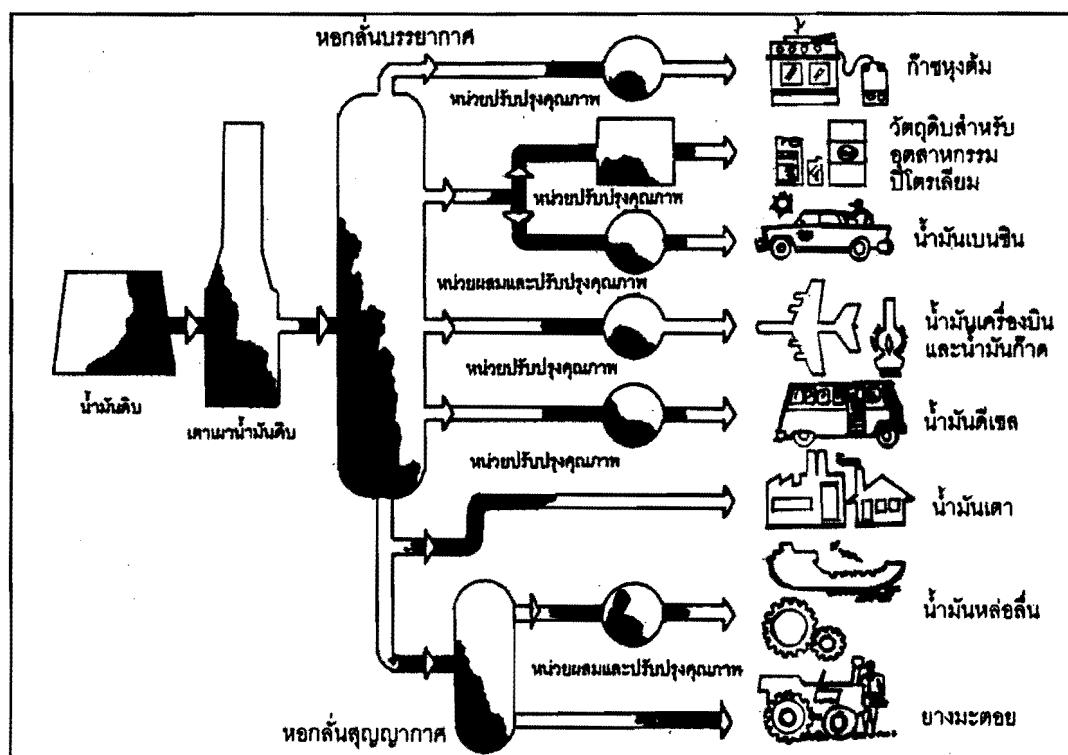
2.5.1.2 กระบวนการกลั่นเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมี (Conversion) หรือเริยกระบวนการกลั่นแยกสลาย (Cracking)

2.5.1.3 กระบวนการกลั่นเปลี่ยนสภาพน้ำมัน (Reforming) หรือเริยกระบวนการกลั่นปรับปรุงคุณภาพ (Treating)

2.5.1.4 กระบวนการผสมน้ำมัน (Blending)

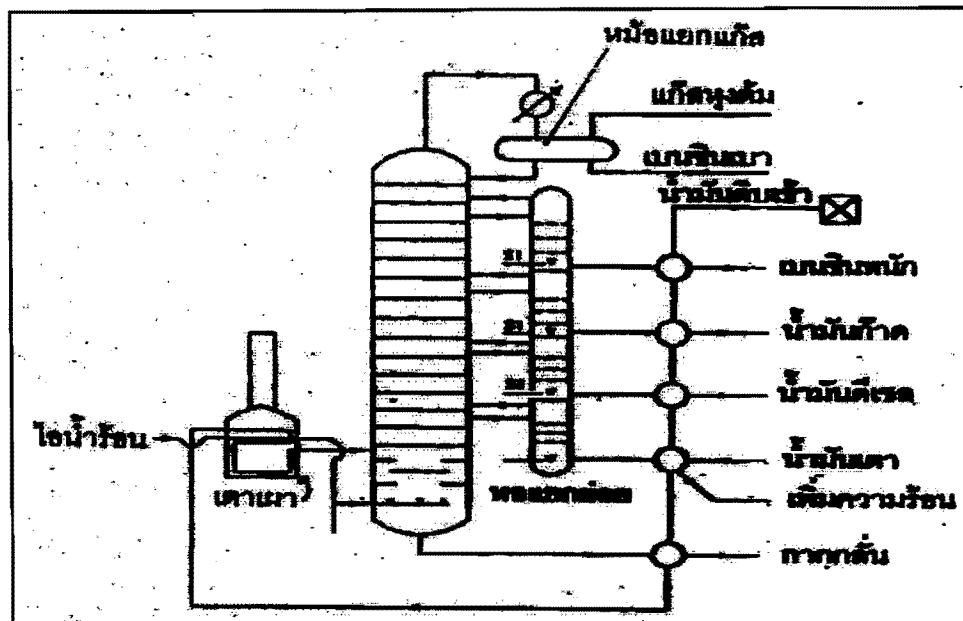
2.5.2 กระบวนการกลั่นลำดับส่วน (Fractional Distillation)

น้ำมันดิบจะส่งผ่านเข้าไปในท่อเหล็กซึ่งเรียงแต่ละชั้นในเตาเผาและให้ความร้อน จนน้ำมันดิบมีความร้อนประมาณ $315-371^{\circ}\text{C}$ ($600-700^{\circ}\text{F}$) หลังจากนั้นน้ำมันดิบร้อนรวมทั้ง ไอร้อน จะไหลไปในหอกลั่นบรรยาย ไอร้อนจะถูกขึ้นไปส่วนบนของหอกลั่น เมื่อได้รับความเย็นก็จะกลั่นตัวเป็นของเหลวบนถาดที่เรียกว่าเป็นชั้นๆ มีหลายสิบชั้นในหอกลั่น ไอร้อนจะกลั่นตัวเป็นของเหลวในถาดชั้นใดก็ขึ้นอยู่กับช่วงจุดเดือดของน้ำมันส่วนนั้น ส่วนบนสุดของหอกลั่นซึ่งมีอุณหภูมิต่ำสุดจะเป็นแก๊ส ถัดลงมาซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าจะเป็นส่วนประกอบของน้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าซและน้ำมันดีเซล ตามลำดับ ส่วนน้ำมันที่ก้นหอกลั่นบางส่วนจะนำไปทำเป็นน้ำมันเตา และบางส่วนถ้านำไปผ่านหอกรองสูญญากาศจะสามารถแยกส่วนที่นำไปทำเป็นน้ำมันหล่อลื่น พื้นฐานออกมากได้ และส่วนที่เหลือจะเป็นพวกยางมะตوم



ภาพที่ 2.7 แผนผังกระบวนการกลั่นแยกน้ำมันดิน

กระบวนการกลั่นสำลักส่วนน้ำมันดิน แยกน้ำมันดินออกเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในห้องกลั่นบรรยากาศ (Atmospheric Distillation) โดยใช้ไอน้ำร้อนจัด (Superheated Steam) เป็นตัวให้ความร้อน ผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกมา บางอย่างใช้ประโยชน์ได้เลย เช่น แก๊สหุงต้ม น้ำมันก้าคและน้ำมันดีเซล แต่บางอย่างต้องนำไปผ่านกระบวนการเพิ่มคุณภาพเสียก่อนจึงจะใช้ประโยชน์ได้



ภาพที่ 2.8 กระบวนการกลั่นแยกน้ำมันดิบเบื้องต้น

จากกระบวนการกลั่นแยกน้ำมันดิบเบื้องต้นตามภาพที่ 2.8 อุ่นน้ำมันดิบให้ร้อนโดยได้รับความร้อนจากไอน้ำร้อนซึ่งออกมากจากหอกลั่น จากนั้นให้ผ่านเข้าไปในเตาเผาเพื่อทำให้น้ำมันดิบร้อนถึงอุณหภูมิที่ต้องการ (ไม่เกิน 360°C เพื่อป้องกันการแตกตัวของน้ำมันและการเกิดเหม็นในท่อ) แล้วจึงพัดเข้าไปในหอกลั่น ใช้โครงรับอนส่วนที่เบาจะระเหยขึ้นบน ส่วนที่หนักจะตกลงกัน หอกลั่น ไอน้ำร้อนจะพัดเข้าไปในบริเวณก้นหอกลั่นให้ความร้อนแก่น้ำมันดิบ อุณหภูมิณ แต่ละส่วนของหอกลั่นสามารถควบคุมโดยหอแยกย่อย 4 ตัว (Strippers) ซึ่งมีไอน้ำร้อนพัดให้ความเช่นกัน อุณหภูมิณ ยอดหอกลั่นอยู่ในราว 105°C จากยอดหอกลั่นลงตามลำดับอุณหภูมิจะสูงขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงก้นหอกลั่นซึ่งมีอุณหภูมิราว $380\text{-}400^{\circ}\text{C}$ ผลิตภัณฑ์ที่เบาที่สุดได้จากการหอกลั่น ทำให้เข็นแล้วผ่านเข้าหม้อแยกแก๊ส (Gas Separator) จะได้แก๊ส ซึ่งเมื่อแยกอีกทีจะได้แก๊สทุกต้น ส่วนแก๊สที่เบามาก ได้แก่ มีเทน (CH_4) และอีเทน (C_2H_6) ในคุณที่จะอัดเป็นแก๊สเหลวขายนำไปใช้เพื่อให้ความร้อนในเตาเผาน้ำมันดิบ และที่เหลือเผาทิ้งไป แก๊สทุกต้นประกอบด้วย โปรเพน (C_3H_8) และบิวเทน (C_4H_{10}) เป็นส่วนใหญ่ มีอีเทน (C_2H_6) และเพนเทน (C_5H_{10}) อยู่จำนวนเล็กน้อย

2.5.3 ผลิตภัณฑ์ของเหลวจากหม้อแยกแก๊ส

ผลิตภัณฑ์ของเหลวจากหม้อแยกแก๊ส (Gas Separator) คือ เบนซินเบา (Light Naphtha) หมายถึง น้ำมันเบนซินธรรมดานั่นเอง ผลิตภัณฑ์ดังลงมาที่ดึงออกจากหอแยกย่อยตัวบน ก็คือ เบนซินหนัก (Heavy Naphtha) ซึ่งมักมีค่าอุกเทนยังไม่สูงพอที่จะใช้งานได้ ต้องนำไปผ่าน

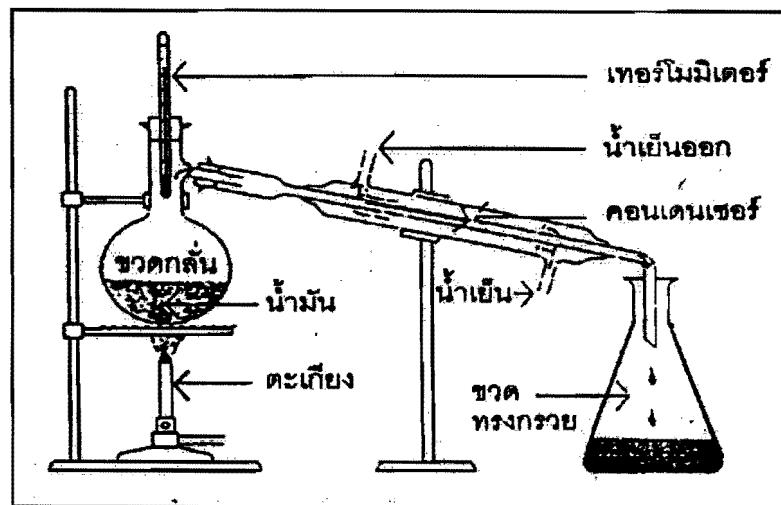
กระบวนการเพิ่มอุกเทนอิก จึงจะได้น้ำมันเบนซินที่เหมาะสม สำหรับน้ำมันเบนซินที่ใช้ในเครื่องยนต์ของเครื่องบินนั้นต้องการค่าอุกเทนสูงมากและยังต้องเติมสารอื่น เช่น แอนติอิซิ่ง (Anti-Icing) หรือ แอนติสแตติก (Anti-Static) อีกด้วย

ผลิตภัณฑ์ที่หนักถัดลงมา คือ น้ำมันก๊าด ซึ่งนำมาใช้จุดให้ความสว่าง หากจะนำไปใช้เป็นน้ำมันเครื่องบิน ไอพ่น ต้องนำไปผ่านกระบวนการเพิ่มคุณภาพและกำจัดพวกอะโนมาราติกออกบ้างเพื่อลดควันดำและเขม่า พร้อมกับเติมสารอื่น แอนติอิซิ่งและแอนติสแตติก อีกด้วย

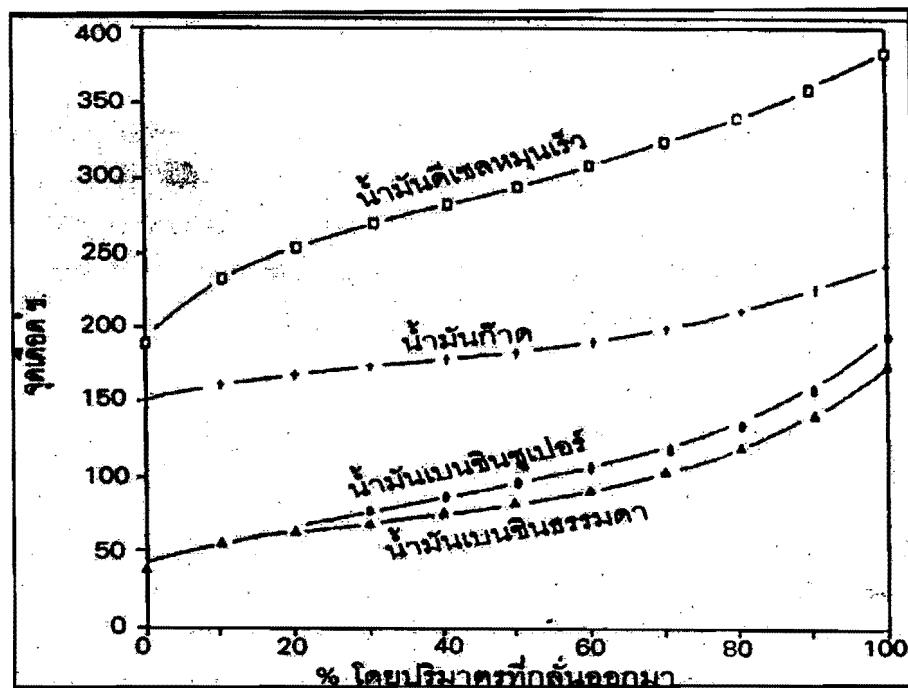
ผลิตภัณฑ์ซึ่งคงเหลือจากการกักหักกลั่นคือากกลั่น (Residual Fuel) อาจใช้เป็นน้ำมันเตาได้เลย ใช้เพื่อให้ความร้อนในเตาเผาทางอุตสาหกรรม ใช้กับเครื่องดีเซลของเรือและใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำ หากนำากกลั่นไปกลั่นต่อในหักกลั่นสูญญากาศ (Vacuum Distillation) จะได้น้ำมันดีเซล น้ำมันหล่อลื่นและบางมะตะบะ ปริมาณของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ได้มาจากการกลั่นแยกน้ำมันดิบเบื้องต้นขึ้นอยู่กับประเภทของน้ำมันดิบที่ใช้

การกลั่นน้ำมันในห้องทดลอง ซึ่งมีหลักการ ดังภาพที่ 2.9 แล้วนำเอาค่าอุณหภูมิที่กักกลั่นออกนา ณ จุดเริ่มเดือด (Initial Boiling Point) และ ณ จุดที่กักกลั่นออกนา 10% จนถึง 100% (จุดกลั่นสุดท้าย) ถ้าเขียนลงในกราฟจะได้กราฟดังแสดงไว้ในภาพที่ 2.10 อุณหภูมิจากจุดเริ่มกลั่น ตัวอกมานถึงอุณหภูมิที่จุดกลั่นสุดท้าย เรียกว่า ย่านกลั่นตัว (Distillation Range)

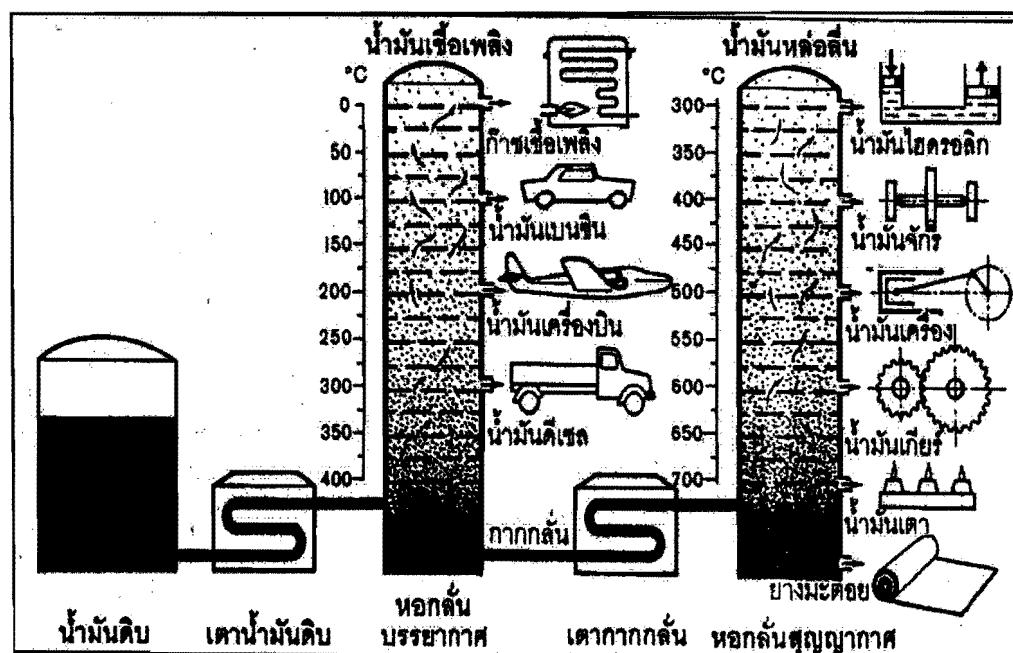
นอกจากกระบวนการการกักกลั่นน้ำมันดิบเบื้องต้นแล้ว ยังมีบางกระบวนการที่ใช้เพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำมันต่างๆ บางกระบวนการสามารถเปลี่ยนรูปผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งไปเป็นอีกชนิดหนึ่งซึ่งมีมูลค่าการตลาดสูงกว่า



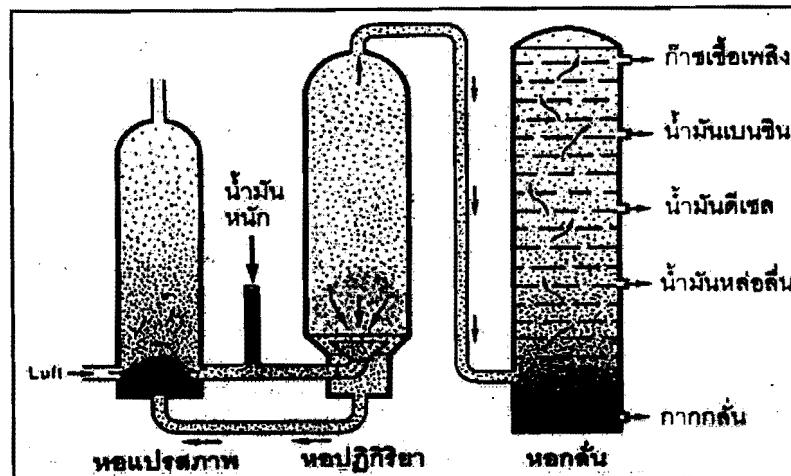
ภาพที่ 2.9 การกลั่นน้ำมันในห้องทดลอง (ASTM Distillation)



ภาพที่ 2.10 กราฟปริมาณน้ำมันที่กลั่นออกได้



ภาพที่ 2.11 กระบวนการกลั่นลำดับส่วนห้องกลั่นบรรยายกาศและห้องกลั่นสุญญากาศ



ภาพที่ 2.12 กระบวนการกลั่นเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมี

2.5.4 กระบวนการกลั่นเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมี (Conversion)

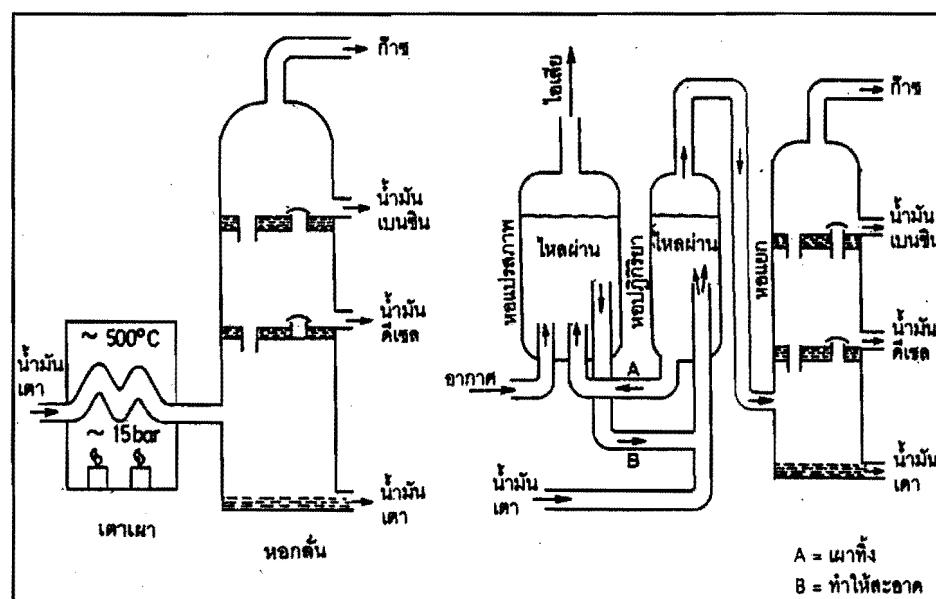
การเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมี คือ การเปลี่ยนแปลงโมเลกุลหรือโครงสร้างทางเคมีใหม่ เพื่อให้คุณภาพของน้ำมันเหมาะสมกับความต้องการในการใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับจากการกลั่นลำดับส่วน อาจมีปริมาณไม่เพียงพอ กับปริมาณผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ต้องการใช้ เช่น น้ำมันเบนซินที่ใช้กับรถยนต์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ อาจมีปริมาณไม่เพียงพอ กับความต้องการ จะนั้นผู้กลั่นน้ำมันจึงต้องหาทางผลิตน้ำมันเบนซินให้มากขึ้น ซึ่งสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลจากน้ำมันชนิดอื่นให้เป็นน้ำมันเบนซินตามความต้องการหลัก ที่ฐานของกรรมวิธีแบบนี้ ได้แก่ วิธีการทำให้โมเลกุลของน้ำมันหนักแตกตัว เช่น วิธีการแยกสลาย ด้วยความร้อน (Thermal Cracking) หรือด้วยสารเร่งปฏิกิริยา (Catalytic Cracking) หรือการรวม โครงสร้างโมเลกุลของน้ำมันเบาให้ได้โมเลกุลของน้ำมันที่หนักกว่า (Polymerization) นอกจากนั้น ยังมีวิธีเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของไฮdrocarbonอื่นๆ อีกหลายวิธี เช่น วิธีไอโซเมอร์ไซซ์ชัน (Isomerization) และวิธีปฏิรูปด้วยสารเร่งปฏิกิริยา (Catalytic Reforming) ที่เป็นการจัดรูปโมเลกุล ของน้ำมันเสียใหม่ เพื่อให้มีค่าออกเทนสูงขึ้น ด้วยวิธีต่อไปนี้

2.5.5 วิธีการแยกสลายด้วยความร้อน (Thermal Cracking)

วิธีนี้เป็นกระบวนการแยกสลายน้ำมันดีเซลหรือน้ำมันเตาโดยใช้ความร้อนสูง ราว $400-500^{\circ}\text{C}$ ภายใต้ความดันสูง ผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกมาคือเก๊ส ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไฮdrocarbon ประเภทโอลีฟิน (Olefins) น้ำมันเบนซิน ซึ่งมีพิเศษะ โนราติกสูง และน้ำมันเตาขั้นค่าหรือมีเนื้ามะ ปริมาณน้ำมันเบนซินที่ได้ออกมาจะอยู่ในราว 50-70% และมีค่าออกเทนอยู่ระหว่าง 65-70% ดังภาพที่ 2.13

2.5.6 วิธีการแยกสลายด้วยสารเร่งปฏิกิริยา (Catalytic Cracking)

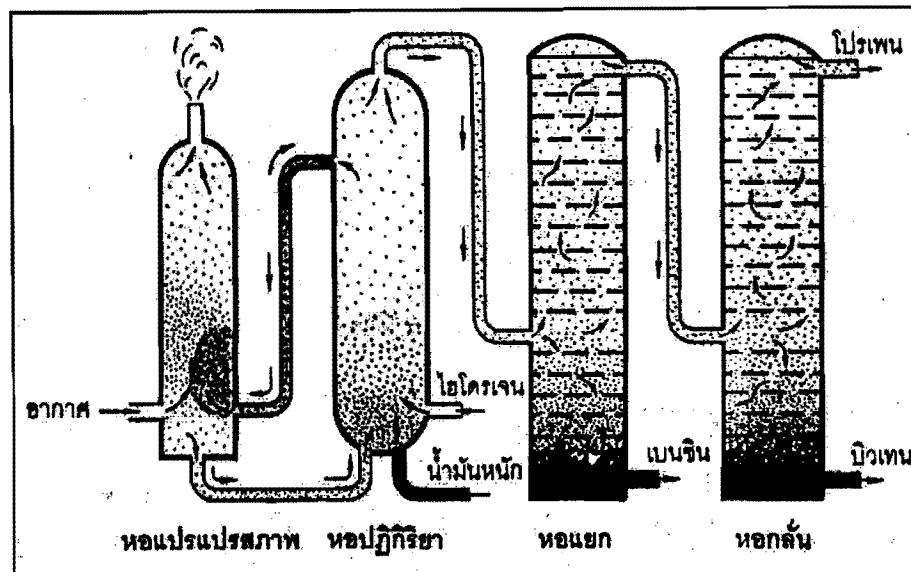
วิธีนี้เป็นกระบวนการแยกสลาขัมันดีเซลและน้ำมันหนักโดยใช้สารเร่งปฏิกิริยาเข้าช่วย สารเร่งปฏิกิริยาที่ใช้อาจเป็นพวกคินเนียบธรรมชาติ หรือพวกคินเนียบสังเคราะห์ ซึ่งมีราคุณภาพสูง พลิตกัณฑ์ที่ได้จากการน้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทนสูง (มากกว่า 90) ไฮโดรคาร์บอนประเภทไฮเดรฟินใช้เป็นวัตถุคินในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีและพวกที่เป็นกึ่งน้ำมันดีเซลกับน้ำมันขี้ໄส (Cycle Stock) ซึ่งมีช่วงกลั่นตัวอยู่ในช่วงของน้ำมันดีเซลและน้ำมันขี้ໄส ในปฏิกิริยาแยกสลาขัมันสารไฮโดรคาร์บอนพาราฟินจะแยกสลาขัยให้มีไมเดกุลเล็กลง พวกไฮเดรฟินจะเปลี่ยนไปเป็น ISO-Paraffins ส่วนพวกแफทีนก็ถูกแยกสลาขัยไปเป็นไฮเดรฟินและพาราฟิน ตัวอะโรมาติกที่มีอยู่มักจะเหลืออยู่ต่อปฏิกิริยา แต่บางส่วนก็ถูกเปลี่ยนเป็นเมร์เกะอยู่บนผิวสารเร่ง ทำให้สารเร่งเสื่อมสภาพเร็ว จึงต้องมีกระบวนการแปรสภาพ (Regeneration) เพื่อเพากำจัด เมร์ที่เกะอยู่บนผิวสารเร่งให้หมดไปก่อนที่จะนำมาใช้อีก



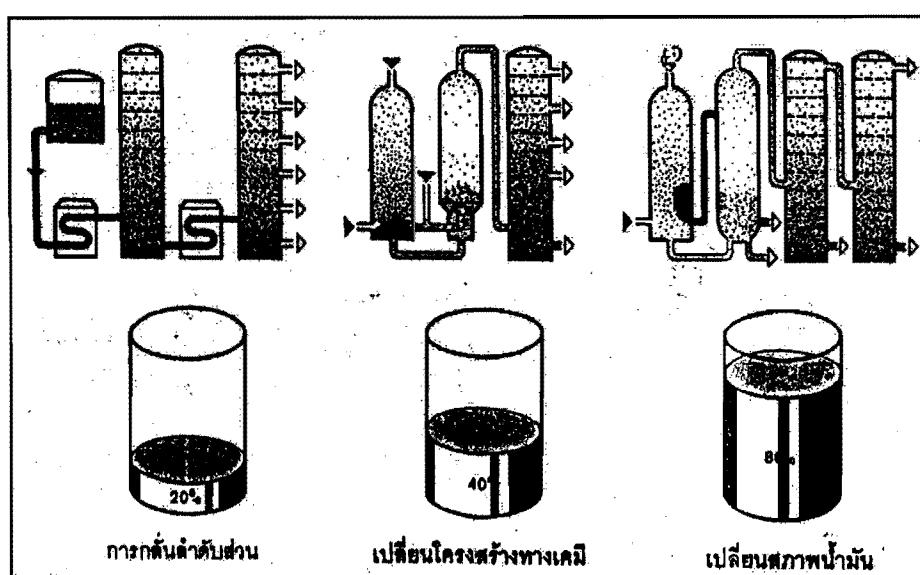
ภาพที่ 2.13 หอยแยกสลายด้วยความร้อนและหอยแยกสลายด้วยสารเร่งปฏิกิริยา

2.5.7 วิธีการแยกสลายด้วยไฮโดรเจน (Hydrocracking)

วิธีนี้เป็นกระบวนการแยกสลายน้ำมันดีเซลและปู๊ໄสให้เป็นน้ำมันเบนซิน และน้ำมันสำหรับเครื่องบิน ไอพ่น และแยกสลายน้ำมันเตาให้เป็นน้ำมันดีเซลโดยใช้ไฮดราร์บอน และสารเร่งปฏิกิริยา ณ อุณหภูมิสูงราว $260\text{--}420^{\circ}\text{C}$ ภายใต้ความดันสูงถึง 200 กก./ซม.²



ภาพที่ 2.14 กระบวนการกลั่นเปลี่ยนสภาพน้ำมัน วิธีแยกสลายด้วยไออกเจน



ภาพที่ 2.15 เปรียบเทียบร้อยละของน้ำมันเบนซินที่ได้จาก 3 กระบวนการกลั่นน้ำมัน

2.5.8 กระบวนการกลั่นเปลี่ยนสภาพน้ำมัน (Reforming)

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้รับจากการกลั่นล้ำค้าส่วนใหญ่และกระบวนการเปลี่ยนสภาพน้ำมันไม่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานและความต้องการของตลาด เพราะอาจมีสิ่งไม่พึงประสงค์เจือปนอยู่หรืออาจเป็นผลที่เกิดจากการปฏิกรณ์ที่ 2 ดังกล่าว ข้างต้น เช่น กำมะถันและสารแปรเปลี่ยนต่างๆ ซึ่งจำเป็นต้องจัดการด้วยกระบวนการกลั่นเปลี่ยนสภาพน้ำมัน

2.5.9 วิธีการเปลี่ยนสภาพน้ำมันด้วยความร้อน (Thermal Reforming)

วิธีนี้เป็นกระบวนการใช้ความร้อนสูงเปลี่ยนลักษณะโครงสร้างของไฮโดรคาร์บอนในน้ำมันเบนซิน ซึ่งมีค่าออกเทนต่ำให้เป็นค่าออกเทนสูง อุณหภูมิที่ใช้อาจสูงราว 560°C น้ำมันเบนซินที่ได้จากการนี้จะมีจุดเดือดต่ำลงเล็กน้อย ได้ออกมาเพียงราวยืดละ 70 ค่าออกเทน ได้สูงราว 80

2.5.10 วิธีการเปลี่ยนสภาพน้ำมันด้วยไฮโดรเจน (Hydroforming)

วิธีนี้เป็นกระบวนการแปรสภาพน้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทนต่ำ ให้เป็นค่าออกเทนสูง โดยใช้ไฮโดรเจนและสารเร่งปฏิกิริยาภายใต้อุณหภูมิระหว่าง $480\text{-}540^{\circ}\text{C}$ และความดันราว 14-20 กก./ซม.² ในปฏิกิริยานี้สารพากเนฟทินและเนอร์โนลพาราฟินจะเปลี่ยนเป็นพากอะโรมาติกซึ่งมีค่าออกเทนสูงขึ้น ปริมาณน้ำมันเบนซินที่ได้จากการนี้อยู่ในราวยืดละ 75-80 และมีค่าออกเทนสูงราว 80-85

2.5.11 กระบวนการผลิตน้ำมันเบนซิน

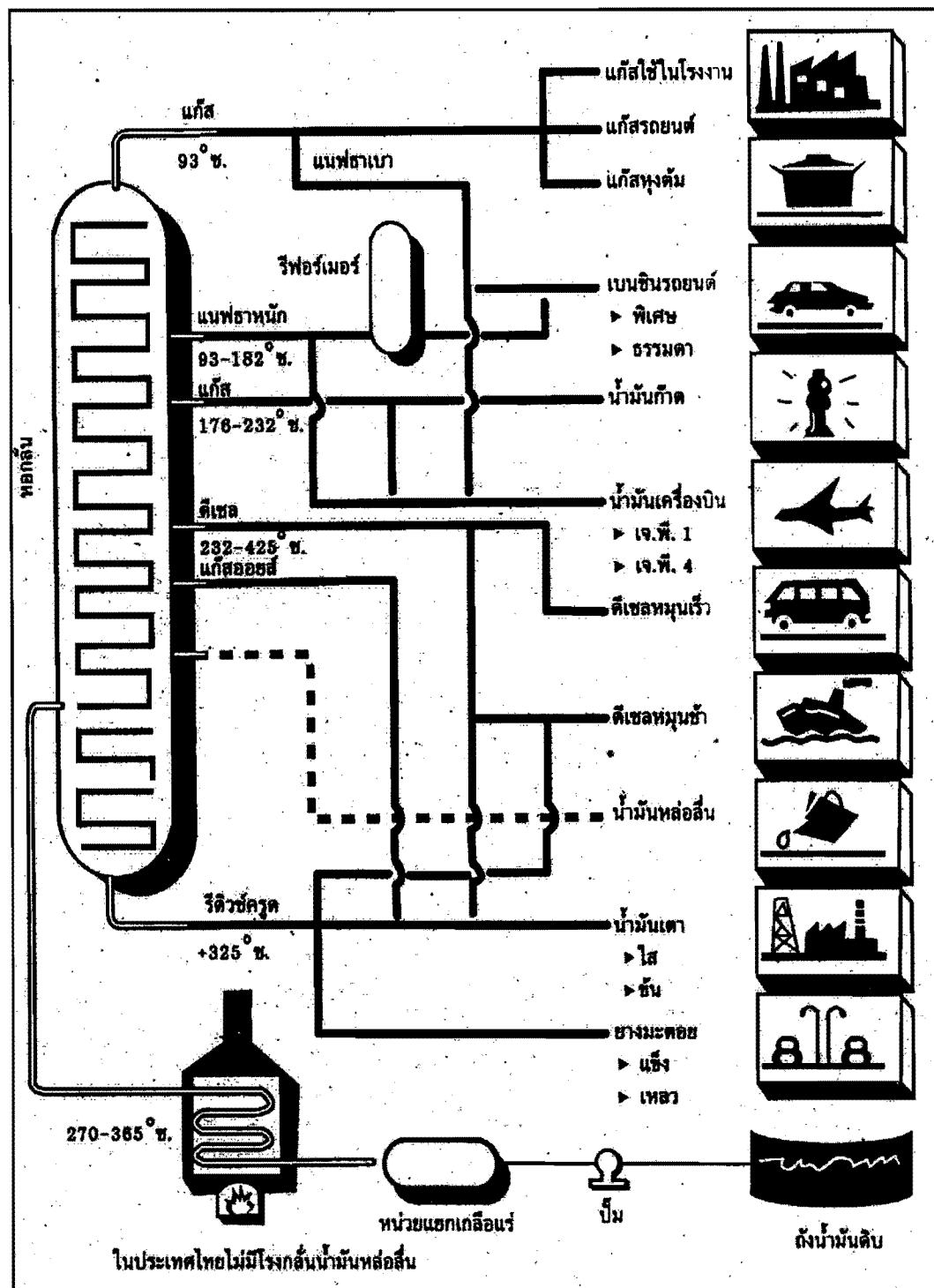
การผลิตน้ำมันเบนซินทำได้โดยนำน้ำมันดิบมากลั่นแยกส่วนในหน่วยกลั่นตกรังหรือหอกกลั่นบรรยายกาศ (Crude Distillation Unit) เพื่อแยกองค์ประกอบต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำมันดิบออกจากกัน โดยอาศัยความแตกต่างของจุดเดือด จุดเดือดน้ำมันเบนซินจะอยู่ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง $30\text{-}200^{\circ}\text{C}$ อนึ่งเพื่อให้ได้น้ำมันที่มีคุณภาพและเพียงพอต่อความต้องการ จึงต้องนำไปผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพ โดยกระบวนการหลักที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเบนซิน มีอยู่ 4 กระบวนการ คือ

2.5.11.1 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างไม่เกลุกเพื่อเพิ่มค่าออกเทน ได้แก่ Catalytic Reforming และ Isomerization

2.5.11.2 การแตกตัวของน้ำมันเพื่อเพิ่มปริมาณการผลิต ได้แก่ Thermal Cracking, Catalytic Cracking และ Hydrocracking

2.5.11.3 การเพิ่มน้ำตาลของไม่เกลุก ได้แก่ อัลคาไลเลชั่น (Alkylation) และโพลีเมอร์ไรเซชั่น

2.5.11.4 การใช้สารออกซิเจนเนตผสมเพื่อเพิ่มค่าออกเทนของน้ำมันเบนซิน สารออกซิเจนเนตที่นิยมใช้กัน คือ MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether)



ภาพที่ 2.16 แผนผังการกลั่นน้ำมันดิบและการใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์ที่ได้

สำหรับน้ำมันดินสามารถแยกออกเป็นไส้โครงเรนคาร์บอนแต่ละชนิดได้ โดยอาศัยกระบวนการกรดิ่นลำดับส่วน ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์ค้างตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ผลิตภัณฑ์ส่วนต่างๆ ที่ได้จากการกรดิ่นปิโตรเลียม

ผลิตภัณฑ์ที่กัดน้ำมันได้	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	สถานะ	จำนวนอะตอมของคาร์บอนในโมเลกุล	การใช้ประโยชน์
แก๊สปิโตรเลียม	-88.5 ถึง -161.5	แก๊ส	$\text{C}_1\text{-C}_2$	ส่วนมากการกรดิ่นน้ำมันดินไม่ได้เก็บส่วนนี้ เพราะมีปริมาณไม่มากพอ จึงเผาทิ้ง
แก๊สปิโตรเลียมเหลว	-42.7 ถึง -0.6	แก๊ส (ของเหลว กายได้ความดันสูง)	$\text{C}_3\text{-C}_4$	แก๊สปิโตรเลียมที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ และแก๊สหุงต้ม
แหนพารานา (เบนซินเบา)	-36.1-69.0	ของเหลว (ระเหยง่าย)	$\text{C}_5\text{-C}_6$	ตัวทำด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ (เบนซิน)
แหนพารานัก (เบนซินหนัก)	65-170	ของเหลว	$\text{C}_8\text{-C}_{10}$	น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ (เบนซิน)
น้ำมันก้าด	170-250	ของเหลว	$\text{C}_{10}\text{-C}_{14}$	อุดไฟให้แสงสว่างเชื้อเพลิงเครื่องบินໄอophil
น้ำมันดีเซล	250-370	ของเหลว	$\text{C}_{14}\text{-C}_{19}$	เชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล
น้ำมันหล่อลื่น	สูงกว่า 370	ของเหลว (ค่อนข้างข้น)	$\text{C}_{19}\text{-C}_{35}$	น้ำมันเครื่องน้ำมันหล่อลื่นน้ำมันแร่ที่ใช้ในการแพทย์
น้ำมันเตา	สูงกว่า 370	ของเหลวข้น	สูงกว่า C_{35}	เชื้อเพลิงเครื่องจักร
กาก	สูงกว่า 500	ของแข็ง	เป็นพากไม้เล็กๆ สูงกว่า C_{50}	- ชีฟิงพาราฟินใช้ทำเทียนไข ทำยา ทำเครื่องสำอาง - บางมะดอยใช้รากถอน

2.6 การคำนวณหาสมรรถนะของเครื่องยนต์

2.6.1 แรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์

แรงบิดในเครื่องยนต์เกิดจากการสันดาปของเชื้อเพลิงและอากาศในห้องสันดาปทำให้ก๊าซในถุงสูบมีอุณหภูมิสูงและความดันสูง ไปดันให้ถุงสูบเกิดการเคลื่อนที่ทำให้เกิดงานขึ้นสำหรับแรงบิดและกำลังเครื่องยนต์มีความสัมพันธ์ดังสมการ (วีระศักดิ์ มะโนน้อม, 2548)

$$P = \frac{2\pi n T}{60} \quad (2.1)$$

เมื่อ P = กำลังเบรกของเครื่องยนต์, W
 T = แรงบิดของเครื่องยนต์, N.m
 n = ความเร็วรอบของเครื่องยนต์, rpm

2.6.2 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ

เป็นอัตราส่วนระหว่างอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่อกำลังเบรกของเครื่องยนต์ที่ได้ซึ่งสามารถหาได้จากสมการ (วีระศักดิ์ มะโนน้อม, 2548)

$$BSFC = \frac{\gamma \times m_f}{P} = \frac{m_c}{P} \quad (2.2)$$

เมื่อ $BSFC$ = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ, kg/kW.hr
 γ = ความถ่วงจำเพาะของน้ำมันเชื้อเพลิง, kg/l
 m_f = อัตราการไหลดของน้ำมันเชื้อเพลิง, lt/hr
 m_c = อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง, kg/hr
 P = กำลังเบรกของเครื่องยนต์, kW

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการผลิตน้ำมันจากพลาสติกใช้แล้ว ซึ่งมีการวิจัยและศึกษาที่ใช้กระบวนการเผาไหม้โดยอาศัยความร้อนที่แตกต่างกัน เช่น กระบวนการไฟโรไอลชิส และกระบวนการแก๊ซฟีเคนชัน เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย ดังนี้

คุณิตา เลิฟเลส (2542) ได้ศึกษาทดลองหาข้อมูลเบื้องต้นในการผลิตสารไฮโดรคาร์บอนจากขยะพลาสติก โดยใช้กระบวนการไฟโรไอลชิส พบว่ามีเพียงผลิตภัณฑ์แก๊ส โดยไม่มีผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวและของแข็งปูร์เนื่องจากปริมาณการทดสอบนิ่มอยู่ข้างต่อ ตามลักษณะของโนโนเมอร์ที่ใช้ทำพอลิเมอร์ที่อุณหภูมิสูงทำให้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวยังคงอยู่ในรูปสภาพสถานะของแก๊สและในการศึกษาพอลิเมอร์ทั้ง 4 ประเภท สามารถถลายน้ำได้หมดที่อุณหภูมิประมาณ 550°C

นิรนล ปัญญาวงศ์ (2547) ได้ศึกษาวิจัยการแปรรูปร่วมของถ่านหินและพลาสติกผสมให้เป็นของเหลวด้วยตัวทำลายภาวะเหนืออิกกุต พบร่วมปัจจัยที่มีผลมากต่อผลได้ผลิตภัณฑ์คืออุณหภูมิ โดยอุณหภูมิสูงปริมาณของแก๊สไฮโดรคาร์บอนจะเพิ่มมากขึ้น และการรับอนได้ออกไซด์คล่อง เพราะอุณหภูมิสูงทำให้ผลิตภัณฑ์ของเหลวและไมเกลูลที่แตกตัวออกจากถ่านหิน กับแตกตัวเป็นโนเดกุลขนาดเล็กที่เปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ของแก๊สมากขึ้น

วนัสรัตน์ นิมคิริ (2548) ได้ศึกษาวิจัยการทำจัดก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ที่เกิดจากกระบวนการไฟโรไอลชิสพลาสติกที่มีคลอรีนเป็นส่วนประกอบ โดยใช้ตัวคุณชันและเหลือกออกไซด์ขนาดนาโนพบว่าประสิทธิภาพในการทำจัดก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ นอกจากขึ้นกับพื้นที่ในการคุณชัน แล้วความสามารถในการทำปฏิกิริยาของเร่งรวมถึงอุณหภูมิในการคุณชันและทำปฏิกิริยาส่วนเป็นปัจจัยที่ส่งผลกับประสิทธิภาพในการทำจัดหั้งสีน

จำรงค์ ธรรมมาศ (2549) ได้ศึกษาวิจัยการผลิตน้ำมันสังเคราะห์และก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติกชนิดพอลิเอทีลีน (PE) และพอลิโพพิลีน (PP) ด้วยกระบวนการไฟโรไอลชิส ได้ออกแบบและทดลองการเปลี่ยนพลาสติกเป็นน้ำมันและก๊าซเชื้อเพลิง พบร่วมปริมาณน้ำมันสังเคราะห์ที่ได้อยู่ในอัตรา 1 ลิตรต่อการเผาพลาสติกปริมาณ 1 กิโลกรัม ได้โดยประมาณที่อุณหภูมิคำแห่งเพ้าประมาณ $700-850^{\circ}\text{C}$ เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับเตาเผาที่ออกแบบที่ใช้พลาสติกในปริมาณไม่เกินรักษาอุณหภูมิให้น้ำมันและก๊าซเชื้อเพลิง ในขณะที่ปลายห่อเตาเผา มีอุณหภูมิ $300-400^{\circ}\text{C}$ เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตได้น้ำมันสังเคราะห์อยู่ในช่วงของน้ำมันดีเซล มีความถ่วงจำเพาะ ความหนืด จุลวานไฟต่ำกว่าน้ำมันดีเซลทั่วไป

อภิญญา ดวงจันทร์ (2546) ได้ศึกษาวิจัยการเปลี่ยนพลาสติกผสมไปเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยกระบวนการไฟโรไอลชิส โดยปฏิกิริยาไฮโดรแครกเกอร์ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา กระทำในเครื่องปฏิกิริณแบบถังกวนขนาด 1 ลิตร ภายใต้ความดันไฮโดรเจน 500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ

400 °C และระยะเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อได้น้ำมันแล้วทำการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำมันด้วยกระบวนการไฮโดรแครกเกอร์ เป็นการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมัน โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเข้าไปช่วยพบว่าตัวเร่งปฏิกิริยา NiCO มีอัตราส่วนที่ดีที่สุด คือ 2.6:1 น้ำมันที่ได้ปริมาณดีที่สุดได้จากตัวเร่งปฏิกิริยาชนิด NiMO/อัลูมินา ที่อัตราส่วน 1:1 (ร้อยละ 75.3)

พกาวดี นารอง (2542) ได้ศึกษาการผลิตพลาสติกที่บ่อylestic ให้ พบว่า โพลีเบต้า ไฮดรอกซีอัลคาโนอีด เป็นสารประกอบประเภทกรดไขมันที่สามารถผลิตได้จากแบคทีเรีย สายสานพันธุ์โดยเก็บสะสมไว้ภายในเซลล์เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานสำรองเมื่อยูในสภาพไม่เหมาะสม การใช้พลาสติกที่บ่อylestic ได้จะส่งผลดีในการช่วยลดการเกิดปัญหาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการเผาพลาสติกได้ทางหนึ่ง

บุญญา ชาญนก (2550) ได้ศึกษาวิจัยการนำพลาสติกจากมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ในรูปเชื้อเพลิง แล้วน้ำมันสำปะหลังผสมกับขยะพลาสติก เพื่อวิเคราะห์กระบวนการแก๊สชีฟิเช่นเพื่อผลิตแก๊สเชื้อเพลิงด้วยอัตราส่วน 1:1 ครั้งละ 5 กิโลกรัม โดยใช้เครื่องแก๊สชีฟอ่อร์แบบไหลดลง ที่อัตราไหลดากาศ $30 \text{ m}^3/\text{hr}$ และ $50 \text{ m}^3/\text{hr}$ ได้แก๊สเชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อน 1.49 MJ/ m^3 และ 1.76 MJ/ m^3 ปริมาณแก๊สเชื้อเพลิง $4.7 \text{ m}^3/\text{kg}$ และ $4.7 \text{ m}^3/\text{kg}$ ของเชื้อเพลิงและประสิทธิภาพเป็นร้อยละ 32 และ 66 ตามลำดับ

M. Cimenti and J.M. Hill (2010) ได้ศึกษาความสำคัญของการสะอาดด้วยความร้อนและการจำแนกตัวเร่งปฏิกิริยาของเมทิลแอลกออลสำหรับการใช้โดยตรงในเซลล์เชื้อเพลิงแข็งด้วยกระบวนการไฟโลไรซิส พบว่าในการศึกษาและพัฒนาเชื้อเพลิงแข็งและเชื้อเพลิงเหลว เช่น เมทิลแอลกออลมีความซับซ้อนนารทดลองเนื่องจากความร้อนและตัวเร่งปฏิกิริยานี้การบ่อylestic และมีเข้ม่า และจะกลับคืนสู่สภาพเดิม

N. Miskolczi, A. Angyal, L. Bartha and I. Valkai (2009) ได้ทำการศึกษาการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติกด้วยกระบวนการไฟโลไรซิสที่อุณหภูมิ 520°C พบว่า น้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จะอยู่ในกลุ่มของน้ำมันเบาและน้ำมันหนักมีคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

M. Mani a, C. Subash and G. Nagarajan (2009) ศึกษาถึงสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อมีการปล่อยไออกไซด์จากเครื่องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงจากน้ำมันพลาสติกที่เหลือใช้ พบว่า เครื่องยนต์สามารถทำงานได้ 100% เมื่อปล่อยไออกไซด์ของไนโตรเจนมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลประมาณร้อยละ 25 และปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ร้อยละ 15 ปริมาณควันดำจะลดลงร้อยละ 40 เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล

I.K. Basily, S.T. El-Shaltawy and B.S. Mostafa (2006) ทำการไฟโลไรซิสแบบสูญญากาศกับยางมะตอยอียิปต์ โดยใช้ถังปฏิกิริยาสองถังต่อกันแบบบอนุกรม ถังแรกใช้อุณหภูมิ

400–500°C และใช้แพลทินัมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จากนั้นก๊าซอาร์กอนจะนำน้ำมันໄพโรไอลซิส ในถังแรกส่งไปยังถังที่สอง สำหรับถังที่สองนั้นใช้อุณหภูมิ 500 – 700°C แต่เนื่องจากน้ำมันตั้งต้น สำหรับถังปฏิกิริยานั้นเป็นน้ำมันเบน การใส่ตัวเร่งปฏิกิริยาจึงไม่มีนัยสำคัญ โดยสารผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นสารไฮโดรคาร์บอน C₂–C₄ แบบไม่อิ่มตัวประมาณร้อยละ 33.6

P.T. Williams and P.A. Horne (1995) ได้ศึกษาอิทธิพลของตัวเร่งปฏิกิริยาต่อ องค์ประกอบของน้ำมันໄพโรไอลซิสจากเศษไม้ที่อุณหภูมิ 400 – 550°C โดยตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ได้แก่ ซีไอโอล์ด์ประเภท Na-ZSM-5, H-ZSM-5 และ Y นอกจากนี้ยังรวมไปถึงแอคติเวทเตดอะลูมินา ตัวเร่งปฏิกิริยาทั้งหมดจะถูกทดสอบในถังปฏิกิริย่าໄพโรไอลซิสแบบฟลูอิด ไดซ์เบดเทียบกับ โลหะสแตเลสสตีลทรงกลม ซึ่งพบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาทั้งหมดนั้นเพิ่มประสิทธิภาพการทำปฏิกิริยาในระหว่างໄพโรไอลซิส แต่ผลผลิตสารผลิตภัณฑ์จากการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดซีไอโอล์ดประเภท Na-ZSM-5 และ H-ZSM-5 ให้ผลไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดซีไอโอล์ดประเภท H-ZSM-5 ยังให้ผลผลิตสารผลิตภัณฑ์ที่ดีกว่าตัวเร่งปฏิกิริยาประเภทซีไอโอล์ด Y และ แอคติเวทเตดอะลูมินา เนื่องจากอัตราการเกิดไกบันผิวดองตัวเร่งปฏิกิริยาประเภทซีไอโอล์ด Y และ แอคติเวทเตดอะลูมินาสูงกว่าอีกสองตัวที่เหลือ สารผลิตภัณฑ์ที่ได้ส่วนใหญ่จะเป็นสารไฮโดรคาร์บอนแบบวงแหวนซึ่งบางตัวเป็นสารก่อมะเร็ง

M. Day, Z. Shen and J.D. Cooney (1999) ทำการໄพโรไอลซิสโดยทึบชิ้นส่วน ลดขนาดด้วยถังปฏิกิริย่าแบบหมุน เศษเหลือทึบของชิ้นส่วนลดขนาดถูกป้อนเข้าไปยังถังปฏิกิริย่าในอัตรา 100 กรัม/ชม. และໄพโรไอลซิสที่อุณหภูมิ 500–700°C พบว่าผลผลิตที่ได้จะเป็นทั้งก๊าซของเหลวและของแข็งทั้งหมดคุณภาพร้อยละ 60–85 เทียบกับปริมาณสารตั้งต้น ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิในการໄพโรไอลซิสแต่ปริมาณน้ำมันໄพโรไอลซิสจะลดลง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น นอกจากนี้อุณหภูมิยังส่งผลต่อองค์ประกอบของน้ำมันໄพโรไอลซิส คือสารไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำ แต่ถ้าใช้อุณหภูมิสูงจะให้สารอะโรมาติกเป็นหลัก

W. J. Hall, N.M.M. Mitan, T. Bhaskar, A. Muto , Y. Sakata and P.T. William (2007) ทดลองทำໄพโรไอลซิสวัสดิ์คุณสมรรถนะว่างโพลีสไครนร่วมกับโพลีโอลีฟินในถังปฏิกิริย่าแบบฟิกส์เบด สารผลิตภัณฑ์ที่ได้ถูกนำไปวิเคราะห์ด้วย FT-IR, GC-FID, GC-MS และ GC-ECD พบว่า ในขณะที่กระบวนการໄพโรไอลซิสดำเนินอยู่นั้นเกิดปฏิกิริยาน้ำมันที่ระหว่างสารตั้งต้นทั้งสอง คือสารแอนติโนนไตรออกไซด์ในสารโพลีสไครนส่งผลให้เกิดสมดุลมวลระหว่างการໄพโรไอลซิส และขั้งส่งผลให้เกิดสารอัลกิลและไวนิลเป็นจำนวนมากเพิ่มขึ้นค่วย

J.A. Conesa, R. Font, A. Fullana, I. Martin-Gullon, I. Aracil, A. Ga Ivez, J. Molto and M.F. Go mez-Rico (2009) ศึกษาการปล่อยมลพิษจากกระบวนการໄพโรไอลซิสและการเผาไหม้ของ

สารตั้งต้นต่าง ๆ กันที่อุณหภูมิระหว่าง $500 - 1100^{\circ}\text{C}$ สารตั้งต้นที่ใช้ได้แก่ โพลีเอทิลีน ยางรดชนิดตะกอนน้ำทึบ โพลีฟาย ผ้าฝ้าย ผ้าโพลีเอสเตอร์ เนื้อและเศษกระดูก สารเคลือบเงา น้ำมันมะกอก เมล็ดกล้าม น้ำมันเครื่องเก่า และเศษกระดาษ พบว่าการปลดปล่อยมลพิษของสารตั้งต้นจำพวกสารไฮโดรคาร์บอนที่ระเหยได้ลดลงเมื่อเพิ่มสัดส่วนออกซิเจนในการเผาไหม้ เมื่อทำการเบริญเทียนผลของอุณหภูมิพบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นสารที่ให้ผลผลิตลดลงคือสารจำพวกไฮโดรคาร์บอนที่ระเหยได้และกี่จะระเหยได้ นอกจากนี้การปลดปล่อยมลพิษจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิในระดับกลาง ๆ

N.A. Dung, W. Tanglumlert, S. Wongkasemjit and S. Jitkarnka (2010) ศึกษาอิทธิพลของตัวเร่งปฏิกิริยา Ru/SBA-1 ที่ใช้ในการศึกษานี้ส่งผลให้ผลผลิตก้าชเพิ่มขึ้นประมาณ 2 เท่าเมื่อเบริญเทียนกับกระบวนการไฟโรไอลชิสแบบให้ความร้อน ตัวเร่งปฏิกิริยาขั้นตอนปริมาณสารโพลีอะโรมาติก และโพลาร์อะโรมาติก ผลกระทบจากการเพิ่มความร้อนในขณะที่ทำการไฟโรไอลชิสนั้น ที่อัตราเพิ่มอุณหภูมิ $5^{\circ}\text{C}/\text{นาที}$ เป็นอัตราการเพิ่มความร้อนที่เหมาะสมที่สุดที่ผลผลิตคุ้มค่าที่สุด

A. Adrados, I. de Marco, B.M. Caballero, A. Lopez, M.F. Laresgoiti and A. Torres (2012) ทำการเบริญเทียนการไฟโรไอลชิสของพลาสติกหลักชนิด ได้แก่ โพลีเอทิลีน โพลีสไตรีน โพลีไพรีลีน โพลีไวนิลคลอไรด์ (พีวีซี) โพลีเอทิลีนเทเรพทาเลท (พีอีที) อะคริโลไนโตรบิวตัล ไดอีสไตรีน (เอบีเอส) และอะลูมินา สารตั้งต้นเหล่านี้ถูกนำไปไฟโรไอลชิสในถังปฏิกิริณ์แบบกึ่งแบนชา โดยใช้โคลนแดง (redmud) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จากการทดลองพบว่าถึงแม้ว่าใช้สารตั้งต้นต่างชนิดกันแต่ผลผลิตที่ได้ไม่ต่างกันมาก ซึ่งผลผลิตส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของก้าชและของแข็งเป็นหลัก ส่วนน้ำมันไฟโรไอลชิสนั้นได้ออกมาน้อยมาก

J. Walendziewski (2002) ทำการทดลองไฟโรไอลชิสของพลาสติกโดยใช้ถังปฏิกิริณ์สองแบบเพื่อใช้เป็นน้ำมันเครื่องชนิด ถังปฏิกิริณ์แบบแรกเป็นเก็บขนาด 0.5 ลิตร และทำปฏิกิริยาที่ความดันบรรยายกาศ อุณหภูมิ $350 - 420^{\circ}\text{C}$ ส่วนถังปฏิกิริณ์แบบที่สองใช้แบบอโตแครฟที่ความดันก้าชไฮโดรเจนประมาณ $3 - 5 \text{ MPa}$ อุณหภูมิ $380 - 440^{\circ}\text{C}$ ถังปฏิกิริณ์ทั้งสองทำการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้คุณภาพของน้ำมันเป็นไปตามมาตรฐานน้ำมันเครื่องชนิดต่าง ๆ

A. Demirbas (2004) ทำการไฟโรไอลชิสจากชุมชนแบบไม่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาโดยใช้พลาสติกสามชนิดคือ โพลีเอทิลีน โพลีไพรีลีน และโพลีสไตรีน พบว่าผลผลิตที่ได้นั้นจะเป็นหั้งก้าช ของเหลว และของแข็ง แต่ว่าเป็นสารจำพวกไฮโดรคาร์บอนไม่สามารถใช้งานได้ทันทีต้องนำมากลั่นเพื่อให้ได้สารจำพวกเบนซิน โทกูอิน และสารอะโรมาติกควบแน่น โดยโพลีสไตรีนนี้ให้สารที่เป็นของเหลวมากสุด ส่วนโพลีเอทิลีน และโพลีไพรีลีนนี้ให้สารจำพวกก้าชมากกว่าดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ผลิตภัณฑ์การไฟโรไเดซิสของพลาสติกจากชุมชนของ Ayhan Demirbas (2004)

Waste	Pyrolysis Temperature (°K)	Gas (%)	Oil (%)	Residue (%)	Other (%)
Polyethylene (PE)	1033	55.8	42.4	1.8	-
Polypropylene (PP)	1013	49.6	48.8	1.6	-
Polystyrene (PS)	854	9.9	24.6	0.6	64.9 styrene
Mixture PE/PP/PS	1023	52.0	46.6	1.4	-

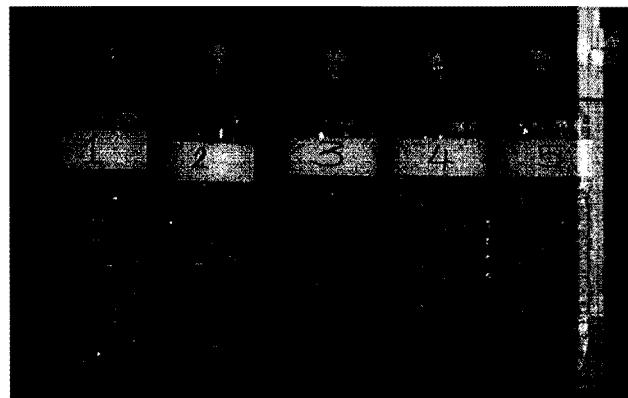
บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

3.1 น้ำมันเชื้อเพลิง

3.1.1 การจัดเตรียมน้ำมันเชื้อเพลิง

นำขยะดุงพลาสติกไปทำการเผา และทำให้แห้งแล้วผ่านกระบวนการไฟโรไอลชิตที่อุณหภูมิประมาณ 420°C แล้วนำน้ำมันที่ได้มากลั่นแยกส่วนที่อุณหภูมิ 65°C ถึง 170°C ประมาณ 30 นาที จะได้น้ำมันที่ใสใช้งานได้ ประมาณ ร้อยละ 15-20 ของน้ำหนักน้ำมันที่ผ่านกระบวนการไฟโรไอลชิต นำน้ำมันจากการกลั่นแยกส่วนผสมน้ำมันเบนซิน 91 ในอัตราส่วนร้อยละ 25:75, 50:50 และร้อยละ 25:75 โดยปริมาตร น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบมีทั้งหมด 5 ชนิด เชื้อเพลิง แบ่งเป็นน้ำมันเบนซิน 91 น้ำมันขยะพลาสติกจากการกลั่นแยกส่วน และเชื้อเพลิงผสมอีก 3 ชนิดเชื้อเพลิง ส่วนน้ำมันเบนซิน 91 ใช้น้ำมันเบนซิน 91 ที่มีจำนวนทั่วไปตามท้องตลาดในการทดสอบจะกำหนดค่าสูญเสียของเชื้อเพลิงคงตาร่างที่ 3.1 ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพของน้ำมันตามวิธีทดสอบมาตรฐาน ASTM (America Standard Testing and Material) ซึ่งสมบัติทางกายภาพที่ได้ศึกษา คือ ค่าความหนาแน่นที่ 15°C ค่าออกเทน ค่าความคันโยที่ 37.8°C ค่าอุณหภูมิการกลั่น ค่าปริมาณน้ำ ค่าปริมาณกำมะถัน ค่าการกัดกร่อนแผ่นเงิน และค่าความร้อน (kJ/kg) โดยทดสอบที่ส่วนควบคุมคุณภาพ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)



ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 3.1 สัญลักษณ์ของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบ

ชนิดที่	อัตราส่วนผสม (โดยปริมาตร)	สัญลักษณ์
1	น้ำมันเบนซิน 91 100 เปอร์เซ็นต์	B100
2	น้ำมันเบนซิน 91 75 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันจากยะพลาสติก 25 เปอร์เซ็นต์	B75:P25
3	น้ำมันเบนซิน 91 50 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันจากยะพลาสติก 50 เปอร์เซ็นต์	B50:P50
4	น้ำมันเบนซิน 91 25 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันจากยะพลาสติก 75 เปอร์เซ็นต์	B25:P75
5	น้ำมันจากยะพลาสติก 100 เปอร์เซ็นต์	P100

3.1.2 ทดสอบสมบัติน้ำมันเชื้อเพลิง

เป็นการทดสอบหาสมบัติทางกายภาพบางประการของการเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง ของน้ำมันเชื้อเพลิง 5 ชนิด ได้แก่ น้ำมันเบนซิน 91 (B100) น้ำมันจากยะพลาสติก (P100) และ น้ำมันเชื้อเพลิงผสมระหว่างน้ำมันเบนซิน 91 กับน้ำมันจากยะพลาสติก ที่อัตราส่วนของเชื้อเพลิง ร้อยละ 25, 50 และร้อยละ 75 โดยปริมาตร การทดสอบสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงทำการทดสอบหาค่าสมบัติต่างๆ ได้แก่ ค่าความหนาแน่น ค่าอุกเทน ค่าความดันไอ ค่าอุณหภูมิการกลั่นตัว ค่าปริมาณน้ำ ค่าปริมาณกำมะถัน ค่าการกัดกร่อนแห่นเงิน และค่าความร้อน โดยมีรายละเอียดและวิธีการทดสอบดังนี้

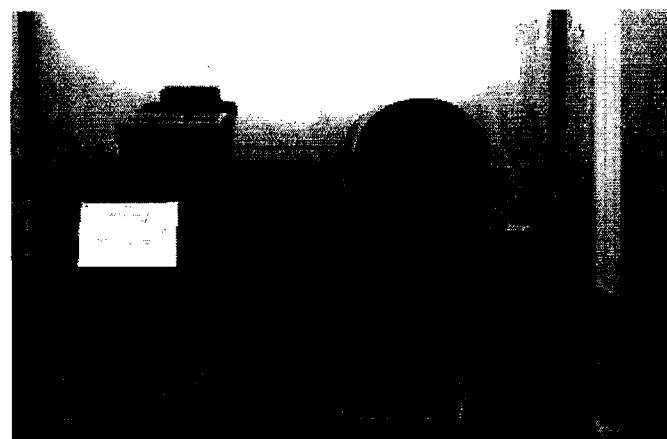
3.1.2.1 การหาค่าความถ่วงจำพวก (API Gravity) และค่าความหนาแน่น (Density) มาตรฐาน ASTM D 4052

1) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- เครื่อง Density Meter Anton Paar (ดังภาพที่ 3.2)
- เทอร์โนมิเตอร์
- กระบอกความจุ 500 ml

2) ขั้นตอนการทดสอบ

ตัวอย่างน้ำมันปริมาณน้อย (ประมาณ 1-2 mL) ถูกใส่เข้าไปใน Oscillating sample tube ความถี่ในการสั่นของ Oscillating sample tube มีค่าเปลี่ยนแปลงไป เนื่องมาจาก การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของ oscillating sample tube ซึ่งจะถูกนำมาใช้ร่วมกับ ข้อมูลการสอนเทียน เพื่อคำนวณหาค่าความหนาแน่นของตัวอย่าง



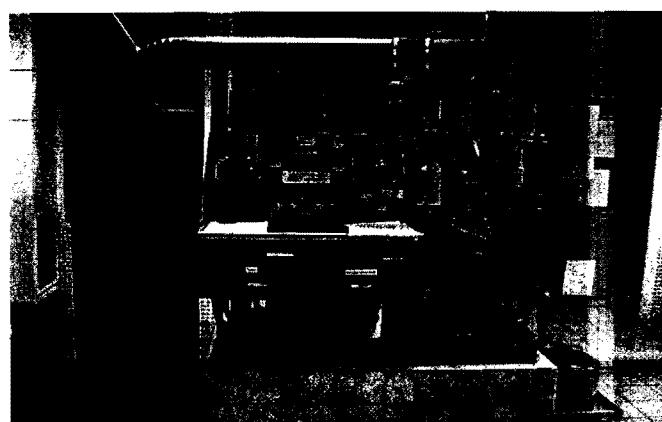
ภาพที่ 3.2 เครื่อง Density Meter Anton Paar

3.1.2.2 การหาค่าออแกน (Octane Number)

ค่าออแกนเป็นตัวเลขที่บ่งถึงคุณภาพการด้านทานการนีอก (Antiknock Quality) หรือความสามารถของน้ำมันเบนซินที่เผาไหม้โดยปราศจากการนีอก (Knock) ในเครื่องยนต์ โดยใช้วิธีการวัดตามมาตรฐาน ASTM D2699 แบบ Research Octane Number (RON) เป็นการวัดโดยใช้เครื่องยนต์มาตรฐานสูบเดียว ที่สามารถปรับอัตราส่วนการอัดตัวได้ วัดที่ร่องเครื่องยนต์ต่ำ 600 รอบต่อนาที

- 1) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ
 - เครื่องทดสอบค่าออแกน (ดังภาพที่ 3.3)
- 2) ขั้นตอนการทดสอบ

ค่า Research O.N. ของเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์จะประเมินด้วย ประกายไฟ หาได้โดยการเปรียบเทียบคุณลักษณะการนีอก (Knock Characteristic) กับเชื้อเพลิง มาตรฐาน (Primary Reference Fuel, PRF) ซึ่งทราบค่าออแกนที่แน่นอนแล้ว โดยใช้เครื่องยนต์ มาตรฐาน CFR ทำการตั้งค่าอัตราส่วนการอัด (Compression Ratio, C.R.) ตามค่าออแกนของ PRF ที่ใช้ และปรับอัตราส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิง-อากาศ (Fuel-Air Ratio) เพื่อสร้างค่ามาตรฐานของ Knock Intensity (เข็มของ Knock meter ชี้ที่ 50) จากนั้นทดสอบน้ำมันตัวอย่าง โดยปรับค่า Fuel-Air Ratio จนได้ค่า K.I. สูงสุด (Maximum K.I.) และปรับค่า Compression Ratio จนกระทั่งเข็มของ Detonation Meter หรือ Knock meter ชี้ที่ 50 นำค่า C.R. หรือ Digital Counter Reading ไปเทียบหา ค่า O.N. โดยการเปิดตาราง



ภาพที่ 3.3 เครื่อง CFR Engine (Cooperative Fuels Research)

ตารางที่ 3.2 ความสัมพันธ์ของค่าออกเทนกับความเร็วรอบเครื่องยนต์

Research Octane Number	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
	Digital Counter Readings									
80	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618
81	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628
82	629	630	631	632	633	634	635	636	637	639
83	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649
84	650	651	652	653	654	656	657	658	659	660
85	661	663	664	666	667	668	669	670	671	672
86	673	674	675	677	678	680	681	682	683	684
87	685	687	688	689	691	692	694	695	697	698
88	699	700	701	702	704	705	706	708	709	711
89	712	713	715	716	718	719	721	722	723	725
90	726	728	729	730	732	733	735	736	737	739
91	740	742	743	744	746	747	749	750	752	753
92	756	757	759	760	761	763	764	766	767	768
93	770	772	774	776	778	780	781	783	784	785
94	787	789	791	793	795	797	799	801	802	804
95	805	807	809	811	812	814	816	818	820	822
96	824	826	828	830	832	835	837	839	841	843
97	845	847	849	852	854	856	858	860	862	864
98	867	870	873	875	877	880	883	885	888	891
99	893	895	898	900	903	906	909	912	915	917

3.1.2.3 ความดันไนโตรเจน (Dry Vapor Pressure) มาตรฐาน ASTM D5191

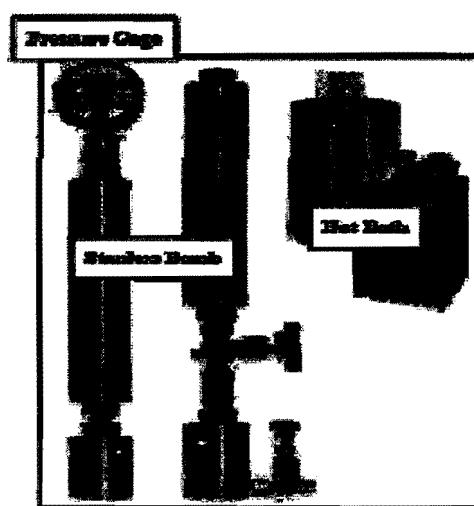
1) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- เครื่อง Vapor Pressure (ดังภาพที่ 3.4)

2) ขั้นตอนการทดสอบ

- ตัวอย่างที่ถูกทำให้อิ่มตัวด้วยอากาศและถูกทำให้เย็นในปริมาตรที่รู้ค่าหนึ่ง ถูกดูดเข้าไปใน chamber และควบคุมอุณหภูมิ ปริมาตรภายในของ chamber มีความจุเป็น 5 เท่าของปริมาตรตัวอย่างที่ถูกดูดเข้าไป หลังการดูดตัวอย่างเข้าไปตัวอย่างถูกปล่อยให้มีอุณหภูมิอยู่ที่ 37.8°C ความดันของตัวอย่างเพิ่มสูงขึ้นใน chamber ถูกวัดโดยใช้ pressure transducer sensor และแสดงผลเฉพาะการวัดค่า total pressure (ผลกระทบของ partial pressure ของตัวอย่างและ partial pressure ของอากาศที่ละลายลงไปที่ถูกใช้ในการทดสอบนี้ ถือแม้ว่าในบางเครื่องมีจะสามารถวัดค่า absolute pressure ของตัวอย่างได้ด้วย)

- ค่า total pressure ที่วัดได้ถูกเปลี่ยนเป็น dry vapor pressure equivalent (DVPE) โดยการใช้ correlation equation



ภาพที่ 3.4 เครื่อง Vapor Pressure

3.1.2.4 การกลั่น (Distillation) มาตรฐาน ASTM D86

1) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- เครื่อง Automatic Distillation (ดังภาพที่ 3.5)
- เทอร์โนมิเตอร์
- กระบอกตวงขนาด 250 ml

2) ขั้นตอนการทดสอบ

ตัวอย่างน้ำมันปริมาตร 100 ml ซึ่งถูกแบ่งตามกลุ่มต่างๆ จะถูกนำมากลั่นโดยเครื่องมือแบบอัตโนมัติภายในตัวห้องทดลอง แต่ละกลุ่ม โดยมีการควบคุมอัตราการกลั่นด้วย อัตราการให้ความร้อนที่เหมาะสม ภายใต้ความดันบรรยากาศ ซึ่งเครื่องจะบันทึกการอ่านค่าอุณหภูมิ เวลา อัตราการควบแน่น คำนวณเปอร์เซ็นต์การกลั่น รวมถึง เปอร์เซ็นต์คงค้าง และเปอร์เซ็นต์สูญเสีย อุณหภูมิที่อ่านได้จะถูกปรับแก้ค่าความดันบรรยากาศ โดยอัตโนมัติ โดยเครื่องจะแสดงผลทางหน้าจอเป็นค่า Percent evaporated หรือ Percent recovered เทียบกับอุณหภูมนั้นๆ รวมทั้งสามารถแสดงข้อมูลในรูปแบบตารางหรือ Distillation curve ได้



ภาพที่ 3.5 เครื่อง Automatic Distillation

3.1.2.5 ปริมาณน้ำ (Water Content) มาตรฐาน ASTM D6304

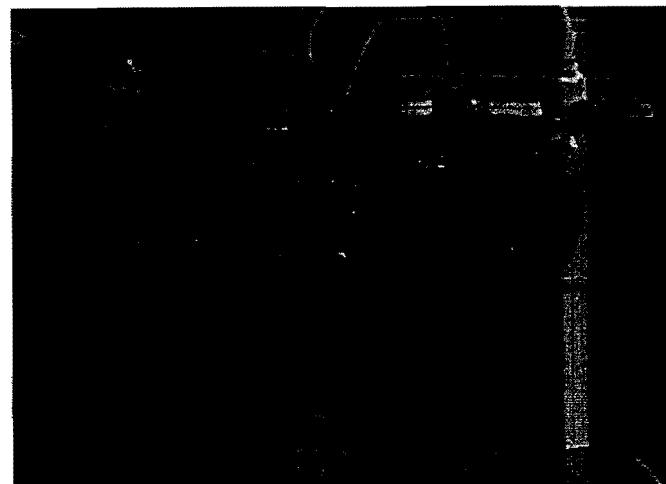
1) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- เครื่อง Coulometer (ดังภาพที่ 3.6)

2) ขั้นตอนการทดสอบ

- นำสิ่งของที่ต้องทดสอบ 0.5 ml ถูกน้ำมันตัวอย่าง
- นำน้ำมันตัวอย่างไปชั่งน้ำหนัก บนบันทึกค่าน้ำหนัก
- ฉีดน้ำมันตัวอย่างเข้าไปในหลอดทดลองในเครื่องวิเคราะห์
- บันทึกค่าน้ำหนักที่ซึ่งได้ลงไปในเครื่องวิเคราะห์

- กดปุ่ม Start เครื่องจะเริ่มทำการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำที่ป่นอยู่ในน้ำมันตัวอย่าง
- เครื่องจะแสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่ป่นอยู่ในน้ำมันตัวอย่าง บนทึกข้อมูลแล้วทำการทดสอบน้ำมันตัวอย่างต่อไป



ภาพที่ 3.6 เครื่อง Coulometer

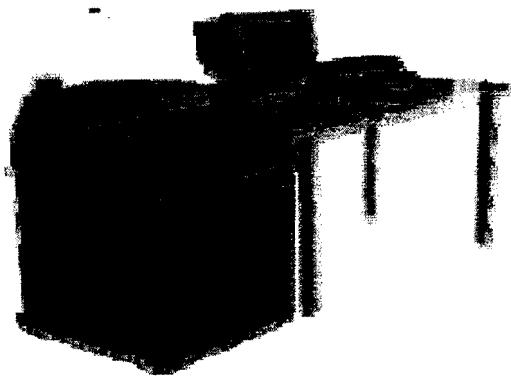
3.1.2.6 ปริมาณกำมะถัน (Sulphur Content) มาตรฐาน ASTM D2622

1) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- เครื่อง Oxford DMX 1000 X-Ray (ดังภาพที่ 3.7)

2) ขั้นตอนการทดสอบ

วางแผนตัวอย่างให้รังสีเอ็กซ์เรย์ผ่าน ที่มีช่วงความถี่ของพีค K α ของ กำมะถันที่ 0.5373 nm สัญญาณของ Background วัดที่ตำแหน่ง 0.5190 nm (0.5437 nm สำหรับ หลอดรังสีเอ็กซ์เรย์ที่ใช้ Rh เป็นเป้า) หักลบจากสัญญาณของตัวอย่าง ผลของสัญญาณสุทธิที่ได้ เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานที่เก็บข้อมูลไว้หรือแทนค่าในสมการเพื่อรายงานเป็นปริมาณ กำมะถันในตัวอย่าง



ภาพที่ 3.7 เครื่อง Oxford DMX 1000 X-Ray

3.1.2.7 การกัดกร่อนแผ่นเงิน (Corrosion Silver Strip)

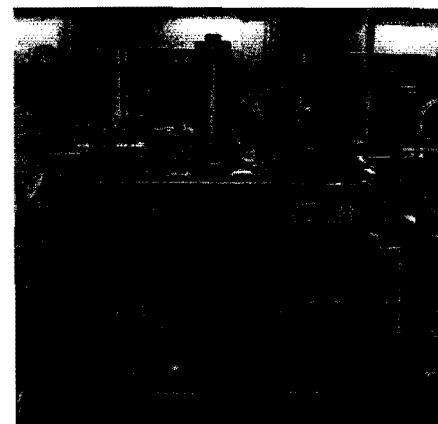
มาตรฐาน ASTM D4814

1) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- เครื่อง Wavelength Dispersive X-Ray (ดังภาพที่ 3.8)
- แผ่นสีมาตรฐาน

2) ขั้นตอนการทดสอบ

นำแผ่นเงินที่ขัดเงาแล้ว แข็งลงในตัวอย่างน้ำมัน ปริมาตรตามที่กำหนด จากนั้นให้ความร้อนภายใต้อุณหภูมิและเวลาตามแต่ละชนิดของน้ำมัน เมื่อสิ้นสุดระยะเวลา การให้ความร้อน นำแผ่นทองแดงทดสอบออกล้าง แล้วประเมินค่าสีและระดับความหมอง โดย การเทียบกับแผ่นสีมาตรฐานของการทดสอบค่าเฉลี่ยภาพต่อความร้อนของน้ำมันอากาศยาน (Standard Color Code for ASTM JFTOT)



ภาพที่ 3.8 เครื่อง Wavelength Dispersive X-Ray

3.1.2.8 การหาค่าความร้อนของน้ำมัน (Heating Value) มาตรฐาน ASTM D240

1) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- เครื่อง Bomb calorimeter (ดังภาพที่ 3.9)

2) ขั้นตอนการทดสอบ

เริ่มต้นการทดลอง โดยนำน้ำมันตัวอย่างที่ซึ่งแล้วมาวางในถ้วยแก้วสำหรับใส่น้ำมันตัวอย่าง (Fuel capsules) โดยจะใช้น้ำหนักของน้ำมันตัวอย่างประมาณ 1 กรัม แต่ไม่เกิน 1.5 กรัม ทำการตัด漉วค Fuse wire ซึ่งใช้ประมาณ 10 เซนติเมตร ผูกกับแกนเหล็กที่เป็นข้อไฟฟ้า 2 ข้าง แล้วห่อส่วนกลางของ漉วค Fuse wire ให้ส่วนโถงสัมผัสกับพิวน้ำของน้ำมันตัวอย่างที่จะทดสอบ ปิดบอนบ์แล้วนำไปบรรจุอุอกซิเจนโดยเปิดลิ้นบรรจุอุอกซิเจนอย่างช้าๆ จนกระทั้งอุอกซิเจนมีความดัน 420 PSI จะตัดโดยอัตโนมัติ วาบบอนบ์ลงในถังแก๊สออกซิเจนที่มีน้ำกลั่นปริมาตร 2 ลิตร จากนั้นต่อสายไฟเข้ากับตัวบอนบ์แล้วปิดฝาถังแก๊สออกซิเจน เอาส่วนน้ำหนักน้ำมันตัวอย่างที่ซึ่งได้ลงในเครื่อง กดปุ่ม Start เดินเครื่อง เครื่องจะทำการวิเคราะห์คำนวณค่าความร้อนแล้วบันทึกผลการวิเคราะห์ หลังจากสิ้นสุดการวิเคราะห์ให้เปิดฝาบอนบ์ออกแล้วเปิดวาล์วลดความดัน จากนั้นล้างภายในบอนบ์และเก็บน้ำที่ล้าง Calorimeter ไปใส่ในถังสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต



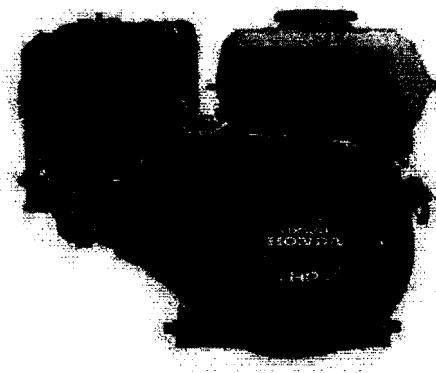
ภาพที่ 3.9 เครื่อง Bomb calorimeter

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดสอบ

3.2.1 เครื่องยนต์สำหรับการทดสอบ

เครื่องยนต์ที่จะใช้ทำการทดสอบหาสมรรถนะและการปล่อยสารปฏิกิริยาของเครื่องยนต์ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องยนต์เบนซิน ขนาด 1 สูบ ขนาดเล็ก ยี่ห้อ Honda รุ่น GX 120 T1 ดังภาพที่ 3.10 โดยมีรายละเอียดของเครื่องยนต์ดังแสดงในตารางที่ 3.3 เพื่อต้องการเปรียบเทียบ

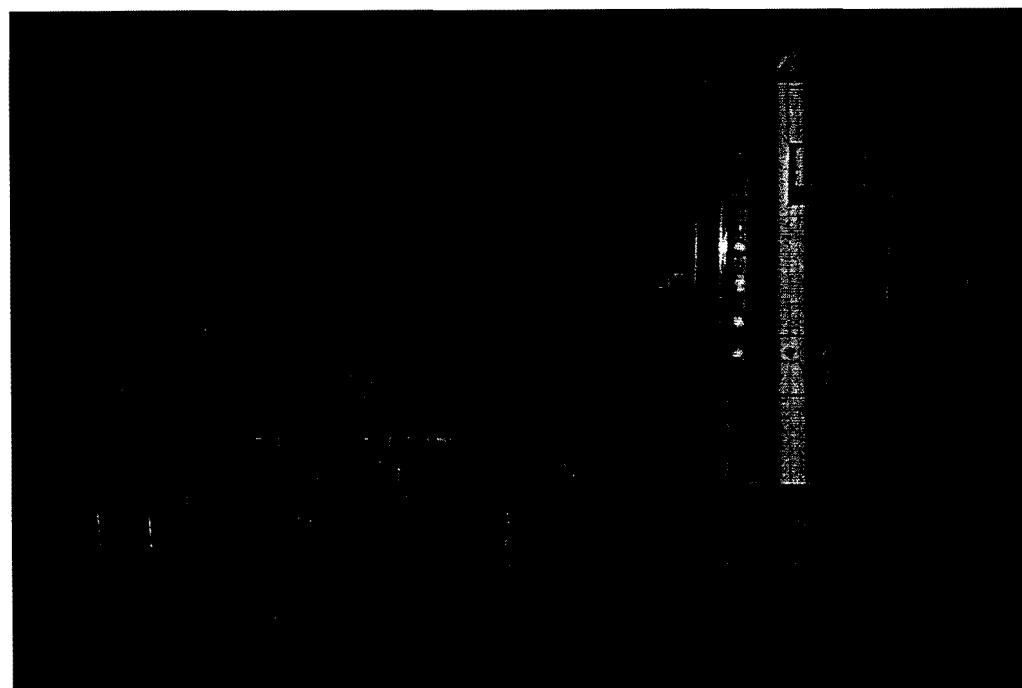
ผลกระทบที่การขึ้นจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ กับเครื่องยนต์ต่อสมรรถนะและการปล่อยสารมลพิษของเครื่องยนต์ โดยเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบนี้ผ่านการใช้งานมาแล้ว แต่ไม่มีการปรับแต่งหรือดัดแปลงเครื่องยนต์แต่ประการใด ในส่วนการทดสอบหาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ นั้นจะใช้ชุดทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ขนาด 1 สูบ ซึ่งเป็นชุดทดสอบหามาตรฐานของเครื่องยนต์ดังแสดงในตารางที่ 3.11 โดยมีรายละเอียดของชุดทดสอบหามาตรฐานของเครื่องยนต์ดังแสดงในตารางที่ 3.3 และใช้เครื่องวิเคราะห์ปล่อยสารมลพิษของเครื่องยนต์ซึ่งใช้เครื่องวัดเข็ม Fuji รุ่น ZFE-1 เป็นเครื่องวัดปริมาณสารมลพิษจากไอเสียของเครื่องยนต์แก๊สโซลิน ซึ่งได้แก่ คาร์บอนอนออกไซด์ (CO) และไฮโดรคาร์บอน (HC) ที่เกิดจาก การทดสอบเครื่องยนต์ที่ปล่อยออกจากห้องไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดังแสดงภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.10 เครื่องยนต์เบนซิน Honda รุ่น GX 120 T1 ที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดเครื่องยนต์ที่ใช้ทำการทดสอบ

เครื่องยนต์	ยอนด้า (Honda)
รุ่น	GX 120 T1
จำนวนถูกสูบ	1
ขนาดกระบอกสูบ x ช่วงชัก	60 x 42 mm.
ปริมาตรกระบอกสูบ	118 cc.
แรงม้าสูงสุด	2.9 kw (4.0 hp) ที่ 4,000 rpm
แรงบิดสูงสุด	7.5 N.m (0.75 kg-m) ที่ 2500 rpm
อัตราส่วนการอัด	8.5 : 1
ระบบระบายความร้อน	ด้วยอากาศ



ภาพที่ 3.11 ชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เบนซินขนาด 1 สูบ

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของชุดทดสอบหาสมรรถนะเครื่องยนต์

Model	TecQuipment (TD115)
Engine Power Range	2.5-7.5 kw.
Maximum Torque	12 Nm.
Maximum Speed	6000 rpm.



ภาพที่ 3.12 เครื่องมือวัดค่าสารน้ำพิษจากเครื่องยนต์

3.3 ขั้นตอนการทดสอบหาสมรรถนะและปริมาณสารน้ำพิษของไอเสียของเครื่องยนต์ขนาด 1 ถูก

3.3.1 ขั้นตอนก่อนการทดสอบ

3.3.1.1 ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง

3.3.1.2 ตรวจสอบสภาพชื้นส่วนต่างๆของเครื่องยนต์ ชำรุดหรือไม่ และตรวจเช็ค การรั่วของน้ำมันเครื่อง น้ำมันเชื้อเพลิง ระบบระบายความร้อนระบบจุดระเบิด ฯลฯ ถ้าพบว่าชำรุด ให้ทำการแก้ไขก่อน

3.3.1.3 ก่อนที่จะทำการทดสอบจะต้องมีการตรวจสอบและอุ่นอุปกรณ์การวัด ต่างๆ ให้มีอุณหภูมิที่เหมาะสม โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ให้อยู่ในช่วงอุณหภูมิทำงานเสียก่อน

3.3.1.4 ติดเครื่องยนต์ทึ่งไว้ประมาณ 20 นาที ในรอบเดินเบาจากนั้นจึงเร่ง เครื่องยนต์ให้รอบของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ สลับกับรอบเดินเบา เพื่อทำการอุ่นเครื่องยนต์ หรือ ชื้นส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์ มีอุณหภูมิที่อุณหภูมิทำงานเสียก่อนเพื่อความพร้อมในการ ทำการทดสอบ

3.3.1.5 เปิดเครื่องวิเคราะห์ปริมาณสารน้ำพิษ ไอเสียของเครื่องยนต์เพื่ออุ่นเครื่อง เครื่องจะทำการ CALIBRATION โดยอัตโนมัติหลังจากทำการอุ่นเครื่องแล้ว

3.3.2 ขั้นตอนเริ่มการทดสอบ

3.3.2.1 ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงที่จะทำการทดสอบ และล้างทำความสะอาด สะอาดระบบน้ำมันเชื้อเพลิงก่อนเริ่มต้นทุกครั้งเพื่อกำจัดน้ำมันก่อนหน้านี้ที่ตกค้างอยู่

3.3.2.2 เมื่อเครื่องยนต์และอุปกรณ์การวัดค่าต่างๆอยู่ในสภาพการทำงานแล้ว ให้เริ่มทำการเก็บค่า โดยเร่งรอบของเครื่องยนต์ไปที่ความเร็วรอบสูงสุดที่เครื่องยนต์จะทำได้ (Full load) ซึ่งเป็นค่าเริ่มต้น

3.3.2.3 ปรับโหมดของไคนาโนมิเตอร์เพื่อเพิ่มการให้แก่เครื่องยนต์ให้ได้ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ตามที่จะทำการทดสอบซึ่งได้แก่ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ 4,000, 3,500, 3,000, 2,500, 2,000 และ 1,500 รอบต่อนาที รายงานกระหังเครื่องยนต์มีสภาพการทำงาน คงที่ จึงเริ่มนับทีกค่าต่างๆ โดยทำการบันทึกค่าแรงบิด อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันทุกครั้งที่มี การเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบของเครื่องยนต์ และทำการวัดปริมาณสารน้ำพิษที่ความเร็วรอบสูงสุด ที่ความเร็วรอบ 4,000 รอบต่อนาที จากนั้นทำการปลดภาระของเครื่องยนต์ออกให้หมดแล้วปรับ คันเร่งของเครื่องยนต์ให้อยู่ที่รอบเดินเบา โดยเร่งเครื่องยนต์จากการอบต่ำขึ้นสู่รอบสูงสุดประมาณ 3 วินาที ทำแบบนี้จำนวน 5 ครั้ง

3.3.2.4 เมื่อทำการทดสอบน้ำมันตัวอย่างเรื่จเรียบร้อยแล้ว ก่อนที่จะทำการทดสอบน้ำมันตัวอย่างชนิดต่อไป จะต้องล้างและทำความสะอาดระบบน้ำมันเชื้อเพลิงทุกครั้ง เพื่อกำจัดน้ำมันตัวอย่างก่อนหน้านี้ที่ตกค้างอยู่

3.3.2.5 เมื่อต้องการทดสอบเชื้อเพลิงชนิดอื่นให้เปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นเชื้อเพลิงชนิดอื่นแล้วทำการขั้นตอนในข้อ 1-5

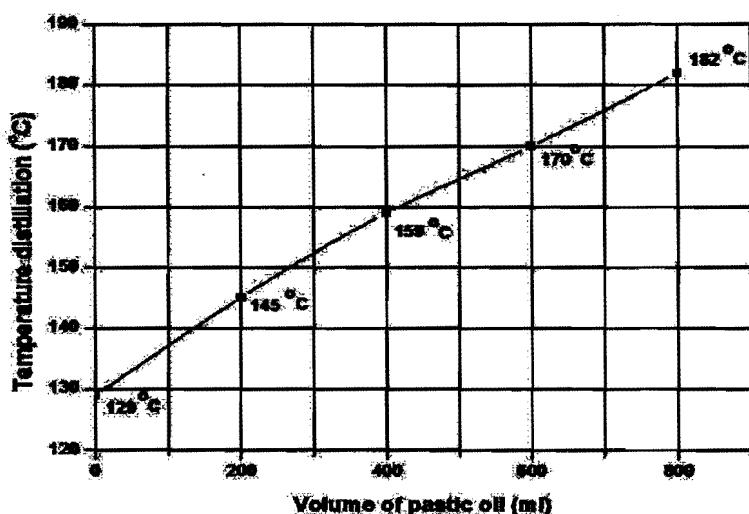
3.3.2.6 เมื่อทำการทดสอบน้ำมันเชื้อเพลิงจนครบ 5 ตัวอย่างแล้ว ก็ทำการทดสอบช้าแบบเดิมอีก 2 ครั้ง ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความแน่ใจกับผลการทดสอบที่ได้

บทที่ 4

ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล

4.1 ผลการทดสอบปริมาณน้ำมันที่ก้อนต่อปริมาณน้ำมันของพลาสติกและอุณหภูมิการกลั่น

ตัวแปรที่ศึกษาในการทำวิจัยครั้งนี้คือ การหาปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงและอุณหภูมิการกลั่นที่เหมาะสมต่อปริมาณน้ำมันจากพลาสติกที่อุณหภูมิ 420°C โดยใช้วิธีการกลั่นแบบลำดับ ส่วน อุณหภูมิในการกลั่นกำหนดไว้อยู่ในช่วงระหว่าง $65-170^{\circ}\text{C}$ และทำการตรวจวัดอุณหภูมิของ การกลั่นด้วยเครื่อง Temperature Switch



ภาพที่ 4.1 ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ก้อนต่ออุณหภูมิในการกลั่น

จากผลการทดลอง ภาพที่ 4.1 แสดงปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงในการกลั่นที่เหมาะสม โดยกำหนดอุณหภูมิการกลั่นในช่วงระหว่าง $65-170^{\circ}\text{C}$ พบว่าที่อุณหภูมิ 129°C เป็นอุณหภูมิที่เริ่มต้นการกลั่นจนถึงอุณหภูมิ 145°C เป็นสัดส่วนที่ก้อนต่อปริมาณน้ำมันจากพลาสติกที่ 200 ml สัดส่วนที่ก้อนต่อปริมาณน้ำมันจากพลาสติกที่ 400 ml ได้อุณหภูมิการกลั่นที่ 159°C สัดส่วนที่ก้อนต่อปริมาณน้ำมันจากพลาสติกที่ 600 ml ได้อุณหภูมิการกลั่นที่ 170°C

4.2 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพการเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

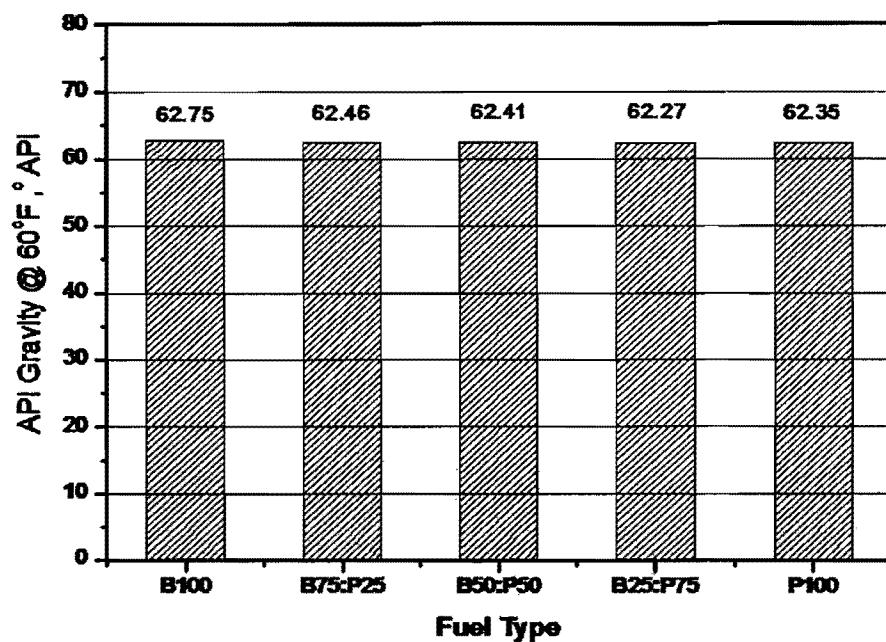
น้ำมันเบนซิน 91 (B100), น้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากขยะพลาสติกที่กลั่นที่อัตราส่วนร้อยละ 25 (B75:P25), 50 (B50:P50), 75 (B25:P75) และน้ำมันจากขยะพลาสติก (P100) เมื่อนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพการเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง ตามมาตรฐาน ASTM (America Society for Testing Material) โดยทดสอบที่ห้องปฏิบัติการส่วนควบคุมคุณภาพ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ได้ผลการทดสอบสมบัติของเชื้อเพลิงดังแสดงในตารางที่ 4.1 ซึ่งได้เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91 ที่มีจำหน่ายตามสถานีบริการน้ำมันทั่วไป

ตารางที่ 4.1 สมบัติทางกายภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

สมบัติ	มาตรฐาน	ชนิดของเชื้อเพลิง					
		B100	BP25	BP50	BP75	P100	STD
ค่าความถ่วงจำเพาะ ณ $60^{\circ}\text{F}, ^{\circ}\text{API}$	ASTM D4052	62.75	62.56	62.41	62.27	62.35	*
ค่าความหนาแน่น ณ $15^{\circ}\text{C}, \text{g/cm}^3$	ASTM D4052	0.7282	0.7233	0.7295	0.7300	0.7297	*
ค่าออยเลน (Number)	ASTM D2299	91	88.2	84.8	81	78	≥ 91.1
ค่าความดันไออ ณ $37.8\ (^{\circ}\text{C}), \text{kPa}$	ASTM D5191	58.9	51.6	45.5	38	31.2	≤ 62
การถั่น (จุดเริ่มงลั่นตัว/อุณหภูมิ)	ASTM D86	34.8	36.5	38.6	43.1	48.9	*
-การระเหยในอัตราเรือยละ 10	ASTM D86	50.9	55.1	59.7	66.1	73.6	≤ 70
-การระเหยในอัตราเรือยละ 50	ASTM D86	75.9	83.2	89.7	96.4	102.1	$\leq 70, \geq 110$
-การระเหยในอัตราเรือยละ 90	ASTM D86	153.8	153.6	150.4	149.4	149.0	≤ 170
-จุดเดือดสุดท้าย	ASTM D86	185.0	188.2	187.0	189.8	190.2	≤ 200
ปริมาณน้ำ (%)	ASTM D6304	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	≤ 0.7
ปริมาณกำมะถัน (%)	ASTM D2622	0.0028	0.0027	0.0028	0.0032	0.0035	≤ 0.005
การกัดกร่อนแผ่นเงิน (Number)	ASTM D4814	1	1	1	1	1	≤ 1
ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (MJ/kg)	ASTM D240	44.61	46.92	47.87	48.58	49.25	*

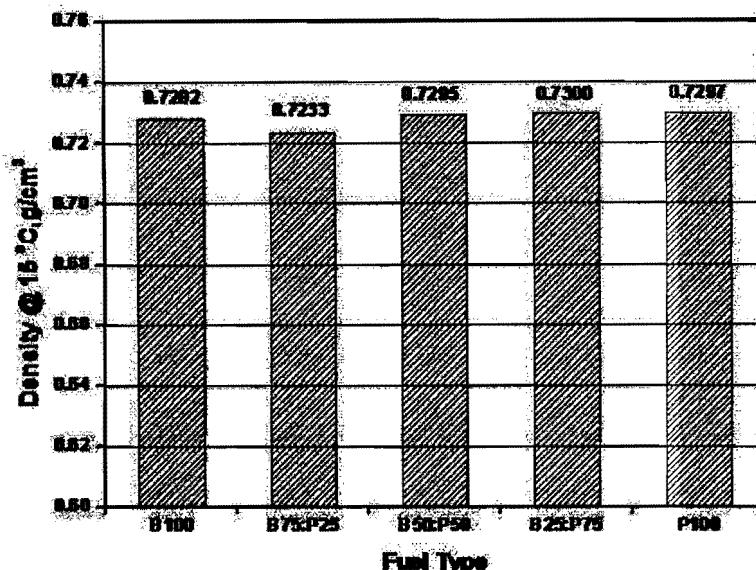
STD = ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน พ.ศ.2553

* = ไม่กำหนดในประกาศกรมธุรกิจพลังงาน พ.ศ.2553



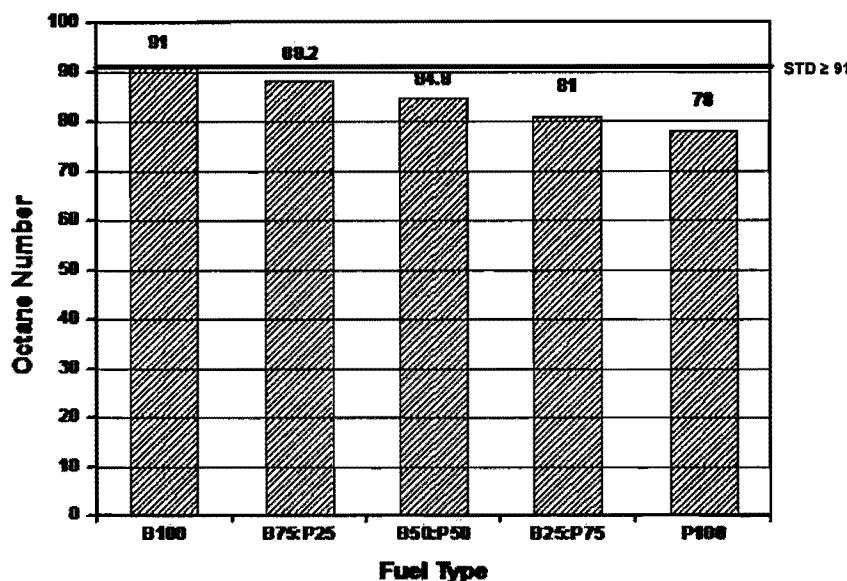
ภาพที่ 4.2 ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91

ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันเป็นตัวบ่งบอกถึงความหนาแน่นของน้ำมัน ณ อุณหภูมิ 60°F (15.6°C) ซึ่งเป็นค่าตัวแปรตัวหนึ่งที่มีผลต่อการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ โดยที่ค่าความถ่วงจำเพาะ มีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซิน 91 (B100) มาก โดยน้ำมันจากบะพลาสติกจะมีค่าความถ่วงจำเพาะ น้อยกว่าเล็กน้อยเพียงร้อยละ 0.63 ส่วนความถ่วงจำเพาะของน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากบะพลาสติกที่อัตราส่วนร้อยละ 25, 50 และ 75 โดยปริมาตร มีค่าน้อยกว่าน้ำมันเบนซิน 91 ร้อยละ 0.46, 0.54 และ 0.76 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4.2 ซึ่งทั้งหมดถือได้ว่าค่าความถ่วงจำเพาะ ของน้ำมันจากบะพลาสติก และน้ำมันผสมมีค่าความถ่วงจำเพาะใกล้เคียงกันมาก



ภาพที่ 4.3 ค่าความหนาแน่นของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91

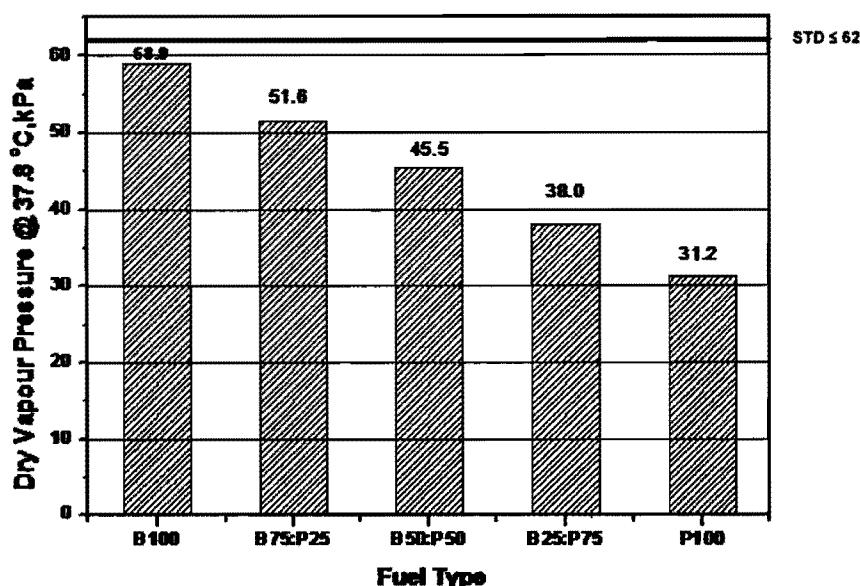
ค่าความหนาแน่น (Density) ณ 15°C ของน้ำมันในอัตราส่วนผสมต่างๆ เป็นดังนี้ อกถึงความร้อนจากการเผาไหม้ ซึ่งเป็นค่าตัวแปรตัวหนึ่งที่มีผลต่อการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ น้ำมันเชื้อเพลิงกับออกซิเจนมีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ โดยที่ค่าความหนาแน่น มีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซิน 91 (B100) โดยน้ำมันจากยี่ห้อสติกจะมีค่าความหนาแน่นมากกว่าเดือน้อยเพียงร้อยละ 0.21 ส่วนความหนาแน่นของน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากยี่ห้อสติกที่อัตราส่วนร้อยละ 25 โดยปริมาตร มีค่าน้อยกว่าน้ำมันเบนซิน 91 เพียงร้อยละ 0.67 และความหนาแน่นของน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากยี่ห้อสติกที่อัตราส่วนร้อยละ 50 และ 75 โดยปริมาตร มีค่ามากกว่าเดือน้อยเพียงร้อยละ 0.18 และ 0.25 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4.3 พบว่าน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากยี่ห้อสติกที่สัดส่วนร้อยละ 75 (B25:P75) มีค่าความหนาแน่นสูงสุด โดยมีค่าความหนาแน่นที่ 0.7300 g/cm^3 ส่วนน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากยี่ห้อสติกที่สัดส่วนร้อยละ 25 (B75:P25) มีค่าความหนาแน่นต่ำสุด โดยมีค่าความหนาแน่นที่ 0.7233 g/cm^3 ซึ่งทั้งหมดถือได้ว่าค่าความหนาแน่นของน้ำมันจากยี่ห้อสติก และน้ำมันผสมมีค่าความหนาแน่นใกล้เคียงกันมาก



ภาพที่ 4.4 ค่าอุกเทนของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91

จากผลการทดสอบภาพที่ 4.4 แสดงค่าอุกเทน (Octane Number) เป็นตัวบ่งบอกถึงคุณภาพในการด้านทานการนีก และความสามารถในการเผาไหม้ได้อย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอของน้ำมันในอัตราส่วนผสมต่างๆ ได้แก่น้ำมันจากขยะพลาสติก (P100) และน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากขยะพลาสติกตามอัตราส่วน พนวันน้ำมันจากขยะพลาสติก(P100) มีค่าอุกเทนต่ำสุด โดยมีค่าอุกเทน (Number) 78 และส่วนน้ำมันเบนซิน 91 (B100) มีค่าอุกเทนสูงสุดโดยมีค่าอุกเทน (Number) 91 แสดงให้เห็นว่าเมื่อน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากขยะพลาสติกที่อัตราส่วนต่างๆ ค่าอุกเทนจะลดลงตามอัตราส่วนของน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากขยะพลาสติกขึ้นดังแสดงในภาพที่ 4.4 โดยค่าอุกเทนของอัตราส่วนผสมน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากขยะพลาสติกอัตราส่วนร้อยละ 25 (B75:P25), 50 (B50:P50), 75 (B25:P75) โดยปริมาตร และน้ำมันจากขยะพลาสติก (P100) เท่ากับ (Number) 88.2, 84.8, 81 และ 78 ตามลำดับ กับเกณฑ์มาตรฐานสมบัติทางกายภาพค่าอุกเทนปรากฏว่ามีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ และมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้ต้องไม่ต่ำกว่า (Number) 91.0 (กรมธุรกิจพลังงาน, 2553)

ดังนี้หากจะนำน้ำมันจากขยะพลาสติกไปใช้ควรจะมีการปรับปรุงค่าอุกเทน หรือนำไปผสมกับน้ำมันเบนซินก่อนเพื่อป้อนกันการเกิดการนีก

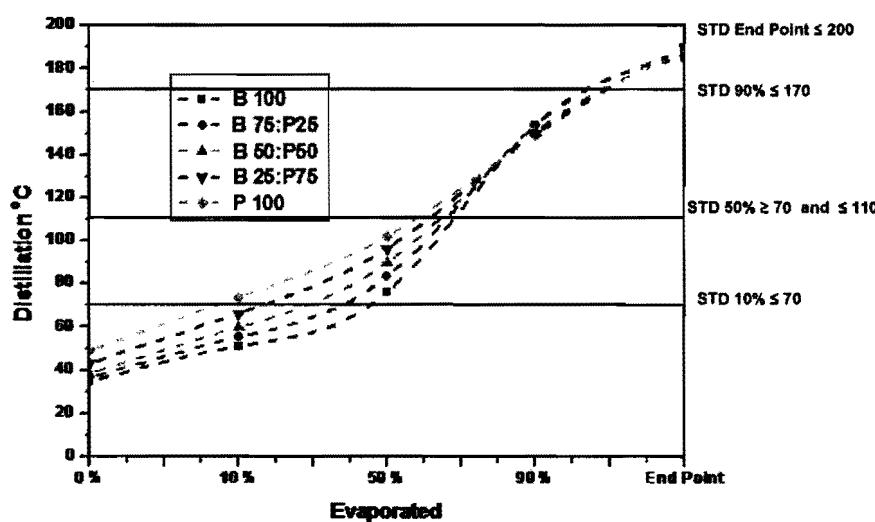


ภาพที่ 4.5 ค่าความดันไอของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91

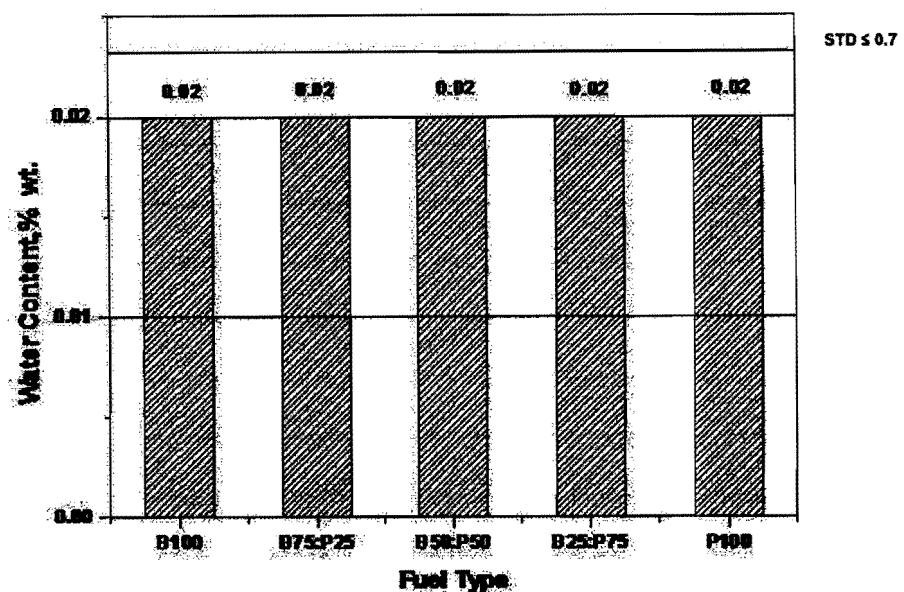
ค่าความดันไอ (Dry Vapor Pressure) เป็นตัวบ่งบอกถึงการสตาร์ทเครื่องยนต์และการเกิดไอในน้ำมันอุดขวางท่อทางเดินน้ำมันเชื้อเพลิง ในอัตราส่วนผสมต่างๆ พบว่าน้ำมันเบนซิน พลาสติก (P100) มีค่าความดันไอต่ำสุด โดยมีค่าความดันไอ 31.2 กิโลปascal ส่วนน้ำมันเบนซิน 91 (B100) มีค่าความดันไอ โดยมีค่าความดันไอ 58.9 กิโลปascal และคงให้เห็นว่าเมื่อน้ำมันเบนซิน 91 พสมน้ำมันจากเบนซินจากพลาสติกที่อัตราส่วนต่างๆ ค่าความดันไอก็จะลดลงตามอัตราส่วนผสมของน้ำมันจากเบนซินจากพลาสติกที่สูงขึ้นดังแสดงในภาพที่ 4.5 และคงค่าความดันไอของอัตราส่วนน้ำมันเบนซิน 91 พสมน้ำมันจากเบนซินจากพลาสติกที่อัตราส่วนร้อยละ 25 (B75:P25), 50 (B50:P50) และ 75 (B25:P75) โดยปริมาตร เท่ากับ 51.6, 45.5 และ 38 กิโลปascal ตามลำดับ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสมบัติทางกายภาพค่าความดันไอ ณ อุณหภูมิ 37.8 °C ที่กำหนดไว้สำหรับน้ำมันเบนซิน 91 (B100) มีค่าไม่สูงกว่า 62 กิโลปascal (กรมธุรกิจพลังงาน, 2553)

จากการทดลองค่าอุณหภูมิการกลั่น (Distillation) ของน้ำมันจากเบนซิน พลาสติก (P100) และน้ำมันเบนซิน 91 พสมน้ำมันจากเบนซินจากพลาสติกที่อัตราส่วนร้อยละ 25 (B75:P25), 50 (B50:P50) และ 75 (B25:P75) โดยปริมาตร ดังแสดงในภาพที่ 4.6 และคงค่าอุณหภูมิการกลั่นที่มีการระเหยในอัตราส่วนร้อยละ 10 พบว่ามีค่าอุณหภูมิการกลั่นที่มีการระเหยในอัตราส่วนร้อยละ 10 มีค่าที่สูงกว่าน้ำมันเบนซิน 91 (B100) ประมาณร้อยละ 8.25, 16.11, 29.86 และ 43.61 ตามลำดับ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดสมบัติทางกายภาพน้ำมันเบนซิน กำหนดไว้ต้องไม่สูงกว่า 70°C (กรมธุรกิจพลังงาน, 2553) และน้ำมันจากเบนซินจากพลาสติก (P100) ปรากฏว่ามีค่าที่สูงกว่าเกณฑ์

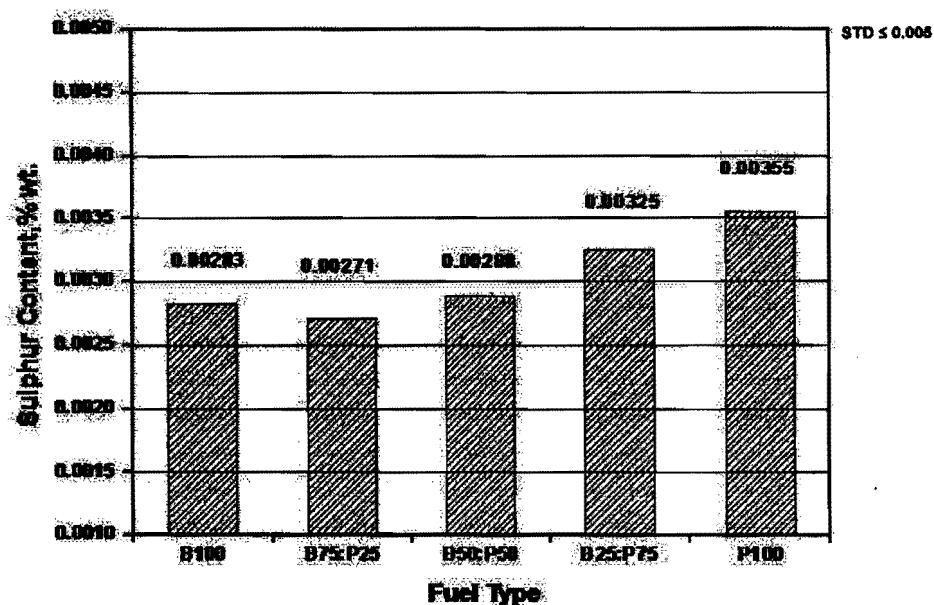
มาตรฐานกำหนดคุณภาพน้ำมันเบนซินเล็กน้อยประมาณร้อยละ 4.42 ดังแสดงในภาพที่ 4.6 แสดงว่า เป็นผลคีเมื่อนำไปใช้กับเครื่องยนต์สามารถลดสารทัดจ่ายและเครื่องยนต์ทำงานเดินเบาได้ไม่สระดูด ค่าอุณหภูมิการกลั่นที่มีการระเหยในอัตราส่วนร้อยละ 50 มีค่าที่สูงกว่าค่าอุณหภูมิการกลั่นที่มีการ ระเหยในอัตราส่วนร้อยละ 50 ของน้ำมันเบนซิน 91 (B100) ประมาณร้อยละ 9.61, 18.18, 27, และ 34.38 ตามลำดับ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดคุณภาพน้ำมันเบนซิน กำหนดไว้ต้องไม่ต่ำ กว่า 70 °C และไม่สูงกว่า 110 °C (กรมธุรกิจพลังงาน, 2553) แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง พสมกับอากาศได้ในอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ สามารถร่วมเครื่องยนต์และ เดินเบาได้ไม่สระดูด ค่าอุณหภูมิการกลั่นที่มีการระเหยในอัตราส่วนร้อยละ 90 มีค่าที่ต่ำกว่าค่า อุณหภูมิการกลั่นที่มีการระเหยในอัตราส่วนร้อยละ 90 ของน้ำมันเบนซิน 91 (B100) ประมาณ ร้อยละ 0.13, 2.21, 2.86 และ 3.12 ตามลำดับ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดคุณภาพน้ำมันเบนซิน กำหนดไว้ต้องไม่สูงกว่า 170 °C (กรมธุรกิจพลังงาน, 2553) แสดงให้เห็นว่าน้ำมันมีส่วนที่ ระเหยตัวช้าซึ่งจะเป็นผลดีในส่วนที่ให้พลังงานกับเครื่องยนต์และช่วยประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงได้ดี ขึ้น และจุดเดือดสุดท้าย มีค่าที่สูงกว่าค่าอุณหภูมิจุดเดือดสุดท้าย ของน้ำมันเบนซิน 91 (B100) ประมาณร้อยละ 1.72, 1.08, 2.59 และ 2.70 ตามลำดับ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดคุณภาพน้ำมันเบนซิน กำหนดไว้ต้องไม่สูงกว่า 200 °C (กรมธุรกิจพลังงาน, 2553) แสดงให้เห็นว่า น้ำมันเชื้อเพลิงมีความสะอาดมีผลดีต่อการเผาไหม้ของเครื่องยนต์



ภาพที่ 4.6 ค่าการกลั่นของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91



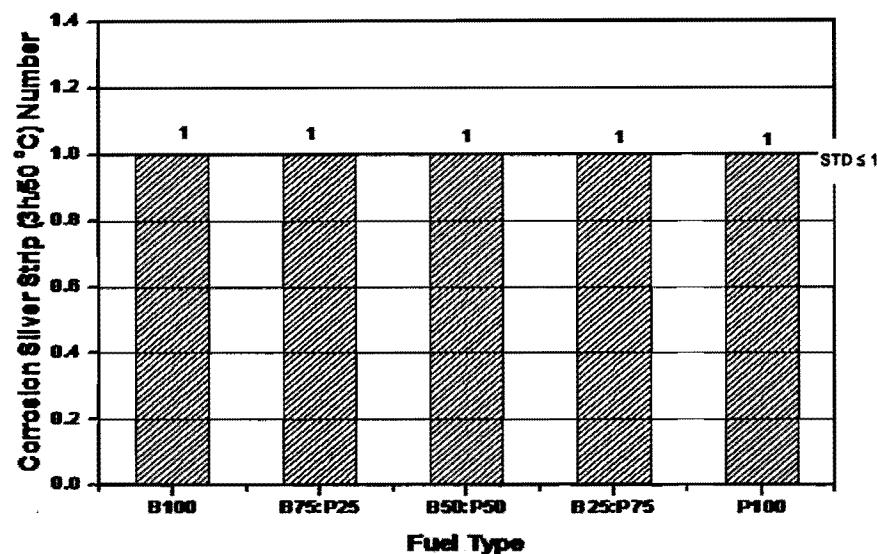
ภาพที่ 4.7 ค่าปริมาณน้ำของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91



ภาพที่ 4.8 ค่าปริมาณกำมะถันของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91

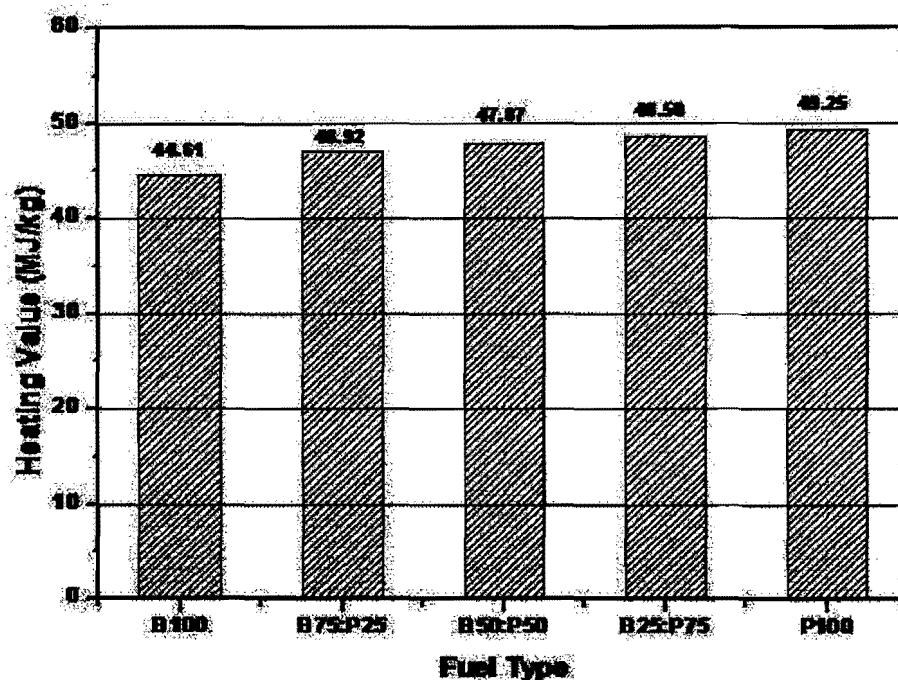
จากการทดสอบค่าปริมาณน้ำ (Water Content) เป็นตัวบ่งบอกถึงประสิทธิคุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิง ทำให้เกิดการอุดตันท่อทางเดินน้ำมันเชื้อเพลิงที่อุณหภูมิต่ำ ในอัตราส่วนผสมต่างๆ ส่วนน้ำมันจากยะพลาสติก (P100) และน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากยะพลาสติกที่อัตราส่วนร้อยละ 25 (B75:P25), 50 (B50:P50) และ 75 (B25:P75) โดยปริมาตร มีค่าปริมาณน้ำเท่ากับน้ำมัน

เบนซิน 91 (B100) โดยมีค่าปริมาณน้ำร้อยละ 0.02 ดังแสดงในภาพที่ 4.7 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดคุณบัติทางกายภาพน้ำมันเบนซิน กำหนดไว้ต้องไม่สูงกว่าร้อยละ 0.7 (กรมธุรกิจพลังงาน, 2553) แสดงให้เห็นว่า�้ำมันเชื้อเพลิงมีคุณภาพ และไม่ก่อให้เกิดการอุดตันที่อุณหภูมิต่ำ เครื่องยนต์สามารถเร่งเดินเบาได้ และจากผลการทดสอบภาพที่ 4.8 ค่าปริมาณกำมะถัน (Sulphur Content) เป็นตัวบ่งบอกถึงการสักหรอ การกัดกร่อนเกิดจากสิ่งสกปรกที่เครื่องยนต์และปริมาณฝุ่น ละอองในไอเสียของน้ำมันในอัตราส่วนต่างๆ จากผลการทดสอบหาค่าปริมาณกำมะถันพบว่า น้ำมันจากยี่ห้อพลาสติกร้อยละ 100 (P100) มีค่าปริมาณกำมะถันสูงกว่าน้ำมันเบนซิน 91 (B100) ร้อยละ 25 หรือ 1.2 เท่า โดยมีค่าปริมาณกำมะถันสูงถึงร้อยละ 0.00355 แต่มีค่าไม่เกินมาตรฐาน กำหนดคุณภาพน้ำมันเบนซิน 91 ที่กำหนดไว้ ไม่สูงกว่าร้อยละ 0.005 แสดงให้เห็นว่า�้ำมันจากยี่ห้อพลาสติกที่ผลิตได้สามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์เบนซิน เมื่อนำน้ำมันจากยี่ห้อพลาสติกมาผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 ที่อัตราส่วนต่างๆ แล้วน้ำมันจะมีค่าปริมาณกำมะถัน จะมีค่าเพิ่มขึ้นตาม เปอร์เซ็นต์ของน้ำมันจากยี่ห้อพลาสติกที่นำมาผสมตามอัตราส่วนต่างๆ โดยเมื่อผสมน้ำมันจากยี่ห้อพลาสติกในอัตราส่วนร้อยละ 25, 50 และ 75 โดยปริมาตร เท่ากับร้อยละ 0.00271, 0.00288 และ 0.00325 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับน้ำมัน เบนซิน 91 (B100) พบว่าที่อัตราส่วนน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากยี่ห้อพลาสติกที่อัตราส่วนร้อยละ 25 (B75:P25) มีค่าลดลงถึงร้อยละ 4.2 และอัตราส่วนผสมน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากยี่ห้อพลาสติกที่อัตราส่วนร้อยละ 50 (B50:P50) และ 75 (B25:P75) โดยปริมาตรมีค่ามากกว่าถึงร้อยละ 1.7 และ 15 ตามลำดับ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดคุณบัติทางกายภาพน้ำมันเบนซิน กำหนดไว้ต้องไม่สูงกว่าร้อยละ 0.005 (กรมธุรกิจพลังงาน, 2553) แสดงให้เห็นว่า�้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อไปใช้กับเครื่องยนต์จะไม่มีผลต่อการสักหรอและการกัดกร่อนชนิดส่วนเครื่องยนต์



ภาพที่ 4.9 ค่าการกัดกร่อนแผ่นเงินของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91

จากการทดสอบค่าการกัดกร่อนแผ่นเงิน (Corrosion Silver Strip) ใช้เวลาในการทดสอบ 3 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิ 50 °C เป็นตัวบ่งบอกถึงการกัดกร่อนขึ้นส่วนโลหะของเครื่องยนต์ในอัตราส่วนผสมต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 4.9 พบว่ามีค่าการกัดกร่อนแผ่นเงิน เท่ากับแผ่นเบนซิน 91 (B100) และผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มีค่าไม่สูงแผ่นเบนซินเทียบการกัดกร่อนหมายเลขที่ 1 (กรมธุรกิจพลังงาน, 2553) ซึ่งจะเป็นผลดีต่ออัตราส่วนผสมน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากขยะพลาสติกที่อัตราส่วนผสมร้อยละ 25 (B75:P25), 50 (B50:P50) และ 75 (B25:P75) โดยปริมาตร ที่ไม่ก่อให้เกิดการกัดกร่อนขึ้นส่วนโลหะของเครื่องยนต์ ตามอัตราส่วนที่กำหนด



ภาพที่ 4.10 ค่าความร้อนของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91

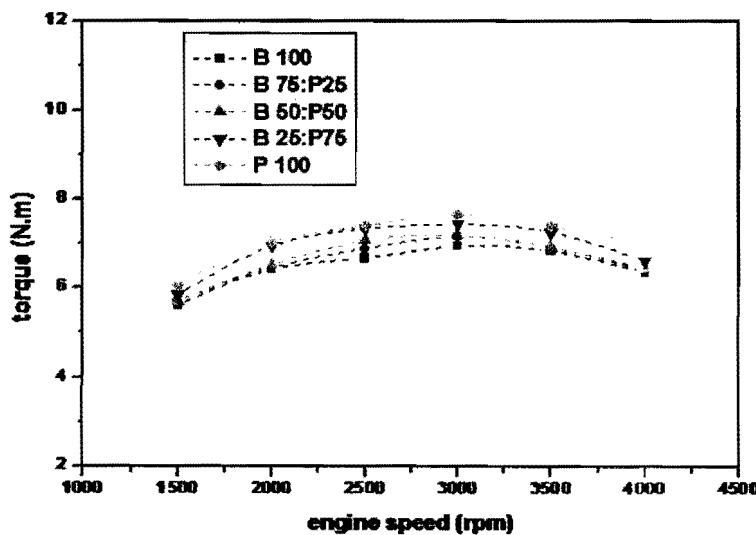
จากการทดสอบภาพที่ 4.10 แสดงค่าความร้อน พบร่วมน้ำมันจากบะพลาสติกมีค่าความร้อนมากกว่าน้ำมันเบนซิน 91 (B100) เท่ากับ 49.25 MJ/kg หรือร้อยละ 10.40 โดยประมาณ ส่วนค่าความร้อนของอัตราส่วนน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากบะพลาสติก ที่อัตราส่วนร้อยละ 25, 50 และ 75 โดยปริมาตร มีค่าความร้อนมากกว่าน้ำมันเบนซิน 91 (B100) เท่ากับ 46.92, 47.87, และ 48.58 MJ/kg ตามลำดับ หรือร้อยละ 5.17, 7.30 และ 8.72 ตามลำดับ ซึ่งค่าความร้อนจะมีผลต่อกำลังงานและแรงบิดของเครื่องยนต์เนื่องจากการเผาไหม้ ของน้ำมันในเครื่องยนต์เผาไหม้ ภายในจะต้องอาศัยค่าความร้อนของเชื้อเพลิงเพื่อที่เปลี่ยนไปเป็นกำลังให้มากที่สุด

4.3 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

การทำงานของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงต่างชนิดกันสามารถแสดงการเปรียบเทียบด้วยผลการทำงานในลักษณะของ สมรรถนะของเครื่องยนต์ได้แก่ แรงบิด กำลังของเครื่องยนต์ และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ ซึ่งค่าเหล่านี้ได้มามากการวัดจากเครื่องยนต์โดยตรงได้ผล การทดสอบเป็นดังนี้

4.3.1 แรงบิด

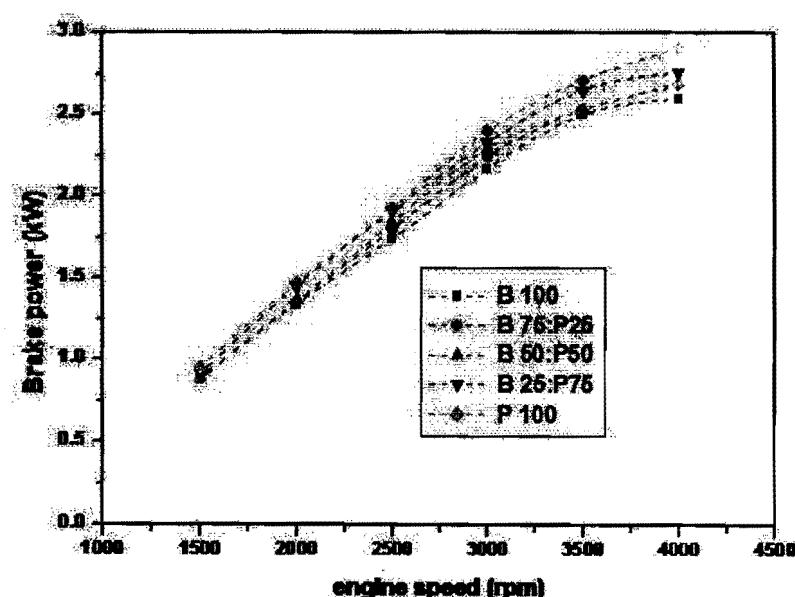
จากผลการทดสอบภาพที่ 4.11 แสดงค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆเทียบกับรอบการทำงานของเครื่องยนต์ จากผลการทดลองพบว่าน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากยะพลาสติกในอัตราส่วนผสมต่างๆ ให้ค่าแรงบิดและค่ากำลังงานของเครื่องยนต์ใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซิน 91 (B100) มีค่าสูงกว่าไม่นานนัก โดยทุกชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง ที่รอบการทำงานสูงสุดของเครื่องยนต์ ที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 (B100) จะให้ค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากยะพลาสติก ที่อัตราส่วนร้อยละ 25 (B75:P25), 50 (B50:P50), 75 (B25:P75) โดยปริมาณ และน้ำมันจากยะพลาสติก (P100) มีค่าโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 3.02, 3.45, 7.06 และ 10.23 ตามลำดับ ข้อสังเกตจากการทดลองของเครื่องยนต์ น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีอوكซิเจนเป็นองค์ประกอบจะช่วยทำให้การเผาไหม้ของเครื่องยนต์สมบูรณ์ แต่ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแรงบิดของเครื่องยนต์มากกว่าคือ ค่าความร้อนในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงซึ่งจากการทดสอบสมบัติของเชื้อเพลิงพบว่า น้ำมันเบนซิน 91 (B100) มีค่าความร้อนของการการเผาไหม้ (Heating Value) น้อยกว่าน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากยะพลาสติกที่อัตราส่วนร้อยละ 25 (B75:P25), 50 (B50:P50) และ 75 (B25:P75) โดยปริมาณ และน้ำมันจากยะพลาสติก (P100) ประมาณร้อยละ 5.17-10.40 ดังนั้นการทำงานของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 (B100) ให้ค่าแรงบิดที่ออกน้ำน้อยกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดอื่น โดยเฉลี่ยทุกความเร็วรอบ



ภาพที่ 4.11 แรงบิดของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91

4.3.2 กำลังเบรก

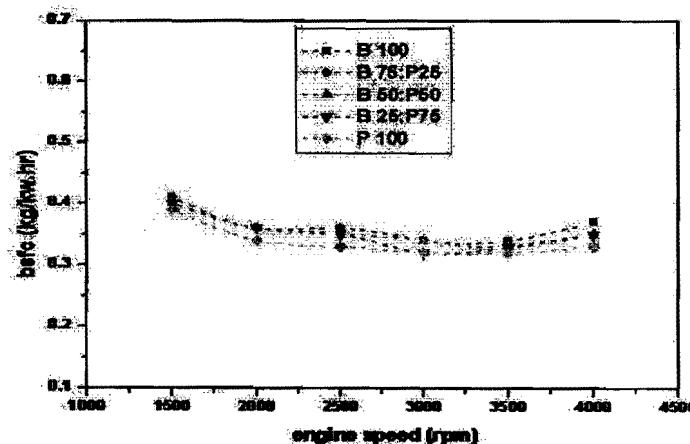
ค่ากำลังงานเบรกของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆที่รับการทำงานต่างๆของเครื่องยนต์ แสดงไว้ในภาพที่ 4.12 มีลักษณะเหมือนกันกับค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ กล่าวคือเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 (B100) เป็นเชื้อเพลิงมีค่ากำลังเบรกที่ต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นที่ทุกรอบการทำงานของเครื่องยนต์และมีค่ากำลังเบรกเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามปริมาณน้ำมันเบนซิน 91 (B100) นำมาผสมกับน้ำมันจากขยะพลาสติก (P100) เนื่องจากการทำงานที่รอบการทำงานของเครื่องยนต์เดียวกัน กำลังของเครื่องยนต์ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับแรงบิดของเครื่องยนต์ จากผลการทดลองในภาพที่ 4.12 พบว่าน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากขยะพลาสติกในอัตราส่วนผสมต่างๆ ให้ค่าเบรกของเครื่องยนต์ใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซิน 91 (B100) มีค่าสูงกว่าไม่นานนัก โดยทุกชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง ที่รอบการทำงานของเครื่องยนต์ ที่ความเร็วรอบ 4,000 รอบต่อนาที เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 (B100) จะให้ค่าเบรกของเครื่องยนต์ต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากขยะพลาสติกที่อัตราส่วนร้อยละ 25 (B75:P25), 50 (B50:P50) และ 75 (B25:P75) โดยปริมาณ และน้ำมันจากขยะพลาสติก (P100) มีค่าโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 1.13, 1.88, 4.15 และ 9.81 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.12 กำลังเบรกของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91

4.3.3 อัตราการสื้นเปลี่ยงเชื้อเพลิงจำเพาะ

จากภาพที่ 4.13 แสดงค่าอัตราการสื้นเปลี่ยงเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ที่ความเร็วรอบต่างๆ ของเครื่องยนต์ พนวณว่ามีอัตราการสื้นเปลี่ยงเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 (B100) มีค่าสูงที่สุด และจะมีค่าอัตราการสื้นเปลี่ยงเชื้อเพลิงจำเพาะลดลงเรื่อยๆ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการทดสอบกับเครื่องยนต์ จากภาพที่ 4.13 พนวณว่าอัตราการสื้นเปลี่ยงเชื้อเพลิงจำเพาะที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ในช่วงระหว่าง 1,500-4,000 รอบต่อนาที มีค่าต่างกันไม่นักกับเมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทุกชนิด โดยมีอัตราการสื้นเปลี่ยงเชื้อเพลิงจำเพาะที่ต่ำที่สุด เมื่อจากในการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์จะทดสอบที่สภาวะการทำงานสูงสุดแล้วค่อยๆ ใส่ภาระงานให้กับเครื่องยนต์เพื่อให้ได้ความเร็วรอบตามที่ต้องการทดสอบ โดยความเร็วรอบเริ่มนั้นของการทดสอบจะให้กำลังเบรกของเครื่องยนต์ที่มีค่าต่ำ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับกำลังเบรกของเครื่องยนต์ด้วย ดังนั้นที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 3,000 รอบต่อนาที จึงให้อัตราการสื้นเปลี่ยงเชื้อเพลิงจำเพาะที่ต่ำกว่าทุกความเร็วรอบของเครื่องยนต์ พนวณว่าอัตราการสื้นเปลี่ยงเชื้อเพลิงจำเพาะที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 3,000 รอบต่อนาที เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 (B100) ให้อัตราการสื้นเปลี่ยงเชื้อเพลิงจำเพาะที่เท่ากันกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากบะพลานติก และเครื่องยนต์น้ำมันเบนซิน 91 (B100) ให้อัตราการสื้นเปลี่ยงเชื้อเพลิงจำเพาะที่สูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากบะพลานติกที่อัตราส่วนร้อยละ 75 (B25:P75) และน้ำมันจากบะพลานติก (P100) มีค่าโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 5.88 ตามลำดับ

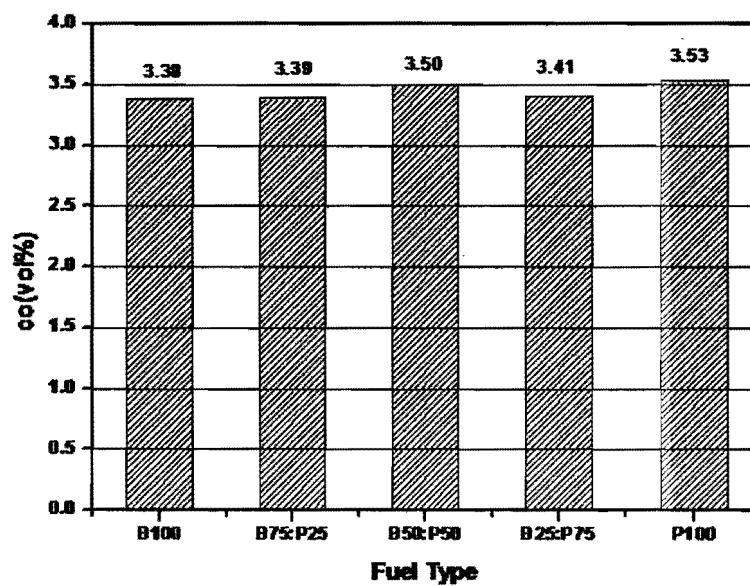


ภาพที่ 4.13 อัตราการสื้นเปลี่ยงเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91

4.4 ผลการทดสอบการปล่อยสารมลพิษของเครื่องยนต์

4.4.1 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

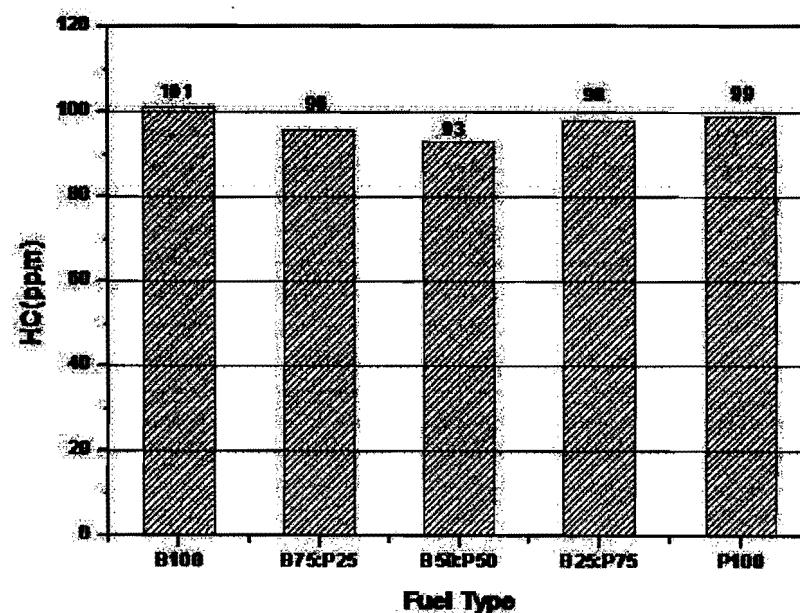
จากภาพที่ 4.14 แสดงปริมาณความเสี่ยงขั้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงในอัตราส่วนผสมต่างๆ พบว่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันจากอะพลาสติก (P100), น้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากอะพลาสติกที่ อัตราส่วนร้อยละ 25 (B75:P25), 50 (B50:P50) และ 75 (B25:P75) โดยปริมาตร มีค่าปริมาณความเสี่ยงขั้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) มากกว่าน้ำมันเบนซิน 91 (B100) เท่ากับร้อยละ 4.43, 0.29, 3.55 และ 0.88 ตามลำดับ พบว่าน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากอะพลาสติกที่ อัตราส่วนร้อยละ 50 (B50:P50) ให้ปริมาณความเสี่ยงขั้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่มีค่ามากกว่า ร้อยละ 3.50 เมื่อใช้น้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันอะพลาสติก เป็นน้ำมันเชื้อเพลิง และน้ำมันอะพลาสติก (P100) จะให้ค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่มากกว่าน้ำมันเบนซิน 91 (B100) เท่ากับร้อยละ 3.53 แต่เปอร์เซ็นต์ปริมาณความเสี่ยงขั้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ผ่านมาตรฐาน (กรรมการขนส่งทางบก เรื่องกำหนดเกณฑ์และวิธีการตรวจสอบค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO))



ภาพที่ 4.14 ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91

4.4.2 ก๊าซไฮdroคาร์บอน (HC)

จากภาพที่ 4.15 แสดงปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไฮdroคาร์บอน (HC) จากไออกซีเจนของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง ในอัตราส่วนผสมต่างๆ พบว่า ปริมาณก๊าซไฮdroคาร์บอน (HC) ปล่อยออกมากเมื่อใช้น้ำมันเบนซิน (P100), น้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันเบนซิน ร้อยละ 25 (B75:P25), 50 (B50:P50) และ 75 (B25:P75) โดยปริมาตร มีค่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไฮdroคาร์บอน (HC) มีค่าลดลงเมื่อเทียบกับปริมาณก๊าซไฮdroคาร์บอน (HC) ที่ได้จากการใช้ต่ำกว่าน้ำมันเบนซิน 91 (B100) เป็นเชื้อเพลิงโดยลดลง เท่ากับ ร้อยละ 1.98, 4.95, 7.92 และ 2.97 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าปริมาณก๊าซไฮdroคาร์บอน (HC) จะมีค่า เพิ่มหรือลดลงโดยไม่ขึ้นกับปริมาณน้ำมันเบนซิน 91 ที่นำมาผสม ปริมาณก๊าซไฮdroคาร์บอน (HC) ที่วัดได้จะมีค่าใกล้เคียงกันที่ทุกชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง โดยอยู่ในช่วงร้อยละ 1.98-7.92 เมื่อเทียบกับ น้ำมันเบนซิน 91



ภาพที่ 4.15 ปริมาณก๊าซไฮdroคาร์บอน (HC) ของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91

บทที่ 5

สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดสอบ

5.1.1 ผลการทดสอบสมมติของน้ำมันเชื้อเพลิง

5.1.1.1 น้ำมันจากเบนซินมีความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าน้ำมันเบนซิน 91 เมื่อทดสอบน้ำมันจากเบนซินในอัตราส่วนการผสมที่มากขึ้น ทำให้น้ำมันที่ผสมแล้วมีความถ่วงจำเพาะที่ต่ำลงตามอัตราส่วนผสมตั้งแต่ 62.46 ถึง 62.27 ในส่วนของน้ำมันจากเบนซินมีค่าความถ่วงจำเพาะ 62.35 และค่าความหนาแน่นน้ำมันจากเบนซินมีค่าที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91 โดยเมื่อผสมน้ำมันจากเบนซินในอัตราส่วนการผสมที่มากขึ้น ทำให้ค่าความหนาแน่นสูงขึ้นตามอัตราส่วนผสมตั้งแต่ 0.7233 ถึง 0.7300 ในส่วนของน้ำมันจากเบนซินมีค่าความหนาแน่น 0.7300 หากนำไปใช้มีผลต่อการสตาร์ทติดของเครื่องยนต์ น้ำมันเชื้อเพลิงกับของใช้ในบ้านจะมีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์

5.1.1.2 ค่าอุกเทนของน้ำมัน มีค่าลดลงตามอัตราส่วนผสมที่เพิ่มสูงขึ้นระหว่าง 88.2 ถึง 78 และน้ำมันจากเบนซินมีค่าอุกเทนต่ำสุด ซึ่งมีผลต่อคุณภาพการด้านทานการน้ำมันหรือความสามารถของน้ำมันที่จะเผาไหม้ได้อย่างต่อเนื่องและสนับสนุนโดยปราศจากการลูกไหน์ช้อนขึ้นได้ ทำให้เกิดการน้ำมันเครื่องยนต์ไม่มีกำลัง ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานประกาศกรมธุรกิจพลังงานที่กำหนดไว้ (ไม่ต่ำกว่า 91) ดังนั้นควรจะมีการปรับปรุงค่าอุกเทนหรือนำไปผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 เพื่อป้องกันการน้ำมัน

5.1.1.3 ค่าความดันไอ ณ อุณหภูมิ 37.8 องศาเซลเซียส ของน้ำมันเชื้อเพลิงมีค่าลดลงตามอัตราส่วนผสมที่เพิ่มสูงขึ้นระหว่าง 51.6 ถึง 31.2 กิโลปascal และในส่วนของน้ำมันจากเบนซินมีค่าความดันไอต่ำสุด ซึ่งจะมีผลต่อการสตาร์ทติดของเครื่องยนต์และเกิดไอน้ำมันอุดขวางท่อทางเดินน้ำมันของเครื่องยนต์ โดยจะทำให้เครื่องยนต์สตาร์ทไม่ติดหรือเดินสะคุดผ่านเกณฑ์มาตรฐานประกาศกรมธุรกิจพลังงานที่กำหนดไว้ (ไม่สูงกว่า 62 กิโลปascal)

5.1.1.4 ค่าอุณหภูมิการกลั่นของน้ำมัน อัตราส่วนผสมแต่ละชนิดมีค่าสูงกว่าไม่เกิน ร้อยละ 30 เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91 พนวจว่ามีค่าเพิ่มสูงขึ้นที่อุณหภูมิการระเหยในอัตรา ร้อยละ 10 ซึ่งจะมีผลต่ออัตราส่วนผสมกับอากาศ เครื่องยนต์สตาร์ทติดยาก เดินไม่สม่ำเสมอเครื่องยนต์สะคุดเร่งไม่ขึ้น และสิ่งเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง เครื่องยนต์อาจหยุดการทำงาน

ได้ค่าอุณหภูมิการกลั่นของน้ำมันที่มีการระเหยในอัตราส่วนร้อยละ 10 ผ่านเกลท์มาตรฐาน ประกาศกรุงธุรกิจพัสดุงาน 2553 ที่กำหนดไว้ (ไม่สูงกว่า 70°C) แต่น้ำมันขยะพลาสติก (P100) ไม่ผ่านเกลท์มาตรฐานประกาศกรุงธุรกิจพัสดุงาน 2553 ที่กำหนดไว้ และค่าอุณหภูมิการกลั่นของน้ำมันที่มีการระเหยในอัตราส่วนร้อยละ 50, 90 และจุดเดือดสุดท้าย ผ่านเกลท์มาตรฐานประกาศกรุงธุรกิจพัสดุงาน 2553 ที่กำหนดไว้ (ไม่ต่ำกว่า 70°C แต่ไม่สูงกว่า 110°C , ไม่สูงกว่า 170 และ 200°C)

5.1.1.5 ค่าปริมาณน้ำของน้ำมันแต่ละชนิด ไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91 โดยน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากขยะพลาสติกร้อยละ 25 (B75:P25) จะมีค่าปริมาณน้ำลดลง 0.01 ซึ่งจะมีผลทำให้น้ำมันเสื่อมคุณภาพเร็ว และทำให้เกิดการอุดตันที่อุณหภูมิต่ำหรือทำให้เครื่องยนต์เดินไม่เรียบ ผ่านเกลท์มาตรฐานประกาศกรุงธุรกิจพัสดุงาน 2553 ที่กำหนดไว้ (ไม่สูงกว่าร้อยละ 0.7)

5.1.1.6 ค่าปริมาณกำมะถันของน้ำมันมีค่าเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของน้ำมันที่มากขึ้นระหว่าง 0.00271 ถึง 0.00325 ในส่วนของน้ำมันจากขยะพลาสติกมีค่าปริมาณกำมะถัน 0.00355 ซึ่งจะมีผลต่อการกัดกร่อนสึกหรอจากสิ่งสกปรกที่เครื่องยนต์และปริมาณฝุ่นละอองไอกเสีย ผ่านเกลท์มาตรฐานประกาศกรุงธุรกิจพัสดุงาน 2553 ที่กำหนดไว้ (ไม่สูงกว่าร้อยละ 0.005)

5.1.1.7 ค่าการกัดกร่อนแผ่นเงินของน้ำมันแต่ละชนิด ไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91 โดยมีค่าการกัดกร่อนแผ่นเงินที่แผ่นเบรซิบเทียบหมายเลข 1 ดังนั้นจึงไม่มีการกัดกร่อนชั้นส่วนใดๆ ผ่านเกลท์มาตรฐานประกาศกรุงธุรกิจพัสดุงาน 2553 ที่กำหนดไว้ (ไม่สูงกว่าหมายเลข 1)

5.1.1.8 ค่าความร้อนของน้ำมันในอัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91 เพิ่มสูงขึ้นตามอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นระหว่าง 46.92 ถึง 48.58 (MJ/kg) และน้ำมันจากขยะพลาสติก (P100) ให้ค่าความร้อน 49.25 (MJ/kg) ซึ่งจะมีผลต่อกำลังของเครื่องยนต์เนื่องจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ที่เผาไหม้ภายในน้ำมันขึ้นอยู่กับค่าความร้อนที่ถูกเปลี่ยนไปเป็นกำลัง

5.1.1.9 น้ำมันจากขยะพลาสติก (P100) และน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากขยะพลาสติกที่อัตราส่วนร้อยละ 25 (B75:P25), 50 (B50:P50) และ 75 (B25:P75) โดยปริมาตร เมื่อนำมาทดสอบกันแล้วมีสมบัติทางกายภาพอยู่ในเกลท์มาตรฐานคุณสมบัติของน้ำมันเบนซินตามประกาศกรุงธุรกิจพัสดุงาน 2553 ที่กำหนดไว้ ส่วนค่าออกเทนของน้ำมันแต่ละชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91 (B100) ซึ่งถ้าหากปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ดีขึ้นจะทำให้น้ำมันผ่านเกลท์มาตรฐานประกาศกรุงธุรกิจพัสดุงาน 2553 ที่กำหนดไว้

5.1.2 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

5.1.2.1 แรงบิดของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 (B100) น้ำมันจากยะ พลาสติก (P100) และน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากยะพลาสติกที่อัตราส่วน ร้อยละ 25 (B75:P25), 50 (B50:P50) และ 75 (B25:P75) โดยปริมาตร จะมีแรงบิดที่ไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91 (B100) ซึ่งน้ำมันจากยะพลาสติกและน้ำมันจากยะพลาสติก ผสมน้ำมันเบนซิน 91 ในอัตราส่วนผสมต่างๆนั้นให้ค่าแรงบิดสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน เบนซิน 91 (B100) เล็กน้อยโดยมีค่าเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนผสมของน้ำมันจากพลาสติกที่มากขึ้น ตั้งแต่ 2 ถึง 7 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉลี่ยทุกความเร็ว�อน แต่ในส่วนของน้ำมันจากยะพลาสติก (P100) นั้นมีค่าแรงบิดสูงกว่าน้ำมันเบนซิน 91 (B100) ประมาณร้อยละ 10 โดยเฉลี่ยทุกความเร็ว�อน

5.1.2.2 กำลังม้าเบรกรของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 (B100) น้ำมันจากยะ พลาสติก (P100) และน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากยะพลาสติกที่อัตราส่วน ร้อยละ 25 (B75: P25), 50 (B50:P50) และ 75 (B25:P75) โดยปริมาตร จะมีกำลังม้าเบรกรที่ไม่แตกต่างกันมาก นัก เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91 (B100) ซึ่งน้ำมันจากยะพลาสติก (P100) และน้ำมันจาก ยะพลาสติกผสมน้ำมันเบนซิน 91 ในอัตราส่วนผสมต่างๆนั้นให้ค่ากำลังม้าเบรกรสูงกว่าเครื่องยนต์ ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 (B100) เล็กน้อยโดยมีค่าเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนผสมของน้ำมันจากยะ พลาสติกที่มากขึ้นตั้งแต่ร้อยละ 2 ถึง 7 โดยเฉลี่ยทุกความเร็ว�อน แต่ในส่วนของน้ำมันจากยะ พลาสติก (P100) นั้นมีค่ากำลังม้าเบรกรสูงกว่าน้ำมันเบนซิน 91 (B100) ประมาณร้อยละ 10 โดยเฉลี่ย ทุกความเร็ว�อน

5.1.2.3 อัตราการสื้นเปลือยนน้ำมันจำเพาะเบรกรของเครื่องยนต์ ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91(B100) น้ำมันจากยะพลาสติก (P100) และน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากยะพลาสติกที่ อัตราส่วนร้อยละ 25 (B75:P25), 50 (B50:P50) และ 75 (B25:P75) โดยปริมาตร มีอัตราการสื้น เปลือยนน้ำมันจำเพาะ ใกล้เคียงกัน ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน91 ผสม น้ำมันจากยะพลาสติก ในอัตราส่วนร้อยละ 25 (B75:P25) และ50 (B50:P50) โดยปริมาตร เป็น เชือเพลิงมีค่าอัตราการสื้นเปลือยนน้ำมันจำเพาะของเครื่องยนต์ เท่ากันกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน เบนซิน 91 (B100) เป็นเชือเพลิง ส่วนเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากยะพลาสติก ในอัตราส่วนร้อยละ 75 (B25:P75) และน้ำมันจากยะพลาสติก (P100) มีอัตราการสื้นเปลือยนน้ำมัน จำเพาะ ต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 (B100) เป็นเชือเพลิง และประหัดกว่าเครื่องยนต์ ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 (B100) เป็นเชือเพลิง ถึงร้อยละ 5.88

5.1.2.4 ปริมาณสารมลพิษของเครื่องยนต์ ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 (B100) น้ำมันจากยะพลาสติก (P100) และน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากยะพลาสติกที่อัตราส่วน

ร้อยละ 25 (B75:P25), 50 (B50:P50) และ 75 (B25:P75) โดยปริมาตร เป็นเชื้อเพลิงน้ำมันพลาสติกที่สามารถสูญเสียของเครื่องยนต์สามารถสรุปได้ว่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) มีค่าแตกต่างกันตามอัตราส่วนพสมน้ำมันจากขยะพลาสติกที่พสมอยู่ในน้ำมันเบนซิน 91 เมื่อจากเชื้อเพลิงมีสารไฮโดรคาร์บอนเป็นองค์ประกอบเมื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ จะทำให้เกิดการเผาไหม้ได้ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) มีค่าเพิ่มขึ้นโดยที่ค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จะมีค่าต่ำที่สุดเมื่อเครื่องยนต์ใช้น้ำมันเบนซิน 91 พสมน้ำมันจากขยะพลาสติกเป็นเชื้อเพลิงร้อยละ 25 (B75:P25) เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ ส่วนปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) พบว่า ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) ที่ปล่อยออกมามีน้ำมันพลาสติก (P100) น้ำมันเบนซิน 91 พสมน้ำมันพลาสติกเป็นเชื้อเพลิง ร้อยละ 25 (B75:P25), 50 (B50:P50) และ 75 (B25:P75) โดยปริมาตร มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) ที่ได้จากการใช้น้ำมันเบนซิน 91 (B100) โดยที่ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) จะเพิ่มหรือลดลงโดยไม่ขึ้นกับปริมาณน้ำมันจากขยะพลาสติกที่นำมาผสม และค่าที่วัดได้จะมีค่าใกล้เคียงกันที่ทุกชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง

5.2 ความเป็นไปได้ในการนำน้ำมันจากขยะพลาสติกผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 มาใช้เป็นเชื้อเพลิง

จากการทดสอบการใช้น้ำมันจากขยะพลาสติกจากพลาสติกที่ใช้แล้วผ่านกระบวนการไฟฟ้าโลชิสท์อุณหภูมิประมาณ 420°C แล้วนำน้ำมันที่ได้มาถ่ายเอกสารส่วนที่อุณหภูมิระหว่าง 65°C ถึง 170°C เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับอุณหภูมิการกลั่นปิโตรเลียมในช่วงอุณหภูมิการกลั่นน้ำมันเบนซินมีค่าเท่ากันกับอุณหภูมิที่ได้จากการกลั่นแยกส่วนน้ำมันจากขยะพลาสติกพสมน้ำมันจากขยะพลาสติกที่อัตราส่วนไม่เกินร้อยละ 75 โดยปริมาตร มีสมบัติทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานประกาศกรมธุรกิจพลังงานของน้ำมันเบนซิน ซึ่งถ้ามีการปรับปรุงคุณสมบัติของน้ำมันจากขยะพลาสติกให้ดีขึ้นจะทำให้น้ำมันจากขยะพลาสติกมีค่าที่ใกล้เคียงน้ำมันเบนซิน 91 (B100) มากขึ้น และเมื่อทดสอบกับเครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็ก 1 สูบ ทำให้ทราบว่าน้ำมันจากขยะพลาสติกพสมน้ำมันเบนซิน 91 ให้ค่าสมรรถนะใกล้เคียงกับค่าสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 (B100) เป็นเชื้อเพลิง และปริมาณการปล่อยสารมลพิษใกล้เคียงกับค่าการปล่อยสารมลพิษของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 เป็นเชื้อเพลิง ดังนั้นมีอิทธิพลต่อการดำเนินการในด้านสมรรถนะและการปล่อยสารมลพิษของเครื่องยนต์น้ำมันจากขยะพลาสติกพสมน้ำมันเบนซิน 91 จึงมีศักยภาพที่นำมาใช้ในเครื่องยนต์จริงในลักษณะเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันเบนซิน 91 ในรูปแบบของเชื้อเพลิงพสมโดยไม่ต้องมีการตัดแปลงเครื่องยนต์ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อน้ำมันเบนซิน 91 พสมน้ำมันจากขยะพลาสติกอัตราส่วนร้อยละ 25 (B75:P25) โดยปริมาตร มาใช้เป็นเชื้อเพลิง

ในเครื่องยนต์จะให้ค่าสมรรถนะของเครื่องยนต์ใกล้เคียงกับสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 (B100) เป็นเชื้อเพลิงมากที่สุด และให้สารน้ำมันที่มีค่าใกล้เคียงด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรมีการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออุปกรณ์และชิ้นส่วนภายในเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันจากยานพาหนะสมน้ำมันเบนซิน 91 เป็นเชื้อเพลิงในสภาวะใกล้เคียงกับสภาพการใช้งานจริงในระยะเวลาที่นานขึ้น เพื่อศึกษาการสึกหรอของชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องยนต์ เพื่อเป็นตัวบ่งชี้ถึงสมรรถนะเครื่องยนต์กับการวิเคราะห์สภาพชิ้นส่วนของเครื่องยนต์

5.3.2 ควรศึกษาการปล่อยสารน้ำมันเบนซิน เมื่อใช้น้ำมันจากยานพาหนะสมน้ำมันเบนซิน 91 เป็นเชื้อเพลิงที่สภาวะใกล้เคียงกับการใช้งานจริงในระยะเวลาที่นานขึ้น

5.3.3 ควรทดสอบกับเครื่องยนต์ที่มีระบบนำ้มันเชื้อเพลิงแบบหัวฉีด เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะและการปล่อยสารน้ำมันเบนซิน

5.3.4 ควรทดสอบนำ้มันจากยานพาหนะสมน้ำมันเบนซิน 91 ผสมนำ้มันจากยานพาหนะสมน้ำมันเบนซิน 91 กับเครื่องยนต์ขนาดใหญ่ เช่น เครื่องยนต์ขนาด 4 สูบ 1,300 ซีซี เพื่อศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบถึงสมรรถนะเครื่องยนต์และการปล่อยสารน้ำมันเบนซิน 91 ในอัตราส่วนที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์ คือเครื่องยนต์เบนซิน

5.3.5 การนำนำ้มันจากยานพาหนะสมน้ำมันเบนซิน 91 ไปใช้งาน ควรศึกษาถึงสมบัติทางกายภาพค่าออกเทนของนำ้มันเชื้อเพลิง ในอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์ คือเครื่องยนต์เบนซิน ควรผสมนำ้มันจากยานพาหนะสมน้ำมันเบนซิน 91 ในอัตราส่วนไม่เกินร้อยละ 20 โดยปริมาตร

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- งานศึกษาเรื่องการผลิตน้ำมันสังเคราะห์และก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก.**
- กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.), 2549.
- ดุลิตา เดิฟเลส. รายงานวิจัยเรื่องการทดลองหาข้อมูลเบื้องต้นในการผลิตสารไฮโดรคาร์บอนจากขยะพลาสติก. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2542.**
- นคร พิพิชวงศ์. **เทคโนโลยีการแปลงสภาพชีวมวล.** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2553.
- นิรนด ปัญญาวงศ์. **การแปรรูปรวมของถ่านหินและพลาสติกผสมให้เป็นของเหลวคุณภาพด้วยตัวทำละลายภาวะเหนืออิกุต.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต :
- อุสาหกรรมพื้นฐานวิทยาลัย, 2547.
- บุญญา ชาญนอกร. **การนำพลาสติกจากมลฝอยกลางแจ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ในรูปเชื้อเพลิง.**
- วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2550.
- บุญธรรม ภัตราจารุกุล. **เครื่องยนต์แก๊สโซลิน.** กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็คชูเคชั่น จำกัด (มหาชน), 2543.
- พกาวดี นารอง. “พลาสติกที่ย่อยสลายได้”, **วิศวกรรมสาร นช.** 26(4) : 45-53, 2542.
- วนัสรณ์ นิ่มศิริ. **การกำจัดก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ที่เกิดจากการเผาไหม้ในกระบวนการไฟโรไลซิสพลาสติกที่มีกลอรีนเป็นส่วนประกอบโดยใช้ตัวคุณภาพและเหล็กออกไซด์ขนาดนาโน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548.
- วีระศักดิ์ มะโนน้อม. คณิตศาสตร์ช่างยนต์. นนทบุรี : สำนักพิมพ์อเนกประสงค์ จำกัด, 2548.
- อภิญญา ดวงจันทร์. **รายงานวิจัยเรื่องการเปลี่ยนพลาสติกไปเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง.** สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2543
- จำพล ชื่อตรง. **เชื้อเพลิงและสารหล่อลิ่น.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2545.
- A. Adrados, I. de Marco, B.M. Caballero, A. Lopez, M.F. Laresgoiti and A. Torres. “Pyrolysis of plastic packaging waste: A comparison of plastic residuals from material recovery facilities with simulated plastic waste”, **Waste Management**. 32: 826–832, 2012.
- A. Demirbas. “Pyrolysis of municipal plastic wastes for recovery of gasoline-range hydrocarbons”, **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**. 72: 97–102, 2004.

ເອກສາຮ້າງອີງ (ຕ່ອ)

- I.K. Basily, S.T. El-Shaltawy and B.S. Mostafa. "The catalytic pyrolysis of the Egyptian bitumen for industrial production raw material", Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 76: 24-31, (2006).
- J.A. Conesa, R. Font, A. Fullana, I. Martí n-Gullo n, I. Aracil, A. Ga lvez, J. Molto and M.F. Gomez-Rico. "Comparison between emissions from the pyrolysis and combustion of different wastes", Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 84: 95–102, 2009.
- J. Walendziewski. "Engine fuel derived from waste plastics by thermal treatment", Fuel. 81: 473-481, 2002.
- M. Cimenti and J.M. Hill. "Importance of pyrolysis and catalytic decomposition for the direct utilization of methanol in solid oxide fuel cells", Journal of power Sources. 195: 54-61, 2010.
- M. Day, Z. Shen and J.D. Cooney "Pyrolysis of auto shredder residue: experiments with a laboratory screw kiln reactor", Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 51: 181–200, 1999.
- M. Mani a, C. Subash b and G. Nagarajan. "Performance, emission and combustion characteristics of a DI diesel engine using waste plastic oil", Applied Thermal Engineering. 29: 2738–2744, 2009.
- N. A. Dung, W. Tanglumlert, S. Wongkasemjit and S. Jitkarnka. "Roles of ruthenium on catalytic pyrolysis of waste tire and the changes of its activity upon the rate of calcinations", Applied Thermal Engineering. 87: 256–262, 2010.
- N. Miskolczi, A. Angyal, L. Bartha and I. Valkai. "Fuels by pyrolysis of waste plastics from agricultural and packaging sectors in a pilot scale reactor", Fuel Processing Technology. 90: 1032–1040, 2009.
- P.T. Williams and P.A. Horne. "The influence of catalyst type on the composition of upgraded biomass pyrolysis oils", Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 31: 39-61, 1995.

ເອກສາຣອ້າງອີງ (ຕ່ອ)

W.J. Hall, N.M.M. Mitan and et al. "The co-pyrolysis of flame retarded high impact polystyrene and polyolefins", Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 80: 406–415, 2007.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน

หน้า ๒๔
เดือน มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๑ ราชกิจจานุเบกษา ๑๕ มกราคม ๒๕๖๑

ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน
เรื่อง กำหนดถักยั่งและคุณภาพของน้ำมันเบนซิน

พ.ศ. ๒๕๖๑

โดยที่สมควรแก้ไขเพิ่มปรับปรุงข้อกำหนดถักยั่งและคุณภาพของน้ำมันเบนซิน เพื่อให้สามารถ กำหนดคุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๒๕ วรรคหนึ่ง แห่งพระราชบัญญัติการกำกันน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. ๒๕๖๑ ฉบับดิกริมธุรกิจพลังงาน ออกประกาศไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้เรียกว่า “ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดถักยั่งและคุณภาพของน้ำมันเบนซิน พ.ศ. ๒๕๖๑”

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันที่ ๑ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๑ เป็นต้นไป

ข้อ ๓ ให้ยกเลิกประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดถักยั่งและคุณภาพของน้ำมันเบนซิน พ.ศ. ๒๕๖๐

ข้อ ๔ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับกับน้ำมันเบนซินที่จำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายไป นอกประเทศ ยกเว้นส่งทางทะเล

ข้อ ๕ ให้กำหนดชนิดของน้ำมันเบนซินเป็น ๒ ชนิด คือ

(๑) น้ำมันเบนซินออกเทน ๙๑

(๒) น้ำมันเบนซินออกเทน ๘๘

ข้อ ๖ ภายใต้บังคับของข้อ ๗ ถักยั่งและคุณภาพของน้ำมันเบนซินให้เป็นไปตาม รายละเอียดแนบท้ายประกาศนี้

การเติมสารเติมแต่งในน้ำมันเบนซิน ให้สู้ก้านน้ำมันแห้งของความเย็นของ แต่ต้องได้รับ ความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงานก่อน จึงจะดำเนินการได้

ข้อ ๗ ถักยั่งและคุณภาพของน้ำมันเบนซินที่สู้ก้านน้ำมันจำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่าย ตั้งต่อไปนี้ จะไม่เป็นไปตามที่กำหนดในรายละเอียดแนบท้ายประกาศนี้ก็ได้ แต่สู้ก้านน้ำมันต้องแจ้ง ถักยั่งและคุณภาพของน้ำมันดังกล่าวเฉพาะส่วนที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนดในรายละเอียดแนบท้าย เพื่อขอความเห็นชอบและต้องได้รับความเห็นชอบจากการธุรกิจพลังงานก่อน

หน้า ๒๕

เดือน มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๑

ราชกิจจานุเบกษา

๑๕ มกราคม ๒๕๖๑

- (๑) นำมั่นเบนชินสำหรับการส่งออกไปป้องราชอาณาจักร นอกจากภาระขนส่งทางทะเล
ทั้งนี้ ให้รวมถึงนำมั่นเบนชินที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรเพื่อวัสดุประสงค์นี้ด้วย
- (๒) นำมั่นเบนชินสำหรับการนำไปใช้กับยานพาหนะที่ส่งออกไปป้องราชอาณาจักร
- (๓) นำมั่นเบนชินสำหรับการนำไปใช้ในการอื่นนอกเหนือจากการใช้กับเครื่องยนต์เบนชิน
ทั้งนี้ ให้รวมถึงนำมั่นเบนชินที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรเพื่อวัสดุประสงค์นี้ด้วย
- (๔) นำมั่นเบนชินสำหรับการนำไปใช้ตามโครงการหรือในนามของรัฐบาล หรืองานวิจัย
ทั้งนี้ ให้รวมถึงนำมั่นเบนชินที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรเพื่อวัสดุประสงค์นี้ด้วย
- (๕) นำมั่นเบนชินสำหรับเครื่องไฟฟ้าที่ใช้สำหรับนำเข้าเพื่อใช้ในข้อกำหนด เรื่อง สารเติมแต่ง
บริษัทสำหรับนำเข้าแก่ผู้ค้านำมั่นตามมาตรา ๑ ตามวัสดุประสงค์นี้ด้วย
- (๖) นำมั่นเบนชินที่ผู้ค้านำมั่นตามมาตรา ๑ นำเข้ามาในราชอาณาจักร สำหรับใช้เป็น^{วัสดุคืน}ในการผลิตนำมั่นเชื้อเพลิง หรือเพื่อซ่อมบำรุงแก่ผู้ค้านำมั่นตามมาตรา ๑ ตามวัสดุประสงค์นี้ด้วย
- (๗) นำมั่นเบนชินสำหรับการซ่อมบำรุงนำมั่นที่แก่ผู้ค้านำมั่นตามมาตรา ๑ เพื่อบาไปใช้
เพื่อวัสดุคืนนำมั่นเชื้อเพลิง
- (๘) นำมั่นเบนชินสำหรับการซ่อมบำรุงนำมั่นที่แก่ผู้ค้านำมั่นตามมาตรา ๑ (๒) (๓) และ (๔)
- ข้อ ๔ การขอและการให้ความเห็นชอบตามข้อ ๖ วรรณศตง และข้อ ๙ ให้เป็นไป
ตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกรมธุรกิจพลังงานกำหนด
- ข้อ ๕ ประกาศนี้ไม่กระทบกับการที่อนการให้ความเห็นชอบการเดิมสารเติมแต่งในนำมั่น^{พนช.}
ทั้งหมด หรือการให้การเห็นชอบลักษณะและคุณภาพของนำมั่นเบนชิน ที่ได้ให้ความเห็นชอบ
ไม่แล้วก่อนวันที่ประกาศนี้ออกนั้นกันไว้ และให้คงไว้ให้ต่อไปเท่าที่ไม่ชัดหรือแต่งกับประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๑

พิรະ พล ตากิรินทร์

อธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน

รายละเอียดคุณภาพเบื้องต้นของน้ำมันเชื้อเพลิง
เบซิค กำกันดีกัลฟ์และคุณภาพของน้ำมันเบนซิน

พ.ศ. ๒๕๖๔

รายการ	ชื่อกำหนด	ค่ามาตรฐาน	ค่าเกณฑ์ ๙๑	ค่าเกณฑ์ ๙๕	วิธีทดสอบ ^๑
1	ค่าออกเทน (Octane Number)				
	1.1 ไอลาร์ชัน (Research Octane Number ; RON) (1) ค่ามลพิษทำให้น้ำมันจุดสгорบน (2) ค่าจุดสгор	ไม่ต่ำกว่า	91.0	95.0	ASTM D 2699
	1.2 ไอลาร์กอนเทน (Motor Octane Number ; MON) (1) ค่ามลพิษทำให้น้ำมันจุดสгорบน (2) ค่าจุดสгор	ไม่ต่ำกว่า	80.0	84.0	ASTM D 2700
2	สารกัม (Lead, g/L)	ไม่ต่ำกว่า	79.6	83.6	ASTM D 5059
	ก๊าซกัมที่ ๑ มาตรฐาน พ.ศ. ๒๕๕๕	ไม่ต่ำกว่า	0.013	0.013	
	ก๊าซกัมที่ ๑ มาตรฐาน พ.ศ. ๒๕๕๕ (เป็นก๊าซ)	ไม่ต่ำกว่า	0.005	0.005	
3	ก๊าซซูฟฟัน (Sulphur, %wt.)	ไม่ต่ำกว่า			
	ก๊าซซูฟฟันที่ ๑ มาตรฐาน พ.ศ. ๒๕๕๕	ไม่ต่ำกว่า	0.05	0.05	ASTM D 4294
	ก๊าซซูฟฟันที่ ๑ มาตรฐาน พ.ศ. ๒๕๕๕ (เป็นก๊าซ)	ไม่ต่ำกว่า	0.005	0.005	ASTM D 2622
4	ฟอสฟอรัส (Phosphorus, g/L)	ไม่ต่ำกว่า	0.0013	0.0013	ASTM D 3231 ^๒
5	การกัดกร่อนผิวน้ำเงิน	ไม่ต่ำกว่า	หมายเหตุ ๑	หมายเหตุ ๑	ASTM D 4814 (ANNEX A)
6	เวลาที่สามารถก่อให้ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation Stability, minutes)	ไม่ต่ำกว่า	๓๖๐	๓๖๐	ASTM D 525
7	น้ำหนักเม็ด	น้ำหนักกิโลกรัม/๑๐๐ มลลิลิตร (Solvent Washed Gum, mg/100 mL)	ไม่ต่ำกว่า	๔	ASTM D 381
8	การย่อย	อุณหภูมิเริ่มต้น			ASTM D 86
	8.1 อุณหภูมิ (1) การระเหยในอุณหภูมิ ๑๐ ไทยบีน่าคร (10% Evaporated)	ไม่ต่ำกว่า	๗๐	๗๐	

(๘๙ - ๖ -)

- ๖ -

รายการ	ชื่อกำหนด	ค่ามาตรฐาน	ออกหน 91	ออกหน 95	วิธีทดสอบ
	(2) การระเหยในอัตราเรือยละ 50 โดยปริมาตร (50% Evaporated)	ไม่ต่างกว่า และ ไม่สูงกว่า	70	70	
	(3) การระเหยในอัตราเรือยละ 90 โดยปริมาตร (90% Evaporated)	ไม่สูงกว่า	110	110	
	(4) จุดเดือดสุดท้าย (End Point)	ไม่สูงกว่า	170	170	
8.2	กากน้ำมัน (Residue, %vol.)	ไม่สูงกว่า	200	200	
9	ความดันไอ ณ อุณหภูมิ 37.8 °C. ที่อุปกรณ์ภาค (Vapour Pressure @ 37.8 °C., kPa)	ไม่สูงกว่า	62	62	ASTM D 4953
10	เบนซีน (Benzene, %vol.)	ไม่สูงกว่า			ASTM D 5580
	ก่อนวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555	ไม่สูงกว่า	3.5	3.5	
	ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555 เป็นต้นไป	ไม่สูงกว่า	1.0	1.0	
11	อะโรมาติก (Aromatics, %vol.)	ไม่สูงกว่า	35	35	ASTM D 5580
12	โอลีฟิน (Olefins, %vol.)	ไม่สูงกว่า			ASTM D 6839
	ก่อนวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555		-	-	
	ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555 เป็นต้นไป	ไม่สูงกว่า	18	18	
13	สี (Colour)				
13.1	ชนิดของสี (Hue)		เหลือง	น้ำเงิน	
13.2	ความเข้มของสี (Intensity)	ไม่ต่างกว่า และ ไม่สูงกว่า	0.5	พิเศษเท่ากับ มาตรฐาน	(1) น้ำมันเบนซินออกหน 91 เปรียบเทียบความเข้มของสี ตาม ASTM D 1500 (2) น้ำมันเบนซินออกหน 95 เปรียบเทียบความเข้มของสี กับน้ำมันมาตรฐานที่เก็บ ขึ้นใหม่โดยใช้สีตะเภาใน น้ำมันก่อนการย้อมสีให้เข้ม

(ต่อ - ๑ -)

รายการ	รหัสกำเนิด	ข้อความสำคัญ	ออกหน 91	ออกหน 95	วิธีทดสอบ *
					บริษัทฯได้รับอนุญาตแล้ว นำเข้า บรรจุและเก็บในภาชนะ ที่ได้รับการรับรองว่ามีคุณภาพ ตามมาตรฐาน ASTM D 1500 และมาตรฐาน ด้านความปลอดภัย หรือ ตาม มาตรฐาน ASTM D 2392
14	น้ำ (กรดที่มีสารออกซิเจนແষเป็นส่วนผสม) (Water, (Oxygenate Blended) %wt)	ไม่ระบุก่า	0.7	0.7	ASTM E 203
15	สารออกซิเจนเมทธิลเตอร์บิทอติลเตอร์ (MTBE) (Methyl tertiary butyl ether) หรือ สารออกซิเจนเมทชันที่ได้รับความเห็นชอบ จากกรมธุรกิจพลังงาน (Oxygenate %vol.) or others which has been approved by Department of Energy Business	ไม่ต้องก่า และ ไม่ระบุก่า	-	5.5	ASTM D 4815
16	ลักษณะที่ไม่ปกติ (Appearance)		เป็นของเหลวใส ไม่浑浊 ไม่แยกชั้น และไม่มีสีร่าน้ำขาวคลาย		ตรวจสอบด้วยสายตา
17	สารเติมแต่ง ที่มีคุณสมบัติใช้สำหรับความสะอาด (Detergent Additive)				
17.1	หัวฉีด (Port Fuel Injector)				ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน
17.2	ลิ้นไอเด (Intake Valve)				ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน
18	สารเติมแต่งอื่น (ร้านนี้) (Additive)				ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน

หมายเหตุ

- 1/ ใช้ทดสอบชาไข่สัตว์เพื่อพิสูจน์ได้ แต่ในกรณีที่มีร่องรอยแย้งให้ใช้วิธีกำบังดินรายละเอียดแบบที่ญี่ปุ่น
- 2/ ทดสอบเฉพาะการเก็บที่เติมสารเคมีแยก (Additive) ที่มีรากศักดิ์อยู่รักษาเป็นองค์ประกอบ
- 3/ สิ่งตรวจสอบเรียกน้ำดื่มจากการน้ำดื่มนั้นเบนซิน ที่มีความเร็วของไฟ (ก่อนการรับประทาน) วัดตามมาตรฐาน ASTM D 1500 เพ่ากับ 1.0 มาตรฐานด้วยสิ่นที่เป็นสารประกอบจำพวก 1,4 dialkylamino anthraquinone เปรียบเทียบ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

ภาคผนวก ข

ข้อมูลการทดสอบสมรรถนะและการปล่อยสารมลพิษของเครื่องยนต์

ข้อมูลการทดสอบสมรรถนะและการปล่อยสารมลพิษของเครื่องยนต์

**ตารางที่ ข.1 บันทึกผลการทดสอบและผลการคำนวณจากการใช้น้ำมันเบนซิน 91
กับเครื่องยนต์เบนซิน**

น้ำมันเบนซิน 91					
ความเร็ว รอบ (rpm)	Tim/8cc. (sec)	Torque (N.m)	Brake Power (kw)	Fuel Flow (lt/hr)	BSFC (kg/kw.hr)
1,500	57.43	5.61	0.88	0.50	0.41
2,000	42.56	6.41	1.34	0.67	0.36
2,500	32.56	6.67	1.74	0.88	0.36
3,000	27.65	6.94	2.17	1.04	0.34
3,500	23.94	6.83	2.50	1.20	0.34
4,000	21.30	6.35	2.65	1.35	0.37

**ตารางที่ ข.2 บันทึกผลการทดสอบและผลการคำนวณจากการใช้น้ำมันเบนซิน 91 : น้ำมัน
ขยายพลาสติก (75 : 25) กับเครื่องยนต์เบนซิน**

น้ำมันเบนซิน 91:น้ำมันขยายพลาสติก (75:25)					
ความเร็ว รอบ (rpm)	Tim/8cc. (sec)	Torque (N.m)	Brake Power (kw)	Fuel Flow (lt/hr)	BSFC (kg/kw.hr)
1,500	56.44	5.71	0.89	0.51	0.41
2,000	42.15	6.45	1.35	0.68	0.36
2,500	32.20	6.88	1.80	0.89	0.36
3,000	27.42	7.15	2.24	1.05	0.34
3,500	24.49	6.91	2.53	1.17	0.33
4,000	21.68	6.41	2.68	1.32	0.35

ตารางที่ ข.3 บันทึกผลการทดสอบและผลการคำนวณจากการใช้น้ำมันเบนซิน 91 : น้ำมัน
เบนซิน 50% พลาสติก (50 : 50) กับเครื่องยนต์เบนซิน

น้ำมันเบนซิน 91:น้ำมันเบนซิน 50% พลาสติก (50:50)					
ความเร็ว รอบ (rpm)	Tim/8cc. (sec)	Torque (N.m)	Brake Power (kw)	Fuel Flow (lt/hr)	BSFC (kg/kw.hr)
1,500	58.52	5.71	0.89	0.49	0.40
2,000	41.93	6.51	1.36	0.68	0.36
2,500	32.00	7.06	1.84	0.90	0.35
3,000	26.99	7.18	2.29	1.06	0.34
3,500	24.30	6.91	2.53	1.18	0.33
4,000	22.15	6.46	2.70	1.30	0.35

ตารางที่ ข.4 บันทึกผลการทดสอบและผลการคำนวณจากการใช้น้ำมันเบนซิน 91 : น้ำมัน
เบนซิน 25% พลาสติก (25 : 75) กับเครื่องยนต์เบนซิน

น้ำมันเบนซิน 91:น้ำมันเบนซิน 25% พลาสติก (25:75)					
ความเร็ว รอบ (rpm)	Tim/8cc. (sec)	Torque (N.m)	Brake Power (kw)	Fuel Flow (lt/hr)	BSFC (kg/kw.hr)
1,500	57.40	5.85	0.91	0.50	0.40
2,000	39.10	6.93	1.45	0.73	0.36
2,500	31.17	7.33	1.91	0.92	0.35
3,000	27.63	7.43	2.33	1.04	0.32
3,500	23.80	7.25	2.65	1.21	0.33
4,000	21.27	6.60	2.76	1.35	0.35

ตารางที่ ข.5 บันทึกผลการทดสอบและผลการคำนวณจากการใช้น้ำมันเบนซินกับเครื่องยนต์เบนซิน

น้ำมันเบนซิน					
ความเร็ว รอบ (rpm)	Tim/8cc. (sec)	Torque (N.m)	Brake Power (kw)	Fuel Flow (lt/hr)	BSFC (kg/kw.hr)
1,500	55.83	6.06	0.95	0.51	0.39
2,000	40.71	7.03	1.47	0.70	0.34
2,500	32.02	7.40	1.93	0.89	0.33
3,000	26.99	7.65	2.40	1.06	0.32
3,500	23.56	7.40	2.71	1.22	0.32
4,000	21.26	6.96	2.91	1.35	0.33

ตาราง ข.6 ข้อมูลการทดสอบการปล่อยสารมลพิษของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

ชนิดเชื้อเพลิง	CO (%)	HC (PPM)
B100	3.38	101
B75:P25	3.39	96
B50:P50	3.50	93
B25:P75	3.41	98
P100	3.53	99

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์

ตัวอย่างการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์

เครื่องยนต์เบนซิน (น้ำมันเบนซิน 91: น้ำมันเบนซิน 25 % โดยปริมาตร)

1.1 กำลังเบรกของเครื่องยนต์ (Break Power, P)

จากสมการหาแรงบิดของเครื่องยนต์

$$T = F \times R$$

$$T = F \times 0.25$$

ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที จะได้ $T = 5.61 \text{ N.m}$

สามารถหากำลังเบรกของเครื่องยนต์ได้จากสมการ

$$P = T \times \omega = \frac{2\pi T}{60}$$

$$P = \frac{2 \times \pi \times 1800 \times 5.61}{60}$$

$$P = 880.77 \text{ Watt}$$

$$P = 0.88 \text{ kW}$$

1.2 อัตราส่วนเปลือยเชื้อเพลิงจำเพาะ (Brake Specific Fuel Consumption, BSFC)

$$\text{อัตราการไหลดของเชื้อเพลิง}(m_f) = \frac{\text{ปริมาณเชื้อเพลิง (cc.)}}{\text{เวลา (Sec)}}$$

$$m_f = \frac{8cc}{57.43sec.}$$

$$m_f = \frac{0.1393 \times 3600}{1000}$$

$$m_f = 0.50 \text{ lt/hr}$$

หา BSFC ได้จากสมการ

$$BSFC = \frac{\gamma \times m_f}{P} = \frac{m_c}{P}$$

เมื่อ $\gamma = 0.7282 \text{ kg/lt}$ $P = 0.88 \text{ kW}$ $m_c = 0.50 \text{ lt/hr}$ แทนค่าในสมการจะได้

$$BSFC = \frac{0.728 \times 0.50}{0.88}$$

$$BSFC = 0.41 \text{ kg/kW.hr}$$

ภาคผนวก ง
ผลทดสอบสมบัติทางกายภาพ

Page 1 of 1

Certificate of Analysis

Product : Gasoline

Cert. No. : T-11/14843
 Sample Lab No. : OP-11/14357
 Customer/Supplier : External Customer (Testing Service)
 Sample Location : តូលទៅរាជធានីភ្នំពេញទី ១
 Sample Condition : Normal
 Product Source : គណនីការកម្មសាលស នាធាពយដែនកម្រាធជាបី ផែកវារីនខាងការ ចុងអ៊ូកម្រាធជាបី ៣៤១៩០

TEST ITEM	TEST METHOD	LIMIT	RESULT
* 1. Appearance,	Visual	---	C&B
* 2. API Gravity @ 60 °F.°API	ASTM D 4052 -09	---	62.75
* 3. Density @ 15 °C.g/cm³	ASTM D 4052 -09	---	0.7282
* 4. Octane Number, Research Method,	ASTM D 2699 -97	---	91.0
* 5. Dry Vapour Pressure @ 37.8 °C.kPa	ASTM D 5191 -99	---	58.9
6. Distillation : Initial Boiling Point, °C	ASTM D 86 -07a	---	34.8
Distillation : 10% vol. Evaporated, °C	ASTM D 86 -07a	---	50.9
Distillation : 50% vol. Evaporated, °C	ASTM D 86 -07a	---	75.9
Distillation : 90% vol. Evaporated, °C	ASTM D 86 -07a	---	153.8
Distillation : End Point, °C	ASTM D 86 -07a	---	185.0
Distillation : Recovery, % vol.	ASTM D 86 -07a	---	97.9
Distillation : Residue, % vol.	ASTM D 86 -07a	---	1.2
* 7. Colour (Hue),	Visual	---	Yellow
* 8. Water Content, % wt.	ASTM D 6304 -00	---	0.02
* 9. Sulphur Content, % wt.	ASTM D 2622 -08	---	0.00283
* 10. Corrosion Silver Strip (3h/50 °C).Number	ASTM D 4814 (ANNEX A) -06	---	1
* 11. Solvent Washed Gum,mg/100mL	ASTM D 381 -04	---	0.5

Remark : * Test marked "Not TISI Accredited" in this Certificate are not included in the TISI Accreditation Schedule for our Laboratory

Approved by : Phurita Pothisuk
 Position Title : Quality Control Division Manager
 Date of Issue : 10 Jun 2011

(This certificate relates only to the sample tested. Reproduction of it or any of its constituent part is not permitted without the consent of Quality Control Division manager)

Certificate of Analysis

Product : Gasoline

Cert. No. T-11/14844
 Sample Lab No. : OP-11/14358 Delivery Date : 08 Jun 2011
 Customer/Supplier : External Customer (Testing Service) Date of Test : 08 Jun 2011

 Sample Location : ศูนย์กลางน้ำมันเชลล์ที่ 2 Date of Sampling : 08 Jun 2011
 Sample Condition : Normal
 Product Source : กลุ่มบริษัทเคมีชีวภาพและเคมีภัณฑ์ บริษัทบานาฟลัตเตอร์ฟาร์ม จำกัด จังหวัดอุบลราชธานี 34190

TEST ITEM	TEST METHOD	LIMIT	RESULT
* 1. Appearance,	Visual	---	C&B
* 2. API Gravity @ 60 °F,°API	ASTM D 4052 -09	---	62.46
* 3. Density @ 15 °C,g/cm ³	ASTM D 4052 -09	---	0.7233
* 4. Octane Number, Research Method.	ASTM D 2699 -97	---	88.2
* 5. Dry Vapour Pressure @ 37.8 °C,kPa	ASTM D 5191 -99	---	51.6
6. Distillation : Initial Boiling Point, °C	ASTM D 86 -07a	---	36.5
Distillation : 10% vol. Evaporated, °C	ASTM D 86 -07a	---	53.1
Distillation : 50% vol. Evaporated, °C	ASTM D 86 -07a	---	83.2
Distillation : 90% vol. Evaporated, °C	ASTM D 86 -07a	---	153.6
Distillation : End Point, °C	ASTM D 86 -07a	---	188.2
Distillation : Recovery % vol.	ASTM D 86 -07a	---	98.3
Distillation : Residue % vol.	ASTM D 86 -07a	---	1.2
* 7. Colour (Hue).	Visual	---	Yellow
* 8. Water Content,% wt.	ASTM D 6304 -00	---	0.01
* 9. Sulphur Content,% wt.	ASTM D 2622 -08	---	0.00271
* 10. Corrosion Silver Strip (3h/50 °C),Number	ASTM D 4814 (ANNEX A) -06	---	1
* 11. Solvent Washed Gum,mg/100mL	ASTM D 381 -04	---	0.5

Remark : * Test marked "Not TISI Accredited" in this Certificate are not included in the TISI Accreditation Schedule for our Laboratory

Approved by : Phurita Pothisuk
 Position Title : Quality Control Division Manager
 Date of Issue : 10 Jun 2011

(This certificate relates only to the sample tested. Reproduction of it or any of its constituent part is not permitted without the consent of Quality Control Division manager)

Page 1 of 1

Certificate of Analysis**Product : Gasoline**

Cert. No. : T-11/14845
 Sample Lab No. : OP-11/14359 Delivery Date : 08 Jun 2011
 Customer/Supplier : External Customer (Testing Service) Date of Test : 08 Jun 2011

 Sample Location : ตัวอย่างน้ำมันเบนซิน 3 Date of Sampling : 08 Jun 2011
 Sample Condition : Normal
 Product Source : สถานีบริการน้ำมัน มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อำเภอวิจิตร จังหวัดอุบลราชธานี 34190

TEST ITEM	TEST METHOD	LIMIT	RESULT
* 1. Appearance,	Visual	---	G&B
* 2. API Gravity @ 60 °F, °API	ASTM D 4052 -09	---	62.41
* 3. Density @ 15 °C, g/cm³	ASTM D 4052 -09	---	0.7295
* 4. Octane Number, Research Method,	ASTM D 2699 -97	---	84.8
* 5. Dry Vapour Pressure @ 37.8 °C,kPa	ASTM D 5191 -99	---	45.5
6. Distillation : Initial Boiling Point, °C	ASTM D 86 -07a	---	38.6
Distillation : 10% vol. Evaporated, °C	ASTM D 86 -07a	---	59.7
Distillation : 50% vol. Evaporated, °C	ASTM D 86 -07a	---	89.7
Distillation : 90% vol. Evaporated, °C	ASTM D 86 -07a	---	150.4
Distillation : End Point, °C	ASTM D 86 -07a	---	187.0
Distillation : Recovery, % vol.	ASTM D 86 -07a	---	98.1
Distillation : Residue, % vol.	ASTM D 86 -07a	---	1.0
* 7. Colour (Hue),	Visual	---	Yellow
* 8. Water Content, % wt.	ASTM D 6304 -00	---	0.02
* 9. Sulphur Content, % wt.	ASTM D 2622 -08	---	0.00288
* 10. Corrosion Silver Strip (3h/50 °C) Number	ASTM D 4814 (ANNEX A) -06	---	1
* 11. Solvent Washed Ount, mg/100mL	ASTM D 381 -04	---	<0.5

Remark : * Test marked "Not TISI Accredited" in this Certificate are not included in the TISI Accreditation Schedule for our Laboratory

Approved by : Phurita Pothisuk
 Position Title : Quality Control Division Manager
 Date of Issue : 10 Jun 2011

(This certificate relates only to the sample tested. Reproduction of it or any of its constituent part is not permitted without the consent of Quality Control Division manager)

Page 1 of 1

Certificate of Analysis**Product : Gasoline**

Cert. No.	T-11/14846	Delivery Date	: 08 Jun 2011
Sample Lab No.	: OP-11/14360	Date of Test	: 08 Jun 2011
Customer/Supplier	: External Customer (Testing Service)		
Sample Location	: ตัวอย่างเบนซิน grade 4	Date of Sampling	: 08 Jun 2011
Sample Condition	: Normal		
Product Source	: ค่ายบริการเชิงพาณิชย์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ชั้นเก่ากันเข้าexam จังหวัดอุบลราชธานี 34190		

TEST ITEM	TEST METHOD	LIMIT	RESULT
* 1. Appearance,	Visual	---	C&B
* 2. API Gravity @ 60 °F, API	ASTM D 4052 -09	---	62.27
* 3. Density @ 15 °C, g/cm³	ASTM D 4052 -09	---	0.7300
* 4. Octane Number, Research Method,	ASTM D 2699 -97	---	81.2
* 5. Dry Vapour Pressure @ 37.8 °C, kPa	ASTM D 5191 -99	---	38.0
6. Distillation : Initial Boiling Point, °C	ASTM D 86 -07a	---	43.1
Distillation : 10% vol. Evaporated, °C	ASTM D 86 -07a	---	66.1
Distillation : 50% vol. Evaporated, °C	ASTM D 86 -07a	---	96.4
Distillation : 90% vol. Evaporated, °C	ASTM D 86 -07a	---	149.4
Distillation : End Point, °C	ASTM D 86 -07a	---	189.8
Distillation : Recovery, % vol.	ASTM D 86 -07a	---	97.7
Distillation : Residue, % vol.	ASTM D 86 -07a	---	1.6
* 7. Colour (Hue).	Visual	---	Yellow
* 8. Water Content, % wt.	ASTM D 6304 -00	---	0.02
* 9. Sulphur Content, % wt.	ASTM D 2622 -08	---	0.00325
* 10. Corrosion Silver Strip (3h/50 °C), Number	ASTM D 4814 (ANNEX A) -06	---	1
* 11. Solvent Washed Gum, mg/100mL	ASTM D 381 -04	---	1.0

Remark : * Test marked "Not TISI Accredited" in this Certificate are not included in the TISI Accreditation Schedule for our Laboratory

Approved by : Phurita Pothisuk
 Position Title : Quality Control Division Manager
 Date of Issue : 10 Jun 2011

(This certificate relates only to the sample tested. Reproduction of it or any of its constituent part is not permitted without the consent of Quality Control Division manager)

Certificate of Analysis

Product : Gasoline

Cert. No.	T-11/14847	Delivery Date	: 08 Jun 2011
Sample Lab No.	: OP-11/14361	Date of Test	: 08 Jun 2011
Customer/Supplier	: External Customer (Testing Service)		
Sample Location	: ห้องท่อส่งน้ำมันดูดที่ 5	Date of Sampling	: 08 Jun 2011
Sample Condition	: Normal		
Product Source	: สถานีบริการน้ำมัน มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ถ.นาคนิวาส บ้านหนองรากานะ จังหวัดอุบลราชธานี 34190		

TEST ITEM	TEST METHOD	LIMIT	RESULT
* 1. Appearance,	Visual	---	C&B
* 2. API Gravity @ 60 °F, °API	ASTM D 4052 -09	---	62.35
* 3. Density @ 15 °C, g/cm³	ASTM D 4052 -09	---	0.7297
* 4. Octane Number, Research Method,	ASTM D 2699 -97	---	78.0
* 5. Dry Vapour Pressure @ 37.8 °C,kPa	ASTM D 5191 -99	---	31.2
6. Distillation : Initial Boiling Point, °C	ASTM D 86 -07a	---	48.9
Distillation : 10% vol. Evaporated, °C	ASTM D 86 -07a	---	73.6
Distillation : 50% vol. Evaporated, °C	ASTM D 86 -07a	---	102.1
Distillation : 90% vol. Evaporated, °C	ASTM D 86 -07a	---	149.0
Distillation : End Point, °C	ASTM D 86 -07a	---	190.2
Distillation : Recovery, % vol.	ASTM D 86 -07a	---	97.3
Distillation : Residue, % vol.	ASTM D 86 -07a	---	2.0
* 7. Colour (Hue),	Visual	---	Yellow
* 8. Water Content, % wt.	ASTM D 6304 -00	---	0.02
* 9. Sulphur Content, % wt.	ASTM D 2622 -08	---	0.00355
* 10. Corrosion Silver Strip (3h/50 °C),Number	ASTM D 4814 (ANNEX A) -06	---	1
* 11. Solvent Washed Gum, mg/100mL	ASTM D 381 -04	---	2.0

Remark : * Test marked "Not TISI Accredited" in this Certificate are not included in the TISI Accreditation Schedule for our Laboratory

Approved by : Phurita Pothisuk
 Position Title : Quality Control Division Manager
 Date of Issue : 10 Jun 2011

(This certificate relates only to the sample tested. Reproduction of it or any of its constituent part is not permitted without the consent of Quality Control Division manager)

ตารางที่ ๔.๑ ผลทดสอบสมบัติทางกายภาพค่าความร้อนน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

ID Code	Weight	Cal/g	Calib	B	Fuse	Kitrogen	Sulfur	Hydrogen	Total H20	Hoisture	Ash	Spike Wt	Time & Date
BEN20IC	1.00870	6318.2	2394.3	1	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00000	11:41 11-10-11
PAPER1	0.10050	3420.2	2395.0	1	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00000	12:06 11-10-11
PAPER2	0.09870	3435.7	2395.0	1	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00000	12:28 11-10-11
B100	0.30500	10655	2394.3	1	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00000	13:29 11-10-11
E75P25	0.30350	11205	2394.3	1	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00000	13:54 11-10-11
B50P50	0.30900	11433	2394.3	1	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00000	14:14 11-10-11
B25P75	0.30500	11602	2394.3	1	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00000	14:32 11-10-11
P100	0.30900	11763	2394.3	1	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00000	14:52 11-10-11

ภาคผนวก จ
ผลงานวิชาการที่เผยแพร่



ME-NETT 25
The 25th Conference of the Mechanical
Engineering Network of Thailand

งานประชุมวิชาการ เครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 25

ณ อ่าวนาวิงด้า รีสอร์ฟ จังหวัดระยี่บ วันที่ 19-21 ตุลาคม 2554

คณะกรรมการจัดงานประชุมวิชาการเครือข่าย
วิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 25
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตู้ป.๘ 1032 ไปรษณีย์เกษตรฯ กรุงเทพฯ 10903

เรื่อง รับรองการนำเสนอพิธีมีความในงานประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกล
แห่งประเทศไทยครั้งที่ 25

ผู้เขียน ท่านผู้คืบอาจารย์

คณะกรรมการจัดงานประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 25
ขอรับรองว่า นาย รอมศักดิ์ วิวัฒน์ปริญานนท์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เป็นผู้นำเสนอพิธีมีความในงานวิชาการ

บทความ: การศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็กกับน้ำมันจากเชื้อเพลิงดีเซล

รหัสบทความ: AEC51

ผู้คืบ: รอมศักดิ์ วิวัฒน์ปริญานนท์ อศุลป์ ธรรมชาติพงศ์ และ ฐนสันติ แสนทวีสุข

ในงานประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 25 ชั้งขั้นโดยภาควิชา
วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ร่วมกับสมาคมวิศวกรรมเครื่องกลไทย
เมื่อวันที่ 19-21 ตุลาคม 2554 ณ จังหวัดระยี่บ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(รองศาสตราจารย์ ดร. Kawit Kittikachorn กิตติมศักดิ์)

ประธานคณะกรรมการจัดงานประชุมวิชาการ
เครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 25



AEC 51

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 25
19-21 ตุลาคม 2554 จังหวัดกาฬสินธุ์

การศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันจากขยะพลาสติก

Study of the performance of a small gasoline engine with plastic waste plastic oil

รองศาสตราจารย์ วิรัฒน์บรีชานนท์ อุดมย์ จราญาเดชศรีอุบล ชุมสันติ แสงกีรติ
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
อ.วารินชัย ร.อุบลราชธานี 34190 โทร 0-4535-3309 E-mail: ron.npu@hotmail.com

Ronnasak Whatpreechanon Adun Janyaert-adun Chumsanti Santaweesuk
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Ubonratchathani University
Warinchumrab District, Ubonratchathani Province, 34190, Tel 0-4535-3309, Email: ron.npu@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันจากขยะพลาสติกเป็นเชื้อเพลิง ปรับเปลี่ยนเทียบกับการใช้น้ำมันเบนซิน 91 โดยนำมันที่มีนาโนไทรคลอฟอบได้จากการเผาไฟไวอิฐขยะพลาสติกที่ อุณหภูมิ 420 °C ตามเชื้อเพลิง เมื่อสังเกตจากอัตราและทางกายภาพพบว่ามีอัตราและไอลดีเยี่ยวกับน้ำมันเบนซิน 91 และจากการตรวจสอบน้ำมันพบว่า ความถ่วงจำเพาะและอุณหภูมิการกรอกน้ำมันเบนซิน 91 มีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานของน้ำมันเบนซิน 91 ซึ่งนำน้ำมันตัวอย่างมาทดสอบโดยใช้เติมในเครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็ก 1 ลูก ทำการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงาน และไมโครที่ได้มาเบรย์เทียนกับการเดินเครื่องยนต์โดยใช้น้ำมันเบนซิน 91 ทดสอบการศึกษาพบว่าต่าแรงปีต (Torque) สำหรับเบรก (Brake Power) และค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง จำเพาะ (BSFC) ของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันตัวอย่างและน้ำมันเบนซิน 91 มีค่าใกล้เคียงกันและมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันเมื่อศึกษาความเร้าของของเครื่องยนต์เปลี่ยนแปลงไป และจากการสังเกตพบว่าข้อดีที่ใช้น้ำมันจากขยะพลาสติกในการทดลองนั้น เครื่องยนต์สามารถทำงานได้ดี เดินเรียบ ไม่มีอาการระคุต ลดการหลุดกระแทก คำสำคัญ: น้ำมันขยะพลาสติก, ไฟไวอิฐ, สมรรถนะเครื่องยนต์

Abstract

This research is aimed to determine the performance of a gasoline engine operated by plastic garbage pyrolysis-oil fuel, compared with gasoline 91 fuel. The sample fuel produced by pyrolysis process of plastic waste at 420 °C. The physical appearance of the waste plastic oil in this study was similar to gasoline 91. By laboratory testing, the specific gravity and the temperature of the distillation of the sample fuel are close to the properties of gasoline 91 also. The sample oil was put in a small 1-piston gasoline engine and the operating performance data was collected by dynamometer. Compare to the data of the same engine when operated by gasoline 91, the result show that torque, brake power and brake specific fuel consumption (BSFC) of the engine were approximated at various engine speed. Noted that the



AEC 51

features of using the sample fuel were closed to using gasoline fuel, smooth operated and could be started up easily.

Keywords: Waste plastic oil, pyrolysis, engine performance

1. မြန်မာ

บังชุบันน์ในประเทศไทยมีประชากรเดินทางเข้าออกประเทศ
รวมทั้ง ลักษณะในด้านเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม
และการค้าข่ายตัวของชุมชนทำให้มีการบวบไปเกิดเพิ่มขึ้น
ให้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างที่มีเดียวและสืบเน้นเพื่อรองรับ
ให้เกิดปัญหาปริมาณของมนุษย์อย่างต่อเนื่องเป็นปัญหาที่
พบเห็นในปัจจุบันในเรื่องการจัดเก็บ การจัดการของมนุษย์
มุ่งผลประโยชน์และยิ่งมากเท่านี้เรื่อยๆ และหากที่จะหาวิธี
มาจัดการให้ทั่วถ้วน มีศักดิ์ที่ไม่เพียงพอในการจัดเก็บของ
ในปีพ.ศ.2550 ในประเทศไทยมีปริมาณของมนุษย์อยู่
ประมาณ 41,931 ตันต่อวัน ขณะนี้มากที่สุดในภาค
ตะวันออกเฉียงเหนือ 10,454 ตันต่อวัน รองลงมาคือ
ภาคกลางและภาคใต้มีปริมาณ 9,340 ตันต่อวัน ภาคกลาง
มีปริมาณ 7,571 ตันต่อวัน ภาคเหนือมีปริมาณ 6,749
ตันต่อวัน ภาคใต้มีปริมาณ 4,004 ตันต่อวัน และภาค
ตะวันออกมีปริมาณ 3,013 ตันต่อวัน การจัดการของ
มนุษย์อยู่ในประเทศไทยส่วนใหญ่หน่วยรัฐจะ 90%
ในขณะที่ที่กรุงเทพฯ จะถูกนำไปฝึกอบรม และอีกอย่าง
ละ 10 จะนำไปที่ภูฏาน กัมพูชาและลาว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
จะส่วนใหญ่ร้อยละ 64 จะถูกทิ้งในที่สูง ร้อยละ 35
จะถูกนำไปฝึกอบรม และร้อยละ 1 จะถูกนำไปเหล่า
โรงพยาบาล ส่วนของในพื้นที่นอกเขตเทศบาลส่วน
ใหญ่จะถูกทิ้งบนพื้นที่ที่ไม่ได้ทั่วทุกแห่ง [1] จากข้อมูล
เบื้องต้นที่ได้รับทราบถึงปัจจัยของมนุษย์ฝ่ายน้ำท่า
จัดการของมนุษย์ฝ่ายน้ำท่าโดยมีการฝังกลับและถูกทิ้งในที่สูง
เป็นส่วนมาก แต่มีช่วงบางประเภทที่ป้อนกลับได้ยาก
และการยอมรับถ่ายที่ต้องใช้เวลาสถานที่ โคลนเจาะ
ชั้นดินที่ถูกทิ้งในป่าและแม่น้ำ การถ่ายบ่อด้วยพืชพรรณ
ธรรมชาติประมาณ 450 ปี และถ้าไม่ถูกพลาสติกไป
ก็อาจดื้อวิธีการเมืองของท่าให้เกิดความลุกแวงจากอาณาจักร
เป็นตัวที่ไม่ได้ป้องกันภัยแกนน์ที่ได้รับความสนใจ
มากในขณะนี้ ศักดิ์การดูแลน้ำมันเชื้อเพลิงจากอาณาจักร

พลาสติกที่ใช้แล้ววิวัฒนาการความไหม้ในกระบวนการเผา
อากาศ(Pyrolysis) จากงานวิจัยของ N. Miskolczi และ
คณะ [2] ได้ทำการศึกษาการเผาไหม้ไม้เนื้อเพื่อสำรวจ
ข้อผลลัพธ์ด้านกระบวนการ ไฟโรโลซิส ที่อุณหภูมิ 520-
600 องศาเซลเซียส พบร้าไม้เนื้อเพลิงที่ได้จะอยู่ใน
กลุ่มของน้ำมันเบนโซและน้ำมันหนานากมีคุณสมบัติของ
น้ำมันรีบเพลิงใกล้เคียงกับบุหร笳หากวางแผนปีโภคภัย^{เมือง}
จากทางเว็บไซต์ของ สำนักงอก และคณะ[3] ได้ทำการศึกษา^{เมือง}
การเผาไหม้ไม้เนื้อสัมภาระและก้าวชี้เป็นทางของ
พลาสติก ผลกระทบของพบร้าอุตสาหกรรมปีโภคภัย 300-
400 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการ
ไฟโรโลซิส จะได้น้ำมันโดยประมาณ 1:1 หรือ^{เมือง}
ประมาณ 84% โดยน้ำหนัก สารที่เป็นน้ำมันที่มี
คุณสมบัติเดียวกับน้ำมันเบนโซในรากไม้

รายงานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาหา
ฤดูเมืองพัทช่องน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีผลต่อการเบบัดดอยตัว
ที่ได้จากการกระบวนการไฟฟ้ากระแสสัมภาระ ภายใต้สถานการณ์
อากาศและพื้นที่อยู่อาศัยในประเทศไทย ที่มีความต่างกัน 3 แบบ
ขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่ของเครื่องยนต์ ในเรื่อง
ที่พัฒนาพัฒนาการใช้เชื้อเพลิงที่มีความต่างกัน
เปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงเบนซิน 91 มาตรฐาน
ทั่วไป

2. การคำนึงถึงการภาคต้อง

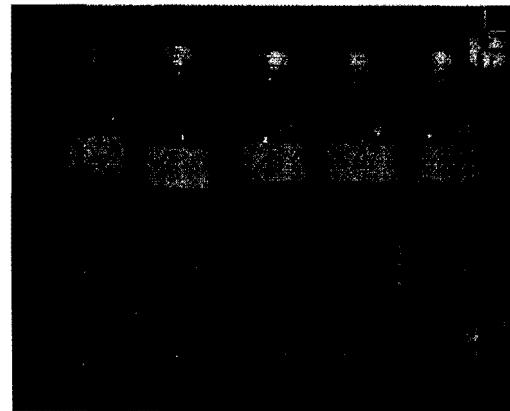
2.1 ការផលិតផ្តោមនៃថវិកាបច្ចុប្បន្ននៃផលាសត្វភីដើម្បី អគ្គ

ถุงพลาสติกที่ใช้สามารถนำไปทำให้กล้ายเป็น
ผ้าม่านเชือกเพิง ซึ่งเกิดจากวิธีการที่จะเปลี่ยนให้มัน
พัลส์งานแบบรูปที่มีตัวความร้อน ภายในได้สภาวะไว้
ถากาด ในห้องเผาให้มันร้อนเรียงก็อกถ่างหนึ่งว่า
“กระบวนการไฟไร้ควิชช์” ผลผลิตที่ได้จากการ
กระบวนการส่วนใหญ่จะเป็นของเหลวได้นกน้ำมัน
เชือกเพิงและเป็นแก๊สเชือกเพิงซึ่งแก๊สเชือกเพิงจะถูก
นำมาใช้เป็นเชื้อเพิงของกระบวนการไฟไร้ควิชช์



AEC 51

งานวิจัยนี้ได้ทำการกตัญญาน้ำมันที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่อุณหภูมิ 420 องศาเซลเซียส โดยนำน้ำมันที่ได้ส่องไว้ในห้องเผาไหม้มีลักษณะเป็นห่อหงายกระบอกมีความยาว 40 มิลลิเมตร ทำให้เกิดการกระจายของอุณหภูมิจากตัวไฟฟ้าตัวน้ำมันสู่หัวเผาไหม้ LPG ทำความร้อนซึ่งออกฤทธิ์เป็นอนุพันธุ์ของน้ำมันไว้ใช้อุณหภูมิในการกตัญญ์ 60 องศาเซลเซียส ถึง 170 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการกตัญญ์น้ำมันเชื้อเพลิงเบนซิน 91 ล้านนาที ด้านบนของหัวเผาไหม้ เป็นการออกของไอน้ำมันและกําลังเชื้อเพลิงตัดส่วนที่ใช้เชื่อมกับเงื่อนไขที่ใช้ ระยะเวลาในการกตัญญ์ประมาณ 30 นาที และความดันบรรยายการผลิตที่ ไอ้น้ำมันและกําลังเชื้อเพลิงจะดังต่อไปนี้คุณภาพน้ำมันที่ได้จากการกตัญญ์น้ำมันเชื้อเพลิงที่ตั้งกล่าวไปทดสอบหาท่า ความกว้างข้างเพาะ ความกว้าง ตัวออกเทน ความดันน้ำ เมื่อปรับเปลี่ยนเดือนกับน้ำมันเชื้อเพลิงเบนซิน 91



รูปที่ 1 ภาพของน้ำมันที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่อุณหภูมิ 420 °C และกตัญญ์ 60-170 °C

2.2 การปรับปรุงคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงโดยวิธีการผสม

การปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากการกตัญญ์ในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการนำ

น้ำมันจากการเผาไหม้ไฟฟ้าเชื้อเพลิงกับน้ำมันเบนซิน 91 ด้วยอัตราส่วนร้อยละโดยปริมาณห้องตู้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สัดส่วนของอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงและน้ำมันเชื้อเพลิงที่อัตราส่วนต่างๆโดยปริมาณ

ชนิด	น้ำมัน	น้ำมันเบนซิน 91	สัดส่วนของ
ที่	เบนซิน 91	กําลังเชื้อเพลิง	เชื้อเพลิง
1	100	0	B100
2	75	25	B75:P25
3	50	50	B50:P50
4	25	75	B25:P75
5	0	100	P100

และทำการทดสอบคุณสมบัติที่จำเป็นและสำคัญในการเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันเชื้อเพลิง ผสมที่อัตราส่วนต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยค่าความถ่วงจำเพาะ, ความร้อน, ค่าออกเทน, ความดันไอ และเยื่อยที่ยกกับค่าคุณสมบัติของน้ำมันเบนซิน 91 มาตรฐาน ความถือถูกน้ำมันของกระหงพานิชย์ โดยการทดสอบนี้ได้ทำการทดสอบที่ห้องปฏิบัติการตัวรวม ความถูกต้องทางกายภาพ บริษัท บ.พ.ก. จำกัด (มหาชน)

2.3 การทดสอบกับเครื่องยนต์

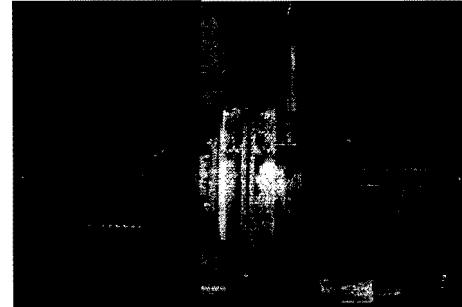
สำหรับการวัดกำลังงานของเครื่องยนต์ในงานวิจัยนี้จะใช้คุณภาพของน้ำมันเบนซินที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่อุณหภูมิ 420 °C และกตัญญ์ 60-170 °C เครื่องทดสอบการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เลิก ตือ เครื่องทดสอบการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เลิก ไวนามิเตอร์ (Dynamometer) ขนาด Engine Power Range 2.5-7.5 KW, Maximum Torque 12 N.m และ Maximum Speed 6,000 rpm โดยมีอุปกรณ์และการติดตั้งดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3 เครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบเป็นเครื่องยนต์แมกนั่มไฮดรอลิก เลิก 1 กระบอกสูบ บีบี Honda รุ่น GX 120 T1 เป็นอุปกรณ์ในการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งเป็นเครื่องยนต์ที่ผ่านการใช้งานแล้วไม่มีการปรับแต่งหรือตัดเยื่องเครื่องยนต์ที่ประการ มีรายละเอียดของเครื่องยนต์ดังตารางที่ 2

สำหรับการทดสอบกับเครื่องยนต์จะใช้น้ำมันเบนซิน 91 ผสมกับน้ำมันที่ได้จากการกตัญญ์โดยใช้ที่

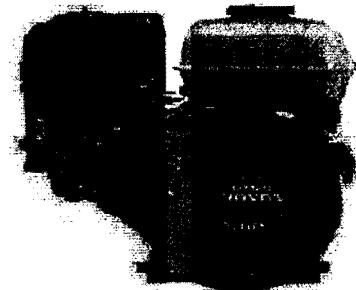


AEC 51

0%, 25%, 50%, 75% และ 100% ดังตารางที่ 1 สำหรับการศึกษาได้แก่ สำนวนปีติ สำหรับลัง อัตราการสูญเสียเชื้อเพลิงร้าไฟฟ้า และในส่วนการวัดค่าปริมาณสารมลพิษจากไอเสียของเครื่องยนต์ซึ่งจะได้รับการวัดที่ห้อ Fuji รุ่น ZFE-1 ดังรูป 5 เป็นเครื่องวัดปริมาณสารมลพิษจากไอเสียของเครื่องยนต์แก๊สโซลินีน ที่ความเร็วของถุงสูด ซึ่งได้แก่ ภาระบนถนนอย่างไรซ์ (CO) และไออกาคารบอน (HC) ที่เกิดจากการทดสอบเครื่องยนต์ที่ปั๊มน้ำออกอากาศโดยไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลินีน สามารถฐานในการวัดและข้างต้นจากประการการก่อสร้างของเครื่องยนต์ เรื่องที่ก่อให้เกิดการหลุดร่องรอยของแก๊สโซลินีน และการใช้ไออกาคารบอน จากห้องไอเสียของเครื่องยนต์แก๊สโซลินีน



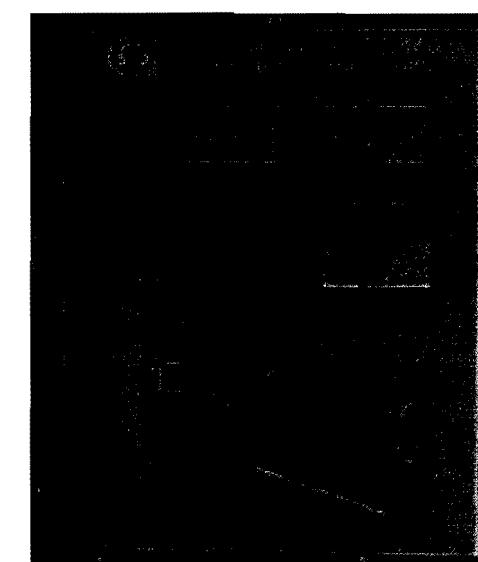
รูปที่ 3 ใหม่ในอิเล็กทริกต์กับเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สโซลินีน



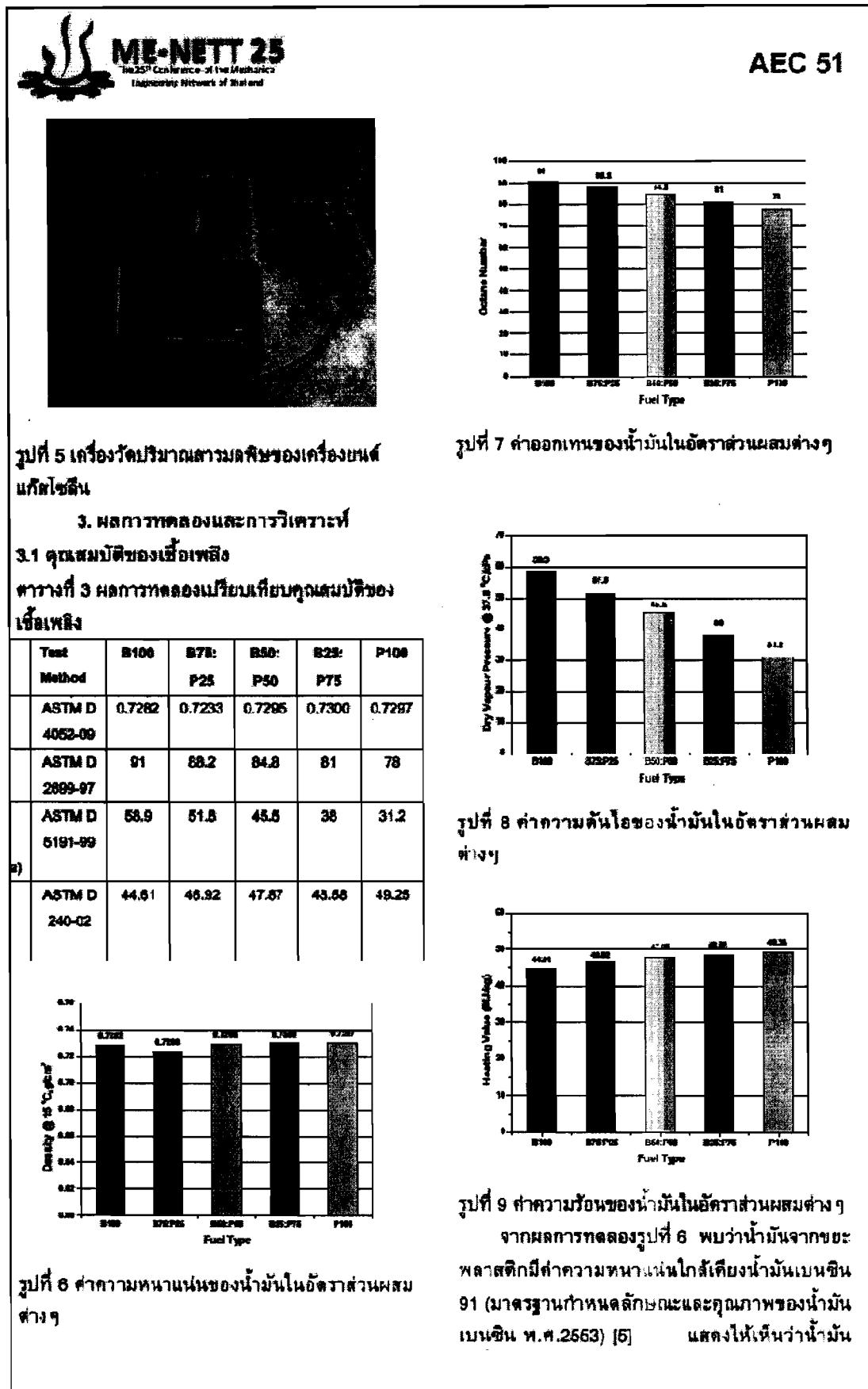
รูปที่ 4 เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดของเครื่องยนต์แก๊สโซลินีนที่ใช้แก๊สโซลินีน

รายการ	รายละเอียด
แบบเครื่องยนต์	เครื่องยนต์แก๊สโซลินีนแล็บแบบ 4 จังหวะ (OHC)
ปริมาตร การบีบอัด	118 cm ³
กระบอกสูบ X ระยะชัก	60x42 mm
แรงม้าสูงสุด	2.9 kw (4.0 hp) ที่ 4,000 rpm
แรงบิดสูงสุด	7.5 N.m (0.75 kg-m) ที่ 2,500 rpm
อัตราส่วนการอัด	8.5 : 1
หัวฉีดเชื้อเพลิง	แก๊สโซลินีน

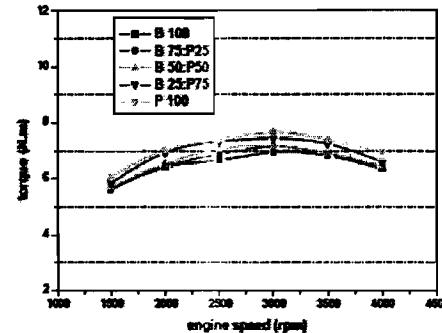


รูปที่ 2 ชุดทดสอบสมารถหมายของเครื่องยนต์

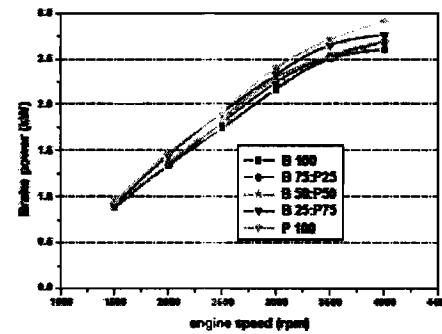


เรื่องเพลิงจากเครื่องยนต์ดีเซลที่ก่อความร้อนมาจากการใช้กับเครื่องยนต์เดิมๆ ให้มีค่าความร้อนไกส์เดียว กันกับน้ำมันเบนซิน 91 ส่วนค่าออกเทนมีค่าที่ใกล้เคียงน้ำมันเบนซิน 91 ตั้งแต่ 2000 ถึง 4000 rpm เมื่อมาผสานกันตามอัตราส่วนการผสมแต่ละน้ำมันจากบุคลาสติกให้ค่าออกเทนที่ต่ำกว่า น้ำมันเบนซิน 91 เมื่อนำไปใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลจะเกิดปัญหาอันเนื่องมาจากการเผาไหม้ไม่ดีและไม่ถูกเผาไหม้ตามอัตราการจุดระเบิดของหัวเผาไหม้และการถูกไฟฟ้าช็อกและทำให้เกิดการหลอกของเครื่องยนต์ได้ เมื่อนำน้ำมันเบนซิน 91 มาผสานสามารถเพิ่มค่าออกเทนให้สูงขึ้นได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนเครื่องยนต์ โดยมีค่าความดันไอของน้ำมันเบนซิน 91 มีค่าความดันไอสูงกว่าน้ำมันจากกระบวนการไฟโรลิซิส และเมื่อนำน้ำมันเบนซิน 91 มาผสาน จะทำให้น้ำมันจากบุคลาสติกมีค่าความดันไอใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานน้ำมันเบนซิน 91 มีผลทำให้เครื่องยนต์ดูดติดเดินเรียบได้ไม่ติดตุด และจากผลการทดลองรูปที่ 9 พบว่าค่าความร้อนของน้ำมันมีค่าที่เพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนผสมที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งมีผลให้ลดแรงต่อการเผาไหม้ของเครื่องยนต์เนื่องจากแรงเผาไหม้ของน้ำมันในเครื่องยนต์ที่เพาให้มากขึ้นในช่วงอุ่นเครื่องความร้อนที่จะถูกเปลี่ยนเป็นกำลัง

3.2 ผลกระทบจากการทดสอบกับเครื่องยนต์
หลังจากที่ได้ทดสอบคุณสมบัติของน้ำมันที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งได้จากกระบวนการไฟโรลิซิสที่อุณหภูมิ 420°C และนำไปปกติที่ $60-170^{\circ}\text{C}$ และนำไปน้ำมันดังกล่าวไปทดสอบกับเครื่องยนต์เบนซินขนาด 4.0 แรงม้า เพื่อทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์และวัดปริมาณสารมลพิษจากไอเสียของเครื่องยนต์ที่ปล่อยออกจากห้องไอเสีย ของเครื่องยนต์ในอัตราส่วนผสมต่างๆ เทียบกับน้ำมันเบนซิน 91 และได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 10 และ 11



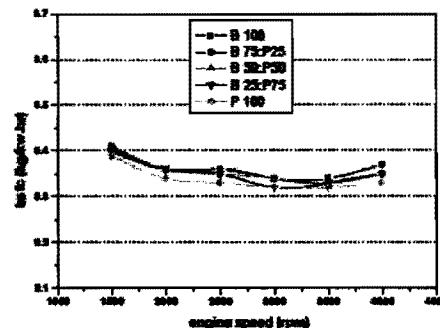
รูปที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงบิดกับความเร็วของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันเรือเพลิงชนิดต่างๆ



รูปที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังเมกะกัปตันกับความเร็วของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันเรือเพลิงชนิดต่างๆ

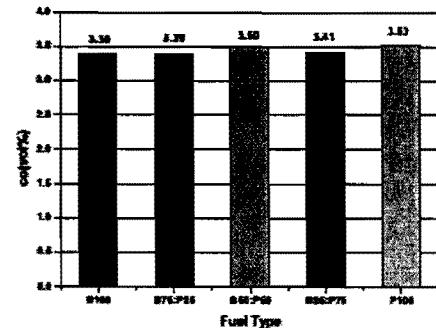
รูปที่ 10 และ 11 แสดงค่าแรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์ที่อัตราส่วนผสมต่างๆ ของน้ำมันจากบุคลาสติกเบรนเบนที่ใช้เพลิงน้ำมันเบนซิน 91 พบว่าน้ำมันเบนซินมีค่าแรงบิดต่างๆ ที่ผสมในอัตราส่วนให้ค่าแรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์ใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซิน 91 มาตรฐาน โดยน้ำมันจากบุคลาสติกจะให้แรงบิดและกำลังสูงกว่าน้ำมันเบนซิน เสิร์ฟเนอร์ และค่าแรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์จากน้ำมันผสมในอัตราส่วนต่างๆ จะมีค่าลดลงตามสัดส่วนเมื่อมีการผสมน้ำมันเบนซิน 91 มากขึ้น เมื่อทดสอบในช่วงความเร็วของเครื่องยนต์ 1500 ถึง 4,000 rpm จะพบว่าค่าแรงบิดสูงสุดที่ความเร็วของ

เครื่องยนต์ 3,000 rpm สำหรับท่าอากาศยานของเครื่องยนต์จะให้สักการสังคัญสูงสุดที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 4,000 rpm

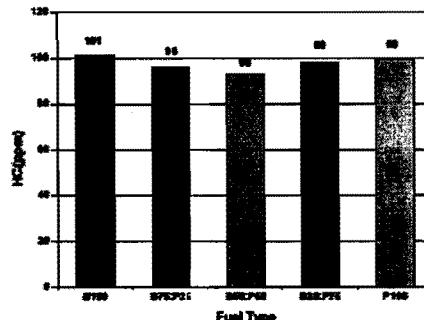


รูปที่ 12 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ที่ความเร็วรอบสูงสุด เซ็ตเพลิงสำหรับน้ำมันเบนซิน 91

จากรูปที่ 12 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง สำหรับเครื่องยนต์ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการนำ น้ำมันมาผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับ เครื่องยนต์นั้นพบว่าทำให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง สำหรับท่าอากาศยานน้ำมันเบนซิน 91 เมื่อจากว่าความ ร้อนจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์มีสำคัญกว่า น้ำมันเบนซิน 91 นั้นเอง



รูปที่ 13 แสดงปริมาณ CO จากไออกไซด์ของเครื่องยนต์ เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ที่ความเร็วรอบสูงสุด



รูปที่ 14 แสดงปริมาณ HC จากไออกไซด์ของเครื่องยนต์ เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ที่ความเร็วรอบสูงสุด

จากรูปที่ 13 และ 14 แสดงปริมาณการผลิตซึ่ง ปล่อยออกมากับไออกไซด์ของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมัน เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ที่ความเร็วรอบสูงสุด พบว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จะมีสำคัญ ที่สุดคงได้ไม่ช้าอยู่กับปริมาณของน้ำมันเบนซิน 91 ที่นำมามอบ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่วัดได้มีค่าใกล้เคียงกันทุกรายการที่นำน้ำมันเชื้อเพลิง สำหรับก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) ของเครื่องยนต์ ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ พบว่าเมื่อนำน้ำมัน เบนซิน 91 มาผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงจะให้ปริมาณ ก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) ต่ำกว่าปริมาณก๊าซ ไฮโดรคาร์บอน (HC) ที่ได้จากน้ำมันเบนซิน 91 และ น้ำมันที่ได้จากการบดเพลิงเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง แต่ ปริมาณสารผลิตซึ่งของไออกไซด์ในทางก๊าซนั้น

4. สรุปและนวัตกรรมอนาคต

1. นำน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติกที่กลับน้ำดื่ม จำกัดการท่อสูบน้ำดื่มบดตื้นของน้ำมันมีค่าที่ใกล้เคียง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน 91 ในมีค่า ความถ่วงสำหรับ ความร้อน สำรองแทน ความต้านทาน อุณหภูมิการกลั่น
2. นำน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติกที่กลับน้ำดื่ม ได้มีสมรรถภาพ นำน้ำมันเบนซิน 91 สามารถใช้กับเครื่องยนต์ได้โดยไม่ ต้องมีการปั้นและเพลิงเครื่องยนต์แต่ประการใด และได้ค่า แรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์มากกว่าน้ำมัน เบนซิน 91



AEC 51

3. น้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติกที่ก้อนได้มอบกับน้ำมันเบนซิน 91 ตามอัตราส่วนผสม ให้ปริมาณสารของพิษที่เกิดจากการเผาไหม้มีปริมาณสารน้อยที่สุดเท่ากับเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน 91 ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่สามารถใช้ทดแทนกันได้

4. น้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติกเมื่อนำมาถังแล้ว สามารถนำไปใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซลินได้ ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับเครื่องยนต์ เนื่องเครื่องยนต์ไม่ระดูดเร็วและเบาะเครื่องยนต์ได้ความหวานเร็วของเครื่องยนต์จากการเดินเครื่องยนต์ในระบบต้น(ต่ำกว่า 10 ชั่วโมง)

5. กิตติกรรมประกาศ

คุณสุริยา ขอบคุณคุณวิศวกรรม มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เทพบุตรเมืองวิจิตร สำราญ บริษัท เมืองสะคาด จำกัด ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยชิ้นนี้

เอกสารอ้างอิง :

- [1] พรวรรณ เพชรภักดี และกฤตญา จันทร์เสน สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม ภาควิชาฯ แห่งประเทศไทย ปีนักษัณ 2551.
- [2] N.Milekolczi, A. Angyal, L.Bertha, I.Valkai., "Fuels by pyrolysis of waste plastics from agricultural and packaging sectors in a pilot scale reactor", Fuel Processing Technology, 90 (2009) 1032-1040.
- [3] ฐานะ ฐานะน้ำดื่ม และน้ำดื่ม แซ่ต้าน. "การผลิตน้ำมันสังเคราะห์และก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก" ภาควิชาพิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2550.
- [4] กรมธุรกิจพลังงาน, เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันเบนซิน, พ.ศ.2553.
- [5] อ้อ พล ชื่อครรง และชายันต์ พริวีเรีย, หนังสือเชื้อเพลิงและวัสดุที่อยู่ใน, กระทรวงศึกษาธิการ, พ.ศ. 2545
- [6] วิภาดา หวานโภค. "ศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลินชนิดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิง" หลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

[7] ค่ายความคุ้มคุณภาพ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)

[8] ประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่องกำหนดเกณฑ์และวิธีการตรวจสอบก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซไฮโดรคาร์บอน จากห้องไอเสียของรถตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทั่วไปที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลิน



ที่ กศ.0514.4.1.5/A38

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
จังหวัดขอนแก่น 40002

๑๐ พฤษภาคม ๒๕๕๖

เรื่อง แจ้งการตีพิมพ์บทความ

เรียน นายสมศักดิ์ วิรัฒน์บุรีชานนท์

ตามที่ผ่านได้ส่งบทความวิชาการเรื่อง “การศึกษาสมบัติทางกายภาพของน้ำมันจากเชื้อเพลิงสีกและสารตะบันกับเครื่องยนต์” เกือบลงตีพิมพ์ในวิชาการน้ำที่ ๔๐ ฉบับที่ ๒ ประจำเดือนเมษายน – มิถุนายน ๒๕๕๖

บทความของท่านได้ผ่านการพิจารณาตามขั้นตอนเรียบร้อยแล้ว กองบรรณาธิการจึงพิจารณาแล้ว
เห็นสมควรตีพิมพ์บทความวิชาการของท่านลงในวิชาการน้ำที่ ๔๐ ฉบับที่ ๒ ประจำเดือนเมษายน –
มิถุนายน ๒๕๕๖

จึงเรียนมาเพื่อทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ปริญญา จินดาประเสริฐ)
บรรณาธิการ

วิชาการน้ำที่ ๔๐ โทร. ๐๔๓-๓๖๒๑๔๕-๖ ต่อ ๖๐๓ โทรสาร ๐๔๓-๓๖๒๑๔๒

หมายเหตุ : หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ คุณวิริยาพร ไกรศรีวรรธน์ (เจ้าหน้าที่ประสานงานวิชาการ น้ำ)

ที่อยู่ : วิชาการน้ำที่ ๔๐ ตึกเพิ่งรัชดา ชั้น ๗ ถนนวิภาวดีรังสิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ๔๐๐๐๒

E-mail : enjournal@kku.ac.th



การศึกษาสมบัติทางกายภาพของน้ำมันจากขยะพลาสติกและผลการทดลองเมื่อใช้กับเครื่องยนต์เบนซิน ขนาดเล็ก

Studying of physical properties of wasted plastic oil and its effect on small gasoline engine
รวมศักดิ์ วิรัตน์ปรีชาแนน,^{*} อุดมย จราชาเดชอุดมย และ ชุมสันติ แคนท์ธุรุษ

Ronnasak Wiwatpreechanon,^{*} Adun Janyalertadun and Chumsanti Santaweesuk

ภาควิชาจักรกลและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ชุมชนอุบลราชธานี 34190

Department of Mechanical Engineering, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani, Thailand, 34190

Received August 2012

Accepted December 2012

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้วัดคุณสมบัติทางกายภาพเป็นเชื้อเพลิงและผลของการใช้น้ำมันจากขยะพลาสติกผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 ต่อส่วนร่วมและการปั่นอย่างต่อเนื่องบนเครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็ก โดยทำการทดสอบกับเครื่องยนต์เบนซิน 1 ลูบราชัค 118 ซี.ซี. ที่ห้อง Honda รุ่น GX 120 T1 น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการศึกษามีดังนี้ น้ำมันเบนซิน 91 ที่สัดส่วน 100% และน้ำมันน้ำมันเบนซิน 91 ผสมน้ำมันจากขยะพลาสติกที่สัดส่วน 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 โดยปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ส่วนผสมต่างๆ จะถูกนำไปทดสอบบนห้องปฏิทักษากายภาพการเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงโดยเบรย์บันน้ำมันเบนซิน 91 ตามมาตรฐาน ASTM ตามนั้น นำน้ำมันเชื้อเพลิงที่ส่วนผสมต่างๆ ไปทดสอบกับเครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็ก เพื่อทำการทดสอบบนห้องรากน้ำ ที่ร่องยนต์ที่ร้อนการทำงานระหว่าง 1,500 - 4,000 รอบต่อนาที แบบการร้อนเต็มที่ (Full load) ประเมินค่าคุณสมบัติทางกายภาพที่ได้มาได้แก่ แรงบิด กำลังข้อมือและแรง และค่าการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำพวก และรักษาไอโคแคร์กอน (HC) และจากกําลังทดสอบพบว่า ผลการทดลองของน้ำมันเบนซินที่มีค่าไส้เดือนกันและมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อค่าความเร้าของข้อมูลเครื่องยนต์เปลี่ยนแปลงไป และจากกําลังทดสอบพบว่า ขณะที่ใช้น้ำมันจากขยะพลาสติกในการทดสอบนั้น เครื่องยนต์สามารถทำงานได้ดี เดินเรียบ ไม่มีอาการกระคลุค ลดลงติดตัวได้ง่าย ค่าแรงดันในไอดีมีค่าอยู่ในมาตรฐานที่ทางราชการกำหนด

คำสำคัญ : การปั่นอย่างต่อเนื่อง สมการน้ำ น้ำมันจากขยะพลาสติก

Abstract

This research aims to study the fuel properties, performance, and exhaust of using the fuel made from wasted plastic oil blended with gasoline 91 on small gasoline engine. The demonstration was operated on the gasoline engine, one cylinder volume 118 cc., Honda GX 120 T1. The tested fuels were the wasted plastic oil blended with gasoline 91 in the ratios of 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100 by volume. The blended fuels were tested to determine the fuel properties following the ASTM standard. Moreover, the blended fuels were tested by operated on small gasoline engine with full load, 1500 – 1400 rpm. Torque, power, specific consumption rate and exhaust gas released (CO and HC) were measured. The results showed that when changing the speeds all of tested, the

*Corresponding author. Tel.: +66 8 1391-3311 ; fax: +66 4251-1484

Email address: ron.npu@hotmail.com

engine performances trend to be good and show no significant difference. In addition, the engine operated by wasted plastic oil showed smooth running and easy to start. The exhaust gas is within the government standard.

Keywords : Emission, Performance, Wasted plastic oil

1. บทนำ

ปัจจุบันในประเทศไทยมีประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว มีการพัฒนาในด้านเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม และการขยายศักยภาพอุตสาหกรรมทำให้มีการบริโภคเพิ่มขึ้น ใช้หัวพาณิชย์ รวมทั้งต้องซ่อมแซมเครื่องและสิ่งปลูกสร้างให้เกิดปัญหา บริษัทฯ ยังคงเป็นปัญหาที่พบเห็นในปัจจุบันในเรื่องการจัดเก็บ การจัดการขยะมูลฝอยมีวัตถุจะยังคงซ่อนอยู่ ฯ และหากที่จะหารือมาจัดการให้หมด มีพื้นที่ไม่เพียงพอในการจัดเก็บขยะ ในปี พ.ศ. 2550 ในประเทศไทยมีปริมาณขยะมูลฝอยประมาณ 41,931 ตันต่อวัน จะพบมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 10,454 ตันต่อวัน รองลงมาติดๆ กับภาคตะวันออกเฉียงใต้ 9,340 ตันต่อวัน ภาคกลางมีปริมาณ 7,571 ตันต่อวัน ภาคเหนือมีปริมาณ 6,749 ตันต่อวัน ภาคใต้มีปริมาณ 4,804 ตันต่อวัน และภาคตะวันออกเฉียงใต้มีปริมาณ 3,013 ตันต่อวัน การจัดการขยะมูลฝอยในประเทศไทย ส่วนใหญ่พบร่องรอยละ 90 ในเขตพื้นที่กรุงเทพฯ จะถูกนำไปฝังกลบ แต่ถ้าร้อยละ 10 จะนำไปทำปุ๋ยหมัก ส่วนในเขตพื้นที่ภาคกลางและส่วนใหญ่ร้อยละ 64 จะถูกทิ้งในที่โล่ง ซึ่งร้อยละ 35 จะถูกนำไปฝังกลบ และร้อยละ 1 จะถูกนำไปเผาที่โรงเผาขยะ ส่วนร้อยละในพื้นที่เขตเทศบาลส่วนใหญ่จะถูกทิ้งบนที่โล่งทั้งหมด[1] จากการข้อมูลเมืองพื้นที่ที่ให้ทราบเดิมเป็นการขยะมูลฝอยและการจัดการขยะมูลฝอยโดยมีการฝังกลบและถูกทิ้งในที่โล่งเป็นส่วนมาก แต่มีส่วนบางประนภที่ย่อยสลายได้ยากและการย่อยสลายที่ด้อยกว่าระดับโลกนาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างประเทศพลาสติกที่มีรักษาระบบส่วนใหญ่จะรักษาไว้ในสภาวะไม่เสื่อม化 (Pyrolysis) จากงานวิจัยของ Miskolczi et al. [2] ได้ทำการศึกษาการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติกตัวอย่างขนาดการเผาไหม้ในสภาวะไร้อكسิเจน 450 ปี และถ้านำอุ่นพลาสติกไปเผาตัวอย่างที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 450 ปี ให้เกิดมลภาวะอากาศเป็นพิษ ทำให้น้ำมันปัจจุบันมีเทคโนโลยีการเปลี่ยนขยะพลาสติกให้เป็นพลังงานทดแทนที่ได้รับความสนใจมากในขณะนี้ คือการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติกที่ใช้แล้วตัวอย่างนี้จะต้องกระบวนการเผาไหม้ในสภาวะไร้อكسิเจนที่สูงกว่า 450 ปี กระบวนการเผาไหม้ในสภาวะไร้อكسิเจนจะต้องใช้เวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาไหม้ในสภาวะไร้อكسิเจนจะมีคุณสมบัติเช่นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้รับการผลิตจากขยะพลาสติก สามารถใช้ทดแทนน้ำมันดิบในเครื่องจักรยานยนต์ได้ จึงเป็นการลดภาระต่อสิ่งแวดล้อมและลดภาระต่อสังคม จึงเป็นการลดภาระต่อสังคมและลดภาระต่อสิ่งแวดล้อมที่สำคัญอย่างมาก

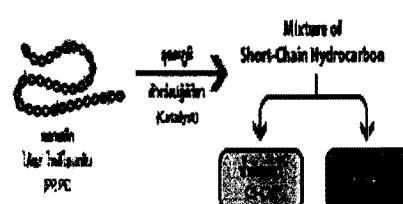
เชื้อเพลิงที่อุณหภูมิ 520°C พบร้าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จะอยู่ในอุณหภูมิน้ำมันแพนและน้ำมันหนามกมีคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิง ให้ดีเดียวกับอุตสาหกรรมเชื้อเพลิง จากการวิจัยของ จำรัส ชาร์มา และคณะ [3] ได้ทำการศึกษาการผลิตน้ำมันสังเคราะห์และก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก ผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิประมาณ 300-400°C เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการไฟฟ้าให้ก๊าซ จะได้น้ำมันโดยประมาณ 1:1 หรือประมาณ 84% โดยน้ำหนัก ส่วนที่เป็นน้ำมันที่มีสัมภาระให้ดีเดียวกับน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้

จากปัญหาขยะพลาสติกและจากงานวิจัยที่ผ่านมา จึงพบว่าสามารถผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติกและมีความเป็นไปได้ที่จะนำน้ำมันจากขยะพลาสติกมาประยุกต์ใช้กับเครื่องยนต์ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาหาคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ผลิตจากขยะพลาสติกที่ได้จากการเผาไหม้ในสภาวะไร้อكسิเจน 91 ที่อุ่นร้อน ของน้ำมันจากขยะพลาสติกร้อยละ 25, 50, 75, และ 100 โดยประมาณ สำหรับเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็ก ทดสอบสมรรถนะและการปลดปล่อยมลพิษของเครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็กถึงผลกระทบของเครื่องยนต์ เมื่อยกน้ำมันเชื้อเพลิงเบนซิน 91 มาตรฐานเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเป็นเชื้อเพลิงในการน้ำมันจากขยะพลาสติกกับน้ำมันเบนซิน 91 มาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็กทั่วไป

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

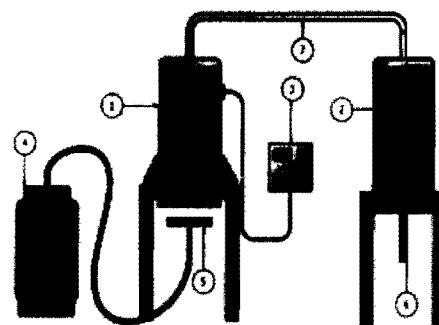
2.1 การเตรียมน้ำมันขยะพลาสติก

ถุงพลาสติกที่ใช้แล้วสามารถนำมาทำให้กลับเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งเกิดจากวิธีการที่จะเปลี่ยนรูปหลังงานความร้อน ภายใต้สภาวะไร้อكسิเจน ในห้องเผาในมั่นที่อยู่ร่องรอยของน้ำมัน เช่น กระบวนการไฟฟ้าให้ก๊าซ ในการเผาไหม้ในสภาวะไร้อكسิเจนนั้นจะว่า กระบวนการไฟฟ้าให้ก๊าซ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาไหม้ในสภาวะไร้อكسิเจนจะมีคุณสมบัติเช่นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้รับการผลิตจากขยะพลาสติก ต้องแสดงให้ในรูปที่ 1 ซึ่งแก๊สเชื้อเพลิงจะถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง ของการเผาไหม้ในสภาวะไร้อكسิเจน



รูปที่ 1 ปฏิวัติขั้นตอนการไฟไฮโลเชลล์

งานวิจัยนี้ได้ทำการกลั่นน้ำมันที่ได้จากการกระบวนการไฟไฮโลเชลล์จากผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 420°C โดยนำน้ำมันที่ได้ส่องไปในห้องเผาให้มีลักษณะเป็นห้องทรงกระบอกมีความกว้าง 40 มิลลิเมตร ทำให้เกิดการกระชาขของอุณหภูมิ จากค่าแห่งด้านล่างด้วยหัวเผาแก๊ส LPG ทำความร้อน ขึ้น nok ถูกจะเป็นขั้นตอนความร้อนทุ่มไว้ จะให้อุณหภูมิในการกลั่นที่ 60°C ถึง 170°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงเบนซิน 91 ด้านบนของห้องเผาใหม่ จะเป็นทางออกของไอน้ำมันและแก๊สเชื้อเพลิงสักครู่ที่ได้รับอยู่กับเชื้อในที่ใช้ระยะเวลาในการกลั่น ประมาณ 30 นาที และความดันบรรยายกาศคงที่ ไอน้ำมันและก๊าซเชื้อเพลิง จะส่งต่อไปยังถุงควบแน่น ตามที่ได้จากการกลั่นจะเป็นของเหลว ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2 และนำน้ำมันดังกล่าวไปทดสอบค่าคุณภาพ เช่น ค่าอุณหภูมิการกลั่น ค่าความคืบໄอ และค่าความร้อน ปริมาณเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงเบนซิน 91



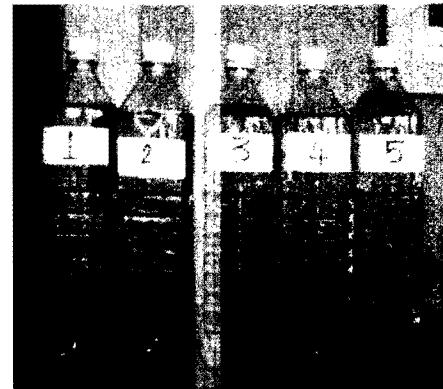
รูปที่ 2 รุ่กดลองการกลั่นน้ำมันที่ใช้ในการศึกษา

หมายเหตุ: รุ่กดลองการกลั่นประกอบด้วย

- 1) ห้องเผาใหม่ 2) รุ่กควบแน่น 3) รุ่กควบคุมอุณหภูมิ 4) ถังแก๊สLPG 5) รุ่กหัวเผาใหม่ 6) ช่องทางออกของเหลว 7) ห้องไอน้ำมัน

2.2 การปรับปรุงคุณสมบัติของเชื้อเพลิง

การปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากการกลั่นในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการนำน้ำมันจากกระบวนการไฟไฮโลเชลล์กับน้ำมันเบนซิน 91 ด้วยอัตราส่วนของโดยปริมาตรที่ $3:7$ และแสดงไว้ในรูปที่ 3 และในตารางที่ 1



รูปที่ 3 น้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากการทดลอง

ตารางที่ 1 สัดส่วนและอัตราส่วนของสมบัติเชื้อเพลิงผสมที่อัตราส่วนต่างๆ โดยปริมาตร

ชนิดที่	น้ำมัน	น้ำมัน	สัดส่วน
	เบนซิน 91	ระยะทางเดิน	
1	100	0	B100
2	75	25	B75:P25
3	50	50	B50:P50
4	25	75	B25:P75
5	0	100	P100

ทำการทดสอบคุณสมบัติที่จำเป็นสำหรับเชื้อความเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันเชื้อเพลิงผสมที่อัตราส่วนต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยค่าออกเทน ค่าอุณหภูมิการกลั่น ค่าความคืบ ไอและค่าความร้อน หลังจากนั้นจึงนำไปปรับปรุงเทียบกับค่าคุณสมบัติของน้ำมันเบนซิน 91 มาตรฐาน ตามข้อกำหนดของกรมธุรกิจพลังงาน พ.ศ. ๒๕๕๓ [4] โดยการทดสอบนี้ได้ทำการทดสอบที่ห้องปฏิบัติการส่วนควบคุมคุณภาพ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)

2.3 การทดสอบกับเครื่องยนต์

สำหรับการวัดกำลังงานของเครื่องยนต์ในงานวิจัยนี้ จะใช้คอกลอนสมรรถนะของเครื่องยนต์เล็ก ใบนานมีเมเตอร์ (Dynamometer) ขนาด Engine Power Range 2.5-7.5 kW. Maximum Torque 12 N.m และ Maximum Speed 6,000 rpm โดยมีอุปกรณ์และการติดตั้งดังรูปที่ 4 และรูปที่ 5 เครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบเป็นเครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็ก 1 กระบอกสูบยี่ห้อ Honda รุ่น GX 120 T1 เมื่ออุปกรณ์ใน การทดสอบดังแสดงในรูปที่ 6 ซึ่งเป็นเครื่องยนต์ที่ผ่านการใช้ มาแล้วไม่มีการปรับแต่งหรือตัดแปลงเครื่องยนต์แต่อย่างใด มีรายละเอียดของเครื่องยนต์ดังตารางที่ 2 สำหรับการ ทดสอบกับเครื่องยนต์จะใช้น้ำมันเบนซิน 91 ผสมกับน้ำมัน ที่ได้จากการกลั่นโดยใช้ที่ร้อนระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 ตามลำดับ ค่าที่ทำกาวศึกษาได้แก่ ค่าแรงบิด ค่ากำลัง อัตรา การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ ทำการทดสอบโดยเริ่ง เครื่องยนต์ไปที่ความเร็วรอบสูงสุดแล้วเพิ่มแรงเบรกที่ ใบนานมีเมเตอร์ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์จะลดลงตามแรงเบรกที่เพิ่มน้ำมันที่ก่อความเร็วรอบที่เปลี่ยนแปลงไปตาม แรงเบรกที่เพิ่มน้ำมันที่ก่อความเร็วรอบที่ (1)-(3) และใน ส่วนการวัดค่าบริมาณสามารถพิจารณาโดยเสียงของเครื่องยนต์ ซึ่งจะได้เครื่องวัดยี่ห้อ Fuji รุ่น ZFE-1 โดยใช้หลักการวัดแบบ NDIR สามารถวัดเครื่องห้องเครื่องยนต์ที่มีความแม่นยำกว่า 0.5% (CO) ได้ถึง 5.00 v/o และมีความสามารถวัดเครื่องห้องเครื่องห้อง ก๊าซไฮdrocarbon (HC) ได้ถึง 5,000 ppm ดังแสดงไว้ใน รูปที่ 7 โดยการทดสอบเครื่องยนต์ที่ปั่นอยู่จากห้องไอเสีย เครื่องยนต์ที่ได้เครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็กสามารถมาตรฐานใน การวัดและร่างอิงจากประการ กรมการชลประทาน ก็คือ ก้านเดือนที่และวิธีการตรวจทดสอบก้าวตามอนงค์ไสส์ และก้าวไสส์โดยการบ่อนจากห้องไอเสียของเครื่องยนต์เบนซิน ขนาดเล็ก

2.4 สมการที่เกี่ยวข้อง

$$T = F \times r \quad (1)$$

$$P = \frac{2\pi n T}{60} \quad (2)$$

$$BSFC = \frac{\gamma \times mf}{P} \quad (3)$$

เมื่อ T = แรงบิดของเครื่องยนต์ (N.m)

P = กำลังงานเบรกของเครื่องยนต์ (kw)

BSFC = Brake specific fuel consumption (kg/kw.hr)

F = แรงที่ของภาระที่ทำให้ระยับรัศมี (N)

r = ระยะรัศมีภาระที่ทำ (m)

n = ความเร็วรอบเครื่องยนต์ (rpm)

γ = ความหนาแน่นของน้ำมัน (kg/l)

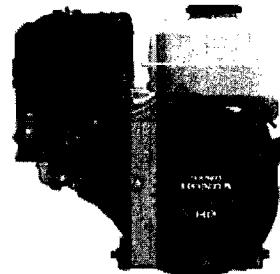
mf = อัตราการในลิตรของเชื้อเพลิง (l/kg)



รูปที่ 4 คุณภาพทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์



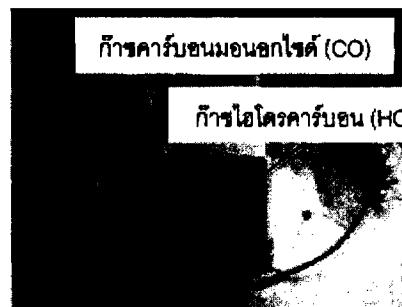
รูปที่ 5 ใบนานมีเมเตอร์ที่ต่อกับเครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบ



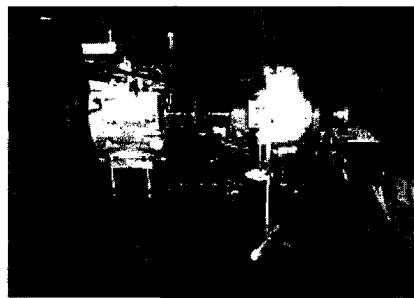
รูปที่ 6 เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 2 รายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

รายการ	รายละเอียด
แบบเครื่องยนต์	เครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็กแบบ 4 จังหวะ (OHC)
ปริมาตรกระบอกสูบ	118 cm ³
กระบอกสูบXระบายซึ้ง	60x42 mm
แรงม้าสูงสุด	2.9 kW (4.0 hp) ที่ 4,000 rpm
แรงบิดสูงสุด	7.5 N.m (0.75 kg-m) ที่ 2,500 rpm
อัตราส่วนการอัด	8.5 : 1
น้ำมันเชื้อเพลิง	แมกนีน



รูปที่ 7 เปรียบเทียบปริมาณสารมลพิษของเครื่องยนต์



รูปที่ 8 การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 สมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิง

จากการวิเคราะห์ผลบัตรของน้ำมันเชื้อเพลิงพบว่าระหว่างน้ำมันเบนซินกับน้ำมันเชื้อเพลิงเบนซิน 91 ที่อัตราส่วนผสมต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91 มาตรฐานดังตารางที่ 3

พบว่าน้ำมันจากเบนซินดิกติกที่ผ่านการกรองล้วนจากกระบวนการเผาไหม้ในสภาวะไวรอกาศ (Pyrolysis) แล้วนั้น มีค่าออกเทน 78.0 มีค่าต่ำกว่าน้ำมันเบนซิน 91 (มาตรฐานกำหนดสักขีดและคุณภาพของน้ำมันเบนซิน พ.ศ.2553) [5] และพบว่าค่าอุกเทนของน้ำมันผสมจะมีค่าลดลงเมื่ออัตราส่วนผสมต่างๆ ของน้ำมันจากเบนซินดิกติกที่ผ่านการกรองล้วนที่นี้เนื่องจากกระบวนการเผาไหม้ในสภาวะไวรอกาศจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของน้ำมัน เช่น ออกเทนจะถูกทำให้ลดลงและมีค่าต่ำกว่า 73.1°C ซึ่งมีค่าที่สูงกว่า น้ำมันเบนซิน 91 และค่ามาตรฐานที่กำหนดจะลดลงเมื่อมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนผสมต่างๆ ของน้ำมันจากเบนซินดิกติกที่ผ่านการกรองล้วนที่นี้ เช่น เมื่อนำไปใช้กับเครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็ก จะเกิดปัญหาเครื่องยนต์สตาร์ทได้ยาก และเครื่องยนต์จะดูดให้มีความกดอากาศสูงกว่าเดิมในอัตราส่วนเบนซิน 91 และจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนผสมต่างๆ ของน้ำมันจากเบนซินดิกติกที่ผ่านการกรองล้วนที่นี้ เช่น เมื่อนำไปใช้กับเครื่องยนต์สตาร์ทได้ยาก

เมื่อนำไปใช้กับเครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็ก เครื่องยนต์สามารถเร่งและเดินมาได้ไม่ลดคุณภาพจากน้ำมันเบนซินสามารถลดลงกับอากาศได้ในอัตราส่วนที่พอเหมาะสมกับการที่จะให้เครื่องยนต์เริ่มต้นได้รวดเร็ว การระเหยในอัตราส่วนเบนซิน 91 โดยประมาณ น้ำมันจากเบนซิน 91 และมาตรฐานกำหนด กำหนด และจะมีค่าลดลงตามอัตราส่วนผสมต่างๆ ของ

ตารางที่ 3 สมบัติของน้ำมันเรือเกรดที่ใช้ทดสอบ

ສັກສັກຂະໜາດ	ຈຳກັນດີ						
	Octane	Distillation, °C				Dry Vapour	Heating
	Number (RON)	10% vol Evaporated	50% vol Evaporated	90% vol Evaporated	End Point	Pressure (37.8°C,kPa)	Value (MJ/kg)
B100	91.0	50.9	75.9	153.8	186.0	58.9	44.61
B75:P25	88.2	55.1	83.2	153.6	188.2	52.6	46.92
B50:P50	84.8	59.1	89.7	150.4	187.0	45.5	47.87
B25:P75	81.0	66.1	96.4	149.4	189.8	38.0	48.58
P100	78.0	73.1	102.1	149.0	190.2	31.2	49.25
STD	≥ 91.0	≤ 70.0	≤ 110.0	≤ 170.0	≤ 200.0	≤ 62.0	-
ວິທີກະສອນ	ASTM D	ASTM D 86	ASTM D 86	ASTM D 86	ASTM D 86	ASTM D	ASTM D
	2699-97					5191-99	240-02

STD = ประการกกรรมสุจริตอาชญาคุ, 2553

* = ไม่กำหนดในประกาศกรมธุรกิจพลังงาน, 2553

น้ำมันจากยีพพลัสติกที่นำมายก升เพิ่มขึ้น เมื่อนำไปใช้กับเครื่องยนต์เบนซินนานาดีเซล พนวจ่าให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดและมีผลต่อการประหยัดน้ำมันเรื่อยเพลิง เมื่อจากมีอุณหภูมิการระเหยตัวที่มีผลต่อการเผาไหม้มีร่องเครื่องยนต์ และอุบลเดือดถูกทำลายลงอุณหภูมิการหลั่นน้ำมันจากยีพพลัสติก พนวจ่ามีค่าที่สูงกว่าน้ำมันเบนซิน 91 ประมาณร้อยละ 2 และจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนผสมต่างๆ ของน้ำมันจากยีพพลัสติกที่นำมายก升เพิ่มขึ้น แต่มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานกำหนด เมื่อนำไปใช้กับเครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็ก อาจทำให้เกิดปัญหาในด้านความสะอาดของการเผาไหม้มีร่องเครื่องยนต์ เนื่องจากอุณหภูมิการระเหยตัวถูกถูกทำหายใจออกถึงส่วนที่เหลือและปะปนมากับน้ำมันเพียงใหม่ ซึ่งชั่นอยู่กับบานิดของไออการ์บอนในส่วนที่หนักด้วย สำหรับค่าความตันปอนด์มีความสำคัญกว่าน้ำมันเบนซิน 91 และค่ามาตรฐานกำหนดจะลดลงเมื่ออัตราส่วนผสมต่างๆ ของน้ำมันจากยีพพลัสติกที่นำมายก升 เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นค่าตัวแปรตัวหนึ่งเมื่อยก升ไปใช้กับเครื่องยนต์เบนซินนานาดีเซล พนวจ่าอาจเกิดปัญหาศักดาเครื่องยนต์ดีบาก เมื่อจากมีการระเหยตัวง่ายจะมีค่าแรงดันที่สูง และส่วนเมืองการสูญเสียจากการระเหย

ตัวอย่างการถังน้ำมัน น้ำมันจากชีวภาพดิบมีการระเหยได้
ที่ร้าวว่าน้ำมันเบนซิน และส่วนค่าความร้อนของน้ำมันจาก
ชีวภาพดิบมีค่า 49.25 MJ/kg ซึ่งมีค่าสูงกว่าน้ำมันเบนซิน 91 (44.61 MJ/kg) ตามอัตราส่วนผสมที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งมี
ผลโดยตรงต่อกำลังที่ออกจากการเครื่องยนต์เนื่องจากการเผา
ในห้องน้ำมันซึ่งเหลือเชิงในเครื่องยนต์ที่เปลี่ยนไปในภายหลัง⁴
กับค่าความร้อนที่จะถูกเปลี่ยนเป็นกำลัง

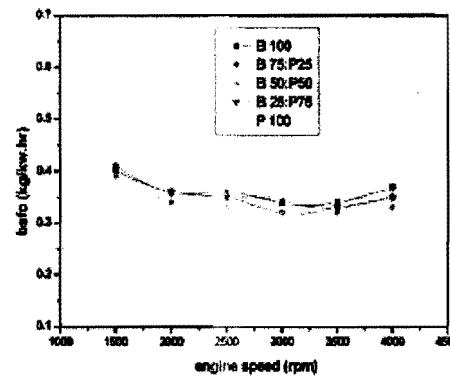
3.2 សម្រេចនាមខេត្តពេទ្យលាប

หลังจากที่ได้ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงแล้ว ได้นำน้ำมันดังกล่าวไปทดสอบกับเครื่องยนต์เบนซินขนาด 4.0 เมตรม้า เพื่อทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์และวัดปริมาณสารลมพิษจากไอเสียของเครื่องยนต์ ที่ปล่อยออกอากาศท่อไอเสียของเครื่องยนต์ในอัตราส่วนผสมต่างๆเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91 และได้ผลการทดสอบดังนี้ ที่ 9 และ 10 พบว่าค่าแรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์ที่อัตราส่วนผสมต่างๆ ให้ค่าแรงบิดและค่ากำลังสูงของเครื่องยนต์ที่อัตราส่วนผสมต่างๆให้ค่าแรงบิดและค่ากำลังเบรกของเครื่องยนต์ใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซิน 91 มาตรฐาน และ

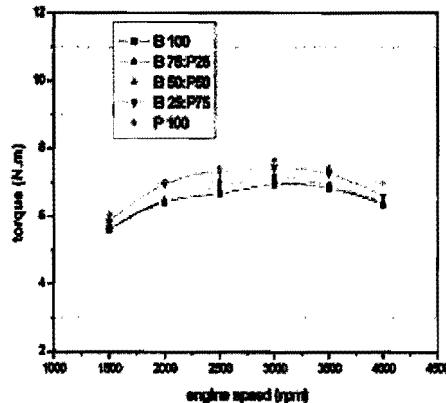
พบว่าแรงบิดและกำลังเบรกของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันจาก น้ำมันพลาสติก (P100) จะสูงสุดและจะลดลงตามสัดส่วนของ การผสมน้ำมันเบนซิน 91 แรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์ จะสูงสุดที่ความเร็วรอบ 3,000 และ 4,000 รอบต่อนาที ตาม ลำดับจะได้กำลังเบรกของเครื่องยนต์สูงสุด เครื่องยนต์ที่ใช้ เชื้อเพลิง P100 จะให้ค่าแรงบิดของเครื่องยนต์สูงกว่าเครื่อง ยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง B100, B75:P25, B50:P50 และ B25:P75 ประมาณร้อยละ 9.28, 6.53, 6.14 และ 2.61 ตามลำดับ และจากภาพที่ 10 ที่ความเร็วรอบ 4,000 รอบต่อนาทีเครื่อง ยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง P100 จะให้ค่ากำลังเบรกของเครื่องยนต์ สูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง B100, B75:P25, B50:P50 และ B25:P75 ประมาณร้อยละ 8.93, 7.90, 7.21 และ 5.15 ตามลำดับ

รูปที่ 11 ผลของการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ ของเครื่องยนต์ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการน้ำมันมีผล

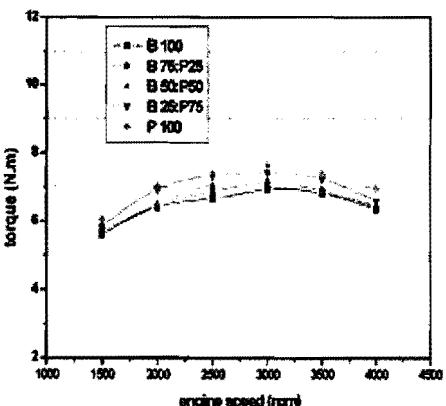
ตามอัตราส่วนน้ำใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์น้ำมันพบว่า ทำให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะต่ำกว่าน้ำมัน เบนซิน 91 เมื่อจากว่าความร้อนจากการเผาไหม้ของ เครื่องยนต์มีค่าที่สูงกว่าน้ำมันเบนซิน 91 นั้นเอง



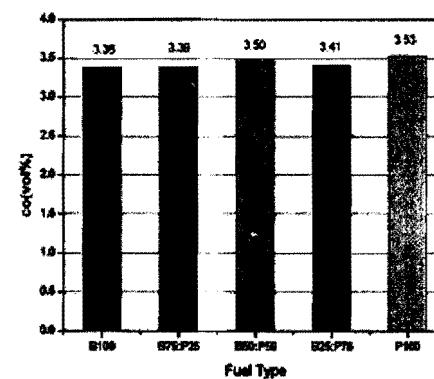
รูปที่ 11 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์



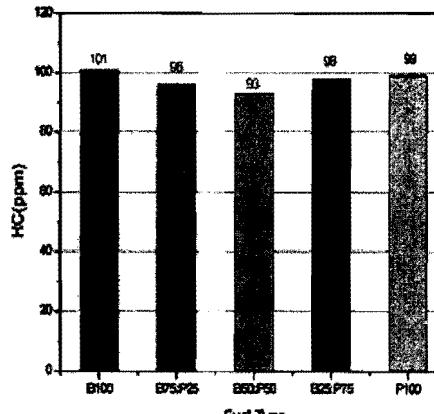
รูปที่ 9 ผลการทดสอบค่าแรงบิดของเครื่องยนต์



รูปที่ 10 ผลการทดสอบค่ากำลังเบรกของเครื่องยนต์



รูปที่ 12 ปริมาณ CO จากไอเสียของเครื่องยนต์



รูปที่ 13 ปริมาณ HC จากไอเสียของเครื่องยนต์

รูปที่ 12 และ 13 แสดงปริมาณสารน้ำมันพาราфинที่ปล่อยออก มา กับไออกซีของเครื่องยนต์อย่างน้ำมันเชื้อเพลิงน้ำมันดินที่ความเร็วของถูกทดสอบ พบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนจะมีค่าเพิ่มน้อยลง โดยไม่เรื่องอยู่กับปริมาณของน้ำมันเบนซิน 91 ที่นำมาสูบ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่วัดได้มีค่าเพิ่มน้อย ซึ่งพบว่าเมื่อใช้เชื้อเพลิง B75:P25, B50:P50, B25:P75 และ P100 จะมีค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เพิ่มน้อย ประมาณ 0.29, 3.55, 0.88 และ 4.48 ตามลำดับ เมื่อเทียบ กับน้ำมันเบนซิน 91 ซึ่งอยู่ภายใต้มาตรฐานที่กรรมการชั้นสูง กำหนดคือ ว่ายั่ง 3.5 [6] สำหรับก๊าซไฮโดรคาร์บอนของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงน้ำมันดินที่ 91 น้ำมันดินตามข้อต่อส่วนผสมต่างๆ จะให้ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนลดลงร้อยละ 4.95, 7.92, 2.97 และ 1.98 ตามลำดับ

4. สรุปผลการทดลอง

ผลที่ได้จากการทดลองในรายวิชานี้สามารถสรุปได้ดังนี้

1. น้ำมันเชื้อเพลิงจากยีราฟพลาสติกที่ถูกถักได้ พบร้า จากการทดสอบคุณสมบัติของน้ำมันมีค่าที่ใกล้เคียงเมื่อเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91 สามารถใช้กับเครื่องยนต์ได้โดยไม่ต้องมีการปรับแต่งเครื่องยนต์ที่ประการใด และให้ค่าแรงบิดและกำลังขับเครื่องยนต์มากกว่าน้ำมันเบนซิน 91
2. น้ำมันเชื้อเพลิงจากยีราฟพลาสติกที่ถูกถักได้สมกับน้ำมันเบนซิน 91 ตามอัตราส่วนผสม ให้ปริมาณสารน้ำมันพาราฟินที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้มีปริมาณสารน้ำมันพาราฟินที่ใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซิน 91 ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่สามารถใช้ทดแทนกันได้
3. น้ำมันเชื้อเพลิงจากยีราฟพลาสติกที่ถูกถักได้สมกับน้ำมันเบนซิน 91 ตามอัตราส่วนผสม ให้ปริมาณสารน้ำมันพาราฟินที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้มีปริมาณสารน้ำมันพาราฟินที่ใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซิน 91 ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่สามารถใช้ทดแทนกันได้
4. น้ำมันเชื้อเพลิงจากยีราฟพลาสติกมีน้ำมากถั่น แม้ว่า สามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็กได้ ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับเครื่องยนต์ เนื่องจากเครื่องยนต์ไฟฟ้าติดตั้งและเบา เครื่องยนต์ได้ตามความเร็วของเครื่องยนต์จากการเดินเครื่องยนต์ในระยะสั้น (ค่ากว่า 10 วินาที)

5. ทิศทางการประยุกต์

คณบดีวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และบริษัท เมืองสะอาด จำกัด ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยขั้นนี้ และขอขอบคุณฝ่ายควบคุมคุณภาพ บริษัท ปทท. จำกัด (มหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์ท่องปฏิบัติการในภาคทดสอบ สมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิง และภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ชีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องยนต์เบนซิน ขนาดเล็ก

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Phetchpakdee P, Jantarasena K. The Industrial Environment, The Federation of Thai Industries, September; 2008 [cited 2013 May 15] Available from: URL: <http://www.ftiplastic.com/images/download/32/fti-a1.pdf>. (In Thai).
- [2] Miskolczi N, Anyai A, Bartha L, Valkai I. Fuels by pyrolysis of waste plastics from agricultural and packaging sectors in a pilot scale reactor, Fuel Process Technol; 2009; 90: 1032-1040.
- [3] Thamrongmas J, Sae-Dan M. The production of synthetic oil and fuel gas from waste plastic, Department of Physics, Bangkok: Silpakorn University; 2550. (In Thai).
- [4] Department of Energy Business. Regulation of characteristic & quality of Benzene oil; 2007 [cited 2013 May 15] Available from: URL: http://bla.excise.go.th/admin/upload_law/4176.pdf. (In Thai).
- [5] Suetrong A, Srivichian S. Fuel & Lubricant Materials. Bangkok: Ministry of Education; 2002. (In Thai).
- [6] Department of Land Transport. Criteria and procedures to monitor the carbon monoxide and hydrocarbon from car using gasoline engine exhaust pipes under the road transport. 1998 [cited on 2013 May 15] Available from: URL: http://www.dlt.go.th/th/attachments/plan48-51/2801_image0561.pdf. (In Thai).

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายรณศักดิ์ วิวัฒน์ปรีชาานันท์
วัน เดือน ปีเกิด	18 ตุลาคม 2516
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2529 – 2531 โรงเรียนครพนมวิทยาคม พ.ศ. 2533 – 2535 โรงเรียนเทคโนโลยีภาคตะวันเฉียงเหนือ สาขาวิชาช่างยนต์ พ.ศ. 2537 – 2538 วิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพมหานคร สาขาวิชาช่างยนต์ พ.ศ. 2539 – 2543 บริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวาระจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศรีปทุม พ.ศ. 2544 – 2545 ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พ.ศ. 2548 – 2550 อุดสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี เครื่องกลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตสกุน哗ง พ.ศ. 2551 - 2556 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ประวัติการทำงาน พ.ศ. 2541 – 2545 ครุศาสตราจารย์สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2548 – ปัจจุบัน ตำแหน่งและสถานที่ทำงานในปัจจุบัน อาจารย์สาขาวิชาช่างยนต์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์