

การศึกษาเตาแก๊สหุงต้มแรงดันสูงKB-5 ที่ใช้แก๊สชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง Study on KB-5 High Pressure Gas Stove Using Biomass Gas as Fuel

อาทิตย์แสงโสภณ¹, ดิณกรภูวดิน¹, วิวัฒน์อภิสิทธิ์ภิญโญ¹, ไมตรีพลสงคราม¹, ปรีชาชนดิโกมล^{1*}

¹ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียน (RTER) สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
744 ถ.สุรนารายณ์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
*ติดต่อ: E-mail: preecha@rmuti.ac.th โทรศัพท์ 080-4705287

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอผลการศึกษาเตาแก๊สหุงต้มแรงดันสูง KB-5 ที่ใช้แก๊สชีวมวลจากเศษไม้เป็นเชื้อเพลิงใช้เตาผลิตแก๊สชีวมวลแบบไหลลง (Downdraft gasifier) ใช้ไม้มะขามเทศเป็นชีวมวลตัวอย่าง ทำการผลิตแก๊สชีวมวลที่อัตราการป้อนอากาศ 150 L/min นำแก๊สชีวมวลที่ผลิตได้บรรจุในถุงแก๊สแล้วนำไปเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเตาแก๊สแรงดันสูงขนาด KB-5 ที่อัตราการป้อนแก๊สชีวมวลที่แตกต่างกัน 1.2 1.8 และ 2.4 Nm³/h ทำการทดสอบหาประสิทธิภาพของเตาแก๊สหุงต้มด้วยวิธี Boiling Test ตามมาตรฐาน DIN EN 203 – 2 และทำการวัดอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆของเตาหุงต้มเพื่อศึกษาการหมุนเวียนความร้อนภายในเตาพบว่า สามารถใช้แก๊สชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเตาแรงดันสูงขนาด KB-5 ได้เป็นอย่างดี โดยไม่ต้องทำการดัดแปลงแต่อย่างใด อย่างไรก็ตามระยะเวลาในการต้มน้ำเดือดค่อนข้างน้อยซึ่งเกิดค่าความร้อนของแก๊สชีวมวลที่มีค่าต่ำ

คำหลัก: แก๊สชีวมวล; เตาแก๊สหุงต้มแรงดันสูง; หัวเตา KB-5; ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

Abstract

The present research article aims to propose the high pressure coking gas stove KB-5 using the biomass gas produced by the residual wood as the fuel. The downdraft gasifier was employed to generate the biomass gas. The Pithecellobium dulce was used as the examined biomass. The supply air volume flow rate at 150 L/min was employed for producing the biomass gas. Then, the gas was filled to the gas bag and was used as the fuel for the KB-5 coking gas stove. The supplied biomass gas was varied 1.2 1.8 and 2.4 Nm³/h. The thermal efficiency of the biomass coking gas stove was investigated according to the DIN EN 203-2 standard. The temperatures at several points were measured to investigate to heat recirculation in the stove. The results indicated that it was able to use the biomass gas in the KB-5 gas stove burner without any modification. The boiling time, however, was rather lower due to the low heating value.

Keywords: Biomass gas; High pressure gas stove; KB-5 gas stove; Thermal efficiency.

1. บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ซึ่งในปัจจุบันมีความต้องการที่เพิ่มสูงขึ้นในทุกๆปี ทำให้ต้องจัดหาแหล่งพลังงานเพิ่มขึ้นเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการโดยในแต่ละปีประเทศไทยต้องใช้เงินจำนวนมากในการจัดหาพลังงานส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศทำให้ต้องสูญเสียเงินตราออกนอกประเทศเป็นจำนวนมากและมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นดังนั้นเพื่อ

ลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศจึงต้องมีการพัฒนาแหล่งพลังงานทดแทนอื่นที่ได้จากธรรมชาติภายในประเทศให้มากขึ้น[1-2]

พลังงานจากธรรมชาติที่ได้รับความนิยมสนใจจำนวนมาก คือ พลังงานชีวมวลซึ่งเป็นพลังงานที่ประเทศไทยสามารถผลิตได้ และมีเศษชีวมวลเหลือใช้เป็นจำนวนมาก กระบวนการทางเคมีความร้อนเรียกว่าแก๊สซิฟิเคชันสามารถแปรรูปเชื้อเพลิงแข็งให้เป็นเชื้อเพลิงแก๊สโดยแก๊ส

ที่ได้จากกระบวนการนี้ประกอบด้วยคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรเจน (H₂) มีเทน (CH₄) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ไนโตรเจน (N₂) เรียกว่าโพรดิวเซอร์แก๊ส (Producer gas) แก๊สเหล่านี้สามารถนำไปใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายใน และใช้เผาไหม้ในเตาเผาโดยตรง [4-6] เป็นเชื้อเพลิงสะอาดที่ให้พลังงานที่สูงกว่าเชื้อเพลิงไม้ ดังนั้นจึงได้มีการทำการทดลองและวิจัยเกี่ยวกับพลังงานชีวมวล เพื่อให้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเลือกใช้พลังงานทดแทน มีผลงานวิจัยที่สำคัญและเกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

วารสารหมุชาติ ศึกษาการผลิตโพรดิวเซอร์แก๊สจากแกลบเป็นเชื้อเพลิง ลักษณะห้องเผาไหม้เป็นทรงกระบอกเพื่อการวางหัวเตาที่เหมือนกับหัวเตาแก๊สหุงต้ม LPG บรรจุเชื้อเพลิงแกลบได้ประมาณ 1.3 กิโลกรัมพบว่าโพรดิวเซอร์แก๊สที่ผลิตได้จากเตาแบบ Inverted Downdraft ให้อุณหภูมิสูงมีเปลวไฟที่ใกล้เคียงแก๊สหุงต้ม LPG [7] สมมาส แก้วล้วน เปรียบเทียบสมรรถนะของเตาชีวมวลขนาด 20 kW ที่ใช้ไม้ยูคาลิปตัสเป็นเชื้อเพลิงกับเตาแก๊สหุงต้มชนิด (KB-5) ที่ใช้แก๊สปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิงพบว่าเตาชีวมวลมีประสิทธิภาพทางความร้อนต่ำกว่าเตาแก๊สหุงต้มชนิด (KB-5) ประมาณ 29 เปอร์เซ็นต์และค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงต่ำกว่าเตาแก๊สหุงต้มชนิด (KB-5) ประมาณ 67 เปอร์เซ็นต์ [8] พชรนันทกแก้ว ศึกษาอุณหภูมิเปลวไฟจากหัวเผาโดยใช้แก๊สแอลพีจีและโพรดิวเซอร์แก๊สเป็นเชื้อเพลิงร่วมพบว่าอุณหภูมิเปลวไฟที่ได้จากการเผาไหม้มีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นตามสัดส่วนการป้อนความร้อนของแก๊สแอลพีจีที่เพิ่มสูงขึ้นโดยที่อัตราการป้อนความร้อนโพรดิวเซอร์แก๊สต่อแก๊สแอลพีจีที่ 50 : 50 ให้อุณหภูมิเปลวไฟสูงสุด 1,366 องศาเซลเซียสและใช้โพรดิวเซอร์แก๊สเพียงอย่างเดียวอุณหภูมิเปลวไฟสูงสุด 1,153 องศาเซลเซียส [9] สหสวรรณภูจิระ พัฒนาเตาหุงต้มสำหรับแก๊สชีวภาพโดยออกแบบเตาหุงต้มที่เหมาะสมสำหรับแก๊สชีวภาพทดสอบหาค่าประสิทธิภาพพบว่าเตาหุงต้มชีวภาพมีประสิทธิภาพเท่ากับ 67.13 เปอร์เซ็นต์ดีกว่าแบบเดิม 6.71 เปอร์เซ็นต์และขนาดที่เหมาะสมมีค่าขนาดพื้นที่หน้าตัดรูทางออกรวม 200 ตารางมิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางรูหัวฉีด 4 มิลลิเมตร [10]

การวิจัยที่ผ่านมา แสดงให้เห็นว่าพลังงานชีวมวลมีความสำคัญ เนื่องจากเป็นพลังงานบริสุทธิ์และประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความอุดมสมบูรณ์ด้วยชีวมวลชนิดต่างๆ ที่มีศักยภาพเพียงพอที่จะนำมาผลิตเป็นพลังงาน

ทดแทนได้ ดังนั้นบทความวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการศึกษาเตาแก๊สหุงต้มแรงดันสูง KB-5 ที่ใช้แก๊สชีวมวลจากเศษไม้โดยทำการทดสอบตามมาตรฐาน DIN EN 203-2 และทำการวัดอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆของเตาแก๊สหุงต้มเพื่อศึกษาการหมุนเวียนความร้อนภายในเตาและหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊ส

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีการผลิตแก๊ส (Theory of Gasification)

กระบวนการ Gasification เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงพลังงานที่มีอยู่ในชีวมวลที่สำคัญการบวนการหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงแบบ Thermal conversion โดยมีส่วนประกอบของ Producer gas ที่สำคัญได้แก่ง๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรเจน (H₂) และมีเทน (CH₄) โดยปฏิกิริยาทางเคมีในเครื่องผลิตแก๊ส (Gasifier) แบ่ง 4 โซนคือ

2.1.1 โซนอบแห้ง (Drying zone)

เป็นโซนที่อยู่ด้านบนสุดมีหน้าที่อบแห้งและระเหยน้ำออกจากวัตถุดิบด้วยความร้อนในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ประมาณ 40 – 200 องศาเซลเซียสโดยที่อุณหภูมิดังกล่าวมีความต่ำกว่าร้อยละ 30 เพื่อให้วัตถุดิบเชื้อเพลิงมีความแห้งและง่ายต่อการติดไฟจะเห็นได้ว่าวัตถุดิบที่นำมาใช้ควรมีความชื้นต่ำเนื่องจากปริมาณความชื้นในวัตถุดิบมีผลต่อความเสถียรต่อการเผาไหม้เชื้อเพลิงในระบบ

2.1.2 โซนไพโรไลซิส (Pyrolysis zone)

เป็นโซนที่ติดอยู่กับโซนเผาไหม้และได้รับความร้อนโดยตรงจากโซนเผาไหม้โดยกระบวนการกลั่นตัวหรือไพโรไลซิสเป็นกระบวนการแปรรูปวัตถุดิบด้วยความร้อนได้ผลิตภัณฑ์คือก๊องถ่านและแก๊ส และได้ผลิตภัณฑ์ข้างเคียงคืออนุพลของกรด (หรือน้ำส้มควันไม้) และน้ำมันดิน (Tar) โดยปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิประมาณ 500 – 600 องศาเซลเซียสโดยในช่วงนี้ออกซิเจนที่มีอยู่ในระบบจะไม่มีส่วนร่วมในปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในชั้นตอนนี้ สารระเหย (Volatile matter) ที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในวัตถุดิบจะเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนในรูปของแก๊สได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) มีเทน (CH₄) และไฮโดรเจน (H₂) และของเหลวเช่น น้ำกรดอะซิติก กรดฟอร์มิก อะซิโตน เมธานอล เมทิลอะซิเตต ฟีนอล ซึ่งอาจรวมตัวกันอยู่ในสภาพของเหลวชั้นสีน้ำตาลปนดำเรียกว่าน้ำมันดินหรือ

ละลายปนอยู่กับน้ำซึ่งจะมีลักษณะเป็นของเหลวใสสีเหลืองอ่อนที่เรียกว่าน้ำส้มควันไม้ส่วนก้อนถ่านที่เหลืออยู่จะถูกเปลี่ยนเป็นแก๊สเชื้อเพลิงในกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่นต่อไป

2.1.3 โซนเผาไหม้ (Combustion zone)

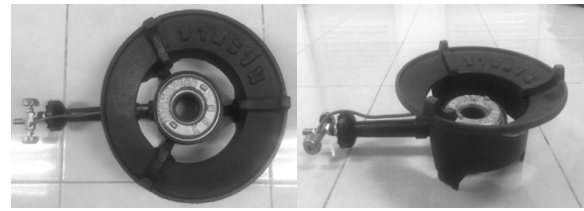
เป็นโซนที่ผลิตความร้อนเพื่อส่งความร้อนไปสู่โซนอื่นในเตาแก๊สซิฟายเออร์ในโซนนี้เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้หรือปฏิกิริยาออกซิเดชันวัตถุดิบหรือถ่านคาร์บอนที่เกิดจากโซนไพโรไลซิสถูกเผาไหม้เกิดเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และความร้อนความร้อนที่เกิดขึ้นถูกถ่ายเทโดยตรงให้กับโซนรีดักชันและโซนไพโรไลซิสและถ่ายเทให้กับโซนอบแห้ง

2.1.4 โซนรีดักชัน (Reduction zone)

เป็นโซนที่ผลิตแก๊สสังเคราะห์ซึ่งประกอบไปด้วยแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรเจนเป็นผลิตภัณฑ์หลักโดยกระบวนการแปรรูปถ่านคาร์บอนให้เป็นแก๊สสังเคราะห์ปฏิกิริยาเกิดในช่วงอุณหภูมิประมาณ 800 – 1,000 องศาเซลเซียสของการเผาไหม้ภายใต้สภาวะการจำกัดปริมาณอากาศซึ่งจะทำให้ถ่านคาร์บอนและน้ำมันดินแตกตัวเป็นแก๊สสังเคราะห์โดยปฏิกิริยาในกระบวนการนี้สามารถเกิดได้หลายรูปแบบซึ่งส่วนใหญ่เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน (Endothermic reaction)

2.2 หัวเตาแก๊ส

หลักการทำงานของหัวเตาแก๊สแบบ Self-aspirating KB-5 [10] รูปที่ 1 ที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยส่วนหลักๆสามส่วนคือท่อผสมหัวเผาแก๊สและหัวฉีดแก๊สท่อผสมส่วนใหญ่ทำจากเหล็กหล่อได้รับการออกแบบให้มีลักษณะเป็นคอขวดใกล้เคียงกับบริเวณทางเข้าของแก๊สและอากาศส่วนแรกเพื่อผลทางด้านพลศาสตร์ของการไหลในท่อหัวเผาส่วนใหญ่ทำจากเหล็กหล่อมีรูปร่างได้หลายแบบขึ้นอยู่กับการใช้งานเช่นอาจเป็นแผ่นวงกลมตัน (Cap) หรือเป็นวงแหวน (Circular ring) และมีจำนวนมากกว่าหนึ่งวงแหวนก็ได้ที่ขอบวงแหวนทั้งด้านในและด้านนอกถูกเจาะรูจำนวนหลายรูในแนวรัศมีเพื่อทำหน้าที่เป็นรูกระจายแก๊ส (Burner port) และเปลวไฟที่ติดอยู่เหนือรูให้กระแทกอย่างสม่ำเสมอต่อภาชนะหุงต้มที่วางอยู่เหนือหัวเผาแก๊ส



รูปที่ 1 หัวเตาแบบ Self-aspirating KB-5

2.3 ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

ในการหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหัวเตาแก๊ส จะทำการทดลองอ้างอิงการทดสอบตามมาตรฐาน DIN EN 203-2 [10] ซึ่งประสิทธิภาพหาได้จากค่าความร้อนสัมผัสที่น้ำได้รับโดยวิธีการต้มน้ำจากอุณหภูมิห้องจนใกล้เดือดของน้ำ (ประมาณ 90 องศาเซลเซียส) แล้ววัดค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปเทียบกับปริมาณความร้อนที่ได้รับจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงแล้วนำมาคำนวณหาตามสมการที่ (1)

$$\eta_{th} = \frac{m_{water} c_{p,water} (T_2 - T_1)}{Q_{input}} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ

m_{water} คือมวลของน้ำที่ใช้ในการทดลอง, kg

$c_{p,water}$ คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ, kJ/kg.K

T_1 คืออุณหภูมิของน้ำตอนเริ่มต้น, K

T_2 คือ อุณหภูมิของน้ำตอนสุดท้าย, K

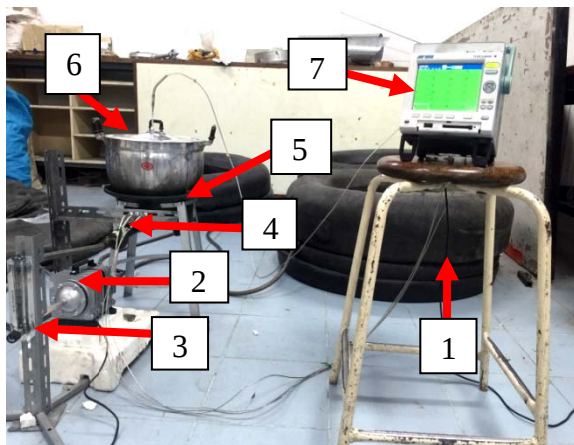
Q_{input} คือ ปริมาณความร้อนที่ป้อน, kJ

วิธีการนี้จะได้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงของหัวเตาหุงต้มจริงจะต้องมีการอุ่นเตาให้ร้อนก่อนการทดสอบทุกครั้งเพื่อลดความร้อนที่สูญเสียให้กับส่วนประกอบของหัวเตา

3. อุปกรณ์และการทดลอง

ในการทดสอบครั้งนี้ใช้ไม้ระแนงเป็นชีวมวลตัวอย่างสำหรับผลิตแก๊สชีวมวล ซึ่งจะถูกลดด้วยเตาผลิตแก๊สชีวมวลชนิดไหลลง ทำการทดสอบความเข้มข้นของแก๊สชีวมวลและนำไปบรรจุในถุงเก็บแก๊สซึ่งทำจากยางในรถยนต์ขนาดใหญ่ หึ่งไว้อย่างน้อยหนึ่งคืน เพื่อให้สิ่งเจือปนตกตะกอน หลังจากนั้นจะปล่อยแก๊สเข้าหัวเตาแก๊สความดันสูงขนาด KB-5 ทำการควบคุมอัตราการไหลและเพิ่มความดันให้กับแก๊สด้วยเครื่องเป่าลมขนาดเล็ก ทำการทดสอบหาประสิทธิภาพของเตาแก๊สที่ใช้แก๊สชีว

มวลงเป็นเชื้อเพลิงด้วยวิธี Boiling Test ตามมาตรฐาน DIN EN 203 – 2 และทำการวัดอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆ ของเตาหุงต้มเพื่อศึกษาการหมุนเวียนความร้อนภายใน เตาตั้งแสดงอุปกรณ์การทดลองที่แสดงในรูปที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย (1) ถังเก็บแก๊สชีวมวล (2) ปัมสร้างแรงดันสร้างความดัน (3) Gas flow meter (4) เทอร์โมคัปเปิลชนิด K (5) หัวเตาแก๊สขนาด KB-5 (6) หม้ออะลูมิเนียมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 220 mm (7) Data Logger รุ่น MV 1000 และรูปที่ 3 แสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิลชนิด K ในตำแหน่งน้ำในหม้อ (T1) ตำแหน่งรัศมีก้นหม้อ 60 mm (T2) ตำแหน่งรัศมีก้นหม้อ 30 mm (T3) และตำแหน่งกึ่งกลางก้นหม้อ (T4)



รูปที่ 2 อุปกรณ์การทดลอง

รูปที่ 3 ตำแหน่งวัดอุณหภูมิ

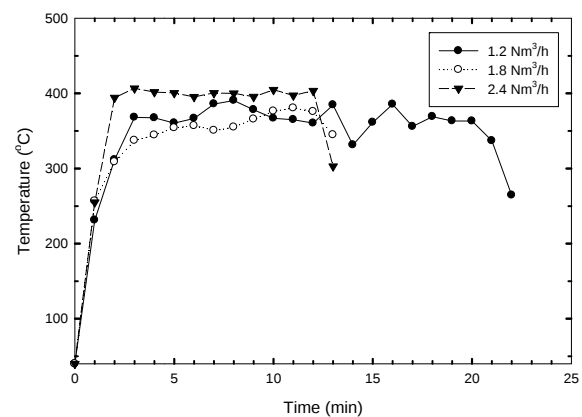
ในการทดลองจะทำการติดตั้งอุปกรณ์ดังรูป 2 -3 เริ่มต้นจากการอุ่นหัวเตาให้ร้อนประมาณ 10 นาที จากนั้นซึ่งมวลของน้ำ 2.7 กิโลกรัมเพื่อใช้ในการทดลองใส่น้ำลงในภาชนะพร้อมทั้งวัดอุณหภูมิของน้ำก่อนนำไปต้มเปิดวาล์วแก๊สพร้อมทั้งเปิดปั๊มให้แรงดัน ปรับอัตราการไหล

ของแก๊สชีวมวลตามเงื่อนไขการทดลอง คือ 1.2, 1.8 และ 2.4 Nm^3/h ตามที่ต้องการแล้วบันทึกค่าไว้เพื่อนำไปหาค่าอัตราการเผาไหม้พร้อมทั้งเริ่มจับเวลาและวัดอุณหภูมิของน้ำ วัดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกันภาชนะต้มน้ำสามตำแหน่ง

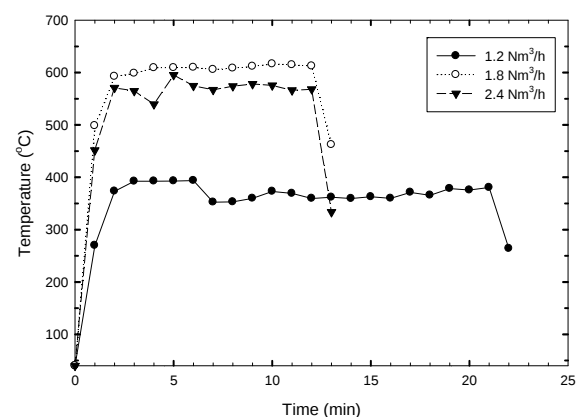
4. ผลและอภิปรายผล

4.1 การจ่ายอุณหภูมิกันหม้อ

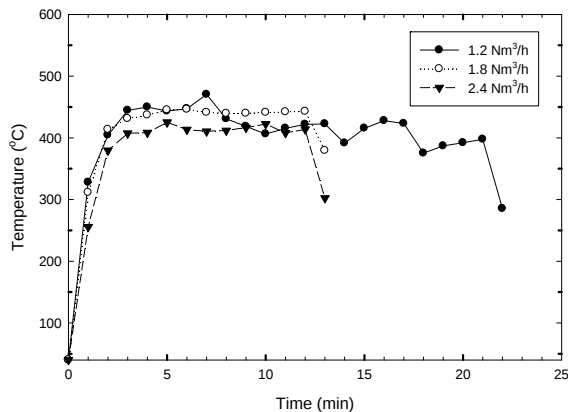
รูปที่ 4 - 6 แสดงผลการเปรียบเทียบการกระจายความร้อนกันหม้อทั้งสามตำแหน่งที่อัตราการป้อนแก๊สชีวมวลเข้าหัวเตาแก๊สหุงต้ม 1.2, 1.8 และ 2.4 Nm^3/h ผลการศึกษาแสดงให้เห็นค่ากระจายตัวของอุณหภูมิและรัศมีก้นภาชนะ ตำแหน่งอุณหภูมิที่จุดกึ่งกลาง (T1) จากจุดกึ่งกลาง 30 mm (T2) และจากกึ่งกลาง 60 mm (T2) อัตราป้อนแก๊สที่ 1.8 Nm^3/h ดังรูปที่ 5 จะเห็นว่าอุณหภูมิสูงสุด 616 องศาเซลเซียส อยู่ที่ตำแหน่งจากจุดกึ่งกลางก้นภาชนะ 30 มิลลิเมตร



รูปที่ 4 อุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางหม้อ



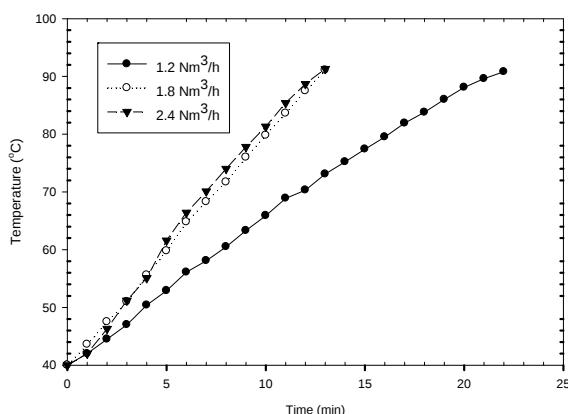
รูปที่ 5 อุณหภูมิจากกึ่งกลาง 30 mm



รูปที่ 6 อุณหภูมิจากกึ่งกลาง 60 mm

4.2 ผลของเวลาต้มเดือดต่ออัตราการจ่ายเชื้อเพลิง

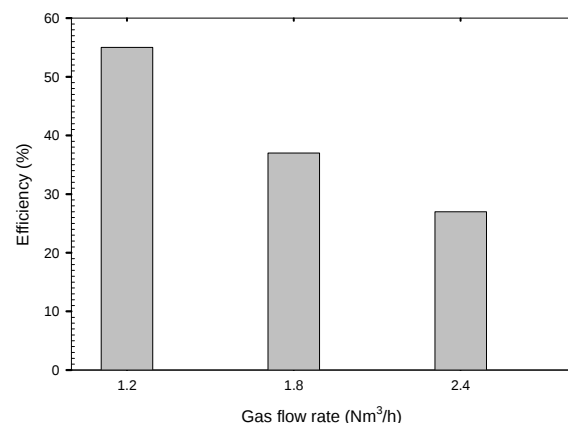
ในการทดลองใช้น้ำ 2.7 kg ป้อนเชื้อเพลิงแก๊สชีวมวลด้วยอัตรา 1.2, 1.8 และ 2.4 Nm³/h ต้มน้ำเดือดที่ 90 องศาเซลเซียส ผลของเวลาในการต้มน้ำจำนวน 2.7 kg ได้แสดงในรูปที่ 7 แสดงให้เห็นว่าเวลาที่ใช้ในการต้มน้ำเดือดที่อัตราป้อนแก๊สที่ 1.2 Nm³/h นาน 21 นาที เนื่องจากการกระจายอุณหภูมิกันหม้อมีค่าน้อยโดยเฉลี่ยที่ 230 – 470 องศาเซลเซียสจึงส่งผลให้น้ำได้รับค่าความร้อนน้อย ดังรูป 5-6 นอกจากนั้นพบว่าที่อัตราการป้อนแก๊สที่ 1.8 และ 2.4 Nm³/h ใช้เวลาเท่ากันที่ 13 นาที โดยการกระจายอุณหภูมิกันภาชนะเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 260 – 600 องศาเซลเซียสซึ่งระยะเวลาในการต้มน้ำเดือดและอุณหภูมิกันหม้อมีค่าใกล้เคียงกัน



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์เวลาต้มเดือดกับอัตราการจ่ายเชื้อเพลิง

4.3 ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

รูปที่ 8 แสดงผลของการจ่ายแก๊สต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อนโดยทำการเปรียบเทียบการจ่ายที่ 1.2, 1.8 และ 2.4 Nm³/h พบว่าเมื่ออัตราการไหลของแก๊สชีวมวลสูงขึ้นประสิทธิภาพของเตามีค่าลดลงเนื่องมาจากเปลวไฟล้นออกจากรันภาชนะทำให้เกิดความร้อนสูญเสียและเกิดการสูญเสียจากการพาความร้อนไปกับไอเสีย



รูปที่ 8 ผลของการจ่ายแก๊สต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อน

5. สรุปผล

จากการศึกษาเตาแก๊สหุงต้มแรงดันสูง KB-5 ที่ใช้แก๊สชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงซึ่งได้มีการทดสอบและวิเคราะห์ผลการใช้หั่วเตาแก๊สหุงต้มที่ไม่มีการปรับแต่งกับโปรติวเซอร์แก๊สซึ่งมีค่าความร้อนที่ต่ำปริมาณการป้อนแก๊สชีวมวลมีอิทธิพลต่อการกระจายอุณหภูมิของเปลวไฟได้กั้นภาชนะซึ่งอุณหภูมิจะสูงเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนการป้อนความร้อนของแก๊สชีวมวลให้กับหั่วเตาแก๊สโดยมีอุณหภูมิกันภาชนะสูงสุด 616°C ที่ตำแหน่งจากจุดกึ่งกลางกันภาชนะ 30 mm อัตราการป้อนแก๊สที่ 1.8 Nm³/h ในกรณีที่มีการป้อนโปรติวเซอร์แก๊สกับเวลาการต้มน้ำเดือดพบว่าที่อัตราการป้อนที่ 1.8 และ 2.4 Nm³/h ใช้เวลาน้อยที่สุดเนื่องจากการกระจายความเหมาะสมและเปลวไฟมีอุณหภูมิสูงจากการทดลองทำให้ทราบถึงช่วงของอัตราการป้อนแก๊สที่เหมาะสมที่ได้จากเชื้อเพลิงชีวมวลแก๊สที่มีค่าความร้อนต่ำให้กับหั่วเตาแก๊สหุงต้มแรงดันสูงแบบ KB-5 ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับหั่วเตาแก๊สชนิดอื่นๆ เพื่อให้ความร้อนหรือการใช้หุงต้มในครัวเรือนต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] จรินทร์เจนจิตต์และ อนิรุตต์มัทธจักร (2552). การเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนโดยฝากรอบเตาแก๊สชนิดวัสดุพูน. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 4 จังหวัดเชียงใหม่.
- [2] จิระพงษ์กวนกระโทก, ไมตรีพลสงคราม, อมรทัศน์จำแจ่มใสและปรีชาขันติโกมล (2557).การศึกษาการผลิตแก๊สจากเศษชีวมวลโดยใช้เตาผลิตแก๊สชนิดไหลลงขนาดเล็ก.การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่28 จังหวัดขอนแก่น.
- [3] Eggen, A.C.W. andKraatz, R.(1976). Gasification of Solid Waste in Fixed Beds. Mechanical Engineering, 24.
- [4] TusharSrivastava. (2013). Renewable Energy (Gasification),Vol. (3) (2013): pp. 1243-1250
- [5] Kislov V. M., Glazov S. V., Chervonnaya N. A., Patronova L. I., Salganskaya M. V. and Manelis G. B. (2008). Biomass gasification under combustion conditions with superadiabatic heating. Solid Fuel Chemistry, Vol. 42 (3), pp.135-139.
- [6] KrushnaPatil. (2011). Biomass downdraft gasifier with internal cyclonic combustionchamber:Design, construction, and experimental results, *Bioresource Technology*, Vol. 102 , pp. 6286–6290.
- [7] วราภรณ์ทุมชาติ (2557).การผลิตโปรตีนเชอร์แก๊สจากเตาแบบ Inverted Downdraft โดยใช้แอลบีเป็นเชื้อเพลิง. *วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏรำปางฉบับที่ 1* มกราคม 2557, หน้า 26 – 39.
- [8] สมมาสแก้วล้วน, ดำรงค์ดีจันโทสี, สุรัชย์จันทร์ศรีและ เวคินปิยรัตน์ (2556). การทดสอบสมรรถนะเตาชีวมวลขนาด 20 kW. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*,ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน พ.ศ.2556, หน้า 24 – 33
- [9] พันธ์นัทท์กแก้วและ สุรัชย์สนธิใจ (2557). การใช้โปรตีนเชอร์แก๊สและแก๊สแอลพีจีเป็นเชื้อเพลิงร่วมสำหรับหัวเผาชนิดผสมกันมาก่อน. *การประชุมวิชาการระดับชาติ*,ประจำปี2557
- [10] สหสวรรณภูจิระและรัชพลสันติวารกร (2557). การออกแบบเตาหุงต้มสำหรับแก๊สชีวภาพจากมูลคนร่วมกับเศษอาหารชุมชน. *การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 28*,จังหวัดขอนแก่น