บทที่ 4

มลภาวะทางอากาศ

เป็นที่ทราบกันดีโดยทั่วไปว่าแหล่งชุมชนที่ดีจะต้องมีการควบคุมมลภาวะเพราะว่าในแต่ละชุมชนจะมีแหล่งกำเนิดมลพิษ การปล่อยปะละเลยตรงจุดนี้จะนำมาสู่ปัญหามลภาวะทางอากาศ ดังนั้นการควบคุมมลภาวะทางอากาศ(Air Pollution Control) ให้เป็นไปตามมาตราฐานมลภาวะทางอากาศที่กำหนดจึงมีความจำเป็น

4.1 ผลกระทบของมลภาวะทางอากาศ (Effect of Air Pollutants)

มลภาวะทางอากาศเป็นสิ่งที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพสามารถแยกประเภทได้คือ

1. ลดทัศนะวิสัยในการมองเห็น
2. การปนเปื้อนของสิ่งสกปรกในอากาศ (ยากที่จะมองเห็นด้วยตาเปล่า)
3. กัดกร่อนวัสดุ (โลหะ, สิ่งก่อสร้าง และอื่นๆ)
4. ลดคุณภาพอากาศภายในอาคาร
5. ทำลายพืชผักและสิ่งมีชีวิตในน้ำ (โรงไฟฟ้า, ควัน, ถลุงแร่ และอื่นๆ)
6. ทำลายชีวะภาพ (เกิดโรคภัยไข้เจ็บ, เป็นสาเหตุของโรคมะเร็ง และอื่นๆ)

4.2 หน่วยการวัดมลภาวะอากาศ (Units for Pollution Measurement)

การบอกปริมาณของสิ่งสกปรกที่มีปะปนในอากาศอาจจะแสดงในหน่วยของปริมาตร (Volumetric) กับ มวล(Mass) สำหรับการบอกในรูปของมวลต่อปริมาตรเขียนในหน่วยของกรัมต่อลูกบาศ์กเมตร (g / m^3) หรือมวลเป็นปอนด์ต่อลูกบาศ์กฟุต (lb_m / ft^3) โดยทั่วไปความเข้มข้นของแก๊สสกปรกจะแสดงในหน่วยปริมาตรในรูปของ part per million (ppm) ซึ่งนิยามได้จาก

$$1 \text{ ppm} = \frac{\text{หนึ่งหน่วยปริมาตรของแก๊สสกปรก}}{10^6 \text{ ของปริมาตร(อากาศ+สิ่งสกปรก)}}$$

หรือ 0.0001% โดยปริมาตร = 1 ppm

ค่าความเข้มข้นของแก๊สสกปรกจะบอกให้อยู่ในรูปของกรัมต่อลูกบาศ์กเมตร (g / m^3) ดังนั้นในการคำนวณหาค่าความเข้มข้นของแก๊สสกปรกที่ออกจากแหล่งกำเนิด จะต้องทราบมวลโมเลกุลของแก๊สสกปรกที่ทำการพิจารณาเป็นสำคัญ โดยการคำนวณจะสมมุติว่าแก๊สสกปรกนี้มีพฤติกรรมเป็นแก๊สอุดมคติ(Ideal Gas) สมการการคำนวณหาค่าความเข้มข้นของอนุภาคในแก๊สสกปรก (Particle Loading of the Waste Gas) คือ

$$\frac{m_p}{V} = (\text{ppm})\frac{M_p\, p}{R\, T} \times 10^3 \qquad (4\text{-}1)$$

เมื่อ

m_p = มวลของแก๊สสกปรก, g

V = ปริมาตรรวมของแก๊สสกปรก(อากาศ+แก๊สสกปรก), m^3

M_p = มวลโมเลกุลของแก๊สสกปรก, g

p = ความดันรวม(อากาศ+แก๊สสกปรก), kPa

R = ค่าคงที่ของแก๊สอุดมคติ, $kJ / kg\,mol \cdot K$

T = อุณหภูมิสัมบูรณ์ของของผสม, K

สำหรับหน่วยของความเข้มข้นของแก๊สสกปรก $\frac{m_p}{V}$ คือกรัมต่อลูกบาศก์เมตรเป็น SI Unit แต่โดยปกติแล้วมักจะเขียนให้อยู่ในหน่วยของไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu g / m^3$) เนื่องจากมวลของแก๊สสกปรกที่ปะปนอยู่มีปริมาณน้อย

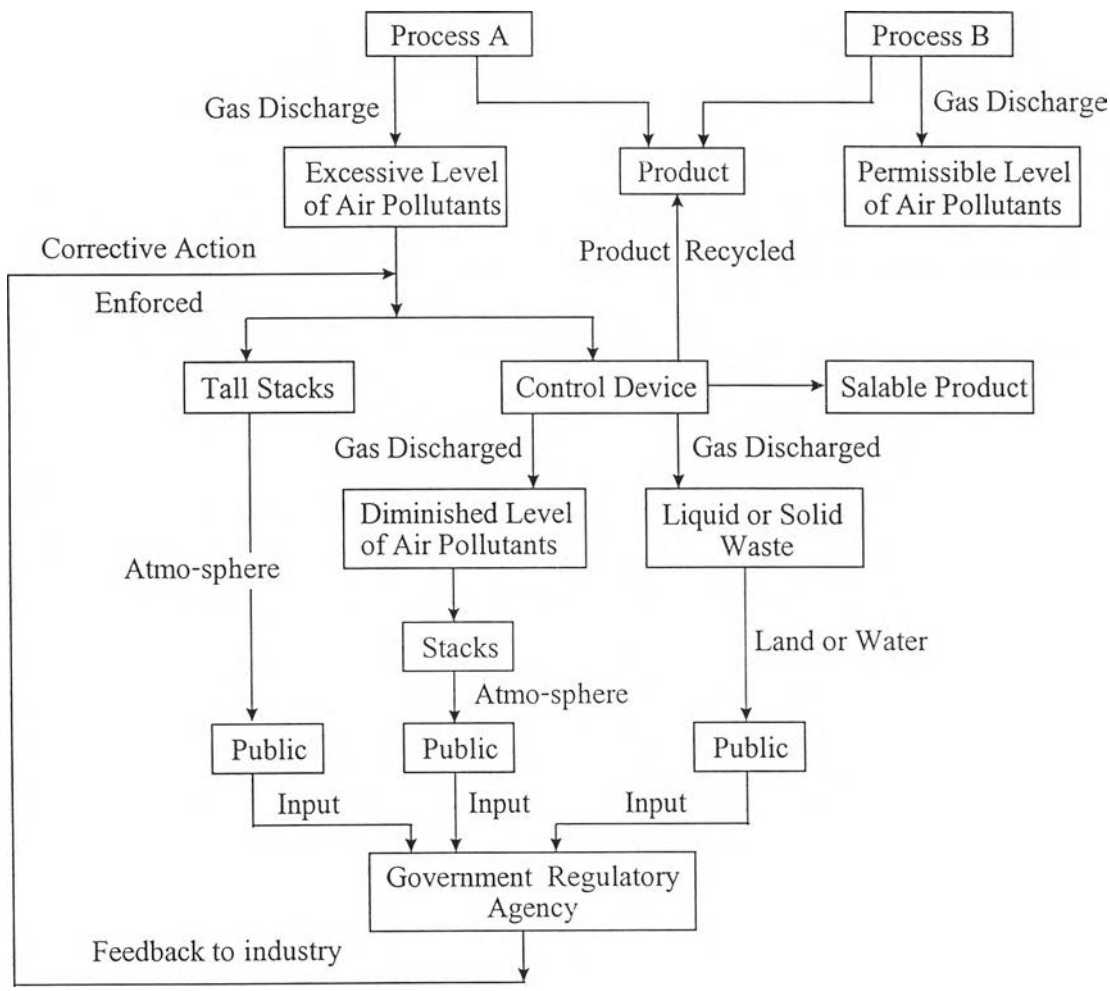
4.3 มาตราฐานมลภาวะทางอากาศ (Air-Pollution Standard)

ค่ามาตราฐานทางอากาศที่กำหนดขึ้นมาจะต้องเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วๆไป มาตราฐานที่กำหนดขึ้นมาใช้นี้จะแบ่งได้ 2 แบบ[13] คือ

1. ค่าความเข้มข้นของสิ่งสกปรกที่ปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดสิ่งสกปรก
2. ค่าความเข้มข้นของสิ่งสกปรกในบรรยากาศที่ปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดทั้งหมด

ดังนั้นอนุภาคที่หลุดออกมาจากปล่องควันจะถูกควบคุมให้อยู่ภายใต้ข้อบังคับทั้งระดับของความเข้มข้นของอนุภาคที่หลุดออกมาจะต้องเป็นที่ยอมรับหรือระดับของความเข้มข้นของอนุภาคที่มากสุดก็จะต้องเป็นที่ยอมรับ ภายใต้ค่ามาตราฐานทั้งสองอย่างที่กล่าวมาในข้างต้น ค่ามาตราฐานอากาศมีแสดงไว้ในภาคผนวก ค.

บางครั้งในแหล่งอุตสาหกรรมที่มีอยู่นั้นได้ปล่อยแก๊สสกปรกที่มีความเข้มข้นของอนุภาคที่หลุดออกมาสู่บรรยากาศซึ่งมีค่ามากกว่าค่ามาตราฐานที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงจะต้องมีการควบคุมความเข้มข้นของสิ่งสกปรกที่ออกสู่บรยายกาศและอุปกรณ์การดักเก็บสิ่งสกปรกจึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับงานในอุตสาหกรรมเหล่านี้ เพื่อให้มีค่าความเข้มข้นของสิ่งสกปรกที่ออกสู่บรรยากาศเป็นไปตามค่ามาตราฐานซึ่งในแต่ละอุตสาหกรรมจะมีความต้องการและวิธีการควบคุมความเข้มข้นของอนุภาคที่ออกสู่บรรยากาศที่แตกต่างกัน (ภาคผนวก จ.)



รูปที่ 4-1 แผนภาพแสดงขั้นตอนของการควบคุมมลภาวะอากาศ[6]

4.4 ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ดักเก็บอนุภาค

แก๊สสกปรกจะต้องได้รับการบำบัดจากอุปกรณ์ดักเก็บอนุภาคเพื่อให้ได้ค่าเป็นไปตามค่ามาตราฐานของอากาศนั้น จะต้องพิจารณาถึงประสิทธิภาพการดักเก็บ อัตราการไหลของสิ่ง

สกปรก(Dust rate) และอัตราการไหลของแก๊สสกปรก ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะมีผลต่อการออกแบบอุปกรณ์ดักเก็บอนุภาคและขีดความสามารถในการดักเก็บอนุภาคเพื่อให้เป็นไปตามค่ามาตราฐานของอากาศ สมการที่ใช้สำหรับการคำนวณหาความเข้มข้นของอนุภาคในแก๊สสกปรก (Particle Loading of the Waste Gas) คือ

$$\text{ความเข้มข้นของอนุภาคในแก๊สสกปรก} = \frac{\dot{m}}{Q} \qquad (4\text{-}2)$$

เมื่อ

$\dot{m}$ = อัตราการไหลเชิงมวลของสิ่งสกปรก, g / s

Q = อัตราการไหลเชิงปริมาตรของแก๊สสกปรก, m^3 / s

สมการที่ใช้สำหรับการหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ดักเก็บอนุภาคคือ

$$\eta_T = \frac{\dot{m}_i - \dot{m}_{stand}}{\dot{m}_i} \times 100 \qquad (4\text{-}3)$$

เมื่อ

η_T = ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ดักเก็บอนุภาค, %

$\dot{m}_i$ = อัตราการไหลเชิงมวลของอนุภาคที่เก็บได้ด้วยอุปกรณ์ดักเก็บอนุภาค, g / s

$\dot{m}_{stand}$ = อัตราการไหลเชิงมวลของอนุภาคที่ออกสู่บรรยากาศ, g / s

กรณีไม่ทราบอัตราการไหลของอนุภาค

การคำนวณในกรณีนี้จะบอกว่าค่าอัตราการไหลของอนุภาคที่ได้จากการคำนวณควรมีค่าไม่เกินเท่าไหร่จึงจะทำให้แก๊สสกปรกที่ผ่านอุปกรณ์ดักเก็บอนุภาคแล้วมีความเข้มข้นของสิ่งสกปรกเป็นไปตามมาตราฐานของอากาศ

$$\dot{m}_i = \frac{\dot{m}_{stand}}{(1 - \eta_T / 100)}$$

ค่าอัตราการไหลของอนุภาคที่คำนวณได้เป็นตัวบ่งบอกว่าอุปกรณ์ดักเก็บจะต้องมีค่าอัตราการไหลของอนุภาคก่อนที่จะเข้าอุปกรณ์ไม่เกินค่านี้ ถ้ามีค่ามากกว่าจะต้องมีการปรับปรุงประสิทธิภาพการดักเก็บของอุปกรณ์หรืออัตราการไหลของแก๊สสกปรกเป็นต้น

กรณีที่ทราบอัตราการไหลของอนุภาค

$$\text{ความเข้มข้นของอนุภาคในแก๊สสกปรก} = \frac{\dot{m}_i}{Q}$$

เมื่อทราบอัตราการไหลของอนุภาคที่ออกสู่อากาศจะสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของอนุภาคในแก๊สสกปรกจากสมการ(4-2) และค่าที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่ามาตราฐานของสิ่งสกปรกที่ออกจากแหล่งกำเนิดแก๊สสกปรก แสดงว่าอุปกรณ์ดักเก็บอนุภาคนั้นมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะดักเก็บอนุภาคแล้วปล่อยออกสู่บรรยากาศและมีค่าเป็นไปตามมาตราฐานอากาศที่กำหนด

ถ้าความเข้มข้นของอนุภาคในแก๊สสกปรกที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่ามาตราฐานของสิ่งสกปรกที่ออกจากแหล่งกำเนิดแก๊สสกปรก แสดงว่าอุปกรณ์ดักเก็บอนุภาคนั้นมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอที่จะดักเก็บอนุภาคแล้วปล่อยออกสู่บรรยากาศและมีค่าเป็นไปตามมาตราฐานอากาศที่กำหนด ดังนั้นต้องคำนวณค่าประสิทธิภาพใหม่สำหรับค่าอัตราการไหลของอนุภาคนี้ให้ได้อนุภาคที่ออกสู่อากาศเป็นไปตามมาตราฐานที่กำหนด จากสมการ(4-3)