

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาการกักกรองของน้ำมัน E85 ของท่อโพลีเมอร์

Compatibility test E85



T104243



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....104243
วัน,เดือน,ปี..... 3 0 ๒๕.๕2

b. 104243
i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาการกัดกร่อนของน้ำมัน E85 ของท่อโพลีเมอร์

Compatibility test E85



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาการกัดกร่อนของน้ำมัน E 85 ของท่อโพลีเมอร์

Compatibility test E85

โดย

นายไกรภพ อ่อนราช

นายคุณวุฒิ วิเชียรเครือ

นายวสุ งามสรรพ

นายสิทธิพร ศิริปัญญา

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.ปัญญา จันทร์สุวรรณ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2551

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์


สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาการกัดกร่อนของน้ำมัน E85 ของท่อโพลีเมอร์
Compatibility test E85

ผู้จัดทำ

1. นายไกรภพ อ่อนราช รหัสประจำตัว 49015483
2. นายคุณาวุฒิ วิเชียรเครือ รหัสประจำตัว 49015485
3. นายวสุ งามสรรพ์ รหัสประจำตัว 49015506
4. นายสิทธิพร ศิริปัญญา รหัสประจำตัว 49015513




(ดร.ปิญญา ชันธุ์สุวรรณ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาการกักกรองของน้ำมัน E85 ของท่อโพลิเมอร์

นายไกรภพ อ่อนราช รหัสประจำตัว 49015483

นายคุณาวุฒิ วิเชียรเครือ รหัสประจำตัว 49015485

นายวสุ งามสรรพ รหัสประจำตัว 49015506

นายสิทธิพร ศิริปัญญา รหัสประจำตัว 49015513

ดร.ปัญญา ชันธุ์สุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2551

บทคัดย่อ

จากสภาวะราคาน้ำมันในประเทศที่เพิ่มขึ้นต่อเนื่อง ได้ส่งผลกระทบต่อประชาชนทั่วไปทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยรวมแล้วค่าครองชีพของประชาชนก็จะสูงขึ้นตาม เพื่อบรรเทาผลกระทบที่เกิดขึ้นรัฐบาลจึงได้พยายามส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงทดแทนที่มีส่วนผสมเอทานอลร้อยละ 85 โดยปริมาตรกับน้ำมันเบนซิน หรือที่ใช้ชื่อทางการค้าว่า อี85 (E85) เพื่อให้การส่งเสริมของภาครัฐบาลบรรลุจุดมุ่งหมาย การศึกษาการใช้เชื้อเพลิงชนิดนี้อย่างรอบด้านจึงมีความจำเป็น หนึ่งในความสนใจดังกล่าวคือผลกระทบของ E85 ต่อชิ้นส่วนรถยนต์ในระบบส่งจ่ายเชื้อเพลิงของรถยนต์รุ่นเก่า ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้มุ่งความสนใจไปที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคล โดยที่ชิ้นส่วนของรถยนต์รุ่นปี 2005 ได้ถูกคัดเลือกเพื่อนำมาทดสอบความทนในการกักกรองของเชื้อเพลิง โดยวิธีการแช่ในภาชนะระบบปิดที่อุณหภูมิ 55 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2000 ชั่วโมง ซึ่งการทดสอบดังกล่าวได้ถูกออกแบบให้เป็นไปตามมาตรฐาน SAE และ ASTM เพื่อจำลองสภาวะการใช้งานจริง ทั้งระหว่างการทดสอบรวมไปถึงหลังสิ้นสุดการทดสอบ ได้มีการบันทึกค่าข้อมูล ได้แก่ขนาด น้ำหนัก ความแข็ง รวมถึงภาพถ่าย ของชิ้นส่วนที่แช่ในเชื้อเพลิง E85 เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากชิ้นส่วนที่แช่ในเชื้อเพลิง E10 เพื่อการวิเคราะห์ในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Compatibility test E85

Mr. Kripop	Onrach	Student ID 49015483
Mr. Kunawut	Vichainkruea	Student ID 49015485
Mr. Wasu	Ngamsan	Student ID 49015506
Mr. Sittiporn	Siripanya	Student ID 49015513
Dr.Panya Khansuwan		Advisor

Abstract

As the soaring gasoline price, the study of using alternative gasoline blends with other oxygenate additives such as Ethanol, Methanol, etc., to automotives becomes necessary and considerably vital. In Thailand, gasoline mixtures with 85% Ethanol by volume so called E85 recently available with guaranteed lower selling price are expected to replace former types of gasoline. The looming change leads to certain concerns on material compatibility with E85 for automobiles deliberately not designed to run by such blends. Parts in fuel supply systems of pre-determined automobiles of years 2005, believed to represent most used passenger vehicles in Thailand, were selected. Fluid immersion tests complying with SAE and ASTM were performed to those parts. Contained in closed containers, the metallic and polymeric parts were submersed in test fluids inside an oven in which temperature was maintained at $55 \pm 2^{\circ}\text{C}$ for at least 2000 hours. Weekly collected data, i.e. physical appearances and physical properties, were statistical evaluated for parts' compatibility to E85 by comparing the data to those collected from the other parts submersed in E10 test fluid.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจเสร็จได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จลงได้ก็คือ อาจารย์ ปัญญา ชันธุ์สุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยเหลือเสมอมา

ขอขอบคุณพี่กาหลง บัวนาถ บัณฑิตศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย นักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และเพื่อนร่วมงานทุกคนที่มีส่วนทำให้การศึกษาและปริญญาานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

และสุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา พี่น้อง รวมถึงครอบครัวของคณะผู้จัดทำ อันเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ที่ให้การอบรมเลี้ยงดู พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา ในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ คณะผู้จัดทำขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นายไกรภพ อ่อนราช
นายคุณาวุฒิ วิเชียรศรีเรือ
นายสิทธิพร ศิริปัญญา
นายวสุ งามสรรพ

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย	II
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	III
กิตติกรรมประกาศ	IV
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูปภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 สมมติฐานของการศึกษา	2
1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย	2
1.5 การเปรียบเทียบระหว่างวิธีการที่นำเสนอกับวิธีการแบบพื้นฐาน	2
1.6 ขั้นตอนการศึกษา	3
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ผลกระทบของน้ำมันเบนซินผสมเอทานอลร้อยละ 20 ต่อชิ้นส่วนรถยนต์	4
2.2 การศึกษาผลกระทบของน้ำมัน E20 ต่อส่วนประกอบพลาสติกในรถยนต์	18
2.3 มาตรฐานวิธีการสำหรับกำหนดคุณสมบัติพลาสติกของวัสดุโพลีเมอร์ SAE J1748	31
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และการทดลอง	35
3.1 วัสดุในการทดลอง	35
3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง	45
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่า	46
3.4 วิธีทำการทดลอง	48
3.4.1 เตรียมชิ้นส่วน	48
3.4.2 วัดค่าต่างๆ ก่อนการทดลอง	49
3.4.3 แช่ชิ้นส่วนในน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิด	51
3.4.4 เก็บผลทุกสัปดาห์	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
3.4.5 วัดค่าความแข็ง	56
3.4.6 อบแห้งและเก็บผลครั้งสุดท้าย	57
บทที่ 4 ผลการทดลอง	58
4.1 ผลการทดสอบน้ำหนัก	58
4.2 ผลการทดสอบความแข็ง	88
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	92
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก ก.คุณสมบัติของเครื่องมือวัดค่า	
ภาคผนวก ข.ขั้นตอนในการพิจารณาภาวะสมดุล	
ภาคผนวก ค.การหาเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก	
ภาคผนวก ง.การหาเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก	
ภาคผนวก จ.การหาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็ง	

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้าที่
2.1 ตารางสรุปวิธีการทดสอบแซ่ของวัสดุชนิดต่างๆ	8
2.2 ผลการประเมินชิ้นส่วนรถยนต์ยี่ห้อ A	14
3.1 ชิ้นส่วนที่นำมาทดสอบ	36
4.1.1 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนยางรองปัมหัวฉีด (23249-46180) กับน้ำมัน E10	58
4.1.2 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนยางรองปัมหัวฉีด (23249-46180) กับน้ำมัน E85	59
4.1.3 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนยางรองปัมหัวฉีด (23249-46180) กับน้ำมัน E100	60
4.1.4 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (23291-41010) กับน้ำมัน E10	61
4.1.5 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (23291-41010) กับน้ำมัน E85	62
4.1.6 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (23291-41010) กับน้ำมัน E100	63
4.1.7 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อxygen ไอน้ำมันเชื้อเพลิง (23827-0M020) กับน้ำมัน E10	64
4.1.8 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อxygen ไอน้ำมันเชื้อเพลิง (23827-0M020) กับน้ำมัน E85	65
4.1.9 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อxygen ไอน้ำมันเชื้อเพลิง (23827-0M020) กับน้ำมัน E100	66
4.1.10 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อxygen น้ำมันเชื้อเพลิง (23901-21060) กับน้ำมัน E10	67
4.1.11 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อxygen น้ำมันเชื้อเพลิง (23901-21060) กับน้ำมัน E85	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้าที่
4.1.12 ผลน้ำหนักรูปแยกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อขายน้ำมันเชื้อเพลิง (23901-21060) กับน้ำมัน E100	69
4.1.13 ผลน้ำหนักรูปแยกและอบแห้งของชิ้นส่วนขายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง (77027-52070-1) กับน้ำมัน E10	70
4.1.14 ผลน้ำหนักรูปแยกและอบแห้งของชิ้นส่วนขายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง (77027-52070-1) กับน้ำมัน E85	71
4.1.15 ผลน้ำหนักรูปแยกและอบแห้งของชิ้นส่วนขายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง (77027-52070-1) กับน้ำมัน E100	72
4.1.16 ผลน้ำหนักรูปแยกและอบแห้งของชิ้นส่วนขายน้ำมันไหลกลับ (77209-52020) กับน้ำมัน E10	73
4.1.17 ผลน้ำหนักรูปแยกและอบแห้งของชิ้นส่วนขายน้ำมันไหลกลับ (77209-52020) กับน้ำมัน E85	74
4.1.18 ผลน้ำหนักรูปแยกและอบแห้งของชิ้นส่วนขายน้ำมันไหลกลับ (77209-52020) กับน้ำมัน E100	75
4.1.19 ผลน้ำหนักรูปแยกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อทางคบน้ำมันใหญ่ (77213-0D030) กับน้ำมัน E10	76
4.1.20 ผลน้ำหนักรูปแยกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อทางคบน้ำมันใหญ่ (77213-0D030) กับน้ำมัน E85	77
4.1.21 ผลน้ำหนักรูปแยกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อทางคบน้ำมันใหญ่ (77213-0D030) กับน้ำมัน E100	78
4.1.22 ผลน้ำหนักรูปแยกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อทางคบน้ำมันเล็ก (77269-0D010) กับน้ำมัน E10	79
4.1.23 ผลน้ำหนักรูปแยกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อทางคบน้ำมันเล็ก (77269-0D010) กับน้ำมัน E85	80
4.1.24 ผลน้ำหนักรูปแยกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อทางคบน้ำมันเล็ก (77269-0D010) กับน้ำมัน E100	81
4.1.25 ผลน้ำหนักรูปแยกและอบแห้งของชิ้นส่วน โอริงหัวฉีด (90301-07037-1) กับน้ำมัน E10	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้าที่
4.1.26 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วน โอริงหัวฉีด (90301-07037-1) กับน้ำมัน E85	83
4.1.27 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วน โอริงหัวฉีด (90301-07037-1) กับน้ำมัน E100	84
4.1.28 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อยาง โอน้ำมัน 2 (95333-06020) กับน้ำมัน E10	85
4.1.29 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อยาง โอน้ำมัน 2 (95333-06020) กับน้ำมัน E85	86
4.1.30 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อยาง โอน้ำมัน 2 (95333-06020) กับน้ำมัน E100	87
4.2.1 ผลการทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนยางรองปั๊มหัวฉีด (รหัสชิ้นส่วน 23249-46180)	88
4.2.2 ผลการทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (รหัสชิ้นส่วน 23291-41010)	88
4.2.3 ผลการทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนท่อยาง โอน้ำมัน เชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 23827-0M020)	89
4.2.4 ผลการทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนท่อทางคอน้ำมันใหญ่ (รหัสชิ้นส่วน 77213-0D030)	89
4.2.5 ผลการทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนท่อทางคอน้ำมันเล็ก (รหัสชิ้นส่วน 77269-0D010)	90
4.2.6 ผลการทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนท่อยาง โอน้ำมัน 2 (รหัสชิ้นส่วน 95333-06020)	90
5.1.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ของชิ้นส่วนยางรองปั๊มหัวฉีดกับน้ำมัน E10 (รหัสชิ้นส่วน 23249-46180)	93
5.1.2 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ของชิ้นส่วนยางรองปั๊มหัวฉีดกับน้ำมัน E85 (รหัสชิ้นส่วน 23249-46180)	93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้าที่
5.1.3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ของชั้นส่วนยางรองบีมหัวฉีดกับน้ำมัน E100 (รหัสชั้นส่วน 23249-46180)	94
5.1.4 ค่าจากการทดลองชั้นส่วนยางรองบีมหัวฉีด (รหัสชั้นส่วน 23249-46180)	94
5.1.5 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อ เทียบกับน้ำมัน E10 ของชั้นส่วนยางรองบีมหัวฉีด (รหัสชั้นส่วน 23249-46180)	95
5.1.6 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบ กับน้ำมัน E10 ของชั้นส่วนยางรองบีมหัวฉีด (รหัสชั้นส่วน 23249-46180)	95
5.1.7 ผลการทดสอบค่าความแข็ง และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็ง เมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชั้นส่วนยางรองบีมหัวฉีด (รหัสชั้นส่วน 23249-46180)	95
5.2.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ของชั้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่างกับน้ำมัน E10 (รหัสชั้นส่วน 23291-41010)	96
5.2.2 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ของชั้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่างกับน้ำมัน E85 (รหัสชั้นส่วน 23291-41010)	96
5.2.3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ของชั้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่างกับน้ำมัน E100 (รหัสชั้นส่วน 23291-41010)	97
5.2.4 ค่าจากการทดลอง ชั้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (รหัสชั้นส่วน 23291-41010)	97
5.2.5 ค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก เมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชั้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (รหัสชั้นส่วน 23291-41010)	98
5.2.6 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบ กับน้ำมัน E10 ของชั้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (รหัสชั้นส่วน 23291-41010)	98
5.2.7 ผลการทดสอบความแข็ง และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็ง เมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชั้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (รหัสชั้นส่วน 23291-41010)	98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้าที่
5.3.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วน ตัวอย่างโื่อน้ำมันเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E10 (รหัสชิ้นส่วน 23827-0M020)	99
5.3.2 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วน ตัวอย่างโื่อน้ำมันเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E85 (รหัสชิ้นส่วน 23827-0M020)	99
5.3.3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วน ตัวอย่างโื่อน้ำมันเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E100 (รหัสชิ้นส่วน 23827-0M020)	100
5.3.4 ค่าจากการทดลอง ชิ้นส่วนตัวอย่างโื่อน้ำมันเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 23827-0M020)	100
5.3.5 ค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อ เทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนตัวอย่างโื่อน้ำมันเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 23827-0M020)	101
5.3.6 เปอร์เซนต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซนต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบ กับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนตัวอย่างโื่อน้ำมันเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 23827-0M020)	101
5.3.7 ผลการทดสอบความแข็ง และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็ง เมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนตัวอย่างโื่อน้ำมันเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 23827-0M020)	101
5.4.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนตัวอย่างน้ำมันเชื้อเพลิง กับน้ำมัน E10 (รหัสชิ้นส่วน 23901-21060)	102
5.4.2 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนตัวอย่างน้ำมันเชื้อเพลิง กับน้ำมัน E85 (รหัสชิ้นส่วน 23901-21060)	102
5.4.3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนตัวอย่างน้ำมันเชื้อเพลิง กับน้ำมัน E100 (รหัสชิ้นส่วน 23901-21060)	103
5.4.4 ค่าจากการทดลองชิ้นส่วนตัวอย่างน้ำมันเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 23901-21060)	103
5.4.5 ค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อ เทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนตัวอย่างน้ำมันเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 23901-21060)	104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้าที่
5.4.6 เปรอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชั้นส่วนท่อขายน้ำมันเชื้อเพลิง (รหัสชั้นส่วน 23901-21060)	104
5.5.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วน สายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E10 (รหัสชั้นส่วน 77027-52070-1)	105
5.5.2 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วน สายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E85 (รหัสชั้นส่วน 77027-52070-1)	105
5.5.3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วน สายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E100 (รหัสชั้นส่วน 77027-52070-1)	106
5.5.4 ค่าจากการทดลอง ชั้นส่วน สายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง (รหัสชั้นส่วน 77027-52070-1)	106
5.5.5 ค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชั้นส่วน สายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง (รหัสชั้นส่วน 77027-52070-1)	107
5.5.6 เปรอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชั้นส่วน สายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง (รหัสชั้นส่วน 77027-52070-1)	107
5.6.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ของชั้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับกับน้ำมัน E10 (รหัสชั้นส่วน 77209-52020)	108
5.6.2 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ของชั้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับกับน้ำมัน E85 (รหัสชั้นส่วน 77209-52020)	108
5.6.3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ของชั้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับกับน้ำมัน E100 (รหัสชั้นส่วน 77209-52020)	109
5.6.4 ค่าจากการทดลอง ชั้นส่วน สายน้ำมันไหลกลับ (รหัสชั้นส่วน 77209-52020)	109
5.6.5 ค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชั้นส่วน สายน้ำมันไหลกลับ (รหัสชั้นส่วน 77209-52020)	110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้าที่	
5.6.6	เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วน สายน้ำมัน ไทลกลีบ (รหัสชิ้นส่วน 77209-52020)	110
5.7.1	ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ของชิ้นส่วน ท่อทางคบน้ำมันใหญ่กับน้ำมัน E10 (รหัสชิ้นส่วน 77213-0D030)	111
5.7.2	ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ของชิ้นส่วน ท่อทางคบน้ำมันใหญ่กับน้ำมัน E85 (รหัสชิ้นส่วน 77213-0D030)	111
5.7.3	ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ของชิ้นส่วน ท่อทางคบน้ำมันใหญ่กับน้ำมัน E100 (รหัสชิ้นส่วน 77213-0D030)	112
5.7.4	ค่าจากการทดลอง ชิ้นส่วน ท่อทางคบน้ำมันใหญ่ (รหัสชิ้นส่วน 77213-0D030)	112
5.7.5	ค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วน ท่อทางคบน้ำมันใหญ่ (รหัสชิ้นส่วน 77213-0D030)	113
5.7.6	เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วน ท่อทางคบน้ำมันใหญ่ (รหัสชิ้นส่วน 77213-0D030)	113
5.7.7	ผลการทดสอบความแข็ง และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วน ท่อทางคบน้ำมันใหญ่ (รหัสชิ้นส่วน 77213-0D030)	113
5.8.1	ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ของชิ้นส่วน ท่อทางคบน้ำมันเล็กกับน้ำมัน E10 (รหัสชิ้นส่วน 77269-0D010)	114
5.8.2	ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ของชิ้นส่วน ท่อทางคบน้ำมันเล็กกับน้ำมัน E85 (รหัสชิ้นส่วน 77269-0D010)	114
5.8.3	ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ของชิ้นส่วน ท่อทางคบน้ำมันเล็กกับน้ำมัน E100 (รหัสชิ้นส่วน 77269-0D010)	115
5.8.4	ค่าจากการทดลอง ชิ้นส่วน ท่อทางคบน้ำมันเล็ก (รหัสชิ้นส่วน 77269-0D010)	115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้าที่
5.8.5 ค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชั้นส่วน ท่อทางคอน้ำมันเล็ก (รหัสชั้นส่วน 77269-0D010)	116
5.8.6 เปอร์เซนต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชั้นส่วน ท่อทางคอน้ำมันเล็ก (รหัสชั้นส่วน 77269-0D010)	116
5.8.7 ผลการทดสอบความแข็ง และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชั้นส่วน ท่อทางคอน้ำมันเล็ก (รหัสชั้นส่วน 77269-0D010)	116
5.9.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วน โอริงหัวฉีดกับน้ำมัน E10 (รหัสชั้นส่วน 90301-07037-1)	117
5.9.2 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วน โอริงหัวฉีดกับน้ำมัน E85 (รหัสชั้นส่วน 90301-07037-1)	117
5.9.3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วน โอริงหัวฉีดกับน้ำมัน E100 (รหัสชั้นส่วน 90301-07037-1)	118
5.9.4 ค่าจากการทดสอบ ชั้นส่วน โอริงหัวฉีด (รหัสชั้นส่วน 90301-07037-1)	118
5.9.5 ค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชั้นส่วน โอริงหัวฉีด (รหัสชั้นส่วน 90301-07037-1)	119
5.9.6 เปอร์เซนต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชั้นส่วน โอริงหัวฉีด (รหัสชั้นส่วน 90301-07037-1)	119
5.10.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วน ท่อยาง ใอน้ำมัน 2 กับน้ำมัน E10 (รหัสชั้นส่วน 95333-06020)	120
5.10.2 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วน ท่อยาง ใอน้ำมัน 2 กับน้ำมัน E85 (รหัสชั้นส่วน 95333-06020)	120
5.10.3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วน ท่อยาง ใอน้ำมัน 2 กับน้ำมัน E100 (รหัสชั้นส่วน 95333-06020)	121
5.10.4 ค่าจากการทดสอบ ชั้นส่วน ท่อยาง ใอน้ำมัน 2 (รหัสชั้นส่วน 95333-06020)	121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้าที่
5.10.5 ค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วน ท่อยาง ใอน้ำมัน 2 (รหัสชิ้นส่วน 95333-06020)	122
5.10.6 เปอร์เซนต์การลดลงของน้ำหนัก และเปอร์เซนต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วน ท่อยาง ใอน้ำมัน 2 (รหัสชิ้นส่วน 95333-06020)	122
5.10.7 ผลการทดสอบความแข็ง และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็ง เมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วน ท่อทางคบน้ำมันเล็ก (รหัสชิ้นส่วน 77269-0D010)	122
5.11 เปอร์เซนต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (%WI) และเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก (% Weight Change) ของแต่ละชิ้นส่วน	123
5.12 เปอร์เซนต์การลดลงของน้ำหนัก (%WL) และเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับ E10 ของแต่ละชิ้นส่วน	125
5.13 ความแข็ง (HN) และเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงความแข็ง (%HN) เมื่อเทียบกับ E10 ของแต่ละชิ้นส่วน	127
5.14 ผลประเมินชิ้นส่วนรถยนต์โตโยต้าวีออส E85	128

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้าที่
2.1 ปีกเกอร์แก้วทนความร้อน ขนาด 250 ml, 600 ml 1,000 ml พร้อมด้วย ภาชนะสแตนเลสสตีล ที่เป็นแบบภาชนะที่ปิดแน่นตามขนาดของปีกเกอร์	8
2.2 ตู้อบขนาด 1060 x 1300 x 700 mm (กว้าง x ยาว x ลึก) ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ $70 \pm 2^{\circ}\text{C}$	9
2.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก (ช่าย) ยี่ห้อ ScienTech 210D, เครื่องวัด Durometer Type M ด้วยน้ำหนักกด 1 kg (ชวา)	10
2.4 กล้อง Stereoscope Model Leica MS5(ช่าย) พร้อมด้วย Digital Camera Model Leica EC3 และกล้อง Microscope Model Leica DM4000 (ชวา) ที่ติดตั้งอยู่ด้านบน กล้องทั้งสองได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท เอ็มเอ็มที เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	10
2.5 ชุดท่อไอระเหยน้ำมันเชื้อเพลิง	12
2.6 (ก-ง) แสดงถึงการเปรียบเทียบลักษณะภายนอกของ (ก) มิเตอร์วัดระดับเชื้อเพลิง ในถัง เชื้อเพลิง (ข) ลูกกลอยวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิงในถังเชื้อเพลิง (ค) อาร์เมเจอร์ ของปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง (ง) กรองน้ำมันเชื้อเพลิงในถังน้ำมันเชื้อเพลิง	12
2.7 กราฟภูมิแท่งแสดงค่า ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง โดยเฉลี่ยของปริมาณต่างๆ ได้แก่ WI, WL, HD และ DC ของรถยนต์ยี่ห้อ A ในช่วงเปอร์เซ็นต์ความมั่นใจ 95%	13
2.8 แสดงถึงการเปรียบเทียบลักษณะภายนอกของชิ้นส่วนในถังน้ำมันเชื้อเพลิง (ก) มิเตอร์วัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิง (ข) ลูกกลอยวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิง (ค) กรองน้ำมันเชื้อเพลิง	16
2.9 ชุดท่อไอระเหยน้ำมันเชื้อเพลิง	16
2.10 กราฟภูมิแท่งแสดงค่าค่าความแตกต่าง โดยเฉลี่ยของปริมาณต่างๆ ได้แก่ WI, WL, HD และ DC ของรถยนต์ยี่ห้อ B ในช่วงเปอร์เซ็นต์ความมั่นใจ 95%	17
2.11 ภาชนะทดสอบ	23
2.12 Satec pendulum impact tester	24
2.13 MTS 810 tensile testing system	25
2.14 ตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบ	27
2.15 ตัวอย่าง PUR (จากแถวบนลงล่าง : ไม่ทำการแช่, Fuel C, E10 และ	28
2.16 ตัวอย่าง PVC (จากแถวบนลงล่าง : ไม่ทำการแช่, Fuel C, E10 และ E20)	28

สารบัญรูปรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้าที่
3.1 ชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิงที่นำมาทดลอง	35
3.2 (ก) ตัวรองหัวฉีดตัวล่าง รหัส 23249-46180	36
3.2 (ข) ส่วนที่มาของตัวรองหัวฉีดตัวล่าง รหัส 23249-46180	37
3.3 (ก) ตัวรองหัวฉีดตัวล่าง รหัส 23291-41010	37
3.3 (ข) ส่วนที่มาของตัวรองหัวฉีดตัวล่าง รหัส 23291-41010	38
3.4 (ก) ท่อยางไอน้ำมันเชื้อเพลิง รหัส 23827-0M020	38
3.4 (ข) ส่วนที่มาของท่อยางไอน้ำมันเชื้อเพลิง รหัส 23827-0M020	39
3.5 (ก) ท่อยางน้ำมันเชื้อเพลิง รหัส 23901-21060	39
3.5 (ข) ส่วนที่มาของท่อยางน้ำมันเชื้อเพลิง รหัส 23901-21060	40
3.6 ส่วนที่มาของสายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง รหัส 77027-52070-1	40
3.7 ส่วนที่มาของสายน้ำมันไหลกลับ รหัส 77209-52020	41
3.8 (ก) ท่อทางคบน้ำมันใหญ่ รหัส 77213-0D030	41
3.8 (ข) แสดงส่วนที่มาของท่อทางคบน้ำมันใหญ่ รหัส 77213-0D030	42
3.9 (ก) ท่อทางคบน้ำมันเล็ก รหัส 77269-0D010	42
3.9 (ข) ส่วนที่มาของท่อทางคบน้ำมันเล็ก รหัส 77269-0D010	43
3.10 (ก) โอริงหัวฉีด รหัส 90301-07037-1	43
3.10 (ข) ส่วนที่มาของโอริงหัวฉีด รหัส 90301-07037-1	44
3.11 ท่อยางไอน้ำมัน 2 รหัส 95333-06020	44
3.12 ขวดคูเรนบอทเทิล (Duran Bottle) และฝา	45
3.13 ลวดสแตนเลส	45
3.14 ลักษณะของตู้อบ	46
3.15 เครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด	46
3.16 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับกล้อง Motic	47
3.17 กล้อง Motic รุ่น SMZ-168 c0.68x 1/2"	50
3.18 เครื่องวัดความแข็ง Shore Durometers Type M Systems	48
3.19 การเตรียมชิ้นส่วนแยกตามชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง	49
3.20 ขนาดของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น	49
3.21 การชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบก่อนการทดลอง	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้าที่
3.22 การวัดขนาดของชิ้นทดสอบ	50
3.23 การวัดค่าความแข็งของชิ้นทดสอบ	51
3.24 การนำชิ้นทดสอบแช่ในน้ำมันเชื้อเพลิงในขวดดูเรนบอทเทิล (Duran Bottle)	52
3.25 การนำชิ้นทดสอบไปเข้าสู่ือบ	52
3.26 การนำชิ้นทดสอบทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง	53
3.28 การเป่าแห้งด้วยลมและเก็บชิ้นส่วนเข้าของพลาสติก	54
3.27 การย้ายชิ้นส่วนทดสอบจากขวดเก่าไปขวดใหม่	55
3.29 การชั่งน้ำหนักหลังจากเป่าแห้ง	55
3.30 การถ่ายรูปและวัดขนาดด้วยกล้อง Motic	56
3.31 ลักษณะของการวัดค่าความแข็งทั้ง 5 จุด	57
4.1.1 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนยางรองบีมหัวฉีดกับน้ำมัน E10	58
4.1.2 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนยางรองบีมหัวฉีดกับน้ำมัน E85	59
4.1.3 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนยางรองบีมหัวฉีดกับน้ำมัน E100	60
4.1.4 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่างกับน้ำมัน E10	61
4.1.5 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่างกับน้ำมัน E85	62
4.1.6 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่างกับน้ำมัน E100	63
4.1.7 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนท่ออย่างไอน้ำมันเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E10	64
4.1.8 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนท่ออย่างไอน้ำมันเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E85	65
4.1.9 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนท่ออย่างไอน้ำมัน E100	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้าที่
4.1.10 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนท่อขายน้ำมันเชื้อเพลิง กับน้ำมัน E10	67
4.1.11 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนท่อขายน้ำมันเชื้อเพลิง กับน้ำมัน E85	68
4.1.12 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนท่อขายน้ำมันเชื้อเพลิง กับน้ำมัน E100	69
4.1.13 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนสายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง กับน้ำมัน E10	70
4.1.14 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนสายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง กับน้ำมัน E85	71
4.1.15 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนสายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง กับน้ำมัน E100	72
4.1.16 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับกับน้ำมัน E10	73
4.1.17 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับกับน้ำมัน E85	74
4.1.18 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับกับน้ำมัน E100	75
4.1.19 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนท่อทางคบน้ำมันใหญ่ E10	76
4.1.20 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนท่อทางคบน้ำมันใหญ่ E85	77
4.1.21 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนสายน้ำมันไหล E100	78
4.1.22 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนท่อทางคบน้ำมันเล็ก E10	79
4.1.23 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนท่อทางคบน้ำมันเล็ก E85	80
4.1.24 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนท่อทางคบน้ำมันเล็ก E100	81
4.1.25 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วน โอริงหัวฉีด E10	82
4.1.26 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วน โอริงหัวฉีด E85	83
4.1.27 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วน โอริงหัวฉีด E100	84
4.1.28 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนท่อขายน้ำมัน 2 E10	85
4.1.29 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนท่อขายน้ำมัน 2 E85	86
4.1.30 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนท่อขายน้ำมัน 2 E100	87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปร่าง (ต่อ)

รูปที่	หน้าที่
4.2 แผนภาพแสดงความแข็งของชั้นทดสอบ	81
5.1 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (%WI) ของแต่ละชั้นส่วน	124
5.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (%WL) ของแต่ละชั้นส่วน	126
5.3 ความแข็ง (HN) ของแต่ละชั้นส่วน	127



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แก๊ส โซซอลด์ (E85-E100) คือน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซซอลด์ที่ผสมเอทานอลแปลงสภาพสูงถึง 85%-100% กับ เบนซินธรรมดา เป็นเชื้อเพลิงที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เนื่องมาจากมลพิษที่ปล่อยจากไอเสียน้อยมากเมื่อเทียบกับเบนซิน นิยมแพร่หลายใช้ในบราซิล สวีเดนและอเมริกา

เอทานอลเป็นพลังงานชีวภาพที่เผาไหม้สะอาด ออกเทนสูง โดยปกติไม่นิยมใช้เต็มรถยนต์ โดยตรงแต่จะผสมกับเบนซิน ข้อดีของการผสมเอทานอล คือ ทำให้ราคาเชื้อเพลิงถูกลง ออกเทนสูงขึ้นและช่วยลดมลพิษจากรถยนต์ เอทานอล บริสุทธิ์ที่จะนำมาผสมจะมีความบริสุทธิ์มากกว่า 99.5% ดังนั้นเพื่อป้องกันการลักลอบไปใช้อย่างอื่นจึงต้องบังคับให้เติมเบนซินลงไป 0.5% – 2% จึงเรียกว่าเอทานอลแปลงสภาพและบังคับให้เติมที่โรงงานผลิตก่อนการขนส่งไปคลังน้ำมันหรือโรงกลั่น

เนื่องจากราคาน้ำมันเบนซินในตลาดโลกมีแนวโน้มสูงขึ้นต่อเนื่อง จนส่งผลกระทบต่อค่าครองชีพของประชาชนในประเทศเป็นอย่างมาก การส่งเสริมให้มีการใช้เชื้อเพลิงทดแทนจึงมีความจำเป็น เพื่อช่วยบรรเทาผลกระทบดังกล่าวจากราคาน้ำมันเบนซิน สำหรับประเทศไทยได้มีการส่งเสริมการใช้น้ำมันเบนซินผสมเอทานอลร้อยละ 10 โดยปริมาตรมาตั้งแต่ปี 2544 โดยบริษัทบางจากปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) เป็นผู้ผลิตและให้บริการ แต่จากมูลค่าการนำเข้าพลังงานที่เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ รัฐบาลจึงมีความประสงค์ที่จะเพิ่มสัดส่วนเอทานอลในน้ำมันเบนซินให้มากกว่าร้อยละ 85-100 โดยปริมาตรเพื่อลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ ซึ่งประเทศไทยมีความพร้อมทั้งทางด้านวัตถุดิบและกำลังการผลิตเอทานอล วัตถุดิบทั้งจากอ้อย กากน้ำตาล และมันสำปะหลัง มีอย่างเพียงพอสำหรับการนำเอทานอลไปผสมในน้ำมันเบนซินในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการเพิ่มสัดส่วนเอทานอลในน้ำมันเบนซินจึงเป็นการประกันราคาสินค้าทางเกษตรแก่เกษตรกร และยังเป็นการลดมลพิษ โดยเฉพาะก๊าซเรือนกระจก ซึ่งปัจจุบันไทยผลิตอ้อยได้ปีละ 70 ล้านตัน ทำเป็นน้ำตาลให้คนไทยบริโภคในประเทศแค่ 20 ล้านตันเท่านั้น ยังมีอ้อยเหลืออีกปีละ 50 ล้านตันที่จะนำมาผลิตเป็นเอทานอลได้อย่างสบาย และทำได้ทันทีเพราะโรงงานผลิตมีอยู่แล้ว ประเทศที่ใช้เอทานอลแทนน้ำมัน 100% ในโลกวันนี้ก็มี บราซิล ซึ่งเป็นประเทศปลูกอ้อยมากที่สุดในโลก แม้แต่ สวีเดน ก็ใช้เอทานอลในรถยนต์เกือบ 100% เพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม สหรัฐฯ ก็ใช้เอทานอลในรถยนต์ถึง 4%-50% ด้วยเหตุนี้เชื้อเพลิงทดแทนที่มีส่วนผสมของเอทานอลในน้ำมันเบนซินจึงเลือกเป็นเชื้อเพลิงทดแทนที่ความเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับประเทศไทย ประกอบด้วยเหตุผลทั้งด้านเศรษฐกิจและความมั่นคงทางด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงาน ที่ต้องการลดการพึ่งพาน้ำมันเชื้อเพลิงการนำเข้า และเพิ่มเสถียรภาพทางด้านพลังงานให้กับประเทศไทยแล้ว ยังทำให้เกษตรกร ผู้ปลูกมันสำปะหลังและอ้อยมีรายได้ดีขึ้นตามไปด้วย

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

เนื่องจากวัตถุดิบที่จะนำมาเป็นพลังงานทดแทนมีอยู่เป็นจำนวนมากในประเทศ ผู้วิจัยจึงมีความมุ่งหมายที่จะนำมาศึกษาให้เกิดประโยชน์และให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยที่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาการกักกรองของน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ (E85-100) ต่อโพลีเมอร์ในรถยนต์ในส่วนของท่อทางเดินน้ำมัน และวิเคราะห์สิ่งต่างๆในการทดสอบ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิจัยและพัฒนาต่อไป

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

การกักกรองของน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85-100 น่าจะเกิดได้มากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E10 และน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85-100 น่าจะคุ้มค่าน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E10 ถ้าคิดจากระยะเวลาการใช้งานและราคา

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

ใช้ทฤษฎีตามมาตรฐาน SAE J1748 , ASTM D2240 Hardness, Minnesota.

1.5 ขอบเขตการวิจัย

ทำการแช่โพลีเมอร์ในระบบทางเดินน้ำมันของรถยนต์ ตามมาตรฐาน SAE J1748และทำการวิเคราะห์ผลการทดสอบ เปรียบเทียบการกักกรองของน้ำมัน การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีน้ำมัน ของน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85-100 กับน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E10 เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิจัยและพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ขั้นตอนของการศึกษา

การทดสอบจะเริ่มจากการนำชิ้นส่วนยานยนต์ที่เลือกไว้มาทดสอบ ความทนต่อการกัดกร่อนของเชื้อเพลิง โดยวิธี การแช่ชิ้นส่วนตามมาตรฐาน และ SAEJ1748 ที่ทำการแช่ชิ้นส่วนดังกล่าว ในเชื้อเพลิงทดสอบ นั่นคือน้ำมันเบนซินอี10 และเบนซินอี85

โดยการนำชิ้นส่วนนั้นมาแช่ในน้ำมันที่ใส่ในขวดดูแรนบอทเทิล(Duran Bottle) ที่มีความจุขนาด 250 เพื่อป้องกันไม่ให้ไอเชื้อเพลิงทดสอบระเหยออกจากภาชนะได้

ข้อมูลต่างๆ ได้แก่ น้ำหนัก, ขนาด, และ ลักษณะทางกายภาพในระดับ ที่มองเห็นด้วยตาเปล่า และ ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า จะถูกบันทึก ก่อนที่จะนำชิ้นส่วนยานยนต์มาแช่ภายใต้ น้ำมันเชื้อเพลิง โดยมีการเผื่อน้ำมันที่อาจจะระเหยไว้ประมาณ 1 – 3 ชม.จากส่วนบนสุดของชิ้นส่วนนั้น เพื่อทำการอบในตู้อบ ที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 55 ± 2 °C เป็นเวลาอย่างน้อย 2000 ชั่วโมง

ทุกๆ สัปดาห์ จะนำชิ้นส่วนออกมาทำความสะอาดตามกรรมวิธีมาตรฐานของแต่ละประเภทของวัสดุ พร้อมกับเปลี่ยนน้ำมันที่ใช้ในการแช่ การทำความสะอาดจะปฏิบัติตามที่ได้แนะนำไว้ในมาตรฐาน SAE 1748 โดยที่ทุกสัปดาห์ ชิ้นส่วนจะถูกนำออกมาแช่ในน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนที่จะซับให้แห้งด้วยผ้าหรือเป่าหยดน้ำมันออกกลม ก่อนที่จะชั่งน้ำหนักด้วยตาชั่งที่มีความละเอียดอย่างน้อย 0.0001 กรัม และวัดขนาดโดยใช้กล้อง Stereoscope Model Leica MS5 ที่มี กล้องดิจิทัล Model EC3 ติดตั้งอยู่ในสภาพเปียก (Wet Condition)

ค่าน้ำหนักที่ได้จะใช้ในการคำนวณค่า Apparent Percent Weight Increase เพื่อค้นหาจุดอิมพัของการเกิดการบวมก่อนที่จะทำการวัด Percent Weight Loss ของวัสดุโพลีเมอร์นั้นในสภาพแห้ง เช่นเดียวกับวัสดุที่เป็นโลหะ รูปภาพทั้งในระดับ ที่มองเห็นด้วยตาเปล่า จากกล้อง Stereoscope และ ที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าจากกล้องจุลทรรศน์ จะถูกบันทึกไว้ทุกๆ สัปดาห์ รวมถึงการเปลี่ยนน้ำมันเชื้อเพลิงที่แช่ชิ้นส่วนนั้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบของน้ำมันเชื้อเพลิงอี85 ต่อชิ้นส่วนรถยนต์ดังกล่าว

เมื่อสิ้นสุดการทดสอบชิ้นส่วนที่เป็นโพลีเมอร์จะถูกอบให้แห้งที่อุณหภูมิที่ 70 ± 2 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อทำการหาค่า Percent weight lost ในลักษณะชิ้นส่วนที่แห้งก่อนที่จะหาค่า ความแข็ง (Hardness) ของท่อ โพลีเมอร์ โดยการเฉลี่ยจากการวัด 5 จุดต่อชิ้นงาน ใน Scale Shore A ที่ใช้น้ำหนักกดที่ 1 kg การวิเคราะห์ผลการทดสอบจะใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ไม่ว่าจะเป็นน้ำหนักและขนาด ในเชิงปริมาณ และทางกายภาพในระดับ ที่มองเห็นด้วยตาเปล่า และ ที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ในเชิงคุณภาพโดยรูปถ่าย ระหว่างชิ้นส่วนยานยนต์ที่แช่ในน้ำมันเบนซินอี 10 กับชิ้นส่วนยานยนต์ที่แช่ในน้ำมันเบนซินอี 85 โดยสมมุติฐานที่ว่าชิ้นส่วนยานยนต์ที่นำมานั้นสามารถใช้งาน ได้กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันเบนซินอี 10 ดังนั้นค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่างชิ้นงานที่แช่ในน้ำมันเบนซินอี 10 และเบนซินอี85 จึงสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ ความทนต่อการกัดกร่อนของชิ้นส่วนนั้นกับน้ำมันเชื้อเพลิงอี85 ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรก เป็นการศึกษาผลกระทบของน้ำมันเบนซินผสมเอทานอลร้อยละ 20 ต่อชิ้นส่วนรถยนต์ เป็นการนำค่าที่ได้หลังจากการทดสอบไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้ก่อนการทดสอบด้วยวิธีการต่างๆ ตามมาตรฐาน SAE และ ASTM ส่วนที่สอง เป็นการศึกษาผลกระทบของน้ำมัน E20 ต่อส่วนประกอบพลาสติกในรถยนต์ เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบของ E20, E10 และแก๊สโซลีนต่อวัสดุที่เป็นพลาสติก ที่พบในระบบเชื้อเพลิงของรถยนต์และเครื่องยนต์เล็ก ด้วยกระบวนการทดสอบพลาสติกตามมาตรฐาน SAE และ ASTM และส่วนที่สาม เป็นมาตรฐานวิธีการสำหรับกำหนดคุณสมบัติพลาสติกของวัสดุโพลีเมอร์ SAE J1748 [3] ด้วยการนำชิ้นทดสอบไปทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติของวัสดุ

2.1 ผลกระทบของน้ำมันเบนซินผสมเอทานอลร้อยละ 20 ต่อชิ้นส่วนรถยนต์ [1]

จากสภาวะราคาน้ำมันในประเทศที่เพิ่มขึ้นต่อเนื่องได้ส่งผลกระทบต่อประชาชนทั่วไปทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยรวมแล้วค่าครองชีพของประชาชนก็จะสูงขึ้นตาม เพื่อบรรเทาผลกระทบที่เกิดขึ้นรัฐบาลจึงได้พยายามส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงทดแทนที่มีส่วนผสมเอทานอลร้อยละ 20 โดยปริมาตรกับน้ำมันเบนซิน หรือที่ใช้ชื่อทางการค้าว่า อี20 (E20) เพื่อให้การส่งเสริมของภาครัฐบาลบรรลุจุดมุ่งหมาย การศึกษาการใช้เชื้อเพลิงชนิดนี้อย่างรอบด้านจึงมีความจำเป็น หนึ่งในความสนใจดังกล่าวคือผลกระทบของ E20 ต่อชิ้นส่วนรถยนต์ในระบบส่งจ่ายเชื้อเพลิงของรถยนต์รุ่นเก่า ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้มุ่งความสนใจไปที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคล โดยที่ชิ้นส่วนของรถยนต์รุ่นปี 2005 ได้ถูกคัดเลือกเพื่อนำมาทดสอบความทนในการกักตร้อนของเชื้อเพลิง โดยวิธีการแช่ในภาชนะระบบปิด ที่อุณหภูมิ 70 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1000 ชั่วโมง ซึ่งการทดสอบดังกล่าวได้ถูกออกแบบให้เป็นไปตามมาตรฐาน SAE และ ASTM เพื่อจำลองสภาวะการใช้งานจริง ทั้งระหว่าง การทดสอบรวมถึงหลังสิ้นสุดการทดสอบ ได้มีการบันทึกค่าข้อมูล ได้แก่ขนาด น้ำหนัก ความแข็งแรง รวมถึงภาพถ่าย ของชิ้นส่วนที่แช่ในเชื้อเพลิง E20 เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากชิ้นส่วนที่แช่ในเชื้อเพลิงเบนซิน 91 เพื่อการวิเคราะห์ในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ จากผลการทดสอบพบว่าลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายนอก ของชิ้นส่วนที่เป็นโลหะ ได้แก่ ก้านลูกกลอย และแผงวงจรของมอเตอร์วัดระดับน้ำมัน ที่ผ่านการแช่ในน้ำมัน E20 มีลักษณะสีที่หมองกว่าที่แช่ในน้ำมันเบนซิน 91 ถึงอย่างไรก็ตาม ไม่สามารถสังเกตถึงการผุกร่อนหรือการกัดกร่อนของเนื้อโลหะ รวมถึงสารแขวนลอยโลหะออกไซด์ที่เกิดขึ้นในน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ สำหรับวัสดุที่เป็นโพลีเมอร์พบว่ามีการเปลี่ยนสีของกรองเชื้อเพลิงในชุดปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง แต่การเปลี่ยนแปลงสีของวัสดุที่เป็นโพลีเมอร์อาจไม่มีผลกระทบต่อการใช้งานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

ในการวิจัยนี้ วิธีการศึกษาผลกระทบของน้ำมัน E20 ของชิ้นส่วนรถยนต์ได้จากการตัดแปลงมาตรฐาน SAE 1681, SAE J1747 สำหรับวัสดุที่เป็นโลหะ และ SAE J1748 สำหรับวัสดุที่เป็นโพลีเมอร์ ซึ่งค่าตัวแปรต่างๆในการวิจัยได้สรุปไว้ดังนี้

- **Apparent percent weight increase (WI)** เป็นค่าบ่งชี้ถึงการเพิ่มน้ำหนักชิ้นส่วนเนื่องจากแทรกซึมของน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปในชิ้นส่วนที่เป็นโพลีเมอร์ โดยค่าดังกล่าวสามารถหาได้จากสมการที่ (2.1)

$$\text{Apparent percent weight increase} = \frac{\text{wet weight} - \text{original weight}}{\text{original weight}} \times 100 \quad (2.1)$$

โดยที่ การชั่งน้ำหนักของชิ้นส่วนขณะเปียก ได้จากการชั่งชิ้นส่วนที่ปราศจากหยดน้ำมัน โดยการเป่าด้วยลม

- **Apparent percent weight lost (WL)** เป็นค่าบ่งชี้ น้ำหนักที่ลดลงของวัสดุที่ทำจากโพลีเมอร์เข้าไปในน้ำมันเชื้อเพลิงที่ชิ้นส่วนนั้นแช่อยู่ โดยค่าดังกล่าวสามารถหาได้จากสมการที่ (2.2)

$$\text{Percent weight lost} = \frac{\text{dried weight} - \text{original weight}}{\text{original weight}} \times 100 \quad (2.2)$$

โดยที่ Dried weight คือ น้ำหนักของชิ้นส่วนได้จากการชั่งเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ หลังจากถูกรอบให้แห้งในภาชนะเปิด ที่อุณหภูมิ 70 ± 2 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

- **Percent Hardness change (HN)** เป็นค่าบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกล ของวัสดุที่เป็น โพลีเมอร์เนื่องจากผลกระทบของน้ำมันเบนซิน E20 เปรียบเทียบกับผลกระทบจากน้ำมันเบนซิน 91 โดยค่าดังกล่าวสามารถหาได้จากสมการที่ (2.3)

$$\text{Percent hardness change} = \frac{\text{hardness E20} - \text{hardness E0}}{\text{hardness E0}} \times 100 \quad (2.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Percent Dimension Change (DC)** เป็นค่าบ่งชี้ถึงความเปลี่ยนแปลงความหนาของท่อเนื่องจากการแทรกซึมของน้ำมันเบนซิน E 20 เปรียบเทียบกับผลกระทบจากน้ำมันเบนซิน 91 โดยค่าดังกล่าวสามารถหาได้จากสมการที่ (2.4)

$$\text{Percent dimension change} = \frac{\text{dimension E20} - \text{dimension E0}}{\text{dimension E0}} \times 100 \quad (2.4)$$

ค่าที่ได้จากสมการทั้ง 4 จะนำมาเฉลี่ยค่าในทางสถิติเพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างของปริมาณดังกล่าว ที่เกิดจากผลกระทบของน้ำมันเบนซิน E20 เปรียบเทียบกับผลกระทบที่เกิดจากน้ำมันเบนซิน 91

ชิ้นส่วนที่นำมาทดสอบจะเป็นชิ้นส่วนของรถยนต์รุ่นปี 2005 ที่อยู่ในเส้นทางเดินน้ำมันที่อาจเกิดความเสียหายจากการสัมผัสน้ำมัน หรือไอน้ำมัน ได้ โดยรายการชิ้นส่วนต่างๆที่ถูกเลือกของ ยี่ห้อ A และยี่ห้อ B และได้สรุปไว้ในตารางที่ 2.2 และ 2.3 ตามลำดับ

เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบนี้ คือน้ำมันเบนซิน E20 ที่เป็นไปตามมาตรฐานของกรมธุรกิจพลังงาน ที่ผลิตโดยบริษัทบางจาก จำกัด (มหาชน) และ น้ำมันเบนซิน 91 ที่ถูกนำมาเป็นเชื้อเพลิงเพื่อการเปรียบเทียบผลกระทบของน้ำมันเบนซิน E20 ต่อชิ้นส่วนรถยนต์

อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ ความทนต่อการกัดกร่อนของเชื้อเพลิง ของวัสดุคืบ และชิ้นส่วนรถยนต์จะมีค่าแตกต่างกันไปตามประเภทของวัสดุมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ และผู้ทดสอบ ดังที่ได้สรุปไว้ในตารางที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าการใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นระยะเวลาในการทดสอบจะลดลง ซึ่งการทดสอบที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 720 ชั่วโมงของโลหะอาจเทียบเท่ากับการใช้งานจริงของวัสดุดังกล่าวถึง 15 ปี [5] ดังนั้นเพื่อที่จะสามารถทดสอบวัสดุที่เป็นทั้งโลหะ และ โพลีเมอร์ได้ในเวลาเดียวกัน และสามารถประเมินผลความคงทนของวัสดุต่อน้ำมันเบนซิน E20 การทดสอบในงานวิจัยนี้จึงดำเนินการที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลาอย่างน้อย 1000 ชั่วโมง ในการทดสอบชิ้นส่วนรถยนต์ทั้งที่ทำจากโลหะ และ โพลีเมอร์

ตารางที่ 2.1 ตารางสรุปวิธีการทดสอบแช่ของวัสดุชนิดต่างๆ

มาตรฐาน	ประเภทวัสดุ	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (ชั่วโมง)
SAE J1747	โลหะ	45±2	2,000
SAE J1748 [3]	โพลีเมอร์	55 ±2	2,000
SAE 3710	อลูมิเนียม	100	720
Orbital	โลหะและโพลีเมอร์	55 ±2	2,000

การทดสอบจะเริ่มจากการนำชิ้นส่วนยานยนต์ที่เลือกไว้มาทดสอบ ความทนต่อการกัดกร่อนของเชื้อเพลิงโดยวิธี การแช่ชิ้นส่วนตามมาตรฐาน SAE J1747 และ SAEJ1748 [3] ที่ทำการแช่ชิ้นส่วนดังกล่าว ในเชื้อเพลิงทดสอบ นั่นคือน้ำมันเบนซิน91 และเบนซินE 20

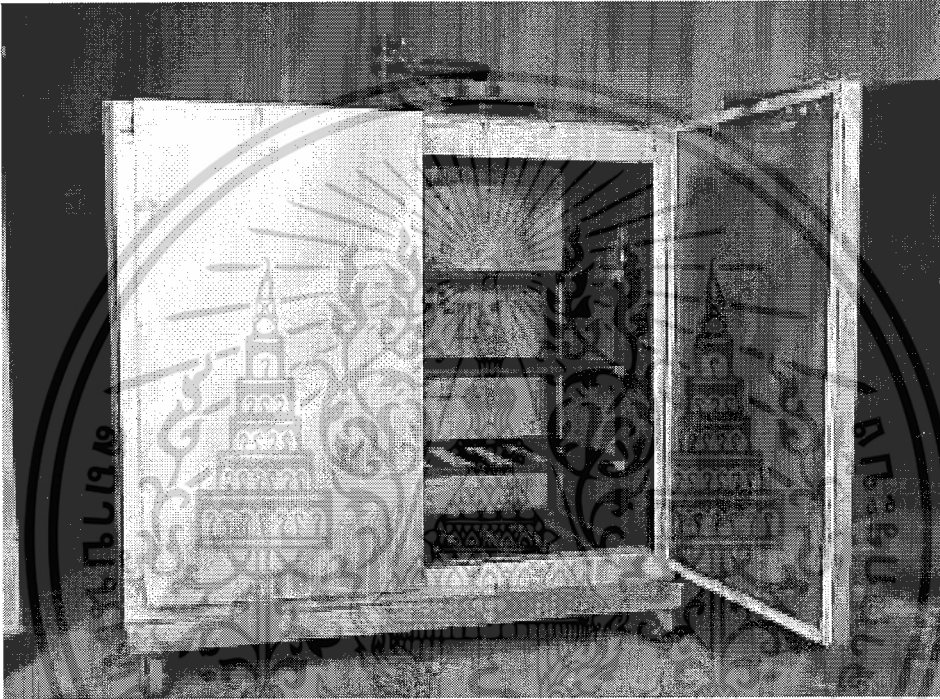
การทดสอบจะกระทำทั้งที่เป็นชิ้นส่วนที่ไม่สามารถแยกส่วนประกอบที่เป็นโลหะจากชิ้นส่วนที่เป็นโพลีเมอร์ได้ และชิ้นส่วนที่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบที่ทำจากโลหะ และโพลีเมอร์ออกจากกันได้ เช่น โอริงและ ซีลต่างๆ โดยการนำชิ้นส่วนนั้นมาแช่ในน้ำมันที่ใส่บีกเกอร์แก้วทนความร้อนที่มีความจุขนาด 250 ml, 600 ml, และ 1,000 ml โดยที่บีกเกอร์แก้วจะถูกใส่ในภาชนะสแตนเลสตีลอีกชั้น (รูปที่ 2.1) เพื่อป้องกันไม่ให้ไอเชื้อเพลิงทดสอบระเหยออกจากภาชนะได้



รูปที่ 2.1 บีกเกอร์แก้วทนความร้อน ขนาด 250 ml, 600 ml 1,000 ml พร้อมด้วยภาชนะสแตนเลสตีลที่เป็นแบบภาชนะที่ปิดแน่นตามขนาดของบีกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

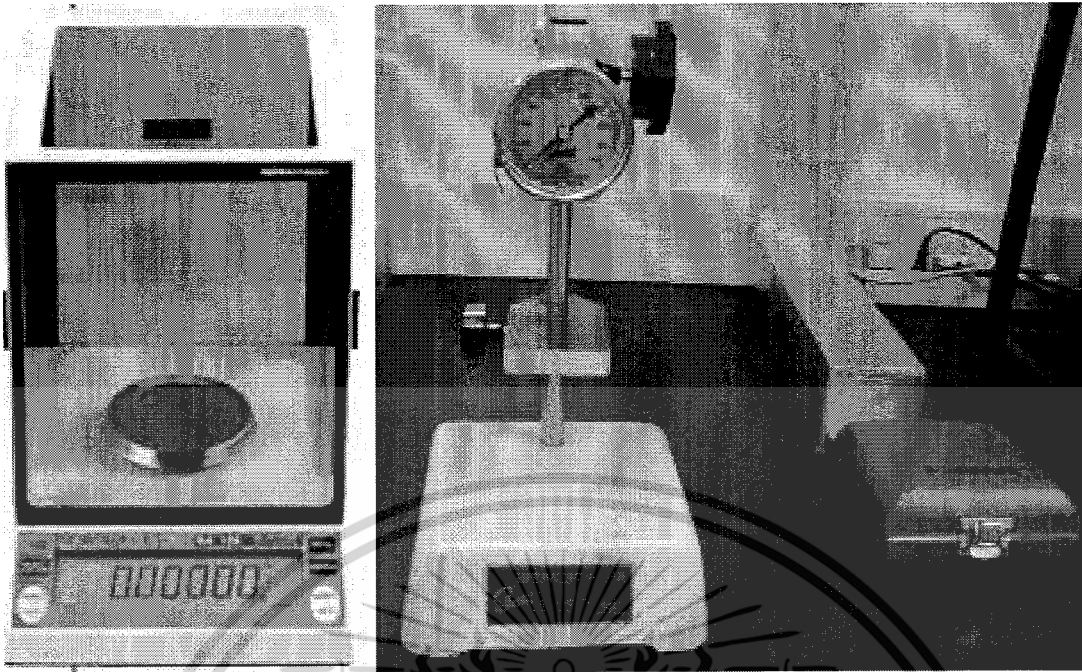
ข้อมูลต่างๆ ได้แก่ น้ำหนัก, ขนาด, และ ลักษณะทางกายภาพในระดับ ที่มองเห็นด้วยตาเปล่า และ ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า จะถูกบันทึก ก่อนที่จะนำชิ้นส่วนยานยนต์มาแช่ภายใต้ น้ำมัน เชื้อเพลิงที่บรรจุในบีกเกอร์แก้ว โดยมีการเผื่อน้ำมันที่อาจจะระเหยไประมาณ 1 – 3 ซม. จากส่วน บนสุดของชิ้นส่วนนั้น [6] เพื่อทำการอบในตู้อบ (รูปที่ 2.2) ที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 70 ± 2 °C เป็นเวลา อย่างน้อย 1000 ชั่วโมง



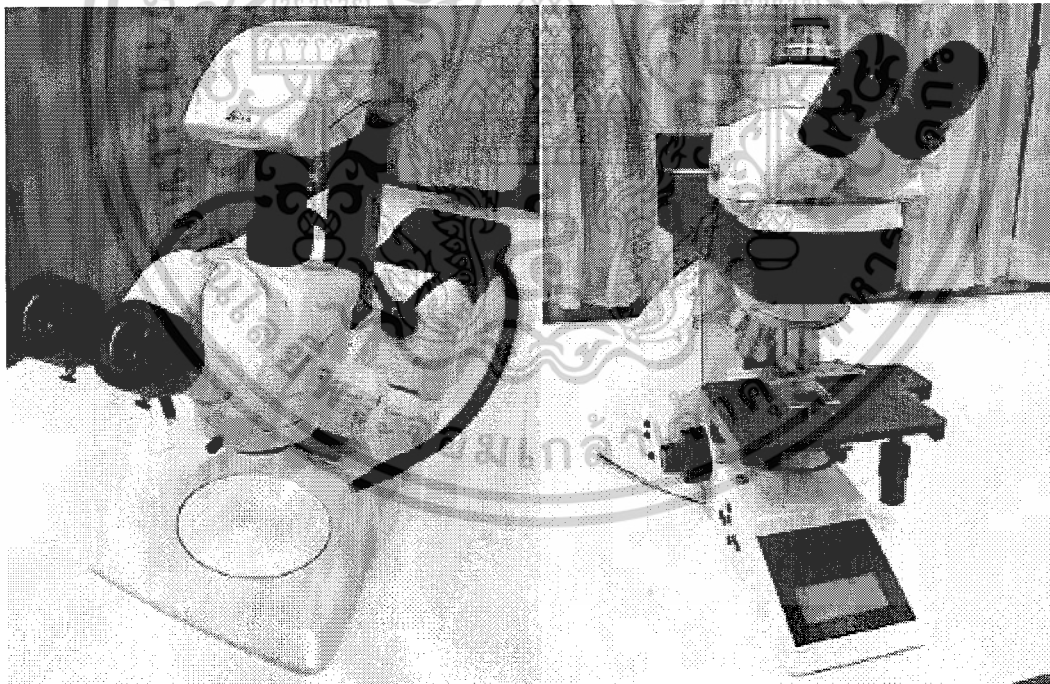
รูปที่ 2.2 ตู้อบขนาด 1060 x 1300 x 700 mm (กว้าง x ยาว x ลึก) ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 70 ± 2 °C

ทุกๆ สัปดาห์ จะนำชิ้นส่วนออกมาทำความสะอาดตามกรรมวิธีมาตรฐานของแต่ละประเภท ของวัสดุ พร้อมกับเปลี่ยนน้ำมันที่ใช้ในการแช่ในบีกเกอร์ การทำความสะอาดจะปฏิบัติตามที่ได้ แนะนำไว้ในมาตรฐาน SAE โดยที่ทุกสัปดาห์ ชิ้นส่วนจะถูกนำออกมาแช่ในน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละ ชนิดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนที่จะซับให้แห้งด้วยผ้าหรือเป่าหยดน้ำมันออกลม ก่อนที่จะชั่งน้ำหนักด้วยตาชั่งที่มีความละเอียดอย่างน้อย 0.0001 กรัม (รูปที่ 2.3 ซ้าย) และวัดขนาดโดยใช้ กล้อง Stereoscope Model Leica MS5 ที่มี กล้องดิจิตอล Model EC3 ติดตั้งอยู่ (รูปที่ 2.4 ซ้าย) ใน สภาพเปียก (Wet Condition)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก (ซ้าย) ยี่ห้อ Sciencetech 210D, เครื่องวัด Durometer Type M
ด้วยน้ำหนักกด 1 kg (ขวา)



รูปที่ 2.4 กล้อง Stereoscope Model Leica MS5(ซ้าย) พร้อมด้วย Digital Camera Model Leica EC3
และ กล้อง Microscope Model Leica DM4000(ขวา) ที่ติดตั้งอยู่ด้านบน กล้องทั้งสองได้รับความ
อนุเคราะห์จาก บริษัท เอ็มเอ็มที เอ็นจิเนียริง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

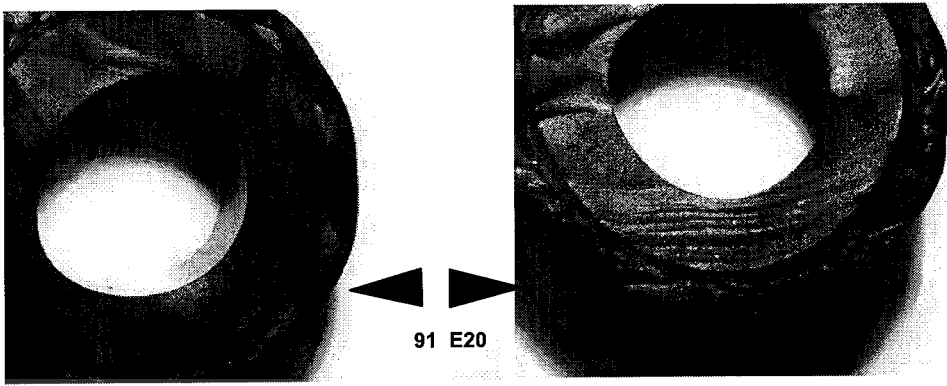
ค่าน้ำหนักที่ได้จะใช้ในการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase) เพื่อค้นหาจุดอิมตัวของเกิดการบวมก่อนที่จะทำการวัด Percent Weight Loss ของวัสดุโพลิเมอร์นั้นในสภาพแห้ง เช่นเดียวกับวัสดุที่เป็น โลหะ รูปภาพทั้งในระดับ ที่มองเห็นด้วยตาเปล่า จากกล้อง Stereoscope (รูปที่ 2.4 ซ้าย) และ ที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าจากกล้องจุลทรรศน์ (รูปที่ 2.4 ขวา) จะถูกบันทึกไว้ทุกๆ สัปดาห์ รวมถึงการเปลี่ยนน้ำมันเชื้อเพลิงที่แช่ชิ้นส่วนนั้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้นำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบของน้ำมันเชื้อเพลิง E20 ต่อชิ้นส่วนรถยนต์ดังกล่าว

เมื่อสิ้นสุดการทดสอบชิ้นส่วนที่เป็นโพลิเมอร์จะถูกอบให้แห้งที่อุณหภูมิที่ 70 ± 2 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อหาค่า Percent weight lost ในลักษณะชิ้นส่วนที่แห้งก่อนที่จะหาค่า ความแข็ง (Hardness) ของท่อ โพลิเมอร์ โดยการเฉลี่ยจากการวัด 5 จุดต่อชิ้นงาน ใน Scale Shore M ที่ใช้น้ำหนักกดที่ 1 kg (รูปที่ 2.3 ขวา) การวิเคราะห์ผลการทดสอบจะใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไม่ว่าจะเป็นน้ำหนักและขนาด ในเชิงปริมาณ และทางกายภาพในระดับ ที่มองเห็นด้วยตาเปล่า และ ที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ในเชิงคุณภาพโดยรูปถ่าย ระหว่างชิ้นส่วนยานยนต์ที่แช่ในน้ำมันเบนซิน 91 กับชิ้นส่วนยานยนต์ที่แช่ในน้ำมันเบนซิน E20 โดยสมมุติฐานที่ว่าชิ้นส่วนยานยนต์ที่นำมานั้นสามารถใช้งานได้กับน้ำมันเบนซิน 91 ดังนั้นค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่างชิ้นงานที่แช่ในน้ำมันเบนซิน 91 และเบนซิน E20 จึงสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ ความทนต่อการกัดกร่อนของชิ้นส่วนนั้นกับน้ำมันเชื้อเพลิง E20 ได้

หลังจากสิ้นสุดการทดสอบผลกระทบของน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยวิธีการแช่ชิ้นส่วนยานยนต์ในน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งสองชนิด เป็นเวลา 1,512 ชั่วโมง ชิ้นส่วนต่างๆถูกนำมาสังเกตด้วยตาเปล่าภายใต้กำลังขยายจากกล้องจุลทรรศน์ รวมถึงค่าที่ได้จากสมการ (2.1)-(2.4) ซึ่งผลที่ได้มีดังนี้

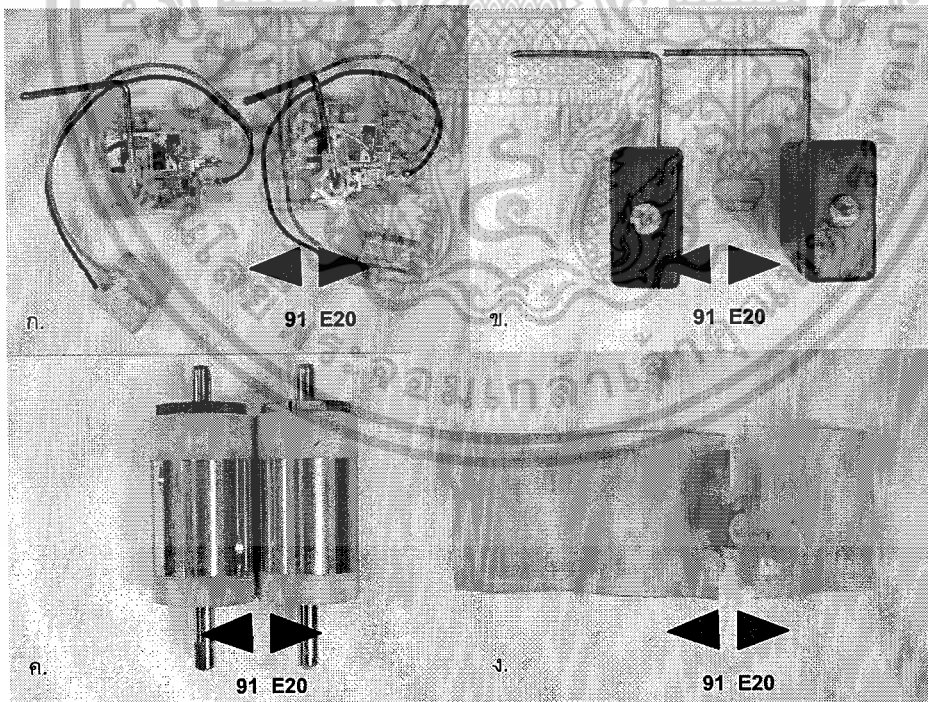
ผลการทดสอบของรถยนต์ยี่ห้อ A

จากการตรวจสอบลักษณะภายนอกโดยกล้องจุลทรรศน์ไม่พบการ ผุกร่อนหรือการกัดกร่อนของชิ้นส่วนที่เป็นทองแดง ซึ่งได้แก่บริเวณที่เป็นสายวงจร, สปริงของมิเตอร์วัดน้ำมัน เว้นแต่น้ำมันเชื้อเพลิง E20 ทำให้บริเวณพื้นผิวโลหะทองแดงมีลักษณะคล้ายว่าที่ชิ้นที่แช่ในน้ำมัน เบนซิน 91 ที่นำสังเกตอีกประการคือชุดท่อไอระเหยน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ทำจากโพลิเมอร์ มีการแยกชั้นของท่อดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ชุดท่อไอระเหยื่อน้ำมันเชื้อเพลิง

ส่วนผลกระทบของเชื้อเพลิง E20 ต่อชิ้นส่วนอื่นๆ เมื่อเปรียบเทียบกับเบนซิน 91 มีดังนี้ แผ่นปรีนของวงจรมอเตอร์วัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิง ที่น้ำมันเชื้อเพลิง E20 ให้ผลการกัดกร่อนที่สูงกว่า (รูปที่ 2.6ก) ตลอดจนสีของก้านวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิง (รูปที่ 2.6ข) ที่สามารถเห็นความแตกต่างของสีได้ด้วยตาเปล่า นอกจากนี้แล้วผลกระทบของน้ำมันเชื้อเพลิง E20 ยังทำให้เกิดรอยตามคบนอาร์เมเจอร์ของปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง (รูปที่ 2.6ค) และการเปลี่ยนสีของกรองเชื้อเพลิงในถังน้ำมันเชื้อเพลิง (รูปที่ 2.6ง)



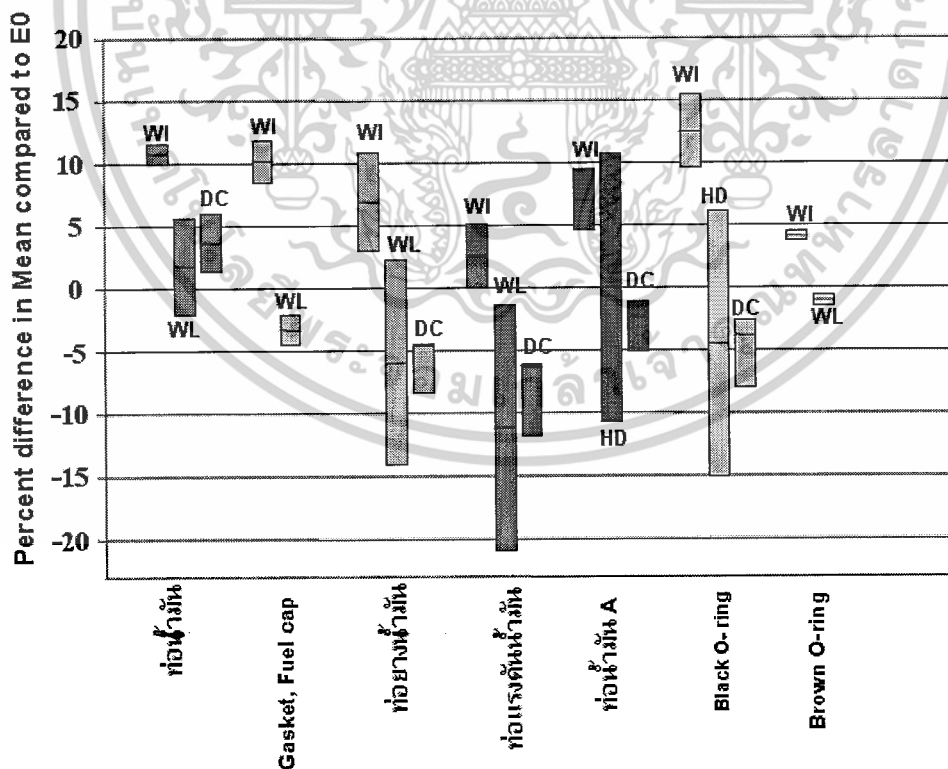
รูปที่ 2.6 (ก-ง) แสดงถึงการเปรียบเทียบลักษณะภายนอกของ (ก) มิเตอร์วัดระดับเชื้อเพลิงในถังเชื้อเพลิง (ข) ลูกกลอยวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิงในถังเชื้อเพลิง (ค) อาร์เมเจอร์ของปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง (ง) กรองน้ำมันเชื้อเพลิงในถังน้ำมันเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิ้นส่วนที่เป็นอีลาสโตเมอร์ หรือพลาสติก ได้แก่ Insulator Injection Fuel Filter Case, ท่อไอระเหยน้ำมันเชื้อเพลิง, กรองน้ำมันเชื้อเพลิงในถัง, Tube S/A Fuel No. 1, Socket, Fuel T. Pipe Gasket, Black และ Brown O-Ring มีความแตกต่างของน้ำหนักที่เกิดจากการซึมแทรกของน้ำมัน E20 สูงกว่าน้ำมันเบนซิน 91 อย่างเห็นได้ชัดด้วยวิธีการวิเคราะห์ของแปรปรวนของช่วงข้อมูล แต่ Tube Sub-Assy Fuel, Fuel Suction Gasket และ Fuel Tube ไม่สามารถสรุปถึงความแตกต่างได้เนื่องจากการกระจายตัวของข้อมูล สำหรับผลการเปลี่ยนแปลงของขนาดความหนาของชิ้นส่วนที่เป็นท่อน้ำมันพบว่ามีความแตกต่างของขนาดแต่ไม่มากนัก

ค่าความแตกต่างของค่า Apparent percent weight increase และ percent dimension change ที่ได้จากการเฉลี่ยค่าดังกล่าว ห้าครั้งหลัง รวมถึงค่า เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างโดยเฉลี่ยของค่าความแข็งใน Scale Shore type M ของชิ้นส่วนที่แช่ในน้ำมันเชื้อเพลิง E20 เทียบกับค่า 8 ค่าความแข็งที่ได้จากชิ้นส่วนที่แช่ในน้ำมันเบนซิน 91 ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.7 โดยช่วงกว้างจากจุดต่ำสุดจนถึงจุดสูงสุดของแต่ละกราฟภูมิแท่ง จะแสดงช่วงเปอร์เซ็นต์ความมั่นใจ 95% ที่ค่า ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างโดยเฉลี่ยจะอยู่ในช่วงดังกล่าว

โดยที่ผลการประเมินชิ้นส่วนรถยนต์ยี่ห้อ A จากข้อมูลดังกล่าว ได้สรุปไว้ในตารางที่ 2.2



รูปที่ 2.7 กราฟภูมิแท่งแสดงค่า ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างโดยเฉลี่ยของปริมาณต่างๆ ได้แก่ WI, WL,

HD และ DC ของรถยนต์ยี่ห้อ A ในช่วงเปอร์เซ็นต์ความมั่นใจ 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ผลการประเมินชิ้นส่วนรถยนต์ยี่ห้อ A

ชื่อชิ้นส่วน	การเปลี่ยนแปลง	WI	WL	HD	DC
Pressure regulator	ปกติ	--	--	--	--
ชุดสายไฟ	ปกติ	--	--	--	--
ท่อน้ำมัน	E20 โคนกั๊ด	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	--	<input type="checkbox"/>
Filter, paper	สีโลหะ E20เปลี่ยนสีซีดกว่า	--	--	--	--
Filter, case	E20 สีซีดกว่า	<input type="checkbox"/>	☺	--	--
Gasket, Fuel cap	ปกติ	<input type="checkbox"/>	☺	--	--
วงจรวัดระดับน้ำมัน	เบนซิน91 สีแดง แต่แผ่นปรินต์ E20สีซีดกว่า	--	--	--	--
ลูกลอยวัดระดับน้ำมัน	E20 ก้านวัดเปลี่ยนสี	--	--	--	--
ท่อแรงดันน้ำมัน	ปกติ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Air pressure tube	ปกติ	☺	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	☺
ท่อน้ำมัน A	E20 ข้างในท่อเป็นคราบ	<input type="checkbox"/>	?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ท่อขายน้ำมัน	ปกติ	<input type="checkbox"/>	?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Socket	ปกติ	--	--	--	--
Black O-ring	ปกติ	?	<input type="checkbox"/>	--	--
Brown O-ring	ปกติ	☺	<input type="checkbox"/>	--	--
แม่เหล็ก	ปกติ	--	--	--	--
อาร์เมเจอร์	E20 โลหะบนอาร์เมเจอร์เป็นรอยตามด	--	--	--	--
เฟืองปั๊มเชื้อเพลิง	ปกติ	--	--	--	--
Upper cover	ปกติ	--	--	--	--
ฝาครอบปั๊มด้านข้าง	E20 สีไม่แวว เหมือน เบนซิน 91	--	--	--	--
ฝาครอบปั๊มตัวล่าง	ปกติ	--	--	--	--

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่สัญลักษณ์มีความหมายดังนี้

☺ : มีความแตกต่างจากชั้นที่แช่ในน้ำมันเบนซิน 91 น้อย

☹ : มีความแตกต่างจากชั้นที่แช่ในน้ำมันเบนซิน 91 ก่อนข้างน้อย

△ : มีความแตกต่างจากชั้นที่แช่ในน้ำมันเบนซิน 91 ก่อนข้างมาก

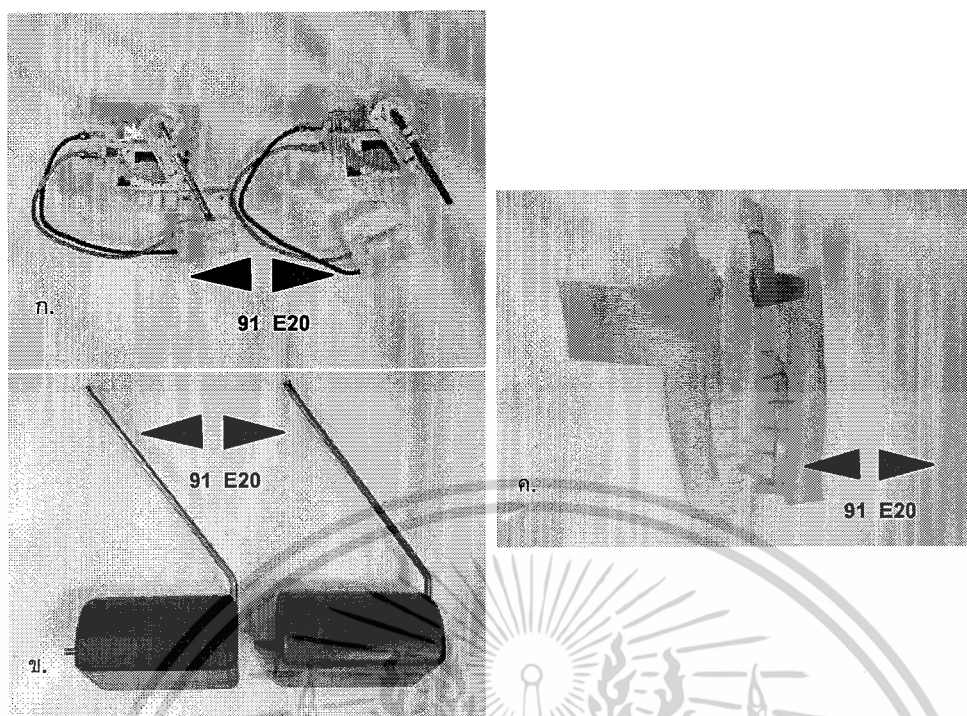
□ : มีความแตกต่างจากชั้นที่แช่ในน้ำมันเบนซิน 91 มาก

? : ยังมีความไม่แน่ใจบางประการ

-- : ไม่อยู่ในขอบเขตของการพิจารณา

ผลการทดสอบของรถยนต์ยี่ห้อ B

จากการตรวจสอบลักษณะภายนอก พบว่าชิ้นส่วนที่เป็นโลหะ ได้แก่ ก้านลูกลอย (รูปที่ 2.8ก) และแผงวงจรของมิเตอร์วัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิง (รูปที่ 2.8ข) ที่ผ่านการแช่ในน้ำมัน E20 จะมีลักษณะสีที่หมองกว่าที่แช่ในน้ำมันเบนซิน 91 แต่ไม่มีการสึกกร่อนในลักษณะของตุ่มกร่อนและการกัดกร่อนของชิ้นส่วน แต่ชิ้นส่วนที่เป็นโพลีเมอร์ พบว่ามีการเปลี่ยนสีของกรองน้ำมันเชื้อเพลิงในถังน้ำมัน (รูปที่ 2.8ค) ถึงอย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงสีดังกล่าวอาจไม่มีผลต่อการทำงานของชิ้นส่วนนั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพอื่นๆด้วย เช่น ค่าความแข็ง การยึดตัวและความเค้นดึง นอกจากนี้แล้วจากการสังเกตด้วยกล้อง Stereoscope พบว่าท่อไอรอะเหยน้ำมันเชื้อเพลิง (รูปที่ 2.9) มีจุดของยางเหนียวเกาะบริเวณผิวด้านตัดขวางของท่อ ซึ่งอาจเกิดจากการละลายของโพลีเมอร์นั้นในน้ำมันอี 20 แล้วซึมออกมาที่ผิวด้านตัดขวาง แต่การใช้งานจริงของชิ้นส่วนดังกล่าวกลับสัมผัสเฉพาะไอน้ำมันเท่านั้น



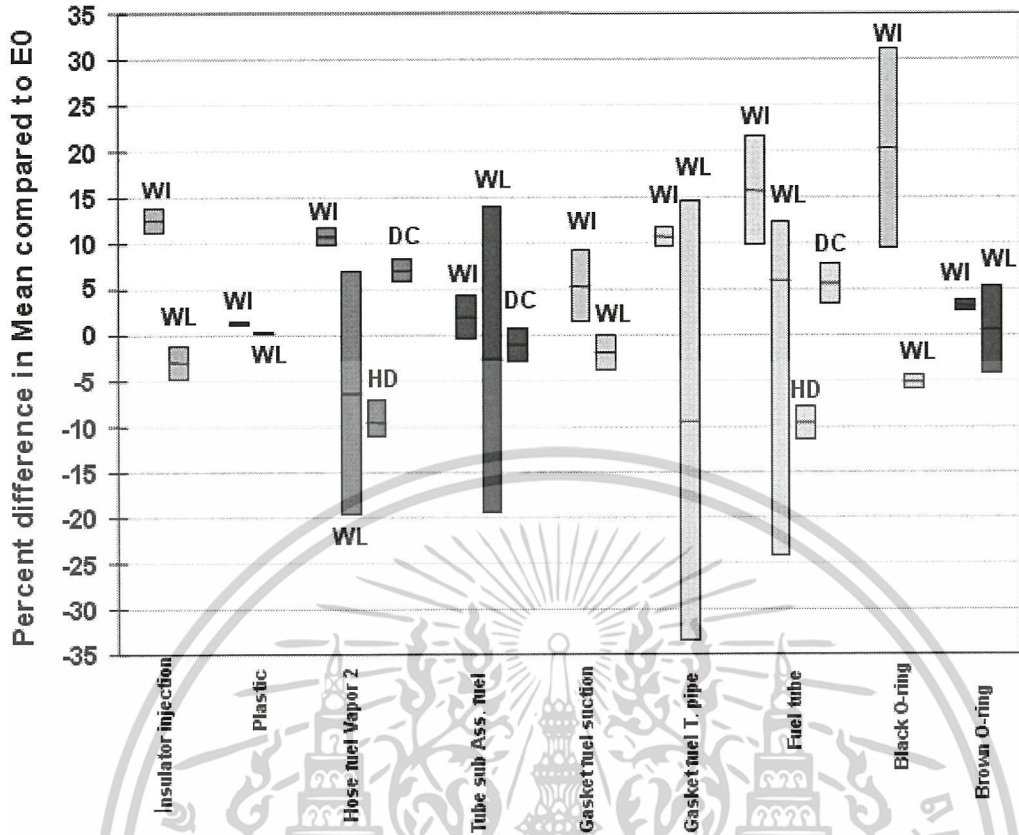
รูปที่ 2.8 แสดงถึงการเปรียบเทียบลักษณะภายนอกของชิ้นส่วนในถังน้ำมันเชื้อเพลิง (ก) มิเตอร์วัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิง (ข) ลูกกลอยวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิง (ค) กรองน้ำมันเชื้อเพลิง



รูปที่ 2.9 ชุดท่อไอระเหยน้ำมันเชื้อเพลิง

เช่นเดียวกับผลการทดสอบของรถยนต์ยี่ห้อ A ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Apparent percent weight increase, percent dimension change, Percent weight lost, และค่าความแข็ง Scale Shore type M ของชิ้นส่วนที่แช่ในน้ำมันเชื้อเพลิง E20 เทียบกับค่าที่ได้จากชิ้นส่วนที่แช่ในน้ำมันเบนซิน 91 (รูปที่ 2.10) ซึ่งเป็นข้อมูลหลักที่ใช้ในการประเมินผลการใช้งานได้กับน้ำมันเชื้อเพลิง E20 ในตารางที่ 2.3 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.10 กราฟภูมิแท่งแสดงค่าค่าความแตกต่างโดยเฉลี่ยของปริมาณต่างๆ ได้แก่ WI, WL, HD และ DC ของรถยนต์ยี่ห้อ B ในช่วงเปอร์เซ็นต์ความมั่นใจ 95%

ตารางที่ 2.3 ผลการประเมินชิ้นส่วนรถยนต์ยี่ห้อ B

Description	Physical Appearance	WI	WL	HD	DC
Filter, Suction	E 20 เปลี่ยนสี	--	--	--	--
Insulator Injection	ปกติ	☐	☺	--	--
Fuel Filter Case	ปกติ	☺	☺	--	--
Hose Fuel Vapor No.2	ปกติ	☐	?	☐	☐
Tube Sub-Assy Fuel	ปกติ	☺	?	☺	☺
Socket, plastic	ปกติ	--	--	--	--
Tube S/A Fuel socket	ปกติ	--	--	--	--

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิจัยดังที่กล่าวไว้เบื้องต้น พบว่าชิ้นส่วนที่เป็นโลหะผสมไม่มีการสึกกร่อนแบบการผุกร่อนและกัดกร่อนเว้นแต่โลหะที่มีส่วนผสมของทองแดง ที่มีการเปลี่ยนสีอย่างเห็นได้ชัด

สำหรับชิ้นส่วนที่เป็น พลาสติกมีการเปลี่ยนแปลงของสี แล้วจะมีสีเข้ม เมื่อชิ้นส่วนดังกล่าวถูกแช่ในน้ำมันอี20 ที่เป็นไปตามสีของน้ำมันอี20ซึ่งมีสีแดง นั่นคือสีที่เปลี่ยนไปอาจเกิดจากการแทรกซึมของน้ำมันเข้าไปในชิ้นส่วน ถึงอย่างไรก็ตามผลกระทบจากสีที่เปลี่ยนไปไม่ใช่ปัจจัยหลักที่เป็นตัวบ่งชี้การไม่พบความเข้ากันไม่ได้ได้กับน้ำมัน อี20 แต่ขึ้นกับปัจจัยอื่นๆด้วย ได้แก่ การเสื่อมสภาพของความสามารถในการรับความเค้นดึง เนื่องจากการแทรกซึมของน้ำมันเชื้อเพลิง รวมถึงลักษณะการใช้งาน

ชิ้นส่วนที่เป็น อีลาสโตเมอร์ ได้แก่ ท่อน้ำมันเชื้อเพลิง การเปลี่ยนแปลงขนาดเป็นปัจจัยที่สำคัญ แต่ผลของขนาดที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากน้ำมันอี20 เปรียบเทียบกับผลกระทบจากน้ำมันเบนซิน 91 อยู่ในระดับต่ำ ยกเว้นท่อน้ำมันของรถยนต์ที่อาจมีผลกระทบของน้ำมันเชื้อเพลิง แต่ทั้งนี้ การใช้งานจริงของชิ้นส่วนนั้นกับใช้งานกับน้ำมัน

ส่วนปัจจัยอื่นๆ ที่ได้จากค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น(WI) ที่เป็นตัววัดปริมาณการซึมผ่านของน้ำมันเชื้อเพลิงในชิ้นงาน น้ำหนักที่ลดลง (WL) ที่เป็นตัววัดปริมาณของโพลีเมอร์ที่ละลายไปกับน้ำมันเชื้อเพลิง และ ความแข็งที่เป็นตัวประมาณค่าการความสามารถในการรับแรงของชิ้นงาน ได้แสดงให้เห็นเป็นกราฟภูมิแท่งและถูกประเมินเชิงคุณภาพเป็นตารางตามข้อยี่ห้อของรถยนต์ข้างต้น

2.2 การศึกษาผลกระทบของน้ำมันอี20 ต่อส่วนประกอบพลาสติกในรถยนต์ [2]

ประเด็นหลักของการศึกษานี้ คือการเปรียบเทียบผลกระทบของ E20, E10 และแก๊สโซลีนต่อวัสดุที่เป็นพลาสติก ที่พบในระบบเชื้อเพลิงของรถยนต์และเครื่องยนต์เล็ก ตัวอย่างพลาสติกจะถูกจัดเตรียม โดยใช้มาตรฐาน SAE และ ASTM และถูกแช่ในเชื้อเพลิงผสม ASTM Fuel C: 90% Fuel C และ 10% aggressive ethanol (E10); และ 80% Fuel C และ 20% aggressive ethanol (E20) ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3,024 ชั่วโมง เชื้อเพลิงจะถูกเปลี่ยนทุกๆ สัปดาห์ ตลอดระยะเวลา 18 สัปดาห์ ของการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการทดสอบ

กระบวนการสำหรับการทดสอบพลาสติกถูกพัฒนาจาก มาตรฐานหลัก 6 มาตรฐาน คือ SAE J1748-98 วิธีการสำหรับการหาคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุที่เป็นพอลิเมอร์ที่สัมผัสกับเชื้อเพลิง แก๊สโซลีนหรือเชื้อเพลิงผสมที่มีการใส่ออกซิเจนลงไป, SAE J1681-00 เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน, แอลกอฮอล์ และดีเซลสำหรับการทดสอบวัสดุ, ASTM D618-00 มาตรฐานวิธีปฏิบัติสำหรับการปรับสภาพของพลาสติกเพื่อใช้ในการทดสอบ, ASTM D543-95 มาตรฐานวิธีปฏิบัติสำหรับการเมินค่าความต้านทานตัวกระทำทางเคมีของพลาสติก, ASTM D638-03 มาตรฐานวิธีการทดสอบคุณสมบัติการยืดของพลาสติก, ASTM D256-06 มาตรฐานวิธีการทดสอบสำหรับการหาความต้านทานการกระแทก (แบบ Izod pendulum) ของพลาสติก (SAE, 1998, 2000; ASTM, 2000, 1995, 2003, 2006) SAE J1748) เป็นมาตรฐานสำคัญในการเปลี่ยนแปลงแก้ไขมาตรฐาน ASTM D543 เพื่อให้กระบวนการเหมาะกับวัตถุประสงค์ในการทดสอบเชื้อเพลิงผสมเอทานอล หลังจากมีการกำหนดกระบวนการทดสอบ เพื่อแสดงให้เห็นชนิดของเครื่องมือและแหล่งที่มา กระบวนการจะถูกสนับสนุน เพื่อพิจารณาตรวจสอบและเปลี่ยนแปลง แก้ไขให้เหมาะสมเพื่อให้เกิดข้อเสนอแนะอย่างมีประสิทธิภาพ

การทดสอบและการเก็บข้อมูลทั้งหมดใช้สถานที่ในห้องเครื่องมือ โดยถูกออกแบบให้มีระบบระบายอากาศ เพื่อควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นสารพิษ ชิ้นส่วนตัวอย่างถูกจัดเตรียมไว้ โดยเฉพาะ โดยใช้มาตรฐาน ASTM D618-00 มาตรฐานสำหรับการปรับสภาพของพลาสติกให้เหมาะสมสำหรับการทดสอบ หลังจากเตรียมชิ้นส่วนตัวอย่างเสร็จ ก็จะมีการวัดน้ำหนักและขนาด เพื่อจัดเตรียมพื้นฐานสำหรับการเปรียบเทียบ และมีการถ่ายรูปสีและพื้นผิวด้วย

ตามมาตรฐาน SAE J1748 และ ASTM D543 ตัวอย่างจะถูกจุ่มลงไปอย่างสมบูรณ์ เป็นเวลา 3,024 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 55 ± 2 องศาเซลเซียส ก่อนการทดสอบ คุณสมบัติดังต่อไปนี้จะถูกวัดทั้งก่อนและหลังการแช่: ปริมาตร, น้ำหนัก, รูปร่าง, ความต้านทานการอัด, แรงต้านทานการดึง และการยืดขยายภายใต้แรงกดคั้น

ชิ้นส่วนพลาสติกที่นำมาทดสอบถูกกำหนดให้มีรูปร่างต่างกัน 3 แบบ แบบแรกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว เป็นแผ่นกลมหนา 0.125 นิ้ว ตัวอย่างนี้ใช้สำหรับการวัดการเปลี่ยนแปลงของปริมาตร, น้ำหนัก และรูปร่าง มันจะเป็นอ้างอิงรูปร่างของตัวอย่าง ตัวอย่าง 5 ชิ้นของวัสดุแต่ละชนิด จะถูกจุ่มลงในเชื้อเพลิงแต่ละแบบ แบบที่สอง รูปร่างถูกเตรียมและจุ่ม เป็น Type 1 tensile dumbbell เป็นลักษณะเฉพาะตามมาตรฐาน ASTM D638(2003) ตัวอย่างเหล่านี้จะถูกใช้ในการวัดกำลังต้านทานการดึงและการยืดขยายภายใต้แรงกดคั้น ตัวอย่าง tensile 5 ตัวอย่าง ของวัสดุแต่ละชนิดจะถูกจุ่มลงใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์ขอสงวนสิทธิ์ในเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อเพลิงแต่ละแบบ เสริม ตัวอย่าง 5 ตัวอย่างของพลาสติกแต่ละแบบจะถูกจัดเตรียมแต่จะไม่เพื่อไปถึงการทดสอบเชื้อเพลิง ชิ้นส่วนเหล่านี้ใช้เป็นตัวอย่างควบคุมสำหรับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่เกิดขึ้นในระยะเวลาของการทดสอบ ไม่ได้ทำการทดสอบกับเชื้อเพลิงเลย แบบที่สาม จะเป็น Izod-type เป็นลักษณะ เฉพาะตามมาตรฐาน ASTM D256 จะถูกใช้ในการทดสอบการอัด (2006) ตัวอย่าง Izod ทั้งหมด 40 ตัวอย่างจะถูกจัดเตรียมจากวัสดุแต่ละชนิด ตัวอย่าง 10 ชิ้นจะเอาไปใช้ในการทดสอบเชื้อเพลิงแต่ละแบบ และอีก 10 ชิ้น จะใช้เป็นตัวอย่างควบคุม

ตัวอย่างทดสอบทั้งหมดจะถูกทำให้มีสภาพที่ถูกต้องตาม ASTM D618 (2000) นี่เป็นสิ่งที่สำคัญมากเพราะอุณหภูมิและความชื้นสามารถมีผลกระทบต่อพลาสติกบางชนิด หลังจากที่มีการวางเงื่อนไข ตัวอย่างก็จะถูกชั่ง โดยแต่ละตัวอย่างต้องมีน้ำหนักและขนาดตามมาตรฐาน ASTM D543 (1995) โดยน้ำหนักและขนาดอาจคลาดเคลื่อนจากมาตรฐาน ± 0.0001 กรัม และ ± 0.0001 นิ้ว ตามลำดับ มีการถ่ายภาพตอนนี้เพื่อแสดงสีและรายละเอียดของพื้นผิวของตัวอย่าง ข้อมูลทางกายภาพจะถูกบันทึกตัวอย่างจะถูกแขวนในภาชนะกระปุกแก้วที่ปิดสนิทที่บรรจุเชื้อเพลิง : C, C(E10)_A และ C(E20)_A ตัวอย่างจะจมอยู่ในเชื้อเพลิงตลอดเวลาของกระบวนการแช่ หลังจากนั้นกระปุกแก้วก็จะถูกนำไปวางในเตาอบ โดยเพิ่มอุณหภูมิเป็น 55 ± 2 องศาเซลเซียส เชื้อเพลิงจะถูกเปลี่ยนทุกๆ สัปดาห์ และจะถูกบันทึกการเปลี่ยนสีของเชื้อเพลิง

หลังจากการทดสอบแช่ผ่านไป 3,024 ชั่วโมง กระปุกแก้วจะถูกย้ายและปล่อยให้เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตัวอย่างแต่ละชิ้นจะถูกวัดขนาด, น้ำหนัก และถ่ายรูป ตัวอย่าง tensile ที่ถูกแช่และไม่ถูกแช่ จะถูกทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D618 เพื่อวัดแรงต้านทานการดึง และการยืดขยายภายใต้แรงกดดัน (2000) สุดท้าย การทดสอบการอัดจะเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D256 จะทำการทดสอบกับทุกตัวอย่างเพื่อหาความต้านทานแรงอัด (2006) ดู Appendix A สำหรับกระบวนการทดสอบที่สมบูรณ์

วัสดุ

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำส่วนประกอบของระบบเชื้อเพลิงจะถูกนำมาทดสอบแทนที่ใช้ชิ้นส่วนจริง การทดสอบวัตถุดิบจะครอบคลุมมากกว่าการทดสอบชิ้นส่วนประกอบแต่ละอัน โดยเฉพาะตัวอย่างเช่น ผลจากการทดสอบจากพลาสติกที่ถูกเลือกจะสามารถให้ข้อมูลพิจารณาคุณสมบัติของวัสดุได้ ไม่ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงการผลิตชิ้นส่วน ในผู้ผลิตรายใดก็ตามที่เลือกใช้วัสดุชิ้นนั้นมาผลิตวิธีการทดสอบนี้มีความเหมาะสมที่จะปฏิบัติมากกว่าการทดสอบส่วนประกอบแต่ละชิ้นโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสริม กระบวนการทดสอบต้องการตัวอย่างที่มีรูปร่างเฉพาะตามมาตรฐาน ซึ่งจะเป็นยากที่จะทำกับชิ้นส่วนจริง

รายการวัสดุที่นำมาทดสอบเป็นวัสดุที่ใช้ในระบบเชื้อเพลิงในรถยนต์ตั้งแต่ปี 1970, เครื่องยนต์ของเรือ, เครื่องยนต์ประเภทที่ใช้ในการเกษตรกรรม (non-road engines) และเครื่องจ่ายเชื้อเพลิง โดยแท้จริงแล้วมันเป็นไปไม่ได้ที่การวิจัยเดียวจะทดสอบทุกวัสดุและรวมวัสดุที่ถูกใช้รายการวัสดุที่ใช้ในงานวิจัยนี้สร้างจากหลายๆ แหล่ง เช่น บทความ, คู่มือ และการแนะนำจากผู้ผลิตระบบเชื้อเพลิงและเครื่องยนต์ หลังจากที่ยุทธศาสตร์รวบรวมแล้ว มันจะทำให้เกิดรายการของวิศวกรระบบเชื้อเพลิง จากหลายๆ OME_s และ ผู้จัดหากลุ่ม 1 และ 2 สำหรับเปรียบเทียบการตรวจสอบอีกครั้ง สุดท้าย วัสดุที่ใช้ในระบบเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ FFV จะถูกตัดออกจากรายการ เพราะได้มีการทดลองแล้วว่าเหมาะสมกับเชื้อเพลิงที่ผสมเอทานอลตั้งแต่ 0-85 % วัสดุทั้ง 8 ชนิดที่ใช้ในการทดสอบมีทั้งหมดดังนี้

- acrylonitrile butadiene styrene (ABS)
- polyamide 6 (PA 6) [Nylon 6]
- polyamide 66 (PA 66) [Nylon 66]
- polybutylene terephthalate (PBT)
- polyethylene terephthalate (PET)
- polyetherimide 1010 moldable (PEI)
- polyurethane 55D-90A durometer hardness (PUR)
- polyvinyl chloride flexible version (PVC)

พลาสติกทั้ง 8 ชนิดนี้จะถูกอ้างอิงโดยการใช้อักษรย่อสามตัว พลาสติก ABS จะเสื่อมลงใน 1 สัปดาห์ในการทดสอบทั้งหมดและไม่สามารถนำมาใช้ต่อได้อีก

พลาสติกต่างๆ : ethylene vinyl alcohol (EVOH), polyamide 12 conductive version (PA 12) [Nylon 12], polyamide 46 (PA 46) [Nylon 46], polyphthalamide (PPA), high density polyethylene (HDPE), low density polyethylene (LDPE), polypropylene (PP), polyphenylene sulfide (PPS), polyoxymethylene (POM), Zytel® (HTN), and polytetrafluoroethylene (PTFE) วัสดุพวกนี้จะไม่ถูกทดสอบเพราะมันถูกใช้ในระบบเชื้อเพลิงในรถยนต์ FFV ดังนั้นจึงมีคุณสมบัติที่จะใช้เอทานอลได้

เชื้อเพลิงทดสอบ

การเลือกเชื้อเพลิงทดสอบสำหรับงานวิจัยนี้เป็นหัวข้อหลักในการพัฒนาแผนการทดสอบ ในเอกสารพิจารณาบทความ การศึกษาต่างๆ เป็นตัวระบุว่าเป็นการยากในการหาส่วนประกอบเฉพาะของไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก๊สโซลีนพื้นฐานหรือส่วนประกอบของเอทานอล เชื้อเพลิงทดสอบที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นพื้นฐานจากมาตรฐานการทดสอบเชื้อเพลิง SAE J1681 รายงานนี้เป็นผลของแผนคณะกรรมการเฉพาะกิจตั้งแต่ปี 1990 เพื่อทดสอบวัสดุด้วยเมทานอล ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา มาตรฐานก็ถูกเปลี่ยนแปลงเพื่อประกอบด้วยเชื้อเพลิงหลายๆ ชนิด คณะกรรมการเฉพาะกิจที่เป็นที่ยอมรับ ASTM Fuel C มาใช้เป็นอ้างอิงสำหรับแก๊สโซลีนในการทดสอบความเข้ากันได้ของวัสดุ ASTM Fuel C แสดงสถานการณ์กรณีที่เลวร้ายที่สุด (worst case scenario) ของแก๊สโซลีน เนื่องจากส่วนประกอบของมัน คือ ไอโซออกเทน และ โทลูอิน อย่างละ 50 % ไอโซออกเทนแสดงถึงกลุ่มอัลเคนที่ประกอบกัน 40–70 % ของแก๊สโซลีน (Harrigan, Banda, Bonazza, Graham, Slimp, 2000, p. 2) มันเป็นสิ่งสำคัญมาก กลุ่มของอัลเคนแสดงถึงเหตุผลสองประการ ประการแรก กลุ่มของอัลเคนเป็นส่วนประกอบที่มีสัดส่วนมากในแก๊สโซลีน และประการที่สอง มันอาจจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดการบวมขึ้นในโพลีเมอร์ (พลาสติกและอีลาสโตเมอร์) โทลูอินแสดงถึงกลุ่มของอะโรมาติก ซึ่งประกอบในแก๊สโซลีน 20-50 % (p. 2) อะโรมาติกสามารถเป็นสาเหตุทำให้เกิดการบวมขึ้นได้ในโพลีเมอร์ แต่มันช่วยลดตัวแอลกอฮอล์ข้างในเชื้อเพลิงผสมได้

เอทานอลสังเคราะห์ ไม่ใช่ fuel grade เอทานอล (เอทานอลบริสุทธิ์ 85-95%) ควรจะนำมาใช้ในการทดสอบวัสดุ เพราะเรารู้ส่วนประกอบของมัน “จะช่วยให้การลดค่าที่เปลี่ยนแปลงได้บางค่า ในการใช้เอทานอลเป็นส่วนประกอบของเชื้อเพลิงทดสอบ” (Harrigan et al., p. 5) สิ่งปนเปื้อนมากมายที่พบใน fuel grade เอทานอล ประกอบด้วย กรดซัลเฟอร์ริก, กรดอะซิติก, น้ำ และ โซเดียมคลอไรด์ “กรดเกิดมาจากกระบวนการผลิตแอลกอฮอล์หรือไม่ก็เนื่องจากการออกซิเดชันของแอลกอฮอล์ในระหว่างกระบวนการขนส่งอย่างใดอย่างหนึ่ง” (p. 3) น้ำเป็นผลพลอยได้จากการผลิตและสามารถทำให้เกิดการกัดกร่อนกับโลหะได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อรวมกับ โซเดียมคลอไรด์ มันเป็นสิ่งสำคัญมากที่สิ่งเหล่านี้ถูกแสดงในเชื้อเพลิงทดสอบ เพราะมันเป็นประเด็นสำคัญของความเหมาะสมของวัสดุตามที่มาตรฐาน SAE J1681 สิ่งปนเปื้อนเหล่านี้ถูกเติมลงในเอทานอลสังเคราะห์ เพื่อที่จะทำให้เป็น aggressive เอทานอล ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่แสดงสถานการณ์กรณีที่เลวร้ายที่สุด มันจะยังคงรับได้ภายใต้มาตรฐาน ASTM D4806 มาตรฐานเฉพาะสำหรับการเปลี่ยนแปลงลักษณะของเอทานอลเพื่อนำไปผสมกับแก๊สโซลีนสำหรับใช้ในเครื่องยนต์แบบจุดระเบิด (ASTM 2006)

เชื้อเพลิงทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษาทำตามหลักเกณฑ์ของมาตรฐาน SAE J1681 เชื้อเพลิงทดสอบ 3 อย่าง ประกอบด้วย

Surrogate gasoline [C] - ASTM Fuel C, ส่วนผสมโทลูอินกับไอโซออกเทนอัตรา 50/50 (โทลูอินกับไอโซออกเทนอย่างละ 500 มิลลิลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E10 fuel [C(E10)_A] – 90% Fuel C+10% aggressive ethanol (โทลูอีน 450 มิลลิลิตร, ไอโซ ออกเทน 450 มิลลิลิตร, aggressive ethanol 100 มิลลิลิตร)

E20 fuel [C(E20)_A] – 80% Fuel C+20% aggressive ethanol (โทลูอีน 400 มิลลิลิตร, ไอโซ ออกเทน 400 มิลลิลิตร, aggressive ethanol 200 มิลลิลิตร)

aggressive ethanol ประกอบด้วย : เอทานอลสังเคราะห์ 816.00 กรัม, de-ionize water 8.103 กรัม, โซเดียมคลอไรด์ 0.004 กรัม, กรดซัลฟิวริก 0.021 กรัม และ กรดอะซิติกเข้มข้น 99.5% 0.061 กรัม (SAE J1681 Appendix E.1.2)

อุปกรณ์การทดลอง

ชิ้นส่วนตัวอย่างจะถูกนำไปไว้ในกระปุกแก้วขนาด 2 ลิตร โดยมีฝาปิดเป็นเทฟลอน ลวดสแตนเลสถูกใช้สำหรับแขวนตัวอย่างในเชื้อเพลิงและถูกแก้วจะถูกนำมาใช้แยกตัวอย่างใน ระหว่างที่เชื้ออยู่สารละลายที่เหมาะสมจะนำมาทดสอบจะถูกเติมลงในกระปุกแก้วแต่ละใบ และ ตัวอย่างจะแขวนจากข้างในของฝา โดยใช้เส้นใยสแตนเลส การเชื่อมต่อกรรมแสดงดังรูปที่ 2.11 กระปุก แก้วจะถูกนำไปวางในเตาอบที่เพิ่มอุณหภูมิเป็นเวลา 18 สัปดาห์



รูปที่ 2.11 ภาชนะทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

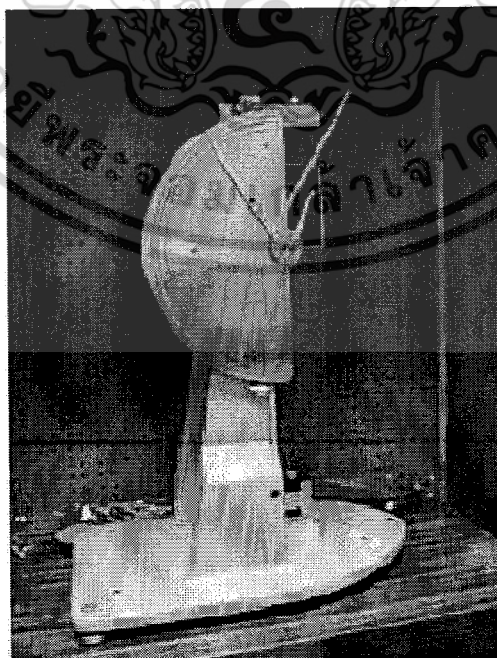
การป้องกันการระเบิดเนื่องจากการเสียดสีของอากาศในเตาอบ ถูกนำมาใช้เพื่อรักษาอุณหภูมิของตัว อย่าง ให้อยู่ที่ 55 ± 2 องศาเซลเซียส ใช้ตัวกำเนิดความร้อน โดยอากาศที่ไหลเวียนเพื่อรักษาอุณหภูมิ แทนที่จะใช้เปลวไฟ นี่เป็นสิ่งสำคัญมากเมื่อให้ความร้อนแก่ของของเหลวที่ใหม่ได้ในที่ที่มีออกซิเจน เพราะอาจเป็นไปได้ที่จะเกิดการระเบิด ถ้าไอระเหยไปสัมผัสกับตัวจุดระเบิด

อุปกรณ์การวัด

อุปกรณ์การวัดเบื้องต้น 5 ชนิดถูกนำมาใช้ในการเก็บข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพ สำหรับการศึกษานี้ ไมโครมิเตอร์ (ความแม่นยำ 0.001 นิ้ว) ถูกนำมาใช้วัดขนาดของตัวอย่างแต่ละชิ้น เสริมไมโครมิเตอร์กับ anvil จะถูกดำเนินการด้วยเครื่อง โดยรูปร่างของรอยบาก Izod จะถูกใช้เพื่อวัดความลึกของรอยบากแต่ละอัน

เครื่องชั่งวิเคราะห์ Radwag WAX 220 ใช้ในการวัดมวลของตัวอย่าง เครื่องชั่งมีสมบัติเชิงเส้น ± 0.0002 กรัม และความสามารถในการวัดซ้ำ 0.00015 กรัม ดังที่กล่าวคร่าวๆ ในคู่มือ บนพื้นฐานของการแก้ปัญหาและสมบัติเชิงเส้นของสเกล การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักในตัวอย่างน้อยกว่า 0.0008 กรัม สามารถเกิดได้เพราะสเกลผิดพลาดและจะไม่พิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่วัดได้

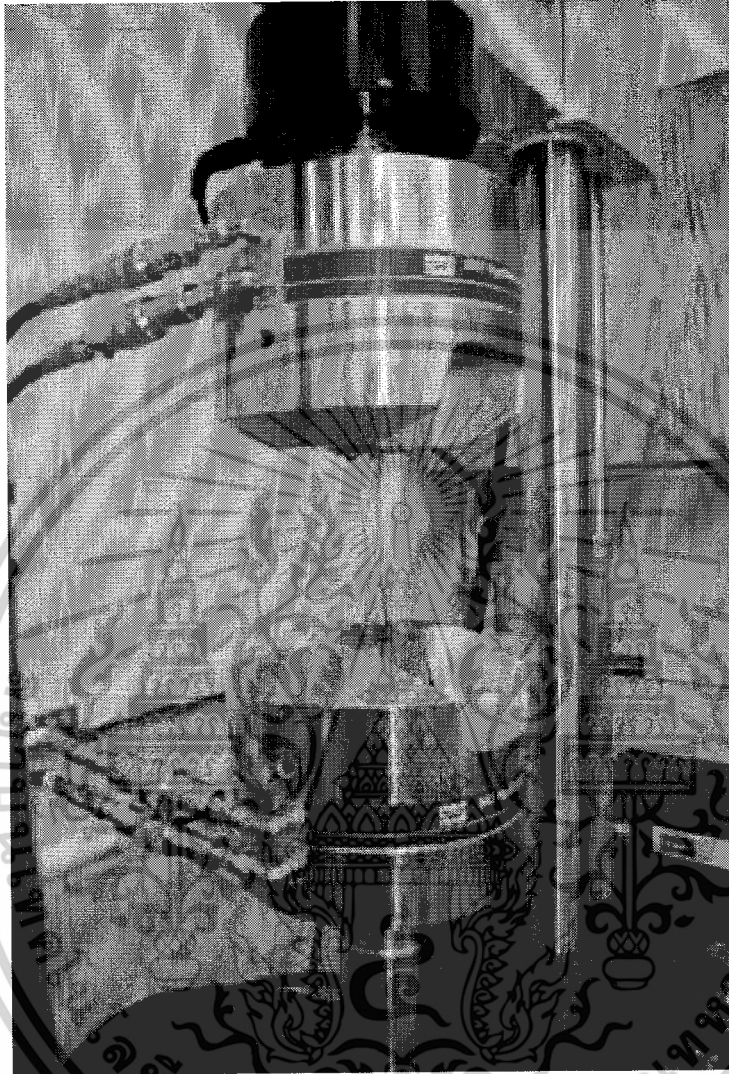
เครื่องทดสอบแรงกระแทก 16 ft-lb Satec, Model BLI universal pendulum (รูปที่ 2.12) ด้วยความละเอียด 0.1 ft-lb จะถูกใช้ในหาความต้านทานแรงกระแทกของวัสดุแต่ละชนิด เครื่องนี้จะถูกปรับให้ได้ตามมาตรฐานก่อนการทดสอบและโต๊ะที่เหมาะสมเพื่อช่วยแก้ไขอิทธิพลของลม และแรงเสียดทานจะถูกปรับ



รูปที่ 2.12 Satec pendulum impact tester

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเชิงพาณิชย์เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดทำ MTS 810 material testing system ด้วย load cell 2,000 lbf ถูกใช้หาคุณสมบัติแรงต้านทานแรงดึง รูปแสดงเครื่องทดสอบกับตัวอย่างแสดงในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 MTS 810 tensile testing system

การเก็บข้อมูล

มวลและขนาดของตัวอย่างแต่ละชิ้นจะถูกบันทึกก่อนที่จะนำไปทดสอบกับเชื้อเพลิง เสริมการวัดทางกายภาพ จะมีการถ่ายภาพแต่ละตัวอย่างไว้ เพื่อจัดเตรียมรูปที่เป็นอ้างอิงสำหรับสีและลักษณะพื้นผิวเดิม เพื่อใช้ในบทสรุปของการเปรียบเทียบ สีของเชื้อเพลิงจะถูกบันทึกก่อนการเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิงในแต่ละสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ถูกรับที่งานจบการศึกษาจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับค่าพื้นฐาน ตัวอย่างทุกชิ้นจะถูกวัดค่าก่อนทำการจุ่ม และเปรียบเทียบกับค่าที่บันทึกไว้หลังจากกระบวนการแช่ พร้อมด้วยตัวอย่างที่ไม่เคยแช่ในเชื้อเพลิงใดๆ เลย

รูปร่างของตัวอย่างจะถูกวัดเพื่อหาปริมาตรที่เปลี่ยนแปลงและมวลที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ตัวอย่างจะถูกเปรียบเทียบตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้น

ผลของการทดสอบการยัดจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับผลของการทดสอบตัวอย่างที่ยังไม่เคยแช่เชื้อเพลิง แรงต้านทานแรงดึงสามารถคำนวณโดยน้ำหนักถ่วงสูงสุดในแรงปอนด์ โดยเฉลี่ยพื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างต้นแบบ (ตัวอย่างก่อนแช่) ในตารางนี้ว เสริม เฟอร์เซ็นต์การยัดตัวหาได้จากการวัดขนาดความยาวจากตัวอย่างต้นแบบไปถึงตัวอย่างที่ได้รับผลกระทบจากเชื้อเพลิง

ชิ้นส่วน Izod ที่ถูกแช่เพื่อทดสอบผลกระทบจะถูกประเมินตรงข้ามกับผลของตัวอย่างซึ่งไม่เคยแช่ ผลของการทดสอบความต้านทานการกระแทกจะถูกวัดใน ft-lbf/in (ฟุต-แรงปอนด์/นิ้ว) เฉลี่ยความต้านทานการกระแทกพร้อมด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อหาความแปรปรวนของการทดลอง และแสดงระดับ ความต้านทานการกระแทกจะถูกคำนวณจากข้อมูลทางกายภาพ สุดท้าย ความเสื่อมของแต่ละตัวอย่างจะถูกวิเคราะห์ด้วยสายตา เพื่อจะสังเกตชนิดของความเสื่อมพร้อมด้วยฟองอากาศในตัวอย่างที่จุดเสื่อม

ผลการทดลอง

รูปถ่ายของตัวอย่างต่างๆ ทั้งหมดในการวิจัยได้แสดงในรูปที่ 2.14 ผลของประเด็นหลักในการศึกษาในการเปรียบเทียบของการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุหลังจากการจุ่มในเชื้อเพลิงแต่ละชนิด วัสดุจำนวนมากพิสูจน์ให้เห็นว่าเกิดการเปลี่ยนสี เมื่อแช่ในเชื้อเพลิงผสม เอทานอลความเข้มข้นสูง อย่างไรก็ตาม มันควรจะสังเกตว่าการเปลี่ยนสีไม่จำเป็นที่จะแสดงว่าจะมีปัญหาในระบบเชื้อเพลิง การศึกษานี้พยายามกำหนดปริมาณความแตกต่าง บนพื้นฐานของการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบ

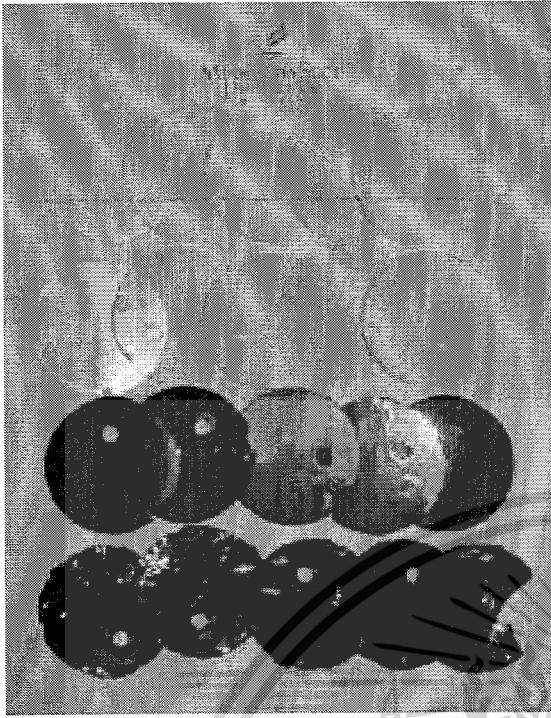
ในหลายๆ กรณี ตัวอย่างที่ถูกแช่ ไม่ว่าจะเป็น E10 หรือ E20 ทั้งสองชนิด แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับ Fuel C ในกรณีเหล่านั้น ประเด็นหลักจะอยู่ที่ความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่แช่ใน E10 และ E20

การเปลี่ยนแปลงรูปร่างที่สังเกตได้ด้วยสายตา

วัสดุจำนวนมากที่แสดงให้เห็นการเปลี่ยนสี เมื่อแช่ในเชื้อเพลิงผสมเอทานอล มากกว่าที่แช่ใน Fuel C การเปลี่ยนสีนี้ ปรากฏเป็นสีเหลืองในพลาสติกบางประเภท และเป็นสีหมองลงจากสีเดิมในพลาสติกอื่นๆ มันจะเห็นได้จาก เมื่อความเข้มข้นของเอทานอลเพิ่มจาก 10% เป็น 20% ระดับการเปลี่ยนสีก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

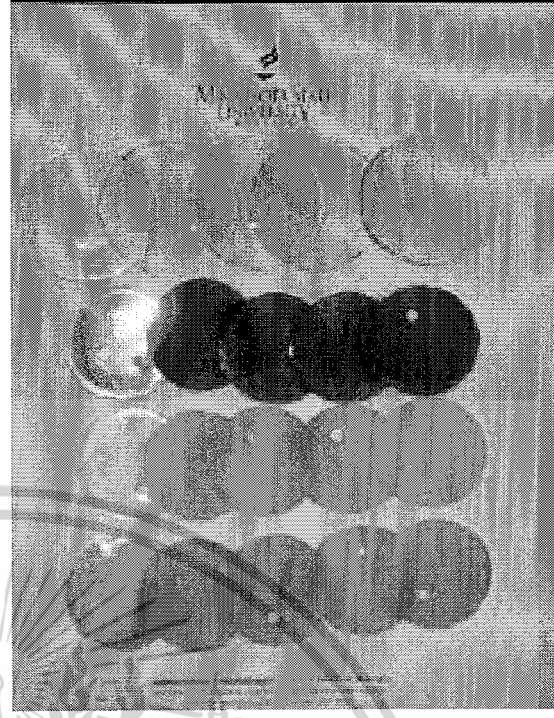
วัสดุ 2 ชนิด คือ PUR และ PVC มีการเปลี่ยนขนาดพอที่จะสังเกตด้วยสายตา รูปถ่ายของตัวอย่างสองชนิดนี้แสดงในรูปที่ 2.15 และ 2.16 ตัวอย่าง PVC หดลง 35% ในการทดสอบทั้งสามแบบ ตัวอย่าง PUR มีการเพิ่มขึ้นของขนาดทั้งสามการทดลอง แต่เกิดขึ้นอย่างเห็นได้ชัดใน E10 และ E20 มากกว่า Fuel C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 ตัวอย่าง PUR (จากแถวบนลงล่าง

: ไม่ทำการแช่, Fuel C, E10 และ



รูปที่ 2.16 ตัวอย่าง PVC (จากแถวบนลงล่าง

: ไม่ทำการแช่, Fuel C, E10 และ E20)

สุดท้าย ตัวอย่าง PUR ที่ถูกแช่ใน E10 และ E20 เกิดการแตกในทันทีเมื่อมีการเคลื่อนย้ายออกจากเชื้อเพลิง ตัวอย่าง PUR ที่ถูกแช่ใน E10 เกิดการแตกหัก แต่ยังคงอ่อนนุ่ม ในขณะที่ตัวอย่างที่ถูกแช่ใน E20 เกิดการแตกหัก, ถูกทำให้แข็ง และร่วนเป็นชิ้นเล็กๆ

การวิเคราะห์มวลที่เพิ่มขึ้นและลดลง

มวลของตัวอย่างวัสดุแต่ละชนิดถูกวัดก่อนและหลังระยะเวลา 3,024 ชั่วโมงของการแช่ ดู Appendix B สำหรับกราฟเปรียบเทียบมวลระหว่างก่อนแช่และหลังจากแช่ และ Appendix C สำหรับข้อมูล มวลหลังจากการแช่ของ PA 6, PA 66, PBT, PET และ PEI เพิ่มขึ้นประมาณ 10% เมื่อแช่ใน E10 และ E20 ทั้งสองชนิด การไม่แสดงการเปลี่ยนแปลงของมวลถูกจัดระหว่าง ตัวอย่างของ E10 และ E20 ที่นอกเหนือจากถาดล่างถึง

PUR เป็นตัวอย่างเดียวที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของมวล มากกว่า 10% ในเชื้อเพลิงเอทานอล ขณะที่ยังคงที่ใน Fuel C การเปลี่ยนแปลงมวลที่มากที่สุดของ PUR เกิดขึ้นใน E10 สุดท้าย PVC แสดงการสูญเสียมวลประมาณ 31% ในเชื้อเพลิงทั้งสามหลังจากถูกแช่ นี่เป็นสิ่งที่แสดงว่าเชื้อเพลิงละลายวัสดุ จากตัวอย่าง PVC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของปริมาตร

การวัดการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรมีความเกี่ยวพันผลของการเปลี่ยนแปลงมวล สำหรับกราฟเปรียบเทียบปริมาตรของตัวอย่างระหว่างก่อนแช่และหลังจากแช่ และ สำหรับข้อมูล ตัวอย่างของ PA 6, PA 66, PBT, PET และ PEI ที่ถูกแช่ใน E10 และ E20 ให้ผลการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรโดยปริมาตรเพิ่มขึ้นประมาณ 10% เมื่อเปรียบเทียบกับ Fuel C ความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงปริมาตรระหว่างตัวอย่างที่แช่ใน E10 และ E20 ห่างกันน้อยกว่า 2%

ปริมาตรของ PUR แสดงการเพิ่มขึ้นในระหว่างการวัดก่อนและหลังแช่ การเปลี่ยนแปลงปริมาตรของตัวอย่างที่แช่ใน E10 เพิ่มขึ้น 54.7% ในขณะที่ตัวอย่างที่แช่ใน E20 เพิ่มขึ้น 60.3% สุดท้าย ตัวอย่าง PVC ปริมาตรลดลงประมาณ 35% เมื่อแช่ในเชื้อเพลิงทั้งสาม

การวิเคราะห์แรงต้านทานแรงดึง

ลักษณะแรงต้านทานแรงดึงของตัวอย่างทั้งหมด ถูกกระทบกระเทือนโดยการแช่ในเชื้อเพลิง สำหรับกราฟที่เปรียบเทียบแรงต้านทานแรงดึงของตัวอย่างที่ไม่แช่และตัวอย่างหลังแช่ และ สำหรับข้อมูล Fuel C มีผลกระทบต่อวัสดุน้อยกว่า ทั้ง E10 และ E20 แรงต้านทานแรงดึงของวัสดุ PA 6, PA 66, PBT, PET และ PEI ทั้งหมดลดลงหลังจากการแช่ อย่างไรก็ตาม ไม่มีการแสดงความแตกต่างของแรงต้านทานแรงดึงระหว่างตัวอย่างที่แช่ใน E10 และ E20 ตัวอย่าง PUR ที่แช่ใน E10 หายไป 73% ของแรงต้านทานแรงดึงของมัน แต่ตัวอย่างที่แช่ใน E20 เกิดการแตกและหักก่อนที่จะถูกทดสอบ

การวิเคราะห์การยืดตัว

ในขณะที่ทำการวัดลักษณะการยืดตัวของตัวอย่าง เปอร์เซ็นต์ของข้อมูลการยืดตัวก็จะถูกรวบรวม สำหรับกราฟเปรียบเทียบการยืดตัวของตัวอย่างที่ไม่แช่และทำการแช่ และ สำหรับข้อมูล ไม่มีการแสดงความแตกต่างในการวัดของตัวอย่าง PET และ PUR เมื่อความเข้มข้นของเอทานอลเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์การยืดตัวจะเพิ่มขึ้นในตัวอย่าง PA 6, PA 66 และ PBT และลดลงในตัวอย่าง PUR อย่างไรก็ตาม ไม่มีการแสดงถึงความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่แช่ใน E10 และ E20 ตัวอย่าง PVC แสดงให้เห็นเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยของการยืดตัว เมื่อแช่ใน E20 เทียบกับทั้ง Fuel C และ E10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ความต้านทานการกระแทก

ผลของการทดสอบ Izod impact ไม่แสดงถึงความแตกต่างระหว่าง E10 กับ E20 สำหรับกราฟเปรียบเทียบผลการกระแทก ระหว่างตัวอย่างที่ไม่ทำการแช่และทำการแช่ และ สำหรับข้อมูลความต้านทานการกระแทกจะเพิ่มขึ้นใน PA 6, PA 66, PBT และ PEI เมื่อเทียบกับ Fuel C สำหรับตัวอย่าง PET ความต้านทานการกระแทกลดลงสำหรับ E10 และ E20 เมื่อเทียบกับ Fuel C ความต้านทานการกระแทกของตัวอย่าง PBT ที่แช่ใน Fuel C เพิ่มขึ้น 72% ในขณะที่ตัวอย่างที่แช่ใน E10 และ E20 มีความต้านทานการกระแทกเพิ่มขึ้น 300% และ 384% ตามลำดับ

ไม่มีความแตกต่างของชนิดของรอยแตกที่ปรากฏในระหว่างการทดสอบ และไม่มีฟองอากาศในพื้นที่ของการแตกเกิดขึ้นกับตัวอย่างไหนเลย ตัวอย่าง PVC ที่แช่ในเชื้อเพลิงทั้งสามชนิดมีการหดตัวลงถึงจุดที่เครื่องวัดไม่สามารถจับยึดได้ จึงทำการวัดไม่ได้ ตรงกันข้าม ตัวอย่าง PUR มีขนาดใหญ่ขึ้นจนเครื่องมือวัดไม่สามารถยึดได้

สรุป

ใช้มาตรฐานที่ภาคอุตสาหกรรมยอมรับ การศึกษานี้ทำการทดลองกับพลาสติก 8 ชนิดที่แตกต่างกัน ที่พบในระบบเชื้อเพลิงของรถยนต์และเครื่องยนต์เล็ก เพื่อหาความแตกต่างที่แสดงออกมาเมื่อทำการแช่ใน Fuel C, E10 หรือ E20 จากการศึกษาพบว่า วัสดุทั้ง 4 ชนิด คือ PA 6, PA 66, PET และ PEI มีความเหมาะสมกับเชื้อเพลิงทั้งสาม ส่วนวัสดุอื่นๆ ทั้ง 4 ชนิด คือ ABS, PUR, PVC และ PBT เกิดผลกระทบ โดยเชื้อเพลิงทั้งสาม ตามการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้มข้นของเอทานอล

ตัวอย่าง ABS ล้มเหลวหลังจากการแช่ น้อยกว่าหนึ่งสัปดาห์ในเชื้อเพลิงทั้งสามชนิด ตัวอย่างมีลักษณะกลายเป็นเหมือนวุ้นอยู่ที่ก้นกระปุก วัสดุนี้ ไม่เหมาะสมกับเชื้อเพลิงชนิดใดเลยในสามชนิด สุดท้าย ไม่มีระบบเชื้อเพลิงของรถยนต์หรือเครื่องยนต์เล็กที่ใช้ ABS อาจเป็นไปได้ทีเดียว เพราะวัสดุนี้เข้ากัน ไม่ได้กับเชื้อเพลิง

PVC (แบบที่ตัดได้) แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงมวลและปริมาตรในเชื้อเพลิงทั้งสามชนิด แต่จะไปสู่ระดับสูงในเชื้อเพลิงที่มีเอทานอล ข้อมูลของ PBT ก็แสดงการเปลี่ยนแปลงความต้านทานแรงกระแทกในเชื้อเพลิงทั้งสามชนิดเช่นกัน แต่จะมีขนาดใหญ่ขึ้นในเชื้อเพลิงผสมเอทานอล PUR (55D-90A durometer hardness) ถูกลงความเห็นว่าไม่เหมาะสมกับทั้ง E10 และ E20 เพราะเกิดการแตกหักและมีการเปลี่ยนแปลงมวล, ปริมาตร, แรงต้านทานแรงดึง และการยึดเกาะได้แรงดัน ในแต่ละกรณีซึ่งมี PVC, PUR และ PBT ทั้ง E10 และ E20 เป็นเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่มากพอจะ

เอ็กสักรีนเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาด้านนี้ เมื่อนักผู้ตเห็นาเบไซบระโยชนดานการคำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้เกิดเรื่องสำหรับการพิจารณา เพราะว่า วัสดุเหล่านี้เป็นทางเลือกที่ไม่ดีในการนำไปใช้กับ E10 หรือ E20 อย่างใดอย่างหนึ่ง สุดท้าย ไม่มีส่วนประกอบของระบบเชื้อเพลิงที่ทำจาก PUR หรือ PVC

ระดับที่ต่างกันของการเปลี่ยนสีถูกสังเกตในตัวอย่างอื่นๆ หลายตัวอย่าง สีเหลืองเล็กน้อยของพลาสติกปรากฏในตัวอย่างจำนวนน้อย โดย E20 เป็นสาเหตุให้เกิดสีเหลืองมากขึ้น ตัวอย่างถูกทำเครื่องหมายโดยช่างแกะ เพื่อเป็นการระบุวัตถุประสงค์ ตัวอย่างทั้งหมดยังคงอ่านง่าย โดยยกเว้น ตัวอย่าง PUR ที่จุ่มใน E20 การเปลี่ยนสีไม่ได้หมายความว่าเกิดความผิดพลาดในส่วนประกอบของระบบเชื้อเพลิงในรถยนต์

2.3 มาตรฐานวิธีการสำหรับกำหนดคุณสมบัติพลาสติกของวัสดุโพลีเมอร์ SAE J1748 [3]

โดยทั่วไปปัญหาที่เกิดขึ้นในการทดสอบวัสดุสำหรับใช้ในยานพาหนะที่ซึ่งสามารถวิ่งโดยเชื้อเพลิงกับเอทานอล มีความเข้มข้นตั้งแต่ 0-25% เหล่านี้ไม่ได้บรรจุเอทานอลเพียงอย่างเดียว ในการทดสอบส่วนประกอบเชื้อเพลิงนั้น สามารถใช้การประเมินในการปฏิบัติของการแตกต่างของโพลีเมอร์เพราะโพลีเมอร์จะมีความแตกต่างกันในโครงสร้างโมเลกุล ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายในความหนาแน่นของเอทานอลได้สำหรับในวัสดุหนึ่ง ซึ่งอาจจะได้เสียหายในวัสดุอย่างอื่น ในปัญหานี้บังคับในการออกแบบลำดับของการทดสอบของเหลวเหล่านั้นสามารถใช้เปรียบเทียบคุณสมบัติของโพลีเมอร์หนึ่งๆซึ่งมันเป็นลักษณะ “worst-case fuel” ถึงแม้ว่ามันจะน่าสนใจที่จะลดจำนวนทั้งหมดของการทดสอบลงมาก เพราะฉะนั้น การทดสอบที่ใช้น้ำหนักที่ ได้รับ ในสมดุล มีการกำหนดที่ซึ่งองค์ประกอบเชื้อเพลิงที่ใช้ “ผลกระทบส่วนใหญ่ของแต่ละโพลีเมอร์”

เงื่อนไขการทดลองตัวอย่างในเชื้อเพลิงที่อยู่ในกรณีแย่ที่สุดก่อนที่จะทำการทดสอบ

สำหรับ Elastomers – เริ่มทดสอบตัวอย่างการทดลองแต่ละวัสดุ เริ่มทดสอบเครื่องมือ โดยที่อุณหภูมิ 55 ± 2 องศาเซลเซียส และเชื้อเพลิงทอแทนที่เหมือนกันและมีการเตรียมการก่อน เพื่อใช้แก้ปัญหาสิ่งที่เลวร้ายที่เกิดขึ้นกับการทดสอบเชื้อเพลิง สำหรับตัวอย่างอย่างที่ได้เตรียมการจากมาตรฐาน ASTM ด้วยมาตรฐานการดึงแผ่นวัสดุหนาเหล่านี้ไม่จำเป็นต้องเข้าใกล้กับความสมดุลเนื่องจากระยะเวลาเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้ทราบถึงสิ่งที่เลวร้ายของน้ำมันเชื้อเพลิง สำหรับตัวอย่างของโครงร่างภายนอกอื่นๆ การเปิดเผยควรจะทำต่อเนื่องจนกระทั่งตัวอย่างมีค่าเข้าใกล้เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง(พื้นฐานเป็นน้ำหนักเดิม) ตามที่พบความสมดุลในวัสดุตัวอย่างใช้เพื่อระบุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่เราใช้ของเชื้อเพลิงใช้วิธีการทางสถิติที่เหมือนกัน ใช้ก่อนหาจุดที่มีความสมดุล ต้องเปรียบเทียบให้ชัดเจน กับเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของประเภทตัวอย่างเหล่านี้

การเปิดเผยคุณสมบัติเฉพาะตัวของสารทดสอบโพลีเมอร์ด้วยเชื้อเพลิงผสมกับเอทานอล

ตอนนี้เป็นเรื่องธรรมดาที่ระบุซึ่งการทดสอบที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้เชื้อเพลิงเอทานอล การทดสอบนี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานวิธีการทดสอบของ ASTM ซึ่งดูแลและจัดการใช้วัสดุตัวอย่างที่ชุ่มไปด้วยน้ำ มีการทดสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์ซึ่งจะต้องใช้ถึงแม้ว่ากระบวนการต้องทำให้เสร็จสมบูรณ์ในสภาพที่แห้ง

สำหรับ Elastomers

1. ทดสอบความตึงเครียด ค่าโมดูลัส ความยืด ตามมาตรฐาน ASTM D412 การทดสอบแรงดึง - วางตัวอย่างซึ่งแช่อยู่ในเชื้อเพลิงเดิม (ตัวอย่างแช่ในเชื้อเพลิงมาแล้วระยะหนึ่ง) ให้เย็นลงจนเท่ากับอุณหภูมิห้องอย่างน้อยครึ่งชั่วโมง การทดสอบทั้งหมดต้องทำให้เสร็จภายใน 3 นาที หลังจากหยิบตัวอย่างขึ้นมาจากเชื้อเพลิง โดยมีเวลานับจากตัวแช่ตัวอย่างลงในเชื้อเพลิงจนกระทั่งทดสอบเสร็จไม่เกิน 1 ชั่วโมงครึ่ง

2. ทดสอบความคืนเด้ง ตามมาตรฐาน ASTM D624 - วางตัวอย่างซึ่งแช่อยู่ในเชื้อเพลิงเดิมให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมงและทำการทดสอบให้เสร็จภายใน 1 นาที หลังจากหยิบตัวอย่างขึ้นมา

3. ทดสอบความแข็ง ตามมาตรฐาน ASTM D2240 - วางตัวอย่างซึ่งแช่อยู่ในเชื้อเพลิงเดิมให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมงและทำการทดสอบให้เสร็จภายใน 1 นาที หลังจากหยิบตัวอย่างขึ้นมา

4. ทดสอบความเหนียวของวัสดุ ตามมาตรฐาน ASTM D413 - วางตัวอย่างซึ่งแช่อยู่ในเชื้อเพลิงเดิมให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมงและทำการทดสอบให้เสร็จภายใน 3 นาที หลังจากหยิบตัวอย่างขึ้นมา

5. ทดสอบค่าการนำไฟฟ้า ตามมาตรฐาน ASTM D991 - เนื่องจากเชื้อเพลิงเชื้อเพลิงที่ทดสอบระเหยง่าย ในกรณีที่ต้องการหาค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุยืดหยุ่นที่สัมผัสกับเอทานอลให้ตัดการเตรียมตัวอย่างในข้อที่ 7 ของมาตรฐาน ASTM D991 ออกไป และวางตัวอย่างซึ่งแช่อยู่ในเชื้อเพลิงเดิมให้เย็นลงเท่ากับอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นแช่ในแห้ง และทดสอบทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ทดสอบความความเหนียวของโลหะ ตามมาตรฐาน ASTM D 429 – เนื่องจากเชื้อเพลิงเชื้อเพลิงที่ทดสอบระเหยง่าย หากต้องการหาค่าความเหนียวของวัสดุยึดหยุ่นที่สัมผัสกับเอทานอลให้นำตัวอย่างซึ่งแช่อยู่ในเชื้อเพลิงเดิมมาทำให้เย็นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทดสอบให้เสร็จภายใน 3 นาทีหลังจากหยิบตัวอย่างขึ้นจากเชื้อเพลิง

7. ทดสอบความยืดหยุ่นในภาวะอุณหภูมิต่ำ ตามมาตรฐาน ASTM D1329 – หลายครั้งเรามักไม่คำนึงถึงความยืดหยุ่นของวัสดุที่กำลังพองตัวอยู่ เนื่องจากถือว่าได้ออกแบบค่า Plasticization ไว้ดีแล้ว อย่างไรก็ตามวัสดุยึดหยุ่นสัมผัสกับเชื้อเพลิงรถยนต์อาจเกิดการบวมจนเสียคุณสมบัติไปได้เช่นกัน การประเมินความยืดหยุ่นของวัสดุภายใต้อุณหภูมิต่ำจึงไม่สามารถใช้วิธีการปกติได้เชื้อเพลิงที่ทำให้วัสดุบวมได้ง่ายจะทำให้วัสดุเสียคุณสมบัติเดิมอย่างรวดเร็วโดยหากวัสดุทนต่อเชื้อเพลิงได้มากก็จะบวมน้อย การอัดบวมจากเชื้อเพลิงก็จะลดลง ส่งผลให้เกิดความยืดที่ภาวะอุณหภูมิต่ำนั้นลดลงไปด้วย การประเมินผลกระทบจากเชื้อเพลิงที่มีเอทานอลเป็นส่วนผสมควรปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

ก. แช่วัสดุยึดหยุ่นที่ตัดเตรียมไว้ลงในเชื้อเพลิงซึ่งประเทินแล้วว่าทำให้วัสดุบวมมากที่สุด ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส โดยสามวันแรกให้เปลี่ยนเชื้อเพลิงทุกๆ 24 ชั่วโมง หลังจากผ่านไปสามวันไปแล้วจึงเป็นเชื้อเพลิงทุกๆ 3 วัน จนกระทั่งเชื้อเพลิงไม่เปลี่ยนคุณสมบัติอีก ทั้งนี้ไม่จำเป็นต้องตรวจคุณสมบัติเชื้อเพลิงตลอดเวลาก็ได้ เนื่องจากได้ประเมินระยะที่เชื้อเพลิงมีคุณสมบัติคงตัวไว้แล้วในขั้นตอนการหาเชื้อเพลิงในกรณีที่ย่ำที่สุด

ข. ดำเนินการตามขั้นตอนเดิม แต่เปลี่ยนเป็นใช้เชื้อเพลิงที่ทำให้วัสดุบวมน้อยที่สุด

ค. นำตัวอย่างซึ่งแช่อยู่ในเชื้อเพลิงบวมตัวต่ำมาทำให้เย็นตัวลงจนถึงอุณหภูมิต่ำที่ต้องการ โดยให้ความเย็นผ่านเชื้อเพลิงที่วัสดุนั้นแช่อยู่

ควรประเมินและรายงานผลการทดสอบเชื้อเพลิงที่ทำให้วัสดุบวมตัวสูง ด้วยวิธีการเดียวกับที่ใช้ในเชื้อเพลิงบวมต่ำด้วย

8. ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D1053- ซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ทดสอบความยืดหยุ่นภายใต้อุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้ การจะใช้หรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับรูปทรงของวัสดุ โดยกำหนดสภาพตัวอย่างในทำนองเดียวกับที่กล่าวข้างต้น แต่อาจตัดแปลงวิธีการทดสอบบางอย่างตามความเหมาะสม เริ่มจากวางตัวอย่างในเชื้อเพลิงที่ทำให้วัสดุบวมตัวที่สุดก่อน และตามด้วยเชื้อเพลิงที่ทำให้วัสดุบวมต่ำสุด หลังจากทดสอบและบันทึกผลแล้วจึงเขียนกราฟเทียบกับอุณหภูมิตามมาตรฐาน ASTM D1053 , 13.1 รายงานผลการทดสอบ อุณหภูมิที่เส้นการยึดตัวของวัสดุตัดกับเส้นแรงดึง รวมถึงระบุความเหมือนหรือแตกต่างของเชื้อเพลิงที่ใช้เตรียมตัวอย่างทั้งสองด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. การทดสอบคุณสมบัติทางเคมี – วิธีทดสอบคุณสมบัติเคมีของวัสดุค่อนข้างซับซ้อน จึงขอ ยกไว้เนื่องจากไม่มีวิธีการทดสอบใดเหมาะสมจะปรับใช้กับการทดลองของเราได้

10. การปนเปื้อนของเชื้อเพลิง – ในกรณีที่ใช้เชื้อเพลิงที่ทำให้วัสดุรวมตัวสูงสุด เนื้อวัสดุอาจ มีการละลายปนอยู่ในเชื้อเพลิงจนส่งผลเสียต่อส่วนประกอบอื่นๆ ของเครื่องยนต์ได้ สำหรับการ ทดสอบการปนเปื้อนสามารถเตรียมตัวอย่างได้เช่นเดียวกับการทดสอบความหนืดแปลงเชื้อเพลิงใน Section 5 และวัดการนำไฟฟ้าของเชื้อเพลิงตามมาตรฐาน ASTM D2276 และ ASTM D381



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ในบทนี้จะแบ่งเป็นส่วนๆ 4 ส่วน ได้แก่ วัสดุที่ใช้ในการทดลอง อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่า และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุในการทดลอง

3.1.1 น้ำมันที่ใช้ในการทดลอง

น้ำมันที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำมันที่ได้มาตรฐานตาม SAE และ ASTM มี 3 ชนิด ได้แก่ น้ำมันเบนซินอี10 เป็นน้ำมันเบนซินผสมเอทานอลในสัดส่วนน้ำมันเบนซินร้อยละ 90 และเอทานอลร้อยละ 10 โดยปริมาตร จาก บริษัท ปตท. จำกัด(มหาชน) ดังแสดงในรูปที่ 3.1(ก)

น้ำมันเบนซินอี85 เป็นน้ำมันเบนซินผสมเอทานอลในสัดส่วนน้ำมันเบนซินร้อยละ 15 และเอทานอลร้อยละ 85 โดยปริมาตร จาก บริษัท ปตท. จำกัด(มหาชน) ดังแสดงในรูปที่ 3.1(ข)

น้ำมันอี100 เป็นน้ำมันผสมเอทานอลในสัดส่วนเอทานอล 100เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร จาก บริษัท เพโตรกรีน จำกัด ในเครือ บริษัท มิตรผล จำกัด ดังแสดงในรูปที่ 3.1(ค)



รูปที่ 3.1(ก)

รูปที่ 3.1(ข)

รูปที่ 3.1(ค)

รูปที่ 3.1 ชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิงที่นำมาทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

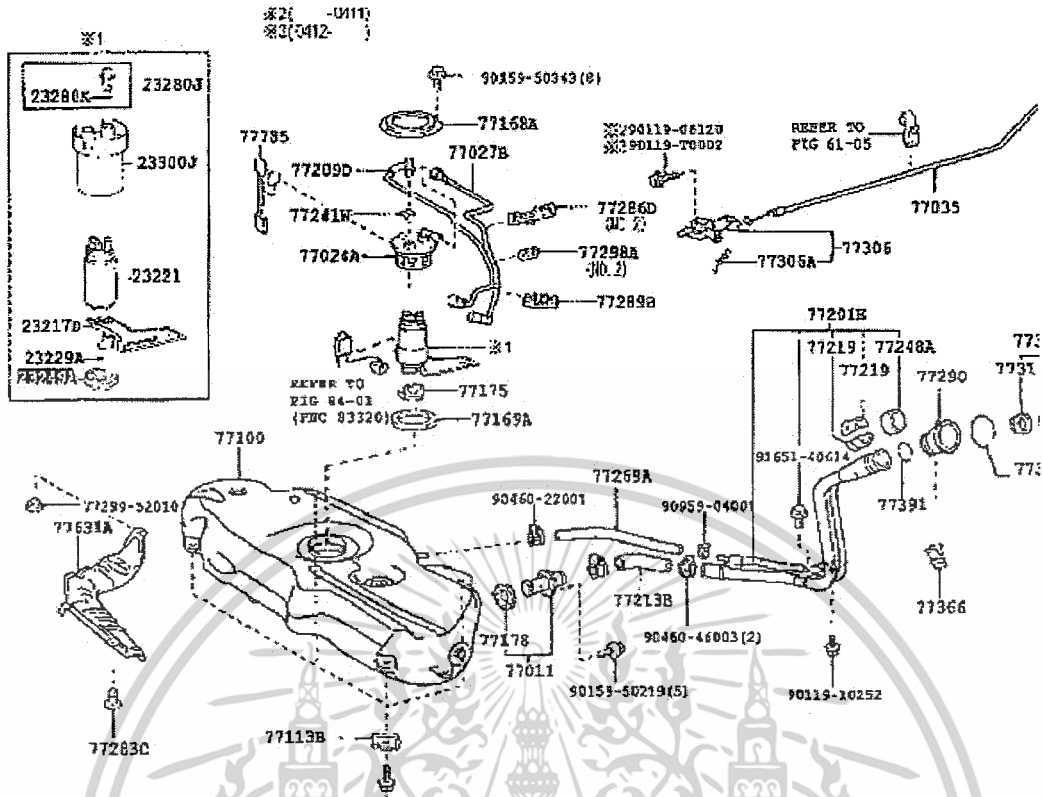
เป็นท่อภายในระบบทางเดินน้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์โตโยต้า วีออส 1.5J ปี 2006 โดยมีรูปและรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 ชิ้นส่วนที่นำมาทดสอบ

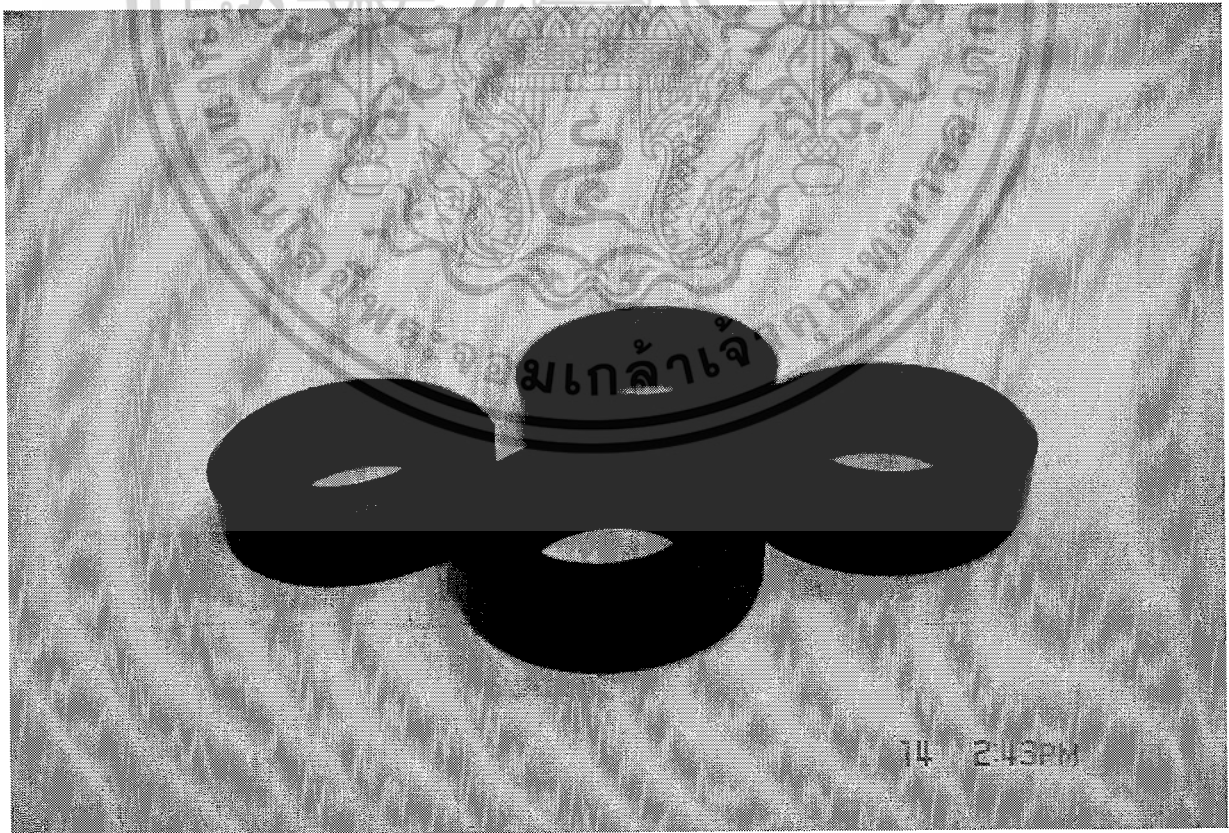
ลำดับที่	ชื่อ	รหัส
1	ยางรองปั๊มหัวฉีด	23249-46180
2	ตัวรองหัวฉีดตัวล่าง	23291-41010
3	ท่อภายในน้ำมันเชื้อเพลิง	23827-0M020
4	ท่อภายนอกน้ำมันเชื้อเพลิง	23901-21060
5	สายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง	77027-52070-1
6	สายน้ำมันไหลกลับ	77209-52020
7	ท่อทางคบน้ำมันใหญ่	77213-0D030
8	ท่อทางคบน้ำมันเล็ก	77269-0D010
9	โอริงหัวฉีด	90301-07037-1
10	ท่อภายในน้ำมัน 2	95333-06020



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน **รูปที่ 3.2 (ก) ตัวรองหัวฉีดตัวล่าง รหัส 23249-46180** ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

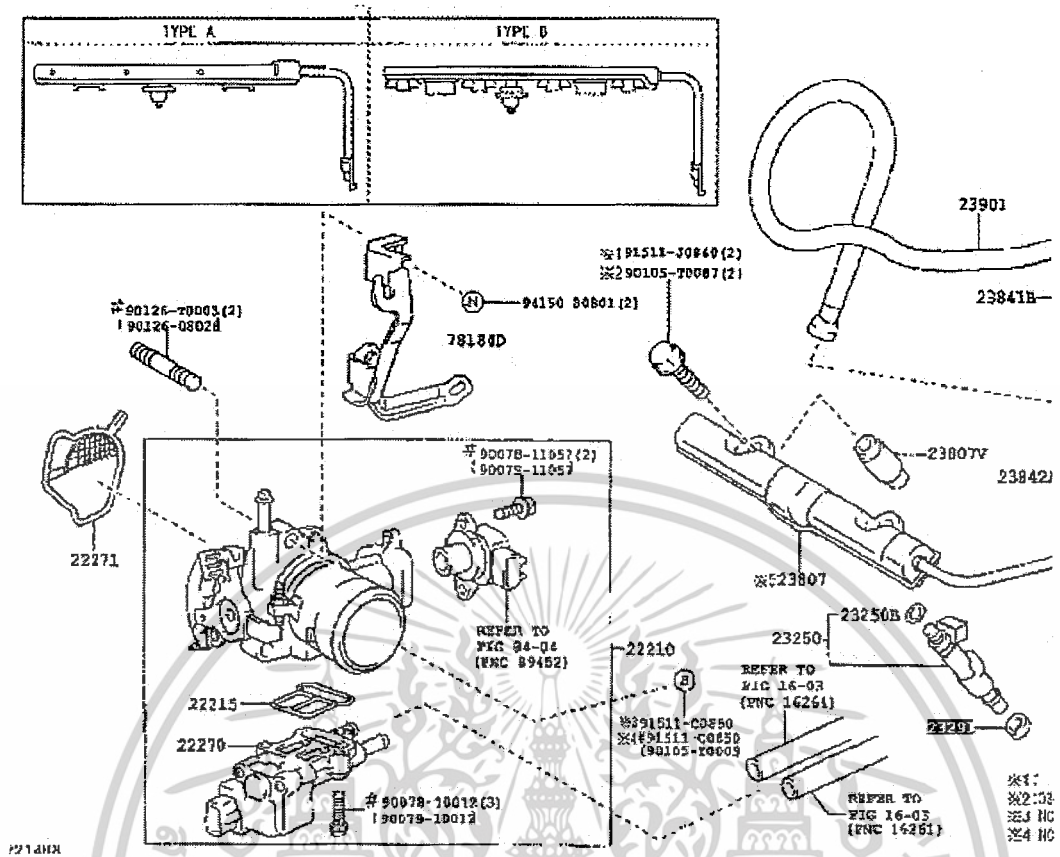


รูปที่ 3.2 (ข) ส่วนที่มาของตัวรองหัวฉีดตัวล่าง รหัส 23249-46180



รูปที่ 3.3 (ก) ตัวรองหัวฉีดตัวล่าง รหัส 23291-41010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

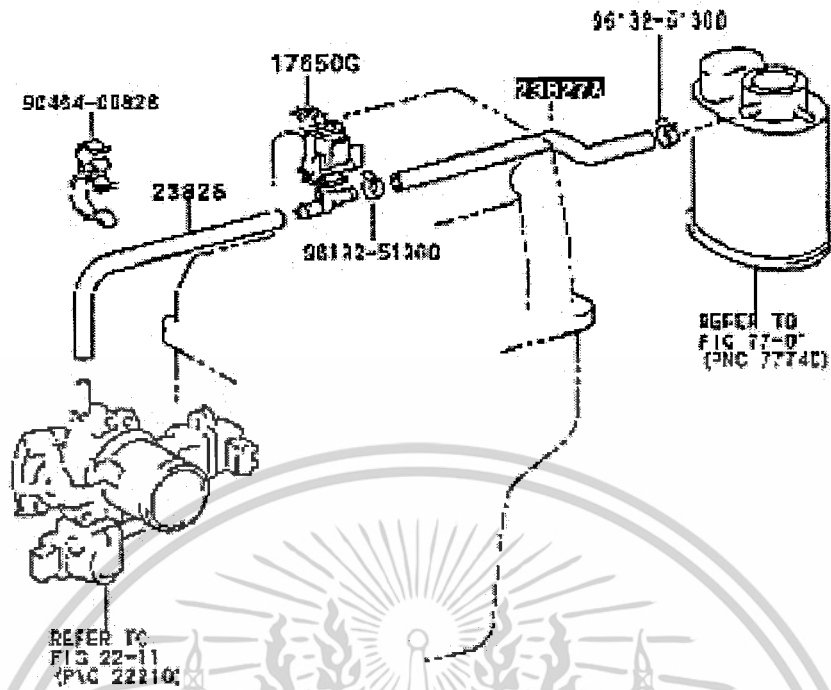


รูปที่ 3.3 (ข) ส่วนที่มาของตัวกรองหัวฉีดตัวล่าง รหัส 23291-41010

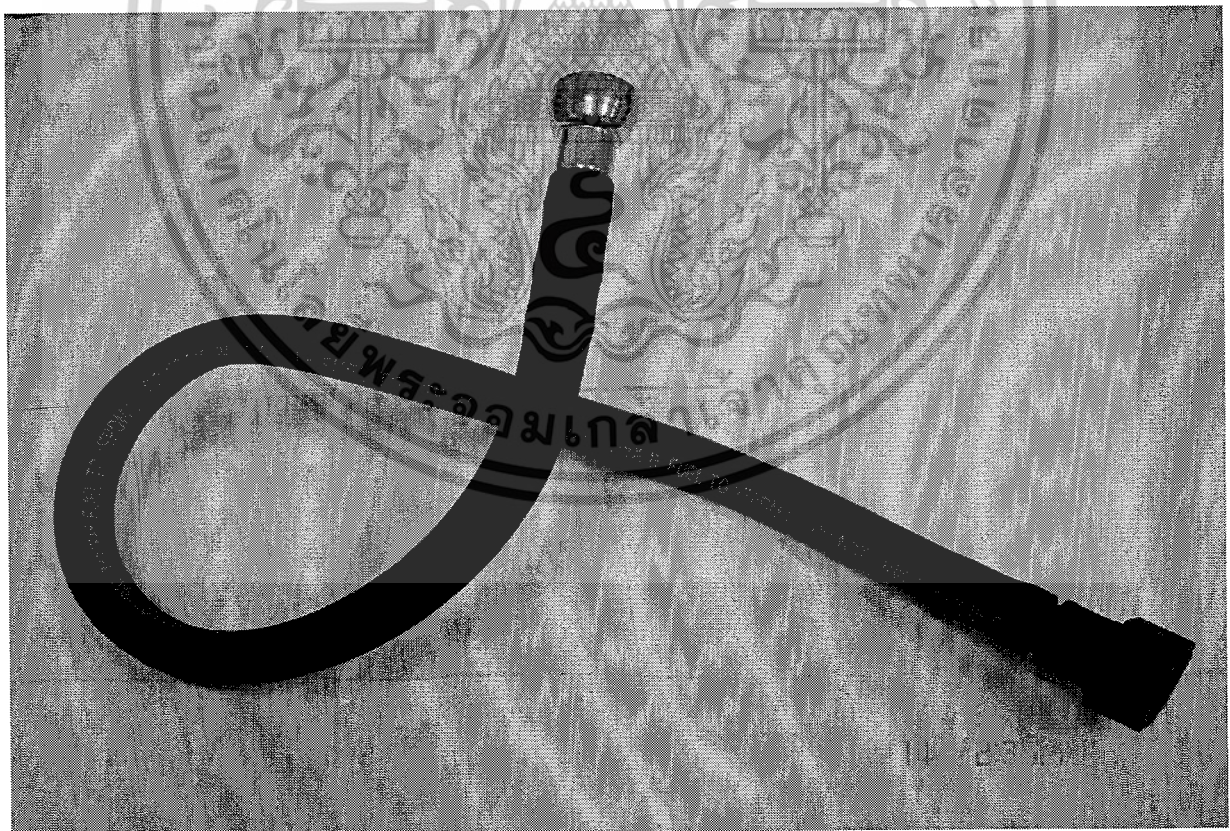


รูปที่ 3.4 (ก) ท่อยางไอน้ำมันเชื้อเพลิง รหัส 23827-0M020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้เฉพาะในโครงการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

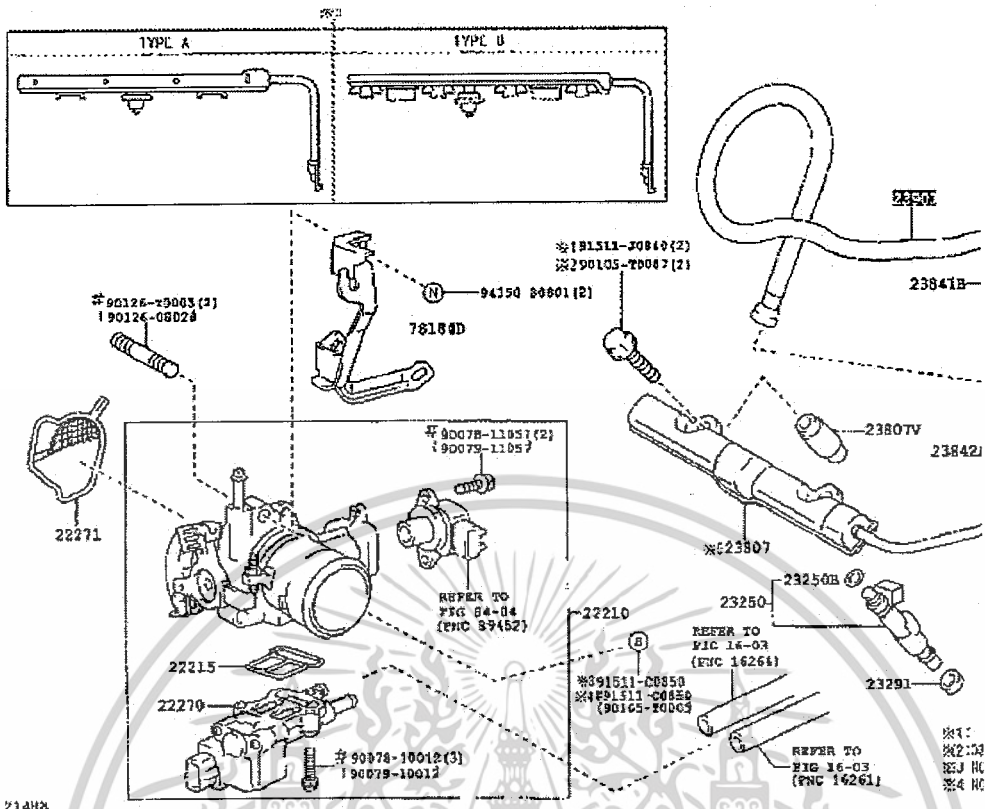


รูปที่ 3.4 (จ) ส่วนที่มาของท่อขางไอน้ำมันเชื้อเพลิง รหัส 23827-0M020

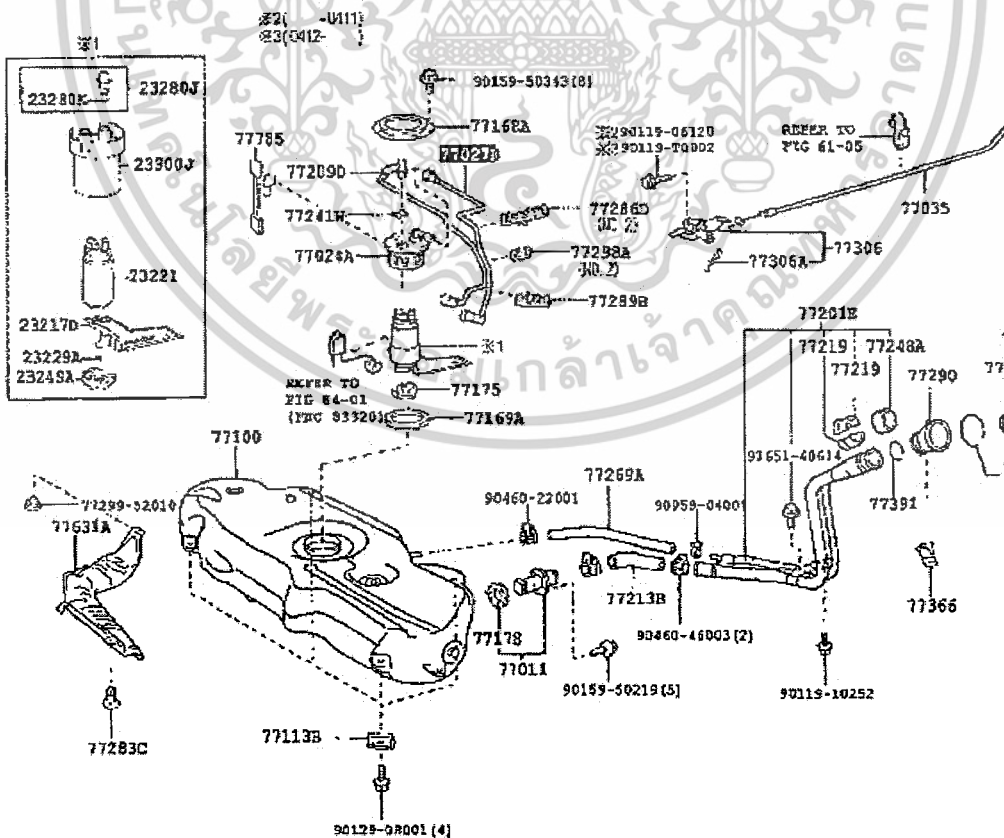


รูปที่ 3.5 (ก) ท่อขางน้ำมันเชื้อเพลิง รหัส 23901-21060

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

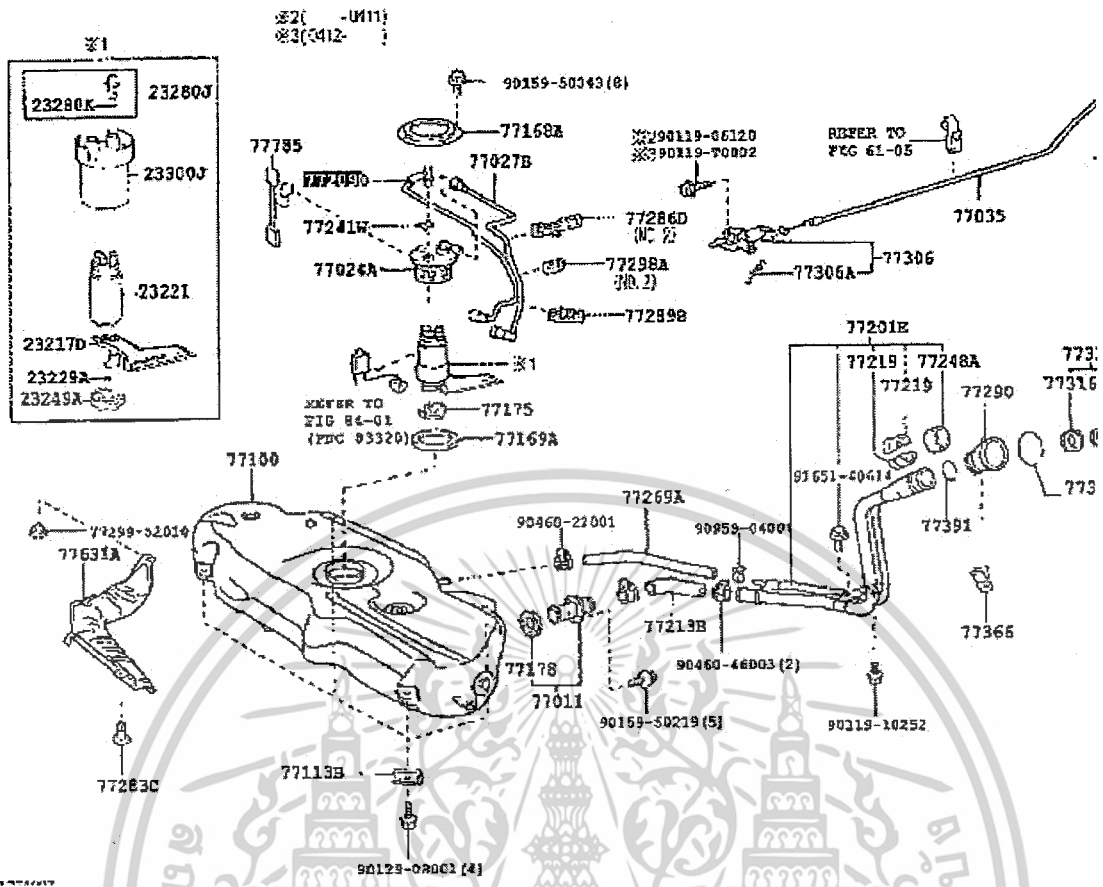


รูปที่ 3.5 (ข) ส่วนที่มาของท่อจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง รหัส 23901-21060



รูปที่ 3.6 ส่วนที่มาของสายน้ำมันเชื้อเพลิง รหัส 77027-52070-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



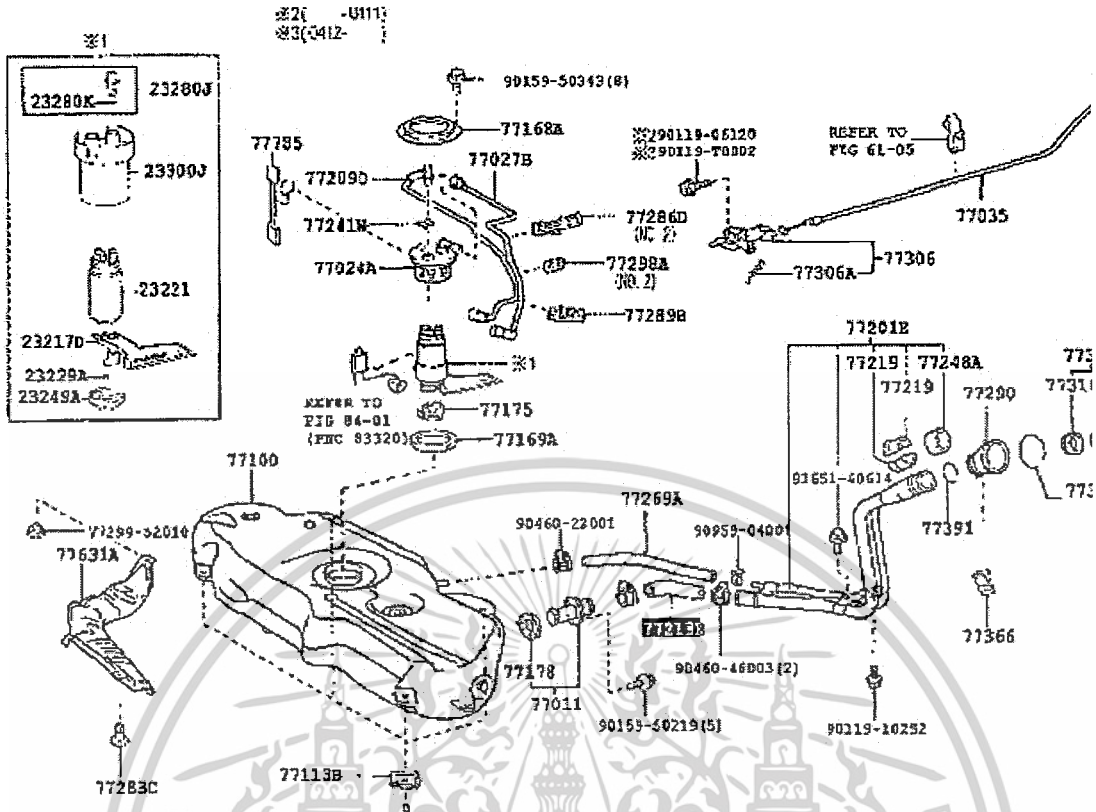
รูปที่ 3.7 ส่วนที่มาของสายน้ำมัน ไทลกลีบ รหัส 77209-52020



14 2:40PM

รูปที่ 3.8 (ก) ท่อทางคบน้ำมันใหญ่ รหัส 77213-0D030

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะภายในเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

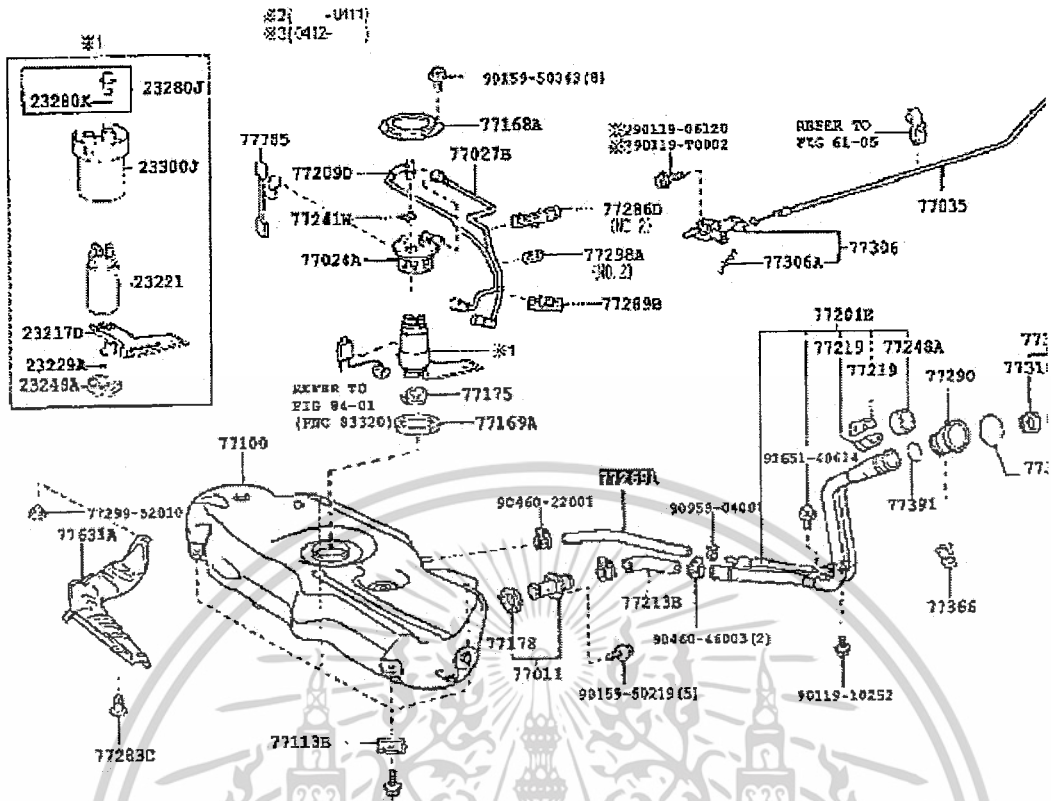


รูปที่ 3.8 (ข) แสดงส่วนที่มาของท่อทางคอน้ำมันใหญ่ รหัส 77213-0D030

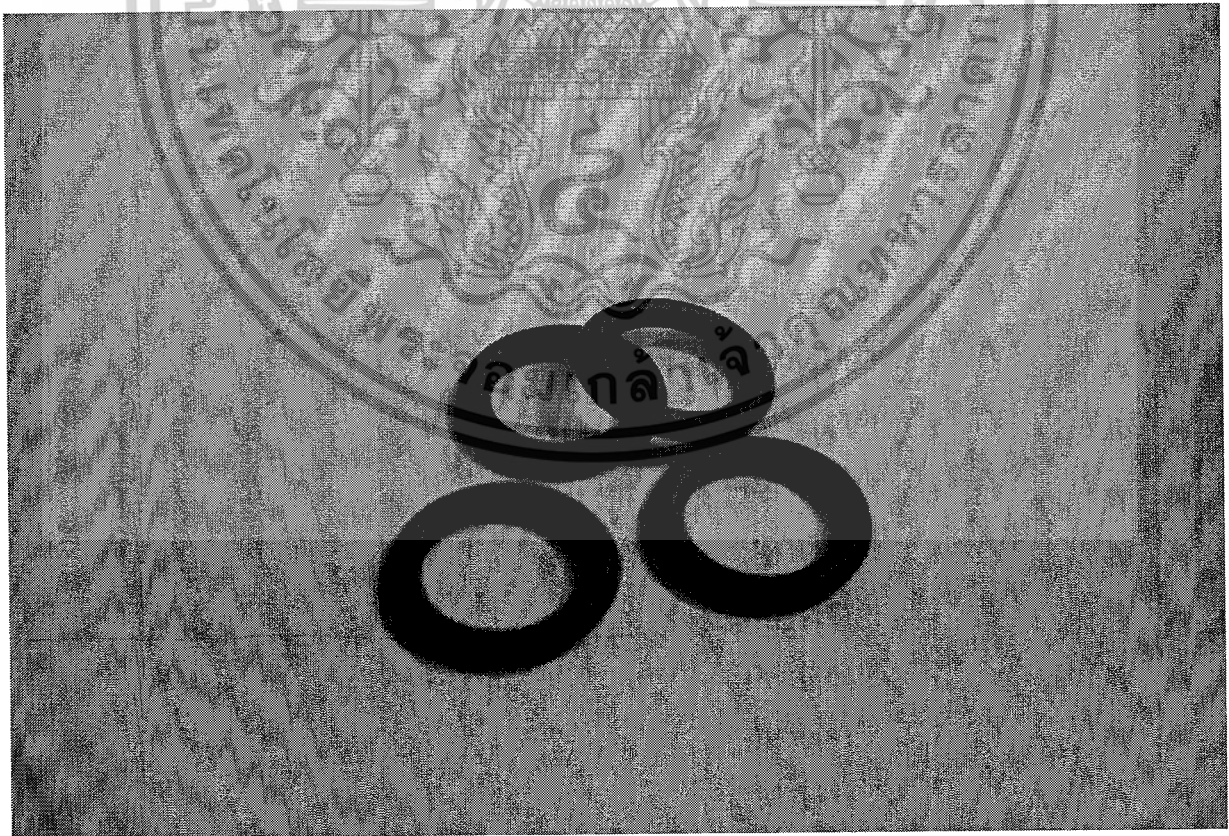


รูปที่ 3.9 (ก) ท่อทางคอน้ำมันเล็ก รหัส 77269-0D010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น มิได้อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

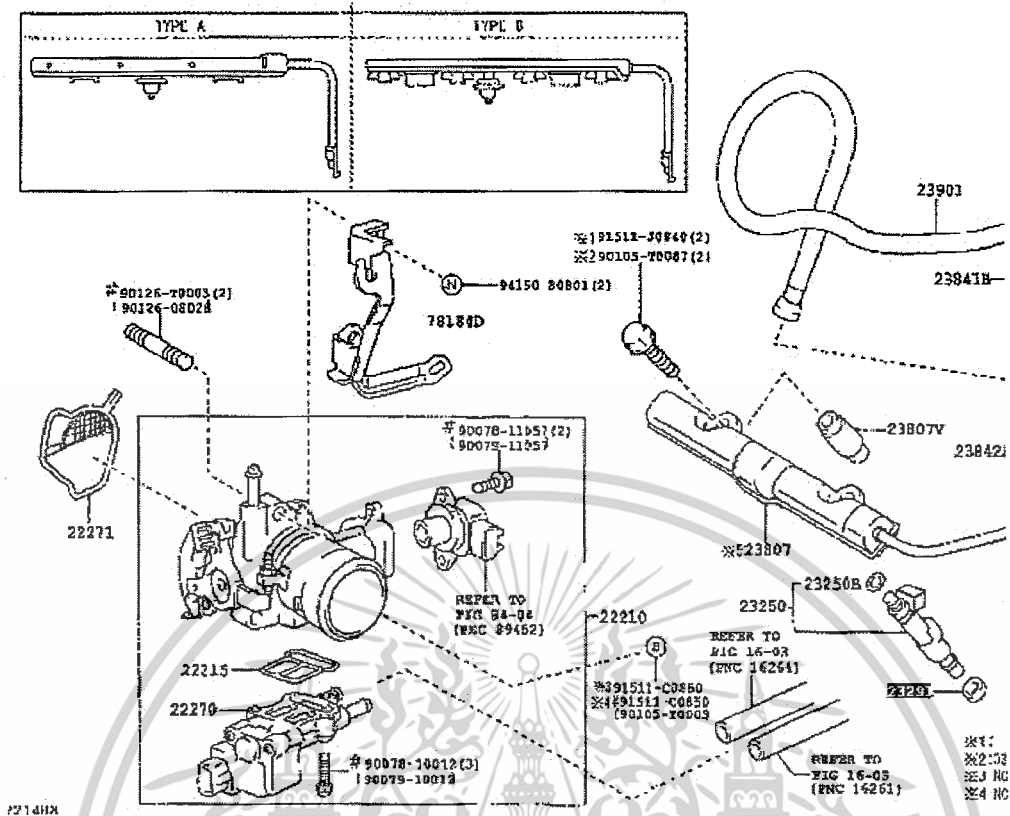


รูปที่ 3.9 (ข) ส่วนที่มาของท่อทางค่อน้ำมันเล็ก รหัส 77269-0D010

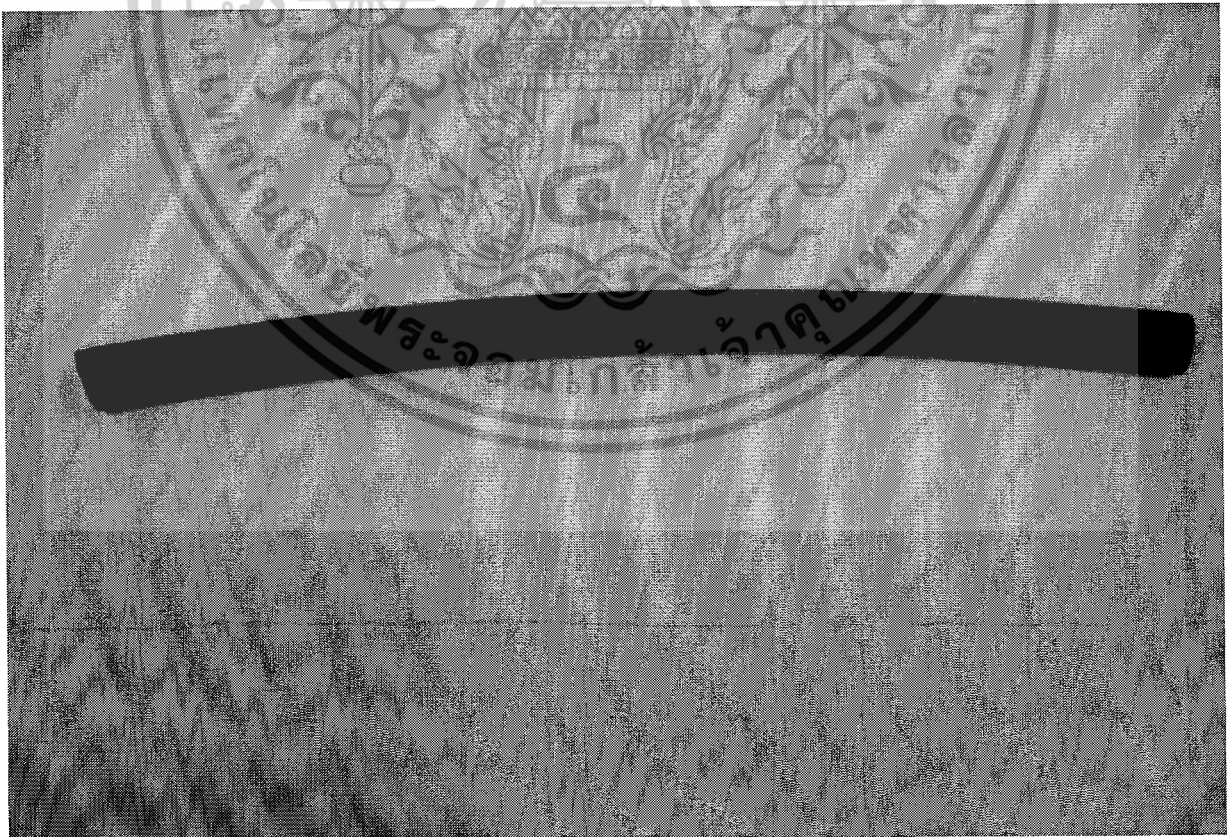


รูปที่ 3.10 (ก) โอริงหัวฉีด รหัส 90301-07037-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 (ข) ส่วนที่มาของโอริงหัวฉีด รหัส 90301-07037-1

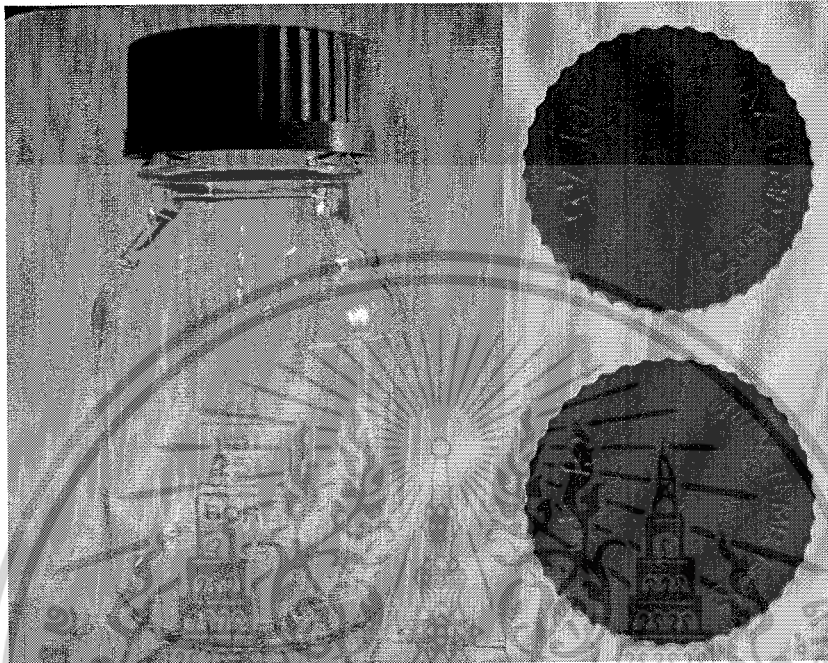


รูปที่ 3.11 ท่อยางไอน้ำมัน 2 รหัส 95333-06020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

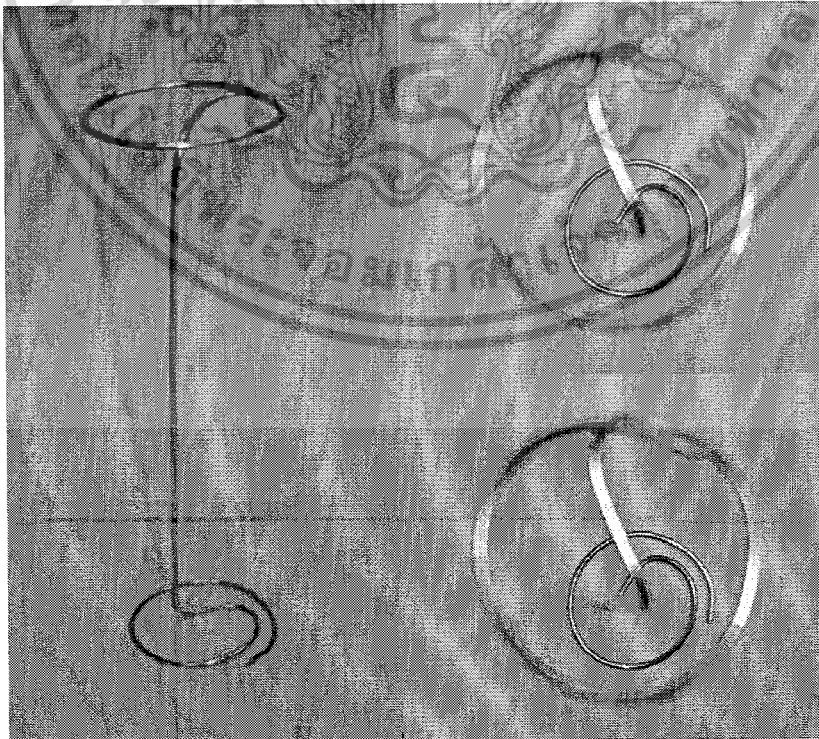
3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง

3.2.1 ขวดดูแรนบอทเทิล(Duran Bottle) ขนาดความจุ 250 มิลลิลิตร ฝาทำจากวัสดุโพลีพีดีน (Polypylene) ที่ทนทานต่อการกัดกร่อนของเอทานอล ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ขวดดูแรนบอทเทิล(Duran Bottle) และฝา

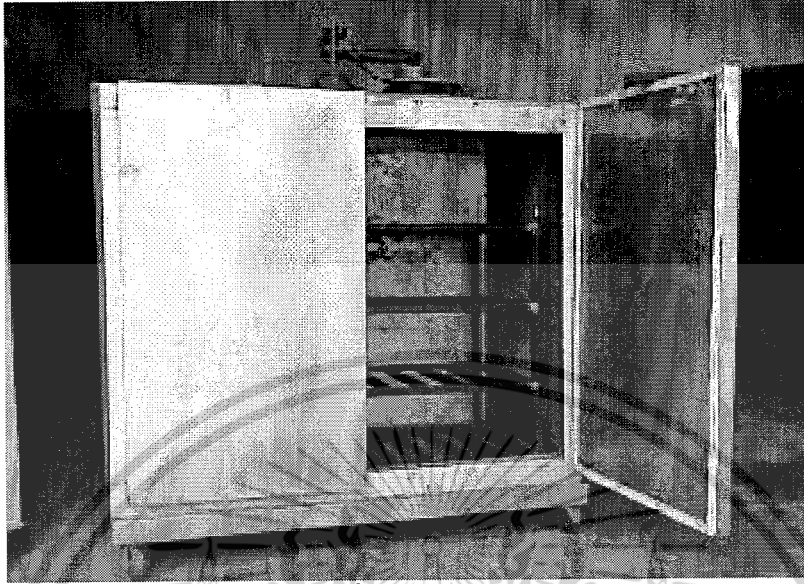
3.2.2 ถวดสแตนเลส มีลักษณะดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 ถวดสแตนเลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ตู้อบขนาด 1060 x 1300 x 700 mm(กว้าง x ยาว x ลึก) ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ 55±2 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 ลักษณะของตู้อบ

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่า

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าประกอบด้วยเครื่องชั่งละเอียด คอมพิวเตอร์ เครื่องถ่ายภาพ และเครื่องวัดความแข็ง โดยคุณสมบัติและรายละเอียดต่างๆ ของเครื่องมือวัดค่าแสดงในภาคผนวก ก

3.3.1 เครื่องชั่งละเอียด

ใช้เครื่องชั่งละเอียดที่แสดงผลเป็นทศนิยม 4 ตำแหน่ง Scientech รุ่น SA210D โดยมีรูปเครื่องชั่งและคุณสมบัติต่างๆของเครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 3.15

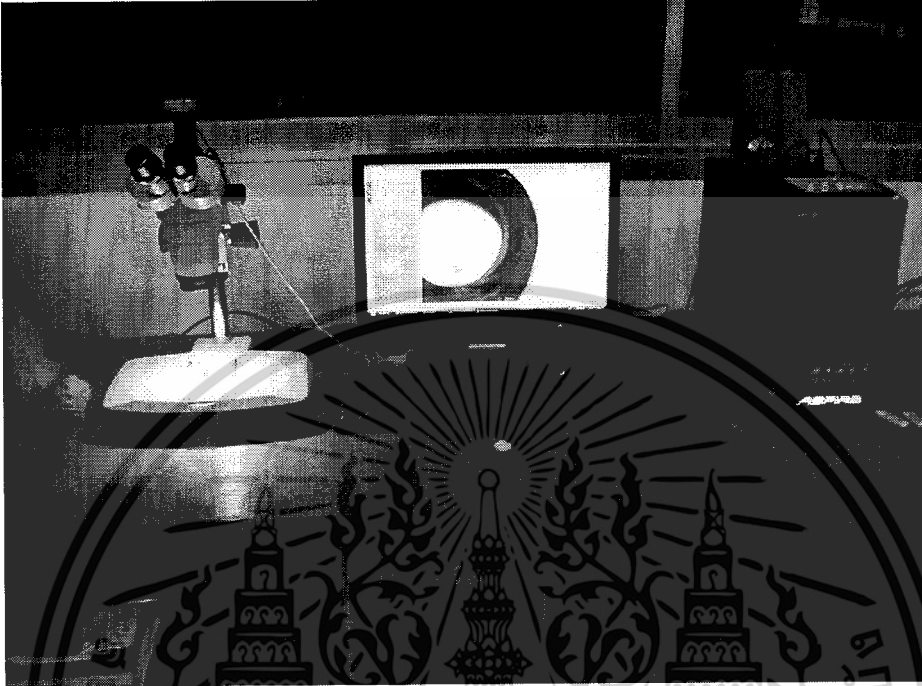


รูปที่ 3.15 เครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 คอมพิวเตอร์

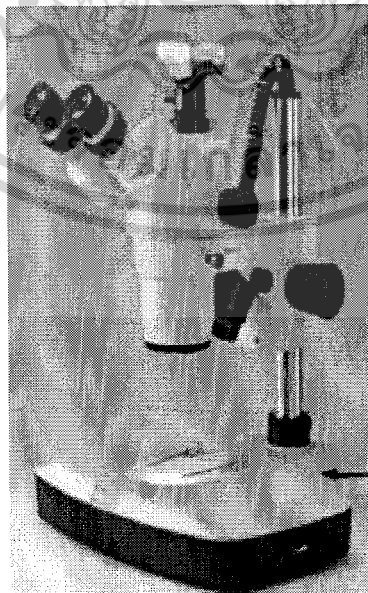
ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ Aser Aspire M5641 ประกอบกับเครื่อง Motic โดยใช้โปรแกรม Motic Image ในการถ่ายรูปและวัดขนาดของชิ้นส่วน ดังแสดงในรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับกล้อง Motic

3.3.3 กล้อง

ใช้กล้อง Motic รุ่น SMZ-168 c0.68x 1/2" ในการถ่ายรูปเพื่อดูลักษณะทางกายภาพของชิ้นทดสอบและวัดขนาดโดยใช้ร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 กล้อง Motic รุ่น SMZ-168 c0.68x 1/2"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 เครื่องวัดความแข็ง

ใช้เครื่องวัดความแข็ง Shore Durometers Type M Systems ดังแสดงในรูปที่ 3.18



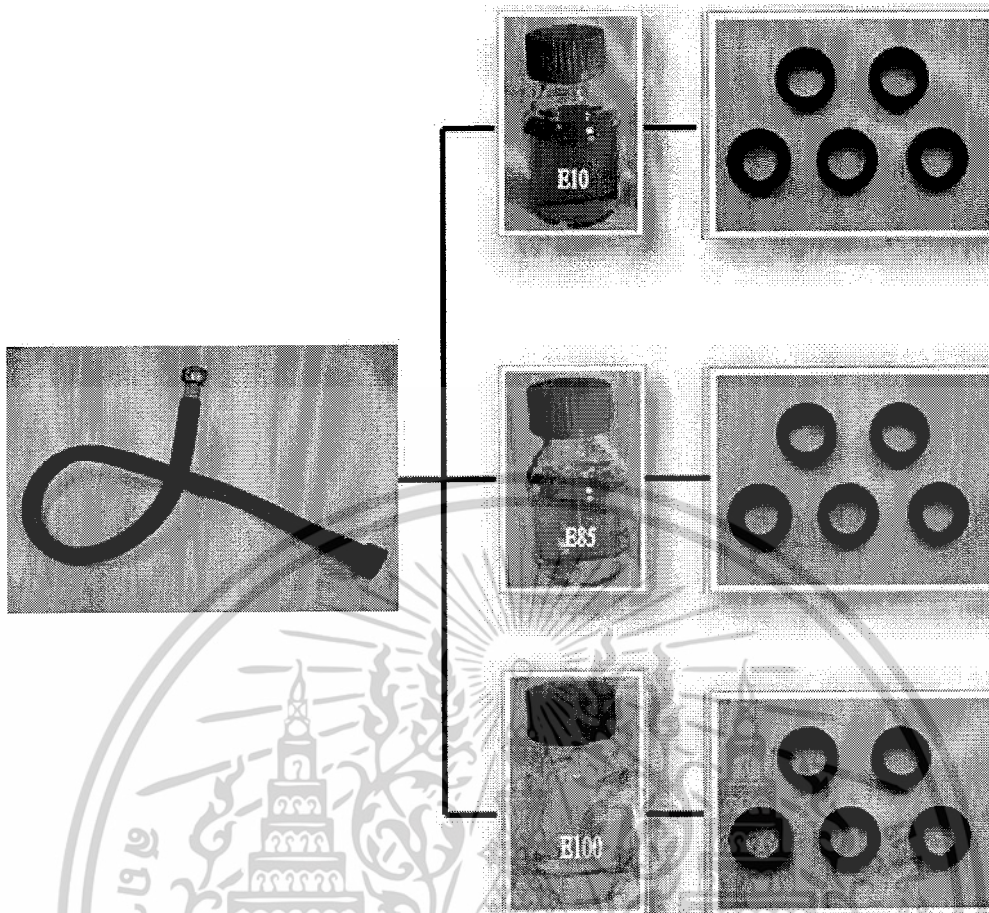
รูปที่ 3.18 เครื่องวัดความแข็ง Shore Durometers Type M Systems

3.4 วิธีทำการทดลอง

การทดลองนี้ได้อ้างอิงการทดลองจากมาตรฐาน SAE J1748 ซึ่งมีวิธีการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

3.4.1 เตรียมชิ้นส่วน

ในการเตรียมชิ้นส่วนตัวอย่างแต่ละชนิดจะถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิงที่นำมาทดลองคือ E10, E85 และ E100 ซึ่งในแต่ละชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิงจะใช้ชิ้นส่วนทดลองชนิดละ 5 ชิ้นส่วน โดยแต่ละชิ้นส่วนจะถูกตัดให้มีขนาด 5 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.19 และ รูปที่ 3.20



รูปที่ 3.19 การเตรียมชิ้นส่วนแยกตามชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง



รูปที่ 3.20 ขนาดของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น

3.4.2 วัดค่าต่างๆ ก่อนการทดลอง

ก่อนทำการทดลองจะมีการวัดค่าต่างๆ ของชิ้นทดสอบ แล้วเก็บข้อมูลเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้หลังจากที่นำชิ้นทดสอบไปทำการทดลอง แล้วดูการเปลี่ยนแปลง ซึ่งค่าต่างๆ ที่จะทำให้การวัดได้แก่

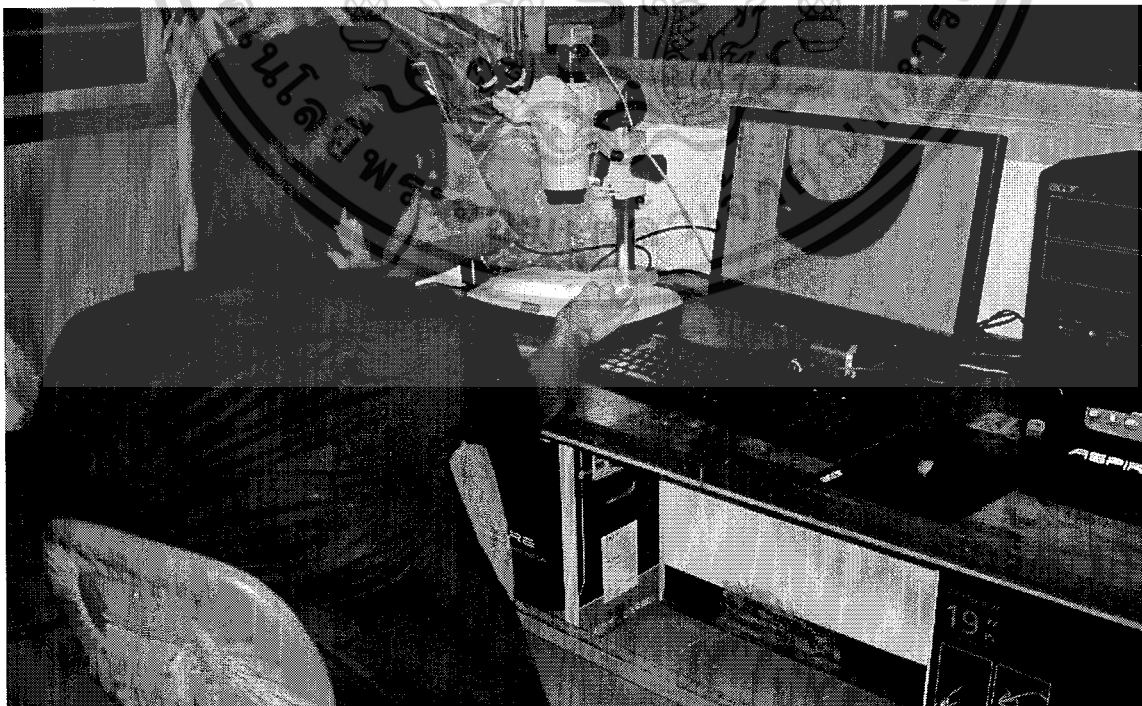
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. น้ำหนักของชิ้นส่วนทดสอบแต่ละชิ้นส่วน โดยใช้เครื่องชั่งละเอียด Scientech รุ่น SA210D ดังแสดงในรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 การชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบก่อนการทดลอง

2. ขนาด โดยใช้กล้อง Motic รุ่น SMZ-168 c0.68x 1/2" เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ในการถ่ายรูปและวัดขนาด ดังแสดงในรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 การวัดขนาดของชิ้นทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความแข็ง โดยใช้เครื่องวัดค่าความแข็ง Shore Durometers Type M Systems ดังแสดงในรูปที่ 3.23



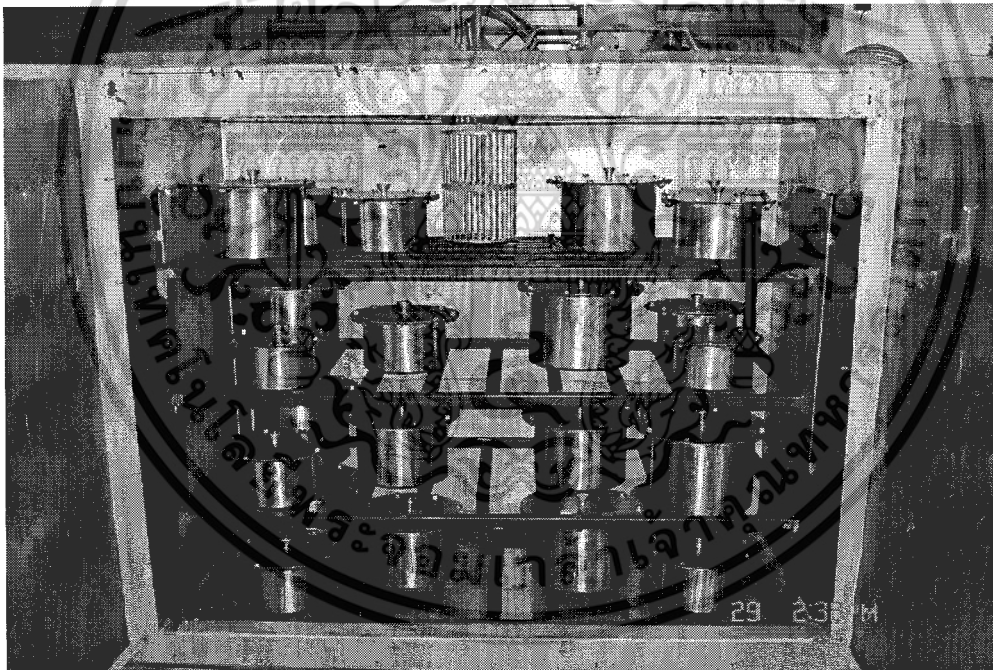
รูปที่ 3.23 การวัดค่าความแข็งของชิ้นทดสอบ

3.4.3 แซ่ชิ้นส่วนในน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิด

หลังจากได้มีการวัดค่าต่างๆของชิ้นทดสอบ ก่อนทดลองแล้ว จะนำชิ้นส่วนทั้งหมดไปแช่ในน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิด โดยจะแช่ในขวดดูแรนบอทเทิล(Duran Bottle) แล้วเติมน้ำมันเชื้อเพลิงลงไป 80 เปอร์เซ็นต์ ของขวดหรือประมาณ 200 มิลลิลิตร ปิดฝาให้สนิท แล้วนำเข้าตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 55 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2,000 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 3.24 และรูปที่ 3.25 ตามลำดับ



รูปที่ 3.24 การนำชิ้นทดสอบแช่ในน้ำมันเชื้อเพลิงในขวดคูเรนนอทเทิล (Duran Bottle)



รูปที่ 3.25 การนำชิ้นทดสอบไปเข้าตู้อบ

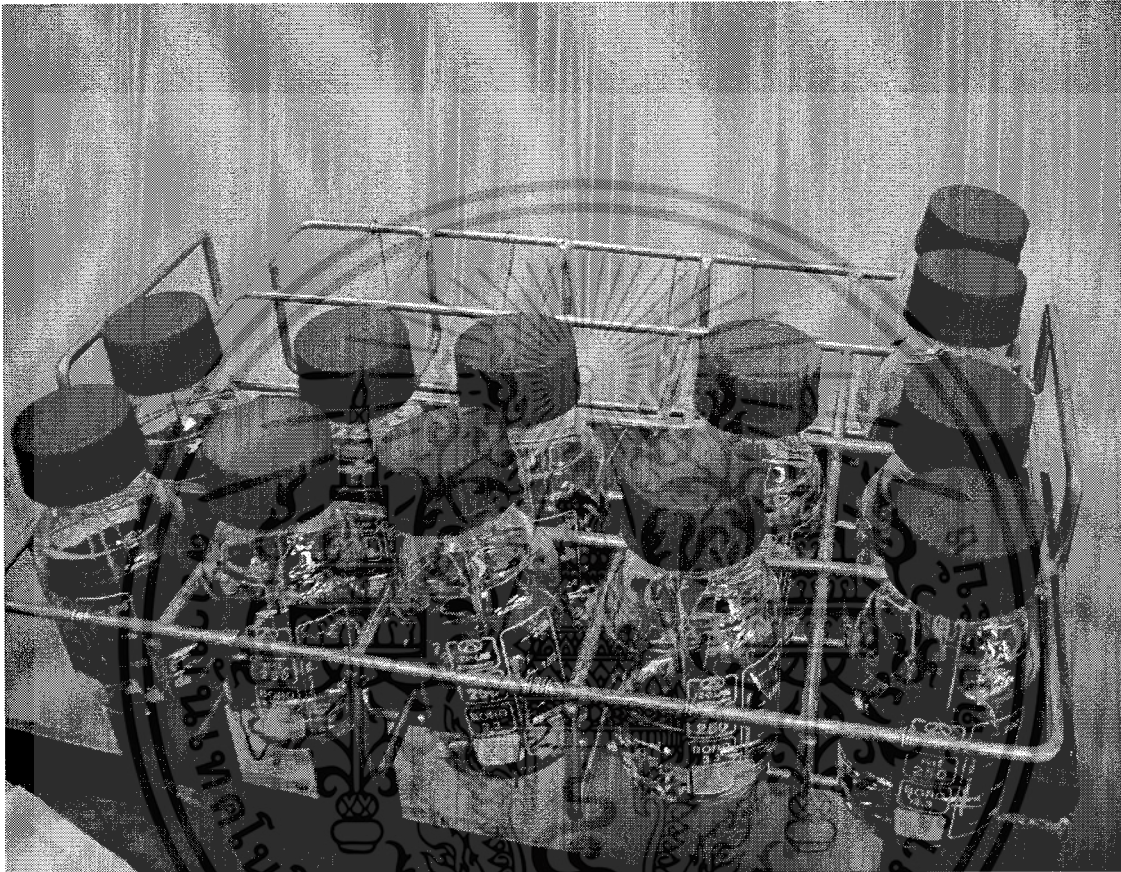
3.4.4 เก็บผลทุกสัปดาห์

หลังจากการนำชิ้นส่วนไปแช่ในตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 55 ± 2 องศาเซลเซียสแล้ว ในทุกๆสัปดาห์จะมีการนำชิ้นส่วนมาเก็บผล เพื่อนำมาเก็บผลต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการทดลอง ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

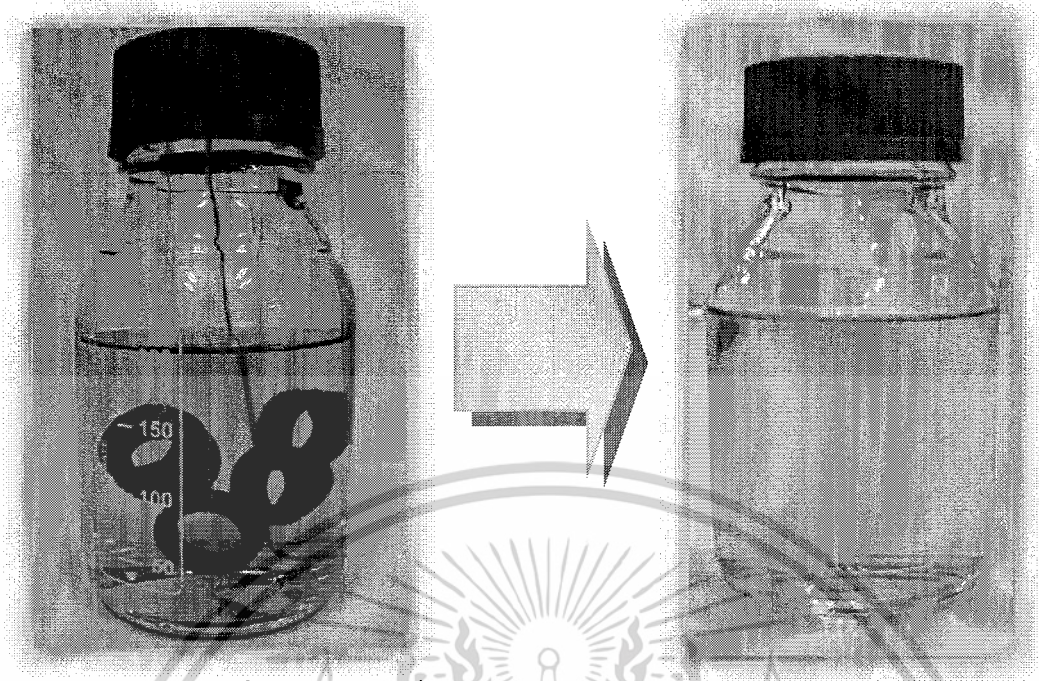
ก. เก็บผลน้ำหนัก โดยใช้เครื่องชั่ง Scientech SA210D ซึ่งขึ้นต่อนต่างๆ ในการเก็บผล จะทำตามมาตรฐาน SAE J1748 ดังนี้

1. นำขวดที่บรรจุขึ้นทดสอบออกจากตู้อบแล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 การนำขึ้นทดสอบทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2. ย้ายขึ้นทดสอบออกมาจากภาชนะบรรจุ(ขวดคูเรนบอทเทิล) แล้วใส่ลงไป ในภาชนะบรรจุใหม่ที่บรรจุน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดเดียวกัน ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาทีถึง 1 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 การย้ายชิ้นส่วนทดสอบจากขวดเก่าไปขวดใหม่

3. นำชิ้นทดสอบออกจากภาชนะ เป่าแห้งด้วยลม เพื่อกำจัดหยดน้ำมันออกแล้ว นำชิ้นส่วนที่เป่าลมเสร็จแล้ว ใส่ในซองพลาสติกซึ่งต้องปิดให้สนิทภายใน 10 วินาที เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำหนัก จากการระเหยของไอน้ำมัน ดังรูปที่ 3.28



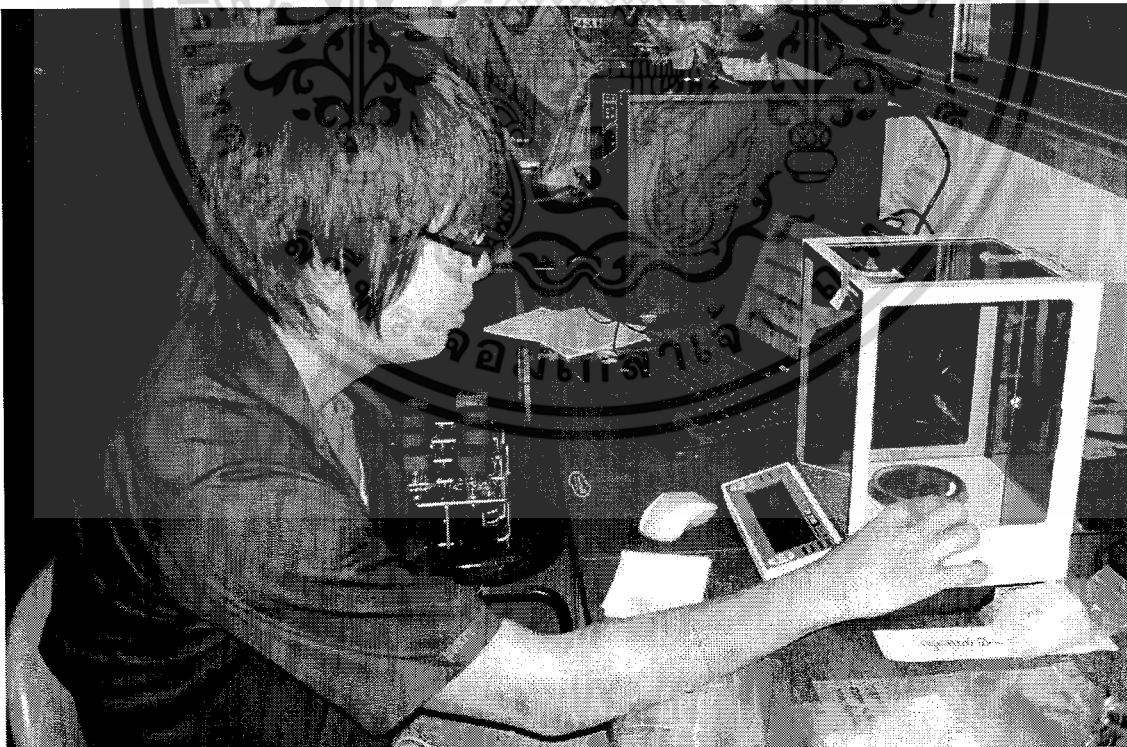
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.28 การเป่าแห้งด้วยลมและเก็บชิ้นส่วนเข้าของพลาสติก

4. นำชิ้นส่วนที่ผ่านการเป่าแห้งและบรรจุของแล้ว มาชั่งน้ำหนักละเอียด ดังรูป

ที่ 3.29



รูปที่ 3.29 การชั่งน้ำหนักหลังจากเป่าแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หาเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI) โดยใช้สมการที่ (3.1) แล้วบันทึกผลการทดลอง

$$\%W = \frac{\text{Swollen weight} - \text{Original weight}}{\text{Original weight}} \times 100 \quad (3.1)$$

เมื่อ

Swollen weight	คือ	น้ำหนักเปียก
Original weight	คือ	น้ำหนักเดิม

ข. เก็บผลรูป หลังจากที่ได้ชั่งน้ำหนัก จะนำชิ้นส่วนทดสอบมาถ่ายรูปด้วยกล้อง Motic ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Motic Images ในการถ่ายรูปและวัดขนาด ซึ่งในการวัดขนาดจะวัด 5 จุดต่อ 1 ชิ้นส่วน และสุดท้ายนำไปหาค่าเฉลี่ยที่ได้แล้วบันทึกผล ดังแสดงในรูปที่ 3.30

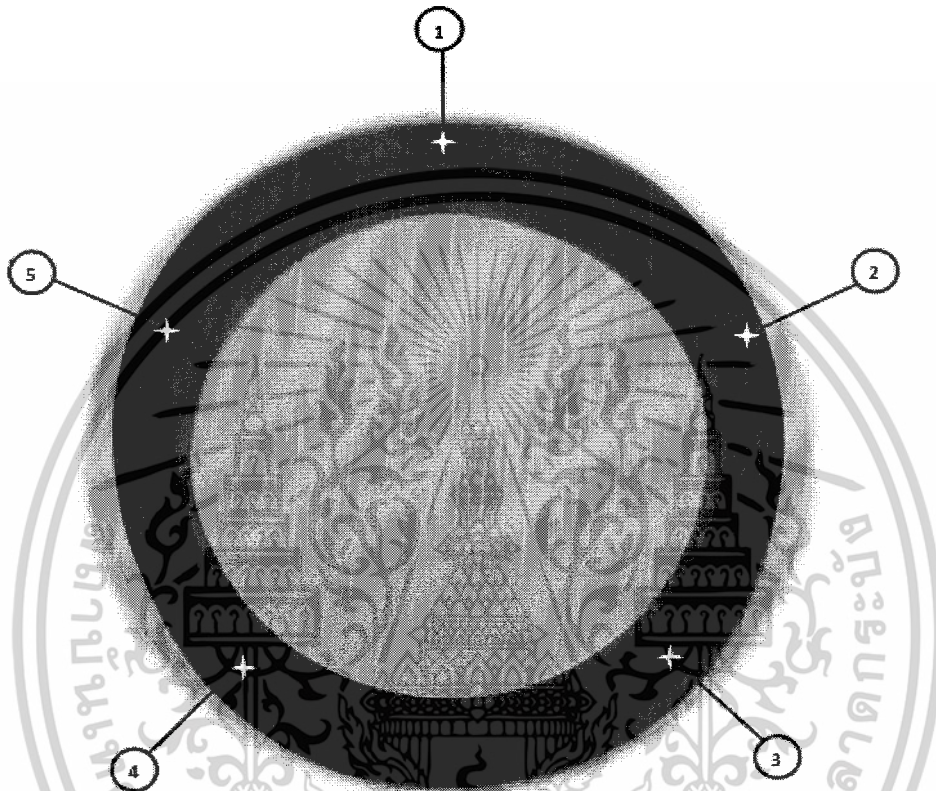


รูปที่ 3.30 การถ่ายรูปและวัดขนาดด้วยกล้อง Motic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 วัดค่าความแข็ง

หลังจากอบชิ้นส่วนทดสอบในตู้อบครบ 2,000 ชั่วโมงหรือจนกว่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักคงที่แล้ว จะนำชิ้นส่วนทั้งหมดมาวัดค่าความแข็ง ด้วยเครื่องวัดความแข็ง Shore Durometers Type M Systems โดยจะวัด 5 จุดต่อ 1 ชิ้นส่วน ดังแสดงในรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 ลักษณะของการวัดค่าความแข็งทั้ง 5 จุด

3.4.6 อบแห้งและเก็บผลครั้งสุดท้าย

ชิ้นส่วนทั้งหมดที่ผ่านการวัดค่าความแข็งแล้ว จะนำไปเข้าตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิ 55 ± 2 องศาเซลเซียส และนำมาชั่งน้ำหนักทุกๆ 48 ชั่วโมง จนกว่าค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักจะไม่มีเปลี่ยนแปลงในทุกๆ ตัวอย่าง โดยมีสูตรในการคำนวณดังสมการที่ (3.2)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก} = \%w_{\text{change}} = \frac{\text{น้ำหนักล่าสุด} - \text{น้ำหนักหลังอบแห้ง}}{\text{น้ำหนักล่าสุด}} \times 100 \quad (3.2)$$

เมื่อเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักมีค่าคงที่แล้ว นำชิ้นส่วนมาชั่งน้ำหนักครั้งสุดท้าย (เป็นน้ำหนักแห้ง) และบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การทดสอบน้ำหนัก และการวัดค่าความแข็ง (Hardness) ของชิ้นส่วน เพื่อศึกษาผลกระทบของน้ำมัน E85 และ E100 ต่อระบบท่อทางเดินน้ำมันเชื้อเพลิง โดยนำค่าที่ได้จากการทดสอบเปรียบเทียบกับค่าที่ได้ก่อนการทดสอบ

ตารางแสดงผลน้ำหนักจะแสดงน้ำหนักเปียกและน้ำหนักหลังอบแห้งและในส่วนของรูปจะแสดงเฉพาะน้ำหนักเปียกก่อนการอบแห้ง

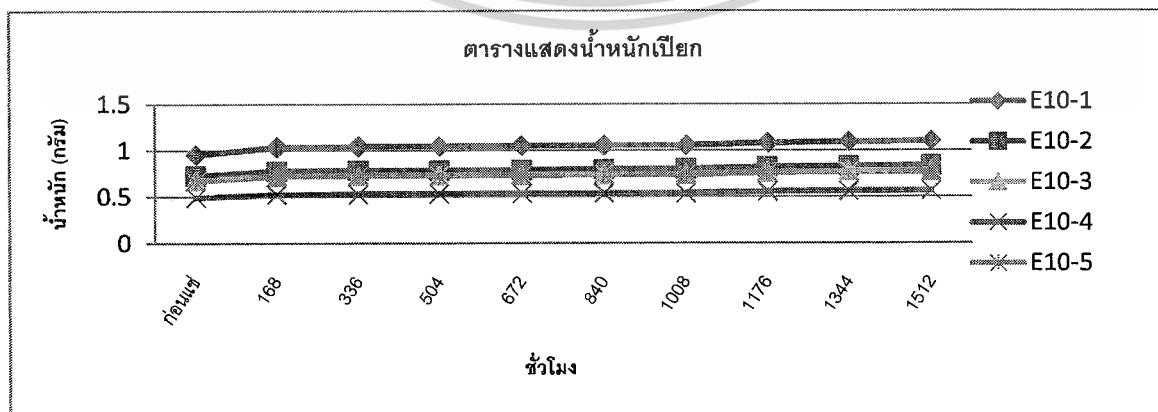
4.1 ผลการทดสอบน้ำหนัก

4.1.1 ยางรองปั๊มหัวฉีด (รหัสชิ้นส่วน 23249-46180)

(1) น้ำมัน E10

ตารางที่ 4.1.1 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนยางรองปั๊มหัวฉีด(23249-46180)กับน้ำมัน E10

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง										
	ก่อน แห้ง	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	อบ แห้ง
E10-01	0.9514	1.0343	1.0430	1.0447	1.0486	1.0531	1.0560	1.0801	1.0923	1.1007	0.8039
E10-02	0.7267	0.7763	0.7850	0.7853	0.7877	0.7953	0.7983	0.8207	0.8291	0.8379	0.6153
E10-03	0.6764	0.7206	0.7293	0.7299	0.7333	0.7402	0.7416	0.7640	0.7722	0.7797	0.5749
E10-04	0.4936	0.5231	0.5296	0.5303	0.5317	0.5364	0.5380	0.5562	0.5615	0.5691	0.4184
E10-05	0.6712	0.7271	0.7318	0.7321	0.7329	0.7395	0.7417	0.7624	0.7702	0.7758	0.5744



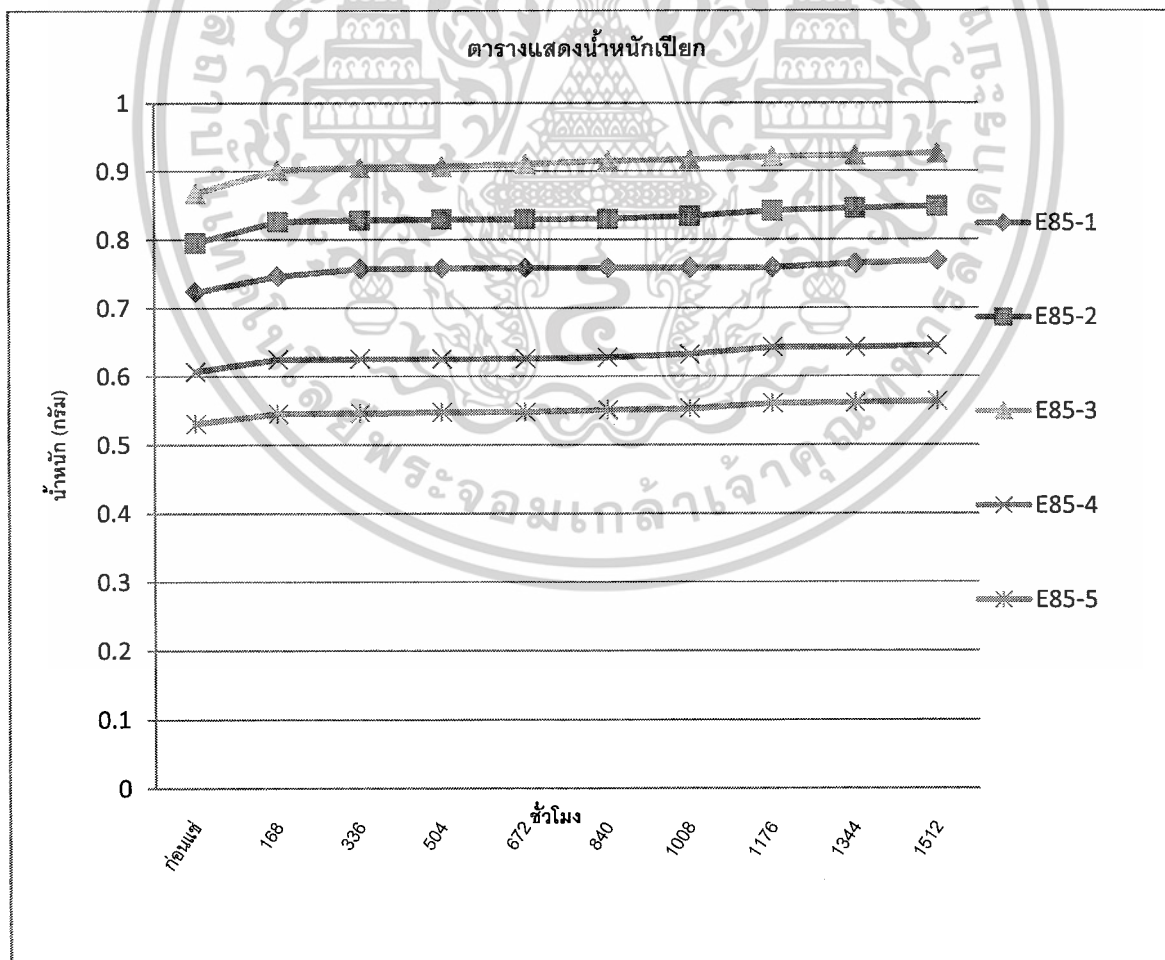
รูปที่ 4.1.1 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนยางรองปั๊มหัวฉีดกับน้ำมัน E10

เอกสารนี้เป็นเอกสารทงสวนไวสำหรับกรใช้งานเพอการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปเผยแพร่ชนดานการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) น้ำมัน E 85

ตารางที่ 4.1.2 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนยางรองบีมหัวฉีด(23249-46180)กับน้ำมัน E85

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง										
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	อบ แห้ง
E85-01	0.7236	0.7466	0.7577	0.7581	0.7588	0.7590	0.7589	0.7594	0.7654	0.7697	0.6047
E85-02	0.7958	0.8265	0.8288	0.8298	0.8299	0.8306	0.8346	0.8424	0.8462	0.8490	0.6689
E85-03	0.8679	0.9021	0.9056	0.9067	0.9109	0.9156	0.9173	0.9217	0.9229	0.9266	0.7294
E85-04	0.6074	0.6250	0.6256	0.6254	0.6262	0.6279	0.6327	0.6424	0.6425	0.6453	0.5085
E85-05	0.5315	0.5458	0.5465	0.5479	0.5484	0.5512	0.5530	0.5610	0.5620	0.5641	0.4442



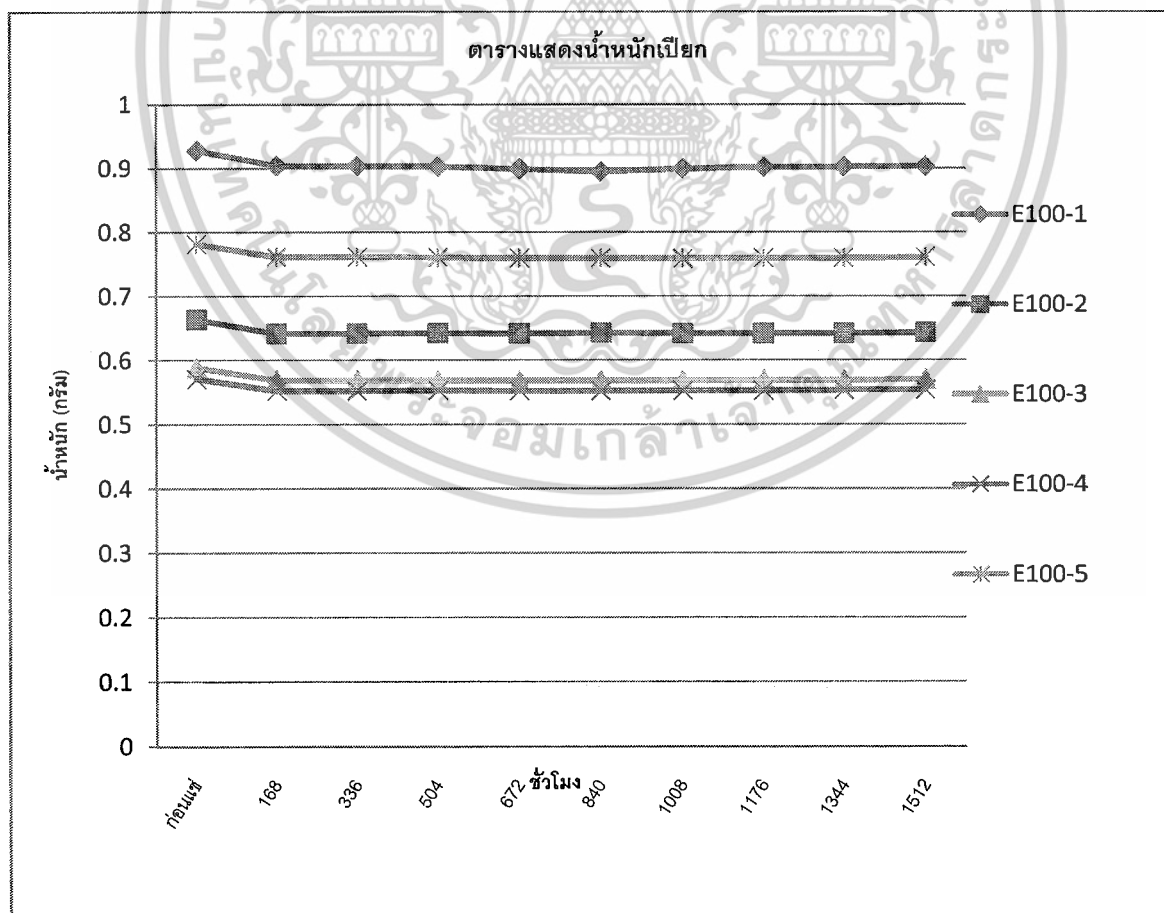
รูปที่ 4.1.2 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนยางรองบีมหัวฉีดกับน้ำมัน E85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) น้ำมัน E 100

ตารางที่ 4.1.3 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งชิ้นส่วนยางรองปั๊มหัวฉีด (23249-46180) กับน้ำมัน E100

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง										อบ แห้ง
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	
E100-01	0.9281	0.9044	0.9037	0.9030	0.8993	0.8951	0.8995	0.9021	0.9025	0.9033	0.7723
E100-02	0.6637	0.6418	0.6422	0.6429	0.6421	0.6433	0.6422	0.6419	0.6424	0.6435	0.5515
E100-03	0.5888	0.5691	0.5695	0.5690	0.5683	0.5685	0.5689	0.5696	0.5692	0.5703	0.4884
E100-04	0.5715	0.5524	0.5527	0.5535	0.5522	0.5526	0.5529	0.5533	0.5536	0.5544	0.4743
E100-05	0.7817	0.7617	0.7619	0.7603	0.7598	0.7596	0.7591	0.7594	0.7599	0.7610	0.6512



รูปที่ 4.1.3 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนยางรองปั๊มหัวฉีดกับน้ำมัน E100

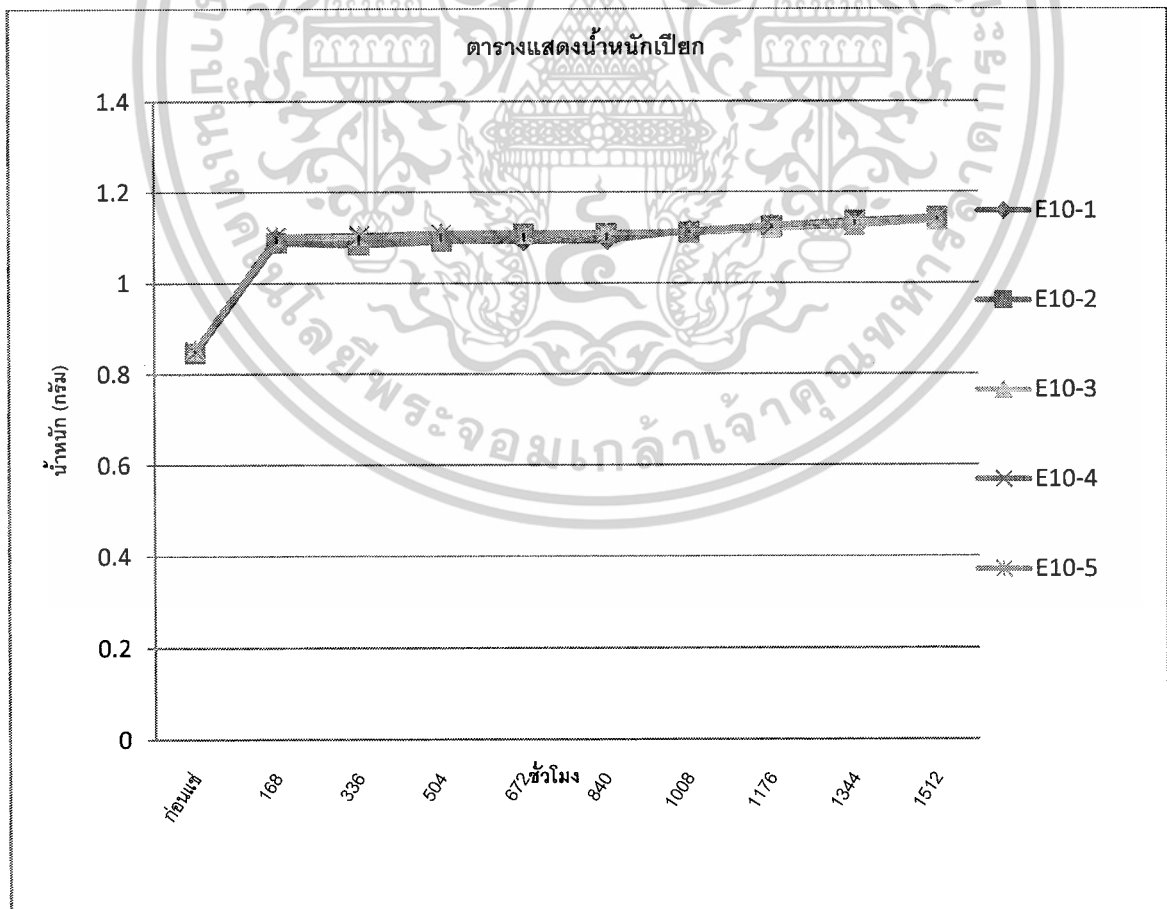
เอกสารนี้เผยแพร่เพื่อวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้เท่านั้นและไม่ควรใช้เพื่อการค้าหรือการโฆษณาใดๆ ในรูปแบบใดๆ การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารอาจก่อให้เกิดความเสียหายทางกฎหมายได้

4.1.2 ตัวกรองหัวฉีดตัวล่าง (รหัสชิ้นส่วน 23291-41010)

(1) น้ำมัน E10

ตารางที่ 4.1.4 ผลน้ำหนักเบี่ยงและอบแห้งชิ้นส่วนตัวกรองหัวฉีดตัวล่าง (23291-41010) กับน้ำมัน E10

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง										อบ แห้ง
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	
E10-01	0.8499	1.0972	1.0946	1.0943	1.0926	1.0950	1.1153	1.1268	1.1296	1.1387	0.7117
E10-02	0.8468	1.0888	1.0836	1.0916	1.1091	1.1097	1.1112	1.1259	1.1373	1.1445	0.7108
E10-03	0.8527	1.1023	1.1042	1.1090	1.1089	1.1098	1.1101	1.1198	1.1264	1.1388	0.7096
E10-04	0.8502	1.1025	1.1049	1.1085	1.1068	1.1080	1.1139	1.1260	1.1368	1.1421	0.7082
E10-05	0.8516	1.1008	1.1010	1.1088	1.1087	1.1100	1.1118	1.1279	1.1339	1.1438	0.7102



รูปที่ 4.1.4 ผลการทดสอบน้ำหนักเบี่ยงของชิ้นส่วนตัวกรองหัวฉีดตัวล่างกับน้ำมัน E10

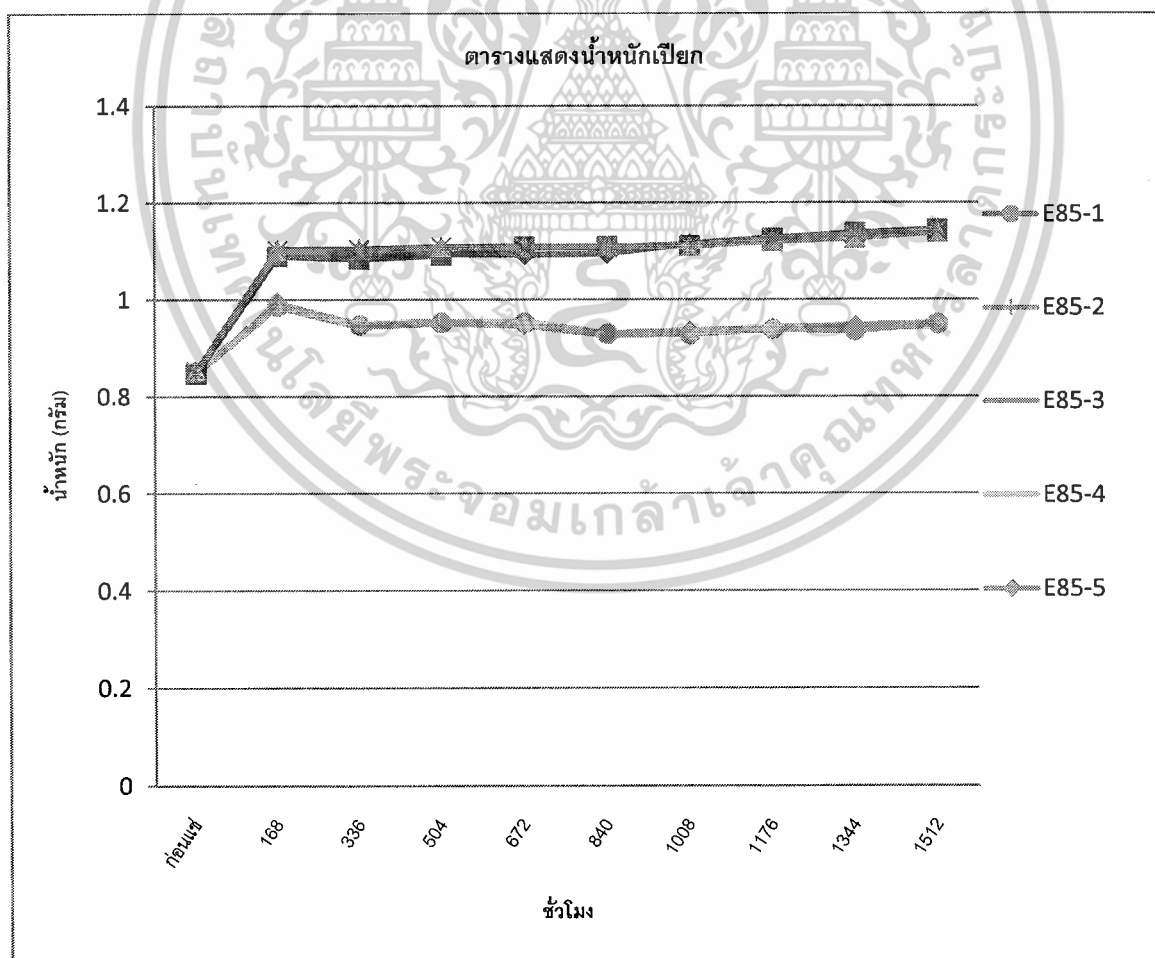
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) น้ำมัน E 85

ตารางที่ 4.1.5 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (23291-41010) กับน้ำมัน E85

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง										
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	อบ แห้ง
E85-01	0.8511	0.9869	0.9477	0.9526	0.9525	0.9294	0.9283	0.9383	0.9352	0.9494	0.7052
E85-02	0.8474	0.9859	0.9468	0.9521	0.9486	0.9294	0.9326	0.9404	0.9427	0.9482	0.7039
E85-03	0.8469	0.9851	0.9440	0.9516	0.9462	0.9262	0.9308	0.9372	0.9398	0.9460	0.7026
E85-04	0.8515	0.9924	0.9502	0.9560	0.9546	0.9311	0.9368	0.9422	0.9473	0.9519	0.7063
E85-05	0.8477	0.9935	0.9475	0.9535	0.9479	0.9308	0.9348	0.9405	0.9460	0.9480	0.7024



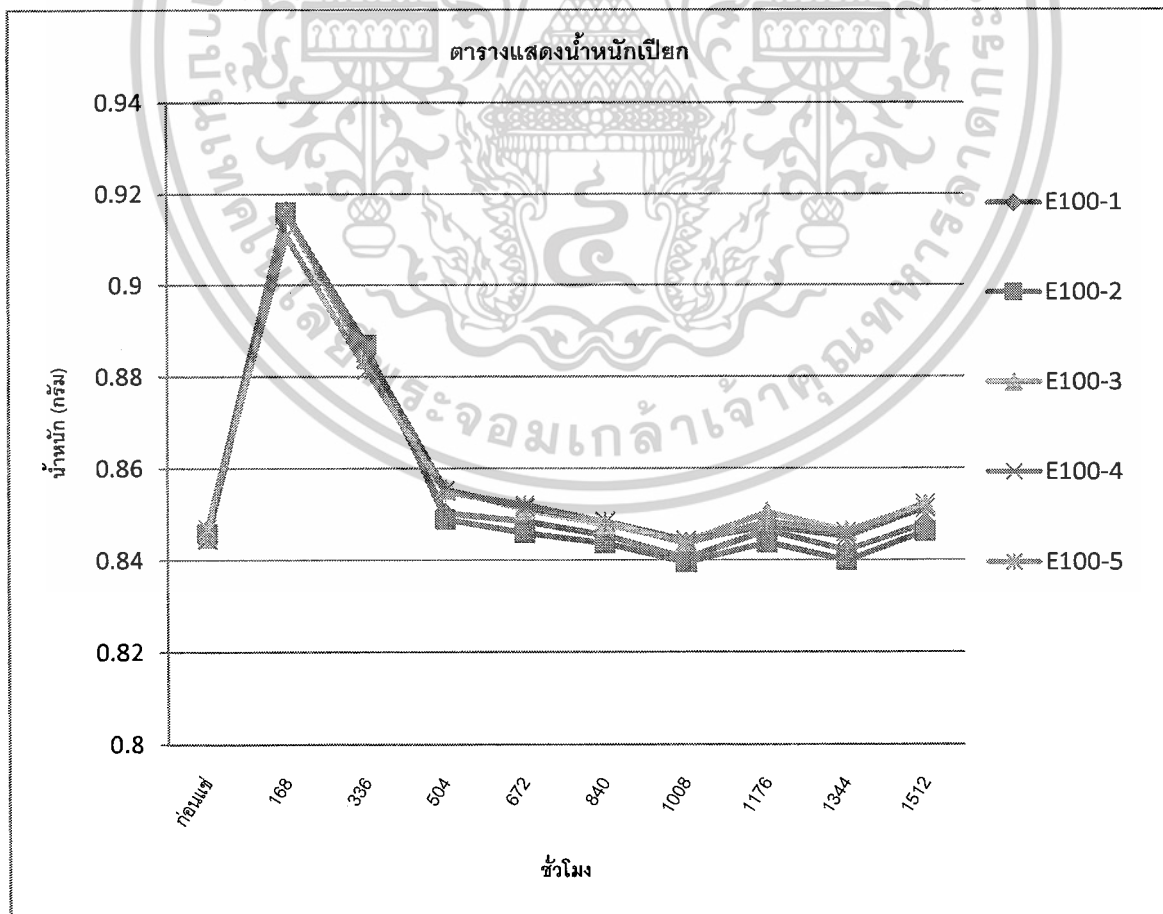
รูปที่ 4.1.5 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่างกับน้ำมัน E85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) น้ำมัน E 100

ตารางที่ 4.1.6 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งชิ้นส่วนตัวร่องหัวฉีดตัวล่าง(23291-41010)กับน้ำมัน E100

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง										อบ แห้ง
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	
E100-01	0.8467	0.9162	0.8853	0.8503	0.8485	0.8454	0.8404	0.8465	0.8421	0.8479	0.7061
E100-02	0.8458	0.9159	0.8869	0.8489	0.8459	0.8437	0.8395	0.8438	0.8399	0.8462	0.7048
E100-03	0.8448	0.9154	0.8839	0.8555	0.8510	0.8477	0.8440	0.8503	0.8463	0.8520	0.7081
E100-04	0.8445	0.9161	0.8853	0.8553	0.8515	0.8484	0.8443	0.8473	0.8452	0.8514	0.709
E100-05	0.8468	0.9108	0.8815	0.8549	0.8520	0.8483	0.8436	0.8483	0.8461	0.8522	0.7097



เอกสารนี้รูปที่ 4.1.6 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนตัวร่องหัวฉีดตัวล่างกับน้ำมัน E100

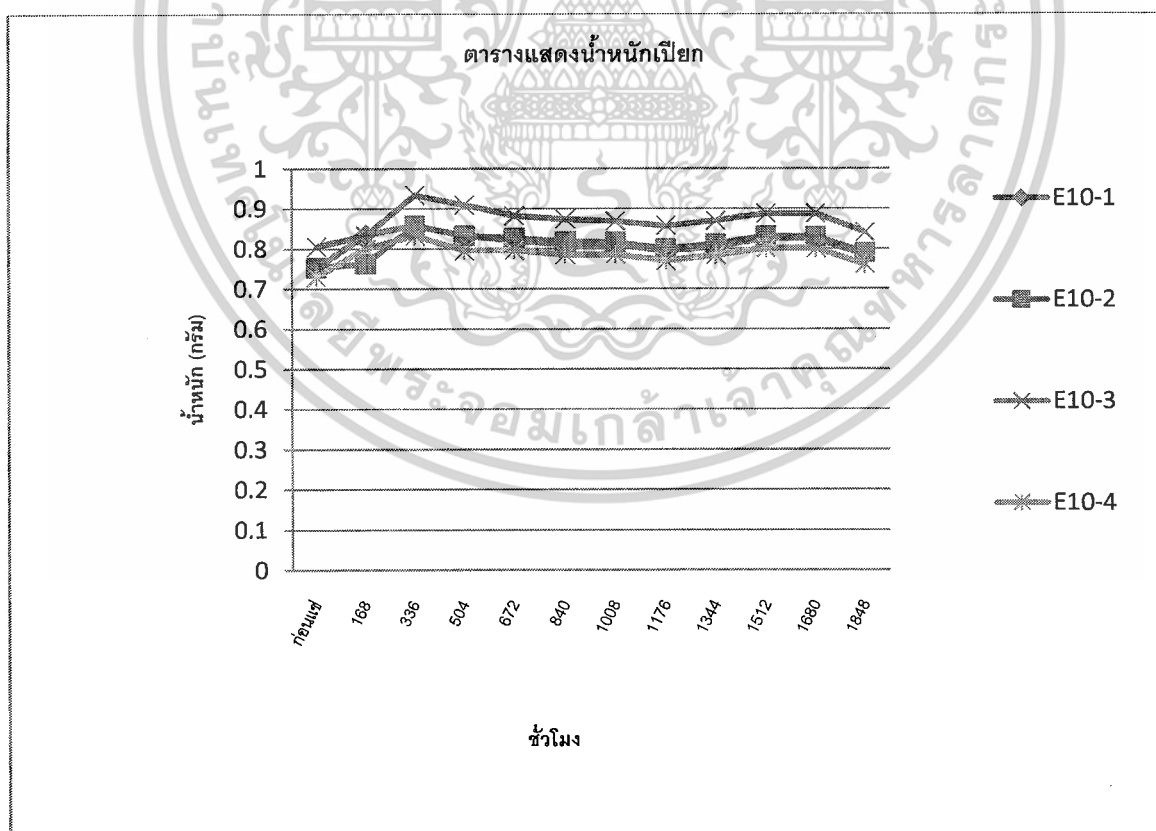
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ท่อยางไอน้ำมันเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 23827-0M020)

(1) น้ำมัน E10

ตารางที่ 4.1.7 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อยางไอน้ำมันเชื้อเพลิง (23827-0M020) กับน้ำมัน E10

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง										อบ แห้ง
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	
E10-01	0.7506	0.8360	0.8582	0.8334	0.8206	0.8111	0.8099	0.7941	0.8056	0.8249	0.6425
E10-02	0.7531	0.7631	0.8580	0.8327	0.8270	0.8178	0.8163	0.7999	0.8118	0.8320	0.6461
E10-03	0.8054	0.8335	0.9340	0.9100	0.8826	0.8741	0.8688	0.8570	0.8701	0.8883	0.6914
E10-04	0.7298	0.8010	0.8329	0.7964	0.7966	0.7847	0.7863	0.7704	0.7837	0.8017	0.6246



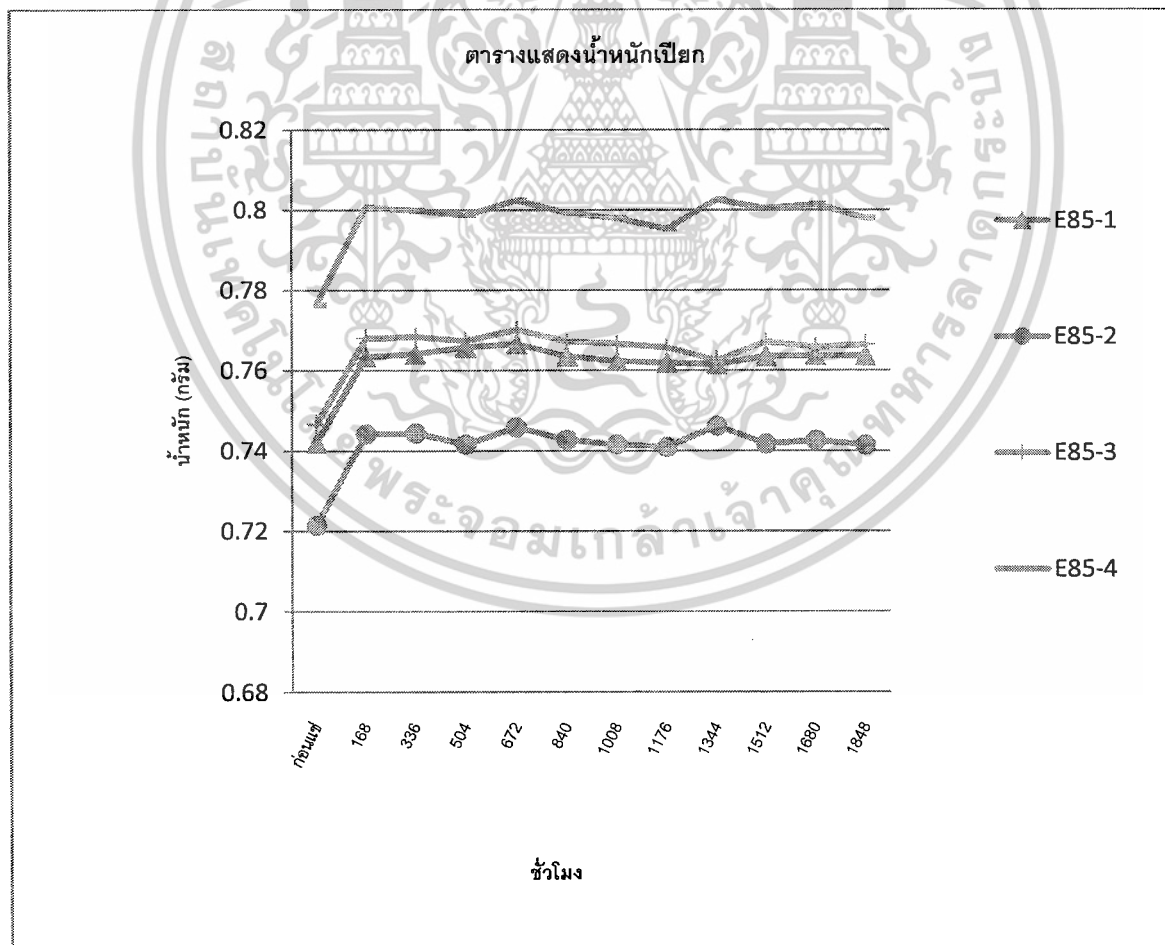
รูปที่ 4.1.7 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนท่อยางไอน้ำมันเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) น้ำมัน E 85

ตารางที่ 4.1.8 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนตัวอย่าง ไอน้ำมันเชื้อเพลิง (23827-0M020) กับน้ำมัน E85

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง										
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	อบ แห้ง
E85-01	0.7420	0.7634	0.7641	0.7658	0.7666	0.7635	0.7623	0.7619	0.7615	0.7635	0.6345
E85-02	0.7214	0.7442	0.7444	0.7416	0.7458	0.7427	0.7416	0.7409	0.7462	0.7417	0.6164
E85-03	0.7466	0.7680	0.7684	0.7674	0.7701	0.7672	0.7666	0.7657	0.7625	0.7671	0.6369
E85-04	0.7764	0.8007	0.7999	0.7987	0.8024	0.7993	0.7979	0.7953	0.8026	0.8003	0.6628



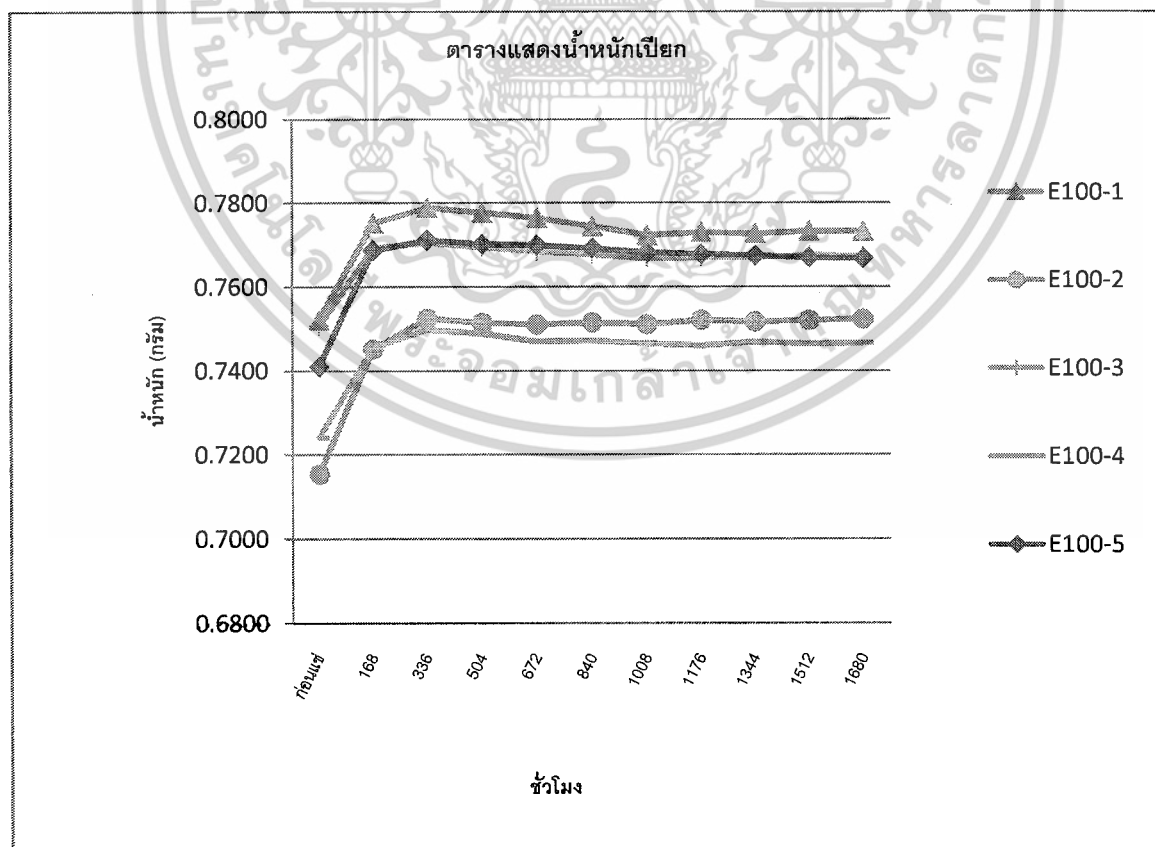
รูปที่ 4.1.8 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนตัวอย่าง ไอน้ำมันเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) น้ำมัน E 100

ตารางที่ 4.1.9 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนตัวอย่างไอน้ำมันเชื้อเพลิง (23827-0M020) กับน้ำมัน E100

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง											
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	1680	อบ แห้ง
E100-01	0.7521	0.7752	0.7789	0.7777	0.7765	0.7745	0.7723	0.7730	0.7727	0.7733	0.7732	0.6458
E100-02	0.7154	0.7452	0.7525	0.7514	0.7510	0.7515	0.7511	0.7521	0.7517	0.7520	0.7523	0.6356
E100-03	0.7506	0.7693	0.7706	0.7695	0.7685	0.7677	0.7668	0.7670	0.7671	0.7675	0.7672	0.6535
E100-04	0.7241	0.7456	0.7498	0.7489	0.7470	0.7472	0.7465	0.7460	0.7469	0.7464	0.7466	0.6289
E100-05	0.7410	0.7687	0.7712	0.7702	0.7700	0.7692	0.7682	0.7678	0.7675	0.7670	0.7668	0.6415



รูปที่ 4.1.9 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนตัวอย่างไอน้ำมัน E100

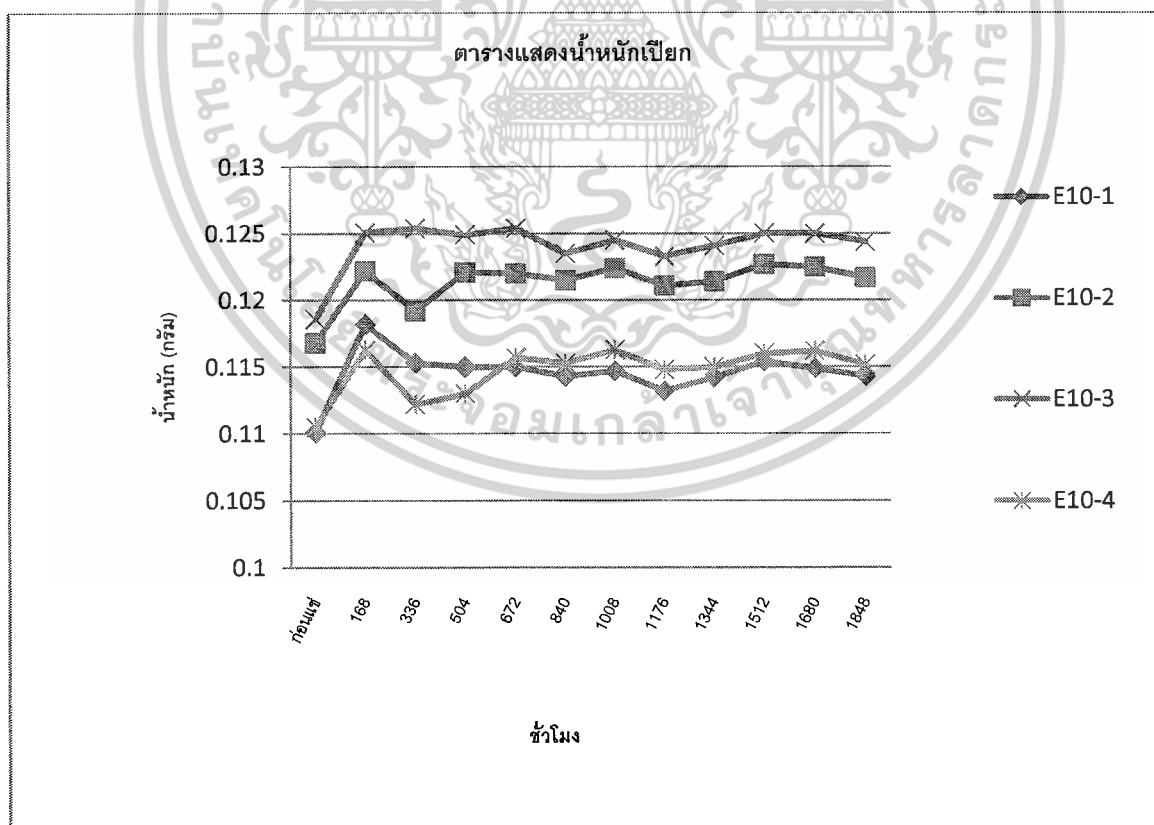
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเพื่อการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางบริษัทฯ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ท่อยาน้ำมันเชื้อเพลิง (รหัสชั้นส่วน 23901-21060)

(1) น้ำมัน E10

ตารางที่ 4.1.10 ผลน้ำหนักเบี่ยงและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อยาน้ำมันเชื้อเพลิง (23901-21060) กับน้ำมัน E10

ตัวอย่าง หมายเลข	ก่อน แช่	จำนวนชั่วโมง											อบ แห้ง
		168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	1680	1848	
E10-01	0.1101	0.1182	0.1153	0.1150	0.1150	0.1143	0.1147	0.1132	0.1142	0.1154	0.1149	0.1143	0.1009
E10-02	0.1168	0.1222	0.1192	0.1221	0.1220	0.1215	0.1224	0.1211	0.1214	0.1227	0.1225	0.1217	0.115
E10-03	0.1186	0.1251	0.1254	0.1249	0.1254	0.1235	0.1245	0.1233	0.1241	0.1250	0.1250	0.1244	0.1179
E10-04	0.1105	0.1163	0.1122	0.1130	0.1157	0.1153	0.1163	0.1148	0.1150	0.1160	0.1162	0.1152	0.1009



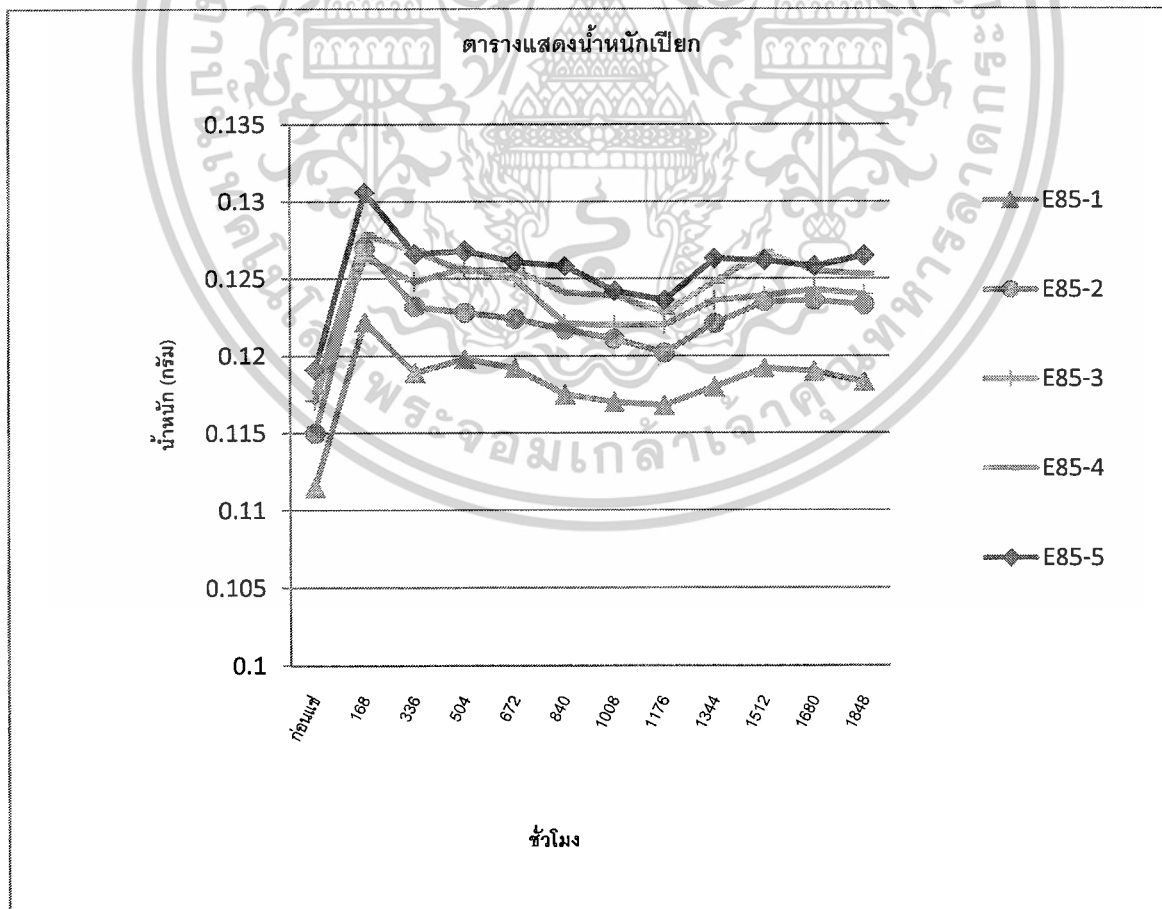
รูปที่ 4.1.10 ผลการทดสอบน้ำหนักเบี่ยงของชิ้นส่วนท่อยาน้ำมันเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) น้ำมัน E 85

ตารางที่ 4.1.11 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนต่อชั่งน้ำมันเชื้อเพลิง (23901-21060) กับน้ำมัน E85

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง												
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	1680	1848	อบ แห้ง
E85-01	0.1115	0.1222	0.1189	0.1198	0.1192	0.1175	0.1170	0.1168	0.1180	0.1192	0.1190	0.1183	0.111
E85-02	0.1150	0.1270	0.1232	0.1228	0.1224	0.1217	0.1211	0.1202	0.1221	0.1235	0.1236	0.1233	0.1146
E85-03	0.1171	0.1264	0.1248	0.1257	0.1250	0.1221	0.1220	0.1220	0.1236	0.1239	0.1243	0.1240	0.1086
E85-04	0.1177	0.1279	0.1268	0.1255	0.1256	0.1241	0.1239	0.1228	0.1248	0.1267	0.1255	0.1253	0.1086
E85-05	0.1191	0.1306	0.1266	0.1268	0.1261	0.1258	0.1242	0.1236	0.1263	0.1262	0.1258	0.1265	0.1113



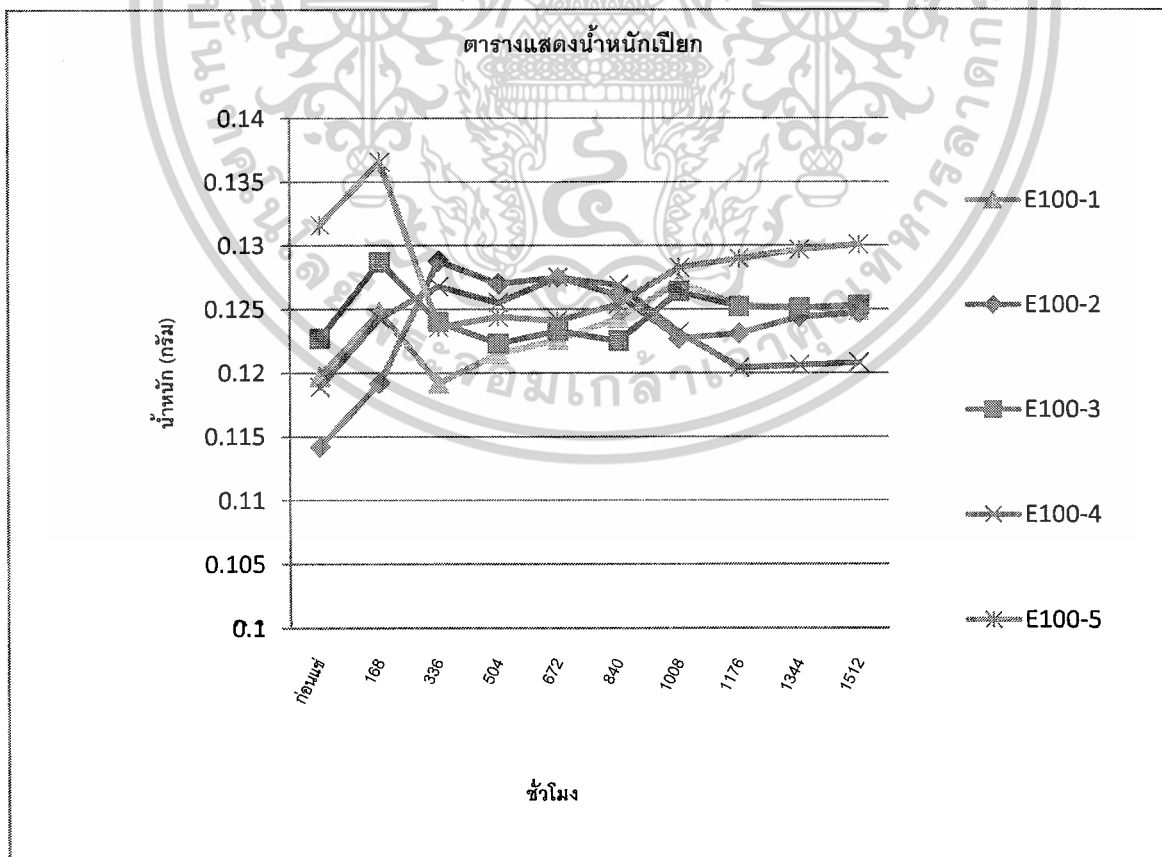
รูปที่ 4.1.11 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนต่อชั่งน้ำมันเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวนวิชาให้การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) น้ำมัน E 100

ตารางที่ 4.1.12 ผลน้ำหนักเป็ยกและอบแห้งของชิ้นส่วนตัวอย่างน้ำมันเชื้อเพลิง (23901-21060) กับน้ำมัน E100

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง										
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	อบ แห้ง
E100-01	0.1197	0.1248	0.1192	0.1215	0.1226	0.1243	0.1271	0.1253	0.1252	0.1249	0.1177
E100-02	0.1142	0.1192	0.1288	0.1270	0.1275	0.1261	0.1227	0.1231	0.1244	0.1247	0.1129
E100-03	0.1227	0.1287	0.1240	0.1223	0.1233	0.1225	0.1264	0.1252	0.1251	0.1253	0.1201
E100-04	0.1189	0.1243	0.1268	0.1255	0.1275	0.1269	0.1232	0.1204	0.1206	0.1208	0.1159
E100-05	0.1316	0.1366	0.1236	0.1244	0.1241	0.1254	0.1283	0.1290	0.1297	0.1301	0.1136



รูปที่ 4.1.12 ผลการทดสอบน้ำหนักเป็ยกของชิ้นส่วนตัวอย่างน้ำมันเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E100

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของบริษัทฯ ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

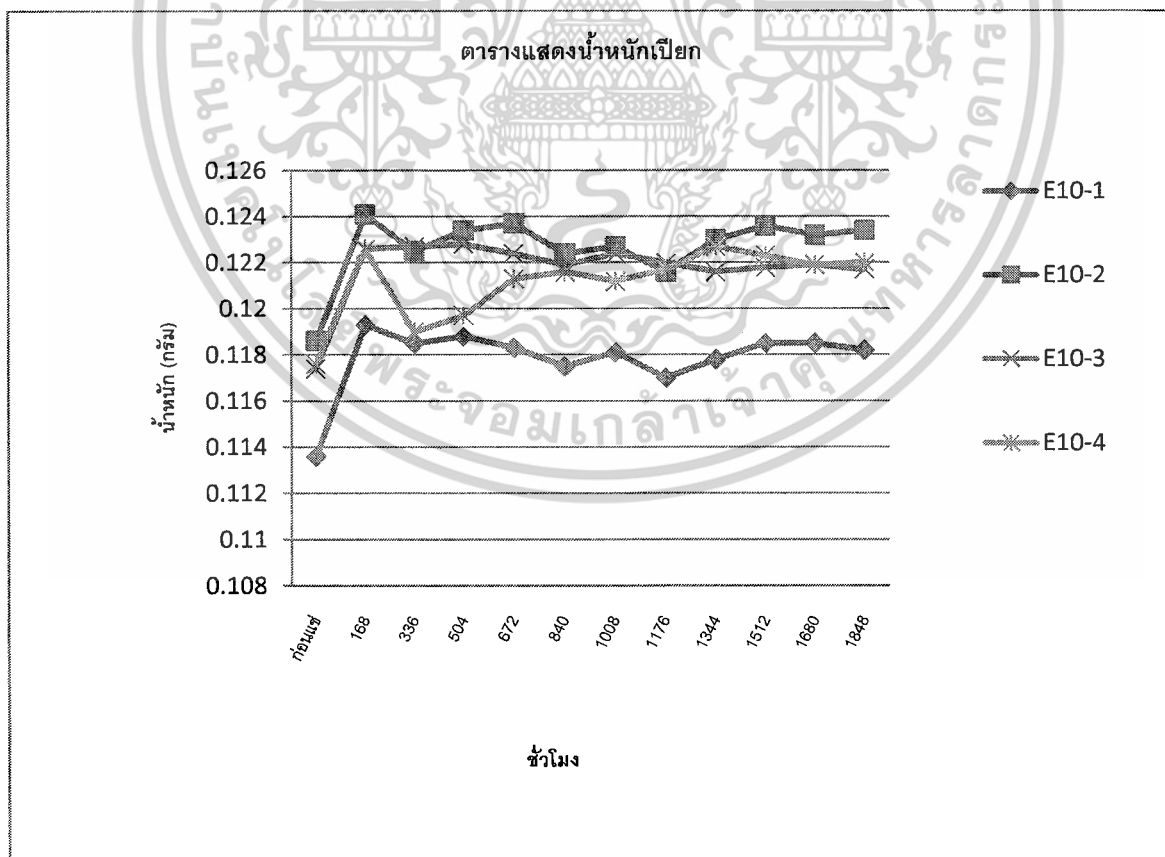
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 สายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 77027-52070-1)

(1) น้ำมัน E10

ตารางที่ 4.1.13 ผลน้ำหนักเบี่ยงและอบแห้งของชิ้นส่วนสายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง (77027-52070-1) กับน้ำมัน E10

ตัวอย่าง หมายเลข	ก่อน แช่	จำนวนชั่วโมง											อบ แห้ง
		168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	1680	1848	
E10-01	0.1136	0.1193	0.1185	0.1188	0.1183	0.1175	0.1181	0.1170	0.1178	0.1185	0.1185	0.1182	0.107
E10-02	0.1186	0.1241	0.1225	0.1234	0.1237	0.1224	0.1227	0.1216	0.1230	0.1236	0.1232	0.1234	0.1124
E10-03	0.1174	0.1226	0.1227	0.1228	0.1224	0.1219	0.1224	0.1220	0.1216	0.1218	0.1219	0.1217	0.1115
E10-04	0.1176	0.1226	0.1190	0.1197	0.1213	0.1216	0.1212	0.1217	0.1227	0.1223	0.1219	0.1220	0.1111



รูปที่ 4.1.13 ผลการทดสอบน้ำหนักเบี่ยงของชิ้นส่วนสายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E10

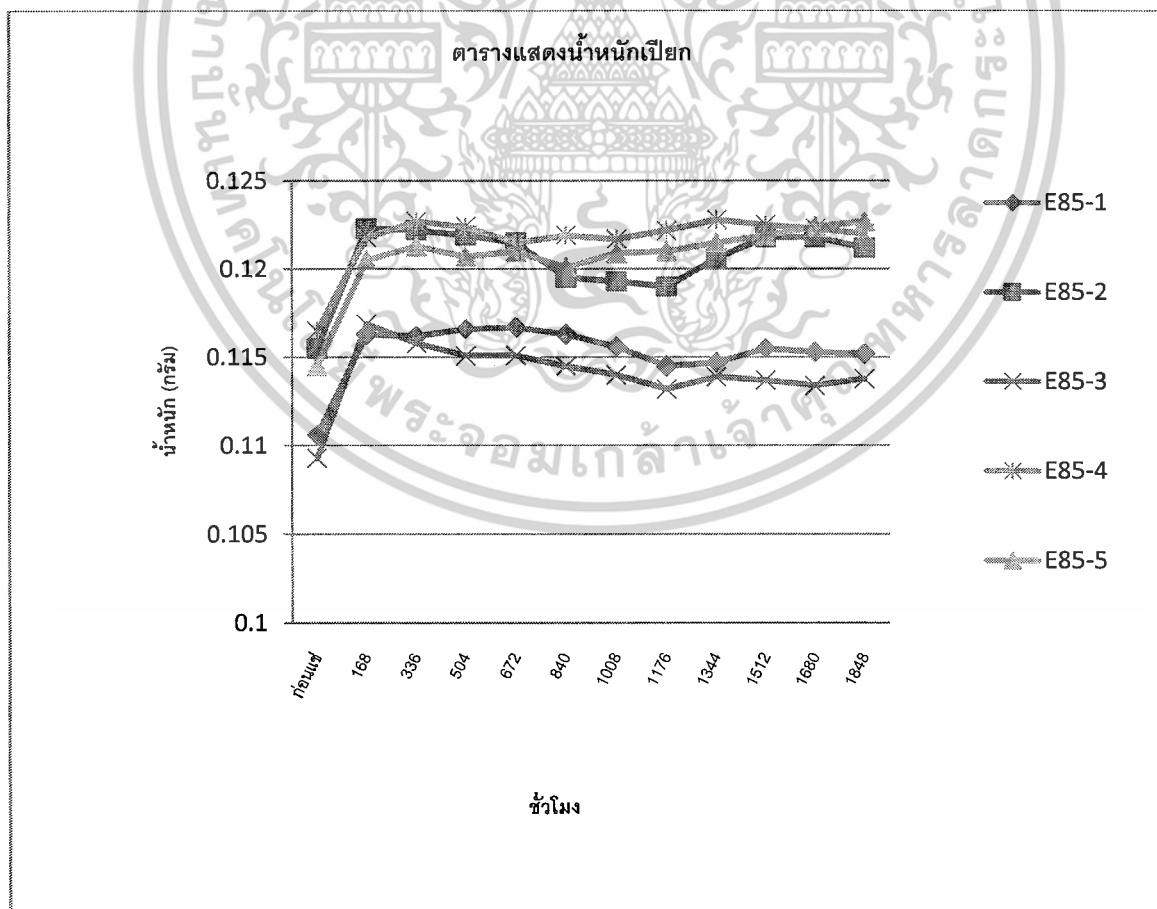
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) น้ำมัน E 85

ตารางที่ 4.1.14 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนสายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง

(77027-52070-1) กับน้ำมัน E85

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง												อบ แห้ง
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	1680	1848	
E85-01	0.1106	0.1163	0.1162	0.1166	0.1167	0.1163	0.1156	0.1145	0.1147	0.1155	0.1153	0.1152	0.1021
E85-02	0.1155	0.1223	0.1222	0.1219	0.1215	0.1195	0.1193	0.1190	0.1206	0.1218	0.1218	0.1212	0.1079
E85-03	0.1093	0.1169	0.1158	0.1151	0.1151	0.1145	0.1140	0.1132	0.1139	0.1137	0.1134	0.1138	0.1028
E85-04	0.1165	0.1218	0.1227	0.1224	0.1215	0.1219	0.1217	0.1222	0.1228	0.1225	0.1223	0.1220	0.1082
E85-05	0.1145	0.1205	0.1213	0.1207	0.1210	0.1201	0.1209	0.1210	0.1215	0.1219	0.1224	0.1227	0.1091



รูปที่ 4.1.14 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนสายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

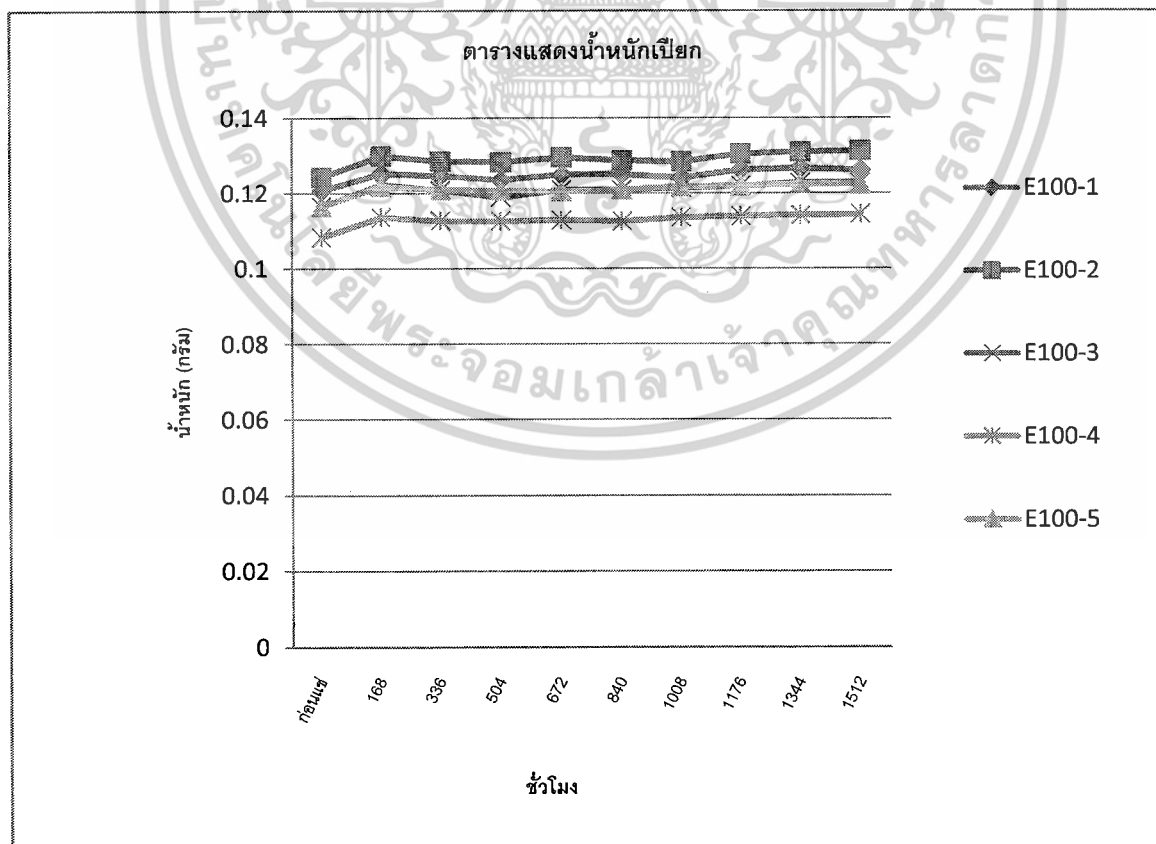
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) น้ำมัน E 100

ตารางที่ 4.1.15 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนสายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง

(77027-52070-1) กับน้ำมัน E100

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง										อบ แห้ง
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	
E100-01	0.1207	0.1253	0.1246	0.1235	0.1250	0.1250	0.1241	0.1262	0.1267	0.1261	0.104
E100-02	0.1243	0.1299	0.1285	0.1283	0.1295	0.1287	0.1284	0.1305	0.1310	0.1312	0.1045
E100-03	0.1165	0.1223	0.1208	0.1189	0.1209	0.1210	0.1215	0.1219	0.1228	0.1228	0.1052
E100-04	0.1083	0.1137	0.1127	0.1126	0.1129	0.1126	0.1136	0.1140	0.1142	0.1144	0.1056
E100-05	0.1166	0.1219	0.1210	0.1208	0.1205	0.1210	0.1218	0.1220	0.1225	0.1224	0.1023



รูปที่ 4.1.15 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนสายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์

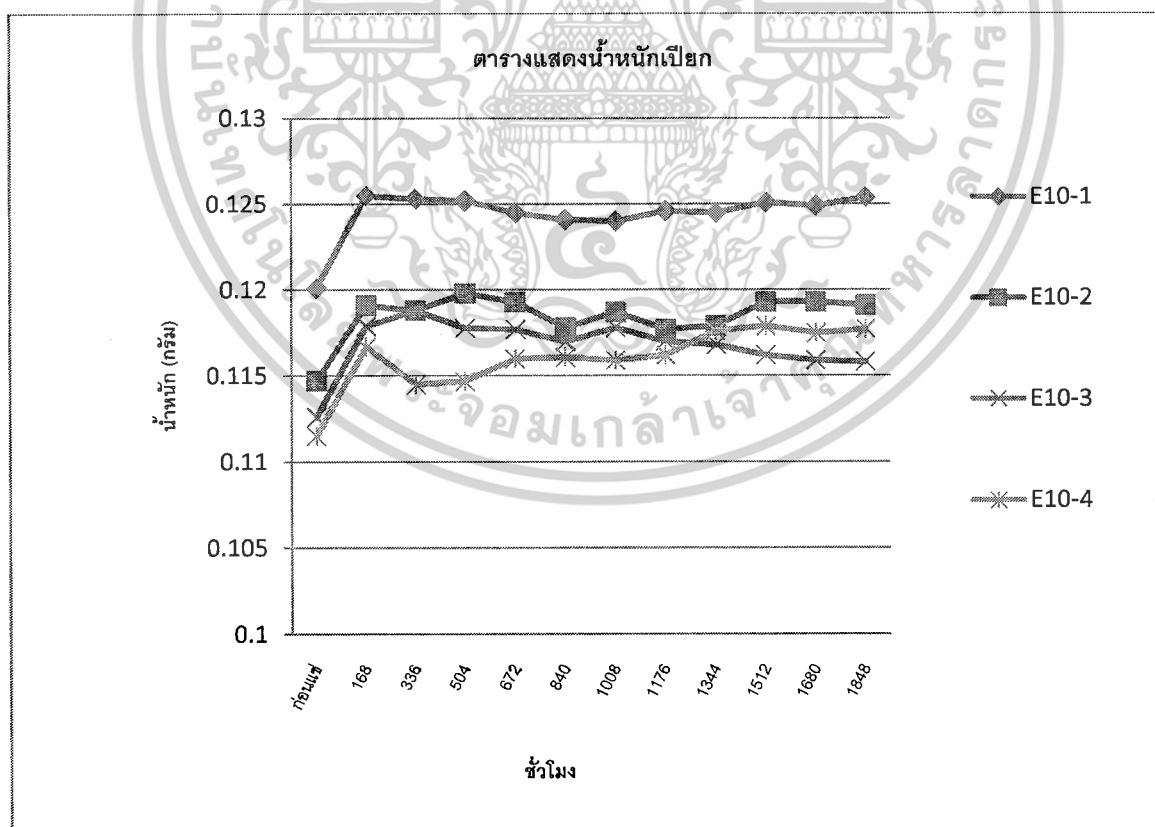
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 สายน้ำมันไหลกลับ (รหัสชั้นส่วน 77209-52020)

(1) น้ำมัน E10

ตารางที่ 4.1.16 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับ (77209-52020) กับน้ำมัน E10

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง												อบ แห้ง
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	1680	1848	
E10-01	0.1201	0.1255	0.1253	0.1252	0.1245	0.1241	0.1240	0.1246	0.1245	0.1251	0.1249	0.1254	0.1135
E10-02	0.1147	0.1191	0.1188	0.1198	0.1193	0.1178	0.1187	0.1177	0.1179	0.1193	0.1193	0.1191	0.109
E10-03	0.1126	0.1179	0.1188	0.1178	0.1177	0.1170	0.1178	0.1170	0.1168	0.1162	0.1159	0.1158	0.1055
E10-04	0.1115	0.1167	0.1145	0.1147	0.1160	0.1161	0.1159	0.1162	0.1176	0.1179	0.1175	0.1177	0.1072



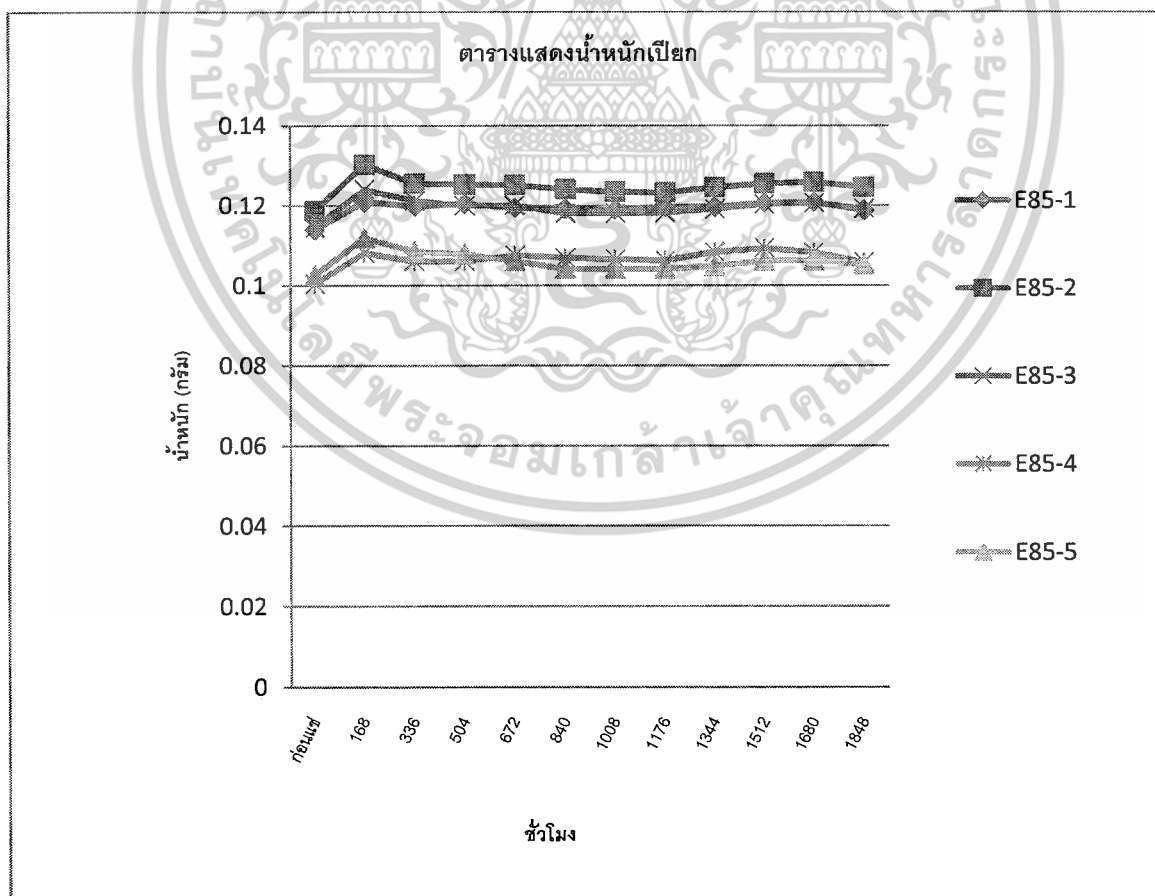
รูปที่ 4.1.16 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับกับน้ำมัน E10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) น้ำมัน E 85

ตารางที่ 4.1.17 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับ (77209-52020) กับน้ำมัน E85

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง												
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	1680	1848	อบ แห้ง
E85-01	0.1140	0.1210	0.1199	0.1205	0.1194	0.1192	0.1190	0.1197	0.1197	0.1207	0.1209	0.1188	0.1063
E85-02	0.1187	0.1303	0.1256	0.1253	0.1252	0.1241	0.1235	0.1233	0.1246	0.1255	0.1259	0.1246	0.1111
E85-03	0.1145	0.1240	0.1213	0.1200	0.1201	0.1181	0.1181	0.1183	0.1192	0.1204	0.1207	0.1192	0.0948
E85-04	0.1004	0.1082	0.1061	0.1062	0.1076	0.1070	0.1066	0.1063	0.1084	0.1093	0.1083	0.1058	0.0964
E85-05	0.1026	0.1119	0.1086	0.1079	0.1061	0.1042	0.1042	0.1042	0.1049	0.1062	0.1063	0.1053	0.094



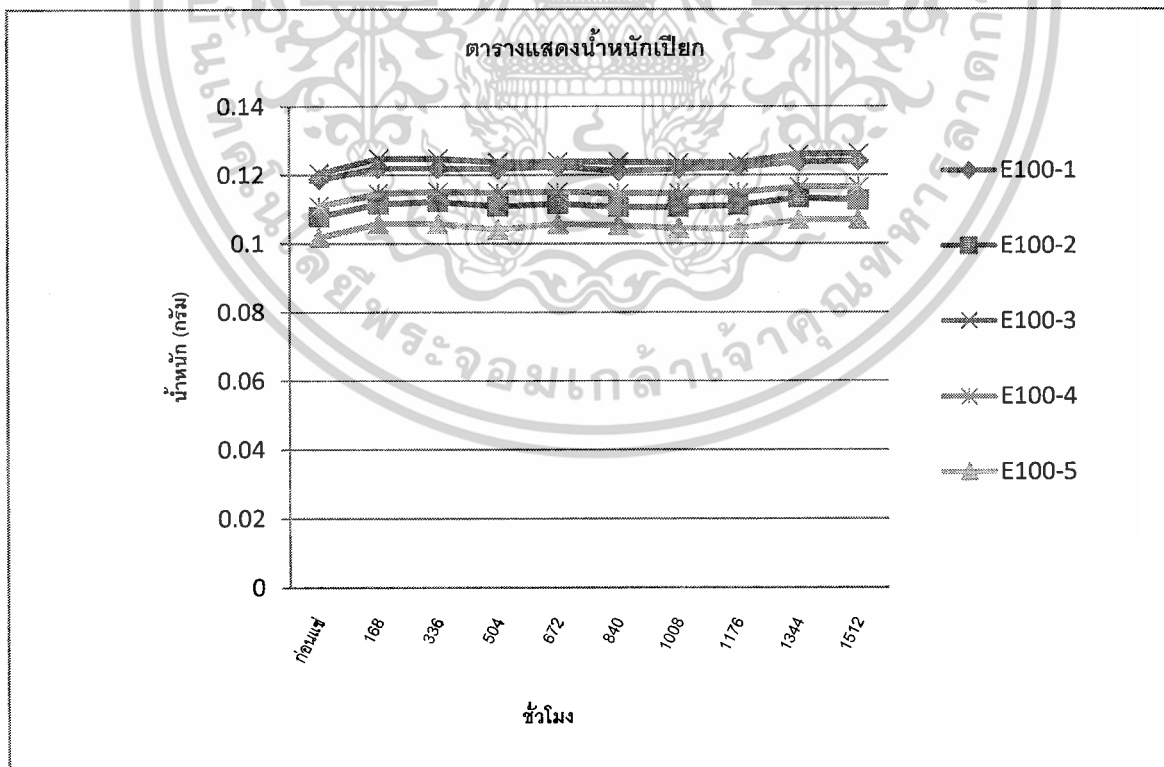
รูปที่ 4.1.17 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับกับน้ำมัน E85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) น้ำมัน E 100

ตารางที่ 4.1.18 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับ (77209-52020) กับน้ำมัน E100

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง										
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	อบ แห้ง
E100-01	0.1188	0.1220	0.1220	0.1219	0.1226	0.1212	0.1218	0.1224	0.1239	0.1241	0.1088
E100-02	0.1079	0.1116	0.1123	0.1109	0.1117	0.1107	0.1107	0.1113	0.1135	0.1127	0.0989
E100-03	0.1205	0.1249	0.1248	0.1238	0.1239	0.1239	0.1237	0.1237	0.1261	0.1263	0.1103
E100-04	0.1109	0.1147	0.1152	0.1149	0.1152	0.1147	0.1148	0.1150	0.1166	0.1166	0.1026
E100-05	0.1018	0.1059	0.1059	0.1042	0.1058	0.1054	0.1046	0.1044	0.1070	0.1071	0.0931



รูปที่ 4.1.18 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับกับน้ำมัน E100

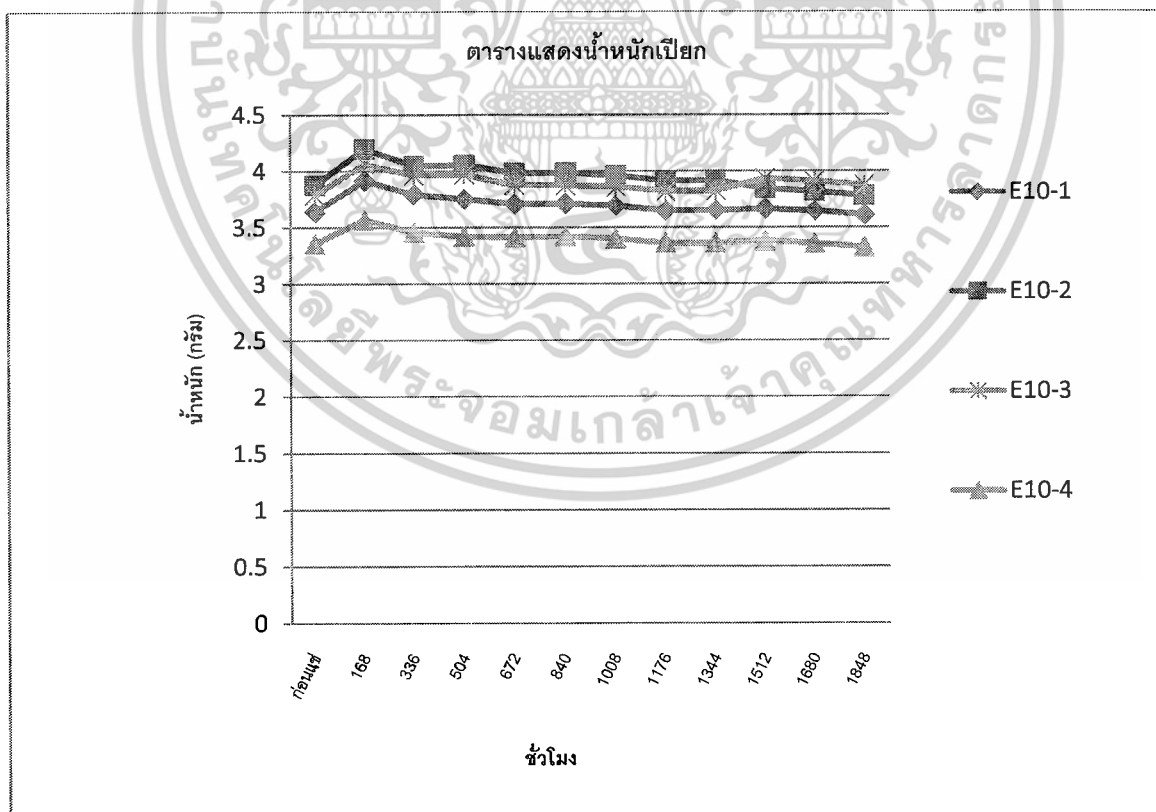
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.7 ท่อทางคอน้ำมันใหญ่ (รหัสชั้นส่วน 77213-0D030)

(1) น้ำมันE10

ตารางที่ 4.1.19 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชั้นส่วนท่อทางคอน้ำมันใหญ่ (77213-0D030) กับน้ำมัน E10

ตัวอย่าง หมายเลข	ก่อน แช่	จำนวนชั่วโมง											อบ แห้ง
		168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	1680	1848	
E10-01	3.6402	3.9164	3.7932	3.7531	3.7102	3.7119	3.6940	3.6491	3.6541	3.6658	3.6469	3.6110	3.0403
E10-02	3.8753	4.1991	4.0475	4.0564	3.9859	3.9880	3.9604	3.9156	3.9190	3.8458	3.8182	3.7802	3.1792
E10-03	3.7884	4.0624	3.9631	3.9700	3.8741	3.8749	3.8612	3.8216	3.8247	3.9363	3.9125	3.8737	3.257
E10-04	3.3570	3.5709	3.4584	3.4222	3.4169	3.4240	3.4023	3.3612	3.3626	3.3829	3.3572	3.3250	2.7955



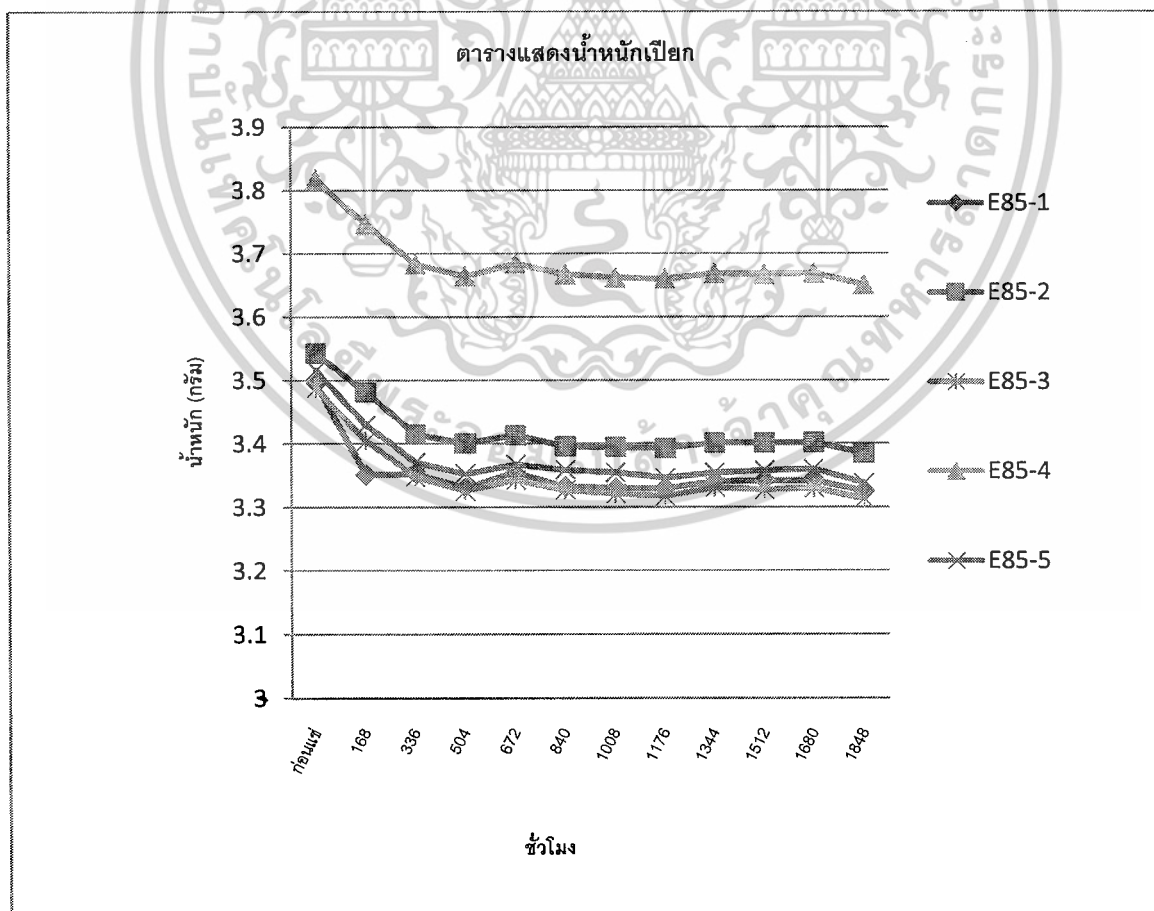
รูปที่ 4.1.19 ผลการทดสอบน้ำหนักของชั้นส่วนท่อทางคอน้ำมันใหญ่ E10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) น้ำมัน E 85

ตารางที่ 4.1.20 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อทางคอน้ำมันใหญ่ (77213-0D030) กับน้ำมัน E85

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง												
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	1680	1848	อบ แห้ง
E85-01	3.4951	3.3513	3.3528	3.3316	3.3548	3.3328	3.3305	3.3297	3.3404	3.3414	3.3417	3.3254	2.8369
E85-02	3.5429	3.4815	3.4148	3.4009	3.4133	3.3955	3.3940	3.3927	3.4012	3.4012	3.4018	3.3847	2.8882
E85-03	3.4883	3.4050	3.3479	3.3264	3.3433	3.3266	3.3212	3.3178	3.3311	3.3278	3.3302	3.3130	2.8294
E85-04	3.8173	3.7466	3.6838	3.6644	3.6844	3.6672	3.6621	3.6601	3.6689	3.6674	3.6694	3.6504	3.1127
E85-05	3.5160	3.4299	3.3708	3.3524	3.3673	3.3584	3.3548	3.3460	3.3542	3.3580	3.3601	3.3378	2.8523



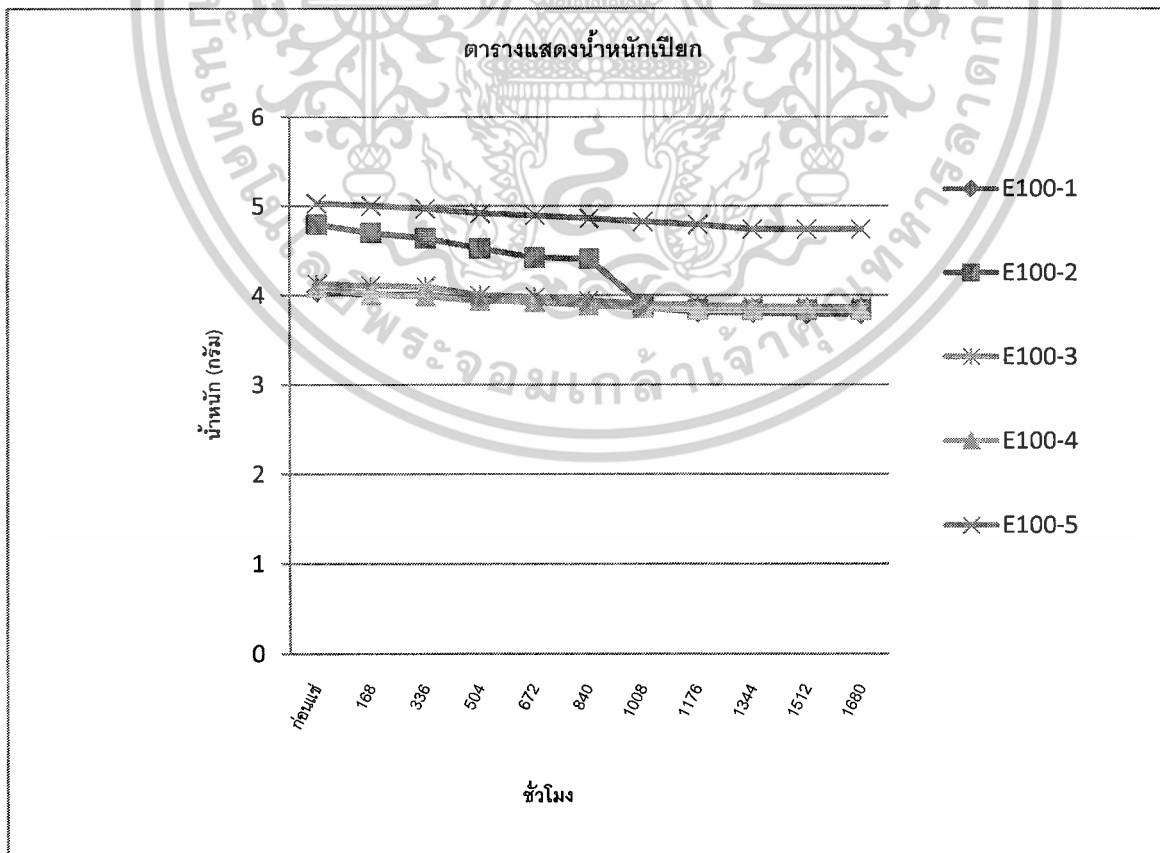
รูปที่ 4.1.20 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนท่อทางคอน้ำมันใหญ่ E85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) น้ำมัน E 100

ตารางที่ 4.1.21 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อทางคอน้ำมันใหญ่ (77213-0D030) กับน้ำมัน E100

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง											อบ แห้ง
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	1680	
E100-01	4.0435	4.0120	4.0110	3.9560	3.9263	3.9102	3.8712	3.8126	3.8065	3.7942	3.7914	3.0235
E100-02	4.798	4.7023	4.6426	4.5280	4.4260	4.4106	3.8994	3.8412	3.8390	3.8382	3.8378	3.6541
E100-03	4.1296	4.1105	4.1023	4.0058	3.9874	3.9436	3.9105	3.8945	3.8759	3.8745	3.8736	3.2654
E100-04	4.0948	4.0126	3.9880	3.9445	3.9278	3.8918	3.8696	3.8402	3.8350	3.8345	3.8332	3.0121
E100-05	5.0357	5.0090	4.9759	4.9223	4.9001	4.8652	4.8295	4.7954	4.7446	4.7436	4.7422	4.1232



รูปที่ 4.1.21 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนท่อทางคอน้ำมันใหญ่ E100

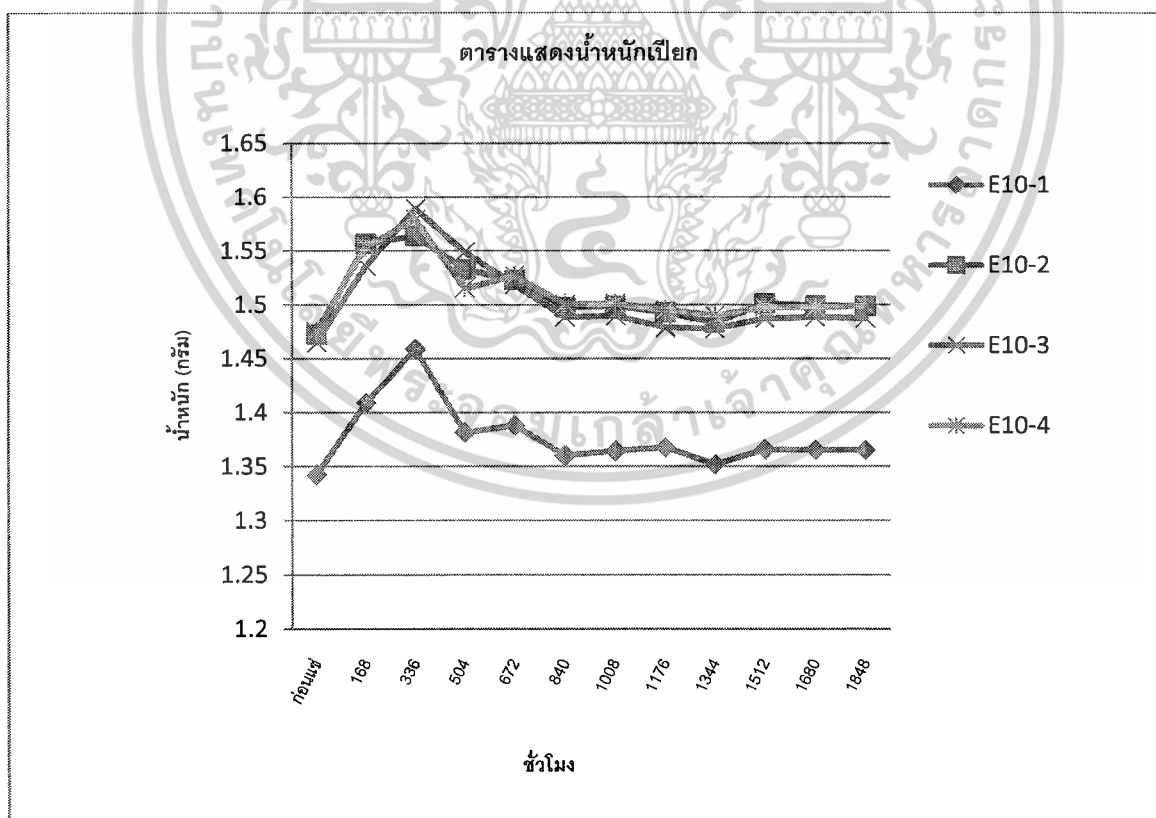
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการวิจัยเท่านั้น มิใช่เพื่อใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.8 ท่อทางคอน้ำมันเล็ก (รหัสชิ้นส่วน 77269-0D010)

(1) น้ำมัน E10

ตารางที่ 4.1.22 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อทางคอน้ำมันเล็ก (77269-0D010) กับน้ำมัน E10

ตัวอย่าง หมายเลข	ก่อน แช่	จำนวนชั่วโมง											อบ แห้ง
		168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	1680	1848	
E10-01	1.3425	1.4090	1.4587	1.3816	1.3881	1.3603	1.3645	1.3677	1.3518	1.3659	1.3654	1.3653	1.1055
E10-02	1.4723	1.5568	1.5639	1.5330	1.5229	1.4976	1.4988	1.4926	1.4834	1.5012	1.4992	1.4987	1.2125
E10-03	1.4651	1.5360	1.5895	1.5489	1.5189	1.4886	1.4896	1.4789	1.4779	1.4874	1.4885	1.4875	1.208
E10-04	1.4753	1.5540	1.5797	1.5151	1.5269	1.5009	1.5011	1.4955	1.4898	1.4981	1.4978	1.4989	1.2147



รูปที่ 4.1.22 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนท่อทางคอน้ำมันเล็ก E10

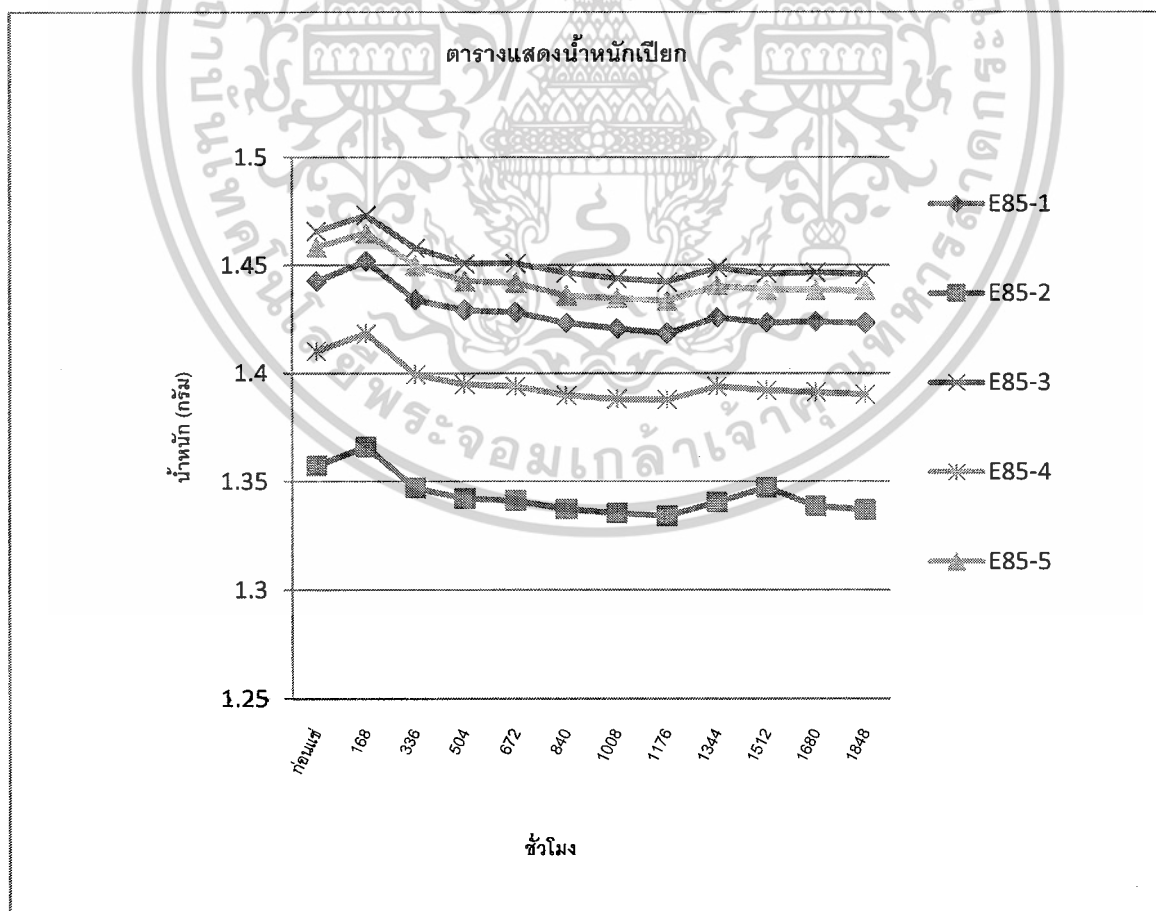
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) น้ำมัน E 85

ตารางที่ 4.1.23 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อทางคอน้ำมันเด็ก (77269-0D010)

กับน้ำมัน E85

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง												
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	1680	1848	อบ แห้ง
E85-01	1.4426	1.4519	1.4340	1.4293	1.4283	1.4234	1.4207	1.4185	1.4258	1.4235	1.4238	1.4233	1.1852
E85-02	1.3574	1.3660	1.3470	1.3422	1.3412	1.3373	1.3354	1.3341	1.3405	1.3473	1.3386	1.3370	1.1146
E85-03	1.4658	1.4731	1.4580	1.4509	1.4509	1.4465	1.4439	1.4424	1.4488	1.4461	1.4467	1.4459	1.2051
E85-04	1.4102	1.4185	1.3994	1.3950	1.3940	1.3899	1.3881	1.3878	1.3940	1.3922	1.3913	1.3903	1.1589
E85-05	1.4584	1.4650	1.4498	1.4427	1.4419	1.4360	1.4346	1.4337	1.4404	1.4386	1.4385	1.4382	1.1969



รูปที่ 4.1.23 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนท่อทางคอน้ำมันเด็ก E85

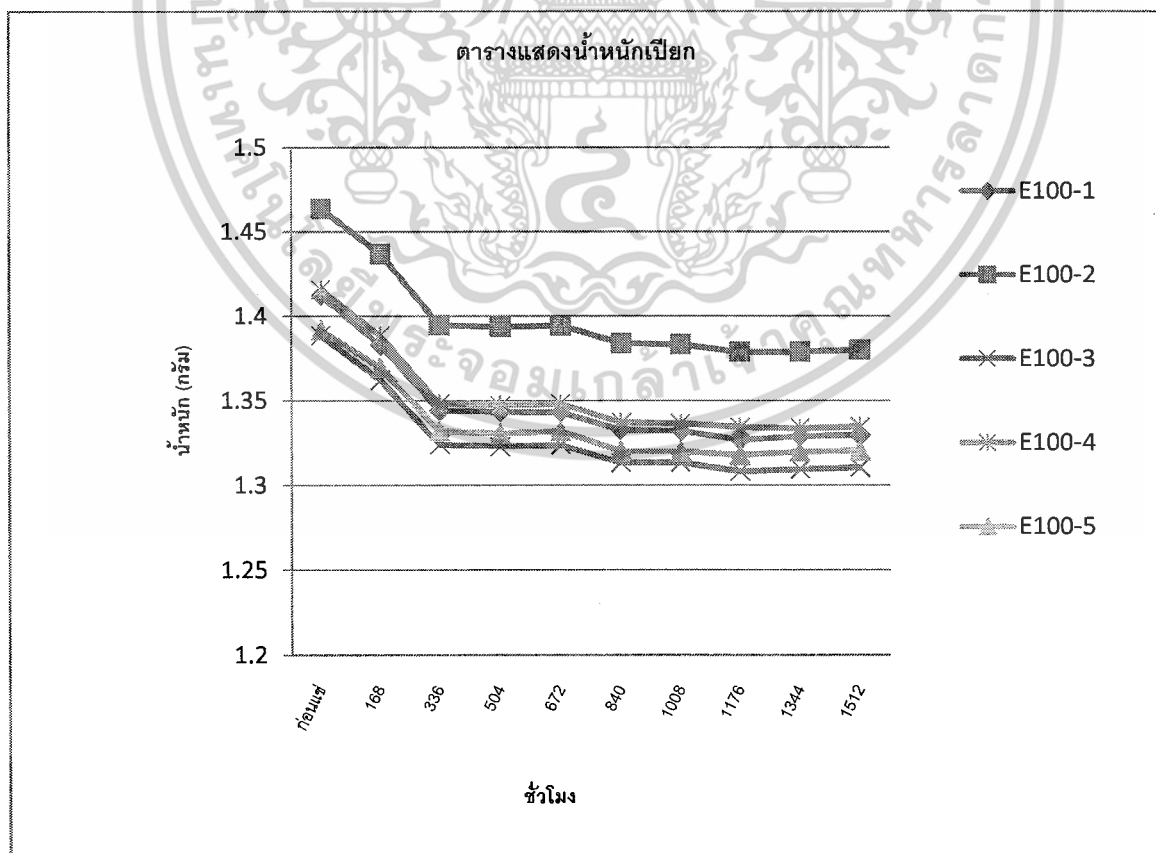
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) น้ำมัน E 100

ตารางที่ 4.1.24 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อทางคอน้ำมันเล็ก (77269-0D010)

กับน้ำมัน E100

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง										
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	อบ แห้ง
E100-01	1.4125	1.3828	1.3443	1.3435	1.3431	1.3328	1.3321	1.3269	1.3289	1.3297	1.1706
E100-02	1.4638	1.4370	1.3948	1.3937	1.3946	1.3840	1.3833	1.3788	1.3790	1.3801	1.2142
E100-03	1.3886	1.3623	1.3240	1.3230	1.3237	1.3133	1.3135	1.3082	1.3094	1.3105	1.1517
E100-04	1.4158	1.3883	1.3482	1.3474	1.3481	1.3372	1.3365	1.3345	1.3336	1.3347	1.1735
E100-05	1.3917	1.3696	1.3320	1.3305	1.3319	1.3202	1.3200	1.3180	1.3198	1.3204	1.1589



รูปที่ 4.1.24 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนท่อทางคอน้ำมันเล็ก E100

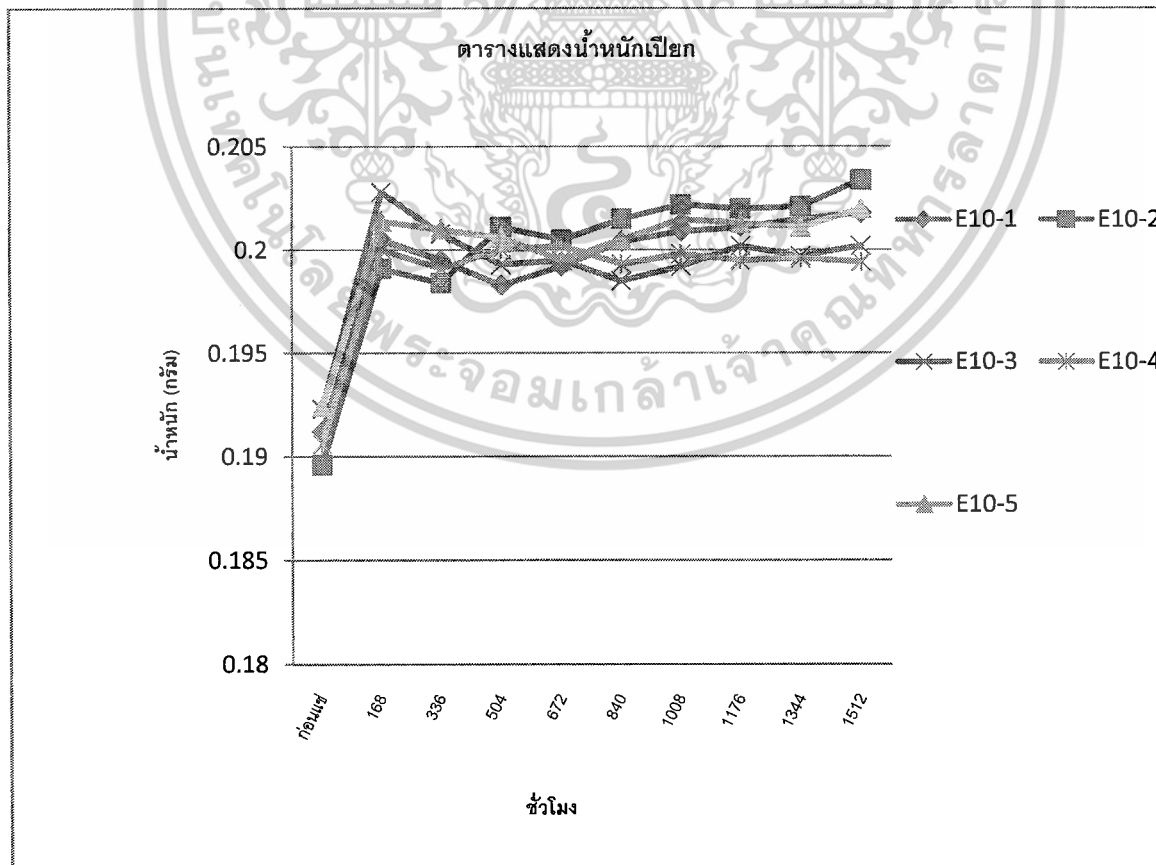
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.9 โอริงหัวฉีด (รหัสชิ้นส่วน 90301-07037-1)

(1) น้ำมันE10

ตารางที่ 4.1.25 ผลน้ำหนักเป็ยกและอบแห้งของชิ้นส่วน โอริงหัวฉีด (90301-07037-1) กับน้ำมัน E10

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง										
	ก่อน แห้ง	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	อบ แห้ง
E10-01	0.1912	0.2005	0.1995	0.1983	0.1992	0.2004	0.2009	0.2011	0.2015	0.2018	0.1909
E10-02	0.1896	0.1991	0.1984	0.2011	0.2005	0.2015	0.2022	0.2020	0.2021	0.2034	0.1891
E10-03	0.1923	0.2028	0.2008	0.1993	0.1995	0.1985	0.1992	0.2002	0.1997	0.2002	0.1919
E10-04	0.1906	0.2000	0.1991	0.2000	0.2002	0.1993	0.1998	0.1995	0.1996	0.1994	0.1895
E10-05	0.1924	0.2014	0.2010	0.2006	0.1995	0.2005	0.2015	0.2013	0.2011	0.2020	0.1921



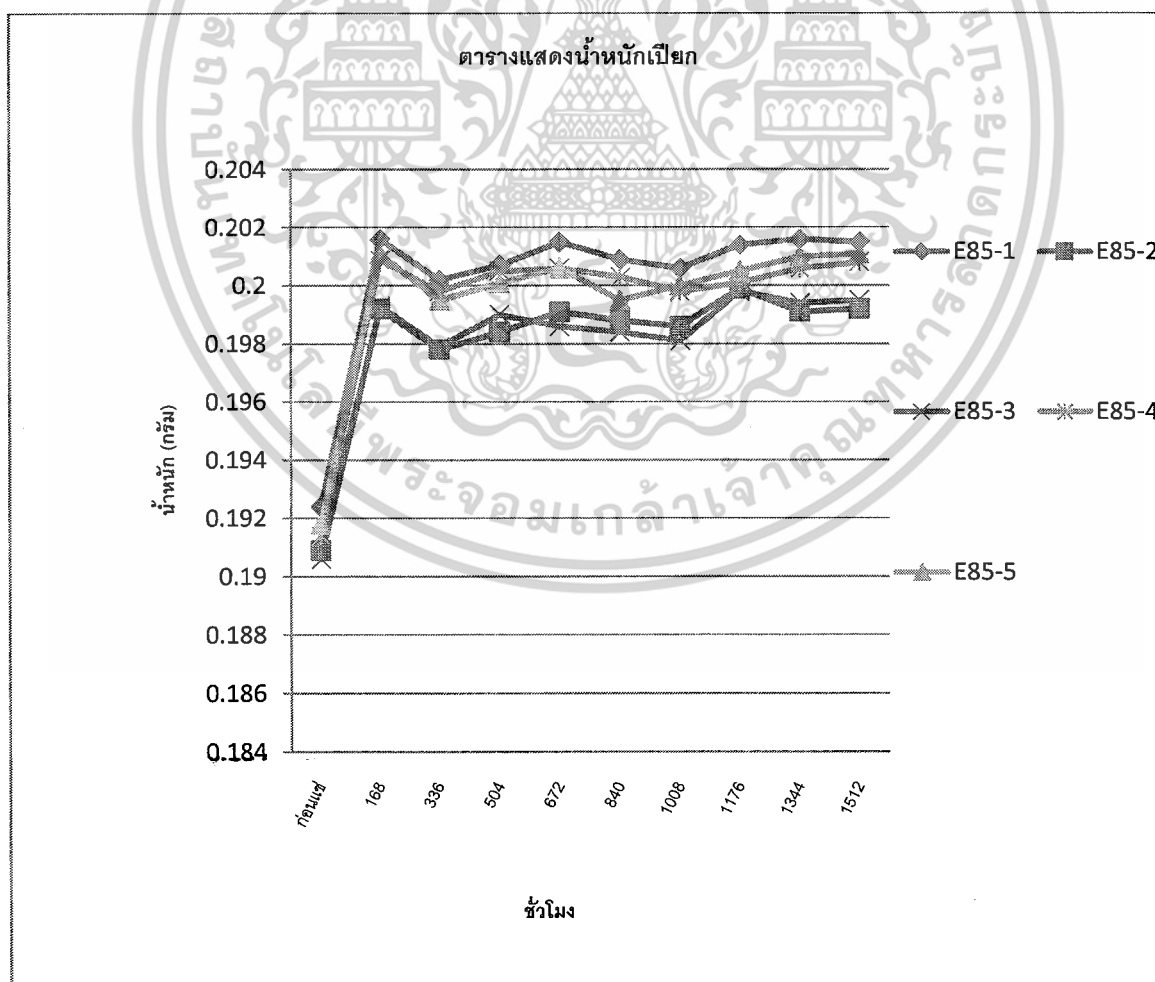
รูปที่ 4.1.25 ผลการทดสอบน้ำหนักเป็ยกของชิ้นส่วน โอริงหัวฉีด E10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) น้ำมัน E 85

ตารางที่ 4.1.26 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วน โอริงหัวฉีด (90301-07037-1) กับน้ำมัน E85

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง										อบ แห้ง
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	
E85-01	0.1924	0.2016	0.2002	0.2007	0.2015	0.2009	0.2006	0.2014	0.2016	0.2015	0.192
E85-02	0.1909	0.1992	0.1978	0.1984	0.1991	0.1988	0.1986	0.1999	0.1991	0.1992	0.1901
E85-03	0.1906	0.1993	0.1979	0.1990	0.1986	0.1984	0.1981	0.1998	0.1994	0.1995	0.1901
E85-04	0.1914	0.2009	0.1998	0.2005	0.2006	0.2003	0.1998	0.2001	0.2006	0.2008	0.1902
E85-05	0.1918	0.2011	0.1995	0.2001	0.2006	0.1995	0.2000	0.2005	0.2010	0.2011	0.1913



รูปที่ 4.1.26 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วน โอริงหัวฉีด E85

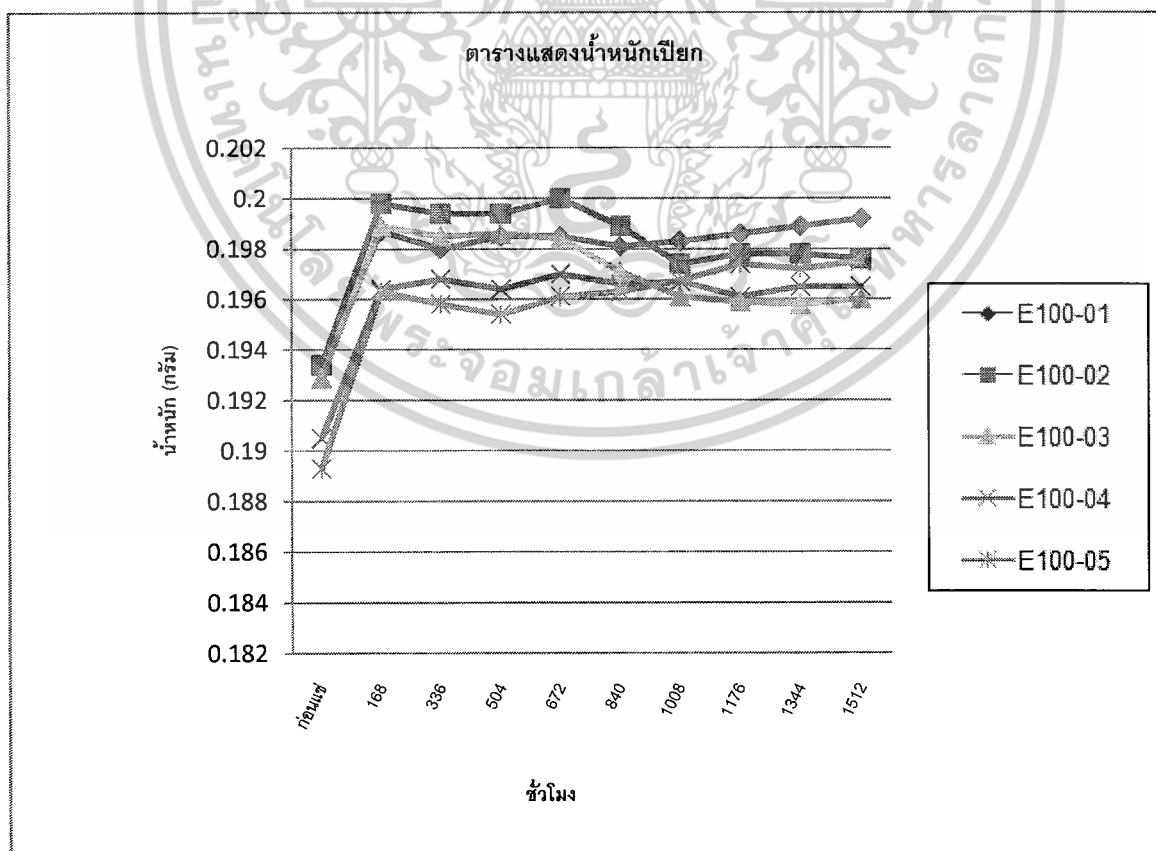
เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการวิจัยและการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) น้ำมัน E 100

ตารางที่ 4.1.27 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วน โอริงหัวฉีด (90301-07037-1)

กับน้ำมัน E100

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง										อบ แห้ง
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	
E100-01	0.1933	0.1987	0.1980	0.1985	0.1985	0.1981	0.1983	0.1986	0.1989	0.1992	0.1919
E100-02	0.1934	0.1998	0.1994	0.1994	0.2000	0.1989	0.1974	0.1978	0.1978	0.1976	0.1926
E100-03	0.1905	0.1964	0.1968	0.1964	0.1970	0.1966	0.1967	0.1961	0.1965	0.1965	0.1904
E100-04	0.1893	0.1963	0.1958	0.1954	0.1961	0.1963	0.1967	0.1974	0.1972	0.1975	0.1886
E100-05	0.1929	0.1989	0.1985	0.1986	0.1984	0.1971	0.1961	0.1959	0.1958	0.1960	0.192



รูปที่ 4.1.27 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วน โอริงหัวฉีด E100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับวิศวกรเชิงเทคนิคเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

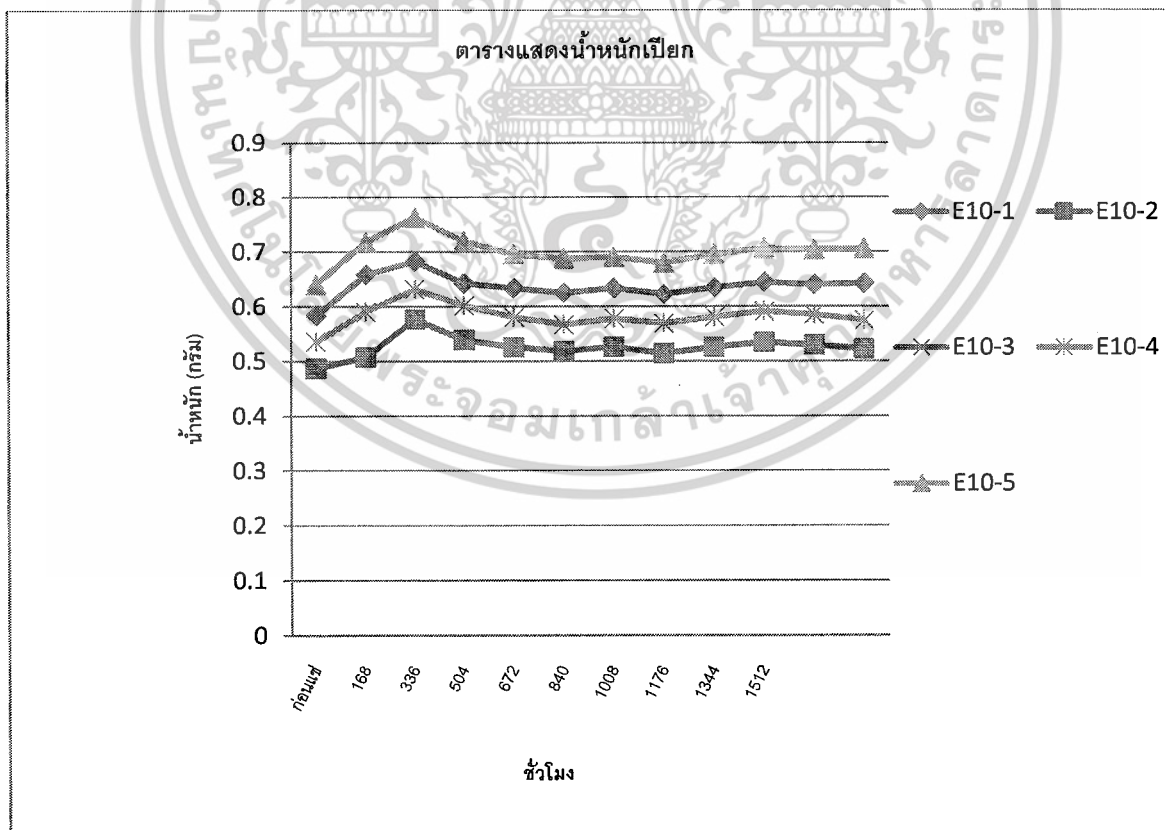
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.10 ท่อยางไอน้ำมัน2 (รหัสชิ้นส่วน 95333-06020)

(1) น้ำมันE10

ตารางที่ 4.1.28 ผลน้ำหนักเบี่ยงและอบแห้งของชิ้นส่วนท่อยางไอน้ำมัน2 (95333-06020) กับน้ำมัน E10

ตัวอย่าง หมายเลข	ก่อน อบ	จำนวนชั่วโมง											อบ แห้ง
		168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	1680	1848	
E10-01	0.5837	0.6584	0.6830	0.6428	0.6336	0.6251	0.6335	0.6227	0.6348	0.6442	0.6402	0.6428	0.4972
E10-02	0.4869	0.5076	0.5771	0.5391	0.5259	0.5188	0.5263	0.5144	0.5259	0.5344	0.5295	0.5224	0.4149
E10-03	0.5356	0.5907	0.6318	0.6025	0.5804	0.5673	0.5780	0.5697	0.5808	0.5915	0.5852	0.5752	0.4569
E10-04	0.6407	0.7185	0.7630	0.7200	0.6954	0.6878	0.6907	0.6799	0.6961	0.7065	0.7040	0.7056	0.5465



รูปที่ 4.1.28 ผลการทดสอบน้ำหนักเบี่ยงของชิ้นส่วนท่อยางไอน้ำมัน2 E10

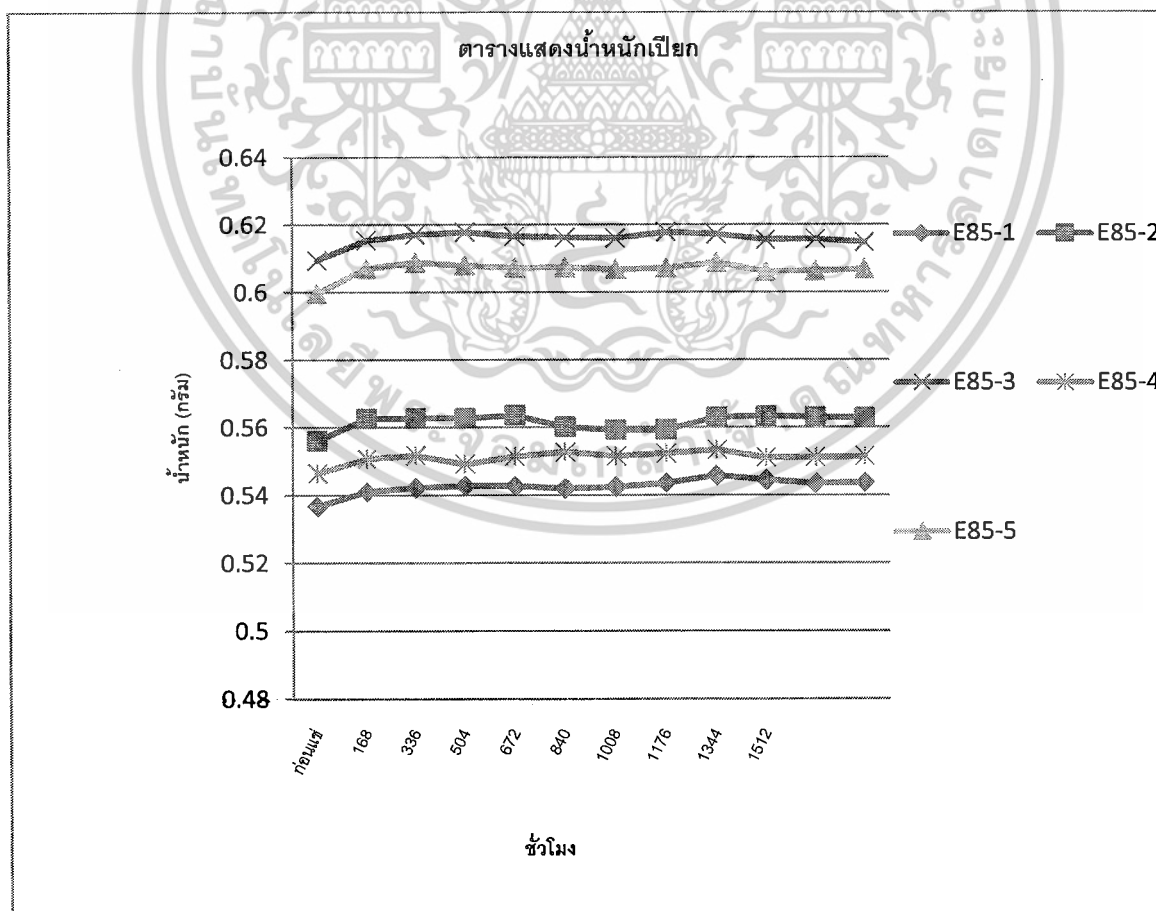
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) น้ำมัน E 85

ตารางที่ 4.1.29 ผลน้ำหนักเปียกและอบแห้งของชิ้นส่วนตัวอย่างไอน้ำมัน 2 (95333-06020)

กับน้ำมัน E85

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง												
	ก่อน แห้ง	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	1680	1848	อบ แห้ง
E85-01	0.5367	0.5410	0.5422	0.5428	0.5427	0.5420	0.5425	0.5436	0.5458	0.5445	0.5435	0.5437	0.4605
E85-02	0.5561	0.5627	0.5628	0.5628	0.5636	0.5602	0.5593	0.5594	0.5631	0.5634	0.5631	0.5629	0.478
E85-03	0.6095	0.6154	0.6171	0.6178	0.6166	0.6164	0.6161	0.6178	0.6172	0.6157	0.6158	0.6148	0.5219
E85-04	0.5465	0.5508	0.5518	0.5492	0.5515	0.5529	0.5516	0.5524	0.5535	0.5511	0.5512	0.5514	0.468
E85-05	0.5996	0.6071	0.6089	0.6080	0.6073	0.6075	0.6068	0.6072	0.6089	0.6061	0.6064	0.6068	0.5149



รูปที่ 4.1.29 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนตัวอย่างไอน้ำมัน 2 E85

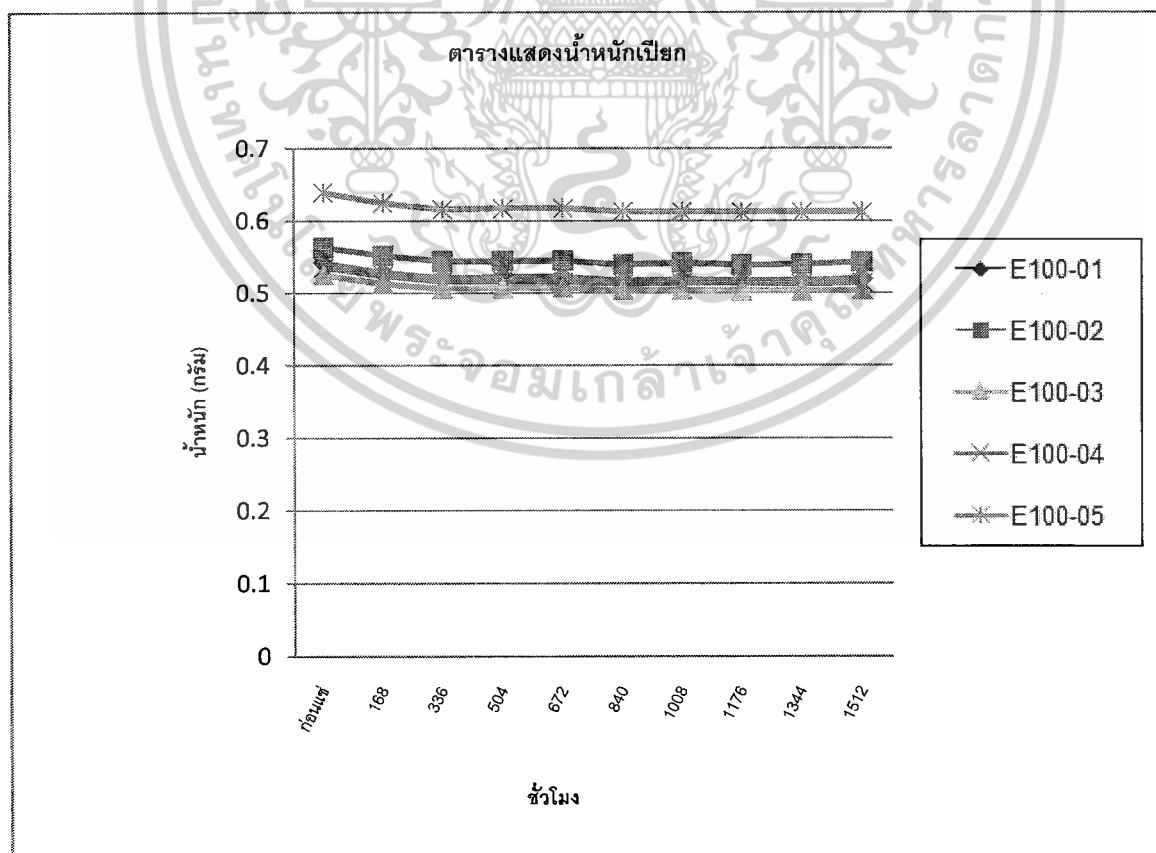
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) น้ำมัน E 100

ตารางที่ 4.1.30 ผลน้ำหนักเป็ยกและอบแห้งของชิ้นส่วนท่ออย่างไอน้ำมัน 2 (95333-06020)

กับน้ำมัน E100

ตัวอย่าง หมายเลข	จำนวนชั่วโมง										อบ แห้ง
	ก่อน แช่	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	
E100-01	0.5420	0.5287	0.5210	0.5227	0.5225	0.5173	0.5193	0.5176	0.5175	0.5202	0.4664
E100-02	0.5633	0.5521	0.5444	0.5448	0.5450	0.5396	0.5421	0.5391	0.5403	0.5428	0.4854
E100-03	0.5357	0.5242	0.5164	0.5166	0.5157	0.5131	0.5141	0.5139	0.5130	0.5137	0.4616
E100-04	0.6392	0.6248	0.6155	0.6175	0.6177	0.6122	0.6126	0.6121	0.6120	0.6123	0.5501
E100-05	0.5253	0.5131	0.5063	0.5069	0.5071	0.5037	0.5046	0.5031	0.5030	0.5037	0.4523



รูปที่ 4.1.30 ผลการทดสอบน้ำหนักของชิ้นส่วนท่ออย่างไอน้ำมัน 2 E100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดสอบค่าความแข็ง

หลังจากที่ได้นำชั้นทดสอบไปแช่ในน้ำมันตามมาตรฐานแล้ว จะมีการนำมาวัดค่าความแข็งอีกครั้ง ซึ่งจะได้ผลดังตารางที่ 4.2.1-4.2.10

4.2.1 ยางรองปั๊มหัวฉีด (รหัสชิ้นส่วน 23249-46180)

ตารางที่ 4.2.1 ผลการทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนยางรองปั๊มหัวฉีด (รหัสชิ้นส่วน 23249-46180)

ชิ้นส่วนทดสอบ	E10	E85	E100
1	43.40	49.00	56.20
2	42.60	51.60	58.40
3	42.80	54.00	61.00
4	41.20	52.20	61.80
5	42.60	52.60	63.60
เฉลี่ย	42.52	51.88	60.20

4.2.2 ตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (รหัสชิ้นส่วน 23291-41010)

ตารางที่ 4.2.2 ผลการทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (รหัสชิ้นส่วน 23291-41010)

ชิ้นส่วนทดสอบ	E10	E85	E100
1	34.8	34.8	47.6
2	35.4	35	47.6
3	35.6	34.6	47.6
4	34.2	33.8	48
5	32.4	30.6	48.6
เฉลี่ย	34.48	33.76	47.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ท่อยางโอน้ำมันเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 23827-0M020)

ตารางที่ 4.2.3 ผลการทดสอบความแข็งแรงของชิ้นส่วนท่อยางโอน้ำมันเชื้อเพลิง
(รหัสชิ้นส่วน 23827-0M020)

ชิ้นส่วนทดสอบ	E10	E85
1	53.40	59.80
2	54.60	60.60
3	54.60	61.80
4	54.80	60.80
5	54.60	60.60
เฉลี่ย	54.40	60.72

4.2.4 ท่อทางคอน้ำมันใหญ่ (รหัสชิ้นส่วน 77213-0D030)

ตารางที่ 4.2.4 ผลการทดสอบความแข็งแรงของชิ้นส่วนท่อทางคอน้ำมันใหญ่
(รหัสชิ้นส่วน 77213-0D030)

ชิ้นส่วนทดสอบ	E10	E85
1	63.80	75.40
2	65.40	76.00
3	62.20	77.40
4	64.00	76.60
5	64.80	80.00
เฉลี่ย	64.04	77.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 ท่อทางคอน้ำมันเล็ก (รหัสชิ้นส่วน 77269-0D010)

ตารางที่ 4.2.5 ผลการทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนท่อทางคอน้ำมันเล็ก (รหัสชิ้นส่วน 77269-0D010)

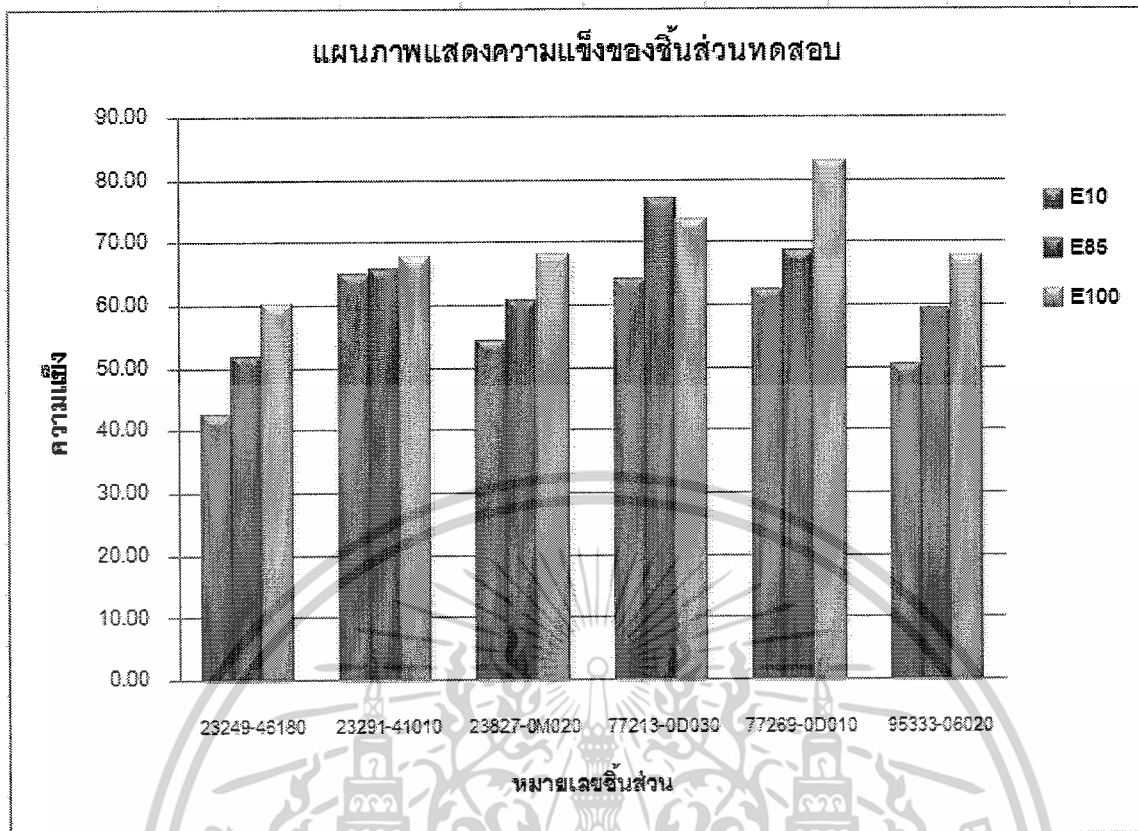
ชิ้นส่วนทดสอบ	E10	E85	E100
1	63.60	69.80	83.40
2	62.40	69.20	82.60
3	62.80	69.60	80.00
4	61.60	70.20	84.20
5	62.00	69.20	84.20
เฉลี่ย	62.48	69.60	82.88

4.2.6 ชิ้นส่วนท่อไอน้ำมัน2 (รหัสชิ้นส่วน 95333-06020)

ตารางที่ 4.2.6 ผลการทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนท่อไอน้ำมัน2 (รหัสชิ้นส่วน 95333-06020)

ชิ้นส่วนทดสอบ	E10	E85	E100
1	47.20	64.00	68.40
2	51.60	60.20	68.20
3	50.40	60.80	67.00
4	53.40	54.80	67.20
5	49.80	56.80	67.40
เฉลี่ย	50.48	59.32	67.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แผนภาพแสดงความแข็งแรงของชิ้นทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

ในบทนี้จะเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์และหาค่าผลต่างๆ ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติอื่นๆ ของชิ้นส่วน ระหว่าง E85 และ E100 กับ E10 แล้วนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ว่าสามารถยอมรับได้หรือไม่ ก่อนดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนในการวิเคราะห์เริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์ผลน้ำหนักที่ได้ในแต่ละช่วงเวลา โดยในแต่ละช่วงเวลาจะมีการพิจารณาสถานะสมดุลคือ สถานะที่ชิ้นส่วนทุกชิ้นในชุดการทดลองไม่มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักหรือมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ซึ่งต้องอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้

เมื่อพิจารณาแล้วว่าชิ้นส่วนที่นำมาทดสอบเข้าสู่สถานะสมดุล การแช่ชิ้นส่วนก็จะสิ้นสุดลงค่าต่างๆ จะถูกนำมาพิจารณา และชิ้นส่วนจะเข้าสู่กระบวนการถัดไปซึ่งได้แก่ การวัดความแข็ง และการอบแห้ง เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก (WL) สำหรับหลักการพิจารณาว่าชิ้นส่วนอยู่ในสถานะสมดุลหรือไม่นั้นสามารถพิจารณาได้จากค่า F ดังแสดงในตาราง ข1 ของภาคผนวก ข เมื่อค่า F อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ก็แสดงว่าชิ้นส่วนเข้าสู่สถานะสมดุล ขั้นตอนในการพิจารณาสถานะสมดุลสามารถดูได้ในภาคผนวก ข โดยในการทดลองนี้จะใช้ F แทนค่ามาตรฐานจากมาตรฐาน SAE J1748 และ F เป็นแทนที่ได้จากการคำนวณผลการทดลอง ส่วนขั้นตอนในการหา เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (WI) เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก (WL) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็ง (HN) หลังจากชิ้นส่วนเข้าสู่สถานะสมดุลสามารถดูวิธีการหาจากภาคผนวก ค, ภาคผนวก ง. และภาคผนวก จ ตามลำดับ

การนำเสนอข้อมูลในบทนี้จะแยกพิจารณาตามชิ้นส่วนที่นำมาทดลอง โดยแต่ละชิ้นส่วนจะแยกเป็นส่วนๆ 5 ส่วนได้แก่

1. หาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI) และหาความแปรปรวน (VAR)
2. ค่า F และการพิจารณา
3. เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI)
4. เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Lost, WL)
5. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็ง (Apparent Percent Hardness Changes, HN)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 ชั้นส่วนยางรองบีมหัวฉีด (รหัสชั้นส่วน 23249-46180)

5.1.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI) และหาความแปรปรวน (VAR)

ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วนยางรองบีมหัวฉีด แสดงในตารางที่

5.1.1 ถึง 5.1.3

ตารางที่ 5.1.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วนยางรองบีมหัวฉีด

กับน้ำมัน E10 (รหัสชั้นส่วน 23249-46180)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา							
	1	2	3	4	5	6	7	8
E10-01	0.8411	0.1630	0.3733	0.4291	0.2754	2.2822	1.1295	0.7690
E10-02	1.1207	0.0382	0.3056	0.9648	0.3772	2.8060	1.0235	1.0614
E10-03	1.2073	0.0823	0.4658	0.9410	0.1891	3.0205	1.0733	0.9713
E10-04	1.2426	0.1322	0.2640	0.8840	0.2983	3.3829	0.9529	1.3535
E10-05	0.6464	0.0410	0.1093	0.9005	0.2975	2.7909	1.0231	0.7271
AVERAGE	1.0116	0.0913	0.3036	0.8239	0.2875	2.8565	1.0405	0.9765
VARIANCE	5.1835	0.0448	0.4785	3.4436	0.4178	40.9578	5.4171	4.8310

ตารางที่ 5.1.2 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วนยางรองบีมหัวฉีด

กับน้ำมัน E85 (รหัสชั้นส่วน 23249-46180)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา							
	1	2	3	4	5	6	7	8
E85-01	1.4867	0.0528	0.0923	0.0264	-0.0132	0.0659	0.7901	0.5618
E85-02	0.2783	0.1207	0.0121	0.0843	0.4816	0.9346	0.4511	0.3309
E85-03	0.3880	0.1215	0.4632	0.5160	0.1857	0.4797	0.1302	0.4009
E85-04	0.0960	-0.0320	0.1279	0.2715	0.7645	1.5331	0.0156	0.4358
E85-05	0.1283	0.2562	0.0913	0.5106	0.3266	1.4467	0.1783	0.3737
AVERAGE	0.4755	0.1038	0.1574	0.2817	0.3490	0.8920	0.3130	0.4206
VARIANCE	1.4637	0.0651	0.1548	0.4498	0.6962	4.3714	0.5867	0.8923

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1.3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนยางรองปัมพ์หัวฉีดกับน้ำมัน E100 (รหัสชิ้นส่วน 23249-46180)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา							
	1	2	3	4	5	6	7	8
E100-01	-0.0774	-0.0775	-0.4097	-0.4670	0.4916	0.2890	0.0443	0.0886
E100-02	0.0623	0.1090	-0.1244	0.1869	-0.1710	-0.0467	0.0779	0.1712
E100-03	0.0703	-0.0878	-0.1230	0.0352	0.0704	0.1230	-0.0702	0.1933
E100-04	0.0543	0.1447	-0.2349	0.0706	0.0561	0.0723	0.0542	0.1445
E100-05	0.0263	-0.2100	-0.0658	-0.0263	-0.0658	0.0395	0.0658	0.1448
AVERAGE	0.0272	-0.0243	-0.1916	-0.0401	0.0762	0.0954	0.0344	0.1485
VARIANCE	0.0074	0.0249	0.2021	0.0710	0.0926	0.0611	0.0095	0.1118

5.1.2 ค่า F และการพิจารณา

ค่า F ที่ได้จากการทดลองแสดงในตารางที่ 5.1.4 และการพิจารณาค่า F แสดงในการสรุปค่า

ตารางที่ 5.1.4 ค่าจากการทดลองชิ้นส่วนยางรองปัมพ์หัวฉีด (รหัสชิ้นส่วน 23249-46180)

ค่าที่ได้จากการทดลอง	E10	E85	E100
AVG	1.6245	0.5419	0.0928
Var(avg)	1.1394	0.0948	0.0033
AVG(var)	17.0686	1.9501	0.0608
F	0.0668	0.0486	0.0536

สรุปค่า F ของชิ้นส่วนยางรองปัมพ์หัวฉีด (รหัสชิ้นส่วน 23249-46180)

E10 : $0.0668 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

E85: $0.0486 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

E100 : $0.0536 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI)

ค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 แสดงในตารางที่ 5.1.5

ตารางที่ 5.1.5 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนยางรองปั๊มหัวฉีด (รหัสชิ้นส่วน 23249-46180)

Part Number	% weight increase			% weight เทียบกับ E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
23249-46180	15.45	6.48	2.87	8.97	12.59

5.1.4 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Lost, WL)

ค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 แสดงในตารางที่ 5.1.6

ตารางที่ 5.1.6 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนยางรองปั๊มหัวฉีด (รหัสชิ้นส่วน 23249-46180)

Part Number	% weight lost			เทียบกับ E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
23249-46180	15.1280	16.1789	16.8685	1.0509	1.7405

5.1.5 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็ง (Percent Hardness Changes, HN)

ค่าความแข็ง (Hardness) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 แสดงในตารางที่ 5.1.7

ตารางที่ 5.1.7 ผลการทดสอบค่าความแข็งและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนยางรองปั๊มหัวฉีด (รหัสชิ้นส่วน 23249-46180)

Part Number	Hardness			% hardness change	
	E10	E85	E100	E85	E100
23249-46180	42.52	51.88	60.20	22.01	41.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ชั้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (รหัสชั้นส่วน 23291-41010)

ผลต่างๆที่ได้จากการทดสอบชั้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่างแสดงในตารางที่ 5.2.1 ถึง 5.2.7

5.2.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI) และหาความแปรปรวน (VAR)

ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง แสดงในตารางที่ 5.2.1 ถึง 5.2.3

ตารางที่ 5.2.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่างกับน้ำมัน E10 (รหัสชั้นส่วน 23291-41010)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา							
	1	2	3	4	5	6	7	8
E10-01	-0.2370	-0.0274	-0.1554	0.2197	1.8539	1.0311	0.2485	0.8056
E10-02	-0.4776	0.7383	1.6032	0.0577	0.1316	1.3229	1.0125	0.6331
E10-03	0.1724	0.4329	-0.0117	0.0830	0.0297	0.8738	0.5894	1.1009
E10-04	0.2204	0.3195	-0.1507	0.1103	0.5316	1.0863	0.9591	0.4662
E10-05	0.0182	0.7039	-0.0081	0.1182	0.1649	1.4481	0.5320	0.8731
AVERAGE	-0.0607	0.4334	0.2554	0.1178	0.5423	1.1524	0.6683	0.7758
VARIANCE	0.1045	1.0372	0.8990	0.0732	2.0442	6.6938	2.3342	3.0671

ตารางที่ 5.2.2 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่างกับน้ำมัน E85 (รหัสชั้นส่วน 23291-41010)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา							
	1	2	3	4	5	6	7	8
E85-01	-3.9720	0.5170	-0.0105	-2.4252	-0.1184	1.0772	-0.3304	1.5184
E85-02	-3.9659	0.5598	-0.3676	-2.0240	0.3443	0.8364	0.2446	0.5834
E85-03	-4.1722	0.8051	-0.5675	-2.1137	0.4967	0.6876	0.2774	0.6597
E85-04	-4.2523	0.6104	-0.1464	-2.4618	0.6122	0.5764	0.5413	0.4856
E85-05	-4.6301	0.6332	-0.5873	-1.8040	0.4297	0.6098	0.5848	0.2114
AVERAGE	-4.1985	0.6251	-0.3359	-2.1657	0.3529	0.7575	0.2635	0.6917
VARIANCE	88.2111	1.9660	0.6289	23.5293	0.7017	2.9108	0.4807	2.6346

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2.3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่างกับน้ำมัน E100 (รหัสชิ้นส่วน 23291-41010)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา							
	1	2	3	4	5	6	7	8
E100-01	-3.3726	-3.9535	-0.2117	-0.3654	-0.5914	0.7258	-0.5198	0.6888
E100-02	-3.1663	-4.2846	-0.3534	-0.2601	-0.4978	0.5122	-0.4622	0.7501
E100-03	-3.4411	-3.2130	-0.5260	-0.3878	-0.4365	0.7464	-0.4704	0.6735
E100-04	-3.3621	-3.3887	-0.4443	-0.3641	-0.4833	0.3553	-0.2478	0.7336
E100-05	-3.2170	-3.0176	-0.3392	-0.4343	-0.5540	0.5571	-0.2593	0.7210
AVERAGE	-3.3118	-3.5715	-0.3749	-0.3623	-0.5126	0.5794	-0.3919	0.7134
VARIANCE	54.8538	64.0578	0.7168	0.6604	1.3175	1.7046	0.7844	2.5455

5.2.2 ค่า F และการพิจารณา

ค่า F ที่ได้จากการทดลองแสดงในตารางที่ 5.2.4 และการพิจารณาค่า F แสดงในการสรุปค่า

ตารางที่ 5.2.4 ค่าจากการทดลองชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (รหัสชิ้นส่วน 23291-41010)

ค่าที่ได้จากการทดลอง	E10	E85	E100
AVG	0.8655	0.5709	0.3003
Var(avg)	0.0646	0.0719	0.3638
AVG(var)	4.0317	2.0087	1.6782
F	0.0160	0.0358	0.2168

สรุปค่า F ของชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (รหัสชิ้นส่วน 23291-41010)

E10 : $0.0160 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

E85 : $0.0358 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

E100 : $0.2168 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI)

ค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 แสดงในตารางที่ 5.2.5

ตารางที่ 5.2.5 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (รหัสชิ้นส่วน 23291-41010)

Part Number	% weight increase			% weight เทียบกับ E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
23291-41010	34.27	11.75	0.50	22.51	33.77

5.2.4 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Lost, WL)

ค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 แสดงในตารางที่ 5.2.6

ตารางที่ 5.2.6 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (รหัสชิ้นส่วน 23291-41010)

Part Number	% weight lost			เทียบกับ E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
23291-41010	16.4824	17.0617	16.3387	0.5793	0.1437

5.2.5 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็ง (Percent Hardness Changes, HN)

ค่าความแข็ง (Hardness) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งเมื่อเทียบกับ E10 แสดงในตารางที่ 5.2.7

ตารางที่ 5.2.7 ผลการทดสอบความแข็งและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (รหัสชิ้นส่วน 23291-41010)

Part Number	Hardness			% hardness change	
	E10	E85	E100	E85	E100
23291-41010	64.96	65.92	67.88	1.48	4.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ชั้นส่วนต่ออย่างไอน้ำมันเชื้อเพลิง (รหัสชั้นส่วน 23827-0M020)

ผลต่างๆที่ได้จากการทดสอบชั้นส่วนต่ออย่างไอน้ำมันเชื้อเพลิงแสดงในตารางที่ 5.3.1 ถึง 5.3.7

5.3.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI) และหาความแปรปรวน (VAR)

ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วนต่ออย่างไอน้ำมันเชื้อเพลิง แสดงในตารางที่ 5.3.1 ถึง 5.3.3

ตารางที่ 5.3.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วนต่ออย่างไอน้ำมันเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E10 (รหัสชั้นส่วน 23827-0M020)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E10-01	2.6555	-2.8898	-1.5359	-1.1577	-0.1479	-1.9509	1.4482	2.3957	0.0970	-5.0503
E10-02	12.4361	-2.9487	-0.6845	-1.1125	-0.1834	-2.0091	1.4877	2.4883	-0.2644	-4.8084
E10-03	12.0576	-2.5696	-3.0110	-0.9631	-0.6063	-1.3582	1.5286	2.0917	-0.0788	-5.2050
E10-04	3.9825	-4.3823	0.0251	-1.4938	0.2039	-2.0221	1.7264	2.2968	-0.0374	-5.0661
AVERAGE	7.7829	-3.1976	-1.3016	-1.1818	-0.1835	-1.8351	1.5477	2.3181	-0.0709	-5.0325
VARIANCE	349.947	55.1826	10.7410	7.4986	0.2895	18.0618	12.7907	28.6889	0.0491	135.0972

ตารางที่ 5.3.2 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วนต่ออย่างไอน้ำมันเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E85 (รหัสชั้นส่วน 23827-0M020)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E85-01	0.0917	0.2225	0.1045	-0.4044	-0.1572	-0.0525	-0.0525	0.2626	0.0262	-0.0131
E85-02	0.0269	-0.3761	0.5663	-0.4157	-0.1481	-0.0944	0.7099	-0.5977	0.1213	-0.1616
E85-03	0.0521	-0.1301	0.3518	-0.3766	-0.0782	-0.1174	-0.4179	0.6033	-0.1695	0.0783
E85-04	-0.0999	-0.1500	0.4633	-0.3863	-0.1752	-0.3259	0.9179	-0.2866	0.1499	-0.4367
AVERAGE	0.0177	-0.1085	0.3715	-0.3957	-0.1397	-0.1475	0.2894	-0.0046	0.0320	-0.1333
VARIANCE	0.0085	0.1239	0.7753	0.8356	0.1058	0.1309	0.8429	0.2909	0.0263	0.1454

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3.3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนต่ออย่างไอน้ำมันเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E100 (รหัสชิ้นส่วน 23827-0M020)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา							
	1	2	3	4	5	6	7	8
E100-01	0.4773	-0.1541	-0.1543	-0.2576	-0.2841	0.0906	-0.0388	0.0776
E100-02	0.9796	-0.1462	-0.0532	0.0666	-0.0532	0.1331	-0.0532	0.0399
E100-03	0.1690	-0.1427	-0.1300	-0.1041	-0.1172	0.0261	0.0130	0.0521
E100-04	0.5633	-0.1200	-0.2537	0.0268	-0.0937	-0.0670	0.1206	-0.0669
E100-05	0.3252	-0.1297	-0.0260	-0.1039	-0.1300	-0.0521	-0.0391	-0.0651
AVERAGE	0.5473	-0.1408	-0.1478	-0.0671	-0.1370	0.0457	0.0104	0.0257
VARIANCE	1.7092	0.1059	0.1233	0.0454	0.1105	0.0187	0.0068	0.0076

5.3.2 ค่า F และการพิจารณา

ค่า F ที่ได้จากการทดลองแสดงในตารางที่ 5.3.4 และการพิจารณาค่า F แสดงในการสรุปค่า

ตารางที่ 5.3.4 ค่าจากการทดลองชิ้นส่วนต่ออย่างไอน้ำมันเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 23827-0M020)

ค่าที่ได้จากการทดลอง	E10	E85	E100
AVG	-0.9284	-0.0353	0.0273
Var(avg)	14.0593	0.0075	0.0003
AVG(var)	54.6117	0.1542	0.0110
F	0.2574	0.0489	0.0284

สรุปค่า F ของชิ้นส่วนต่ออย่างไอน้ำมันเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 23827-0M020)

E10 : $0.2574 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

E85 : $0.0489 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

E100 : $0.0284 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.3 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI)

ค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 แสดงในตารางที่ 5.3.5

ตารางที่ 5.3.5 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนท่อยางไอน้ำมันเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 23827-0M020)

Part Number	% weight increase			% weight เทียบกับ E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
23291-41010	34.27	11.75	0.50	22.51	33.77

5.3.4 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Lost, WL)

ค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 แสดงในตารางที่ 5.3.6

ตารางที่ 5.3.6 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนท่อยางไอน้ำมันเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 23827-0M020)

Part Number	% weight lost			เทียบกับ E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
23291-41010	16.4824	17.0617	16.3387	0.5793	0.1437

5.3.5 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็ง (Percent Hardness Changes, HN)

ค่าความแข็ง (Hardness) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งเมื่อเทียบกับ E10 แสดงในตารางที่ 5.3.7

ตารางที่ 5.3.7 ผลการทดสอบความแข็ง และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนท่อยางไอน้ำมันเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 23827-0M020)

Part Number	Hardness			% hardness changes	
	E10	E85	E100	E85	E100
23827-0M020	54.40	60.72	67.96	11.62	24.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ชั้นส่วนต่ออย่างน้อยน้ำมันเชื้อเพลิง (รหัสชั้นส่วน 23901-21060)

ผลต่างๆที่ได้จากการทดสอบชั้นส่วนต่ออย่างน้อยน้ำมันเชื้อเพลิงแสดงในตารางที่ 5.4.1 ถึง 5.4.6

5.4.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI) และหาความแปรปรวน (VAR)

ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วนต่ออย่างน้อยน้ำมันเชื้อเพลิง แสดงในตารางที่ 5.4.1 ถึง 5.4.3

ตารางที่ 5.4.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วนต่ออย่างน้อยน้ำมันเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E10 (รหัสชั้นส่วน 23901-21060)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E10-01	-2.4535	-0.2602	0.0000	-0.6087	0.3500	-1.3078	0.8834	1.0508	-0.4333	-0.5222
E10-02	-2.4550	2.4329	-0.0819	-0.4098	0.7407	-1.0621	0.2477	1.0708	-0.1630	-0.6531
E10-03	0.2398	-0.3987	0.4003	-1.5152	0.8097	-0.9639	0.6488	0.7252	0.0000	-0.4800
E10-04	-3.5254	0.7130	2.3894	-0.3457	0.8673	-1.2898	0.1742	0.8696	0.1724	-0.8606
AVERAGE	-2.0485	0.6217	0.6770	-0.7199	0.6919	-1.1559	0.4885	0.9291	-0.1060	-0.6290
VARIANCE	24.9629	3.7643	3.7917	3.0573	2.6081	7.1544	1.3857	4.6306	0.1263	2.1391

ตารางที่ 5.4.2 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วนต่ออย่างน้อยน้ำมันเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E85 (รหัสชั้นส่วน 23901-21060)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E85-01	-2.7005	0.7569	-0.5008	-1.4262	-0.4255	-0.1709	1.0274	1.0169	-0.1678	-0.5882
E85-02	-2.9921	-0.3247	-0.3257	-0.5719	-0.4930	-0.7432	1.5807	1.1466	0.0810	-0.2427
E85-03	-1.2658	0.7212	-0.5569	-2.3200	-0.0819	0.0000	1.3115	0.2427	0.3228	-0.2414
E85-04	-0.8600	-1.0252	0.0797	-1.1943	-0.1612	-0.8878	1.6287	1.5224	-0.9471	-0.1594
E85-05	-3.0628	0.1580	-0.5521	-0.2379	-1.2719	-0.4831	2.1845	-0.0792	-0.3170	0.5564
AVERAGE	-2.1763	0.0572	-0.3712	-1.1500	-0.4867	-0.4570	1.5465	0.7699	-0.2056	-0.1350
VARIANCE	24.7523	0.5809	0.7612	7.2664	1.4069	1.1840	12.1438	3.4058	0.4426	0.2679

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4.3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนต่อชั่งน้ำหนักน้ำมันเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E100 (รหัสชิ้นส่วน 23901-21060)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา							
	1	2	3	4	5	6	7	8
E100-01	-4.4872	1.9295	0.9053	1.3866	2.2526	-1.4162	-0.0798	-0.2396
E100-02	8.0537	-1.3975	0.3937	-1.0980	-2.6963	0.3260	1.0561	0.2412
E100-03	-3.6519	-1.3710	0.8177	-0.6488	3.1837	-0.9494	-0.0799	0.1599
E100-04	2.0113	-1.0252	1.5936	-0.4706	-2.9157	-2.2727	0.1661	0.1658
AVERAGE	-9.5168	0.6472	-0.2412	1.0475	2.3126	0.5456	0.5426	0.3084
VARIANCE	-1.5182	-0.2434	0.6938	0.0433	0.4274	-0.7533	0.3210	0.1271

5.4.2 ค่า F และการพิจารณา

ค่า F ที่ได้จากการทดลองแสดงในตารางที่ 5.4.4 และการพิจารณาค่า F แสดงในการสรุปค่า

ตารางที่ 5.4.4 ค่าจากการทดลองชิ้นส่วนต่อชั่งน้ำหนักน้ำมันเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 23901-21060)

ค่าที่ได้จากการทดลอง	E10	E85	E100
AVG	0.0647	0.1431	-0.1017
Var(avg)	0.6287	0.2959	0.3278
AVG(var)	2.2986	1.3721	1.7076
F	0.2735	0.2157	0.1920

สรุปค่า F ของชิ้นส่วนต่อชั่งน้ำหนักน้ำมันเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 23901-21060)

E10 : $0.2735 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

E85 : $0.2157 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

E100 : $0.1920 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

5.4.3 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI)

ค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 แสดงในตารางที่ 5.4.5

ตารางที่ 5.4.5 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนท่อยางน้ำมันเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 23901-21060)

Part Number	% weight increase			% weight เทียบกับ E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
23901-21060	4.30	6.37	3.08	2.08	1.22

5.4.4 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Lost, WL)

ค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 แสดงในตารางที่ 5.4.6

ตารางที่ 5.4.6 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนท่อยางน้ำมันเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 23901-21060)

Part Number	% weight lost			compare E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
23901-21060	4.6711	4.5314	4.4309	0.1397	0.2402

5.5 ชิ้นส่วนสายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 77027-52070-1)

ผลต่างๆที่ได้จากการทดสอบชิ้นส่วนสายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิงแสดงในตารางที่ 5.5.1 ถึง 5.5.6

5.5.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI) และหาความแปรปรวน (VAR)

ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนสายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง แสดงในตารางที่ 5.5.1 ถึง 5.5.3

ตารางที่ 5.5.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนสายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E10 (รหัสชิ้นส่วน 77027-52070-1)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากเวลาที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E10-01	-0.6706	0.2532	-0.4209	-0.6762	0.5106	-0.9314	0.6838	0.5942	0.0000	-0.2532
E10-02	-1.2893	0.7347	0.2431	-1.0509	0.2451	-0.8965	1.1513	0.4878	-0.3236	0.1623
E10-03	0.0816	0.0815	-0.3257	-0.4085	0.4102	-0.3268	-0.3279	0.1645	0.0821	-0.1641
E10-04	-2.9364	0.5882	1.3367	0.2473	-0.3289	0.4125	0.8217	-0.3260	-0.3271	0.0820
AVERAGE	-1.2037	0.4144	0.2083	-0.4721	0.2092	-0.4355	0.5822	0.2301	-0.1421	-0.0432
VARIANCE	9.3756	1.0057	0.8832	1.4881	0.3742	1.4082	2.2145	0.4533	0.1536	0.0488

ตารางที่ 5.5.2 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนสายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิงกับน้ำมัน E85 (รหัสชิ้นส่วน 77027-52070-1)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากเวลาที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E85-01	-0.0860	0.3442	0.0858	-0.3428	-0.6019	-0.9516	0.1747	0.6975	-0.1732	-0.0867
E85-02	-0.0818	-0.2455	-0.3281	-1.6461	-0.1674	-0.2515	1.3445	0.9950	0.0000	-0.4926
E85-03	-0.9410	-0.6045	0.0000	-0.5213	-0.4367	-0.7018	0.6184	-0.1756	-0.2639	0.3527
E85-04	0.7389	-0.2445	-0.7353	0.3292	-0.1641	0.4108	0.4910	-0.2443	-0.1633	-0.2453
E85-05	0.6639	-0.4946	0.2486	-0.7438	0.6661	0.0827	0.4132	0.3292	0.4102	0.2451
AVERAGE	0.0588	-0.2490	-0.1458	-0.5849	-0.1408	-0.2822	0.6084	0.3204	-0.0380	-0.0454
VARIANCE	0.4845	0.4446	0.2591	2.2232	0.3372	0.7079	2.0460	0.8037	0.0790	0.1314

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.5.3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนสายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง
กับน้ำมัน E100 (รหัสชิ้นส่วน 77027-52070-1)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา							
	1	2	3	4	5	6	7	8
E100-01	-0.5587	-0.8828	1.2146	0.0000	-0.7200	1.6922	0.3962	-0.4736
E100-02	-1.0778	-0.1556	0.9353	-0.6178	-0.2331	1.6355	0.3831	0.1527
E100-03	-1.2265	-1.5728	1.6821	0.0827	0.4132	0.3292	0.7383	0.0000
E100-04	-0.8795	-0.0887	0.2664	-0.2657	0.8881	0.3521	0.1754	0.1751
E100-05	-0.7383	-0.1653	-0.2483	0.4149	0.6612	0.1642	0.4098	-0.0816
AVERAGE	-0.8961	-0.5731	0.7700	-0.0772	0.2019	0.8346	0.4206	-0.0455
VARIANCE	4.0857	2.0597	3.5515	0.1801	0.6452	4.0618	0.9252	0.0790

5.5.2 ค่า F และการพิจารณา

ค่า F ที่ได้จากการทดลองแสดงในตารางที่ 5.5.4 และการพิจารณาค่า F แสดงในการสรุปค่า

ตารางที่ 5.5.4 ค่าจากการทดลองชิ้นส่วนสายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 77027-52070-1)

ค่าที่ได้จากการทดลอง	E10	E85	E100
AVG	0.0149	0.0790	0.4033
Var(avg)	0.0372	0.0437	0.1939
AVG(var)	0.2186	0.3381	1.6887
F	0.1701	0.1293	0.1148

สรุปค่า F ของชิ้นส่วนสายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 77027-52070-1)

E10 : $0.1701 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

E85 : $0.1293 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

E100 : $0.1148 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.3 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI)

ค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 แสดงในตารางที่ 5.5.5

ตารางที่ 5.5.5 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนสายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 77027-52070-1)

Part Number	% weight increase			% weight เทียบกับ E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
77027-52070-1	3.87	5.03	5.20	1.16	1.33

5.5.4 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Lost, WL)

ค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 แสดงในตารางที่ 5.5.6

ตารางที่ 5.5.6 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนสายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง (รหัสชิ้นส่วน 77027-52070-1)

Part Number	% weight lost			เทียบกับ E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
77027-52070-1	5.3938	6.4089	11.0505	1.0151	5.6566

5.6 ชิ้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับ (รหัสชิ้นส่วน 77209-52020)

ผลต่างๆที่ได้จากการทดสอบชิ้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับแสดงในตารางที่ 5.6.1 ถึง 5.6.6

5.6.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI) และหาความแปรปรวน (VAR)

ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับ แสดงในตารางที่ 5.6.1 ถึง 5.6.3

ตารางที่ 5.6.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับกับน้ำมัน E10 (รหัสชิ้นส่วน 77209-52020)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E10-01	-0.1594	-0.0798	-0.5591	-0.3213	-0.0806	0.4839	-0.0803	0.4819	-0.1599	0.4003
E10-02	-0.2519	0.8418	-0.4174	-1.2573	0.7640	-0.8425	0.1699	1.1874	0.0000	-0.1676
E10-03	0.7634	-0.8418	-0.0849	-0.5947	0.6838	-0.6791	-0.1709	-0.5137	-0.2582	-0.0863
E10-04	-1.8852	0.1747	1.1334	0.0862	-0.1723	0.2588	1.2048	0.2551	-0.3393	0.1702
AVERAGE	-0.3833	0.0237	0.0180	-0.5218	0.2987	-0.1947	0.2809	0.3527	-0.1893	0.0792
VARIANCE	1.9961	0.4869	0.5942	1.7708	0.7194	0.6423	0.8210	1.1547	0.2125	0.1000

ตารางที่ 5.6.2 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับกับน้ำมัน E85 (รหัสชิ้นส่วน 77209-52020)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E85-01	-0.9091	0.5004	-0.9129	-0.1675	-0.1678	0.5882	0.0000	0.8354	0.1657	-1.7370
E85-02	-3.6071	-0.2389	-0.0798	-0.8786	-0.4835	-0.1619	1.0543	0.7223	0.3187	-1.0326
E85-03	-2.1774	-1.0717	0.0833	-1.6653	0.0000	0.1693	0.7608	1.0067	0.2492	-1.2428
E85-04	-1.9409	0.0943	1.3183	-0.5576	-0.3738	-0.2814	1.9755	0.8303	-0.9149	-2.3084
E85-05	-2.9491	-0.6446	-1.6682	-1.7908	0.0000	0.0000	0.6718	1.2393	0.0942	-0.9407
AVERAGE	-2.3167	-0.2721	-0.2519	-1.0120	-0.2050	0.0628	0.8925	0.9268	-0.0174	-1.4523
VARIANCE	27.8871	0.7477	1.5797	5.6129	0.2580	0.1348	4.4981	4.3356	0.2604	10.8696

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.6.3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับกับน้ำมัน E100 (รหัสชิ้นส่วน 77209-52020)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา							
	1	2	3	4	5	6	7	8
E100-01	0.0000	-0.0820	0.5742	-1.1419	0.4950	0.4926	1.2255	0.1614
E100-02	0.6272	-1.2467	0.7214	-0.8953	0.0000	0.5420	1.9766	-0.7048
E100-03	-0.0801	-0.8013	0.0808	0.0000	-0.1614	0.0000	1.9402	0.1586
E100-04	0.4359	-0.2604	0.2611	-0.4340	0.0872	0.1742	1.3913	0.0000
E100-05	0.0000	-1.6053	1.5355	-0.3781	-0.7590	-0.1912	2.4904	0.0935
AVERAGE	0.1966	-0.7991	0.6346	-0.5699	-0.0676	0.2035	1.8048	-0.0583
VARIANCE	0.2924	3.6067	2.3308	1.8270	0.2309	0.3062	16.5428	0.1519

5.6.2 ค่า F และการพิจารณา

ค่า F ที่ได้จากการทดลองแสดงในตารางที่ 5.6.4 และการพิจารณาค่า F แสดงในการสรุปค่า

ตารางที่ 5.6.4 ค่าจากการทดลองชิ้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับ (รหัสชิ้นส่วน 77209-52020)

ค่าที่ได้จากการทดลอง	E10	E85	E100
AVG	0.0808	-0.1810	0.6500
Var(avg)	0.0734	1.4351	1.0173
AVG(var)	0.4890	5.1552	5.6670
F	0.1502	0.2784	0.1795

สรุปค่า F ของชิ้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับ (รหัสชิ้นส่วน 77209-52020)

E10 : $0.1502 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

E85 : $0.2784 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

E100 : $0.1795 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6.3 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI)

ค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 แสดงในตารางที่ 5.6.5

ตารางที่ 5.6.5 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับ (รหัสชิ้นส่วน 77209-52020)

Part Number	% weight increase			% weight เทียบกับ E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
77209-52020	4.16	4.27	4.80	0.11	0.64

5.6.4 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Lost, WL)

ค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 แสดงในตารางที่ 5.6.6

ตารางที่ 5.6.6 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนสายน้ำมันไหลกลับ (รหัสชิ้นส่วน 77209-52020)

Part Number	% weight lost			เทียบกับ E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
77209-52020	5.1645	8.6514	8.2515	3.4869	3.0869

5.7 ชิ้นส่วนท่อทางคบน้ำมันใหญ่ (รหัสชิ้นส่วน 77213-0D030)

ผลต่างๆที่ได้จากการทดสอบชิ้นส่วนท่อทางคบน้ำมันใหญ่แสดงในตารางที่ 5.7.1 ถึง 5.7.7

5.7.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI) และหาความแปรปรวน (VAR)

ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนท่อทางคบน้ำมันใหญ่ แสดงในตารางที่ 5.7.1 ถึง 5.7.2

ตารางที่ 5.7.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของหินส่วนต่อทางคอนกรีตน้ำมันใหญ่กับน้ำมัน E10 (รหัสหินส่วน 77213-0D030)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E10-01	-3.1457	-1.0572	-1.1431	0.0458	-0.4822	-1.2155	0.1370	0.3202	-0.5156	-0.9844
E10-02	-3.6103	0.2199	-1.7380	0.0527	-0.6921	-1.1312	0.0868	-1.8678	-0.7177	-0.9952
E10-03	-2.4444	0.1741	-2.4156	0.0206	-0.3536	-1.0256	0.0811	2.9179	-0.6046	-0.9917
E10-04	-3.1505	-1.0467	-0.1549	0.2078	-0.6338	-1.2080	0.0417	0.6037	-0.7597	-0.9591
AVERAGE	-3.0877	-0.4275	-1.3629	0.0817	-0.5404	-1.1451	0.0867	0.4935	-0.6494	-0.9826
VARIANCE	51.0795	1.4949	10.8253	0.0429	1.5809	7.0008	0.0416	5.1307	2.2614	5.1498

ตารางที่ 5.7.2 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของหินส่วนต่อทางคอนกรีตน้ำมันใหญ่กับน้ำมัน E85 (รหัสหินส่วน 77213-0D030)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E85-01	0.0448	-0.6323	0.6964	-0.6558	-0.0690	-0.0240	0.3214	0.0299	0.0090	-0.4878
E85-02	-1.9158	-0.4071	0.3646	-0.5215	-0.0442	-0.0383	0.2505	0.0000	0.0176	-0.5027
E85-03	-1.6769	-0.6422	0.5081	-0.4995	-0.1623	-0.1024	0.4009	-0.0991	0.0721	-0.5165
E85-04	-1.6762	-0.5266	0.5458	-0.4668	-0.1391	-0.0546	0.2404	-0.0409	0.0545	-0.5178
E85-05	-1.7231	-0.5459	0.4445	-0.2643	-0.1072	-0.2623	0.2451	0.1133	0.0625	-0.6637
AVERAGE	-1.3895	-0.5508	0.5119	-0.4816	-0.1044	-0.0963	0.2917	0.0007	0.0432	-0.5377
VARIANCE	10.3055	1.5260	1.3253	1.1795	0.0568	0.0559	0.4301	0.0063	0.0101	1.4506

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.7.3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนท่อทางคอนกรีตน้ำมันใหญ่กับน้ำมัน E100 (รหัสชิ้นส่วน 77213-0D030)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
E100-01	-0.0249	-1.3712	-0.7508	-0.4101	-0.9974	-1.5137	-0.1600	-0.3231	-0.0738
E100-02	-1.2696	-2.4684	-2.2527	-0.3479	-11.5903	-1.4925	-0.0573	-0.0208	-0.0104
E100-03	-0.1995	-2.3523	-0.4593	-1.0985	-0.8393	-0.4092	-0.4776	-0.0361	-0.0232
E100-04	-0.6131	-1.0908	-0.4234	-0.9165	-0.5704	-0.7598	-0.1354	-0.0130	-0.0339
E100-05	-0.6608	-1.0772	-0.4510	-0.7122	-0.7338	-0.7061	-1.0593	-0.0211	-0.0295
AVERAGE	-0.5268	-1.8207	-0.9715	-0.6933	-3.4994	-1.0438	-0.2076	-0.0983	-0.0353
VARIANCE	1.7860	18.1587	5.7849	2.7010	94.4348	6.1127	0.2641	0.0741	0.0074

5.7.2 ค่า F และการพิจารณา

ค่า F ที่ได้จากการทดลองแสดงในตารางที่ 5.7.4 และการพิจารณาค่า F แสดงในการสรุปค่า

ตารางที่ 5.7.4 ค่าจากการทดลองชิ้นส่วนท่อทางคอนกรีตน้ำมันใหญ่ (รหัสชิ้นส่วน 77213-0D030)

ค่าที่ได้จากการทดลอง	E10	E85	E100
AVG	-0.3795	-0.1646	-0.0445
Var(avg)	0.5993	0.1048	0.0025
AVG(var)	4.1806	0.4890	0.0272
F	0.1434	0.2144	0.0912

สรุปค่า F ของชิ้นส่วนท่อทางคอนกรีตน้ำมันใหญ่ (รหัสชิ้นส่วน 77213-0D030)

E10 : $0.1434 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

E85: $0.2144 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

E100: $0.0912 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7.3 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI)

ค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 แสดงในตารางที่ 5.7.5

ตารางที่ 5.7.5 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนท่อทางคอน้ำมันใหญ่ (รหัสชิ้นส่วน 77213-0D030)

Part Number	% weight increase			% weight เทียบกับ E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
77213-0D030	0.48	4.75	9.15	4.27	8.67

5.7.4 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Lost, WL)

ค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 แสดงในตารางที่ 5.7.6

ตารางที่ 5.7.6 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนท่อทางคอน้ำมันใหญ่ (รหัสชิ้นส่วน 77213-0D030)

Part Number	% weight lost			เทียบกับ E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
77213-0D030	16.2944	18.7020	22.7282	2.4076	6.4339

5.7.5 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็ง (Percent Hardness Changes, HN)

ค่าความแข็ง (Hardness) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งเมื่อเทียบกับ E10 แสดงในตารางที่ 5.7.7

ตารางที่ 5.7.7 ผลการทดสอบความแข็ง และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนท่อทางคอน้ำมันใหญ่ (รหัสชิ้นส่วน 77213-0D030)

Part Number	Hardness			% hardness changes	
	E10	E85	E100	E85	E100
77213-0D030	64.04	77.08	73.60	20.36	14.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.8 ชั้นส่วนต่อทางคอน้ำมันเล็ก (รหัสชั้นส่วน 77269-0D010)

ผลต่างๆที่ได้จากการทดสอบชั้นส่วนต่อทางคอน้ำมันเล็กแสดงในตารางที่ 5.8.1-5.8.7

5.8.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI) และหาความแปรปรวน (VAR)

ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วนต่อทางคอน้ำมันเล็ก แสดงในตารางที่ 5.8.1-5.8.3

ตารางที่ 5.8.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วนต่อทางคอน้ำมันเล็กกับน้ำมัน E10 (รหัสชั้นส่วน 77269-0D010)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E10-01	3.5273	-5.2855	0.4705	-2.0027	0.3088	0.2345	-1.1625	1.0431	-0.0366	-0.0073
E10-02	0.4561	-1.9758	-0.6588	-1.6613	0.0801	-0.4137	-0.6164	1.1999	-0.1332	-0.0334
E10-03	3.4831	-2.5543	-1.9369	-1.9949	0.0672	-0.7183	-0.0676	0.6428	0.0740	-0.0672
E10-04	1.6538	-4.0894	0.7788	-1.7028	0.0133	-0.3731	-0.3811	0.5571	-0.0200	0.0734
AVERAGE	2.2801	-3.4763	-0.3366	-1.8404	0.1173	-0.3176	-0.5569	0.8607	-0.0290	-0.0086
VARIANCE	29.9671	66.7000	2.1243	18.0986	0.0906	0.6973	1.8677	4.0472	0.0117	0.0040

ตารางที่ 5.8.2 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วนต่อทางคอน้ำมันเล็กกับน้ำมัน E85 (รหัสชั้นส่วน 77269-0D010)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E85-01	-1.2329	-0.3278	-0.0700	-0.3431	-0.1897	-0.1549	0.5146	-0.1613	0.0211	-0.0351
E85-02	-1.3909	-0.3563	-0.0745	-0.2908	-0.1421	-0.0973	0.4797	0.5073	-0.6457	-0.1195
E85-03	-1.0250	-0.4870	0.0000	-0.3033	-0.1797	-0.1039	0.4437	-0.1864	0.0415	-0.0553
E85-04	-1.3465	-0.3144	-0.0717	-0.2941	-0.1295	-0.0216	0.4468	-0.1291	-0.0646	-0.0719
E85-05	-1.0375	-0.4897	-0.0555	-0.4092	-0.0975	-0.0627	0.4673	-0.1250	-0.0070	-0.0209
AVERAGE	-1.2066	-0.3950	-0.0543	-0.3281	-0.1477	-0.0881	0.4704	-0.0189	-0.1310	-0.0605
VARIANCE	7.3081	0.7878	0.0157	0.5407	0.1105	0.0413	1.1073	0.0889	0.1702	0.0198

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.8.3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของหินส่วนต่อทางคอนกรีตน้ำมันเล็กกับน้ำมัน E100 (รหัสหินส่วน 77269-0D010)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา							
	1	2	3	4	5	6	7	8
E100-01	-2.7842	-0.0595	-0.0298	-0.7669	-0.0525	-0.3904	0.1507	0.0602
E100-02	-2.9367	-0.0789	0.0646	-0.7601	-0.0506	-0.3253	0.0145	0.0798
E100-03	-2.8114	-0.0755	0.0529	-0.7857	0.0152	-0.4035	0.0917	0.0840
E100-04	-2.8884	-0.0593	0.0520	-0.8085	-0.0523	-0.1496	-0.0674	0.0825
E100-05	-2.7453	-0.1126	0.1052	-0.8784	-0.0151	-0.1515	0.1366	0.0455
AVERAGE	-2.8332	-0.0772	0.0490	-0.7999	-0.0311	-0.2841	0.0652	0.0704
VARIANCE	40.1415	0.0302	0.0144	3.2017	0.0058	0.4192	0.0296	0.0251

5.8.2 ค่า F และการพิจารณา

ค่า F ที่ได้จากการทดลองแสดงในตารางที่ 5.8.4 และการพิจารณาค่า F แสดงในการสรุปค่า

ตารางที่ 5.8.4 ค่าจากการทดลองหินส่วนต่อทางคอนกรีตน้ำมันเล็ก (รหัสหินส่วน 77269-0D010)

ค่าที่ได้จากการทดลอง	E10	E85	E100
AVG	0.2744	-0.0701	-0.0495
Var(avg)	0.2580	0.0032	0.0413
AVG(var)	1.3543	0.0930	0.1579
F	0.1905	0.0345	0.2613

สรุปค่า F ของหินส่วนต่อทางคอนกรีตน้ำมันเล็ก (รหัสหินส่วน 77269-0D010)

E10 : $0.1905 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

E85 : $0.0345 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

E100 : $0.2613 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.8.3 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI)

ค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 แสดงในตารางที่ 5.8.5

ตารางที่ 5.8.5 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนท่อทางคอน้ำมันเล็ก (รหัสชิ้นส่วน 77269-0D010)

Part Number	% weight increase			% weight เทียบกับ E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
77269-0D010	33.98	11.55	0.14	22.43	33.84

5.8.4 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Lost, WL)

ค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 แสดงในตารางที่ 5.8.6

ตารางที่ 5.8.6 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนท่อทางคอน้ำมันเล็ก (รหัสชิ้นส่วน 77269-0D010)

Part Number	% weight lost			เทียบกับ E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
77269-0D010	17.6275	17.8529	17.0169	0.2254	0.6107

5.8.5 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็ง (Percent Hardness Changes, HN)

ค่าความแข็ง (Hardness) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งเมื่อเทียบกับ E10 แสดงในตารางที่ 5.8.7

ตารางที่ 5.8.7 ผลการทดสอบความแข็ง และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนท่อทางคอน้ำมันเล็ก (รหัสชิ้นส่วน 77269-0D010)

Part Number	Hardness			% hardness changes	
	E10	E85	E100	E85	E100
77269-0D010	62.48	68.72	82.88	9.99	32.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.9 ชั้นส่วนโอริงหัวฉีด (รหัสชั้นส่วน 90301-07037-1)

ผลต่างๆที่ได้จากการทดสอบชั้นส่วนโอริงหัวฉีดแสดงในตารางที่ 5.9.1 ถึง 5.9.6

5.9.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI) และหาความแปรปรวน (VAR)

ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วนโอริงหัวฉีด แสดงในตารางที่ 5.9.1 ถึง 5.9.3

ตารางที่ 5.9.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วนโอริงหัวฉีดกับน้ำมัน E10 (รหัสชั้นส่วน 90301-07037-1)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา							
	1	2	3	4	5	6	7	8
E10-01	-0.4988	-0.6015	0.4539	0.6024	0.2495	0.0996	0.1989	0.1489
E10-02	-0.3516	1.3609	-0.2984	0.4988	0.3474	-0.0989	0.0495	0.6432
E10-03	-0.9862	-0.7470	0.1004	-0.5013	0.3526	0.5020	-0.2498	0.2504
E10-04	-0.4500	0.4520	0.1000	-0.4496	0.2509	-0.1502	0.0501	-0.1002
E10-05	-0.1986	-0.1990	-0.5484	0.5013	0.4988	-0.0993	-0.0994	0.4475
AVERAGE	-0.4970	0.0531	-0.0385	0.1303	0.3398	0.0506	-0.0101	0.2780
VARIANCE	1.3231	0.7645	0.1595	0.3928	0.5878	0.0856	0.0296	0.4670

ตารางที่ 5.9.2 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วนโอริงหัวฉีดกับน้ำมัน E85 (รหัสชั้นส่วน 90301-07037-1)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา							
	1	2	3	4	5	6	7	8
E85-01	-0.6944	0.2498	0.3986	-0.2978	-0.1493	0.3988	0.0993	-0.0496
E85-02	-0.7028	0.3033	0.3528	-0.1507	-0.1006	0.6546	-0.4002	0.0502
E85-03	-0.7025	0.5558	-0.2010	-0.1007	-0.1512	0.8582	-0.2002	0.0502
E85-04	-0.5475	0.3504	0.0499	-0.1496	-0.2496	0.1502	0.2499	0.0997
E85-05	-0.7956	0.3008	0.2499	-0.5484	0.2506	0.2500	0.2494	0.0498
AVERAGE	-0.6886	0.3520	0.1700	-0.2494	-0.0800	0.4623	-0.0004	0.0400
VARIANCE	2.3786	0.6338	0.2056	0.3444	0.0691	1.1538	0.0837	0.0110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.9.3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนโอริงหัวฉีดกับน้ำมัน E100 (รหัสชิ้นส่วน 90301-07037-1)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา							
	1	2	3	4	5	6	7	8
E100-01	-0.3523	0.2525	0.0000	-0.2015	0.1010	0.1513	0.1511	0.1508
E100-02	-0.2002	0.0000	0.3009	-0.5500	-0.7541	0.2026	0.0000	-0.1011
E100-03	0.2037	-0.2033	0.3055	-0.2030	0.0509	-0.3050	0.2040	0.0000
E100-04	-0.2547	-0.2043	0.3582	0.1020	0.2191	0.3406	-0.1013	0.1521
E100-05	-0.2011	0.0504	-0.1007	-0.6552	-0.5074	-0.1020	-0.0510	0.1021
AVERAGE	-0.1609	-0.0209	0.1728	-0.3016	-0.1781	0.0575	0.0405	0.0608
VARIANCE	0.1749	0.0390	0.1925	0.5470	0.3407	0.0832	0.0255	0.0305

5.9.2 ค่า F และการพิจารณา

ค่า F ที่ได้จากการทดลองแสดงในตารางที่ 5.9.4 และการพิจารณาค่า F แสดงในการสรุปค่า

ตารางที่ 5.9.4 ค่าจากการทดลองชิ้นส่วน โอริงหัวฉีด (รหัสชิ้นส่วน 90301-07037-1)

ค่าที่ได้จากการทดลอง	E10	E85	E100
AVG	0.1062	0.1673	0.0529
Var(avg)	0.0231	0.0657	0.0001
AVG(var)	0.1941	0.4162	0.0464
F	0.1188	0.1578	0.0025

สรุปค่า F ของชิ้นส่วนโอริงหัวฉีด (รหัสชิ้นส่วน 90301-07037-1)

E10 : $0.1188 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

E85: $0.1578 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

E100 : $0.0025 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.9.3 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI)

ค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 แสดงในตารางที่ 5.9.5

ตารางที่ 5.9.5 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วน โอริงหัวฉีด (รหัสชิ้นส่วน 90301-07037-1)

Part Number	% weight increase			% weight เทียบกับ E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
90301-07037-1	31.83	11.90	0.05	19.94	31.78

5.9.4 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Lost, WL)

ค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 แสดงในตารางที่ 5.9.6

ตารางที่ 5.9.6 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วน โอริงหัวฉีด (รหัสชิ้นส่วน 90301-07037-1)

Part Number	% weight lost			เทียบกับ E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
90301-07037-1	0.2719	0.3552	0.4065	0.0833	0.1346

5.10 ชิ้นส่วนท่อยางไอน้ำมัน2 (รหัสชิ้นส่วน 95333-06020)

ผลต่างๆที่ได้จากการทดสอบชิ้นส่วนท่อยางไอน้ำมัน2 แสดงในตารางที่ 5.10.1 ถึง 5.10.7

5.10.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI) และหาความแปรปรวน (VAR)

ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนท่อยางไอน้ำมัน2 แสดงในตารางที่ 5.10.1 ถึง 5.10.3

ตารางที่ 5.10.1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนท่ออย่างไอน้ำมัน 2 กับน้ำมัน E10 (รหัสชิ้นส่วน 95333-06020)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากเวลาที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E10-01	3.7363	-5.8858	-1.4312	-1.3415	1.3438	-1.7048	1.9432	1.4808	-0.6209	0.4061
E10-02	13.6919	-6.5846	-2.4485	-1.3501	1.4456	-2.2611	2.2356	1.6163	-0.9169	-1.3409
E10-03	6.9578	-4.6375	-3.6680	-2.2571	1.8861	-1.4360	1.9484	1.8423	-1.0651	-1.7088
E10-04	6.1935	-5.6356	-3.4167	-1.0929	0.4216	-1.5636	2.3827	1.4940	-0.3539	0.2273
AVERAGE	7.6449	-5.6859	-2.7411	-1.5104	1.2743	-1.7414	2.1275	1.6083	-0.7392	-0.6041
VARIANCE	329.8429	173.0741	41.1123	12.4289	9.0390	16.3048	24.1869	13.8242	3.0143	3.1045

ตารางที่ 5.10.2 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนท่ออย่างไอน้ำมัน 2 กับน้ำมัน E85 (รหัสชิ้นส่วน 95333-06020)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากเวลาที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E85-01	0.2218	0.1107	-0.0184	-0.1290	0.0923	0.2028	0.4047	-0.2382	-0.1837	0.0368
E85-02	0.0178	0.0000	0.1421	-0.6033	-0.1607	0.0179	0.6614	0.0533	-0.0532	-0.0355
E85-03	0.2762	0.1134	-0.1942	-0.0324	-0.0487	0.2759	-0.0971	-0.2430	0.0162	-0.1624
E85-04	0.1816	-0.4712	0.4188	0.2539	-0.2351	0.1450	0.1991	-0.4336	0.0181	0.0363
E85-05	0.2965	-0.1478	-0.1151	0.0329	-0.1152	0.0659	0.2800	-0.4598	0.0495	0.0660
AVERAGE	0.1988	-0.0790	0.0466	-0.0956	-0.0935	0.1415	0.2896	-0.2643	-0.0306	-0.0118
VARIANCE	0.2098	0.0906	0.0699	0.1460	0.0591	0.1108	0.4967	0.3914	0.0134	0.0092

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.10.3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนต่ออย่าง ไขมัน 2 กับ น้ำมัน E100 (รหัสชิ้นส่วน 95333-06020)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา							
	1	2	3	4	5	6	7	8
E100-01	-1.4564	0.3263	-0.0383	-0.9952	0.3866	-0.3274	-0.0193	0.5217
E100-02	-1.3947	0.0735	0.0367	-0.9908	0.4633	-0.5534	0.2226	0.4627
E100-03	-1.4880	0.0387	-0.1742	-0.5042	0.1949	-0.0389	-0.1751	0.1365
E100-04	-1.4885	0.3249	0.0324	-0.8904	0.0653	-0.0816	-0.0163	0.0490
E100-05	-1.3253	0.1185	0.0395	-0.6705	0.1787	-0.2973	-0.0199	0.1392
AVERAGE	-1.4306	0.1764	-0.0208	-0.8102	0.2578	-0.2597	-0.0016	0.2618
VARIANCE	10.2375	0.1749	0.0106	3.3289	0.3587	0.3804	0.0203	0.3887

5.10.2 ค่า F และการพิจารณา

ค่า F ที่ได้จากการทดลองแสดงในตารางที่ 5.10.4 และการพิจารณาค่า F แสดงในการสรุปค่า

ตารางที่ 5.10.4 ค่าจากการทดลองชิ้นส่วนต่ออย่าง ไขมัน 2 (รหัสชิ้นส่วน 95333-06020)

ค่าที่ได้จากการทดลอง	E10	E85	E100
AVG	0.0884	-0.1022	0.0002
Var(avg)	1.7373	0.0198	0.0680
AVG(var)	6.6477	0.1380	0.2632
F	0.2613	0.1434	0.2584

สรุปค่า F ของชิ้นส่วนต่ออย่าง ไขมัน 2 (รหัสชิ้นส่วน 95333-06020)

E10 : $0.2613 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

E85 : $0.1434 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

E100 : $0.2584 \leq 5.32$ ดังนั้น ผลการทดลองยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.10.3 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI)

ค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 แสดงในตารางที่ 5.10.5

ตารางที่ 5.10.5 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนท่ออย่างไอน้ำมัน 2 (รหัสชิ้นส่วน 95333-06020)

Part Number	% weight increase			% weight เทียบกับ E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
95333-06020	8.86	11.90	0.05	3.03	8.81

5.10.4 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Lost, WL)

ค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 แสดงในตารางที่ 5.10.6

ตารางที่ 5.10.6 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนท่ออย่างไอน้ำมัน 2 (รหัสชิ้นส่วน 95333-06020)

Part Number	% weight lost			เทียบกับ E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
95333-06020	14.7492	14.2220	13.8906	0.5272	0.8586

5.10.5 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็ง (Percent Hardness Changes, HN)

ค่าความแข็ง (Hardness) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งเมื่อเทียบกับ E10 แสดงในตารางที่ 5.10.7

ตารางที่ 5.10.7 ผลการทดสอบความแข็ง และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งเมื่อเทียบกับน้ำมัน E10 ของชิ้นส่วนท่ออย่างไอน้ำมัน 2 (รหัสชิ้นส่วน 95333-06020)

Part Number	Hardness			% hardness change	
	E10	E85	E100	E85	E100
95333-06020	50.48	59.32	67.64	17.51	33.99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

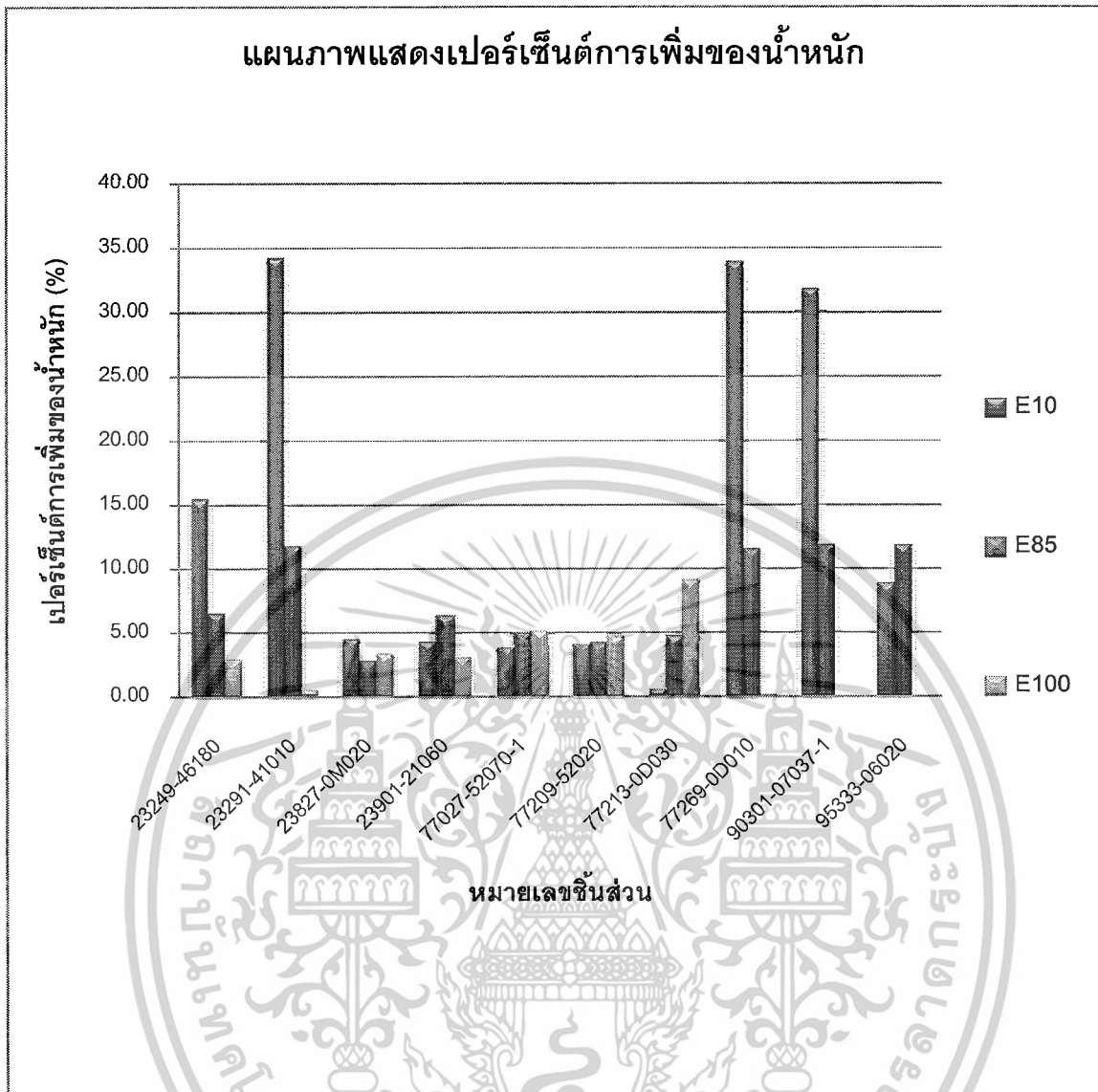
5.11 สรุปเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (WI) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก (% Weight Changes) ของแต่ละชิ้นส่วน

เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักของแต่ละชิ้นส่วน แสดงในตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.11 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (WI) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก (% Weight Changes) ของแต่ละชิ้นส่วน

Part Number	% weight increase			% weight compare E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
23249-46180	15.45	6.48	2.87	8.97	12.59
23291-41010	34.27	11.75	0.50	22.51	33.77
23827-0M020	4.51	2.78	3.34	1.74	1.18
23901-21060	4.30	6.37	3.08	2.08	1.22
77027-52070-1	3.87	5.03	5.20	1.16	1.33
77209-52020	4.16	4.27	4.80	0.11	0.64
77213-0D030	0.48	4.75	9.15	4.27	8.67
77269-0D010	33.98	11.55	0.14	22.43	33.84
90301-07037-1	31.83	11.90	0.05	19.94	31.78
95333-06020	8.86	11.90	0.05	3.03	8.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 เปอร์เซนต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (WI) ของแต่ละชิ้นส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

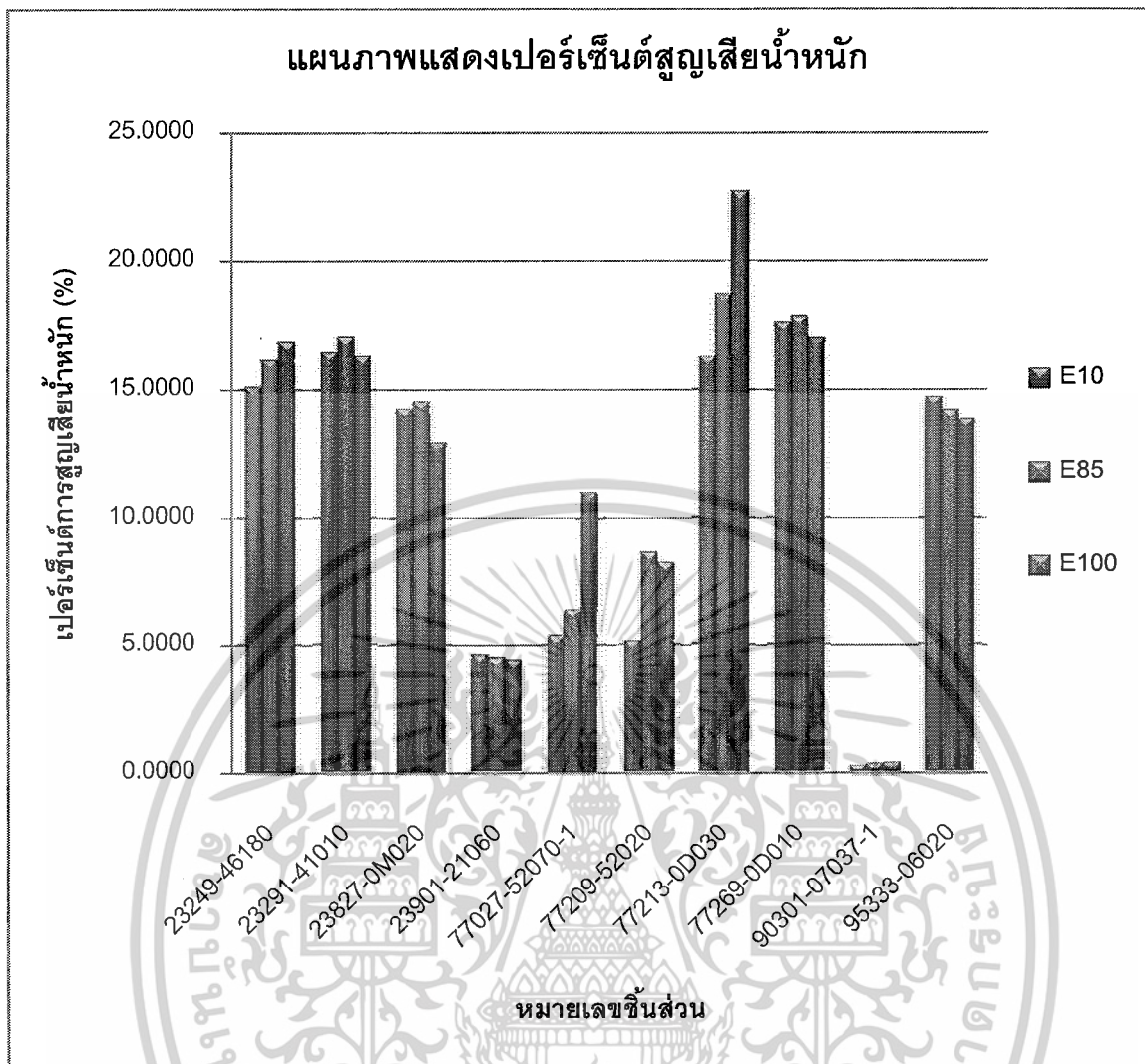
5.12 สรุปเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก (WL) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง เมื่อเทียบกับ E10 ของแต่ละชิ้นส่วน

เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก (WL) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง เมื่อเทียบกับ E10 ของแต่ละชิ้นส่วนแสดงในตารางที่ 5.12

ตาราง 5.12 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก (WL) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง เมื่อเทียบกับ E10 ของแต่ละชิ้นส่วน

Part Number	% weight lost			compare E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
23249-46180	15.1280	16.1789	16.8685	1.0509	1.7405
23291-41010	16.4824	17.0617	16.3387	-0.5793	0.1437
23827-0M020	14.2914	14.5928	12.9751	0.3015	1.3162
23901-21060	4.6711	4.5314	4.4309	0.1397	0.2402
77027-52070-1	5.3938	6.4089	11.0505	1.0151	5.6566
77209-52020	5.1645	8.6514	8.2515	3.4869	3.0869
77213-0D030	16.2944	18.7020	22.7282	2.4076	6.4339
77269-0D010	17.6275	17.8529	17.0169	0.2254	0.6107
90301-07037-1	0.2719	0.3552	0.4065	0.0833	0.1346
95333-06020	14.7492	14.2220	13.8906	0.5272	0.8586

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนัก (WL) ของแต่ละชิ้นส่วน

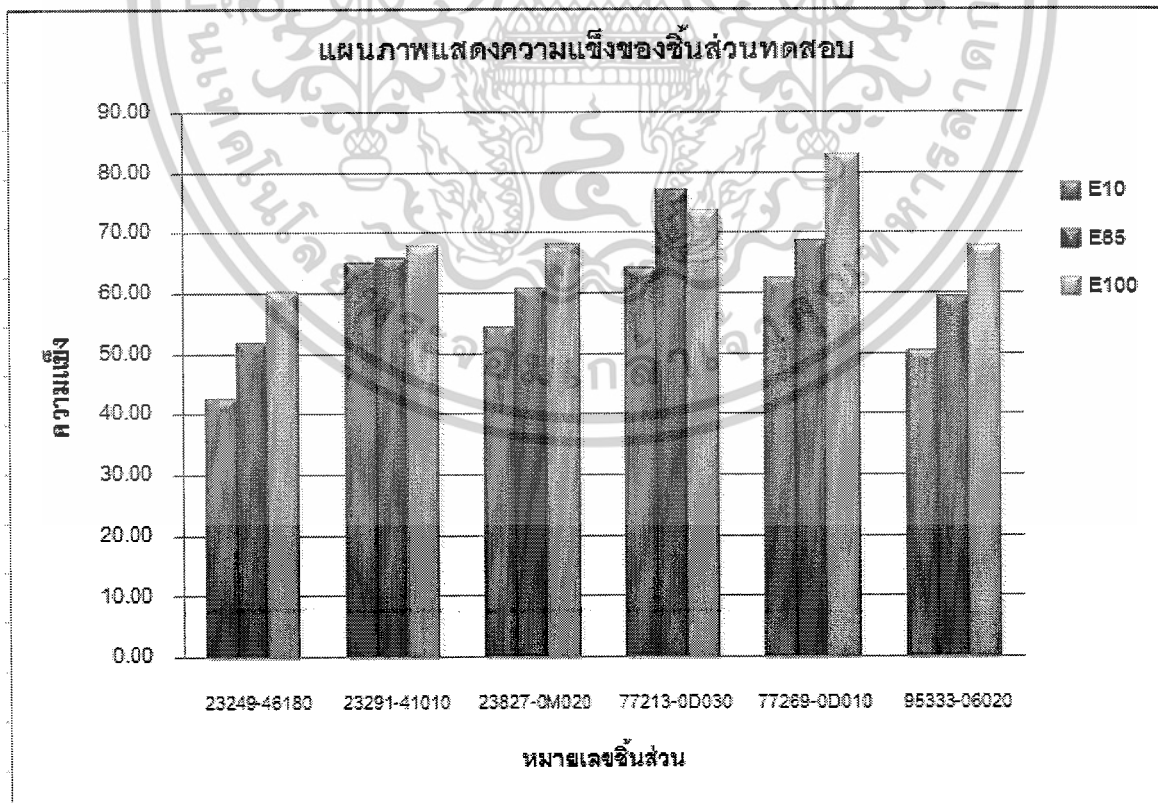
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.13 สรุปความแข็งและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็ง (HN) เมื่อเทียบกับ E10 ของแต่ละชิ้นส่วน

ความแข็งและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็ง เมื่อเทียบกับ E10 ของแต่ละชิ้นส่วน แสดงในตารางที่ 5.13

ตาราง 5.13 ความแข็ง และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็ง (HN) เมื่อเทียบกับ E10 ของแต่ละชิ้นส่วน

Part Number	Hardness			% hardness changes	
	E10	E85	E100	E85	E100
23249-46180	42.52	51.88	60.20	22.01	41.58
23291-41010	64.96	65.92	67.88	1.48	4.50
23827-0M020	54.40	60.72	67.96	11.62	24.93
77213-0D030	64.04	77.08	73.60	20.36	14.93
77269-0D010	62.48	68.72	82.88	9.99	32.65
95333-06020	50.48	59.32	67.64	17.51	33.99



รูปที่ 5.3 ความแข็งของแต่ละชิ้นส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.14 ผลประเมินชิ้นส่วนรถยนต์โตโยต้าวิโอส E85

ผลประเมินชิ้นส่วนรถยนต์โตโยต้าวิโอส E85 ที่นำมาทดสอบทั้ง 10 ตัวอย่างแสดงในตารางที่ 5.14

ตารางที่ 5.14 ผลประเมินชิ้นส่วนรถยนต์โตโยต้าวิโอส E85

Part number	Description	WI		WL		HD	
		E85	E100	E85	E100	E85	E100
23249-46180	ยางรองปั๊มหัวฉีด	B	C	A	A	D	D
23291-41010	ตัวรองหัวฉีดตัวล่าง	D	D	A	A	A	A
23827-0M020	ท่อยางไอน้ำมันเชื้อเพลิง	A	A	A	A	C	D
23901-21060	ท่อน้ำมันเชื้อเพลิง	A	A	A	A	*	*
77027-52070-1	สายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง	A	A	A	B	*	*
77209-52020	สายน้ำมันไหลกลับ	A	A	A	A	*	*
77213-0D030	ท่อทางคบน้ำมันใหญ่	A	B	A	B	D	C
77269-0D010	ท่อทางคบน้ำมันเล็ก	D	D	A	A	B	D
90301-07037-1	โอริงหัวฉีด	C	D	A	A	*	*
95333-06020	ท่อยางไอน้ำมัน2	A	B	A	A	C	D

A=มีความแตกต่างเมื่อเทียบกับE10 น้อยกว่า5%

B=มีความแตกต่างเมื่อเทียบกับE10 6-10%

C=มีความแตกต่างเมื่อเทียบกับE10 11-20%

D=มีความแตกต่างเมื่อเทียบกับE10 มากกว่า20%

*=ไม่สามารถหาค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] ประทาน ศรีชัย. 2551. “ผลกระทบของน้ำมันเบนซินผสมเอทานอลร้อยละ 20 ต่อชิ้นส่วนรถยนต์” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [2] B. Jones, G. Mead, and P. Steevens. The effects of E20 on plastic automotive fuel system components. Minnesota Center for Automotive Research at Minnesota State University, Mankato. (2008, February)
- [3] SAE Recommended Practice, (1998, January). Methods for determining physical properties of polymeric materials exposed to gasoline/oxygenate fuel mixtures. SAE J1748.
- [4] Ohaus Corp. **Precision Weighing Balances**. [Online] Available : <http://www.balances.com>
- [5] Motic Incorporation Ltd. **Motic Stereo Microscope**. [Online] Available : <http://www.motic.com>
- [6] Instron Worldwide Headquarters, 825 University Ave, Norwood, MA 02062-2643, USA. **Model 714 Analog Micro-O-Ring Type M System**. [Online]. Available : <http://www.instron.us>



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

คุณสมบัติของเครื่องมือวัดค่า

1. เครื่องชั่งละเอียด

เครื่องชั่งละเอียดใช้ชั่งน้ำหนักของชิ้นส่วนก่อนแช่ น้ำหนักเปียก และน้ำหนักหลังอบแห้ง เพื่อนำค่ามาเปรียบเทียบและพิจารณาคุณสมบัติของชิ้นงานตามมาตรฐาน SAE J1748 ในการทดลองนี้ใช้เครื่องชั่ง Scientech รุ่น SA210D แสดงผลเป็นทศนิยม 4 ตำแหน่ง โดยมีรูปเครื่องชั่งและคุณสมบัติต่างๆของเครื่อง ดังแสดงในรูป ก1 และตาราง ก1 ตามลำดับ



รูป ก1 เครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก1 คุณสมบัติของเครื่องชั่งละเอียด Scientech รุ่น SA210D [6]

SCIENTECH SA 210D ANALYTICAL SPECIFICATIONS	
CAPACITY	100g
* Dual Range	200g
READABILITY	0.0001g
* Dual Range	0.001g
TARE RANGE	0-200g
REPEATABILITY(Std Dev)	0.0001g
* Dual Range	0.0005g
LINEARITY	±0.0002g
	±0.0005g
STABILIZATION TIME	~3sec
WEIGHING MODES	Grams, Carats, Ounces, Troy Ounces, Pennyweight and a custom weight register (programmed when you buy the balance)
WEIGHING SPEED	Adaptive
UPDATE INTERVAL	200ms
DATA INTERFACE	Standard RS232C bi-directional interface. Baud rates of 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200
PAN SIZE	Circular 3.5" Diameter
POWER SUPPLY	100-240 VAC (47-63Hz) with 115 volt wall connector linecord
WINDSCREEN (inches)	Standard rectangular (7.5W x 8.25D x 9.5H) Entire draft shield can be removed by simply removing 4 screws.
HOUSING (inches)	7.5W x 11.25D x 3.25H
SHIPPING WEIGHT	19 pounds
Standard Accessories	Manual, AC Adapter, Underhook for specific gravity applications, RS-232C data interface
<u>External Calibration Mass</u>	200g
<u>(optional)</u>	100g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คอมพิวเตอร์

ใช้ถ่ายรูปและวัดขนาดของชิ้นส่วนร่วมกับเครื่อง Motic โดยใช้โปรแกรม Motic Image ในการทดสอบนี้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ Aser Aspire M5641 ดังรูป ก2

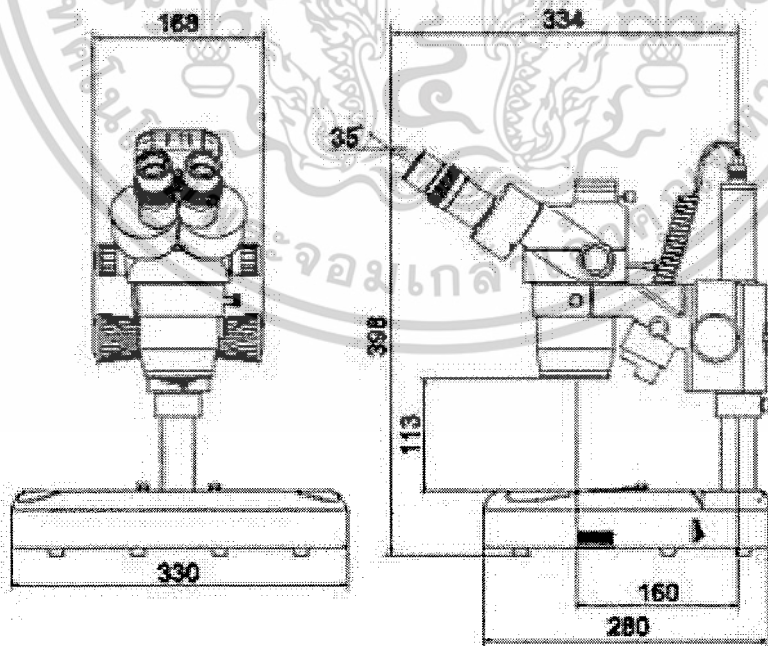
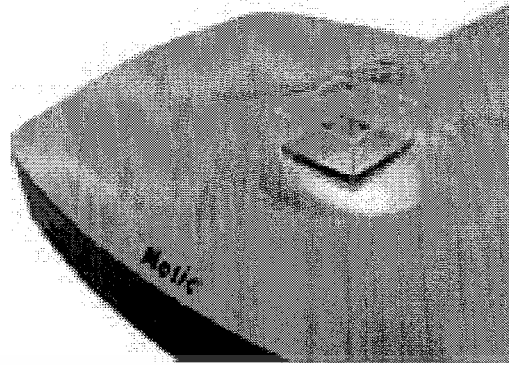
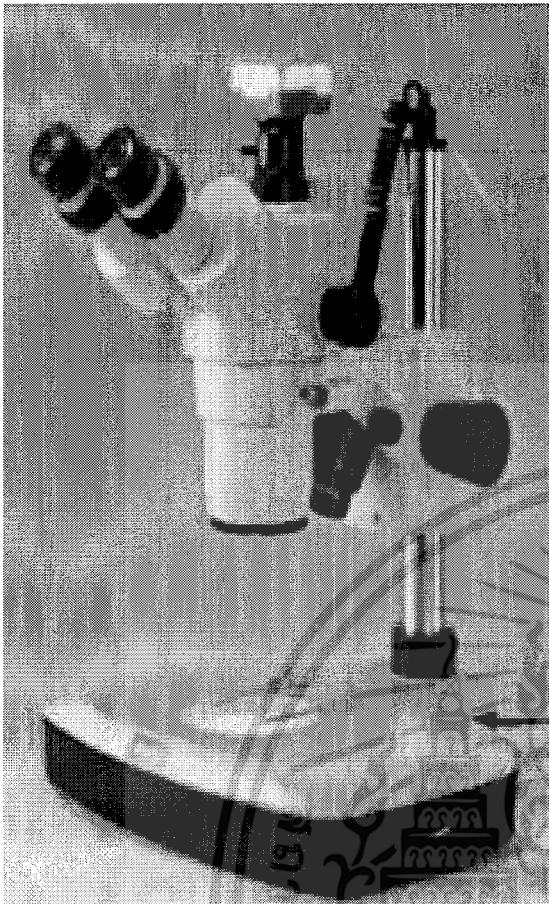


รูป ก2 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับกล้อง Motic ในการถ่ายรูปและวัดขนาด

3. กล้อง

ใช้กล้อง Motic รุ่น SMZ-168 c0.68x 1/2" ในการถ่ายรูปเพื่อดูลักษณะทางกายภาพของชิ้นทดสอบและวัดขนาดโดยใช้ร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังรูป ก3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ก3 กล้อง Motic รุ่น SMZ-168 c0.68x 1/2"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก3 ข้อมูลทางเทคนิคกล้อง Motic รุ่น SMZ-168 c0.68x 1/2" [7]

	SMZ - 168 BL	SMZ - 168 TL	SMZ - 168 BL (60)
Optical System	GREENOUGH		
Magnification Range	2.25X - 320X		
Zoom body magnification	0.75X - 5X		
Zoom Ratio	1 : 6.7		
Eyepieces	WF 10X/23 High eye point		
Interpupillary distance	52mm – 75mm		
Diopter adjustment	±5°		
Observation angle	35°		60°
Working Distance	113 mm		
Choice of eyepieces	5X/23	6.25X/23	10X/21 15X/17 20X/13 30X/8 32X/8
Additional objectives available	0.3X WD = 324mm		
	0.5X WD = 192mm		
	0.63X WD = 156mm		
	0.75X WD = 127mm		
	1.5X WD = 50mm		
	2X WD = 34.5mm		
Max. Magnification	320X		
Max. field of view	102 mm		
Max. working distance	324 mm		
Top light	12V / 10W Halogen [Reflected]		
Bottom light	12V / 10W Halogen		
Photo and Video adapters	2X Photo Adapter		
	0.35x CCD Adapter [for 1/3" CCD]		
	0.65x CCD Adapter [for 1/2" CCD]		

4. เครื่องวัดความแข็ง

ใช้เครื่องวัดความแข็ง Shore Durometers Type M Systems โดยมีรูปเครื่องและคุณสมบัติต่างๆ ดังแสดงในรูป ก4 และตาราง ก4 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ก4 เครื่องวัดความแข็ง Shore Durometers Type M Systems

ตาราง ก4 แสดงเครื่องวัดความแข็ง Shore Durometers Type M Systems [8]

Scale Range	0-100
Scale Resolution (points)	1
Hardness Range	10-90
Descent Rate	3.2 mm/s(0.0125 in/s)
Indenter Extension	1.25 mm(0.049 in)
Indenter Type	Sharp 30 Deg. Angle
Indenter Diameter	0.8 mm(0.03 in)
Max. Spring Force	78 g
Throat Depth	22 mm(0.87 in)
Throat Height	32 mm(1.25 in)
Table Dimensions	95 x 55 mm(3.25 x 2 in)
Testing Standards	ASTM D2240-00
Power Requirements	N/A
Weight	7.7 kg(17 lb)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ขั้นตอนในการพิจารณาภาวะสมดุล

สภาวะสมดุลคือ สภาวะที่ชิ้นส่วนทุกชิ้นในชุดการทดลองไม่มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก หรือมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ซึ่งต้องอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้

เมื่อพิจารณาแล้วว่าชิ้นส่วนที่นำมาทดสอบเข้าสู่สภาวะสมดุล การแช่ชิ้นส่วนก็จะสิ้นสุดลง ค่าต่างๆ จะถูกนำมาพิจารณา และชิ้นส่วนจะเข้าสู่กระบวนการถัดไปซึ่งได้แก่ การวัดความแข็ง และการอบแห้ง เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก (WL) สำหรับหลักการพิจารณาว่าชิ้นส่วนอยู่ในสภาวะสมดุลหรือไม่นั้นสามารถพิจารณาได้จากค่า F ดังแสดงในตาราง ข1 เมื่อค่า F อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ก็แสดงว่าชิ้นส่วนเข้าสู่สภาวะสมดุล

ตาราง ข1 ค่า F ที่เหมาะสมตามมาตรฐาน SAE J1748 [3]

จำนวนของชุดข้อมูล หรือ ช่วงเวลา (p)	จำนวนของตัวอย่าง(n)			
	3	4	5	6
2	7.71	5.99	5.32	4.96
3	5.14	4.26	3.69	3.68
4	4.07	3.49	3.24	3.10
5	3.48	3.06	2.87	2.76

ในที่นี้จะใช้ค่า F แทนค่ามาตรฐานและค่า F คือค่าที่ได้จากการทดลอง สำหรับขั้นตอนการหาค่า F มีดังต่อไปนี้

1. หาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI) และหาความแปรปรวน (VAR)

ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก และความแปรปรวน หาได้จากสมการที่ (1)

$$\text{Apparent Percent Weight Increase} = \%W = \frac{\text{Swollen weight} - \text{Original weight}}{\text{Original weight}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{avg}_i = \frac{\sum \%W}{n} \quad \text{var}_i = \frac{\sum (\%W_i - \text{avg}_i)^2}{n - 1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ

Swollen weight	คือ	น้ำหนักเปียก
Original weight	คือ	น้ำหนักเดิม
avg_i	คือ	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนัก หลังจากช่วงเวลาที่เป็น i
n	คือ	จำนวนของตัวอย่าง (ใช้ $n=5$)
var_i (VARIANCE)	คือ	ความแปรปรวน

นำค่าที่คำนวณได้ในข้างต้นใส่ในตารางดังแสดงในตาราง ข2

ตาราง ข2 ตัวอย่างตารางบันทึกค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลาที่เป็น										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	%W										
2	%W										
3	%W										
4	%W										
5	%W										
AVERAGE	avg_i										
VARIANCE	var_i										

2 คำนวณค่าเฉลี่ยทั้งหมด (Overall Average Value, AVG)

เปรียบเทียบช่วงเวลา 3 ช่วงสุดท้าย ($p = 3$) และคำนวณค่าเฉลี่ยทั้งหมด จากสมการที่ (2)

$$AVG = \frac{\sum avg_i + avg_{i-1} + avg_{i-2}}{3} \quad (2)$$

3 หาค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแต่ละค่า (Individual Values of the Averages, $Var(avg)$)

ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแต่ละค่าหาจากสมการที่ (3)

$$Var(avg) = \frac{(avg_i - AVG)^2 + (avg_{i-1} - AVG)^2 + (avg_{i-2} - AVG)^2}{2} \quad (3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนทั้งหมด (Average of All the Variances, (*var*))

ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนทั้งหมด หาจากสมการที่ (4)

$$AVG(var) = \frac{\sum Var_i + Var_{i-1} + Var_{i-2}}{p} \quad (4)$$

เมื่อ :

p คือ จำนวนช่วงเวลา

หมายเหตุ : ข้อมูลจากช่วงเวลา 4, 5, 6 สุดท้ายหรือมากกว่านั้น อาจจะถูกนำมาใช้หาค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนทั้งหมด (Avg (*var*))

5 ค่า \bar{F}

หาค่า \bar{F} โดยหารค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแต่ละค่า ($Var(avg)$) ด้วยค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนทั้งหมด ($AVG(var)$) แล้วคูณด้วยจำนวนตัวอย่าง *n* ในชุดข้อมูลนั้นๆ คูสมการที่ (5)

$$\frac{VAR(avg)n}{AVG(var)} = \bar{F} \quad (5)$$

6. เปรียบเทียบค่า \bar{F} ที่ได้จากการทดลองกับค่า *F* มาตรฐาน

โดยนำค่า \bar{F} ที่ได้จากการทดลองไปเทียบกับค่า *F* ที่เหมาะสมตามมาตรฐาน SAE J1748 (ตารางที่ ข1) ซึ่งในการทดสอบนี้จำนวนตัวอย่าง 5 ตัวอย่าง จำนวนช่วงเวลาเท่ากับ 2 ดังนั้นค่า *F* มาตรฐานคือ 5.32

เงื่อนไขการเปรียบเทียบ

ถ้าค่า $\bar{F} \leq F$ ยอมรับได้และหาค่าอื่นต่อไปได้

ถ้าค่า $\bar{F} > F$ ทำการแซ่ชิ้นส่วนต่อไปจนได้ค่า \bar{F} ที่ยอมรับได้

หลังจากที่หาค่า \bar{F} และเปรียบเทียบแล้วว่าค่าจากการทดลองเป็นที่ยอมรับได้ ต่อไปก็หาค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักหนัก เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักเมื่อเทียบกับ E10 และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งได้ ซึ่งวิธีการหาแสดงในหัวข้อต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตัวอย่างการคำนวณและผลการทดลอง

ในที่นี้จะใช้ผลการทดสอบน้ำหนักของชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่างกับน้ำมัน E10 (รหัส ชิ้นส่วน 23291-41010) เป็นตัวอย่างมีผลน้ำหนักตามตาราง ข3

ตาราง ข3 ผลการทดสอบน้ำหนักเปียกชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (23291-41010) กับน้ำมัน E10

ตัวอย่าง หมายเลข	ก่อนแช่	จำนวนชั่วโมง								
		168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512
E10-01	0.8499	1.0972	1.0946	1.0943	1.0926	1.0950	1.1153	1.1268	1.1296	1.1387
E10-02	0.8468	1.0888	1.0836	1.0916	1.1091	1.1097	1.1112	1.1259	1.1373	1.1445
E10-03	0.8527	1.1023	1.1042	1.1090	1.1089	1.1098	1.1101	1.1198	1.1264	1.1388
E10-04	0.8502	1.1025	1.1049	1.1085	1.1068	1.1080	1.1139	1.1260	1.1368	1.1421
E10-05	0.8516	1.1008	1.1010	1.1088	1.1087	1.1100	1.1118	1.1279	1.1339	1.1438

(1) หาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (Apparent Percent Weight Increase, WI) และหาความแปรปรวน (VAR) จากสมการที่ (1)

$$\text{Apparent Percent Weight Increase} = \%W = \frac{\text{Swollen weight} - \text{Original weight}}{\text{Original weight}} \times 100$$

สำหรับช่วงเวลาที 1 จะได้

ชั้นที่ 1

$$\%W = \frac{1.0946 - 1.0972}{1.0946} \times 100 = -0.2370$$

ชั้นที่ 2

$$\%W = \frac{1.0836 - 1.0888}{1.0888} \times 100 = -0.4776$$

ชั้นที่ 3

$$\%W = \frac{1.1042 - 1.1023}{1.1023} \times 100 = 0.1724$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นที่ 4

$$\%W = \frac{1.1049 - 1.1025}{1.1025} \times 100 = 0.2204$$

ชั้นที่ 5

$$\%W = \frac{1.1010 - 1.1008}{1.1008} \times 100 = 0.0182$$

หาค่าเฉลี่ย จาก

$$avg_i = \frac{\sum \%W}{n}$$

$$avg_1 = \frac{(-0.2370) + (-0.4776) + 0.1724 + 0.2204 + 0.0182}{5} = -0.0607$$

หาความแปรปรวน จาก

$$var_i = \frac{\sum (\%W_i - avg_i)^2}{n - 1}$$

$$var_1 = \frac{[((-0.2370) - (-0.0607))^2 + (28.5782 - (-0.0607))^2 + (29.2717 - (-0.0607))^2 + (30.8516 - (-0.0607))^2 + (30.2372 - (-0.0607))^2] / (5 - 1)}{5} = 0.1045$$

นำค่าที่คำนวณได้ทั้งหมดในข้างต้นใส่ในตาราง จะได้ค่าดังแสดงในตาราง ข4

ตาราง ข4 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชั้นส่วนตัวรองเท้าชนิดตัวล่างกับน้ำมัน E10 (รหัสชั้นส่วน 23291-41010)

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักหลังจากช่วงเวลา							
	1	2	3	4	5	6	7	8
E10-01	-0.2370	-0.0274	-0.1554	0.2197	1.8539	1.0311	0.2485	0.8056
E10-02	-0.4776	0.7383	1.6032	0.0577	0.1316	1.3229	1.0125	0.6331
E10-03	0.1724	0.4329	-0.0117	0.0830	0.0297	0.8738	0.5894	1.1009
E10-04	0.2204	0.3195	-0.1507	0.1103	0.5316	1.0863	0.9591	0.4662
E10-05	0.0182	0.7039	-0.0081	0.1182	0.1649	1.4481	0.5320	0.8731

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AVERAGE	-0.0607	0.4334	0.2554	0.1178	0.5423	1.1524	0.6683	0.7758
VARIANCE	0.1045	1.0372	0.8990	0.0732	2.0442	6.6938	2.3342	3.0671

(2) คำนวณค่าเฉลี่ยทั้งหมด (Overall Average Value, AVG) โดยเปรียบเทียบช่วงเวลา 3 ช่วงสุดท้าย ($p = 3$) และคำนวณค่าเฉลี่ยทั้งหมด จากสมการ (2)

$$AVG = \frac{\sum avg_i + avg_{i-1} + avg_{i-2}}{3}$$

จากตาราง ข4 จะได้

$$AVG = \frac{avg_8 + avg_7 + avg_6}{3}$$

$$AVG = \frac{0.7758 + 0.6683 + 1.1524}{3} = 0.8655$$

(3) หาค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแต่ละค่าตามสมการ (3)

$$Var(avg) = \frac{(avg_i - AVG)^2 + (avg_{i-1} - AVG)^2 + (avg_{i-2} - AVG)^2}{2}$$

$$Var(avg) = \frac{(avg_8 - AVG)^2 + (avg_7 - AVG)^2 + (avg_6 - AVG)^2}{2}$$

$$Var(avg) = \frac{(0.7758 - 0.8655)^2 + (0.6683 - 0.8655)^2 + (1.1524 - 0.8655)^2}{2}$$

$$Var(avg) = 0.0646$$

(4) หาค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนทั้งหมด (Average of All the Variance, (var)) จากสมการที่ (4)

$$AVG(var) = \frac{\sum Var_i + Var_{i-1} + Var_{i-2}}{p}$$

$$AVG(var) = \frac{Var_8 + Var_7 + Var_6}{3}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา p เท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$AVG(var) = \frac{3.0671 + 2.3342 + 6.6938}{3} = 4.0317$$

(5) หาค่า \hat{F} คูสมการที่ (5)

$$\frac{VAR(avg)}{AVG(var)} = \hat{F}$$

$$\frac{VAR(avg)n}{AVG(var)} = \frac{0.0646 \times 5}{4.0317} = 0.0160$$

(6) เปรียบเทียบค่า \hat{F} ที่ได้จากการทดลองกับค่า F มาตรฐานโดยนำค่า \hat{F} ที่ได้จากการทดลองไปเทียบกับค่า F ที่เหมาะสมตามมาตรฐาน SAE J1748 (ตารางที่ ข1) คือ 5.32

นำค่า \hat{F} ที่คำนวณได้จากการทดลองเปรียบเทียบกับค่า F ที่ได้จากราย พบว่า

$$0.0160 < 5.32$$

จากเงื่อนไขที่ $\hat{F} \leq F$ จะเป็นค่าที่ยอมรับได้และคำนวณต่อไปได้

ดังนั้นจึงยอมรับค่าผลของการทดลองได้

ภาคผนวก ค

การหาเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก

(Apparent Percent Weight Increase, WI)

การหาเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักนี้จะทำหลังจากการพิจารณาภาวะสมดุล โดยพิจารณาค่า F ที่ได้จากการทดลองกับค่า F มาตรฐาน แล้วพบว่าสามารถยอมรับได้ จึงได้นำค่าต่างๆ มาหาเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก สามารถหาได้ดังสมการ

$$\text{Apparent Percent Weight Increase} = \%W = \frac{\text{Swollen weight} - \text{Original weight}}{\text{Original weight}} \times 100$$

เมื่อ

Swollen weight คือ น้ำหนักเปียกครั้งสุดท้ายก่อนอบแห้ง
Original weight คือ น้ำหนักเดิม

ตัวอย่างการหาเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก

ในที่นี้จะใช้ผลน้ำหนักของชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (รหัสชิ้นส่วน 23291-41010) เป็นตัวอย่างเพื่อจะได้มีความต่อเนื่องจากการหาค่า F ในภาคผนวก ข และเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น ผลน้ำหนักเปียกของชิ้นส่วนหัวฉีดตัวล่างแสดงในตาราง ค1

ตาราง ค1 ผลน้ำหนักของชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (รหัสชิ้นส่วน 23291-41010)

P/N 23291-41010	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)			น้ำหนักเปียก (กรัม)		
	E10	E85	E100	E10	E85	E100
ตัวอย่างหมายเลข 1	0.8499	0.8511	0.8467	1.1387	0.9494	0.8479
2	0.8468	0.8474	0.8458	1.1445	0.9482	0.8462
3	0.8527	0.8469	0.8448	1.1388	0.9460	0.8520
4	0.8502	0.8515	0.8445	1.1421	0.9519	0.8514
5	0.8516	0.8477	0.8468	1.1438	0.9480	0.8522
เฉลี่ย	0.8502	0.8489	0.8457	1.1416	0.9487	0.8499

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางผลน้ำหนักในตาราง ค1 จะยกตัวอย่างการหาเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักกับ
ชิ้นส่วนที่แช่ในน้ำมัน E10 ส่วนค่าที่เหลือหาจากวิธีเดียวกัน

จากสมการการหาเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก

$$\text{Apparent Percent Weight Increase} = \%W = \frac{\text{Swollen weight} - \text{Original weight}}{\text{Original weight}} \times 100$$

$$\%W = \frac{1.1416 - 0.8502}{0.8502} \times 100 = 34.27$$

นำค่าที่หาได้ทั้งหมดลงในตารางบันทึกผล ดังตาราง ค2

ตาราง ค2 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนยางรองหัวฉีดตัวล่าง

Part Number	% weight increase			% weight compare E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
23291-41010	34.27	11.75	0.50	22.51	33.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การหาเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก

(Apparent Percent Weight Lost, WL)

เป็นค่าบ่งชี้การสูญเสียของวัสดุที่ทำจากโพลีเมอร์เข้าไปในน้ำมันเชื้อเพลิงที่ชั้นส่วนนั้นแช่อยู่ โดยค่าดังกล่าวสามารถหาได้จากสมการ

$$\text{Apparent Percent Weight Lost} = \frac{\text{dried weight} - \text{Original weight}}{\text{dried weight}} \times 100$$

โดยที่ Dried weight คือน้ำหนักของชิ้นส่วนที่ได้จากการชั่งชิ้นส่วนเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ หลังจากถูกอบให้แห้งในภาชนะเปิด ที่อุณหภูมิ $70 \pm 2^\circ\text{C}$ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

ตัวอย่างการหาเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก

การหาเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก จะใช้ผลน้ำหนักของชิ้นส่วนตัวอย่างหั่วฉีดตัวล่าง (รหัสชิ้นส่วน 23291-41010) เป็นตัวอย่างเช่นเดียวกับการหาเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก โดยผลน้ำหนักแสดงในตาราง ง1

ตาราง ง1 ผลน้ำหนักหลังอบแห้งของชิ้นส่วนตัวอย่างหั่วฉีดตัวล่าง (รหัสชิ้นส่วน 23291-41010)

P/N 23249-46180	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)			น้ำหนักหลังอบแห้ง (กรัม)		
	E10	E85	E100	E10	E85	E100
ตัวอย่างหมายเลข						
1	0.8499	0.8511	0.8467	0.7117	0.7052	0.7061
2	0.8468	0.8474	0.8458	0.7108	0.7039	0.7048
3	0.8527	0.8469	0.8448	0.7096	0.7026	0.7081
4	0.8502	0.8515	0.8445	0.7082	0.7063	0.709
5	0.8516	0.8477	0.8468	0.7102	0.7024	0.7097
เฉลี่ย	0.8502	0.8489	0.8457	0.7101	0.7041	0.7075

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางผลน้ำหนักในตาราง ง1 จะยกตัวอย่างการหาเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักกับ
 ชั้นส่วนที่แช่ในน้ำมัน E10 ส่วนค่าที่เหลือหาจากวิธีเดียวกัน

จากสมการการหาเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก

$$\text{Apparent Percent Weight Lost} = \frac{\text{dried weight} - \text{Original weight}}{\text{dried weight}} \times 100$$

$$= \frac{0.7101 - 0.8502}{0.8502} \times 100 = 16.4824$$

นำค่าที่หาได้ทั้งหมดลงในตารางบันทึกผล ดังตาราง ง2

ตาราง ง2 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักของชั้นส่วนยางรองหัวฉีดตัวล่าง

Part Number	% weight lost			compare E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
23291-41010	16.4824	17.0617	16.3387	0.5793	0.1437

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

การหาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็ง

(Percent Hardness changes, HN)

เป็นค่าบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกล ของวัสดุที่เป็นโพลีเมอร์เนื่องจากผลกระทบของน้ำมัน E85 และ E100 เปรียบเทียบกับผลกระทบจากน้ำมัน E10 โดยค่าดังกล่าวสามารถหาได้จากสมการ

$$\text{Percent Hardness change} = \frac{\text{hardness E85, E100} - \text{hardness E10}}{\text{hardness E10}} \times 100$$

ตัวอย่างการหาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็ง

การหาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็ง จะใช้ผลน้ำหนักของชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (รหัสชิ้นส่วน 23291-41010) เป็นตัวอย่าง โดยผลความแข็งที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยของทั้ง 5 ตัวอย่างที่นำมาทดสอบ ผลค่าความแข็งแสดงในตาราง จ1

ตาราง จ1 ผลค่าความแข็งของชิ้นส่วนตัวรองหัวฉีดตัวล่าง (รหัสชิ้นส่วน 23291-41010)

Part Number	Hardness		
	E10	E85	E100
23291-41010	64.96	65.92	67.88

จากตารางผลความแข็งในตาราง จ1 จะยกตัวอย่างการหาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็ง กับชิ้นส่วนที่แช่ในน้ำมัน E85 เทียบกับ E10 ส่วนค่าที่เหลือหาจากวิธีเดียวกัน

จากสมการการหาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็ง

$$\text{Percent Hardness change} = \frac{\text{hardness E85, E100} - \text{hardness E10}}{\text{hardness E10}} \times 100$$

$$= \frac{65.92 - 64.96}{64.96} \times 100 = 1.48$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำค่าที่หาได้ทั้งหมดลงในตารางบันทึกผล ดังตาราง จ2

ตาราง จ2 เปรูเซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็งของชิ้นส่วนยางรองหัวฉีดตัวล่าง

Part Number	% hardness change	
	E85	E100
23291-41010	1.48	4.50



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การศึกษาการกัดกร่อนของน้ำมัน อี85 ของท่อโพลีเมอร์ ในระบบทางเดินน้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์¹

สิทธิพร ศิริปัญญา², วสุ งามสรรพ², คุณาวุฒิ วิเชียรเครือ², ไกรภพ อ่อนราช², ปัญญา ชันธุ์สุวรรณ³

บทคัดย่อ

จากสภาวะราคาน้ำมันในประเทศที่เพิ่มขึ้นต่อเนื่องได้ส่งผลกระทบต่อประชาชนทั่วไปทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยรวมแล้วค่าครองชีพของประชาชนก็จะสูงขึ้นตาม เพื่อบรรเทาผลกระทบที่เกิดขึ้นรัฐบาลจึงได้พยายามส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงทดแทนที่มีส่วนผสมเอทานอลร้อยละ 85 โดยปริมาตรกับน้ำมันเบนซิน หรือที่ใช้ชื่อทางการค้าว่า อี85 (E85) เพื่อให้การส่งเสริมของภาครัฐบาลบรรลุจุดมุ่งหมาย การศึกษาการใช้เชื้อเพลิงชนิดนี้อย่างรอบด้านจึงมีความจำเป็น หนึ่งในความสนใจดังกล่าวคือผลกระทบของอี85ต่อชิ้นส่วนรถยนต์ในระบบส่งจ่ายเชื้อเพลิงของรถยนต์รุ่นเก่า ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้มุ่งความสนใจไปที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคล โดยที่ชิ้นส่วนของรถยนต์รุ่นปี 2005 ได้ถูกคัดเลือกเพื่อนำมาทดสอบความทนในการกัดกร่อนของเชื้อเพลิง โดยวิธี การแช่ในภาชนะระบบปิด ที่อุณหภูมิ 55 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2000 ชั่วโมง ซึ่งการทดสอบดังกล่าวได้ถูกออกแบบให้เป็นไปตามมาตรฐาน SAE และ ASTM เพื่อจำลองสภาวะการใช้งานจริง ทั้งระหว่างการทำทดสอบรวมถึงหลังสิ้นสุดการทดสอบ ได้มีการบันทึกค่าข้อมูล ได้แก่ ขนาดน้ำหนัก ความแข็ง รวมถึงภาพถ่าย ของชิ้นส่วนที่แช่ในเชื้อเพลิงอี85 เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากชิ้นส่วนที่แช่ในเชื้อเพลิงอี 10 เพื่อการวิเคราะห์ในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

คำสำคัญ: การทดสอบวัสดุ, เชื้อเพลิงเบนซินผสมเอทานอลร้อยละ 85

Abstract

As the soaring gasoline price, the study of using alternative gasoline blends with other oxygenate additives such as Ethanol, Methanol, etc., to automotives becomes necessary and considerably vital. In Thailand, gasoline mixtures with 85% Ethanol by volume so called E85 recently available with guaranteed lower selling price are expected to replace former types of gasoline. The looming change leads to certain concerns on material compatibility with E85 for automobiles deliberately not designed to run by such blends. Parts in fuel supply systems of pre-determined automobiles of years 2005, believed to represent most used passenger vehicles in Thailand, were selected. Fluid immersion tests complying with SAE and ASTM were performed to those parts. Contained in closed containers, the metallic and polymeric parts were submersed in test fluids inside an oven in which temperature was maintained at $55 \pm 2^\circ\text{C}$ for at least 2000 hours. Weekly collected data, i.e. physical appearances and physical properties, were statistical evaluated for parts' compatibility to E85 by comparing the data to those collected from the other parts submersed in E10 test fluid.

©2008 Department of Mechanical Engineering, KMUTL. All rights reserved

Keywords: Compatibility test, E85

¹ชื่ออังกฤษ "Compatibility test E85"

²นักศึกษาคณะวิศวกรรมเครื่องกล สจล. ห้อง 30/1 รหัส 49015513, 49015506, 49015485 และ 49015483 ตามลำดับ

³อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สจล. โทร. 0 2326 4197, อีเมล kkpanya@kmitl.ac.th หรืออ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

เนื่องจากราคาน้ำมันเบนซินในตลาดโลกมีแนวโน้มสูงขึ้นต่อเนื่องจนส่งผลกระทบต่อค่าครองชีพของประชาชนในประเทศเป็นอย่างมาก การส่งเสริมให้มีการใช้เชื้อเพลิงทดแทนจึงมีความจำเป็น เพื่อช่วยบรรเทาผลกระทบดังกล่าวจากราคาน้ำมันเบนซิน ประกอบกับประเทศไทยเป็นประเทศที่มีกำลังผลิตเอทานอลในปริมาณที่มีเพียงพอที่สามารถส่งออกไปในตลาดโลกจากวัตถุดิบที่ได้จากอ้อยและมันสำปะหลัง ด้วยเหตุนี้เชื้อเพลิงทดแทนที่มีส่วนผสมของเอทานอลในน้ำมันเบนซิน จึงเลือกเป็นเชื้อเพลิงทดแทนที่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับประเทศไทย ประกอบกับเหตุผลทางด้านเศรษฐกิจและความมั่นคงทางด้านพลังงาน ที่ต้องการลดการพึ่งพาน้ำมันเชื้อเพลิงจากการนำเข้า และเพิ่มเสถียรภาพทางด้านพลังงานให้กับประเทศไทยแล้ว ยังทำให้เกษตรกร ผู้ปลูกมันสำปะหลังและอ้อยมีรายได้ที่ดีขึ้นตามไปด้วย

ดังนั้นรัฐบาลจึงมีนโยบายที่จะส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงทดแทนที่มีส่วนผสมของเอทานอล โดยเริ่มต้นที่อัตราส่วนผสมของเอทานอลร้อยละ 85 โดยปริมาตรในน้ำมันเบนซิน ซึ่งอาจมีมากถึงร้อยละ 100 โดยปริมาตรในอนาคตอันใกล้ โดยวิธีการสร้างแรงจูงใจทางด้านภาษี

ต่อผู้ผลิตรถยนต์ ประกอบกับการมีส่วนร่วมของสถาบันศึกษาที่เป็นอิสระในการวิจัยเพื่อเพิ่มความมั่นใจต่อประชาชนทั่วไป หนึ่งในมาตรการการส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิง อี85 ดังกล่าวคือการศึกษาผลกระทบของน้ำมันอี85 ต่อรถยนต์รุ่นก่อนปี 2006 ที่ไม่ได้ออกแบบมาเพื่อใช้งานได้น้ำมันอี85 โดยเฉพาะชิ้นส่วนที่อยู่ในทางเดินน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังน้ำมันเชื้อเพลิงไปจนถึงห้องเผาไหม้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะศึกษาผลกระทบดังกล่าวต่อรถยนต์รุ่นก่อนปี 2006 โดยการเลือกชิ้นส่วนที่สัมผัสน้ำมันและไอระเหยน้ำมันของรถยนต์ ปี 2005 หนึ่งยี่ห้อ ซึ่งเป็นรุ่นที่ได้รับความนิยมในประเทศไทย ซึ่งจะขอลำรายชื่อ ยี่ห้อ เป็นยี่ห้อ A มาทำการทดสอบชิ้นส่วน เพื่อที่จะเปรียบเทียบผลกระทบระหว่างชิ้นที่แช่ในเชื้อเพลิงอี85 กับชิ้นที่แช่ในเชื้อเพลิง อี 10 ของแต่ละยี่ห้อ โดยผลที่ได้จะเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจของผู้ซื้อรถยนต์ที่จะใช้เชื้อเพลิงอี85 เป็นเชื้อเพลิงทดแทน และเป็นข้อมูลในการปรับปรุงชิ้นส่วนยานยนต์ให้สามารถรองรับเชื้อเพลิงผสมเอทานอลร้อยละ 85 โดยปริมาตร และยิ่งไปกว่านั้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาการใช้งานของเชื้อเพลิงผสมเอทานอลร้อยละร้อยละ 100 โดยปริมาตร ในอนาคตต่อไป

สัญลักษณ์

E85	เชื้อเพลิงเบนซินผสมเอทานอลร้อยละ 85 โดยปริมาตร	WI	ค่าบ่งชี้การเพิ่มน้ำหนักชิ้นส่วนเนื่องจากการแทรกซึมของน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปในชิ้นส่วนที่เป็นโพลีเมอร์
HN	ค่าบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกลของวัสดุที่เป็นโพลีเมอร์เนื่องจากผลกระทบของน้ำมันเบนซิน อี 85	WL	ค่าบ่งชี้น้ำหนักที่ลดลงของวัสดุที่ทำจากโพลีเมอร์เข้าไปในน้ำมันเชื้อเพลิง

2. ทฤษฎีและการคำนวณ

ในการวิจัยนี้ วิธีการศึกษาผลกระทบของน้ำมัน อี85 ของชิ้นส่วนรถยนต์ได้จากการดัดแปลงมาตรฐาน SAE J1748 [1] สำหรับวัสดุที่เป็นโพลีเมอร์ ซึ่งค่าตัวแปรต่างๆในการวิจัยได้สรุปไว้ดังนี้

2.1 Apparent percent weight increase (WI) เป็นค่าบ่งชี้ถึงการเพิ่มน้ำหนักชิ้นส่วนเนื่องจากการแทรกซึมของน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปในชิ้นส่วนที่เป็นโพลีเมอร์โดยค่าดังกล่าวสามารถหาได้จากสมการที่ 1 โดยที่ การชั่งน้ำหนักของชิ้นส่วนขณะเปียก ได้จากการชั่งชิ้นส่วนที่ปราศจากหยดน้ำมันโดยการเป่าด้วยลม

$$\text{Apparent percent weight increase} = \frac{\text{wet weight} - \text{original weight}}{\text{original weight}} \times 100 \quad (1)$$

โดยที่ การชั่งน้ำหนักของชิ้นส่วนขณะเปียก ได้จากการชั่งชิ้นส่วนที่ปราศจากหยดน้ำมันโดยการเป่าด้วยลม

2.2 Apparent percent weight lost (WL) เป็นค่าบ่งชี้การที่ลดลงของวัสดุที่ทำจากโพลีเมอร์เข้าไปในน้ำมันเชื้อเพลิงที่ชิ้นส่วนนั้นแช่อยู่ โดยค่าดังกล่าวสามารถหาได้จากสมการที่ 2

$$\text{Percent weight lost} = \frac{\text{dried weight} - \text{original weight}}{\text{original weight}} \times 100 \quad (2)$$

โดยที่ Dried weight คือ น้ำหนักของชิ้นส่วนได้จากการชั่งเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ หลังจากถูกอบให้แห้งในภาชนะเปิด ที่อุณหภูมิ $70 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2.3 Percent Hardness change (HN) เป็นค่าบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกล ของวัสดุที่เป็นโพลีเมอร์เนื่องจากผลกระทบของน้ำมันเบนซินอี85 เปรียบเทียบกับผลกระทบจากน้ำมันอี 1 โดยค่าดังกล่าวสามารถหาได้จากสมการที่ 3

$$\text{Percent hardness change} = \frac{\text{hardness E85} - \text{hardness E10}}{\text{hardness E10}} \times 100 \quad (3)$$

3. อุปกรณ์การทดลองและวิธีการทดลอง

3.1 การเลือกชิ้นส่วนในการทดสอบวัสดุ

ตารางที่ 1 ตารางตัวอย่างชิ้นทดสอบของ Toyota Vios 1.5J

ลำดับ	รูปและขนาดชิ้นทดสอบ	รหัส	ชื่อชิ้นทดสอบ
1		23249-46180	ยางรองปั๊มหัวฉีด
2		23291-41010	ตัวรองหัวฉีดตัวล่าง
3		23827-0M020	ท่อยางไอน้ำมันเชื้อเพลิง
4		23901-21060	ท่อยางน้ำมันเชื้อเพลิง
5		77027-52070-1	สายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง
6		77209-52020	สายน้ำมันไหลกลับ
7		77213-0D030	ท่อทางคบน้ำมันใหญ่
8		77269-0D010	ท่อทางคบน้ำมันเล็ก
9		90301-07037-1	โอริงหัวฉีด
10		95333-06020	ท่อยางไอน้ำมัน 2

3.2 น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ (Test Fluids)

เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบนี้ คือน้ำมันเบนซินอี85 ที่เป็นไปตามมาตรฐานของกรมธุรกิจพลังงาน ที่ผลิตโดยบริษัทบางจาก จำกัด

(มหาชน) และ น้ำมันเบนซิน อี 10 ที่ถูกนำมาเป็นเชื้อเพลิงเพื่อการเปรียบเทียบผลกระทบของน้ำมันเบนซินอี85 ต่อชิ้นส่วนรถยนต์

3.3 อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ (Test Condition)

อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ ความทนต่อการกัดกร่อนของเชื้อเพลิง ของวัสดุติบและชิ้นส่วนรถยนต์จะมีค่าแตกต่างกันไปตามประเภทของวัสดุมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ และผู้ทดสอบ ดังที่ได้สรุปไว้ในตารางที่2 จะเห็นได้ว่าการใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นระยะเวลาในการทดสอบจะลดลง ซึ่งการทดสอบที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 720 ชั่วโมงของโลหะอาจเทียบเท่ากับการใช้งานจริงของวัสดุดังกล่าวถึง 15 ปี [2] ดังนั้นเพื่อที่จะสามารถทดสอบวัสดุที่เป็นทั้งโลหะ และโพลีเมอร์ได้ในเวลาเดียวกัน และสามารถประเมินผลความคงทนของวัสดุต่อน้ำมันเบนซินอี85 การทดสอบในงานวิจัยนี้จึงดำเนินการที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลาอย่างน้อย 1000 ชั่วโมง ในการทดสอบชิ้นส่วนรถยนต์ทั้งที่ทำจากโลหะ และโพลีเมอร์

ตารางที่ 2 ตารางสรุปวิธีการทดสอบแช่ของวัสดุชนิดต่างๆ

มาตรฐาน	ประเภทวัสดุ	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (ชั่วโมง)
SAE J1747[3]	โลหะ	45±2	2,000
SAE J1748[1]	โพลีเมอร์	55 ±2	2,000
SAE 3710 [2]	อลูมิเนียม	100	720
Orbital [4]	โลหะและโพลีเมอร์	55 ±2	2,000

3.4 ขั้นตอนการทดสอบ (Test Procedure)

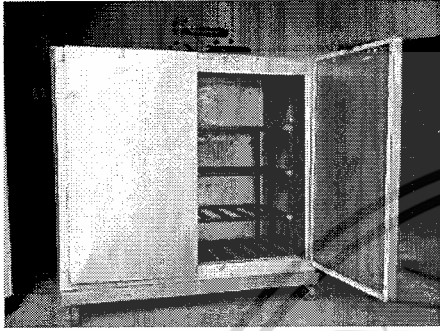
การทดสอบจะเริ่มจากการนำชิ้นส่วนยานยนต์ที่เลือกไว้มาทดสอบความทนต่อการกัดกร่อนของเชื้อเพลิงโดยวิธี การแช่ชิ้นส่วน ตามมาตรฐาน และ SAEJ1748 [1] ที่ทำการแช่ชิ้นส่วนดังกล่าว ในเชื้อเพลิงทดสอบ นั่นคือน้ำมันเบนซินอี 10 และเบนซินอี 85

โดยการนำชิ้นส่วนนั้นมาแช่ในน้ำมันที่ใส่ในบีกเกอร์แก้วทนความร้อนที่มีความจุขนาด 200 ml โดยที่บีกเกอร์แก้วจะถูกใส่ไว้ในภาชนะสแตนเลสสตีลอีกชั้น (รูปที่ 1) เพื่อป้องกันไม่ให้เชื้อเพลิงทดสอบระเหยออกจากภาชนะได้



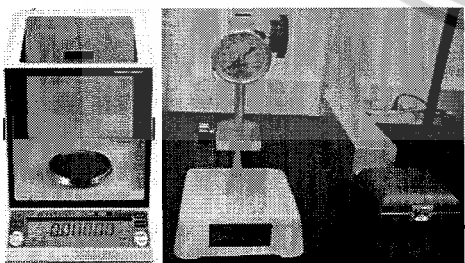
รูปที่ 1 บีกเกอร์แก้วทนความร้อน ขนาด 200 ml พร้อมด้วยภาชนะสแตนเลสสตีล ที่เป็นแบบภาชนะที่ปิดแน่นตามขนาดของบีกเกอร์

ข้อมูลต่างๆ ได้แก่ น้ำหนัก, ขนาด, และ ลักษณะทางกายภาพในระดับ ที่มองเห็นด้วยตาเปล่า และ ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า จะถูกบันทึก ก่อนที่จะนำชิ้นส่วนยานยนต์มาแช่ภายในน้ำมันเชื้อเพลิงที่บรรจุในบีกเกอร์แก้ว โดยมีการเพื่อน้ำมันที่อาจจะระเหยได้ประมาณ 1 - 3 ซม. จากส่วนบนสุดของชิ้นส่วนนั้น เพื่อทำการอบในตู้อบ (รูปที่ 2) ที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 70 ± 2 °C เป็นเวลาอย่างน้อย 1000 ชั่วโมง

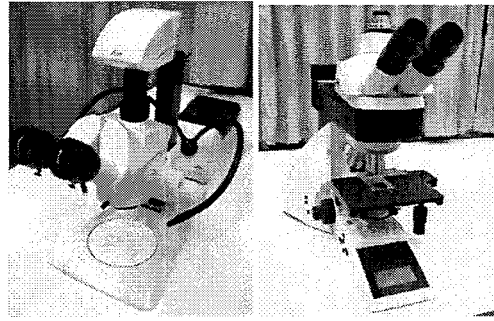


รูปที่ 2 ตู้อบขนาด 1060 x 1300 x 700 mm (กว้าง x ยาว x ลึก) ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 70 ± 2 °C

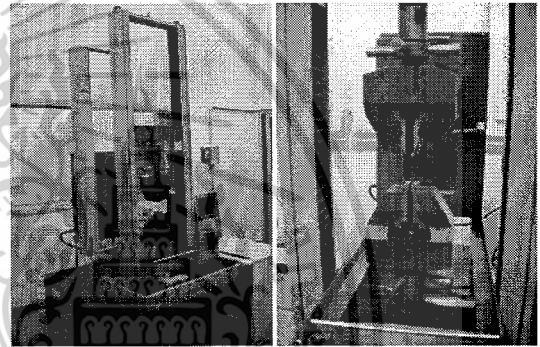
ทุกๆ สัปดาห์ จะนำชิ้นส่วนออกมาทำความสะอาดตามกรรมวิธีมาตรฐานของแต่ละประเภทของวัสดุ พร้อมกับเปลี่ยนน้ำมันที่ใช้ในการแช่ในบีกเกอร์ การทำความสะอาดจะปฏิบัติตามที่ได้แนะนำไว้ในมาตรฐาน SAE 1748[1] โดยที่ทุกสัปดาห์ ชิ้นส่วนจะถูกนำออกมาแช่ในน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนที่จะซับให้แห้งด้วยผ้าหรือเป่าหยดน้ำมันออกก่อนที่จะชั่งน้ำหนักด้วยตาชั่งที่มีความละเอียดอย่างน้อย 0.0001 กรัม (รูปที่ 3 ซ้าย) และวัดขนาดโดยใช้กล้อง Stereoscope Model Leica MS5 ที่มีกล้องดิจิทัล Model EC3 ติดตั้งอยู่ (รูปที่ 4 ซ้าย) ในสภาพเปียก (Wet Condition)



รูปที่ 3 เครื่องชั่งน้ำหนัก (ซ้าย) ยี่ห้อ ScienTech 210D, เครื่องวัด Durometer Type A ด้วยน้ำหนักกด 1 kg (ขวา)



รูปที่ 4 กล้อง Stereoscope Model Leica MS5 (ซ้าย) พร้อมด้วย Digital Camera Model Leica EC3 และ กล้อง Microscope Model Leica DM4000 (ขวา) ที่ติดตั้งอยู่ด้านบน กล้องทั้งสองได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท เอ็มเอ็มที เอ็นจิเนียริง จำกัด



รูปที่ 5 เครื่อง tensile test Testtometric M500 - 100kN.

ค่าน้ำหนักที่ได้จะใช้ในการคำนวณค่า Apparent Percent Weight Increase เพื่อค้นหาจุดเริ่มต้นของการเกิดการรวมก่อนที่จะทำการ วัด Percent Weight Loss ของวัสดุโพลีเมอร์นั้นในสภาพแห้ง เช่นเดียวกับวัสดุที่เป็นโลหะ รูปภาพทั้งในระดับ ที่มองเห็นด้วยตาเปล่า จากกล้อง Stereoscope (รูปที่ 4 ซ้าย) และ ที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าจากกล้องจุลทรรศน์ (รูปที่ 4 ขวา) จะถูกบันทึกไว้ทุกๆ สัปดาห์ รวมถึงการเปลี่ยนน้ำมันเชื้อเพลิงที่แช่ชิ้นส่วนนั้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบของน้ำมันเชื้อเพลิงอี85 ต่อชิ้นส่วนรถยนต์ดังกล่าว เมื่อสิ้นสุดการทดสอบชิ้นส่วนที่เป็นโพลีเมอร์จะถูกอบให้แห้งที่อุณหภูมิที่ 70 ± 2 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อทำการ tensile test ด้วยเครื่อง tensile test Testtometric M500-100kN และหาค่า Percent weight lost ในลักษณะชิ้นส่วนที่แห้งก่อนที่จะหาค่า ความแข็ง (Hardness) ของท่อ โพลีเมอร์ โดยการเฉลี่ยจากการวัด 5 จุดต่อชิ้นงาน ใน Scale Shore A ที่ใช้น้ำหนักกดที่ 1 kg (รูปที่ 3 ขวา) การวิเคราะห์ผลการทดสอบจะใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไม่ว่าจะเป็น น้ำหนักและขนาด ในเชิงปริมาณ และทางกายภาพในระดับ ที่มองเห็นด้วยตาเปล่า และ ที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ในเชิงคุณภาพโดยรูปถ่าย

ระหว่างชิ้นส่วนยานยนต์ที่แช่ในน้ำมันเบนซินอี 10 กับชิ้นส่วนยานยนต์ที่แช่ในน้ำมันเบนซินอี 85 โดยสมมุติฐานที่ว่าชิ้นส่วนยานยนต์ที่นำมา นั้นสามารถใช้งานได้กับน้ำมันเบนซินอี 10 ดังนั้นค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่างชิ้นงานที่แช่ในน้ำมันเบนซิน อี 10 และเบนซินอี 85 จึงสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ ความทนต่อการกัดกร่อนของชิ้นส่วน นั้นกับน้ำมันเชื้อเพลิงอี85 ได้

4. ผลการทดสอบ

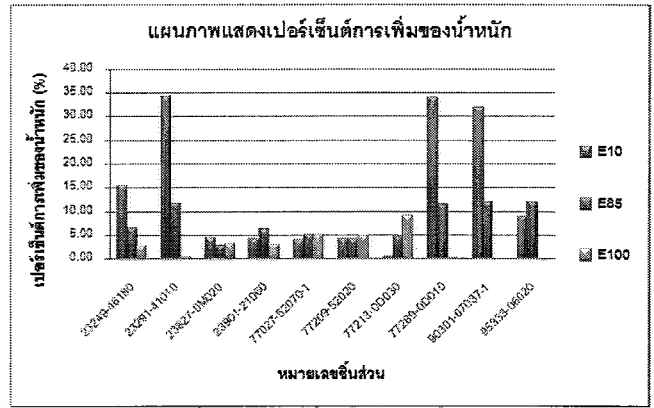
หลังจากการแช่ชิ้นทดสอบภายใต้อุณหภูมิ 55±2 °C เป็นเวลา 2000 ชั่วโมงแล้วชิ้นส่วนต่างๆ ได้ถูกนำมาล้างทำความสะอาดและทดสอบค่าต่างๆ โดยใช้ผลน้ำหนักและผลความแข็งแล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าๆ ตามมาตรฐาน SAE J1748 ดังนี้

4.1 Apparent percent weight increase (WI)

เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักของแต่ละชิ้นส่วน แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของแต่ละชิ้นส่วน

Part Number	% weight increase			% weight compare E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
23249-46180	15.45	6.48	2.87	8.97	12.59
23291-41010	34.27	11.75	0.50	22.51	33.77
23827-0M020	4.51	2.78	3.34	1.74	1.18
23901-21060	4.30	6.37	3.08	2.08	1.22
77027-52070-1	3.87	5.03	5.20	1.16	1.33
77209-52020	4.16	4.27	4.80	0.11	0.64
77213-0D030	0.48	4.75	9.15	4.27	8.67
77269-0D010	33.98	11.55	0.14	22.43	33.84
90301-07037-1	31.83	11.90	0.05	19.94	31.78
95333-06020	8.86	11.90	0.05	3.03	8.81



รูปที่ 7 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของแต่ละชิ้นส่วน

4.2 Apparent percent weight lost (WL)

เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง เมื่อเทียบกับ E10 ของแต่ละชิ้นส่วนแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก (WL) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง เมื่อเทียบกับ E10 ของแต่ละชิ้นส่วน

Part Number	% weight lost			compare E10	
	E10	E85	E100	E85	E100
23249-46180	15.1280	16.1789	16.8685	1.0509	1.7405
23291-41010	16.4824	17.0617	16.3387	0.5793	0.1437
23827-0M020	14.2914	14.5928	12.9751	0.3015	1.3162
23901-21060	4.6711	4.5314	4.4309	0.1397	0.2402
77027-52070-1	5.3938	6.4089	11.0505	1.0151	5.6566
77209-52020	5.1645	8.6514	8.2515	3.4869	3.0869
77213-0D030	16.2944	18.7020	22.7282	2.4076	6.4339
77269-0D010	17.6275	17.8529	17.0169	0.2254	0.6107
90301-07037-1	0.2719	0.3552	0.4065	0.0833	0.1346
95333-06020	14.7492	14.2220	13.8906	0.5272	0.8586

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] SAE Recommended Practice, (1998, January). Methods for determining physical properties of polymeric materials exposed to gasoline/oxygenate fuel mixtures. SAE J1748.
- [2] S. Soma, K. Nagai, K. Morita, G. Sugiyama, and T. Seko, Investigation of impact of the Ethanol content on exhaust gases, fuel evaporative emissions, high-temperature driveability, and materials for fuel supply system parts of gasoline vehicles. SAE 2005-01-3710
- [3] SAE Recommended Practice, (2000, January). Gasoline, alcohol, and diesel fuel surrogates for materials testing. SAE J1681
- [4] Orbital Engine Company. (2003, May). Market barriers to the uptake of biofuel study: A testing based assessment to determine impacts of a 20% ethanol gasoline blend on Australian passenger vehicle fleet - 2000hrs material compatibility testing. Report to Environment Australia



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้