

ระบบผลิตพลังงานจากชีวมวล แบบ Three Stages Gasifier ขนาด 400 กิโลวัตต์ Three Stages 400 kW Biomass Gasifier System

เกียรติไกร आयुวัฒน์^{1*}, วิชัย ศิวะโกศิษฐ¹

¹ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

* ติดต่อ: โทรศัพท์: 0 2942 8410 ต่อ 123, โทรสาร: 0 2942 8555 ต่อ 1143

E-mail: fengkaw@ku.ac.th (โทรศัพท์ และ E-mail ของ corresponding author)

บทคัดย่อ

การนำเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากชีวมวลแบบ Three Stages Gasifier ขนาด 400 กิโลวัตต์ โดยใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งระบบดังกล่าวได้ติดตั้ง ณ โรงสีสหกรณ์การเกษตรท่าโขลง จ.ลพบุรี จากการสนับสนุนเงินลงทุนของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมและสาธิตระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลแบบ Three Stages Gasifier ให้มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย เพื่อสร้างการมีส่วนร่วมของชุมชนในการผลิตพลังงานจากชีวมวล สนับสนุนการใช้พลังงานอย่างยั่งยืน โดยเน้นการมีส่วนร่วมจากชุมชน/องค์กร ในชุมชน/หน่วยงานและผู้ที่เกี่ยวข้องในท้องถิ่น ผลการศึกษาและเก็บข้อมูลต่างๆ พบว่า ระบบฯ มีอัตราการสิ้นเปลืองชีวมวล (แก๊ส) 750-800 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ส่วนปริมาณของแก๊สที่ผลิตได้ 1,400-1,500 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง และระบบฯ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 375-430 กิโลวัตต์ ซึ่งคิดค่าประสิทธิภาพโดยรวมของระบบฯ ประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์

จากการวิเคราะห์ตัวชี้วัดความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน พบว่า โครงการมีความคุ้มค่าโดยมีค่าดัชนี ได้แก่ อัตราผลตอบแทนทางการเงิน (FIRR) คิดเป็นร้อยละ 7.55 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ณ อัตราคิดลดร้อยละ 6.77 เท่ากับ 928,310 บาท อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์กับต้นทุน (B/C) เท่ากับ 1.02 และระยะเวลาคืนทุน 9 ปี 1 เดือน

คำหลัก: ชีวมวล, แก๊สซิไฟเออร์, เชื้อเพลิงแก๊ส

Abstract

Biomass gasification technology was apply to using as fuel rice husk Three Stages Gasifier 400 kW . The mill was installed at this system . the agricultural cooperative herd at Lopburi to supporting investment by the Department of Alternative Energy Development and Efficiency .Department of Energy. To build community involvement in energy production from biomass. Support the use of sustainable energy. By focusing on the involvement of community/organization. Communities/local agencies and stakeholders. The study found that the system and collect data on the rate of consumption of biomass (rice husk), 750-800 kg per hour The amount of gas produced from 1400-1500 cubic meters/hour and electricity average of 375-430 kilowatts production, has about 14 percent accounts for overall of performance

The analysis of indicators for economic and finance of project cost, with the index and rate of financial return (FIRR), representing 7.55 Net Present Value (NPV) at a discount rate of 6.77 U.S. \$ 928,310 equivalent ratio between the present value of the benefit cost (B/C) equal to 1.02 and a payback period of 9 years, 1 month.

Keywords: biomass, Gasifier, rice husk fuel

1. บทนำ

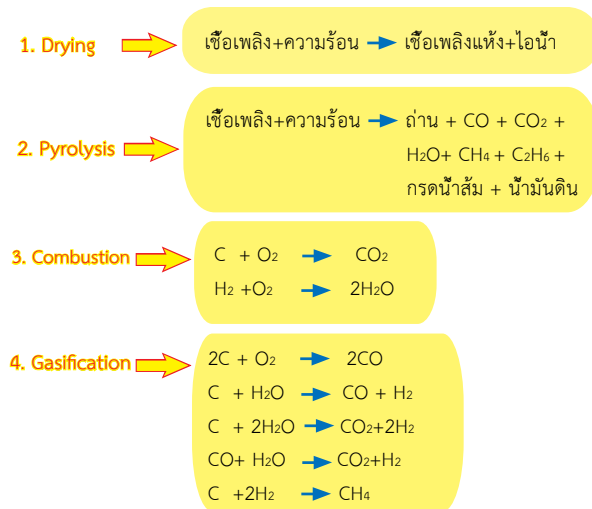
ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ผลผลิตของประเทศส่วนใหญ่ได้จากภาคการเกษตร เป็นสำคัญ เช่น ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง เป็นต้น ดังนั้นจึงมีเศษวัสดุเหลือใช้หรือชีวมวลเกิดขึ้นหลังการเก็บเกี่ยวเป็นจำนวนมาก ซึ่งจากการศึกษาและประเมินการศึกษาและประเมินศักยภาพชีวมวลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ในปี 2549 พบว่าประเทศไทยมีการเพาะปลูกข้าวได้ผลผลิตรวม 30 ล้านตัน และมีเศษวัสดุเหลือใช้เกิดขึ้นได้แก่ แกลบและฟางข้าว จากการประเมินศักยภาพชีวมวลของแกลบรวม 6,400,000 ตัน และจากการวิเคราะห์คุณสมบัติของแกลบ พบว่ามีค่าความร้อนประมาณ 14.40 เมกะจูลต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำไปเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

จากการศึกษา วิจัย ระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลในระดับชุมชน ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ในปี 2549 ซึ่งได้ทำการพัฒนาและสาธิตระบบผลิตพลังงานจากก๊าซเชื้อเพลิง

ชีวมวลขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 80 กิโลวัตต์ ผลปรากฏว่าระบบดังกล่าวสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยไม่จำเป็นต้องนำเข้าเครื่องจักรและอุปกรณ์จากต่างประเทศ ดังนั้นเพื่อให้ระบบผลิตพลังงานชีวมวลสามารถใช้ได้กับชุมชนขนาดใหญ่ (จำนวนครัวเรือน 100-200 ครัวเรือน) จึงมีความจำเป็นต้องทำการศึกษาออกแบบและปรับขยายขนาดกำลังการผลิตของระบบ ให้เพิ่มมากขึ้น เพื่อให้ชุมชนสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าใช้ได้ด้วยตนเอง ลดการนำเข้าวัสดุอุปกรณ์จากต่างประเทศ และเป็นการส่งเสริมการพัฒนาพลังงานทดแทนของประเทศ

2. ข้อมูลทางด้านปริมาณการใช้พลังงาน

ปฏิริยาความร้อนของการเกิดก๊าซชีวมวลในเตาผลิตก๊าซนั้น ถึงแม้ว่าบริเวณที่เกิดจะอยู่ติดกันแต่ยังสามารถแยกบริเวณต่างๆ ออกจากกันตามปฏิริยาเคมี และอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 บริเวณด้วยกันคือ



3. การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเทคนิค

1) ระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลใช้กระแสไฟฟ้าต่ำ เนื่องจากมอเตอร์ที่ใช้ในระบบถูกควบคุมความเร็วรอบด้วยอินเวอร์เตอร์ (Invertor)

2) กำลังการผลิตของเครื่องยนต์สามารถแปรผันตามปริมาณของก๊าซได้ เช่น เมื่อก๊าซถูกส่งไปยังเครื่องยนต์น้อยลง เครื่องยนต์จะผลิตกระแสไฟฟ้าได้น้อยตามไปด้วย ซึ่งเป็นอัตราส่วนแปรผันตามกัน ทั้งนี้มีประโยชน์ในกรณีที่มีความต้องการใช้กระแสไฟฟ้าในบางช่วงมีน้อย ก็สามารถลดปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตลง กล่าวคือ ระบบเตาผลิตชีวมวลขนาด 400 กิโลวัตต์ สามารถปรับลดปริมาณเชื้อเพลิงได้ตามความต้องการเครื่อง Gasifier 400 kW นั้นสามารถปรับตั้งการใช้เชื้อเพลิงให้มีการใช้เชื้อเพลิงมากหรือน้อยได้ตามต้องการ

3) สามารถนำความร้อนจากท่อไอเสียของเครื่องยนต์กลับมาใช้ประโยชน์ได้อีก เนื่องจากเครื่องยนต์ที่เป็นเครื่องยนต์ Gas Engine ซึ่งมีค่าความร้อนสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลทั่วไป

4) การจุดติดเตาใช้ระยะเวลาสั้น ทำให้ทรายสามารถแลกเปลี่ยนความร้อนกับเชื้อเพลิง (แกลบ) และเกิดก๊าซในระบบฯ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการติดเครื่องยนต์ได้ โดยก๊าซที่จะนำไปใช้กับเครื่องยนต์ จะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง หลังจากการจุดเตา

5) ระบบใช้การระบายความร้อนด้วยน้ำแบบสเปร์ย์น้ำจำนวน 10 จุด ทำมุม 120 องศาเซลเซียส เพื่อเพิ่มการระบายความร้อนออกจากก๊าซ และลดปริมาณฝุ่นละออง ที่ปะปนมากับก๊าซให้เหลือน้อยที่สุด

6) การระบายซี้ถ้าโดยระบายลงในน้ำ เพื่อลดปริมาณฝุ่นละอองที่ฟุ้งกระจาย เมื่อแกลบถูกเผาไหม้แล้วจะมีปริมาณแกลบที่เป็นลักษณะซี้ถ้าประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้น้ำเป็นตัวตัดฝุ่นละออง เพื่อไม่เกิดการฟุ้งกระจายตัว จึงไม่ก่อให้เกิดมลภาวะจากฝุ่นละอองในอากาศ

7) ถูกรองแบบผ้าสามารถใช้สลับกันได้ และสามารถซ่อมบำรุงขณะเดินเครื่องได้ การออกแบบโดยมีชุดสำรอง 1 ชุด คือในระบบการกรองด้วยผ้ามีจำนวน 3 ชุด ในการทำงานใช้งานจำนวน 2 ชุดโดยเหลือ จำนวน 1 ชุด เพื่อสำหรับการซ่อมบำรุงโดยมีวาล์วสำหรับสลับเปลี่ยนในขณะที่ทำงานที่เตา Gasifier ยังทำงานปกติ

8) การลำเลียงเชื้อเพลิงแกลบเข้าสู่เตาใช้ระบบอัตโนมัติ เมื่อแกลบถูกใช้งานและยุบตัวจากถังเก็บระบบเซ็นเซอร์จะทำงานอัตโนมัติโดยลำเลียงแกลบมาเก็บถังเก็บ และเมื่อถังเก็บแกลบด้านบนเต็มการลำเลียงก็จะหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติ

คุณสมบัติของก๊าซที่ได้

1) อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 750-800 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

2) ก๊าซที่ผลิตได้ 1,400-1,500 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

3) ผลิตกระแสไฟฟ้าได้เฉลี่ย 400 กิโลวัตต์

4) กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในระบบฯ 13-15 กิโลวัตต์

5) ประสิทธิภาพของเตา Gasifier ประมาณ 41.30 เปอร์เซ็นต์

6) ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบฯ ประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์

7) องค์ประกอบของก๊าซจากการตรวจวิเคราะห์ ณ สถาบัน AIT เมื่อวันที่ 19 มีนาคม 2554 ดังนี้

- 7.1) ปริมาณ CO₂ ร้อยละ 15.2042
- 7.2) ปริมาณ O₂ ร้อยละ 4.4039
- 7.3) ปริมาณ CH₄ ร้อยละ 2.9879
- 7.4) ปริมาณ H₂ ร้อยละ 4.4536
- 7.5) ปริมาณ CO ร้อยละ 12.0091
- 7.6) ปริมาณ N₂ ร้อยละ 60.9413
- 7.8) ค่าความร้อน ~4.2503 MJ/m³

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่าเมื่อเทียบการผลิตเชื้อเพลิง 1 กิโลกรัมผลิตก๊าซได้ 1.86 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

- เมื่อเทียบการผลิตเชื้อเพลิง 1 กิโลกรัมผลิตไฟฟ้าได้ 0.533 kW

กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในระบบเตาแบบ Three Stages Gasifier ขนาด 400 กิโลวัตต์ เท่ากับ 13-15 kW หรือ เท่ากับร้อยละ 3.5 ของการผลิตก๊าซเชื้อเพลิง หรือเท่ากับ 26.26 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ดังนั้นการผลิตไฟฟ้าสามารถนำไปใช้งานได้จริง คงเหลือกระแสไฟฟ้าประมาณ 386 กิโลวัตต์ที่จ่ายเข้าโรงสีเพื่อใช้งาน

4. การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางการเงินของโครงการ

การวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมทางการเงินเป็นการพิจารณาจาก 4 ตัวชี้วัด ดังนี้

1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value – NPV) ตัวชี้วัด NPV เป็นค่าแสดงถึงความสามารถในการทำกำไรของโครงการ ณ อัตราคิดลดที่กำหนด ซึ่งถ้าหากค่า NPV>0 แสดงว่า โครงการมีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์

2) อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์กับต้นทุน (Benefit Cost Ratio– B/C) ตัวชี้วัด B/C เป็นค่าแสดงถึงประสิทธิภาพการใช้น้เงินของโครงการ ณ อัตราคิดลดที่กำหนด ซึ่งถ้า B/C>1 แสดงว่า โครงการมีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์

3) อัตราผลตอบแทนทางการเงิน (financial Internal Rate of Return–EIRR) ตัวชี้วัด FIRR เป็นค่าแสดงถึงอัตราผลตอบแทนที่แท้จริงของโครงการ ซึ่งถ้าหาก FIRR>อัตราค่าเสียโอกาสของต้นทุนทรัพยากรภายในประเทศ แสดงว่าโครงการมีความเหมาะสมทางเศรษฐกิจ

4) ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ระยะเวลาคืนทุน คือ ระยะเวลาที่ผลตอบแทนสุทธิจากดำเนินงานมีค่าเท่ากับค่าลงทุนของโครงการ วิธีการนี้พิจารณาถึงจำนวนปีจะได้รับผลตอบแทนคุ้มค่าเงินลงทุน และใช้กันมากในวงธุรกิจ โดยเฉพาะในกรณีที่มีอัตราการเสี่ยงภัยสูง โดยโครงการที่มีความเสี่ยงกำหนดให้มีระยะเวลาคืนทุนมากกว่า 5 ปี การวิเคราะห์ความเหมาะสมโดยใช้ตัวชี้วัดดังกล่าว จะวิเคราะห์ภายใต้ข้อสมมติดังนี้

- ระยะเวลาการวิเคราะห์เท่ากับระยะเวลาก่อสร้าง 1 ปี บวกกับอายุการใช้งานของระบบ 15 ปี ซึ่งเท่ากับ 16 ปี

- อัตราคิดลดเท่ากับอัตราเงินกู้ ร้อยละ 6.77

สรุป การดำเนินระบบผลิตไฟฟ้าด้วย Gasifier ขนาด 400 kW ก่อให้เกิดประโยชน์คุ้มค่ากับการลงทุน ณ อัตราคิดลดร้อยละ 6.77 โดยภาครัฐไม่ต้องสนับสนุนผู้ลงทุนแต่อย่างใด ทั้งนี้เพราะต้นทุนเฉลี่ยในผลิตไฟฟ้ามีมูลค่าต่ำ โดยที่ต้นทุนเฉลี่ยรวม 1.68 บาท/kWh แยกเป็นในส่วนของค่าลงทุน 1.02 บาท/kWh และค่าดำเนินการและบำรุงรักษา 0.66 บาท/kWh

ตารางที่ 1 ค่าลงทุน ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา
ระบบฯ ผลิต Gasifier ขนาด 400 kW

หน่วย : บาท

รายการ	มูลค่า
1. ค่าลงทุน (บาท)	
- ระบบเตาแก๊สซีไฟเออร์	6,000,000
- เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (รวมอาคารควบคุม)	8,000,000
รวม	14,000,000
2. ค่าดำเนินการ (บาท/ปี)	
2.1 ค่าบุคลากร	
- นายช่าง (เทคนิค)	144,000
- ลูกจ้าง 1	60,000
- ลูกจ้าง 2	60,000
2.2 ค่าไฟฟ้าจากระบบ Gasifier	322,315
2.3 ซ่อมมวล*	413,685
รวม	1,000,000

ที่มา : จากการคำนวณ

ตารางที่ 2 ผลประโยชน์ (รายได้) จากการเดินระบบฯ

รายการ	หน่วย	ปีที่ 2-8	ปีที่ 9-16
1.ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิต/ชม.	kWh/ชั่วโมง	400	400
2.ระยะเวลาเดินระบบ/วัน	ชั่วโมง/วัน	12	12
3.จำนวนวันทำงาน	วัน/ปี	317	317
4.ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตต่อปี	kWh/ปี	1,521,600	1,521,600
5.ใช้ในระบบการผลิตต่อปี (ร้อยละ 62.50)	kWh/ปี	951,000	951,000
6.ราคาไฟฟ้าที่ซื้อ			
6.1 ค่า Ft	Ft/kWh	0.9581	0.9581
6.2 ค่าไฟฟ้า (TOD)	ค่าไฟฟ้า/kWh	1.7034	1.7034
6.3 ค่า Demand	Demand/kWh	3.607	3.607
รวม	บาท/kWh	6.2685	6.2685
7.ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	บาท/ปี	5,961,343	5,961,343
8.ปริมาณไฟฟ้าที่จำหน่าย (ร้อยละ 33.75)	kWh	513,540	513,540
9.ราคาไฟฟ้าที่จำหน่าย			
9.1 ค่า Ft	Ft/kWh	0.9581	0.9581
9.2 ค่าไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้า/kWh	1.7034	1.7034
9.3 ค่า Adder	หน่วย	0.5	-
รวม	บาท/kWh	3.1614	2.6615
10.รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้า	บาท/ปี	1,623,505	1,366,735
11.ซื้อถ่านแกลบ	กก/ปี	855,900	855,900
12.ราคา	บาท/กก	0.6	0.6
13.รายได้จากซื้อถ่านแกลบ	บาท/ปี	513,540	513,540
รวมผลประโยชน์	บาท/ปี	8,0989,388	7,841,168

ที่มา : จากการคำนวณ

5. กิตติกรรมประกาศ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ไร่ขอขอบคุณอย่างสูงต่อ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ที่ได้กรุณามอบความไว้วางใจให้ศูนย์วิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นที่ปรึกษาในการดำเนินการโครงการฯ รวมทั้งขอขอบคุณคณะกรรมการควบคุมตรวจสอบโครงการฯ ทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อโครงการ

6. เอกสารอ้างอิง

1. S.E.S (Soft Energy System), The Demonstration of Pilot Plants for Biomass Energy Resources Utilization in Rural Areas , Thailand , 1985.

2. ซิลอมศักดิ์ แต่งงาม,การทดสอบเตาชีวมวลแบบ 3 ส่วน โดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง,ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, พ.ศ. 2554

3. รัฐบาลไทย. (www.thaigov.go.th)