

บทคัดย่อ

เรื่อง : การศึกษาพฤติกรรมการเผาไหม้ของเตา KB-10 เมื่อใช้ CNG เป็นเชื้อเพลิง
ด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics, CFD)

โดย : นางสาว ปภาดา บุญเรือง

นายวราพรรณ กงนะ

นายเจษฎาภรณ์ บัวเพชร

ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล: วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ดร.อนิรุตต์ มัทธจักร

ศัพท์สำคัญ : เตา KB-10, พฤติกรรมการไหล, ก๊าซ CNG ,พฤติกรรมการเผาไหม้,
พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเผาไหม้ของเตา KB-10 เมื่อใช้ CNG เป็นเชื้อเพลิง ด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics, CFD) โดยการจำลองแบบ 3 มิติ นอกจากนี้ ยังศึกษาอิทธิพลของมุมหมุนวนต่อพฤติกรรมการเผาไหม้ของเตา KB-10 เพื่อหามุมเงยและมุมหมุนวนที่เหมาะสม ด้วยพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics, CFD) โดยความสัมพันธ์ระหว่างมุมเงยและมุมหมุนวน จะถูกกำหนดด้วยวิธีพื้นผิวตอบสนอง (Response Surface Methodology, RSM) ทำให้ได้เตาทั้งหมด 15 รูปแบบ คือ SB10-I29S33-I146S33, SB10-I31S00-I143S00, SB10-I31S65-I143S65, SB10-I31S65-I149S65, SB10-I34S22-I146S22, SB10-I34S33-I146S33, SB10-I34S71-I146S71, SB10-I34S33-I141S33, SB10-I34S33-I151S33, SB10-I37S65-I143S65, SB10-I37S00-I143S00, SB10-I37S65-I149S65, SB10-I37S00-I49S00, SB10-I39S33-I146S33, SB10-I31-I149S15 (Tamir) โดยทั้ง 15 หัวเตาจะถูกเปรียบเทียบกับเตา KB-10 แบบดั้งเดิมหรือ CB10-I31S00 อีกด้วย ในการศึกษาจะใช้แบบจำลอง

คาบเข้าในการจำลองพฤติกรรมของการเผาไหม้ทั้ง 16 หัวเตาเพื่อลดเวลาในการจำลอง และทำการยืนยันความน่าเชื่อถือของแบบจำลองด้วยการวัดอุณหภูมิของการเผาไหม้ จากการจำลองพบว่าแบบจำลองเต็มส่วนมีความถูกต้อง โดยมีความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5.01 เมื่อเปรียบเทียบกับผลการวัดอุณหภูมิบริเวณหัวเตา ส่วนแบบจำลอง Periodic model มีความถูกต้องโดย เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิโดยแบบจำลองทั้งสอง สามารถอธิบายพฤติกรรมของไหลและการเผาไหม้ได้อย่างชัดเจน และเมื่อความดันแก๊ส CNG เพิ่มขึ้น ความเร็วแก๊สร้อน อุณหภูมิการเผาไหม้ และค่าการถ่ายเทความร้อนที่ก้นผิวภาชนะจะเพิ่มขึ้น สำหรับเตา KB-10 แบบดั้งเดิม CB10-I31S00 ภาชนะก้นแบน และเมื่อทำการเปรียบเทียบเตาทั้ง 16 หัวเตาพบว่าเตา SB10-I37I149S65 จะเป็นเตาที่มีค่าอุณหภูมิการเผาไหม้สูงสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,247.45 K และ ความเร็วของแก๊สร้อน เท่ากับ 7.47 m/s ที่ความดัน CNG เท่ากับ 4 psi ภาชนะก้นโค้ง ซึ่งแสดงว่า SB10-I37I149S65 เป็นเตาที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า แบบจำลอง CFD สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อออกแบบและปรับปรุงประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา KB-10 ได้และยังสามารถนำวิธีดังกล่าวนี้ไปประยุกต์ใช้พัฒนาหัวเตาในรูปแบบอื่นๆ ได้ต่อไปในอนาคต

ABSTRACT

Title : A study of a combustion behavior of KB-10 burner using CNG as fuel
by computational fluid Dynamics

By : Miss.Paphada Boonrueng
Mr. Waraphan kongna
Mr. Jetsadaporn Buapet

Degree : Bachelor Degree of Engineering

Major : Mechanical Engineering

Thesis Adviser : Associate Professor Dr. Anirut Matthujaks

Keywords : Burner KB-10, CNG, Flow behavior, Combustion behavior,
computational fluid dynamics

The objective of this study is to investigate the combustion behavior of the KB-10 furnace when using CNG (Compressed Natural Gas) as a fuel, using Computational Fluid Dynamics (CFD). The study utilizes a 3D simulation model. Additionally, the influence of swirl angle on the combustion behavior of the KB-10 furnace is explored to identify the optimal inclination and swirl angles. The relationship between inclination and swirl angles is defined using the Response Surface Methodology (RSM), resulting in 15 different furnace configurations: SB10-I29S33-I146S33, SB10-I31S00-I143S00, SB10-I31S65-I143S65, SB10-I31S65-I149S65, SB10-I34S22-I146S22, SB10-I34S33-I146S33, SB10-I34S71-I146S71, SB10-I34S33-I141S33, SB10-I34S33-I151S33, SB10-I37S65-I143S65, SB10-I37S00-I143S00, SB10-I37S65-I149S65, SB10-I37S00-I49S00, SB10-I39S33-I146S33, and SB10-I31-I149S15 (Tamir). These 15 configurations are compared with the traditional KB-10 furnace, CB10-I31S00. In this study, the repeating model was employed to simulate the combustion behavior of all 16 furnace configurations to reduce simulation time. The reliability of the model was confirmed by comparing the simulated temperatures with measured combustion temperatures. The full model simulation showed an accuracy with a deviation of 5.01% when compared with the measured temperature at the furnace head. Additionally, the periodic model also demonstrated accuracy when compared with the measured temperature. Both models

successfully explained the flow behavior and combustion characteristics. As the CNG gas pressure increased, the velocity of the hot gas, combustion temperature, and heat transfer rate at the bottom of the furnace container increased. For the traditional KB-10 furnace, CB10-I31S00 with a flat-bottomed container, the simulation results showed that the furnace SB10-I371149S65 had the highest combustion temperature of 1,247.45 K and a hot gas velocity of 7.47 m/s at a CNG pressure of 4 psi with a curved-bottom container. This indicates that the SB10-I371149S65 configuration is the most optimal. Therefore, it can be concluded that the CFD model can be applied to design and improve the thermal performance of the KB-10 furnace, and this approach can be further utilized to develop and optimize other furnace configurations in the future.



Faculty Of Engineering, UBU