

การศึกษาการกัดกร่อนของชิ้นส่วนโลหะอลูมิเนียมหล่อในการใช้งานกับน้ำมันที่มีส่วนผสมของเอทานอล

Corrosion Assessment of Cast Aluminium Parts In Ethanol Fuel Blends

ปัญญา วิโรจน์

อ.ธนวรรชก์ มีศักดิ์

ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โทร. 0-2579-8610 โทรสาร 0-2579-8610 E-mail: fengtwm@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันได้มีการนำเอทานอลมาผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งเบนซินและดีเซลเพื่อนำไปใช้ในยานพาหนะมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากน้ำมันที่มีส่วนผสมของเอทานอลสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ ลดแก๊สพิษที่ถูกปล่อยออกมาเกี่ยวกับไอเสีย และช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเติมน้ำมันได้อีกด้วย แต่อย่างไรก็ตาม การนำน้ำมันที่มีส่วนผสมของเอทานอลมาใช้ในยานพาหนะ อาจก่อให้เกิดความเสียหายกับชิ้นส่วนบางชิ้นที่ไม่ได้ถูกออกแบบไว้เพื่อทนต่อการกัดกร่อนที่มิสาเหตุมาจากความชื้นในเอทานอล การศึกษาและวิจัยในครั้งนี้ มีจุดประสงค์ที่จะวัดค่าการกัดกร่อนของชิ้นส่วนในระบบส่งน้ำมันในรถจักรยานยนต์ที่ทำจากอลูมิเนียมหล่อคือ คาร์บูเรเตอร์ (Carburetor) โดยการเตรียมชิ้นงานจากชิ้นส่วนดังกล่าวแล้วนำไปจุ่ม (Immersion Test) ในน้ำมันที่มีส่วนผสมของเอทานอล ร้อยละ 20, 85, และ 100 โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิห้อง และ 50 องศาเซลเซียส และทำการเก็บผลในช่วงเวลาต่างๆกัน คือ 1, 2, และ 4 สัปดาห์ จากผลการวัดมวลที่หายไป (Wight Loss) พบว่าน้ำมันที่มีส่วนผสมของเอทานอล จะก่อให้เกิดการกัดกร่อนของวัสดุอลูมิเนียมหล่อแบบรูเข็ม (Pitting Corrosion) กระจายตัวอยู่บริเวณผิว โดยน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอลสูงกว่าจะก่อให้เกิดการกัดกร่อนในปริมาณสูงกว่า (E100 > E85 > E20) และที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสจะมีอัตราการกัดกร่อนสูงกว่าที่อุณหภูมิ (T50 > T25) นอกจากนี้ ยังพบว่าปริมาณการกัดกร่อนของวัสดุจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆเมื่อจุ่มชิ้นงานนานขึ้นเนื่องจากการสูญเสียมวลอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่อัตราการกัดกร่อนนั้นจะมีค่าลดลงเมื่อเวลาผ่านไปซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากการสร้างออกไซด์ฟิล์มที่ผิวขึ้น ซึ่งฟิล์มนี้จะลดอัตราการกัดกร่อนลง ปริมาณของการกัดกร่อนบนชิ้นส่วนที่ทำจากโลหะอลูมิเนียมหล่อนั้นยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า ชิ้นส่วนของโลหะหล่ออลูมิเนียมหล่อคือฝาสูบในรถจักรยานยนต์นั้นสามารถทนต่อการกัดกร่อนในสภาวะที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอลร้อยละ 20 ร้อยละ 85 หรือเอทานอล 100% ได้ ที่อุณหภูมิสูงถึง 50 °C

Abstract

Nowadays, the use of ethanol fuel blends in automotives has become more and more worldwide. However, the use of ethanol fuel blends may induce some material compatibility issues on some automotive parts that were not designed to be used in contact with ethanol. The goal of this study is to assess the corrosion value of a cast aluminum parts in a motorcycle. Specimens were prepared from the aluminum parts, then immersed in three different ethanol fuel blends, containing ethanol at 20 (E20), 85 (E85), and 100 (E100) vol.%, testing at two different temperature levels (25°C and 50°C).The weight loss was measured every 1, 2, and 4 weeks. Based on the measurement results, higher weight loss values were found in the case of fuel blends with a higher ethanol content (E100 > E85 > E20) and at a higher temperature level (50°C > 25°C).The corrosion was observed on the surface of the specimens, and determined to be a pitting corrosion type. As time progresses, the corrosion was found to increase (i.e., higher weight loss), but at a slower rate (i.e., lower weight loss in week 4 than week 2 and 1).This slower rate may have been caused by the formation of oxide film at the surface of the specimen which acts as a protective film.

Keywords: Ethanol, Fuel Blends, Corrosion, Aluminium

คำสำคัญ : Ethanol, Fuel Blends, Corrosion, Aluminium

1. คำนำ

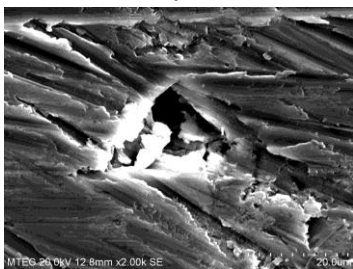
ปัจจุบันนี้ได้มีการใช้เชื้อเพลิงอย่างอื่นนอกเหนือจากน้ำมันปิโตรเลียมมาใช้เป็นพลังงานทางเลือกเพิ่มมากขึ้น เช่น ก๊าซธรรมชาติและเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอล โดยเฉพาะการใช้เอทานอลมาใช้ผสมกับน้ำมันเบนซิน ในประเทศไทยได้มีการใช้น้ำมันเบนซินที่มีส่วนผสมของเอทานอลร้อยละ 10 และ 20 โดยปริมาตร หรือมีชื่อทางการค้าว่าน้ำมัน E20 และน้ำมัน E20 ตามลำดับ ซึ่งสามารถใช้งานได้และยอมรับว่าเหมาะสมกับยานยนต์ทั่วไป นอกจากนี้ยังมีการส่งเสริมให้ใช้น้ำมันที่มีส่วนผสมของเอทานอลที่สูงขึ้นนั่นคือมีส่วนผสมของเอทานอลร้อยละ 85 โดยปริมาตร หรือที่มีชื่อทางการค้าว่าน้ำมัน E 85 ซึ่งเมื่อการนำน้ำมันชนิดนี้เข้ามาใช้ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ออกแบบมาเพื่อใช้หรือรองรับน้ำมันชนิดนี้ ชิ้นส่วนเหล่านั้นอาจเกิดความเสียหายและเกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานยนต์ได้ ดังนั้นการศึกษาถึงผลของการกัดกร่อนในเครื่องยนต์ที่ใช้ใช้น้ำมันชนิดนี้จึงมีความจำเป็นและมีความสำคัญอย่างมากโดยการศึกษาการกัดกร่อนในเครื่องยนต์นี้ได้ทำการทดลองกับชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ของรถจักรยานยนต์ซึ่งเป็นโลหะอะลูมิเนียมมาทำการทดสอบและทำการควบคุมอุณหภูมิในการทดลองจากนั้นก็จะได้ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์เหล่านั้นมาเปรียบเทียบผลการทดลองแล้วสรุปผลต่อไป

วัตถุประสงค์ของการทำโครงการครั้งนี้เพื่อศึกษาพฤติกรรมการกัดกร่อนของชิ้นส่วนในเครื่องยนต์ที่ทำจากอะลูมิเนียมหล่อในการใช้งานร่วมกับน้ำมันที่มีส่วนผสมของเอทานอล

การทดลองนี้ได้ออกวัสดุที่นำมาทดสอบ คือ คาร์บูเรเตอร์ ได้ทำการการทดลองที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบคือ 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์ และ 4 สัปดาห์

2. ผลการดำเนินงานและวิจารณ์

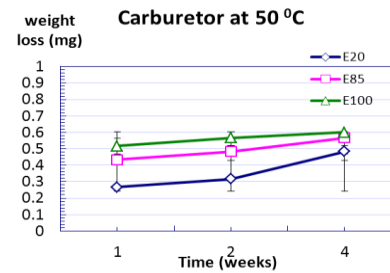
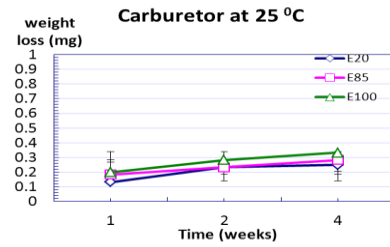
การกัดกร่อนของโลหะหล่ออะลูมิเนียมของวัสดุที่เป็นคาร์บูเรเตอร์ เป็นการกัดกร่อนแบบรูเข็ม(Pitting Corrosion)ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การกัดกร่อนแบบรูเข็ม

การกัดกร่อนลักษณะเดียวกันซึ่งการกระจายตัวของการกัดกร่อนนั้นจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณของเอทานอล ที่ผสมอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิง กล่าวคือ น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอลมากก็จะพบการ

กระจายตัวของการกัดกร่อนที่ผิวมากเช่นกัน และอุณหภูมิก็มีผลต่อการกัดกร่อนเช่นกันดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 น้ำหนักที่เปลี่ยนไปที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 50 องศาเซลเซียส

จากการวัดค่าความลึกของหลุมเมื่อพิจารณาที่เวลาที่ผ่านไปจะพบว่าค่าความลึกของหลุมนั้นเปลี่ยนแปลงไปน้อยมาก

3. ข้อสรุป

การกัดกร่อนของโลหะหล่ออะลูมิเนียมของวัสดุที่เป็นคาร์บูเรเตอร์ เป็นการกัดกร่อนแบบรูเข็มลักษณะเดียวกันซึ่งการกระจายตัวของการกัดกร่อนนั้นจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณของเอทานอล ที่ผสมอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิงกล่าวคือ น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอลมากก็จะพบการกระจายตัวของการกัดกร่อนที่ผิวมากเช่นกัน และอุณหภูมิก็มีผลต่อการกัดกร่อนเช่นกันที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสจะมีการกระจายตัวของการกัดกร่อนที่มากกว่าที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (T50>T25)

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความลึกของที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสและ 50 องศาเซลเซียส ที่น้ำมันที่มีส่วนผสมของเอทานอลต่างๆ พบว่าที่น้ำมันที่มีส่วนประกอบของเอทานอลที่มากกว่า จะมีผลทำให้ค่าความลึกของการกัดกร่อนนั้นมีค่าที่มากกว่า (E100>E85>E20) แต่ค่าความลึกนั้นก็มีค่าที่ไม่แตกต่างกันซึ่งจากการสุ่มวัดค่าความลึกพบว่าจะอยู่ในช่วง 1-5 Microns โดยมีค่า Max of depth อยู่ที่ 5 Microns

จากการวัดค่าความลึกของหลุมเมื่อพิจารณาที่เวลาที่ผ่านไปจะพบว่าค่าความลึกของหลุมนั้นเปลี่ยนแปลงไปน้อยมากจากการสุ่มวัดโดยส่วนใหญ่แล้วค่าความลึกเมื่อคือจะอยู่ในช่วง 1-3 Microns ตั้งแต่การทดลองที่เก็บผล 1 อาทิตย์ ไปยังการเก็บผลการทดลองที่ 4 อาทิตย์ ซึ่งเป็นเช่นนี้น่าจะมีสาเหตุมาจากโลหะอะลูมิเนียมจะเริ่มสร้างออกไซด์ฟิล์มเมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งชั้นฟิล์ม ที่สร้างขึ้นนี้ จะมีความสามารถในการป้องกันการกัดกร่อนได้ จึงทำให้ค่าความลึกของหลุมไม่เปลี่ยนแปลง

4. ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยในครั้งนี้พบว่าควรมีสิ่งที่ศึกษาเพิ่มเติม คือ การศึกษาสมบัติการก่อสร้างฟิล์มของโลหะอลูมิเนียมในการใช้งาน ร่วมกับน้ำมันที่มีส่วนประกอบของเอทานอล

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อ.ธนวรรธก์ มีศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา และ ดร.ศาสวัต มหบุญพาชัย นักวิจัยที่สถาบันวิจัยเทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ(MTEC) ที่ให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลืออุปกรณ์ และ สารเคมี ตลอดจนคำปรึกษาต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างสูงต่อ โครงการวิจัย เป็นผลทำให้งานวิจัยลุล่วงไปได้ด้วยดี 50 °C

ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ(MTEC) ที่เอื้อเพื่อให้ใช้เครื่องมือต่างๆ และสารเคมี ซึ่งช่วยให้โครงการวิจัยสำเร็จ ลุล่วงไปได้ด้วยดี

การอ้างอิงและเอกสารอ้างอิง

Hoekman SK. Biofuels in the US – challengers and opportunities. *Renew Energy* 2009;34:14-22

American coalition for ethanol. Fuel economy study. Sioux falls (SD): American coalition for ethanol; 2005.

Biomass program: Ethanol myths and facts [Internet]. Washington: Energy Efficiency and Renewable Energy (EERE), US Department of Energy; [Updated 2009 September 29]. Available from: http://www1.eere.energy.gov/biomass/ethanol_myths_facts.html.

Nadim F, Zack P, Hoag GE, Liu S. United States experience with gasoline additives. *Energy Policy* 2001;29:1-5.

Costa RC, Sodr JR. Hydrous ethanol vs. gasoline Earl, W.B., Alcohol use in engines. *Energy in Agriculture*, 1984.3: p. 351-362.

Agarwal, A.K., Biofuels (alcohols and biodiesel) applications as fuels for internal combustion engines. *Progress in Energy and Combustion Science*, 2007.33(3): p. 233-271.

Robert B. Corrosion Tests and Standards. ASTM International: 2005

French R, Malone P. Phase equilibria of ethanol fuel blends. *Fluid Phase Equilib* 2005;228–229:27–40.

Geiculescu A, Strange T.F., A microstructural investigation of low-temperature crystalline alumina films grown on aluminum. *Thin Solid Films*, 2003.(426): p.160-171

Underhill P.R., Rider A.N., Hydrated oxide film growth on aluminium alloys immersed in warm water. *Surface & Coatings Technology* 192 (2005) :p.199– 207

Yoo, Y.H., et al., Corrosion characteristics of aluminum alloy in bio-ethanol blended gasoline fuel: Part 1. The corrosion properties of aluminum alloy in high temperature fuels. *Fuel*. In Press, Corrected Proof

Park, I.J., et al., Corrosion characteristics of aluminum alloy in bio-ethanol blended gasoline fuel: Part 2. The effects of dissolved oxygen in the fuel. *Fuel*, 2011.90(2): p. 633-639

Vargel C. Corrosion of aluminum. Oxford: Elsevier Ltd.; 2004.