

Summary Industrial Hygiene

หน่วยที่ 10 : การตรวจวัดขนาดของอนุภาคที่เป็นมลพิษทางอากาศ

1 ขนาดของฝุ่น

- ฝุ่น มีขนาด 0.001 - 1.0 ไมครอน
- มิสต์ มีขนาด 0.01 - 10.0 ไมครอน
- ฟุ้ง มีขนาด 1.0 ไมครอน ขึ้นไปจนถึงหลายร้อยไมครอน

2 สมบัติของอนุภาคที่แขวนลอยในอากาศประกอบด้วย

กลุ่มอนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในอากาศทั้งในรูปของแข็งหรือของเหลวเรียกว่าเป็น ระบบแอโรดิสเพอร์ส aerodisperse system หรือ แอโรซอล aerosol เกิดได้ใน 2 ลักษณะคือ

- เกิดจากการแตกกระจาย dispersion เช่น มิสต์ หรือจากการควบแน่น condensation เช่น ฟุ้ง หมอก

1.พลศาสตร์ของอนุภาค particle dynamic ถูกแรงกระทำรอบด้านทำให้เคลื่อนไหวตลอดเวลา เกิดการฟุ้งกระจาย ลอยตัว ตกกลับสู่พื้น เช่น จากแรงดึงดูดโลก แรงเสียดทานของอนุภาคกับอากาศ แรงจากประจุไฟฟ้า แรงกระแทกของโมเลกุลของอากาศ แรงจากการขยายตัวของอากาศเนื่องจากความร้อน แรงสั่นสะเทือนจากคลื่นเสียง แรงจากปฏิกิริยาดีฟฟิวชัน

2.สมบัติของอนุภาคที่มีผลต่อการอยู่ตัวของแอโรซอล

- สมบัติทางไฟฟ้าของอนุภาค
- สมบัติทางฟิสิกส์ของอนุภาค ซึ่งจะทำให้อนุภาคตกสู่พื้น การจับตัวกัน การระเหย การกลั่นตัว มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะหรือขนาดจากเดิม

3.สมบัติด้านแสงของอนุภาค ทำให้เกิดการกระจายแสงที่ส่องมากระทบได้ขึ้นกับดัชนีการหักเหแสงของอนุภาคขนาด และมุมกระทบของแสง ทำให้บดบังทัศนวิสัยเมื่อมีอนุภาคปริมาณมากในอากาศ

3 ขนาดอนุภาคที่พบในปอด

- ร้อยละ 50 มีขนาด 0.5 ไมครอน
- ร้อยละประมาณอีก 50 มีขนาด 0.5 - 5 ไมครอน

4 พฤติกรรมของอนุภาค

อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 20 ไมครอนจะเข้าถึงหลอดลมเล็กๆได้ อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนจะเข้าไปถึงถุงลมเล็กๆในปอดและตกค้างในปอดด้วยแรงโน้มถ่วงโลก อนุภาคที่มีขนาด 0.1 - 0.5 ไมครอนเข้าไปในปอดและจะออกมาพร้อมกับลมหายใจเนื่องจากความเร็วปลายมีน้อย อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมครอนจะสะสมในปอดด้วยปฏิกิริยาดีฟฟิวชัน

5 การแบ่งขนาดอนุภาค จะสนใจอนุภาคที่เป็นฝุ่น ส่วนเส้นใยใช้หลักเกณฑ์เดียวกันแต่วัดที่เส้นผ่านศูนย์กลางของใย

- 1.respirable dusts คือฝุ่นขนาด 10 ไมครอนลงไป
- 2.non-respirable dusts คือฝุ่นขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน
- 3.total dust คือฝุ่น respirable dusts และ non-respirable dusts

6 การกำหนดขนาดอนุภาคมีลักษณะและวิธี

- มี 2 ลักษณะ คือ

1.การกำหนดขนาดอนุภาคโดยวิธีการทางเรขาคณิต

- 1.1.Martin 's Diameter โดยลากเส้นอ้างอิง
- 1.2.Feret 's Diameter โดยลากเส้นอ้างอิง
- 1.3.Projected Area Diameter โดยเปรียบเทียบกับวงกลมอ้างอิงทำให้ได้ผลใกล้เคียงกับความเป็นจริง

2.การกำหนดขนาดอนุภาคโดยวิธีการทางอากาศพลศาสตร์

- 2.1.Stokes Diameter
- 2.2.Aerodynamic Equivalent Diameter

7 วัตถุประสงค์ในการใช้วิธีการทางสถิติในการวัดขนาดอนุภาคคือ

- เพื่อให้สามารถบอกลักษณะการกระจายของกลุ่มอนุภาค ซึ่งมีจำนวนมากและขนาดต่างๆกันได้

เนื่องจากอนุภาคมลพิษในอากาศมีลักษณะเป็นแอโรซอลคือเป็นระบบที่มีอนุภาคจำนวนมากแขวนตัวลอยอยู่ในอากาศ และแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ 1.แบบอนุภาคใกล้เคียงกัน monodisperse aerosol และ2.แบบอนุภาคขนาดแตกต่างกัน polydisperse aerosol

8 ลักษณะการกระจายของอนุภาคมักเป็นแบบการกระจายไม่ปกติ นั่นคือมีการกระจายแบบที่เรียกว่า แบบลอก-ปกติ

การใช้เทคนิคการวิเคราะห์การกระจายของขนาดอนุภาค ประกอบด้วย การสร้างกราฟ และ วิธีการวิเคราะห์

9 ตารางแจกแจงความถี่ของมวลของขนาดอนุภาคตามขนาดอนุภาค มีประโยชน์อย่างไร

- 1.สามารถทำนายปริมาณ(เชิงมวล)ของอนุภาคที่เข้าปอด
- 2.สามารถทำนายน้ำหนักของอนุภาคที่ถูกเก็บโดยกระดาดหรืออุปกรณ์เก็บอนุภาคอื่นๆ

10 ตารางแจกแจงความถี่ของพื้นที่ผิวอนุภาคตามขนาดอนุภาค มีประโยชน์อย่างไร

- 1.สามารถคาดคะเนพฤติกรรมของการกระจายแสงของอนุภาค
- 2.การดูดซับที่ผิวอนุภาค
- 3.ปฏิกิริยาของอนุภาคที่ไม่ละลายน้ำต่อเนื้อเยื่อ

11 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดขนาดอนุภาคมลพิษทางอากาศโดยการใช้องค์จลทรรศน์

- 1.ส่วนประกอบกล้องมี 5 ส่วนคือ แหล่งกำเนิดแสง เลนส์รวมแสง แทนสำหรับวางตัวอย่าง เลนส์วัตถุ และเลนส์ตา
- 2.ที่ใส่ตัวอย่างที่จะทำการตรวจวัดขนาดอนุภาค อาจเป็นช่องเซลล์สำหรับใส่สารละลายหรือเป็นกระจกสำหรับการ

เก็บด้วยกระดาษกรอง

3. เครื่องวัดขนาดที่เลนส์ตา (porton graticule เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีช่องเปรียบเทียบขนาดอนุภาคกับสเกล)

4. stage micrometer เป็นอุปกรณ์สำหรับปรับความถูกต้องของขนาดเครื่องวัดที่เลนส์ตา มี 100 ช่องๆละ 10 ไมครอน

12 - ปกติสายตาคงมองเห็นขนาดวัตถุที่มีขนาดเท่ากับ 100 ไมครอน

- ปกติจะใช้เลนส์วัตถุที่มีกำลังขยาย 40-60 เท่า และเลนส์ที่ตาที่มีกำลังขยาย 10-12 เท่า หรือกำลังขยายรวมของทั้งสองเลนส์รวมกันประมาณ 500 เท่า

13 **หลักการและขั้นตอนการวัดขนาดอนุภาคมลพิษทางอากาศโดยใช้กล้องจุลทรรศน์**

1. หลักการ

- จำนวนอนุภาคที่จะทำการตรวจนับจะต้องไม่น้อยกว่า 200 อนุภาค วัดในพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าไม่น้อยกว่า 5 รูปของ porton graticule ภายใน 10 นาที และเทียบขนาดดวงกับเส้นตาราง

- ขนาดอนุภาคต้องไม่เกิน 10 ไมครอน

- การกระจายตัวของอนุภาค

- ลักษณะรูปร่างของอนุภาค

2. ขั้นตอน

- วัดขนาดของวงกลมตามแนวบนและแนวล่างของ porton graticule

- วัดขนาดอนุภาคโดยเปรียบเทียบกับขนาดของวงกลมในข้อ 1

13 **การวัดขนาดอนุภาคโดยใช้อิเล็กทรอนิกส์ไมโครสโคป**

อิเล็กทรอนิกส์ไมโครสโคปหรือกล้องจุลทรรศน์อิเล็กทรอนิกส์ สามารถส่องขยายวัตถุเล็กที่สุดที่มีขนาด 10 อังสตรอมได้ แต่มีข้อเสียคือ อาจเกิดการลำเอียง bias จากการเตรียมตัวอย่างได้เนื่องจากพื้นที่ที่สองกล้องดูเล็กมาก และใช้วิเคราะห์วัตถุที่แห้งและไม่ระเหยเท่านั้น

14 **การวัดขนาดอนุภาคโดยเครื่องมือประเภทใช้แรงกระทบ**

ให้กระแสอากาศที่มีอนุภาคแขวนลอยไหลเข้าเครื่องมือด้วยความเร็วสูงผ่านออร์ฟิซขนาดต่างๆและกระทบกับสิ่งกีดขวางแต่ละชั้น เกิดการเปลี่ยนทิศทาง อนุภาคขนาดใหญ่จะถูกจับที่แผ่นกั้นแผ่นแรก อนุภาคที่เล็กกว่าจะถูกจับที่แผ่นถัดไป อนุภาคที่เล็กที่สุดจะไม่ถูกจับโดยแผ่นกั้นแต่จะใช้กระดาษกรอง

15 **การวัดขนาดอนุภาคโดยเครื่องมือประเภทใช้แรงเหวี่ยง**

อากาศถูกดูดเข้าเครื่องมือโดยทำมุม 45 องศาที่บริเวณกว้างสุดของกรวย อนุภาคขนาดเล็กจะสะสมที่กระดาษกรองที่ด้านบนของเครื่องมือ

16 **การวัดขนาดอนุภาคโดยเครื่องมือที่ใช้แสง**

ใช้หลักการหักเหแสงจากการขวางกั้นของอนุภาคในอากาศ ไม่นิยมใช้เนื่องจากมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องซับซ้อนหลายประการ

17 **การวัดขนาดอนุภาคโดยเครื่องมือที่ใช้ประจุไฟฟ้า**

ใช้หลักการความเหมือนกันและความต่างกันของประจุ ในการดูดหรือผลัก เครื่องมือมีความซับซ้อน ราคาแพง ไม่สามารถใช้ในภาคสนามได้