

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 5

หัวข้อเนื้อหาประจำบท

1. บทนำ
2. นิยามและความหมาย
3. ประเภทของมลพิษทางอากาศ
4. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศ
5. การประเมินและการเก็บตัวอย่างอากาศ
6. กลวิธีในการเก็บตัวอย่างอากาศ
7. วิธีการควบคุมอันตรายต่อสุขภาพจากสิ่งคุกคามทางเคมี
8. บทสรุป
9. คำถามทบทวน
10. เอกสารอ้างอิง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักศึกษาสามารถบอกความสำคัญในการติดตามตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านตัวอย่างอากาศได้
2. นักศึกษาสามารถอธิบายกลยุทธ์ วิธีการวัดตัวอย่างอากาศได้
3. นักศึกษามีความตระหนักถึงผลกระทบต่อสุขภาพเกี่ยวกับตัวอย่างอากาศได้
4. นักศึกษามีเจตคติและค่านิยมที่ดีต่อสิ่งแวดล้อม ความตั้งใจจริงมุ่งมั่นที่จะควบคุม แก้ไข ส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้คงสภาพดี รวมถึงเสนอแนวทางการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศ

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอนประจำบท

1. ทำแบบประเมินผลตนเองก่อนเรียน
2. บรรยายโดยใช้สไลด์ประกอบการสอน เอกสารประกอบการสอน หรือแหล่งข้อมูลอื่นๆ เพิ่มเติม
3. ร่วมอภิปราย แสดงความคิดเห็น ชักถาม หรือตอบคำถามประเด็นสงสัย
4. ศึกษาค้นคว้าเนื้อหาจากแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง
5. ทำแบบประเมินผลตนเองหลังเรียน
6. ทำคำถามทบทวนประจำบทเรียน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. เอกสารประกอบการสอน
2. หนังสือ ตำรา วารสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. สื่อวีดิทัศน์เพิ่มเติมจากเนื้อหา เพื่อเข้าใจถึงเนื้อหามากยิ่งขึ้น
4. แบบประเมินผลตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน
5. คำถามทบทวนประจำบทเรียน

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตการเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน
2. ทดสอบย่อยและทำคำถามทบทวนประจำบทเรียน
3. การเข้าชั้นเรียนตรงเวลา และเข้าเรียนเป็นประจำ

บทที่ 5

การติดตามตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อม

เรื่อง ตัวอย่างมลพิษทางอากาศ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการติดตามตรวจสอบและวิเคราะห์ตัวอย่างมลพิษทางอากาศ ซึ่งเนื้อหาจะเกี่ยวข้องกับนิยามและความหมาย ประเภทของมลพิษทางอากาศ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศ การประเมินและการเก็บตัวอย่างอากาศ กลวิธีในการเก็บตัวอย่างอากาศ วิธีการควบคุมอันตรายต่อสุขภาพจากสิ่งคุกคามทางเคมี เพื่อให้นักศึกษานำไปใช้ประโยชน์และเป็นแนวทางการปฏิบัติงานในการจัดการมลพิษทางอากาศ

4.1 บทนำ

ในบทนี้ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดเก็บตัวอย่างอากาศและอธิบายหลักการเกี่ยวกับเครื่องดูดอากาศและอุปกรณ์วัดอัตราการไหลของอากาศ ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของชุดเก็บตัวอย่างอากาศแล้วอีกองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญคือ อุปกรณ์ดักเก็บตัวอย่างอากาศ (Sampler หรือ Collectors) แบ่งเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะและสถานะของสารปนเปื้อนที่แขวนลอยในอากาศ คือ อุปกรณ์ดักเก็บตัวอย่างก๊าซและไอระเหย (Gases and Vapor) และอุปกรณ์ดักเก็บตัวอย่างอนุภาค (Particulate Matter) ซึ่งรวมทั้งอนุภาคของแข็ง (ฝุ่น ฟูม ควัน) และอนุภาคของเหลว(ละออง)

อนุภาคขนาดเล็กเมื่อหลุดออกจากแหล่งกำเนิดสามารถแขวนลอยในอากาศได้เป็นเวลานานๆเรียกว่า “อนุภาคแขวนลอย” (Aerosol) อย่างไรก็ตาม อนุภาคในสิ่งแวดล้อมการทำงานมีหลายขนาดและที่อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพคือ อนุภาคที่มนุษย์สามารถสูดหายใจเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Inhalable Dust) เมื่อเข้าสู่ทางเดินหายใจอนุภาคอาจตกค้างหรือสะสมที่ช่วงใดช่วงหนึ่งของทางเดินหายใจ เช่น โพรงจมูก ถึงคอหอย (Head Airways Region) ช่วงหลอดลมถึงชั่วปอด (Tracheobronchial Region) หรือบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซ (Gas-Exchange Region) ซึ่งได้แก่แขนงปอดและปอด ทั้งนี้ขึ้นกับขนาดของอนุภาค ขณะที่การก่อผลกระทบหรือการก่อโรคนั้น นอกจากขึ้นกับอันตรายของสารแต่ละชนิดแล้วยังขึ้นกับปัจจัยอื่น ๆ เช่น สมบัติการละลายในน้ำ ขนาดของอนุภาค ทางเข้าสู่ร่างกายและอวัยวะเป้าหมายซึ่งอาจเป็นอวัยวะที่สัมผัสกับสารนั้นหรือเป็นอวัยวะอื่นซึ่งอยู่ห่างไกลจากบริเวณที่สัมผัสสาร สิ่งเหล่านี้จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาเลือกอุปกรณ์ดักเก็บตัวอย่างอากาศ (วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์, 2557)

5.2 นิยามและความหมาย

5.2.1 ภาวะมลพิษอากาศ (Air Pollution)

ภาวะที่มีสารที่ไม่พึงประสงค์ในอากาศ มลพิษอากาศหรือสารที่ไม่พึงประสงค์ในที่นี้ หมายถึง สารที่มีความเข้มข้นสูง เป็นระยะเวลาสั้นเพียงพอ และภายใต้สภาวะที่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อความสะดวกสบาย สุขภาพอนามัย หรือสวัสดิการของบุคคล หรือส่งผลต่อการใช้ประโยชน์และความบันเทิงต่อทรัพย์สิน

5.2.2 อนุภาค (Particle)

มวลที่มีขนาดเล็กชิ้นหนึ่งของของแข็งหรือของเหลว

5.2.3 ฝุ่นละออง (Dust)

คำทั่วไปที่ใช้กับอนุภาคของแข็ง ซึ่งส่วนมากใหญ่กว่าคอลลอยด์และสามารถแขวนลอยในอากาศหรือก๊าซได้ชั่วคราว ฝุ่นละอองมักจะไม่วัดด้วยกวั่นภายใต้แรงไฟฟ้าสถิต ฝุ่นไม่แพร่แต่ตกลงภายใต้อิทธิพลของแรงโน้มถ่วง

5.2.4 เถ้าลอย (Fly Ash)

อนุภาคขนาดเล็กมากของขี้เถ้า ที่แขวนลอยอยู่ในไอเสียที่มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง อนุภาคขี้เถ้าอาจประกอบด้วยเชื้อเพลิงที่ยังเผาไหม้ไม่หมด

5.2.5 ฟูม (Fume)

อนุภาคของแข็งซึ่งเกิดจากการควบแน่นจากก๊าซโดยทั่วไปหลังจากการกลายเป็นไอของสารที่หลอมตัวและมักประกอบด้วยปฏิกิริยาเคมี เช่น การออกซิไดซ์ ฟูมจะรวมตัว และบางครั้งเป็นเม็ดใหญ่ขึ้น มีขนาดเล็กมาก ๆ โดยทั่วไปจะมีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 1.0 ไมครอน เกิดจากการควบแน่นของไอโลหะ เมื่อโลหะได้รับความร้อนจนหลอมเหลว เช่น ฟูมของตะกั่ว ฟูมของเหล็ก ฟูมของสังกะสี ฯลฯ (ฟูมของสังกะสีมีขนาดของอนุภาคประมาณ 0.005-0.4 ไมครอน)

5.2.6 ก๊าซ (Gas)

ของไหล (fluid) ไม่มีรูปร่างที่แน่นอนขึ้นกับภาชนะที่ใช้บรรจุ สามารถเปลี่ยนเป็นของเหลวหรือเป็นของแข็งได้ โดยการเปลี่ยนอุณหภูมิและ/หรือเปลี่ยนความกดดัน เช่น ก๊าซหุงต้มตามบ้านเรือนเมื่อบรรจุลงในถังที่มีความกดดันสูงๆ จะกลายเป็นของเหลว เมื่อเราปล่อยออกมาสู่บรรยากาศ ของเหลวในถังก็จะกลายเป็นก๊าซ ตัวอย่างของก๊าซมากมาย เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน คลอรีน ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นต้น

5.2.7 ละออง (Mist)

อนุภาคของเหลวที่มี >40 ไมครอนที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ เกิดจากการที่ของเหลว เมื่อได้รับแรงกดดัน จนเกิดการแตกตัวเป็นอนุภาค เช่น ในการพ่นสารฆ่าแมลง ซึ่งจะใช้ปั๊มหรือกระบอกฉีดทำให้ของเหลวแตกตัวแล้วกลายเป็นละอองเล็กๆ หรือในบางครั้งละอองเล็กๆ นี้ อาจเกิดจากการควบแน่นของไอหรือของก๊าซให้กลายเป็นของเหลวที่เป็นละอองเล็กๆ ก็ได้ เช่น ละอองที่เกิดจากไอของกรดกำมะถัน

5.2.8 ควีน (Smoke)

อนุภาคเล็กละเอียดที่ลอยอยู่ในอากาศซึ่งโดยทั่วไปจะมีขนาดเล็กกว่าหนึ่งไมครอน ส่วนประกอบทางเคมีของควีนนั้นค่อนข้างจะซับซ้อน ปกติควีนจะเป็นผลที่เกิดจากการ เผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของวัตถุที่มีธาตุที่มีธาตุคาร์บอนเป็นส่วนประกอบ เช่น ถ่านหิน และน้ำมัน เป็นต้น

5.2.9 เหม่า (Soot)

การรวมตัวกันของอนุภาคคาร์บอนที่มียาง เกิดขึ้นจากการสันดาบไม่สมบูรณ์ ของสารประกอบคาร์บอน

5.2.10 ไอรระเหย (Vapor)

เป็นภาวะที่เป็นก๊าซของสารที่เป็นของเหลวหรือของแข็งที่อุณหภูมิ และความกดดันปกติ เช่น ไอสารของลูกเหม็น เบนซิน เป็นต้น ไอสารเหล่านี้สามารถจะเปลี่ยนรูปกลับเป็นของ เหลวหรือของแข็งตามสภาวะเดิมได้ โดยการเพิ่มความกดดัน หรือลดอุณหภูมิลง

5.2.11 หมอกควัน (Smog)

คำที่มาจากหมอกและควันใช้กับบรรยากาศที่ถูกปนเปื้อนอย่างรุนแรงโดยละอองไอ ซึ่งเกิดขึ้นบางส่วนจากกระบวนการธรรมชาติ และบางส่วนจากกิจกรรมของมนุษย์ ปัจจุบันบางครั้งใช้ทั่วไปกับการปนเปื้อนของอากาศใด ๆ

5.2.12 หมอก (Fog)

คำทั่วไปที่ใช้กับละอองไอน้ำที่มองเห็นได้ ซึ่งสารที่กระจายเป็นของเหลวและมักหมายถึงการก่อตัวจากการควบแน่น

5.3 ประเภทของมลพิษทางอากาศ

มลพิษทางอากาศอาจแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. อนุภาค (Particulates) หมายถึง สารทุกชนิดไม่ว่าจะอยู่ในรูปของแข็ง หรือของเหลวที่สามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้ในระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง และอาจเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจคนได้ อนุภาคของแข็ง เช่น ฝุ่น ฝุม ควัน ขี้เถ้า เส้นใย อนุภาคของเหลวได้แก่ ละออง (Mist) และ หมอก (Fog)
2. ก๊าซ และไอ ซึ่งก๊าซ หมายถึง สภาวะของของไหลที่รับรู้ทรงของสารเคมีที่อาจเปลี่ยนแปลงไปสู่สภาวะของเหลว หรือของแข็ง โดยผลร่วมกันระหว่างการเพิ่มความดันและการลดอุณหภูมิ และ ไอ หมายถึง สภาวะการเป็นก๊าซของสารซึ่งโดยปกติแล้ว ภายในอุณหภูมิห้องและความดันปกติจะอยู่ในสภาวะของแข็งหรือของเหลว ไอนั้นจะทำให้เปลี่ยนแปลงกับไปเป็นสภาวะของแข็ง หรือของเหลวได้โดยการเพิ่มความดัน หรือลดอุณหภูมิ

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศ

การเก็บตัวอย่างอากาศ ต้องพิจารณาถึงประเภทของมลพิษทางอากาศ ชนิดของสารปนเปื้อนที่แขวนลอยในอากาศ ดังนั้นในที่นี้จึงแบ่งการเก็บตัวอย่างอากาศออกเป็น 2 ประเภท คือ การเก็บตัวอย่างอากาศสำหรับสารปนเปื้อนที่เป็นอนุภาคและการเก็บตัวอย่างอากาศสำหรับสารปนเปื้อนที่เป็นไอระเหยและก๊าซ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการเลือกเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อการวิเคราะห์หาปริมาณของมลพิษนั้นๆ ปัจจุบันเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างมีมากมายหลายประเภท แต่ละประเภทก็ได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการใช้งาน สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

5.4.1. เครื่องมือชนิดที่อ่านค่าโดยตรง (Direct Reading Instruments)

เครื่องมือที่รวมเอาการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ไว้ในเครื่องมือชิ้นๆ สามารถแสดงผลการตรวจวัดในเชิงปริมาณได้ทันทีที่ทำการตรวจวัดโดยแสดงที่หน้าปัด เครื่องบันทึก หรือแสดงผลที่ตัวกลางที่เกี่ยวข้องกับการเก็บตัวอย่างอากาศ เช่น หลอดตรวจวัด ฯลฯ เครื่องมือประเภทนี้มีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

● ข้อดี

- สามารถประมาณค่าความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศได้ทันที
- บางชนิดสามารถบันทึกความเข้มข้นมลพิษทางอากาศได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา
- ลดปัญหาขั้นตอนและเวลาในการทำงาน
- ลดปัญหาข้อผิดพลาดที่เกิดจากการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่าง
- ลดปัญหาการใช้เครื่องมือไม่ถูกต้องจากบุคคลที่ไม่ได้รับการฝึก
- เครื่องมือบางชนิดถูกออกแบบมาให้มีระบบเตือนภัยโดยสามารถแสดงออกในรูปแบบของแสง หรือเสียง ทั้งนี้เพื่อเตือนผู้ปฏิบัติงานให้ทราบถึงสภาวะที่เป็นอันตราย

- ข้อจำกัด

- ราคาแพง

- อาจต้องทำการตรวจปรับความถูกต้องบ่อย ดังนั้นการขาดเครื่องมือตรวจปรับความถูกต้องจึงเป็นปัญหาต่อการใช้เครื่องมือประเภทนี้มาก

เครื่องมือที่อ่านผลการตรวจวัดทางหน้าปัด ที่นิยมใช้ได้แก่

1. เครื่องมือที่อาศัยหลักการกระจายของแสง (Light scattering) สำหรับการเก็บและวิเคราะห์หอนุภาคในอากาศ เช่น เครื่องมือที่ตรวจวัดปริมาณฝุ่นที่เข้าถึงถุงลมปอดชนิดที่อ่านค่าได้ทันที (ภาพที่ 5.1)



ภาพที่ 5.1 เครื่องวัดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ
ที่มา: (บริษัท นิโอเนิกส์ จำกัด, 2563)

2. เครื่องมือที่อาศัยหลักการแตกตัวเป็นไอออน (Ionization) สำหรับการตรวจวัดก๊าซและไอ เช่น เครื่องวัด VOC

3. เครื่องมือที่อาศัยหลักการวัดความเข้มข้นของแสง (Photometry) สำหรับการตรวจวัดก๊าซและไอ เช่น เครื่อง Miran vapor analyzer (ภาพที่ 5.2)



ภาพที่ 5.2 Miran vapor analyzer
ที่มา: (PICO , 2563)

4. เครื่องมือที่อาศัยหลักการแยกชั้นของก๊าซโดยการซึมผ่านวัสดุดูดซับ (Gas chromatography) เช่น Portable GC

เครื่องมือที่อ่านค่าโดยตรงที่แสดงผลตัวกลาง

เครื่องมือที่อ่านค่าโดยตรงที่แสดงผลตัวกลาง ที่นิยมใช้ได้แก่ หลอดตรวจวัด (Detector tube) (ภาพที่ 5.3) จะต้องใช้กับเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศร่วมด้วย เป็นชนิด Squeeze bulb หรือ Hand piston pump หรือ Peristaltic pump เป็นต้น ภายในหลอดตรวจวัดบรรจุสาร Silica gel , Activated alumina , Silica sand, Silica glass อย่างใดอย่างหนึ่ง สารเหล่านี้ถูกดูดซับด้วยสารเคมีที่จะทำปฏิกิริยาเฉพาะเจาะจงกับมลพิษที่ต้องการเก็บตัวอย่างอากาศ ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีอย่างรวดเร็วและชัดเจน ทำให้ทราบปริมาณความเข้มข้นของมลพิษได้เมื่อต้องการใช้หลอดตรวจวัดให้ตัดปลายทั้งสองออก ปลายด้านหนึ่งของหลอดต่อกับช่องอากาศเข้าของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดที่กล่าวมาแล้ว ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งของหลอดตรวจวัดเป็นช่องให้อากาศเข้า

ข้อควรระวังในการใช้หลอดตรวจวัด ซึ่งสามารถทำให้เกิดค่าที่ผิดพลาดได้คือ

- Pump stroke
- การสวมหลอดตรวจวัดเข้ากับเครื่องมือไม่ถูกต้อง
- การใช้ในที่ที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง
- การสวมหลอดตรวจวัดเข้ากับเครื่อง ถ้าไม่แน่นจะทำให้อากาศรั่วไหลออกภายนอก
- สารเคมีในหลอดตรวจวัดวันหมดอายุ



ภาพที่ 5.3 Detector tube

ที่มา: (PICO , 2563)

5.4.2. เครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศผ่านอุปกรณ์ที่เป็นตัวกลางในการเก็บและวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

โดยทั่วไปจะอาศัยหลักการแทนที่อากาศ เช่น Personal Air sampler pump หรือ High Volume Pump ซึ่งชุดเครื่องมือดังกล่าวประกอบด้วย

1. เครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศ ได้แก่

- ทางเข้าของอากาศ (Air Inlet)
- อุปกรณ์ควบคุมการไหลของอากาศ (Air Flow Controller) เป็นส่วนที่ควบคุมอัตราการไหลของอากาศผ่านเครื่อง
- มาตรวัดอัตราการไหลของอากาศ (Air Flow Meter) เป็นส่วนที่วัดอัตราการไหลของอากาศทำให้ทราบว่าขณะที่เก็บตัวอย่างอากาศนั้นอัตราการไหลของอากาศเท่าใด เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาตรอากาศที่ผ่านเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ มาตรวัดนี้จะต้องคงที่ตลอดเวลาที่เก็บตัวอย่างอากาศ
- เครื่องดูดอากาศ (Air Mover) เป็นอุปกรณ์ที่ดูดอากาศให้ไหลผ่านอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศ

- ทางอากาศออก (Air Outlet)
- สวิทช์ควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องมือ

2. อุปกรณ์สะสม (Collection Devices)

1. อุปกรณ์สะสมอนุภาค ได้แก่ กระจดาษกรอง ซึ่งมีโครงสร้างที่เป็นรูพรุน มีรูปร่างภายนอกที่สามารถวัดได้ คือความหนาและพื้นที่หน้าตัดที่อากาศไหลผ่าน กระจดาษกรองมีหลายชนิดและสิ่งที่แตกต่างกันของกระจดาษกรอง คือโครงสร้างภายในโดยกระจดาษกรองจะถูกบรรจุไว้ในถาดยึดกระจดาษกรอง (Cassette Filter Holder) โดยมีแผ่นรองกระจดาษกรอง (Support Pad หรือ Back Up Filter) รองรับอยู่อาจใช้ร่วมกับ Cyclone ก็ได้ (ภาพที่ 5.4) หลักการทำงานของอุปกรณ์สะสมอนุภาคอาศัยหลักการกรอง หลักแรงดึงดูดของโลก และหลักแรงสู่ศูนย์กลาง



ภาพที่ 5.4 Filters & Cassettes
ที่มา: (SKC , 2558a)

ตัลบายัดกระดาศกรองอาจเป็นชนิด 2 ชั้น หรือ 3 ชั้น ประกอบด้วยส่วนที่ให้อากาศเข้าและออก อากาศจะถูกดูดโดยเครื่องดูดอากาศผ่านตัลบายัดกระดาศกรองส่วนที่ให้อากาศเข้า อากาศที่มีมลพิษก็จะติดอยู่ บนแผ่นกระดาศกรองที่อยู่ภายใน ซึ่งเมื่อนาไปวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการจะทำให้ทราบปริมาณสารพิษใน อากาศได้ กระดาศกรองที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมีหลายชนิด คือ

1.1 กระดาศกรองชนิดเซลลูโลส (Cellulose Filter Paper) ทำจากเยื่อเซลลูโลส คุณสมบัติของกระดาศกรองชนิดนี้มีส่วนประกอบของซีเมนต์ชั้นต่ำ ไม่ฉีกขาดง่าย ดูดซับความชื้น มีความต้านทานต่อการไหลของอากาศสูงและมีราคาแพง

1.2 กระดาศกรองชนิดใยแก้ว (Glass Fiber Filter) ทำจากใยแก้วละเอียด คุณสมบัติของกระดาศกรองชนิดนี้คือ ไม่ดูดความชื้น ทนต่อความร้อน ไม่ทำปฏิกิริยากับมลพิษที่เก็บ มีความต้านทานต่อการไหลของอากาศต่ำ กระดาศกรองชนิดนี้มีส่วนประกอบของซิลิกาอยู่ด้วย ดังนั้นในการเก็บ ตัวอย่างอากาศ ถ้าต้องการวิเคราะห์หาซิลิกา ก็ไม่ควรใช้กระดาศกรองชนิดนี้เพราะจะทำให้ผลการวิเคราะห์ ผิดพลาดได้

1.3 กระดาศกรองชนิดพลาสติก (Plastic Fiber Filter) ทำจากใย Ultra Fine หรือ Perchlorvinyl มีคุณสมบัติเหมือน Glass Fiber Filter มีประสิทธิภาพในการเก็บสูงและต้านทานต่อการไหล ของอากาศค่อนข้างต่ำ ละลายน้ำได้ดีในตัวทาละลายบางชนิด ดังนั้นจึงง่ายต่อการวิเคราะห์ ข้อเสียคือ มีความ ยืดหยุ่นต่ำ ฉีกขาดง่าย ประสิทธิภาพการเก็บจะลดลงเมื่ออากาศมีละอองของเหลว (Liquid Droplets) ปนอยู่

1.4 กระดาศกรองชนิดเมมเบรน (Membrane Filter) ทำจากเรซิน (Resin) ได้แก่ เซลลูโลสเอสเทอร์ (Cellulose Ester) โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride) อะคริไโนไนไตรล์ (Acrylonitrile) กระดาศกรองชนิดนี้มีขนาด Pore Size น้อยมาก ดังนั้นสามารถเก็บอนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก ถึง 0.001 ไมครอน มีความต้านทานต่อต่างและกรดที่เจือจาง สารละลายอินทรีย์บางชนิด ละลายได้ดีในอะซี โทไนคลอโรฟอร์ม มีคุณสมบัติในการเก็บมลพิษได้ดี ไม่ดูดซับความชื้น มีข้อเสียคือเปราะ ฉีกง่าย ความต้านทานต่อการไหลอากาศสูง

1.5 กระดาศกรองชนิดซิลเวอร์เมมเบรน (Silver Membrane Filter) เป็นกระดาศ กรองที่ทำมาจากเรซิน แต่มีส่วนผสมของแร่เงิน เหมาะสำหรับการเก็บตัวอย่างคอทซ์

1.6 กระดาศกรองชนิด นิวคลีพอร์ (Nuclepore Filter) มีลักษณะเหมือน กระดาศ กรองชนิดเมมเบรน แต่โครงสร้างแตกต่างกันคือ ใส มีรู Pore size สม่ำเสมอ ความต้านทานต่อการไหล อากาศสูงไม่เปราะฉีกง่าย

เกณฑ์ในการเลือกกระดาศกรอง

มีกระดาศกรองหลายชนิดที่กล่าวมาแล้วและแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะตัว นักสุขศาสตร์ จึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมสำหรับอนุภาคของสารปนเปื้อนแต่ละชนิด ปัจจัยทั่วไปที่ต้องพิจารณาในการเลือก กระดาศกรอง ได้แก่

- ราคา
- สามารถหาซื้อได้ง่าย
- มีประสิทธิภาพในการเก็บอนุภาคชนิดและขนาดที่ต้องการ เช่น อนุภาคกระดาศกรองมีขนาด ที่เหมาะสมสำหรับการเก็บอนุภาคในขนาดที่ต้องการ

- ข้อจำกัดสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่าง กระดาษกรองต้องไม่รบกวนหรือทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดไป เช่น หากต้องการเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อวิเคราะห์หาซิลิกา จะใช้กระดาษกรองชนิด Glass fiber ไม่ได้ เนื่องจากการกระดาษกรองชนิดนี้มีซิลิกาเป็นส่วนผสมด้วย

- ความคงทนของกระดาษกรองในสภาพแวดล้อมที่เก็บตัวอย่าง เช่น การเก็บตัวอย่างอากาศที่มีอุณหภูมิสูงมากๆ กระดาษกรองต้องสามารถทนความร้อนได้ดี

2. หลอดบรรจุของเหลว (Impingers) มีลักษณะเป็นแก้วทรงกระบอกภายในบรรจุของเหลว เช่น น้ำ หรือ สารเคมีอื่น ซึ่งทำหน้าที่จับมลพิษให้สะสมอยู่ในช่องของเหลวนั้น หลอดแก้วนี้ประกอบด้วยช่องสำหรับอากาศเข้าซึ่งเชื่อมต่อกับหลอดแก้วขนาดเล็ก มีปลายอีกข้างหนึ่งจุ่มอยู่ใต้ช่องของเหลวและช่องอากาศซึ่งต่อเชื่อมกับเครื่องดูดอากาศ มลพิษซึ่งปะปนอยู่ในอากาศนั้นจะถูกของเหลวจับไว้ อากาศส่วนที่เหลือก็จะถูกดูดผ่านเครื่องดูดอากาศออกไป ปลายของหลอดแก้วซึ่งจุ่มอยู่ใต้ช่องของเหลวมีหลายลักษณะ เพื่อความเหมาะสมของมลพิษที่ถูกเก็บ หลอดแก้วบรรจุของเหลวมีหลายแบบเช่น

2.1 Midget impingers (หลอดแก้วขนาดเล็ก) ส่วนปลายของหลอดแก้วถูกทำให้เรียวเล็กลงซึ่งเหมาะสำหรับการเก็บอนุภาค ก๊าซและไอระเหย (ภาพที่ 5.5)



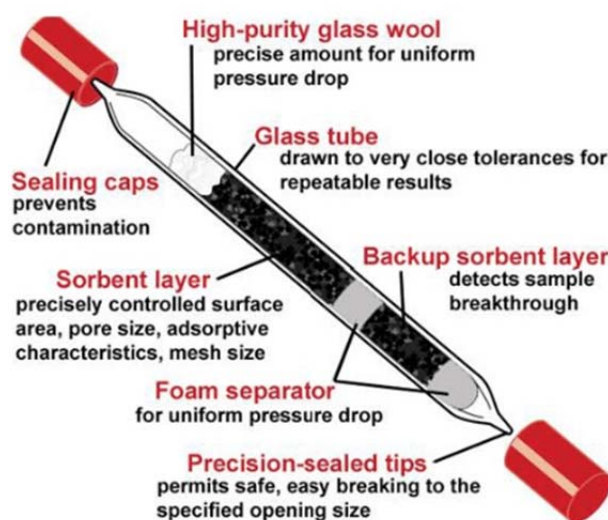
ภาพที่ 5.5 Midget impingers

ที่มา: (SKC , 2563)

2.2 Fritted Glass Bubbler มีลักษณะเป็นแก้วทรงกระบอก ส่วนปลายข้างหลอดแก้วมีลักษณะเป็นรูพรุนเพื่อให้อากาศที่ไหลผ่านช้าลง และเกิดฟองอากาศเล็กๆจำนวนมาก เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของอากาศ ซึ่งจะช่วยให้มลพิษในอากาศสามารถละลายในช่องของเหลวได้ดีขึ้น หลอดแก้วชนิดนี้เมื่อใช้ในการเก็บตัวอย่างมลพิษที่เป็นสารกัดกร่อนนานเข้า จะทำให้ประสิทธิภาพลดลง เพราะรูพรุนจะใหญ่ขึ้น ข้อเสียของหลอดแก้วชนิดนี้คือ ทนความสะอาดยาก

ทั้ง Midget Impingers และ Fritted Glass Bubbler เหมาะสมสำหรับก๊าซและไอระเหยโดยที่ก๊าซและไอระเหยจะทาปฏิกิริยากับสารละลายที่ใช้เก็บตัวอย่าง โดยผ่านกระบวนการที่เรียกว่า Chemical Absorption

3. หลอดบรรจุสารดูดซับ (Adsorption Tube) เป็นหลอดแก้วขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 มม. หรืออาจมีขนาดเล็กกว่า ปลายทั้งสองปิด ภายในหลอดแก้วจะมีสารดูดซับ (Adsorbents) ซึ่งเป็นของแข็งมีรูพรุน เช่น ผงถ่าน หรือซิลิกาเจล ซึ่งมีชื่อเรียกว่า Activated charcoal tube หรือ Silica gel tube (ภาพที่ 5.6)



ภาพที่ 5.6 Activated Charcoal Tube
ที่มา: (SKC , 2558b)

Activated Charcoal Tube เหมาะสำหรับการเก็บมลพิษที่มีจุดเดือด (Boiling point) สูงกว่า 0°C ประสิทธิภาพการดูดซับจะลดลงเมื่อมลพิษนั้นมีจุดเดือดต่ำลง เหมาะสำหรับดูดซับไอระเหยได้ดีกว่าซิลิกาเจล ส่วนซิลิกาเจลมีข้อจำกัดคือ ในบรรยากาศที่มีความชื้น ซิลิกาเจลจะดูดซับไอน้ำได้ดีกว่าไอระเหยของสารอินทรีย์ ดังนั้น ประสิทธิภาพในการดูดซับมลพิษจะลดลงเมื่ออากาศมีความชื้นสูง

เวลาใช้ให้ตัดปลายทั้งสองข้างออก โดยปลายข้างหนึ่งต่อเข้ากับเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งเป็นทางเข้าของอากาศ เมื่ออากาศซึ่งมีมลพิษปนอยู่ผ่านเข้าไปในหลอดแก้วนี้ สารที่บรรจุในหลอดแก้วจะดูดซับมลพิษไว้ ดังนั้นเมื่อเก็บตัวอย่างเสร็จแล้ว จะต้องนำหลอดแก้วนี้ส่งห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของมลพิษที่ต้องการทราบ

4. ถุงเก็บตัวอย่างอากาศ (Sampling Bag) ใช้สำหรับเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นก๊าซและไอ มีอยู่หลายขนาด ทำจากพลาสติกชนิดต่างๆ เช่น Mylar Teflon หรือ Scotch Park ลักษณะของถุงจะมีวาล์วหรือลิ้นปิดเปิด เพื่อเก็บตัวอย่างอากาศ หรือถ่ายตัวอย่างที่มีมลพิษสู่เครื่องวิเคราะห์ผล



ภาพที่ 5.7 Sampling Bag
ที่มา: (AMAZON, 2563)

3. เครื่องมือตรวจปรับความถูกต้องของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ (Pump Calibrator)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจปรับความถูกต้องของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ สามารถแบ่งได้ดังนี้

- วัดปริมาตรโดยตรง เช่น Spirometer, Bubble Meter และ Wet-Test Meter
- วัดอัตราการไหลเชิงปริมาณ เช่น Rotameter
- วัดอัตราการไหลเชิงมวล เช่น Thermal Meter
- วัดความเร็วของการไหล เช่น Pitot Tube

5.5 การประเมินและการเก็บตัวอย่างอากาศ

เป็นกระบวนการประเมินระดับความเสี่ยงจากการสัมผัส กับสาร หรือ ปัจจัยเสี่ยงทางเคมีของผู้ปฏิบัติงานซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ โดยสังเกตการณ์ทางาน การสอบถาม การใช้เครื่องมือ เพื่อประเมินความเข้มข้นว่าอยู่ในระดับมาตรฐานหรือไม่ กรณีไม่อยู่ระดับมาตรฐานก็ควบคุมให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย นักสุขศาสตร์ควรพิจารณาปัจจัยต่างๆต่อไป นี้ เพื่อประเมินความรุนแรงของอันตรายในสิ่งแวดล้อมการทำงาน คือ

ความเป็นพิษ (Toxicity) หมายถึงความสามารถของปัจจัยเสี่ยงในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน

ปริมาณที่ได้ (Dose/Exposure) หมายถึงปริมาณสารหรือระดับของปัจจัยเสี่ยงที่ผู้ปฏิบัติงานจะได้รับเข้าสู่ร่างกายทุกทาง หรือสัมผัสกับส่วนใดๆของร่างกายในระหว่างปฏิบัติงาน

ทางเข้าสู่ร่างกาย (Route of Entry) หมายถึงทางที่สารเคมีสามารถเข้าสู่ร่างกายและทำให้เกิดผลกระทบต่อร่างกายได้ เช่น ฝุ่นทรายอาจเข้าสู่ร่างกายได้ทั้งทางปากและทางจมูก แต่ทางที่นับเป็นทางเข้าสู่ร่างกายคือ ทางจมูกเท่านั้น เนื่องจากสามารถทำให้เกิดโรคปอด (Silicosis) ได้ในขณะที่ฝุ่นทรายที่เข้าทางปากจะถูกขับออกมาพร้อมกับกากอาหารและไม่ได้ทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย และปัจจัยเสริมเกี่ยวกับทางเข้าสู่ร่างกายที่ควรพิจารณา คือ สุขวิทยาส่วนบุคคล สถานที่ตั้งของโรงอาหาร การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่ปกป้องผิวหนัง ปกป้องทางเดินหายใจ เช่น ถุงมือ ชุดป้องกันสารเคมี หน้ากาก

การวิเคราะห์กระบวนการผลิตและการทางาน (Process Analysis and Operation) ขั้นตอนการทำงานต่างๆ ที่ผู้ปฏิบัติงานอาจสัมผัสกับปัจจัยเสี่ยง ซึ่งอาจเป็นวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ ผลพลอยได้จากการผลิต และ

หรือกากของเสีย ที่อาจฟุ้งกระจายหรือถูกปลดปล่อยออกสู่อากาศในขณะที่มีการใช้ การขนย้าย การจัดเก็บ หรือการกำจัด

กิจกรรมในขณะซ่อมบำรุงเครื่องจักร (Maintenance) การทกรั่วไหลและการเกิดอุบัติเหตุ ความถี่ในการซ่อมบำรุง สถิติการทกรั่วไหลของสารและอุบัติเหตุ ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสกับสารในลักษณะใด สารนั้นอยู่ในสถานะอะไร

ระบาดวิทยาและการประเมินความเสี่ยง (Epidemiologic Study and Risk Assessment) ข้อมูลและความเคลื่อนไหวต่างๆ ที่ได้จากการศึกษาทางระบาดวิทยาเกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพของปัจจัยเสี่ยง เช่น จากข้อมูลของฝ่ายการแพทย์ของโรงงานชี้ว่า คนงานแผนกขนถ่ายวัตถุดิบเป็นโรคผิวหนังมากกว่าแผนกอื่นและคนทั่วไป หรือจากการติดตามข้อมูลในอดีตพบว่า คนงานในแผนกผสมสารมีการสัมผัสสารเคมีมากกว่าแผนกอื่นๆ เป็นต้น

การสอบถาม (Interview) ข้อมูลที่ได้จากการสอบถามผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับอากาศเจ็บป่วย ลักษณะงาน การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมการทำงาน ความเครียดจากการทำงาน ฯลฯ

การตอบสนองต่อปัจจัยเสี่ยงที่แตกต่างกันของบุคคล (Individual) ในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานที่มีความแตกต่างกัน เช่น อายุ เพศ เชื้อชาติ

5.6 กลวิธีในการเก็บตัวอย่างอากาศ

ในการกำหนดกลวิธีการเก็บตัวอย่างอากาศทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรม นักสุขศาสตร์สามารถออกแบบกลวิธีให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ของการตรวจวัด เช่น ต้องการประเมินการสัมผัสตลอดเวลาการทำงานในสภาพปกติ หรือต้องการนำไปเปรียบเทียบกับค่า TLV-TWA หรือต้องการประเมินในกรณี worst case เช่น คนงานที่ทำงานที่เฝ้าสารลงถังผสม ซึ่งมีระยะเวลาการทำงานเพียง 15 นาที หรือเมื่อมีเรื่องร้องเรียน หรือเมื่อต้องการประเมินการทำงานของระบบควบคุม เป็นต้น ไม่ว่าวัตถุประสงค์ในการเก็บหรือตรวจวัดนั้นจะเป็นอะไร นักสุขศาสตร์จะต้องตอบคำถาม What, Where, When, Why, How และ whom ก็สามารถกำหนดกลวิธีการเก็บตัวอย่างได้ คำถามเหล่านี้มีความหมายดังนี้

อะไร (What) จะทำการตรวจวัดอะไร สารเคมีอะไร เป็นสารอันตรายประเภทใด เช่น สารก่อมะเร็ง สารระคายเคือง ฯลฯ

ที่ไหน (Where) จะตรวจวัดที่ไหน ที่ตัวบุคคลหรือพื้นที่ หรือจุดที่มีสารฟุ้งกระจายออกจากกระบวนการผลิต ทิศทางของลมมีผลกระทบต่อตำแหน่งที่ตั้งหรือไม่ เป็นต้น

เมื่อไร (When) จะตรวจวัดเมื่อไร กำหนดวัน เวลาที่ตรวจวัด กลางวันหรือกลางคืน ฤดูกาลอาจมีผลต่อความเข้มข้นของสาร เช่น ฤดูหนาวหน้าต่างปิด ส่วนฤดูร้อนเปิดพัดลมและเปิดหน้าต่าง หากเป็นห้องที่ปรับอากาศฤดูกาลอาจมีผลกระทบน้อยหรือไม่มี แต่อัตราการดึงอากาศเข้าและระบายอากาศออกในแต่ละช่วงของปีอาจมีผลกระทบได้

ทำไม (Why) วัตถุประสงค์ของการตรวจวัดคืออะไร ต้องการประเมินการสัมผัสสารของผู้ปฏิบัติงาน? ต้องการนำไปเปรียบเทียบกับค่า TLV-TWA หรือ STEL? ต้องการประเมินระบบควบคุม?

อย่างไร (How) วิธีที่ตรวจวัดอย่างไร มีวิธีการเก็บตัวอย่างมาตรฐาน (NIOSH Method) หรือไม่ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ต้องใช้ หรือต้องใช้เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง (Direct Reading)

ที่ใคร (Whom) ถ้าต้องการตรวจวัดที่ตัวผู้ปฏิบัติงาน จะเลือกใคร คนงานที่มีการสัมผัสสูงสุดในพื้นที่เสี่ยงต่อการได้รับสารเข้าสู่ร่างกาย

เมื่อสามารถกำหนดกลวิธีในการเก็บตัวอย่างได้แล้ว ขั้นตอนต่อมา คือ การกำหนดกลวิธีในการวัดการสัมผัสสารของผู้ปฏิบัติงาน มีวิธีการที่แตกต่างกันขึ้นกับกลวิธีในการวัดการสัมผัสสารของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ประเภท โดยพิจารณาจากวิธีการเก็บตัวอย่าง ระยะเวลาที่เก็บตัวอย่าง โดยเปรียบเทียบกับเวลาการทำงานมาตรฐาน คือ 8 ชั่วโมง/วัน กลวิธีในการวัดการสัมผัสสารของผู้ปฏิบัติทั้ง 4 ประเภท จะมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันดังนี้คือ

1.การเก็บตัวอย่างเพียงหนึ่งตัวอย่างตลอดเวลา 8 ชั่วโมง หรือตลอดช่วงเวลาการทำงาน (Single Sample for Full Period) ความเข้มข้นของมลพิษหรือปัจจัยเสี่ยงที่วัดได้จากการเก็บตัวอย่างด้วยวิธีนี้ จะสะท้อนถึงความเข้มข้นเฉลี่ยของมลพิษที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัส

2.การเก็บตัวอย่างหลายตัวอย่างต่อเนื่องกันในเวลา 8 ชั่วโมง หรือตลอดเวลาการทำงาน (Consecutive Samples for Full Period) เช่น เก็บ 4 ตัวอย่างละ 2 ชั่วโมง ซึ่งสามารถแก้ปัญหาการอุดตันของกระดาศกรองได้

3.การเก็บตัวอย่างต่อเนื่องมากกว่า 1 ตัวอย่าง โดยระยะเวลาการเก็บ ตัวอย่างทั้งหมด น้อยกว่า 8 ชั่วโมง (Single Sample For Partial Period) เช่น เก็บ 4 ตัวอย่างละ 1 ชั่วโมง เนื่องจากต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่าย

4.การเก็บตัวอย่างในช่วงสั้นๆหลายตัวอย่าง (Grab Sampling) คือ การเก็บตัวอย่างอากาศโดยใช้ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างสั้นๆ ไม่เกินตัวอย่างละ 15 นาที

หมายเหตุ: ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างทั้งหมดในแต่ละพื้นที่หรือแต่ละบุคคล จะต้องสะท้อนระยะเวลาในการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่ง NIOSH กำหนดระยะเวลาในการเก็บไม่น้อยกว่า 70% ของเวลาทั้งหมด

การเก็บตัวอย่างมลพิษที่เป็นอนุภาค

อนุภาค (Particulate) คือสารทุกชนิดในรูปของแข็ง หรือของเหลวที่แขวนลอยอยู่ในอากาศและมีโอกาสที่ผู้ปฏิบัติงานในบริเวณนั้นจะหายใจเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ ซึ่งอันตรายที่เกิดขึ้นอยู่กับขนาด และความเข้มข้นของอนุภาค โดยขนาดของอนุภาคจะเป็นตัวกำหนดตำแหน่งของระบบทางเดินหายใจที่อนุภาคจะไปเกาะติดอยู่

ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) ได้จำแนกประเภทของอนุภาคตามขนาดของอนุภาคที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ โดยแบ่งอนุภาคออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. อนุภาคที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนต้นได้ (Inhalable Particulate Matter ;IPM) หมายถึง อนุภาคที่อาจก่อให้เกิดอันตรายเมื่อสะสมในบริเวณต่างๆของระบบทางเดินหายใจ ซึ่งจะเป็นอนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 100 ไมครอน

2. อนุภาคที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนต้นได้ (Thoracic Particulate Matter ; TPM) หมายถึง อนุภาคที่อาจก่อให้เกิดอันตรายเมื่อสะสมอยู่บนตำแหน่งใดๆของท่อนลม และบริเวณแลกเปลี่ยนก๊าซของปอด ซึ่งจะเป็นอนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 25 ไมครอน

3. อนุภาคที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจบริเวณแลกเปลี่ยนก๊าซ (Respirable Particulate Matter: RPM) อนุภาคที่อาจก่อให้เกิดอันตรายเมื่อสะสมอยู่ในบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซของปอด ซึ่งจะเป็นอนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 10 ไมครอน

5.7 วิธีการควบคุมอันตรายต่อสุขภาพจากสิ่งคุกคามทางเคมี

วิธีการควบคุมอันตรายต่อสุขภาพจากสิ่งคุกคามทางเคมี อาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภท

1. การควบคุมทางวิศวกรรม(Engineering control) เป็นการควบคุมอันตรายโดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบหรือโดยการประยุกต์ ใช้วิธีการควบคุม ตัวอย่างเช่น

1. การแทนที่สารที่อันตรายกว่าด้วยสารที่อันตรายน้อยกว่า
2. การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต
3. การปิดคลุมกระบวนการผลิตหรืออุปกรณ์
4. การใช้ระบบเปียก
5. การใช้ระบบระบายอากาศ



ภาพที่ 5.8 ระบบการระบายอากาศ
ที่มา: (C.DATA ENGINEERING, 2563)

2. การควบคุมทางการบริหารจัดการ (Administrative control) เป็นวิธีการควบคุมอันตรายที่จะลดการได้รับสัมผัสสารอันตราย

1. การจัดเวลาการทำงานในบริเวณที่มีสารอันตรายให้น้อยลง
2. การฝึกอบรมคนงานเพื่อช่วยให้คนงานลดการได้รับสาร
3. การทำความสะอาดสถานที่ทำงาน
4. การเปลี่ยนงานให้คนงานฯลฯ

3. การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal protective equipment)

เป็นวิธีการที่จะใช้ต่อเมื่อไม่สามารถควบคุมด้วยวิธีอื่นได้แล้ว หรือใช้ร่วมกับวิธีการอื่นๆหรือจะใช้ เมื่อไม่สามารถทำให้สิ่งแวดล้อมการทำงานมีความปลอดภัยต่อคนงาน

บางครั้งวิธีการควบคุมอันตรายต่อสุขภาพจากสิ่งคุกคามทางเคมี สามารถนำวิธีการต่างๆมาประยุกต์ใช้ร่วมกันได้หลายวิธีในครั้งเดียว เช่น การใช้ ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ร่วมกับการสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

5.8 บทสรุป

อุปกรณ์ดักเก็บตัวอย่างอากาศ แบ่งเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะและสถานะของสารปนเปื้อนที่แขวนลอยในอากาศ คือ อุปกรณ์ดักเก็บตัวอย่างก๊าซและไอระเหย และอุปกรณ์ดักเก็บตัวอย่างอนุภาค ซึ่งรวมทั้งอนุภาคของแข็ง (ฝุ่น พุ่ม คาร์บอน) และอนุภาคของเหลว (ละออง) อนุภาคขนาดเล็กเมื่อหลุดออกจากแหล่งกำเนิดสามารถแขวนลอยในอากาศได้เป็นเวลานานๆ เรียกว่า “อนุภาคแขวนลอย” อนุภาคในสิ่งแวดล้อมการทำงานมีหลายขนาดและที่อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพคือ อนุภาคที่มนุษย์สามารถสูดหายใจเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Inhalable dust) เมื่อเข้าสู่ทางเดินหายใจอนุภาคอาจตกค้างหรือสะสมที่ช่วงใดช่วงหนึ่งของทางเดินหายใจ เช่น โพรงจมูก ถึงคอหอย ช่วงหลอดลมถึงขั้วปอด หรือบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซ ซึ่งได้แก่ แขนงปอดและปอด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาค ขณะที่การก่อผลกระทบหรือการก่อโรคนั้น นอกจากขึ้นกับอันตรายของสารแต่ละชนิดแล้วยังขึ้นกับปัจจัยอื่น ๆ เช่น สมบัติการละลายในน้ำ ขนาดของอนุภาคทางเข้าสู่ร่างกายและอวัยวะเป้าหมายซึ่งอาจเป็นอวัยวะที่สัมผัสกับสารนั้นหรือเป็นอวัยวะอื่นซึ่งอยู่ห่างไกลจากบริเวณที่สัมผัสสาร สิ่งเหล่านี้จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาเลือกอุปกรณ์ดักเก็บตัวอย่างอากาศ และวิธีการเก็บตัวอย่างอากาศอีกด้วย

คำถามท้ายบท

1. จงให้นิยามข้อความดังต่อไปนี้

1.1 Air pollution	1.7 Mist
1.2 Particle	1.8 Smoke
1.3 Dust	1.9 Soot
1.4 Fly ash	1.10 Vapor
1.5 Fume	1.11 Smog
1.6 Gas	1.12 Fog
2. จงให้คำนิยามของคำว่าอนุภาคแขวนลอย
3. มลพิษทางอากาศแบ่งได้ออกเป็นกี่ประเภทประเภท คืออะไรบ้าง จงอธิบาย
4. จงบอกข้อดีข้อเสียของเครื่องมือชนิดที่อ่านค่าโดยตรง (Direct Reading Instruments)
5. จงยกตัวอย่างเครื่องมือที่อาศัยหลักการวัดความเข้มของแสง (Photometry) สำหรับการตรวจวัดก๊าซและไอ
6. จงอธิบายหลักการทำงานของ Detector Tube
7. ข้อระวังในการใช้หลอดตรวจวัดมีอะไรบ้าง
8. จงอธิบายหลักเกณฑ์ในการเลือกกระดาศกรอง
9. Midget Impingers เหมาะสำหรับเก็บตัวอย่างประเภทใด
10. จงอธิบายส่วนประกอบของ Adsorption Tube
11. จงอธิบายหลักการทำงานของ Adsorption Tube
12. Adsorption Tube ใช้เก็บตัวอย่างอากาศประเภทใด
13. ถังเก็บตัวอย่างอากาศใช้เก็บสารมลพิษประเภทใด มีลักษณะอย่างไรจงอธิบาย
14. จงอธิบายกลวิธีในการเก็บตัวอย่างอากาศ
15. จงบอกวิธีการควบคุมฝุ่นหรือไอก๊าซที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงาน

เอกสารอ้างอิง

- บริษัท นีโอนิคส์ จำกัด. (2563). **เครื่องวัดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ PM0.3 2.5 และ PM10 รุ่น HT-9600**. [Online]. Available: <http://www.tools.in.th>.
- วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์. (ม.ป.ป.). **หลักการประเมินและกลวิธีการเก็บตัวอย่างอากาศ.เอกสาร ประกอบการอบรม.(เอกสารอัดสำเนา).**
- วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์. (2557). **สุขศาสตร์อุตสาหกรรม กลยุทธ์ ประเมิน ควบคุม และการจัดการ. พิมพ์ครั้งที่ 1 .** กรุงเทพฯ: หจก.เบสท์ กราฟฟิค เพรส.
- AMAZON. (2563). **Tedlar Air Gas Sampling Bag PVF Film Sample Bags 20L**. [Online]. Available: <https://www.amazon.com/Tedlar-Sampling-Film-Sample-Bags/dp/B07DBZP7ZN>.
- PICO. (2563). **Portable Gas Analyzer (2)**. [Online]. Available: <https://www.pico.co.th/?names=product&buid=3&pgid=44>.
- C.DATA ENGINEERING, (2563). **ระบบการระบายอากาศ**. [Online]. Available: <https://www.xn--12cma3caa2b7a2axr4b1d8bvbe0jxh.com/16667937/%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%9A%E0%B8%9A%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%9A%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A8->.
- Sensidyne. (2020). **Industrial Health and Safety InstrumentationSensidyne Colorimetric Gas Detector Tubes**. [Online]. Available: <https://www.sensidyne.com/colorimetric-gas-detector-tubes/>.
- SKC. (2558a). **Filters & Cassettes**. [Online]. Available: <https://www.skcltd.com/products2/filters-cassettes.html>.
- SKC. (2558b). **Charcoal Sorbent Tubes**. [Online]. Available: <https://www.skcltd.com/products2/sorbent-tubes/charcoal-sorbent-tubes.html>.
- SKC. (2558c). **Midget Impinger, Glass, 25 ml, with Fritted Nozzle**. [Online]. Available: https://www.skcltd.com/catalog/product_info.php?products_id=373.