P-CF15

ผลิตแก๊สชีวมวลจากเปลือกกระจับโดยแก๊สซิฟิเคชั่น
Chestnut Shell Gasified by Gasification

จีรัฐติกุล กล้าหาญ[1*], อาทิตย์ คงใจดี[1], รนชัย กัญญานก[1]

[1*] คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี 72130
โทร 084-4646145 โทรสาร035-434016 E-mail: nat_tapon_golf@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง การผลิตแก๊สชีวมวลจากเปลือกกระจับโดยแก๊สซิฟิเคชั่นนี้ผู้ศึกษาได้พบปัญหาในเรื่องน้ำมันเชื้อเพลิงเริ่มมีน้อยลงส่งผลกระทบทำให้มีราคาสูงขึ้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาแหล่งพลังงานทดแทน ซึ่งพลังงานทดแทนที่หาได้ง่ายกคือพลังงานชีวมวล ผู้ศึกษาได้พบพืชชนิดหนึ่งคือกระจับมีจำนวนมากในเขตพื้นที่ ตำบลวังน้ำซับ อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี เมื่อชาวบ้านนำเนื้อกระจับไปขายจะเหลือเปลือกเป็นขยะจำนวนมาก จึงนำมาศึกษาหาแก๊สชีวมวลจากเปลือกกระจับ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเกิดแก๊สชีวมวลจากเปลือกกระจับ ปริมาณแก๊สมีเทนและประสิทธิภาพของแก๊สชีวมวลโดยใช้เตาเผาแก๊สซิไฟเออร์แบบเปลวไฟไหลลง จากผลการทดลองโดยการป้อนเชื้อเพลิงเปลือกกระจับ5 กิโลกรัมต่อครั้ง สามารถให้เชื้อเพลิงชีวมวลออกมาและนำแก๊สชีวมวลที่ออกมานำไปตรวจหาปริมาณแก๊สมีเทนได้ 6.8 % จากทดลองโดยปรับความเร็วอากาศที่ป้อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเตาเผาแก๊สซิไฟเออร์3 ระดับ คือ 2, 3 และ 4 เมตร/วินาทีพบว่าการปรับความเร็วอากาศที่ 3 เมตร/วินาทีให้ผลในการผลิตแก๊สชีวมวลได้ดีที่สุด และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเกิดแก๊สมีเทนของเปลือกกระจับ แกลบ และถ่านไม้ ปรากฏว่าเปลือกกระจับให้ปริมาณแก๊สมีเทนมากที่สุด คือ 6.8 %, 5.5 % และ 1.5 % ตามลำดับ โดยทดลองจากการป้อนปริมาณเท่ากันอยู่ที่ 5 กิโลกรัมต่อครั้ง

คำสำคัญ: เปลือกกระจับ, แก๊สซิฟิเคชั่น, แก๊สซิไฟเออร์

ที่มาและความสำคัญ

พลังงานทดแทน คือพลังงานเกิดจากการทับทมกันของซากพื้นซากสัตว์ขนาดเล็กในทะเลเมื่อประมาณ 500 ล้านปี การทับทมและตกตะกอนเป็นชั้นหนาทับถมเป็นพันเมตรจนกลายเป็นชั้นหินใต้ผิวโลก ทำให้ได้รับความร้อนจากใต้พิภพและการเกิดการสลายตัวของอินทรีย์สาร ซึ่งเชื้อเพลิงดังกล่าวประกอบด้วย 3 สถานะของแข็งรู้จักในชื่อ ถ่านหิน ของเหลว คือ น้ำมันดิบ และก๊าซ ก็คือก๊าซธรรมชาติ โดยเรียกว่ารวม พลังงานฟอสซิลหรือเชื้อเพลิงฟอสซิล

กะลาปาล์ม เป็นผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้จากการแยกเมล็ดในปาล์ม ในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบเกรด A กะลาปาล์มเป็นส่วนประกอบหนึ่งของผลปาล์ม โดยจะอยู่ระหว่างเส้นใยปาล์มที่ติดเปลือกด้านนอกสุด กับเนื้อปาล์มที่อยู่ด้านในสุด ลักษณะทั่วไปมีสีน้ำตาล เนื้อแข็ง และมีคุณสมบัติให้ค่าความร้อนต่อหน่วยพลังงานในระดับสูง จึงได้รับความนิยมนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวล ทดแทนเชื้อเพลิงกระแสหลัก โดยปัจจุบันกะลาปาล์มเป็นที่ต้องการของกลุ่มอุตสาหกรรมที่มี Boiler เป็นหน่วยให้พลังงานในกระบวนการผลิตอย่างแพร่หลายอยู่ชนิดหนึ่งมีคุณสมบัติคล้ายกับกะลาปาล์มคือ เปลือกกระจับ จะมีลักษะแข็งเมื่อตากแดดจนแห้ง เวลาเผาก็จะเกิดประกายไฟแตกกระจายเหมือนกับกะลาปาล์ม คุณสมบัติดังกล่าวถ้านำไปทดลองหาค่าความร้อนคงใกล้เคียงกับกะลาปาล์มซึ่งเปลือกกระจับยังไม่มีใครนำไปศึกษาหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิง

เขตพื้นที่ตำบลวังน้ำซับ อำเภอศรีประจันต์จังหวัดสุพรรณบุรี มีการทำการเกษตรหลายด้าน เช่น ข้าว กระจับ และแห้ว ข้าวมีการทำมากที่สุดส่วนกระจับทำรองลงมาจากข้าวในเขตพื้นที่ตำบลวังน้ำซับ ซึ่งกระจับในการเพาะปลูกในแต่ละครั้งสามารถเก็บเกี่ยวได้ถึง 6-8 ครั้งซึ่งใน 1 เดือนการเก็บเกี่ยวกระจับครั้ง 1 จะเก็บได้ 180 กก./ไร่และถ้าเก็บตลอดหน้าจะเก็บได้ 1,080-1,440 กก/ไร่และเมื่อทำการปลอกเปลือกแล้ว 1 กิโลกรัม จะได้เนื้อ 0.4 กิโลกรัมเปลือกจะเหลือ 0.6 กิโลกรัมถ้าคิดทั้งหมดแล้วจะเหลือเปลือกกระจับเป็นขยะประมาณ 86.4 ตัน (งานรายประจำปีขององค์การบริหารส่วนตำบลวังน้ำซับ)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาแก๊สซิชีวมวลที่เกิดจากเปลือกกระจับนี้ขึ้นมาเพื่อศึกษาปริมาณแก๊สมีเทนของเปลือกกระจับเพื่อผลิตเป็นพลังงานทดแทนทางด้านแก๊สชีวมวล

1.วัตถุประสงค์งานวิจัย

1.1. เพื่อศึกษาการเกิดแก๊สชีวมวลจากเปลือกกระจับ โดยเตาเผาแก๊สซีไฟเออร์

1.2. เพื่อศึกษาปริมาณแก๊สมีเทน (CH_4) ที่เกิดจากเปลือกกระจับ

1.3. เพื่อเป็นการศึกษาหาประสิทธิภาพการเกิดแก๊สชีวมวลที่เกิดจากเปลือกกระจับ

2.ขอบเขตของงานวิจัย

2.1. ทำการทดลองการเกิดแก๊สชีวมวลจากเปลือกกระจับ

2.2. เตาเผาแก๊สซีไฟเออร์ใช้เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่น (Gasification)เปลี่ยนจากเปลือกกระจับมาเป็นแก๊สชีวมวล (แก๊สเชื้อเพลิง)

2.3. พลังงานแก๊สชีวมวลจากเปลือกกระจับ

2.4. ขนาดของเตาเผามีเส้นผ่านศูนย์กลาง 40เซนติเมตร สูง 55เซนติเมตร มีห้องเผาไหม้ทรงกระบอกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตร

3. ประโยชน์ของงานวิจัย

3.1. ได้พลังงานแก๊สชีวมวลที่เกิดจากเปลือกกระจับ

3.2. ได้รู้ถึงโครงสร้างทางเคมีของเปลือกกระจับของการเกิด แก๊สมีเทน (C_4H)

3.3. ได้แก๊สชีวมวลที่เกิดจากเตาเผาแก๊สซีไฟเออร์ แบบ Downdraft

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องเกิดแก๊สซิไฟเออร์จากเปลือกกระจับเพื่อเป็นการศึกษาหาพลังงานทางเลือกอีกรูปแบบหนึ่งมาเป็นการใช้พลังงานชีวมวลโดยเปลือกกระจับมาเผาในเตาแก๊สซิไฟเออร์และทำการจำกัดปริมาณอากาศเพื่อให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์และเมื่อได้แก๊สออกมาก็จะผ่านตัวกรองต่างๆเพื่อที่จะทำให้แก๊สที่ได้สะอาดที่สุดก่อนที่จะนำมาอัดเข้าถังเก็บและนำไปใช้ต่อไปผู้จัดทำจึงได้รวบรวมแนวคิดทฤษฎีและหลักการต่างๆจากเอกสารที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

4.1. กระจับ

กระจับเป็นพืชน้ำล้มลุกอายุหลายฤดู ลักษณะเป็นกอลอยน้ำ ใบมี 2 แบบ คือ ใบใต้น้ำเป็นเส้นยาวคล้ายราก ส่วนใบลอยน้ำรูปคล้ายสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนกระจับเป็นไม้น้ำชนิดหนึ่งที่น่าสนใจมากเพราะผลมรูปร่างประหลาด คล้ายหน้าควายที่มีเขาโค้ง ๒ เขา สีชมพูเข้ม ถ้านำไปต้มเปลือกจะเป็นสีดำสนิท เมื่อกะเทาะเปลือกนอกที่แข็งออก จะได้เนื้อในสีขาว

รูปที่ 1 กระจับ

4.2 ชีวมวล (Biomass)

ชีวมวล (Biomass) หมายถึงวัสดุหรือสารอินทรีย์ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานได้ชีวมวลนับรวมถึงวัสดุทิ้งทางการเกษตรเศษไม้ปลายไม้จากอุตสาหกรรมไม้มูลสัตว์ของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตรและของเสียจากชุมชนหรือกากจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการเกษตร

4.2.1การแปรรูปชีวมวลให้เป็นพลังงาน

4.2.1.1.การเผาไหม้โดยตรง (Combustion) เมื่อนำชีวมวลมาเผาจะได้ความร้อนออกมาตามค่าความร้อนของชนิดชีวมวลความร้อนที่ได้จากการเผาสามารถนำไปใช้ในการผลิตไอน้ำที่มีอุณภูมิและความดันสูงไอน้ำนี้จะถูกนำไปขับกังหันไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าต่อไปตัวอย่างชีวมวลประเภทนี้คือเศษวัสดุทางการเกษตรและเศษไม้

4.2.1.2. การหมัก (Fermentation) เป็นการนำชีวมวลมาหมักด้วยแบคทีเรียในสภาวะไร้อากาศชีวมวลจะถูกย่อยสลายและแตกตัวเกิดแก๊สชีวภาพ (Biogas) ที่มีองค์ประกอบของแก๊สมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์แก๊สมีเทนที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์สำหรับผลิตไฟฟ้า

4.2.1.3. การผลิตแก๊ส (Gasification) เป็นกระบวนการเปลี่ยนเชื้อเพลิงแข็งหรือชีวมวลให้เป็นแก๊สเชื้อเพลิงเรียกว่าแก๊สชีวภาพ (Biogas) มีองค์ประกอบของแก๊สมีเทนไฮโดรเจนและคาร์บอนมอนนอกไซด์สามารถนำไปใช้กับกังหันแก๊ส (Gas Turbine)

4.3 ชนิดของแก๊สซิไฟเออร์ (Type of Gasifier)

4.3.1 แก๊สซิไฟเออร์ชนิดเบดอยู่กับที่ (Fixed Bed Gasifier) แก๊สซิไฟเออร์ชนิดนี้เป็นชนิดที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในอดีตอุณหภูมิการทางานจะอยู่ที่ประมาณ 1,000 C แก๊สซิไฟเออร์ชนิดนี้สามารถแบ่งย่อยได้อีก 2 แบบตามลักษณะของทิศทางการไหลของอากาศหรือเปลวไฟคือแบบเปลวไฟไหลขึ้น (Updraft) และแบบเปลวไฟไหลลง (Downdraft)

ตารางที่1 แสดงส่วนประกอบของโปรดิวเซอร์แก๊สจากแก๊สซิไฟเออร์แบบต่างๆ

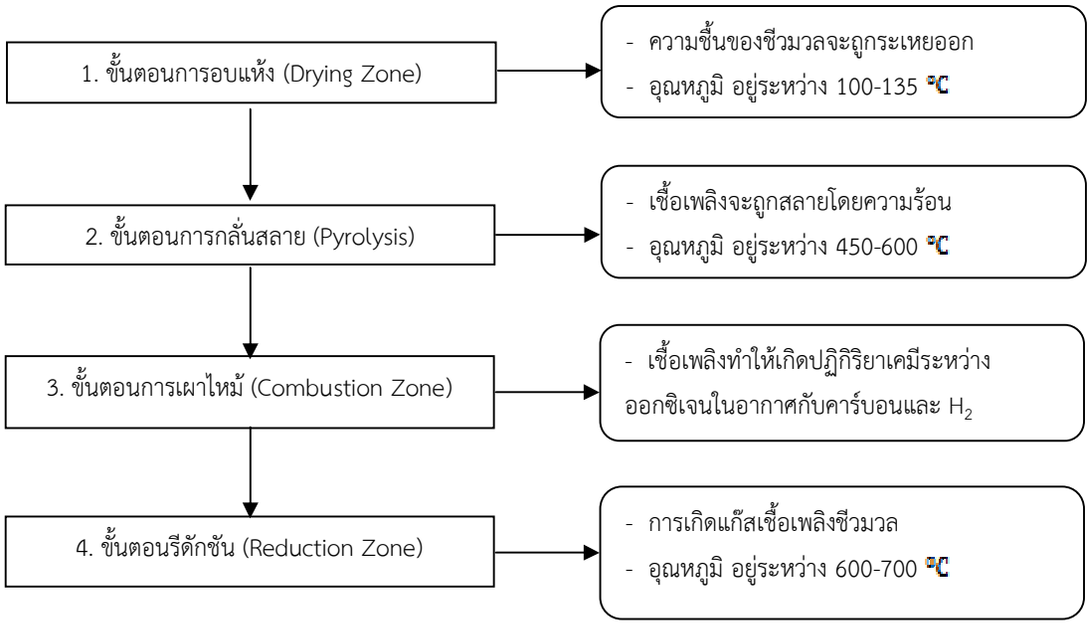
TYPE	Gas composition % v/v dry					HHV Mj/N m^3	Gas Quality	
	H_2	co	Co_2	Ch_4	N_2		Tar	Dust
Fluidized Bed, Air blown	9	14	20	7	50	5.4	Fair	Poor
Updraft, Air Blown	11	24	9	3	53	5.5	Poor	Good
Downdraft, Air Blown	17	21	13	1	48	5.7	Good	Fair
TYPE	Gas composition % v/v dry					HHV Mj/N m^3	Gas Quality	
	H_2	co	Co_2	Ch_4	N_2		Tar	Dust
Downdaft,Oxygen-Blown	32	48	15	2	3	10.4	Good	Good
Mulfi-solid Fluidized Bed	15	47	15	23	0	16.1	Fair	Poor
Twin Fluidized Bed Gasification	31	48	0	21	0	17.4	Fair	Poor

ที่มา: เตาเผาแก๊สซิไฟเออร์ (อี.เทค)

4.4 เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่น (Gasification Technology)

กระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่นเป็นการเปลี่ยนเชื้อเพลิงชีวมวลซึ่งอยู่ในสถานะของแข็งให้เป็นเชื้อเพลิงแก๊สซึ่งเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวลในที่จำกัดอากาศโดยความร้อนที่เกิดขึ้นนี้จะเร่งปฏิกิริยาแบบต่อเนื่องกลายเป็นโปรดิวเซอร์แก๊สหรือเชื้อเพลิงแก๊ส (Fuel Gas)

4.4.1 ปฏิกิริยาในการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงชีวมวลสามารถแยกเป็น 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้



รูปที่ 2 แผนผังแสดงขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ 4 โซนของกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่น

4.5.การเผาไหม้

การเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อนร่วมการเกิดความร้อนสูงและแสง เป็นปรากฏการณ์ที่ปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยา เมื่อใช้สารชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง ปฏิกิริยาอ็อกซิเดชั่นที่มีความร้อนเกิดขึ้นโดย คาร์บอน (C), ไฮโดรเจน (H_2), ออกซิเจน (O), ซัลเฟอร์ (S) ที่เผาไหม้ได้ และไนโตรเจน (N), น้ำ H_2O และเถ้า ซึ่งอยู่ในสารชีวมวลทำปฏิกิริยากับออกซิเจน เรียกว่าการเผาไหม้
สมการการเผาไหม้จะเกิดดังต่อไปนี้

$$C + O_2 > CO_2 \quad (2.3)$$

$$C + \tfrac{1}{2} O_2 > H_2O \quad (2.4)$$

$$S + O_2 > SO_2 \quad (2.5)$$

$$N + XO_2 > NO_X \quad (2.6)$$

สำหรับไนโตรเจน (N) สามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (O) ทำให้เกิดเป็นสารประกอบไนโตรเจนออกไซด์ แต่เกิดในปริมาณที่น้อยมาก ดังนั้น ในแง่ปฏิกิริยาการเผาไหม้ จึงถือว่าไม่เกิดการเผาไหม้

จากสมการการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจึงพบว่าไอเสียที่เกิดขึ้นนั้นจะประกอบด้วย คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), น้ำ(H_2O) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ใน ทางปฏิบัติอาจเกิดการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ไม่สมบูรณ์ ทำให้สารคาร์บอนในเชื้อเพลิงเกิดเป็นเขม่า ซึ่งเป็นสารคาร์บอนที่เกิดจากการไม่ทำปฏิกิริยาเผาไหม้ หรือรัยกว่าคาร์บอนมอนน็อกไซด์ (CO) ซึ่งเป็นสารประกอบของคาร์บอนที่ยังเผาไหม้ไม่สิ้นสุด ผลผลิตทั้งสองตัวนี้ถือเป็นเชื้อเพลิงส่วนที่เผาไหม้ไม่หมดที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธนกฤต แก้วมณี ปี 2556 การออกแบบและพัฒนาเตาเผาชีวมวลเพื่อผลิตก๊าซสังเคราะห์น้ำมันดินต่ำ

นฤเบศร์ หนูใสเพชร นายสิทธิชัย วงศ์หน่อ ปี2553 การออกแบบและสร้างเตาแก๊สซิไฟเออขนาดเล็กสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า

ปิ่น ประมาพันธ์ ปี 2555 เตาเผาแก๊สซิไฟเออร์

สุภา บุญดี ออกแบบสร้างผลิตเตาพลังก๊าซชีวมวลจากเศษไม้ ขี้เลื่อย แกลบและน้ำมันพืชเตาปฏิกรณ์ชีวมวล Gasifier Reactor Stove Model iizz v.1

ณัฐพล บุญพิทักษ์ ปี 2555 การจำลองกระบวนการแก๊สซิฟิเคชันแบบออโตเทอร์มัลโดยใช้น้ำ

บุริมภัทร ปกรณ์ศิริ ปี 2552 การลดการใช้น้ำมันเตาและการจัดการของเสียผ่านกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่นของกากตะกอนชีวภาพในอุตสาหกรรมกระดาษรีไซเคิล

6.วิธีดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัยเตาเผาแก๊สซิไฟเออร์แบบลงล่างตั้งแต่การศึกษาค้นคว้าข้อมูลตลอดจนถึงการทดสอบและบันทึกผลการทำงาน โดยจะบอกวิธีการดำเนินงานต่างๆของงานวิจัยเป็นขั้นตอนตามแบบแผนที่เตรียมไว้โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานจัดทำโครงสร้างซึ่งมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

รูปที่ 3เตาเผาแก๊สซิไฟเออร์

รูปที่ 4เปลือกกระจับ

6.1 การคำนวณงานวิจัย

6.1.1 การคำนวณหาปริมาณอากาศ

สูตรที่ใช้ในการคำนวณปริมาณอากาศที่เข้าสู่เตาเผา คือ $Q = V A$

เมื่อ Q = ปริมาณอากาศที่เข้าสู่เตาเผา เป็นลูกบาศก์เมตร / วินาที

V = ความเร็วลมในการพาอากาศเข้าไป เป็นเมตร / วินาที

A = พื้นที่หน้าตัดของท่อที่อากาศไหลผ่าน เป็นตารางเมตร

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของท่ออากาศ เป็น เมตร

คำนวณครั้งที่ 1 ให้ V = 2 m/s $A = \frac{\pi}{4}d^2$ d = 0.04 เมตร

แทนค่า $Q = 2 \times \frac{\pi}{4}(0.04^2)$

$Q = 0.0025 \ m^3/s$

คำนวณครั้งที่ 2 ให้ V = 3 m/s $A = \frac{\pi}{4}d^2$ d = 0.04 เมตร

แทนค่า $Q = 3 \times \frac{\pi}{4}(0.04^2)$

$Q = 0.0037 \ m^3/s$

คำนวณครั้งที่3 ให้ V = 4 m/s $A = \frac{\pi}{4}d^2$ d = 0.04 เมตร

แทนค่า $Q = 4 \times \frac{\pi}{4}(0.04^2)$

$Q = 0.005 \ m^3/s$

6.1.2 คำนวณการเลือกใช้พัดลมโบล์เวอร์

1) คำนวณหาปริมาตรของเตาเผา

สูตร $Q_{\text{เตาเผา}} = \frac{\pi}{4}D^2 \times L$

<u>แทนค่า</u> D = 0.4 m. L = 0. 55m

จะได้ $Q_{\text{เตาเผา}} = \frac{\pi}{4}(0.4^2) \times 0.55$

$Q_{\text{เตาเผา}} = 0.069 \ m^3$

2) คำนวณหาปริมาตรที่ต้องถ่ายเท

สูตร ปริมาตรที่ต้องถ่ายเท $= \frac{Q_{\text{เตาเผา}} \times \text{จน.การถ่ายเท}}{60 \text{ นาที}}$

จำนวนการถ่ายเทของเตาเผาต้องเป็น 100 ถ้าถ่ายเทไม่หมดเตาอาจระเบิด

<u>แทนค่า</u> ปริมาตรที่ต้องถ่ายเท $= \frac{0.069 \times 100}{60 \text{ นาที}}$ CMM

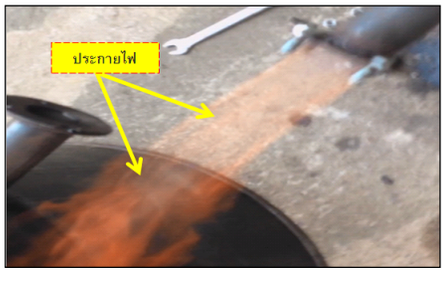
ปริมาตรที่ต้องถ่ายเท = 0.115 CMM

6.2 การทดสอบและการบันทึกข้อมูล

6.2.1 ขั้นการเตรียมเปลือกกระจับที่แห้งแล้วที่ความชื้นประมาณ 12 – 18 %

6.2.2.ขั้นติดเตาเผาโดยใส่เชื้อเพลิงลงไป 5 กิโลกรัม แล้วควบคุมอากาศโดยใช้ความเร็วของอากาศอยู่ที่ 2, 3 และ 4 เมตร/วินาที เพื่อดูปริมาณของแก๊สที่เอาออกมาใช้ว่าความเร็วของอากาศแค่ไหนให้ปริมาณแก๊สได้มากกว่า

6.2.3.ขั้นตอนทดสอบปริมาณแก๊สที่ได้ออกมาใช้งานมาได้ปริมาณมากแค่ไหน โดยการจับเวลาในการติดไฟในการทดลองนี้ช่วงไหนที่มีการติดไฟได้เวลานานที่สุดเพื่อจะนำมาใช้งานและนำแก๊สที่ได้ออกมานำมาตรวจหาองค์ประกอบของแก๊ส



6.3. ผลการดำเนินงานวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบเผาเชื้อเพลิงเปลือกกระจับในเตาเผาแก๊สซิไฟเออร์ โดยเปลือกกระจับมีความชื้น12-18 % ซึ่งจะเปรียบเทียบกับปริมาณอากาศที่ป้อนเข้าสู่เตาเผาแก๊สซิไฟเออร์ ดังตาราง 2

1) วัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอลค่าที่ได้มีดังนี้

- อุณหภูมิภายในเตาเผา มีค่าเท่ากับ 545 ℃
- อุณหภูมิที่ท่ออากาศทางเข้า มีค่าเท่ากับ 35 ℃
- อุณหภูมิที่ท่อวนแก๊สออก มีค่าเท่ากับ 80 ℃
- อุณหภูมิของแก๊ส มีค่าเท่ากับ 59 ℃

ตารางที่ 2 ตารางบันทึกผลการเกิดแก๊สชีวมวลซึ่งจะเปรียบเทียบกับปริมาณอากาศที่ป้อนเข้าสู่เตาเผาแก๊สซิไฟเออร์ โดยน้ำหนักของเปลือกกระจับเท่ากับ 5 กิโลกรัม

ความเร็วอากาศ	ปริมาณอากาศ	การเกิดแก๊สแล้วติดไฟ	เวลาที่ไฟติด
2 m/s	0.0025 ลูกบาศก์เมตร/วินาที	ไม่ติด(อากาศเบาดันแก๊สมาไม่ได้)	-
3 m/s	0.0037 ลูกบาศก์เมตร/วินาที	ติดดีมาก	5 นาที
4 m/s	0.005 ลูกบาศก์เมตร/วินาที	ติดแล้วดับ (อากาศแรงมากกว่าแก๊ส)	30 วินาที

จากตารางบันทึกผลการทดลอง

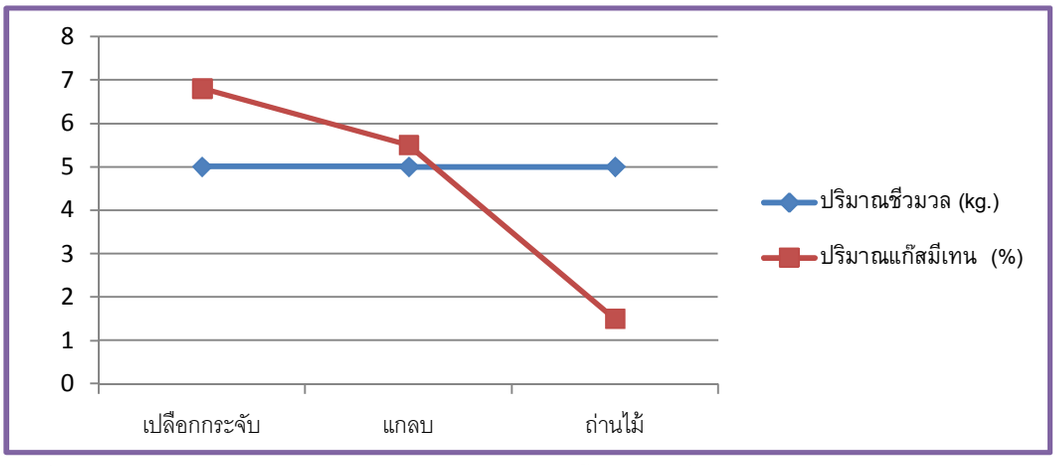
ครั้งที่ 1 ใช้ความเร็ว 2 เมตร/วินาที ปริมาณอากาศที่เข้าไปจะได้ 0.0025 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ทดลองการเกิดแก๊สด้วยการจุดไฟที่แก๊สออก ผลปรากฏว่าไฟไม่ติด เนื่องจากอากาศน้อยไม่พอที่จะทำการเผาไหม้แก๊สจึงไม่ออกที่ออกมามีแต่ควัน

ครั้งที่ 2 ใช้ความเร็ว 3 เมตร/วินาที ปริมาณอากาศที่เข้าไปจะได้ 0.0037 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ทดลองการเกิดแก๊สด้วยการจุดไฟที่แก๊สออก ผลปรากฏว่าไฟติด เนื่องจากอากาศพอที่จะทำการเผาไหม้แก๊สแต่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์จึงออกมาเป็นแก๊สชีวมวล

ครั้งที่ 3 ใช้ความเร็ว 4 เมตร/วินาที ปริมาณอากาศที่เข้าไปจะได้ 0.005 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ทดลองการเกิดแก๊สด้วยการจุดไฟที่แก๊สออก ผลปรากฏว่าไฟติดแล้วดับ เนื่องจากอากาศมากเมื่อทำการเผาไหม้จะเป็นการเผาไหม้ที่สมบูรณ์แก๊สจึงออกมาน้อยที่ออกมามีไอความร้อน

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแก๊สมีเทนและความชื้นของแก๊สที่ได้จากเปลือกกระจับ ถ่านไม้และแกลบ

ชนิดชีวมวล	ปริมาณชีวมวล (กิโลกรัม)	ปริมาณแก๊สมีเทน (%)	ปริมาณความชื้น (%)
เปลือกกระจับ	5	6.8	18
ถ่านไม้	5	1.5	18
แกลบ	5	5.5	18



รูปที่ 5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณแก๊สมีเทนและความชื้นของแก๊สที่ได้จากเปลือกกระจับ แกลบ และถ่านไม้

7. สรุปผล อภิปรายและข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาการเกิดแก๊สซิไฟเออร์จากเปลือกกระจับ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาถึงองค์ประกอบทางเคมีและหาประสิทธิภาพของการเกิดแก๊สชีวมวลที่เกิดจากเปลือกกระจับ

7.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

จากผลการทดลองเพื่อทำการหาแก๊สชีวมวลที่เกิดจากเปลือกกระจับโดยแก๊สซิฟิเคชั้น โดยใช้เตาเผาแก๊สซิไฟเออร์ ซึ่งมีหลักการทำงานแบบ Downdraft โดยที่เปลือกกระจับมีความชื้นที่ 12- 18 % ซึ่งจะเปรียบเทียบกับปริมาณอากาศที่ป้อนเข้าสู่เตาเผาแก๊สซิไฟเออร์ โดยป้อนที่ความเร็ว 3 เมตร/วินาที ซึ่งมีปริมาณอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้อยู่ที่ 0.0037 ลูกบาศก์เมตร/วินาที จึงทำให้เกิดแก๊สที่ไหลออกมาและทำการจุดด้วยไฟ

ผลปรากฏว่าติดไฟได้ เป็นตำแหน่งของการเผาไหม้ที่เหมาะสมเมื่อเทียบความเร็วที่ตำแหน่งอื่นๆ ของการเกิดแก๊ส ซึ่งมีค่าแก๊สมีเทนอยู่ที่ 6.8 % โดยน้ำหนักของเปลือกกระจับที่ใช้ในเผาไหม้อยู่ที่ 5 กิโลกรัม

7.2 อภิปรายผล

7.2.1 ปัญหาของเชื้อเพลิง คือกระจับจะเกาะกันอยู่เมื่อเผาไหม้จะไม่ค่อยไหลลงไปในห้องเผาไหม้

7.2.2 ปัญหาของแก๊สที่ออกมาจะมีควันไฟออกมาเวลาจุดไฟจึงทำให้ติดยาก

7.3 ข้อเสนอแนะ

7.3.1 ควรมีอุปกรณ์ช่วยให้เชื้อเพลิงไหลลงเข้าสู่ห้องเผาไหม้

7.3.2 ควรมีระบบกักควันไฟไม่ให้ออกมาพร้อมแก๊สโดยตรงให้