

จากรายงานของสถาบันวิจัยยาง พบว่า แต่ละปีมีต้นยางพาราอายุเกิน 25 ปี ซึ่งครบรอบที่จะต้องทำการตัดฟัน คิดเป็นพื้นที่ยางพาราที่ถูกตัดฟัน 500,000 ไร่ต่อปี จะได้ปริมาณไม้ยางพารา 200 ล้านตัน ที่นำไปเข้ากระบวนการแปรรูปไม้เพื่อผลิตเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งจะมีชีวมวลที่ได้ภายหลังกระบวนการผลิตคิดเป็นเศษไม้ 3.6 ล้านตัน และขี้เลื่อย 8 ล้านตัน เมื่อหักปริมาณที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์จะมีเศษไม้คงเหลือ 3.55 ล้านตัน คิดเป็นพลังงานความร้อน 1,862 ktoe และพลังงานไฟฟ้า 707 MW ในส่วนของขี้เลื่อย จะมีปริมาณคงเหลือ 1,037 ktoe และพลังงานไฟฟ้า 394 MW

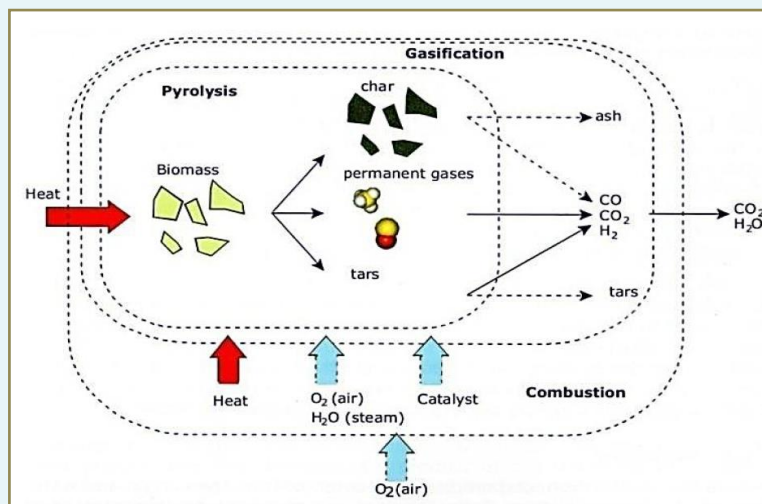


การแปรรูปเศษไม้ให้เป็นพลังงานทดแทน เป็นวิธีหนึ่งในการนำเศษไม้ที่ไม่ใช้แล้วกลับมาใช้ประโยชน์ โดยปกติสามารถทำได้สองแนวทางคือ โดยกระบวนการทางชีวภาพ และกระบวนการด้านความร้อน สำหรับการแปรรูปเศษไม้ไม่ใช้แล้วเป็นพลังงานจะใช้กระบวนการแปรรูปทางความร้อนเป็นหลัก เช่น เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน (gasification)

เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน

แก๊สซิฟิเคชัน เป็นเทคโนโลยีการแปรรูปชีวมวลให้เป็นพลังงานในรูปก๊าซเชื้อเพลิง (fuel gases) โดยอาศัยกระบวนการทางเคมี ความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในสภาวะจำกัดปริมาณอากาศ เมื่อให้ความร้อนแก่ชีวมวลร่วมกับเทคนิคการจำกัดปริมาณอากาศ (air) หรือออกซิเจน (oxygen, O₂) หรือไอน้ำ (steam) เพื่อให้เกิดสภาวะที่มีการควบคุมปริมาณออกซิเจนในสัดส่วนที่ต่ำกว่าปริมาณที่ทำให้เกิดการเผาไหม้เชื้อเพลิงอย่างสมบูรณ์ ทำให้ชีวมวลเกิดการแตกตัวเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) ในรูปของแข็งและก๊าซ ซึ่งประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (carbon monoxide, CO) ก๊าซไฮโดรเจน (hydrogen, H₂) ก๊าซมีเทน (methane, CH₄) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide, CO₂) ก๊าซไนโตรเจน (nitrogen, N₂) และก๊าซอื่นๆ เรียกว่า โพรดิวเซอร์ก๊าซ (producer gas)

กระบวนการแก๊สซิฟิเคชันจากชีวมวลเป็นกระบวนการเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์ ดังนั้น ปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นจะมีความซับซ้อนและสามารถเกิดผลิตภัณฑ์หรือก๊าซหลายชนิดขึ้นอยู่กับลักษณะของชีวมวลและเทคนิคในการจำกัดปัจจัยต่างๆ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการนี้ไม่ได้มีเพียงแต่ก๊าซเชื้อเพลิงเท่านั้น ยังมีของแข็งและสิ่งเจือปนที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้หมด ได้แก่ ถ่านชาร์ (char) เถ้า (ash) น้ำมันดิน (tar) และไอน้ำ เป็นต้น (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 กระบวนการแก๊สซิฟิเคชันจากชีวมวล [1]



เทคโนโลยี/กระบวนการแก๊สซิฟิเคชันเศษไม้

รายละเอียดกระบวนการแก๊สซิฟิเคชันเศษไม้จะกล่าวถึงประเด็นต่างๆ ตั้งแต่วัตถุดิบ การเตรียมวัตถุดิบ เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันเศษไม้ และประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม ดังนี้

1. วัตถุดิบ/ชีวมวล

เศษไม้หรือวัตถุดิบที่ซื้อมีที่มาจากหลายแหล่ง แต่ในที่นี้จะเน้นที่เศษไม้เหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานเฟอร์นิเจอร์ เครื่องเรือน และอุปกรณ์ที่ทำจากไม้ชิ้นต่างๆ ลักษณะที่สำคัญของเศษไม้ที่ควรคำนึงในการนำไปเผาในเตาแก๊สซิฟิเคชัน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะสมบัติแนะนำในการเผาในเตาแก๊สซิฟิเคชันของเศษไม้ [1]

ตัวแปร	Downdraft*	Updraft**
ความชื้น (% น้ำหนักเปียก)	12 (สูงสุดไม่เกิน 25)	43 (สูงสุดไม่เกิน 60)
เถ้า (% น้ำหนักแห้ง)	0.5 (สูงสุดไม่เกิน 6)	14 (สูงสุดไม่เกิน 25)
ขนาด (เซนติเมตร)	2 - 10	0.5 - 10

*Downdraft คือ ระบบเตาแก๊สซิฟิเคชันแบบไหลลง

**Updraft คือ ระบบเตาแก๊สซิฟิเคชันแบบไหลขึ้น

2. การเตรียมวัตถุดิบ

2.1 การเก็บรักษาเชื้อเพลิงชีวมวล

การเก็บรักษาเชื้อเพลิงที่เหมาะสมควรเก็บแยกจากบริเวณที่ติดตั้งเตาแก๊สซิฟิเคชัน เนื่องจากชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงอย่างดีและสามารถสะสมความร้อนและเกิดการลุกติดไฟได้เอง พื้นที่กองเก็บชีวมวลควรมีหลังคาและเป็นพื้นที่ปิดเพื่อป้องกันความชื้นและฝุ่นละอองที่อาจฟุ้งกระจายรวมทั้งกลิ่นเหม็นที่ก่อให้เกิดความรำคาญหรืออันตรายต่อการทำงานโดยรอบ และควรรองรับปริมาณเชื้อเพลิงได้เพียงพอต่อการดำเนินงานอย่างน้อย 2-3 วัน

2.2 การเตรียมเชื้อเพลิงชีวมวล

เชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในระบบแก๊สซิฟิเคชันจะมีความเฉพาะตัวอย่างมากเมื่อเทียบกับระบบเผาไหม้โดยตรง และในแต่ละระบบของเตาแก๊สซิฟิเคชันจะมีการออกแบบให้สามารถรองรับเชื้อเพลิงที่ต่างกัน ดังนั้น ปัจจัยทางกายภาพและทางเคมีที่เป็นพารามิเตอร์ในการกำหนดความเหมาะสมของชีวมวลจึงมีความสำคัญ ได้แก่ ขนาดรูปร่าง การกระจายตัว ความหนาแน่น ความชื้น ปริมาณความร้อน สารระเหย องค์ประกอบทางเคมี เป็นต้น

หลักการเตรียมชีวมวลให้เหมาะสมสำหรับเตาแก๊สซิฟิเคชัน

- การลดขนาด: การบดหรือสับเพื่อให้ชีวมวลได้ขนาดตามต้องการ เช่น ไม้ฟืน
- การอัดแท่งหรืออัดก้อนชีวมวล: ใช้สำหรับกรณีที่ชีวมวลมีความหนาแน่นต่ำ เช่น ชี้เลื่อย ชานอ้อย ฟางข้าว ตะกอนสลัดจ์ เป็นต้น



- การทำให้แห้งหรือการลดความชื้น: เพื่อให้ชีวมวลมีค่าความชื้นอยู่ในระดับเหมาะสมต่อการใช้งาน โดยทั่วไปค่าความชื้นที่เหมาะสมควรมีค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 20-30
- การคัดแยกสิ่งเจือปน: การคัดแยกเศษหิน ดิน ทราาย ที่ปะปนมากับวัสดุทางการเกษตร

3. เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันเศษไม้

3.1 กระบวนการแก๊สซิฟิเคชันในเตาแก๊สซิฟายเออร์

ภายในเตาแก๊สซิฟายเออร์แบ่งเป็นโซนต่างๆ 4 โซน ดังนี้

3.1.1 โซนอบแห้ง (drying zone)

เป็นโซนที่อยู่ด้านบนสุด มีหน้าที่อบแห้งและระเหยน้ำออกจากวัตถุดิบด้วยความร้อน ในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ประมาณ 40-200 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิดังกล่าวจะทำให้ความชื้นลดลงได้ประมาณร้อยละ 5 และค่าความชื้นของวัตถุดิบที่เหมาะสมในการนำมาใช้งานควรมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 30 เพื่อให้วัตถุดิบเชื้อเพลิงมีความแห้งและง่ายต่อการติดไฟ

3.1.2 โซนกลั่นตัว (devolatilization zone) หรือโซนไพโรไลซิส (pyrolysis zone)

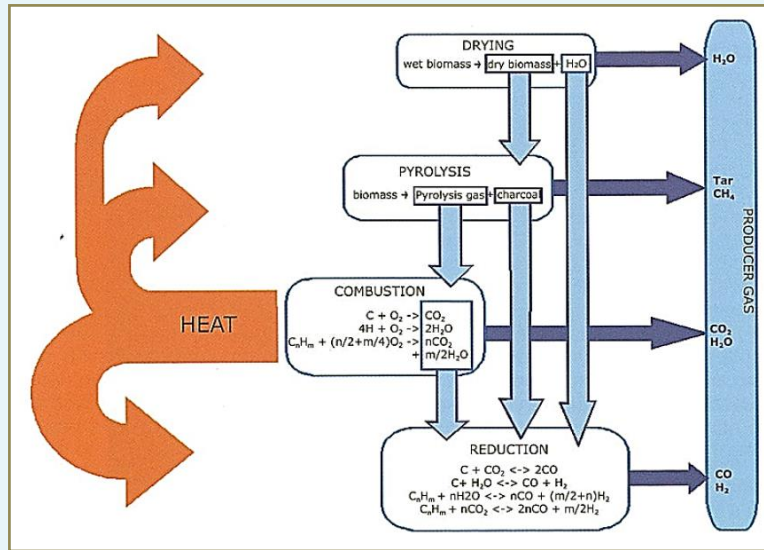
เป็นโซนที่ติดอยู่กับโซนเผาไหม้และได้รับความร้อนโดยตรงจากโซนเผาไหม้ โดยกระบวนการกลั่นตัวหรือไพโรไลซิสจะได้อ่อนถ่านและก๊าซและได้ผลิตภัณฑ์ข้างเคียง คือ อนุมูลของกรด (หรือน้ำส้มควันไม้) และน้ำมันดิน (tar) โดยปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิประมาณ 500-600 องศาเซลเซียส

3.1.3 โซนเผาไหม้ (combustion zone)

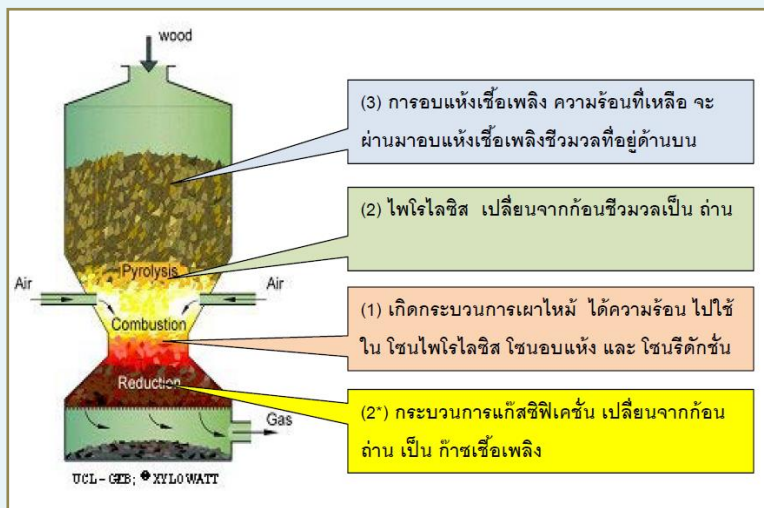
เป็นโซนที่ผลิตความร้อนเพื่อส่งความร้อนไปสู่โซนอื่นในเตาแก๊สซิฟายเออร์ ในโซนนี้เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้หรือปฏิกิริยาออกซิเดชัน วัตถุดิบหรือถ่านคาร์บอนจากโซนไพโรไลซิสถูกเผาไหม้เกิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และความร้อน ความร้อนที่เกิดขึ้นถูกถ่ายเทโดยตรงให้กับโซนรีดักชันและโซนไพโรไลซิส และถ่ายเทให้กับโซนอบแห้ง

3.1.4 โซนรีดักชัน (reduction zone)

เป็นโซนที่ผลิตก๊าซสังเคราะห์ ประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรเจนเป็นผลิตภัณฑ์หลัก โดยกระบวนการแปรรูปถ่านคาร์บอนให้เป็นก๊าซสังเคราะห์ ปฏิกิริยาเกิดในช่วงอุณหภูมิประมาณ 800-1,000 องศาเซลเซียส ของการเผาไหม้ภายใต้สภาวะการจำกัดปริมาณอากาศ ซึ่งจะทำให้ถ่านคาร์บอนและน้ำมันดินแตกตัวเป็นก๊าซสังเคราะห์



รูปที่ 2 ขั้นตอนในการเกิดปฏิกิริยาแก๊สซิฟิเคชัน [1]



รูปที่ 3 กระบวนการเกิดปฏิกิริยาแก๊สซิฟิเคชันภายในเตาปฏิกรณ์ [1]

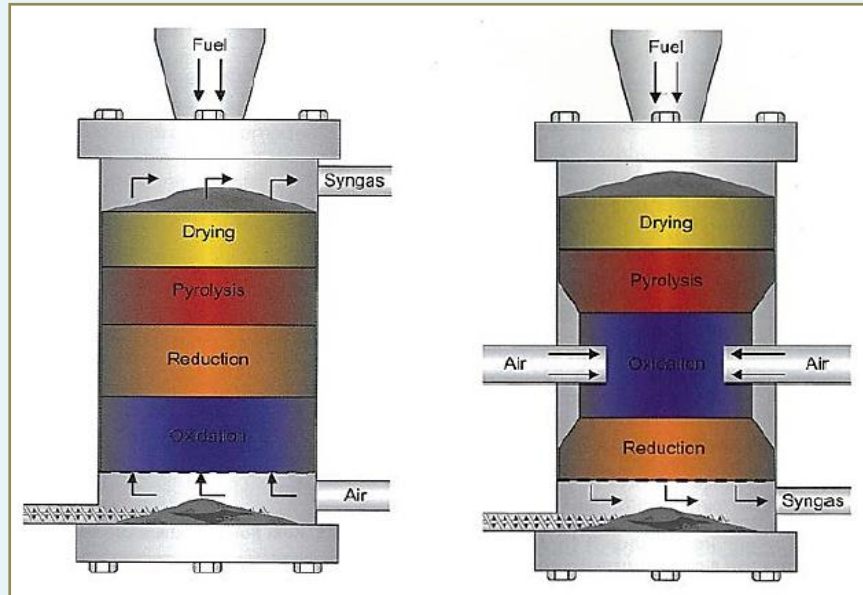
3.2 เตาปฏิกรณ์แก๊สซิฟายเออร์ (gasifier)

ปัจจุบันการพัฒนาเทคโนโลยีเตาแก๊สซิฟายเออร์มีให้เลือกหลากหลายชนิดด้วยกัน ทั้งในด้านประสิทธิภาพการทำงาน คุณภาพก๊าซที่ต้องการ รูปแบบของเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ การควบคุมและการบำรุงรักษา ระบบที่มีการใช้งานอย่างง่ายและเป็น ที่นิยมสำหรับระบบขนาดเล็กที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรม สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบหลักๆ คือ

3.2.1 ระบบฟิซด์เบด (fixed bed) หรือ ระบบเบดเคลื่อนที่ (moving bed)

ระบบเตาแก๊สซิฟายเออร์แบบฟิซด์เบด (fixed bed) ได้รับการพัฒนามาอย่างยาวนานและไม่ยุ่งยากซับซ้อน มีหลักการ ทำงานคือ ชีวมวลจะถูกป้อนจากด้านบนของเตาและเกิดการเผาไหม้อย่างต่อเนื่องเสมือนชีวมวลหรือเบดอยู่นิ่ง จึงเรียกว่า ระบบฟิซด์เบดหรือระบบเบดนิ่ง หรืออีกนัยหากมองว่าเบดมีการเคลื่อนที่แทนส่วนที่เกิดการเผาไหม้อย่างต่อเนื่อง ระบบนี้จึง

เรียกว่า ระบบเบดเคลื่อนที่ อุณหภูมิในการเดินระบบจะอยู่ในช่วง 800-1000 องศาเซลเซียส และมีขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาที่แบ่งแยกอย่างชัดเจน ระบบฟิกส์เบดสามารถแบ่งออกตามทิศทางการไหลของอากาศได้หลายรูปแบบ แต่ที่มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ ระบบเตาแก๊สซิฟายเออร์แบบไหลขึ้น (updraft gasifier) และระบบเตาแก๊สซิฟายเออร์แบบไหลลง (downdraft gasifier)



(ก) เตาแก๊สซิฟายเออร์แบบไหลขึ้น

(ข) เตาแก๊สซิฟายเออร์แบบไหลลง

รูปที่ 4 ชนิดของเตาแก๊สซิฟายเออร์ [1]

ระบบเตาแก๊สซิฟายเออร์แบบไหลขึ้น (updraft gasifier)

มีหลักการทำงานคือ ชีวมวลจะเคลื่อนที่ลงสู่ด้านล่าง ส่วนก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะเคลื่อนที่สู่ด้านบน หรืออีกนัยหนึ่งคือเป็นระบบที่ทิศทางของก๊าซและอากาศร้อนไหลสวนทางกับชีวมวล (counter current) การทำงานของระบบเริ่มจากเชื้อเพลิงหรือชีวมวลจะถูกป้อนเข้าสู่เตาจากด้านบนลงสู่ด้านล่างในทิศทางสวนกับก๊าซหรืออากาศร้อน ในขณะที่เดียวกันก๊าซและอากาศร้อนจะเคลื่อนที่จากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบนจึงเป็นการอบแห้งเชื้อเพลิง (drying) ที่อยู่ด้านบนของเตา เมื่อชีวมวลเริ่มมีการเผาไหม้ (combustion zone) บริเวณด้านล่างของเตาจะเกิดพลังงานความร้อน และถูกพาขึ้นสู่ด้านบนในรูปอากาศร้อนไปยังบริเวณการผลิตก๊าซจากปฏิกิริยาแก๊สซิฟิเคชันหรือรีดักชัน (reduction zone) หลังจากนั้นก๊าซและอากาศร้อนจะเคลื่อนที่ต่อเนื่องไปยังบริเวณที่เกิดกระบวนการไพโรไลซิส (pyrolysis zone) และบริเวณทำให้เชื้อเพลิงแห้ง (drying zone) ที่ด้านบนสุดของเตาตามลำดับ (รูปที่ 4 (ก)) ซึ่งระบบนี้สามารถรองรับเชื้อเพลิงที่มีค่าความชื้นสูงถึงประมาณร้อยละ 40 แต่ข้อเสียคือก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะมีสิ่งเจือปนค่อนข้างสูง เนื่องจากก๊าซเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่เกิดสารระเหยและน้ำมันดินในบริเวณด้านบนก่อนออกจากเตา นอกจากนี้ การที่ก๊าซร้อนเคลื่อนที่ผ่านบริเวณชั้นของชีวมวลทางด้านบนที่มีความร้อนต่ำกว่าทำให้ก๊าซที่ออกจากเตามีอุณหภูมิต่ำกว่าระบบไหลลง

ดังนั้น ระบบแก๊สซิฟิเคชันแบบไหลขึ้นจึงเป็นระบบที่เหมาะสมสำหรับการนำก๊าซเชื้อเพลิงไปใช้เพื่อผลิตพลังงานเพื่อให้ความร้อนโดยตรง (direct heat) เช่น การนำไปใช้กับหม้อน้ำ การอบแห้งผลิตภัณฑ์การเกษตร แต่ไม่เหมาะกับการนำไปใช้กับเครื่องยนต์หรือผลิตไฟฟ้าเนื่องจากคุณภาพก๊าซมีสิ่งเจือปนสูง

ระบบเตาแก๊สซิฟายเออร์แบบไหลลง (downdraft gasifier)

มีหลักการทำงานคือ ชีวมวลและก๊าซเชื้อเพลิงจะเคลื่อนที่จากด้านบนลงสู่ด้านล่างในทิศทางเดียวกัน (co-current) จึงเรียกระบบนี้ว่า ระบบไหลลง เนื่องจากชีวมวล ก๊าซ และอากาศร้อน เคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกัน คือ ด้านบนลงสู่ด้านล่าง อากาศจะถูกป้อนเข้าสู่ระบบใกล้กับตำแหน่งการเกิดการสันดาป (combustion zone) ที่ตำแหน่งนี้จะมีการออกแบบให้เป็นคอคอด (throat) เพื่อให้เกิดการเผาไหม้อย่างรุนแรงเกิดเป็นบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง (hot zone) ทำให้ทั้งของแข็ง สารระเหย และน้ำมันดิน ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการไพโรไลซิสแตกตัวเปลี่ยนเป็นก๊าซเมื่อเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง (รูปที่ 4 (ข)) วิธีการนี้จะช่วยลดปัญหาสิ่งเจือปนในก๊าซ เช่น กรดระเหย (volatile acid compound) และน้ำมันดิน ที่เกิดขึ้นในระบบได้เป็นอย่างดี

นอกจากนี้ เตาแก๊สซิฟายเออร์แบบไหลลง มีการออกแบบให้มีความเร็วของอากาศไหลผ่านต่ำ และก้อนถ่านที่ยังติดไฟจะถูกดักอยู่บนตะแกรงทำให้ระบบนี้มีเถ้าและฝุ่นละอองเจือปนออกมาน้อยมาก และสามารถนำไปใช้กับระบบที่ต้องการก๊าซที่มีคุณภาพ เช่น การผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้เครื่องยนต์ แต่มีข้อจำกัดคือ การขยายขนาดเตาแก๊สซิฟายเออร์ให้สามารถใช้งานได้ต้องมีประสิทธิภาพไม่ควรเกิน 1 MW

การทำงานและประสิทธิภาพทั่วไปของระบบฟิกซ์เบด

เป็นระบบที่มีการทำงานที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ในกรณีระบบทั่วไปที่ใช้ก๊าซในการทำปฏิกิริยา ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะมีค่าพลังงานต่ำ (LCV) อยู่ระหว่าง 4-6 MJ/Nm³ โดยส่วนใหญ่คุณภาพก๊าซที่ได้จะมีองค์ประกอบของธาตุต่างๆ ดังนี้ N₂ ร้อยละ 40-50, H₂ ร้อยละ 15-20, CO ร้อยละ 10-15, CO₂ ร้อยละ 10-15 และ CH₄ ร้อยละ 3-5 สำหรับปัญหาสิ่งเจือปนในก๊าซ เช่น สารระเหยและเขม่าถ่าน จะเป็นพารามิเตอร์ที่สามารถบ่งบอกถึงศักยภาพของระบบได้

ตารางที่ 2 ข้อจำกัดและคุณภาพก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากเตาแก๊สซิฟายเออร์แบบฟิกซ์เบด

ตัวแปร	Downdraft*	Updraft**
อุณหภูมิก๊าซขาออก (°C)	700	200-400
น้ำมันดิน (Tar) (g/Nm ³)	0.015 - 0.5	30-150
ขนาดและรูปร่างเชื้อเพลิง	มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ
ค่าความร้อนก๊าซ, LHV (MJ/Nm ³)	4.5-5.0	5.0-6.0

*Downdraft คือ ระบบเตาแก๊สซิฟายเออร์แบบไหลลง

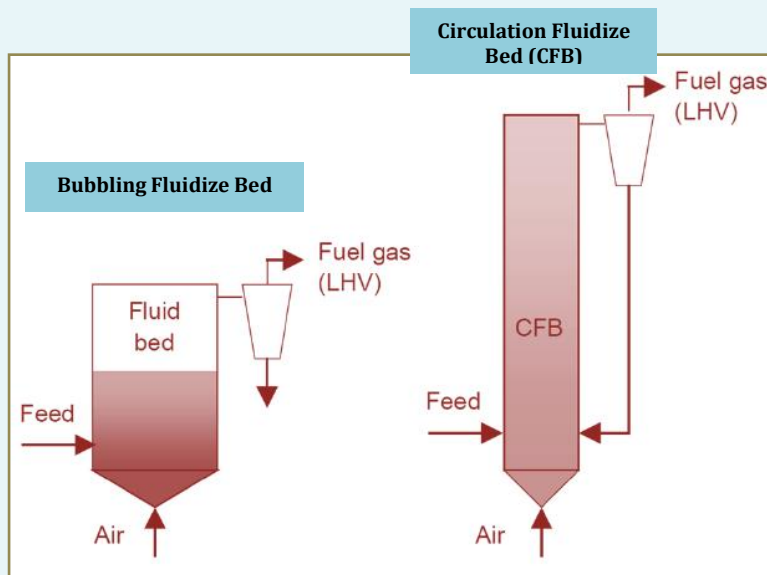
**Updraft คือ ระบบเตาแก๊สซิฟายเออร์แบบไหลขึ้น

3.2.2 ระบบฟลูอิดไคซ์เบด (fluidized bed)

ระบบเตาแก๊สซีฟายเออร์แบบฟลูอิดไคซ์เบด มีส่วนประกอบและโครงสร้างคล้ายคลึงกับเตาเผาเชื้อเพลิงโดยตรงแบบฟลูอิดไคซ์เบด นิยมใช้สำหรับโรงงานขนาดใหญ่เพื่อผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากถ่านหิน ข้อดีของระบบคือ สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในเตาปฏิกรณ์ให้สม่ำเสมอทั่วกันได้ง่ายกว่าระบบฟิกซ์เบด อุณหภูมิการทำงานของระบบอยู่ที่ประมาณ 800-850 องศาเซลเซียส

หลักการทำงานของระบบคือ การกระจายตัวของอุณหภูมิภายในเตาจะอาศัยตัวกลาง เช่น ทราย กรวด วัสดุเซรามิก ซึ่งตัวกลางที่อยู่บริเวณด้านล่างของเตาปฏิกรณ์จะถูกทำให้ร้อนและเป่าให้ลอยขึ้นสู่ด้านบน เมื่อป้อนชีวมวลเข้าไปในระบบชีวมวลจะเคลื่อนตัวชนกับตัวกลางที่ร้อนและเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนจนเกิดการเผาไหม้และกลายเป็นก๊าซอย่างรวดเร็ว ซึ่งบริเวณที่เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ ไพโรไลซิส และแก๊สซิฟิเคชัน จะเกิดในขณะเดียวกันไม่มีการแบ่งแยกอย่างชัดเจน จึงทำให้มีน้ำมันดินเจือปนอยู่ในก๊าซเช่นเดียวกับระบบฟิกซ์เบดแบบไหลขึ้น (รูปที่ 5)

ระบบฟลูอิดไคซ์เบดเป็นระบบที่มีศักยภาพสูงในการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงหากเทียบกับระบบฟิกซ์เบด คือ อัตราการเกิดความร้อน การแลกเปลี่ยนมวลสาร และกระจายความร้อนให้กับเชื้อเพลิงทำได้อย่างทั่วถึง จึงทำให้ระบบเกิดปฏิกิริยาได้อย่างรวดเร็วและมีความเสถียรมากกว่าระบบฟิกซ์เบด ข้อได้เปรียบอีกประการหนึ่ง คือ การขยายขนาดเตาสามารถทำได้ตามความเหมาะสมประเภทของระบบเตาแก๊สซีฟายเออร์แบบฟลูอิดไคซ์เบดได้มีการพัฒนาในหลายรูปแบบ เช่น circulating fluid bed, entrained bed, twin fluid bed เป็นต้น



รูปที่ 5 เตาแก๊สซีฟายเออร์แบบฟลูอิดไคซ์เบด [1]

อย่างไรก็ตาม เตาแก๊สซีฟายเออร์แบบฟลูอิดไคซ์เบดที่สามารถนำไปใช้งานในระบบขนาดเล็กยังไม่เกิดความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์ เนื่องจากระบบขนาดเล็กไม่สามารถรักษาสมดุลความร้อนของระบบจากการที่ต้องป้อนอากาศไหลเข้าสูงอย่างเพียงพอทำให้เกิดสภาวะฟลูอิดไคซ์ และยังเสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องอัดอากาศ (compressor) ในการทำให้เบดลอยตัวตลอดเวลาอีกด้วย



การทำงานและประสิทธิภาพทั่วไปของระบบฟลูอิดไซเบต

ปัญหาของระบบฟลูอิดไซเบตคือ เป็นระบบที่มีความซับซ้อนเนื่องจากต้องทำการควบคุมการทำงานของระบบภายใต้สภาวะความดันสูงเพื่อให้มีการเป่าให้ตัวกลางลอยอยู่ในอากาศตลอดเวลา ดังนั้น การควบคุมการกระจายตัวของเบตจึงเป็นหัวใจสำคัญของระบบนี้ การควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมอาจช่วยลดการหลอมละลายของสารจำพวกซิลิกา (silica) ที่เป็นองค์ประกอบในเบตกับสารประกอบเมทัลอัลคาไลน์ (metal alkaline) ในชีวมวลรวมตัวกันกับเบต ทำให้เบตสูญเสียการกระจายตัว ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกิดการสะสมและอุดตันตามชิ้นส่วนต่างๆ นอกจากนี้ ระบบฟลูอิดไซเบตเป็นระบบที่ขั้นตอนการแปรรูปชีวมวลให้เป็นก๊าซเชื้อเพลิงเกิดในบริเวณเดียวกัน จึงทำให้ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้มีสิ่งเจือปน เช่น ฝุ่นละอองขนาดเล็ก น้ำมันดิน สารประกอบไนโตรเจน ซัลเฟอร์ และอัลคาไลน์ ดังนั้น จึงต้องนำก๊าซเชื้อเพลิงมาผ่านระบบทำความสะอาดหลายขั้นตอนเพื่อให้มีสิ่งเจือปนลดลงก่อนนำไปใช้งาน

4. ประเด็นทางด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน

4.1 ของแข็ง

ของเสียในรูปของแข็ง ได้แก่ เถ้า และถ่านชาร์ จากกระบวนการเผาไหม้สารอินทรีย์ มีปริมาณเถ้าอยู่ในช่วงร้อยละ 1-20 โดยน้ำหนัก ขึ้นอยู่กับชนิดและองค์ประกอบของชีวมวล การกักเก็บเถ้าสามารถทำได้โดยการเพิ่มความชื้นหรือการพรมน้ำให้เถ้าเกาะตัวกันเป็นก้อนเพื่อลดการฟุ้งกระจาย การกำจัดเถ้าเหล่านี้ไม่ใช่ประเด็นปัญหาหลักทางด้านสิ่งแวดล้อมเนื่องจากของเสียเหล่านี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น การนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ หรือการนำไปผสมเป็นวัสดุในการปรับปรุงดิน

4.2 ของเหลว

น้ำเสีย เกิดจากไอน้ำกลั่นตัวหรือคอนเดนเสต (condensate) ที่ปนเปื้อนไปด้วยกรดอะซิติก ฟีนอล และสารอินทรีย์ที่อยู่ในเนื้อไม้ หรือ “น้ำส้มควันไม้” มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน หากใช้ระบบสครับเบอร์แบบเปียก (wet scrubber) ในการกำจัดสิ่งเจือปนจะทำให้เกิดน้ำเสีย (scrubbing water) ตามมา นอกจากนี้ น้ำเสียอาจปนเปื้อนน้ำมันชีวภาพ (bio-oil) ที่เกิดจากการเผาไหม้สารอินทรีย์ ดังนั้น น้ำเสียที่เกิดจากระบบแก๊สซิฟิเคชันหากมีปริมาณมากควรมีการติดตั้งระบบบำบัดก่อนปล่อยน้ำทิ้งลงสู่สิ่งแวดล้อม

4.3 ก๊าซ

มลพิษทางอากาศจากระบบแก๊สซิฟิเคชันที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศ ได้แก่ ฝุ่นละออง และก๊าซไอเสียจากการเผาไหม้จะมีปริมาณมลพิษน้อยกว่าระบบเผาไหม้โดยตรง และหากเปรียบเทียบกับการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลแล้วการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวลจะมีปริมาณก๊าซที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์น้อยกว่า เช่น ซัลเฟอร์ออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ เป็นต้น

4.3.1 ฝุ่นละออง จะเกิดปัญหาการรบกวนและระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจและอวัยวะต่างๆ และการบดบังทัศนวิสัย นอกจากนี้การสะสมของฝุ่นละอองอาจก่อให้เกิดอันตรายจากการเกิดไฟฟ้าสถิตและการเกิดระเบิดตามมา สำหรับการป้องกันสามารถทำได้โดยการลดการเกิดฝุ่นละอองจากการลดปริมาณการเก็บรักษาให้พอดีกับการใช้งาน การปิดพื้นที่เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองและติดตั้งระบบดักฝุ่น



4.3.2 วิธีดักก๊าซต่างๆ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ กรดไฮโดรคลอริก ไฮโดรเจนซัลไฟด์ แอมโมเนีย ซึ่งจะต้องถูกดักจับก่อนปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศ อาจทำได้โดยการติดตั้งระบบสครับเบอร์แบบเปียก การใช้สารประกอบต่าง การเผาทิ้ง เป็นต้น

4.3.3 กลิ่น เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ การย่อยสลายของสารอินทรีย์ การรั่วไหลของก๊าซ และการเก็บกักของเสีย เช่น น้ำมันดิน น้ำเสีย เถ้า และของเสียอื่นๆ

4.4 เสียงและแรงสั่นสะเทือน

ประเด็นด้านผลกระทบต่อทางเสียงและแรงสั่นสะเทือนเกิดจากการทำงานของเครื่องจักร โดยแหล่งกำเนิดเสียง ได้แก่ อุปกรณ์และเครื่องจักรในการเตรียมชีวมวล (เช่น เครื่องตัด เครื่องบด) เครื่องป้อนชีวมวล เครื่องอัดอากาศ และเครื่องยนต์

เอกสารอ้างอิง

1. เอกสารเผยแพร่ “โครงการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีการนำวัสดุเหลือใช้และกากของเสียมาใช้ประโยชน์” กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, กระทรวงอุตสาหกรรม
2. เอกสารเผยแพร่ “พลังงานชีวมวล” กลุ่มพลังงานชีวมวล สำนักวิจัย ค้นคว้าพลังงาน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน