สมเกียรติ หมายถมกลาง : การใช้น้ำมันขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทางเลือกสำหรับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัด (THE USE OF WASTE PLASTIC OIL AS ALTERNATIVE FUEL FOR COMPRESSION IGNITION ENGINES) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.เอกรงค์ สุขจิต, 210 หน้า.

งานวิจัยเรื่องนี้ศึกษาการใช้น้ำมันขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทางเลือกสำหรับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัด ซึ่งมุ่งเน้นการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติพื้นฐานทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันเชื้อเพลิง สมรรถนะของเครื่องยนต์ คุณลักษณะการเผาไหม้ และมลพิษไอเสีย โดยการใช้น้ำมันขยะพลาสติกที่ผ่านการแปรรูปเป็นพลังงานด้วยกระบวนการไพโรไลซิสที่ยังไม่ผ่านขั้นตอนการกลั่นลำดับส่วนผสมกับน้ำมันดีเซลที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทำการทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซล 4 สูบ 4 จังหวะ ชนิดฉีดเชื้อเพลิงตรงเข้าห้องเผาไหม้ โดยไม่มีการปรับแต่งเครื่องยนต์ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ 2,500 รอบต่อนาที ภายใต้การเปลี่ยนแปลงภาระกรรมของเครื่องยนต์ จากผลการทดสอบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันขยะพลาสติกพบว่าค่าดัชนีซีเทนมีค่าสูงกว่าน้ำมันดีเซล อย่างไรก็ตาม ความหนืดจลนศาสตร์ ความหนาแน่น จุดวาบไฟ และค่าความร้อนเชื้อเพลิงมีค่าต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล ผลของการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์พบว่า ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (BSFC) ของน้ำมันขยะพลาสติกมีค่าสูงกว่าน้ำมันดีเซลทุกภาระกรรม และประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรก (BTE) มีค่าต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล เมื่อพิจารณาความดันในกระบอกสูบสูงสุดและอัตราการปลดปล่อยความร้อนสูงสุดของน้ำมันขยะพลาสติกแสดงให้เห็นว่า น้ำมันขยะพลาสติกมีค่าความดันในกระบอกสูบสูงสุดที่ต่ำกว่าน้ำมันดีเซล แต่ในทางตรงกันข้ามน้ำมันขยะพลาสติกจะมีอัตราการปลดปล่อยความร้อนสูงสุดมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล นอกจากนี้ผลการตรวจวัดมลพิษไอเสียพบว่า น้ำมันขยะพลาสติกมีปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ไฮโดรคาร์บอน (HC) และคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) สูงกว่าน้ำมันดีเซล อย่างไรก็ตามการเผาไหม้ของน้ำมันขยะพลาสติกทำให้เกิดปริมาณควันดำน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล

ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมาได้รายงานว่า โครงสร้างโมเลกุลของเชื้อเพลิงที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบสามารถช่วยปรับปรุงกระบวนการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง และส่งผลให้ปริมาณของมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์ลดลง ดังนั้น ในส่วนงานวิจัยที่ต่อเนื่องกันนี้มีความสนใจในการใช้เชื้อเพลิงที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบคือ ไดเอทิลอีเทอร์และบิวทานอล เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการทดสอบ เพื่อช่วยลดมลพิษไอเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำมันขยะพลาสติก และศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากโครงสร้างของโมเลกุลที่ต่างกันของเชื้อเพลิง เนื่องจากเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดนี้มีจำนวนของอะตอมคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนที่เท่ากัน แต่มีหมู่ฟังก์ชันที่แตกต่างกัน

โดยทำการผสมน้ำมันขยะพลาสติกกับไดเอทิลอีเทอร์และบิวทานอลที่สัดส่วนการผสมร้อยละ 16 โดยปริมาตร ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่า BSFC ของน้ำมันขยะพลาสติกผสมไดเอทิลอีเทอร์ (DEE16) และน้ำมันขยะพลาสติกผสมบิวทานอล (BU16) มีค่ามากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันขยะพลาสติกสำหรับทุกภาระกรรมของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ ส่งผลให้ BTE ของ DEE16 และ BU16 มีค่าน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันขยะพลาสติก หากทำการเปรียบเทียบผลของการผสมไดเอทิลอีเทอร์และบิวทานอลในน้ำมันขยะพลาสติกพบว่า การใช้ไดเอทิลอีเทอร์ผสมกับน้ำมันขยะพลาสติกสามารถช่วยลดปริมาณ NO_X, CO, HC และ Smoke ได้ดีกว่าการใช้บิวทานอลผสมกับน้ำมันขยะพลาสติกเมื่อเครื่องยนต์ทำงานที่ภาระกรรมสูง อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของ DEE16 และ BU16 นั้นมีข้อด้อยบางประการที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องยนต์ เช่น ความหนืดจลนศาสตร์ จุดวาบไฟ และคุณสมบัติการสึกหรอ

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลกระทบของการใช้ไบโอดีเซลเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันเชื้อเพลิงดังกล่าว เนื่องจากไบโอดีเซลมีความหนืดและจุดวาบไฟที่สูง รวมถึงมีคุณสมบัติการหล่อลื่นที่ดี งานวิจัยส่วนนี้ได้เลือกใช้ไบโอดีเซลจากน้ำมันละหุ่งสำหรับใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของ DEE16 และ BU16 เนื่องจากน้ำมันละหุ่งมีความหนืดจลนศาสตร์ ความหนาแน่น และคุณสมบัติการหล่อลื่นที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับไบโอดีเซลจากวัตถุดิบอื่น ซึ่งจากผลการทดสอบด้านคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงพบว่าการใช้ไบโอดีเซลจากน้ำมันละหุ่งช่วยปรับปรุงให้ค่าความหนืดจลนศาสตร์และจุดวาบไฟของเชื้อเพลิงมีค่าสูงขึ้น การใช้ไบโอดีเซลจากน้ำมันละหุ่งปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรไม่สามารถช่วยปรับปรุงคุณสมบัติการหล่อลื่นของของ DEE16 และ BU16 ได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ ผลการทดสอบกับเครื่องยนต์พบว่า การผสมไบโอดีเซลจากน้ำมันละหุ่งทำให้ BSFC มีค่าลดลง ในขณะที่ BTE มีค่าสูงขึ้น การใช้ไบโอดีเซลจากน้ำมันละหุ่งร่วมกับไดเอทิลอีเทอร์สามารถลดปริมาณ NO_X, CO และ HC ได้ดีกว่าการใช้ไบโอดีเซลจากน้ำมันละหุ่งร่วมกับบิวทานอลในทุกภาระกรรมของเครื่องยนต์ที่ทดสอบ ปริมาณควันดำที่ได้จากการเผาไหม้น้ำมันขยะพลาสติกผสมไบโอดีเซลจากละหุ่งและไดเอทิลอีเทอร์จะน้อยกว่าน้ำมันขยะพลาสติกผสมไบโอดีเซลจากละหุ่งและบิวทานอลเมื่อเครื่องยนต์ทำงานที่ภาระกรรมสูง

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2559 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

SOMKIAT MAITHOMKLANG : THE USE OF WASTE PLASTIC OIL AS ALTERNATIVE FUEL FOR COMPRESSION IGNITION ENGINE. THESIS ADVISOR : EKARONG SUKJIT, Ph.D., 210 PP.

WASTE PLASTIC OIL/DIESEL ENGINE/PERFORMANCE /EMISSIONS

The use of waste plastic oil as alternative fuel for CI engines was investigated in this research, which focused on physical and chemical properties of fuel, engine performance, combustion characteristics and exhaust emissions. Waste plastic oil (WPO) produced by pyrolysis process was blended with diesel fuel (DF). The engine test was carried out on 4-cylinder, 4-stroke and DI diesel engine without any engine modification at constant speed of 2,500 rpm with varying engine operating loads. The experimental results showed that WPO possessed higher cetane index with respect to DF. However viscosity, density, flash point and heating value of WPO were lower than those of DF. The results of engine test found that the use of WPO led to an increase in brake specific fuel consumption (BSFC) and a reduction in brake thermal efficiency (BTE). The peak pressure and peak rate of heat release of WPO were higher than those of DF. The combustion of WPO tended to increase oxides of nitrogen (NO_x), hydrocarbon (HC) and carbon monoxide (CO) while a reduction in smoke was obtained with respect to diesel fuel combustion.

It was previously reported that oxygen present in fuel molecule can improve combustion process, leading to a reduction in emissions. Hence, in this research, two oxygenated fuels consisting of diethyl ether (DEE) and butanol (BU), both possess same number of carbon, hydrogen and oxygen atom but difference functional group,

were blended with the WPO. The WPO was blended with 16% of diethyl ether (DEE16) and 16% of butanol (BU16). The results found that BSFC of DEE16 and BU16 were higher compared to that of WPO, while DEE16 and BU16 showed lower BTE to that of WPO at all engine loads tested. Comparing the addition of DEE and BU, BTE of DEE16 was slightly higher than BU16. It was observed that the combustion of DEE16 produces lower NO_x, CO, HC and Smoke at high engine load condition with respect to the combustion of BU16. However, fuel properties of WPO blended with DEE and BU were needed to improve such as kinematic viscosity, flash point and lubricity.

Therefore, the effect of biodiesel addition to such fuel blends was also investigated. Biodiesel with higher viscosity and flash point and better lubricity was expected to restore such poor properties of WPO blended with DEE and BU. Biodiesel derived from castor oil (COME) was selected for the test due to extremely high viscosity, density and lubricity compared to other feedstocks used to produce biodiesel. Four tested fuels with same oxygen content were prepared for fuel properties and engine test. Experimental results showed that the use of COME led to higher kinematic viscosity and flash point, while the addition of 5% COME was not enough to improve lubricity of fuel blends. The results of engine test reported that BSFC decreased with the addition of COME whereas BTE tended to increase with the addition of COME. The presence of DEE and COME in WPO (DEE11.5BIO5) showed more advantage to decrease NO_x, CO and HC emissions at all engine operating loads tested than the use of BU and COME (BU11.5BIO5), while the benefit of DEE11.5BIO5 to improve smoke emissions was obtained at high engine operating load.

School of Mechanical Engineering Student's Signature Somkiat

Academic Year 2016 Advisor's Signature Sukjit