

Summary Industrial Hygiene

หน่วยที่ 7 : การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์มลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาค

- อนุภาค Particulate** คือสารทุกชนิดที่อยู่ในรูปของแข็ง ของเหลวที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ มีอนุภาคตั้งแต่ขนาดโมเลกุลเดี่ยวจนถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 ไมครอน
 - จัดประเภทอนุภาคตามหลักวิชาทางกายภาพ**
 - อนุภาคที่เป็นของแข็ง เช่น ฝุ่น พุ่ม ครัน ซีเถ้า fly ash เส้นใย
 - อนุภาคที่เป็นของเหลว เช่น มิสต์ สเปรย์
 - จัดประเภทอนุภาคตามหลักวิชาการทางการแพทย์**
 - อนุภาคขนาดเล็กที่หายใจเข้าสู่ทางเดินหายใจได้ (ขนาด 10 ไมครอนลงไป)
 - อนุภาคขนาดใหญ่ที่ไม่สามารถหายใจเข้าสู่ทางเดินหายใจได้**
- ในด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมจะให้ความสำคัญกับอนุภาคในรูป ฝุ่น พุ่ม มิสต์ และเส้นใย เท่านั้น
 - ฝุ่น (Dust) เป็นอนุภาคของแข็งที่มีรูปร่างไม่แน่นอน เกิดจากการกด ตัด บด แบ่งเป็นฝุ่นขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอนซึ่งจะติดที่ทางเดินหายใจส่วนต้นเท่านั้น ส่วนฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจส่วนปลายได้
 - พุ่ม (Fume) เป็นอนุภาคของแข็งที่เกิดขึ้นจากควบแน่นของสารที่อยู่ในสถานะก๊าซ โดยปกติสารนั้นจะอยู่ในรูปของแข็งที่อุณหภูมิห้องเมื่อโดนความร้อนจึงเกิดการระเหยและควบแน่นทันที และจะใหญ่ขึ้นตามเวลา มีขนาด 0.01 - 5 ไมครอน เช่น พุ่มเหล็ก พุ่มทองแดง พุ่มตะกั่ว
 - มิสต์ (Mist) เป็นหยดของเหลวที่แขวนลอยในอากาศเกิดจากการกระจายของของเหลว หรือจากการควบแน่นของสารสถานะก๊าซ มาเป็นของเหลว เช่น มิสต์น้ำมัน มิสต์สารฆ่าแมลง มิสต์กรด
 - เส้นใย (Fibre) คืออนุภาคของแข็งที่มีรูปร่างยาวและบาง เช่น ใยหิน ฝุ่นหินแร่

การเก็บตัวอย่างที่เป็นอนุภาค ฝุ่นทั้งหมด พุ่ม และมิสต์ จะมีวิธีการเก็บเหมือนกัน ต่างกันที่วิธีการวิเคราะห์
- วัตถุประสงค์ของการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาค คือ เพื่อให้แน่ใจว่าความเข้มข้นของอนุภาคในอากาศอยู่ในระดับมาตรฐานที่กำหนด และไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติงาน , ใช้ประเมินอันตรายของอนุภาคที่จะมีผลต่อสุขภาพ ใช้ตรวจสอบประสิทธิภาพระบบป้องกันควบคุมที่มีอยู่
- ประเภทการเก็บตัวอย่าง**
 - หาความเข้มข้นของฝุ่นทั้งหมด พุ่ม และมิสต์
 - ของฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนลงไปก็ได้
- อุปกรณ์ในระบบเครื่องมือเก็บมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคคือ**
 - ช่องเปิดให้อากาศไหลเข้า air inlet
 - อุปกรณ์สะสมอนุภาค particulate collectors เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุด เช่น กระดาษกรอง ไซโคลน อิมพัลเจอร์
 - ส่วนเชื่อมต่อ connector อยู่ระหว่างอุปกรณ์สะสมอนุภาคกับ pump เช่น electrostatic , electrostatic precipitator
 - air flow meter and flow control valve
 - pump/air mover
- สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาค**
 - ต้องมีการปรับความถูกต้องของอัตราการไหลของอากาศของเครื่องมือก่อนใช้งาน
 - ต้องจดบันทึกข้อมูลข่าวสารที่จะเป็นประโยชน์ต่อการแปลผลและประเมินผลค่าความเข้มข้นของอนุภาคในอากาศที่ตรวจวัดได้
 - ต้องระวังตัวอย่างอนุภาคสูญหายระหว่างการนำตัวอย่างกลับที่ทำงาน
 - ต้องตั้งให้อัตราการดูดอากาศคงที่ตลอดเวลา และมีปริมาณมากพอที่จะนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการได้
 - ความพร้อมของเครื่องมือและความเหมาะสมของเครื่องมือที่จะทำการเก็บตัวอย่างแต่ละชนิด
 - ต้องคำนึงถึงตัวแทนความเข้มข้นที่อาจไม่เท่ากันในแต่ละวันเช่น การเปลี่ยนแปลงการผลิต การระบายอากาศ เครื่องจักรเก่า-ใหม่
 - การประสานงานระหว่างผู้เก็บกับผู้วิเคราะห์
- วิธีการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคทั้ง 5 วิธี**
 - 6.1.วิธีการกรอง** นิยมแพร่หลายมากที่สุด โดยอาศัยการสะสมของอนุภาคบนกระดาษกรองด้วยกลไก 5 อย่างคือ การสกัดกันโดยตรง การสะสมอันเนื่องมาจากแรงเฉื่อย จากการแพร่ จากแรงไฟฟ้าสถิตย์ จากแรงโน้มถ่วงของโลก ส่วนประกอบมีดังนี้
 - ท่อนำอากาศเข้า sampling probe ท่อที่ใช้ต้องไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับอนุภาคที่จะเก็บ ใช้เก็บในท่อหรือจุดที่เข้าไม่ถึง
 - กระดาษกรองและที่ยึดกระดาษกรอง การใช้กระดาษขึ้นกับชนิดอนุภาค วิธีการวิเคราะห์ เช่น กระดาษชนิดเซลลูโลสใช้กับตัวอย่างที่มีความบริสุทธิ์สูง มีเล็กน้อย เหมาะกับการตรวจตัวอย่างทางเคมี โดยจะต้องดูความชื้นออกก่อนซึ่งน้ำหนักกระดาษกรองชนิดเยื่อกรอง เหมาะกับการเก็บฝุ่นแร่วิเคราะห์โดยกล้องจุลทรรศน์ กระดาษกรองชนิดใยแก้วมีประสิทธิภาพในการเก็บสะสมอนุภาคสูง ทนต่อความร้อน ด้านการไหลของอากาศต่ำ ไม่รบกวนวิธีการวิเคราะห์ นิยมใช้วิเคราะห์โดยการชั่งทางเคมีและทางกายภาพ
 - ส่วนเชื่อมต่อส่วนปลายที่ยึดกระดาษกรองกับเครื่องดูดอากาศ**
 - Flow meter ต้องกำหนดอัตราการไหลให้เหมาะสมและคงที่ มีการcalibrateก่อนใช้งานมีความสำคัญต่อความแม่นยำของผลการวิเคราะห์
 - เครื่องดูดอากาศ Air mover**
 - 6.2.โดยแรงโน้มถ่วงของโลก** gravitation force ใช้หลักการของอนุภาคทุกอนุภาคที่แขวนลอยในอากาศจะต้องตกลงพื้นด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกเมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสม ถ้าออกแบบเครื่องมือที่เหมาะสมและอัตราการไหลที่พอเหมาะจะสามารถเก็บแยกอนุภาคขนาดต่างๆได้ ใช้เก็บตัวอย่างได้ทั้งฝุ่นทั้งหมด และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนลงไป
 - เครื่องมือที่ใช้เก็บเรียกว่า **อีลูทริเอเทอร์** แบบแนวตั้งหรือแบบแนวนอน
 - 6.3.โดยแรงเร่งศูนย์กลาง** Centrifugal force ใช้เครื่องมือเช่น คอนนิฟิว conifugec คอนนิไซเคิล conicycle ไซโคลนcyclone ไซโคลนนิยมใช้ในทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรมมากที่สุด มีหลายขนาด ใช้กับอนุภาคตั้งแต่ 10 ไมครอนลงไป
 - อากาศที่มีอนุภาคแขวนลอยไหลด้วยความเร็วสูงและหมุนเป็นวงแบบก้นหอย จะเกิดแรงสู่ศูนย์กลางของอนุภาค อนุภาคขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอนจะมีความเฉื่อยสูงและถูกแรงดึงดูดของแรงโน้มถ่วงของโลก ทำให้หลุดจากการเคลื่อนที่ของอากาศและตกลงสู่พื้น
 - 6.4.โดยการกระแทก** อาศัยหลักการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงและถูกเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ ทำให้อนุภาคแขวนลอยมา

ด้วยถูกแยกตัวออกมาด้วยความเฉื่อยและสะสมอยู่บนผิวของ ตัวกลางที่ใช้ เช่น สารละลายของเหลว (Impinger) แผ่นแก้ว (Impaction) สามารถเก็บอนุภาคที่เล็กกว่า 10 ไมครอน ตัวอย่างเครื่องมือเช่น Andersen , Casella , Mercer , Batella

6.5.โดยอาศัยอิทธิพลของความร้อน thermal precipitation อาศัยความแตกต่างของอุณหภูมิเคลื่อนที่จากที่ร้อน (120c⁰)ไปที่ยื่นกว่า ใช้ซดลวร้อนกับแผ่นแก้วหรือแผ่นโลหะที่ยื่น สามารถเก็บอนุภาคที่เล็กกว่า 5 ไมครอนได้ดีมาก ไม่เหมาะกับการเก็บอนุภาคของมิสดี ไม่นิยมใช้ในปัจจุบัน

6.6.โดยอาศัยหลักการไฟฟ้าสถิตย์ของความต่างของขั้วประจุไฟฟ้า

7 การวิเคราะห์ตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคมีหลายวิธีขึ้นอยู่กับ

วิธีการเก็บตัวอย่างที่ใช้ มาตรฐานที่ใช้ ความพร้อมของบุคคลากรและเครื่องมือการวิเคราะห์ที่มีอยู่ และวัตถุประสงค์ของการเก็บตัวอย่างนั้นๆ ซึ่งสามารถแบ่งการวิเคราะห์ได้ 4 ประเภทคือ

- 7.1.การวิเคราะห์โดยการนับจำนวนฝุ่น Dust counting
- 7.2.การวิเคราะห์โดยการวัดขนาดของอนุภาค Particle sizing
- 7.3.การวิเคราะห์โดยการชั่งน้ำหนัก Weight or gravimetric analysis
- 7.4.การวิเคราะห์โดยวิธีการทางเคมีในห้องปฏิบัติการ Chemical analysis in laboratory

7.3.การวิเคราะห์โดยการชั่งน้ำหนัก เป็นวิธีพื้นฐานและมีความสำคัญเนื่องใช้วิธีนี้มากในทางสุขศาสตร์ ใช้หน่วย เมตริก น้ำหนักเป็นมิลลิกรัม ปริมาตรเป็นลบ.ม. เครื่องชั่งแบบละเอียดชนิดจานเดี่ยวหรือคู่ จะต้องตั้งบนฐานที่มั่นคง ไม่มีกระแสลม ปรับค่าศูนย์ก่อนชั่งทุกครั้ง กระดาษเก็บตัวอย่างที่ดูดความชื้นต้องนำไปดูดความชื้นออกก่อนทำการชั่งเพื่อจะได้น้ำหนักที่แท้จริง

$$\text{ค่าความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาค} = \frac{\text{น้ำหนักของอนุภาคที่เก็บมาได้}}{\text{ปริมาตรอากาศที่ถูกดูดเข้ามาในระบบ}}$$

$$= \frac{\text{น้ำหนักของอนุภาคที่เก็บมาได้}}{\text{อัตราการไหลของอากาศ} \times \text{จำนวนเวลาทั้งหมดที่ดูดอากาศ}}$$

ตัวอย่าง นำกระดาษกรองที่ชั่งน้ำหนักก่อนไปเก็บตัวอย่างได้ 0.01 มก.เริ่มเก็บตัวอย่างฝุ่นฝ้าย เวลา 0800 น.จนถึง 1000 น. โดยตั้งอัตราการไหลของอากาศไว้ที่ 2 ลิตรต่อนาที เมื่อนำกระดาษกรองเข้าดูดดูดความชื้นแล้วชั่งได้น้ำหนัก 0.25 มก.จงหาความเข้มข้นของฝุ่นฝ้าย

$$\begin{aligned} \text{นน.ฝุ่นฝ้ายที่เก็บมาได้} &= 0.25 - 0.01 &&= 0.24 \text{ มก.} \\ \text{ปริมาตรอากาศทั้งหมด} &= \text{อัตราการไหลของอากาศ} \times \text{จำนวนเวลาทั้งหมด} \\ &= 2 \text{ ลิตร/นาที} \times 120 \text{ นาที} \\ &= 240 \text{ ลิตร} = 0.24 \text{ ลบ.ม.} \\ \text{ค่าความเข้มข้นของฝุ่นฝ้าย} &= 0.24 / 0.24 &&= 1.00 \text{ มก./ลบ.ม.} \end{aligned}$$

7.4.การวิเคราะห์โดยวิธีการทางเคมีในห้องปฏิบัติการ ต้องทราบข้อกำหนดตามมาตรฐานของสารเคมีแต่ละชนิดก่อนว่ากำหนดให้ใช้เครื่องมือชนิดใดในการวิเคราะห์ วิธีมาตรฐาน ปริมาตรน้อยที่สุดที่เครื่องมือจะวัดพบได้ ตัวรับกวนในการวิเคราะห์

8 ข้อควรปฏิบัติในการวิเคราะห์มลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคโดยวิธีการทางเคมีมี

- 1.บุคคลากรที่ดำเนินการต้องผ่านการอบรมมาเป็นอย่างดี
- 2.เครื่องมือและวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างต้องเป็นวิธีมาตรฐานหรือเป็นวิธีแนะนำที่กำหนดไว้
- 3.มีการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการของหน่วยงานนั้นกับหน่วยงานภายนอก
- 4.ระบบตัวรับกวนการวิเคราะห์ให้ทางห้องปฏิบัติการทราบก่อนทำการวิเคราะห์

9 การแปลผลการวิเคราะห์

ต้องดูว่าค่ามาตรฐานกำหนดเป็นหน่วยอะไร เช่น เพดานสูงสุด ceiling standard , ค่าเฉลี่ยตลอดเวลาทำงาน 8 ชม. 8-hr TWA (8-hr Time Weight Average Standard) นำผลที่ได้เปรียบเทียบกับมาตรฐาน