

## บทคัดย่อ

เรื่อง : การจำลองพฤติกรรมการเผาไหม้ของหัวเผาที่ผสมกันมาก่อนแบบหมุนวนด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics, CFD)

โดย : นางสาวณัฐธินยา ทองศรี  
นายทองศักดิ์ ทานะภาศ  
นางสาวบุษบา โสภา

ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ดร.อนิรุตต์ มัทธจักร

คำสำคัญ : การเผาไหม้แบบหมุนวน, พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ, อัตราส่วนสมมูล, เรย์โนลด์นัมเบอร์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการไหล การเผาไหม้ และโครงสร้างเปลวไฟของหัวเผาแบบหมุนวนที่มีการหมุนวนด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณด้วย Fluent 2021 R2 แบบสามมิติเพื่อวิเคราะห์การเผาไหม้ในช่วงอัตราส่วนสมมูลที่ 0.8, 1.0 และ 1.2 และที่ค่า Reynolds numbers เท่ากับ 2000, 4000 และ 6000 แบบจำลองนี้ทำการจำลองการกระจายตัวของอุณหภูมิและเส้นทางการเคลื่อนที่ของเปลวไฟ โดยมีการตรวจสอบความถูกต้องกับข้อมูลการทดลองที่ระดับความสูง 2D, 4D, 6D, 8D และ 10D ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ 8.19 ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองพฤติกรรมการเผาไหม้ที่ความสูงของหัวเผาเป็น 2.2D Reynolds number เท่ากับ 6000 และที่อัตราส่วนสมมูลเท่ากับ 1.2 ให้ค่าอุณหภูมิสูงสุดคือ 2330 K และที่ความสูงของหัวเผาเป็น 7.0D Reynolds number เท่ากับ 4000 และ 6000 และที่อัตราส่วนสมมูลเท่ากับ 0.8 ให้ค่าอุณหภูมิต่ำสุดคือ 2200 K การเพิ่มอัตราส่วนสมมูลเป็น 1.0 และ 1.2 นำไปสู่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและเสถียรภาพของเปลวไฟ ซึ่งบ่งชี้ถึงการเผาไหม้ที่สมบูรณ์มากขึ้น ในขณะที่เดียวกันการเพิ่มค่า Reynolds number ส่งผลให้เกิดการกระจายอุณหภูมิที่สม่ำเสมอและแผ่ไปยังส่วนปลายของหัวเผามากขึ้น ซึ่งสะท้อนถึงประสิทธิภาพการเผาไหม้ที่สูงขึ้นตามการไหลของอัตราความเร็วในส่วนของค่า Swirl Number พบว่าที่ความสูงหัวเผา 4.6D ค่า Reynolds number เท่ากับ 6000 อัตราส่วนสมมูลเท่ากับ 0.8 มีค่ามากที่สุด และต่ำสุดที่ความสูง 7.0D ค่า Reynolds number เท่ากับ 2000 อัตราส่วนสมมูลเท่ากับ 0.2 โดยสรุป ค่า Swirl Number ช่วยเพิ่มการหมุนวนของการไหลและการเผาไหม้ให้อากาศกับเชื้อเพลิงผสมกันได้ดียิ่งขึ้นและยังช่วยเหนี่ยวนำอากาศส่วน secondary air เข้ามาช่วยในการเผาไหม้ในบริเวณทางออกหัวเผา ทำให้การเผาไหม้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

## บทคัดย่อ (ต่อ)

แบบจำลองนี้แสดงถึงความแม่นยำในการจำลองพฤติกรรมการเผาไหม้ในสภาพจริงได้เป็นอย่างดี ซึ่งให้ข้อมูลเชิงลึกที่สำคัญต่อการปรับการทำงานของหัวเผาให้เหมาะสม แบบจำลอง CFD นี้เป็นเครื่องมือที่มีคุณค่าสำหรับการวิเคราะห์การเผาไหม้แบบหมุนวน และให้คำแนะนำในการออกแบบหัวเผาที่มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่ดีขึ้น ใช้เชื้อเพลิงน้อยลง และอาจช่วยลดการปล่อยมลพิษ งานวิจัยนี้สร้างฐานความรู้ที่สำคัญสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของหัวเผาในอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมผ่านเทคโนโลยีการเผาไหม้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

## ABSTRACT

Title : Simulation of the combustion behavior of a premixed swirl burner using  
Computational Fluid Dynamics

By : Miss. Nattunya Tongsri  
Mr. Tanongsak Tanakat  
Miss. Butsuba Sopa

Degree : Bachelor Degree of Engineering

Major : Mechanical Engineering

Thesis Adviser : Assoc.Prof.Dr. Anirut Matthujak

Keywords : Swirling Combustion, Computational Fluid Dynamics (CFD), Equivalence Ratio,  
Reynolds Number

This study aims to investigate the flow behavior, combustion characteristics, and flame structure of a swirl burner using three-dimensional computational fluid dynamics (CFD) simulations with Fluent 2021 R2. The combustion analysis was conducted at equivalence ratios of 0.8, 1.0, and 1.2, and at Reynolds numbers of 2000, 4000, and 6000. The model simulated the temperature distribution and flame trajectory, with validation against experimental data at burner heights of 2D, 4D, 6D, 8D, and 10D, yielding an average error of 8.19%. The results indicate that at a burner height of 2.2D, a Reynolds number of 6000, and an equivalence ratio of 1.2, the maximum temperature reached 2330 K. Conversely, at a burner height of 7.0D, Reynolds numbers of 4000 and 6000, and an equivalence ratio of 0.8, the minimum temperature recorded was 2200 K. Increasing the equivalence ratio to 1.0 and 1.2 resulted in higher flame temperatures and improved flame stability, indicating more complete combustion. Meanwhile, increasing the Reynolds number led to a more uniform temperature distribution, with greater heat propagation towards the burner exit, reflecting enhanced combustion efficiency at higher flow velocities. Regarding the Swirl Number, the highest values were observed at a burner height of 4.6D for Reynolds numbers of 6000 at equivalence ratios of 0.8 and lowest of 7.0D for Reynolds number of 2000 at equivalence ratio of 0.8 . In summary, the Swirl Number contributes

## **ABSTRACT (Per)**

to the enhancement of flow rotation and combustion by promoting better air-fuel mixing. Additionally, it facilitates the induction of secondary air into the combustion zone at the burner exit, further improving combustion performance. The developed CFD model demonstrates high accuracy in replicating real combustion behavior, providing valuable insights for optimizing burner performance. This CFD approach serves as a valuable tool for analyzing swirl combustion, offering guidance for designing burners with improved thermal efficiency, reduced fuel consumption, and potentially lower pollutant emissions. This research establishes a critical knowledge base for optimizing industrial burner performance, benefiting both economic and environmental aspects through more efficient combustion technologies.