T140182

เครื่องยนต์ HCCI มีลักษณะการทำงานที่ผสมผสานกันระหว่างเครื่องยนต์ SI และเครื่องยนต์ CI กล่าวคือ เชื้อเพลิงและอากาศผสมเป็นเนื้อเดียวกันก่อนถูกนำเข้าห้องเผาไหม้เหมือนเครื่องยนต์ SI และมีการจุดระเบิดตัวเองของส่วนผสมด้วยการอัด เหมือนของเครื่องยนต์ CI ส่วนกลไกการเผาไหม้มีลักษณะโดยเฉพาะ โดยการเผาไหม้เริ่มต้นพร้อมๆ กันจากหลายตำแหน่ง ส่วนการแพร่ขยายของเปลวไฟเกิดขึ้นในระยะทางสั้นๆ ทำให้ช่วงเวลาการเผาไหม้สั้นมาก การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ HCCI โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียว และใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิง ทำการทดสอบที่ความเร็วรอบคงที่ ตัวแปรที่สนใจ คือ อุณหภูมิไอดี อัตราส่วนสมมูลของเชื้อเพลิงและอากาศ และการใช้ไอเสียย้อนกลับ ผลการศึกษาขอบเขตการทำงานของเครื่องยนต์ HCCI พบว่าขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของอุณหภูมิไอดีและค่าอัตราส่วนสมมูลของเชื้อเพลิงและอากาศ โดยที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที เครื่องยนต์สามารถทำงานได้ในช่วงค่าอัตราส่วนสมมูลของเชื้อเพลิงและอากาศ อยู่ในช่วง 0.38 – 0.56 อุณหภูมิไอดี 115 – 180 องศาเซลเซียส และในขณะที่ความเร็วรอบเพิ่มเป็น 2000 รอบต่อนาที เครื่องยนต์ทำงานได้ในช่วงค่าอัตราส่วนสมมูลของเชื้อเพลิงและอากาศ เท่าเดิม แต่ช่วงอุณหภูมิไอดีแคบลงเป็น 125 – 160 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิไอดีมีค่าเพิ่มขึ้น อัตราส่วนสมมูลของเชื้อเพลิงและอากาศต้องมีค่าลดลง นอกจากนั้นยังพบว่า ขอบเขตการทำงานที่ความเร็วรอบต่ำ 1500 รอบต่อนาที มีพื้นที่กว้างกว่าที่ความเร็วรอบสูง 2000 รอบต่อนาที

การศึกษาการเพิ่มอุณหภูมิไอดี พบว่า มีผลกระทบให้ความดันสูงสุดในกระบอกสูบ อัตราการเปลี่ยนแปลงความดันสูงสุด และความเร็วในการเผาไหม้มีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความดันยังผลบ่งชี้

และประสิทธิภาพเชิงความร้อนมีค่าเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิไอดี และมีค่าสูงสุดที่อุณหภูมิไอดี 140 องศาเซลเซียส จากนั้นมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิไอดีมีค่าสูงขึ้นอีก โดยค่าความดันยังผลบ่งชี้อยู่ในช่วงค่าต่ำถึงปานกลาง นอกจากนั้นยังพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของความดันสูงสุดและของความดันยังผลบ่งชี้ มีค่าต่ำมาก และมีค่าลดลง เมื่ออุณหภูมิไอดีเพิ่มขึ้นในช่วง 115 - 180 องศาเซลเซียส

การศึกษาการเพิ่มค่าอัตราส่วนสมมูลของเชื้อเพลิงและอากาศ พบว่าส่งผลให้ความดันสูงสุดในกระบอกสูบ อัตราการเปลี่ยนแปลงความดัน ความดันยังผลบ่งชี้ และประสิทธิภาพเชิงความร้อน มีค่าเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ช่วงเวลาในการเผาไหม้มีค่าลดลง และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของความดันสูงสุดและความดันยังผลบ่งชี้มีค่าต่ำมาก และมีค่าลดลง เมื่ออัตราส่วนสมมูลของเชื้อเพลิงและอากาศมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนกรณีการนำไอเสียย้อนกลับมาใช้ พบว่า เมื่อปริมาณไอเสียย้อนกลับมีค่าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความดันสูงสุด อัตราการเปลี่ยนแปลงความดันสูงสุด ความดันยังผลบ่งชี้ และประสิทธิภาพเชิงความร้อนมีค่าลดลง ในขณะที่สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของความดันสูงสุด และความดันยังผลบ่งชี้ มีค่าเพิ่มขึ้น

ผลกระทบของปัจจัยทั้งสามประการซึ่งมีอิทธิพลต่อตำแหน่งการจุดระเบิด ชี้ให้เห็นว่า ในกรณีที่ไม่ใช้ไอเสียย้อนกลับ ตำแหน่งการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ HCCI ขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิไอดี และค่าอัตราส่วนสมมูลของเชื้อเพลิงและอากาศ กล่าวคือ ตำแหน่งการจุดระเบิด (Start of Combustion, SOC) เกิดก่อนศูนย์ตายบนมากขึ้น เมื่ออุณหภูมิไอดีและอัตราส่วนสมมูลของเชื้อเพลิงและอากาศมีค่าเพิ่มขึ้น โดยสามารถสร้างความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้ คือ

$$SOC = (61.275\phi^2)-(68.750\phi) - 0.050(T-273.000) + 21.277$$

ส่วนในกรณีของการนำไอเสียย้อนกลับมาใช้มีผลทำให้ตำแหน่งการจุดระเบิดอยู่ใกล้ศูนย์ตายบนมากขึ้น และเมื่อนำไอเสียย้อนกลับมาใช้ในปริมาณคงที่ การเพิ่มอุณหภูมิไอดี ส่งผลกระทบให้ตำแหน่งการจุดระเบิดเกิดก่อนศูนย์ตายบนมากขึ้น แต่การเพิ่มค่าอัตราส่วนสมมูลของเชื้อเพลิงและอากาศมีผลกระทบน้อยมากต่อตำแหน่งการจุดระเบิด นอกจากนั้นผลการศึกษาโดยรวมพบว่า ที่ความเร็วรอบทดสอบ 1500 รอบต่อนาที เครื่องยนต์ HCCI มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 52 อุณหภูมิไอดี 140 องศาเซลเซียส อัตราส่วนสมมูลของเชื้อเพลิงและอากาศเท่ากับ 0.55 โดยมีตำแหน่งการจุดระเบิดที่ 4 องศาก่อนศูนย์ตายบน

Abstract

TE140182

HCCI engines have some characteristics similar to both SI and CI engines, i.e. fuel and air are homogeneously mixed before entering into combustion chamber as a SI engine, while the mixture is ignited spontaneously by compression as a CI engine. However the HCCI combustion mechanism is unique. The start of combustion in a HCCI engine is occurred from various locations and flame propagates in a very short distance, so the burn duration is extremely short. The objective of the research was to study factors influencing on ignition of HCCI engines. Single cylinder diesel engine was chosen and LPG was used in the experiment. All test runs were conducted at constant speed. Parameters of interest were intake temperature, equivalence ratio, and EGR. The results show that the engine operational region was confined by the combination of intake temperature and equivalence ratio. The engine can operate satisfactorily at the speed of 1500 rpm when the intake temperatures are set in the range of 115 – 180 °C and the equivalence ratio of 0.38-0.56. At speed of 2000 rpm the intake temperatures have to be set at 130 - 170 °C and the equivalence ratio of 0.38 – 0.56. While the intake temperature is increased, the equivalence ratio has to be decreased. Furthermore, it is found that the operating region for low speed of 1500 rpm is slightly larger than that for higher speed of 2000 rpm.

The study of increasing intake temperature reveals that maximum pressure, rate of pressure rise and burning rate are increased with temperature. IMEP and thermal efficiency are initially increased with temperature until they reach the peak value at 140 °C then they are decreased with increasing temperature. In the study the values of IMEP are relatively in the range of low to medium.

The values of COV of P_{max} and COV of IMEP are significantly small and tend to decrease with increasing temperature in the range of 115 – 180 °C.

The study is also discovered that increasing equivalence ratio gives rise to increase maximum pressure, rate of pressure rise, IMEP, and thermal efficiency. Burn duration is decreased with increasing equivalence ratio while the values of COV of P_{max} and COV of IMEP are small and also decreased with increasing equivalence ratio. For the case of using EGR, it is found that increasing amount of EGR gives adverse affect to maximum pressure, rate of pressure rise, IMEP, thermal efficiency, COV of P_{max} and COV of IMEP.

Considering from the three parameters, it is indicated that without EGR the ignition location is dependent upon the values of intake temperature and equivalence ratio. The ignition location of the HCCI engine occurs before top dead center and its location shifts further from the TDC when the values of intake temperature and equivalence ratio are increased. It is also found that the relationship among the start of combustion (SOC), equivalence ratio (ϕ) and intake temperature (T) can be constructed in the empirical formula as follow:

$$SOC = (61.275\ \phi^2)-(68.750\ \phi) - 0.050(T-273.000) + 21.277$$

With EGR, the ignition location occurs more closely to TDC. When the amount of EGR is constant, increasing intake temperature shifts the ignition location further from TDC. On the contrary, increasing equivalence ratio produces small affect on ignition location. In conclusion, it is found that the HCCI engine gives the highest thermal efficiency of 52 percent at speed of 1500 rpm with ignition location at 4 degrees BTDC when intake temperature and equivalence ratio are set at 140 °C and 0.55, respectively.