บทคัดย่อ

การศึกษาต้นแบบโรงงานผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลสำหรับชุมชน มีขั้นตอนการศึกษา คือ 1) ศึกษาพารามิเตอร์และพฤติกรรมทางวิศวกรรมของการสับย่อย และการอบแห้งเชื้อเพลิงชีวมวล 2) พัฒนาต้นแบบโรงงานเตรียมเชื้อเพลิง อันประกอบด้วย การสับ/ย่อย การคัดแยก และการอบแห้ง โดยมีเป้าหมายความต้องการเชื้อเพลิงชีวมวลอย่างน้อยวันละ 3 ตัน เพื่อรองรับกับความต้องการของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาด 100 kW 3) วิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตเชื้อเพลิงสำหรับใช้ในโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กสำหรับชุมชน ผลการศึกษาพบว่า - เครื่องสับมีกำลังการผลิตเฉลี่ย 3 ตันต่อชั่วโมง สมรรถนะของเครื่องต่อการสับ/ย่อย เหง้ามันสำปะหลัง เฉลี่ยเท่ากับ 1.59 ตัน/ชั่วโมง ในส่วนของไม้กระถินยักษ์อยู่ในช่วง 1.23-1.82 ตัน/ชั่วโมง มีต้นทุนการผลิตในช่วง 120-166 บาทต่อตัน – เครื่องคัดแยกและทำความสะอาดมีสมรรถนะ 3 ตันต่อชั่วโมง ซึ่งมีต้นทุนในการผลิตเท่ากับ 36 บาท/ตัน – เครื่องอบ มี 2 เครื่อง 1) เครื่องอบแห้งโรตารี (Rotary Dryer) และ 2) เครื่องอบแห้งแบบกะบะ ทั้งนี้ เครื่องอบ Rotary Dryer ขนาดใหญ่จะมีต้นทุนสูงมาก ส่วนเครื่องอบแห้งแบบกะบะที่ใช้กับไม้สับจะลดเหลือเพียง 2-5 ชั่วโมง ปริมาณที่อบได้ต่อชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 130 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หรือ 3120 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งเพียงพอปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อวันของโรงไฟฟ้าชีวมวล เหมาะสมที่จะนำมาใช้จริง โดยต้นทุนในการผลิตอยู่ในช่วง 122-130 บาท/ตัน

การศึกษารูปแบบการใช้ประโยชน์จากความร้อนเหลือทิ้งจากเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้า มาใช้ในการอบแห้งเชื้อเพลิงชีวมวล มีขั้นตอนการศึกษา คือ 1) ศึกษาประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าร่วมกับพลังงานความร้อนจากแก๊สโปรดิวเซอร์ เพื่อหาค่าพลังงานความร้อนเหลือทิ้งที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ในการอบแห้งเชื้อเพลิงชีวมวล 2) ศึกษาการอบแห้งเชื้อเพลิงชีวมวลโดยใช้ความร้อนเหลือทิ้งจากเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้า ผลการศึกษาพบว่า การนำเอาความร้อนเหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์ทำให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเป็น 39.74% ซึ่งเพิ่มขึ้นถึง 18.28% ประสิทธิภาพรวมเครื่องอบแห้งพบว่าระยะเวลาในการอบแห้งเชื้อเพลิงชีวมวลจนได้ความชื้นตามที่ต้องการขึ้นอยู่กับความชื้นเริ่มต้นของเชื้อเพลิงชีวมวล สำหรับอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (SEC) ของการอบไม้กระถินยักษ์สับ และเหง้ามันสำปะหลังสับมีค่าอยู่ระหว่าง 3.7-3.97 MJ/kg_{H_2O} และค่าประสิทธิภาพรวมการอบแห้ง (η_t) มีค่าประมาณ 63.36-67.94% หรือ เฉลี่ยเท่ากับ 66.3% การประเมินประสิทธิภาพระบบผลิตไฟฟ้าร่วมกับพลังงานความร้อนประสิทธิภาพรวมของระบบ (η_{all}) สภาวะการทำงานที่ 80 kW เป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ประโยชน์ เนื่องจากมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะต่ำที่สุด โดยการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 1 หน่วย (kWh) จะใช้เชื้อเพลิงชีวมวล 1.34 กิโลกรัม (15%MC) มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงชีวมวลเป็นพลังงานไฟฟ้า (

$\eta_{electrical}$) และประสิทธิภาพของการเปลี่ยนแก๊สชีวมวลเป็นไฟฟ้า (η_{engine}) สูงกว่าทุกสภาวะ คือ 17.31% และ 21.46% ตามลำดับ ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพรวมของระบบ (η_{all}) ในกรณีที่นำความร้อนเหลือทิ้งจากเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้า และค่าพลังงานที่คงเหลือในเถ้า/ถ่าน มาพิจารณา ร่วมด้วย เห็นได้ชัดเจนว่า ประสิทธิภาพรวมของระบบมีค่าเพิ่มสูงถึง 46.45%

Abstract

Study of a biomass feedstock production plant for rural communities are composed of 1) investigating important engineering parameters and behaviors of biomass size reduction and drying processes, 2) developing a biomass fuel feedstock pilot plant including biomass cutting/chipping, separating and drying processes in which a 3-ton/day of biomass fuel is demanded by a 100 kW biomass gasification power plant, 3) analyzing the cost of biomass feedstock preparation for the biomass gasification power plant. The study showed that – Size reduction machine can produce cassava rhizome and Giant Leucaena chips with the rates of 1.59 ton/hr and 1.23-1.82 ton/hr, respectively. The production cost was around 120-166 Baht/ton. – Separation and cleaning machine had a capability of producing 3 ton/hr and the production cost of 36 Baht/ton was found. – Dryer, a small rotary dryer was tested by using hot air temperature in the range of 100-130 $^{\circ}$C. The result showed that it spent 2.5-4.5 hrs reducing moisture content to 15% for both cassava rhizome and Giant Leucaena chips. However, if this type of dryer was scaled up in order to meet the demand of the gasification power plant, the investment cost would be unaffordable. The solving approach of this problem is the use of bin dryers which can decrease drying time to 2-5 hours if drying temperatures about 125-135 $^{\circ}$C are procured. The capability of this dryer was found to be 130 kg/hr or 3,120 kg/day which is adequate to the demand of the 100 kW biomass gasification power plant. The production cost was about 122-130 Baht/ton.

The study of waste heat utilization form an engine-generator set used as a heat source for biomass drying included the following procedures; 1) investigate the efficiency of the combined-heat and power system from producer gas in order to know how much the heat amount can be recovered for biomass drying. 2) Study the biomass drying using such waste heat. The results indicated that the utilizing the waste heat was capable of increasing drying efficiency up to 39.74% which accounts for 18.28%. With respect to overview, drying time of required moisture content is dependent on the initial moisture content of biomass. The specific energy consumption (SEC) of Giant Leucaena and cassava rhizome was found in the range of 3.7-3.97 MJ/kg_{H_2O} and the total efficiency showed values between 63.36-67.94% or 66.3% in average. The evaluation of combined heat and power showed the condition of 80 kW is the most suitable for use because of low energy consumption in which 1.34 kg of biomass (15%MC) can generate one electrical unit (kWh).

Additionally, biomass-to-electricity conversion efficiency ($\eta_{electrical}$) and producer gas-to-electricity conversion efficiency (η_{engine}), which was 17.31% and 21.46%, respectively, are higher than those of any other conditions. When both efficiency from waste heat recovery and charcoal-possessing energy were taken into account, the overall efficiency (η_{all}) was increased up to 46.45%