

ผลกระทบของน้ำมันเบนซินผสมเอทานอลร้อยละ 20 ต่อชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์

The investigation of E20 impacts on fuel supply parts of Motorcycle in
Thailand – Material compatibility tests

กาหลง บัวนาค ปัญญา ชันธุสุวรรณ* และ จินดา เจริญพรพาณิชย์

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

* อีเมลล์ kpanya@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

จากสภาวะราคาน้ำมันที่เพิ่มขึ้น ได้ส่งผลให้ค่าครองชีพของประชาชนทั่วไปสูงขึ้นตาม เพื่อบรรเทาผลกระทบดังกล่าว รัฐบาลจึงมีมาตรการส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงทดแทนที่มีส่วนผสมเอทานอลร้อยละ 20 โดยปริมาตรกับน้ำมันแก๊สโซลีน หรือที่ใช้อยู่ทางการค้าว่าอี 20 เพื่อให้การส่งเสริมของภาครัฐบรรลุจุดมุ่งหมาย การศึกษาการใช้เชื้อเพลิงชนิดนี้อย่างรอบด้านจึงมีความจำเป็น หนึ่งในความสนใจดังกล่าวคือผลกระทบของอี 20 ต่อชิ้นส่วนยานยนต์ในระบบส่งจ่ายเชื้อเพลิงของจักรยานยนต์รุ่นเก่า โดยการคัดสรรชิ้นส่วนของรถจักรยานยนต์รุ่นปี 2005 มาทดสอบ Materials Compatibility โดยใช้วิธีการแช่ในระบบปิดที่อุณหภูมิ 70 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1000 ชั่วโมง ซึ่งการทดสอบดังกล่าวได้ถูกออกแบบให้เป็นไปตามมาตรฐาน SAE และ ASTM เพื่อจำลองสภาวะการใช้งานจริง โดยที่ระหว่าง รวมถึงหลังจากสิ้นสุดการทดสอบ ค่าข้อมูลต่างๆ (ขนาด น้ำหนัก ความแข็งแรงถึงภาพถ่าย) จะถูกบันทึก เพื่อการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากชิ้นส่วนที่แช่ในเชื้อเพลิงเบนซิน 91 กับข้อมูลที่ได้จากชิ้นส่วนที่แช่ในเชื้อเพลิงอี 20 ผลการวิเคราะห์ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ พบว่าลักษณะภายนอก ของชิ้นส่วนที่เป็นโลหะ ได้แก่ ก้านลูกกลอย และ แฉงวงจรมอเตอร์วัดระดับน้ำมัน ที่ผ่านการแช่ในน้ำมันอี 20 มีลักษณะสีที่หมองกว่าที่แช่ในน้ำมันเบนซิน 91 แต่ไม่สามารถสังเกตเห็นการผุกร่อนหรือการกัดกร่อนของเนื้อโลหะ รวมถึงสารแขวนลอยโลหะออกไซด์ที่เกิดขึ้นตกตะกอนในน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ สำหรับวัสดุที่เป็นโพลิเมอร์พบว่าการเปลี่ยนสีของกรองเชื้อเพลิงในชุดปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง แต่การเปลี่ยนแปลงสีของชิ้นส่วนที่เป็นโพลิเมอร์อาจไม่มีผลกระทบใดๆต่อการใช้งานของปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง

Abstract

As the soaring gasoline price, the study of using alternative gasoline blends with other oxygenate additives such as Ethanol, Methanol, etc., to automotives becomes necessary. In Thailand, gasoline mixtures with 20% Ethanol by volume so called E20 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 E20 for automobiles deliberately not designed to run by the blends. Parts in fuel supply systems of pre-determined motorcycle of years 2005, believed to represent most used motorcycle in Thailand, were selected. Fluid immersion tests complying with SAE and ASTM were performed to those parts. Contained in closed containers, the metallic and polymeric parts were submersed in test fluids inside an oven in which temperature had been maintained at 70 ± 2 °C for at least 1000 hours. Weekly collected data, i.e. physical appearances and physical properties, were statistical evaluated for parts' compatibility to E20 by comparing the data to those collected derived from the other parts submersed in E0 test fluid. A significant level of differences indicates non-compatibility of a part with an assumption that the part is already compatible with E0.

คำสำคัญ: การทดสอบวัสดุ, เชื้อเพลิงเบนซินผสมเอทานอลร้อยละ 20

Keyword: Compatibility test, E20

1. คำนำ

เนื่องจากราคาน้ำมันเบนซินในตลาดโลกมีแนวโน้มสูงขึ้นต่อเนื่องจนส่งผลกระทบต่อค่าครองชีพของประชาชนในประเทศเป็นอย่างมาก การส่งเสริมให้มีการใช้เชื้อเพลิงทดแทนจึงมีความจำเป็น ประกอบกับประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีกำลังผลิตเอทานอลในปริมาณที่เพียงพอเพื่อการส่งออก จากวัตถุดิบที่ได้จากอ้อยและมันสำปะหลัง การใช้เชื้อเพลิงทดแทนที่มีส่วนผสมของเอทานอล จึงเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับประเทศไทย ทั้งในแง่เศรษฐศาสตร์และความมั่นคงทางด้านพลังงาน ที่ประเทศไทยจะสามารถลดการพึ่งพาน้ำมันเชื้อเพลิงจากการนำเข้า พร้อมทั้งเพิ่มเสถียรภาพทางด้านพลังงานให้กับประเทศ นอกจากนี้แล้วยังเป็นการกระจายรายได้สู่เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังและอ้อย

ดังนั้นรัฐบาลจึงมีนโยบายที่จะส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงทดแทนที่มีส่วนผสมของเอทานอล โดยเริ่มต้นที่อัตราส่วนผสมของเอทานอลร้อยละ 20 โดยปริมาตรในน้ำมันแกสโซลีน ซึ่งอาจมีมากถึงร้อยละ 85 โดยปริมาตรในอนาคต โดยใช้มาตรการทางด้านภาษีเพื่อสร้างแรงจูงใจให้กับผู้ผลิตยานยนต์ ประกอบกับการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของสถาบันทางการศึกษาที่เป็นอิสระในการวิจัยและศึกษาผลกระทบของน้ำมันอี20 เพื่อเพิ่มความมั่นใจต่อประชาชนทั่วไป กล่าวคือ รถจักรยานยนต์รุ่นก่อนปี 2006 ที่ไม่ได้ออกแบบมาเพื่อใช้งานได้น้ำมันอี20 สองยี่ห้อ ที่ถูกคัดเลือกจากความนิยมในประเทศไทย ซึ่งจะขอล่าชื่อย่อ เป็นยี่ห้อ A และยี่ห้อ B มาทำการทดสอบชิ้นส่วนที่อยู่ในทางเดินน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังน้ำมันเชื้อเพลิงไปจนถึงห้องเผาไหม้ โดยวิธีการแช่ เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากชิ้นที่แช่ในเชื้อเพลิงอี20 กับชิ้นที่แช่ในเชื้อเพลิงเบนซิน 91 ของแต่ละยี่ห้อ ความแตกต่างที่เกิดขึ้นจะเป็นตัวบ่งชี้ผลกระทบของเชื้อเพลิงอี20ต่อชิ้นส่วนที่ทำการทดสอบ และเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจของผู้ซื้อจักรยานยนต์ที่จะใช้เชื้อเพลิงอี20 เป็นเชื้อเพลิงทดแทน นอกจากนี้ผลที่ได้จากการวิจัยยังเป็นข้อมูลที่สำคัญในการปรับปรุงชิ้นส่วนยานยนต์ให้สามารถรองรับการใช้งานกับเชื้อเพลิงผสมเอทานอลร้อยละ 20 โดยปริมาตร รวมทั้งยังเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาและการวิจัยการใช้งานของน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมเอทานอลมากกว่าร้อยละ 20 โดยปริมาตร ในอนาคตอีกด้วย

2. ทฤษฎีและการคำนวณ

ในการวิจัยนี้ วิธีการศึกษาผลกระทบของน้ำมัน อี20 ของชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ได้จากการดัดแปลงมาตรฐาน SAE 1681 [1] สำหรับมาตรฐานน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในกาทดสอบ, SAE J1747 [2] สำหรับการทดสอบวัสดุที่เป็นโลหะ และ SAE J1748 [3] สำหรับการทดสอบวัสดุที่เป็นโพลีเมอร์ ซึ่งค่าตัวแปรต่างๆในการวิจัยได้สรุปไว้ดังนี้

2.1 Apparent percent weight increase (WI) เป็นค่าบ่งชี้การแทรกซึมของน้ำมันเชื้อเพลิงในชิ้นส่วนที่เป็น polymer โดยค่าดังกล่าวสามารถหาได้จากสมการที่ 1

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

โดยที่ Original weight คือน้ำหนักของชิ้นส่วนก่อนการทดสอบ และ Wet weight คือน้ำหนักของชิ้นส่วนหลังจากการแช่และเป่าด้วยลมเพื่อกำจัดหยดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ผิวภายนอกของชิ้นส่วน

2.2 Apparent percent weight lost (WL) เป็นค่าบ่งชี้การสูญเสียของวัสดุที่ทำจากโพลีเมอร์เข้าไปในน้ำมันเชื้อเพลิงที่ชิ้นส่วนนั้นแช่อยู่ โดยค่าดังกล่าวสามารถหาได้จากสมการที่ 2

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

โดยที่ Dried weight คือน้ำหนักของชิ้นส่วนที่ได้จากการชั่งชิ้นส่วนเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ หลังจากถูกอบให้แห้งในภาชนะเปิด ที่อุณหภูมิ 70 ± 2 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2.3 Percent Hardness change (HD) เป็นค่าบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกล ของวัสดุที่เป็นโพลีเมอร์เนื่องจากผลกระทบของน้ำมันเบนซินอี20 เปรียบเทียบกับผลกระทบจากน้ำมันเบนซิน 91 โดยค่าดังกล่าวสามารถหาได้จากสมการที่ 3

$$\text{Percent hardness change} = \frac{\text{hardness E20} - \text{hardness E0}}{\text{hardness E0}} \times 100 \quad (\text{Eq.3})$$

2.4 Percent Dimension Change (DC) เป็นค่าบ่งชี้ถึงความเปลี่ยนแปลงความหนาของท่อเนื่องจากการแทรกซึมของน้ำมันเบนซินอี20 เปรียบเทียบกับการแทรกซึมของน้ำมันเบนซิน 91 โดยค่าดังกล่าวสามารถหาได้จากสมการที่ 4

$$\text{Percent dimension change} = \frac{\text{dimension E20} - \text{dimension E0}}{\text{dimension E0}} \times 100 \quad (\text{Eq.4})$$

ค่าที่ได้จากสมการทั้ง 4 จะนำมาเฉลี่ยค่าในทางสถิติเพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างของปริมาณดังกล่าว ที่เกิดจากผลกระทบของน้ำมันเบนซินอี20 เปรียบเทียบกับผลกระทบที่เกิดจากน้ำมันเบนซิน 91

3. อุปกรณ์การทดลองและวิธีการทดลอง

3.1 การเลือกชิ้นส่วนในการทดสอบ

ชิ้นส่วนที่นำมาทดสอบจะเป็นชิ้นส่วนของรถจักรยานยนต์รุ่นปี 2005 ที่อยู่ในเส้นทางเดินน้ำมันที่อาจเกิดความเสียหายจากการสัมผัสน้ำมัน หรือไอน้ำมันได้ โดยรายการชิ้นส่วนต่างๆที่ถูกเลือกของ ยี่ห้อ A และยี่ห้อ B และได้สรุปไว้ในตารางที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

3.2 น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ (Test Fluids)

เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบนี้ คือน้ำมันเบนซินอี20 ที่เป็นไปตามมาตรฐานของกรมธุรกิจพลังงาน ที่ผลิตโดยบริษัทบางจาก จำกัด (มหาชน) และ น้ำมันเบนซิน 91 ที่ถูกนำมาเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อการเปรียบเทียบผลกระทบของน้ำมันเบนซินอี20 ต่อชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์

3.3 อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ (Test Condition)

อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ Materials Compatibility ของวัตถุดิบและชิ้นส่วนยานยนต์จะมีค่าแตกต่างกันไปตามประเภทของวัสดุ, มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ, และผู้ทดสอบ ดังที่ได้สรุปไว้ในตารางที่1 ซึ่งการทดสอบที่อุณหภูมิที่สูงขึ้น ระยะเวลาในการทดสอบจะลดลง ซึ่งการทดสอบที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 720 ชั่วโมงของวัสดุที่

เป็นโลหะอาจเทียบเท่ากับการใช้งานจริงของวัสดุดังกล่าวถึง 15 ปี [4] ดังนั้นเพื่อที่จะสามารถทดสอบวัสดุที่เป็นทั้งโลหะ และโพลิเมอร์ได้ในเวลาเดียวกัน และสามารถประเมินผลความคงทนของวัสดุต่อน้ำมันเบนซินอี20 ได้ในช่วงเวลาของการวิจัยนี้ การทดสอบชิ้นส่วนรถยนต์ทั้งที่ทำจากโลหะ และโพลิเมอร์จึงดำเนินการที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลาอย่างน้อย 1000 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 ตารางสรุปวิธีการทดสอบ Fluid immersion test ของวัสดุชนิดต่างๆ

มาตรฐาน	ประเภทวัสดุ	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (ชั่วโมง)
SAE J1747 [1]	โลหะ	45±2	2,000
SAE J1748 [1]	โพลิเมอร์	55 ±2	2,000
SAE 3710 [2]	Aluminum	100	720
Orbital [5]	โลหะและโพลิเมอร์	55 ±2	2,000

3.4 ขั้นตอนการทดสอบ (Test Procedure)

การทดสอบจะเริ่มจากการนำชิ้นส่วนยานยนต์ที่เลือกไว้มาทดสอบ Materials Compatibility โดยวิธี Fluid Immersion Test ตามมาตรฐาน SAE J1747 [2] และ SAEJ1748 [3] ที่ทำการแช่ชิ้นส่วนดังกล่าว ในเชื้อเพลิงทดสอบ นั่นคือน้ำมันเบนซิน91 และเบนซินอี 20

การทดสอบจะกระทำทั้งที่เป็นชิ้นส่วนที่ไม่สามารถแยกส่วนประกอบที่เป็นโลหะจากชิ้นส่วนที่เป็นโพลิเมอร์ได้ และชิ้นส่วนที่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบที่ทำจากโลหะ และโพลิเมอร์ออกจากกันได้ เช่น โอริงและ ซีลต่างๆ โดยการนำชิ้นส่วนนั้นมาแช่ในเชื้อเพลิงทดสอบที่ใส่ในบีกเกอร์แก้วทนความร้อนที่มีความจุขนาด 250, 600, และ 1000 มล. โดยที่บีกเกอร์แก้วจะถูกใส่ไว้ในภาชนะสเตนเลสสตีลอีกชั้น (รูปที่ 1) เพื่อป้องกันไม่ให้เชื้อเพลิงทดสอบระเหยออกจากภาชนะได้



รูปที่ 1 บีกเกอร์แก้วทนความร้อน ขนาด 250, 600, 1000 มล. พร้อมด้วย ภาชนะสเตนเลสสตีล ที่เป็นแบบ Airtight ตามขนาดของบีกเกอร์

ข้อมูลต่างๆ ได้แก่ น้ำหนัก, ขนาด, และ ลักษณะทางกายภาพในระดับ Macroscopic และ Microscopic จะถูกบันทึกไว้ ก่อนที่จะนำชิ้นส่วนยานยนต์มาแช่ภายใต้ น้ำมันเชื้อเพลิงที่บรรจุในบีกเกอร์แก้ว โดยมีการเผื่อน้ำมันที่อาจจะระเหยไประมาณ 1 – 3 ซม.จากส่วน

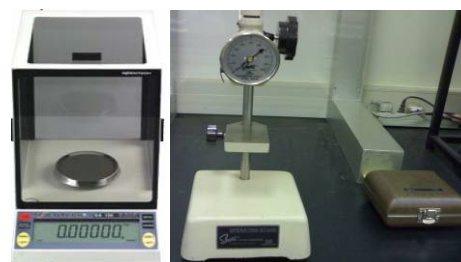
รวมบทความวิชาการ เล่มที่ 1 การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22

บนสุดของชิ้นส่วนนั้น [1] เพื่อทำการอบในตู้อบ (รูปที่ 2) ที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 70 ±2 °C



รูปที่ 2 ตู้อบขนาด 1060 x 1300 x 700 มม. ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 70 ±2 °C

ทุกๆ สัปดาห์ ชิ้นส่วนจะถูกนำออกมาแช่ในน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อมาทำความสะอาดตามกรรมวิธีมาตรฐานของแต่ละประเภทของวัสดุ [1,2,3] ก่อนที่จะชั่งน้ำหนักด้วยตาชั่งที่มีความละเอียดอย่างน้อย 0.0001 กรัม (รูปที่ 3 ซ้าย) และวัดขนาดโดยใช้กล้อง Stereoscope Model Leica MS5 (รูปที่ 4 ซ้าย) ในสภาพเปียก (Wet Condition) พร้อมทั้งเปลี่ยนน้ำมันที่ใช้ในการทดสอบ



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

ค่าน้ำหนักที่ได้จะใช้ในการคำนวณค่า Apparent Percent Weight Increase เพื่อค้นหาจุดเริ่มต้นของการเกิดการบวมก่อนที่จะทำการวัด Percent Weight Loss ของวัสดุโพลิเมอร์นั้นในสภาพแห้ง (Dried Condition) เช่นเดียวกับวัสดุที่เป็นโลหะ รูปภาพทั้งในระดับ Macroscopic จากกล้อง Stereoscope (รูปที่ 4 ซ้าย) และ Microscopic จากกล้องจุลทรรศน์ (รูปที่ 4 ขวา) จะถูกบันทึกไว้ รวมถึงการเปลี่ยนน้ำมันเชื้อเพลิงที่แช่ชิ้นส่วนนั้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบของน้ำมันเชื้อเพลิงอี20 ต่อชิ้นส่วนยานยนต์ดังกล่าว

เมื่อสิ้นสุดการทดสอบ ชิ้นส่วนที่เป็นโพลิเมอร์จะถูกอบให้แห้งที่อุณหภูมิที่ 70 ±2 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อหาค่า Percent weight lost ในลักษณะ Dried condition ก่อนที่จะหาค่า Hardness ของท่อโพลิเมอร์ โดยการเฉลี่ยจากการวัด 5 จุดต่อชิ้นงาน ด้วย Durometer scale

shore A ที่ใช้น้ำหนักกดที่ 1 kg (รูปที่ 3 ขวา) การวิเคราะห์ผลการทดสอบจะใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไม่ว่าจะเป็นน้ำหนักและขนาดในเชิงปริมาณ และทางกายภาพในระดับ Macroscopic และ Microscopic ในเชิงคุณภาพโดยรูปถ่าย ระหว่างชิ้นส่วนยานยนต์ที่แช่ในน้ำมันเบนซิน 91 กับชิ้นส่วนยานยนต์ที่แช่ในน้ำมันเบนซินอี 20 โดยสมมุติฐานที่ว่าชิ้นส่วนยานยนต์ที่นำมาใช้นั้นสามารถใช้งานได้น้ำมันเบนซิน 91 ดังนั้นค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่างชิ้นงานที่แช่ในน้ำมันเบนซิน 91 และเบนซินอี20 จึงสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ Materials compatibility ของชิ้นส่วนนั้นได้



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

4. ผลการประเมินชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ในห้องปฏิบัติการ

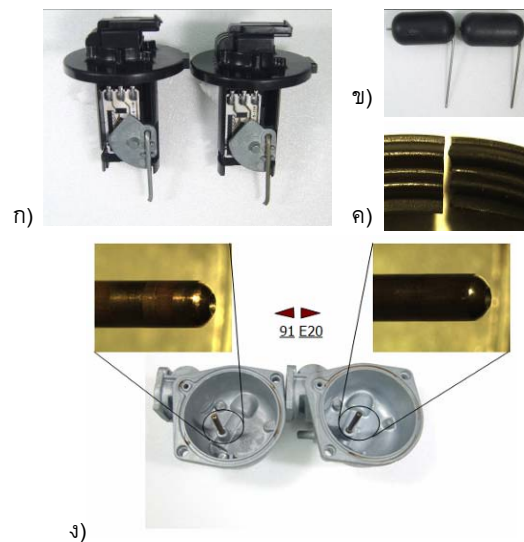
4.1 ผลการทดสอบชิ้นส่วนของรถจักรยานยนต์ A

จากการตรวจสอบลักษณะภายนอกของชิ้นส่วนต่างๆของรถจักรยานยนต์ A ด้วยตาเปล่าและผ่านกล้องจุลทรรศน์ พบว่าไม่มีการสึกกร่อนในลักษณะของรอยโหว่ของชิ้นส่วนที่เป็นโลหะ พบแต่เพียงสีที่เปลี่ยนไปของแผงวงจรระดับน้ำมัน (รูปที่ 5ก), ก้านลูกกลอยระดับน้ำมัน(รูปที่ 5ข), ชิ้นส่วนที่มีส่วนผสมของทองแดงในชุดคาร์บูเรเตอร์ (รูปที่ 5ง และ 6ก) ที่น้ำมันอี20 มีผลทำให้พื้นผิวโลหะมีลักษณะคล้ำกว่าที่แช่ในน้ำมันเบนซิน 91 อย่างเห็นได้ชัด แต่มีผลกระทบต่อ Drain Screw(รูปที่ 6ง)

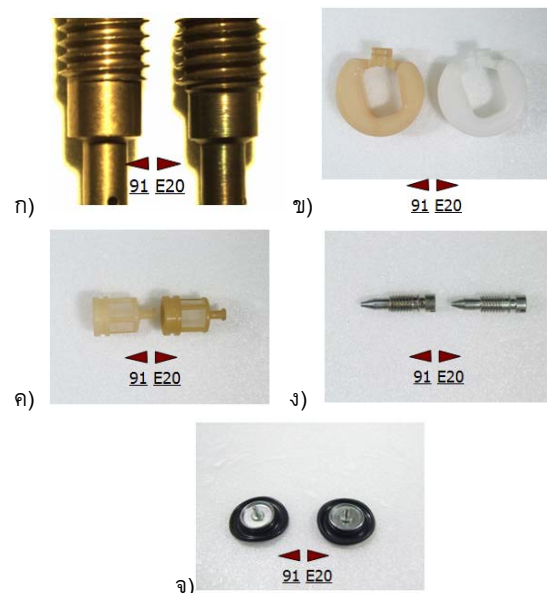
ส่วนชิ้นส่วนโพลีเมอร์ที่ทำจากพลาสติก ได้แก่ Fuel Filter (รูปที่ 6ค) ในชุดคาร์บูเรเตอร์ ที่แช่ในน้ำมันอี20 มีสีที่เปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลเข้มกว่าชิ้นส่วนที่แช่ในน้ำมันเบนซิน 91 แต่กลับมีผลตรงกันข้ามกับลูกกลอยในชุดคาร์บูเรเตอร์ที่แช่ในน้ำมันอี0(รูปที่ 6ข) ที่มีสีเข้มกว่า ถึงอย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงสีของชิ้นส่วนที่เป็นโพลีเมอร์ดังกล่าวอาจไม่มีผลต่อการทำงานของชิ้นส่วนนั้น [7] ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพด้วย นอกจากนี้แล้ว พบว่าชิ้นส่วนอีลาสโตเมอร์ ได้แก่ Seal ของ Fuel meter มีลักษณะที่ดำกว่าหลังจากทำการแช่ในน้ำมันอี20 (รูปที่ 5ค) และยาง Diaphragm(รูปที่ 6จ) ที่ผลกระทบของน้ำมันทั้งสองชนิดใกล้เคียงกัน

จากผลการหา Apparent percent weight increase ของชิ้นส่วนโพลีเมอร์ในลักษณะเปียก พบว่าวัสดุที่เป็นอีลาสโตเมอร์ และพลาสติก

ได้แก่ Fuel Tube ในชุดคาร์บูเรเตอร์, Fuel Filter Cap, Seal of Fuel meter, และ Fuel Tube มีความแตกต่างของน้ำหนักที่เกิดจากการแทรกซึมของน้ำมันอี20 สูงกว่าน้ำมันอี0 อย่างเห็นได้ชัดวิธีการวิเคราะห์ของแปรปรวนของช่วงข้อมูล [6] แต่ชิ้นส่วนโอรังในชุดคาร์บูเรเตอร์นั้นไม่สามารถสรุปถึงความแตกต่างได้เนื่องจากการกระจายตัวของข้อมูล ส่วนผลการวัดการเปลี่ยนแปลงของขนาดความหนาของชิ้นส่วนที่เป็นท่อ พบว่าความแตกต่างของขนาดมีไม่มากนัก

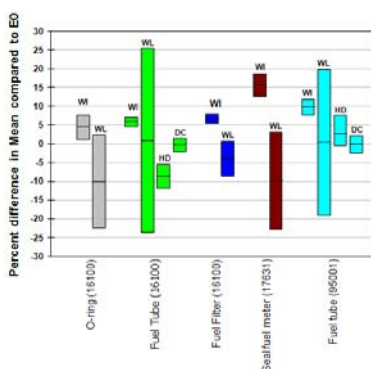


รูปที่ 5ก-ง แสดงความแตกต่างกันของชิ้นส่วนต่างๆ โดยที่ชิ้นส่วนที่แช่ในน้ำมันเบนซิน 91 (รูปซ้าย) เทียบกับ ชิ้นส่วนที่แช่ในน้ำมันอี0 (รูปขวา) ก)แผงวงจรมิเตอร์วัดระดับน้ำมัน ข)ก้านลูกกลอยวัดระดับน้ำมัน ค) Seal ของ Fuel meter ง) Over Flow Port ในชุด Carburetor



รูปที่ 6ก-จ แสดงความแตกต่างกันของชิ้นส่วนต่างๆ โดยที่ชิ้นส่วนที่แช่ในน้ำมันเบนซิน 91 (รูปซ้าย) เทียบกับ ชิ้นส่วนที่แช่ในน้ำมันอี0 (รูปขวา) ก)เข็มเดินเบา, ข)ลูกกลอยน้ำมันเชื้อเพลิง, ค)กรองน้ำมันเชื้อเพลิง, ง)Drain screw, และ จ)Diaphragm

ซึ่งค่าความแตกต่างของค่า Mean ของปริมาณต่างๆ เมื่อเฉลี่ยค่า Apparent percent weight increase และ percent dimension change ในการนำชิ้นส่วนออกมาวัดหาค้างหลังสุด รวมถึง ค่า Percent weight lost และค่า Percent difference in mean ของค่า Hardness ใน Scale Shore type A (1 kg load) เทียบกับค่า Hardness ที่ได้จากชิ้นส่วนที่แช่น้ำมันอี0 ได้แสดงไว้ในกราฟภูมิแท่ง (รูปที่ 7) ที่แสดงถึงช่วงเปอร์เซ็นต์ความมั่นใจ 95% ที่ความแตกต่างของค่า Mean ของปริมาณต่างๆ จะอยู่ในช่วงของกราฟแท่ง จากค่าต่ำสุดถึงค่าสูงสุด ซึ่งผลการประเมินชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ A ได้สรุปไว้ในตาราง 2



รูปที่ 7 กราฟภูมิแท่งแสดงค่า Difference in mean ของปริมาณต่างๆ ได้แก่ Apparent percent weight increase (WI), Percent weight lost (WL), Hardness (HD), และ Percent dimension change (DC) ในช่วงเปอร์เซ็นต์ความมั่นใจ 95%

ตารางที่ 2 ผลการประเมินชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ A

ชื่อชิ้นส่วน	การเปลี่ยนแปลง	WI	WL	HD	DC
Carburetor Case	ทองเหลือง ใน E20 เปลี่ยนเป็นสแตนเลส	--	--	--	--
Idle needle	E20 สีส้มกว่า E0	--	--	--	--
Float rod	ปกติ	--	--	--	--
Diaphragm	E20 เสียรูป	--	--	--	--
Float	E0 สีส้มกว่า	--	--	--	--
Filter	E20 สีส้มกว่า	--	--	--	--
Drain screw	E20 สีส้มกว่า	--	--	--	--
Float needle	ปกติ	--	--	--	--
เข็มเร่ง	ปกติ	--	--	--	--
O-ring	ปกติ	⊖	Δ	--	--
Fuel tube	ปกติ	⊖	?	Δ	☺
กรองน้ำมัน	E0 สีส้มกว่า	⊖	Δ	--	--
ฝาถังน้ำมัน	ปกติ	--	--	--	--
Fuel meter	E20 เปลี่ยนสี	--	--	--	--
Float	E20 เปลี่ยนสี	--	--	--	--
ปะเก็น Fuel meter	ปกติ	□	Δ	--	--
Fuel tube	ปกติ	Δ	?	Δ	☺

โดยที่สัญลักษณ์ต่างๆมีความหมายดังต่อไปนี้

☺ : มีความแตกต่างจากชิ้นที่แช่น้ำมันเบนซิน 91 น้อย

⊖ : มีความแตกต่างจากชิ้นที่แช่น้ำมันเบนซิน 91 ค่อนข้างน้อย

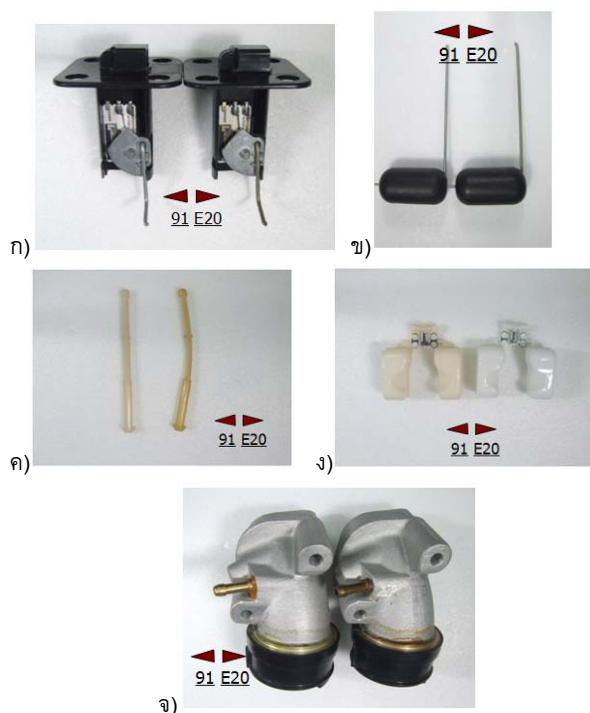
Δ : มีความแตกต่างจากชิ้นที่แช่น้ำมันเบนซิน 91 ค่อนข้างมาก

□ : มีความแตกต่างจากชิ้นที่แช่น้ำมันเบนซิน 91 มาก

? : ยังมีความไม่แน่ใจบางประการ

4.2 ผลการทดสอบชิ้นส่วนของรถจักรยานยนต์ B

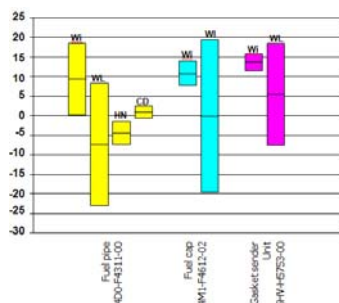
เช่นเดียวกับการทดสอบชิ้นส่วนจักรยานยนต์ A ลักษณะภายนอกของชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ B ถูกตรวจสอบด้วยตาเปล่า และกล้องจุลทรรศน์ พบว่าชิ้นส่วนที่เป็นโลหะ ไม่มีการสึกกร่อนในลักษณะของรอยโหว่ เว้นแต่แผงวงจร (รูปที่ 8ก), ก้านลูกลอยวัดระดับน้ำมัน (รูปที่ 8ข), และส่วนที่เป็นทองเหลืองในชุด Manifold (รูปที่ 8จ) ที่น้ำมันอี20 มีผลทำให้พื้นผิวโลหะมีลักษณะคล้ายว่าที่แช่น้ำมันเบนซิน 91 อย่างเห็นได้ชัด



รูปที่ 8ก-จ แสดงความแตกต่างกันของชิ้นส่วนต่างๆ โดยที่ชิ้นส่วนที่แช่น้ำมันเบนซิน 91 (รูปซ้าย) เทียบกับ ชิ้นส่วนที่แช่น้ำมันอี0 (รูปขวา) ก)แผงวงจรวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิง ข) ก้านลูกลอยวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิง ค)กรองน้ำมันเชื้อเพลิง ง) ลูกลอยวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิงในคาร์บูเรเตอร์ จ)ลักษณะภายนอกของ Manifold (สังเกตสีของส่วนที่เป็นทองเหลือง)

สำหรับชิ้นส่วนที่เป็นโพลีเมอร์ ได้แก่ Fuel Filter (รูปที่ 8ค) ในชุดคาร์บูเรเตอร์ ที่แช่น้ำมันอี20 มีสีน้ำตาลเข้มกว่าชิ้นส่วนที่แช่น้ำมันเบนซิน 91 แต่กลับมีผลตรงกันข้ามกับชิ้นส่วนลูกลอย (รูปที่ 8ง) ในชุดคาร์บูเรเตอร์ ที่การแช่น้ำมันอี0ทำให้ชิ้นส่วนมีสีเข้มกว่า ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกันกับผลที่ได้จากการแช่ของชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ A

จากผลการหา Apparent percent weight increase ของชิ้นส่วน โพลีเมอร์ และการเปลี่ยนแปลงของความหนาของชิ้นส่วนที่เป็นท่อใน ลักษณะเปียก พบว่าชิ้นส่วนที่เป็น อีลาสโตเมอร์ และพลาสติก ได้แก ยางรองฝาถัง และ Gasket of fuel sending unit มีความแตกต่างของ น้ำหนักที่เกิดจากการซึมแทรกของน้ำมันอี20 สูงกว่าน้ำมันอี0 อย่าง เห็นได้ชัด วิธีการวิเคราะห์ของแปรปรวนของช่วงข้อมูล [6] แต่ Fuel pipe การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก และขนาดมีค่าค่อนข้างน้อย ซึ่งค่า ความแตกต่างของค่า Mean ของปริมาณดังกล่าว เมื่อเฉลี่ยค่า Apparent percent weight increase และ percent dimension change จากการวัดหาค้างหลังสุด รวมถึงค่า Percent weight lost และค่า Percent difference in mean ของค่า Hardness ได้แสดงไว้ในกราฟภูมิ แท่ง (รูปที่ 9) โดยช่วงกว้างแสดงถึง เปอร์เซนต์ความมั่นใจ 95% ที่ ความแตกต่างของค่า Mean จะอยู่ในช่วงของกราฟแท่งจากค่าต่ำสุดถึง ค่าสูงสุด และผลการประเมินชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์B ได้สรุปไว้ใน ตาราง 3



รูปที่ 9 กราฟภูมิแท่งแสดงค่า Difference in mean ของปริมาณต่างๆ ได้แก่ WI (Apparent percent weight increase), WL (Percent weight lost), HD (Hardness), และ DC (Percent dimension change) ในช่วง เปอร์เซนต์ความมั่นใจ 95%

ตารางที่ 3 ผลการประเมินชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์B (โดยที่สัญลักษณ์ ต่างๆมีความหมายเช่นเดียวกันกับการประเมินของรถจักรยานยนต์A)

ชื่อชิ้นส่วน	การเปลี่ยนแปลง	WI	WL	HD	DC
Manifold	ทองเหลืองเปลี่ยนสี	--	--	--	--
Pipe, Fuel	ปกติ	Δ	?	⊖	--
Fuel meter	ทองเหลืองเปลี่ยนสี	--	--	--	--
Float	E20 ก้านวัดเปลี่ยนสี	--	--	--	--
Cap	ปกติ	Δ	?	--	--
Filter	E20 เปลี่ยนสี	--	--	--	--
Gasket, Sender Unit	ปกติ	Δ	?	--	--
Floating valve	ปกติ	--	--	--	--
Float	E0 สีคล้ำกว่า	--	--	--	--
Diaphragm	ปกติ	--	--	--	--
Diaphragm case	ปกติ	--	--	--	--
Diaphragm Plastic	ปกติ	--	--	--	--

5.สรุปผลการทดลอง

จากผลการวิจัยดังกล่าวไว้เบื้องต้น พบว่าชิ้นส่วนที่เป็นโลหะ ผสมไม่มีการสึกกร่อนในลักษณะของรอยโหว่ เว้นแต่โลหะที่มีส่วนผสม ของทองแดง ที่มีการเปลี่ยนสีอย่างเห็นได้ชัด

สำหรับชิ้นส่วนที่เป็นพลาสติก การเปลี่ยนแปลงของสีที่เป็นสีเข้ม เมื่อชิ้นส่วนดังกล่าวถูกแช่ในเชื้อเพลิงอี0 ตามสีของน้ำมันซึ่งมีสีแดงนั้น อาจเกิดจากการแทรกซึมของน้ำมันเชื้อเพลิงอี0เข้าไปในชิ้นส่วนนั้น ผลกระทบจากสีที่เปลี่ยนไปไม่ใช่ปัจจัยหลักที่เป็นตัวบ่งชี้ของความไม่ ทนทานของชิ้นส่วนนั้นกับน้ำมันอี20 แต่ขึ้นกับปัจจัยอื่นๆด้วยได้แก่ การเสื่อมสภาพของความสามารถในการรับภาระแรง เนื่องจากการ แทรกซึมของน้ำมันเชื้อเพลิง

ชิ้นส่วนที่เป็นอีลาสโตเมอร์ ได้แก่ ท่อลำเลียงน้ำมันเชื้อเพลิง การ เปลี่ยนแปลงขนาดเป็นปัจจัยที่สำคัญ แต่ผลของขนาดที่เปลี่ยนแปลง เนื่องจากน้ำมันอี20 เปรียบเทียบกับผลกระทบจากน้ำมันเบนซิน 91 อยู่ ในระดับต่ำ ยกเว้นท่อลำเลียงไอน้ำมันของรถยนต์ที่อาจมีกระทบของ น้ำมันเบนซิน 91 สูงกว่ากระทบของน้ำมันเชื้อเพลิงอี0

กิตติกรรมประกาศ

ในงานวิจัยนี้ทางผู้จัดทำต้องขอขอบคุณ กรมพัฒนาพลังงานทดแทน ที่เอื้อเฟื้องบประมาณทุน การวิจัยในครั้งนี้และบริษัท เอ็ม เอ็มที เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ที่อนุเคราะห์กล้อง Stereoscope ในการทำ วิจัยครั้งนี้

6.เอกสารอ้างอิง

- [1] SAE Recommended Practice, (2000, January). *Gasoline, alcohol, and diesel fuel surrogates for materials testing*. SAE J1681.
- [2] SAE Recommended Practice, (1994, December), *Recommended practices for conducting corrosion tests in gasoline/methanol fuel mixtures*. SAE J1747.
- [3] SAE Recommended Practice, (1998, January). *Methods for determining physical properties of polymeric materials exposed to gasoline/oxygenate fuel mixtures*. SAE J1748.
- [4] S. Soma, K. Nagai, K. Morita, G. Sugiyama, and T. Seko, *Investigation of impact of the Ethanol content on exhaust gases, fuel evaporative emissions, high-temperature driveability, and materials for fuel supply system parts of gasoline vehicles*. SAE 2005-01-3710
- [5] Orbital Engine Company. (2003, May). *Market barriers to the uptake of biofuel study: A testing based assessment to determine impacts of a 20% ethanol gasoline blend on vehicle fleet - 2000hrs material compatibility testing*. Report to Environment Australia
- [6] D. Montgomery. *Design and analysis of experiments*, 6th ed. Hoboken, NJ. John Wiley (2005)

[7] B. Jones, G. Mead, and P. Steevens, *The effects of E20 on plastic automotive fuel system components*. Minnesota Center for Automotive Research at Minnesota State University, Mankato. (2008, February)