สรัลพร ศรีประทุม: การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสมบัติเชื้อเพลิงและกระบวนการหล่อลื่นของน้ำมันดีเซลชีวภาพสังเคราะห์ (A STUDY OF EFFECT OF PARAMETERS ON FUEL PROPERTIES AND LUBRICATION OF BIO-HYDROGENATED DIESEL)
อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรถพล มณีแดง , 145 หน้า.

คำสำคัญ : น้ำมันดีเซลชีวภาพสังเคราะห์ การหล่อลื่น ไทรโบโลยี

มลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน ก่อให้เกิดความเสี่ยงอย่างมากต่อสุขภาพของมนุษย์ เช่น ปัญหาระบบทางเดินหายใจ และมีส่วนทำให้เกิดภาวะโลกร้อนผ่านการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปัญหาเหล่านี้มีต้นกำเนิดหลักมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในภาคอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมการขนส่งยิ่งทำให้สถานการณ์แย่ลง เนื่องจากมีการใช้เชื้อเพลิงมากขึ้นและขนาดของยานพาหนะใหญ่ขึ้น การสึกหรอของหัวฉีดน้ำมันนำไปสู่การจ่ายน้ำมันที่มากเกินไป ส่งผลให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์และการก่อตัวของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ยิ่งไปกว่านั้น ราคาน้ำมันที่สูงขึ้นทำให้เชื้อเพลิงชีวภาพมีความสำคัญมากขึ้นในฐานะทางเลือกแทนน้ำมันปิโตรเลียม ส่งผลให้การใช้ไบโอดีเซล เช่น B7, B10 และ B20 ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นไบโอดีเซลสามารถผลิตได้จากวัตถุดิบชีวมวลประเภทต่างๆ รวมถึงปาล์มและเมล็ดละหุ่ง ผ่านกระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาเชื้อเพลิงชีวภาพอีกประเภทหนึ่งคือ น้ำมันดีเซลชีวภาพสังเคราะห์ หรือ Bio-Hydrogenated Diesel แม้ว่าจะได้มาจากชีวมวลเช่นเดียวกับไบโอดีเซล แต่ได้ผ่านกระบวนการไฮโดรจิเนชัน ทำให้มีองค์ประกอบโมเลกุลที่คล้ายคลึงกับน้ำมันดีเซลปิโตรเลียมมาก จึงสามารถใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลได้ ด้วยเหตุนี้ ไบโอไฮโดรจิเนเต็ดดีเซลจึงมีสมบัติเทียบเคียงกับน้ำมันดีเซลปิโตรเลียม อย่างไรก็ตาม ไบโอไฮโดรจิเนเต็ดดีเซลยังต้องได้รับการปรับปรุงสมบัติเพิ่มเติม โดยเฉพาะในด้านคุณสมบัติการหล่อลื่นและความถ่วงจำเพาะ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและทำให้เป็นเชื้อเพลิงทางเลือกที่ยั่งยืน ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการหล่อลื่นและตรวจสอบสมบัติของน้ำมันดีเซลชีวภาพสังเคราะห์ สร้างแผนที่การสึกหรอ (Wear map) เพื่อจำลองสภาพการเกิดรอยสึกหรอให้ครอบคลุมระบบการทำงานของหัวฉีดน้ำมันในสภาวะต่าง ๆ ตลอดไปถึงการศึกษาลักษณะการหล่อลื่นแบบฟิล์มที่เกิดขึ้น โดยนำน้ำมันดีเซลชีวภาพสังเคราะห์ทดสอบสมบัติการหล่อลื่นด้วยเครื่อง High-Frequency Reciprocating Rig (HFRR) ตามมาตรฐาน ISO 12156-1: 2018 วิเคราะห์หมู่ฟังชันที่เกิดขึ้นบนรอยสึกหรอด้วยเครื่องฟลูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปคโทรไมโครสโคปและตรวจสอบลักษณะพื้นผิวบนรอยสึกหรอที่เกิดขึ้นด้วยเครื่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

จากผลการทดสอบการเพิ่มร้อยละ 3 – 90 ของน้ำมันไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันมันในน้ำมันดีเซลชีวภาพสังเคราะห์ทำให้ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยสึกหรอลดลงอยู่ในช่วง 177.5 – 375.0 µm ค่าเฉลี่ยอัตราร้อยละของฟิล์มอยู่ระหว่าง 72 - 97 และ ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานอยู่ระหว่าง 0.125 – 0.178 เนื่องจากการสร้างชั้นฟิล์มที่มีเสถียรภาพเพิ่มขึ้นจากการมีโมเลกุลของออกซิเจนที่พบในหมู่ฟังก์ชันคาร์บอกซิลิกของน้ำมันไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์และการที่โมเลกุลมีขั้วสามารถดูดซับบนพื้นผิวโลหะ ซึ่งสัดส่วนที่เหมาะสมในการผสมน้ำมันไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันในน้ำมันดีเซลชีวภาพสังเคราะห์ คือ ในปริมาณร้อยละ 10 โดยปริมาตร เป็นสัดส่วนเริ่มต้นที่มีค่าสมบัติการหล่อลื่นและสมบัติอื่น ๆ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของน้ำมันดีเซล

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการหล่อลื่นของน้ำมันดีเซลชีวภาพสังเคราะห์และที่มีการผสมน้ำมันไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันร้อยละ 10 และ 20 โดยปริมาตร ผลการทดสอบปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการหล่อลื่นมากที่สุดเมื่อมีการผสมน้ำมันไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันตามค่าขนาดของผล Cohen's d คือ โหลด อุณหภูมิ ร้อยละความชื้นสัมพัทธ์ และ เวลาที่ใช้ในการทดสอบ ตามลำดับ โดยที่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงโหลดและเวลาที่ใช้ในการทดสอบน้ำมันดีเซลชีวภาพสังเคราะห์และที่เพิ่มร้อยละ10 และ 20 ของน้ำมันไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน จะทำให้ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยสึกหรอมีขนาดเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 609.0 – 898.4 176.0 – 315.5 และ 180.0 – 367.0 µm ตามลำดับ เนื่องจากโหลดและเวลาที่ใช้ในการทดลองที่เพิ่มขึ้นทำให้บอลและแผ่นดิสก์มีแรงกดมากขึ้นเพิ่มพื้นที่ของผิวสัมผัสในระยะเวลาที่นานขึ้น สำหรับความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิของน้ำมันดีเซลชีวภาพสังเคราะห์เมื่อผสมร้อยละ 10 โดยปริมาตรของน้ำมันไบโอเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน ที่โหลด 200 g และ 1000 g ทำให้ขนาดค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยสึกหรอมีขนาดอยู่ที่ 162.0 – 328.5 µm และ 245.0 – 380.5 µm ตามลำดับ เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ที่เพิ่มขึ้นทำให้มีปริมาณของออกซิเจนสูงขึ้นชั้นขอบเขตการหล่อลื่นที่แย่ลง การเกิดปฏิกิริยาไทรโบฟิล์มบนพื้นผิวโลหะและอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้เกิดการระเหยของน้ำมันเชื้อเพลิง

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี
ปีการศึกษา 2566

ลายมือชื่อนักศึกษา .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

SARUNPORN SRIPRATHUM: A STUDY OF EFFECT OF PARAMETERS ON FUEL PROPERTIES AND LUBRICATION OF BIO-HYDROGENATED DIESEL
THESIS ADVISOR: ASST. PROF.ATTHAPHON MANEEDAENG, Ph.D. , 145 PP.

Keyword : Bio-Hydrogenated diesel, Lubrication, Tribology

Air pollution, particularly from particulate matter as small as 2.5 μm, poses significant risks to human health, causing respiratory issues and contributing to global warming through greenhouse gas emissions. These problems primarily originate from fuel combustion in industrial sectors. The transportation industry exacerbates the situation by consuming more fuel and increasing vehicle sizes. Fuel injector wear leads to excessive fuel delivery, resulting in incomplete combustion and the formation of carbon monoxide gas. Moreover, rising fuel prices have heightened the importance of biofuels as alternatives to petroleum-based fuels. Consequently, the use of biodiesel, such as B7, B10, and B20, has gained prominence. Biodiesel can be derived from various biomass feedstocks, including palm and castor beans, through the process of transesterification. Another biofuel, Bio-Hydrogenated Diesel, has also been developed. Although derived from biomass like biodiesel, it undergoes hydrogenation, making it highly similar to petroleum diesel in terms of molecular composition, enabling its use in diesel engines. As a result, Bio-Hydrogenated Diesel exhibits comparable properties to its petroleum counterpart. However, further improvements are necessary for Bio-Hydrogenated Diesel, particularly in terms of lubrication properties and specific gravity, to optimize its performance and ensure its viability as a sustainable alternative fuel. Therefore, this research aims to study the factors affecting the lubrication process and examine the properties of Bio-Hydrogenated Diesel. It's creating a wear map to simulate the wear conditions of the oil injector under different conditions. Additionally, the study aims to investigate the characteristics of film lubrication that occurs. This will be done by testing the lubricating properties of Bio-Hydrogenated Diesel oil using a High-Frequency Reciprocating Rig (HFRR) according to ISO 12156-1: 2018. Furthermore, the research will analyze the functional groups

formed on wear from disk using a Fourier Transform Infrared Spectromicroscope and examine the surface texture of the wear created with a scanning electron microscope.

The results show that adding 3 - 90 % of Fatty acid methyl ester to Bio-hydrogenated diesel caused the average wear scar diameter to decrease within the range of 177.5 – 375.0 μm. The average rate of % film ranged between 72 - 97 %, and the friction of coefficient ranged between 0.125 - 0.178. This is because the presence of oxygen molecules found in the carboxylic functional groups of biodiesel creates a more stable film layer. Additionally, polar molecules can adsorb on metal surfaces. The appropriate proportion for mixing fatty acid methyl ester in Bio-hydrogenated diesel is 10 % by volume, which meets the criteria for lubricity and other properties within the standards for diesel.

The research also studied the factors affecting the lubrication process of Bio-Hydrogenated Diesel mixed with 10 and 20% fatty acid methyl ester by volume. The results showed that the most effect size, Cohen's d values influencing lubrication were load, temperature, % relative humidity and time respectively. When the load and time were altered with Bio-Hydrogenated Diesel and with the addition of 10 and 20 percent of fatty acid methyl ester, it led to an increase in the average wear scar diameter within the ranges of 609.0 - 898.4 μm, 176.0 - 315.5 μm, and 180.0 – 367.0 μm, respectively. The wear scar diameter increases when the load and time increases. This is because the pressure on the ball and disc increases, which makes the contact surface area larger. For the % relative humidity and temperature of Bio-Hydrogenated, when mixed with 10% by volume of fatty acid methyl ester at load 200 g and 1000 g, the average wear scar diameter ranged between 162.0 - 328.5 μm and 245.0 - 380.5 μm, respectively. This can be attributed to increased relative humidity leading to a higher amount of oxygen and a worsened lubrication boundary layer. Also, higher temperatures cause more fuel to evaporate.

School of Chemical Engineering
Academic year 2023

Student's Signature.....
Advisor's Signature .....
Co-Advisor's Signature .....