

คชา วาทกิจ : การใช้น้ำมันขยะพลาสติกเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดี่ยวที่ไม่มีการปรับแต่ง (UTILIZATION OF WASTE PLASTIC OIL AS FUEL IN AN UNMODIFIED SINGLE CYLINDER DIESEL ENGINE) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.จิระพล ศรีเสริฐผล, 182 หน้า.

คำสำคัญ: เชื้อเพลิงทางเลือก/น้ำมันขยะพลาสติก/เครื่องยนต์ดีเซลสูบเดี่ยว

งานวิจัยเรื่องนี้ศึกษาผลของการใช้น้ำมันขยะพลาสติกที่มีต่อสมรรถนะ การเผาไหม้ มลพิษ และผลการใช้งานกับเครื่องยนต์ในระยะยาว เพื่อที่จะศึกษาผลของการใช้น้ำมันขยะพลาสติกเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดี่ยวที่ไม่มีการปรับแต่ง ซึ่งมุ่งเน้นการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติพื้นฐานทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันเชื้อเพลิง สมรรถนะของเครื่องยนต์ คุณลักษณะการเผาไหม้ และมลพิษไอเสีย น้ำมันขยะพลาสติกที่ผ่านการแปรรูปเป็นพลังงานด้วยกระบวนการไพโรไลซิสที่ยังไม่ผ่านขั้นตอนการกลั่นลำดับส่วน ในงานวิจัยได้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติกแบบผสม น้ำมันจากขยะพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง ที่ผลิตจากฝาขวดและน้ำมันจากขยะพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนเทอร์พทาเลตที่ผลิตจากขวดใส เพื่อทำการทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดี่ยวชนิดสี่จังหวะโดยไม่มีการปรับแต่งเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ 1,500 รอบต่อนาที ภายใต้การเปลี่ยนแปลงภาระกรรมของเครื่องยนต์ และทำการทดสอบการใช้งานระยะยาวจำนวน 200 ชั่วโมงการทำงานเพื่อศึกษาผลของการสึกหรอของชิ้นส่วนต่างๆ ภายในเครื่องยนต์

จากผลการทดสอบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันขยะพลาสติกพบว่าคุณสมบัติพื้นฐานทางกายภาพและทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันขยะพลาสติกดีด้อยกว่าน้ำมันดีเซลที่มีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ในหลายๆ ปัจจัย เช่น ค่าดัชนีซีเทน ความหนืดจลนศาสตร์ความหนาแน่น และค่าความร้อนเชื้อเพลิง ผลจากการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์พบว่า ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก ของน้ำมันขยะพลาสติกมีค่าสูงกว่าน้ำมันดีเซลทุกภาระกรรมและประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรก มีค่าต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล

เนื่องจากการเผาไหม้ของน้ำมันขยะพลาสติกจากกระบวนการไพโรไลซิสมีคุณลักษณะที่แตกต่างจากน้ำมันดีเซลเนื่องมาจากองค์ประกอบทางเคมีที่ค่อนข้างแตกต่างกัน เพื่อเป็นการศึกษาคุณลักษณะของการเผาไหม้ งานวิจัยจึงได้มีการศึกษาถึงผลของการใช้น้ำมันขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์อัตราส่วนกำลังอัดแปรผัน จากผลการทดสอบกับเครื่องยนต์อัตราส่วนกำลังอัดแปรผันที่ความเร็วรอบคงที่ 1,500 รอบต่อนาที ภาระกรรม 25% 50% และ 75% ของกำลังสูงสุด และทดสอบที่อัตราส่วนการอัด 16:1 17:1 และ 18:1 พบว่าการเพิ่มอัตราส่วนการอัดส่งผลต่อ

สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซลและน้ำมันผสมมีการประสิทธิภาพที่ดีขึ้น อีกทั้งการเพิ่มอัตราส่วนการอัดยังสามารถปรับปรุงความล่าช้าจุดระเบิดของน้ำมันให้สั้นลงได้ เมื่อพิจารณาความดันในกระบอกสูบสูงสุดและอัตราการปลดปล่อยความร้อนสูงสุดของน้ำมันขยะพลาสติกแสดงให้เห็นว่า น้ำมันจากขยะพลาสติกประเภทโพลีเอทิลีนเทรฟทาเลต มีความล่าช้าในการจุดระเบิดค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตามในน้ำมันขยะพลาสติกประเภทโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง พบว่าคุณลักษณะการเผาไหม้มีลักษณะใกล้เคียงกับการเผาไหม้ของน้ำมันดีเซลโดยไม่ต้องปรับแต่งเครื่องยนต์ นอกจากนี้ในงานวิจัยนี้ยังได้ศึกษาผลของการใช้น้ำมันขยะพลาสติกจากพลาสติกขวดใสประเภทโพลีเอทิลีนเทรฟทาเลตผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 10%, 20%, 30% และ 50% กับเครื่องยนต์ พบว่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกและประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรกเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลจากคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเชื้อเพลิงที่ส่งผลต่อโดยตรงการเผาไหม้ จากผลการทดสอบมลพิษไอเสียพบว่าน้ำมันขยะพลาสติกมีปริมาณไนโตรเจนออกไซด์ ไฮโดรคาร์บอนและคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่สูงกว่าน้ำมันดีเซล อย่างไรก็ตาม พบว่าการใช้เครื่องยนต์ที่มีอัตราส่วนกำลังอัดที่สูงขึ้นจะเพิ่มประสิทธิภาพความร้อนของเบรกและลดความล่าช้าในการจุดระเบิด ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการปรับปรุงประสิทธิภาพความร้อนของเบรกและการปล่อยมลพิษ

แหล่งที่มาของขยะพลาสติกที่แตกต่างกันส่งผลโดยตรงต่อองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมัน ในกรณีที่ไม่ได้มีการควบคุมแหล่งที่มาของขยะพลาสติกที่จะนำมาผลิตเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงจำเป็นต้องใช้กระบวนการกลั่นลำดับส่วนเพื่อควบคุมองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันเชื้อเพลิงที่สกัดได้จากน้ำมันพลาสติกให้มีคุณสมบัติพื้นฐานใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล การนำน้ำมันขยะพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูงที่ผลิตจากฝาขวดหรือน้ำมันจากขยะพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนเทรฟทาเลตจากขวดใสมาใช้กับเครื่องยนต์ที่ไม่มีการปรับแต่งยังขาดความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ จากเหตุปัจจัยทางด้านราคาต้นทุนของขยะพลาสติก ขณะที่การนำน้ำมันจากขยะพลาสติกผสมที่ไม่ผ่านการกลั่นมาใช้ในเครื่องยนต์ระยะยาวยังพบปัญหาหลายประการ เช่น การสึกหรอของชิ้นส่วนภายในเครื่องยนต์ที่สูง และส่งผลต่อคุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นในเครื่องยนต์ซึ่งอาจส่งผลต่อความเสียหายของเครื่องยนต์หากไม่มีการปรับปรุงชิ้นส่วนภายในเครื่องยนต์หรือคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติกให้มีความเหมาะสม

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

ปีการศึกษา 2565

ลายมือชื่อนักศึกษา..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... 

KHATHA WATHAKIT : UTILIZATION OF WASTE PLASTIC OIL AS FUEL IN AN UNMODIFIED SINGLE CYLINDER DIESEL ENGINE. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. JIRAPHON SRISERTPOL, Ph.D., 182 PP.

Keywords: ALTERNATIVE FUEL/WASTE PLASTIC OIL/SINGLE CYLINDER DIESEL ENGINE

This research study investigates the effects of using waste plastic oil on engine performance, combustion characteristics, emissions and long-term operation for unmodified single cylinder diesel engines using fuel derived from plastic waste. The study focuses on comparing the basic physical and chemical properties of the fuel, engine performance, combustion characteristics and exhaust emissions of waste plastic oil that has been converted to energy through the pyrolysis process without fractional distillation. The research examines the physical and chemical properties of blended waste plastic oil, high-density polyethylene (HDPE) bottle cap plastic and polyethylene terephthalate (PET) bottle plastic. An unmodified 4-stroke single cylinder diesel engine was tested at a constant engine speed of 1,500 revolutions per minute under varying engine load conditions. Long-term operation tests of 200 working hours are also conducted to study the effects of wear on various engine components.

From the test results of the waste plastic oil's fuel properties, it was found that the significant fundamental physical and chemical properties of waste plastic oil are inferior to commercially available diesel fuel in several aspects, such as cetane index, kinematic viscosity, density, and heating value. The engine performance tests revealed that the brake specific fuel consumption (BSFC) of waste plastic oil is higher than that of diesel fuel under all load conditions, and the brake thermal efficiency (BTE) is lower when compared to diesel fuel.

Due to the combustion characteristics of waste plastic oil from the pyrolysis process being different from diesel fuel, resulting from their distinct chemical compositions, this research study examines the combustion properties and effects of using waste plastic oil as fuel in variable compression ratio engines. From the test results with variable compression ratio engines at a constant speed of 1,500 rpm and load levels of 25%, 50%, and 75% of maximum power, and at compression ratios of

16:1, 17:1 and 18:1 it was found that increasing the compression ratio improved the performance of engines using diesel fuel and blended oil. Moreover, increasing the compression ratio could also reduce the ignition delay of the fuel. When considering the maximum cylinder pressure and maximum heat release rate of waste plastic oil, it was observed that the polyethylene terephthalate (PET) bottle plastic oil had a considerably longer ignition delay. However, in waste plastic oil produced from high-density polyethylene (HDPE) bottle cap plastic, it was found that the combustion characteristics of the waste plastic oil from bottle caps are similar to those of diesel fuel without engine modification. Furthermore, this research also investigated the effects of using polyethylene terephthalate (PET) bottle waste plastic oil blended with diesel fuel at ratios of 10%, 20%, 30%, and 50% on engine performance. It was found that the mixed fuel increase the BSFC and BTE, which can be attributed to the physical and chemical properties of the fuel directly affecting combustion. The results of exhaust emission measurements showed that waste plastic oil has higher amounts of nitrogen oxides (NO_x), hydrocarbons (HC), and carbon monoxide (CO) than diesel fuel. However, it was found that using engines with higher compression ratios increase brake thermal efficiency and reduces the ignition delay, which directly contributes to improved brake thermal efficiency and emissions.

The different sources of plastic waste directly affect the chemical composition of the oil. In cases where there is no control over the source of plastic waste used for fuel production, a fractional distillation process is necessary to control the chemical composition of the fuel oil obtained from the plastic waste, ensuring its basic properties are similar to diesel fuel. Using high-density polyethylene or polyethylene terephthalate waste plastic oil in unmodified engines is not economically viable due to the cost factors of waste plastic. Meanwhile, using unrefined waste plastic oil blends in engines in the long term has been found to cause various problems, such as increased wear and tear of engine components and affecting the properties of the engine lubricant oil. This may lead to engine damage if the components of the engine or the quality of the waste plastic oil are not appropriately improved.

School of Mechatronics Engineering
Academic Year 2022

Student's Signature.....*Kulwant*.....

Advisor's Signature.....*Sirapol J.*.....