

ผลกระทบของเอทานอลและแก๊สโซฮอล์ E85 ต่อชิ้นส่วนในระบบเชื้อเพลิง

IMPACT OF ETHANOL AND GASOHOL E85 ON FUEL SUPPLY SYSTEM



T132197



รพ.
ก5976
0055

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....

132197

- 4 ก.ค. 2557

b. 125848248
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ KMITL-2012-EN-M-030-147 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPACT OF ETHANOL AND GASOHOL E85 ON FUEL SUPPLY SYSTEM



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN MECHANICALS ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2012

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL-2012-EN-M-030-147



COPYRIGHT 2012

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลกระทบของเอทานอลและแก๊สโซฮอล์ E85 ต่อชิ้นส่วนในระบบเชื้อเพลิง
นักศึกษา	นางสาวกาหลง บัวนาค
รหัสนักศึกษา	51060324
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
พ.ศ.	2555
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ. ดร. จินดา เจริญพรพาณิชย์

บทคัดย่อ

น้ำมันแก๊สโซลีนที่มีเอทานอลร้อยละ 85 โดยปริมาตร มีความคาดหมายว่าจะมาแทนการใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีนได้ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีความกังวลเกี่ยวกับความเหมาะสมของวัสดุต่อแก๊สโซฮอล์ E85 สำหรับระบบเชื้อเพลิงของรถยนต์ที่ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานกับแก๊สโซฮอล์ E85 งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาผลกระทบของแก๊สโซฮอล์ E85 ต่อระบบเชื้อเพลิง โดยอ้างอิงมาตรฐานการทดสอบบางส่วนของ SAE และ ASTM ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะและพอลิเมอร์จะถูกแช่ในน้ำมันทดสอบซึ่งบรรจุในเตาอบ โดยควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 55 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2000 ชั่วโมง มีการบันทึกข้อมูลทุกๆ สัปดาห์ นั่นก็คือ ลักษณะภายนอกและคุณสมบัติทางกายภาพ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปหาความเหมาะสมต่อแก๊สโซฮอล์ E85 โดยการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในแก๊สโซฮอล์ E10 หากผลที่ได้มีความแตกต่างกับผลจากแก๊สโซฮอล์ E10 แสดงให้เห็นว่าชิ้นส่วนนั้นไม่เหมาะสม ด้วยสมมติฐานที่ว่าชิ้นส่วนในรถยนต์ที่ใช้ทดสอบมีความเหมาะสมที่จะใช้กับแก๊สโซฮอล์ E10 นอกเหนือจากนั้นงานวิจัยนี้ยังนำเสนอผลการทดสอบของวัสดุในท้องตลาด 6 ชนิด ประกอบด้วย Tygon 2075, Tygon F-4040-A, Norprene, Superthane, Vitube และ Submersible Fuel 4219 Series เพื่อทดสอบความเหมาะสมของวัสดุต่อเชื้อเพลิงผสมเอทานอล เพื่อการประยุกต์ใช้ที่เหมาะสม จากผลการทดสอบพบว่า หลังจากการแช่ชิ้นส่วนพอลิเมอร์มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นและหลังจากการอบแห้งชิ้นส่วนเกิดการสูญเสียน้ำหนัก ชิ้นส่วนพอลิเมอร์หลายชิ้นมีความแข็งเพิ่มขึ้นหลังจากแช่ในเอทานอล ชิ้นส่วนประเภทโลหะบางชิ้นเกิดการกัดกร่อนขึ้น ได้แก่ เกจวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิง ชิ้นส่วนที่ได้รับผลกระทบอาจก่อให้เกิดความเสียหายในระบบเชื้อเพลิงได้ ดังนั้นจึงควรมีการเปลี่ยนชิ้นส่วนที่ได้รับผลกระทบเหล่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Impact of Ethanol and Gasohol E85 on Fuel Supply System
Student	Miss Kalong Buanak
Student ID.	51060324
Degree	Master of Engineering
Programm	Mechanical Engineering
Year	2012
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Chinda Charoenphonphanich

ABSTRACT

Gasoline mixtures with 85% ethanol by volume are expected to replace the former types of gasoline. The looming change leads to certain concerns on material compatibility with E85 for fuel supply system of automobiles deliberately not designed to run by the blends. The present research is focused on the impact of E85 on fuel supply system. Fluid immersion tests complying with some part of SAE and ASTM standard were performed. The metallic and polymeric parts were submersed in test fluids inside an oven in which temperature had been 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 derived from the other parts submersed in E10 test fluid. A significant level of differences indicates incompatibility of a part with an assumption that the part of tested vehicle is compatible with E10. In addition, this study presents the compatibility test data of 6 samples include Tygon 2075, Tygon F-4040-A, Norprene, Superthane, Vitube and Submersible Fuel 4219 Series for the application. The results show that the weights of polymeric parts increase after the immersion period and the weights decrease after dry-out period. Several polymeric parts exhibit the hardness increment after immerse in ethanol. Some metallic parts appear to have the small corrosion spots, i.e. fuel meter. The parts that are effected may cause damage to the fuel supply system. Therefore, those parts should be replaced.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดีด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจาก ผศ. ดร. จินดา เจริญพรพาณิชย์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์, ผศ. ดร. ปัญญา ชันธุ์สุวรรณ และ ดร. ปรีชา การินทร์ ข้าพเจ้ารู้สึกทราบบ้างในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณคุณชนวัฒน์ ศรีรักษา, คุณประทาน ศรีชัย, คุณวิทวัส อิมเอิบ, คุณปิยะบุตร อ่อนมันและเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคนในภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำแนะนำต่างๆ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบคุณบัณฑิตศึกษาและบัณฑิตวิทยาลัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ให้ความช่วยเหลือ ในเรื่องต่างๆ

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกเรื่องๆ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

กาหลง บัวนาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	XII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....	3
1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตการวิจัย.....	3
1.6 ขั้นตอนการศึกษา.....	4
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์.....	5
บทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	16
3.1 คุณสมบัติของเอทานอล.....	16
3.2 พันธะโควาเลนต์ที่มีขั้ว.....	17
3.3 โมเลกุลที่มีขั้วและโมเลกุลที่ไม่มีขั้ว.....	17
3.4 กระบวนการเกิดสารละลาย.....	19
3.5 การละลายของสารประกอบอินทรีย์.....	19
3.6 การละลายของพอลิเมอร์.....	21
3.7 การศึกษาและวิเคราะห์โมเลกุลของสารด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์.....	22
3.7.1 กระบวนการการดูดกลืนแสงอินฟราเรด.....	22
3.7.2 ส่วนประกอบของเครื่องอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์.....	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.7.3 การทำคุณภาพวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทางอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี.....	24
3.7.4 การวิเคราะห์ตัวอย่างจากอินฟราเรดสเปกตรัม.....	28
บทที่ 4 อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ.....	30
4.1 ชิ้นส่วนที่ใช้ในการทดสอบ.....	30
4.2 เชื้อเพลิง.....	38
4.3 อุปกรณ์.....	39
4.4 วิธีการทดสอบ.....	42
4.4.1 มาตรฐาน.....	42
4.4.2 ขั้นตอนการทดสอบ.....	42
4.4.3 การเก็บข้อมูล.....	45
4.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	46
4.5 การวิเคราะห์โครงสร้างชิ้นส่วนพอลิเมอร์ด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer....	46
บทที่ 5 ผลการทดลองและการวิเคราะห์.....	51
5.1 การเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอก.....	51
5.1.1 การเปลี่ยนแปลงของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบ.....	51
5.1.2 การเปลี่ยนแปลงของชิ้นส่วนที่ใช้ทดสอบ.....	55
5.2 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก.....	66
5.2.1 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนัก (Apparent percent weight increase, WI).....	66
5.2.2 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก (Apparent percent weight lost, WL).....	154
5.3 ความแข็ง (Percent Hardness change, HD).....	159

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.4 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างชิ้นส่วนพอลิเมอร์ด้วย เครื่อง FT-IR Spectrophotometer.....	185
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง.....	191
บรรณานุกรม.....	193
ภาคผนวก.....	196
ภาคผนวก ก. ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่.....	197
ประวัติผู้เขียน.....	216



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงสภาพข้อข้อของสารต่างๆ.....	18
4.1 แสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนต่างๆ ที่นำมาทดสอบของรถยนต์ทดสอบ A.....	33
4.2 แสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนต่างๆ ที่นำมาทดสอบของรถยนต์ทดสอบ B.....	35
4.3 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง 6 ชนิด ตามท้องตลาดที่นำมาใช้ในการทดสอบ.....	37
4.4 แสดงคุณสมบัติของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบ.....	38
4.5 แสดงคุณสมบัติของเครื่องซั้ง.....	40
4.6 แสดงคุณสมบัติของเครื่องวัดความแข็ง Shore Micro O Ring System โมเดล 714 Type M.....	40
5.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงสีน้ำมันหลังจากการแช่ 1 สัปดาห์ (168 ชั่วโมง) ของชิ้นส่วนใน ระบบเชื้อเพลิงของรถยนต์ทดสอบ A.....	52
5.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงสีน้ำมันหลังจากการแช่ 1 สัปดาห์ (168 ชั่วโมง) ของชิ้นส่วนใน ระบบเชื้อเพลิงของรถยนต์ทดสอบ B.....	53
5.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงสีน้ำมันหลังจากการแช่ 1 สัปดาห์ (168 ชั่วโมง) ของตัวอย่าง 6 ชนิด.....	54
5.4 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 23249-46180 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	69
5.5 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 23291-41010 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	72
5.6 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 23827-0M020 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	75
5.7 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 23901-21060 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	78
5.8 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 77027-52070-1 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	81
5.9 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 77209-52020 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	84

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.10 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 77213-0D030 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	87
5.11 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 77269-0D010 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	90
5.12 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 90301-07037-1 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	93
5.13 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 95333-06020 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	96
5.14 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 23200-21010 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	99
5.15 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 16722-PLC-003 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	103
5.16 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 17651-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	106
5.17 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 17653-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	109
5.18 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 17722-S5H-T31 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	112
5.19 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 17726-S5H-931 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	115
5.20 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 17653-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	118
5.21 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 17743-S5A-930 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	121
5.22 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 17722-S5H-T31 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	124
5.23 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 36169-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	127
5.24 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 91301-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานภายในเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลระบบเว็บไซต์ได้ดำเนินการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.25 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 91302-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	133
5.26 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของ Vitube.....	137
5.27 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของ Superthane.....	140
5.28 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของ Norprene.....	143
5.29 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของ Tygon F4040A.....	146
5.30 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของ Tygon 2075.....	149
5.31 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของ Submersible Fuel 4219 Series.....	152
5.32 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการอบแห้งของชิ้นส่วน ต่างๆ ของรถยนต์ A.....	154
5.33 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการอบแห้งของชิ้นส่วน ต่างๆ ของรถยนต์ B.....	156
5.34 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักหลังการอบแห้งของตัวอย่าง 6 ชนิด.....	158
5.35 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน หมายเลข 23249-46180 ของรถยนต์ A.....	160
5.36 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน หมายเลข 23291-41010 ของรถยนต์ A.....	161
5.37 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน หมายเลข 23827-0M020 ของรถยนต์ A.....	162
5.38 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน หมายเลข 77213-0D030 ของรถยนต์ A.....	163

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.39 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแกร่งและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน หมายเลข 77269-0D010 ของรถยนต์ A.....	164
5.40 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแกร่งและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน หมายเลข 95333-06020 ของรถยนต์ A.....	165
5.41 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแกร่งและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน หมายเลข 17574-S0A-931 ของรถยนต์ B.....	167
5.42 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแกร่งและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน หมายเลข 17651-S5H-T30 ของรถยนต์ B.....	168
5.43 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแกร่งและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน หมายเลข 17653-S5H-T30 ของรถยนต์ B.....	169
5.44 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแกร่งและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน หมายเลข 17722-S5H-T31 ของรถยนต์ B.....	170
5.45 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแกร่งและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน หมายเลข 17726-S5H-931 ของรถยนต์ B.....	171
5.46 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแกร่งและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน หมายเลข 17742-S5H-T30 ของรถยนต์ B.....	172
5.47 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแกร่งและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน หมายเลข 17743-S5A-930 ของรถยนต์ B.....	173
5.48 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแกร่งและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน หมายเลข 36167-PLC-010 ของรถยนต์ B.....	174
5.49 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแกร่งและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน หมายเลข 36168-PLC-000 ของรถยนต์ B.....	175
5.50 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแกร่งและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน หมายเลข 36169-PLC-000 ของรถยนต์ B.....	176
5.51 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแกร่งและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน ตัวอย่าง Vitube.....	178

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.52 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน ตัวอย่าง Tygon 2075.....	179
5.53 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน ตัวอย่าง Tygon F-4040-A.....	180
5.54 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน ตัวอย่าง Norprene.....	181
5.55 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน ตัวอย่าง Superthane.....	182
5.56 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน ตัวอย่าง Submersible Fuel 4219 Series.....	183

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การเพิ่มของการแพร่กระจายฝุ่นผงในเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนและเอทานอล.....	9
2.2 ลักษณะของการแพร่กระจายฝุ่นผงในเชื้อเพลิงเอทานอลและแก๊สโซลีน.....	9
2.3 การเปลี่ยนชนิดของโลหะเพื่อป้องกันการเกิดสนิมของปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง.....	10
2.4 กราฟเทียบค่า Hansen Solubility Parameter กับเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของเอทานอล.....	14
3.1 สภาพขั้วโมเลกุลของไฮโดรเจนคลอไรด์.....	17
3.2 ปฏิกริยาระหว่างน้ำและเอทานอล.....	21
3.3 แผนภาพองค์ประกอบของเครื่องอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์.....	23
3.4 โกร่งอะเกต (Agate mortar)	24
3.5 แผนภูมิความสัมพันธ์ของฟังก์ชันนัลกรุปกับความถี่และความยาวคลื่นของแสงอินฟราเรดที่ถูกดูดกลืน.....	25
4.1 ส่วนประกอบในส่วนของ Fuel tank ของรถยนต์ทดสอบ A.....	30
4.2 ส่วนประกอบในระบบ Fuel injection ของรถยนต์ทดสอบ A.....	31
4.3 ส่วนประกอบในระบบ Vacuum piping ของรถยนต์ทดสอบ A.....	31
4.4 ส่วนประกอบในระบบ Switch และ Relay ของรถยนต์ทดสอบ A.....	32
4.5 ส่วนประกอบในส่วนของ Fuel tank ของรถยนต์ทดสอบ B.....	33
4.6 ส่วนประกอบในส่วนของ Fuel pipe ของรถยนต์ทดสอบ B.....	34
4.7 ส่วนประกอบในส่วนของ Throttle body ของรถยนต์ทดสอบ B.....	34
4.8 ส่วนประกอบในส่วนของ Intake manifold ของรถยนต์ทดสอบ B.....	35
4.9 น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ.....	38
4.10 ตู้อบ.....	39
4.11 เครื่องซังดิจิตอล ScienTech โมเดล 210D.....	39
4.12 เครื่องวัดความแข็ง Shore Micro O Ring System โมเดล 714 Type M ชนิดนาฬิกา.....	40
4.13 ขวดแก้ว (ขวดดูแรน).....	41
4.14 กระดาษเช็ดทำความสะอาดน้ำมัน.....	41
4.15 เครื่องมือตัดท่ออย่าง (Plastic tubing, Hose Cutter)	43
4.16 ตัวอย่างชิ้นส่วนที่ถูกตัด.....	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.17 แสดงกระบวนการชั่งน้ำหนัก.....	44
4.18 แสดงกระบวนการวัดความแข็ง.....	44
4.19 ขวดแก้วบรรจุชิ้นส่วนทดสอบ.....	44
4.20 ขวดแก้วบรรจุชิ้นส่วนที่พร้อมนำเข้าตู้อบ.....	45
4.21 เครื่อง FT-IR Spectrophotometer.....	47
4.22 ตัวอย่างท่ออย่างที่ถูกตัดเป็นชิ้น.....	48
4.23 เครื่องบดตัวอย่างแห้ง Retsch รุ่น ZM200.....	48
4.24 ผงของชิ้นส่วนท่ออย่างที่ผ่านการบดละเอียด.....	49
4.25 แสดงกระบวนการนำชิ้นส่วนเข้าเครื่องทดสอบ.....	49
4.26 แสดงกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล.....	50
5.1 สีนํ้ามันเชื้อเพลิงหลังจากการแช่ 1 สัปดาห์.....	52
5.2 เภจวัดระดับนํ้ามันในรถยนต์ทดสอบ A ก่อนการแช่.....	55
5.3 การเปลี่ยนแปลงสีของเภจวัดระดับนํ้ามันในรถยนต์ทดสอบ A (2000 ชั่วโมง).....	55
5.4 เภจวัดระดับนํ้ามันในรถยนต์ทดสอบ B ก่อนการแช่.....	56
5.5 การเปลี่ยนแปลงสีของเภจวัดระดับนํ้ามันในรถยนต์ทดสอบ B (2000 ชั่วโมง).....	56
5.6 แสดงเภจวัดระดับนํ้ามันในรถยนต์ทดสอบ A ที่แช่นํ้ามันชนิดต่างๆ 168 ชั่วโมง.....	57
5.7 แสดงเภจวัดระดับนํ้ามันในรถยนต์ทดสอบ B ที่แช่นํ้ามันชนิดต่างๆ 168 ชั่วโมง.....	58
5.8 เภจวัดระดับนํ้ามันในรถยนต์ทดสอบ A ที่ผ่านการแช่ 2000 ชั่วโมง.....	59
5.9 เภจวัดระดับนํ้ามันในรถยนต์ทดสอบ B ที่ผ่านการแช่ 2000 ชั่วโมง.....	60
5.10 แสดงการเปรียบเทียบเภจวัดระดับนํ้ามันรถยนต์ทดสอบ A และ B ก่อนการแช่และ หลังจากผ่านการแช่เอทานอลเป็นเวลา 2000 ชั่วโมง.....	61
5.11 แสดงการเปรียบเทียบการกักกรองของชุดสายไฟปั้มนํ้ามันเชื้อเพลิงของรถยนต์ทดสอบ B.....	62
5.12 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะภายนอกของ Regulator ของรถยนต์ทดสอบ B.....	62
5.13 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะภายนอกของลูกลอยของรถยนต์ทดสอบ B.....	63
5.14 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะภายนอกของก้านลูกลอยของรถยนต์ทดสอบ B.....	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.15 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะภายนอกของลูกลอยของรถยนต์ทดสอบ A.....	63
5.16 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะภายนอกของก้านลูกลอยของรถยนต์ทดสอบ A.....	64
5.17 ตัวอย่าง Superthane หลังจากการแช่ 168 ชั่วโมง.....	65
5.18 ตัวอย่าง Norprene หลังจากการแช่ 168 ชั่วโมง.....	65
5.19 ตัวอย่าง Tygon F-4040-A หลังจากการแช่ 168 ชั่วโมง.....	65
5.20 ตัวอย่าง Tygon 2075 หลังจากการแช่ 168 ชั่วโมง.....	65
5.21 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สไซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 23249-46180 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	67
5.22 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สไซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 23249-46180 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	67
5.23 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 23249-46180 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	68
5.24 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สไซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 23291-41010 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	70
5.25 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สไซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 23291-41010 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	70
5.26 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 23291-41010 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	71
5.27 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สไซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 23827-0M020 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	73
5.28 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สไซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 23827-0M020 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	73
5.29 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 23827-0M020 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	74
5.30 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สไซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 23901-21060 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	76
5.31 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สไซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 23901-21060 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	76

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.32 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 23901-21060 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	77
5.33 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 77027-52070-1 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	79
5.34 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 77027-52070-1 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	79
5.35 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 77027-52070-1 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	80
5.36 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 77209-52020 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	82
5.37 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 77209-52020 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	82
5.38 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 77209-52020 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	83
5.39 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 77213-0D030 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	85
5.40 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 77213-0D030 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	85
5.41 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 77213-0D030 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	86
5.42 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 77269-0D010 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	88
5.43 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 77269-0D010 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	88
5.44 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 77269-0D010 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	89
5.45 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 90301-07037-1 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	91

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.46 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 90301-07037-1 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	91
5.47 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 90301-07037-1 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	92
5.48 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 95333-06020 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	94
5.49 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 95333-06020 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	94
5.50 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 95333-06020 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	95
5.51 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 23200-21010 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	97
5.52 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 23200-21010 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	97
5.53 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 23200-21010 ในรถยนต์ทดสอบ A.....	98
5.54 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังจากการแช่ของชิ้นส่วนรถยนต์ทดสอบ A.....	100
5.55 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 16722-PLC-003 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	101
5.56 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 16722-PLC-003 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	102
5.57 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 16722-PLC-003 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	102
5.58 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17651-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	104
5.59 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17651-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.60 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 17651-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	105
5.61 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17653-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	107
5.62 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17653-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	107
5.63 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 17653-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	108
5.64 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17722-S5H-T31 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	109
5.65 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17722-S5H-T31 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	109
5.66 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 17722-S5H-T31 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	111
5.67 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17726-S5H-931 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	113
5.68 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17726-S5H-931 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	113
5.69 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 17726-S5H-931 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	114
5.70 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17742-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	116
5.71 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17742-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	116
5.72 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 17742-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	117
5.73 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17743-S5A-930 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	119

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.74 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17743-S5A-930 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	119
5.75 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 17743-S5A-930 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	120
5.76 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 36167-PLC-010 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	122
5.77 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 36167-PLC-010 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	122
5.78 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 36167-PLC-010 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	123
5.79 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 36169-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	125
5.80 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 36169-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	125
5.81 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 36169-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	126
5.82 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 91301-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	128
5.83 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 91301-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	128
5.84 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 91301-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	129
5.85 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 91302-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	131
5.86 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วน 1302-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	131
5.87 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 91302-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B.....	132

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.88 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังจากการแช่ของชิ้นส่วนรถยนต์ทดสอบ B.....	134
5.89 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของ Vitube.....	135
5.90 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของ Vitube.....	135
5.91 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของ Vitube.....	136
5.92 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของ Superthane.....	138
5.93 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของ Superthane.....	138
5.94 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของ Superthane.....	139
5.95 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของ Norprene.....	141
5.96 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของ Norprene.....	141
5.97 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของ Norprene.....	142
5.98 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของ Tygon F4040A.....	144
5.99 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของ Tygon F4040A.....	144
5.100 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของ Tygon F4040A.....	145
5.101 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของ Tygon 2075.....	147
5.102 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของ Tygon 2075.....	147
5.103 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของ Tygon 2075.....	148
5.104 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของ Submersible Fuel 4219 Series.....	150
5.105 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของ Submersible Fuel 4219 Series.....	150
5.106 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของ Submersible Fuel 4219 Series.....	151
5.107 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่ของชิ้นส่วนทดสอบ 6 ชนิด.....	153
5.108 แสดงเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังอบแห้งของชิ้นส่วนรถยนต์ A.....	155
5.109 แสดงเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังอบแห้งของชิ้นส่วนรถยนต์ B.....	157
5.110 แสดงเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังอบแห้งของตัวอย่าง 6 ชนิด.....	159

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.111 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็งหลังการแช่ของชิ้นส่วน รถยนต์ A.....	166
5.112 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็งหลังการแช่ของชิ้นส่วน รถยนต์ B.....	177
5.113 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็งหลังการแช่ของ ตัวอย่าง 6 ชนิด.....	184
5.114 ผลวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer ของตัวอย่างคอน้ำมันใหญ่ ของรถยนต์ทดสอบ A.....	185
5.115 ผลวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer ของตัวอย่างคอน้ำมันเล็ก ของรถยนต์ทดสอบ A.....	186
5.116 ผลวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer ของท่อไอน้ำมัน ของรถยนต์ทดสอบ A.....	186
5.117 ผลวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer ของตัวอย่างคอน้ำมันใหญ่ ของรถยนต์ทดสอบ B.....	187
5.118 ผลวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer ของท่อทาน้ำมัน ของรถยนต์ทดสอบ B.....	187
5.119 ผลวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer ของชุดท่อไอระเหยน้ำมัน เชื้อเพลิงของรถยนต์ทดสอบ B.....	188
5.120 ผลวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer ของชุดท่อน้ำมัน จากกรองเข้าปั้มเชื้อเพลิงของรถยนต์ทดสอบ B.....	188
5.121 ผลวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer ของชุดท่อน้ำมัน จากปั้มในถังของรถยนต์ทดสอบ B.....	189

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยประสบกับปัญหาภาวะราคาน้ำมันเชื้อเพลิงปิโตรเลียมที่สูงขึ้นในทุกๆ ปี และเนื่องจากประเทศไทยต้องนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อราคาน้ำมันในตลาดโลกเพิ่มสูงขึ้น จึงส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศโดยตรง ทั้งในเรื่องของการประกอบธุรกิจภายในประเทศหรือแม้กระทั่งดุลการค้าระหว่างประเทศก็ตาม

หลายปีที่ผ่านมารัฐบาลไทยได้ออกนโยบายต่างๆ เพื่อแก้ไขปัญหานี้ ไม่ว่าจะเป็นนโยบายการประหยัดพลังงาน หรือการหาแหล่งพลังงานทดแทน (Alternative Energy) เช่น สนับสนุนให้มีการใช้แก๊สธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ และเนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีการปลูกพืชที่สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลได้ ได้แก่ อ้อย, มันสำปะหลัง, ข้าวและข้าวโพด รัฐบาลไทยจึงมีนโยบายสนับสนุนการใช้เอทานอล ซึ่งผลิตมาจากพืชผลทางการเกษตรมาใช้เป็นเชื้อเพลิง เพื่อใช้ทดแทนการนำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศ การสนับสนุนการใช้เอทานอลให้มากขึ้นในประเทศ นอกจากจะเป็นการพัฒนาความเป็นอยู่ของเกษตรกรที่เป็นประชากรส่วนใหญ่ของประเทศให้มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นแล้ว ยังเป็นการสร้างความมั่นคงทางพลังงานในประเทศ ทำให้ประเทศสามารถพัฒนาอย่างต่อเนื่องและยั่งยืนอีกด้วย

ปัจจุบันในประเทศไทยได้มีการจำหน่ายแก๊สโซฮอล์ 95 และ 91 ซึ่งเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่เกิดจากการผสมระหว่างน้ำมันแก๊สโซลีน 90 เปอร์เซ็นต์กับเอทานอล 10 เปอร์เซ็นต์ เรียกว่าแก๊สโซฮอล์อี10 (E10) รองรับรถยนต์เบนซินส่วนใหญ่ของประเทศที่ใช้กันทั่วไป และแก๊สโซฮอล์อี 20 (E20) รองรับรถยนต์รุ่นใหม่ที่เกิดขึ้นตั้งแต่ปี 2551 [1] ส่วนแก๊สโซฮอล์อี 85 (E85) คือน้ำมันเบนซินที่มีส่วนผสมของเอทานอลชนิดความบริสุทธิ์ 99.5% อยู่ระหว่างร้อยละ 75-85 กับน้ำมันเบนซินพื้นฐาน แก๊สโซฮอล์อี 85 เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากการใช้แก๊สโซฮอล์อี 85 ช่วยลดมลพิษที่ปล่อยจากไอเสีย ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยจะลดลงมากเมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันเบนซิน ปัจจุบันได้มีการจัดจำหน่ายแก๊สโซฮอล์อี 85 แล้วในสถานีบริการน้ำมัน 38 แห่งในประเทศไทย [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก๊สโซฮอล์อี 85 สามารถใช้เติมในรถยนต์ที่ เรียกว่า Flex Fuel Vehicle (FFV) ซึ่งเป็นรถยนต์ที่ผลิตขึ้นมาให้สามารถใช้ได้กับน้ำมันเบนซินและแก๊สโซฮอล์ นอกจากนี้จะเติมแก๊สโซฮอล์อี 85 เป็นเชื้อเพลิงแล้ว ยังสามารถเติมน้ำมันเบนซินทั่วไป แก๊สโซฮอล์อี 10 และ อี 20 ได้อีกด้วย ด้วยเหตุนี้รัฐบาลไทยจึงได้สนับสนุนให้มีโครงการผลิตและนำเข้ารถยนต์ที่สามารถใช้แก๊สโซฮอล์อี 85 ได้ และรัฐบาลยังได้ลดภาษี เพื่อให้ราคาของแก๊สโซฮอล์อี 85 ถูกกว่าน้ำมันเบนซินอีกด้วย ปัจจุบันในประเทศไทยรถยนต์ที่สามารถใช้แก๊สโซฮอล์อี 85 ได้ มีสองรุ่น ประกอบด้วย มิตรชุบิชิ แลนเซอร์อีเอ็กซ์ และ วอลโว่ รุ่น เอส 80 2.5 เอฟที ซึ่งรถยนต์ FFV นั้นมีราคาค่อนข้างสูง สำหรับในประเทศไทยประชากรส่วนมากไม่นิยมเปลี่ยนรถใหม่ และถ้าหากมีความต้องการที่จะใช้แก๊สโซฮอล์อี 85 กับรถยนต์ที่มีอยู่แล้ว ก็จำเป็นที่จะต้องทราบถึงผลกระทบของแก๊สโซฮอล์อี 85 ที่มีต่อระบบเชื้อเพลิงในรถยนต์ เพราะหากเชื้อเพลิงดังกล่าวมีผลกระทบหรือทำให้ชิ้นส่วนในระบบเชื้อเพลิงเกิดการเสียหายแล้ว การนำไปใช้โดยไม่มีการปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสียหายเหล่านั้นอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาหาผลกระทบของเชื้อเพลิงผสมเอทานอลที่มีต่อชิ้นส่วนในระบบเชื้อเพลิง

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาผลกระทบของเอทานอลและแก๊สโซฮอล์อี 85 ที่มีต่อระบบเชื้อเพลิงในรถยนต์ ซึ่งประกอบด้วยรถยนต์ Toyota Vios 1.5J ปี 2005 (2548) และรถยนต์ Honda Civic 1.7 Exi ปี 2005 (2548) โดยจะทำการศึกษาผลกระทบที่มีต่อชิ้นส่วนในระบบเชื้อเพลิงของรถยนต์ที่มีการสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงตั้งแต่ท่อจ่ายคบน้ำมันที่เป็นทางเข้าตลอดไปจนถึงท่อส่งน้ำมัน
2. เพื่อประเมินว่าชิ้นส่วนใดที่เหมาะสมและไม่เหมาะสมกับเอทานอลและแก๊สโซฮอล์อี 85
3. เพื่อทดสอบหาวัสดุตามท้องตลาดที่มีความทนทานต่อเชื้อเพลิงผสมเอทานอลและแก๊สโซฮอล์อี 85 และสามารถนำมาใช้ในระบบเชื้อเพลิงของรถยนต์ได้

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

งานวิจัยในหลายประเทศชี้ให้เห็นว่ามีวัสดุหลายชนิดที่สามารถใช้ได้กับเอทานอลและแก๊สโซฮอล์อี 85 [3, 4] แต่เนื่องจากชิ้นส่วนจริงในระบบน้ำมันเชื้อเพลิงนั้นประกอบไปด้วยวัสดุต่างๆ ที่ไม่สามารถระบุชนิดโดยละเอียดได้ งานวิจัยนี้จึงได้มีการทดสอบชิ้นส่วนต่างๆ ที่มีการสัมผัสกับน้ำมัน หากผลการทดสอบที่ได้จากแก๊สโซฮอล์อี 85 และอี 100 (Pure Ethanol) มีผลกระทบมากกว่าในแก๊สโซฮอล์อี 10 และอาจทำให้สรุปได้ว่าชิ้นส่วนนั้นไม่เหมาะสมที่จะใช้กับแก๊สโซฮอล์อี 85 และอี 100

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

วิธีที่ใช้ในการทดสอบในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นไปตามมาตรฐานของ American Society for Testing and Materials (ASTM) และ Society of Automotive Engineers (SAE) โดยจะทำการเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างน้ำมันแก๊สโซฮอล์อี 10 อี 85 และอี 100 (Pure Ethanol) เนื่องจากสมมติฐานที่ว่าน้ำมันแก๊สโซฮอล์อี 10 สามารถใช้ได้กับรถยนต์ทั่วไป ดังนั้นจึงมีการนำผลที่ได้จากการทดสอบในน้ำมันแก๊สโซฮอล์อี 10 เป็นพื้นฐาน และหากผลการทดสอบที่ได้จากน้ำมันแก๊สโซฮอล์อี 85 และอี 100 (Pure Ethanol) มีผลกระทบมากกว่าในน้ำมันแก๊สโซฮอล์อี 10 จะสรุปได้ว่าวัสดุชิ้นนั้นไม่เหมาะสมกับน้ำมันแก๊สโซฮอล์อี 85 และอี 100 (Pure Ethanol) จำเป็นต้องทำการเปลี่ยนหากมีความประสงค์จะใช้น้ำมันชนิดนี้

1.5 ขอบเขตการวิจัย

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอการทดสอบหาความเหมาะสมต่อน้ำมันแก๊สโซฮอล์อี 85 และ อี 100 ของชิ้นส่วนจริงที่อยู่ในระบบน้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์สองรุ่น คือ Toyota Vios 1.5J ปี 2005 (2548) และ Honda Civic 1.7 Exi ปี 2005 (2548) โดยค่าที่ทดสอบประกอบไปด้วยน้ำหนัก ขนาด และความแข็ง ซึ่งผลที่ได้จะนำไปเปรียบเทียบความแตกต่างกับผลการทดสอบที่ได้จากน้ำมันแก๊สโซฮอล์อี 10 เพื่อทำการวิเคราะห์และประเมินว่าชิ้นส่วนใดบ้างที่มีความเหมาะสมหรือไม่เหมาะสม และต้องทำการเปลี่ยนเมื่อมีการใช้น้ำมันทั้งสองชนิด

1.6 ขั้นตอนของการศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกันคือ

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาของงานวิจัย ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ สมมติฐาน ทฤษฎีที่ใช้ ขอบเขตของการวิจัย และขั้นตอนการศึกษา

บทที่ 2 กล่าวถึงบทความที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

บทที่ 3 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย

บทที่ 4 อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

บทที่ 5 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์

บทที่ 6 เป็นบทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

การวิจัยผลกระทบของการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงผสมเอทานอลมีอยู่หลากหลาย ทั้งการวิจัยเกี่ยวกับสมรรถนะเทียบกับการใช้น้ำมันทั่วไป การปล่อยมลพิษ และการทดสอบความทนทานของชิ้นส่วนของรถยนต์ ซึ่งมีทั้งการทดสอบกับชิ้นส่วนจริงและชิ้นส่วนที่เป็นวัตถุดิบ (Raw materials) งานวิจัยนี้ได้นำเสนอเกี่ยวกับการทดสอบชิ้นส่วนจริงในระบบน้ำมันเชื้อเพลิง โดยได้มีการศึกษา งานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัย ดังต่อไปนี้

Maarten Boons และ Richard Van Den Bulk [3] ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของแก๊สโซฮอล์ E85 ต่อประสิทธิภาพการหล่อลื่น จากประสบการณ์การใช้เมทานอล มีความกังวลว่าการใช้เอทานอลอาจเกิดปัญหาเนื่องจากปริมาณน้ำที่มากในสารหล่อลื่น งานวิจัยนี้ทดสอบเครื่องยนต์ภายใต้เงื่อนไขสภาวะอากาศเย็น การทดสอบรถยนต์ถูกขับเคลื่อนตามระยะทางที่ต้องการ 3 ครั้งต่อวัน โดยควบคุมความเร็วไม่เกิน 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมงโดยไม่บรรทุกโหลด ผลจากงานวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่าการใช้เอทานอลจะทำให้มีระดับน้ำในสารหล่อลื่นสูงกว่าเมื่อเทียบกับการใช้แก๊สโซฮอล์ E10 แต่การใช้แก๊สโซฮอล์ E85 ไม่ส่งผลกระทบในรถ FFV เนื่องจากมีการใช้สารหล่อลื่นที่ทันสมัย

Jagadish Sorab และคณะ [4] ทำการศึกษาคุณสมบัติการป้องกันการสึกหรอของน้ำมันที่ใช้กับรถ FFV การทดสอบโดยการผสมน้ำมันเหล่านี้กับเมทานอลและน้ำ การทดสอบประกอบด้วย steel ball ที่หมุนกับแผ่นเหล็ก โดยตัวอย่างของน้ำมันได้รับจากการเดินเครื่องของรถยนต์ Taurus 3.0 ลิตร ดำเนินภายใต้การควบคุมในสภาวะเดินเครื่อง-หยุดเครื่อง เพื่อประเมินผลกระทบของการที่น้ำมันเจือจางลง โดยใช้น้ำมัน 4 ชนิดในการทดสอบ จากการทดสอบแสดงให้เห็นว่าน้ำทำให้เกิดการสึกหรอเมื่อเทียบกับเมทานอล อาจเนื่องมาจากการลดลงของประสิทธิภาพของสารเติมแต่งในที่ที่มีน้ำ มากกว่าการเปลี่ยนแปลงความหนืด และการสึกหรอจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะทางเดินเครื่องเพิ่ม

Granger K. และคณะ [5] ได้ทำการศึกษาเครื่องยนต์ Short engine (เครื่องยนต์ที่มีแค่เสื้อสูบ+ข้อเหวี่ยง+ก้านสูบ+ลูกสูบ) โดยใช้กระบวนการ Sequence VD เพื่อทำการทดสอบน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ในรถ FFV ปกติน้ำมันหล่อลื่นทั่วไปไม่เหมาะสมกับ M85 เนื่องจากจะเกิดการสึกหรอขึ้น 2 เท่า การศึกษานี้ทำการทดสอบโดยใช้เครื่องยนต์ความจุ 2.3 ลิตรของ Ford ทำให้เหมาะสมกับรายละเอียดที่ ASTM Sequence VD เว้นแต่ Ring gaps ที่ปรับไว้ให้เหมาะสมกับการใช้ M85 และคาร์บูเรเตอร์ถูกดัดแปลงให้เหมาะสมกับค่าอัตรา A/F ของ M85 น้ำมันที่ใช้ในการศึกษานี้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7 ชนิด จากการศึกษาพบว่าระดับของน้ำมันไม่ได้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในเครื่องยนต์แม้การสึกหรอของเครื่องยนต์แหวนโครเมียมจะน้อยกว่าของเครื่องยนต์มาตรฐาน วิธีการตรวจจะสามารถใช้ได้กับเครื่องยนต์ชนิดอื่นๆ หรือสภาพการทำงานอื่น ผลการทดลองของการศึกษานี้เป็นเพียงแต่การแสดงให้เห็นประสิทธิภาพการทำงานที่สัมพันธ์กันของน้ำมันต่างๆ ซึ่งการทดสอบที่สมบูรณ์ต้องมีการประเมินโดย Full-length engine และการทดสอบในรถยนต์

J. S. Cowart และคณะ [6] ได้พัฒนาระบบส่งกำลังสำหรับรถ FFV Taurus ของฟอร์ด โดยรถ FFV ใช้เซ็นเซอร์วัดแอลกอฮอล์เพื่อการออกแบบและพัฒนา รถ FFV สามารถใช้แก๊สโซลีนหรือเมทานอล 85 เปอร์เซ็นต์ (M85) ได้ ขั้นต่อไปรถ FFV สามารถใช้แก๊สโซลีนหรือเอทานอล 85 เปอร์เซ็นต์ (E85) ได้ ซึ่งการใช้เอทานอลจะต้องมีการปรับเปลี่ยนฮาร์ดแวร์อย่างมากเมื่อเทียบกับแก๊สโซลีน การปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์เพื่อใช้เมทานอลยังสามารถที่จะครอบคลุมการใช้เอทานอลซึ่งรุนแรงน้อยกว่า นอกจากนี้ระบบส่งกำลังอิเล็กทรอนิกส์ยังจำเป็นสำหรับรถ FFV จะทำให้ความสามารถในการขับเคลื่อนดีขึ้น

Richard J. DuMont และคณะ [7] ได้ศึกษาแนวโน้มของการก่อตัวของ Deposit เมื่อใช้แก๊สโซลีน E85 ในรถ FFV โดยใช้รถยนต์ Chevrolet Impala ปี 2006 เครื่องยนต์ 3.5 ลิตร ทดสอบบนเครื่องไดนาโมมิเตอร์เปรียบเทียบผลระหว่างแก๊สโซลีนไร้สารตะกั่ว (EO) และแก๊สโซลีน E85 ผลการทดสอบของงานวิจัยนี้พบว่าการใช้แก๊สโซลีน E85 ทำให้เกิดการก่อตัวของ Deposit สูงกว่าการใช้แก๊สโซลีน แต่ Deposit นี้สามารถควบคุมได้โดยการใช้สารเติมแต่ง

ภาณุเดช จินดาวงศ์ และคณะ [8] ได้ทำการทดสอบการใช้เอทานอล 95% และ 99.5% เปรียบเทียบกับแก๊สโซลีนผลที่ได้มาเมื่อใช้เอทานอล 99.5% ให้ประสิทธิภาพทางความร้อนสูงกว่าแก๊สโซลีนประมาณ 25-30% เนื่องจากเอทานอลมีค่า Adiabatic flame temperature ที่ต่ำกว่าแก๊สโซลีน (เอทานอลมีค่า 2197 K ส่วนแก๊สโซลีนมีค่า 2266 K) ซึ่งทำให้การสูญเสียความร้อนจากการนำและการแผ่รังสีของเครื่องยนต์ออกสู่สิ่งแวดล้อมน้อยกว่าทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์สูงขึ้น คุณสมบัติในการเผาไหม้ของเอทานอลที่เร็วกว่าแก๊สโซลีนจึงทำให้สูญเสียความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมข้างได้น้อยกว่า และอุณหภูมิไอเสียต่ำกว่าทำให้ไอเสียที่เข้ากระบอกสูบมีความหนาแน่นมากกว่าทำให้การเผาไหม้มีความดันที่สูงกว่าส่งผลให้ได้กำลังงานที่มากกว่าและประสิทธิภาพดีขึ้นด้วย

Peter Grabner และคณะ [9] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ศักยภาพของการใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน E85 ในรถยนต์ ซึ่งรวมไปถึงการศึกษามลพิษ การศึกษาในสภาวะ Part load และ Full load และยังได้มีการเปรียบเทียบกับการใช้แก๊สโซลีนอีกด้วย โดยใช้ single cylinder engine จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าการใช้แก๊สโซฮอล์ E85 ให้คุณสมบัติใกล้เคียงกับการใช้แก๊สโซลีนทั่วไป จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะมาแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล

ธนวัฒน์ ศรีรักษา [10] ได้ทำการปรับแต่งรถจักรยานยนต์ทั้งระบบหัวฉีดและคาร์บูเรเตอร์ เพื่อใช้เอทานอล เนื่องจากคุณสมบัติของเอทานอลที่มีความแตกต่างกับแก๊สโซลีนเช่น การกักความร้อนของเอทานอลสูงกว่าแก๊สโซลีน ค่าความร้อนของเอทานอลน้อยกว่าแก๊สโซลีนประมาณ 34% โดยมวล ความร้อนแฝงในการระเหยตัวกลายเป็นไอสูงกว่าแก๊สโซลีนประมาณ 3 เท่าและค่าออกเทน ของเอทานอลมีสูงกว่าแก๊สโซลีน จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้ต้องทำการเปลี่ยนวัสดุ ท่อยาง ที่อาจทำปฏิกิริยากับเอทานอล ในส่วนค่าความร้อนของเอทานอลที่น้อยกว่าแก๊สโซลีนงานวิจัยนี้ได้มีการชดเชยปริมาณการจ่ายเชื้อเพลิงให้มากขึ้นในระบบหัวฉีด ทำการสร้างกล่องขยายสัญญาณหัวฉีดและระบบคาร์บูเรเตอร์ ทำการขยายหรือเปลี่ยนขนาดนมหนูให้ใหญ่ขึ้น และเพิ่มกำลังอัดของเครื่องยนต์ งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบที่ 3000 – 8000 รอบ/นาที การทดสอบหากล้างงานเบรกสูงสุดของเครื่องยนต์ทำการเปิดลิ้นปีกผีเสื้อสุด ส่วนการทดสอบมลพิษและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงทำการทดสอบที่แรงม้าเดียวกันในทุกสภาวะ ผลการทดสอบของงานวิจัยโดยเทียบกับแก๊สโซลีน เมื่อใช้เอทานอลกำลังงานเบรกของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น 12% มลพิษจำพวก CO HC และ NO_x ลดลง 34% 38% และ 53% ตามลำดับ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (BSFC) เอทานอลสิ้นเปลืองกว่าแก๊สโซลีน 38% โดยปริมาตรและอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (BSEC) เมื่อใช้เอทานอลลดลง 16% จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าเอทานอลสามารถนำมาใช้ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้ แต่ต้องมีการปรับแต่งเครื่องยนต์เพื่อให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของเอทานอล

Bruce Jones, Gary Mead, Paul Steevens, และ Mike Timanus [11] ได้ทำการทดสอบผลกระทบของน้ำมันเชื้อเพลิงผสมเอทานอลต่อวัสดุที่เป็นโลหะ หลักในการเลือกชิ้นส่วนมาทดสอบคือเป็นวัสดุดิบที่ใช้ในรถยนต์ตั้งแต่ปี 1970 ชิ้นส่วนเครื่องยนต์ที่ใช้ในเรือ และเครื่องยนต์ประเภทที่ใช้ในการเกษตรกรรม (Non-road engine) ซึ่งข้อมูลของวัสดุดิบเหล่านี้ได้มาจากคู่มือและผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ และมีการตัดชิ้นส่วนที่ใช้ในรถ Flexible fuel vehicle (FFV) ออกจากรายการทดสอบ เนื่องจากมีการทดสอบแล้วว่าชิ้นส่วนเหล่านั้นมีความเหมาะสมกับน้ำมันแก๊สโซลีน ถึงแก๊สโซฮอล์อี 85 การทดสอบจึงทดสอบกับโลหะ 19 ชนิด น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบมีสามชนิดตามมาตรฐาน SAE J1681 คือ น้ำมันแก๊สโซลีนและแก๊สโซฮอล์อี 20 ตัวอย่างทดสอบถูกบรรจุในภาชนะทำจาก High-density polyethylene (HDPE) ขนาด 1 ลิตร ตัวอย่างทดสอบจะมีสามระดับคือ ตัวอย่างที่จุ่มในน้ำมันทั้งหมด ตัวอย่างที่จุ่มในน้ำมันเพียงครึ่งเดียว และตัวอย่างที่แขวนอยู่บนน้ำมัน เพื่อให้โดนเฉพาะไอน้ำมัน กำหนดอุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบที่ 45±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2000 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนน้ำมันทุกๆ สัปดาห์ และบันทึกผลการทดลองในสัปดาห์ที่ 1, 3, 6 และ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยข้อมูลที่นำไปวิเคราะห์ ได้แก่ ลักษณะภายนอกซึ่งวิเคราะห์จากการถ่ายภาพก่อนการทดลอง ระหว่างหลังการทดลอง และหลังการทดลอง และข้อมูลการสูญเสียมวล (Weight loss) โดยวัดจากการชั่งน้ำหนัก และนำไปคำนวณเป็นอัตราการกัดกร่อน (Corrosion rate) ซึ่งผลการทดสอบปรากฏว่า ตัวอย่างที่แช่ในแก๊สโซฮอล์อี 20 เกิดการเปลี่ยนสีของชิ้นส่วนมากกว่าตัวอย่างที่แช่ในแก๊สโซฮอล์อี 10 และตัวอย่างที่จุ่มในน้ำมันมีการเปลี่ยนแปลงของสีมากกว่าตัวอย่างที่สัมผัสเฉพาะไอน้ำมัน และเมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ พบว่าในจำนวนโลหะทั้ง 19 ชนิดที่นำมาทดสอบนั้น มี 18 ชนิดที่มีความเหมาะสม สามารถนำมาใช้ได้ มีเพียงโลหะชนิดเดียว คือ Zamak 5 ซึ่งเป็นโลหะผสมประกอบโลหะสังกะสี อะลูมิเนียม แมกนีเซียม และทองแดง เท่านั้นที่เกิดการกัดกร่อนทั้งในแก๊สโซฮอล์อี 10 และแก๊สโซฮอล์อี 20 อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ได้สรุปว่าการเปลี่ยนสีไม่ได้แสดงให้เห็นถึงปัญหาเกี่ยวกับศักยภาพของระบบเชื้อเพลิง เนื่องจากชิ้นส่วนในระบบเชื้อเพลิงไม่ใช่ชิ้นส่วนเพื่อความสวยงามของยานยนต์ การเปลี่ยนสีจึงไม่ได้เป็นการบ่งชี้ว่าชิ้นส่วนไม่เหมาะสมกับเชื้อเพลิงแต่อย่างใด

Bruce Jones, Gary Mead, Paul Steevens, และ Mike Timanus [12] ศึกษาผลกระทบของน้ำมันเชื้อเพลิงผสมเอทานอลต่อวัสดุที่เป็นพลาสติก การเลือกใช้วัสดุมีลักษณะเดียวกับงานวิจัยแรก และทำการทดสอบกับตัวอย่างพลาสติก 8 ชนิด น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบมีสามชนิดคือ น้ำมันแก๊สโซฮอล์อี 10 และอี 20 ตัวอย่างจะถูกแขวนในขวดแก้วบรรจุน้ำมัน และนำไปวางในเตาอบที่อุณหภูมิ 55 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3024 ชั่วโมง ผลการทดสอบปรากฏว่าตัวอย่างจำนวนมากที่มีการเปลี่ยนสีเมื่อถูกแช่ในน้ำมัน โดยเฉพาะเมื่อแช่ในน้ำมันแก๊สโซฮอล์อี 10 และแก๊สโซฮอล์อี 20 ยกตัวอย่างเช่น โพลียูรีเทน (PUR) ที่ถูกแช่ในแก๊สโซฮอล์อี 10 และแก๊สโซฮอล์อี 20 เกิดการแตกในทันทีเมื่อมีการเคลื่อนย้ายออกจากเชื้อเพลิง ตัวอย่าง โพลียูรีเทน (PUR) ที่ถูกแช่ในแก๊สโซฮอล์อี 10 เกิดการแตกหัก แต่ยังคงอ่อนอยู่ในขณะที่ตัวอย่างที่ถูกแช่ในแก๊สโซฮอล์อี 20 เกิดการแตกหัก ถูกทำให้แข็ง และร่วนเป็นชิ้นเล็กๆ และตัวอย่าง โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) ทดลง 35 เปอร์เซ็นต์ ในการทดสอบกับน้ำมันทั้งสามชนิด ตัวอย่าง อะคริโลไนไตรล์ บิวตะไดอิน สไตรีน (ABS) หลังจากการแช่น้อยกว่าหนึ่งสัปดาห์ในเชื้อเพลิงทั้งสามชนิด จะมีลักษณะกลายเป็นเหมือนวุ้นอยู่ที่ก้นกระปุก วัสดุนี้ไม่เหมาะสมกับเชื้อเพลิงชนิดใดเลยในสามชนิด จากการศึกษาพบว่า ในตัวอย่างวัสดุทั้ง 8 ชนิด วัสดุ 4 ชนิด คือ โพลีอะไมด์ 6 (PA 6), โพลีอะไมด์ 66 (PA 66), โพลีเอทิลีน เทเรฟทาเลต (PET) และ โพลีอีเทอร์ไอไมด์ (PEI) มีความเหมาะสมกับเชื้อเพลิงทั้งสาม ส่วนวัสดุอื่นๆ ทั้ง 4 ชนิด คือ อะคริโลไนไตรล์ บิวตะไดอิน สไตรีน (ABS), โพลียูรีเทน (PUR), โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) และ โพลีบิวทิลีน เทเรฟทาเลต (PBT) เกิดผลกระทบเมื่อแช่ในเชื้อเพลิงทั้งสาม มากน้อยตามการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้มข้นของเอทานอล

Bruce Jones, Gary Mead, Paul Steevens, และ Mike Timanus [12] ได้ศึกษาผลกระทบของน้ำมันเชื้อเพลิงผสมเอทานอลต่อวัสดุ อีลาสโตเมอร์ (วัสดุมีคุณสมบัติยืดหยุ่นคล้ายยางธรรมชาติ) มุ่งเน้นไปที่การเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างแก๊สโซฮอล์อี 10 และแก๊สโซฮอล์อี 20 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โซฮอล์อี 20 โดยขึ้นส่วนอีลาสโตเมอร์ที่ได้จากระบบเชื้อเพลิงของรถยนต์ เรือ และเครื่องยนต์ขนาดเล็ก ขึ้นส่วนต่างๆ ถูกแช่ในน้ำมันที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 500 ชั่วโมง และมีการเก็บข้อมูลน้ำหนัก ปริมาตร ลักษณะภายนอก ความแข็ง ความยืด ความทนทานต่อแรงดึง ทั้งก่อนการแช่ หลังการแช่ และหลังจากการอบแห้ง และจากผลการทดสอบสรุปได้ว่าจากขึ้นส่วนทั้ง 8 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ หลังการทดสอบในแก๊สโซฮอล์อี 10 และแก๊สโซฮอล์อี 20 ส่วนมากจะมีความแตกต่างกับแก๊สโซลีนเพียงเล็กน้อย มีเพียงบางขึ้นส่วนเท่านั้นที่ผลการทดสอบในแก๊สโซฮอล์อี 20 มีความแตกต่างกับแก๊สโซฮอล์อี 10 และแก๊สโซลีนมาก และอีลาสโตเมอร์ชนิดอะครีลิก (ACM) มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติแต่ละอย่างที่พิจารณาอย่างมากในน้ำมันทั้งสามชนิด ยกเว้นความแข็ง

Environment Australia [13] งานวิจัยของกรมสิ่งแวดล้อม ประเทศออสเตรเลีย เป็นการทดสอบที่มุ่งเน้นความสนใจไปที่แก๊สโซฮอล์อี 20 ขึ้นส่วนที่นำมาถูกนำมาทดสอบเป็นขึ้นส่วนที่คัดเลือกจากรถยนต์ 3 ชนิด ประกอบด้วย Holden VN Commodore, Holden VK Commodore และ Ford XE Falcon ซึ่งแต่ละชนิดมีระบบเชื้อเพลิงและระบบเครื่องยนต์ที่แตกต่างกัน วิธีการทดลองจะอ้างอิงมาตรฐาน SAE J1747, SAE J1748 และ SAE J1681 โดยจะมีการเปรียบเทียบผลระหว่างแก๊สโซลีนและแก๊สโซฮอล์อี 20 ขึ้นส่วนจะถูกบรรจุในขวดโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง ขนาด 1 ลิตร ที่อุณหภูมิ 55±2 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ทดสอบ 2000 ชั่วโมง ข้อมูลที่เป็นผลการทดสอบประกอบด้วย น้ำหนัก ขนาด ความแข็ง และลักษณะภายนอก ผลการทดสอบปรากฏว่ามีขึ้นส่วนที่เป็นโลหะหลายชนิดที่เกิดการกัดกร่อนเนื่องจากแก๊สโซฮอล์อี 20 เช่น ถังน้ำมัน ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง ผิวของคาร์บูเรเตอร์ และขึ้นส่วนที่เป็นทองเหลือง ส่วนขึ้นส่วนที่เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดผลกระทบเมื่อแช่ในแก๊สโซฮอล์อี 20 ประกอบด้วย ลูกกลอย ท่อยางต่างๆ ที่เกิดการขยายตัวของขนาด ปะเก็นที่ทำจากไม้ก๊อก เป็นต้น

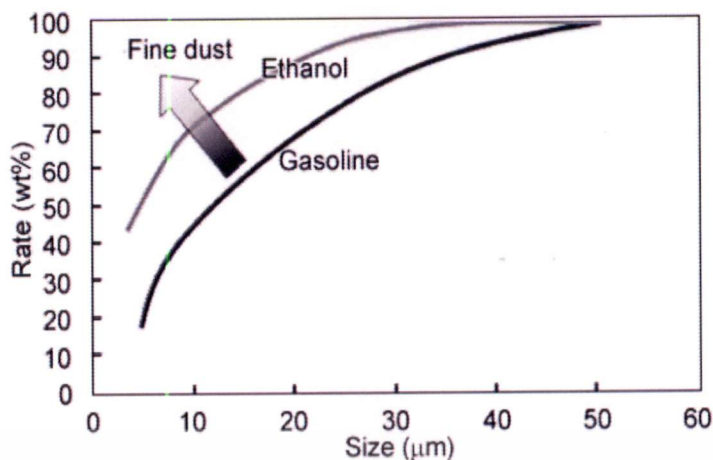
Seiichi Soma และคณะ [14] งานวิจัยนี้เป็นของสถาบันวิจัยรถยนต์ของประเทศญี่ปุ่น โดยมีการหาผลกระทบของเชื้อเพลิงเอทานอลในด้านต่างๆ ประกอบด้วย การหาผลกระทบของเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนผสมเอทานอลต่อคุณสมบัติของเชื้อเพลิง การหาผลกระทบของเอทานอลต่อแก๊สไอเสียของเครื่องยนต์ การหาผลกระทบ (การกัดกร่อน) ต่อชิ้นส่วนยานยนต์ การหาผลกระทบของเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนผสมเอทานอลต่อการกระเหยของมลพิษของยานยนต์ ในส่วนของการหาผลกระทบต่อชิ้นส่วนต่างๆ ขึ้นส่วนที่นำมาทดสอบเป็นโลหะ อะลูมิเนียม 3 ชนิด สังกะสี และดีบุก โดยจุ่มขึ้นส่วนลงในน้ำมันแก๊สโซลีนผสมเอทานอลในสัดส่วนของเอทานอล 0, 1, 3, 5, 7 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 720 ชั่วโมง (สภาวะเหมือนกับการใช้งาน 15 ปี) จากการทดสอบปรากฏว่าเกิดการกัดกร่อนในชิ้นงานที่แช่ในแก๊สโซฮอล์อี 5 และแก๊สโซฮอล์อี 10 บางขึ้นส่วนที่ถูกแช่ในแก๊สโซฮอล์อี 10 เกิดการสลายตัวจนทำให้น้ำมันที่ใช้ทดสอบกลายเป็นสีน้ำตาล งานวิจัยนี้จึงสรุปได้ว่าปริมาณเอทานอลในน้ำมันเชื้อเพลิงควรมีไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์

กังสตาล เอกเจริญ และ ดร.วรัญ แต่ไพสิฐพงษ์ [15] ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของปริมาณเส้นใยแก้ว และความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ ที่มีต่อคุณสมบัติเชิงกายภาพ และคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุผสมพอลิไวนิลคลอไรด์เสริมแรงด้วยเส้นใยแก้ว ซึ่งถูกเตรียมจากพีวีซีเรซินและสารเติมแต่งอื่นๆ ผสมกับเส้นใยแก้วชนิด E-glass แบบสั้น ที่มีขนาดความยาวเฉลี่ย 3 มิลลิเมตร โดยใช้ปริมาณเส้นใยแก้วตั้งแต่ 0, 15 และ 25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ส่วนผสมทั้งหมดถูกผสมในเครื่องผสมและนำมารีดเป็นแผ่นโดยใช้เครื่องผสมชนิดลูกกลิ้งสองแถว แล้วอัดขึ้นรูปเป็นแผ่นด้วยเครื่องอัด จากนั้นทำการตัดเป็นรูปชิ้นงานแบบแท่งและแบบวงกลม แซ่ชิ้นงานที่ได้ไปในน้ำมัน 4 แบบที่เกิดจากการผสมตามมาตรฐาน SAE J1681 (Gasoline, alcohol and diesel fuel surrogates for material testing) คือ C(E0)A, C(E20)A, C(E85)A และ C(E100)A ในโหลแก้วที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 16 อาทิตย์ พบว่ามวลของสารประกอบแต่งเพิ่มขึ้น เนื่องจากการดูดซึมไฮโดรคาร์บอนและโพลีเอทานอลจากน้ำมันเข้าไปในพีวีซีเมตริกซ์ ซึ่งส่งผลให้ค่า ความทนทานต่อการกระแทก (Impact strength) ลดน้อยลง เนื่องจากคุณสมบัติเชิงกลของพีวีซีเมตริกซ์ จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope:SEM) พบว่าเส้นใยแก้วมีการกระจายอยู่ทั่วเนื้อเรซินและเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ มีการยึดเกาะที่ดีทำให้คุณสมบัติเชิงกลของสารประกอบแต่งเสริมแรงเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณเส้นใยแก้วที่เพิ่มมากขึ้น

ปราณีศา ชูเส็ง และ วรัญ แต่ไพสิฐพงษ์ [16] ศึกษาเกี่ยวกับอิมพัลของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ต่อสมบัติเชิงกลของวัสดุผสมโพลีเอไมด์ 6 เสริมแรงด้วยเส้นใยแก้ว (15% และ 30% โดยน้ำหนัก) โดยชิ้นงานทดสอบถูกขึ้นรูปเป็นแผ่น โดยเครื่องอัดด้วยความร้อนเพื่อใช้ทดสอบสมบัติเชิงกายภาพ และถูกขึ้นรูปเป็นรูปดัมเบล โดยเครื่องอัดฉีดขึ้นรูปเพื่อใช้ทดสอบสมบัติการทนแรงดึง ชิ้นงานเหล่านี้จะถูกนำไปทดสอบแซ่ในน้ำมัน 4 ชนิด ตามมาตรฐาน SAE J1681 (Gasoline, alcohol and diesel fuel surrogates for material testing) คือ C(E0)A, C(E20)A, C(E85)A และ C(E100)A ในโหลแก้ว ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 สัปดาห์ จากผลการทดลองพบว่า ชิ้นงานที่แซ่ในน้ำมันทดสอบที่มีส่วนผสมของเอทานอล (แก๊สโซฮอล์) มีความเข้ากันได้น้อยกว่าชิ้นงานที่แซ่ในน้ำมันที่ไม่มีส่วนผสมของเอทานอล (น้ำมันเบนซิน, C(E0)A) เนื่องจากน้ำในเอทานอล ส่งผลให้ค่าความทนต่อแรงดึง (Tensile strength) ลดลงตามปริมาณการดูดซับน้ำ อย่างไรก็ตามการเสริมแรงด้วยเส้นใยแก้วสามารถช่วยปรับปรุงคุณสมบัติการต้านได้

Ito, A และคณะ [17] ทำการวิจัยเพื่อสร้างตัวควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงสำหรับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนและเอทานอล เพิ่มประสิทธิภาพในการจุด start ที่อุณหภูมิต่ำ และปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนในระบบเชื้อเพลิงเพื่อเหมาะสมในการใช้เชื้อเพลิงเอทานอล ในส่วนของการปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนในระบบเชื้อเพลิงได้มีการทดสอบหาการแพร่กระจายของฝุ่นผงในเอทานอล ซึ่งผลการทดสอบปรากฏว่าเอทานอลมีการแพร่กระจายของฝุ่นผงละเอียดมากกว่าแก๊สโซลีน นั่นคือเมื่อใช้เอทานอลจะเกิดการอุดตันของตัวกรองเร็วกว่าแก๊สโซลีน ดังแสดงในรูปที่ 2.1 และ 2.2 [12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



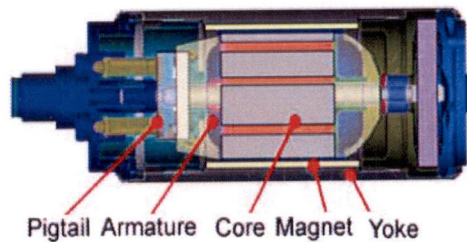
รูปที่ 2.1 การเพิ่มของการแพร่กระจายฝุ่นผงในเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนและเอทานอล



รูปที่ 2.2 ลักษณะของการแพร่กระจายฝุ่นผงในเชื้อเพลิงเอทานอลและแก๊สโซลีน

ในส่วนของการกักกรองในโลหะ เอทานอลที่ขายในประเทศบราซิลเป็นเอทานอลที่มีน้ำประกอบอยู่ประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีผลกระทบเป็นอย่างมากต่อบัมพ์น้ำมันเชื้อเพลิงที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับแก๊สโซลีนโดยเฉพาะ อาจทำให้เกิดสนิมและบัมพ์ไม่ทำงาน ดังนั้นจึงมีการเปลี่ยนแปลงชนิดของโลหะที่ใช้ในการประกอบปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง ดังแสดงในรูปที่ 2.3 [12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Parts	Gasoline	Flexible Fuel
Pigtail	Sn plating	Sn plating
Armature	None	Resin molding
Core	None	Cu-Sn plating
Magnet	Epoxy electro-depositing painting	Epoxy electro-depositing painting
Yoke	Zn plating	Cu-Sn plating

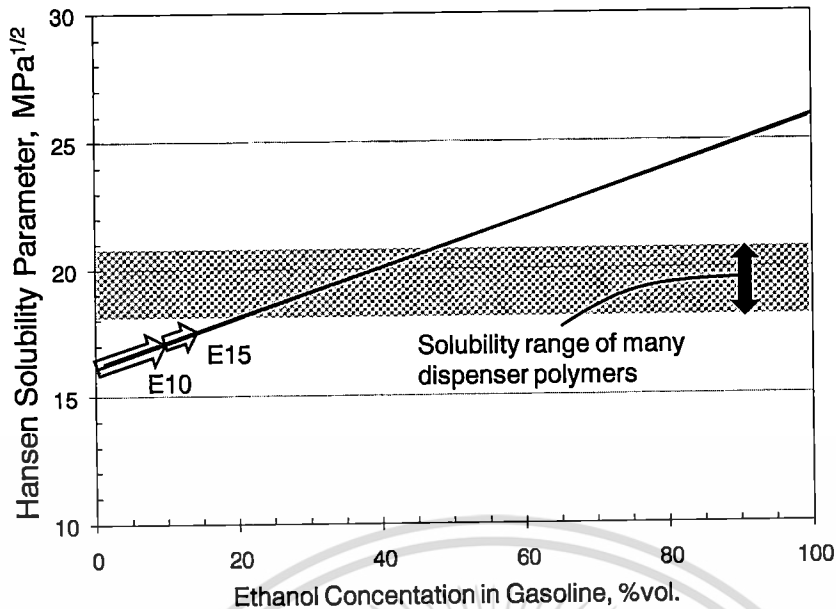
รูปที่ 2.3 การเปลี่ยนชนิดของโลหะเพื่อป้องกันการเกิดสนิมของปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง

Ramesh Singh [18] กล่าวถึงคุณสมบัติของเอทานอล คุณสมบัติที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนและอันตรายที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งสามารถนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดการเลือกวัสดุของท่อในระบบขนส่งเอทานอล บทความนี้ได้อธิบายกลไกการเกิดการกัดกร่อน อันเนื่องมาจากการตะกอนซัลไฟที่มีอยู่ในเอทานอล ประมาณ 0.003% โดยปริมาตร ไม่ใช่เพียงกรดซัลฟิวริกในเอทานอลเท่านั้น ความชื้นและสิ่งเจือปนอื่นๆ ก็เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนเช่นกัน ดังนั้นเอทานอลจึงมีผลกระทบต่อวัสดุพวกโลหะอย่างมาก เอทานอลที่มีส่วนผสมของกรดซัลฟิวริกทำให้มีค่า pH อยู่ในช่วงที่การแตกกร้าวเนื่องจากความเค้นร่วมกับการกัดกร่อนมีค่าเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัสดุที่อยู่ภายใต้ความเค้นสูงสำหรับการป้องกันการเกิดการกัดกร่อนในบทความนี้ได้กล่าวถึงการสร้างฟิล์มเคลือบผิวโลหะ เพื่อขัดขวางการสัมผัสระหว่างเอทานอลและพื้นผิวของโลหะ ปัจจัยในการเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับท่อขนส่งเอทานอลมีหลายประการ เช่น มีคาร์บอนและซัลเฟอร์ต่ำ ต้องเป็นเหล็กที่สร้างจากกระบวนการหล่อแบบต่อเนื่อง เหล็กต้องผ่านกระบวนการชุบแข็งเพื่อให้ได้เม็ดเกรนที่ดี เป็นต้น

F. J. Walker [19] ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของเอทานอลในแก๊สโซลีนต่อพอลิเมอร์ชนิดต่างๆ ที่ใช้ทำปะเก็น โดยใช้พอลิเมอร์ 5 ชนิด คือ HNBR, AEM-D, MVQ, HT- ACM และ t-FKM การทดสอบทำโดยการแช่พอลิเมอร์ลงในน้ำมัน 5 ชนิด คือ อี 10, อี 25, อี 50, อี 85 และอี 100 ที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียสโดยเปรียบเทียบผลการทดสอบ hardness, ultimate tensile strength, elongation at break และปริมาตร ระหว่าง 1 สัปดาห์ (168 ชั่วโมง) และ 6 สัปดาห์ (1008 ชั่วโมง) การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D471 การวัดค่าคุณสมบัติทางกลจะวัดโดยอ้างอิงมาตรฐาน DIN 53504 ส่วนการวัดค่าความแข็งแรงและการเปลี่ยนแปลงปริมาตรวัดโดยอ้างอิงมาตรฐาน ASTM D2240 and D792 ตามลำดับ จากการทดสอบสรุปได้ว่าในพอลิเมอร์ HNBR ผลกระทบเกิดขึ้นมาก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานาน นี้อธิบายถึงแนวโน้มในการนำเทคโนโลยีขั้นสูงมาใช้ ไม่ว่าจะเป็นกรณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อแช่ในน้ำมันที่มีเปอร์เซ็นต์ของเอทานอลต่ำกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ พอลิเมอร์ AEM-D เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาตรและคุณสมบัติทางกลมากจนกระทั่งในงานวิจัยแนะนำว่าไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ในเชื้อเพลิงผสมเอทานอล ผลจากพอลิเมอร์ MVQ แสดงให้เห็นว่าเป็นวัสดุที่แข็งแรง เนื่องจากยังคงรักษาคุณสมบัติทางกลและต้านทานการบวมตัวเมื่อแช่ในอี 85 และอี 100 แต่ไม่สามารถใช้กับน้ำมันที่มีส่วนผสมของเอทานอลต่ำกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ พอลิเมอร์ ACM ไม่สามารถใช้ (สัมผัสโดยตรง) กับเชื้อเพลิงผสมเอทานอลได้เลย ส่วนผลจากพอลิเมอร์ FKM แสดงให้เห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรใกล้เคียงกันในน้ำมันทุกชนิด อย่างไรก็ตามน้ำมันที่มีเอทานอลน้อยกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลกระทบต่อค่า Tensile

Michael D. Kass และคณะ [20] ได้วิจัยเกี่ยวกับการหาผลกระทบของแก๊สโซลีนผสมเอทานอล 0, 10, 17 และ 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ต่ออีลาสโตเมอร์ โดยใช้ตัวอย่างทดสอบ คือ fluorocarbon, fluorosilicone, acrylonitrile butadiene rubber (NBR), styrene butadiene rubber (SBR), silicone rubber, neoprene และ polyurethane แช่ในน้ำมันที่มีอัตราการไหล 0.8 เมตรต่อวินาที เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และหลังจากนั้นทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 ชั่วโมง ทำการวัดค่าการเปลี่ยนแปลงปริมาตร มวล และความแข็งโดยวัดในสถานะเปียกและแห้ง โดยงานวิจัยนี้มีหลักการในการวิจัยคือ คุณสมบัติที่สำคัญที่สามารถทำให้เกิดผลกระทบต่อความเหมาะสมของพอลิเมอร์ คือ ค่าความสามารถในการละลาย โดยจะประมาณค่าได้จากค่าดัชนีการละลาย (solubility parameter) ถ้าหากตัวทำละลายและตัวถูกละลายมีค่าดัชนีการละลายใกล้เคียงหรือตรงกันก็จะทำให้เกิดการละลายหรือมีการแทรกซึมผ่านสูง รูปที่ 2.4 แสดงกราฟเทียบค่า Hansen Solubility Parameter กับเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของเอทานอล จากรูปเมื่อความเข้มข้นของเอทานอลเพิ่มขึ้นจาก 0 ไปยัง 15 เปอร์เซ็นต์ ค่าดัชนีการละลายของตัวทำละลายก็จะเข้าใกล้ค่าการละลายของวัสดุจำพวกพอลิเมอร์ ดังนั้นจึงทำให้เกิดการแทรกซึมผ่านและการละลายสารประกอบ Polymeric สูงขึ้น หากส่วนประกอบในพอลิเมอร์ เช่น plasticizers (เป็นสารที่เติมลงไปผสมกับเรซินเพื่อทำให้พลาสติกนิ่ม เป็นการเพิ่มคุณสมบัติในทางอ่อนตัว เพิ่มความเหนียว เพิ่มความทนทานต่อความร้อน เพิ่มความต้านทานการสึกหรอ) เกิดการเสื่อม จะทำให้สูญเสียคุณสมบัติในการ seal ของอีลาสโตเมอร์ได้



รูปที่ 2.4 กราฟเทียบค่า Hansen Solubility Parameter กับเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของเอทานอล

จากผลการทดสอบสรุปได้ว่าตัวอย่าง Fluorocarbons เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าคุณสมบัติทางกายภาพน้อยมาก และแสดงให้เห็นว่ามีความเหมาะสมต่อการใช้กับแก๊สโซลีนผสมเอทานอลที่มีเปอร์เซ็นต์ของเอทานอลในระดับกลาง สำหรับตัวอย่าง Fluorosilicone Rubber แสดงผลเช่นเดียวกันกับ Fluorocarbons ผลของตัวอย่าง NBRs เกิดการบวมตัวและอ่อนตัวลงในแก๊สโซลีนเกิดการเพิ่มขึ้นของปริมาตร 20 เปอร์เซ็นต์ ค่าความแข็งตกลงมา 10 จุดเมื่อแช่ในเอทานอล หลังจากทำให้แห้งปรากฏว่าเกิดการสูญเสียมวลไป 8-14 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงประเมินว่ามีความเหมาะสมกับแก๊สโซลีนผสมเอทานอล 25 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป (ขึ้นอยู่กับการใช้งาน) ตัวอย่าง Silicone Rubber เกิดการบวมขึ้นมากกว่า 120 เปอร์เซ็นต์ การบวมตัวนี้แสดงให้เห็นถึงอัตราการแทรกซึมสูง ตัวอย่าง SBR เกิดการบวม 90 เปอร์เซ็นต์และความแข็งลดลง 50 จุด ตัวอย่าง Polyurethane เป็นตัวอย่างที่อ่อนไหวต่อเอทานอลที่สุดทำให้ประเมินได้ว่าไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้งานงานที่มีเอทานอลผสมอยู่ 25 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ตัวอย่าง Neoprene การลดลงของความแข็งอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับ Fluorocarbons แต่อย่างไรก็ตามการบวมตัวก็มีมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดสอบสรุปได้ว่าไม่เหมาะสมที่จะใช้งานในสภาวะที่มีอะโรมาติกแก๊สโซลีนในระดับสูง ไม่ว่าจะมีการเติมเอทานอลหรือไม่ก็ตาม

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าการทดสอบหาผลกระทบของแก๊สโซลีนอี 10 และอี 20 ต่อวัสดุต่างๆ อย่างกว้างขวาง ส่วนมากจะทำการทดสอบกับวัสดุที่ผลิตขึ้นส่วนในยานยนต์ โดยใช้มาตรฐานของ Society of Automotive Engineers (SAE) ในการทดสอบ ในส่วนของอุณหภูมิควบคุมจะแตกต่างกันออกไปแล้วแต่ชนิดของวัสดุ สำหรับในประเทศไทย การพัฒนาให้ใช้แก๊สโซลีนอี 85 และอี 100 (เอทานอล) จะส่งผลดีต่อเศรษฐกิจของประเทศในหลายๆ ด้าน แต่แก๊สเอทานอลนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โซฮอล์อี 85 สามารถใช้ได้เต็มในรถยนต์ที่เรียกว่า Flex Fuel Vehicle (FFV) ซึ่งมีราคาสูง หากมีความต้องการที่จะใช้แก๊สโซฮอล์อี 85 และอี 100 กับรถยนต์ที่ไม่ได้ออกแบบให้ใช้กับเชื้อเพลิงเหล่านี้ ก็จำเป็นต้องต้องทราบถึงผลกระทบที่มีต่อชิ้นส่วนในระบบเชื้อเพลิงของรถยนต์ ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมาไม่มีการทดสอบผลกระทบของแก๊สโซฮอล์ต่อชิ้นส่วนจริงในยานยนต์ จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ คือ ทดสอบหาผลกระทบของแก๊สโซฮอล์อี 85 และอี 100 ต่อชิ้นส่วนจริงในระบบเชื้อเพลิงของรถยนต์ และประเมินว่าชิ้นส่วนใดที่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนเมื่อใช้กับเชื้อเพลิงเหล่านี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 คุณสมบัติของเอทานอล

เอทานอล หรือ เอทิลแอลกอฮอล์ คือ แอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งที่มีสูตรเคมี C_2H_5OH มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี ติดไฟง่าย มีความไวไฟและค่าออกเทนสูง (เอทานอลบริสุทธิ์ร้อยละ 99.8 มีค่าออกเทนสูงถึง 113) ประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน เป็นไฮดรอกซิล ตรีเวทีฟของไฮโดรคาร์บอน เกิดจากการแทนที่ไฮโดรเจนอะตอมด้วยหมู่ไฮดรอกซิล (Hydroxyl group, OH) มีน้ำหนักโมเลกุล 46.07 ความหนาแน่น 0.789 กรัมต่อมิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จุดหลอมเหลว -114.1 องศาเซลเซียส จุดเดือด 78.5 องศาเซลเซียส สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย อาทิ ใช้ผลิตอาหาร และเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรม ใช้เป็นเชื้อเพลิง ฯลฯ

เอทานอล ผลิตได้ทั้งจากกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมี โดยใช้เอทิลีนเป็นวัตถุดิบ และกระบวนการทางชีวเคมี โดยใช้พืชผลหรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีแป้งและน้ำตาลสูงเป็นวัตถุดิบ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ได้รับความนิยมและมีวัตถุดิบที่สามารถเลือกใช้ได้หลากหลาย ชนิดตามความเหมาะสมของแต่ละประเทศ วัตถุดิบที่ใช้ผลิตเอทานอล สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้ วัตถุดิบประเภทแห้ง ได้แก่ ผลผลิตทางการเกษตรพืชรากพืช เช่น ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวบาร์เลย์ ข้าวฟ่าง และพืชมหัสด์ เช่น มันสำปะหลัง มันฝรั่ง มันเทศ เป็นต้น วัตถุดิบประเภทน้ำตาล ได้แก่ อ้อย กากน้ำตาล บีตรูต ข้าวฟ่างหวาน เป็นต้น วัตถุดิบประเภทเส้นใย ส่วนใหญ่เป็นผลพลอยได้จากผลผลิตทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว ชานอ้อย ชังข้าวโพด รำข้าว เศษไม้ เศษกระดาษ ชี้อ้อย วัชพืช รวมทั้งของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานกระดาษ เป็นต้น

เนื่องจากเอทานอลมีออกซิเจนประกอบอยู่ในโมเลกุล ออกซิเจนจะจับตัวอยู่ในรูปของอนุมูลไฮดรอกซิล (Hydroxyl, OH) ทำให้โมเลกุลของเอทานอล มีคุณสมบัติเป็นขั้ว (Polar) ซึ่งมีปฏิกิริยาสูงกว่าเบนซิน จึงทำให้เอทานอลมีอำนาจการกัดกร่อนมากกว่าเบนซิน คุณสมบัติการกัดกร่อนของเอทานอลป้องกันได้โดยใช้สารเคลือบที่สามารถต้านทานการกัดกร่อนไว้กับถังน้ำมันเชื้อเพลิง [21]

3.2 พันธะโควาเลนต์ที่มีขั้ว

เมื่ออะตอมสองอะตอมของธาตุที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีต่างกันมาสร้างพันธะโควาเลนต์ อิเล็กตรอนที่ใช้ร่วมกันจะอยู่ข้างอะตอมที่มีความสามารถในการดึงอิเล็กตรอนมากกว่า หรืออะตอมที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงจะมีความหนาแน่นของอิเล็กตรอนมากกว่า ทำให้พันธะโควาเลนต์มีสภาพขั้วเกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น พันธะโควาเลนต์ของไฮโดรเจนคลอไรด์ อะตอมคลอรีน ซึ่งมีความสามารถในการดึงอิเล็กตรอนมากกว่าอะตอมไฮโดรเจน โดยจะดึงอิเล็กตรอนสองตัวที่เป็นพันธะโควาเลนต์มาอยู่ใกล้อะตอมคลอรีน ทำให้อะตอมไฮโดรเจนขาดอิเล็กตรอน และทำให้มีประจุบวกเล็กน้อย (δ^+) อะตอมคลอรีนจะมีอิเล็กตรอนมากและจะมีประจุลบเล็กน้อย (δ^-) ทำให้โมเลกุลของไฮโดรเจนคลอไรด์มีประจุบวกที่ปลายด้านหนึ่ง และมีประจุลบอยู่อีกปลายด้านหนึ่งของโมเลกุล ดังรูปที่ 3.1 และความแรงของขั้วของพันธะขึ้นกับผลต่างของค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีของอะตอมคู่สร้างพันธะ โดยถ้าค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีแตกต่างกันมากกว่า สภาพขั้วจะแรงกว่า เช่น H-F มีสภาพขั้วแรงกว่า H-Cl [22]



รูปที่ 3.1 สภาพขั้วโมเลกุลของไฮโดรเจนคลอไรด์

3.3 โมเลกุลที่มีขั้วและโมเลกุลที่ไม่มีขั้ว

โมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์ที่เกิดจากพันธะมีขั้ว โดยส่วนมากจะเกิดเป็นโมเลกุลที่มีขั้ว แต่ก็พบว่าโมเลกุลที่เกิดจากพันธะมีขั้ว อาจเกิดเป็นโมเลกุลที่ไม่มีขั้วได้ ตัวอย่างเช่น โมเลกุล CCl_4 และ CO_2 เนื่องจากพันธะที่มีขั้วมีการหักล้างกันของสภาพขั้ว ทำให้เกิดเป็นโมเลกุลที่ไม่มีขั้ว และโมเลกุลของคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) มีพันธะระหว่างอะตอมคาร์บอนและอะตอมคลอรีน (C-Cl) จำนวน 4 พันธะ และเป็นพันธะที่มีขั้ว อะตอมคลอรีนจะมีประจุลบ และอะตอมคาร์บอนจะมีประจุบวก แต่เนื่องจากโมเลกุลของคาร์บอนเตตระคลอไรด์ มีรูปร่างเป็นเตตระฮีดรอนที่มีอะตอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ข้อมูล และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาร์บอนอยู่ที่จุดศูนย์กลาง และอะตอมคลอรีนอยู่ที่มุมของรูปเตตระฮีดรอน ทำให้สภาพชั่วเกิดการหักล้างกันหมดสิ้น ทำให้เกิดเป็นโมเลกุลที่มีสภาพชั่ว

วิธีพิจารณาว่าโมเลกุลใดมีขั้วหรือไม่มีขั้ว มีหลักการ 2 ข้อ หลักการแรก คือ โมเลกุลใดที่มีแต่พันธะที่ไม่มีขั้วทั้งสิ้น จัดเป็นโมเลกุลที่ไม่มีขั้ว เช่น H_2 , O_2 , N_2 , F_2 , Br_2 , I_2 , P_4 และหลักการที่สอง คือ โมเลกุลใดที่มีพันธะมีขั้ว โมเลกุลนั้นอาจมีขั้วหรือไม่มีขั้วก็ได้ ขึ้นกับการเขียนเวกเตอร์ แล้วดูการหักล้างกันของทิศทางของขั้วของพันธะรอบอะตอมกลาง ถ้าหักล้างกันหมดโมเลกุลนั้นจะไม่มีขั้ว แต่ถ้าหักล้างกันไม่หมดโมเลกุลนั้นจะมีขั้ว โดยทิศทางของขั้วลบของโมเลกุลชี้ไปทางทิศทางของผลลัพธ์ ดังแสดงในตารางที่ 3.1 [22]

ตารางที่ 3.1 แสดงสภาพขั้วของสารต่างๆ

สาร	สูตรโครงสร้างแบบเส้น	รูปร่างโมเลกุล	สภาพขั้ว	ทิศทางของขั้ว
$BeCl_2$	$Cl \leftarrow Be \rightarrow Cl$	เส้นตรง	ไม่มี	—
HCN	$H \rightarrow C \equiv N$	เส้นตรง	มี	\rightarrow
BF_3		สามเหลี่ยมแบนราบ	ไม่มี	—
CH_2O		สามเหลี่ยมแบนราบ	มี	\uparrow
CH_4		ทรงสี่หน้า	ไม่มี	—
$CHCl_3$		ทรงสี่หน้า	มี	\downarrow
H_2O		มุมงอ	มี	\uparrow
NH_3		พีระมิดฐานสามเหลี่ยม	มี	\uparrow

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 กระบวนการเกิดสารละลาย

ในกระบวนการเกิดสารละลายได้นั้น อนุภาคของตัวถูกละลายจะต้องสามารถกระจายตัวเข้าไปแทรกตัวอยู่ระหว่างอนุภาคของตัวทำละลายได้อย่างทั่วถึง การที่อนุภาคของตัวถูกละลายจะเข้าไปแทรกตัวอยู่ระหว่างอนุภาคของตัวทำละลายได้หรือไม่ ขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของตัวทำละลายกับตัวทำละลาย แรงดึงดูดโมเลกุลระหว่างตัวทำละลายกับตัวถูกละลาย และแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตัวถูกละลายกับตัวถูกละลาย

ปกติแล้ว การที่ตัวถูกละลายจะละลายในตัวทำละลายหนึ่งๆ ได้นั้น สารทั้งสองชนิดจะต้องมีสมบัติเหมือนกัน ตามกฎการละลาย (Like dissolves like) ก็คือ ตัวถูกละลายที่มีขั้วจะละลายในตัวทำละลายที่มีขั้ว แต่จะไม่ละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว เช่น เอทานอล ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) ละลายในน้ำ (H_2O) แต่ไม่ละลายในเฮกเซน (C_6H_{14}) ในทางตรงข้าม ตัวถูกละลายที่ไม่มีขั้วจะละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว แต่จะไม่ละลายในตัวทำละลายที่มีขั้ว เช่น คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) ละลายในเบนซีน (C_6H_6) ไม่ละลายในน้ำ แต่ถ้าในกรณีที่สารหนึ่งมีขั้วน้อยกว่าอีกสารตัวหนึ่ง ความสามารถในการละลายก็ลดลง หรืออาจจะกล่าวอีกนัยคือละลายได้เพียงบางส่วนเท่านั้น

จากที่กล่าวมาจะเป็นการละลายของของเหลวในของเหลวด้วยกัน ในกรณีที่เป็นการละลายของของแข็งในของเหลว ก็สามารถอธิบายโดยใช้แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลเช่นเดียวกัน ถ้าตัวถูกละลายเป็นสารประกอบไอออนิก ซึ่งเป็นสารประกอบเคมีที่เกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอน ระหว่างโลหะที่มีประจุบวกกับอโลหะที่มีประจุลบ เกิดเป็นสารประกอบ โดยยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะไอออนิก ซึ่งมีแรงดึงดูดระหว่างไอออนสูงมาก สารประกอบไอออนิกนี้จะละลายในตัวทำละลายที่มีขั้วแรงได้ดีกว่าตัวทำละลายที่มีขั้วน้อยกว่า เพราะฉะนั้นสารประกอบไอออนิกจึงละลายได้ดีในตัวทำละลายที่มีขั้วแรงมากๆ เช่น เกลือ (โซเดียมคลอไรด์, NaCl) ละลายได้ดีในน้ำ มากกว่าในตัวทำละลายที่เป็นสารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon compounds) [22]

3.5 การละลายของสารประกอบอินทรีย์

แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมีผลต่อสมบัติในการละลายของสารประกอบอินทรีย์ และการละลายของของแข็งจะเกิดขึ้นคล้ายๆ กับการหลอมเหลว โดยโครงสร้างของของแข็งจะถูกทำลาย และทำให้โมเลกุลมีการจัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ หรือเกิดไอออนในสารละลาย กระบวนการละลายจะทำให้โมเลกุลหรือไอออนแยกออกจากกันอย่างอิสระ พลังงานที่ใช้จะต้องมากกว่าพลังงานโครงผลึก (Lattice energies) และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลหรือไอออน โดยพลังงานดังกล่าวจะเกิดขึ้นจากแรงกระทำระหว่างตัวละลาย และตัวทำละลาย ตัวอย่างเช่น สารประกอบอินทรีย์มีค่าพลังงานโครงผลึกและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนมาก ดังนั้นจะใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย เพราะน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นตัวทำละลายที่มีขั้วสูง น้ำจะสามารถละลายสารประกอบอินทรีย์โดยการล้อมรอบไอออนที่มีประจุบวกและประจุลบได้ เนื่องจากน้ำเป็นโมเลกุลที่มีขั้วมากและมีรูปร่างขนาดเล็ก ดังนั้นจึงสามารถล้อมรอบไอออนได้อย่างดีจากผิวหน้าของโครงผลึก ไอออนที่เป็นประจุบวกจะถูกน้ำล้อมรอบโดยใช้ด้านที่มีประจุลบ ก็คือส่วนที่เป็นอะตอมออกซิเจน ไอออนที่เป็นประจุลบจะถูกน้ำล้อมรอบโดยใช้ด้านที่มีประจุบวก ก็คือส่วนที่เป็นอะตอมไฮโดรเจน เพราะฉะนั้นน้ำเป็นสารประกอบที่มีขั้วสูงมาก และสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนที่แข็งแรง ดังนั้นแรงยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นระหว่างน้ำและไอออนในสารละลายจะให้พลังงานสูง และมีค่าสูงมากกว่าพลังงานโครงผลึก และแรงดึงดูดระหว่างประจุของของแข็งที่เป็นผลึก

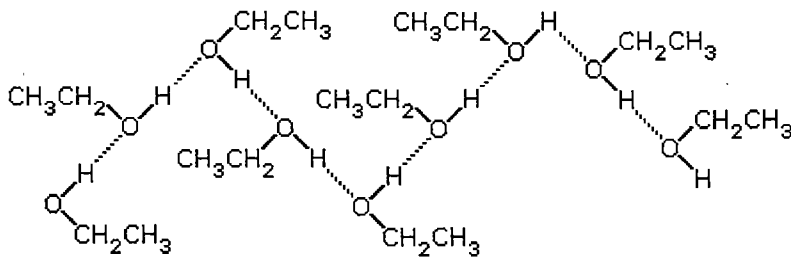
กฎของการละลายคือ สารประกอบที่มีสมบัติทางฟิสิกส์คล้ายคลึงกันจะสามารถละลายซึ่งกันและกันได้ (Like dissolves like) สารประกอบที่มีขั้วหรือสารประกอบไอออนนิกจะสามารถละลายได้ในตัวทำละลายที่มีขั้ว ส่วนของแข็งที่ไม่มีขั้วจะละลายได้ในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว และในทางตรงกันข้ามของแข็งที่ไม่มีขั้วจะไม่ละลายในตัวทำละลายที่มีขั้ว อย่างไรก็ตามของเหลวที่ไม่มีขั้วจะไม่ผสมกันกับของเหลวที่มีขั้ว เช่น น้ำกับน้ำมัน

สารประกอบเคมีที่มีสภาพขั้วใกล้เคียงกันจะสามารถผสมกันได้ดีก็ต่อเมื่อ แรงกระทำระหว่างโมเลกุลที่เกิดขึ้นใหม่ที่เป็นผลมาจากการละลาย จะต้องมีความใกล้เคียงกันกับแรงกระทำระหว่างโมเลกุลของสารประกอบเคมีแต่ละตัว เช่น คาร์บอนเตตระคลอไรด์เป็นโมเลกุลที่ไม่มีขั้วจะละลายได้ดีในสารประกอบอัลเคนซึ่งเป็นสารประกอบที่ไม่มีขั้ว และน้ำเป็นสารประกอบที่มีขั้วสูงมากจะไม่สามารถละลายสารประกอบอัลเคนได้ เพราะจะต้องทำให้โมเลกุลของสารประกอบอัลเคนมีขั้วอย่างมากจึงจะสามารถสร้างแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลได้ ดังนั้นน้ำและสารประกอบอัลเคนจึงไม่สามารถละลายซึ่งกันและกันได้ เพราะการละลายสารประกอบอัลเคนในน้ำจะต้องใช้พลังงานจำนวนมากในการแยกโมเลกุลของน้ำออกจากกัน ในขณะเดียวกัน เอทานอลและน้ำมีความสามารถผสมเข้าด้วยกันได้ทุก ๆ ส่วน เพราะว่าโมเลกุลของสารประกอบทั้งสองมีความเป็นขั้วสูงมาก จึงสามารถสร้างแรงกระทำระหว่างโมเลกุลใหม่ ที่มีค่ามากกว่าแรงกระทำระหว่างโมเลกุลของสารประกอบแต่ละตัว ซึ่งเป็นไปได้เนื่องจากเอทานอลสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของน้ำได้ดี [17] ดังแสดงในรูป

3.2

⋮

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ปฏิกริยาระหว่างน้ำและเอทานอล

3.6 การละลายของพอลิเมอร์

โดยทั่วไป พอลิเมอร์พวกเทอร์โมพลาสติก สามารถละลายในตัวทำละลายได้บ้าง และมีสองลักษณะ คือ ในกรณีแรก โมเลกุลของตัวทำละลายจะซึมผ่านเข้าไปในพอลิเมอร์ ทำให้มีลักษณะพองตัวขึ้น ขนาดของพอลิเมอร์จะใหญ่ขึ้น กรณีนี้พอลิเมอร์จะต้องมีแรงดึงดูดระหว่างสายโซ่โมเลกุลสูง ซึ่งอาจเป็นโครงสร้างแหหรือร่างตาข่าย มีความเป็นผลึกสูงหรือมีพันธะไฮโดรเจนที่แข็งแรง การละลายในลักษณะที่สองคือ ถ้าแรงกระทำระหว่างตัวทำละลายกับพอลิเมอร์มากกว่าแรงดึงดูดระหว่างสายโซ่โมเลกุล ก็จะเกิดสารละลาย หมายความว่า ในกรณีแรกจะเกิดเพียงการพองตัวแต่ไม่เป็นสารละลาย ส่วนกรณีที่สองจึงเกิดเป็นสารละลาย ความสามารถในการละลายของพอลิเมอร์ขึ้นอยู่กับ ขนาด น้ำหนักโมเลกุล ซึ่งจะมีผลต่อความหนืดของสารละลายด้วย การละลายของพอลิเมอร์ค่อนข้างจะซับซ้อนกว่าการละลายของสารโมเลกุลเล็ก

เราอาจพบคำว่า Good solvent และ Poor solvent ซึ่งใช้ในการละลายของพอลิเมอร์ หมายถึงตัวทำละลายที่ดีกับตัวทำละลายที่ไม่ดีตามลำดับ ถ้าตัวทำละลายที่ดีจะละลายได้มากและเร็วกว่าตัวทำละลายที่ไม่ดี กรณีตัวทำละลายที่ไม่ดี ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น การละลายจะดีขึ้น เรามักจะพบว่า ตัวทำละลายบางชนิดเป็นตัวทำละลายที่ดีสำหรับพอลิเมอร์บางชนิดโดยเฉพาะ เช่น ตัวทำละลายพวกอะโรมาติกเป็นตัวทำละลายที่ดีสำหรับพอลิเมอร์พวกอะโรมาติก ตัวอย่างโพลีสไตรีนจะละลายได้ดีในโทลูอีน แต่ถ้านำโพลีไอโซบิวทีนไปละลายในโทลูอีนจะไม่ค่อยละลาย หรือละลายได้น้อยมาก ในทางตรงกันข้าม ถ้าตัวทำละลายพวกไฮโดรคาร์บอนสายตรง เช่น ไฮโคลเฮกเซนเป็นตัวทำละลายที่ไม่ดีสำหรับโพลีสไตรีน แต่เป็นตัวทำละลายที่ดีสำหรับโพลีไอโซบิวทีน ตัวทำละลายที่มีสภาพขั้ว เช่น เอสเทอร์หรือคีโตน จะละลายพวกโพลีเอสเทอร์ได้ดี น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีสำหรับโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ โมโนเมอร์มักจะเป็นตัวทำละลายที่ดีของพอลิเมอร์ของมันเอง แต่ก็ไม่เสมอไปทุกครั้ง พอลิเมอร์ที่มีผลึกมากจะทำให้ละลายได้ยากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพองตัวของพอลิเมอร์ร่างตาข่าย ถ้าเรานำยางที่ผ่านกระบวนการวัลคาไนซ์แล้วลงในเบนซีน จะเกิดการพองตัว คือปริมาตรจะเพิ่มขึ้นเมื่อทิ้งไว้นานๆ เนื่องจากเบนซีนเป็นตัวทำละลายที่ดีสำหรับยางที่ยังไม่ผ่านกระบวนการวัลคาไนซ์ เมื่อพอลิเมอร์หรือยางที่ผ่านกระบวนการวัลคาไนซ์แล้ว จะเกิดโครงสร้างแบบร่างตาข่ายไม่ละลายในเบนซีนแต่จะพองตัวขึ้น เนื่องจากโมเลกุลของตัวทำละลายซึมผ่านเข้าไประหว่างสายโซ่โมเลกุล ในขณะที่โมเลกุลซึมผ่านเข้าไปในนั้น โมเลกุลตาข่ายของพอลิเมอร์จะถูกยึดออก จนกระทั่งถึงช่วงเวลาหนึ่ง คือช่วงที่แรงดันออสโมติกที่ผลักดันตัวทำละลายเข้าไป เท่ากับแรงต้านของโมเลกุลร่างตาข่ายของพอลิเมอร์ เรียกว่า จุดสมดุล อัตราส่วนการพองตัวขึ้นอยู่กับปัจจัยสองอย่าง คือ ปัจจัยแรก ตัวทำละลายนั้นเป็นตัวทำละลายที่ดีของพอลิเมอร์นั้นหรือไม่ คือจะมีแรงผลักดันตัวทำละลายเข้าไปได้ดีเพียงใด ปัจจัยที่สอง คือจำนวนโครงร่างตาข่ายมีมากน้อยเพียงใด ซึ่งมีผลต่อแรงต้านการพองตัว [23]

3.7 การศึกษาและวิเคราะห์โมเลกุลของสารด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

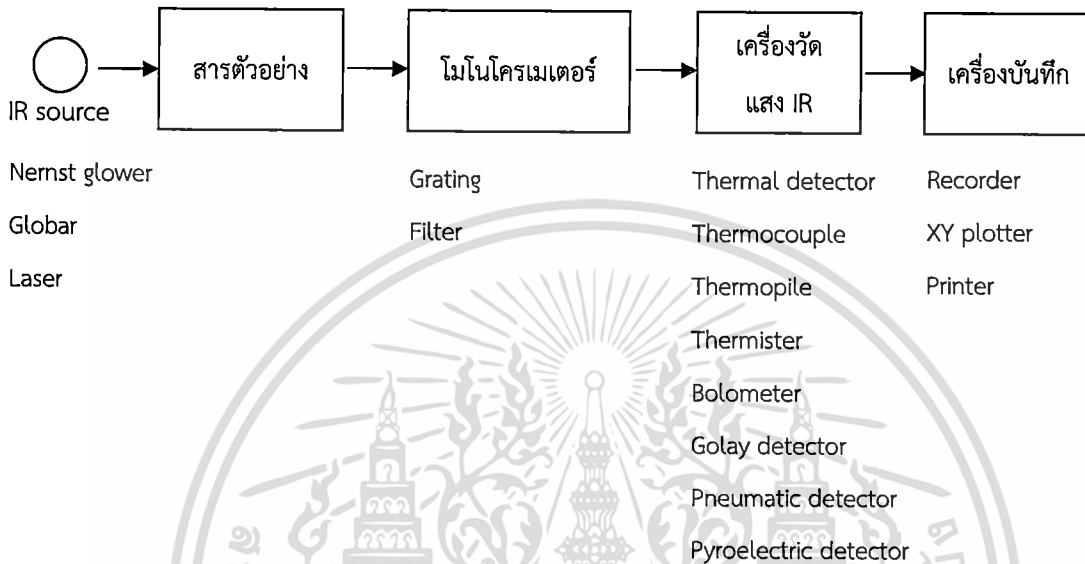
เครื่อง IR spectrophotometer เป็นเครื่องมือวิเคราะห์สารโดยใช้อินฟราเรด อินฟราเรดเป็นช่วงหนึ่งของสเปกตรัมของการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งมีเลขคลื่น (Wave number) อยู่ในช่วงประมาณ $12,800$ ถึง 10 cm^{-1} หรือมีช่วงความยาวคลื่นจาก 0.78 ถึง $1000\text{ }\mu\text{m}$ โดยทั่วไปเครื่องมือทางสเปกโตรสโคปีนั้น มักจะใช้หลักการกระจายแสงของสเปกตรัมการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงที่สนใจเป็นตัวกำหนด [24]

3.7.1 กระบวนการการดูดกลืนแสงอินฟราเรด

การดูดกลืนแสงอินฟราเรดของสารมีลักษณะเช่นเดียวกับการดูดกลืนแสงชนิดอื่นๆ นั่นคือ โมเลกุลหนึ่งๆ จะดูดกลืนแสงที่มีพลังงานพอดีที่ทำให้เกิดการกระตุ้นหนึ่งๆ เท่านั้น แต่แสงอินฟราเรดมีพลังงานต่ำ เมื่อโมเลกุลดูดกลืนแสงจึงทำให้เกิดเพียงการเคลื่อนไหวของพันธะ โดยพันธะแต่ละชนิดจะดูดกลืนแสงที่มีความถี่เฉพาะแตกต่างกันไป การดูดกลืนขนาดพลังงานที่เฉพาะนี้ เราเรียกว่า Quantized energy ผลของการดูดกลืนพลังงานที่เฉพาะนี้ ทำให้เราทราบได้ว่าเป็นการดูดกลืนแสงที่เกิดจากพันธะชนิดใด [24]

3.7.2 ส่วนประกอบของเครื่องอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

เครื่องอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์มีส่วนประกอบสำคัญ คือ ต้นกำเนิดแสงอินฟราเรด เซลล์ที่ใส่สารตัวอย่าง โมโนโครเมเตอร์ เครื่องวัดแสงอินฟราเรด เครื่องบันทึกสเปกตรัม ดังแสดงในรูปที่ 3.3 [24]



รูปที่ 3.3 แผนภาพองค์ประกอบของเครื่องอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

ในกรณีที่ต้องการอินฟราเรดสเปกตรัมสารตัวอย่างเป็นของแข็ง โดยไม่มีผลของตัวทำละลายหรือสารอื่นๆ ผสมอยู่เกี่ยวข้อง นั่นคือ มีเฉพาะตัวอย่างเท่านั้น จำเป็นจะต้องให้สารตัวอย่างมีลักษณะบางมากๆ เป็นฟิล์ม ที่หนาประมาณ 0.01-0.1 มิลลิเมตร เพื่อให้แสงผ่านได้ เทคนิคต่างๆ ที่จะเลือกใช้ขึ้นอยู่กับสมบัติทางกายภาพของสารนั้นด้วย เทคนิคต่างๆ มีดังนี้

- วิธีอัดและรีดให้เป็นแผ่นบางๆ ด้วยโลหะบนแผ่นโลหะเรียบ หรือแผ่นพลาสติก เหมาะสำหรับสารตัวอย่างที่เป็นพลาสติก
- วิธีหลอม ถ้าสารตัวอย่างมีมวลโมเลกุลต่ำ อาจหลอมเหลวได้ง่าย แล้วนำสารตัวอย่างที่หลอมเหลวเทลงไปในแผ่นโลหะเรียบให้เป็นแผ่นบางๆ แล้วทิ้งไว้ให้เย็น
- กรณีที่สารตัวอย่างเป็นพวกชีวสาร พลาสติก หรือซีฟิ่ง อยู่ในรูปเป็นก้อนหรือเป็นแท่งสามารถใช้ไมโครโทมตัดให้เป็นแผ่นบางๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิธีทำให้เป็นสารละลาย โดยให้ละลายในตัวทำละลายที่ระเหยได้ง่าย แล้วนำสารละลายนั้นเทลงบนแผ่นกระจกหรือแผ่นพลาสติก หลังจากตัวทำละลายระเหยออกไปแล้ว ใช้มีดตัดแผ่นฟิล์มออกมา
- การบดหรือ Mull technique นิยมใช้สำหรับการวิเคราะห์สารตัวอย่างที่เป็นของแข็ง โดยบดสารตัวอย่างด้วยโกร่งอะเกต (Agate mortar) แล้วหยด น้ำมันแร่ (Mineral oil) ซึ่งเป็นสารสกัดที่เป็นผลพลอยได้มาจากการทำน้ำมันปิโตรเลียมเป็นน้ำมันใส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ลงไป บดต่อจนเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วนำสารตัวอย่างที่บดได้นี้ไปใส่ลงบนแผ่นสไลด์โซเดียมคลอไรด์ (NaCl window) หรือแผ่นสไลด์อย่างอื่น เพียงเล็กน้อย แล้วเอาอีกแผ่นประกบ แล้วจึงนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ต่อไป



รูปที่ 3.4 โกร่งอะเกต (Agate mortar)

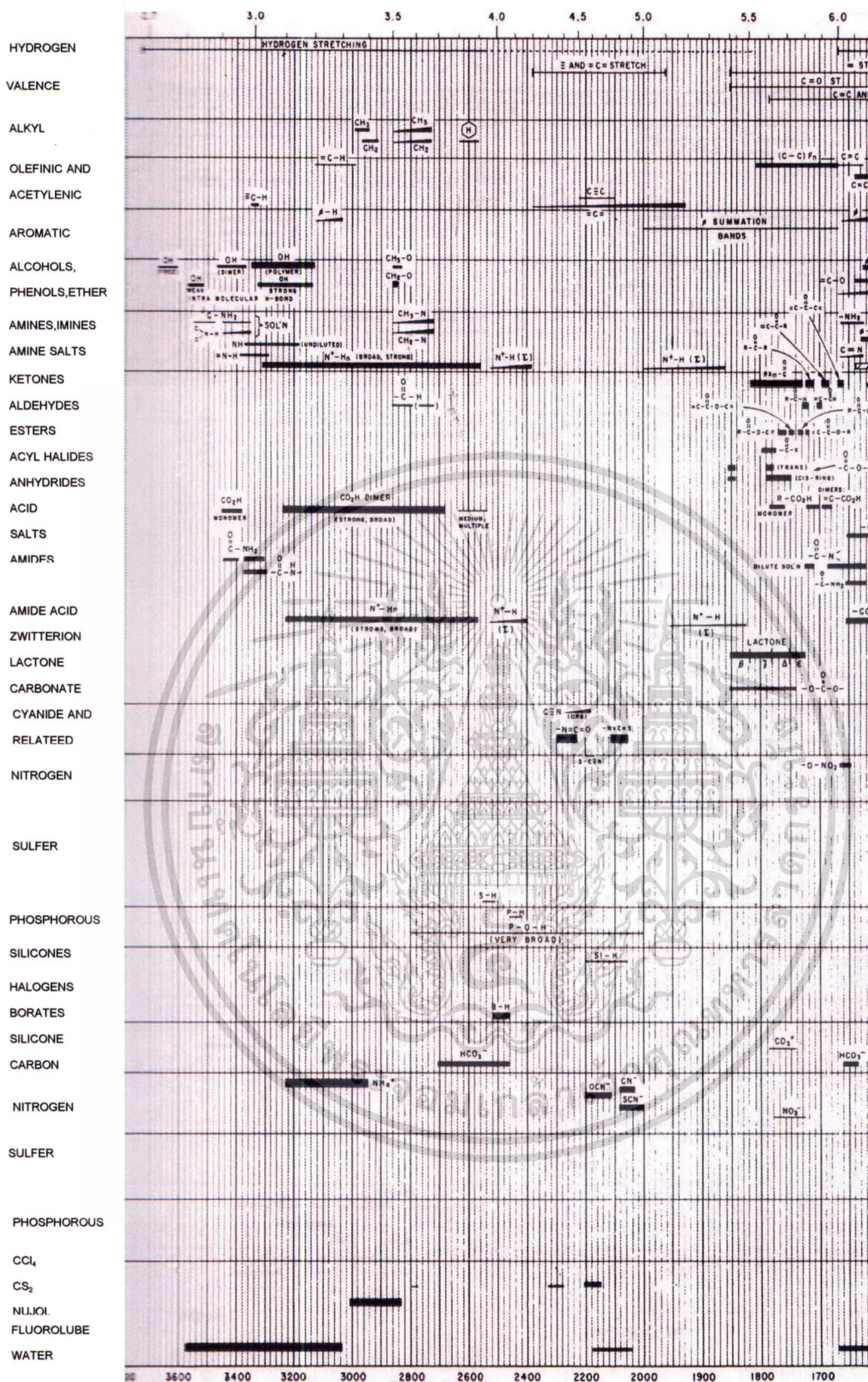
- ใช้เทคนิคแผ่นอัดใสของโพแทสเซียมโบรไมด์ (KBr-pellet) โดยใช้สารพวกอัลคาไลเฮไลต์ เช่น โพแทสเซียมโบรไมด์ (KBr) ที่เป็นของแข็ง ผสมกับสารตัวอย่าง บดให้เข้ากัน แล้วนำไปอัดจะได้สารเป็นแผ่นใส สามารถนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ได้เลย

3.7.3 การทำคุณภาพวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทางอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

โดยทั่วไปแล้วอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี นิยมใช้เป็นเทคนิคสำหรับหาหรือพิสูจน์เกี่ยวกับโครงสร้างของสารอินทรีย์ เช่น หาฟังก์ชันนัลกรุปต่างๆ ซึ่งจะปรากฏออกมาที่ความถี่ต่างๆ กัน ข้อมูลต่างๆ สามารถดูได้จาก รูปที่ 3.4 ซึ่งแสดงแผนภูมิความสัมพันธ์ของฟังก์ชันนัลกรุปกับความถี่หรือความยาวคลื่นที่มีการดูดกลืนแสงอินฟราเรด โดยแกนอนจะแสดง Wave number ซึ่งมีหน่วยเป็น cm^{-1} (ต่อเซนติเมตร) ส่วนในแกนตั้งคือ % Transmittance (ร้อยละของแสงที่ส่องผ่าน) และตารางที่

3.1 แสดงแถบสเปกตรัมของสารๆ ต่าง เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น [24]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แผนภูมิความสัมพันธ์ของฟังก์ชันนัลกรุปกับความถี่และความยาวคลื่นของแสงอินฟราเรดที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงรายการของ Wave number กับฟังก์ชันนัลกรุปที่ดูดกลืนแสงอินฟราเรดได้
ปานกลางและดีมาก

Wave number range, cm^{-1}	Functional group
3700 - 3600	OH (H_2O , ROH, PhOH) (Dilute solution)
3530 - 3400	NH_2 (2 band), NH (1 band) (Dilute solution)
3500 - 3250	OH (Polymer) (Solids and Liquids)
3500 - 3060	NH (Amines, Amides)
3320 - 3250	$-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ (Sharp)
3300 - 2400	COOH (Broad)
3110 - 3000	C-H ($\text{C}=\text{C}-\text{H}$, Ph-H, CH_3X , CH_2X)
3000 - 2800	C-H ($-\text{CH}_2-$, $-\text{CH}_3$)
2835 - 2815	OCH_3
2750 - 2700	CHO
2260 - 2100	$-\text{C}\equiv\text{C}-$
2190 - 2130	CNS, $\text{C}\equiv\text{N}$
2000 - 1650	C-H (Phenyl)
1980 - 1950	$-\text{C}=\text{C}=\text{C}-$
1950 - 1600	$\text{C}=\text{O}$
1715 - 1630	RCONH_2 , RCONHR
1710- 1530	$-\text{COO}-$ (broad)
1680 - 1630	$\text{C}=\text{C}$ (nonconjugated, noncyclic), $\text{C}=\text{N}$
1680 - 1560	$\text{C}=\text{C}$ (cyclic or conjugated)
1650- 1590	RONO , RONO_2
1650 - 1475	RCONH_2 , RCONHR
1615 - 1590	Phenyl
1615 - 1565	Pyridines (doublet)
1610- 1560	$\text{COO}-\text{M}^+$
1550- 1490	PhNO_2
1515 - 1485	Phenyl
1475 - 1450	CH_2 , CH_3
1440 - 1400	COOH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) แสดงรายการของ Wave number กับฟังก์ชันนัลกรุปที่ดูดกลืนแสงอินฟราเรดได้
ปานกลางและดีมาก

Wave number range, cm^{-1}	Functional group
1430 - 1400	CO-CH ₂
1420- 1400	CO-NH ₂
1400 - 1360	(CH ₃) ₃ C (two bands)
1400- 1310	COO-M ⁺ (broad) †
1380 - 1370	CH ₃
1380 - 1360	CH(CH ₃) ₂ (two bands)
1370 - 1300	C-NO ₂
1330 - 1310	Ph - CH ₃
1300 - 1000	CF
1280 - 1250	SiCH ₃
1280 - 1180	C-N- (aromatic)
1280 - 1150	-C-O-C-
1255 - 1240	(CH ₃) ₃ C-
1275 - 1070	-C-O-C-
1230 - 1100	-C-N-
1160 - 1100	C=S
1200 - 1000	COH
1120 - 1030	C-NH ₂
1095 - 1015	Si-O-Si, Si-O-C
1000 - 970	CH=CH ₂
980 - 690	C=C-H
870 - 670	Aromatic ring
860 - 760	R - NH ₂ (broad)
835 - 800	CH=C (our-of-plane)
760 - 510	CCL
730 - 675	CH=CH (cis isomers)
700 - 550	CBr

หมายเหตุ † M คือ Metal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.4 การวิเคราะห์ตัวอย่างจากอินฟราเรดสเปกตรัม

ถ้ามีอินฟราเรดสเปกตรัม ให้เริ่มต้นดูว่ามีพีคเด่นๆ เป็นพีคของอะไร ซึ่งเป็นฟังก์ชันหลักๆ ที่สำคัญ เช่น มี C=O, O-H, N-H, C-O, C=C, C≡C, C≡N และ NO₂ หรือไม่ เพราะเป็นข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับโครงสร้าง [16] ขั้นตอนต่อไปนี้จะจัดว่าเป็นขั้นตอนสำคัญที่ควรจะต้องตรวจสอบ คือ

- วิเคราะห์ว่ามีคาร์บอนิลกรุปหรือไม่ ถ้ามี C=O จะต้องมียพีคใหญ่ที่ 1820-1660 cm⁻¹ (Wavelength 5.5-6.1 μm)
- ถ้ามี C=O ให้ตรวจสอบต่อไปว่าเป็นสารประเภทไหน คือ ถ้าเป็นกรด จะต้องมียพีค OH ที่กว้างใกล้ 3400-2400 cm⁻¹ โดยปกติมักจะทับกับพีคของ C-H ถ้าเป็นอะไมด์จะปรากฏพีค N-H และมีขนาดปานกลางที่ใกล้กับ 3500 cm⁻¹ (Wavelength 2.85 μm) และบางครั้งจะมี 2 พีคขนาดเท่าๆ กัน ถ้าเป็นเอสเทอร์จะปรากฏพีค C-O ที่ใกล้ 1300-1000 cm⁻¹ (Wavelength 7.7-10 μm) ถ้าเป็นแอนไฮไดรด์ซึ่งมี 2C=O จะมีพีคปรากฏใกล้ๆ 1810 และ 1760 cm⁻¹ (Wavelength 5.5 และ 5.7 μm) 2 พีค ถ้าเป็นอัลดีไฮด์ คือ มี CH อยู่ จะมีพีคเล็ก (Weak) 2 พีค ใกล้ 2850 และ 2750 cm⁻¹ (Wavelength 3.5 และ 3.65 μm) อยู่ทางขวามือของ CH พีค
- ถ้าไม่มี C=O ควรตรวจสอบว่า ถ้าเป็นแอลกอฮอล์ และฟีนอล ให้ตรวจดูพีคของ -OH ซึ่งจะทำให้การดูดกลืนแสงเป็นพีคกว้างที่ใกล้ๆ 3600-3000 cm⁻¹ (Wavelength 2.8-3.0 μm) เพื่อความแน่ใจควรตรวจดูพีค C-O ใกล้ๆ 1300-1000 cm⁻¹ (Wavelength 7.7-10 μm) ถ้าเป็นอะมีน ควรตรวจหา NH พีค ซึ่งเป็นพีคขนาดกลางใกล้ๆ 3500 cm⁻¹ (Wavelength 2.85 μm) ถ้าเป็นอีเธอร์ตรวจหา C-O (และไม่มี OH) พีคใกล้ๆ 1300-1000 cm⁻¹ (Wavelength 7.7-10 μm)
- วิเคราะห์ว่ามีพันธะคู่ และ/หรือวงแหวนอะโรมาติกหรือไม่ ถ้ามี -C=C- จะมีพีคเล็กๆ ใกล้ 1650 cm⁻¹ (Wavelength 6.1 μm) และมีพีคปานกลางถึงพีคใหญ่ในช่วง 1650-1450 cm⁻¹ (Wavelength 6-7 μm) และใช้ดูวงแหวนพวงอะโรมาติก และตรวจให้แน่ใจว่า CH พีคเป็นอะโรมาติก และไวนิล CH จะมีพีคที่ทางซ้ายของ 3000 cm⁻¹ (Wavelength 3.3 μm) ถ้าเป็น CH อะลิฟาติกจะได้พีคทางขวาของพีค 3000 cm⁻¹
- ถ้าเป็นพันธะสาม (Triple bond) ถ้ามี -C≡N จะมีพีคขนาดปานกลางใกล้ 2250 cm⁻¹ (Wavelength 4.5 μm) ถ้ามี -C≡C- จะมีพีคเล็กๆ และแหลมใกล้ 2150 cm⁻¹

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Wavelength 4.65 μm) ตรวจสอบอีกครั้งว่าเป็น Acetylenic CH หรือไม่ ถ้าเป็นจะมี
: พีกใกล้ 3300 cm^{-1} (Wavelength 3.0 μm)

- ถ้ามีในไตรกรู๊ป จะมีพีก 2 พีกใหญ่ ที่ $1600\text{-}1500\text{ cm}^{-1}$ (Wavelength 6.25-6.67 μm) และ $1\text{-}390\text{-}1300\text{ cm}^{-1}$ (Wavelength 7.2-7.7 μm)
- ถ้าเป็นไฮโดรคาร์บอน จะไม่พบพีกต่างๆ แต่จะมีพีกใหญ่ของ CH ช่วงใกล้ 3300 cm^{-1} (Wavelength 3.0 μm) สเปกตรัมมีลักษณะง่ายๆ โดยมีพีกที่ใกล้กับ 1450 cm^{-1} (Wavelength 6.90 μm) และ 1375 cm^{-1} (Wavelength 7.27 μm)

โดย Wave number ซึ่งมีหน่วยเป็น cm^{-1} (ต่อเซนติเมตร) หมายถึงจำนวนลูกคลื่นต่อ
ระยะทาง 1 เซนติเมตร ถ้า wave number เท่ากับ 4000 cm^{-1} ความยาวคลื่น (Wavelength) คือ
 $1/4000\text{ cm}^{-1}$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

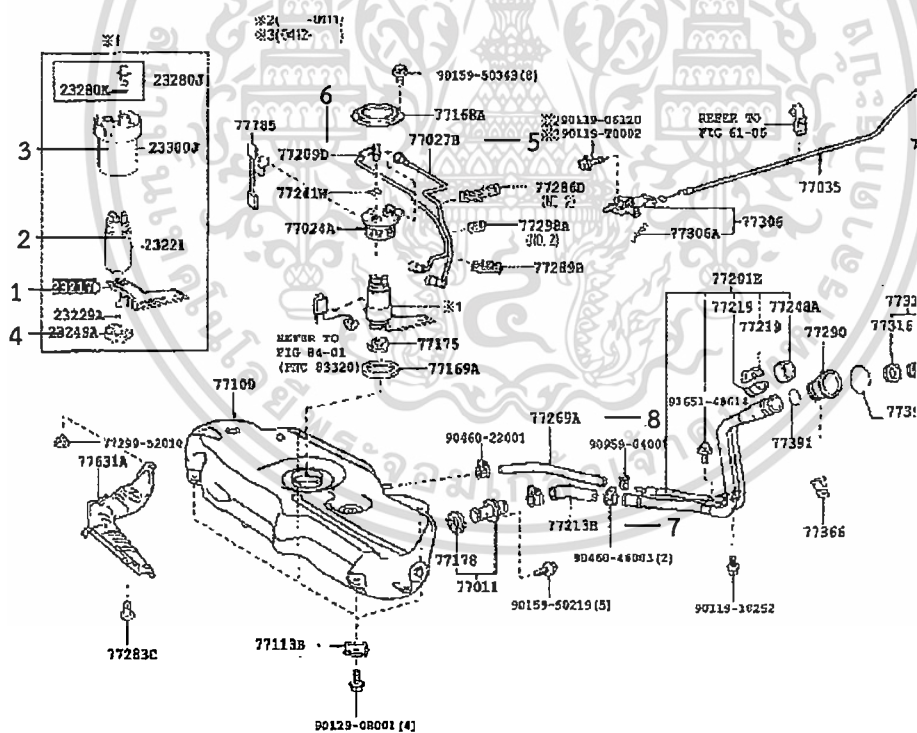
บทที่ 4

อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

4.1 ชิ้นส่วนที่ใช้ในการทดสอบ

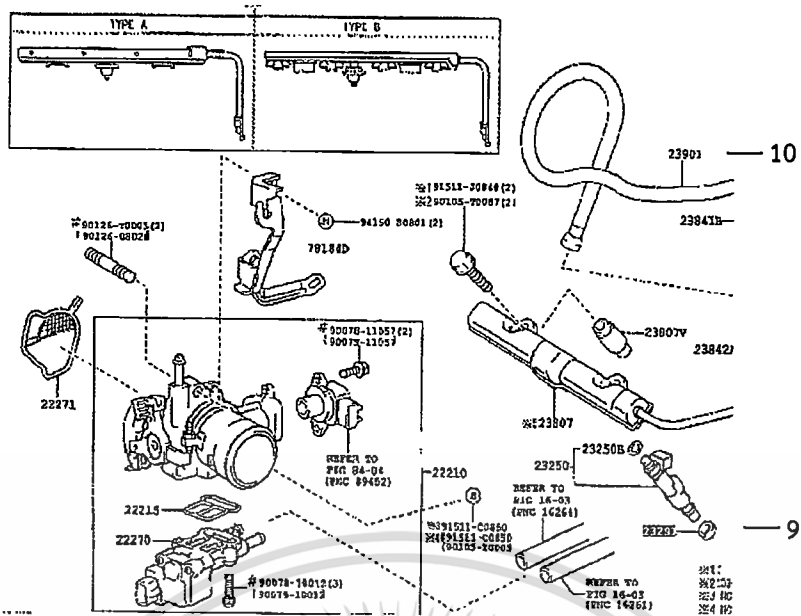
ชิ้นส่วนที่ใช้ในการทดสอบเป็นชิ้นส่วนจริงในระบบน้ำมันเชื้อเพลิง และเป็นชิ้นส่วนใหม่ที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน โดยรถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบเป็นรถยนต์ที่ได้รับความนิยมในประเทศไทย คือ รถยนต์ยี่ห้อฮอนด้า ซีวิค (Honda Civic) รุ่น 1.7Exi ปี 2005 และ รถยนต์ยี่ห้อโตโยต้า วิโอส (Toyota Vios) รุ่น 1.5J ปี 2005 ชิ้นส่วนทั้งหมดเป็นชิ้นส่วนที่วิเคราะห์แล้วว่ามีกำมะถันในน้ำมัน ซึ่งรายละเอียดของชิ้นส่วนต่างๆ แสดงได้ดังนี้

รูปที่ 4.1-4.4 แสดงตำแหน่งของชิ้นส่วนต่างๆ ในระบบน้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์ทดสอบ A และตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดของชิ้นส่วน

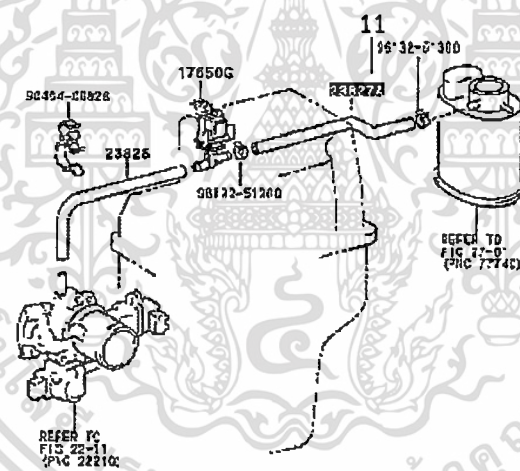


รูปที่ 4.1 ส่วนประกอบในส่วนของ Fuel tank ของรถยนต์ทดสอบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

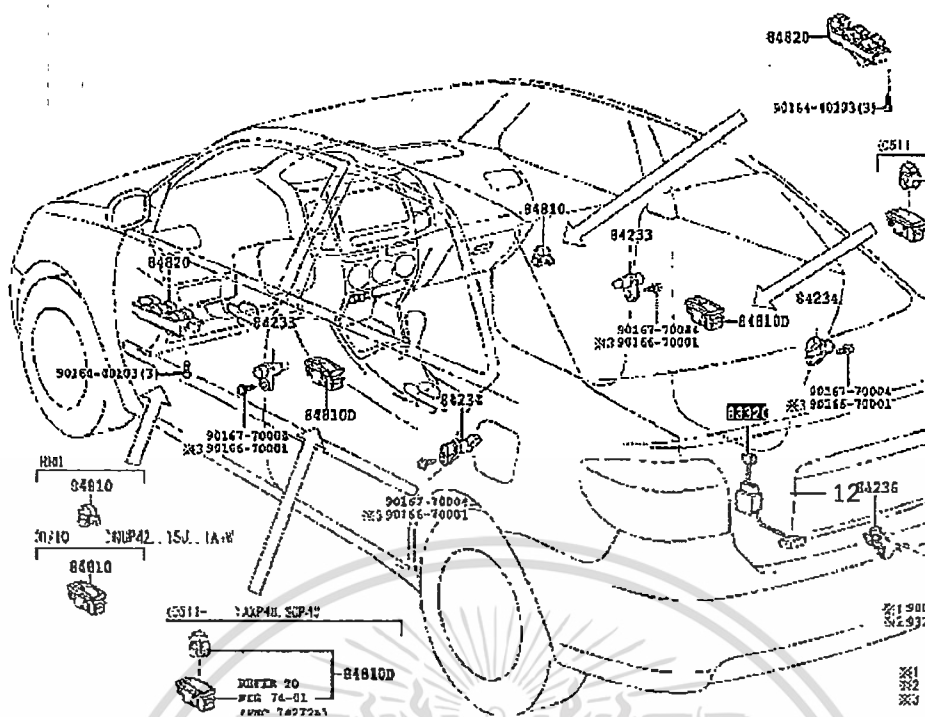


รูปที่ 4.2 ส่วนประกอบในระบบ Fuel injection ของรถยนต์ทดสอบ A



รูปที่ 4.3 ส่วนประกอบในระบบ Vacuum piping ของรถยนต์ทดสอบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ส่วนประกอบในระบบ Switch และ Relay ของรถยนต์ทดสอบ A

ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนต่างๆ ที่นำมาทดสอบของรถยนต์ทดสอบ A

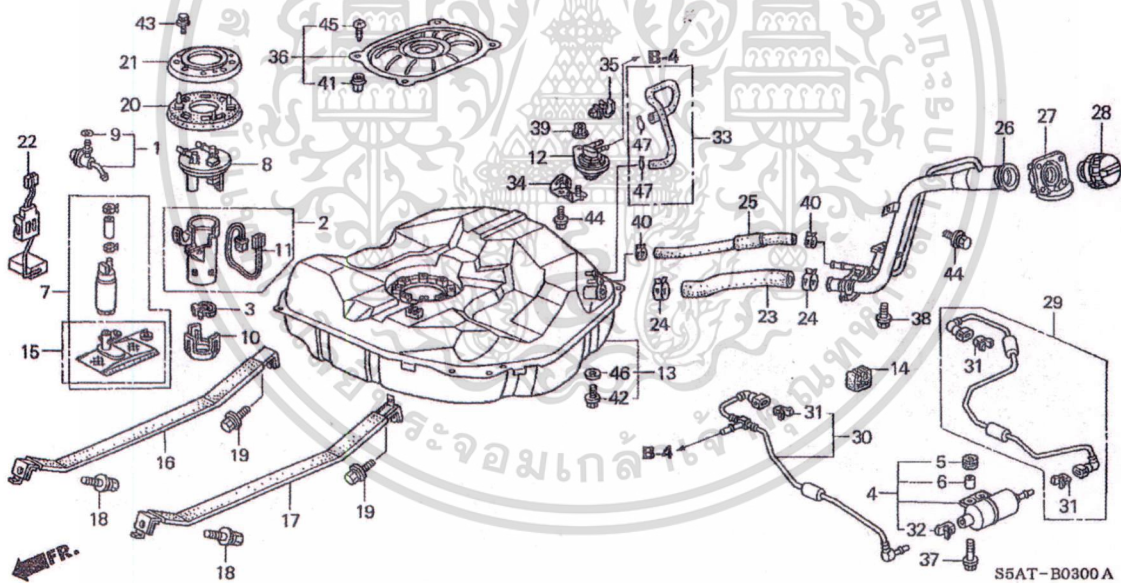
ตำแหน่ง	หมายเลข	Part Number	ชื่อ	รายละเอียด
Fuel tank	1	23217-21030	Filter	กรองหยาบ
	2	23221-21060	Fuel pump	ปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง
	3	23300-21010	Filter assy	กรองน้ำมันเชื้อเพลิง
	4	23249-46180	Rubber, Cushion (For fuel pump)	ยางรองปั้มหัวฉีด
	5	77027-52070-1	Tube sub-assy, Fuel tank main	สายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง
	6	77209-52020	Tube sub-assy, Fuel tank main	สายน้ำมันไหลกลับ
	7	77213-0D030	Fuel tube	ท่อแยกคบน้ำมันใหญ่
	8	77269-0D010	Fuel tube, Breather	ท่อกันล้นจากถัง, ท่อแยกคบน้ำมันเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) แสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนต่างๆ ที่นำมาทดสอบของรถยนต์ทดสอบ A

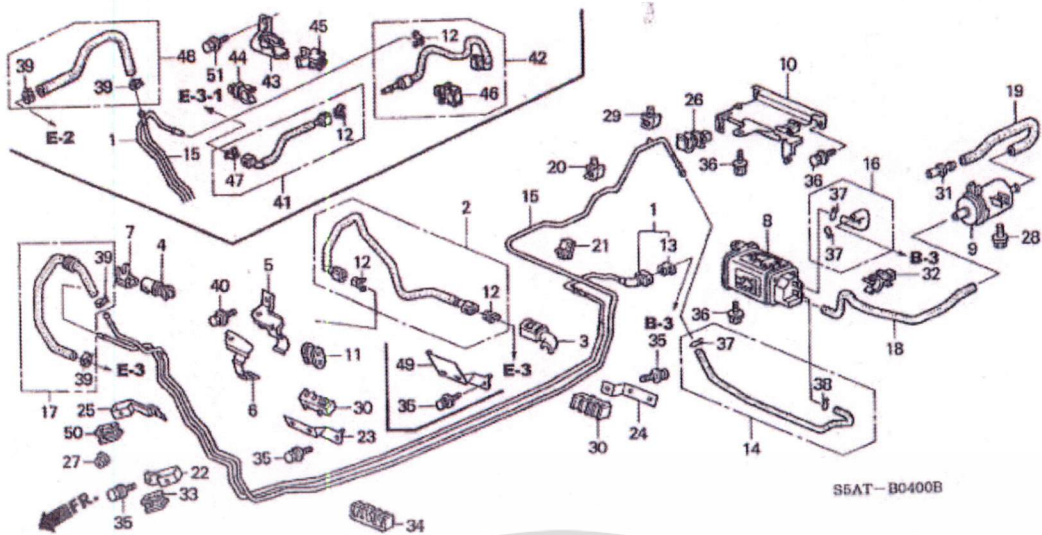
ตำแหน่ง	หมายเลข	Part Number	ชื่อ	รายละเอียด
Fuel injection	9	23291-41010	Insulator, Injector vibration	ตัวรองหัวฉีด
	10	23901-21060	Tube sub-assy	ท่อয়งน้ำมันเชื้อเพลิง
Vacuum piping	11	23827-0M020	Hose, Fuel vapor feed	ท่อয়งไอน้ำมันเชื้อเพลิง
Switch และ Relay	12	83320-0D030	Gage assy	เกจวัดระดับน้ำมันลูกลอย

รูปที่ 4.5-4.8 แสดงชิ้นส่วนต่างๆ ในระบบน้ำมันเชื้อเพลิงในส่วนของ Fuel tank และตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนต่างๆ

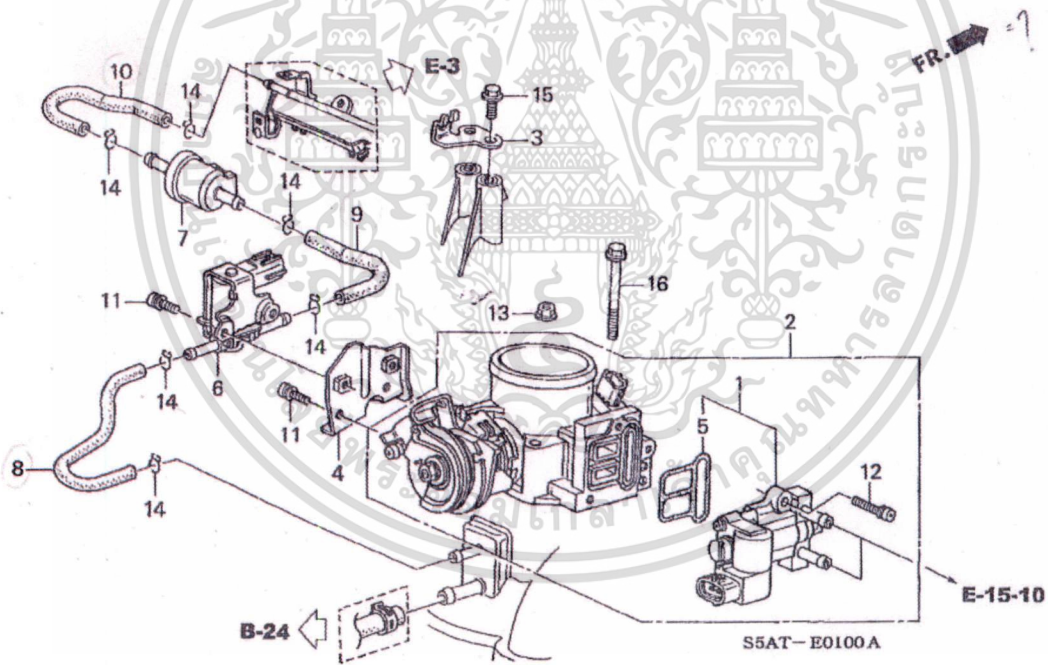


รูปที่ 4.5 ส่วนประกอบในส่วนของ Fuel tank ของรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

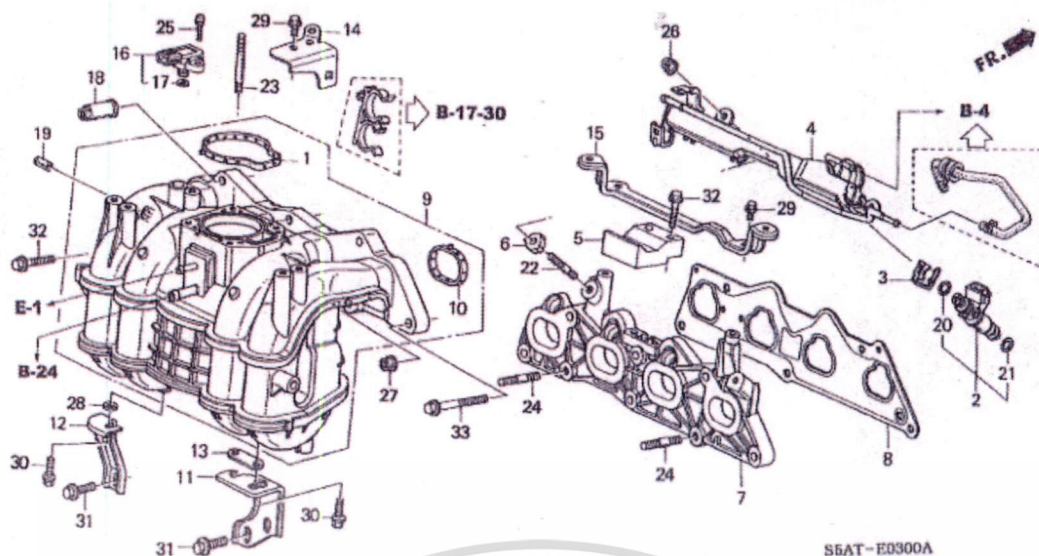


รูปที่ 4.6 ส่วนประกอบในส่วนของ Fuel pipe ของรถยนต์ทดสอบ B



รูปที่ 4.7 ส่วนประกอบในส่วนของ Throttle body ของรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ส่วนประกอบในส่วนของ Intake manifold ของรถยนต์ทดสอบ B

ตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนต่างๆ ที่นำมาทดสอบของรถยนต์ทดสอบ B

ตำแหน่ง	หมายเลข	Part Number	ชื่อ	รายละเอียด
Fuel tank	1	16015-S5H-T30	Regulator	ตัวควบคุมแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง
	2	16016-S5H-T31	Wire comp., Lead	ชุดสายไฟปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง
	7	17040-S5H-T30	Pump set	ชุดปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง, กรองน้ำมันเชื้อเพลิง
	20	17574-S0A-931	Packing, Base	ปะเก็น, ยางรองกันปั้มเคลื่อนตัว
	22	17630-S5H-T31	Fuel Meter	ชุดมิเตอร์วัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิงในถัง
	23	17651-S5H-T30	Filler neck	ท่อหยอดน้ำมันใหญ่ หรือ ท่อเติมน้ำมันเข้าถัง
	25	17653-S5H-T30	Breather	ชุดท่อแรงดันอากาศ
	29	17707-S5H-T32	Fuel feed	ท่อส่งน้ำมัน
	30	17710-S5H-T31	Fuel feed	ท่อส่งน้ำมัน
	33	17722-S5H-T30	Fuel vent	ท่อทางน้ำมัน, ท่อน้ำมันส่วนเกินกลับถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) แสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนต่างๆ ที่นำมาทดสอบของรถยนต์ทดสอบ B

ตำแหน่ง	หมายเลข	Part Number	ชื่อ	รายละเอียด
Fuel pipe	2	16722-PLC-003	Hose, Fuel feed	ท่อแรงดันน้ำมันจากปั๊มเข้า รางหัวฉีด
	17	17726-S5A-930	Purge	ชุดท่อไอระเหย่น้ำมัน เชื้อเพลิง, ท่อนำไอระเหย น้ำมันกลับไปเผาไหม้
	18	17742-S5H-T30	Canister drain	ท่อนำน้ำมันจากกรองเข้าปั๊ม
	19	17743-S5A-930	Canister filter	ท่อนำน้ำมันจากปั๊มในถัง
Throttle body	8	36167-PLC-000	Tube A, Purge	ท่อนำอากาศบางส่วนเข้าชุด ปีกผีเสื้อ
	9	36168-PLC-000	Tube B, Purge	ท่อนำอากาศบางส่วนเข้าชุด ปีกผีเสื้อ
	10	36169-PLC-000	Tube C, Purge	ท่อนำอากาศบางส่วนเข้าชุด ปีกผีเสื้อ
Intake manifold	20	91301-PLC-000	O-ring 7.47×3.6	โอริงหัวฉีดกันน้ำมันและ อากาศรั่ว
	21	91302-PLC-000	O-ring 7.85×3.53	โอริงหัวฉีดกันน้ำมันและ อากาศรั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาผลกระทบของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ที่มีต่อท่ออย่างอีกหลายชนิด ซึ่งมีจำหน่ายตามท้องตลาด และใช้ในงานต่างๆ ไป ดังแสดงในตารางที่ 4.3 เพื่อหาวัสดุที่มีความทนทานต่อการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงผสมเอทานอล

ตารางที่ 4.3 แสดงรายละเอียดของท่ออย่าง 6 ชนิด ตามท้องตลาดที่นำมาใช้ในการทดสอบ

ที่	ชื่อทางการค้า	รายละเอียด
1	Vitube	ผลิตจากไวนิล 100 เปอร์เซ็นต์ ทนต่อน้ำมันเชื้อเพลิง
2	Tygon 2075	ทนสารเคมีพวก Methyl ethyl ketone และสารเคมีรุนแรงอื่นๆ ใช้ใน กระบวนการเอ็กซ์เรย์ กระบวนการขนถ่ายวัสดุสารพิษ
3	Tygon F-4040-A	สีเหลืองโปร่งแสง เป็น Thermoplastic elastomer ถูกใช้ใน small engine fuel lines และ lubrication lines
4	Norprene	ต้านทานการดูดซึมของเหลว ใช้ในกระบวนการเกี่ยวกับสารเคมี กระบวนการผลิตสารละลาย
5	Superthane	ทำจาก Polyurethane ในประเทศอเมริกาใช้กับแก๊สโซฮอล small engine
6	Submersible Fuel 4219 Series	เนื้อยางของท่อทำจาก Fluoroelastomer (FKM) ผ้าใบทำจาก Aramid Fiber (วัสดุเสื่อเกราะกันกระสุน) ช่วงอุณหภูมิทำงาน -34°C ถึง 100°C ใช้ได้กับน้ำมันแก๊สโซฮอลล์และดีเซล ทนแรงดันได้สูงสุด 7 บาร์ (101.5 psi, 0.7 Mpa) ผ่านมาตรฐาน SAE J30 R10

4.2 เชื้อเพลิง

เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วยเชื้อเพลิงสามชนิด คือ เชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของน้ำมันแก๊สโซลีนกับเอทานอล 10, 85 เปอร์เซ็นต์ และเอทานอล (Pure ethanol) โดยในงานวิจัยนี้จะเรียกว่าแก๊สโซลีน E10 แก๊สโซลีน E85 และเอทานอล ตามลำดับ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูลการทดสอบ เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบนี้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีจำหน่ายทั่วไป สำหรับคุณลักษณะและคุณภาพของน้ำมันแก๊สโซลีนชนิดต่างๆ ได้ถูกกำหนดตามประกาศของกรมธุรกิจพลังงาน เมื่อปี 2551 [25] ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงคุณสมบัติของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบ

ข้อกำหนด	แก๊สโซลีน E10	แก๊สโซลีน E85	เอทานอล
สี	เขียว	ชมพู	-
ลักษณะที่ปรากฏ	เป็นของเหลวใสไม่ขุ่น ไม่แยกชั้น ไม่มีสารแขวนลอย		
ค่าออกเทน	ไม่น้อยกว่า 90.6	ไม่น้อยกว่า 94.6	106
เบนซีน, %vol.	ไม่สูงกว่า 3.5	ไม่สูงกว่า 1	-
น้ำ, %wt.	ไม่สูงกว่า 0.7	ไม่สูงกว่า 0.7	ไม่สูงกว่า 0.3
เอทานอลแปลงสภาพ, %vol.	9-10	ไม่ต่ำกว่า 75	-



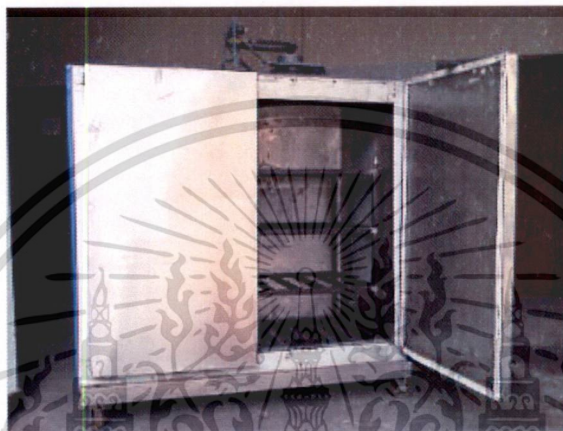
รูปที่ 4.9 น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 อุปกรณ์

อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้สำหรับการทดสอบ มีดังต่อไปนี้

1. ตู้อบ ใช้ในการให้ความร้อนแก่ชิ้นส่วนทดสอบ เพื่อเร่งปฏิกิริยาให้เร็วขึ้น มีการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 55 ± 2 องศาเซลเซียส ชิ้นส่วนจะถูกแช่ในตู้อบเป็นเวลาประมาณ 2000 ชั่วโมง



รูปที่ 4.10 ตู้อบ

2. เครื่องชั่งดิจิทัล ScienTech โมเดล 210D ใช้ในการชั่งน้ำหนักของชิ้นส่วนต่างๆ ในหน่วยกรัม ทศนิยม 4 ตำแหน่ง เพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำหนัก ระหว่างการทดสอบ คุณสมบัติของเครื่องชั่งแสดงในตารางที่ 4.5



รูปที่ 4.11 เครื่องชั่งดิจิทัล ScienTech โมเดล 210D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงคุณสมบัติของเครื่องชั่ง

Capacity	100g / 200g
Resolution	0.0001g / 0.001g
Repeatability (std. dev.)	0.0001g / 0.0005g
Linearity	± 0.0002g / 0.0005g
Balance Housing	7.5 x 11.25 x 3.25"

3. เครื่องวัดความแข็ง Shore Micro O Ring System โมเดล 714 Type M ชนิดอนาล็อก ใช้วัดความแข็งของชิ้นส่วนที่เป็นพอลิเมอร์ หรือท่อต่างๆ โดยคุณสมบัติของเครื่องวัดความแข็งได้แสดงในตารางที่ 4.6



รูปที่ 4.12 เครื่องวัดความแข็ง Shore Micro O Ring System โมเดล 714 Type M ชนิดอนาล็อก

ตารางที่ 4.6 แสดงคุณสมบัติของเครื่องวัดความแข็ง Shore Micro O Ring System โมเดล 714 Type M

Scale Range	0-100
Scale Resolution (points)	1
Hardness Range	10-90
Descent Rate	3.2 mm/s (0.0125 in/s)
Max. Spring Force	78 g
Testing Standards	ASTM D2240-00

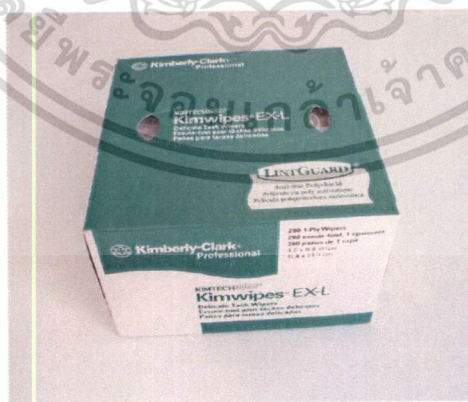
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ขวดแก้ว (ขวดดูแรน) ขนาด 250 มิลลิลิตร ใช้บรรจุตัวอย่างทดสอบ สามารถทนอุณหภูมิสูง มีฝาปิดเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำมันเชื้อเพลิง



รูปที่ 4.13 ขวดแก้ว (ขวดดูแรน)

5. กระดาษเช็ดทำความสะอาดน้ำมัน ในขั้นตอนของการซังน้ำมัน ต้องเช็ดหยดน้ำมันออกจากชิ้นส่วนก่อนการซัง ในการทดลองนี้ได้เลือกใช้กระดาษเช็ด สำหรับใช้ในห้องทดลอง ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ทิ้งฝุ่นขุยหลังการเช็ด สามารถดูดซับของเหลวได้ดี และไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมีและตัวทำละลาย



รูปที่ 4.14 กระดาษเช็ดทำความสะอาดน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 วิธีการทดสอบ

งานวิจัยนี้ได้อ้างอิงการทดสอบบางส่วนของมาตรฐาน SAE และ ASTM ชิ้นส่วนทดสอบซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนที่เป็นโลหะและพอลิเมอร์จะถูกแช่ในน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิดคุณสมบัติ เช่น น้ำหนัก ความแข็ง และรูปร่างภายนอกของแต่ละชิ้นส่วนจะถูกบันทึก และผลการทดสอบของแก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอลจะถูกเปรียบเทียบกับผลของการทดสอบแก๊สโซฮอล์ E10

4.4.1 มาตรฐาน

การทดสอบวัสดุบางส่วนของมาตรฐาน Society of Automotive Engineering (SAE) และ American Society for Testing and Materials (ASTM) ถูกนำมาดัดแปลงใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย

- SAE J1747: Recommended method for conducting corrosion tests in gasoline/methanol fuel mixtures. [26]
- SAE J1748: Methods for determining physical properties of polymeric materials exposed to gasoline/oxygenate fuel mixtures. [27]
- ASTM D2240: Standard test method for rubber property -durometer hardness [28]

ในงานวิจัยนี้ ได้อ้างอิงวิธีการทดสอบตามมาตรฐาน SAE J1747 สำหรับชิ้นส่วนที่เป็นโลหะ (Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals in Methanol Fuels) และมาตรฐาน SAE J1748 สำหรับชิ้นส่วนพอลิเมอร์ เฉพาะวิธีการทดสอบวัสดุเท่านั้น และอ้างอิงมาตรฐาน ASTM D2240-05 ในส่วนของวิธีการทดสอบความแข็งชิ้นส่วนที่เป็นท่อยาง

4.4.2 ขั้นตอนการทดสอบ

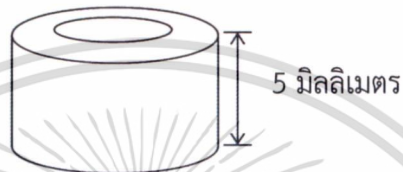
ขั้นตอนต่างๆ ในการทดสอบแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ขั้นตอนการเตรียมชิ้นส่วนที่จะนำมาทดสอบ

สำหรับชิ้นส่วนที่เป็นท่อยาง ทำการตัดเป็นชิ้นๆ โดยใช้อุปกรณ์สำหรับตัดท่อ ดังแสดงในรูปที่ 4.15 จำนวนชิ้นส่วนละ 5 ชิ้น สำหรับเชื้อเพลิงหนึ่งชนิด โดยตัดให้แต่ละชิ้นมีความหนาประมาณ 5 มิลลิเมตร เพื่อให้มีความหนาพอที่จะนำไปเข้าเครื่องวัดความแข็งได้



รูปที่ 4.15 เครื่องมือตัดท่ออย่าง (Plastic tubing, Hose Cutter)

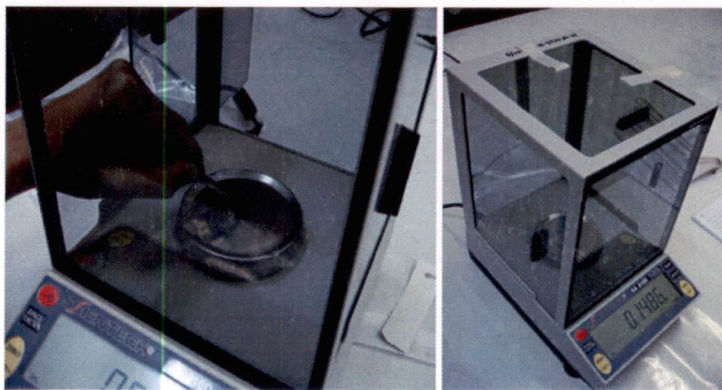


รูปที่ 4.16 ตัวอย่างชิ้นส่วนที่ถูกตัด

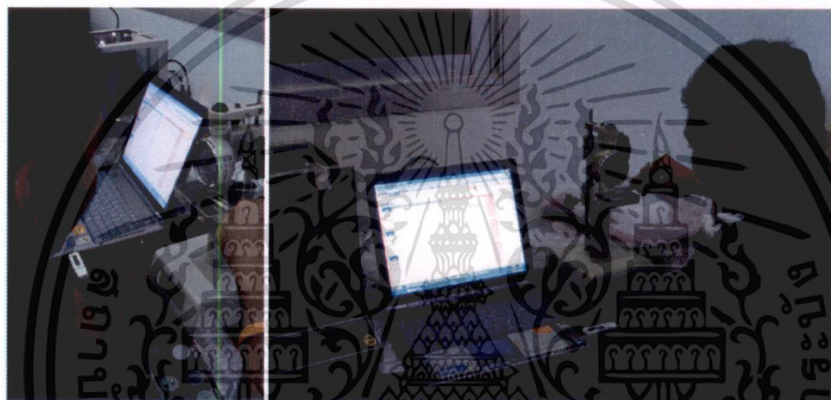
2. ขั้นตอนของการแช่

- ถ่ายรูปชิ้นส่วนทดสอบทั้งหมด บันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับสี ลักษณะพื้นผิวภายนอก เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบลักษณะภายนอกก่อนและหลังการแช่
- นำชิ้นส่วนทดสอบที่ตัดแล้วแต่ละชิ้นมาชั่งน้ำหนัก โดยชั่งในหน่วยกรัม ทศนิยมสี่ตำแหน่ง ดังแสดงในรูปที่ 4.17
- วัดความแข็งของชิ้นส่วนทดสอบโดย Shore Micro O Ring System ทำการวัดชิ้นละ 5 จุดเพื่อหาค่าเฉลี่ย ดังแสดงในรูปที่ 4.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 แสดงกระบวนการชั่งน้ำหนัก



รูปที่ 4.18 แสดงกระบวนการวัดความแข็ง

- นำชิ้นส่วนทดสอบใส่ในขวดแก้ว เติมน้ำมันเชื้อเพลิงลงไป โดยเติมให้สูงกว่า
ชิ้นส่วนประมาณ 1 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 ขวดแก้วบรรจุชิ้นส่วนทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นำขวดที่บรรจุชิ้นส่วนทดสอบทั้งหมด ใส่ในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 55 ± 2 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.20 ขวดแก้วบรรจุชิ้นส่วนที่พร้อมนำเข้าตู้อบ

4.4.3 การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ดังนี้

1. ช่วงก่อนการแช่ ชิ้นส่วนจะถูกชั่งน้ำหนัก วัดความแข็ง ถ่ายรูปเพื่อแสดงลักษณะของพื้นผิวและสี ก่อนที่จะถูกแช่ในน้ำมัน
2. ช่วงระหว่างการแช่ ชิ้นส่วนจะถูกถ่ายภาพเพื่อแสดงสีและพื้นผิวในทุกสัปดาห์ และทำการชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าน้ำหนักเปียก โดยในแต่ละสัปดาห์ขวดบรรจุชิ้นส่วนจะถูกนำออกจากตู้อบเพื่อทำให้น้ำมันเย็นลงเป็นเวลา 0.5-1 ชั่วโมง จากนั้นนำชิ้นส่วนออกจากน้ำมันไปแช่ในน้ำมันใหม่ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 0.5-1 ชั่วโมง หลังจากที่ยังเย็นลง จึงนำชิ้นส่วนขึ้นมาจากน้ำมันและทำการกำจัดหยดน้ำมันบริเวณผิวชิ้นส่วนโดยใช้กระดาษซับ จากนั้นชั่งน้ำหนักชิ้นส่วนภายในเวลา 10 วินาที เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักจากการระเหย ทำกระบวนการเดียวกันกับชิ้นส่วนทุกชิ้น
3. ช่วงหลังการแช่ ในช่วงสุดท้ายของการทดลองจะทำการวัดความแข็ง ชิ้นส่วนละ 5 จุดภายในเวลา 1 นาที แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย หลังจากนั้นจึงนำชิ้นส่วนไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 ± 2 องศาเซลเซียส ทำการชั่งน้ำหนักทุกๆ 48 ชั่วโมง จนกว่าจะไม่มีเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักอีก สุดท้ายน้ำหนักแห้งจะถูกบันทึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

เนื่องจากในปัจจุบันรถยนต์ส่วนมากในประเทศไทยสามารถใช้กับแก๊สโซฮอล์ E10 ได้ และรถยนต์ทั้งสองรุ่นที่นำมาทดสอบก็สามารถใช้กับแก๊สโซฮอล์ E10 ได้เช่นกัน จึงมีการเปรียบเทียบข้อมูลต่างๆ โดยใช้ผลของแก๊สโซฮอล์ E10 เป็นมาตรฐานในการตัดสินว่าชิ้นส่วนแต่ละชิ้นจะมีความเหมาะสมกับแก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอลหรือไม่ ข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบผลประกอบด้วย ลักษณะภายนอก น้ำหนักและความแข็ง และจากงานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่ามาตรฐานที่ใช้อ้างอิงในการวิเคราะห์และตัดสินว่าวัสดุชนิดใดยอมรับได้หรือไม่ได้นั้น ไม่มีเกณฑ์ที่ตายตัวแน่นอนเพื่อกำหนดข้อจำกัดในการค้นคว้าของงานวิจัยนี้ จึงกำหนดเกณฑ์ในการวิเคราะห์ดังนี้คือ ในการเปรียบเทียบกับผลการทดสอบกับแก๊สโซฮอล์ E10 ถ้าหากว่าผลจากแก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอลไม่แสดงผลกระทบมากกว่าแก๊สโซฮอล์ E10 แล้วจะถือว่าชิ้นส่วนที่ทดสอบมีความเหมาะสมกับแก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอล

ลักษณะภายนอก: ภาพถ่ายของชิ้นส่วนที่เป็นโลหะจะถูกถ่ายเก็บไว้ก่อนการแช่ หลังจากการแช่ทุกสัปดาห์ และหลังการอบแห้ง ภาพถ่ายเหล่านั้นจะถูกเปรียบเทียบ สังเกตการเปลี่ยนแปลงสีและพื้นผิวว่ามีการกัดกร่อนโดยน้ำมันชนิดต่างๆ หรือไม่ หากชิ้นส่วนที่แช่แก๊สโซฮอล์ E85 หรือเอทานอลเกิดการกัดกร่อนขึ้นจะถือว่าไม่เหมาะสมต่อการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงนั้นๆ

น้ำหนัก: การชั่งน้ำหนักจะทำก่อนการแช่ หลังการแช่ทุกสัปดาห์ และหลังจากอบแห้ง จากข้อมูลที่ทำการบันทึกจะถูกนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเพิ่มและลดลงของน้ำหนักเทียบกับน้ำหนักก่อนการแช่ โดยข้อมูลจะแบ่งเป็นสองประเภทได้แก่ น้ำหนักเปียก คือน้ำหนักที่วัดหลังจากการแช่แสดงถึงเปอร์เซ็นต์การแทรกตัวของน้ำมันในชิ้นส่วน หากชิ้นส่วนที่แช่ในแก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอล แสดงผลมากกว่าแก๊สโซฮอล์ E10 หรือมีน้ำหนักลดลงไปจากน้ำหนักก่อนการแช่ จะถือว่าชิ้นส่วนนั้นไม่เหมาะสม และ น้ำหนักแห้ง คือน้ำหนักที่วัดหลังจากการระเหยเอาน้ำมันออกจากชิ้นส่วน เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักหลังจะแสดงถึงน้ำหนักที่สูญเสียไปในกระบวนการแช่ หากผลของชิ้นส่วนที่แช่แก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอล มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าแก๊สโซฮอล์ E10 จะถือว่าชิ้นส่วนนั้นไม่เหมาะสม

ความแข็ง: ความแข็งของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นจะถูกวัดก่อนการแช่และหลังจากการแช่เมื่อสิ้นสุดการทดสอบ ข้อมูลความแข็งของแก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอล จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับแก๊สโซฮอล์ E10 หากชิ้นส่วนมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นมากกว่าชิ้นส่วนที่แช่ในแก๊สโซฮอล์ E10 อาจทำให้เกิดปัญหาความเสียหายทางกายภาพได้ เนื่องจากชิ้นส่วนที่เป็นท่อภายในรถยนต์ขณะทำงานจะมีการเคลื่อนไหว ดังนั้นเมื่อชิ้นส่วนมีความแข็งเพิ่มขึ้นอาจจะทำให้เกิดการเปราะ หรือแตกเสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขอสงวนสิทธิ์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การวิเคราะห์โครงสร้างชิ้นส่วนพอลิเมอร์ด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer

การวิเคราะห์โครงสร้างของชิ้นส่วนพอลิเมอร์หรือชิ้นส่วนที่เป็นตัวอย่าง ด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer ดังแสดงในรูป 4.21 เพื่อหาฟังก์ชันนัลกรุป (Functional group) ของชิ้นส่วนแต่ละชิ้น โดยฟังก์ชันนัลกรุป คือ กลุ่มอะตอมภายในโมเลกุลซึ่งมีลักษณะเฉพาะที่แสดงถึงสมบัติทางเคมี โดยหลักการแล้วโมเลกุลที่มีหมู่ฟังก์ชันประเภทเดียวกัน จะสามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีในลักษณะเดียวกัน โดยไม่ขึ้นกับขนาดหรือความซับซ้อนของโมเลกุล แต่ไม่ได้หมายรวมถึงความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยา

ลักษณะการทำงานของเครื่อง FT-IR Spectrophotometer คือ มีการปล่อยคลื่นอินฟราเรดที่มีความถี่ตรงกับความถี่ของการสั่นของพันธะโคเวเลนต์ในโมเลกุลของสาร เมื่อสารตัวอย่างได้รับพลังงานจากคลื่นรังสีอินฟราเรดที่พอเหมาะจะเกิดการสั่นของพันธะของโมเลกุล ทำให้โมเลกุลเกิดการดูดกลืนแสง แล้ววัดแสงที่ส่งผ่านออกมา แสดงผลเป็นความสัมพันธ์ของความถี่หรือ wave number กับค่าการส่งผ่านของแสง เรียกว่า อินฟราเรด สเปกตรัม (Infrared Spectrum -IR spectrum)



รูปที่ 4.21 เครื่อง FT-IR Spectrophotometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

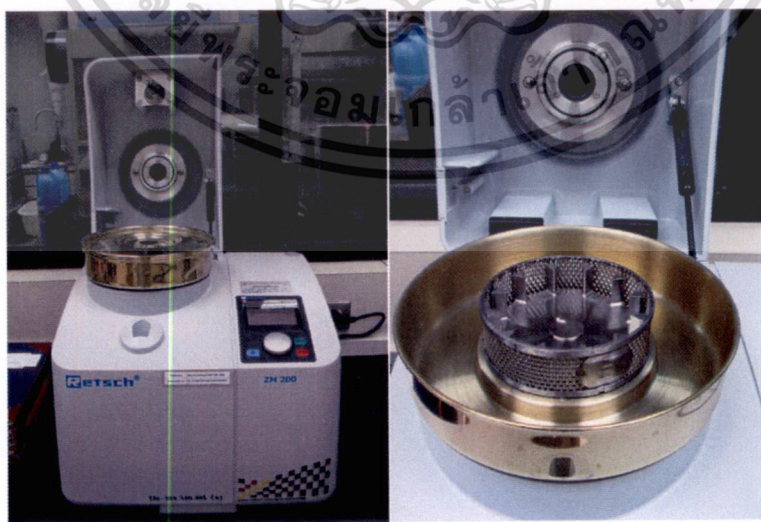
เนื่องจากตัวอย่างทดสอบที่สามารถนำมาเข้าเครื่อง FT-IR Spectrophotometer เพื่อทำการวิเคราะห์ได้นั้นจำเป็นที่จะต้องทำให้มีความหนาประมาณ 0.01-0.1 มิลลิเมตร จึงมีขั้นตอนในการเตรียมตัวอย่างทดสอบ ดังต่อไปนี้

1. นำชิ้นส่วนมาตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ เพื่อให้ง่ายต่อการบั่นละเอียด ดังแสดงในรูปที่ 4.22



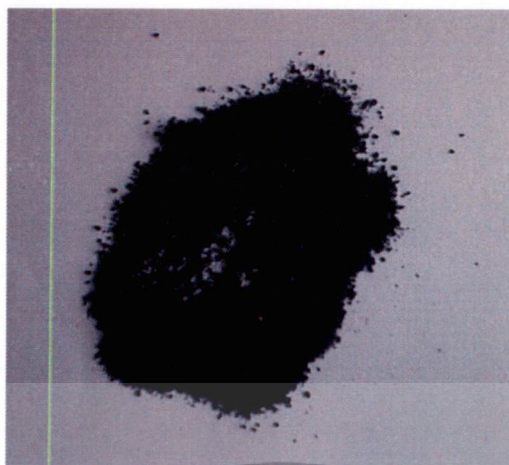
รูปที่ 4.22 ตัวอย่างท่ออย่างที่ถูกตัดเป็นชิ้น

2. แฉชิ้นส่วนตัวอย่างในไนโตรเจนเหลวเพื่อให้เกิดการแข็งตัว
3. นำชิ้นส่วนที่ผ่านการแช่ในไนโตรเจนเหลวไปบั่นให้ละเอียดเป็นผง โดยใช้เครื่องบดตัวอย่างแห้ง Retsch รุ่น ZM200 ซึ่งสามารถบั่นเหวี่ยงตกตะกอนด้วยความเร็วรอบ 6,000 ถึง 18,000 รอบต่อนาที ดังแสดงในรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 เครื่องบดตัวอย่างแห้ง Retsch รุ่น ZM200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



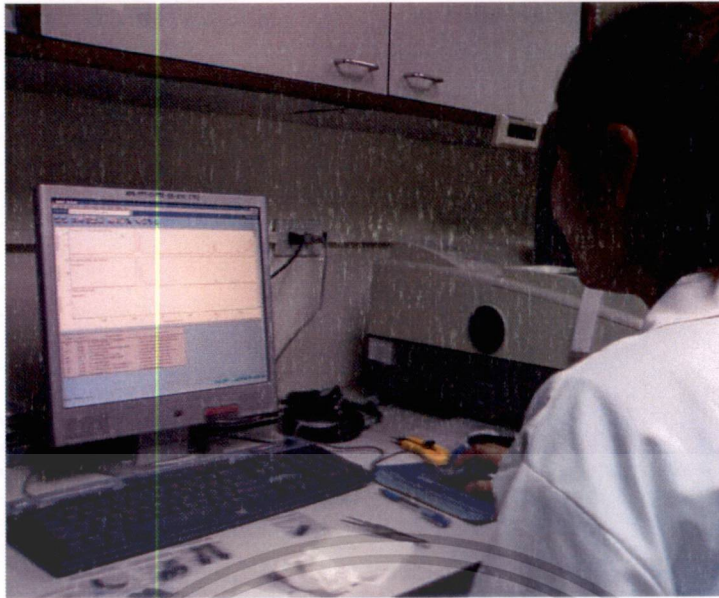
รูปที่ 4.24 ผงของชิ้นส่วนที่ผ่านการปั่นละเอียด

4. นำผงตัวอย่างที่ปั่นละเอียดแล้วโรยลงบนแผ่นใส เคลือบให้มีความหนาแน่นสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่น นำแผ่นใสอีกแผ่นมาประกบ
5. นำแผ่นใสที่บรรจุผงตัวอย่างเข้าเครื่อง FT-IR Spectrophotometer เพื่อทำการวิเคราะห์ ดังแสดงในรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 แสดงกระบวนการนำชิ้นส่วนเข้าเครื่องทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 แสดงกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการทดสอบและการวิเคราะห์

5.1 การเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอก

การสังเกตการเปลี่ยนแปลงภายนอก แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การเปลี่ยนแปลงของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบ และการเปลี่ยนแปลงของชิ้นส่วนที่ใช้ทดสอบ

5.1.1 การเปลี่ยนแปลงของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบ หลังจากการแช่ 1 สัปดาห์ (168 ชั่วโมง) ชิ้นส่วนบางชิ้นเกิดการละลายสีภายนอกลงไปสู่น้ำมัน ทำให้สีน้ำมันในบางตัวอย่างเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่เข้มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 5.1




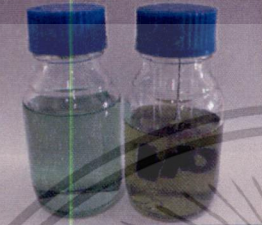




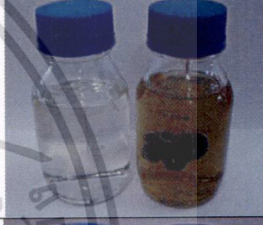


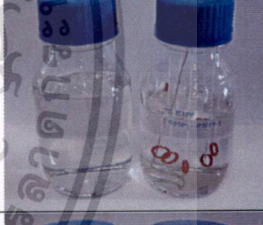








รูปที่ 5.1 สีน้ำมันเชื้อเพลิงหลังจากการแช่ 168 ชั่วโมง

ตารางที่ 5.1, 5.2 และ 5.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงสีน้ำมันหลังจากการแช่ 1 สัปดาห์ ของชิ้นส่วนในระบบเชื้อเพลิงของรถยนต์ทั้งสองชนิดและท่ออย่างต่างๆ ที่นำมาทดสอบ โดยชุดแรกเป็นน้ำมันใหม่ที่ยังไม่เคยผ่านการแช่ชิ้นส่วน และชุดที่สองเป็นชุดที่แช่ชิ้นส่วนมาแล้ว 1 สัปดาห์ จากตารางจะเห็นว่าชิ้นส่วนตัวอย่างที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงส่วนมากเป็นชิ้นส่วนท่ออย่าง สำหรับชิ้นส่วนที่เป็นโลหะหรืออย่างบางชนิดจะไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีน้ำมันเชื้อเพลิง




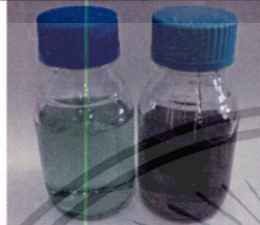

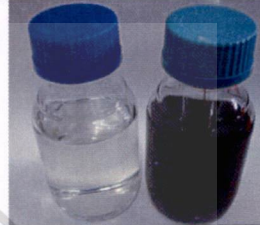


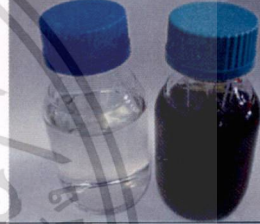



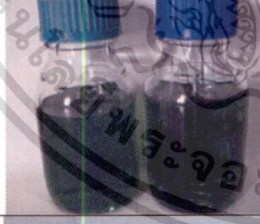





เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงสีน้ำมันหลังจากการแช่ 1 สัปดาห์ (168 ชั่วโมง) ของชิ้นส่วนในระบบเชื้อเพลิงของรถยนต์ทดสอบ A

รายละเอียดชิ้นส่วน	แก๊สโซฮอล์ E10	แก๊สโซฮอล์ E85	เอทานอล
ตัวอย่างคอน้ำมันใหญ่			
ตัวกรองหัวฉีด			
ท่อกลับจากถัง, ตัวอย่างคอน้ำมันเล็ก			
โอรัง			
สายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง			
ตัวอย่างน้ำมันเชื้อเพลิง			




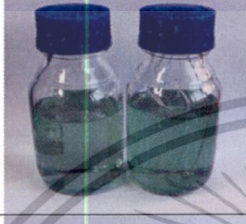






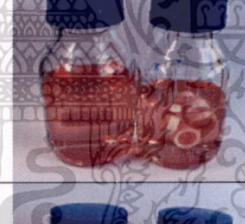

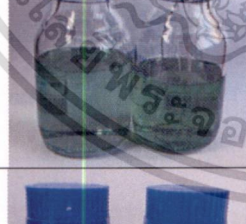
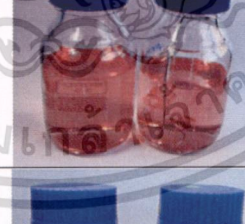
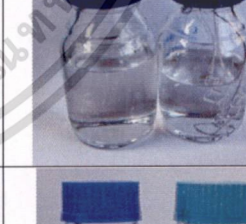
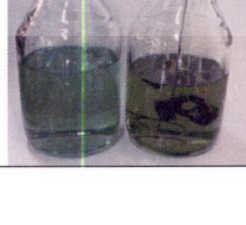


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงสีน้ำมันหลังจากการแช่ 1 สัปดาห์ (168 ชั่วโมง) ของชิ้นส่วนในระบบเชื้อเพลิงของรถยนต์ทดสอบ B

รายละเอียดชิ้นส่วน	แก๊สโซฮอล์ E10	แก๊สโซฮอล์ E85	เอทานอล
ชุดท่อแรงดันอากาศ			
ท่อน้ำมันจากกรองเข้าปั๊ม			
ท่อน้ำมันจากปั๊มในถัง			
ท่อแยกคอน้ำมันใหญ่			
ท่อทางน้ำมัน, ท่อน้ำมันส่วนเกินกลับถัง			
ชุดสายไฟปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

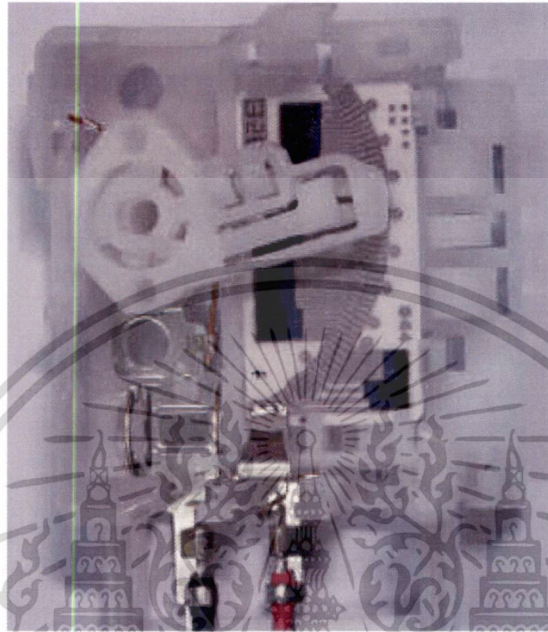
ตารางที่ 5.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงสีน้ำมันหลังจากการแช่ 1 สัปดาห์ (168 ชั่วโมง) ของตัวอย่าง
6 ชนิด

รายละเอียดชิ้นส่วน	แก๊สโซฮอล์ E10	แก๊สโซฮอล์ E85	เอทานอล
Vitube			
Tygon 2075			
Tygon F-4040-A			
Norprene			
Superthane			
Submersible Fuel 4219 Series			

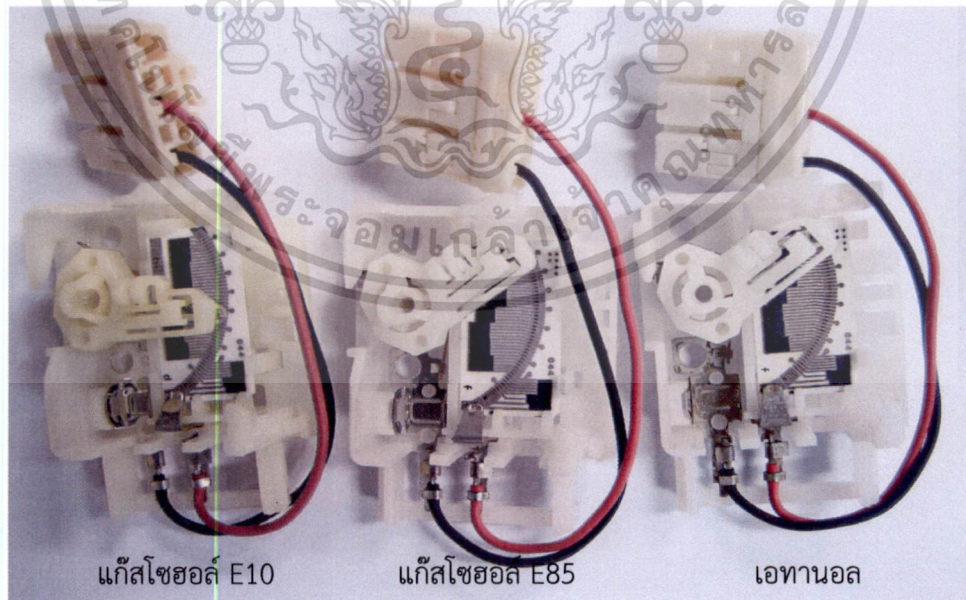
จากตารางที่ 5.3 แสดงให้เห็นว่าชิ้นส่วนท่ออย่างทีนำมาทดสอบ ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของน้ำมันเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 การเปลี่ยนแปลงของชิ้นส่วนที่ใช้ทดสอบ เมื่อสิ้นสุดการแช่พบว่าชิ้นส่วนบางชิ้นเกิดการเปลี่ยนสีจากเดิมตามสีของน้ำมันที่แช่ ยกตัวอย่างเช่น ชิ้นส่วนกลายเป็นสีเขียวเมื่อแช่ แก๊สโซฮอล์ E10 และเป็นสีชมพูเมื่อแช่ใน แก๊สโซฮอล์ E85 ดังแสดงในรูปที่ 5.3 และ 5.5



รูปที่ 5.2 เกจวัดระดับน้ำมันในรถยนต์ทดสอบ A ก่อนการแช่



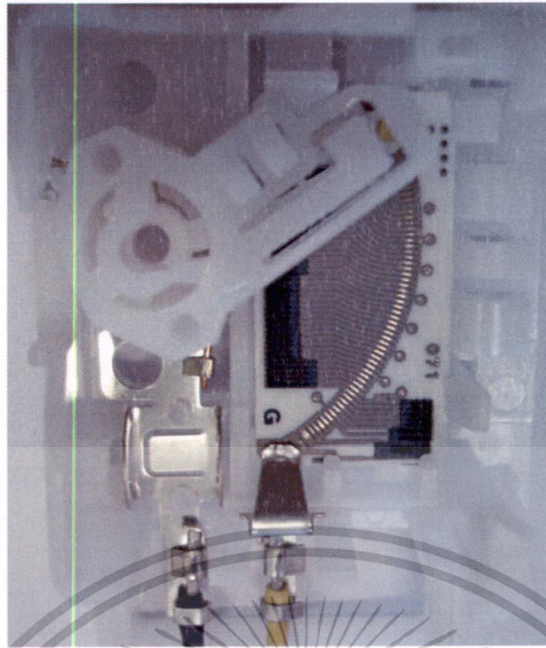
แก๊สโซฮอล์ E10

แก๊สโซฮอล์ E85

เอทานอล

รูปที่ 5.3 การเปลี่ยนแปลงสีของเกจวัดระดับน้ำมันในรถยนต์ทดสอบ A (2000 ชั่วโมง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 เกจวัดระดับน้ำมันในรถยนต์ทดสอบ B ก่อนการแก้ไข



แก๊สโซฮอล์ E10

แก๊สโซฮอล์ E85

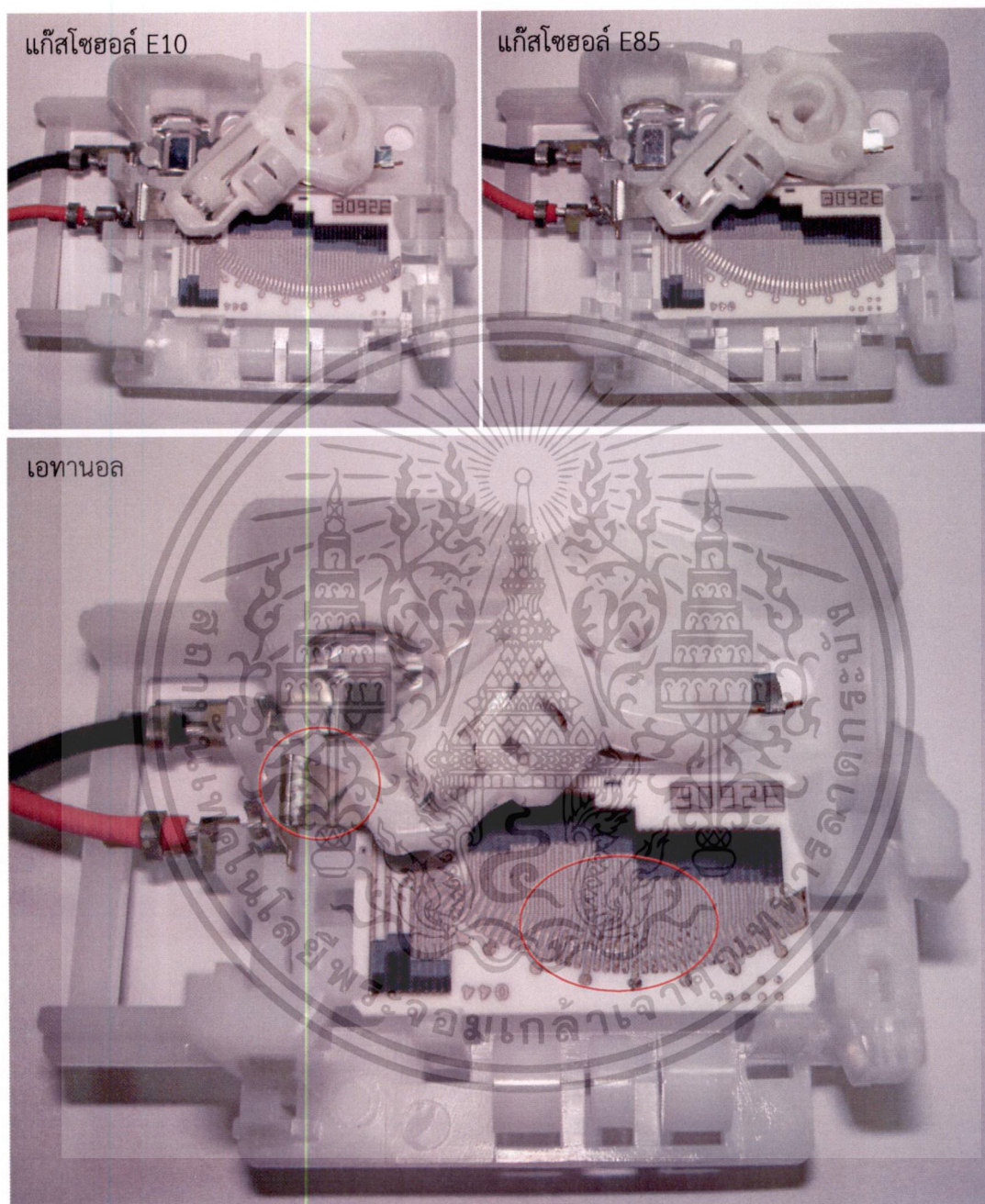
เอทานอล

รูปที่ 5.5 การเปลี่ยนแปลงสีของเกจวัดระดับน้ำมันในรถยนต์ทดสอบ B (2000 ชั่วโมง)

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากวัสดุเหล่านี้เป็นวัสดุที่ใช้งานในถังน้ำมัน ไม่ได้ออกแบบมาเพื่อเป็นวัสดุเพื่อความสวยงาม ฉะนั้นการเปลี่ยนสีของวัสดุไม่ถือว่าเป็นสิ่งที่บ่งชี้ว่าวัสดุไม่เหมาะสมต่อการใช้เชื้อเพลิงชนิดนั้นๆ แต่อย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

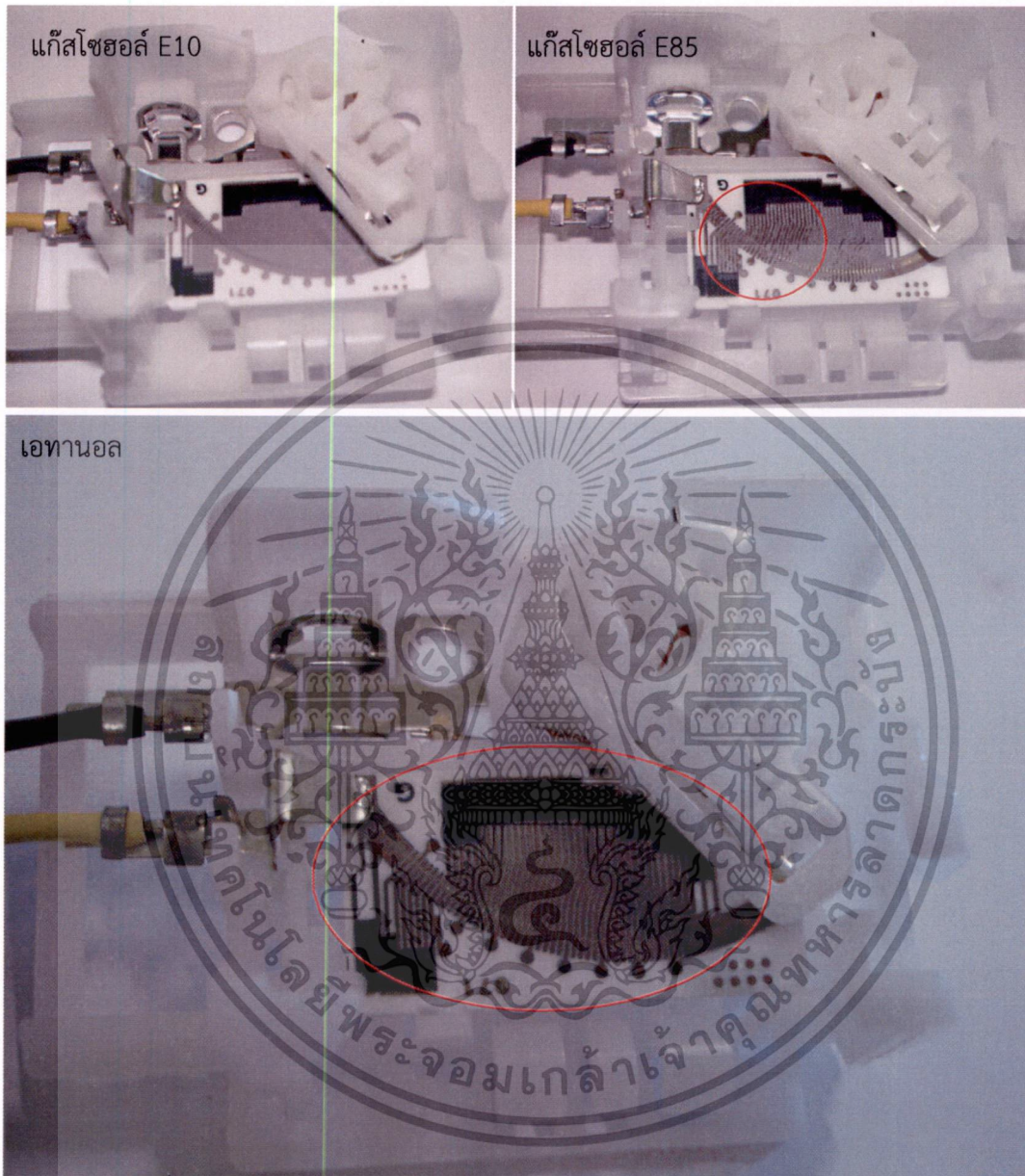
ชิ้นส่วนเกจวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์ทดสอบ A เฉพาะชิ้นที่แช่ในเอทานอล เริ่มแสดงการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นบนแผ่นปรินท์หลังจากแช่ไปเพียง 168 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.6 แสดงเกจวัดระดับน้ำมันในรถยนต์ทดสอบ A ที่แช่ในน้ำมันชนิดต่างๆ 168 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

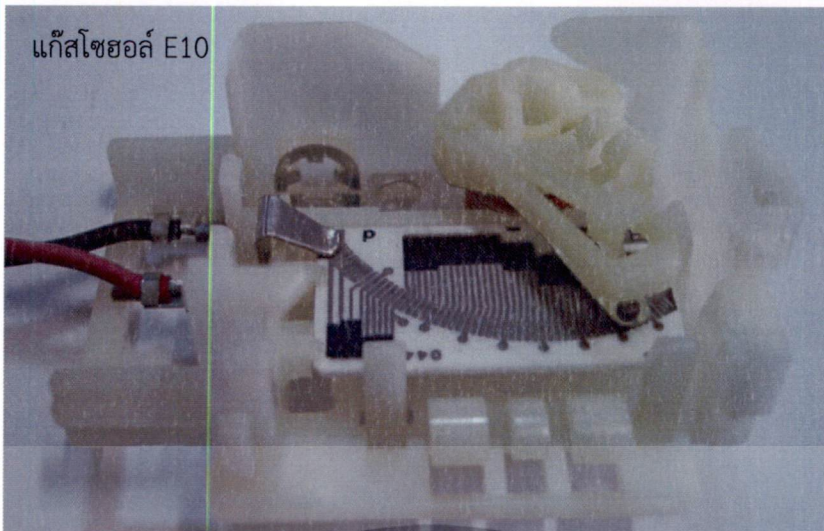
ส่วนเกว้ระดับน้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์ทดสอบ B หลังจากการแช่ 168 ชั่วโมง ชั้นที่แช่ในแก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอล เกิดการกัดกร่อนขึ้นบนแผ่นปริน ดังแสดงในรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.7 แสดงเกว้ระดับน้ำมันในรถยนต์ทดสอบ B ที่แช่ในน้ำมันชนิดต่างๆ 168 ชั่วโมง

อย่างไรก็ตามเมื่อแช่ชิ้นส่วนครบ 2000 ชั่วโมงปรากฏว่า ชิ้นส่วนเกว้ระดับน้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์ทดสอบ B ที่ถูกแช่ในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 และ เอทานอล เกิดการกัดกร่อนขึ้นโดยการกัดกร่อนจะเกิดขึ้นที่แผ่นปรินและส่วนที่เป็นโลหะ แต่ไม่เกิดการกัดกร่อนในชิ้นส่วนที่แช่ในแก๊สโซฮอล์ E10 ดังแสดงในรูปที่ 5.8 สำหรับเกว้ระดับน้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์ทดสอบ A ที่เกิดการกัดกร่อนมีเพียงชิ้นส่วนที่แช่ในเอทานอล เท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 5.9 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

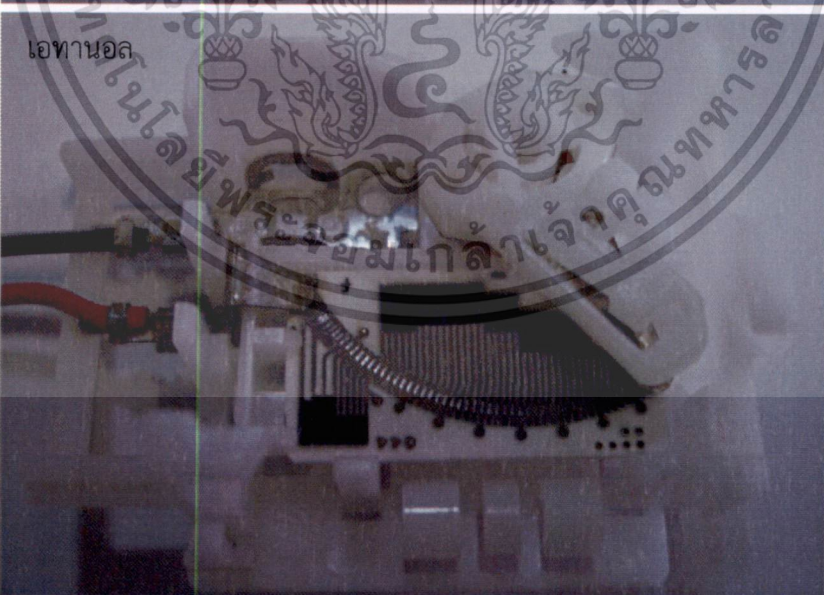
แก๊สโซฮอล์ E10



แก๊สโซฮอล์ E85

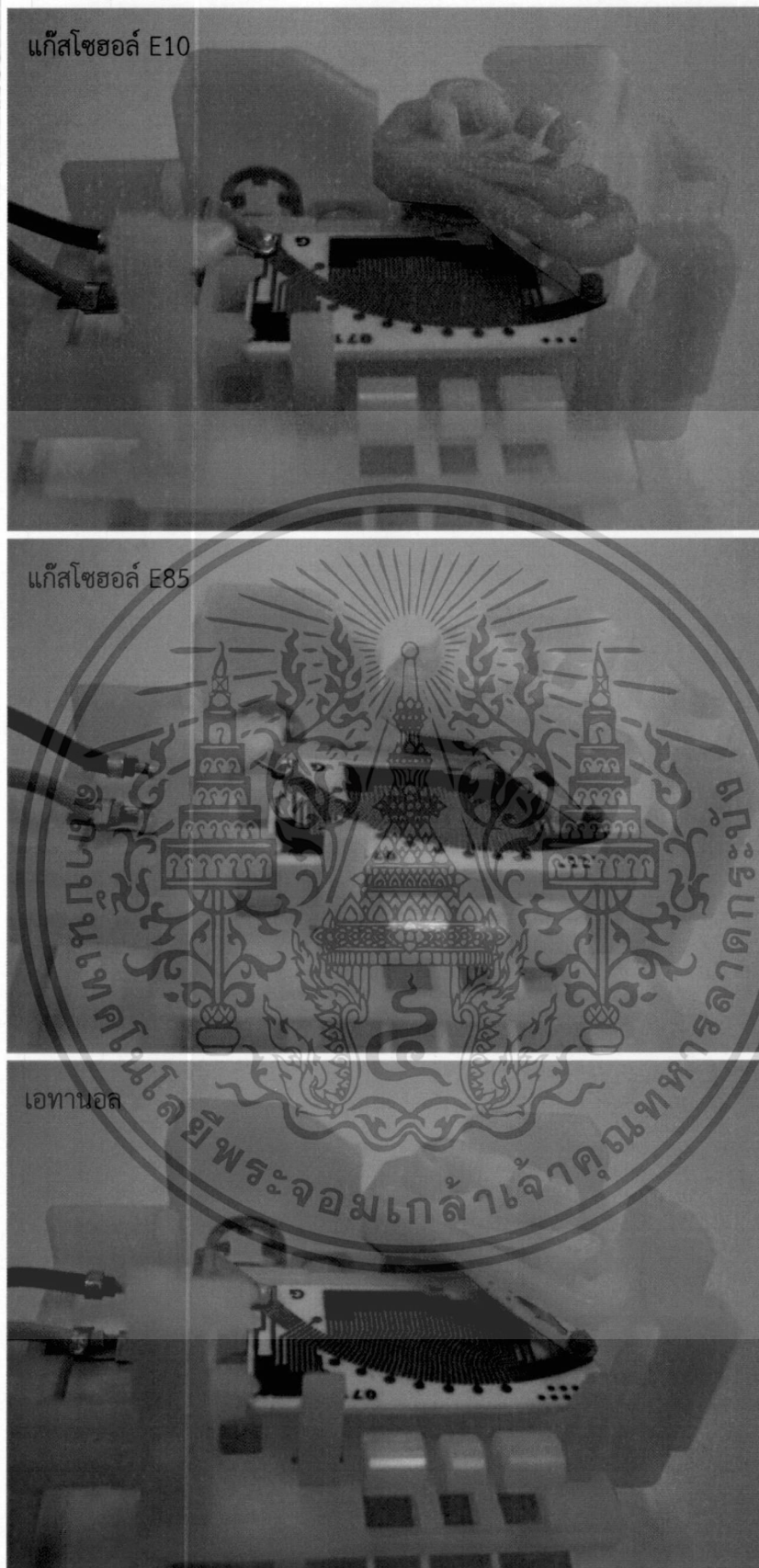


เอทานอล



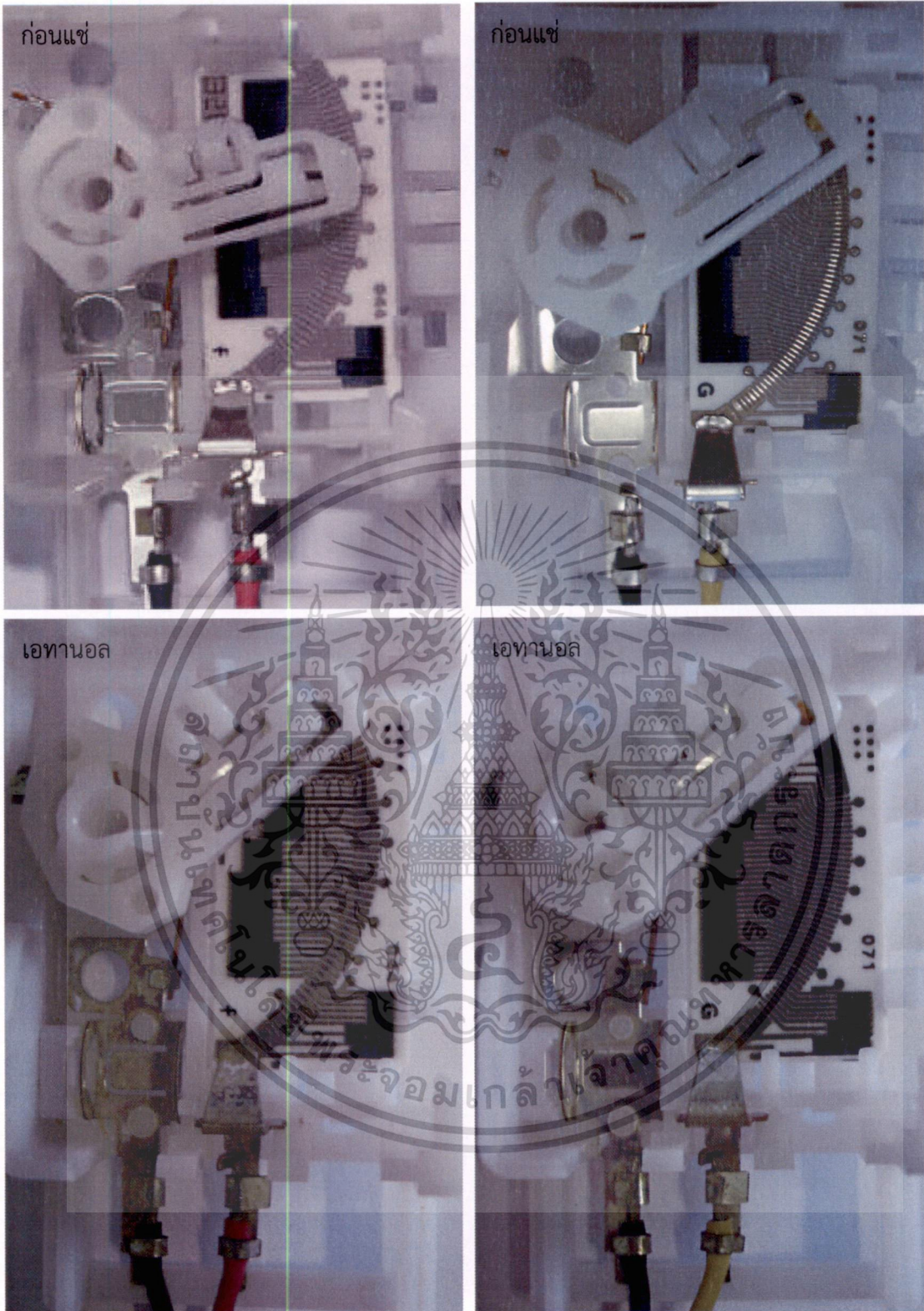
รูปที่ 5.8 เกจวัดระดับน้ำมันในรถยนต์ทดสอบ A ที่ผ่านการแช่ 2000 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.9 เกจวัดระดับน้ำมันในรถยนต์ทดสอบ B ที่ผ่านการแช่ 2000 ชั่วโมง

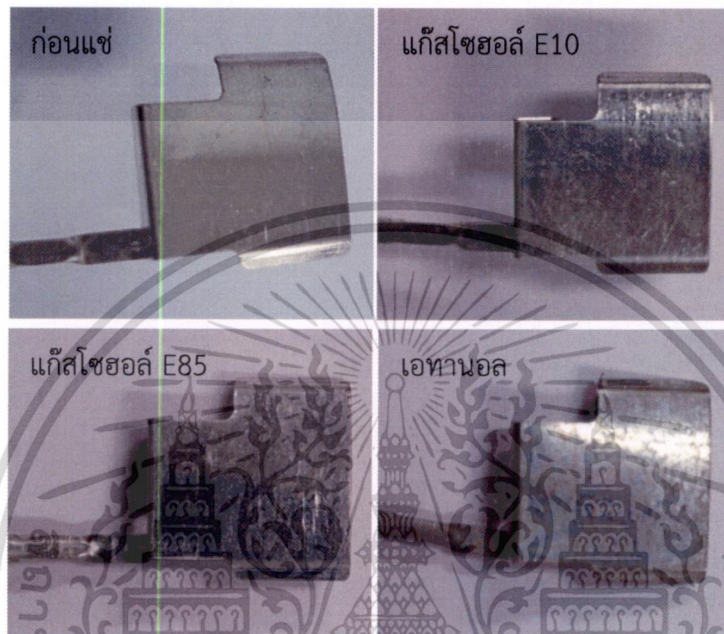
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.10 แสดงการเปรียบเทียบเกจวัดระดับน้ำมันรถยนต์ทดสอบ A และ B ก่อนการแช่และ
หลังจากผ่านการแช่เอทานอล เป็นเวลา 2000 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกัดกร่อนของเกจวัดระดับน้ำมันจะเกิดมากที่สุดในส่วนที่ถูกแช่ในน้ำมันเอทานอล ดังแสดงใน รูปที่ 5.10 ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบเกจวัดระดับน้ำมันรถยนต์ทดสอบ A และ B ก่อนการแช่ และหลังจากผ่านการแช่เอทานอล เป็นเวลา 2000 ชั่วโมง สังเกตได้ว่าการกัดกร่อนจะเกิดขึ้นในส่วนที่เป็นโลหะ ทั้งแผ่นปรีน และส่วนที่เป็นขั้วของสายไฟ



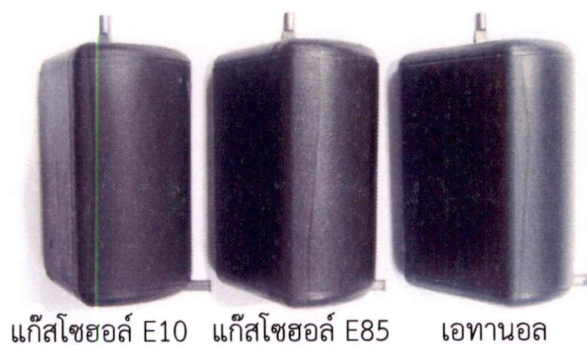
รูปที่ 5.11 แสดงการเปรียบเทียบการกัดกร่อนของชุดสายไฟปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์ทดสอบ B

รูปที่ 5.12-5.16 แสดงบางชิ้นส่วนที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งสีและพื้นผิว เช่น Regulator ลูกลอยและก้านลูกลอย



รูปที่ 5.12 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะภายนอกของ Regulator ของรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แก๊สโซฮอล์ E10 แก๊สโซฮอล์ E85 เอทานอล

รูปที่ 5.13 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะภายนอกของลูกกลอยของรถยนต์ทดสอบ B



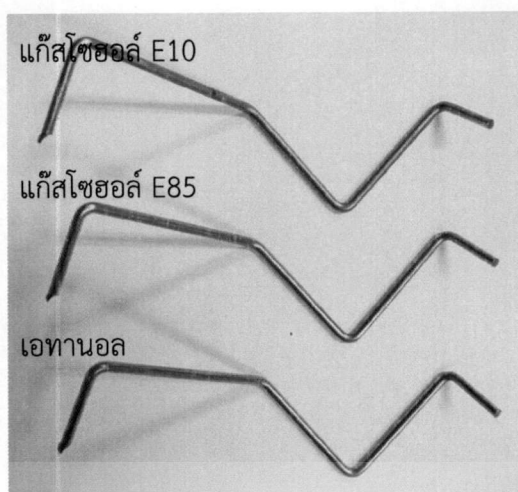
รูปที่ 5.14 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะภายนอกของก้านลูกกลอยของรถยนต์ทดสอบ B



แก๊สโซฮอล์ E10 แก๊สโซฮอล์ E85 เอทานอล

รูปที่ 5.15 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะภายนอกของลูกกลอยของรถยนต์ทดสอบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.16 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะภายนอกของก้านลูกลอยของรถยนต์ทดสอบ A

จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าชิ้นส่วนที่เกิดผลกระทบโดยเกิดการกัดกร่อนขึ้นในรถยนต์ทดสอบ A คือ ชิ้นส่วนหมายเลข 83320-0D030 (เกจวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิง) การกัดกร่อนจะเกิดขึ้นเมื่อแช่ในเอทานอล ในรถยนต์ทดสอบ B ชิ้นส่วนหมายเลข 17630-S5H-T31 (มิเตอร์วัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิงในถัง) การกัดกร่อนจะเกิดขึ้นเมื่อแช่ในแก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอล โดยในมิเตอร์วัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกกัดกร่อนบริเวณแผ่นปริน และบริเวณหัวของสายไฟ อาจทำให้ระดับน้ำมันที่วัดได้เกิดการผิดพลาด จึงถือว่าไม่เหมาะสมที่จะใช้กับแก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอล

สำหรับชิ้นส่วนตัวอย่างทั้ง 6 ชนิด ที่นำมาทดสอบ หลังจากการแช่ 1 สัปดาห์ (168 ชั่วโมง) ในบางชิ้นส่วนมีการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัด ดังต่อไปนี้

- ตัวอย่าง Superthane มีการเปลี่ยนสีตามสีของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกแช่ และเกิดการบวมเล็กน้อย ดังแสดงในรูปที่ 5.17
- ตัวอย่าง Norprene ที่แช่ในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10 เกิดการบวมเล็กน้อย และชิ้นที่แช่ในแก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอล เกิดการหดตัวเล็กน้อย ดังแสดงในรูปที่ 5.18
- ตัวอย่าง Tygon F-4040-A มีการเปลี่ยนสีตามสีของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกแช่ และเกิดการหดตัวเล็กน้อย ดังแสดงในรูปที่ 5.19
- ตัวอย่าง Tygon 2075 มีการเปลี่ยนสีตามสีของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกแช่ และชิ้นส่วนที่แช่ในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10 เกิดการบวมและเสียรูป ดังแสดงในรูปที่ 5.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.17 ท่อยาง Superthane หลังจากการแช่ 168 ชั่วโมง



รูปที่ 5.18 ท่อยาง Norprene หลังจากการแช่ 168 ชั่วโมง



รูปที่ 5.19 ท่อยาง Tygon F-4040-A หลังจากการแช่ 168 ชั่วโมง



รูปที่ 5.20 ท่อยาง Tygon 2075 หลังจากการแช่ 168 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแบ่งได้เป็น 2 ช่วง คือ การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังจากการแช่ หรือ และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังจากการอบแห้ง

5.2.1 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนัก (Apparent percent weight increase, WI) หลังจากการแช่ น้ำหนักของชิ้นส่วนทั้งหมดที่เป็นตัวอย่างที่แช่ในน้ำมันทั้งสามชนิดมีการเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเกิดการแทรกตัวของน้ำมันเข้าไปในชิ้นส่วน โดยค่า WI สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 5.1

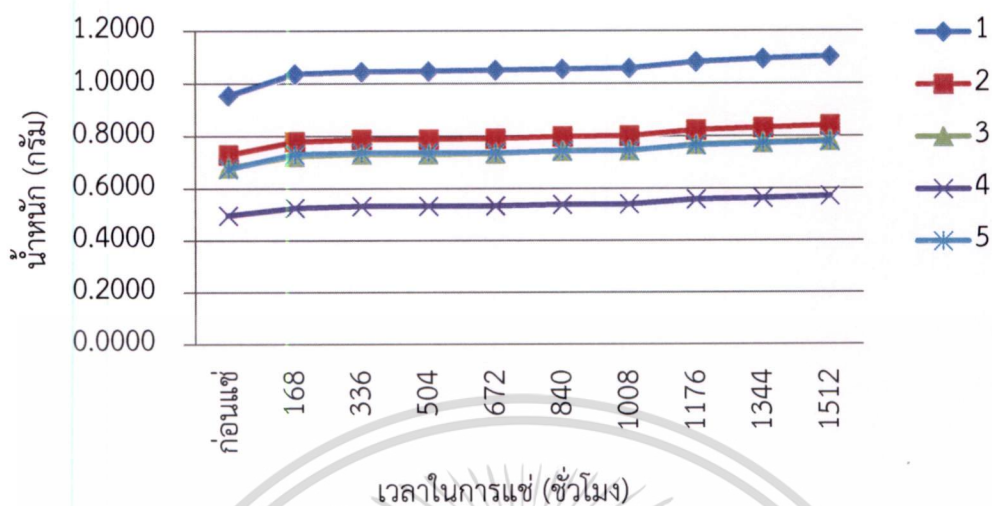
$$\text{Apparent percent weight increase} = \frac{\text{Wet weight} - \text{Original weight}}{\text{Original weight}} \times 100 \quad (5.1)$$

โดยที่ Wet Weight คือ น้ำหนักหลังจากการแช่
Original Weight คือ น้ำหนักของชิ้นส่วนก่อนการทดสอบ

รูปที่ 5.21- 5.53 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่ในแต่ละสัปดาห์ของชิ้นส่วนต่างๆ และตารางที่ 5.4-5.14 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของชิ้นส่วนในรถยนต์ทดสอบ A

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข

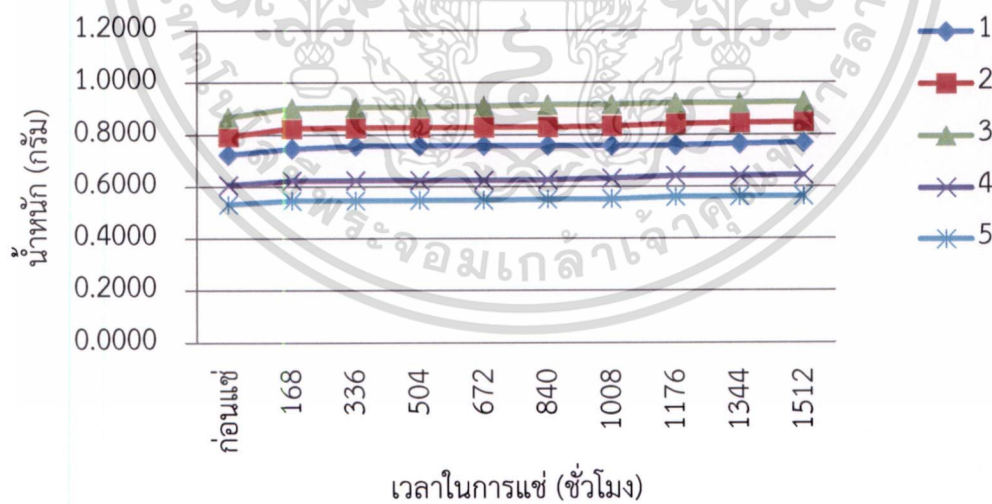
23249-46180



รูปที่ 5.21 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 23249-46180 ในรถยนต์ทดสอบ A

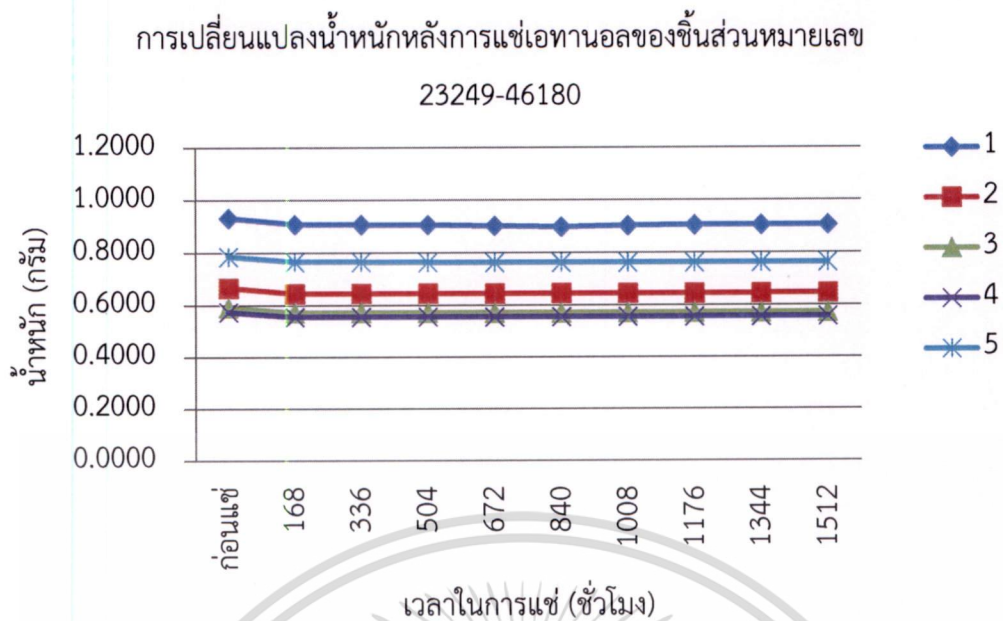
การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข

23249-46180



รูปที่ 5.22 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 23249-46180 ในรถยนต์ทดสอบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



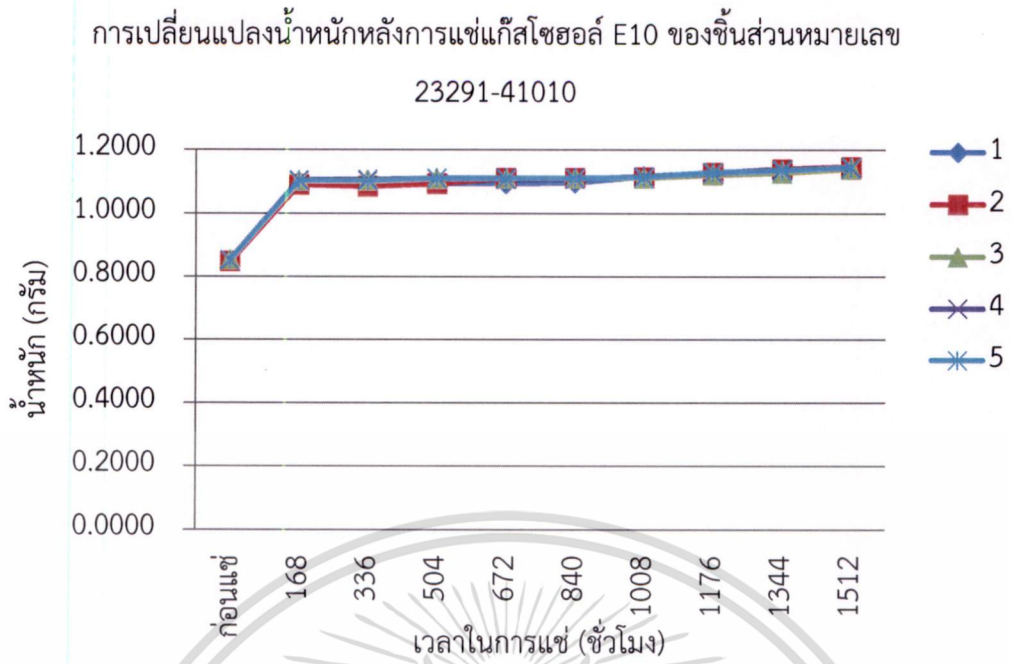
รูปที่ 5.23 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 23249-46180
ในรถยนต์ทดสอบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

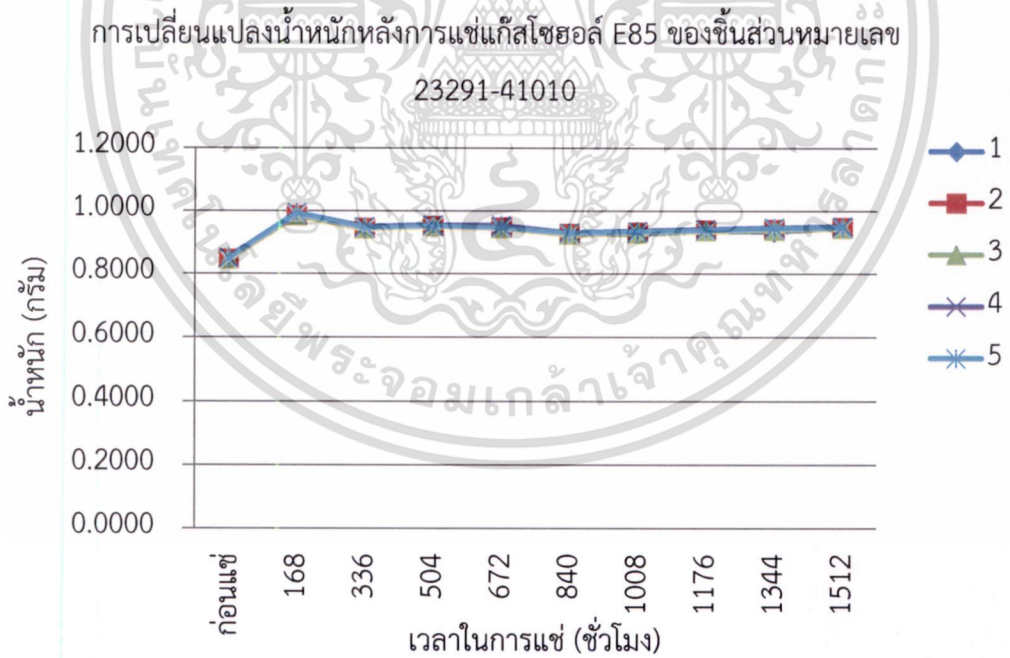
ตารางที่ 5.4 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง
น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 23249-46180 ในรถยนต์ทดสอบ A

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	0.9514	1.1007	15.69	15.43
แก๊สโซฮอล์ E10-02	0.7267	0.8379	15.30	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	0.6764	0.7797	15.27	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	0.4936	0.5691	15.30	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	0.6712	0.7758	15.58	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	0.7236	0.7697	6.37	6.44
แก๊สโซฮอล์ E85-02	0.7958	0.8490	6.69	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	0.8679	0.9266	6.76	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	0.6074	0.6453	6.24	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	0.5315	0.5641	6.13	
เอทานอล-01	0.9281	0.9033	-2.67	-2.90
เอทานอล-02	0.6637	0.6435	-3.04	
เอทานอล-03	0.5888	0.5703	-3.14	
เอทานอล-04	0.5715	0.5544	-2.99	
เอทานอล-05	0.7817	0.7610	-2.65	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



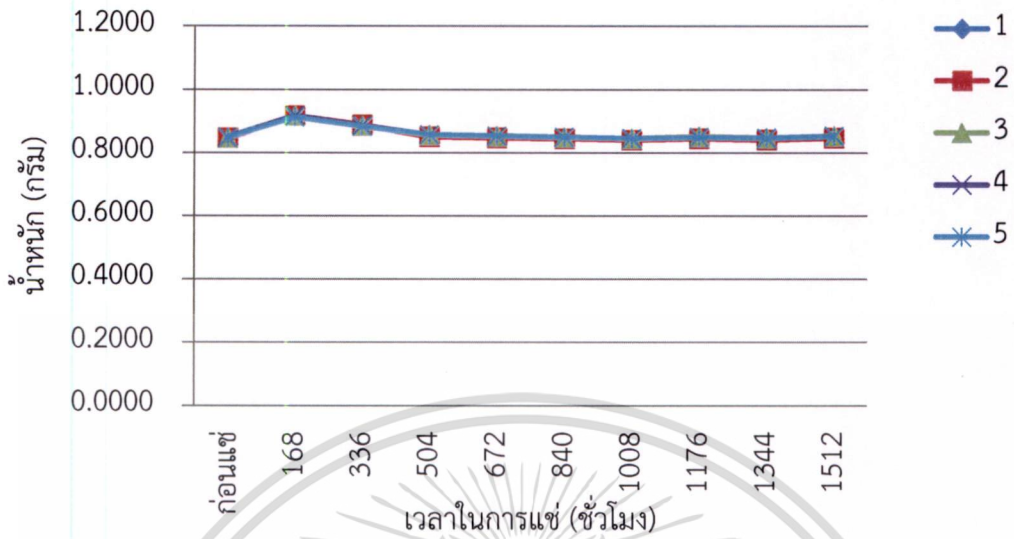
รูปที่ 5.24 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 23291-41010 ในรถยนต์ทดสอบ A



รูปที่ 5.25 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 23291-41010 ในรถยนต์ทดสอบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่ 100 ของชิ้นส่วนหมายเลข 23291-41010



รูปที่ 5.26 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 23291-41010 ในรถยนต์ทดสอบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

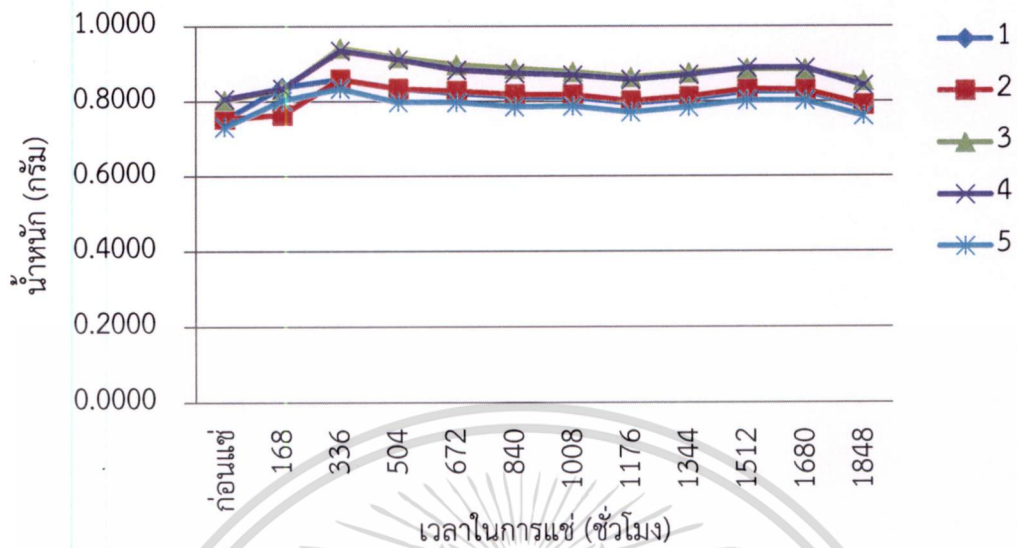
ตารางที่ 5.5 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง
น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 23291-41010 ในรถยนต์ทดสอบ A

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	0.8499	1.1387	33.98	34.27
แก๊สโซฮอล์ E10-02	0.8468	1.1445	35.16	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	0.8527	1.1388	33.55	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	0.8502	1.1421	34.33	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	0.8516	1.1438	34.31	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	0.8511	0.9494	11.55	11.75
แก๊สโซฮอล์ E85-02	0.8474	0.9482	11.90	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	0.8469	0.9460	11.70	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	0.8515	0.9519	11.79	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	0.8477	0.9480	11.83	
เอทานอล-01	0.8467	0.8479	0.14	0.50
เอทานอล-02	0.8458	0.8462	0.05	
เอทานอล-03	0.8448	0.8520	0.85	
เอทานอล-04	0.8445	0.8514	0.82	
เอทานอล-05	0.8468	0.8522	0.64	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข

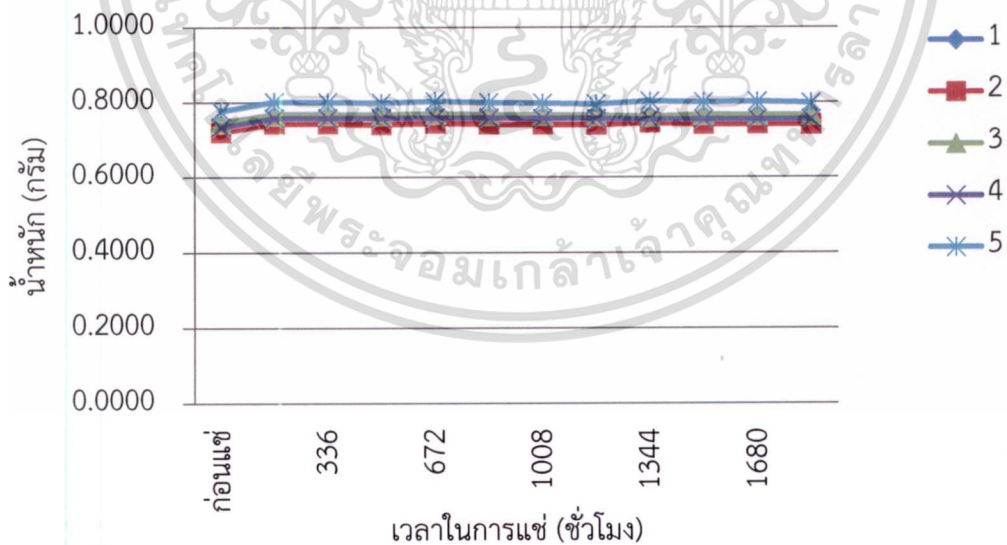
23827-0M020



รูปที่ 5.27 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 23827-0M020 ในรถยนต์ทดสอบ A

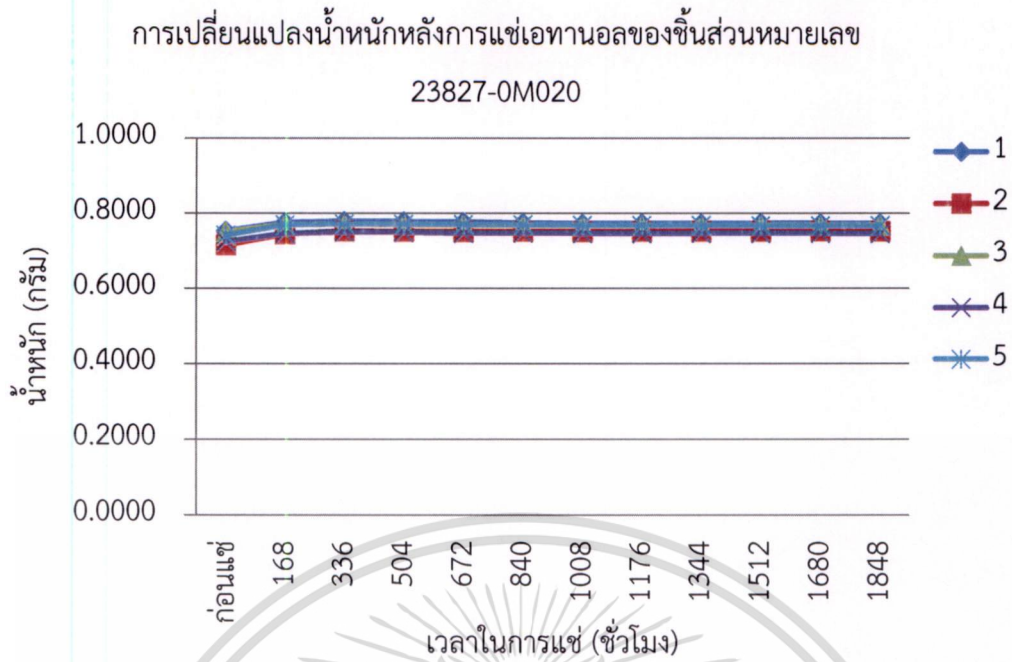
การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข

23827-0M020



รูปที่ 5.28 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 23827-0M020 ในรถยนต์ทดสอบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



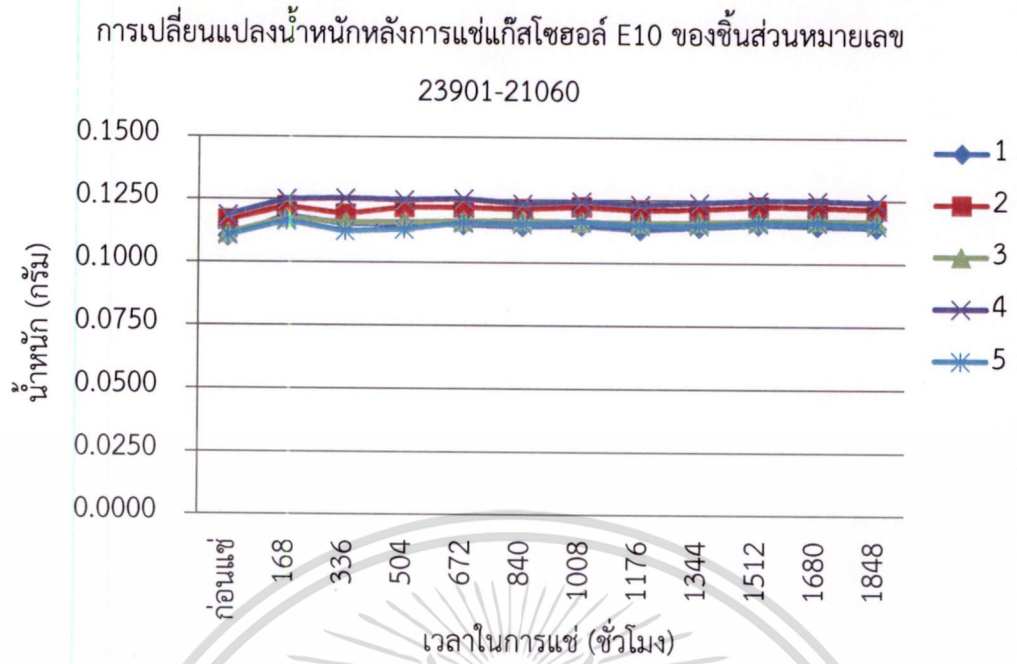
รูปที่ 5.29 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข
23827-0M020 ในรถยนต์ทดสอบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

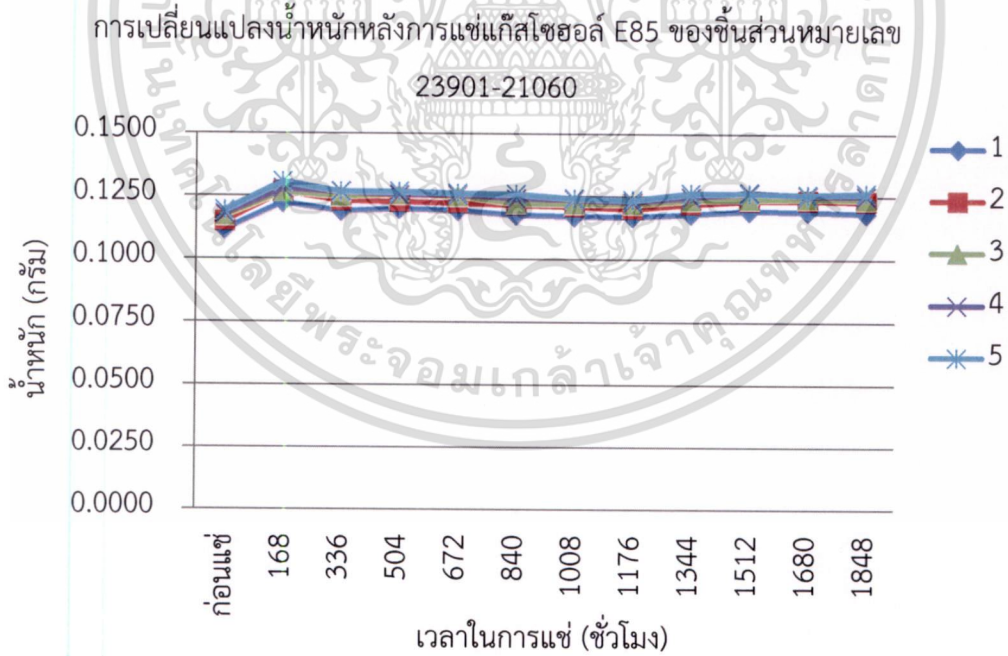
ตารางที่ 5.6 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 23827-0M020 ในรถยนต์ทดสอบ A

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	0.7506	0.7840	4.45	4.88
แก๊สโซฮอล์ E10-02	0.7531	0.7899	4.89	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	0.8023	0.8534	6.37	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	0.8054	0.8414	4.47	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	0.7298	0.7608	4.25	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	0.7420	0.7636	2.91	2.78
แก๊สโซฮอล์ E85-02	0.7214	0.7414	2.77	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	0.7466	0.7664	2.65	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	0.7342	0.7547	2.79	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	0.7764	0.7980	2.78	
เอทานอล-01	0.7521	0.7729	2.77	3.33
เอทานอล-02	0.7154	0.7519	5.10	
เอทานอล-03	0.7506	0.7670	2.18	
เอทานอล-04	0.7241	0.7463	3.07	
เอทานอล-05	0.7410	0.7673	3.55	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

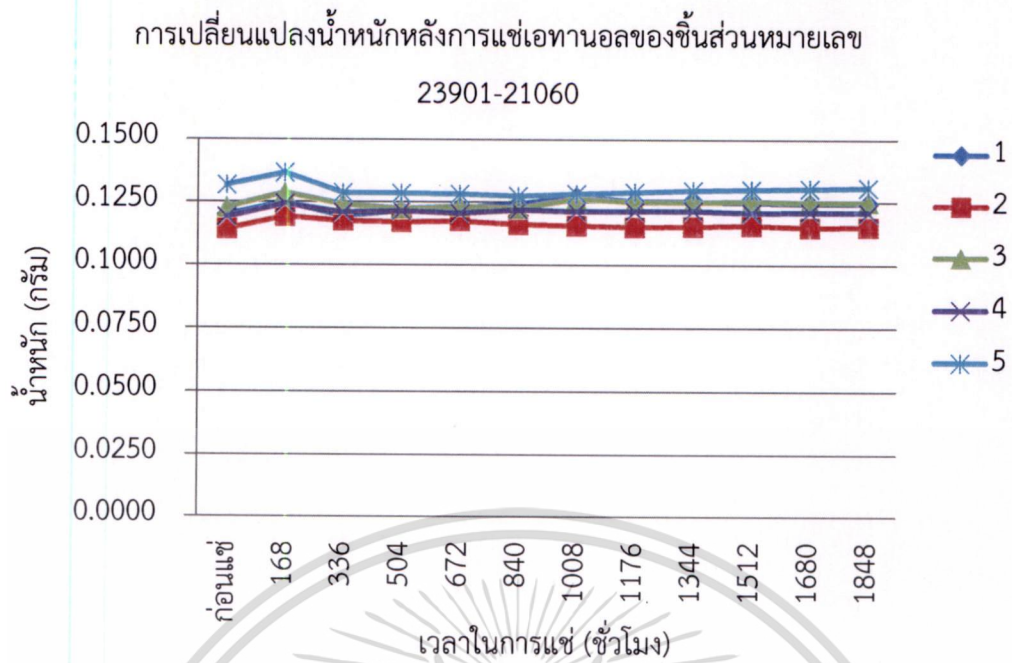


รูปที่ 5.30 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 23901-21060 ในรถยนต์ทดสอบ A



รูปที่ 5.31 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 23901-21060 ในรถยนต์ทดสอบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

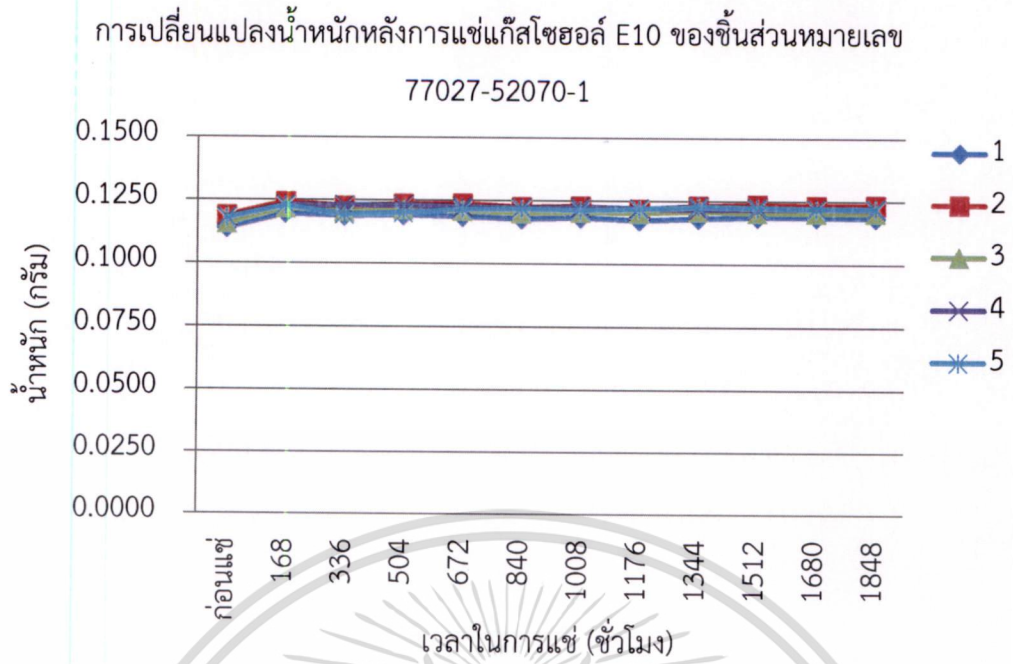


รูปที่ 5.32 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 23901-21060 ในรถยนต์ทดสอบ A

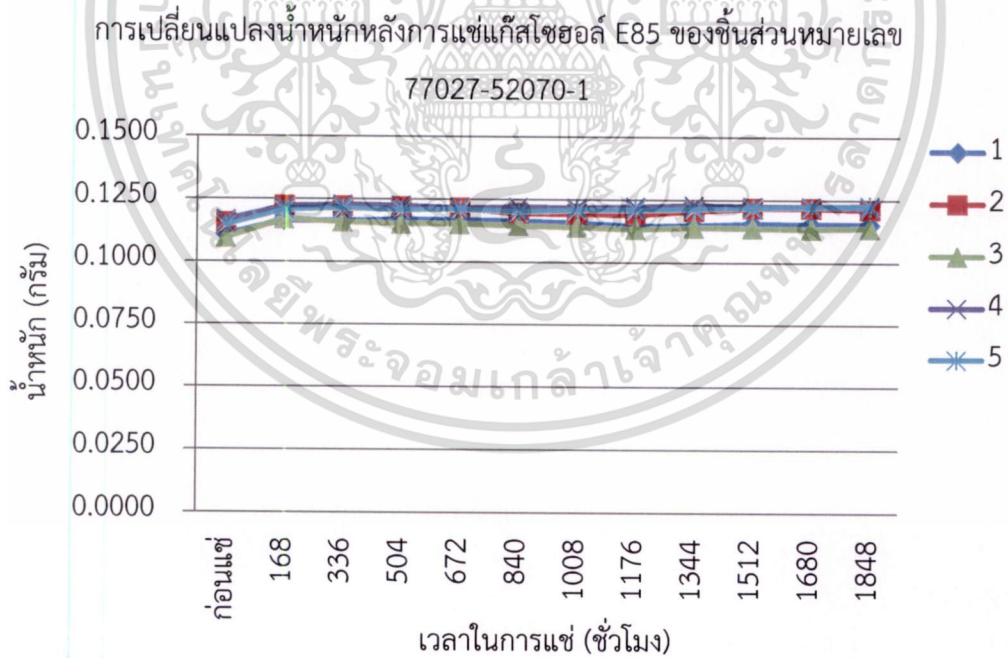
ตารางที่ 5.7 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 23901-21060 ในรถยนต์ทดสอบ A

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	0.1101	0.1143	3.81	4.40
แก๊สโซฮอล์ E10-02	0.1168	0.1217	4.20	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	0.1114	0.1168	4.85	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	0.1186	0.1244	4.89	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	0.1105	0.1152	4.25	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	0.1115	0.1183	6.10	6.38
แก๊สโซฮอล์ E85-02	0.1150	0.1233	7.22	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	0.1171	0.1240	5.89	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	0.1177	0.1253	6.46	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	0.1191	0.1265	6.21	
เอทานอล-01	0.1197	0.1247	4.18	1.63
เอทานอล-02	0.1142	0.1242	0.88	
เอทานอล-03	0.1227	0.1251	1.96	
เอทานอล-04	0.1189	0.1209	1.68	
เอทานอล-05	0.1316	0.1299	-0.53	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

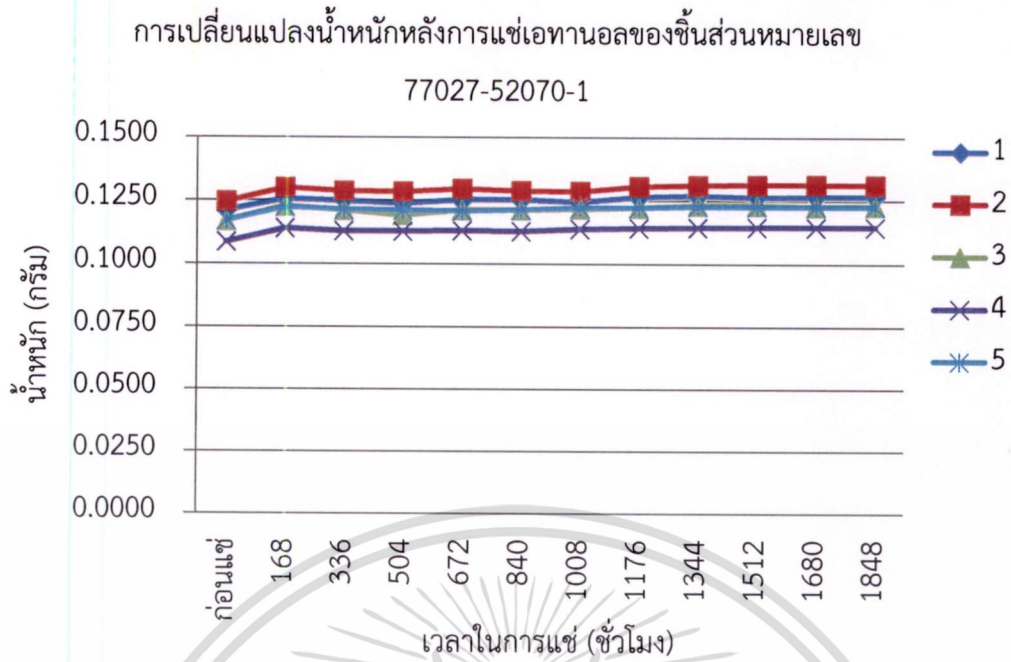


รูปที่ 5.33 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สไซฮอลล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข
77027-52070-1 ในรถยนต์ทดสอบ A



รูปที่ 5.34 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สไซฮอลล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข
77027-52070-1 ในรถยนต์ทดสอบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.35 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข
77027-52070-1 ในรถยนต์ทดสอบ A

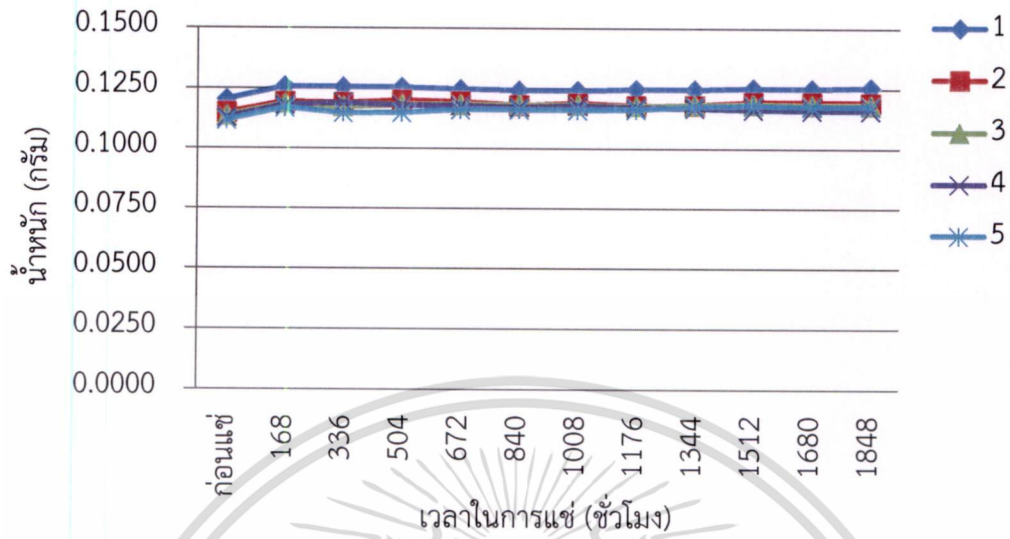
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.8 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 77027-52070-1 ในรถยนต์ทดสอบ A

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	0.1136	0.1182	4.05	3.97
แก๊สโซฮอล์ E10-02	0.1186	0.1234	4.05	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	0.1153	0.1203	4.34	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	0.1174	0.1217	3.66	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	0.1176	0.1220	3.74	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	0.1106	0.1152	4.16	5.02
แก๊สโซฮอล์ E85-02	0.1155	0.1212	4.94	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	0.1093	0.1138	4.12	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	0.1165	0.1220	4.72	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	0.1145	0.1227	7.16	
เอทานอล-01	0.1207	0.1265	4.81	5.26
เอทานอล-02	0.1243	0.1311	5.47	
เอทานอล-03	0.1165	0.1227	5.32	
เอทานอล-04	0.1083	0.1144	5.63	
เอทานอล-05	0.1166	0.1225	5.06	

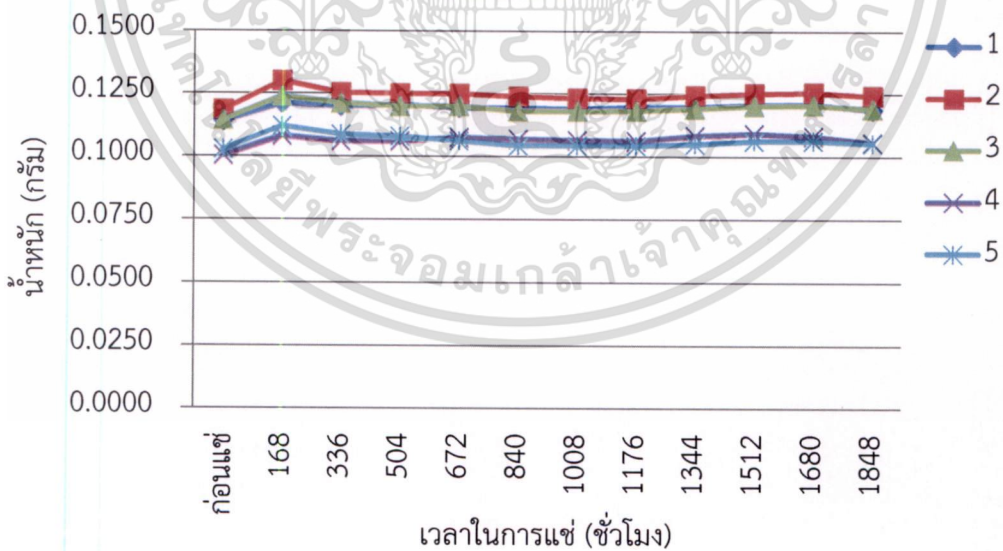
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข
77209-52020



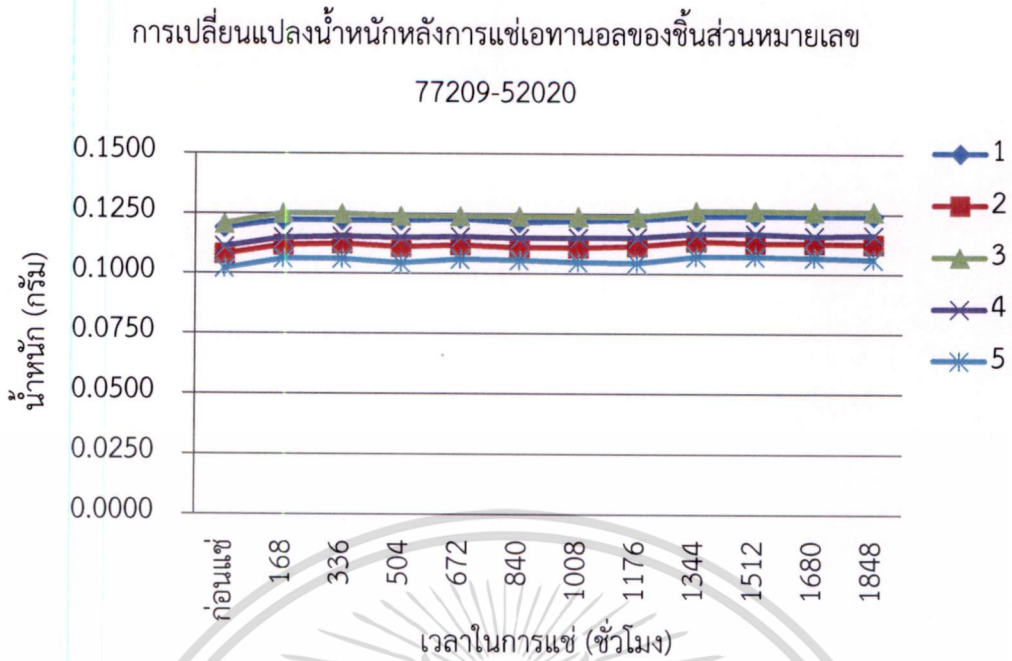
รูปที่ 5.36 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข
77209-52020 ในรถยนต์ทดสอบ A

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข
77209-52020



รูปที่ 5.37 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข
77209-52020 ในรถยนต์ทดสอบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



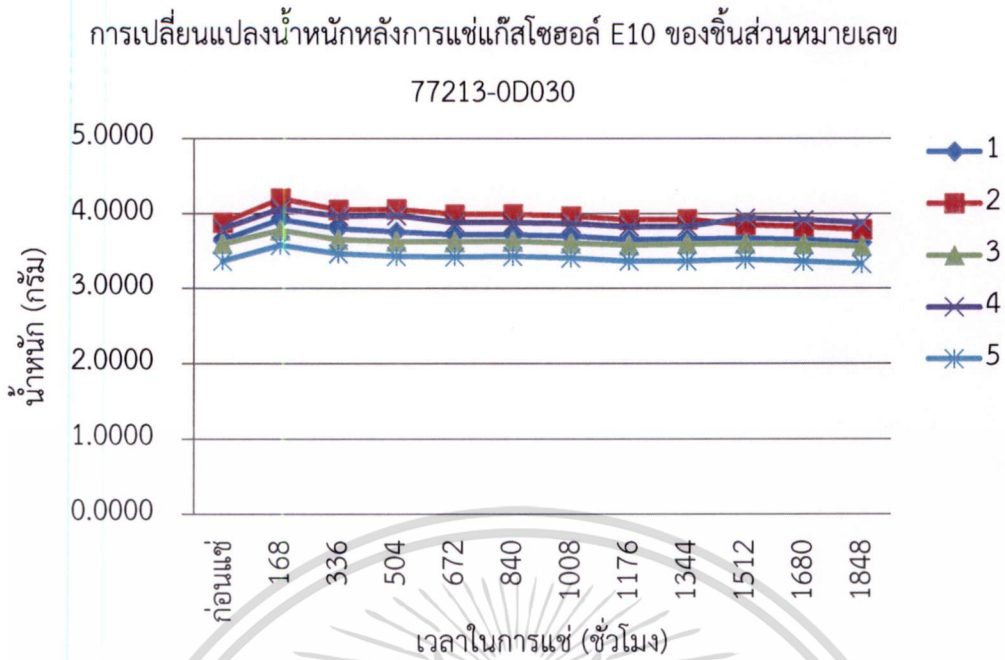
รูปที่ 5.38 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 77209-52020

ในรถยนต์ทดสอบ A

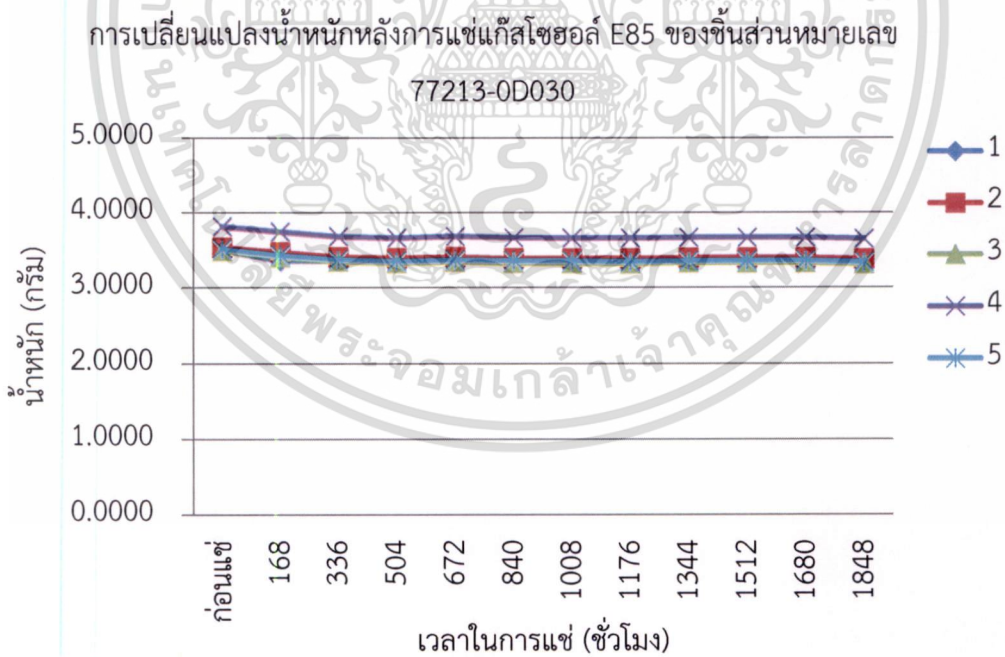
ตารางที่ 5.9 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง
น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 77209-52020 ในรถยนต์ทดสอบ A

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	0.1201	0.1254	4.41	4.18
แก๊สโซฮอล์ E10-02	0.1147	0.1191	3.84	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	0.1133	0.1181	4.24	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	0.1126	0.1158	2.84	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	0.1115	0.1177	5.56	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	0.1140	0.1188	4.21	4.26
แก๊สโซฮอล์ E85-02	0.1187	0.1246	4.97	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	0.1145	0.1192	4.10	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	0.1004	0.1058	5.38	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	0.1026	0.1053	2.63	
เอทานอล-01	0.1188	0.1241	4.46	4.37
เอทานอล-02	0.1079	0.1123	4.08	
เอทานอล-03	0.1205	0.1260	4.56	
เอทานอล-04	0.1109	0.1160	4.60	
เอทานอล-05	0.1018	0.1060	4.13	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

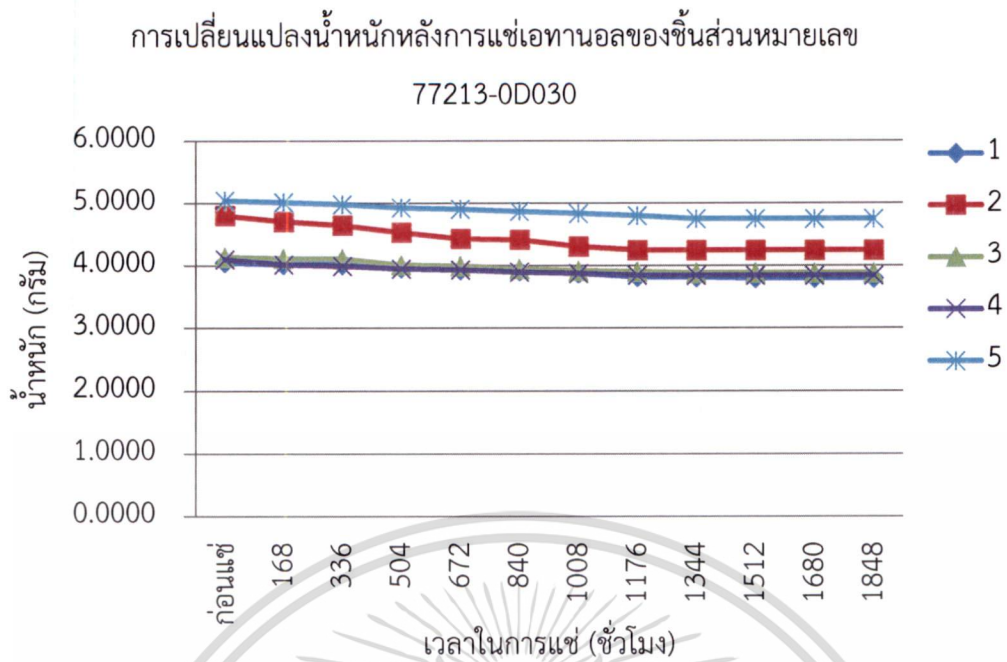


รูปที่ 5.39 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 77213-0D030 ในรถยนต์ทดสอบ A



รูปที่ 5.40 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 77213-0D030 ในรถยนต์ทดสอบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



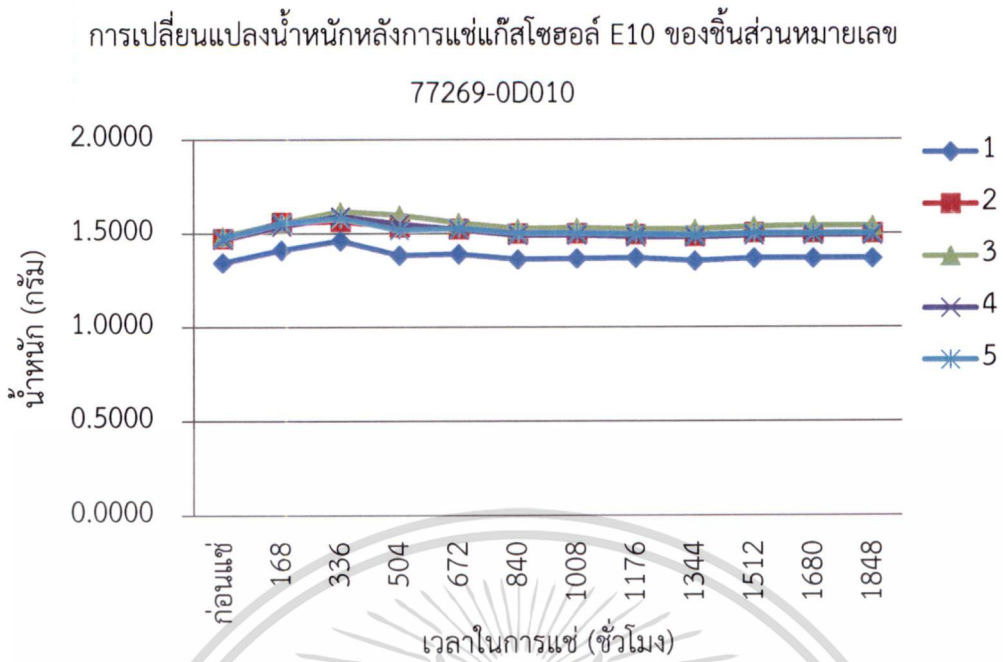
รูปที่ 5.41 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 77213-0D030
ในรถยนต์ทดสอบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

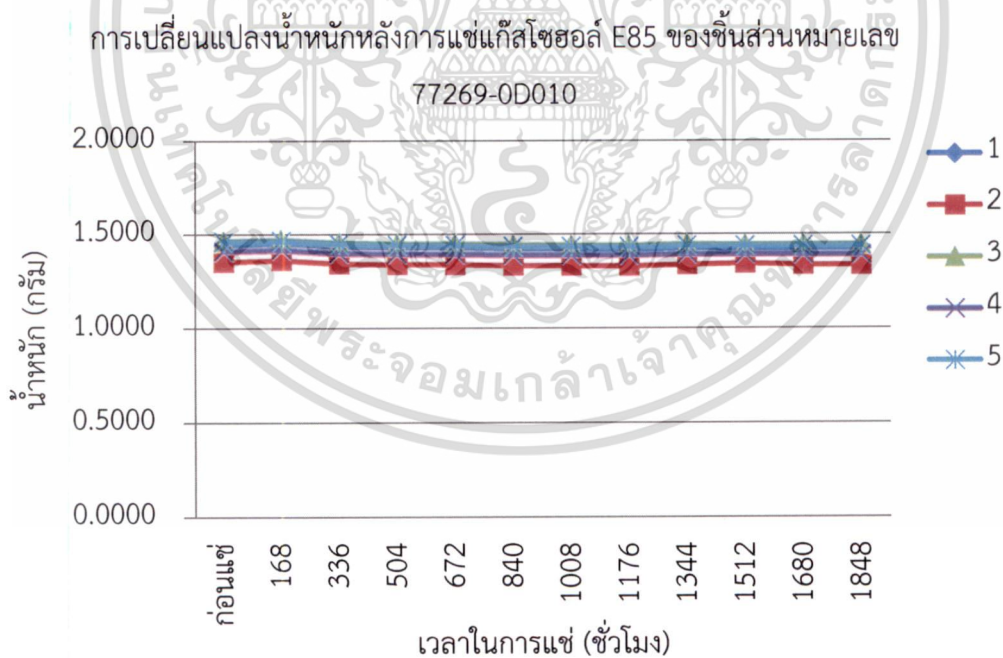
ตารางที่ 5.10 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 77213-0D030 ในรถยนต์ทดสอบ A

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	3.6402	3.6110	-0.80	-0.56
แก๊สโซฮอล์ E10-02	3.8753	3.7802	-2.45	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	3.5890	3.5584	-0.85	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	3.7884	3.8737	2.25	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	3.3570	3.3250	-0.95	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	3.4951	3.3254	-4.86	-4.76
แก๊สโซฮอล์ E85-02	3.5429	3.3847	-4.47	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	3.4883	3.3130	-5.03	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	3.8173	3.6504	-4.37	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	3.5160	3.3378	-5.07	
เอทานอล-01	4.0435	3.7910	-6.24	-7.27
เอทานอล-02	4.7980	4.2371	-11.69	
เอทานอล-03	4.1296	3.8735	-6.20	
เอทานอล-04	4.0948	3.8329	-6.40	
เอทานอล-05	5.0357	4.7420	-5.83	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

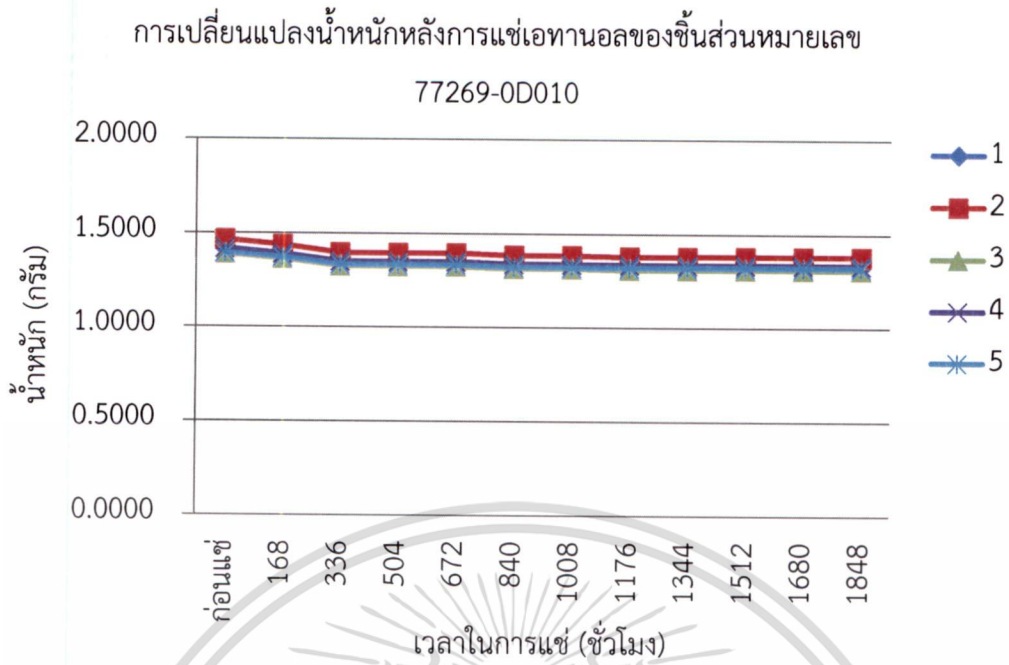


รูปที่ 5.42 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 77269-0D010 ในรถยนต์ทดสอบ A



รูปที่ 5.43 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 77269-0D010 ในรถยนต์ทดสอบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.44 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 77269-0D010 ในรถยนต์ทดสอบ A



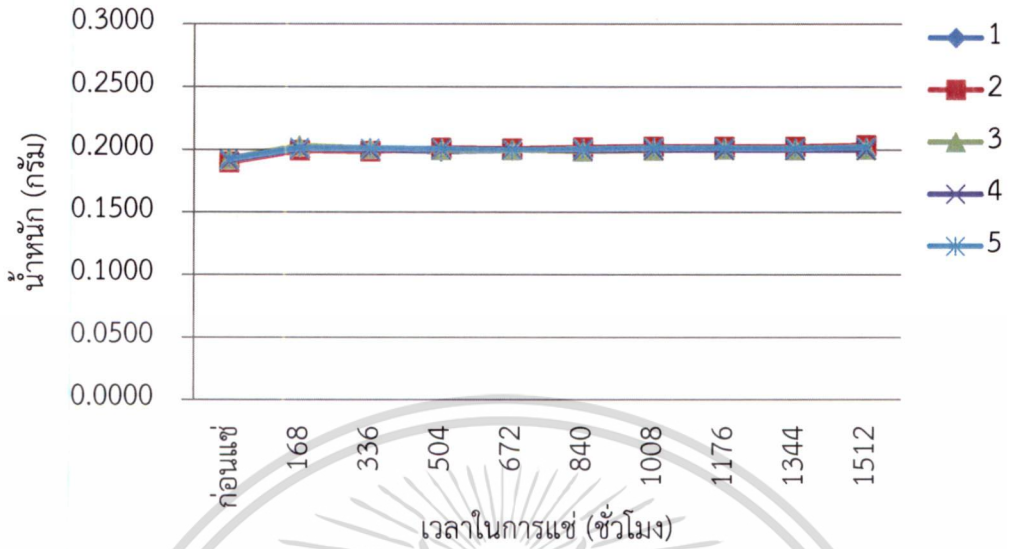
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.11 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง
น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 77269-0D010 ในรถยนต์ทดสอบ A

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	1.3425	1.3653	1.70	2.07
แก๊สโซฮอล์ E10-02	1.4723	1.4987	1.79	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	1.4838	1.5388	3.71	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	1.4651	1.4875	1.53	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	1.4753	1.4989	1.60	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	1.4426	1.4233	-1.34	-1.40
แก๊สโซฮอล์ E85-02	1.3574	1.3370	-1.50	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	1.4658	1.4459	-1.36	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	1.4102	1.3903	-1.41	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	1.4584	1.4382	-1.39	
เอทานอล-01	1.4125	1.3295	-5.88	-5.65
เอทานอล-02	1.4638	1.3798	-5.74	
เอทานอล-03	1.3886	1.3098	-5.67	
เอทานอล-04	1.4158	1.3340	-5.78	
เอทานอล-05	1.3917	1.3197	-5.17	

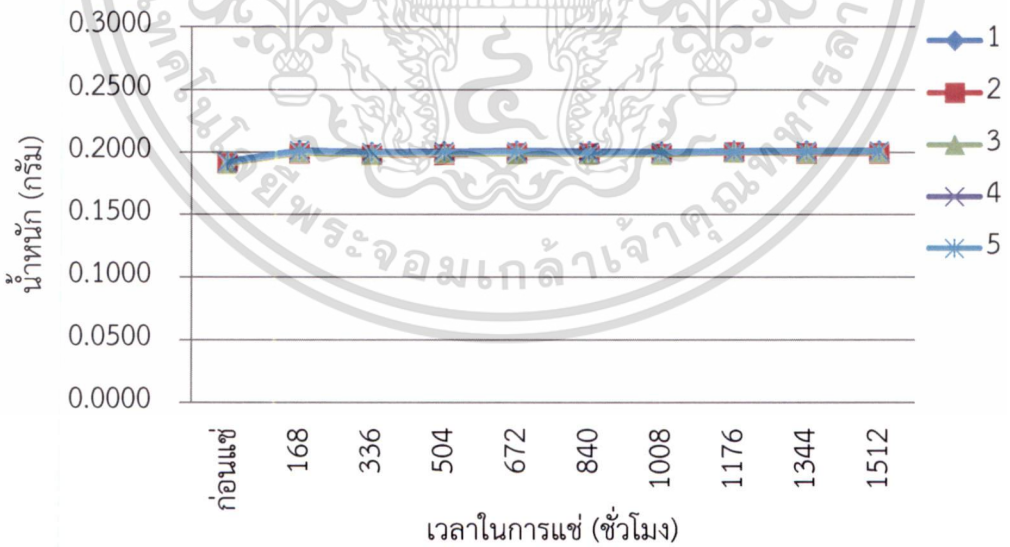
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 90301-07037-1



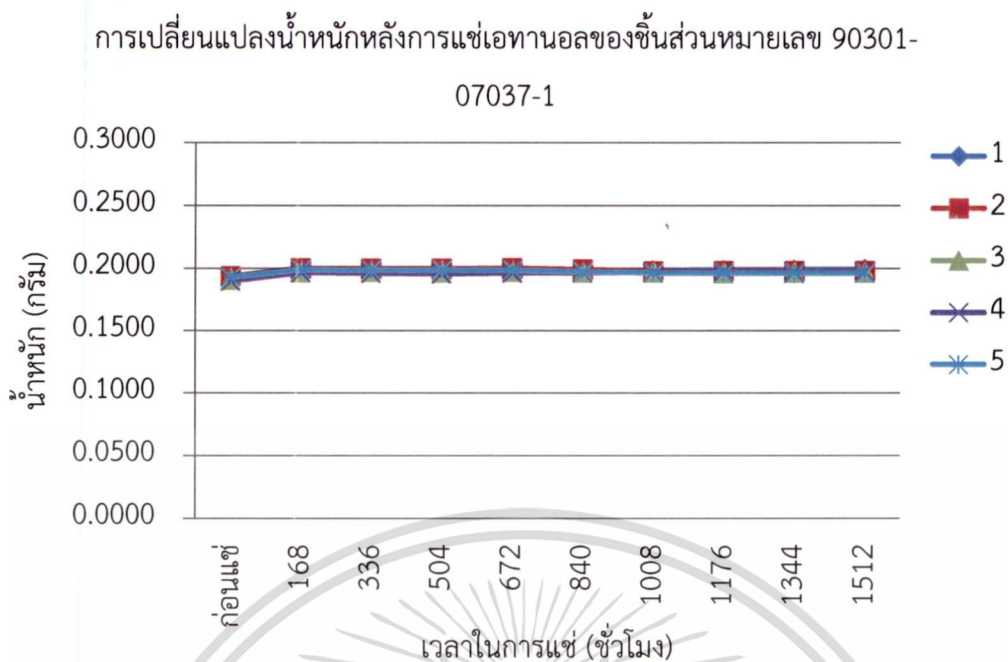
รูปที่ 5.45 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 90301-07037-1 ในรถยนต์ทดสอบ A

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 90301-07037-1



รูปที่ 5.46 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 90301-07037-1 ในรถยนต์ทดสอบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.47 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 90301-07037-1 ในรถยนต์ทดสอบ A

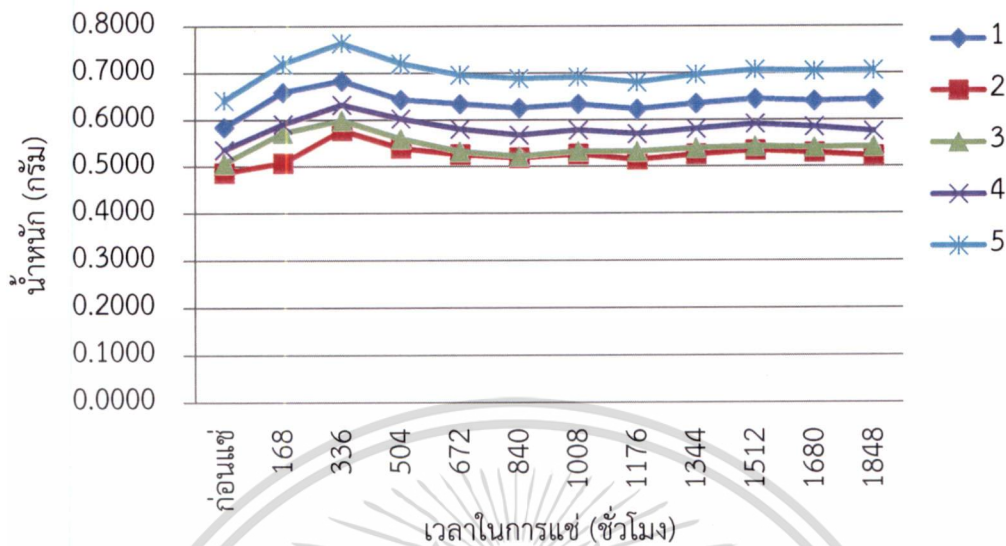
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.12 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง
น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 90301-07037-1 ในรถยนต์ทดสอบ A

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	0.1912	0.2018	5.54	5.31
แก๊สโซฮอล์ E10-02	0.1896	0.2034	7.28	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	0.1923	0.2002	4.11	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	0.1906	0.1994	4.62	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	0.1924	0.2020	4.99	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	0.1924	0.2015	4.73	4.70
แก๊สโซฮอล์ E85-02	0.1909	0.1992	4.35	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	0.1906	0.1995	4.67	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	0.1914	0.2008	4.91	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	0.1918	0.2011	4.85	
เอทานอล-01	0.1933	0.1992	3.05	2.86
เอทานอล-02	0.1934	0.1976	2.17	
เอทานอล-03	0.1905	0.1965	3.15	
เอทานอล-04	0.1893	0.1975	4.33	
เอทานอล-05	0.1929	0.1960	1.61	

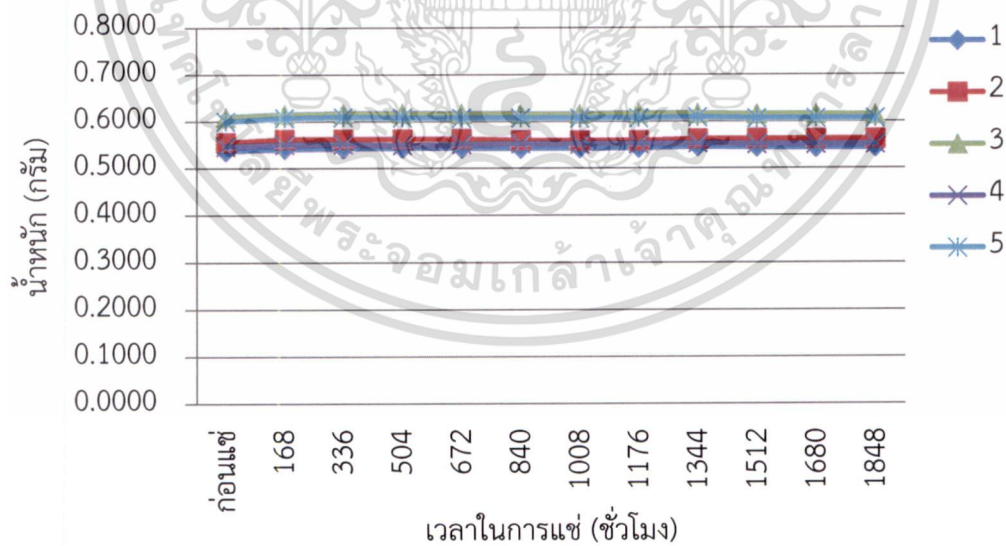
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 95333-06020



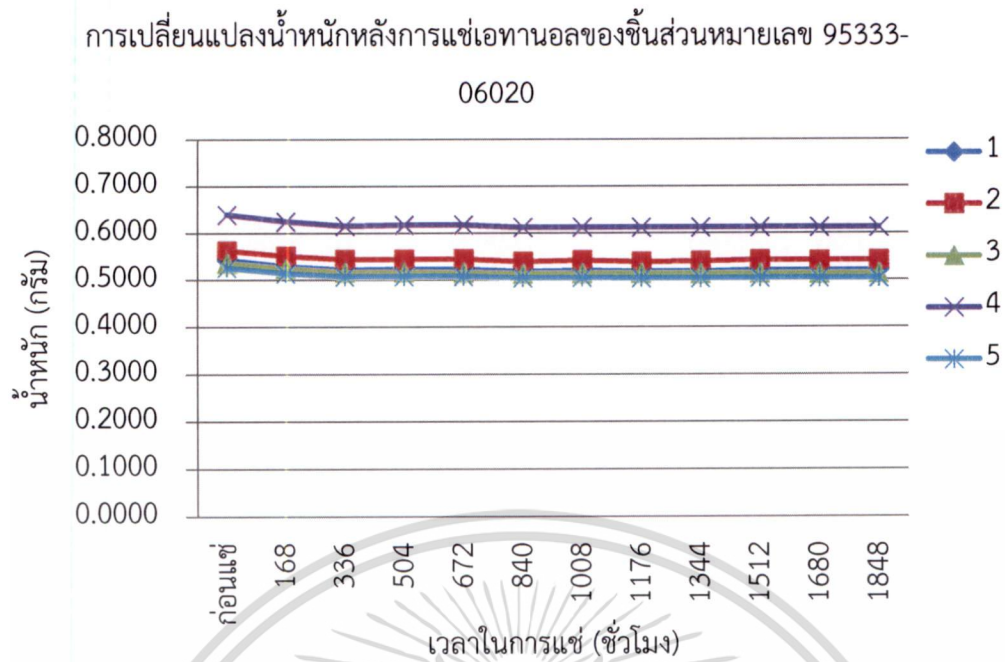
รูปที่ 5.48 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 95333-06020 ในรถยนต์ทดสอบ A

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 95333-06020



รูปที่ 5.49 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 95333-06020 ในรถยนต์ทดสอบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



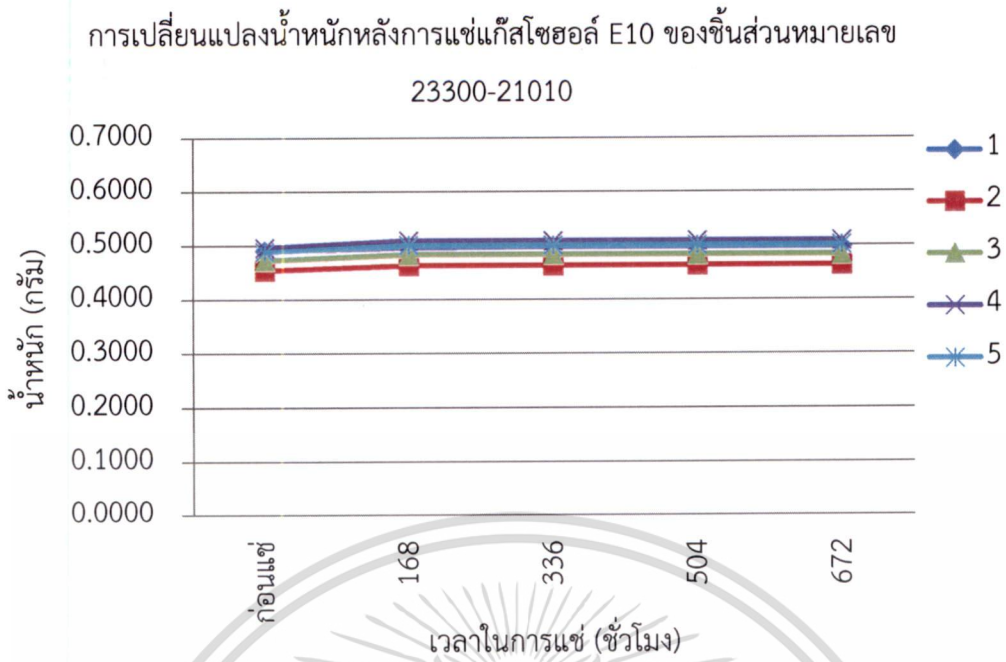
รูปที่ 5.50 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 95333-06020 ในรถยนต์ทดสอบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

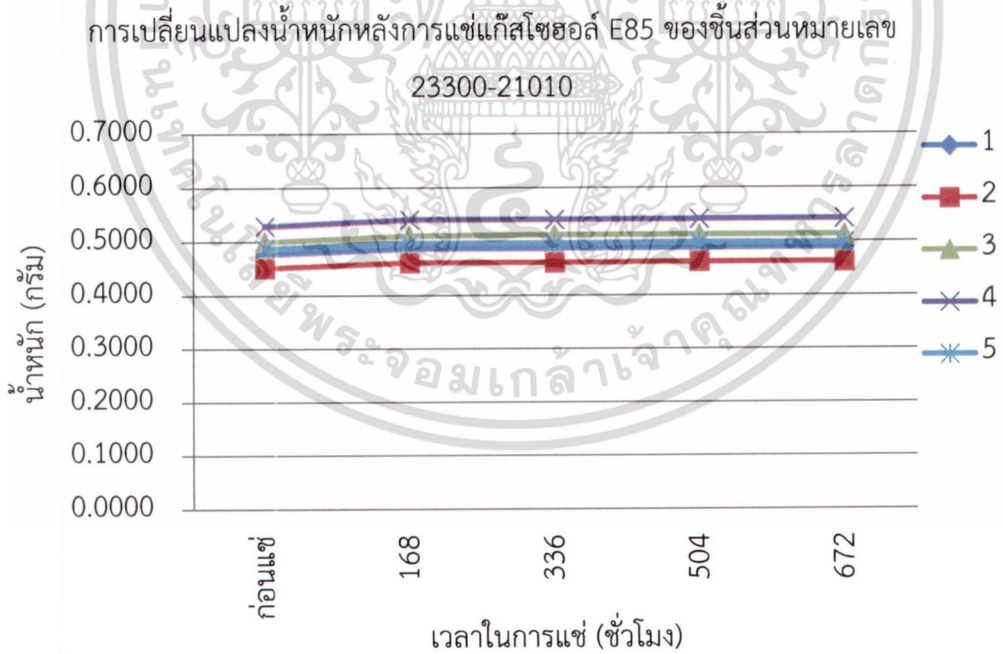
ตารางที่ 5.13 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 95333-06020 ในรถยนต์ทดสอบ A

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	0.5837	0.6428	10.13	8.41
แก๊สโซฮอล์ E10-02	0.4869	0.5224	7.29	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	0.5064	0.5423	7.09	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	0.5356	0.5752	7.39	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	0.6407	0.7056	10.13	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	0.5367	0.5437	1.30	1.10
แก๊สโซฮอล์ E85-02	0.5561	0.5629	1.22	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	0.6095	0.6148	0.87	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	0.5465	0.5514	0.90	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	0.5996	0.6068	1.20	
เอทานอล-01	0.5420	0.5200	-4.06	-4.07
เอทานอล-02	0.5633	0.5422	-3.75	
เอทานอล-03	0.5357	0.5138	-4.09	
เอทานอล-04	0.6392	0.6122	-4.22	
เอทานอล-05	0.5253	0.5031	-4.23	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

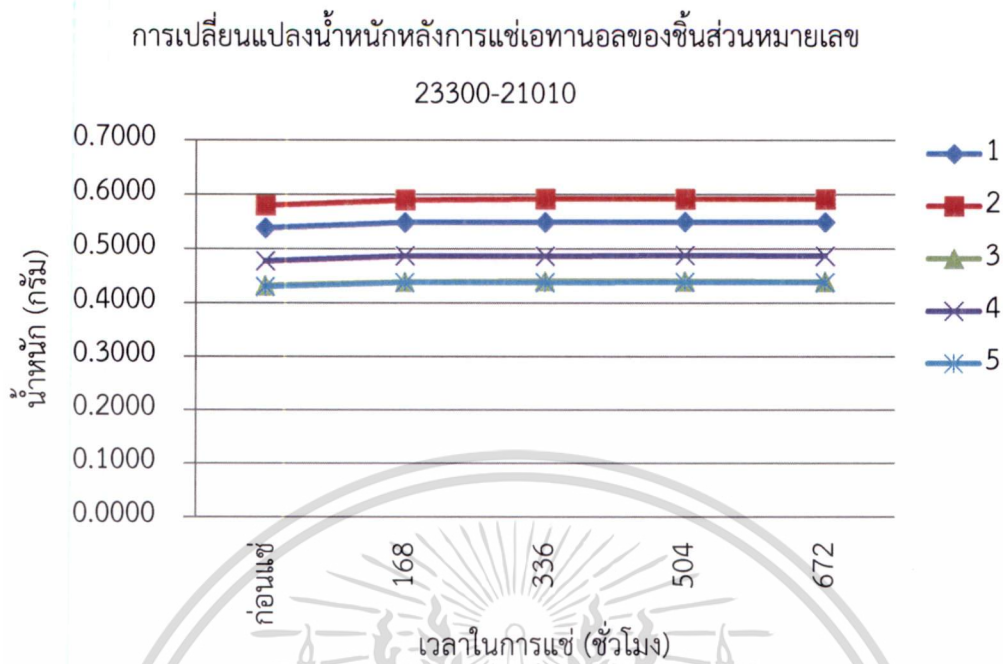


รูปที่ 5.51 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 23200-21010 ในรถยนต์ทดสอบ A



รูปที่ 5.52 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 23200-21010 ในรถยนต์ทดสอบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.53 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 23200-21010 ในรถยนต์ทดสอบ A

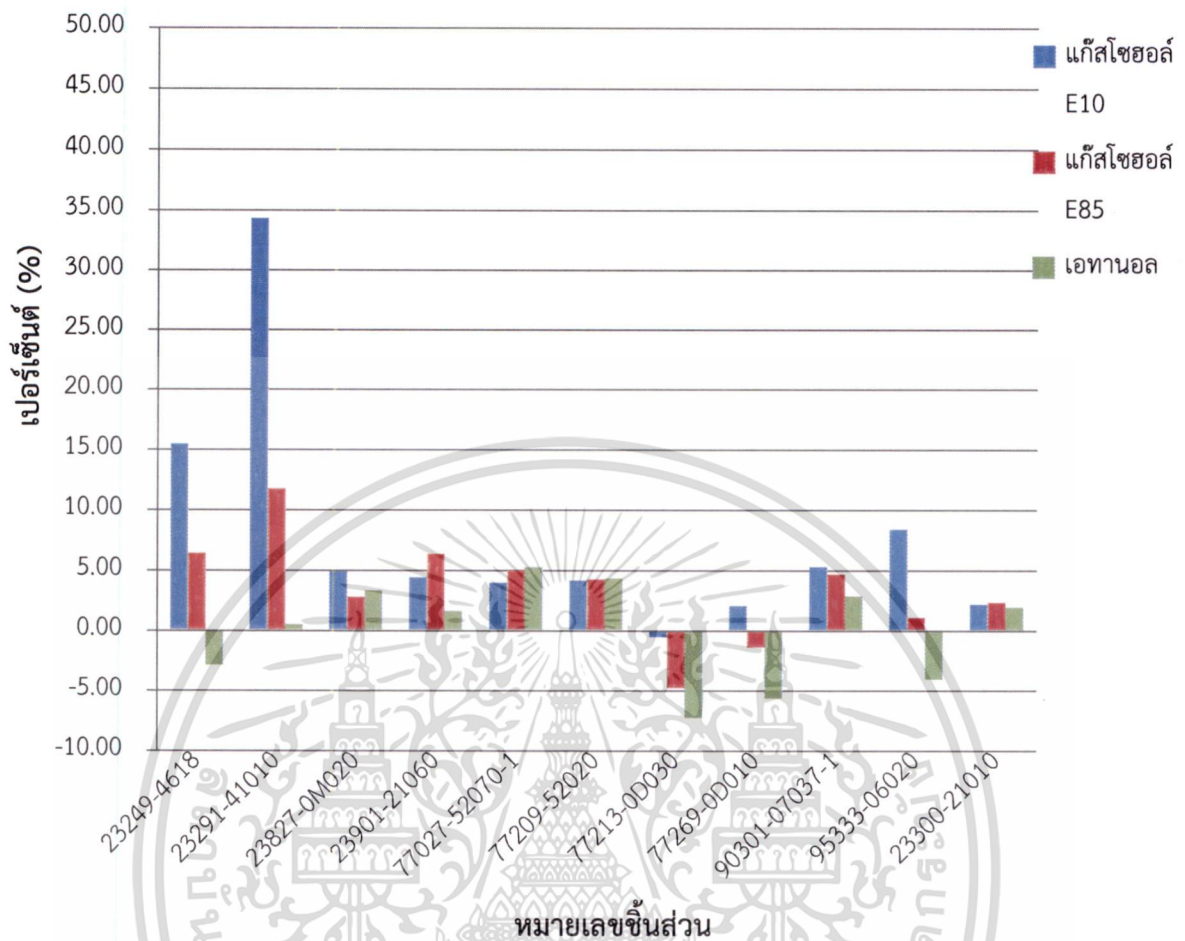
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.14 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 23300-21010 ในรถยนต์ทดสอบ A

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	0.4892	0.4965	1.49	2.20
แก๊สโซฮอล์ E10-02	0.4528	0.4622	2.08	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	0.4711	0.4815	2.21	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	0.4950	0.5080	2.63	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	0.4873	0.4999	2.59	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	0.4760	0.4875	2.42	2.37
แก๊สโซฮอล์ E85-02	0.4513	0.4617	2.30	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	0.4994	0.5116	2.44	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	0.5288	0.5420	2.50	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	0.4864	0.4970	2.18	
เอทานอล-01	0.5366	0.5476	2.05	1.96
เอทานอล-02	0.5788	0.5903	1.99	
เอทานอล-03	0.4302	0.4380	1.81	
เอทานอล-04	0.4758	0.4852	1.98	
เอทานอล-05	0.4280	0.4365	1.99	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

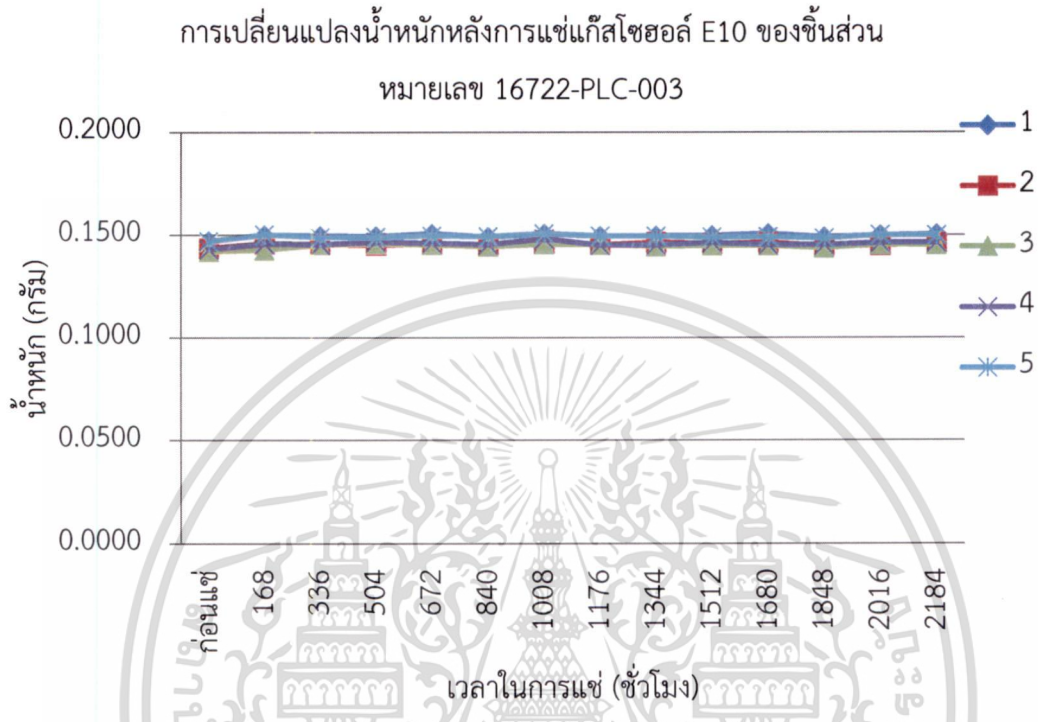
เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังแช่ของชิ้นส่วนรถยนต์ A



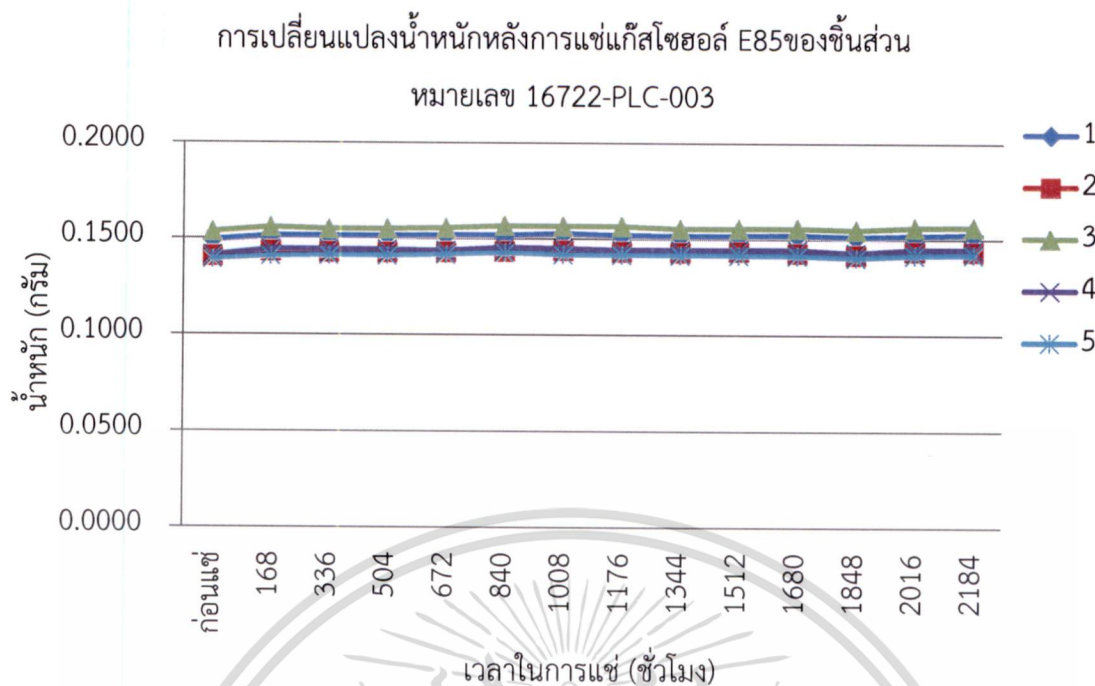
รูปที่ 5.54 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังจากการแช่ของชิ้นส่วนรถยนต์ทดสอบ A

จากรูปที่ 5.54 แสดงให้เห็นว่าชิ้นส่วนมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อถูกแช่ในน้ำมันทั้งสามชนิด การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของชิ้นส่วนบางชิ้นมีค่าใกล้เคียงกับผลในแก๊สโซฮอล์ E10 สำหรับผลของชิ้นส่วนหมายเลข 23291-41010 ที่แช่ในแก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอล ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม เนื่องจากการเพิ่มของน้ำหนักมีค่าน้อยกว่าในแก๊สโซฮอล์ E10 โดยเพิ่มเพียง 0.50 เปอร์เซ็นต์ ชิ้นส่วนบางชิ้นที่น้ำหนักลดลงเมื่อถูกแช่ในแก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอลประมาณ 2-6 เปอร์เซ็นต์ เช่น ชิ้นส่วนหมายเลข 23249-46180, 77213-0D030, 77269-0D010 และ 95333-06020 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเอทานอลที่อยู่ในน้ำมันทำปฏิกิริยากับวัสดุและทำให้น้ำหนักลดลง ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากน้ำหนักลดลงจากน้ำหนักก่อนการแช่

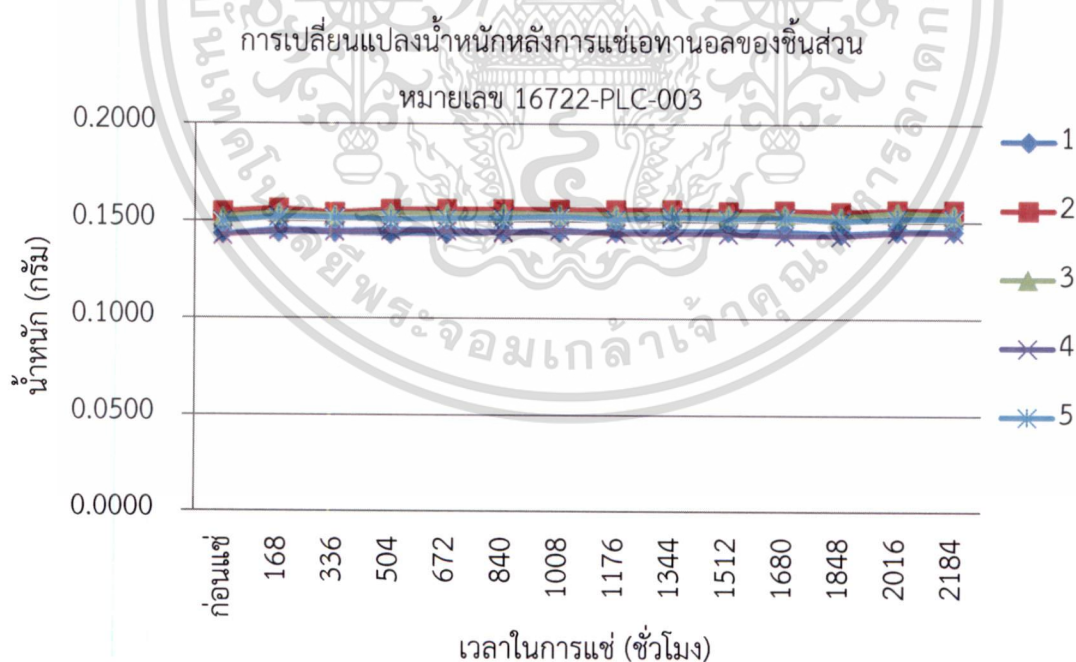
รูปที่ 5.55- 5.87 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่ในแต่ละสัปดาห์ของชิ้นส่วนต่างๆ และตารางที่ 5.15-5.25 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของชิ้นส่วนในรถยนต์ทดสอบ B



รูปที่ 5.55 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 16722-PLC-003 ในรถยนต์ทดสอบ B



รูปที่ 5.56 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 16722-PLC-003 ในรถยนต์ทดสอบ B



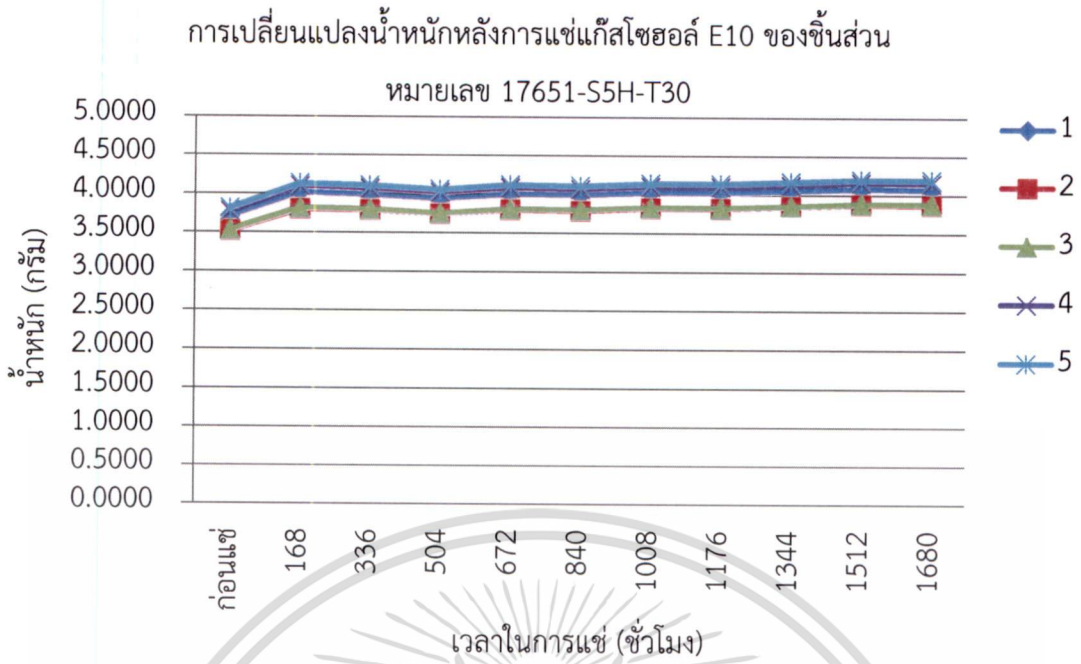
รูปที่ 5.57 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 16722-PLC-003 ในรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

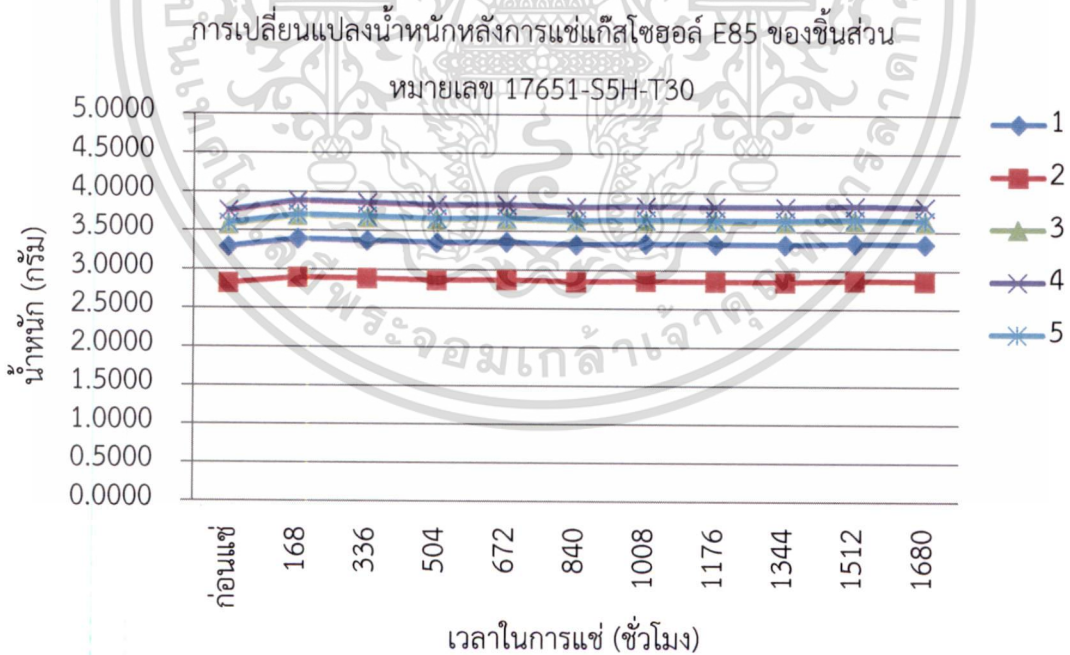
ตารางที่ 5.15 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 16722-PLC-003 ในรถยนต์ทดสอบ B

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	0.1467	0.1501	2.32	2.19
แก๊สโซฮอล์ E10-02	0.1433	0.1459	1.81	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	0.1418	0.1450	2.26	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	0.1427	0.1461	2.38	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	0.1465	0.1497	2.18	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	0.1487	0.1523	2.42	2.29
แก๊สโซฮอล์ E85-02	0.1405	0.1435	2.14	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	0.1531	0.1563	2.09	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	0.1409	0.1445	2.56	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	0.1388	0.1419	2.23	
เอทานอล-01	0.1430	0.1450	1.40	1.26
เอทานอล-02	0.1547	0.1562	0.97	
เอทานอล-03	0.1519	0.1536	1.12	
เอทานอล-04	0.1425	0.1445	1.40	
เอทานอล-05	0.1495	0.1516	1.40	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

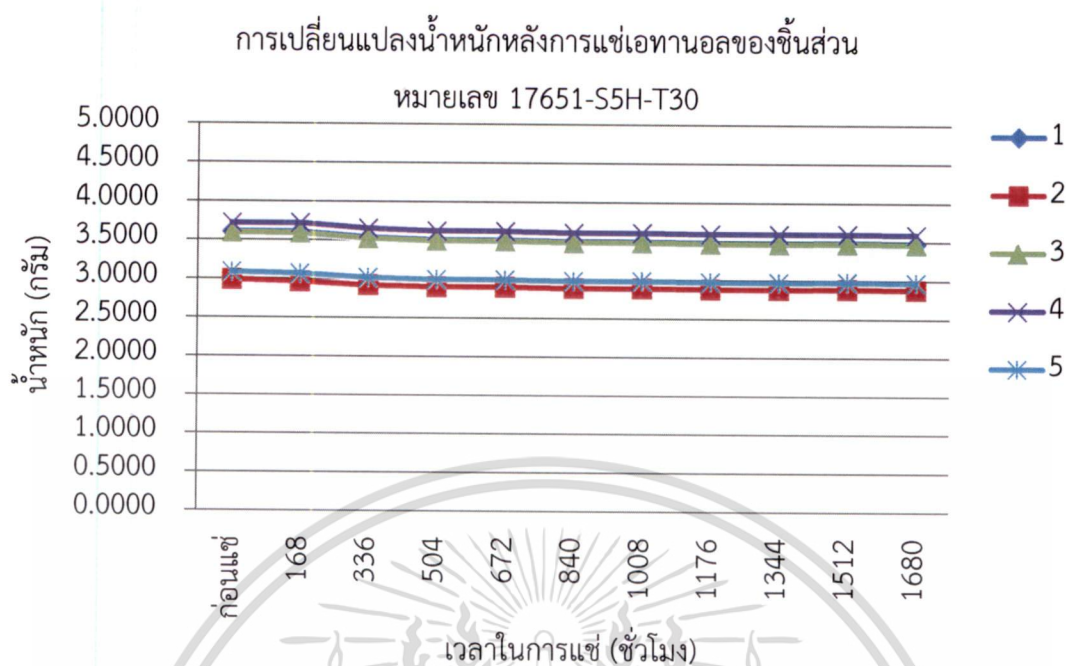


รูปที่ 5.58 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17651-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B



รูปที่ 5.59 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17651-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



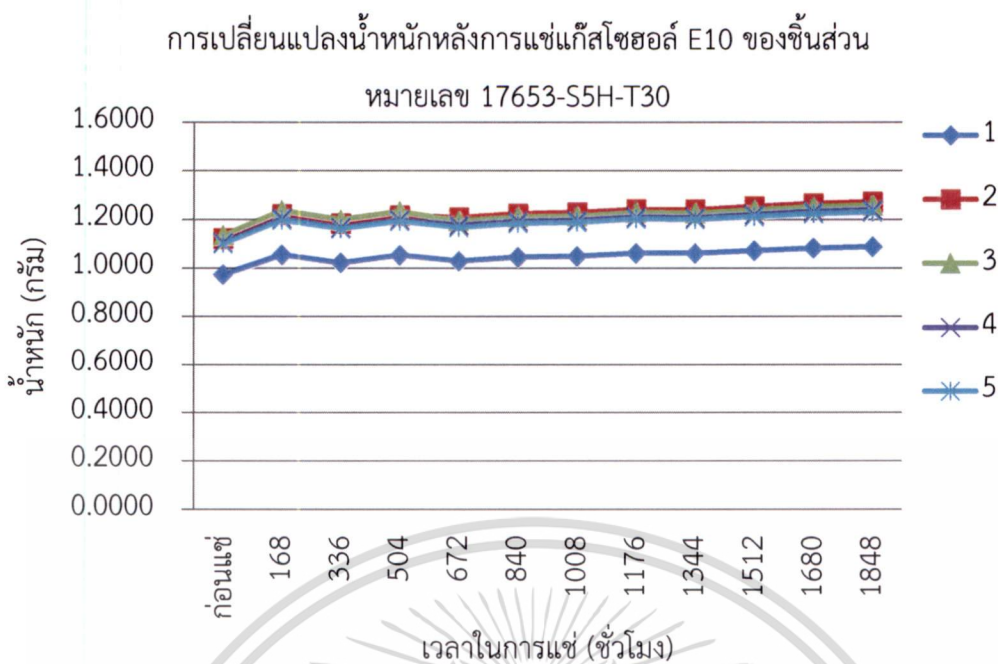
รูปที่ 5.60 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 17651-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

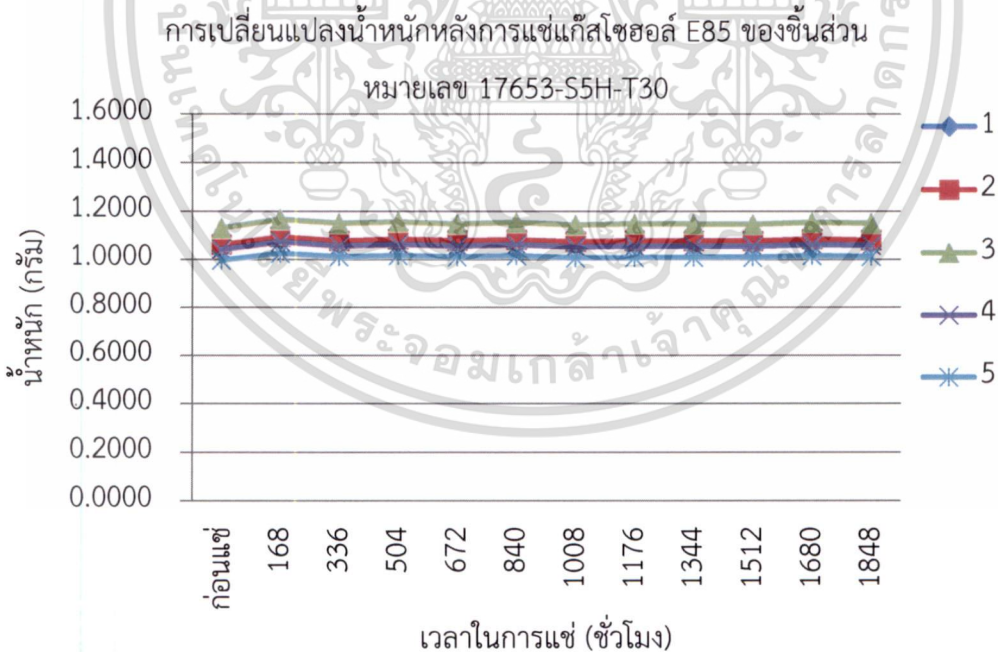
ตารางที่ 5.16 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 17651-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	3.6984	4.0679	9.99	10.10
แก๊สโซฮอล์ E10-02	3.5191	3.8710	10.00	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	3.5214	3.8767	10.09	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	3.7655	4.1487	10.18	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	3.8028	4.1921	10.24	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	3.2876	3.3403	1.60	1.61
แก๊สโซฮอล์ E85-02	2.8229	2.8647	1.48	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	3.5737	3.6329	1.66	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	3.7566	3.8190	1.66	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	3.5873	3.6456	1.63	
เอทานอล-01	3.5932	3.4720	-3.37	-3.43
เอทานอล-02	2.9814	2.8751	-3.57	
เอทานอล-03	3.5834	3.4616	-3.40	
เอทานอล-04	3.7077	3.5857	-3.29	
เอทานอล-05	3.0760	2.9672	-3.54	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

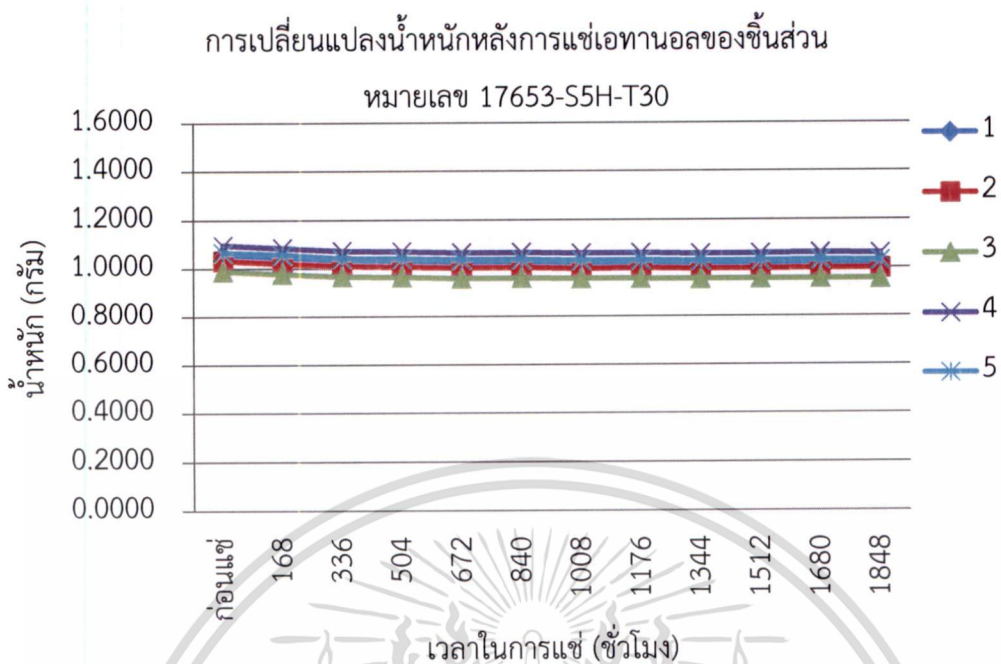


รูปที่ 5.61 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17653-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B



รูปที่ 5.62 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17653-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.63 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 17653-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B

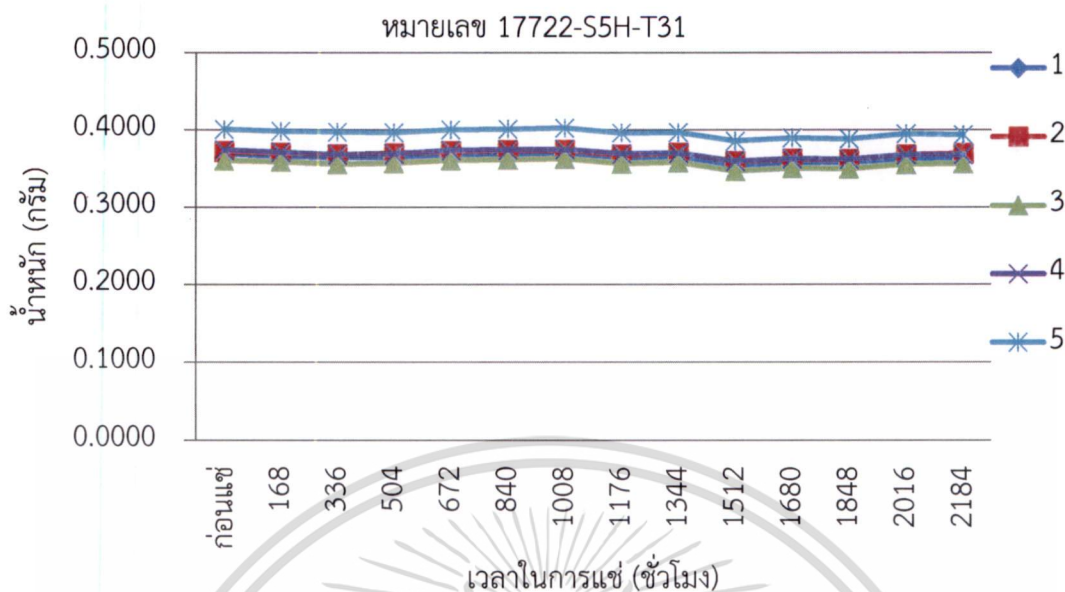
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.17 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 17653-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	0.9708	1.0857	11.84	12.11
แก๊สโซฮอล์ E10-02	1.1194	1.2707	13.52	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	1.1317	1.2554	10.93	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	1.1024	1.2370	12.21	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	1.0966	1.2286	12.04	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	1.0476	1.0654	1.70	1.67
แก๊สโซฮอล์ E85-02	1.0635	1.0806	1.61	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	1.1299	1.1496	1.74	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	1.0415	1.0586	1.64	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	0.9962	1.0126	1.65	
เอทานอล-01	1.0518	1.0172	-3.29	-3.32
เอทานอล-02	1.0315	0.9968	-3.36	
เอทานอล-03	0.9876	0.9543	-3.37	
เอทานอล-04	1.0944	1.0587	-3.26	
เอทานอล-05	1.0646	1.0293	-3.32	

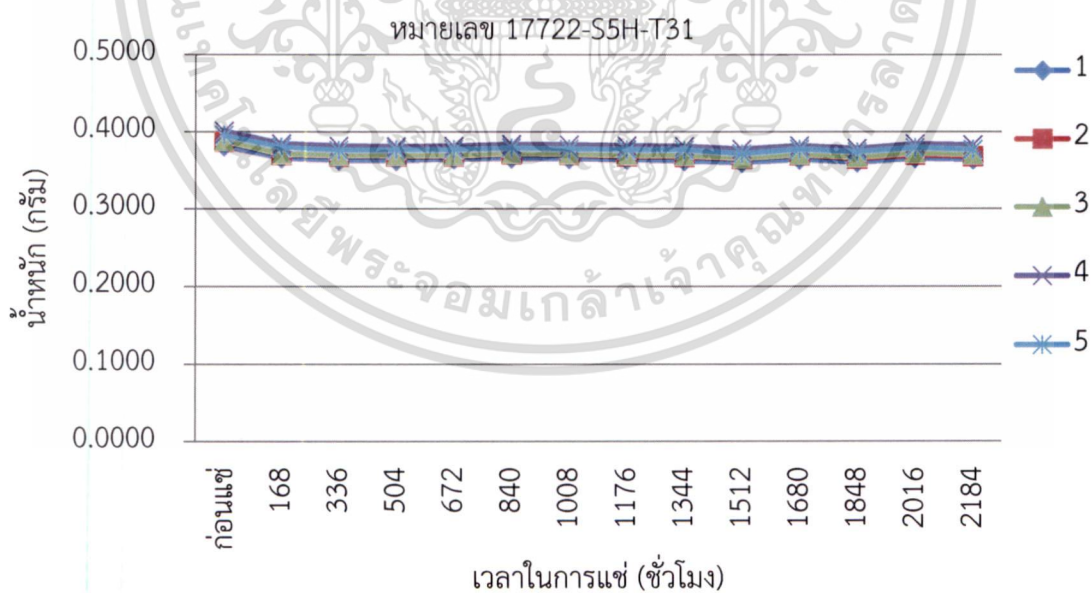
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วน



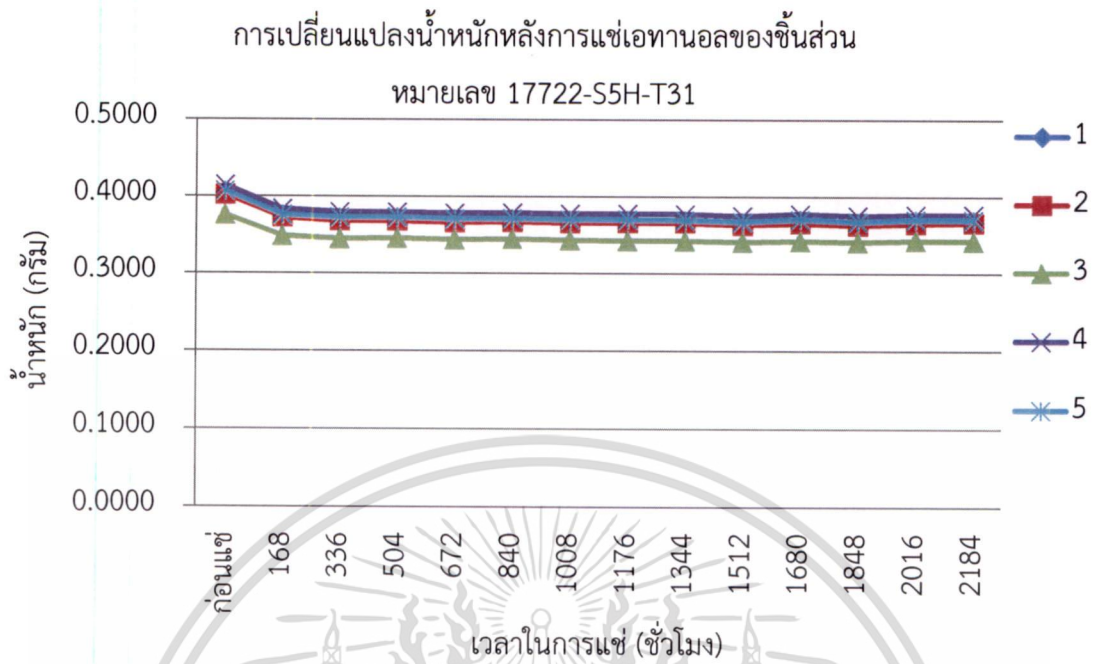
รูปที่ 5.64 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17722-S5H-T31 ในรถยนต์ทดสอบ B

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วน



รูปที่ 5.65 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17722-S5H-T31 ในรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

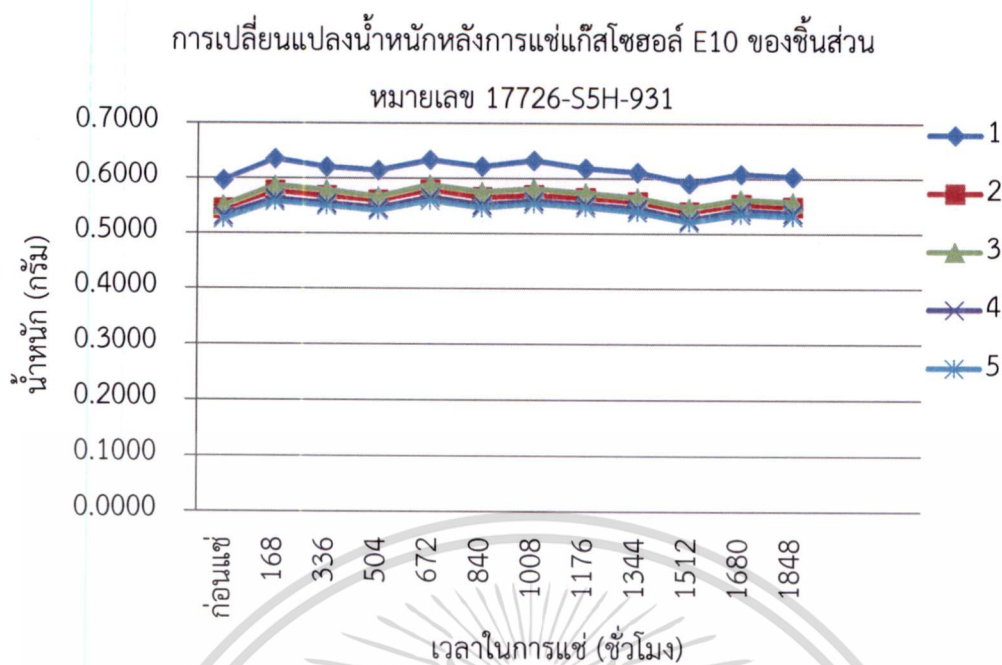


รูปที่ 5.66 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 17722-S5H-T31 ในรถยนต์ทดสอบ B

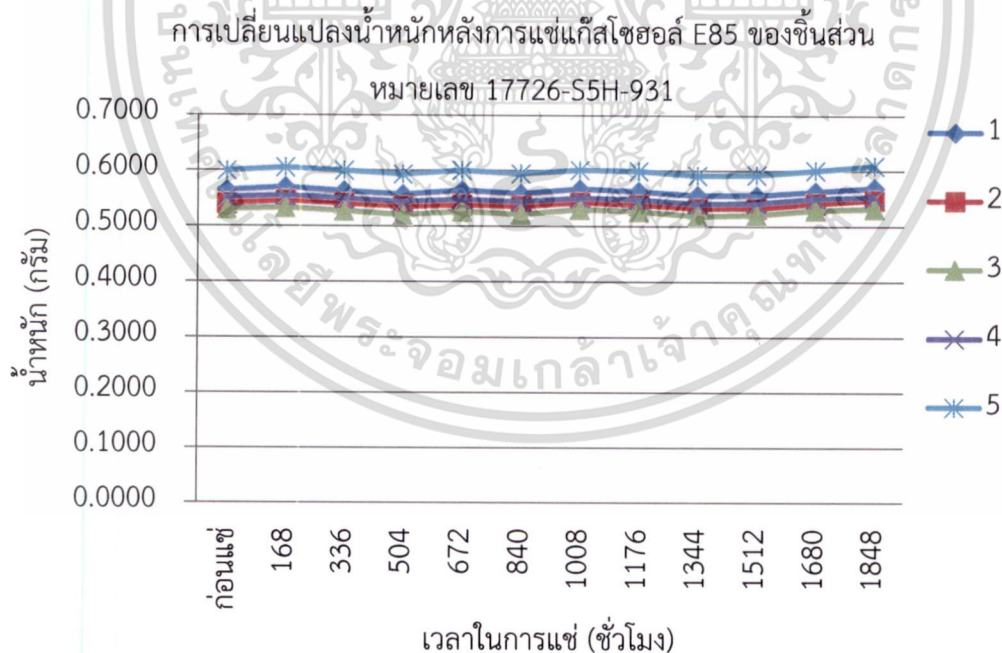
ตารางที่ 5.18 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง
น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 17722-S5H-T31 ในรถยนต์ทดสอบ B

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	0.3685	0.3641	-1.19	-1.24
แก๊สโซฮอล์ E10-02	0.3720	0.3691	-0.78	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	0.3603	0.3566	-1.03	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	0.3734	0.3675	-1.58	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	0.3998	0.3934	-1.60	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	0.3809	0.3640	-4.44	-4.63
แก๊สโซฮอล์ E85-02	0.3876	0.3682	-5.01	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	0.3881	0.3706	-4.51	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	0.4009	0.3828	-4.51	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	0.3954	0.3769	-4.68	
เอทานอล-01	0.4025	0.3668	-8.87	-8.93
เอทานอล-02	0.4019	0.3660	-8.93	
เอทานอล-03	0.3757	0.3422	-8.92	
เอทานอล-04	0.4141	0.3769	-8.98	
เอทานอล-05	0.4064	0.3700	-8.96	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

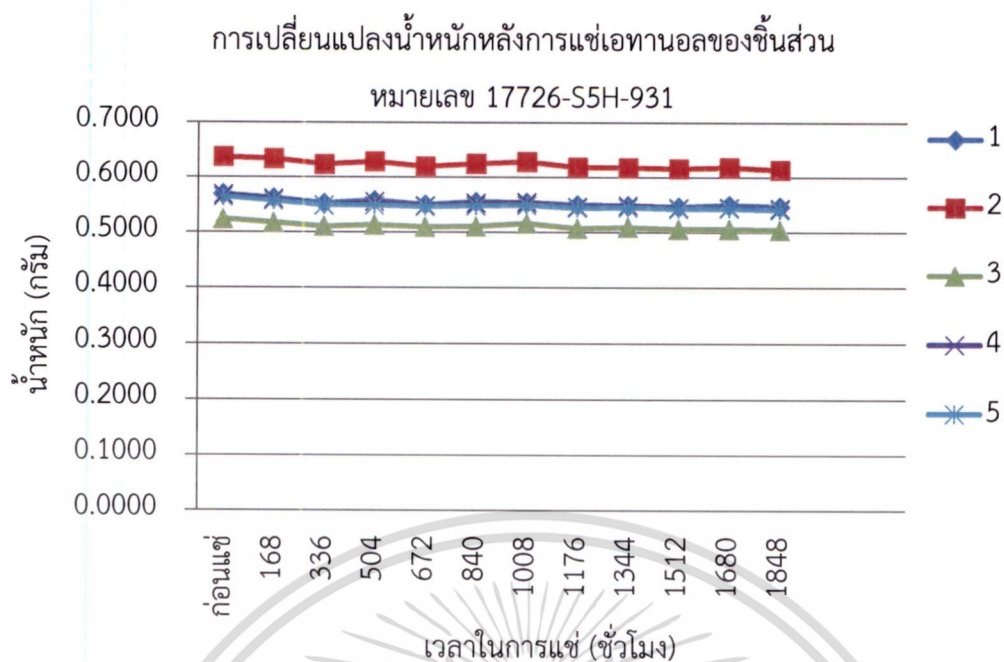


รูปที่ 5.67 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17726-S5H-931 ในรถยนต์ทดสอบ B



รูปที่ 5.68 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17726-S5H-931 ในรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



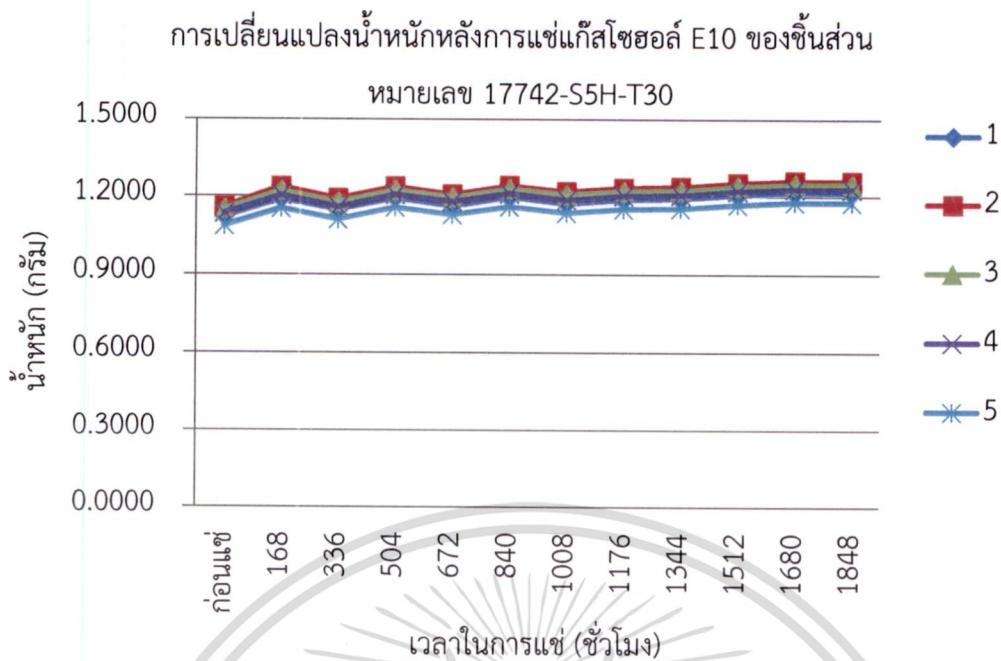
รูปที่ 5.69 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอล ของชิ้นส่วนหมายเลข 17726-S5H-931 ในรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

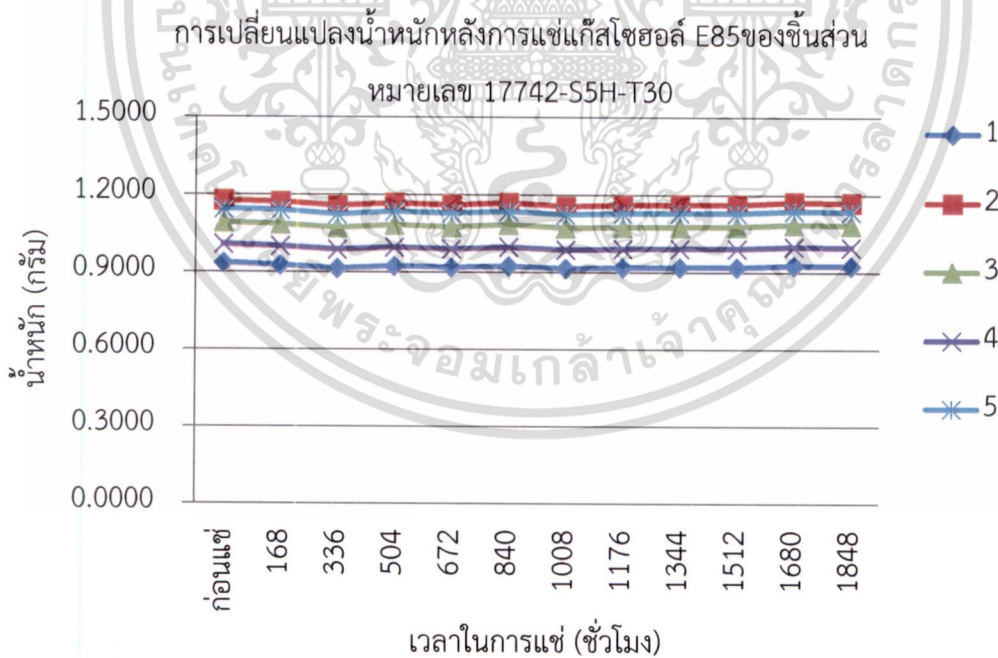
ตารางที่ 5.19 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 17726-S5H-931 ในรถยนต์ทดสอบ B

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	0.5960	0.6037	1.29	1.13
แก๊สโซฮอล์ E10-02	0.5446	0.5495	0.90	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	0.5507	0.5580	1.33	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	0.5322	0.5377	1.03	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	0.5259	0.5318	1.12	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	0.5631	0.5693	1.10	0.99
แก๊สโซฮอล์ E85-02	0.5400	0.5473	1.35	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	0.5296	0.5318	0.42	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	0.5510	0.5524	0.25	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	0.5983	0.6092	1.82	
เอทานอล-01	0.5688	0.5469	-3.85	-3.87
เอทานอล-02	0.6368	0.6140	-3.58	
เอทานอล-03	0.5237	0.5046	-3.65	
เอทานอล-04	0.5682	0.5439	-4.28	
เอทานอล-05	0.5637	0.5413	-3.97	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

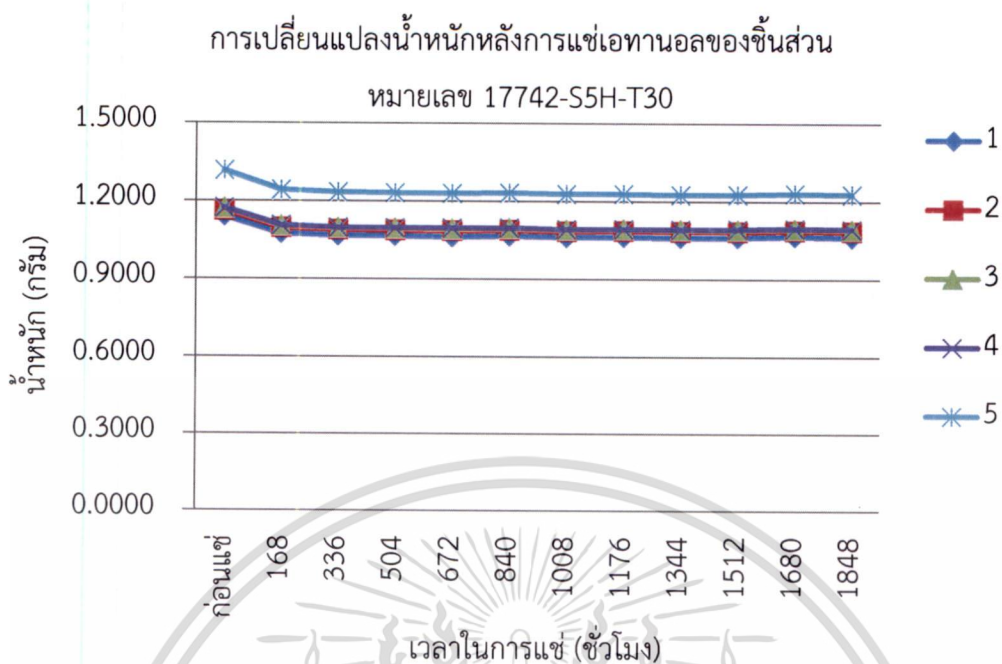


รูปที่ 5.70 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17742-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B



รูปที่ 5.71 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17742-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



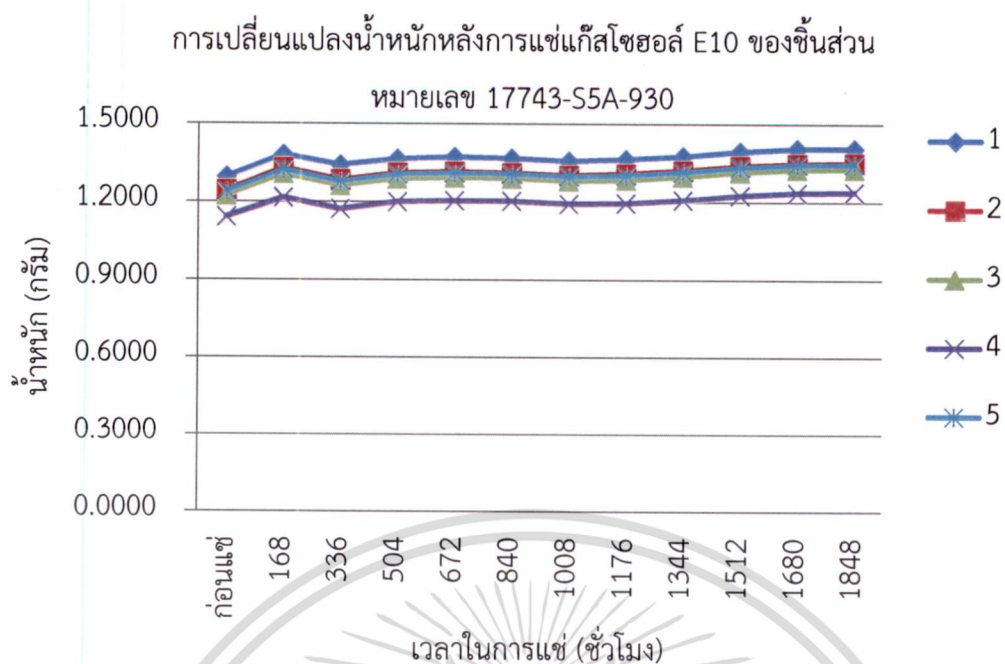
รูปที่ 5.72 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 17742-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

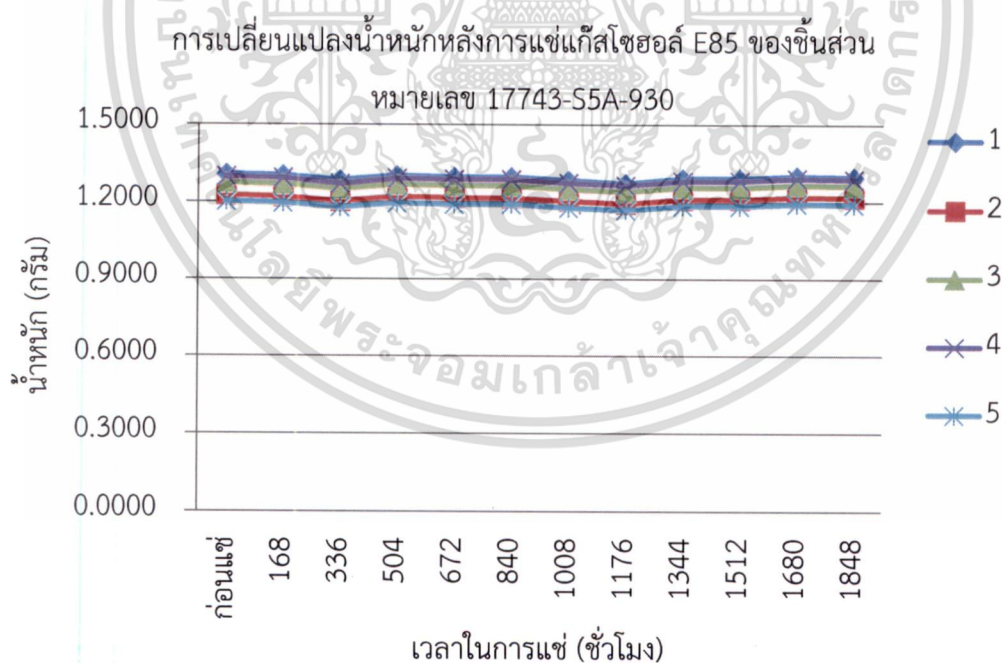
ตารางที่ 5.20 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง
น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 17742-S5H-T30 ในรถยนต์ทดสอบ B

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	1.1180	1.2125	8.45	8.53
แก๊สโซฮอล์ E10-02	1.1589	1.2590	8.64	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	1.1477	1.2453	8.50	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	1.1318	1.2277	8.47	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	1.0819	1.1745	8.56	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	0.9344	0.9265	-0.85	-0.76
แก๊สโซฮอล์ E85-02	1.1788	1.1709	-0.67	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	1.0909	1.0831	-0.72	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	1.0075	0.9982	-0.92	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	1.1418	1.1347	-0.62	
เอทานอล-01	1.1369	1.0587	-6.88	-6.72
เอทานอล-02	1.1600	1.0830	-6.64	
เอทานอล-03	1.1693	1.0904	-6.75	
เอทานอล-04	1.1692	1.0913	-6.66	
เอทานอล-05	1.3124	1.2245	-6.70	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

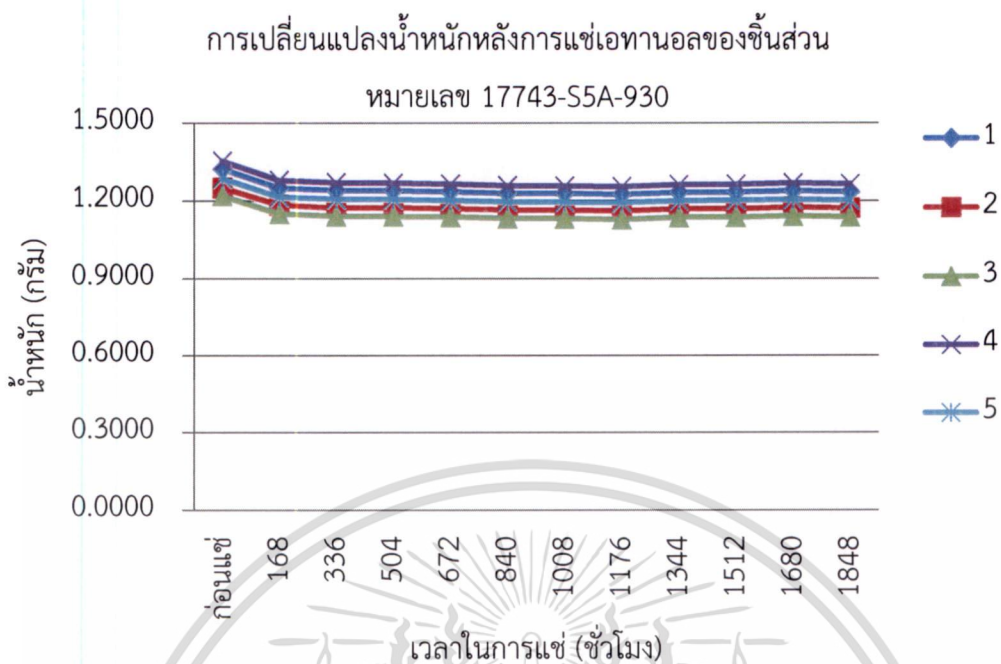


รูปที่ 5.73 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17743-S5A-930 ในรถยนต์ทดสอบ B



รูปที่ 5.74 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 17743-S5A-930 ในรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



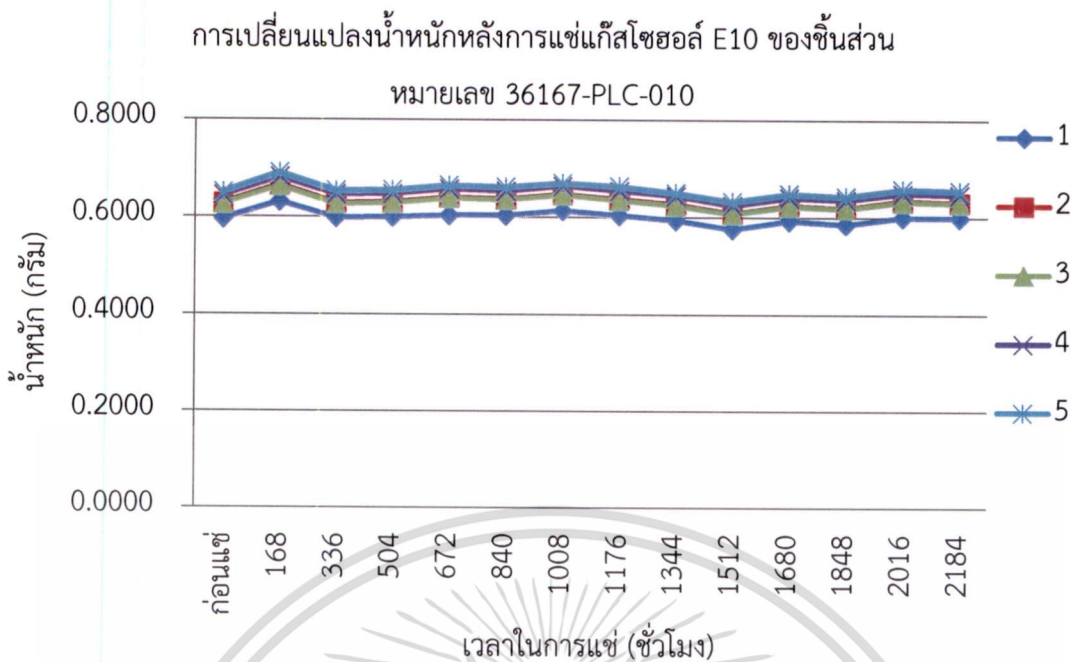
รูปที่ 5.75 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 17743-S5A-930 ในรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

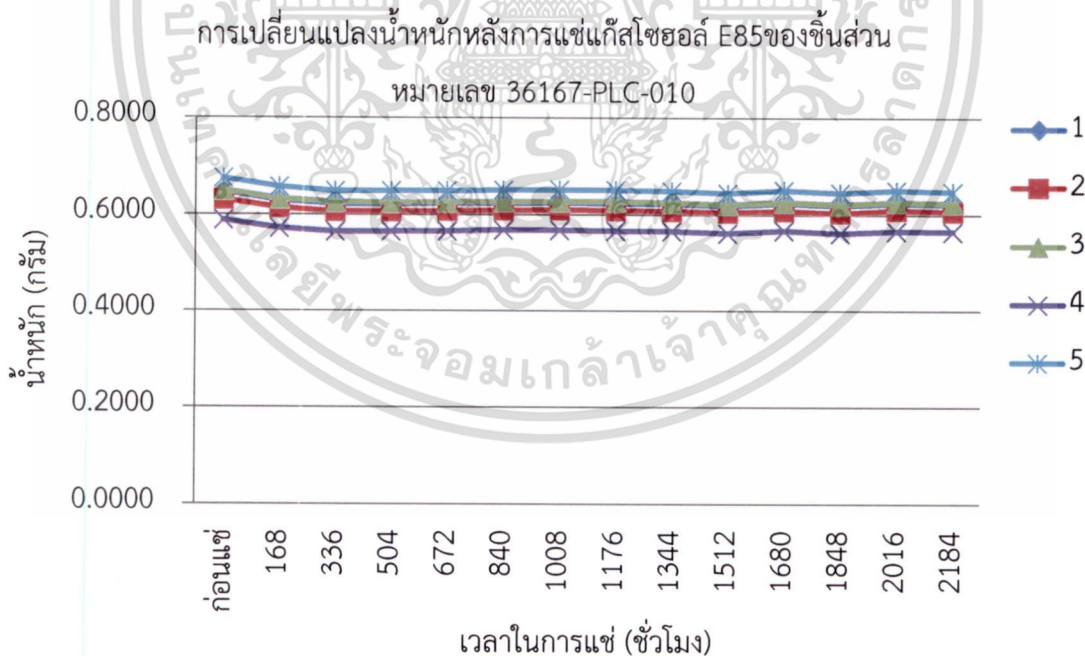
ตารางที่ 5.21 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 17743-S5A-930 ในรถยนต์ทดสอบ B

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	1.2925	1.4043	8.65	8.66
แก๊สโซฮอล์ E10-02	1.2418	1.3489	8.62	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	1.2207	1.3262	8.64	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	1.1390	1.2373	8.63	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	1.2366	1.3446	8.73	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	1.3053	1.2968	-0.65	-0.68
แก๊สโซฮอล์ E85-02	1.2271	1.2184	-0.71	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	1.2719	1.2634	-0.67	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	1.2970	1.2888	-0.63	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	1.2002	1.1915	-0.72	
เอทานอล-01	1.3188	1.2325	-6.54	-6.48
เอทานอล-02	1.2482	1.1698	-6.28	
เอทานอล-03	1.2161	1.1360	-6.59	
เอทานอล-04	1.3507	1.2628	-6.51	
เอทานอล-05	1.2828	1.1994	-6.50	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

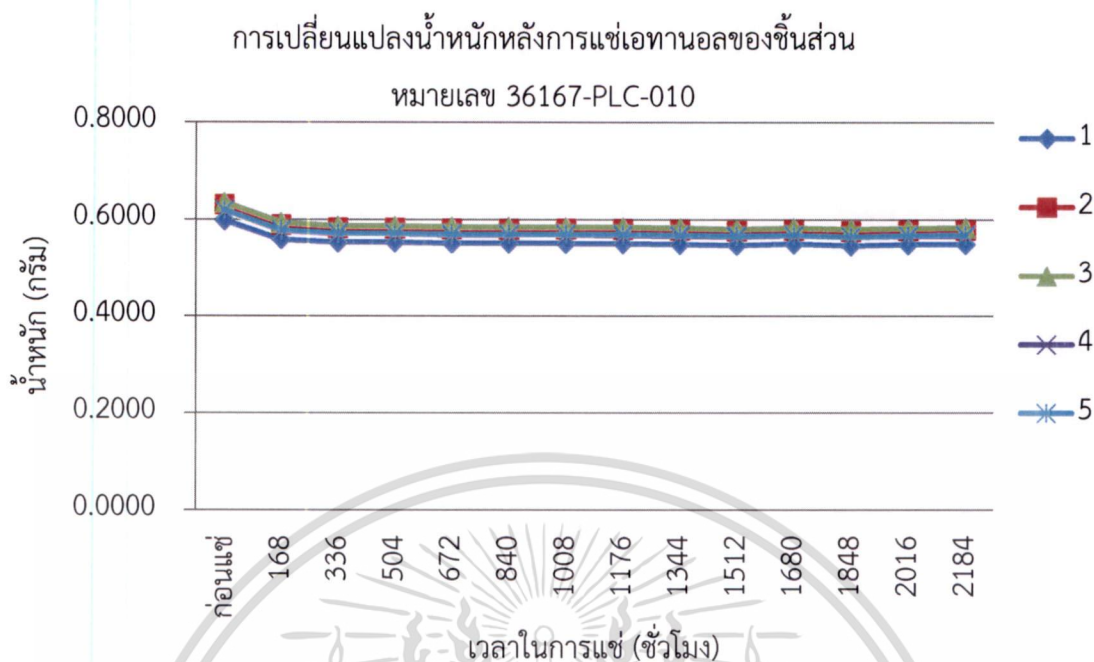


รูปที่ 5.76 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 36167-PLC-010 ในรถยนต์ทดสอบ B



รูปที่ 5.77 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 36167-PLC-010 ในรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.78 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 36167-PLC-010 ในรถยนต์ทดสอบ B

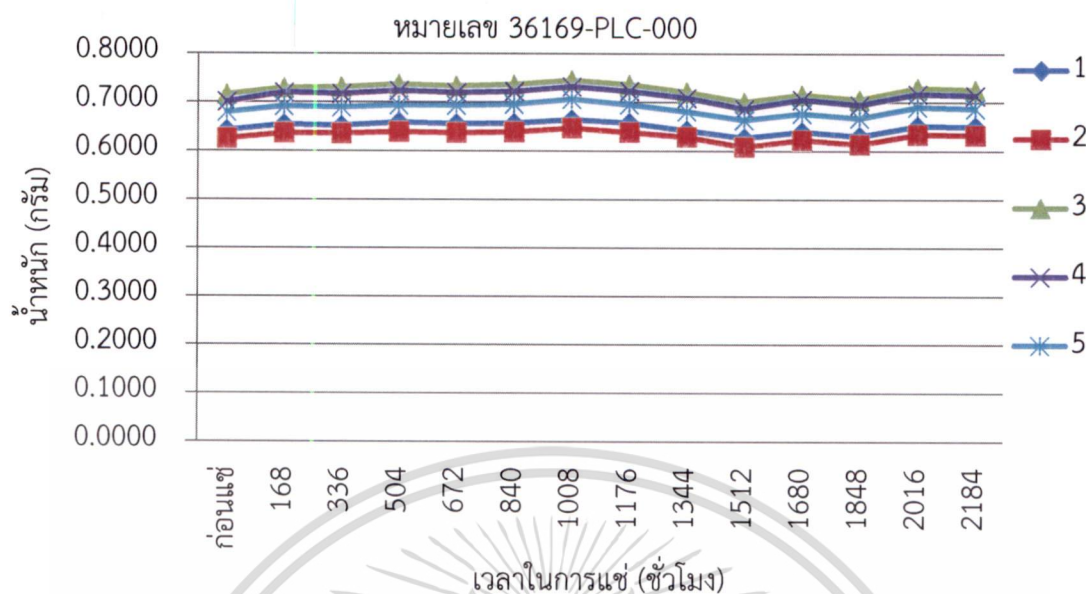
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.22 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 36167-PLC-010 ในรถยนต์ทดสอบ B

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	0.5942	0.5989	0.79	0.72
แก๊สโซฮอล์ E10-02	0.6265	0.6300	0.56	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	0.6251	0.6292	0.66	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	0.6425	0.6467	0.65	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	0.6489	0.6550	0.94	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	0.6463	0.6210	-3.91	-3.90
แก๊สโซฮอล์ E85-02	0.6304	0.6064	-3.81	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	0.6489	0.6237	-3.88	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	0.5880	0.5649	-3.93	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	0.6736	0.6469	-3.96	
เอทานอล-01	0.5964	0.5481	-8.10	-8.18
เอทานอล-02	0.6294	0.5777	-8.21	
เอทานอล-03	0.6338	0.5822	-8.14	
เอทานอล-04	0.6169	0.5659	-8.27	
เอทานอล-05	0.6174	0.5668	-8.20	

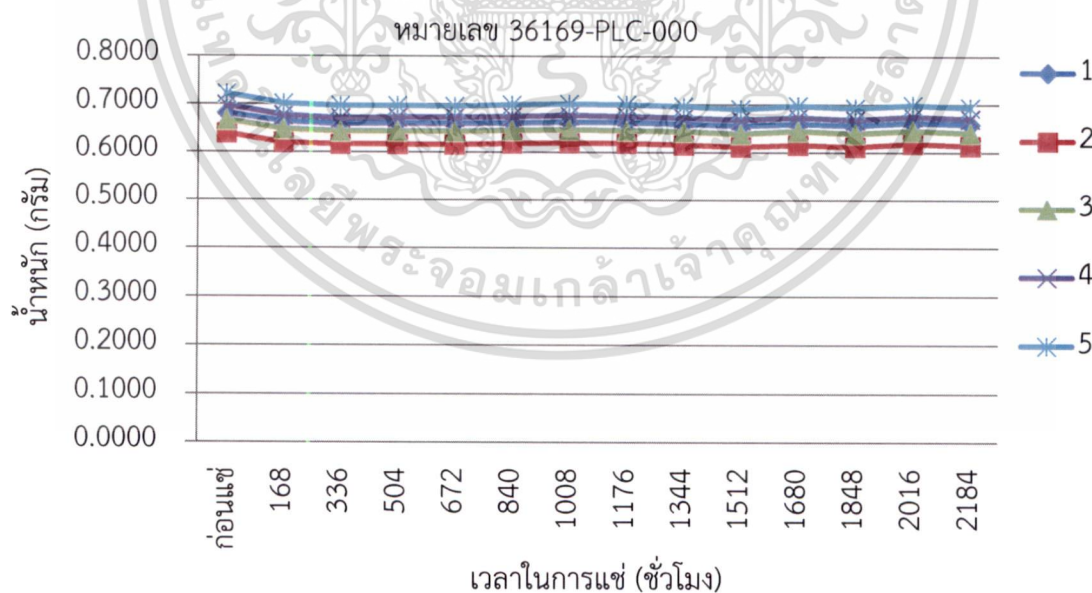
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วน



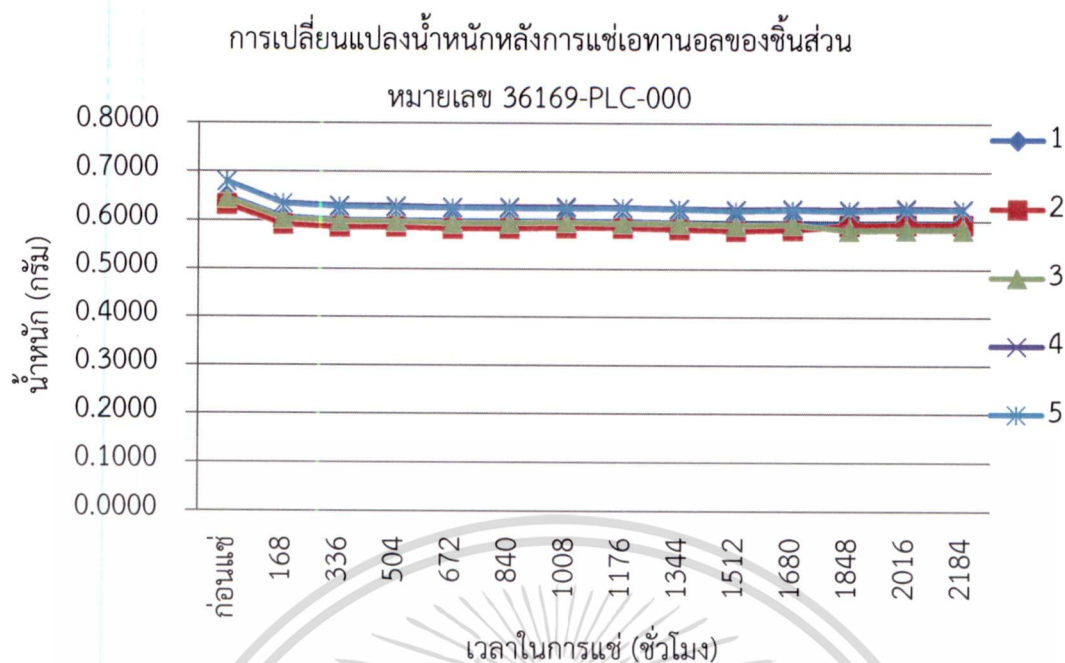
รูปที่ 5.79 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 36169-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วน



รูปที่ 5.80 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 36169-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



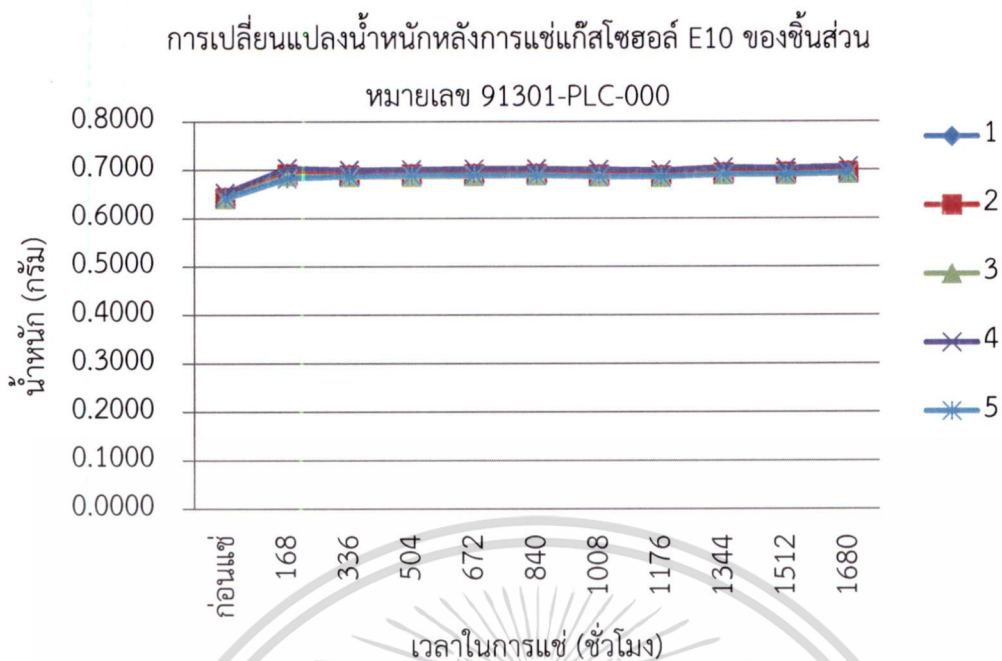
รูปที่ 5.81 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 36169-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

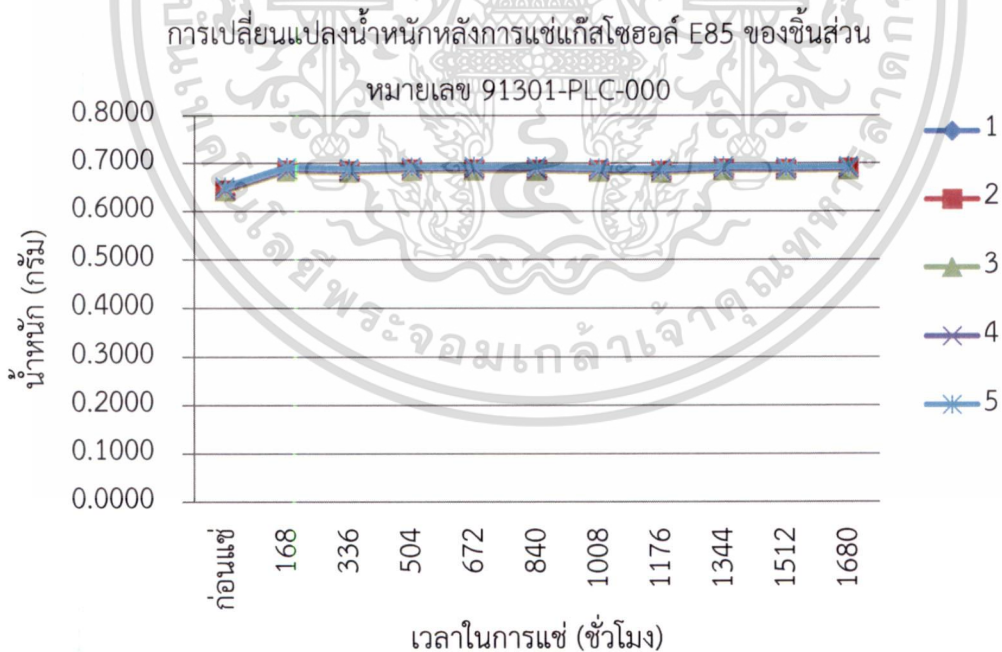
ตารางที่ 5.23 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 36169-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	0.6408	0.6495	1.36	1.51
แก๊สโซฮอล์ E10-02	0.6241	0.6318	1.23	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	0.7138	0.7254	1.63	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	0.6995	0.7136	2.02	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	0.6776	0.6865	1.31	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	0.6806	0.6591	-3.16	-3.69
แก๊สโซฮอล์ E85-02	0.6397	0.6145	-3.94	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	0.6668	0.6414	-3.81	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	0.6974	0.6708	-3.81	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	0.7207	0.6938	-3.73	
เอทานอล-01	0.6467	0.5945	-8.07	-8.08
เอทานอล-02	0.6313	0.5921	-6.21	
เอทานอล-03	0.6441	0.5810	-9.80	
เอทานอล-04	0.6782	0.6239	-8.01	
เอทานอล-05	0.6771	0.6208	-8.31	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

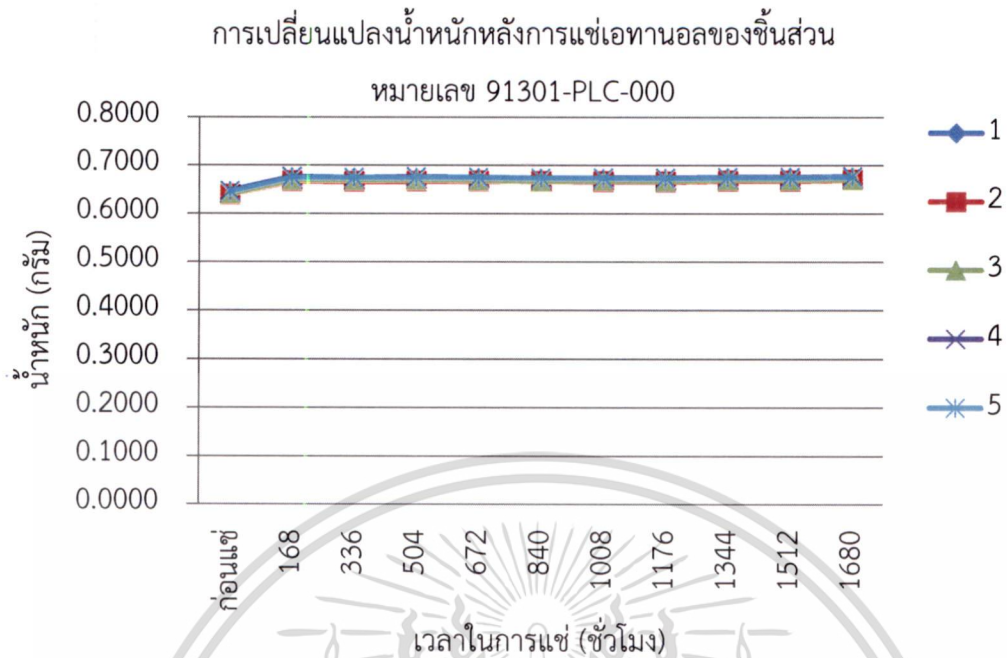


รูปที่ 5.82 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สไซฮอลล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 91301-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B



รูปที่ 5.83 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สไซฮอลล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 91301-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



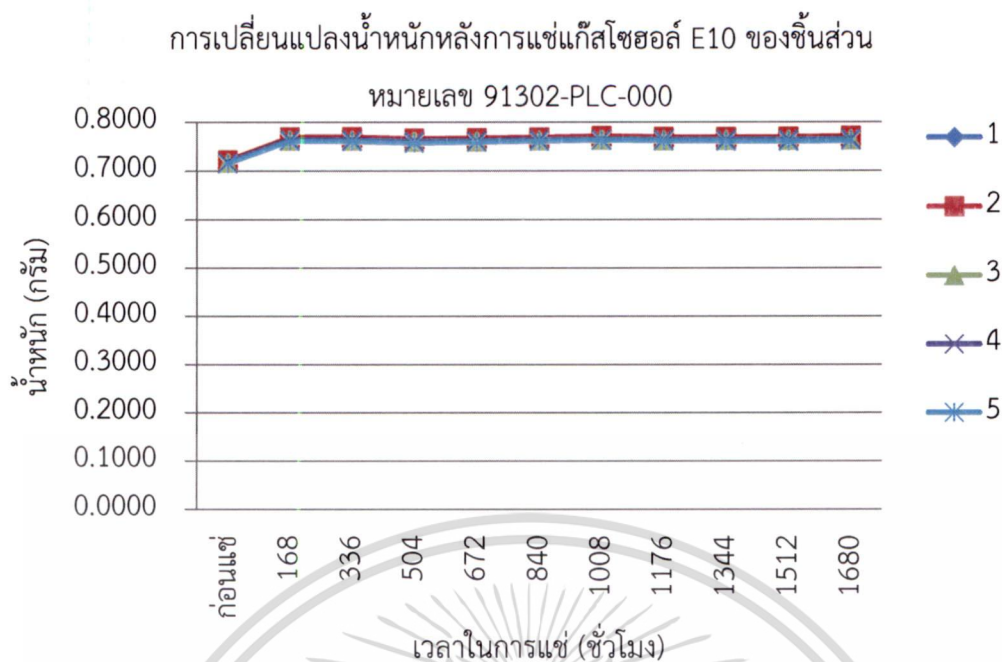
รูปที่ 5.84 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 91301-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.24 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 91301-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอลล์ E10-01	0.6434	0.6964	8.24	8.23
แก๊สโซฮอลล์ E10-02	0.6411	0.6939	8.24	
แก๊สโซฮอลล์ E10-03	0.6396	0.6914	8.10	
แก๊สโซฮอลล์ E10-04	0.6518	0.7059	8.30	
แก๊สโซฮอลล์ E10-05	0.6390	0.6919	8.28	
แก๊สโซฮอลล์ E85-01	0.6417	0.6885	7.29	6.87
แก๊สโซฮอลล์ E85-02	0.6450	0.6901	6.99	
แก๊สโซฮอลล์ E85-03	0.6426	0.6864	6.82	
แก๊สโซฮอลล์ E85-04	0.6472	0.6902	6.64	
แก๊สโซฮอลล์ E85-05	0.6513	0.6943	6.60	
เอทานอล-01	0.6434	0.6741	4.77	4.81
เอทานอล-02	0.6389	0.6700	4.87	
เอทานอล-03	0.6393	0.6704	4.86	
เอทานอล-04	0.6459	0.6765	4.74	
เอทานอล-05	0.6445	0.6756	4.83	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

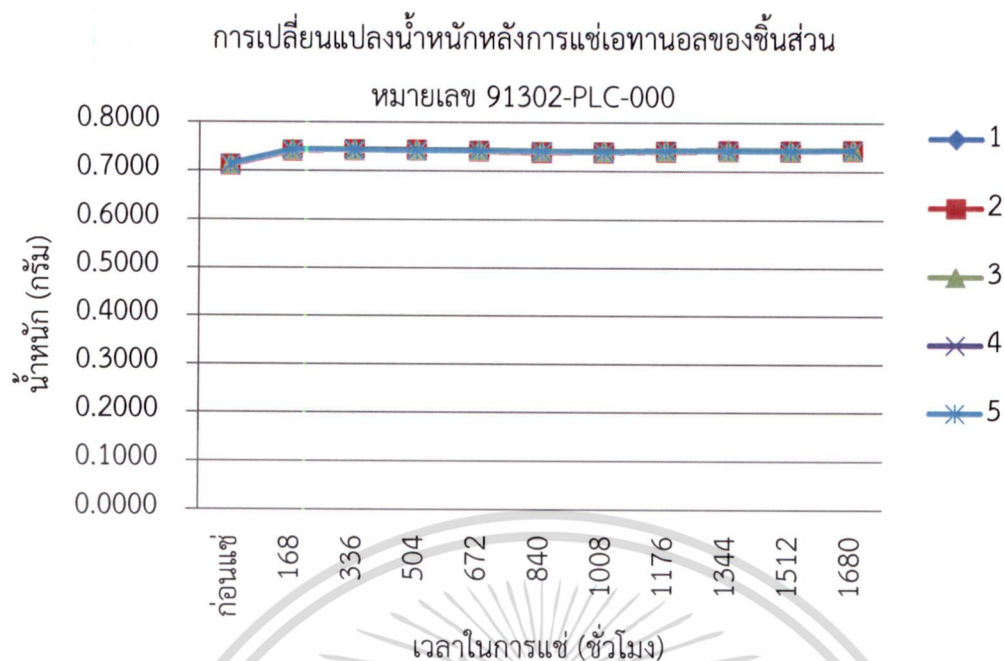


รูปที่ 5.85 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของชิ้นส่วนหมายเลข 91302-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B



รูปที่ 5.86 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของชิ้นส่วนหมายเลข 91302-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.87 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของชิ้นส่วนหมายเลข 91302-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B

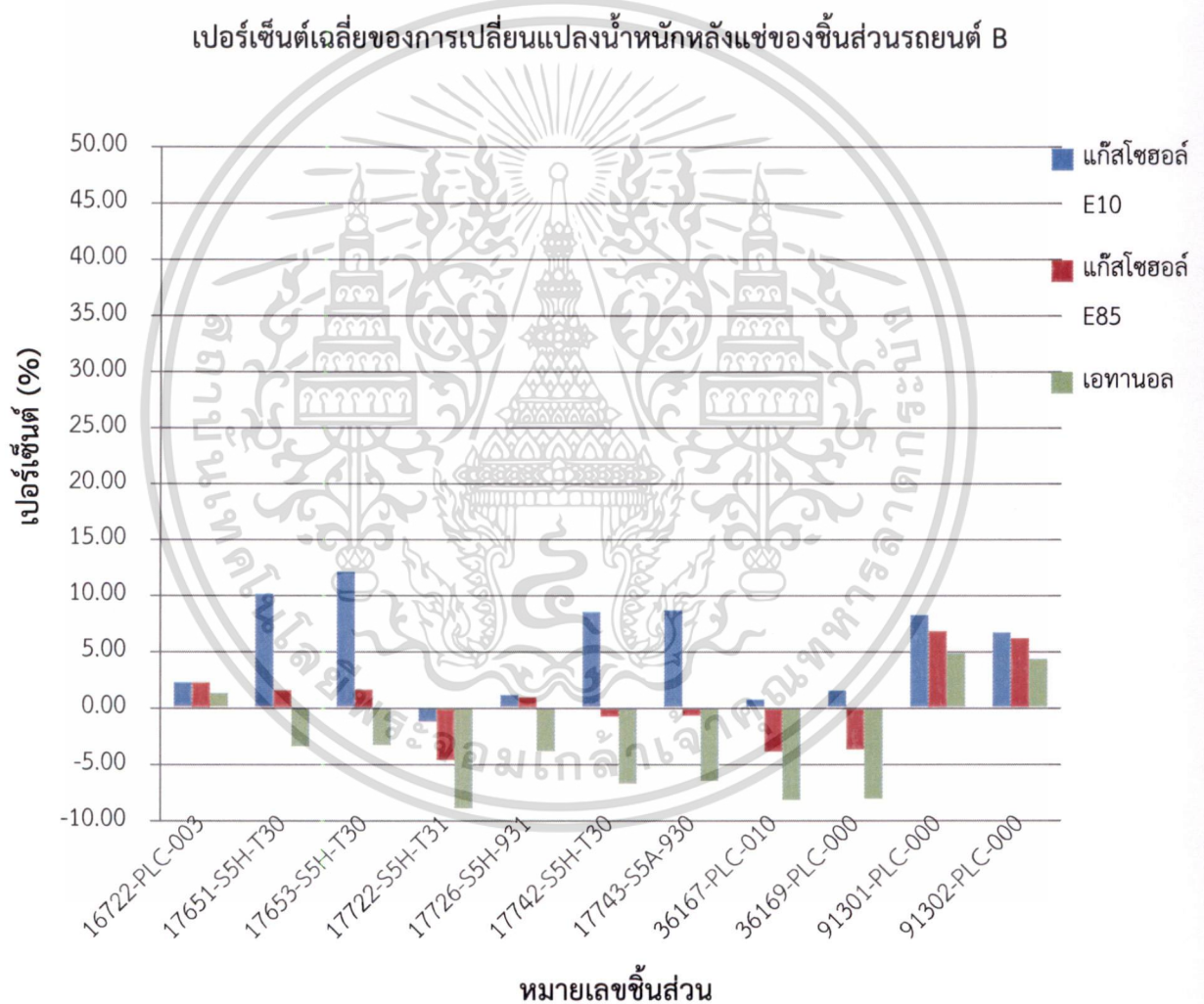
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.25 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของชิ้นส่วนหมายเลข 91302-PLC-000 ในรถยนต์ทดสอบ B

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	0.7161	0.7639	6.68	6.68
แก๊สโซฮอล์ E10-02	0.7207	0.7698	6.81	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	0.7157	0.7631	6.62	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	0.7165	0.7643	6.67	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	0.7133	0.7606	6.63	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	0.7121	0.7567	6.26	6.24
แก๊สโซฮอล์ E85-02	0.7113	0.7562	6.31	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	0.7113	0.7553	6.19	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	0.7119	0.7567	6.29	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	0.7137	0.7575	6.14	
เอทานอล-01	0.7123	0.7433	4.35	4.36
เอทานอล-02	0.7108	0.7422	4.42	
เอทานอล-03	0.7123	0.7435	4.38	
เอทานอล-04	0.7109	0.7422	4.40	
เอทานอล-05	0.7119	0.7420	4.23	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.88 แสดงให้เห็นถึงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังจากการแช่ของชิ้นส่วนในรถยนต์ทดสอบ B สังเกตได้ว่ามีเพียงชิ้นส่วนบางชิ้นเท่านั้นที่มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักในน้ำมันทั้งสามชนิดไม่แตกต่างกัน คือ ชิ้นส่วน 16722-PLC-003, 91301-PLC-000 และ 91302-PLC-000 ส่วนชิ้นส่วนอื่นมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ได้แก่ ชิ้นส่วนหมายเลข 17653-S5H-T30, 17722-S5H-T30, 17726-S5A-930, 17742-S5H-T30, 17743-S5A-930, 36167-PLC-000, 36168-PLC-000 และ 36169-PLC-000 ที่น้ำหนักลดลงจากเดิมเมื่อแช่ในเอทานอลประมาณ 2-8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าไม่เหมาะสม

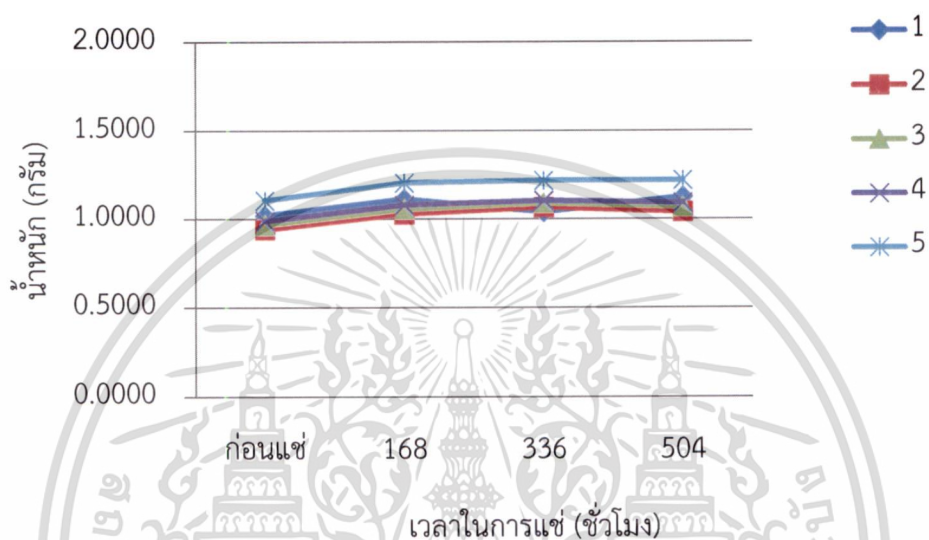


รูปที่ 5.88 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังจากการแช่ของชิ้นส่วนรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

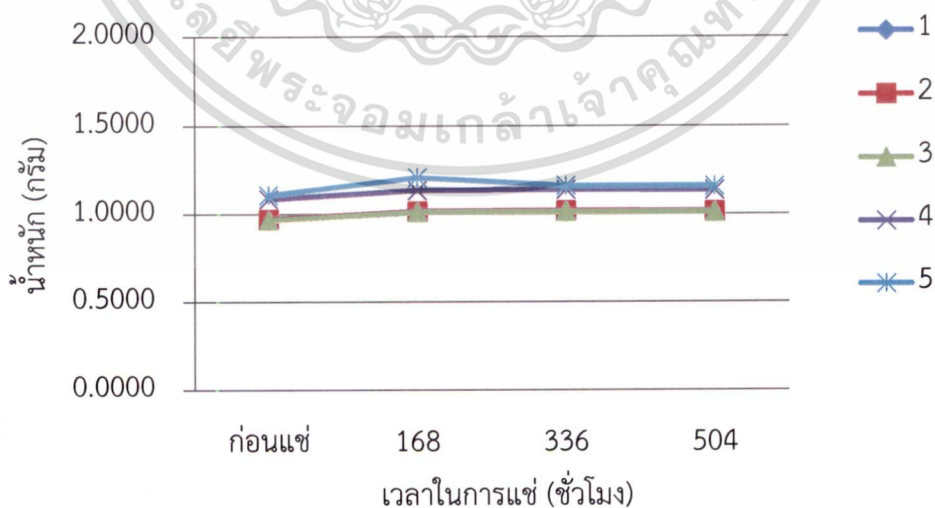
รูปที่ 5.89-5.106 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักในแต่ละสัปดาห์ของตัวอย่างต่างๆ ทั้ง 6 ชนิด ซึ่งไม่ใช่ชิ้นส่วนที่ใช้ในระบบน้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์ทั่วไป และตารางที่ 5.26-5.31 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของ Vitube



รูปที่ 5.89 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของ Vitube

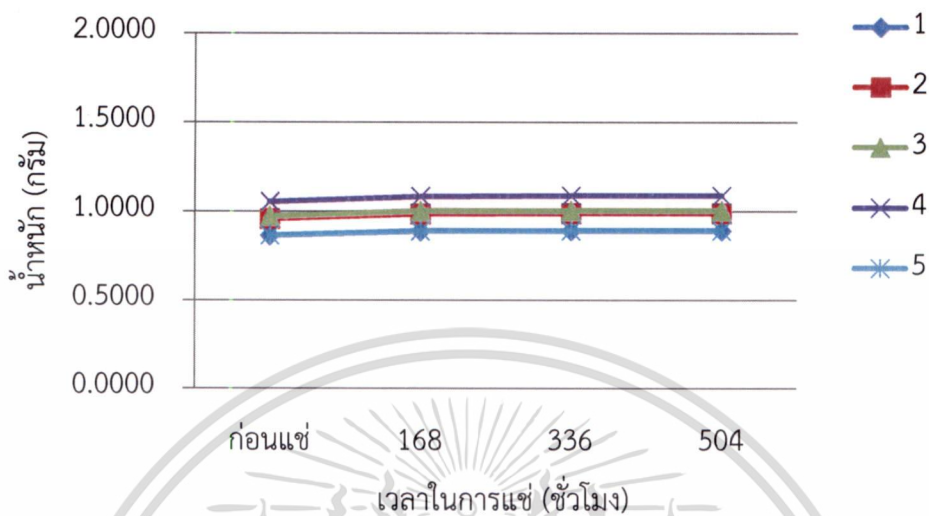
การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของ Vitube



รูปที่ 5.90 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของ Vitube

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของ Vitube



รูปที่ 5.91 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของ Vitube

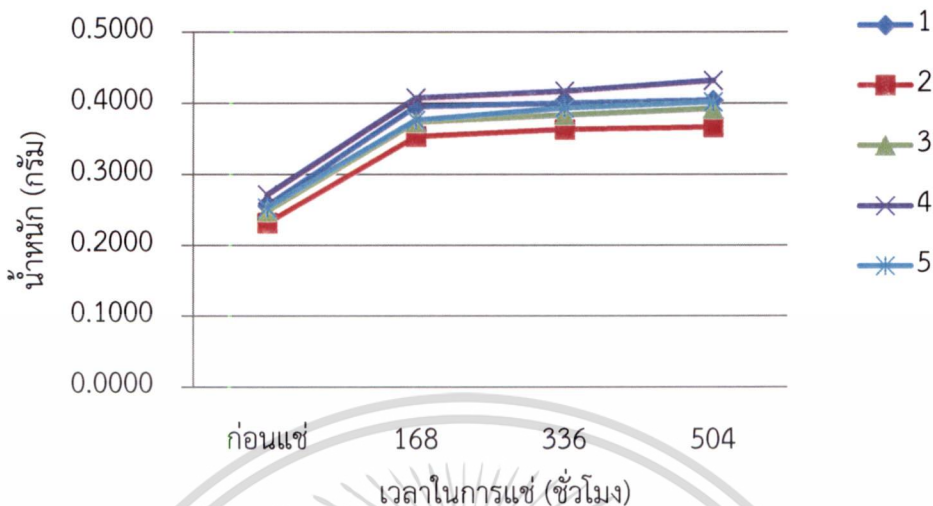
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.26 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง
น้ำหนักของ Vitube

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอลล์ E10-01	1.0199	1.1263	10.43	10.45
แก๊สโซฮอลล์ E10-02	0.9411	1.0402	10.53	
แก๊สโซฮอลล์ E10-03	0.9674	1.0685	10.45	
แก๊สโซฮอลล์ E10-04	0.9894	1.0918	10.35	
แก๊สโซฮอลล์ E10-05	1.1037	1.2193	10.47	
แก๊สโซฮอลล์ E85-01	0.9663	1.0105	4.57	4.59
แก๊สโซฮอลล์ E85-02	0.9719	1.0159	4.53	
แก๊สโซฮอลล์ E85-03	0.9669	1.0122	4.69	
แก๊สโซฮอลล์ E85-04	1.0856	1.1356	4.61	
แก๊สโซฮอลล์ E85-05	1.1070	1.1577	4.58	
เอทานอล-01	0.8617	0.8890	3.17	3.17
เอทานอล-02	0.9560	0.9864	3.18	
เอทานอล-03	0.9709	1.0024	3.24	
เอทานอล-04	1.0509	1.0848	3.23	
เอทานอล-05	0.8632	0.8894	3.04	

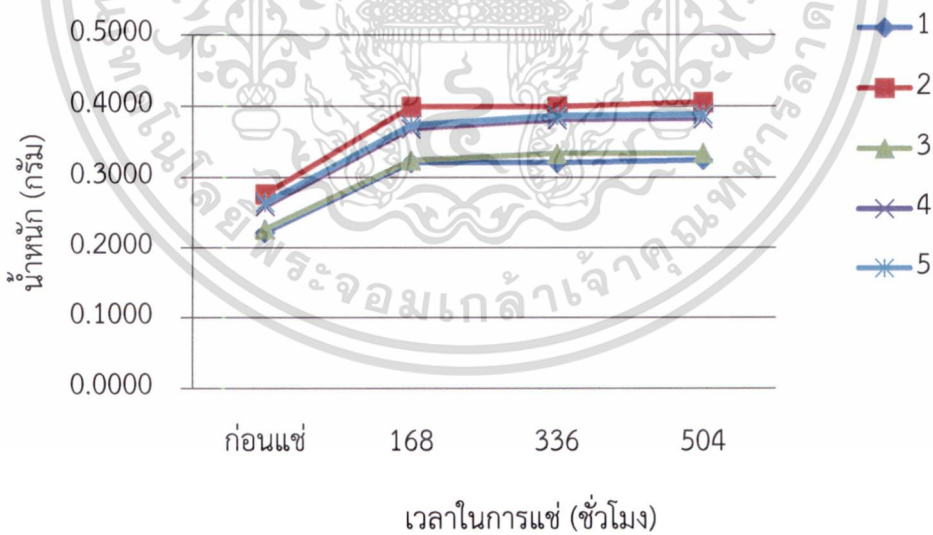
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของ Superthane



รูปที่ 5.92 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของ Superthane

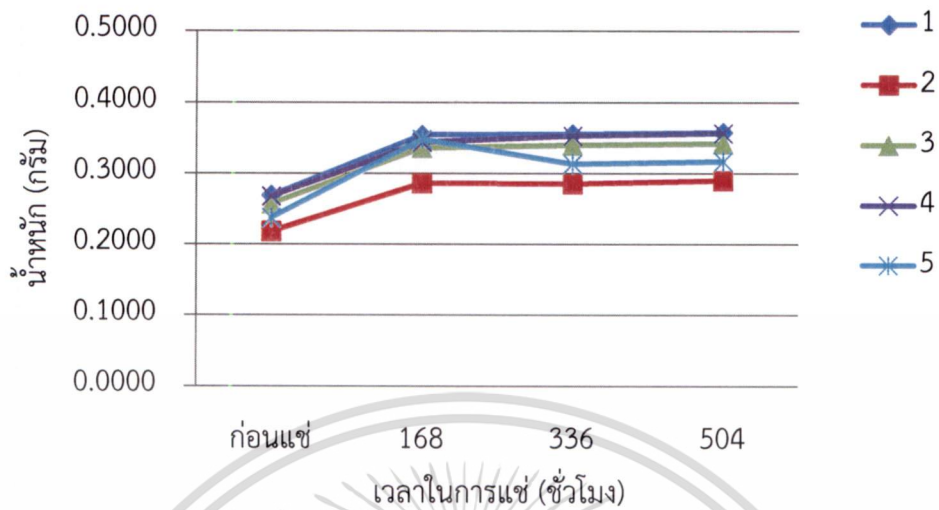
การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของ Superthane



รูปที่ 5.93 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของ Superthane

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของ Superthane



รูปที่ 5.94 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอล ของ Superthane

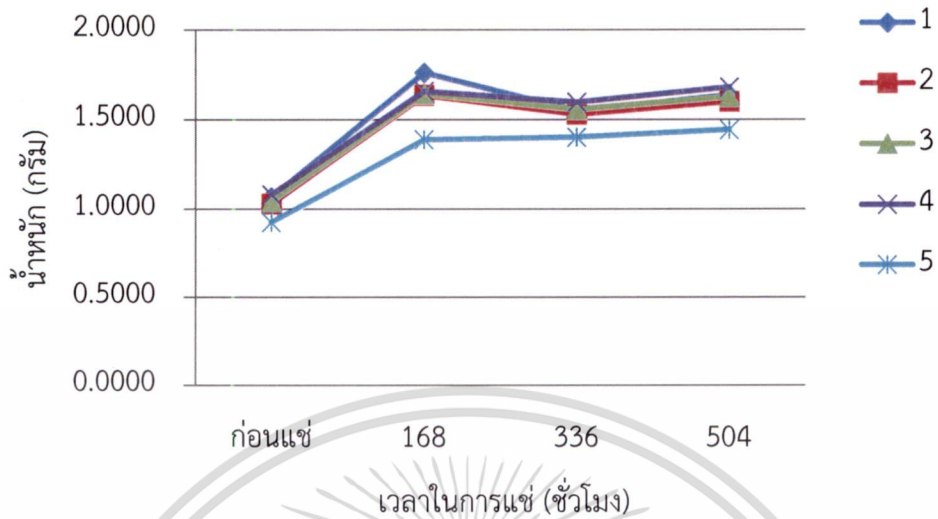
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.27 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง
น้ำหนักของ Superthane

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	0.2553	0.4038	58.17	58.61
แก๊สโซฮอล์ E10-02	0.2312	0.3660	58.30	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	0.2477	0.3919	58.22	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	0.2710	0.4317	59.30	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	0.2523	0.4013	59.06	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	0.2215	0.3240	46.28	46.93
แก๊สโซฮอล์ E85-02	0.2763	0.4054	46.72	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	0.2268	0.3339	47.22	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	0.2592	0.3821	47.42	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	0.2640	0.3881	47.01	
เอทานอล-01	0.2688	0.3574	32.96	33.11
เอทานอล-02	0.2181	0.2895	32.74	
เอทานอล-03	0.2566	0.3417	33.16	
เอทานอล-04	0.2674	0.3561	33.17	
เอทานอล-05	0.2370	0.3164	33.50	

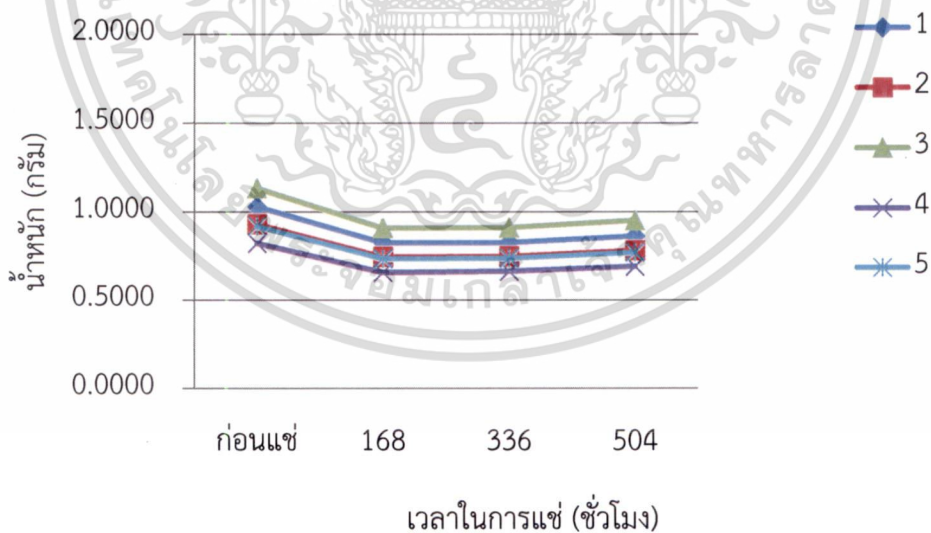
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของ Norprene



รูปที่ 5.95 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของ Norprene

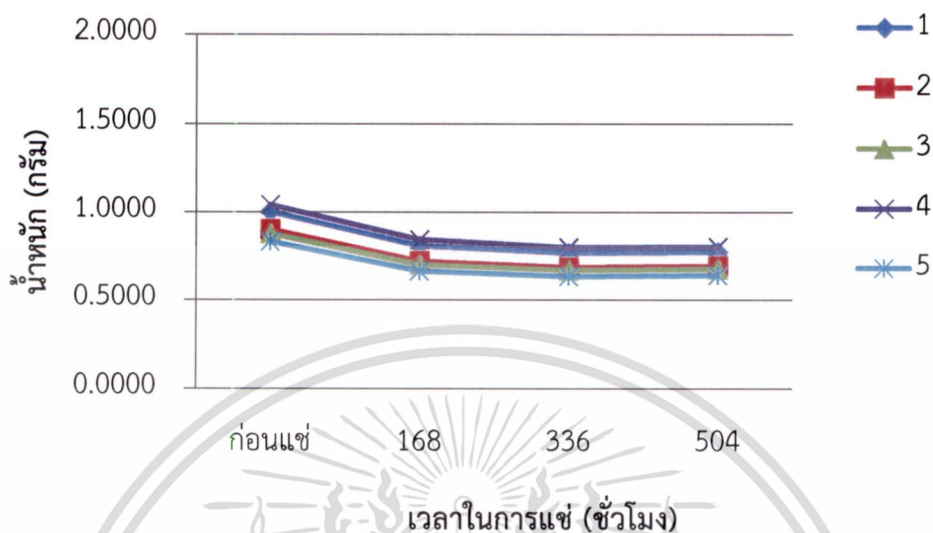
การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของ Norprene



รูปที่ 5.96 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของ Norprene

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของ Norprene



รูปที่ 5.97 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอล ของ Norprene

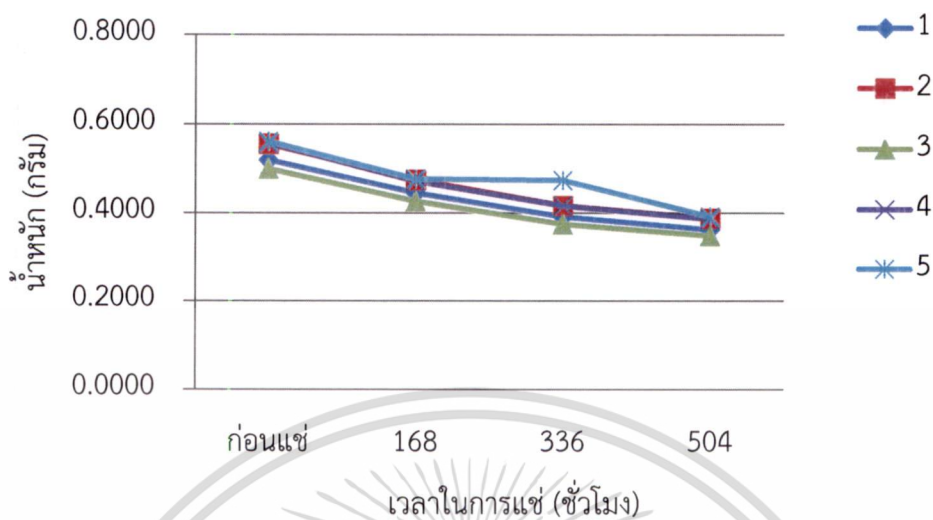
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.28 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของ Norprene

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอลล์ E10-01	1.0622	1.6314	53.59	55.54
แก๊สโซฮอลล์ E10-02	1.0256	1.5964	55.66	
แก๊สโซฮอลล์ E10-03	1.0380	1.6240	56.45	
แก๊สโซฮอลล์ E10-04	1.0768	1.6771	55.75	
แก๊สโซฮอลล์ E10-05	0.9210	1.4391	56.25	
แก๊สโซฮอลล์ E85-01	1.0288	0.8627	-16.15	-16.06
แก๊สโซฮอลล์ E85-02	0.9325	0.7829	-16.04	
แก๊สโซฮอลล์ E85-03	1.1335	0.9527	-15.95	
แก๊สโซฮอลล์ E85-04	0.8224	0.6904	-16.05	
แก๊สโซฮอลล์ E85-05	0.9178	0.7699	-16.11	
เอทานอล-01	1.0005	0.7716	-22.88	-23.02
เอทานอล-02	0.9007	0.6924	-23.13	
เอทานอล-03	0.8762	0.6747	-23.00	
เอทานอล-04	1.0404	0.8004	-23.07	
เอทานอล-05	0.8298	0.6387	-23.03	

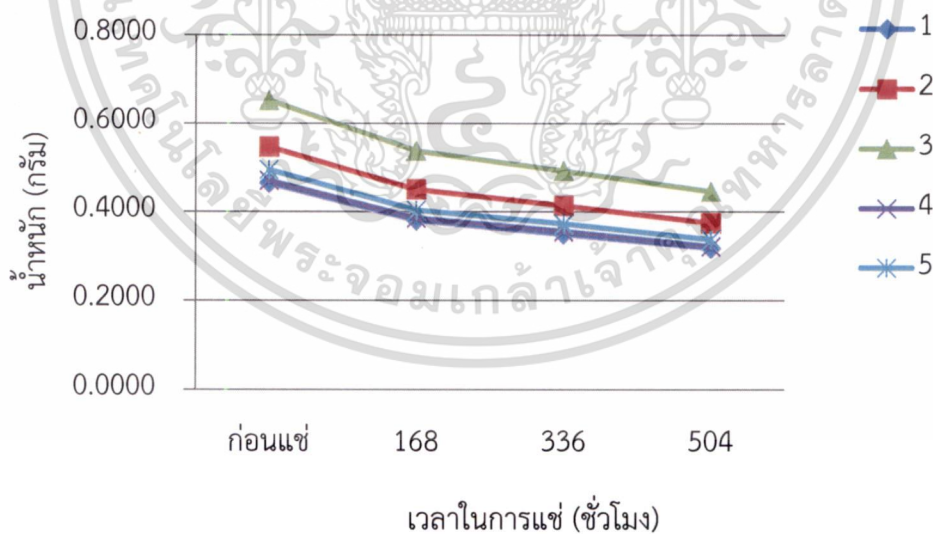
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของ Tygon F4040A



รูปที่ 5.98 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของ Tygon F4040A

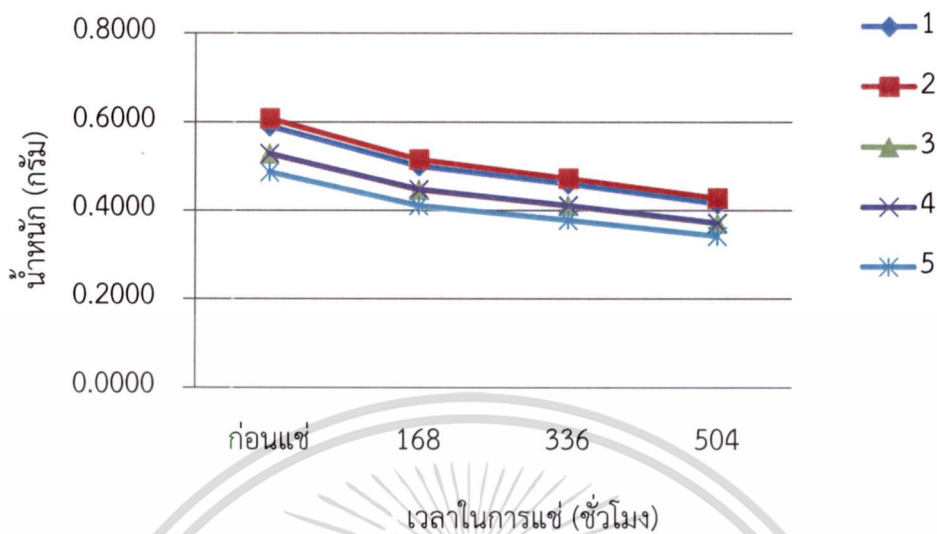
การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของ Tygon F4040A



รูปที่ 5.99 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของ Tygon F4040A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของ Tygon F4040A



รูปที่ 5.100 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอล ของ Tygon F4040A

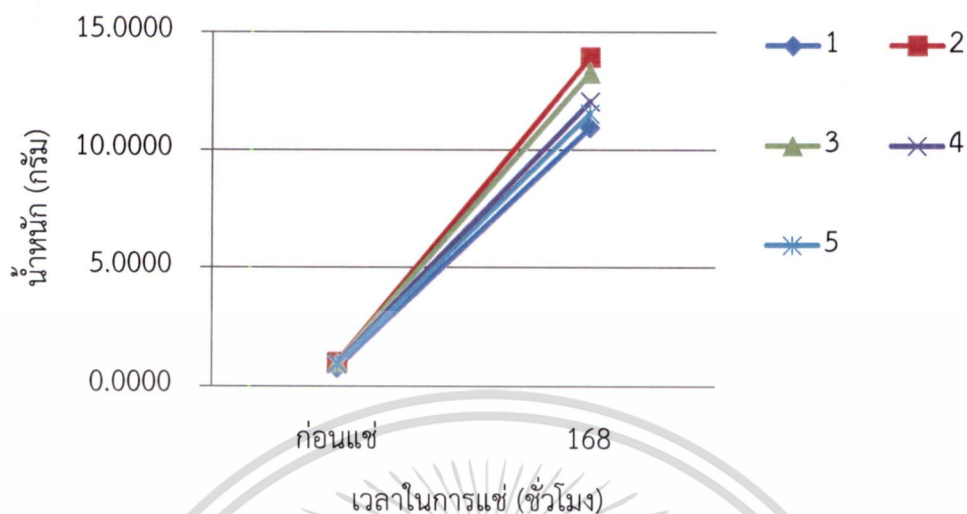
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.29 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง
น้ำหนักของ Tygon F4040A

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	0.5184	0.3615	-30.27	-30.30
แก๊สโซฮอล์ E10-02	0.5540	0.3867	-30.20	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	0.4984	0.3472	-30.34	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	0.5552	0.3856	-30.55	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	0.5597	0.3910	-30.14	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	0.4650	0.3172	-31.78	-31.74
แก๊สโซฮอล์ E85-02	0.5478	0.3753	-31.49	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	0.6523	0.4459	-31.64	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	0.4709	0.3211	-31.81	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	0.4947	0.3365	-31.98	
เอทานอล-01	0.5889	0.4151	-29.51	-29.63
เอทานอล-02	0.6064	0.4278	-29.45	
เอทานอล-03	0.5277	0.3704	-29.81	
เอทานอล-04	0.5279	0.3714	-29.65	
เอทานอล-05	0.4860	0.3415	-29.73	

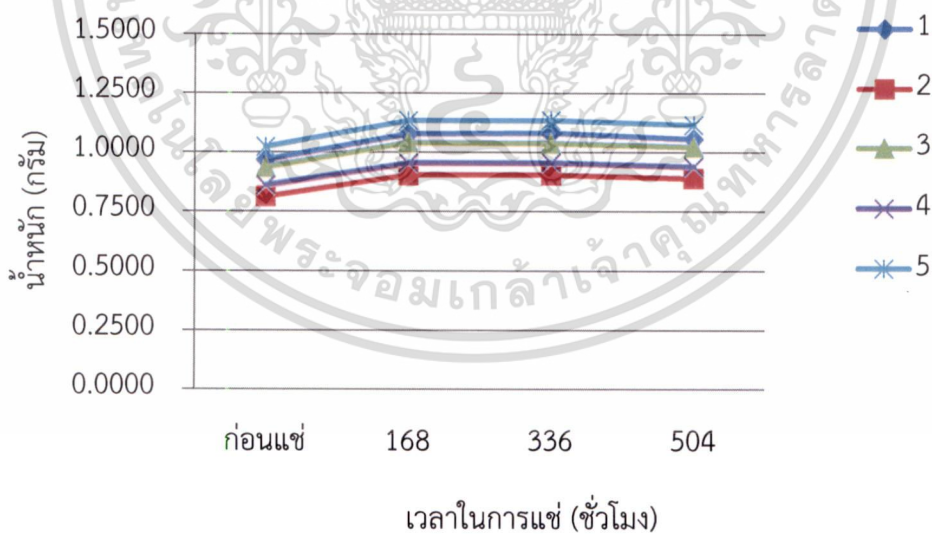
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของ Tygon F2075



รูปที่ 5.101 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของ Tygon 2075

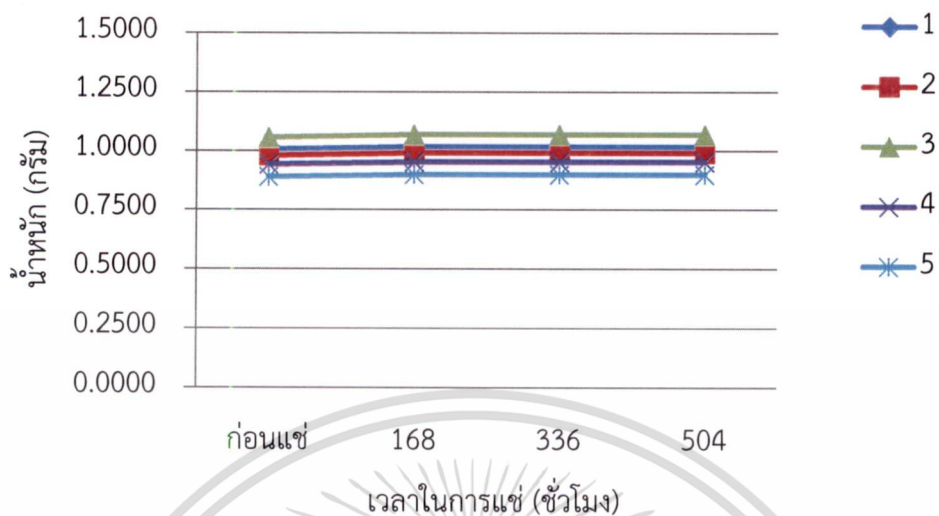
การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของ Tygon F2075



รูปที่ 5.102 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของ Tygon 2075

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอลของ Tygon F2075



รูปที่ 5.103 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอล ของ Tygon 2075

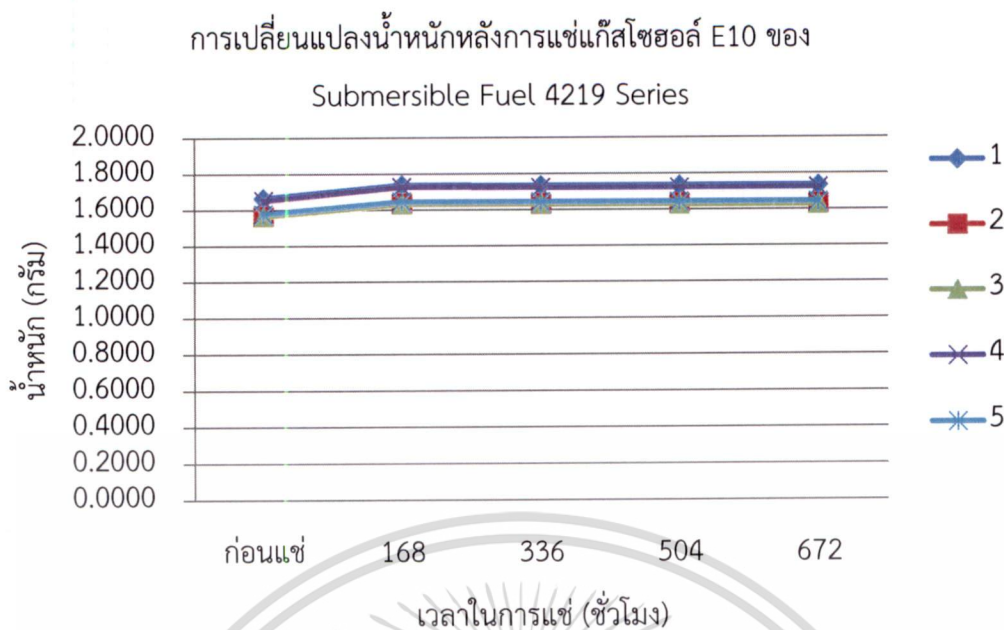
ชิ้นส่วนของ Tygon 2075 เกิดการบวมตัวอย่างมากเมื่อแช่ในแก๊สไซฮอลล์ E10 สังเกตจากรูปที่ 5.101 ใน 168 ชั่วโมงแรกน้ำหนักของชิ้นส่วนเพิ่มจาก 0.8 กรัม ไปเป็น 12 กรัม เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จะเท่ากับ 1265.75 ดังแสดงในตารางที่ 5.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

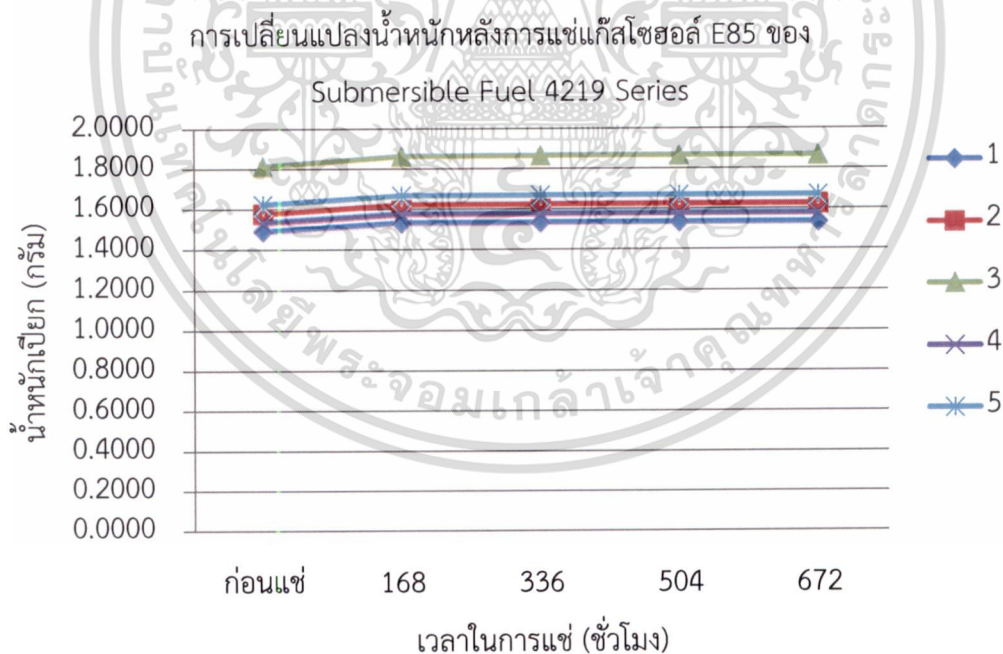
ตารางที่ 5.30 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง
น้ำหนักของ Tygon 2075

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอลล์ E10-01	0.7414	10.9414	1375.78	1265.75
แก๊สโซฮอลล์ E10-02	0.9762	13.9113	1325.05	
แก๊สโซฮอลล์ E10-03	0.9655	13.2465	1271.98	
แก๊สโซฮอลล์ E10-04	0.9455	12.0468	1174.12	
แก๊สโซฮอลล์ E10-05	0.8997	11.5328	1181.85	
แก๊สโซฮอลล์ E85-01	0.9648	1.0548	9.33	9.34
แก๊สโซฮอลล์ E85-02	0.8141	0.8903	9.36	
แก๊สโซฮอลล์ E85-03	0.9342	1.0216	9.36	
แก๊สโซฮอลล์ E85-04	0.8582	0.9386	9.37	
แก๊สโซฮอลล์ E85-05	1.0198	1.1145	9.29	
เอทานอล-01	1.0046	1.0165	1.18	1.15
เอทานอล-02	0.9802	0.9914	1.14	
เอทานอล-03	1.0555	1.0681	1.19	
เอทานอล-04	0.9418	0.9523	1.11	
เอทานอล-05	0.8875	0.8973	1.10	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

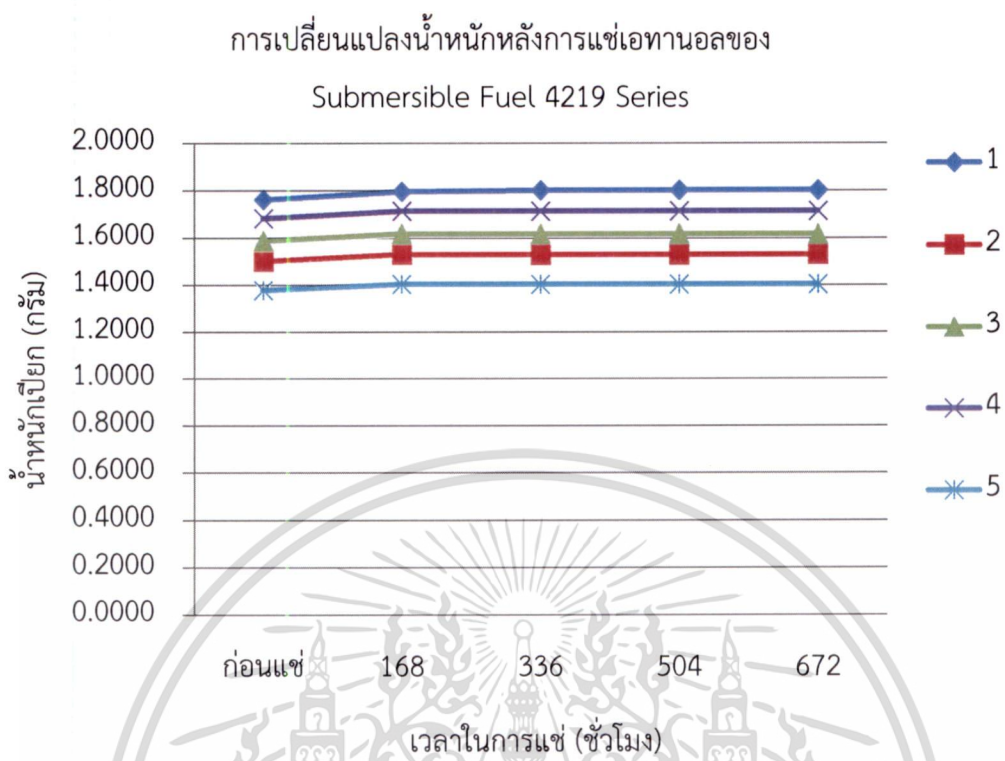


รูปที่ 5.104 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ของ Submersible Fuel 4219 Series



รูปที่ 5.105 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่แก๊สโซฮอล์ E85 ของ Submersible Fuel 4219 Series

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.106 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่เอทานอล ของ Submersible Fuel 4219 Series

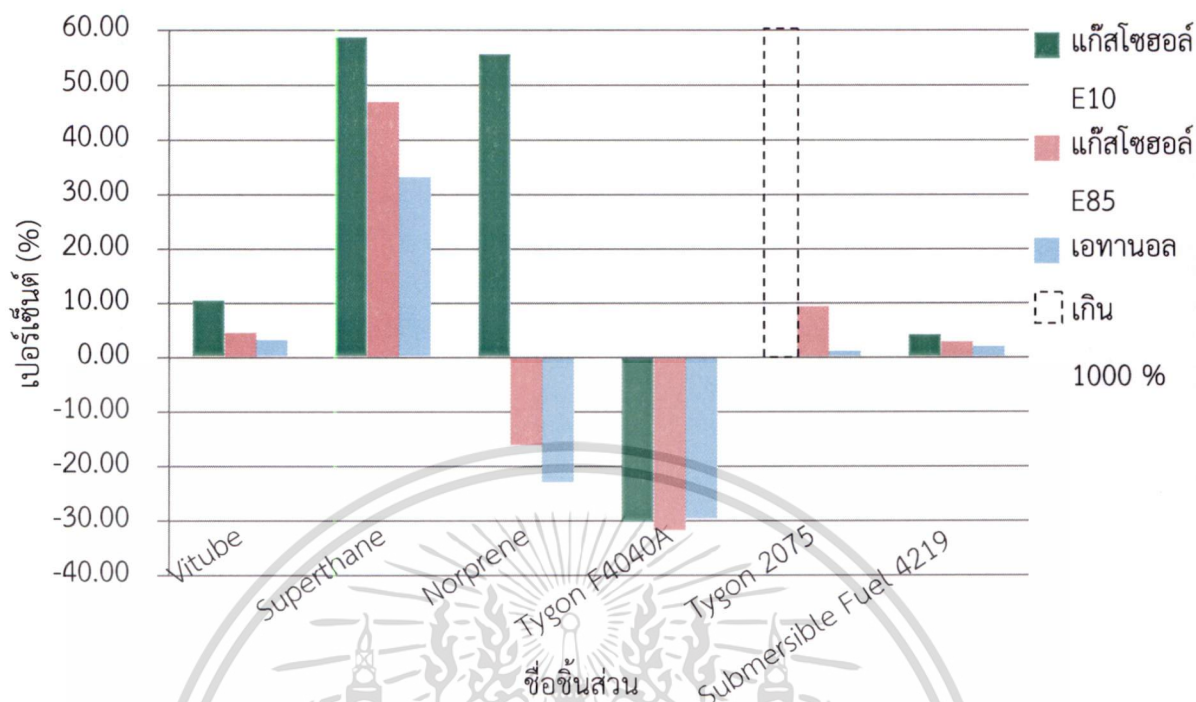
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.31 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของ Submersible Fuel 4219 Series

ชิ้นส่วน	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	1.6635	1.7331	4.18	4.16
แก๊สโซฮอล์ E10-02	1.5662	1.6311	4.14	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	1.5636	1.6274	4.08	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	1.6522	1.7213	4.18	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	1.5756	1.6418	4.20	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	1.4897	1.5331	2.91	2.88
แก๊สโซฮอล์ E85-02	1.5803	1.6259	2.89	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	1.8131	1.8652	2.87	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	1.5340	1.5781	2.87	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	1.6205	1.6667	2.85	
เอทานอล-01	1.7582	1.7988	2.31	1.96
เอทานอล-02	1.4993	1.5271	1.85	
เอทานอล-03	1.5844	1.6140	1.87	
เอทานอล-04	1.6796	1.7110	1.87	
เอทานอล-05	1.3753	1.4015	1.91	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังแช่ของชิ้นส่วนทดสอบ



รูปที่ 5.107 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการแช่ของชิ้นส่วนทดสอบ 6 ชนิด

จากรูปที่ 5.107 จะเห็นว่าเมื่อถูกแช่น้ำมันทั้งสามชนิด ท่ออย่างบางชนิดมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น ส่วนบางชนิดน้ำหนักลดลง แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของคุณสมบัติของท่อแต่ละชนิด ท่ออย่างที่มีผลการทดลองใกล้เคียงกันคือ Vitube และ Submersible Fuel 4219 Series ซึ่งเป็นวัสดุชนิดเดียวกัน คือ Fluoroelastomer (FKM) หรือ Viton จากผลการทดสอบน้ำหนักของท่ออย่างทั้งสองแสดงให้เห็นว่าไม่เกิดผลกระทบมากกว่าในแก๊สโซฮอล์ E10 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ส่วนท่ออย่างชนิดอื่นๆ คือ Tygon2075 เกิดการบวมและเสียรูปเมื่อแช่ในแก๊สโซฮอล์ E10 แต่ท่ออย่าง Tygon2075 ที่แช่ในแก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอล กลับมีเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักไม่ถึง 10 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ในส่วนของท่ออย่าง Superthane ชิ้นส่วนมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์เมื่อแช่น้ำมันทุกชนิด เช่นเดียวกับชิ้นส่วนท่ออย่าง Norprene ที่มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์เมื่อแช่ในแก๊สโซฮอล์ E10 แต่ชิ้นส่วนกลับมีน้ำหนักลดลงและเกิดการหดตัวลง เมื่อแช่ในแก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอล สำหรับท่ออย่าง Tygon F-4040-A ชิ้นส่วนทั้งหมดมีน้ำหนักลดลงและเกิดการหดตัวลง ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ในน้ำมันทุกชนิด ชิ้นส่วนเหล่านี้จัดว่าไม่เหมาะสมต่อการใช้กับแก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก (Apparent percent weight lost, WL) หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการแช่ หรือหลังจากแช่ผ่านไป 2000 ชั่วโมง จะมีการอบแห้งชิ้นส่วน เพื่อให้ น้ำมันเชื้อเพลิงที่แทรกตัวอยู่ในชิ้นส่วนระเหยออกไปให้หมด และหาน้ำหนักจริงของชิ้นส่วน จากนั้น นำมาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สูญเสียไปหลังจากการแช่ในน้ำมันเชื้อเพลิง โดยสามารถคำนวณได้จากสมการ 5.2

$$\text{Apparent percent weight lost} = \frac{\text{Dried weight} - \text{Original weight}}{\text{Original weight}} \times 100 \quad (5.2)$$

โดยที่ Dried weight คือน้ำหนักของชิ้นส่วนที่ได้จากการชั่งชิ้นส่วนเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ หลังจากถูกอบให้แห้งในภาชนะเปิด ตารางที่ 5.32 และ 5.33 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก หลังการอบแห้งเมื่อเปรียบเทียบกับแก๊สโซฮอล์ E10 ของรถยนต์ทดสอบ A และ B ตามลำดับ รูปที่ 5.108-5.109 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังอบแห้งของชิ้นส่วนรถยนต์ A และ B ตามลำดับ

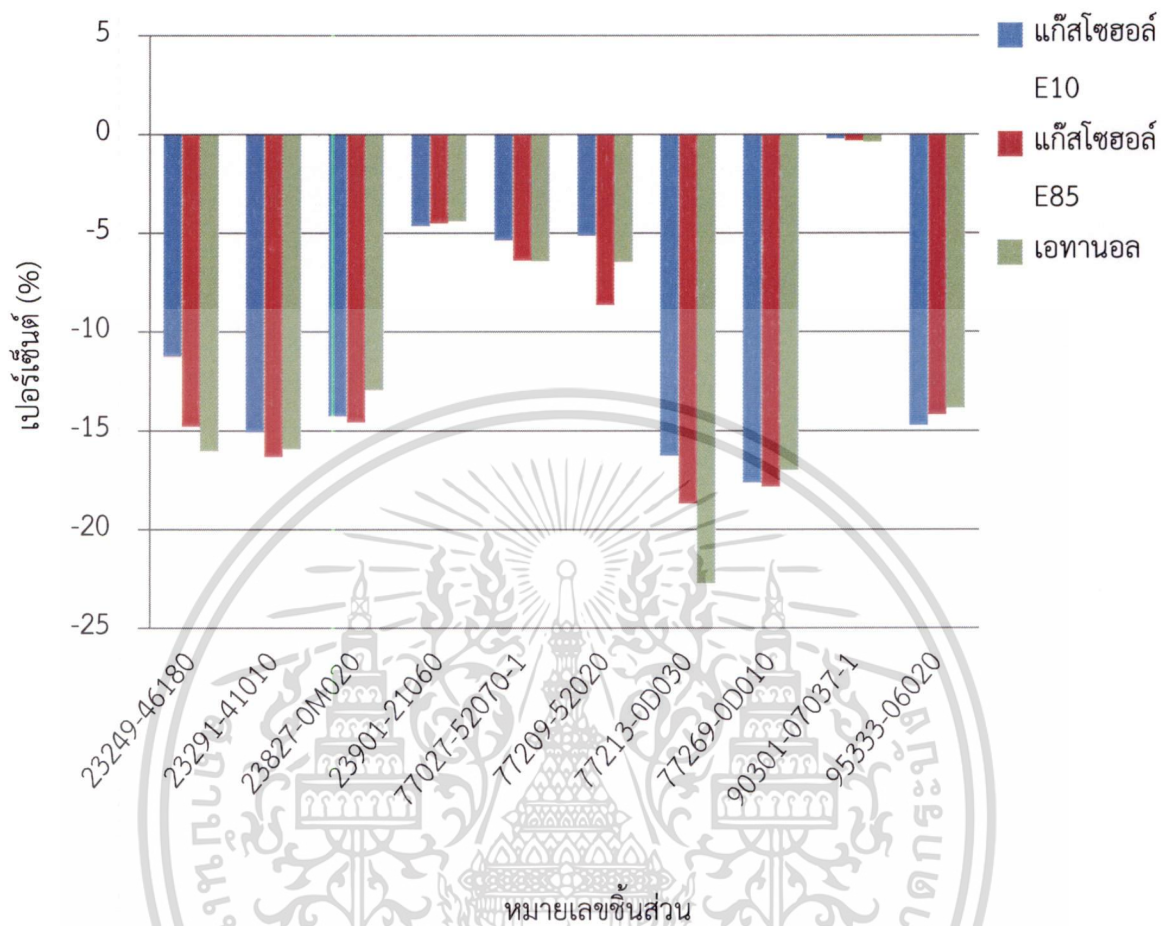
ตารางที่ 5.32 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการอบแห้งของชิ้นส่วนต่างๆ ของรถยนต์ A

หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)		
		แก๊สโซฮอล์ E10	แก๊สโซฮอล์ E85	เอทานอล
23249-46180	ยางรองบีมหัวฉีด	-11.29	-14.81	-16.07
23291-41010	ตัวรองหัวฉีด	-15.11	-16.34	-15.97
23827-0M020	ท่อวางไอน้ำมันเชื้อเพลิง	-14.29	-14.59	-12.98
23901-21060	ท่อวางน้ำมันเชื้อเพลิง	-4.67	-4.53	-4.43
77027-52070-1	สายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง	-5.39	-6.41	-6.46
77209-52020	สายน้ำมันไหลกลับ	-5.16	-8.65	-6.50
77213-0D030	ท่อวางคอน้ำมันใหญ่	-16.29	-18.70	-22.73
77269-0D010	ท่อวางคอน้ำมันเล็ก	-17.63	-17.85	-17.02
90301-07037-1	โอรัง	-0.27	-0.36	-0.41
95333-06020	ท่อวางไอน้ำมันเชื้อเพลิง	-14.75	-14.22	-13.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังอบแห้งของชิ้นส่วนรถยนต์ A



รูปที่ 5.108 แสดงเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังอบแห้งของชิ้นส่วนรถยนต์ A

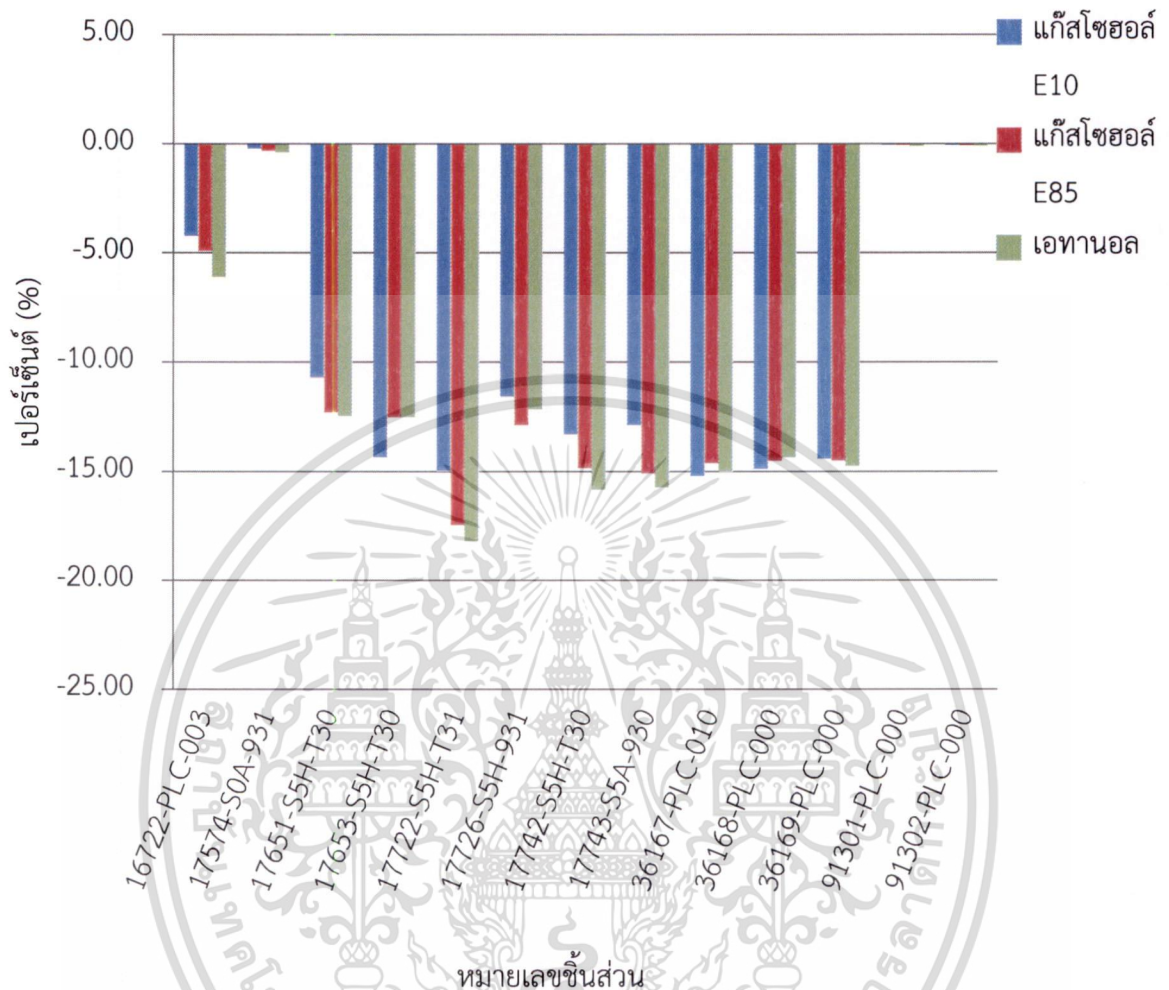
เมื่อทำการระเหยเอาน้ำมันออกจากชิ้นส่วนปรากฏว่าชิ้นส่วนที่มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าในแก๊สโซฮอล์ E10 ได้แก่ชิ้นส่วนหมายเลข 23249-46180, 23291-41010, 77027-52070-1, 77209-52020 และ 77213-0D030 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เหมาะสม สำหรับชิ้นส่วนหมายเลข 90301-07037-1 เกิดการสูญเสียน้ำหนักน้อยมาก โดยมีการสูญเสียประมาณ 0.2-0.4 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5.33 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการอบแห้งของชิ้นส่วน
ต่างๆ ของรถยนต์ B

Part Number	ชื่อชิ้นส่วน	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (%)		
		แก๊สโซฮอล์ E10	แก๊สโซฮอล์ E85	เอทานอล
16722-PLC-003	ท่อแรงดันน้ำมันจากปั๊มเข้ารางหัวฉีด	-4.27	-4.92	-6.16
17574-S0A-931	ปะเก็น, ยางรองกันปั๊มเคลื่อนตัว	-0.26	-0.35	-0.43
17651-S5H-T30	ท่อหยดน้ำมันใหญ่	-10.74	-12.33	-12.50
17653-S5H-T30	ชุดท่อแรงดันอากาศ	-14.37	-12.55	-12.55
17722-S5H-T31	ท่อน้ำมันส่วนเกินกลับถัง	-14.99	-17.47	-18.19
17726-S5H-931	ชุดท่อไอระเหยน้ำมันเชื้อเพลิง	-11.61	-12.90	-12.19
17742-S5H-T30	ท่อน้ำมันจากกรองเข้าปั๊ม	-13.32	-14.87	-15.84
17743-S5A-930	ท่อน้ำมันจากปั๊มในถัง	-12.91	-15.09	-15.73
36167-PLC-010	ท่อนำอากาศบางส่วนเข้าชุดปีกผีเสื้อ A	-15.22	-14.64	-15.03
36168-PLC-000	ท่อนำอากาศบางส่วนเข้าชุดปีกผีเสื้อ B	-14.89	-14.54	-14.37
36169-PLC-000	ท่อนำอากาศบางส่วนเข้าชุดปีกผีเสื้อ C	-14.44	-14.51	-14.76
91301-PLC-000	โอรังหัวฉีดกันน้ำมันและอากาศรั่ว	-0.07	-0.08	-0.13
91302-PLC-000	โอรังหัวฉีดกันน้ำมันและอากาศรั่ว	-0.09	-0.10	-0.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังอบแห้งของชิ้นส่วนรถยนต์ B



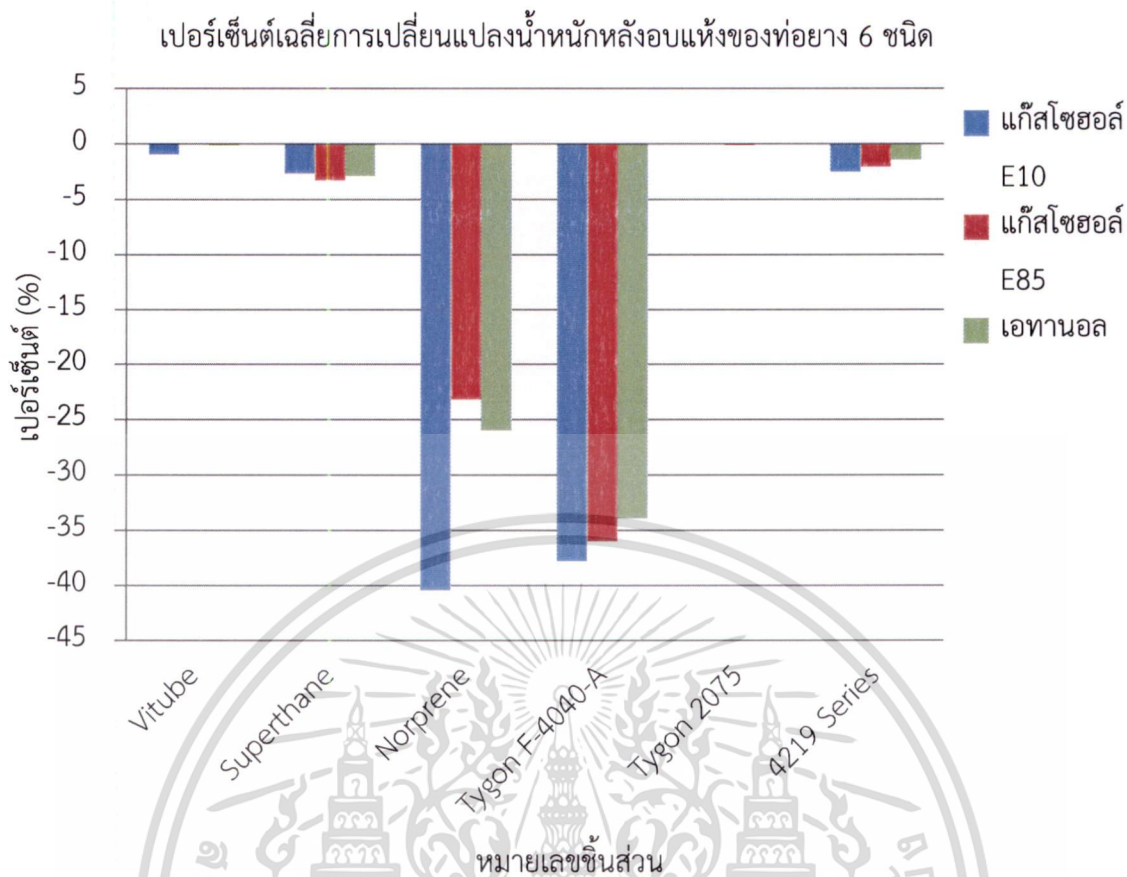
รูปที่ 5.109 แสดงเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังอบแห้งของชิ้นส่วนรถยนต์ B

จากรูปที่ 5.109 ชิ้นส่วนที่แทบจะไม่มีการสูญเสียน้ำหนัก ได้แก่ ชิ้นส่วนหมายเลข 17574-SOA-931, 91301-PLC-000 และ 91302-PLC-000 สำหรับผลของชิ้นส่วนที่เกิดการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าชิ้นส่วนที่แช่ในแก๊สโซฮอล์ E10 ได้แก่ ชิ้นส่วนหมายเลข 16722-PLC-003, 17651-S5H-T30, 17722-S5H-T30, 17726-S5A-930, 17742-S5H-T30 และ 17743-S5A-930 ซึ่งจัดว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เหมาะสมที่จะใช้กับแก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอล

ตารางที่ 5.34 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักหลังการอบแห้งของตัวอย่างทั้ง 6 ชนิด ที่นำมาทดลอง เพื่อหาวัสดุที่ทนทานกับน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งสามชนิด และรูปที่ 5.110 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง 6 ชนิด จากรูปแสดงให้เห็นว่า Tygon F-4040-A และ Norprene มีการลดลงของน้ำหนักมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเกิดการหดตัวและน้ำหนักเกิดการลดลงอย่างมาก เมื่อแช่ในน้ำมันทั้งสามชนิด จึงถือว่าไม่เหมาะสมที่จะใช้กับแก๊สโซฮอล์ E10 แก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอล ในขณะที่ตัวอย่างชนิดอื่นมีการลดลงของน้ำหนักไม่ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ สำหรับ Tygon 2075 ที่แช่ในแก๊สโซฮอล์ E10 ไม่สามารถวัดค่าได้ เนื่องจากเกิดการบวมและเสียรูปไปในระหว่างแช่

ตารางที่ 5.34 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักหลังการอบแห้งของตัวอย่าง 6 ชนิด

ตัวอย่างทดลอง	น้ำหนัก (%)		
	แก๊สโซฮอล์ E10	แก๊สโซฮอล์ E85	เอทานอล
Vitube	1.05	0.01	-0.23
Superthane	-2.74	-3.34	-2.98
Norprene	-40.45	-23.21	-26.06
Tygon F-4040-A	-37.86	-36.07	-34.01
Tygon 2075	หาค่าไม่ได้	0.15	-0.04
Submersible Fuel 4219 Series	-2.61	-2.14	-1.53



รูปที่ 5.110 แสดงเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังอบแห้งของตัวอย่าง 6 ชนิด

5.3 ความแข็ง (Percent Hardness change, HD)

หลังจากการแช่ครบ 2000 ชั่วโมง ความแข็งของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นจะถูกวัด โดยทำการวัดหลังจากนำชิ้นมาจากเชื้อเพลิงทดสอบภายในเวลา 15 วินาที วัดชิ้นส่วนละ 5 จุด จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย และคำนวณเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็ง ซึ่งข้อมูลความแข็งของแก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอล จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับแก๊สโซฮอล์ E10 โดยสามารถคำนวณได้จากสมการ 5.3

$$\text{Percent hardness change} = \frac{\text{Hardness E85 or E100} - \text{Hardness E10}}{\text{Hardness E10}} \times 100 \quad (5.3)$$

ตารางที่ 5.35-5.40 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วนต่างๆ ของรถยนต์ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.35 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน

หมายเลข 23249-46180 ของรถยนต์ A

หมายเลข ชิ้นส่วน	ความแข็ง ก่อนแช่	ความแข็ง หลังแช่	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	60.40	43.4	-28.15	
แก๊สโซฮอล์ E10-02	61.00	42.6	-30.16	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	59.00	42.8	-27.46	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	60.50	41.2	-31.90	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	60.20	42.6	-29.24	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	60.00	49.00	-18.33	-29.38
แก๊สโซฮอล์ E85-02	60.60	51.60	-14.85	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	60.20	54.00	-10.30	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	60.20	52.20	-13.29	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	60.80	52.60	-13.49	
เอทานอล-01	60.20	56.20	-6.64	-14.05
เอทานอล-02	59.90	58.40	-2.50	
เอทานอล-03	59.70	61.00	2.18	
เอทานอล-04	60.10	61.80	2.83	
เอทานอล-05	60.50	63.60	5.12	
				0.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.36 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน

หมายเลข 23291-41010 ของรถยนต์ A

หมายเลข ชิ้นส่วน	ความแข็ง ก่อนแช่	ความแข็ง หลังแช่	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	66.80	65.20	-2.40	-2.87
แก๊สโซฮอล์ E10-02	67.10	65.00	-3.13	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	66.60	65.20	-2.10	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	66.90	65.00	-2.84	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	67.00	64.40	-3.88	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	67.80	64.80	-4.42	-1.57
แก๊สโซฮอล์ E85-02	66.50	66.00	-0.75	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	66.90	66.40	-0.75	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	67.00	66.40	-0.90	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	66.70	66.00	-1.05	
เอทานอล-01	66.70	67.40	1.05	1.34
เอทานอล-02	66.60	67.60	1.50	
เอทานอล-03	67.40	68.20	1.19	
เอทานอล-04	67.00	68.00	1.49	
เอทานอล-05	67.20	68.20	1.49	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.37 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน

หมายเลข 23827-0M020 ของรถยนต์ A

หมายเลข ชิ้นส่วน	ความแข็ง ก่อนแช่	ความแข็ง หลังแช่	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	73.60	53.40	-27.45	-22.85
แก๊สโซฮอล์ E10-02	69.60	54.60	-21.55	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	69.60	54.60	-21.55	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	70.00	54.80	-21.71	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	70.00	54.60	-22.00	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	70.00	59.80	-14.57	-14.02
แก๊สโซฮอล์ E85-02	72.40	60.60	-16.30	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	71.60	61.80	-13.69	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	70.60	60.80	-13.88	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	68.60	60.60	-11.66	
เอทานอล-01	70.80	69.40	-1.98	-4.26
เอทานอล-02	72.20	67.80	-6.09	
เอทานอล-03	71.80	67.40	-6.13	
เอทานอล-04	70.60	67.60	-4.25	
เอทานอล-05	69.60	67.60	-2.87	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.38 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน

หมายเลข 77213-0D030 ของรถยนต์ A

หมายเลข ชิ้นส่วน	ความแข็ง ก่อนแช่	ความแข็ง หลังแช่	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	75.40	63.80	-15.38	-13.90
แก๊สโซฮอล์ E10-02	72.80	65.40	-10.16	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	72.80	62.20	-14.56	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	75.80	64.00	-15.57	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	75.20	64.80	-13.83	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	71.60	75.40	5.31	5.99
แก๊สโซฮอล์ E85-02	69.40	76.00	9.51	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	72.60	77.40	6.61	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	75.40	76.60	1.59	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	74.80	80.00	6.95	
เอทานอล-01	72.60	73.00	0.55	-0.32
เอทานอล-02	74.00	73.00	-1.35	
เอทานอล-03	73.60	72.80	-1.09	
เอทานอล-04	74.60	74.00	-0.80	
เอทานอล-05	74.40	75.20	1.08	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.39 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน

หมายเลข 77269-0D010 ของรถยนต์ A

หมายเลข ชิ้นส่วน	ความแข็ง ก่อนแช่	ความแข็ง หลังแช่	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	71.80	63.60	-11.42	-14.88
แก๊สโซฮอล์ E10-02	72.00	62.40	-13.33	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	73.60	62.80	-14.67	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	74.20	61.60	-16.98	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	75.60	62.00	-17.99	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	74.20	69.80	-5.93	-8.88
แก๊สโซฮอล์ E85-02	74.80	66.40	-11.23	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	73.20	70.00	-4.37	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	76.20	68.60	-9.97	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	79.00	68.80	-12.91	
เอทานอล-01	73.80	83.40	13.01	10.46
เอทานอล-02	74.40	82.60	11.02	
เอทานอล-03	73.60	80.00	8.70	
เอทานอล-04	75.80	84.20	11.08	
เอทานอล-05	77.60	84.20	8.51	

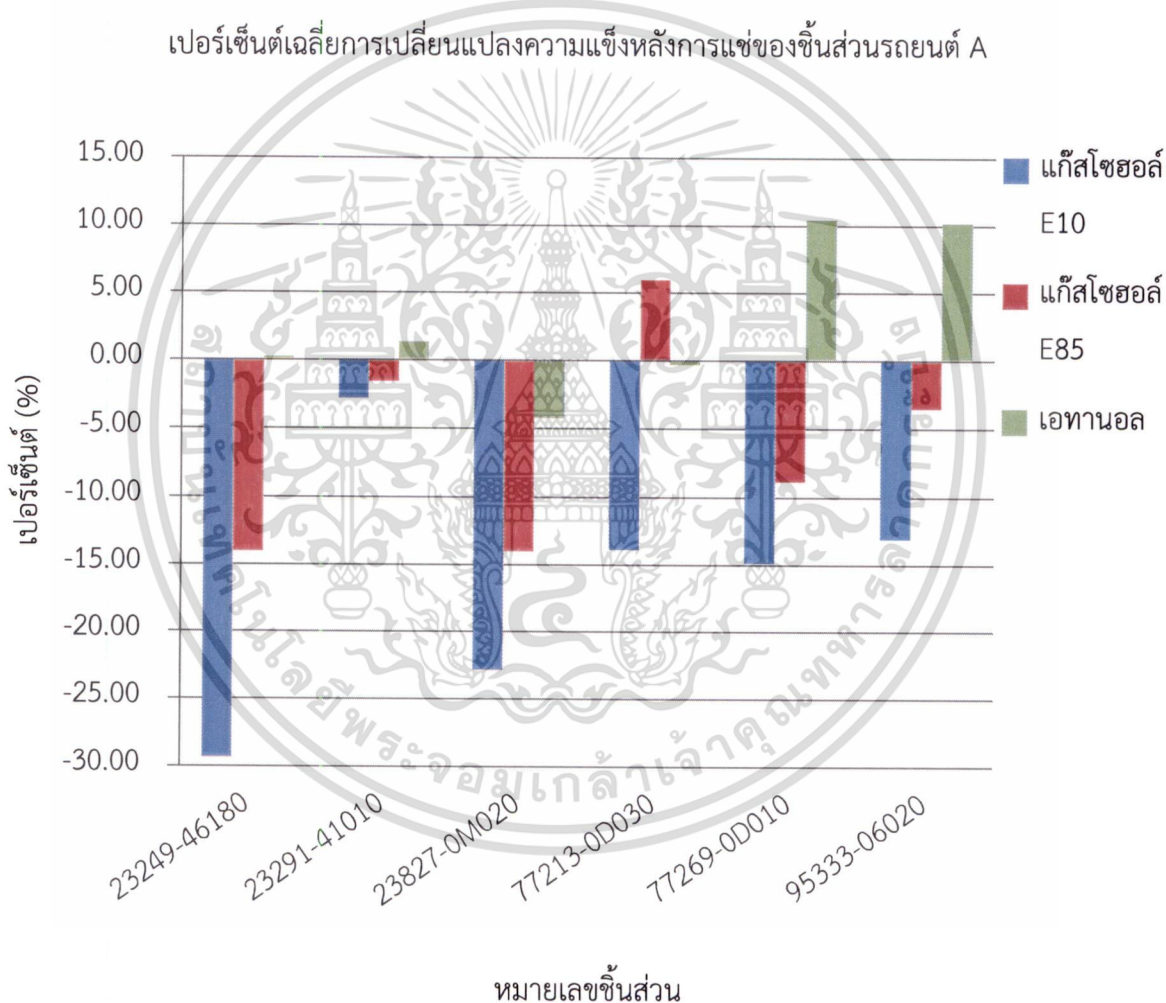
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.40 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน
หมายเลข 95333-06020 ของรถยนต์ A

หมายเลข ชิ้นส่วน	ความแข็ง ก่อนแช่	ความแข็ง หลังแช่	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอลล์ E10-01	56.00	47.20	-15.71	-13.12
แก๊สโซฮอลล์ E10-02	60.60	51.60	-14.85	
แก๊สโซฮอลล์ E10-03	61.00	50.40	-17.38	
แก๊สโซฮอลล์ E10-04	56.60	53.40	-5.65	
แก๊สโซฮอลล์ E10-05	56.60	49.80	-12.01	
แก๊สโซฮอลล์ E85-01	59.60	64.00	7.38	-3.54
แก๊สโซฮอลล์ E85-02	61.40	60.20	-1.95	
แก๊สโซฮอลล์ E85-03	63.00	60.80	-3.49	
แก๊สโซฮอลล์ E85-04	62.60	54.80	-12.46	
แก๊สโซฮอลล์ E85-05	61.20	56.80	-7.19	
เอทานอล-01	59.80	68.40	14.38	10.22
เอทานอล-02	60.80	68.20	12.17	
เอทานอล-03	62.20	67.00	7.72	
เอทานอล-04	63.20	67.20	6.33	
เอทานอล-05	61.00	67.40	10.49	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.111 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็งหลังการแช่ของชิ้นส่วนรถยนต์ A ซึ่งแสดงผลเฉพาะชิ้นส่วนที่มีคุณสมบัติสามารถวัดค่าความแข็งได้เท่านั้น สังเกตว่าชิ้นส่วนทุกชิ้นมีความแข็งลดลงเมื่อแช่ในแก๊สโซฮอล์ E10 ชิ้นส่วนหมายเลข 77213-0D030 มีความแข็งเพิ่มขึ้นหลังจากการแช่ในแก๊สโซฮอล์ E85 สำหรับชิ้นส่วนที่มีความแข็งเพิ่มมากขึ้นเมื่อแช่ในเอทานอลประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ ชิ้นส่วนหมายเลข 77269-0D010 และ 95333-06020 ชิ้นส่วนที่กล่าวมานี้ซึ่งเกิดการแข็งตัวขึ้นเมื่อแช่ในเอทานอลอาจก่อให้เกิดการเปราะ และเสียหายได้ จึงจัดว่าไม่เหมาะสมต่อการใช้กับเอทานอล



รูปที่ 5.111 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็งหลังการแช่ของชิ้นส่วนรถยนต์ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.41 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน

หมายเลข 17574-S0A-931 ของรถยนต์ B

หมายเลข ชิ้นส่วน	ความแข็ง ก่อนแช่	ความแข็ง หลังแช่	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	69.20	62.00	-10.40	-8.78
แก๊สโซฮอล์ E10-02	70.60	62.40	-11.61	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	68.00	65.40	-3.82	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	69.40	63.00	-9.22	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	70.20	64.00	-8.83	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	70.60	70.60	0.00	1.94
แก๊สโซฮอล์ E85-02	71.00	70.40	-0.85	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	70.80	72.40	2.26	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	70.00	73.00	4.29	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	70.20	73.00	3.99	
เอทานอล-01	70.00	79.80	14.00	16.32
เอทานอล-02	69.80	79.40	13.75	
เอทานอล-03	70.20	83.00	18.23	
เอทานอล-04	70.00	82.40	17.71	
เอทานอล-05	70.40	83.00	17.90	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.42 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน
หมายเลข 17651-S5H-T30 ของรถยนต์ B

หมายเลข ชิ้นส่วน	ความแข็ง ก่อนแช่	ความแข็ง หลังแช่	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	68.00	53.40	-21.47	-22.07
แก๊สโซฮอล์ E10-02	69.40	54.20	-21.90	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	70.00	53.20	-24.00	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	69.00	53.20	-22.90	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	67.80	54.20	-20.06	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	68.20	66.40	-2.64	-3.28
แก๊สโซฮอล์ E85-02	70.00	68.20	-2.57	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	70.20	66.40	-5.41	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	69.60	67.40	-3.16	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	69.20	67.40	-2.60	
เอทานอล-01	70.40	78.60	11.65	10.83
เอทานอล-02	71.00	74.80	5.35	
เอทานอล-03	68.80	77.60	12.79	
เอทานอล-04	69.40	79.80	14.99	
เอทานอล-05	70.40	77.00	9.37	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.43 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน
หมายเลข 17653-S5H-T30 ของรถยนต์ B

หมายเลข ชิ้นส่วน	ความแข็ง ก่อนแช่	ความแข็ง หลังแช่	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	66.00	55.00	-16.67	-17.41
แก๊สโซฮอล์ E10-02	68.20	58.00	-14.96	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	68.00	57.20	-15.88	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	69.60	56.20	-19.25	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	70.00	55.80	-20.29	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	69.20	64.60	-6.65	-4.16
แก๊สโซฮอล์ E85-02	69.80	66.80	-4.30	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	69.00	66.80	-3.19	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	69.00	66.60	-3.48	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	69.40	67.20	-3.17	
เอทานอล-01	69.80	73.00	4.58	5.97
เอทานอล-02	68.00	73.60	8.24	
เอทานอล-03	71.00	74.60	5.07	
เอทานอล-04	70.40	74.60	5.97	
เอทานอล-05	70.20	74.40	5.98	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.44 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน

หมายเลข 17722-S5H-T31 ของรถยนต์ B

หมายเลข ชิ้นส่วน	ความแข็ง ก่อนแช่	ความแข็ง หลังแช่	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	71.00	65.60	-7.61	-6.44
แก๊สโซฮอล์ E10-02	70.60	64.80	-8.22	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	69.00	64.00	-7.25	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	70.40	65.60	-6.82	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	69.80	68.20	-2.29	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	68.00	72.40	6.47	6.00
แก๊สโซฮอล์ E85-02	68.80	73.40	6.69	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	70.20	75.00	6.84	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	69.40	74.20	6.92	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	71.00	73.20	3.10	
เอทานอล-01	70.40	81.80	16.19	17.29
เอทานอล-02	69.80	83.60	19.77	
เอทานอล-03	70.20	81.20	15.67	
เอทานอล-04	70.00	82.40	17.71	
เอทานอล-05	69.00	80.80	17.10	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.45 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน
หมายเลข 17726-S5H-931 ของรถยนต์ B

หมายเลข ชิ้นส่วน	ความแข็ง ก่อนแช่	ความแข็ง หลังแช่	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอลล์ E10-01	61.40	51.00	-16.94	-10.85
แก๊สโซฮอลล์ E10-02	60.00	54.60	-9.00	
แก๊สโซฮอลล์ E10-03	59.00	54.80	-7.12	
แก๊สโซฮอลล์ E10-04	61.00	54.20	-11.15	
แก๊สโซฮอลล์ E10-05	59.60	53.60	-10.07	
แก๊สโซฮอลล์ E85-01	60.00	57.20	-4.67	-3.62
แก๊สโซฮอลล์ E85-02	59.20	56.60	-4.39	
แก๊สโซฮอลล์ E85-03	60.20	58.20	-3.32	
แก๊สโซฮอลล์ E85-04	58.80	57.60	-2.04	
แก๊สโซฮอลล์ E85-05	60.00	57.80	-3.67	
เอทานอล-01	60.60	64.20	5.94	4.82
เอทานอล-02	61.40	63.40	3.26	
เอทานอล-03	59.80	63.00	5.35	
เอทานอล-04	60.20	62.20	3.32	
เอทานอล-05	61.00	64.80	6.23	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.46 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน
หมายเลข 17742-S5H-T30 ของรถยนต์ B

หมายเลข ชิ้นส่วน	ความแข็ง ก่อนแช่	ความแข็ง หลังแช่	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	70.20	60.20	-14.25	-15.34
แก๊สโซฮอล์ E10-02	69.00	59.20	-14.20	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	69.60	58.20	-16.38	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	71.00	58.60	-17.46	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	70.80	60.60	-14.41	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	68.80	69.80	1.45	-0.23
แก๊สโซฮอล์ E85-02	70.00	68.00	-2.86	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	69.20	67.80	-2.02	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	70.40	72.60	3.12	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	70.00	69.40	-0.86	
เอทานอล-01	70.40	73.20	3.98	9.13
เอทานอล-02	71.00	76.60	7.89	
เอทานอล-03	69.80	75.20	7.74	
เอทานอล-04	69.20	76.60	10.69	
เอทานอล-05	69.00	79.60	15.36	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.47 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน

หมายเลข 17743-S5A-930 ของรถยนต์ B

หมายเลข ชิ้นส่วน	ความแข็ง ก่อนแช่	ความแข็ง หลังแช่	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	69.40	59.40	-14.41	-12.45
แก๊สโซฮอล์ E10-02	69.80	62.00	-11.17	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	70.20	60.00	-14.53	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	70.00	61.80	-11.71	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	69.20	62.00	-10.40	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	68.80	70.80	2.91	2.86
แก๊สโซฮอล์ E85-02	69.60	70.80	1.72	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	70.20	73.40	4.56	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	70.00	71.00	1.43	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	71.00	73.60	3.66	
เอทานอล-01	70.00	80.20	14.57	12.65
เอทานอล-02	72.00	82.20	14.17	
เอทานอล-03	71.60	78.00	8.94	
เอทานอล-04	70.00	77.20	10.29	
เอทานอล-05	69.40	80.00	15.27	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.48 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน
หมายเลข 36167-PLC-010 ของรถยนต์ B

หมายเลข ชิ้นส่วน	ความแข็ง ก่อนแช่	ความแข็ง หลังแช่	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอลล์ E10-01	77.40	67.60	-12.66	-12.02
แก๊สโซฮอลล์ E10-02	75.40	64.80	-14.06	
แก๊สโซฮอลล์ E10-03	73.80	65.40	-11.38	
แก๊สโซฮอลล์ E10-04	76.00	69.60	-8.42	
แก๊สโซฮอลล์ E10-05	76.60	66.20	-13.58	
แก๊สโซฮอลล์ E85-01	77.80	76.40	-1.80	-1.40
แก๊สโซฮอลล์ E85-02	75.60	76.60	1.32	
แก๊สโซฮอลล์ E85-03	78.20	77.20	-1.28	
แก๊สโซฮอลล์ E85-04	79.60	75.00	-5.78	
แก๊สโซฮอลล์ E85-05	75.00	75.40	0.53	
เอทานอล-01	76.50	81.80	6.93	5.44
เอทานอล-02	77.20	81.60	5.70	
เอทานอล-03	79.00	81.20	2.78	
เอทานอล-04	75.80	81.60	7.65	
เอทานอล-05	77.60	80.80	4.12	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.49 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน

หมายเลข 36168-PLC-000 ของรถยนต์ B

หมายเลข ชิ้นส่วน	ความแข็ง ก่อนแช่	ความแข็ง หลังแช่	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอลล์ E10-01	76.50	67.20	-12.16	-12.53
แก๊สโซฮอลล์ E10-02	75.00	65.20	-13.07	
แก๊สโซฮอลล์ E10-03	77.40	65.80	-14.99	
แก๊สโซฮอลล์ E10-04	76.60	68.60	-10.44	
แก๊สโซฮอลล์ E10-05	75.80	66.70	-12.01	
แก๊สโซฮอลล์ E85-01	76.20	75.60	-0.79	-2.08
แก๊สโซฮอลล์ E85-02	77.00	75.20	-2.34	
แก๊สโซฮอลล์ E85-03	75.90	76.60	0.92	
แก๊สโซฮอลล์ E85-04	77.10	73.60	-4.54	
แก๊สโซฮอลล์ E85-05	76.80	74.00	-3.65	
เอทานอล-01	75.30	79.60	5.71	5.68
เอทานอล-02	76.80	79.80	3.91	
เอทานอล-03	76.40	80.20	4.97	
เอทานอล-04	75.00	81.40	8.53	
เอทานอล-05	75.80	79.80	5.28	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.50 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน

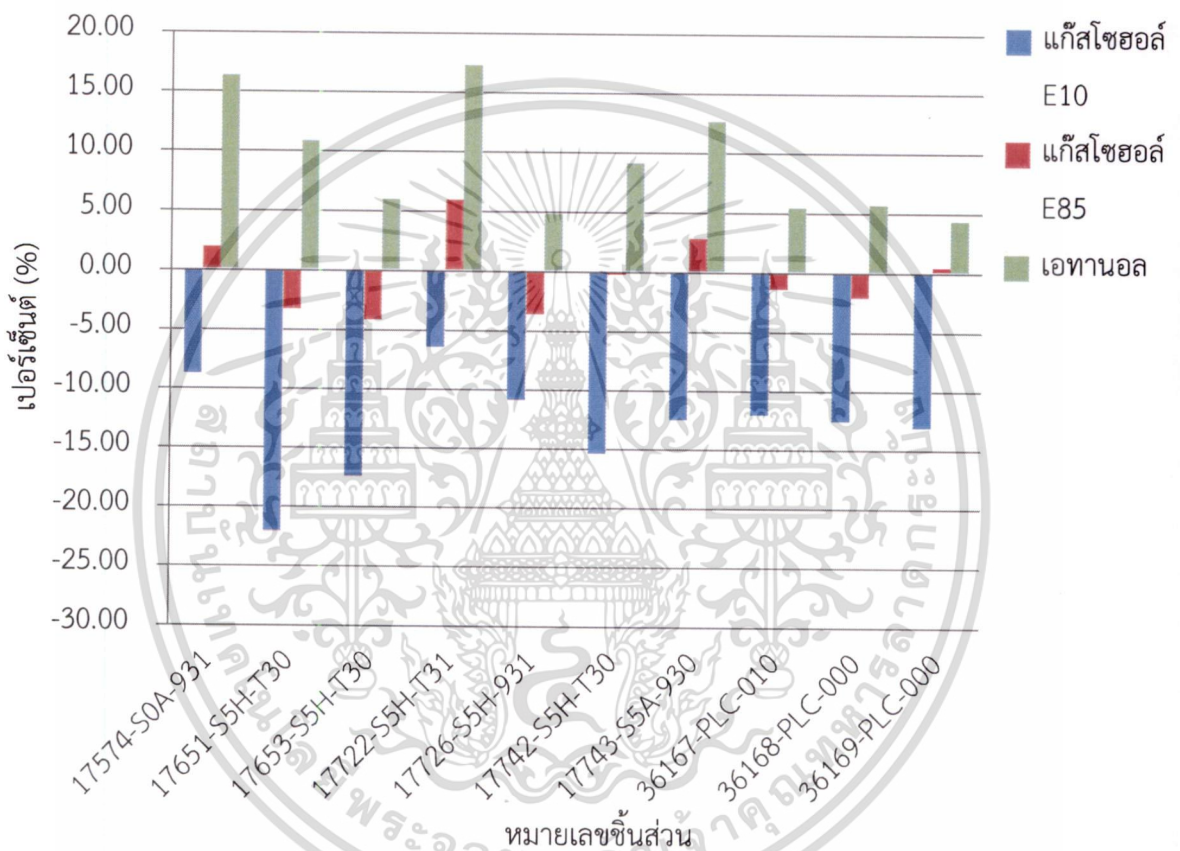
หมายเลข 36169-PLC-000 ของรถยนต์ B

หมายเลข ชิ้นส่วน	ความแข็ง ก่อนแช่	ความแข็ง หลังแช่	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอลล์ E10-01	78.30	66.80	-14.69	-13.06
แก๊สโซฮอลล์ E10-02	77.20	64.20	-16.84	
แก๊สโซฮอลล์ E10-03	75.80	66.20	-12.66	
แก๊สโซฮอลล์ E10-04	75.00	67.60	-9.87	
แก๊สโซฮอลล์ E10-05	76.40	67.80	-11.26	
แก๊สโซฮอลล์ E85-01	76.00	77.00	1.32	0.44
แก๊สโซฮอลล์ E85-02	77.40	76.60	-1.03	
แก๊สโซฮอลล์ E85-03	77.60	76.00	-2.06	
แก๊สโซฮอลล์ E85-04	75.80	77.00	1.58	
แก๊สโซฮอลล์ E85-05	75.00	76.80	2.40	
เอทานอล-01	77.60	80.20	3.35	4.34
เอทานอล-02	75.20	79.20	5.32	
เอทานอล-03	76.40	80.40	5.24	
เอทานอล-04	76.20	79.80	4.72	
เอทานอล-05	78.00	80.40	3.08	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.112 แสดงให้เห็นว่าชิ้นส่วนทุกชิ้นมีความแข็งแรงลดลงเมื่อแช่ในแก๊สโซฮอล์ E10 แต่ความแข็งแรงจะเพิ่มขึ้นเมื่อแช่ในเอทานอลประมาณ 4-17 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าไม่เหมาะสมเนื่องจากสภาวะการใช้งานของท่ออย่างเหล่านี้มีการเคลื่อนไหวตลอดเวลา หากท่อเกิดการแข็งอาจทำให้เสียคุณสมบัติทางกายภาพและเกิดความเสียหายได้

เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงหลังการแช่ของชิ้นส่วนรถยนต์ B



รูปที่ 5.112 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงหลังการแช่ของชิ้นส่วนรถยนต์ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.51-5.56 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วนทดสอบ 6 ชนิด

ตารางที่ 5.51 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน

ตัวอย่าง Vitube

หมายเลข ชิ้นส่วน	ความแข็ง ก่อนแช่	ความแข็ง หลังแช่	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอลล์ E10-01	70.80	56.33	-20.43	-19.23
แก๊สโซฮอลล์ E10-02	70.80	57.00	-19.49	
แก๊สโซฮอลล์ E10-03	70.20	56.83	-19.04	
แก๊สโซฮอลล์ E10-04	70.40	57.33	-18.56	
แก๊สโซฮอลล์ E10-05	71.20	57.93	-18.63	
แก๊สโซฮอลล์ E85-01	71.40	62.17	-12.93	-11.83
แก๊สโซฮอลล์ E85-02	69.40	61.17	-11.86	
แก๊สโซฮอลล์ E85-03	71.20	62.33	-12.45	
แก๊สโซฮอลล์ E85-04	71.40	63.33	-11.30	
แก๊สโซฮอลล์ E85-05	71.40	63.83	-10.60	
เอทานอล-01	71.00	63.83	-10.09	-9.70
เอทานอล-02	70.20	64.00	-8.83	
เอทานอล-03	70.60	63.67	-9.82	
เอทานอล-04	71.20	64.20	-9.83	
เอทานอล-05	71.60	64.50	-9.92	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับงานใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.52 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน
ตัวอย่าง Tygon 2075

หมายเลข ชิ้นส่วน	ความแข็ง ก่อนแช่	ความแข็ง หลังแช่	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	73.00	ไม่สามารถวัด ค่าได้	-	-
แก๊สโซฮอล์ E10-02	73.10			
แก๊สโซฮอล์ E10-03	72.60			
แก๊สโซฮอล์ E10-04	72.80			
แก๊สโซฮอล์ E10-05	72.50			
แก๊สโซฮอล์ E85-01	72.40	65.17	-9.99	-10.54
แก๊สโซฮอล์ E85-02	73.50	63.00	-14.29	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	73.10	67.17	-8.12	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	73.40	65.33	-10.99	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	72.80	66.00	-9.34	
เอทานอล-01	72.10	73.00	1.25	1.55
เอทานอล-02	73.00	74.83	2.51	
เอทานอล-03	73.10	74.83	2.37	
เอทานอล-04	73.50	73.83	0.45	
เอทานอล-05	73.00	73.83	1.14	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.53 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน
ท่อยาง Tygon F-4040-A

หมายเลข ชิ้นส่วน	ความแข็ง ก่อนแช่	ความแข็ง หลังแช่	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอล์ E10-01	75.80	83.33	9.94	9.32
แก๊สโซฮอล์ E10-02	75.00	83.33	11.11	
แก๊สโซฮอล์ E10-03	76.20	82.67	8.49	
แก๊สโซฮอล์ E10-04	76.00	83.17	9.43	
แก๊สโซฮอล์ E10-05	77.10	83.00	7.65	
แก๊สโซฮอล์ E85-01	76.70	94.33	22.99	23.50
แก๊สโซฮอล์ E85-02	76.60	95.17	24.24	
แก๊สโซฮอล์ E85-03	76.00	94.67	24.56	
แก๊สโซฮอล์ E85-04	78.40	95.67	22.02	
แก๊สโซฮอล์ E85-05	76.40	94.50	23.69	
เอทานอล-01	77.60	ไม่สามารถวัด ค่าได้		
เอทานอล-02	78.00			
เอทานอล-03	77.10			
เอทานอล-04	76.20			
เอทานอล-05	76.60			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

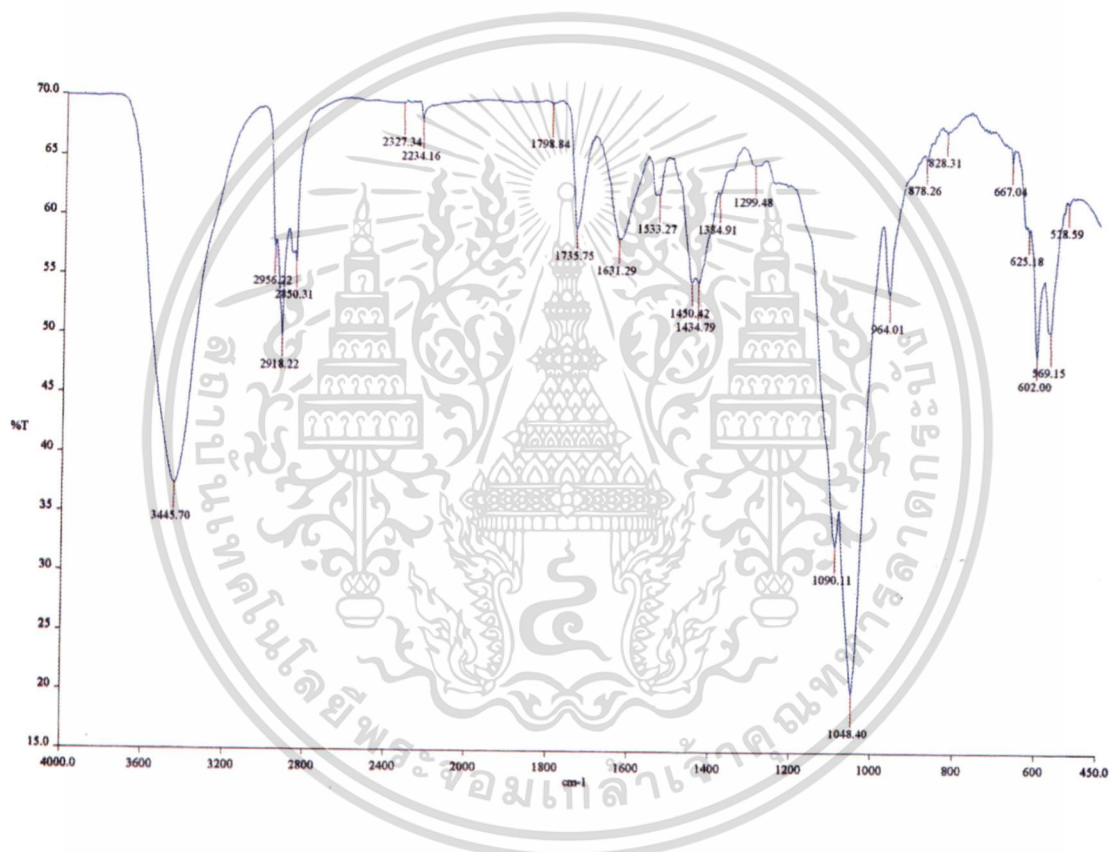
ตารางที่ 5.54 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความแข็งก่อนและหลังการทดสอบของชิ้นส่วน
ตัวอย่าง Norprene

หมายเลข ชิ้นส่วน	ความแข็ง ก่อนแช่	ความแข็ง หลังแช่	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลง (%)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย (%)
แก๊สโซฮอลล์ E10-01	64.20	50.83	-20.82	-19.70
แก๊สโซฮอลล์ E10-02	61.10	51.33	-15.98	
แก๊สโซฮอลล์ E10-03	63.60	51.00	-19.81	
แก๊สโซฮอลล์ E10-04	63.20	50.83	-19.57	
แก๊สโซฮอลล์ E10-05	64.80	50.33	-22.33	
แก๊สโซฮอลล์ E85-01	63.60	64.00	0.63	2.82
แก๊สโซฮอลล์ E85-02	62.70	66.33	5.79	
แก๊สโซฮอลล์ E85-03	63.60	65.67	3.25	
แก๊สโซฮอลล์ E85-04	64.20	65.67	2.28	
แก๊สโซฮอลล์ E85-05	64.30	65.67	2.13	
เอทานอล-01	64.00	68.33	6.77	4.95
เอทานอล-02	66.00	68.00	3.03	
เอทานอล-03	65.00	67.00	3.08	
เอทานอล-04	63.50	67.83	6.82	
เอทานอล-05	64.40	67.67	5.07	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

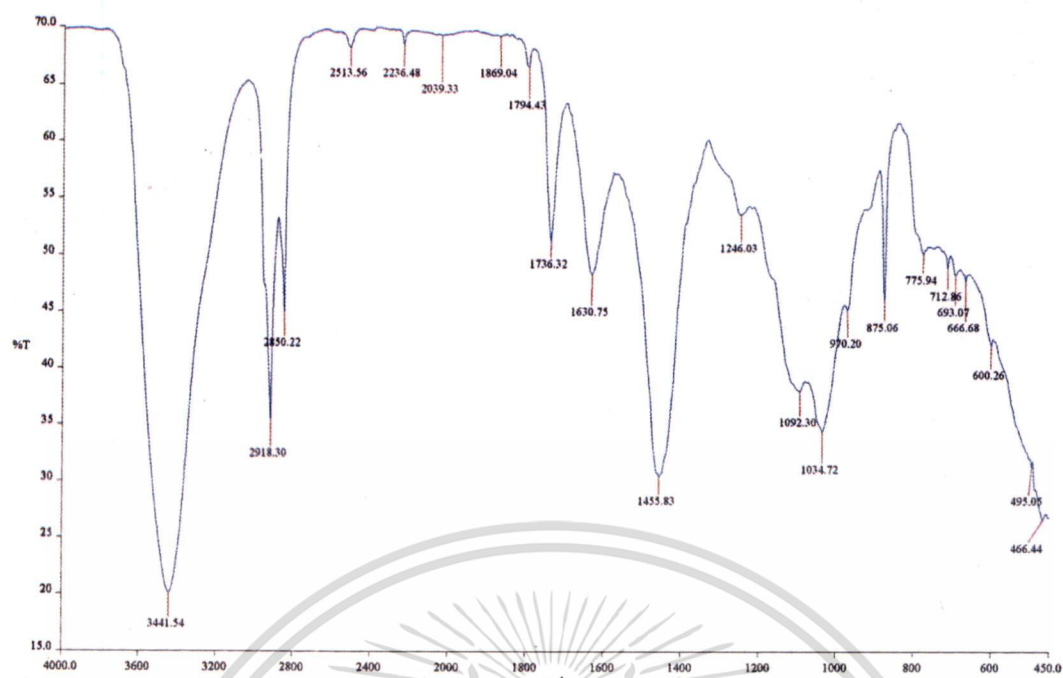
5.4 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างชิ้นส่วนพอลิเมอร์ด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer

การทดสอบวิเคราะห์นี้สามารถบอกฟังก์ชันนัลกรุปของชิ้นส่วนแต่ละชิ้น โดยฟังก์ชันนัลกรุปคือ กลุ่มอะตอมภายในโมเลกุลซึ่งมีลักษณะเฉพาะที่แสดงถึงสมบัติทางเคมี โมเลกุลที่มีหมู่ฟังก์ชันประเภทเดียวกันจะสามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีในลักษณะเดียวกัน โดยไม่ขึ้นกับขนาดหรือความซับซ้อนของโมเลกุล รูปที่ 5.114-5.121 แสดงผลวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer ของรถยนต์ทดสอบ A และ B

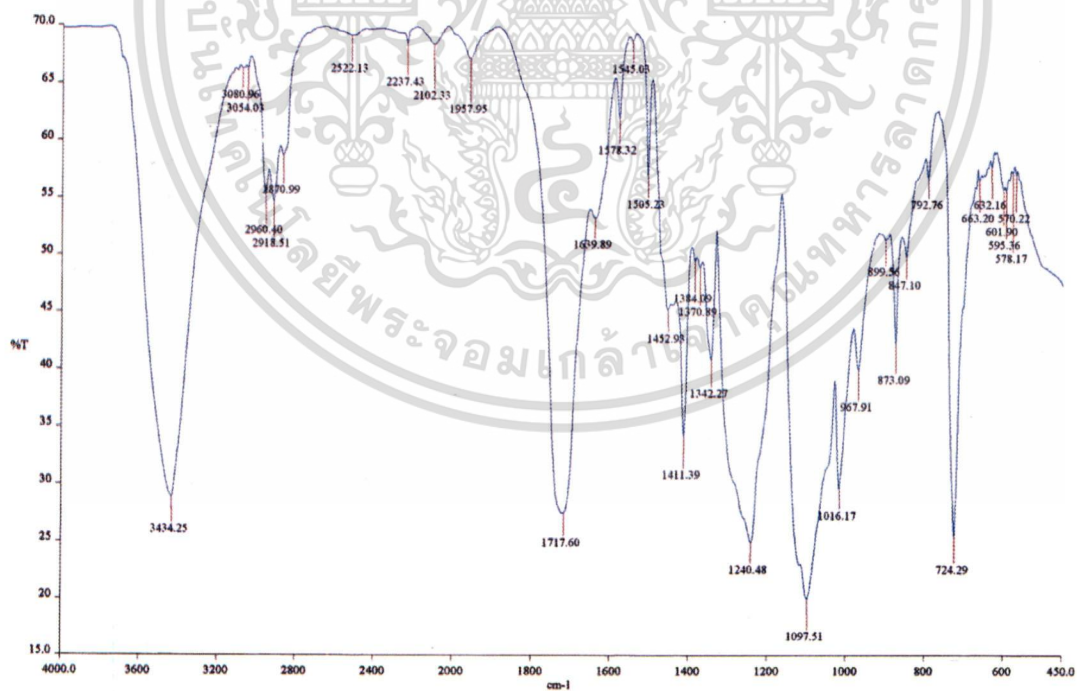


รูปที่ 5.114 ผลวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer ของตัวอย่างคอน้ำมัน
ใหญ่ของรถยนต์ทดสอบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

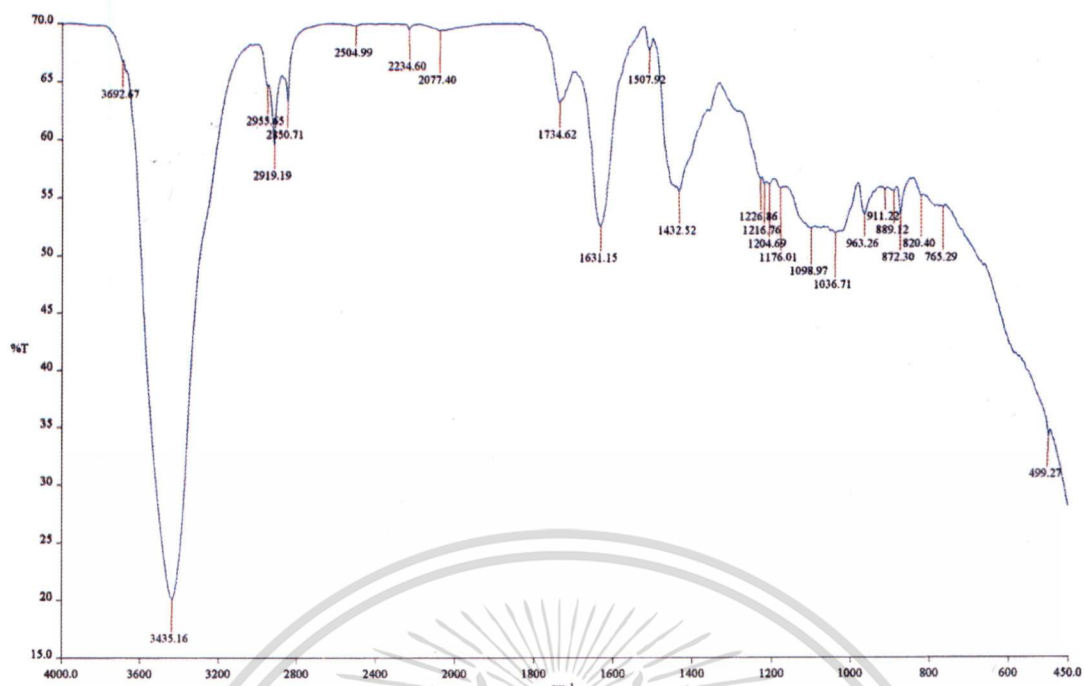


รูปที่ 5.115 ผลวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer ของตัวอย่างน้ำมันเล็ก
ของรถยนต์ทดสอบ A

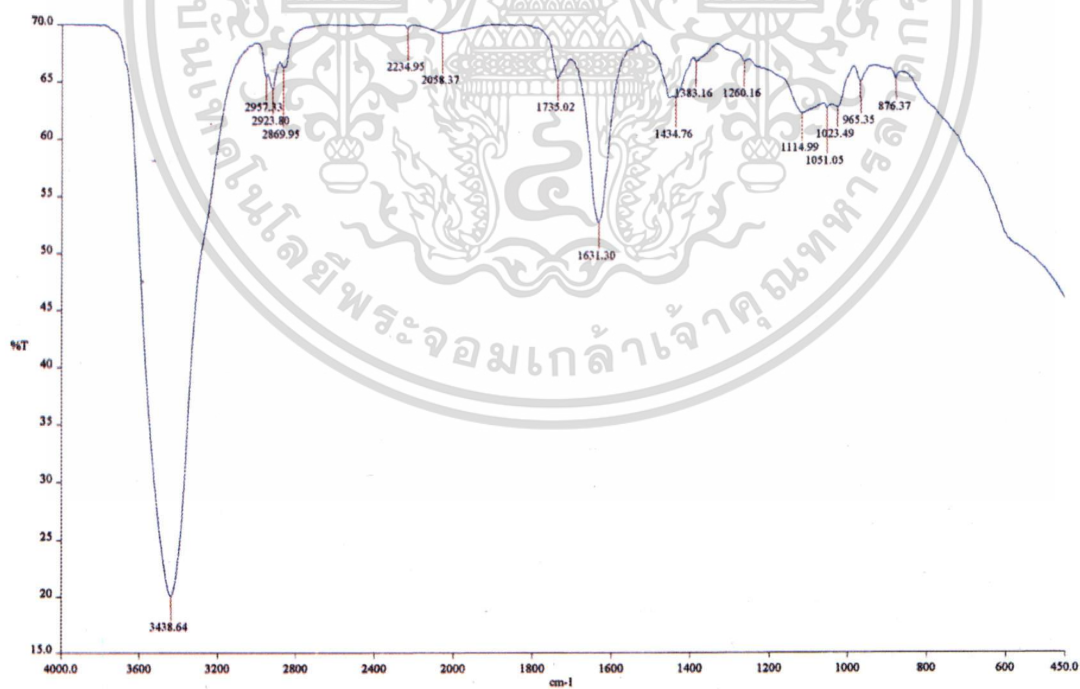


รูปที่ 5.116 ผลวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer ของตัวอย่างน้ำมัน
ของรถยนต์ทดสอบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

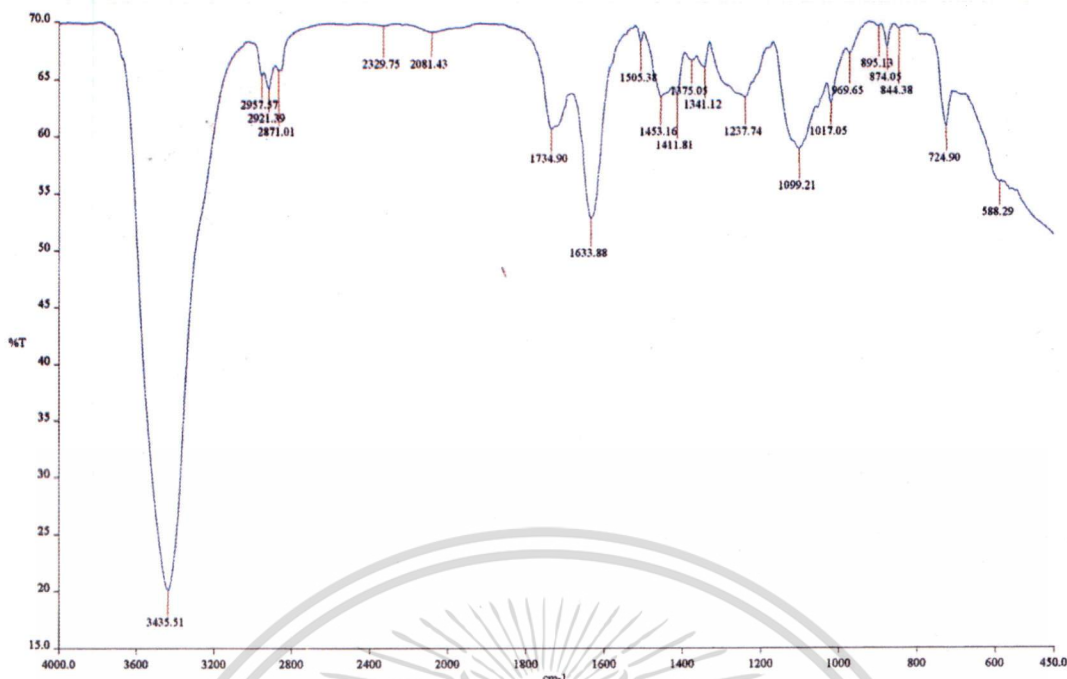


รูปที่ 5.117 ผลวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer ของตัวอย่างคอน้ำมัน
ใหญ่ของรถยนต์ทดสอบ B

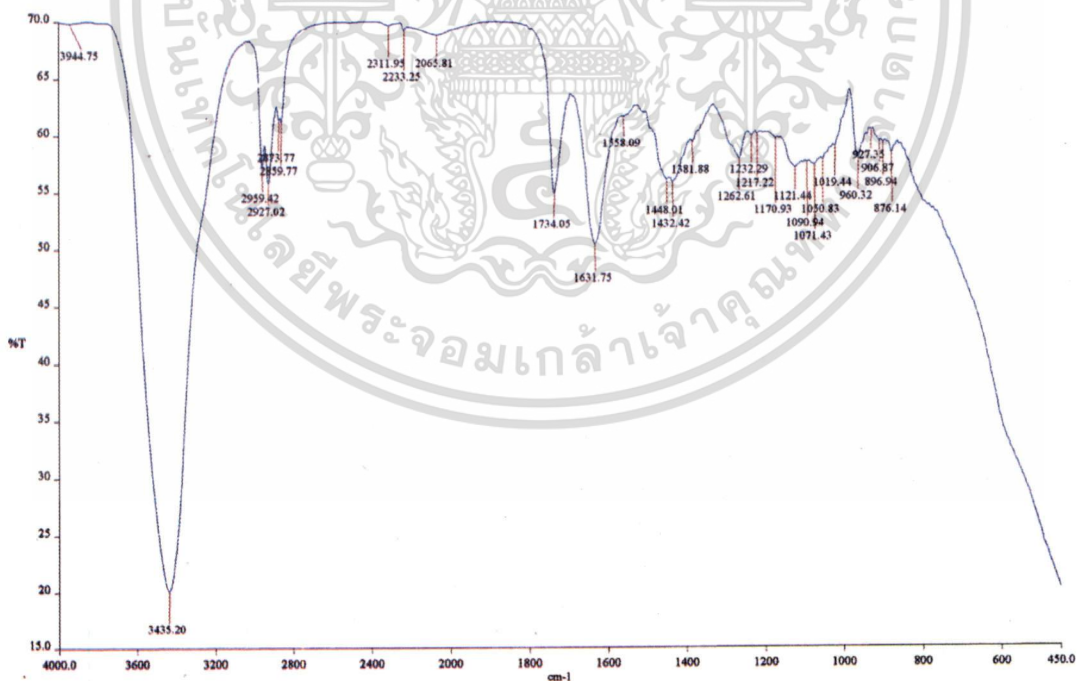


รูปที่ 5.118 ผลวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer ของตัวอย่างน้ำมัน
ของรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

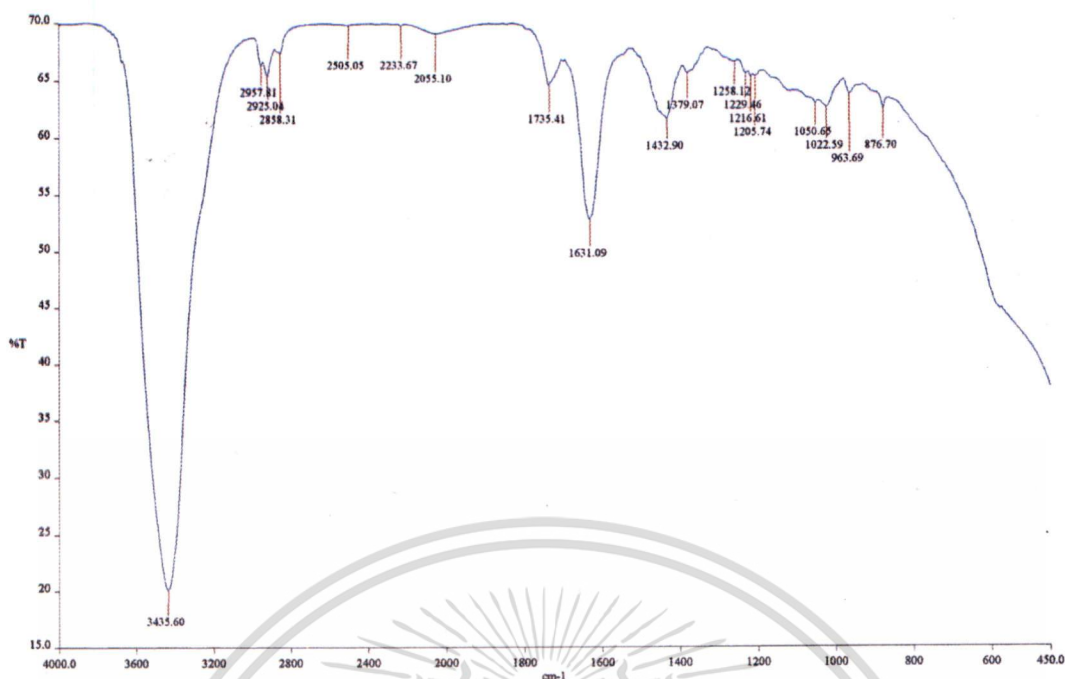


รูปที่ 5.119 ผลวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer ของชุดท่อไอระเหย น้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์ทดสอบ B



รูปที่ 5.120 ผลวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer ของชุดท่อน้ำมัน จากกรองเข้าปั๊มเชื้อเพลิงของรถยนต์ทดสอบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.121 ผลวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer ของชุดท่อน้ำมันจากบ่มน้ำในถังของรถยนต์ทดสอบ B

จากกราฟในแกนนอนจะแสดง Wave number ซึ่งมีหน่วยเป็น cm^{-1} (ต่อเซนติเมตร) หมายถึงจำนวนลูกคลื่นต่อระยะทาง 1 เซนติเมตร ถ้า wavenumber เท่ากับ 4000 cm^{-1} ความยาวคลื่นคือ $1/4000 \text{ cm}^{-1}$ โดยทั่วไปด้านซ้ายของแกนนอนจะเป็น wavenumber สูง ส่วนทางด้านขวาของแกนนอนเป็น wavenumber ต่ำ (ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง $4000 - 400 \text{ cm}^{-1}$) ส่วนในแกนตั้งมีหน่วยที่ใช้หลักๆ อยู่ 2 หน่วยคือ % Transmittance (ร้อยละของแสงที่ส่องผ่าน) เช่น $\%T = 50$ แสดงว่าแสงที่ความยาวคลื่นนั้นๆ ส่องผ่านได้ 50% ที่เหลืออีก 50% ถูกดูดกลืน การดูพีคของกราฟ %T จะต้องดูยอดที่ชี้ลงมา นอกจากนี้อีกหน่วยในแกนตั้งได้แก่ Absorbance (ค่าการดูดกลืน) IR Spectrum โดยที่แกนตั้งมีหน่วยเป็น Absorbance เวลาดู peak ต้องดูยอดที่แหลมขึ้นไป ซึ่งตรงข้ามกับกราฟ %T

ชิ้นส่วนตัวอย่างทั้งหมดที่นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง FT-IR Spectrophotometer ให้ผลการทดสอบที่ใกล้เคียงกัน นั่นคือมีฟังก์ชันนัลกรุ๊ปเป็นแอลคิล และมีพีกใหญ่เป็นหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) มีพีกพันธะอยู่ที่ $3300 - 3600 \text{ cm}^{-1}$ ซึ่งโครงสร้างของเอทานอลเป็นสารประกอบอินทรีย์ ที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ต่อกับอะตอมคาร์บอนของหมู่แอลคิล ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าส่วนประกอบของยานำมาทดสอบกับส่วนประกอบของเอทานอลมีตัวตนตรงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกฎของการละลาย (Like dissolve like) สารประกอบที่มีขี้หรือสารประกอบไอออนิกจะสามารถละลายได้ในตัวทำละลายที่มีขี้ และสารประกอบที่ไม่มีขี้จะสามารถละลายได้ในตัวทำละลายที่ไม่มีขี้ กฎของการละลายนี้สามารถใช้ได้กับวัสดุทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นโลหะหรืออโลหะ ดังนั้นเมื่อชิ้นส่วนมีขี้ตรงกับขี้ของเอทานอลก็จะสามารถเกิดการละลายในเอทานอลได้ แต่เนื่องจากท่อยางที่ใช้ในอุตสาหกรรมได้ผ่านกระบวนการวัลคาไนซ์หรือการเชื่อมระหว่างสายโซ่ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติเชิงกลและสมบัติทางความร้อน และเมื่อผ่านกระบวนการวัลคาไนซ์แล้วจะไม่สามารถละลายในตัวทำละลายได้อีกต่อไป ทำให้ยางจะแข็งตัวเท่านั้น โดยโมเลกุลของเอทานอลจะแทรกซึมเข้าไประหว่างสายโซ่ของยาง ทำให้ยางเกิดการบวม ซึ่งจะทำให้คุณสมบัติเชิงกลของยางลดลงเมื่อเทียบกับยางในสภาวะปกติ

จากกลไกของการกัดกร่อนซึ่งกล่าวว่า การกัดกร่อนที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีโดยตรงเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดกับโลหะ ซึ่งโลหะที่อยู่ในกลุ่มธาตุทรานซิชันจะรวมกับออกซิเจนในสิ่งแวดล้อมได้ค่อนข้างน้อย การเกิดออกซิเดชันของโลหะนั้นจะช้ามากที่อุณหภูมิห้อง และจะเกิดเร็วมากขึ้นขณะที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น เนื่องจากอัตราการกัดกร่อนจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความเข้มข้น และชนิดของตัวทำปฏิกิริยา [29] จากการทดสอบจะเห็นว่ามีการควบคุมอุณหภูมิให้เท่ากัน ดังนั้นปัจจัยที่ทำให้เกิดอัตราการกัดกร่อนที่ต่างกันในการทดสอบนี้คือ ชนิดของตัวทำปฏิกิริยา สังเกตว่าแก๊วดระดับน้ำมันที่แช่ในเอทานอล จะเกิดการกัดกร่อนมากกว่าชิ้นส่วนที่แช่ในเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ จึงสามารถสรุปได้ว่าออกซิเจนในเชื้อเพลิงเอทานอลทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับโลหะ ทำให้เกิดการกัดกร่อนขึ้น

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลกระทบของแก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอล ที่มีต่อชิ้นส่วนจริงที่อยู่ในระบบเชื้อเพลิงของรถยนต์ซึ่งประกอบด้วยรถยนต์ทดสอบ A และรถยนต์ทดสอบ B จากงานวิจัยต่างๆ ที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่ามาตรฐานที่ใช้อ้างอิงในการวิเคราะห์และตัดสินว่าวัสดุชนิดใดยอมรับได้หรือไม่ได้นั้น ไม่มีเกณฑ์ที่ตายตัวแน่นอน เพื่อกำหนดข้อจำกัดในการค้นคว้าของงานวิจัยนี้ จึงกำหนดเกณฑ์ในการวิเคราะห์ดังนี้คือ ใช้การเปรียบเทียบกับผลการทดสอบกับแก๊สโซฮอล์ E10 ถ้าหากว่าผลจากแก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอล ไม่แสดงผลกระทบมากกว่าแก๊สโซฮอล์ E10 แล้วจะถือว่าชิ้นส่วนที่ทดสอบมีความเหมาะสมกับแก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอล

1. จากการศึกษาผลกระทบของเอทานอลและแก๊สโซฮอล์อี 85 ที่มีต่อระบบเชื้อเพลิงในรถยนต์ ผลจากข้อมูลที่น่าวิเคราะห์ซึ่งประกอบด้วย ลักษณะภายนอก น้ำหนักและความแข็งแรง สามารถสรุปได้ดังนี้

ลักษณะภายนอก: ชิ้นส่วนที่เกิดการเปลี่ยนสีตามสีน้ำมันที่แช่ ได้แก่ กรองหยาบและเกจวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิง ในรถยนต์ทดสอบ A และ B แต่เนื่องจากชิ้นส่วนที่ใช้ทดสอบเป็นชิ้นส่วนในระบบเชื้อเพลิงไม่ใช่ชิ้นส่วนเพื่อความสวยงาม ดังนั้นการเปลี่ยนสีจึงไม่ใช่ได้บ่งชี้ว่าชิ้นส่วนนั้นไม่เหมาะสม สำหรับชิ้นส่วนประเภทโลหะที่เกิดการกัดกร่อน ได้แก่ บริเวณแผ่นปรี้นบนเกจวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิง อาจทำให้การวัดระดับน้ำมันเกิดการคลาดเคลื่อนได้

น้ำหนักเปียก: หลังจากชิ้นส่วนถูกแช่ในเชื้อเพลิงทั้งสามชนิด ผลแสดงให้เห็นว่าเอทานอลและแก๊สโซฮอล์อี 85 เกิดผลกระทบต่อชิ้นส่วนในระบบเชื้อเพลิงของรถยนต์ในกลุ่มวัสดุประเภทท่อยางซึ่งชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น แต่ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมเนื่องจากการเพิ่มอยู่ในช่วงที่ไม่เกินผลที่ได้จากแก๊สโซฮอล์ E10 ได้แก่ ตัวรองหัวฉีด ท่อยางไอน้ำมันเชื้อเพลิง ท่อยางน้ำมันเชื้อเพลิง สายน้ำมันไหลกลับ โอริงและกรองน้ำมันเชื้อเพลิงในรถยนต์ทดสอบ A ส่วนในรถยนต์ทดสอบ B ได้แก่ ท่อแรงดันน้ำมันจากปั๊มเข้ารางหัวฉีดและโอริง โดยน้ำหนักเพิ่มขึ้น 2-11 เปอร์เซ็นต์ ชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักลดลงซึ่งแสดงให้เห็นว่าเอทานอลที่อยู่ในน้ำมันอาจทำปฏิกิริยากับวัสดุ และเนื่องจากน้ำหนักลดลงจากน้ำหนักก่อนการแช่จึงถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เหมาะสมที่จะใช้แก๊สโซฮอล์อี 85 และเอทานอล ได้แก่ ยางรองปั๊มหัวฉีด ท่อยางคบน้ำมันใหญ่ ท่อยางคบน้ำมันเล็กและท่อไอน้ำมันเชื้อเพลิงในรถยนต์ทดสอบ A สำหรับในรถยนต์ทดสอบ B ได้แก่ ชุดท่อแรงดันอากาศ ท่อทางน้ำมัน ชุดท่อไอระเหย

น้ำมันเชื้อเพลิง ท่อน้ำมันจากกรองเข้าปั้ม ท่อน้ำมันจากปั้มในถัง ท่ออากาศบางส่วนเข้าสู่ชุด
 ปีกผีเสื้อ A, B และ C โดยน้ำหนักลดลง 1-7 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักแห้ง: เมื่อสิ้นสุดการทดสอบและทำการชั่งน้ำหนักหลังจากการระเหยเอาน้ำมันออก
 จากชิ้นส่วนที่เป็นท่ออย่างพบว่าชิ้นส่วนเกือบทั้งหมดเกิดการสูญเสียน้ำหนัก และมีชิ้นส่วนที่แสดงค่า
 การสูญเสียน้ำหนักมากกว่าชิ้นส่วนที่แช่ในแก๊สโซฮอล์ E10 ซึ่งจะถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เหมาะสม
 ได้แก่ ยางรองปั้มหัวฉีด ตัวรองหัวฉีด สายน้ำมันเข้ากรองเชื้อเพลิง สายน้ำมันไหลกลับ ท่อคอก
 น้ำมันใหญ่ในรถยนต์ทดสอบ A โดยสูญเสียน้ำหนัก 6-18 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในรถยนต์ทดสอบ B
 ได้แก่ ท่อแรงดันน้ำมันจากปั้มเข้ารางหัวฉีด ท่อคอกน้ำมันใหญ่ ท่อทางน้ำมัน ชุดท่อไอระเหยน้ำมัน
 เชื้อเพลิง ท่อน้ำมันจากกรองเข้าปั้มและท่อน้ำมันจากปั้มในถัง โดยสูญเสียน้ำหนัก 4-18
 เปอร์เซ็นต์จากน้ำหนักก่อนการทดสอบ

ความแข็ง: ช่วงท้ายของการทดสอบชิ้นส่วนท่ออย่างจะถูกวัดความแข็งในสภาพเปียก จากผล
 การทดสอบปรากฏว่าความแข็งของชิ้นส่วนที่แช่ในแก๊สโซฮอล์ E10 ทุกชิ้นลดลง ชิ้นส่วนที่แช่ในแก๊ส
 โซฮอล์อี 85 และเอทานอลแล้วมีความแข็งลดลง ได้แก่ ยางรองปั้มหัวฉีด ท่อทางน้ำมันเชื้อเพลิงใน
 รถยนต์ทดสอบ A โดยความแข็งลดลง 0.2-14 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมเนื่องจาก
 ชิ้นส่วนเหล่านี้ความแข็งลดลงน้อยกว่าผลในแก๊สโซฮอล์ E10 ในขณะที่ชิ้นส่วนที่ความแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อ
 แช่ในแก๊สโซฮอล์อี 85 และเอทานอลซึ่งอาจจะทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของท่ออย่างลดลง
 เนื่องจากโดยปกติแล้วชิ้นส่วนที่เป็นท่อภายในระบบน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนไหวขณะ
 ใช้งาน หากคุณสมบัติทางกายภาพของท่ออย่างเปลี่ยนแปลง เช่น เกิดการแข็งหรือเปราะ อาจทำให้ท่อ
 อย่างเกิดการความเสียหายได้ ได้แก่ ท่อคอกน้ำมันเล็กและท่อคอกน้ำมันเชื้อเพลิงในรถยนต์ทดสอบ
 A โดยความแข็งเพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ และท่อคอกทุกชิ้นในรถยนต์ทดสอบ B ความแข็งเพิ่มขึ้น 4-17
 เปอร์เซ็นต์

2. จากผลการศึกษาคุณสมบัติลักษณะภายนอก น้ำหนักและความแข็ง สามารถประเมิน
 ชิ้นส่วนที่ไม่เหมาะสมกับการใช้แก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอล ได้ดังนี้ ในรถยนต์ทดสอบ A ชิ้นส่วนที่
 ไม่เหมาะสมและควรทำการเปลี่ยนคือ ยางรองปั้มหัวฉีด ท่อคอกน้ำมันใหญ่ ท่อน้ำมันเชื้อเพลิง
 ท่อทางน้ำมันเชื้อเพลิง และเกจวัดระดับน้ำมัน สำหรับชิ้นส่วนที่ควรทำการเปลี่ยนในรถยนต์
 ทดสอบ B คือ ปะเก็น (ยางรองกันปั้มเคลื่อนตัว) ท่อคอกน้ำมันใหญ่ (ท่อเติมน้ำมันเข้าถัง) ชุดท่อ
 แรงดันอากาศ ท่อทางน้ำมัน (ท่อน้ำมันสวนเกินกลับถัง) ท่อน้ำมันจากกรองเข้าปั้ม ท่อน้ำมัน
 จากปั้มในถัง ท่ออากาศบางส่วนเข้าสู่ชุดปีกผีเสื้อ A, B และ C และเกจวัดระดับน้ำมัน

3. จากผลการทดสอบเพื่อหาวัสดุที่มีความเหมาะสมและทนทานต่อการใช้แก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอล โดยใช้ตัวอย่างที่จำหน่ายในท้องตลาด สามารถสรุปได้ ดังนี้

- Tygon 2075 ไม่เหมาะสม เนื่องจากเกิดการบวมเมื่อแช่ในแก๊สโซฮอล์ E10
- Tygon F-4040-A ไม่เหมาะสม เนื่องจากเกิดการหดตัว และความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยเฉพาะเมื่อแช่ในเอทานอล
- Norprene ไม่เหมาะสม เนื่องจากเกิดการบวมเมื่อแช่ในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10 และหดตัวเมื่อแช่ในแก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอล
- Superthane ไม่เหมาะสม เนื่องจากเกิดการบวมเมื่อแช่ในน้ำมันทั้งสามชนิด

มีเพียง Vitube และ Submersible Fuel 4219 Series เท่านั้น ที่มีผลกระทบเกิดขึ้นน้อยและใกล้เคียงกับผลที่ได้จากการแช่แก๊สโซฮอล์ E10 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าวัสดุตัวอย่างทั้งสองชนิดสามารถนำมาใช้ในระบบเชื้อเพลิงของรถยนต์ที่ใช้แก๊สโซฮอล์ E85 และเอทานอลได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน. “รถยนต์ที่สามารถใช้แก๊สโซฮอล์” [Online]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.doeb.go.th/knowledge/gasohol.html>. 2550.
- [2] กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน. “ข้อมูลสถานีบริการจำหน่ายแก๊สโซฮอล์” [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.doeb.go.th/info/info_sta_fuel_year.php. 2555
- [3] Maarten Boons และ Richard Van Den Bulk. “The Impact of E85 Use on Lubricant Performance.” SAE Technical Paper, 2008.
- [4] Jagadish Sorab และคณะ. “Wear Protection Properties of Flexible Fuel Vehicle (FFV) Lubricants.” SAE Technical Paper 1993-10-01, 2003.
- [5] Granger K. และคณะ. “Ranking of Lubricants for Flexible Fuel Vehicles (FFV) by a Short Engine Sequence Test.” SAE Technical Paper Series 932790, 1993.
- [6] J. S. Cowart และคณะ. “Powertrain Development of the 1996 Ford Flexible Fuel Taurus.” SAE Technical Paper Series 952751, 1995.
- [7] Richard J. DuMont และคณะ. “Controlling Induction System Deposits in Flexible Fuel Vehicles Operating on E85” SAE Technical Paper , 2007.
- [8] ภาณุเดช จินดาวงศ์ และคณะ. “สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง.” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย. 2003.
- [9] Peter Grabner และคณะ. “Potential of E85 Direct Injection for Passenger Car Application.” SAE Technical Paper 2010-01-2086, 2010.
- [10] ธนวัฒน์ ศรีรักษา. 2552. “การดัดแปลงและตรวจสอบเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์สี่จังหวะสำหรับการใช้เชื้อเพลิงเอทานอล.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [11] Bruce Jones, Gary Mead, Paul Steevens, and Mike Timanus. “The Effects of E20 on Metals Used in Automotive Fuel System Components.” Minnesota Center for Automotive Research at Minnesota State University. 2008.
- [11] Bruce Jones, Gary Mead, Paul Steevens, and Mike Timanus. “The Effects of E20 on Plastic Used in Automotive Fuel System Components.” Minnesota Center for Automotive Research at Minnesota State University. 2008.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [12] Bruce Jones, Gary Mead, Paul Steevens, and Mike Timanus. "The Effects of E20 on Elastomers Used in Automotive Fuel System Components." Minnesota Center for Automotive Research at Minnesota State University. 2008.
- [13] Orbital Engine Company. 2003. A Testing Based Assessment to Determine Impacts of a 20% Ethanol Gasoline Fuel Blend on the Australian Passenger Vehicle Fleet-2000 hrs Material Compatibility Testing: Environment Australia.
- [14] Seiichi Soma, Keiichi Nagai, Kenji Morita, Gen Sugiyama และ Toshiyuki Seko. "Investigations of Impact of the Ethanol Content on Exhaust Gases, Fuel Evaporative Emissions, High-temperature Drivability, and Materials for Fuel Supply System Parts of Gasoline Vehicles." SAE Technical Paper 2005-01-3710, 2005.
- [15] กังสดาล เอกเจริญ และ วรัญ แต่ไพสิฐพงษ์. "Effects of Gasohols on the Impact Properties of Glass Fiber Reinforced Polyvinyl Chloride Composites." 35th Congress on Science and Technology of Thailand. October 2009.
- [16] ปราณิศ ชูแสง และ วรัญ แต่ไพสิฐพงษ์. "Influences of Gasohol on Mechanical Properties of Glass Fiber Reinforced Polyamide 6 Composites." 35th Congress on Science and Technology of Thailand. October 2009.
- [17] Ito, A., Yamada, H., Horie, H., Kubota, T. "Flexible-Fuel System for Small Motorcycles," SAE Technical Paper 2009-32-0044, 2009.
- [18] Ramesh Singh. "Ethanol Corrosion in Pipelines" Gulf Interstate Engineering, Houston, Texas. May 2009.
- [19] F. J. Walker. "Effects of Ethanol Fuels on Common Static Sealing Polymer Systems." SAE Technical Paper 2007-01-2738, 2009.
- [20] Michael D. Kass. "Elastomer Compatibility to Gasoline Containing Intermediate Levels of Ethanol"
- [21] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. "รู้จักเอทานอล"
[Online]. เข้าถึงได้จาก : <http://water-pacific.com/index.php/2010-08-14-10-07-37>.
2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [22] นิพนธ์ วงศ์วิเศษสิริกุล. 2548. เคมีอินทรีย์ 1. เล่ม 1, ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- [23] ปรีชา พหลเทพ. 2531. โพลีเมอร์ High Polymers. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ :
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
รามคำแหง
- [24] แม้น อมรสิทธิ์ และ อมร เพชรสม. 2534. หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ
(Principle and Techniques of Instrumental Analysis). กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วน
จำกัด โรงพิมพ์ชวนพิมพ์
- [25] กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2551. ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนด
ลักษณะและคุณภาพของเอทานอลแปลงสภาพ. เล่ม 125 ตอนพิเศษ 124 ง.
- [26] SAE International. "Recommended method for conducting corrosion tests in
gasoline/ methanol fuel mixtures-SAE J1747." SAE Information Report, 1994.
- [27] SAE International. "Methods for determining physical properties of polymeric
materials exposed to gasoline/ oxygenate fuel mixtures-SAE J1748." SAE
Information Report, 1998.
- [28] ASTM (American Society of Testing and Materials). "ASTM D2240 Standard
test method for rubber property-durometer hardness." 1997.
- [29] พรศักดิ์ อรรถวานิช. 2546. โลหการวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

1. กาทหลง บัวนาค, ปัญญา ชันธสุวรรณ และ จินดา เจริญพรพาณิชย์, “การศึกษาผลกระทบของเชื้อเพลิงเอทานอลและ E85 ต่อชิ้นส่วนในระบบเชื้อเพลิง: ทดสอบความทนทานของวัสดุต่อเชื้อเพลิง,” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23, หน้า 25, จังหวัดเชียงใหม่, 4-7 พฤศจิกายน, 2552 (2009)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



AEC-021153

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23
4 - 7 พฤศจิกายน 2552 จังหวัดเชียงใหม่

**การศึกษาผลกระทบของเชื้อเพลิงเอทานอลและ E85 ต่อชิ้นส่วนในระบบเชื้อเพลิง
: ทดสอบความทนทานของวัสดุต่อเชื้อเพลิง**
**The investigation of Ethanol Fuel and E85 impacts on Fuel Supply System
: Material Compatibility Test**

กาหลง บัวนาถ, ปัญญา ชันธุ์สุวรรณ และ จินดา เจริญพรพาณิชย์*

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

*ผู้ติดต่อ: E-mail: kchchind@kmitl.ac.th, โทรศัพท์: (662) 3264197, โทรสาร: (662) 3264198

บทคัดย่อ

ปัจจุบันนี้ประเทศไทยได้มีการส่งเสริมให้ประชาชนใช้เชื้อเพลิงที่เป็นพลังงานทางเลือกเพิ่มมากขึ้น เช่น ก๊าซธรรมชาติและเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอล เหตุผลหลักที่สำคัญและเหมือนกันทุกประเทศของการส่งเสริมการใช้เอทานอลผสมในน้ำมันเบนซิน คือ เพื่อสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน ลดการพึ่งพาน้ำมันปิโตรเลียมลดภาวะโลกร้อนจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ และเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรซึ่งเป็นประชากรส่วนใหญ่ของประเทศ ในประเทศไทยมีการใช้น้ำมันเบนซินที่มีส่วนผสมของเอทานอลร้อยละ 10 และ 20 โดยปริมาตร ซึ่งได้รับการยอมรับว่าเหมาะสมกับยานยนต์ทั่วไป และในปัจจุบันยังมีการส่งเสริมให้มีการใช้เชื้อเพลิงทดแทนที่มีส่วนผสมเอทานอลร้อยละ 85 โดยปริมาตรกับน้ำมันแก๊สโซลีน หรือที่ใช้ชื่อทางการค้าว่าอี 85 อีกด้วย และเมื่อผู้ขับขี่ยานยนต์มีความประสงค์จะใช้น้ำมันเบนซินอี 85 บนสมมติฐานที่ว่าชิ้นส่วนของยานยนต์ที่ไม่ได้รับการออกแบบมาใช้กับน้ำมันเบนซินอี 85 อาจเกิดความเสียหายและเกิดอันตรายต่อผู้ขับขี่ยานยนต์ได้ ดังนั้นการศึกษาความเหมาะสมของน้ำมันเบนซินอี 85 ต่อชิ้นส่วนยานยนต์จึงมีความจำเป็น และเพื่อรองรับขนาดจึงมีการทดสอบชิ้นส่วนยานยนต์กับเอทานอล 100 เปอร์เซ็นต์หรืออี 100 อีกด้วย เพื่อการศึกษาดังกล่าวยานยนต์รุ่นปี 2005 ซึ่งเป็นที่นิยมในประเทศไทย จึงได้รับคัดเลือกเพื่อทำการทดสอบ ชิ้นส่วนในระบบเชื้อเพลิงตั้งแต่ถังน้ำมันไปจนถึงห้องเผาไหม้ถูกคัดเลือกเพื่อทดสอบความคงทนของชิ้นส่วน นั้น คือน้ำมันเบนซินอี 85 และอี 100 (E85 and E100 Material compatibility) โดยวิธีการแช่ในระบบปิด ที่อุณหภูมิ 55 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2000 ชั่วโมง ซึ่งการทดสอบดังกล่าวได้ถูกออกแบบให้เป็นไปตามมาตรฐาน SAE และ ASTM โดยที่ระหว่าง รวมถึงหลังจากสิ้นสุดการทดสอบ ค่าข้อมูลต่างๆ (ขนาด น้ำหนัก ความแข็ง รวมถึงภาพถ่าย) จะถูกบันทึก เพื่อการเปรียบเทียบ ข้อมูลที่ได้จากชิ้นส่วนที่แช่ในเชื้อเพลิงอี 10 กับข้อมูลที่ได้จากชิ้นส่วนที่แช่ในเชื้อเพลิงอี 85 และอี 100 จากการทดสอบพบว่า ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะบางชิ้นเกิดการกัดกร่อน เช่นบริเวณแผ่นปรีนโนซุดมิเตอร์ และชุดสายไฟ ปีม้ำมันเชื้อเพลิง ส่วนท่อภายในทางเดินน้ำมันมีบางชิ้นส่วนที่เกิดการแข็งเมื่อแช่ในเชื้อเพลิงอี 85 และอี 100

คำหลัก: พลังงานทางเลือก, E85, เอทานอล, ระบบเชื้อเพลิง, รถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

In Thailand, gasoline mixtures with 85% ethanol by volume so called E85 recently available with guaranteed lower selling price are expected to replace the former types of gasoline. The looming change leads to certain concerns on material compatibility with E85 for automobiles deliberately not designed to run by the blends. Fluid immersion tests complying with SAE and ASTM standard were performed to the parts. The metallic and polymeric parts were submersed in test fluids inside an oven in which temperature had been 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 derived from the other parts submersed in E10 test fluid. A significant level of differences indicates incompatibility of a part with an assumption that the part is already compatible with E10.

Keywords: Alternative energy, E85, Ethanol, Fuel system, Vehicles

1. บทนำ

ในหลายปีที่ผ่านมา มีการใช้เชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอลเพิ่มมากขึ้น ในส่วนของประเทศไทยก็มีการส่งเสริมให้ใช้เชื้อเพลิงแก๊สไฮดรอลิก โดยเฉพาะ อี 10 ที่มีการรับรองแล้วว่าสามารถใช้ได้กับยานยนต์รุ่นเก่าที่นิยมใช้กันในประเทศ แต่สำหรับกรณีของเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอล 85 เปอร์เซ็นต์ หรือ อี85 นั้น มีการรับรองให้ใช้ได้ไทรยนต์ FFV ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานโดยเฉพาะ ไม่มีการรับรองได้ว่าจะสามารถใช้ได้กับยานยนต์รุ่นเก่า เมื่อผู้ใช้ต้องการที่จะเติมเชื้อเพลิง อี85 ย่อมเกิดข้อสงสัยว่าจะเกิดอันตรายหรือมีผลกระทบกับรถยนต์ในระยะยาวหรือไม่ ดังนั้น การศึกษาในเรื่องของความเหมาะสมของเชื้อเพลิงอี85 ต่อวัสดุที่อยู่ในระบบเชื้อเพลิงจึงมีความจำเป็นอย่างมาก เพื่อที่ผู้ใช้ยานยนต์จะสามารถนำข้อมูลมาประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้เชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับสภาวะเศรษฐกิจในยุคปัจจุบัน

สถาบันวิจัยลดคาร์บอนยานยนต์รัฐมินเนโซต้า (Minnesota Center for Automotive Research) [1] ได้ทำการค้นคว้าเกี่ยวกับผลกระทบของเชื้อเพลิงอี 20 เปรียบเทียบกับอี 10 และแก๊สไฮดรอลิก ทำการทดสอบกับชิ้นส่วนที่เป็นพลาสติกในระบบเชื้อเพลิง โดยใช้มาตรฐานการทดสอบของ SAE และ ASTM ชิ้นส่วนทั้งหมดจะถูกแช่ในเชื้อเพลิงต่างๆ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3024 ชั่วโมง หลังจากการ

แช่ชิ้นส่วนจะถูกทดสอบคุณสมบัติเพื่อหาผลกระทบของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

Japan Automobile Research Institute [2]

ทำการค้นคว้าหาผลกระทบของเอทานอลต่อยานยนต์ โดยการทดสอบวัดมลพิษ การระเหยของมลพิษ และการทดสอบหาผลกระทบต่อวัสดุ พบว่าเกิดผลกระทบต่อชิ้นส่วนที่เป็นโลหะ เมื่อชิ้นส่วนถูกแช่ในเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอล 3 เปอร์เซ็นต์หรือน้อยกว่า ดังเช่นงานวิจัยที่กล่าวข้างต้น ในงานวิจัยนี้เป็นการค้นคว้าหาผลกระทบของ E85 และเอทานอลต่อชิ้นส่วนที่อยู่ในระบบน้ำมันเชื้อเพลิงในรถยนต์ โดยชิ้นส่วนที่นำมาทดสอบมีทั้งที่เป็นพอลิเมอร์และโลหะ ชิ้นส่วนเหล่านี้ถูกเลือกจากรถยนต์ที่ได้รับความนิยมสูงในประเทศไทยทั้งหมดสองรุ่น ในส่วนของวิธีการทดสอบ, มาตรฐานในการทดสอบ และผลการทดลองของงานวิจัยนี้จะถูกกล่าวในหัวข้อต่อไป

2. กระบวนการและวิธีการทดสอบ

การทดสอบความทนทานของวัสดุในงานวิจัยนี้ใช้มาตรฐานในการทดสอบคือ มาตรฐาน SAE และ ASTM ชิ้นส่วนทดสอบซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนที่เป็นโลหะและพอลิเมอร์จะถูกแช่ในน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิด คุณสมบัติ เช่น น้ำหนัก, ความแข็ง และรูปร่างภายนอกของแต่ละชิ้นส่วนจะถูกบันทึก และผลการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



AEC-021153

ทดสอบของ E85 จะถูกเปรียบเทียบเทียบกับผลของการทดสอบ E10

2.1 กระบวนการทดสอบ

มาตรฐานของ Society of Automotive Engineering (SAE) และ American Society for Testing and Materials (ASTM) ถูกนำมาใช้ในกระบวนการทดสอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- SAE J1681: Gasoline, alcohol, and diesel fuel surrogates for material testing[3]
- SAE J1747: Recommended method for conducting corrosion tests in gasoline/ methanol fuel mixtures[4]
- SAE J1748: Methods for determining physical properties of polymeric materials exposed to gasoline/ oxygenate fuel mixtures [5]
- ASTM-D2240-05: Standard test method for rubber-durometer hardness[6]

หลังจากที่ชิ้นส่วนถูกจัดเตรียมแล้ว ชิ้นส่วนทุกชิ้นจะถูกชั่งน้ำหนักและวัดความแข็งเพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบ รวมทั้งมีการถ่ายภาพเพื่อแสดงสีและพื้นผิว ก่อนที่จะถูกแช่ด้วย

ในงานวิจัยนี้ ได้มีการรวมเอามาตรฐาน SAE J1747 สำหรับชิ้นส่วนที่เป็นโลหะและมาตรฐาน SAE J1748 สำหรับชิ้นส่วนพอลิเมอร์ที่มีสภาวะการทดสอบต่างกันเข้าด้วยกัน เนื่องจากชิ้นส่วนที่เป็นชิ้นส่วนจริงบางชิ้นมีส่วนประกอบทั้งโลหะและพอลิเมอร์ ไม่สามารถแยกออกจากกันได้ โดยการทดสอบจะ

ทดสอบที่อุณหภูมิ 55±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2000 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักเปียกจะคงที่ มีการเปลี่ยนน้ำมันและเก็บผลการทดสอบทุกๆ สัปดาห์

2.2 ชิ้นส่วนทดสอบ

ชิ้นส่วนที่ใช้ในการทดสอบเป็นชิ้นส่วนจริงที่อยู่ในระบบเชื้อเพลิงของรถยนต์ที่นิยมในประเทศไทย คือ Toyota Vios 1.5J ปี 2005 และ Honda Civic 1.7 Exi ปี 2005 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนที่ใช้ทดสอบ

No	Vehicle A	Vehicle B
1	Filter, Fuel pump	Regulator assy
2	Pump, Fuel	Wire comp., Lead
3	Rubber, Cushion (For fuel pump)	Hose comp., Fuel feed
4	Insulator, Injector vibration	Pump set, Fuel
5	Filter assy, Fuel	Packing, Base
6	Hose, Fuel vapor feed, No. 2	Meter comp., Fuel
7	Tube sub-assy, Fuel	Tube, Filler neck
8	Tube sub-assy, Fuel	Tube, Breather
9	Tube sub-assy, Fuel	Tube B, Fuel vent
10	Fuel tube, Filler neck	Hose assy., Purge
11	Fuel tube, Breather	Tube A, Canister drain
12	Gage assy, Fuel sender	Tube, Canister filter
13	Brown o-ring	Tube A, Purge
14	Hose, Fuel vapor	Tube B, Purge
15	-	Tube C, Purge
16	-	O-ring, 7.47×3.6
17	-	O-ring, 7.85×3.53

2.3 เชื้อเพลิงทดสอบ

เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วยเชื้อเพลิงสามชนิด ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบ

Requirement	E10	E85	E100
Color	Green	Pink	-
Octane Number	Min90.6	Min94.6	106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Requirement	E10	E85	E100
Benzene, % vol.	Max3.5	Max 1	-
Aromatics, % vol.	Max 35	Max 35	-
Water, % wt.	Max 0.7	Max0.7	Max0.5
Denatured Ethanol, % vol.	9-10	Min 75	Min99.5
Hydrocarbon/aliphatic ether, % vol.	-	14-25	-
Methanol, % vol.	-	Max 0.5	-
Higher (C3-C5) alcohols % vol.	-	Max 2.0	-

ที่มา: พระราชกิจจานุเบกษา: กรมธุรกิจพลังงาน, กระทรวงพลังงาน และ K Raznjevic'. Handbook of thermodynamic tables and charts

2.4 อุปกรณ์และเครื่องมือทดสอบ

ชิ้นส่วนทดสอบจะถูกแช่ในขวดดูแรนขนาด 250 มิลลิลิตร ฝาปิดโพลีเอทิลีน และใช้หลอดแสดงเลขเขวน ชิ้นส่วนให้แช่อยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิง อุปกรณ์ที่ใช้การทดสอบแสดงดังรูปข้างล่าง ขวดแก้วที่บรรจุชิ้นส่วนทดสอบจะถูกวางในตู้อบที่อุณหภูมิ 55 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2000 ชั่วโมง



รูปที่ 1 ขวดแก้ว



รูปที่ 2 ตู้อบ

ในส่วนของเครื่องมือที่ใช้วัดค่าประกอบด้วย

- เครื่องชั่งดิจิตอล ในหน่วยกรัม ความละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง (รูปที่ 3) สำหรับใช้ชั่งน้ำหนัก ชิ้นส่วนแต่ละชิ้น
- Shore micro-hardness tester Model 714 Type M Analog (รูปที่ 4) สำหรับวัดค่าความแข็งของ ชิ้นส่วนที่เป็นพอลิเมอร์

AEC-021153



รูปที่ 3 เครื่องชั่งดิจิตอล (ScienTech Model 210D)



รูปที่ 4 Shore Micro O Ring System Model 714 Type M Analog

2.5 การเก็บข้อมูล

ชิ้นส่วนจะถูกชั่งน้ำหนัก วัดความแข็งก่อนที่จะถูกแช่ในน้ำมัน ในแต่ละสัปดาห์จะทำการวัดน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักเปียก และในช่วงสุดท้ายของการทดลองจะมีการนำชิ้นส่วนไปอบแห้งและชั่งน้ำหนักเพื่อเก็บผลน้ำหนักแห้ง และการวัดความแข็งก็ทำเช่นเดียวกับกระบวนการชั่งน้ำหนัก ชิ้นส่วนจะถูกถ่ายภาพเพื่อแสดงสีและพื้นผิวในทุกสัปดาห์ และมีการถ่ายภาพการเปลี่ยนแปลงสีของน้ำมันด้วย

ในแต่ละสัปดาห์ขวดบรรจุชิ้นส่วนจะถูกนำออกจากตู้อบเพื่อทำให้น้ำมันเย็นลงเป็นเวลา 0.5-1 ชั่วโมง จากนั้นนำชิ้นส่วนออกจากน้ำมันไปแช่ในน้ำมันใหม่ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 0.5-1 ชั่วโมง หลังจากชิ้นส่วนเย็นลง ทำการกำจัดหยดน้ำมันบริเวณผิวชิ้นส่วนโดยการเป่าลมหรือใช้กระดาษซับ จากนั้นชั่งน้ำหนัก ชิ้นส่วนภายในเวลา 10 วินาที เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักจากการระเหย ทำกระบวนการเดียวกันกับชิ้นส่วนทุกๆ ชิ้น

เมื่อสิ้นสุดการทดสอบ ทำการวัดความแข็งโดยวัด ชิ้นส่วนละ 5 จุด ภายในเวลา 1 นาที แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย จากนั้นทำการอบแห้งชิ้นส่วนที่อุณหภูมิ 55 ± 2 องศาเซลเซียส ทำการชั่งน้ำหนักทุกๆ 48 ชั่วโมง จนกว่าจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักอีก สุดท้ายน้ำหนักแห้งจะถูกบันทึก

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

คุณสมบัติทั้งสามซึ่งประกอบด้วยลักษณะภายนอก, น้ำหนัก และความแข็งถูกใช้ในการวิเคราะห์ ผลกระทบของ E85 และ E100 เปรียบเทียบกับ E10



AEC-021153

ถ้าหากว่า E85 และ E100 ไม่แสดงผลกระทบบมากกว่า E10 แล้วจะถือว่าชิ้นส่วนที่ทดสอบมีความเหมาะสมกับ E85 และ E100

ลักษณะภายนอก: ภาพถ่ายของชิ้นส่วนจะถูกถ่ายไว้ก่อนการแช่, หลังจากการแช่ทุกสัปดาห์ และหลังการอบแห้ง ภาพถ่ายเหล่านั้นจะถูกเปรียบเทียบสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีและพื้นผิว

น้ำหนัก: การชั่งน้ำหนักจะทำก่อนการแช่, หลังการแช่ทุกสัปดาห์ และหลังจากอบแห้ง จากข้อมูลที่ทำ การบันทึกจะถูกนำไปศึกษาหาเปอร์เซ็นต์การเพิ่มและลดลงของน้ำหนัก เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักจะแสดงถึงเปอร์เซ็นต์การแทรกตัวของน้ำมันในชิ้นส่วน และ เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักแสดงถึงน้ำหนักที่สูญเสียไปในกระบวนการแช่ เปอร์เซ็นต์ทั้งสองของ E85 และ E100 จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับ E10

ความแข็ง: ความแข็งของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นจะถูกวัดก่อนการแช่และหลังจากการแช่ครบ 2000 ชั่วโมง ข้อมูลความแข็งของ E85 และ E100 จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับ E10 ความแข็งเกินไปหรืออ่อนเกินไปจะทำให้เกิดปัญหาความเสียหายทางกายภาพได้

4. ผลการทดลองและการวิเคราะห์

ลักษณะภายนอก: หลังจากการแช่ 1 สัปดาห์ ชิ้นส่วนบางชิ้นเกิดการละลายสีภายนอกกลงไปในน้ำมัน ดังแสดงในรูปที่ 5 และ 6



รูปที่ 5 แสดงสีน้ำมันที่เปลี่ยนแปลงของ Vehicle A (Fuel tube, Filler neck)



รูปที่ 6 แสดงสีน้ำมันที่เปลี่ยนแปลงของ Vehicle B (Tube, Canister filter)

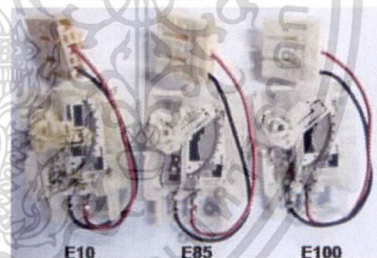
ชิ้นส่วนบางชิ้นเกิดการเปลี่ยนแปลงสีตามสีของน้ำมันที่แช่ ยกตัวอย่างเช่น กลายเป็นสีเขียวเมื่อแช่ E10 และเป็นสีชมพูเมื่อแช่ใน E85 ดังแสดงในรูปที่ 7 อย่างไรก็ตามเกิดการกัดกร่อนเล็กน้อยในบางชิ้นส่วน ดังแสดงในรูปที่ 8 และ 9



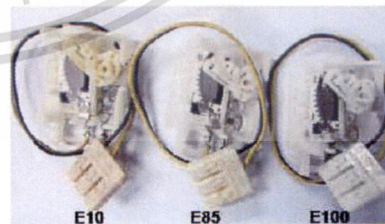
รูปที่ 7 Z Filter ของ Vehicle B ก่อนและหลังการแช่



รูปที่ 8 แสดงการกัดกร่อน ของ Wire comp Vehicle B

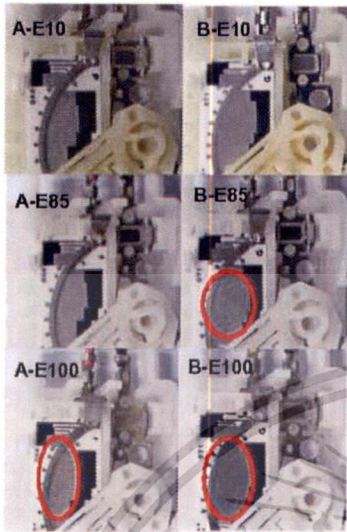


รูปที่ 9-1 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะภายนอกของ Meter comp. Vehicle A



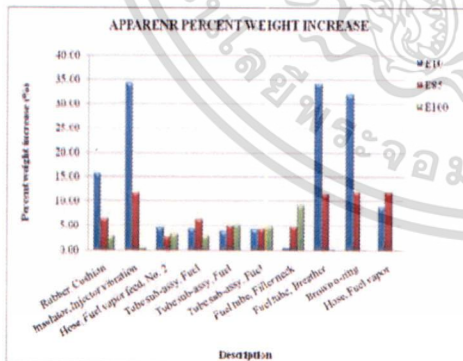
รูปที่ 9-2 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะภายนอกของ Meter comp. Vehicle B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9-3 แสดงแผ่นปรีนที่ทดสอบในเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ของ Meter comp. Vehicle A และ B

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก (Vehicle A): หลังจากการแช่ น้ำหนักของชิ้นส่วนทั้งหมดที่แช่ในน้ำมันทั้งสามชนิดเกิดการเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเบี่ยงเมื่อนำมาผลิตกราฟปรากฏว่ามี 5 ชิ้นส่วนที่เปอร์เซ็นต์การเพิ่มใน E10 มากกว่า E85 และ E100 มี 2 ชิ้นส่วนที่เปอร์เซ็นต์การเพิ่มใน E85 มากกว่าใน E10 และ E100 และมี 3 ชิ้นส่วนที่ E100 มีเปอร์เซ็นต์การเพิ่มมากกว่า E10 และ E85 ดังแสดงในรูปที่ 10



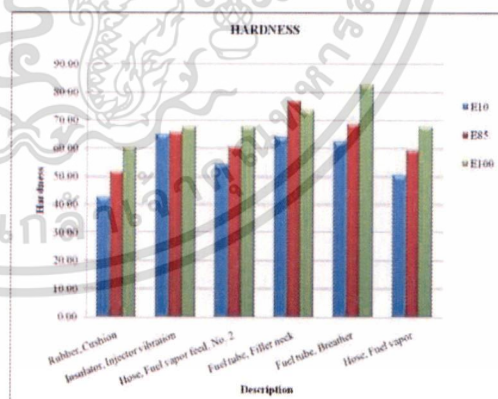
รูปที่ 10 แสดงเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักหลังจากการแช่ของ Vehicle A

หลังจากการอบแห้ง น้ำหนักของชิ้นส่วนเกิดการลดลงเมื่อเทียบกับน้ำหนักก่อนการแช่ จากรูปที่ 11 พบว่าจากชิ้นส่วนทั้งหมด 10 ชิ้น มี 2 ชิ้นส่วนที่เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักใน E10 มากกว่า E85 และ E100 ชิ้นส่วนที่เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักใน E85 มากกว่า E10 และ E100 มีทั้งหมด 4 ชิ้น และอีก 4 ชิ้น เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักใน E100 มากกว่า E85 และ E10



รูปที่ 11 แสดงเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักหลังจากการอบแห้งของ Vehicle A

ความแข็ง (Vehicle A): รูปที่ 12 แสดงให้เห็นค่าความแข็งของชิ้นส่วนทดสอบ พบว่าความแข็งของชิ้นส่วนจะเพิ่มขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์ของเอทานอลเพิ่มขึ้น



รูปที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบความแข็งของชิ้นส่วนที่แช่ในน้ำมันชนิดต่างๆ Vehicle A

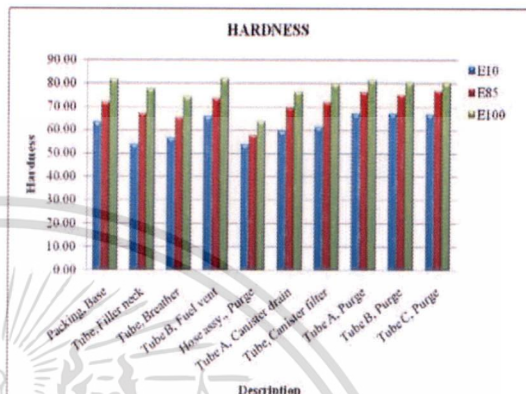
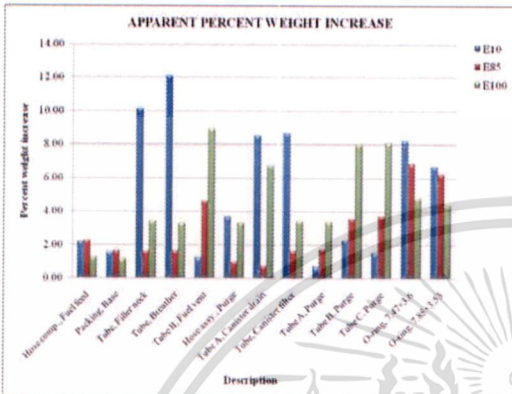
การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก (Vehicle B): จากรูปที่ 13 พบว่าในชิ้นส่วนทั้งหมด 13 ชิ้น มี 7 ชิ้นส่วนที่



AEC-021153

เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น E10 มากกว่า E85 และ E100 มี 2 ชิ้นส่วนที่เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น E85 มากกว่าใน E10 และ E100 และมี 4 ชิ้นส่วนที่ E100 มีเปอร์เซ็นต์การเพิ่มมากกว่า E10 และ E85

ความแข็ง (Vehicle B): จากรูปที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบความแข็งของชิ้นส่วน จากกราฟแสดงให้เห็นว่าทุกชิ้นส่วน ความแข็งจะเพิ่มขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์ของเอทานอลเพิ่มขึ้น

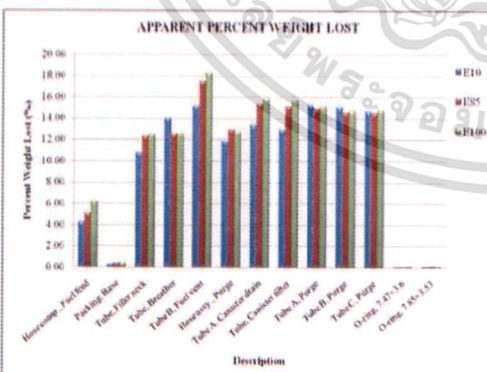


รูปที่ 13 แสดงเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักหลังจากการแช่ของ Vehicle B

รูปที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบความแข็งของชิ้นส่วนที่ใช้ในน้ำมันชนิดต่างๆ Vehicle B

หลังจากการอบแห้ง น้ำหนักของทุกชิ้นส่วนเกิดการลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักก่อนแช่ รูปที่ 14 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สูญเสียไป จากกราฟพบว่าจากชิ้นส่วนทั้งหมด 13 ชิ้น มี 3 ชิ้นส่วนที่เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักใน E10 มากกว่า E85 และ E100 มีเพียงชิ้นส่วนเดียวเท่านั้นที่เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักใน E85 มากกว่า E10 และ E100 และอีก 9 ชิ้น เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักใน E100 มากกว่า E85 และ E10

5. สรุปผลการทดลอง
งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบและเปรียบเทียบผลกระทบบของ E85 และ E100 กับ E10 ต่อชิ้นส่วนจริงที่อยู่ในระบบเชื้อเพลิงของรถยนต์ซึ่งประกอบด้วย Vehicle A และ B ใน Vehicle A ชิ้นส่วนทุกชิ้นมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักหลังจากการแช่และการลดลงของน้ำหนักหลังจากการอบแห้งไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของความแข็ง ปรากฏว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ E10 ชิ้นส่วนที่มีค่าความแข็งต่างกันกับ E10 มากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ และควรมีการเปลี่ยนชิ้นส่วนเหล่านี้เมื่อมีการใช้น้ำมัน E85 และ E100 แสดงในตารางที่ 3



รูปที่ 14 แสดงเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักหลังจากการอบแห้งของ Vehicle B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตารางที่ 3 แสดงชิ้นส่วนที่ได้รับผลกระทบเมื่อใช้น้ำมัน E85 และ E100 ของ Vehicle A

ที่	รายชื่อชิ้นส่วน	ผลกระทบ
1	Rubber Cushion	E85 และ E100
2	Fuel vapor feed No. 2	E85 และ E100
3	Filler neck	E85 และ E100
4	Fuel vapor hose	E85 และ E100
5	Fuel tube	E100
6	Breather	E100

สำหรับ Vehicle B ชิ้นส่วนทุกชิ้นมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักหลังจากการแช่และการลดลงของน้ำหนัก หลังจากการอบแห้งไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของความแข็ง ปรากฏว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ E10 ชิ้นส่วนที่มีค่าความแข็งต่างกับ E10 มากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ และควรมีการเปลี่ยนชิ้นส่วนเหล่านี้เมื่อมีการใช้น้ำมัน E85 และ E100 มีทั้งหมด 10 ชิ้น ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงชิ้นส่วนที่ได้รับผลกระทบเมื่อใช้น้ำมัน E85 และ E100 ของ Vehicle B

ที่	รายชื่อชิ้นส่วน	ผลกระทบ
1	Packing Base	E85 และ E100
2	Filler neck	E85 และ E100
3	Breather (fuel tube)	E85 และ E100
4	Fuel vent	E85 และ E100
5	Canister drain	E85 และ E100
6	Canister filter	E85 และ E100
7	Purge (Tube A)	E85 และ E100
8	Purge (Tube B)	E85 และ E100
9	Purge (Tube C)	E85 และ E100
10	Hose assy (purge)	E100

AEC-021153

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้โดยการสนับสนุนและความอนุเคราะห์จาก บริษัท Rushmer Precision จำกัด และ Materials Laboratory ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Bruce Jones, Gary Mead and Paul Steevens. (2008). The Effects of E20 on Plastic Automotive Fuel System Components, Minnesota Center for Automotive Research.
- [2] Seiichi Soma, Keiichi Nagai, Kenji Morita, Gen Sugiyama and Toshiyuki Seko, (2005). Investigations of Impact of the Exhaust Gases, Fuel Evaporative Emissions, High-temperature Driveability, and Materials for Fuel Supply System Part of Gasoline Vehicles.
- [3] SAE Recommended Practice, (2000). Gasoline, alcohol, and diesel fuel surrogates for material testing. SAE J1681.
- [4] SAE Recommended Practice, (1994). Recommended method for conducting corrosion tests in gasoline/ methanol fuel mixtures. SAE J1747.
- [5] SAE Recommended Practice, (1998). Methods for determining physical properties of polymeric materials exposed to gasoline/ oxygenate fuel mixtures. SAE J1748.
- [6] ASTM Recommended Practice, (2004). Standard test method for rubber-durometer hardness. ASTM D2240-05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข.

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

2. Chinda Charoenphonphanich, Kalong Buanak and Panya Kansuwan, “Ethanol Impacts on Fuel Supply Parts of Gasoline Engines in Thailand,” 15th Small Engine Technology Conference, pp. 36, Penang, Malaysia, November 3-5, 2009.

SETC
2009

15th SMALL ENGINE TECHNOLOGY CONFERENCE

SMALL ENGINE ERA
PURSUING A SOCIETY LESS DEPENDENT ON OIL

FINAL PROGRAM

November 3 - 5 2009
Convention & Exhibition Centre
Hotel Equatorial
Penang, Malaysia

SAE OF JAPAN
SAE International
MASAAM
Motorcycle & Scooter Assemblers And Distributors Association of Malaysia

www.setc2009.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2009-32-0112/20097112

Ethanol Impacts on Fuel Supply Parts of Gasoline Engines in Thailand

Chinda Charoenphonphanich, Kalong Buanak
and Panya Kansuwan

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering,
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand

Copyright © 2009 SAE Japan and Copyright © 2009 SAE International

ABSTRACT

In Thailand, gasoline mixtures with 85% ethanol by volume so called E85 recently available with guaranteed lower selling price are expected to replace the former types of gasoline. The looming change leads to certain concerns on material compatibility with E85 for automobiles deliberately not designed to run by the blends. Fluid immersion tests complying with SAE and ASTM standard were performed to the parts. The metallic and polymeric parts were submersed in test fluids inside an oven in which temperature had been 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 derived from the other parts submersed in E10 test fluid. A significant level of differences indicates incompatibility of a part with an assumption that the part is already compatible with E10.

INTRODUCTION

In recent years, an increasing attention has converged on the application of gasoline blends with ethanol. E10 was approved to use in most passenger cars in Thailand. E85, which consists of nominally 85% fuel grade ethanol and 15% gasoline by volume, are expected to be utilized in flexible-fuel vehicles (FFVs) that are designed to operate on fuel with a range of ethanol content of 0–85%. One aspect of such expectation is the study of material compatibility with E85; thus, it becomes necessary to determine if E85 can be safely used in passenger cars in Thailand.

Minnesota Center for Automotive Research [1] examined the effects of E20 in comparison with E10 and gasoline as their baseline test fluids on plastic automotive parts and small engine fuel system components. Conforming to SAE and ASTM standards, plastic samples were exposed to various

SETC 2009

blends of ASTM Fuel C; 90% Fuel C and 10% aggressive ethanol (E10); and 80% Fuel C with 20% aggressive ethanol (E20) at an elevated temperature of 55°C for 3024 hours.

Japan Automobile Research Institute [2] investigated the impact of the ethanol content on existing domestic vehicles by conducting an exhaust gases test, a Fuel Evaporative Emissions test, a High-temperature Driveability test, and Materials impact test. They found that there were not safety problems to the metallic parts when the parts were subjected to the test fluid with an ethanol content of 3% or less.

In the same perspective to the previous research, this research investigates the compatibility of various automotive parts in order to assess the impact of E85. Both plastic and metallic parts in fuel line systems were carefully selected from the popular gasoline engines models (Toyota Vios 1.5J year 2005, Honda Civic 1.7 Exi year 2005 and Honda Wave 100) in Thailand. The method of the experimental procedures, standard test, and the result of this investigation on the samples are described.

EXPERIMENTS

Materials compatibility tests were operated complying with the SAE and ASTM standards. The test components made of metal and polymer were immersed in our designed test fluids. The weight, hardness and physical observation of each component were evaluated periodically. The results are compared in case of E85 to those obtained in case of E10 as baseline.

PROCESS OVERVIEW - Four standards of Society of Automotive Engineering (SAE) and American Society for Testing and Materials (ASTM) were adopted for the testing procedures.

- SAE J1681: Gasoline, alcohol, and diesel fuel surrogates for material testing[3]
- SAE J1747: Recommended method for conducting corrosion tests in gasoline/ methanol fuel mixtures [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- SAE J1748: Methods for determining physical properties of polymeric materials exposed to gasoline/ oxygenate fuel mixtures [5]
- ASTM D2240-05: Standard test method for rubber-durometer hardness[6]

After the samples were prepared, the weights and hardness were measured to provide a comparison baseline. Photographic pictures were taken for apparent observation of color and surface texture.

In this research, two major standards, i.e. SAE J1747 for metallic parts and SAE J1748 for polymeric parts were adopted to be performed at the same temperature at 55 ± 2 °C for 2000 hours or the constant weight was attained. Replace the fuel and collected data weekly.

Table 1 The components in fuel supply system (Engine A, B and C)

No	Engine A	Engine B	Engine C
1	Carburetor Case	Filter, Fuel pump	Regulator assy
2	Idle needle	Pump, Fuel	Wire comp., Lead
3	Float	Rubber, Cushion (For fuel pump)	Hose comp., Fuel feed
4	Filter	Insulator, Injector vibration	Pump set, Fuel
5	Drain screw	Filter assy, Fuel	Packing, Base
6	Float needle	Hose, Fuel vapor feed, No. 2	Meter comp., Fuel
7	Fuel meter	Tube sub-assy, Fuel	Tube, Filler neck
8	Tube Fuel A	Tube sub-assy, Fuel	Tube, Breather
9	Hose Comp, Fuel Feed	Tube sub-assy, Fuel	Tube B, Fuel vent
10	Seal Valve	Fuel tube, Filler neck	Hose assy., Purge
11	Jet, Main #78	Fuel tube, Breather	Tube A, Canister drain
12	Holder, Needle Jet	Gage assy, Fuel sender	Tube, Canister filler
13	VLV Float	Brown o-ring	Tube A, Purge
14	Jet, Slow #35	Hose, Fuel vapor	Tube B, Purge
15	-	-	Tube C, Purge
16	-	-	O-ring, 7.47×3.6
17	-	-	O-ring, 7.85×3.53

TEST COMPONENTS - The components in fuel supply system were listed in Table 1

TEST FUEL - The test fluids used in this study are listed in Table 2

Table 2 showed the properties of E10 and E85 (From the government gazette: Department of Energy Business, Ministry of Energy and K Raznjevic'. Handbook of thermodynamic tables and charts)

Requirement	E0 (91)	E10	E20	E85	E100
Color	Red	Green	Red	Pink	-
Octane Number	91.1	Min 90.6	Min 94.6	Min 94.6	106
Benzene, %vol.	Max 1.9	Max 3.5	Max 3.5	Max 1	-
Aromatics, %vol.	Max 29.0	Max 35	Max 3.5	Max 35	-
Water, %wt.	-	Max 0.7	Max 0.7	Max 0.7	Max 0.5
Denatured Ethanol, %vol.	-	9 to 10	19 to 20	Min 75	Min 99.5
Hydrocarbon/ aliphatic ether, %vol.	-	-	-	14 to 25	-
Methanol, %vol.	-	-	-	Max 0.5	-
Higher (C3-C5) alcohols %vol.	-	-	-	Max 2.0	-

APPARATUS - The test samples were placed in 250 ml Duran bottle with Polypropylene caps. Stainless wire was used to suspend the samples in the test fluid. The apparatus is shown in Figure 1 below. The bottles were placed in the oven at 55 ± 2 °C for 2000 hours. The oven was equipped with the electric heater to maintain the air temperature as shown in Figure 2. The blower was also installed at the top of the oven to promote homogeneous temperature in the oven.



Figure 1 Test container

Figure 2 The oven

SETC 2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MEASURING EQUIPMENT - Measuring equipment include

1. An analytical balance (Figure 3) was used to measure the weight of test samples.
2. A Shore micro-hardness tester Model 714 Type M Analog (Figure 4) was used to determine the hardness of each specimen.



Figure 3 Analytical Balance (Sciencetech Model 210D)



Figure 4 A Shore Micro O-Ring Model 714 Type M Analog

DATA COLLECTION - As-received samples were weighted and evaluated for hardness value before exposed to the test fluids. Each week, the weighting process was repeated for wet-weight. At the end of the test, a dry-out weight would be acquired. The hardness of each specimen was recorded with the same procedure of weighting process. Photographic pictures were taken weekly to indicate any significant sign of sample degradation such as discoloration and surface corrosion. Furthermore, test fuel was also checked for color change.

Each week, each sample container was removed from the oven to cool down in outside air for 0.5-1 hour. Then, the samples were placed in the other prepared container of the same fuel at room temperature for another 0.5-1 hour. After leaving their temperature reaching room temperature, we blot the sample dry by absorbing paper and weight the sample within 10 seconds to minimize evaporative weight loss. This process was repeated for other samples for wet-weight condition.

At the end of the test, wet weight was determined before hardness testing. The 5 data of Hardness at different location in Shore scale had to be taken within 1 minute. Dry-weight would then be obtained every 48 hours by drying out polymeric specimen at $55 \pm 2^\circ\text{C}$. Until there is no change in Percent Weight Lost, the true dry-weight will be recorded.

DATA ANALYSIS

Three properties including visual appearance, weight and hardness were used in evaluate the extend E85 impact as comparing to E10. If E85 did not cause any SETC 2009

significant changes more than E10 did, then a automotive component was deemed compatible.

VISUAL APPEARANCE - Pictures of the specimens were taken before immersion, after immersion and after dry-out. The pictures were compared to notice any differences in color and surface texture under a magnified microscope.

WEIGHT CHANGE - The weights of the samples were measured before immersion, after immersion and dry-out. From the data, the percent weight increase and percent weight lost were calculated. The percent weight increase can indicate how much fuel was absorbed into the material for pre-immersion and post-immersion comparison. The percent weight lost can indicate how much material was leached out of the samples for pre-immersion and dry-out. The both percent weight change of E85 were compared to the percent weight change of E10 to looking for significant difference in value till it appeared to be unacceptable.

HARDNESS CHANGE - The hardness of each sample was measured before immersion and after 2000 hours. The hardness of the E85 samples were compared to the hardness of the E10 samples to see if any significant differences existed. Excessive hardening and softening of an elastomer can lead to potential problems and that it is not acceptable.

RESULTS AND DISCUSSION

Visual appearance: After one week of immersion some samples discolored the fuel in E10 and E85 as shown in Figure 5, 6 and 7.



Figure 5 Fluid discoloration after one week from Engine A (E100)
(Left: Tube Fuel A, Right: Float)



Figure 6 Fluid discoloration after one week from Engine B (Fuel tube, Filler neck) (E10-left, E85- right)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

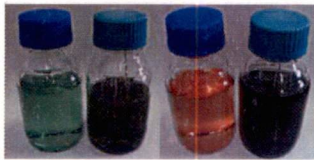


Figure 7 Fluid discoloration after one week from Engine C (Tube, Canister filter) (E10-left, E85-right)

Notice that some samples appeared to have the same color as the test fluid they were immersed, i.e. the sample become blue when it was tested in E10 while it become red when tested in E0, E20 and E85 (Figure 8 and 9). However, we can recognize small corrosion in some metallic samples (Figure 10 and 11).

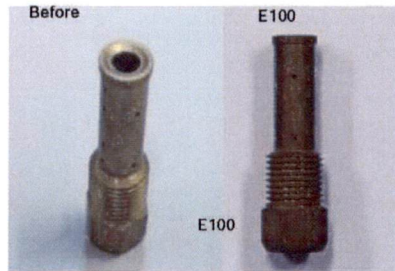


Figure 10c Holder, Needle Jet before and after immersion (Engine A)

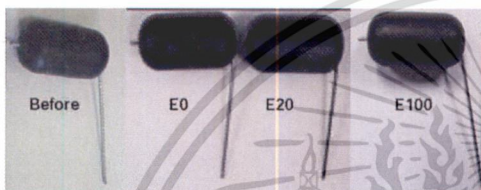


Figure 8a Float before and after immersion (Engine A)

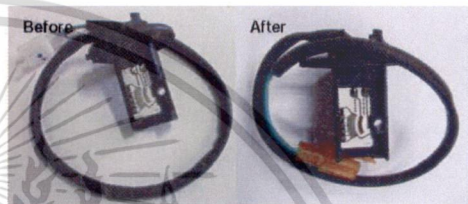


Figure 8b Float after immersion (Engine A)



Figure 8c Filter after immersion (Engine A)



Figure 10d Fuel Meter before and after immersion (Engine A)

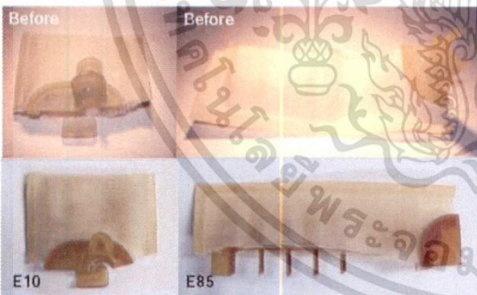


Figure 9 Filter before and after immersion, E10-left and E85-right (Engine C)

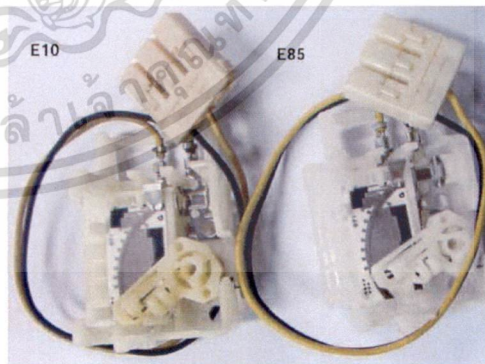


Figure 11a Meter comp. after immersion, E10-left and E85-right (Engine C)

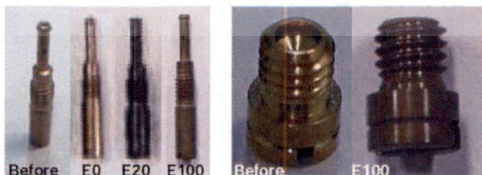


Figure 10a Jet, Slow #35 before and after immersion (Engine A)

Figure 10b Jet, Main #78 before and after immersion (Engine A)

SETC 2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

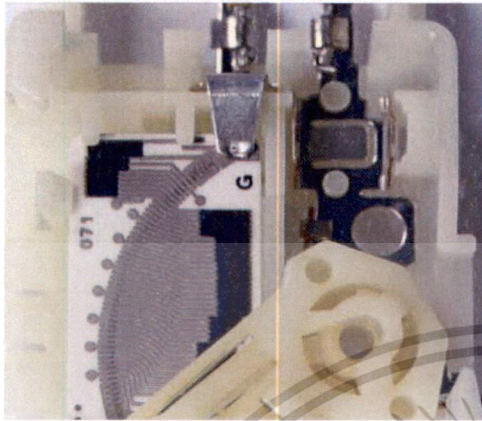


Figure 11b Meter comp. after immersion (E10) (Engine C)

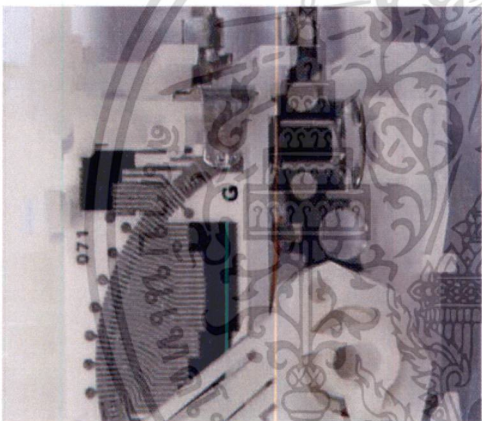


Figure 11c Meter comp. After immersion (E85) (Engine C)

Weight change (Engine A) - After the immersion period, the weights of all of the samples increased. After dry-out period, the weights of all of the samples decreased in comparison to the pre-immersion weights. Fig. 12 shows the comparison of weight before and after of all samples.

Table 3 Showed % Weight lost of all samples that immersed in E100 (Engine A)

Description	Weight (g)		% Weight lost
	Before	After	
Tube Fuel A	0.4876	0.4118	15.54
Hose Comp, Fuel Feed	0.0375	0.0347	7.37
Seal Valve	0.7574	0.7353	2.92
VLV Float	0.2455	0.2454	0.04

SETC 2009

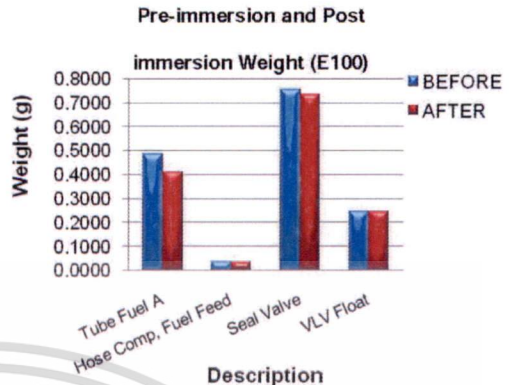


Figure 12 Pre-immersion and Post-immersion Weights (Engine A)

Hardness change (Engine A) - From all of sample, Tube Fuel A is only one sample can tested with Hardness test. The hardness after the sample immersed in E100 was increase, % hardness increase after immersion is 1.8%.

Weight change (Engine B) - After the immersion period, the weights of all of the samples in all fuel period, the weights of all of the samples increased. Five of ten samples have percent weight increase more in E10 than E85 while the other five samples have percent weight increase more in E85 than E10. (Fig. 13)

After dry-out period, the weights of all of the samples in all three decreased in comparison to the pre-immersion weights. Fig. 14 shows the comparison of percent weight lost of all samples. Two of ten samples exhibit the percent weight lost more in E10 than E85. Eight samples exhibit the percent weight lost more in E85 than E10.

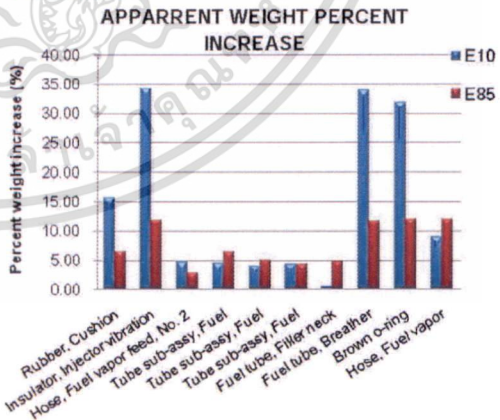


Figure 13 Apparent percent weight increase of wet samples

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

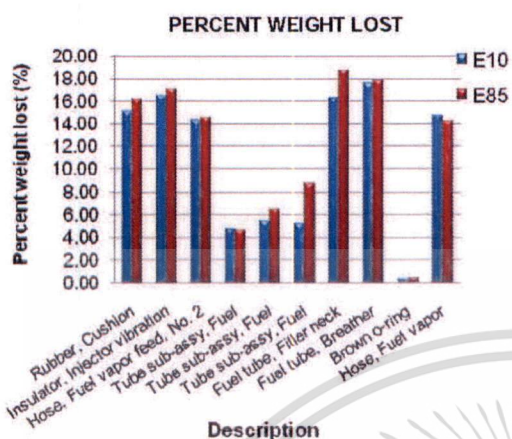


Figure 14 Percent weight lost of dry samples

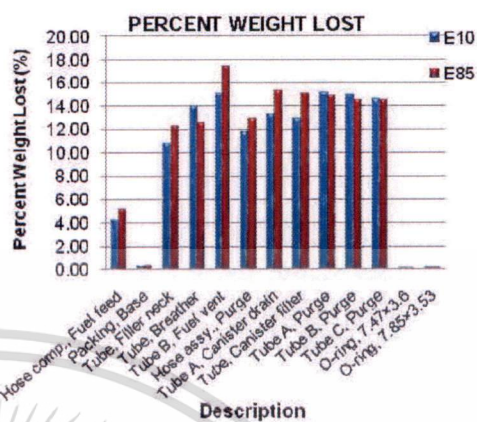


Figure 16 Percent weight lost of dry samples

Hardness change (Engine B) - Figure 15 shows the hardness of six samples in both fuels. All of the samples exhibit the hardness increment when percent of ethanol blend in fuel increases.

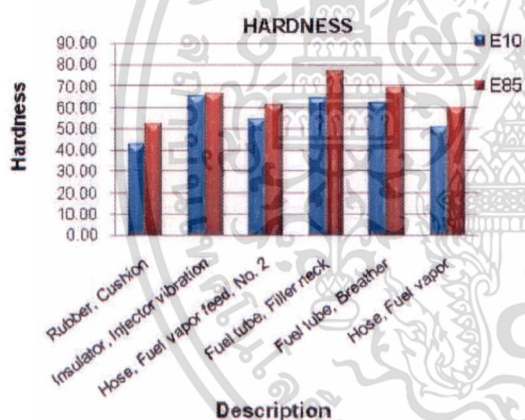


Figure 15 The hardness of wet sample

Weight change (Engine C) - After dry-out period, the weights of all of the samples decreased in comparison to the original weights. Figure 16 shows the comparison of percent weight lost of all samples. Four of thirteen samples exhibit the percent weight lost more in E10. Nine samples exhibited the percent weight lost more in E85.

Hardness change (Engine C) - Figure 17 shows the comparison to the hardness of ten samples in both fuels. All of the samples exhibit the hardness increases when percent of ethanol blend in fuel increases.

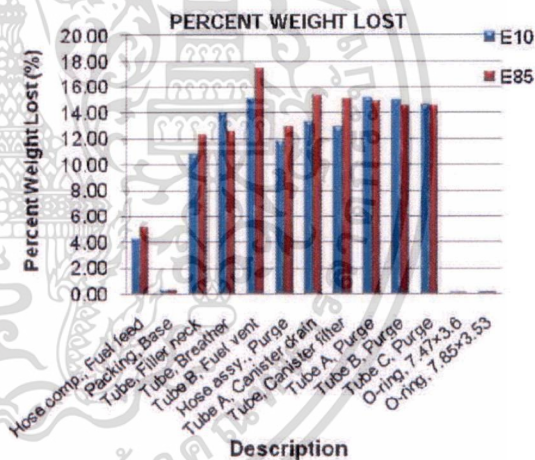


Figure 17 The hardness of wet samples

CONCLUSION

The investigation has compared the effect of E20, E85 and E100 to that of E0 and E10 on the materials used in motorcycle and passenger cars in Thailand included Engine A, Engine B and Engine C.

Engine A, Float and Filter appeared to have the same color as the test fluid they were immersed, i.e. the sample become red when it was tested in E0 and E20. Fuel Meter has small corrosion after immersed in

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E100. Brass samples have corrosion at 236 hours or two weeks after immersed in E20 and E100. The brass components included main jet and slow jet are recommended to change with stainless steel or plated with nickel or chromium to avoid corrosion.

The Engine B, All of samples of two fuels exhibited percent weight increase and percent weight lost compared to E10 was not over than 10%. For the hardness change, five samples that hardness increases when tested in E85 are more than 10% over tested in E10. Those five components recommended to replaced when using E85 are rubber cushion, fuel vapor feed No. 2, filler neck of fuel tube and fuel vapor hose.

For Engine C, all of samples have the differences in percent weight increase and percent weight lost in both test fluids not over than 10%. For hardness change, there are nine samples possessing difference in hardness increase more than 10%. Those parts recommended to replaced when using E85 are packing base, filler neck at fuel tube, breather at fuel tube, fuel vent, canister drain, canister filter, purge at tube A, purge at Tube B and purge at tube C.

ACKNOWLEDGMENTS

This research would not have been possible without the support from a number of individuals and organizations including Rushmer Precision Co.,LTD and Materials Laboratory in mechanical engineering department at KMITL

REFERENCES

1. Bruce Jones, Gary Mead and Paul Steevens. (2008). The Effects of E20 on Plastic Automotive Fuel System Components, Minnesota Center for Automotive Research.
2. Seichi Soma, Keichi Nagai, Kenji Morita, Gen Sugiyama and Toshiyuki Seko, (2005). Investigations of Impact of the Exhaust Gases, Fuel Evaporative Emissions, High-temperature Driveability, and Materials for Fuel Supply System Part of Gasoline Vehicles.
3. SAE Recommended Practice, (2000). Gasoline, alcohol, and diesel fuel surrogates for material testing. SAE J1681.
4. SAE Recommended Practice, (1994). Recommended method for conducting corrosion tests in gasoline/ methanol fuel mixtures. SAE J1747.
5. SAE Recommended Practice, (1998). Methods for determining physical properties of polymeric materials exposed to gasoline/ oxygenate fuel mixtures. SAE J1748.
6. ASTM Recommended Practice, (2004). Standard test method for rubber- durometer hardness. ASTM D2240-05

SETC 2009

CONTACT

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok
Tel: (662) 3264197, Fax: (662) 3264198,
E-mail: kchchind@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวกาหลง บัวนาค
วัน เดือน ปีเกิด	20 สิงหาคม 2527 ที่จังหวัดพะเยา
ที่อยู่	บ้านเลขที่ 303 หมู่ 10 ตำบลบ้านถ้ำ อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา
ประวัติการศึกษา	2549 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้