T 160364

การสร้างแบบจำลองวัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติผสมไฮโดรเจน เพื่อใช้ทำนายผลของการใช้ก๊าซไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงเสริมต่อการเพิ่มความเร็วของการเผาไหม้ เนื่องจากไฮโดรเจนมีความรวดเร็วในการเผาไหม้ที่สูงมาก แบบจำลองใช้หลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิคส์ในการสร้างแบบจำลอง กำหนดให้ภายในห้องเผาไหม้แบ่งออกเป็นสองส่วนคือบริเวณที่เผาไหม้แล้วและบริเวณที่ยังไม่เผาไหม้ ผลการคำนวณจากแบบจำลองได้นำมาเปรียบเทียบกับผลการทดสอบของเครื่องยนต์ดัดแปลง ความเร็วคงที่ 2000 รอบต่อนาที สัดส่วนสมมูลเชื้อเพลิงต่ออากาศที่ส่วนผสมเจือจางในช่วง 0.44 ถึง 0.60 ตำแหน่งจุดระเบิด 16 18 20 และ 22 องศาก่อนศูนย์ตายบน โดยก๊าซธรรมชาติประกอบด้วยก๊าซมีเทนและก๊าซไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่นๆ ร้อยละ 80 ถึง 83 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 15 - 16 และก๊าซไนโตรเจนร้อยละ 1.7 – 2.0 เชื้อเพลิงในการศึกษาใช้ก๊าซไฮโดรเจนผสมในปริมาณร้อยละ 0 - 11 นำ Wiebe Function มาใช้คำนวณหาสัดส่วนมวลเผาไหม้ซึ่งในสมการนี้ประกอบด้วยค่าคงที่ a, m และช่วงเวลาการเผาไหม้ตามความสัมพันธ์ดังนี้ a = 6.56 + $(-0.22F_{H2})$, m = 2.65 + $(-0.10F_{H2})$ และ $\Delta\theta_b = 36.10 + 0.31[(F_{H2}) + (-12.83)]^2 + 1748.50[\phi + (-0.60)]^2$ นอกจากนั้น การพัฒนาสมการความเร็วเปลวไฟแบบปั่นป่วนในห้องเผาไหม้ของเชื้อเพลิงผสมระหว่างก๊าซธรรมชาติกับก๊าซไฮโดรเจน โดยมีแนวคิดในการนำค่าความเร็วเปลวไฟมารวมกันทางคณิตศาสตร์ตามสัดส่วนผสมความเร็วเปลวไฟของก๊าซมีเทนและไฮโดรเจนซึ่งได้มาจากผลงานของ Vagelopoulos และคณะ โดยสมการความเร็วเปลวไฟของเชื้อเพลิงผสมมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$S_T = (1 + 0.0018 \cdot rpm) \cdot \left[(1-f) \cdot ((S_{L,CH_4}) \cdot (1 - 2.06 \cdot XR^{0.77})) + (f)(S_{L,H_2})\right] \cdot \left(\frac{T}{T_u}\right)^{\alpha} \cdot \left(\frac{P}{P_0}\right)^{\beta}$$

การเปรียบเทียบผลจากแบบจำลองและจากการทดลองพบว่า แบบจำลองที่สร้างขึ้นมาให้ผลที่มีความสอดคล้องกับผลจากการทดลองดีพอสมควร โดยการพิจารณาความดันภายในกระบอกสูบที่ได้จากการคำนวณมีความสอดคล้องที่ดีกับผลการทดลอง ค่าความดันสูงสุด มุมองศาเพลาข้อเหวี่ยงที่เกิดความดันสูงสุด เกิดความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 0.75 และ 9.10 ตามลำดับ ผลการเปรียบเทียบค่าความดันสูงสุดมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 0.27 ที่สัดส่วนผสมก๊าซไฮโดรเจนในปริมาณร้อยละ 11

TE160364

The simulation model of engine cycle fuelled by natural gas plus small amount of hydrogen was constructed. The primary aim of the study was to predict the improvement of burning speed by using small amount of hydrogen fuel. Due to the fact that hydrogen itself possesses extremely high burning speed. The model is based on Thermodynamics principle and the combustion chamber is divided into 2 sections namely, a burned section and an unburned one. Then the experimental results of the modified natural gas engine at constant speed at 2000 rpm, equivalent ratio of lean mixture between 0.44-0.60 and spark timing at 16, 18, 20 and 22 degrees before the top dead center were used to verify the model. In the study, the natural gas is composed of 80-83 percent of methane and other hydrocarbons, 15-16 percent of carbon dioxide, and 1.7-2.0 percent of nitrogen. In addition, 0-11 percent of hydrogen was added into the natural gas. In the calculation of mass burned fraction using the Wiebe Function, the values of constant a, m and burning duration can be determined as follow: $a = 6.56 + (-0.22F_{H2})$, $m = 2.65 + (-0.10F_{H2})$ and $\Delta\theta_b = 36.10 + 0.31[(F_{H2}) + (-12.83)]^2 + 1748.50[\phi+(-0.60)]^2$. In addition, the calculation of turbulent burning speed of natural gas/hydrogen mixture was developed and based on the work proposed by Vagelopoulos, et.al. The turbulent flame speed was considered as the mean values of methane and hydrogen flame speeds. In this regard, the mentioned equation can be presented as follows:

$$S_T = (1 + 0.0018 \cdot rpm) \cdot \left[(1-f) \cdot ((S_{L,CH_4}) \cdot (1 - 2.06 \cdot XR^{0.77})) + (f)(S_{L,H_2})\right] \cdot \left(\frac{T}{T_u}\right)^{\alpha} \cdot \left(\frac{P}{P_0}\right)^{\beta}$$

From the comparison, it is shown that the results of the simulation model are in good agreement with that from the experiment. By considering of the cylinder pressures from the model and from the experiment, they are agreed well. The values of peak pressure and location of peak pressure from the model and from the experiment are differed in the range of 0.75 percent and 9.10 percent, respectively. At the condition of adding 11 percent hydrogen, the difference of peak cylinder pressure is minimum at 0.27 percent.