บทคัดย่อ

การผลิตไดเอทิลอีเทอร์เพื่อใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลจากเอทานอลด้วยปฏิกิริยาดีไฮเดรชันแบบใช้ตัวเร่งซีโอไลต์ชนิด SUZ-4 ที่มีองค์ประกอบของซิลิกอนกอนไดออกไซด์จากเถ้าแกลบ (PRODUCTION OF DIETHYL ETHER FOR DIESEL ENGINE FROM ETHANOL BY CATALYTIC DEHYDRATION USING SUZ-4 ZEOLITE COMPOSED OF RICE HUSK ASH BASED SILICON DIOXIDE)

งานวิจัยนี้ศึกษาการสังเคราะห์ซีโอไลต์ SUZ-4 โดยมีซิลิกอนไดออกไซด์จากเถ้าแกลบเป็นองค์ประกอบ เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพการเร่งปฏิกิริยาดีไฮเดรชันของเอทานอลเพื่อผลิตไดเอทิลอีเทอร์ ซึ่งงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 5 ส่วนหลัก เริ่มจากส่วนแรกศึกษาการสังเคราะห์ซีโอไลต์ SUZ-4 ด้วยกระบวนการโซล-เจล และกระบวนการไฮโดรเทอร์มัลโดยใช้ซิลิกอนไดออกไซด์แบบอสัณฐานที่เตรียมได้จากเถ้าแกลบเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของสารตั้งต้น ได้ทำการศึกษาอัตราส่วนโดยโมลของเถ้าแกลบต่อซิลิกาโซล (R:S) เท่ากับ 0R:100S 25R:75S 50R:50S 75R:25S และ 100R:0S ระยะเวลาไฮโดรเทอร์มัล 1–7 วัน และอุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัลในช่วง 120-150°C ในส่วนที่สองเป็นการทดสอบประสิทธิภาพการเร่งปฏิกิริยาดีไฮเดรชันของเอทานอลเพื่อผลิตไดเอทิลอีเทอร์โดยใช้ซีโอไลต์ SUZ-4 ที่สังเคราะห์ได้ ส่วนที่สามทำการศึกษาคุณสมบัติสมบัติทางเชื้อเพลิงของอัตราส่วนโดยปริมาตรระหว่างไดเอทิลอีเทอร์และน้ำมันดีเซล ซึ่งทำการศึกษาทั้งหมด 5 อัตราส่วนคือ 0DEE:100Diesel 5DEE:95Diesel 10DEE:90Diesel 15DEE:85Diesel และ 20DEE:80Diesel ในส่วนที่สี่ศึกษาการทดสอบน้ำมันผสมกับเครื่องยนต์ดีเซลจริงสมรรถนะของเครื่องยนต์ ประสิทธิภาพการเผาไหม้ และการปลดปล่อยจากการเผาไหม้ ในส่วนสุดท้ายทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น หาค่าราคาต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ไดเอทิลอีเทอร์จากปฏิกิริยาดีไฮเดรชันของเอทานอล โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาซีโอไลต์ชนิด SUZ-4 ที่เตรียมได้ ผลการศึกษาเป็นดังนี้ ในส่วนแรกพบว่าซีโอไลต์ชนิด SUZ-4 สามารถสังเคราะห์ได้จากทุกอัตราส่วนโดยโมล ณ สภาวะอุณหภูมิและระยะเวลาของกระบวน การไฮโดรเทอร์มัลเท่ากับ 150°C เป็นระยะเวลา 4 วัน โดยรวมแล้วซีโอไลต์ที่สังเคราะห์ได้ มีรูพรุนขนาดเล็กเป็นหลักและมีเคมีพื้นผิวเป็นกรดอ่อน รูปร่างคล้ายเข็ม โดยอัตราส่วน 50R:50S มีความเป็นผลึกซีโอไลต์ SUZ-4 และมีปริมาตรรูพรุนขนาดเล็กสูงสุด ที่อัตราส่วนโดยโมลนี้เมื่อนำมาศึกษาผลของระยะเวลาและอุณหภูมิของกระบวนการไฮโดรเทอร์มัล พบการเริ่มเกิดของซีโอไลต์ SUZ-4 จากการสังเคราะห์ด้วยระยะเวลา 2 วัน ที่อุณหภูมิ 150°C หรือเมื่อใช้ระยะเวลา 4 วัน ณ อุณหภูมิ 130°C ในส่วนที่สองทำการทดสอบประสิทธิภาพการเร่งปฏิกิริยาดีไฮเดรชันของเอทานอลเพื่อผลิตไดเอทิลอีเทอร์ จากการทดสอบปฏิกิริยาพบว่าค่าร้อยละการแปลงผันของเอทานอลมีค่าเท่ากับ 27.7 และค่าร้อยละผลได้ของได้เอทิลอีเทอร์เท่ากับ 12.62 ที่อัตราส่วนระหว่างปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา SUZ-4 ที่สังเคราะห์ได้ต่ออัตราการป้อนเอทานอลเท่ากับ 2.9347 $g_{cat}min/mol_{Ethanol}$ ที่อุณหภูมิ 250°C

ในส่วนการทดสอบสมบัติของเชื้อเพลิงผสมระหว่างไดเอทิลอีเทอร์และน้ำมันดีเซล พบว่าการเพิ่มปริมาณไดเอทิลอีเทอร์ในน้ำมันส่งผลให้ค่าความหนืด ความถ่วงจำเพาะ ของเชื้อเพลิงลดลงแต่อยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐาน และเมื่อนำไปทดสอบการปลดปล่อยของเสียจากเครื่องยนต์การผสมไดเอทิลอีเทอร์มีแนวโน้มทำให้ไฮโดรคาร์บอนที่ไม่เผาไหม้และคาร์บอนมอนอกไซด์มีค่าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซล แต่ส่งผลทำให้ค่าออกไซด์ของไนโตรเจนลดลง โดยจากการทดสอบพบว่าสัดส่วนที่เหมาะสมสำหรับการใช้ไดเอทิลอีเทอร์ที่ทำการผสมกับน้ำมันดีเซลเพื่อใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลควรมีค่าอยู่ระหว่าง 5-10% โดยปริมาตร โดยไม่ต้องมีการปรับแต่งเครื่องยนต์ และจากการประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของกระบวนการผลิตไดเอทิลอีเทอร์จากเอทานอลพบว่าราคาต่อหน่วยไดเอทิลอีเทอร์เท่ากับ 46.1 บาทต่อกิโลกรัม และพลังงานที่ใช้ต่อหน่วยการผลิตเท่ากับ 13,248.23 kJ/kg

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ABSTRACT

PRODUCTION OF DIETHYL ETHER FOR DIESEL ENGINE FROM ETHANOL BY CATALYTIC DEHYDRATION USING SUZ-4 ZEOLITE COMPOSED OF RICE HUSK ASH BASED SILICON DIOXIDE

This work studied the catalytic dehydration of ethanol to produce diethyl ether using a SUZ-4 zeolite catalyst composed of rice husk ash-based silicon dioxide. The study involves five main parts. Firstly, the synthesis of SUZ-4 zeolite a hydrothermal technique was carried out. The prepared amorphous rice husk ash-based silicon dioxide was used as one source of material. The effect of the molar ratio of rice husk ash (R) to silica solution (S) of 0R:100S 25R:75S 50R:50S 75R:25S and 100R:0S, the time under hydrothermal conditions within the range of 1-7 days, and the hydrothermal temperature of 120-150°C were investigated. The catalytic dehydration reaction of ethanol to produce diethyl ether using prepared zeolites was tested in the second part. The third part was the study of the fuel properties of the volumetric ratio between diethyl ether and diesel in the ratio of 0DEE:100Diesel 5DEE:95Diesel 10DEE:90Diesel 15DEE:85Diesel and 20DEE:80Diesel. In the fourth part was the study of diesel engines test with blende fuel in terms of engine performance, combustion efficiency and release from combustion. In the last part, a preliminary economic analysis is performed. From the experimental results, it was found that the SUZ-4 zeolite was formed from all molar ratios of rice husk ash to silica solution under the conditions of hydrothermal processing at 150°C for 4 days. All synthesized SUZ-4 zeolites have structure in micropore, weak acidic surface chemistry, and needle like crystal structure. The condition of the molar ratio of 50R:50S gave the SUZ-4 zeolite with the highest of SUZ-4 crystallinity and micropore volume. The molar ratio of 50R:50S was tested for the effect of hydrothermal time and temperature. It was observed that the SUZ-4 zeolite initially formed either at the condition of hydrothermal time of 2 days at a temperature 150°C or hydrothermal time 4 days at a temperature 130°C. In the second part of the reaction test, it was found that the percentage of ethanol conversion was 27.7 and the yield percentage of ethyl ether was 12.62 at the ratio between the amount of the synthetic SUZ-4 catalyst to the feed rate of ethanol is 2.9347 $g_{cat}min$ / $mol_{Ethanol}$. Regarding to the tests of fuel properties, It was also found that increasing the diethyl ether content in the oil resulted in the viscosity and specific gravity of fuel decreased within the

standard range. The emission test was observed that the diethyl ether blended fuel tended to increase unburned hydrocarbons and carbon monoxide compared to diesel. However, the reduction of the nitrogen oxide was found when using these blended fuels. From the test, it was found that the optimal proportion for using diethyl ether mixed with diesel oil for use with diesel engines should be between 5-10% by volume without having to modify the engine. The economic feasibility estimation of the diethyl ether production from ethanol is approximately 46.1 baht per kg and the energy index equals 13,248.23 kJ / kg.