บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและทดสอบเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงชีวมวลแบบสองทางสำหรับการอบแห้งและการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนคือ 1) การออกแบบและสร้างเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิง ทำการออกแบบเตาผลิตแก๊สชีวมวลแบบ Hybrid Updraft-Downdraft Biomass Gasifier กำลังการผลิตไฟฟ้า 20 kWh และนำความร้อนไปใช้กับเครื่องอบแห้งที่มีอัตราการอบแห้ง 5 ตัน/วัน 2) การทดสอบเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิง 3) การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator set) และเครื่องอบแห้ง (Dryer) 4) การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน 5) การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดสอบเพื่อหาข้อสรุปในทางเทคนิคของใช้งานของ Hybrid Updraft-Downdraft Biomass Gasifier

เตาผลิตแก๊สชีวมวลที่ออกแบบจะใช้ข้อดีของทั้ง Updraft และ Downdraft แก๊สซิฟิเคชั่นแก๊สที่ได้จาก Updraft ซึ่งมีทาร์ปนอยู่ค่อนข้างมากจะถูกนำไปเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องอบแห้ง ที่มีขนาด 2.31 x 2.31 x 0.60 เมตร (กว้าง x ยาว x สูง) หรือ มีประมาตรเท่ากับ 3.2 ลูกบาสก์เมตร ส่วนที่เป็น Downdraft นำไปใช้กับชุดผลิตไฟฟ้าที่มีกำลังการผลิต 160 กิโลวัตต์ ที่มีการติดตั้งเครื่องยนต์ดีเซลมาใช้ร่วมกับแก๊สเชื้อเพลิง

เตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิงถูกทดสอบโดยใช้เหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง พบว่าสภาวะของอัตราการไหลแก๊สสูงสุดที่สามารถเดินระบบได้คือ 135.8 m3/hr มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงเหง้ามันสำปะหลัง 101.9 kg/hr และให้ประสิทธิภาพการผลิตแก๊สเชื้อเพลิง (Gasification Efficiency) มีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับสภาวะอื่น ๆ คือ 66.47% เนื่องจากค่าความร้อนที่ผลิตได้มีค่าสูง (5.31 MJ/Nm^3) พลังงานความร้อนนี้เพียงพอที่จะนำไปใช้อบแห้งได้ อย่างไรก็ตาม ปริมาณทาร์และฝุ่น (Tar and Dust) มีค่าสูง โดยอยู่ในช่วง 44.5-78.1 g/Nm^3 ดังกล่าวจึงไม่เหมาะสมที่จะนำแก๊สเชื้อเพลิงมาใช้กับเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าโดยตรง ดังนั้นการพัฒนาระบบทำความสะอาดแก๊สที่มีประสิทธิภาพจึงเป็นเรื่องจำเป็น

การทดสอบอบแห้งดำเนินการโดยการใส่เหง้ามันสำปะหลังลงในเครื่องอบและกำหนดให้มีความสูงของวัตถุดิบประมาณ 50 cm หรือมีประมาตรเท่ากับ 2.67 m^3 ก๊าซชีวมวลที่ได้จะถูกเผาโดยใช้ห้องเผา (Burner) ก๊าซร้อนจะถูกผสมกับอากาศเพื่อให้ได้อุณหภูมิประมาณ 130^{o}C หลังจากนั้นก็ส่งเข้าเครื่องอบแห้งที่อัตราการไหลประมาณ 3,007 m^3/hr ผลการทดลองพบว่าเวลาที่ใช้ในการอบแห้งเหง้ามันสำปะหลังที่ความชื้น 57.1% (wb) ไปสู่ความชื้น 15% (wb.) มีค่าประมาณ 4.5 ชั่วโมง

Abstract

The present research is the design and test of the hybrid updraft-downdraft gasifier for drying application and electricity generation. The study was divided into five parts, namely; 1) design and construction of a hybrid updraft-downdraft biomass gasifier which is capable of generating electricity 20 kWh and using for drying with capacity of 5 tons/day, 2) test of the developed gasifier, 3) installation of generator set and dryer 4) evaluation of the system efficacy and 5) analysis of the test results to draw the technical conclusion of use of hybrid updraft-downdraft biomass gasifier.

The gasifier was designed by taking advantage of both updraft and downdraft gasification. The gas derived from updraft which contains high content of tar was used in producing heat for a bin drier having dimensions of 2.31 x 2.31 x 0.60 m (width x length x height) or a total volume of 3.2 m^3. For downdraft gasification, the gas was supplied to a 200 kW generator set to generate electricity in which a diesel dual engine was used.

The designed gasifier was tested with cassava rhizome. The results showed that at the maximum gas flow rate of 135.8 m^3/hr had the specific biomass consumption 101.9 kg/hr and gave the highest gasification efficiency approximately 66.47% compared with other conditions. Thank to the high heating value of gas produced (5.31 MJ/Nm^3), it would be sufficient for use in drying application. However, the tar and dust contained in the producer gas were quite high ranging from 44.5-78.1 g/Nm^3, as a result, it is still inappropriate for being used directly in the engine generator set. The development of gas cleaning system is indispensable for this gasification system.

The drying test was carried out by loading cassava rhizome into the bin dryer the height of which was approximately 50 cm. or a total volume of 2.67 m^3. The producer gas was burnt in a burner. The hot air was mixed with the fresh air to obtain the temperature around 130°C and then passed through the dryer with a flow rate of 3,007 m^3/hr. The result showed that the time to reduce the moisture content from 57.1% w.b. to 15% w.b. was approximately 4.5 hr.