

ภาคผนวก ค

สรุปการออกแบบเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบไหลลง

การออกแบบเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบไหลลง

การเลือกขนาดของเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากตารางเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบไหลลงแบบอิมเบิร์ด [14]

โดยออกแบบเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงที่อัตราการปลดปล่อยพลังงานจากการเผาไหม้ก๊าซเชื้อเพลิง 100

kW

กำหนดเวลาที่ใช้ในการทำงาน 4 h

อัตราการปล่อยพลังงาน

$$W = Q/t$$

ค่าความร้อนที่ต้องการ

$$Q = 100 \times 10^3 \times 4 \times 3600$$

$$= 1440 \text{ MJ}$$

ค่าความร้อนที่ต้องการใน 1 h

$$= 360 \text{ MJ/h}$$

องค์ประกอบของก๊าซเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ได้จากเชื้อเพลิงถ่านหิน พบว่ามีองค์ประกอบของ

CO 20 - 30%, H₂ 8 - 20% และ CH₄ 0.5 - 3% [13]

เมื่อคำนวณค่าความร้อนทางสูงของเชื้อเพลิงพบว่าอยู่ในช่วง 3.75 - 7.55 MJ/Nm³

ในกรณีก๊าซเชื้อเพลิงมีค่าความร้อนทางสูง 3.75 MJ/Nm³

อัตราการไหลของก๊าซเชื้อเพลิงสำหรับการเลือกขนาดเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบไหลลง

$$= \frac{360 \left[\frac{\text{MJ}}{\text{h}} \right] \left[\frac{\text{Nm}^3}{\text{MJ}} \right]}{3.76}$$

$$= 95 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

ในกรณีก๊าซเชื้อเพลิงมีค่าความร้อนทางสูง 7.55 MJ/Nm³

อัตราการไหลของก๊าซเชื้อเพลิงสำหรับการเลือกขนาดเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบไหลลง

$$= \frac{360 \left[\frac{\text{MJ}}{\text{h}} \right] \left[\frac{\text{Nm}^3}{\text{MJ}} \right]}{7.55}$$

$$= 48 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

ดังนั้นสามารถเลือกขนาดของเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบไหลลงจากตาราง ค.1

การคำนวณออกแบบเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบไหลลง[12]

เมื่อนำค่าที่ได้จากทดลองมาคำนวณย้อนกลับเพื่อหาขนาดของเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิง

เส้นผ่านศูนย์กลางคอกอด

อัตราการไหลก๊าซเชื้อเพลิง = 60.71 Nm³/h

กำหนด Hearth load (0.3 - 0.9) = 0.6

ดังนั้น พื้นที่หน้าตัดคอกอด = 60.71/0.6

= 101.18 cm²

เส้นผ่านศูนย์กลางคอกอด

= 11.35 cm

ดังนั้นจากการคำนวณ มีขนาดแตกต่างจากตารางการออกแบบแบบอิมบีร์ต 0.15 cm

พื้นที่หน้าตัดของท่อส่งอากาศ

กำหนด ER = 0.34 และ A/F_{stoi} = 7.72

ดังนั้น A/F จริง = 0.34 x 7.72

= 2.65

ดังนั้น ถ่านหิน 1kg ใช้

2.65 kg

ปริมาตรอากาศที่ใช้สำหรับถ่านหิน 1 kg

อากาศ 30°C, 1 atm มีความหนาแน่น

= 1.16 kg/m³

จาก สูตร $v = \frac{m}{\rho}$

= $\frac{2.65}{1.16}$

= 2.28 m³/kg_{Fuel}

กำหนด อัตราการเผาไหม้ถ่านหิน

= 21 kg/h

ปริมาตรอากาศที่ใช้ใน 1 h

= 2.28 x 21

= 47.88 m³/h

= 0.0133 m³/s

กำหนด ความเร็วอากาศเข้าโซนเผาไหม้ 20 - 30 m/s

กำหนดความเร็วอากาศ

= 20 m/s

ดังนั้นพื้นที่ช่องอากาศ

= 0.0133 / (1.16 x 20)

= 5.73 x 10⁻⁴ m²

ใช้ท่อส่งอากาศ 5 ท่อ ดังนั้น พื้นที่ของท่อส่งอากาศ

= 1.15 x 10⁻⁴ m²

ดังนั้น เส้นผ่านศูนย์กลางท่อส่งอากาศเท่ากับ $= 1.21$ cm

ดังนั้นจากการคำนวณ มีขนาดแตกต่างจากตารางการออกแบบแบบอิมเบิร์ต 0.06 cm

ตำแหน่งของท่อส่งอากาศ

ระยะห่างท่อส่งอากาศ และคอคอดเท่ากับ เส้นผ่านศูนย์กลาง คอคอด

$$= 12.61 \text{ cm}$$

ดังนั้นจากการคำนวณ มีขนาดแตกต่างจากตารางการออกแบบแบบอิมเบิร์ต 1.11 cm

ขนาดของโซนเผาไหม้

ขนาดของโซนเผาไหม้ $\approx 2 - 4$ เส้นผ่านศูนย์กลางคอคอด

กำหนดขนาดโซนเผาไหม้ $= 2.5 \times$ เส้นผ่านศูนย์กลางคอคอด

$$= 30.8 \text{ cm}$$

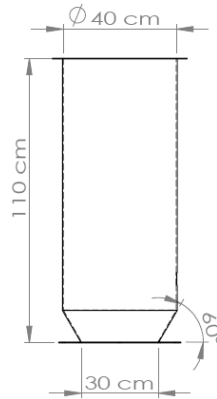
ดังนั้นจากการคำนวณ มีขนาดแตกต่างจากตารางการออกแบบแบบอิมเบิร์ต 0.8 cm

จากการคำนวณย้อนกลับการหาขนาดของเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงโดยใช้ผลการทดลองจริง พบว่าขนาดของเตาที่คำนวณได้มีขนาดที่ใกล้เคียงกับการออกแบบขนาดของเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบไหลลงจากตารางการออกแบบอิมเบิร์ต

ขนาดเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบไหลลงในการทดลอง

ช่องเก็บเชื้อเพลิงและส่วนของโซนไพโรซิส

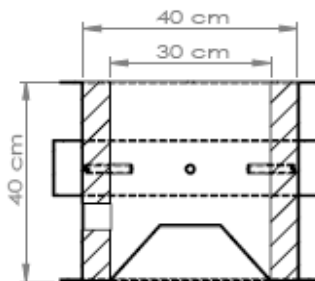
ทำจากเหล็กหล่อหนา 3 mm ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 cm สูง 110 cm ด้านล่างของช่องเก็บเชื้อเพลิง ออกแบบให้มีลักษณะเอียง 60° เพื่อชะลอการไหลของเชื้อเพลิง



รูปที่ ค.1 ช่องเก็บเชื้อเพลิงและส่วนของโซนไพโรซิส

ห้องเผาไหม้

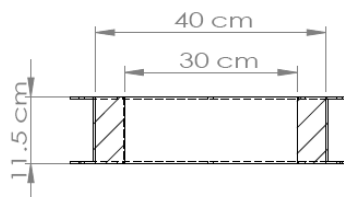
ทำจากเหล็กหล่อหนา 3 mm มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 cm สูง 40 cm ภายในฉาบด้วยปูนทนไฟหนา 5 cm



รูปที่ ค.2 ห้องเผาไหม้

โซนรีดักชั่น

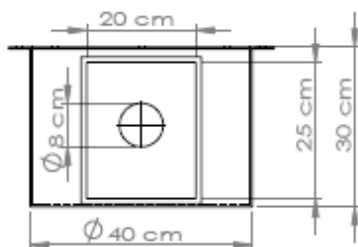
ทำจากเหล็กหล่อหนา 3 mm มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 cm สูง 11.5 cm ภายในฉาบด้วยปูนทนไฟหนา 5 cm



รูปที่ ค.3 โซนรีดักชั่น

ห้องเก็บเถ้า

ทำจากเหล็กหล่อหนา 3mm มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 cm สูง 30 cm ด้านหน้ามีประตูสำหรับนำเถ้าออก ขนาดกว้าง 20 cm สูง 25 cm



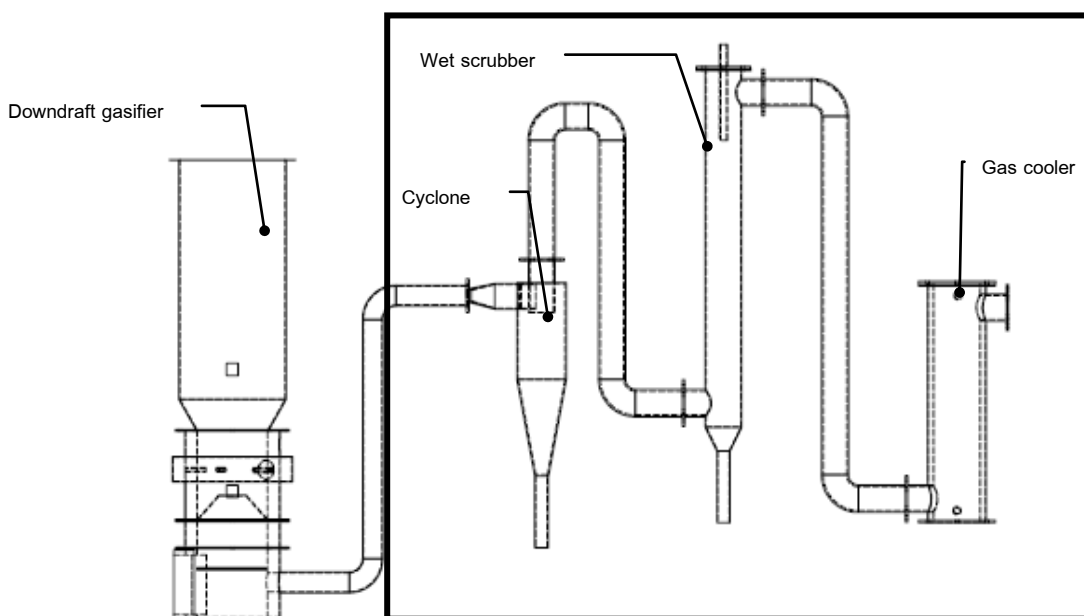
รูปที่ ค.4 ห้องเก็บเถ้า

ระบบทำความสะอาดเชื้อเพลิง

ไซโคลน (Cyclone) ทำมาจากเหล็กหนา 3 cm ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 cm สูง 110 cm ดังแสดงในรูปที่ ค.7

เครื่องจับฝุ่นแบบเปียก (Wet scrubber) ทำมาจากเหล็กหนา 3 mm ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 cm สูง 200 cm ดังแสดงในรูปที่ ค.8

อุปกรณ์ลดอุณหภูมิของก๊าซเชื้อเพลิง (Gas cooler) ทำมาจากเหล็กหนา 3 mm ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 cm สูง 100 cm ดังแสดงในรูปที่ ค.9



รูปที่ ค.5 ระบบทำความสะอาดก๊าซเชื้อเพลิง

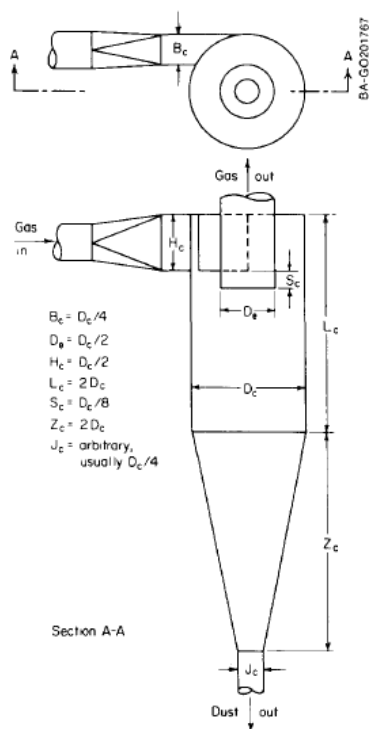
การออกแบบไซโคลน

กำหนด

อัตราการไหลของก๊าซเชื้อเพลิงที่เข้าสู่ไซโคลน	=	72	Nm ³ /hr
อุณหภูมิของก๊าซเชื้อเพลิง	=	300	°C
อัตราการไหลของก๊าซเชื้อเพลิงที่ 300°C	=	72 x (573/273)	
	=	151	m ³ /hr
	=	0.042	m ³ /s
กำหนด ความเร็วของก๊าซเชื้อเพลิงที่เข้าสู่ไซโคลน	=	15	m/s
ขนาดพื้นที่หน้าตัดทางเข้าไซโคลน	=	0.042/15	
	=	0.0028	m ²

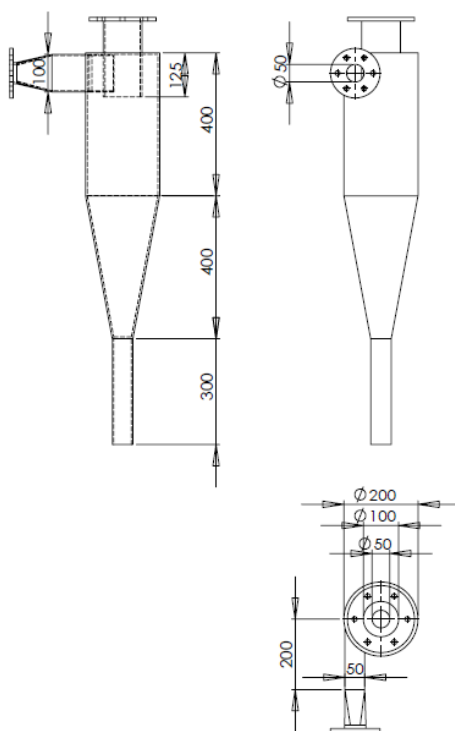
จากความสัมพันธ์ของสัดส่วนไซโคลน [15] ดังแสดงรูปที่ ค.6 สามารถออกแบบขนาดต่างๆ ได้ดังนี้
(กำหนดให้ D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไซโคลน)

ขนาดพื้นที่หน้าตัดทางเข้าไซโคลน	=	(0.5D)(0.25D)	
	=	0.125D ²	
0.0028	=	0.1D ²	
ดังนั้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไซโคลน	=	(0.0028/0.125) ^{1/2}	
ออกแบบเพื่อขนาดประมาณ 30%	=	15x1.3	
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไซโคลน	=	20	cm.
ความสูงของไซโคลน	=	80	cm.
ขนาดท่อทางออกของไซโคลน	=	10	cm.



รูปที่ ค.6 ความสัมพันธ์ของสัดส่วนไซโคลน [15]

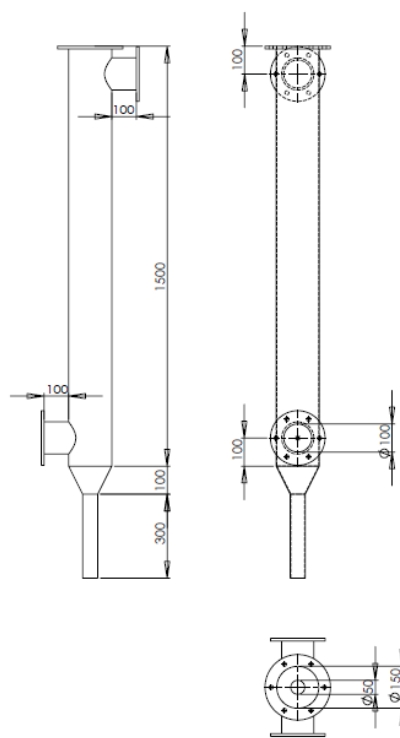
ไซโคลน (Cyclone)



Dimension in cm

รูปที่ ค.7 ไซโคลน (Cyclone)

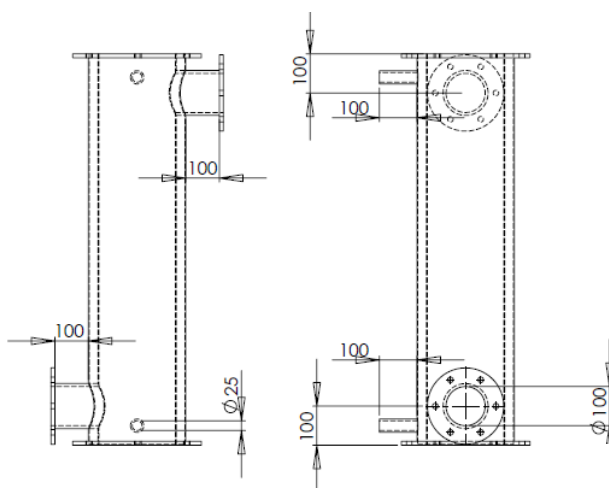
อุปกรณ์จับฝุ่นแบบเปียก (Wet scrubber)



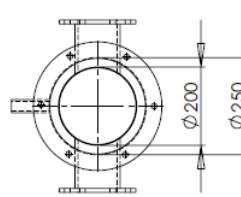
Dimension in cm

รูปที่ ค.8 อุปกรณ์จับฝุ่นแบบเปียก (Wet scrubber)

อุปกรณ์ลดอุณหภูมิของก๊าซเชื้อเพลิง (Gas cooler)



Dimension in cm



Dimension in cm

รูปที่ ค.9 อุปกรณ์ลดอุณหภูมิของก๊าซเชื้อเพลิง (Gas cooler)