บทที่ 4

การกรองฝุ่น (Particle Collection) (1)

4.1 ขบวนการหลังจากที่ละอองฝุ่นได้รับประจุ จะผ่านเข้าไปยังตะแกรงของภาคกรอง ที่มีสนามไฟฟ้าศักดาสูง แต่ต้องไม่สูงพอที่จะทำให้เกิดกระแสโคโรนาได้ ละอองฝุ่นที่มีประจุจะถูกดูดเข้าหาตะแกรงที่มีประจุตรงกันข้ามด้วยแรงระหว่างประจุ แต่จะถูกต้านไว้เนื่องจากแรงความหนืดของอากาศ (Stok's law) ดังนั้นแรงที่วิ่งเข้าหาแผ่นตะแกรง

$$m \frac{dw}{dt} = q E_p - 6 \pi \eta a w$$

m = มวลละอองฝุ่น

w = ความเร็ววิ่งเข้าหาตะแกรง

q = ประจุของละอองฝุ่น

E_p = ความเข้มสนามไฟฟ้าของตะแกรง

η = ความหนืดของอากาศ

a = รัศมีละอองฝุ่น

แต่จะเห็นว่า $m \frac{dw}{dt}$ น้อยมาก เราตัดทิ้งได้หรือคิดว่าความเร็ว w มีค่าเกือบคงที่

จะได้ $$w = \frac{q E_p}{6 \pi \eta a}$$

เราจะพิจารณาการประจุจากสนามไฟฟ้าอย่างเดียว ฉะนั้นถ้าละอองฝุ่นเป็นตัวนำ แทนค่า $q = n_e e$

$$w = \frac{3 E_o E_p a}{6 \pi \eta}$$

ถ้าละอองฝุ่นเป็นทรงกลม

$$w = \left(1 + 2\frac{k-1}{k-2} \right) \frac{\rho_o E_p a}{6\pi\eta}$$

แต่ถ้าละอองฝุ่นขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน จะมีผลเนื่องจากการเคลื่อนที่แบบราวเนียน ดังนั้นจึงแสดงได้แก้ไขสมการ (1) (**Cunningham Correction**) กฎของสโตค (Stoke's law) แรงต้าน $D = \frac{6\pi\eta aw}{\left(1 + \frac{0.086}{a} \right)}$

ดังนั้นสมการการเคลื่อนที่เข้าหาแผ่นตะแกรง เมื่อละอองฝุ่นขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน ได้แก่

$$w = qE_p \left(1 + \frac{0.086}{a} \right) / 6\pi\eta a$$

ตารางแสดงความเร็วของเม็ดฝุ่นที่เป็นตัวนำ ใช้

$T = 293\ ^{\circ}k$

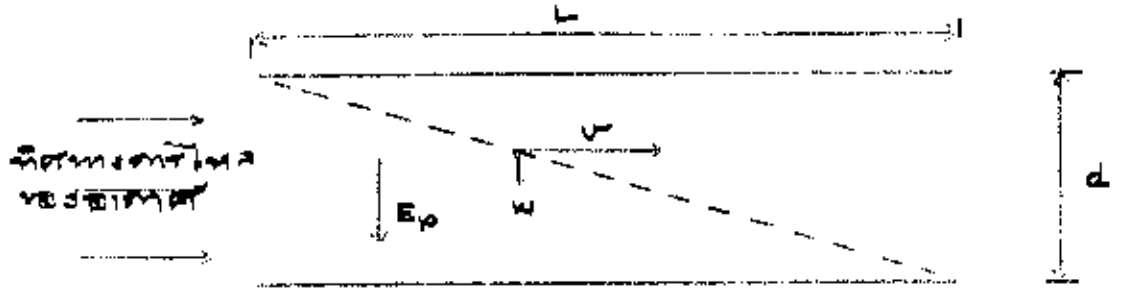
$E_o = 5$ KV/cm

$E_p = 4$,,

ตารางที่ 4.1

ขนาดเม็ดฝุ่น (ไมครอน)	ค่าสภาพหนืดของอากาศ (poises)	ความเร็วเข้าหาตะแกรง ฟุต/วินาที
0.5	1.8×10^{-4}	0.21
1	"	0.37
5	"	1.60
10	"	3.20
50	"	16.00

I16896705



ภาพที่ 4.1

ภาพแสดงการเคลื่อนที่ของเม็ดฝุ่นในสนามไฟฟ้าในแผ่นตะแกรง

การคำนวณโดยประมาณในการหาความยาวของตะแกรงและความกว้าง ที่ความเข้มสนามไฟฟ้าของตะแกรงคงที่อันหนึ่ง โดยการคิดว่าละอองฝุ่นวิ่งเข้าทางมุมหนึ่งของตะแกรง ด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วลมที่ดูดเข้าไป (v) เม็ดฝุ่นจะวิ่งเข้าหาตะแกรงตรงข้ามด้วยความเร็ว w เวลาที่ละอองฝุ่นใช้ในการเดินทางจากด้านหนึ่งของตะแกรงไปจับอีกด้านของตะแกรง เวลา

$$t_d = \frac{d}{w}$$

d = ระยะห่างของแผ่นตะแกรง

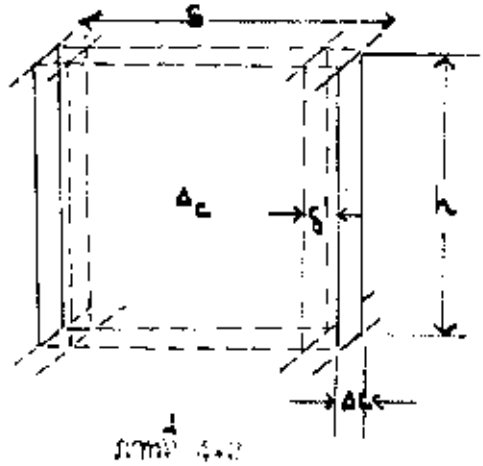
เม็ดฝุ่นจะถูกจับหมดเมื่อเวลาที่ละอองฝุ่นเคลื่อนที่เข้าปากตะแกรงจนออกทางปลายตะแกรง ด้วยความเร็ว v ด้วยเวลาเท่ากับ t_d

$$\therefore \quad t_d = \frac{L}{V} = \frac{d}{w}$$

$$\therefore \quad L = \frac{dv}{w}$$

L = ความยาวของแผ่นตะแกรง

4.2 ประสิทธิภาพของการกรอง



ภาพที่ 4.2

การหาประสิทธิภาพของเครื่องกรอง เมื่อให้อากาศผ่านตะแกรง ประกอบด้วยฝุ่นที่ถูกประทุระจัดกระจายมีความหนาแน่นเท่ากัน เราพิจารณาแผ่นตะแกรงที่มีช่วงห่างกันระยะตะแกรงสูง ตะแกรงแบ่งออกเป็นช่วงยาว ΔL พ.ท.หน้าตัดของตะแกรง A_c เม็ดฝุ่นไหลผ่านตะแกรงด้วยความเร็ว v ดังนั้นมันจะไหลผ่านด้วยเวลา t

∴ จำนวนฝุ่นที่อยู่ในช่วงหนา จะถูกจับก่อนเมื่อ

$$= \Delta t$$

∴ จำนวนละอองฝุ่นในช่วงหนา ΔL $= v\Delta t$ เมื่อ n ฝุ่นจะถูกจับก่อนจำนวนละอองฝุ่นทั้งหมด

$$\therefore \frac{}{} = \frac{2h\delta\Delta L}{A_c \Delta L} = -\frac{2h\delta}{A_c} = 2h \frac{\Delta\delta}{c}$$

ดังสมการได้ $\frac{dN}{N} = -\frac{2\,h\,w\,d\delta}{A_c v}$

$$\therefore \quad N = N_o \exp\left(-\frac{2hw\delta}{A_c v}\right)$$

N = จำนวนเม็ดฝุ่นเมื่อเวลาระยะใดระยะหนึ่ง

N_o = จำนวนเม็ดฝุ่นเมื่อเวลาเริ่มต้นผ่านตะแกรง

∴ ประสิทธิภาพ $= \eta = \dfrac{N_o - N}{N_o} = 1 - \exp\left(-\dfrac{2hwL}{A_c v}\right)$

แต่ $A_c = Sh =$ พ.ท. ภาคตัดขวางของตะแกรง

$$\therefore \quad \eta = 1 - \exp\left(-\frac{2wL}{3v}\right)$$

จากสมการเราคิดเป็นอัตราส่วนร้อย เราก็นำเอาร้อยไปคูณ จะได้ออกมาเป็น-เปอร์เซ็นต์ ถ้าเราทราบค่า w, L, S, v เราก็หาประสิทธิภาพได้ดังตารางที่4.2

ตารางที่ 4.2

2 wL / 3v	ประสิทธิภาพ (η) %
0	0
1	63.2
2	86.5
2.3	90.0
3.0	95.0
3.91	98.0
4.6	99.0
6.91	99.9

หนังสืออ้างอิง

(1) H.J. White " Industrial Electrostatic Precipitation "
p. 155 - 160 Addison-Wesley Pub. Co; Inc. (1963)