

บทที่ 4

การออกแบบและการคำนวณ

4.1 บทนำ

การออกแบบไซโคลนในการทดลองนี้ได้พิจารณาเลือกใช้ไซโคลนแบบทางเข้าของแก๊สในแนวเส้นสัมผัส (Tangential inlet) ของ Staimand ซึ่งอ้างอิงจากตาราง ก-2 แสดงสัดส่วนมาตรฐานการออกแบบไซโคลนโดยสามารถพิจารณาออกเป็นช่วงต่างๆ ได้ดังนี้

4.2 การออกแบบไซโคลน

จากตาราง ก-1 พิจารณาความเร็วควบคุมที่ 4 m/s จากขนาดปากท่อของเตาเผาเท่ากับ 4 นิ้ว

$$\begin{aligned} \text{จาก } Q &= V \times A \\ &= 4 \frac{m}{s} \times \left[\left(4 \times \frac{cm}{inc} \times 10^{-2} \frac{m}{cm} \right) \right] \\ &= 4 \frac{m}{s} \times \pi d^2 \\ &= 4 \frac{m}{s} \times \left(\pi \times (0.1016^2) \right) m^2 \\ Q &= 0.12 \frac{m^3}{s} \end{aligned}$$

ดังนั้นขนาดท่อบริเวณก่อนทางเข้าไซโคลนจะมีค่าโดยเลือกความเร็วก่อนทางเข้าเท่ากับ 15 m/s

$$\begin{aligned} \text{จาก } Q &= V_i \times A_i \\ A_i &= (Q/V_i) \\ &= \frac{0.12 m^3}{15 \frac{m}{s}} \\ A_i &= 0.008 m^2 \\ \text{ดังนั้น } D_i &= \sqrt{(4 \times A_i) / \pi} \\ D_i &= \text{เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณทางเข้าไซโคลน; m} \\ V_i &= \text{ความเร็วของอากาศบริเวณทางเข้า; m / s} \\ A_i &= \text{พื้นที่หน้าตัดบริเวณทางเข้าไซโคลน; m}^2 \\ D_i &= \sqrt{(4 \times 0.08) / \pi} \\ D_i &= 100.9 \text{ mm} \end{aligned}$$

ในการออกแบบไซโคลนโดยทั่วไปเนื่องจากต้องการให้ระบบสามารถทำงานได้สูงกว่าจุดทำงาน ($Q = 0.12 \text{ m}^3$) ดังนั้นอัตราการไหลของอากาศที่ใช้ในการคำนวณความดันสูญเสีย (Pressure loss) ระบบและการออกแบบมอเตอร์ของพัดลมจะพิจารณาอัตราการไหลเพิ่มขึ้นจากจุดการทำงานเดิมอีก 10% ดังนั้น

$$Q = 1.1 \times 0.12 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q = 0.132 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

เมื่ออัตราการไหลของอากาศมีค่าเท่ากับ $0.132 \text{ m}^3/\text{s}$ ดังนั้นความเร็วของอากาศบริเวณทางเข้าไซโคลนมีค่าเท่ากับ

$$V_i = Q/A_i$$

$$= 0.132 \text{ m}^3 / 0.008 \text{ m}^2$$

$$V_i = 6.5 \text{ m/s}$$

พิจารณาความเร็วของอากาศให้อยู่ในรูปความเร็วเนื่องจากความดัน (Velocity Pressure) จะได้ (VP) i

$$\text{ที่สภาวะมาตรฐานความหนาแน่นของอากาศ } \rho_{air} = 1.2 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{ที่สภาวะมาตรฐานความหนาแน่นของน้ำ } \rho_{H_2O} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{จะได้ค่า (Specific gravity)} = \left(\frac{\rho_{air}}{\rho_{H_2O}} \right) = \left(\frac{1.2}{1000} \right) = 0.0012$$

เมื่อเทียบค่าด้วย Anemometer จะได้ว่าที่ 1 m of air column = mm of H₂O เพราะฉะนั้น

$$VP = \frac{v^2}{2g} \times \left(\frac{1.2 \text{ mm of } H_2O}{1 \text{ m of air column}} \right)$$

$$VP = \frac{v^2}{2 \times 9.81} \times \left(\frac{1.2 \text{ mm of } H_2O}{1 \text{ m of air column}} \right)$$

$$VP = (0.06116 \times V^2)$$

เพราะฉะนั้น

$$(VP)_I = 16.65 \text{ mm H}_2\text{O}$$

จากตาราง ก-2 เลือกมาตรฐานการออกแบบไซโคลนชนิด High efficiency by Stairmand โดยพื้นที่หน้าตัดของท่อก่อนเข้าไซโคลนเท่ากับพื้นที่หน้าตัดบริเวณทางเข้า

$$\text{จาก } A_i = (a \times b) = 0.008 \text{ m}^2$$

ดังนั้นจะสามารถคำนวณเส้นผ่านศูนย์กลางไซโคลนได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จาก } a &= 0.5D \\ b &= 0.2D \\ (a \times b) &= (0.5D \times 0.2D) \\ (a \times b) &= 0.008 \text{ m}^2 \\ D^2 &= \sqrt{0.008 / (0.5 \times 0.2)} \\ D &= 282 \text{ mm.} \end{aligned}$$

ตารางที่ 4.1 แสดงสัดส่วนต่างๆของไซโคลนที่คำนวณได้

a/D	=	0.5	a	=	(0.5 × 282)	=	141	mm
b/D	=	0.2	b	=	(0.2 × 282)	=	56.4	mm
S/D	=	0.5	S	=	(0.5 × 282)	=	141	mm
De/D	=	0.5	De	=	(0.5 × 282)	=	141	mm
h/D	=	1.5	h	=	(1.5 × 282)	=	423	mm
H/D	=	4	H	=	(4 × 282)	=	1128	mm
B/D	=	0.375	B	=	(0.375 × 282)	=	105.75	mm

เมื่อ

- D = เส้นผ่านศูนย์กลางของไซโคลน; mm.
- a = ความสูงบริเวณทางเข้าของไซโคลน; mm.
- b = ความกว้างบริเวณทางเข้าของไซโคลน; mm.
- S = ความยาวของท่อทางออกในไซโคลน; mm.
- De = เส้นผ่านศูนย์กลางท่อทางออกของไซโคลน; mm.
- h = ความยาวทรงกระบอกของไซโคลน; mm.
- H = ความยาวทั้งหมดของไซโคลน; mm.
- B = เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณทางออกของอนุภาค; mm.