

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของหัวเผาวัสดุพูนชนิดเหนียวนำอากาศด้วยตัวเอง
หน่วยกิต	12
ผู้เขียน	นายเอนก บุญกว้าง
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศ. ดร. สำเร็จ จักรใจ
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
ภาควิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2556

บทคัดย่อ

โดยปกติแล้วหัวเผาวัสดุพูนชนิดเหนียวนำอากาศด้วยตัวเอง (SPMB) ทำงานที่สภาวะการเผาไหม้ไอดีหนา (Rich condition) เนื่องจากข้อจำกัดของปริมาณการเหนียวนำอากาศส่วนแรก (Primary aeration) กระบวนการเหนียวนำอากาศของเจ็ตเชื้อเพลิงก๊าซเป็นผลมาจากกระบวนการถ่ายโอนโมเมนตัมระหว่างเจ็ตเชื้อเพลิงก๊าซความเร็วสูงกระทำต่ออากาศที่อยู่หนึ่งที่สภาวะความดันบรรยากาศบริเวณทางเข้าท่อผสม (Mixing tube) จากข้อจำกัดดังกล่าวทำให้เปลวไฟส่วนที่สอง (Post flame) ของหัวเผาวัสดุพูนชนิดเหนียวนำอากาศด้วยตัวเองค่อนข้างยาว ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาหัวเผาวัสดุพูนชนิดเหนียวนำอากาศด้วยตัวเองโดยระเบียบวิธีเชิงตัวเลข (Numerical simulation) เพื่อให้เข้าใจถึงสมรรถนะของหัวเผาและรายงานผลการศึกษาในรูปแบบของประสิทธิภาพ ใช้การศึกษาระเบียบวิธีเชิงตัวเลขแบบ 1 dimensional volume-average approach และ local thermal non-equilibrium พร้อมกับการจำลองในส่วนของเจ็ตเชื้อเพลิงก๊าซโดยการประยุกต์ทฤษฎีพื้นฐานของเจ็ต (basic jet theorem) ใช้เทคนิคของ Schvab-Zelovich Transformation ของเจ็ตทรงกระบอกแลมินาร์ที่พุ่งสู่อากาศนิ่ง อัตราการเผาผลาญเชื้อเพลิง LPG ใช้สมการ single-step Arrhenius การเผาไหม้ส่วนแรกสามารถเสถียรอยู่ได้ในวัสดุพูน (Al_2O_3) ดังนั้นประสิทธิภาพการเผาไหม้เพิ่มขึ้นเนื่องจากผลของการหมุนเวียนความร้อนของวัสดุพูน โดยกระบวนการ

หมุนเวียนความร้อนจากทางด้าน Downstream ไปสู่ทางด้าน Upstream ผ่านทางการนำความร้อน และการแผ่รังสีความร้อนของวัสดุพอรุน ส่วนไอดีที่ถูกป้อนเข้าห้องเผาไหม้ที่อุณหภูมิบรรยากาศจะถูกยกระดับพลังงานความร้อนสัมผัส (Sensible enthalpy) ก่อนการกระบวนการเผาไหม้ โดยการพาความร้อนระหว่างของแข็งกับก๊าซส่งผลให้อุณหภูมิการเผาไหม้มากกว่าอุณหภูมิการเผาไหม้ทางทฤษฎี ผลการจำลองพบว่าการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการแผ่รังสีความร้อนทางด้าน Downstream ระหว่างการจำลองกับการทดลองมีความสอดคล้องกันเป็นที่น่าพอใจ และโครงสร้างทางความร้อนจากการจำลองและการทดลองในส่วนของวัสดุพอรุน ได้ผลลัพธ์และแนวโน้มสอดคล้องกันเป็นอย่างดี ส่วนของการเผาไหม้เจ็ทเชื้อเพลิงก๊าซได้มีการแสดงผลการจำลองของการกระจายตัวตามแนว Axial และแนว Radial เช่น โครงสร้างของอุณหภูมิเศษส่วนมวลของเชื้อเพลิง อากาศ และผลิตภัณฑ์ (ทั้งภายนอกและภายในเปลวไฟ) เป็นต้น

คำสำคัญ : หัวเผาวัสดุพอรุนชนิดเหนียวนำอากาศด้วยตัวเอง / อากาศส่วนแรก / สภาวะการเผาไหม้ไอดี
หนา

Thesis Title	Numerical Simulation of a Self-aspirating Porous Medium Burner
Thesis Credits	12
Candidate	Mr. Anek Bunkwang
Thesis Advisor	Prof. Dr. Sumrerng Jugjai
Program	Master of Engineering
Field of Study	Mechanical Engineering
Department	Mechanical Engineering
Faculty	Engineering
Academic Year	2013

Abstract

A self-aspirating porous medium burner (SPMB) always operates on the rich conditions limiting by primary air aeration. The primary air entrainment is accomplished by the naturally entrained effect of momentum transferred (inlet region of mixing tube) between high velocity fuel jet on quiescent ambient air at the atmospheric pressure. As aforementioned restriction, the post flames of SPMB are quite a long length. Consequently, this paper deals with the numerical simulation on SPMB and the burner performances is analyzed and reported in term of efficiencies. The simulation of SPMB is analyzed using one dimensional, volume-average approach and local thermal non-equilibrium model coupling with adopting the basic jet theorem (Composite Variable by Schvab-Zelovich Transformation) on cylindrical laminar jet in case of the combustion of free jet of fuel issuing into quiescent air. The rate of fuel consumption is described by single-step Arrhenius rate equation and liquefied petroleum gas (LPG) is served as fuel. The flame locations of SPMB can be anchored inside the packed bed of Al_2O_3 pellets hence the combustion efficiency is enhanced by the effect of energy recirculation. Heat recuperation is occurred at the upstream porous media via solid conduction and solid-to-solid radiation for raising the

sensible enthalpy of cold incoming LPG-air mixture by solid-to-gas convection, yielding in enhanced flame speed and local flame temperature above adiabatic flame temperature. The results indicate that the comparisons with the output radiant efficiency and the experiment are agreeable. The temperature profiles throughout porous section predicted by simulation result and trend agree with the experiments. In addition, the distribution profiles of jet modeling such as axial and radial temperatures, mass fractions of fuel, oxygen and products (inside and outside flame route) are also presented.

Keywords: Self-aspirating porous medium burner / Primary air entrainment / Rich condition