P-CF18

การผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลโดยใช้เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน

Biomass Electrical Power Generation System by Using Gasification Technology

ทรงกช เพ็ญวันศุกร์[1*] จิรพงศ์ ทองสุข[1] ธีรเมธ เปียขุนทด[1] อำนาจ บัวบาน[1] และเจนศักดิ์ เอกบูรณะวัฒน์[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ 73170
E-mail: jensak.eak@rmutr.ac.th

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและทดสอบศักยภาพของการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลโดยใช้เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน แก๊สเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ถูกนำไปใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบที่ใช้ทดสอบประกอบด้วยเตาแก๊สซิไฟเออร์แบบอากาศไหลลง ไซโคลน เวทสครับเบอร์ ถังเก็บแก๊ส และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก ชีวมวลที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วย ฟางข้าว ฟางข้าวผสมกากมันสำปะหลังอัดแท่ง และไม้ฟืน การทดสอบทำได้โดยการเผาชีวมวลในเตาแก๊สซิไฟเออร์เพื่อผลิตแก๊สและทำการวัดปริมาณร้อยละของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เกิดขึ้น โดยแก๊สที่ผลิตถูกนำมาเป็นเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก และจากการทดสอบโดยทำการวัดค่ากำลังไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตได้จากชีวมวลฟางข้าวได้ค่ากำลังไฟฟ้าประมาณ 124.18 วัตต์ ชีวมวลฟางข้าวผสมกากมันสำปะหลังได้ค่ากำลังไฟฟ้าประมาณ 588.92 วัตต์ และชีวมวลไม้ได้ค่ากำลังไฟฟ้าประมาณ 791.11 วัตต์ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

คำสำคัญ: เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน เตาแก๊สซิไฟเออร์ ชีวมวล

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก ทั้งจากทางภาครัฐ ภาคเอกชนหรือแม้กระทั่งภาคครัวเรือน การผลิตไฟฟ้าในแบบปัจจุบันอาจไม่เพียงพอต่อการใช้ไฟของมนุษย์ในอนาคต การใช้ไฟฟ้าของประเทศไทย ในปี 2554 อยู่ที่ระดับ 147,836 กิกะวัตต์ชั่วโมง (GWh) โดยการใช้ไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรมมีสัดส่วนการใช้มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 45 การใช้ไฟฟ้าแบ่งเป็นเขตนครหลวงและเขตภูมิภาค เขตนครหลวง มีการใช้ไฟฟ้าปี 2554 อยู่ที่ระดับ 43,898 กิกะวัตต์ชั่วโมง เขตภูมิภาคมีการใช้ไฟฟ้าปี 2554 อยู่ที่ระดับ 101,166 กิกะวัตต์ชั่วโมง [1] จากผลของการใช้ไฟฟ้าดังกล่าวทำให้เกิดการพัฒนาวิธีการ และรูปแบบใหม่ๆ ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าอย่างมากมายเพื่อให้เพียงพอต่อการใช้ไฟฟ้าของประชากรในปัจจุบัน การผลิตกระแสไฟฟ้ารูปแบบใหม่ๆ ในปัจจุบันจะเป็นไปในแนวทางด้านพลังงานทดแทน ซึ่งความหมายของคำว่าพลังงานทดแทนหมายถึง พลังงานที่มีอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติและสามารถทดแทนได้อย่างไม่จำกัด (เมื่อเทียบกับพลังงานหลักในปัจจุบัน เช่น น้ำมันหรือถ่านหิน) เช่น พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวภาพ (Bio-Fuel) พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง พลังงานคลื่น และพลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานจากกระบวนการชีวภาพ เช่น บ่อก๊าซชีวภาพ เป็นต้น โดยพลังงานทดแทนที่ผลิตได้ทั่วโลกอยู่ที่ประมาณ 157,900 เมกะวัตต์ (MW) ในปี 2552 พลังงานทดแทนเป็นพลังงานที่สะอาด ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่น [2]

2. ชีวมวล (Biomass)

ชีวมวล หมายถึง วัสดุหรือสารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติและสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ โดยที่ชีวมวลนั้นประกอบด้วยธาตุหลักๆ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน รวมทั้งปริมาณของไนโตรเจนและธาตุอื่นๆ อีกเล็กน้อย ชีวมวลนั้นมีอยู่มากมายทั้งที่ได้จากสิ่งมีชีวิต (ยกเว้นที่ได้กลายเป็นเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล เช่น ถ่านหิน น้ำมัน และแก๊สธรรมชาติ) และยังรวมไปถึงสิ่งต่างๆ ที่มีธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน เป็นองค์ประกอบหลัก ทั้งนี้อาจจะสามารถจำแนกแหล่งที่มาของชีวมวลได้ 2 แหล่งดังนี้ [3]

1. ของเสียจากการประกอบการทั้งภาคอุตสาหกรรมและภาคเกษตรกรรม เช่น ของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตร ได้แก่ ฟางข้าว ชานอ้อย เป็นต้น รวมไปถึงของเสียประเภทพลาสติกและกากตะกอนจากโรงบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม
2. ของเสียจากแหล่งชุมชน เช่น ขยะชุมชน กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนของเสียจากสัตว์ เช่น มูลสัตว์ เป็นต้น

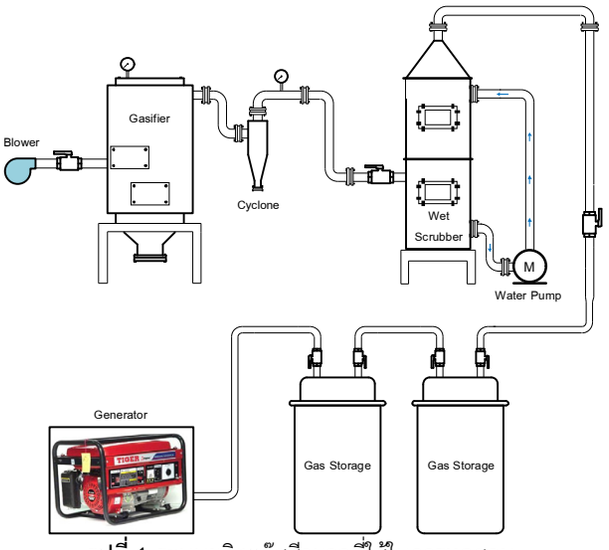
การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลเป็นอีกวิธีการหนึ่งในการใช้ประโยชน์จากพลังงานทดแทน เชื้อเพลิงชีวมวล เช่น ไม้ฟืน แกลบ กากอ้อย เศษไม้ เศษหญ้า หรือเศษวัสดุที่เหลือทิ้งจากการเกษตรอื่นๆ สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อน มูลสัตว์และของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตร เช่น เปลือกสับปะรดจากโรงงานสับปะรดกระป๋อง น้ำเสียจากโรงงานแป้งมัน สามารถนำมาหมักและผลิตเป็นก๊าซชีวภาพได้ โดยเหตุที่ประเทศไทยทำการเกษตรอย่างกว้างขวาง วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร มีอยู่เป็นจำนวนมาก (เทียบได้น้ำมันดิบปีละไม่น้อยกว่า 6,500 ล้านลิตร) จึงควรจะใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ได้ สำหรับผลิตผลจากชีวมวลในลักษณะอื่นที่ยังใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ เช่น แอลกอฮอล์ จากมันสำปะหลัง ก๊าซจากฟืน (Gasifier) ก๊าซจากการหมักเศษวัสดุเหลือจากการเกษตร (Biogas) ก็สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตไฟฟ้าได้เช่นกันเตาเผาชีวมวล ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล จะต้องใช้เตาเผาระบบปิดซึ่งก็มีหลากหลายแบบ ขึ้นกับการออกแบบให้สอดคล้องกับวัตถุดิบที่จะนำไปเข้าเตาเพื่อที่จะได้ควบคุมปริมาณแก๊สที่ได้จากการเผาในอุณหภูมิสูง โดยแก๊สที่ผลิตได้เราเรียกรวมๆกันว่าแก๊สชีวมวล หรือจะเรียกว่า ซิงค์แก๊ส โดยทั่วไปในการผลิตซิงค์แก๊สจะได้แก๊สมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจน คาร์บอนมอนอกไซด์ รวมไปถึงน้ำด้วย ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล ซิงค์แก๊ส จะถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ต้นกำลังเพื่อขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้หลักการนี้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า

3. โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบที่ใช้

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างระบบผลิตแก๊สชีวมวลขึ้นเพื่อใช้ทดสอบเชื้อเพลิงต่างๆ และได้ทำการเปรียบเทียบผลของแก๊สชีวมวลที่ได้จากฟางข้าวไม่อัดแท่ง แท่งเชื้อเพลิงฟางข้าวผสมกากมันสำปะหลัง และไม้ฟืน ระบบผลิตแก๊สชีวมวลที่สร้างขึ้นประกอบด้วยส่วนหลักๆ ดังต่อไปนี้

1) ตาแก๊สซิไฟเออร์แบบอากาศไหลลง (Downdraft)
2) ไซโคลน
3) เครื่องพ่นจับแบบเปียก (Wet Scrubber)
4) ถังเก็บแก๊ส
5) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก

รูปที่ 1 แสดงการต่อเชื่อมกันของอุปกรณ์ในระบบผลิตแก๊สชีวมวลที่สร้างขึ้น หลักการทำงานเบื้องต้นและรายละเอียดของส่วนประกอบหลักๆ ของระบบมีดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 ระบบผลิตแก๊สชีวมวลที่ใช้ในการทดสอบ

4. ขั้นตอนการทดลอง

ทำการทดลองโดยทำการกำหนดเชื้อเพลิงที่ใช้ให้มีปริมาณที่เท่ากัน ทำการจับเวลาของระยะเวลาการเกิดแก๊สและทำการจ่ายโหลดให้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมบันทึกผลการทดลอง เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลองมี 3 ชนิด คือ ฟางข้าว แท่งเชื้อเพลิงฟางข้าวผสมกากมัน และไม้ฟืน การทดลองใช้เชื้อเพลิงฟางข้าวเป็นหลัก ทำการวัดปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากเผาไหม้ฟางข้าวและฟางข้าวผสมกากมันสำปะหลังว่าเชื้อเพลิงชนิดใดสามารถให้คาร์บอนมอนอกไซด์ได้ดีที่สุด และได้นำค่ามาเปรียบเทียบกับปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผาไม้ฟืนอีกด้วย

รูปที่ 2 เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ

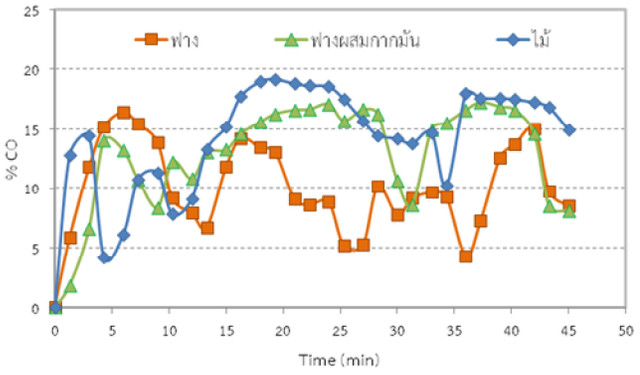
รูปที่ 3 ระบบที่ใช้ทำการทดสอบ

ทำการใส่เชื้อเพลิงลงไปในเตาแก๊สซิไฟเออร์ จุดไฟแล้วเปิดโบว์เวอร์ให้ทำงาน เมื่อโบว์เวอร์ทำงานจะทำการอัดอากาศจากภายนอกเข้าไปในเตาแก๊สซิไฟเออร์ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างต่อเนื่อง ถ้าแก๊สจากเผาไหม้มีความหนาแน่นเพียงพอและเราสามารถปรับแต่งอากาศให้มีความพอดี เราจะสามารถจุดไฟติดที่วาล์วทดสอบ หลังจากระบบทำงาน ถังเก็บแก๊สจะลอยขึ้นเนื่องจากแก๊สที่ไหลเข้าภายในถังจะดันถังให้ลอยสูงขึ้น หลังจากเก็บแก๊สที่ได้จากการเผาไหม้ชีวมวลแล้ว จะต่อถังเก็บแก๊สเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อใช้แก๊สที่ผลิตขึ้นเป็นเชื้อเพลิง และนำแผงหลอดไฟมาต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อทำหน้าที่เป็นโหลด ให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำการจ่ายไฟฟ้าให้กับหลอดไฟ

รูปที่ 4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและแผงหลอดไฟที่ใช้ในการทดสอบ

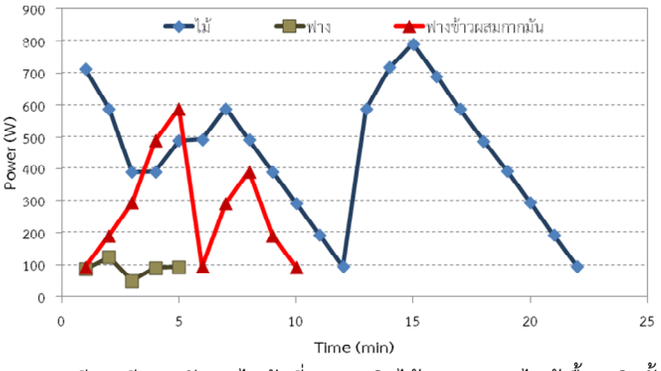
หลังจากเกิดกระบวนการเผาไหม้ภายในเตาแก๊สซิไฟเออร์ แก๊สที่ได้จากการเผาจะไหลจะผ่านไซโคลนและเวทสครับเบอร์ ก่อนที่แก๊สจะเข้าถังเก็บแก๊สนั้น เราต้องทำการวัดปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ เพื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผล ดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 กระบวนการวัดปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์



รูปที่ 6 ร้อยละของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากเชื้อเพลิงแต่ละชนิด

ทำการวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด ในการเดินเครื่อง กำลังไฟฟ้าที่ได้จากการทดสอบชื้อเพลิงแต่ละชนิดแสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ระบบผลิตได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด

5. ผลการทดลอง

จากการทดลองสรุปได้ว่าการใช้ฟางข้าวเป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียวนั้นสามารถทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานได้แค่เพียงระยะสั้นๆ เนื่องจากฟางข้าวมีลักษณะเป็นเส้นใยที่ยากต่อการอัดให้มีความหนาแน่น แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผาไหม้จึงมีความหนาแน่นไม่เพียงพอ จึงได้ทดลองนำฟางข้าวมาผสมกับกากมันสำปะหลัง จากการทดลองสังเกตได้ว่าปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผาไหม้นั้นมีมากกว่าขึ้นกว่าการใช้ฟางข้าวเพียงอย่างเดียว โดยการจุดไฟทดสอบที่หัวทดสอบแก๊สที่ได้จากการเผาไหม้ ผลที่ได้คือ จุดไฟติดได้นานกว่าการใช้ฟางข้าวเพียงอย่างเดียว และได้ทำการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าก็สามารถทำงานได้ดี แต่ทั้งนี้ปริมาณของคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เกิดขึ้นก็ยังมีค่าน้อยกว่าการใช้ไม้ฟืนเพียงอย่างเดียว

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สถานการณ์การใช้พลังงานปี 2554 ออนไลน์ . [30 เมษายน 2556] สาระสังเขป สืบค้นจาก http://www.energy.go.th/sites /all/files/situation54_trend55.pdf

[2] โรงไฟฟ้าถ่านหิน ออนไลน์ . [30 เมษายน 2556] สาระสังเขป สืบค้นจาก : http://protectionrelay.blogspot.com/2010/10/ blog-post_06.html

[3] ชีวมวล ออนไลน์ . [27 มิถุนายน 2556] สาระสังเขป สืบค้นจาก : http://www2.dede.go.th/kmmf/download/.pdf

[4] ศุภวิทย์ ลวณะสกล เครื่องยนต์แก๊สซิไฟเออร์ใช้ถ่านไม้ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ.ปทุมธานี

[5] ศิรินุช จินดารักษ์ (2548) แท่งเชื้อเพลิงเขียวจากฟางข้าวและซังข้าวโพด วารสารวิทยาศาสตร์ทักษิณ. หน้า 79-90 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2548)

[6] เจนศักดิ์ เอกบูรณะวัฒน์ และณัฐ จันท์ครบ (2553) การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้กากมันสำปะหลังเปียกเป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 6 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โรงแรมฮอลิเดย์อินน์ รีสอร์ท รีเจนท์ บีช ชะอำ จังหวัดเพชรบุรี วันที่ 5-7 พฤษภาคม 2553

[7] เจนศักดิ์ เอกบูรณะวัฒน์ ไชยยันต์ ทองสองยอด และณัฐ จันท์ครบ ศักยภาพของเชื้อเพลิงกากมันสำปะหลังอัดแท่งในเชิงการให้กำเนิดแก๊สสำหรับผลิตไฟฟ้า งานประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 20 ประจำปี 2553 วันที่ 16-18 กันยายน 2553 โรงแรม เจ บี หาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา