

บทที่ 3

องค์ประกอบและโครงสร้าง

3.1 วัสดุเชื้อเพลิง

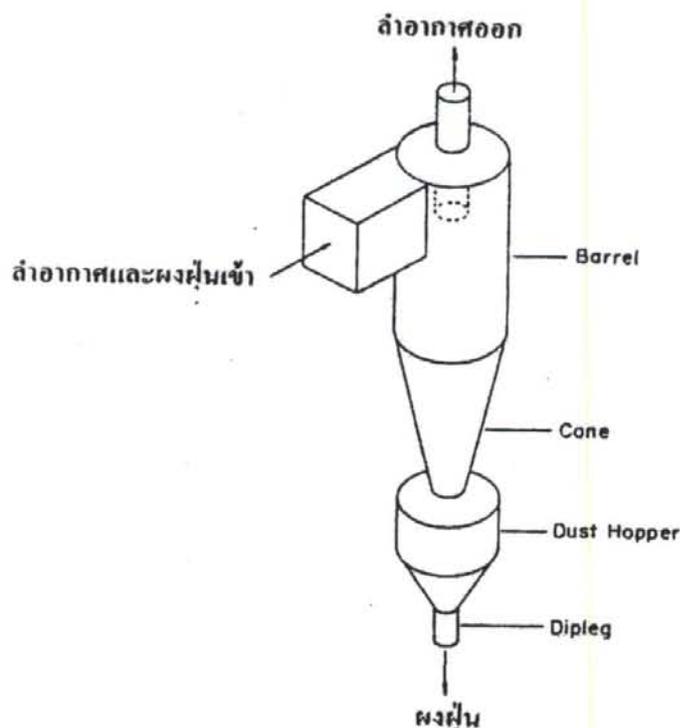
ใช้ถ่านไม้ที่ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-5 cm. และความยาวประมาณ 3-5 cm. หรือถ้าเป็นท่อนขนาดใหญ่ควรตัดให้มีขนาดความกว้าง, ความยาว, และความสูง 3-5 cm. โดยประมาณ เป็นเชื้อเพลิงในการทดลอง

ขอแนะนำขนาดแต่ละด้านของเชื้อเพลิง แต่ละชิ้นควรให้มีขนาดใกล้เคียงกันมากที่สุด เพื่อให้เชื้อเพลิงสามารถไหลลงสู่ Combustion zone ได้สะดวกโดยชิ้นเชื้อเพลิงไม้ขัดกัน

3.2 ไซโคลน (Cyclone)

ไซโคลนเป็นอุปกรณ์แยกผงออกจากล้าอากาศโดยใช้แรงเหวี่ยง มีลักษณะค่อนข้างธรรมดาไม่มีชิ้นส่วนเคลื่อนที่ ไซโคลนแม้ไม่สามารถดักฝุ่นได้ 100% เมื่อใช้เป็นอุปกรณ์เดี่ยว แต่จะมีประโยชน์มากถ้าใช้เป็นอุปกรณ์ดักฝุ่นเบื้องต้น (primary dust collectors) ก่อนแล้วประกอบด้วยอุปกรณ์ชนิดอื่นต่อไป

ชนิดล้าอากาศเข้าทางเส้นรอบวง (tangential-entry cyclone) ดังรูปที่ 3.1 เป็นไซโคลนที่ใช้กันโดยทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรม สร้างโดยใช้โลหะแผ่นม้วนแล้วพับประกอบกัน สามารถสร้างได้ทุกขนาด ทุกรูปร่าง และดัดแปลงโดยการเคลือบวัสดุอื่นที่ผนังในได้เพื่อลดแรงเสียดทาน และการขัดสีทั้งนี้ขึ้นกับวัสดุในการลำเลียง



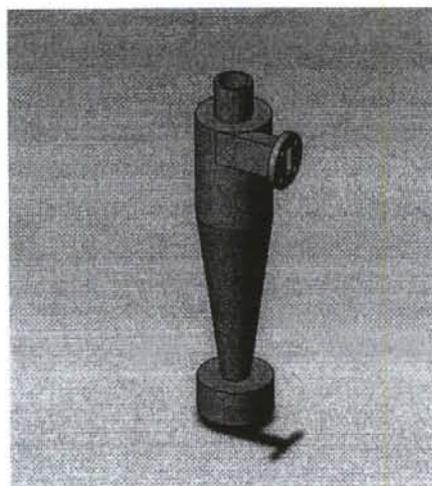
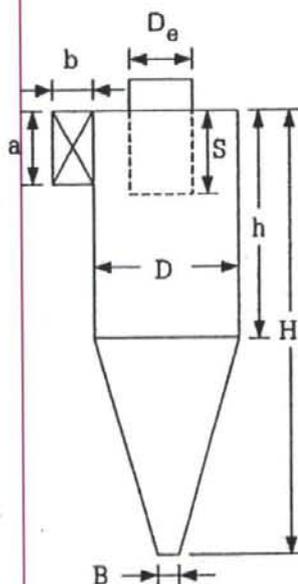
รูปที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบของไซโคลนชนิดล้าอากาศเข้าทางเส้นรอบวง

ถ้าอากาศจะพาผงฝุ่นที่มีความเร็วสูงเข้าไซโคลน ทำให้ต้องมีการออกแบบใบพัดให้ต่อต้านการสึกได้อย่างดี ถ้าใบพัดสึกหรือประสิทธิภาพของไซโคลนจะลดลง และต้องมีการเปลี่ยนใบพัดเป็นเป็นระยะๆ การเล็กวัดคุให้ถูกกับชนิดการใช้งาน จะทำให้อายุไซโคลนยาวนานขึ้น

ไซโคลนมาตรฐาน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ไซโคลนประสิทธิภาพสูง ประกอบด้วย Stairmand Swift ไซโคลนสำหรับงานทั่วไป ประกอบด้วย Lapple Swift Peterson & Whitby

ตารางที่ 3.1 แสดงมาตรฐานของการสร้างไซโคลนมาตรฐานรูปแบบต่างๆ

ขนาด	ไซโคลนประสิทธิภาพสูง		ไซโคลนสำหรับงานทั่วไป		
	Stairmand	Swift	Lapple	Swift	Peterson & whitby
D	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
a	0.5	0.44	0.5	0.5	0.583
b	0.2	0.21	0.25	0.25	0.208
S	0.5	0.5	0.625	0.6	0.583
D_e	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5
h	1.5	1.4	2.0	1.75	1.333
H	4.0	3.9	4.0	3.75	5
B	0.375	0.4	0.25	0.4	0.5
N_H	6.4	9.24	8	8	7.76
Ne	5.5	6.02	6	5.5	3.86



รูปที่ 3.2 แสดงสัดส่วนของไซโคลน

ขนาดของไซโคลน

ใช้ d ทางเข้า = 10 cm \approx 4 นิ้ว จากตาราง ไซโคลนประสิทธิภาพสูง

เมื่อ $a \times b = 0.5 \times 0.2 = 0.1$

$$De = \frac{\pi}{4} (0.5)^2 = 0.2$$

$$\therefore \text{อัตราส่วน } A : De = \frac{1}{2}$$

เมื่อ $De = 2A = 2 \times 0.00695 m^2$
 $= 0.0139 m^2 = 0.133 m$

$$De = 13.3 cm$$

$$\therefore De = 0.5D$$

$$D = 2De = 2(13.3) = 26.6 cm$$

$$s = 0.5D = 13.3 cm.$$

$$h = 1.5D = 13.3(1.5) = 20 cm$$

$$H = 4.0D = 4(13.3) = 53.2 cm \approx 54 c$$

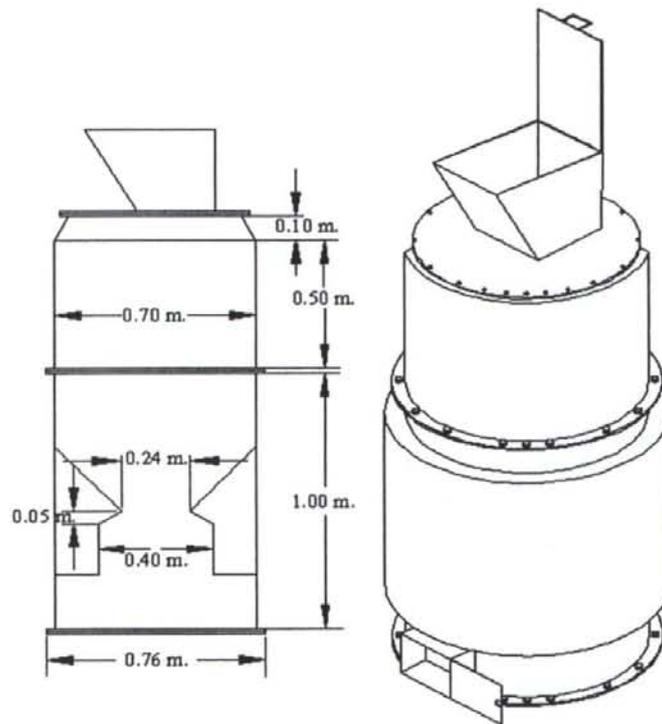
$$B = 0.375D = 0.375(13.3) = 4.987 cm \approx 5 cm$$

3.3 รายละเอียดของเตาแก๊สซีฟเออร์แบบ Updraft

ออกแบบเตาผลิตแก๊สชีววมวลชนิด Updraft แบบมีผนังชั้นเดียวนี้สร้างจากเหล็กแผ่นหนา 6 mm ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 cm มีความสูงรวมทั้งสิ้น 160 cm ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. ถังบรรจุเชื้อเพลิง (Fuel hopper) สร้างจากเหล็กแผ่นหนา 6 mm มีวนเป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 cm ความสูงรวม 160 cm ส่วนบนมีฝาเปิดได้ ไว้สำหรับเวลาเติมเชื้อเพลิง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 cm เวลาประกอบส่วนของเตากับฝาปิด ใช้ซีลหนา 5 mm บุระหว่างกลางเพื่อป้องกันแก๊สรั่วซึม และยึดด้วยน็อตขนาด 10 mm โคยรอบ

2. รูปที่ 3.3 แสดงขนาดเตาดัด 2 ชั้นวางต่อกันเป็นรูปคอคอดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 cm โดยกรวยตัดชั้นบนสูง 25 cm. ระหว่างคอคอดทำเป็นโพรงเพื่ออัดลมเข้าไปในโพรงนั้น สำหรับกรวยตัดด้านในเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 mm เจาะรูจำนวน 6 รู แต่ละรูห่างกัน 60 องศา ส่วนด้านล่างสุดเป็นตะแกรงรองรับเชื้อเพลิงทำจากเหล็กเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 mm. ระยะห่างระหว่างเหล็กเส้นประมาณ 2.5 mm



รูปที่ 3.3 แสดงขนาดเตาแก๊สซิไฟเออร์

3. ชั้นเก็บขี้เถ้า (Ash pit) สร้างจากเหล็กแผ่นหนา 6 mm มีวนเป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 cm ขนาดความสูง 20 cm ซึ่งเป็นชั้นเดียวกับผนังเตา พื้นรองรับขี้เถ้าทำจากเหล็กแผ่นหนา 6 mm ช่องระบายขี้เถ้าขนาด $20 \times 10 \text{ cm}^2$ ป้องกันการรั่วของแก๊สโดยใช้ฝาปิดเหล็กหนา 6 mm บุกด้วยประเก็นผ้าหนา 5 mm ยึดด้วยน็อตขนาด 17 mm โคยรอบ

ตารางที่ 3.2 แสดงผลการทดสอบ Updraft gasifier โดยใช้ไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิง
ที่ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Gas	ส่วนประกอบโดยปริมาตร, %
CO	19.25
H ₂	15.3
CH ₄	2.2
O ₂	0.3
N ₂	46.5

3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลองประกอบด้วย

1. เตาผลิตแก๊สชีวมวลชนิด Updraft
2. เครื่องวิเคราะห์แก๊ส Testo t350-XL

เครื่อง Testo t350-XL เป็นเครื่องมือสำหรับใช้วิเคราะห์ส่วนประกอบของแก๊สต่าง ๆ



รูปที่ 3.4 แสดงเครื่องมือวิเคราะห์
อากาศ Testo t350-XL



รูปที่ 3.5 แสดงเครื่องมือวิเคราะห์
อากาศ Miran Sapphire

3. เครื่องวัดอัตราการไหลอากาศ (Flow meter)

ใช้เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบ Anemometer Vane Probe รุ่น Digicon DA-43

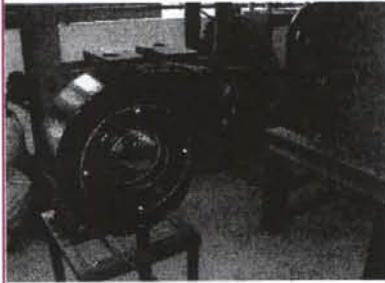


รูปที่ 3.6 แสดงเครื่องมือวัดอัตราการไหลของอากาศ

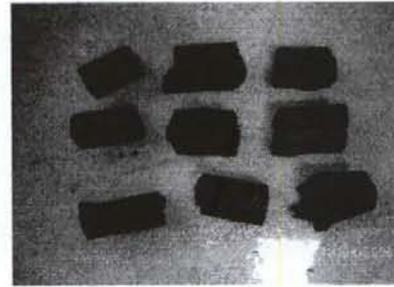
ขั้นตอนการทดสอบ

ลำดับขั้นตอนการเดินระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิง โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ตรวจสอบระบบผลิตแก๊สชีวมวล
2. บรรจุเชื้อเพลิงไม้ลงในเตาผลิตแก๊ส ซึ่งมีน้ำหนัก 80 กิโลกรัมต่อครั้ง
3. ทำการวัดอัตราการไหลของอากาศที่ไหลออกจากไซโคลนเมื่อทำการใส่เชื้อเพลิงไม้เรียบร้อยแล้ว
4. ปิดฝาเตาระบบผลิตแก๊สทั้งหมด เพื่อให้แก๊สไหลเข้าทางเดียว คือช่องอากาศเข้าที่ตัวเตาผลิตแก๊สและไหลออกที่ไซโคลน



รูปที่ 3.7 แสดง Blower



รูปที่ 3.8 แสดงเชื้อเพลิงถ่านไม้

5. เปิด Blower ให้ทำงานเพื่อช่วยดูดอากาศเข้าภายในเตาผลิตแก๊ส
6. จุดไฟให้เชื้อเพลิงไม้ลุกไหม้
7. เมื่อเชื้อเพลิงภายในเตาผลิตแก๊สลุกไหม้แล้วทำการจับเวลา โดยเฉลี่ยใช้เวลาประมาณ 15-20 นาทีก็จะได้แก๊สออกมาทดสอบเบื้องต้น โดยการจุดเพื่อดูว่าเกิดการลุกไหม้แล้วหรือยัง ถ้าจุดไฟติดแสดงว่าเริ่มมีแก๊สออกแล้ว
8. ทำการวัดหาปริมาณแก๊สต่างๆที่ได้จากเตาผลิตแก๊ส โดยเครื่องมือวัดวิเคราะห์หาปริมาณแก๊สต่างๆ ด้วยเครื่อง Testo t350-XL
9. เติมน้ำในหม้อผลิตไอน้ำตามกำหนด
10. ง่ายแก๊สชีววมวลที่ผลิตได้ในอัตรา 80 m³/hr
11. วัดปริมาณน้ำที่ปั๊มต้องสูบเข้าหม้อผลิตไอน้ำเพื่อหาอัตราการระเหยกลายเป็นไอน้ำที่อุณหภูมิ 100°C ความดัน 1 บรรยากาศ