H91324

คู่มือปฏิบัติการ

รายวิชา 618348 การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

(Industrial Hygiene Sampling and Analysis)

จัดทำโดย

อาจารย์ชลาลัย หาญเจนลักษณ์

สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

สำนักวิชาแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2546

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

H91324

คู่มือปฏิบัติการ

รายวิชา 618348 การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

(Industrial Hygiene Sampling and Analysis)

จัดทำโดย

อาจารย์ชลาลัย หาญเจนลักษณ์

สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

สำนักวิชาแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2546

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำนำ

คู่มือปฏิบัติการเล่มนี้ ใช้ประกอบการเรียนการสอนรายวิชา 618348 การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Industrial Hygiene Sampling and Analysis) ซึ่งได้มีการรวบรวมเนื้อหาและจัดทำขึ้นสำหรับการเรียนภาคปปฏิบัติของนักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์ สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ชั้นปีที่ 3 สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยเนื้อหาภายในคู่มือเล่มนี้ผู้จัดทำเรียบเรียงเนื้อหาตามลำดับของการเรียนภาคปฏิบัติของนักศึกษา และความพร้อมของเครื่องมือในการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหาจำนวน 10 ปฏิบัติการ ดังรายละเอียดภายในเล่ม

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือปฏิบัติการเล่มนี้ จะมีส่วนช่วยทำให้นักศึกษามีคู่มือปฏิบัติการประกอบการการเรียน เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนเรียน และสามารถเรียนในห้องเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น นักวิทยาศาสตร์ ประจำห้องปฏิบัติการสุขศาสตร์อุตสาหกรรม มีแนวทางในการจัดเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว และ อาจารย์ผู้สอนมีประสิทธิภาพในการสอนเพิ่มมากขึ้น

ทั้งนี้ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่าน บุคลากรและนักศึกษาทุกคน ที่ได้ให้ข้อมูล ข้อเสนอแนะ และกำลังใจแก่ผู้จัดทำเสมอมา

.....

(อาจารย์ชลาลัย หาญเจนลักษณ์)

อาจารย์ประจำสาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

สำนักวิชาแพทยศาสตร์

13 มกราคม 2547

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

		หน้า
ปฏิบัติการที่ 1	การตรวจวัดปริมาณความเข้มแสงสว่างโดยใช้ Lux meter	3
ปฏิบัติการที่ 2	การตรวจวัดระดับเสียง โดยใช้ Sound Level Meter และOctave Band Analyzer	12
ปฏิบัติการที่ 3	การตรวจวัดปริมาณเสียงสะสมโดยใช้ Noise Dosimeter	24
ปฏิบัติการที่ 4	การตรวจวัดปริมาณความร้อน โดยใช้ Heat Stress Monitor (WBGT)	32
ปฏิบัติการที่ 5	การตรวจวัดปริมาณรังสี	40
ปฏิบัติการที่ 6	การตรวจวัดและแปลผลสภาพแวดล้อมด้านเคมี โดยใช้ปั๊มดูดอากาศชนิดมือถือเครื่องวัดก๊าซพิษและก๊าซไวไฟ	47
ปฏิบัติการที่ 7	การติดตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศชนิดติดตัวบุคคล (Personal Air Sampling Pump) และการปรับเช็คความถูกต้อง (Calibration)	56
ปฏิบัติการที่ 8	การเก็บตัวอย่างอากาศ – ฝุ่นรวมทุกขนาด โดยใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศชนิดติดตัวบุคคล (Personal Air Sampling Pump)	64
ปฏิบัติการที่ 9	การเก็บตัวอย่างอากาศ – ฝุ่นแยกขนาด โดยใช้เครื่องเก็บฝุ่นแยกขนาด ชนิด 8 ชั้น (Thermo Andersen 8 stage)	76
ปฏิบัติการที่ 10	การเก็บเชื้อแบคทีเรียในอากาศ โดยใช้ Biotest Air Sampler	80

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติการที่ 1
การตรวจวัดปริมาณความเข้มแสงสว่างโดยใช้ Lux meter

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติการที่ 1

การตรวจวัดปริมาณความเข้มแสงสว่างโดยใช้ Lux meter

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและคุณภาพของระบบแสงสว่างที่ติดตั้งภายในพื้นที่ทำงาน
2. เพื่อประเมินความเข้มของแสงสว่างตามลักษณะการปฏิบัติงาน

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

แสงสว่าง เป็นพลังงานรูปหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ทีมีความยาวคลื่นประมาณ 380-780 นาโนมิเตอร์(1นาโนมิเตอร์ = 10^{-9}เมตร) ซึ่งเป็นระยะความยาวคลื่นที่มองเห็นได้(Visible Light) การเปลี่ยนแปลงของความยาวคลื่นของแสงสว่าง จะทำให้ตารูสึกเห็นเป็นสีต่างๆตามความยาวคลื่นนั้น

ความยาวคลื่น(นาโนเมตร)	สีที่มองเห็น
< 450	ม่วง
450- 500	น้ำเงิน
500-570	เขียว
570-590	เหลือง
>610	แดง

ความเข้มของแสงสว่างหรือปริมาณการส่องสว่าง (Illuminance) หมายถึงปริมาณแสงสว่างที่ตกกระทบบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่กำหนด

แหล่งกำเนิดแสง

แหล่งกำเนิดแสงสว่าง 2 แหล่ง คือ

1. แสงสว่างจากธรรมชาติ (Natural Lighting) แหล่งกำเนิดของแสงสว่างฝนธรรมชาติที่สำคัญ คือ ดวงอาทิตย์ การใช้ประโยชน์จากแสงอาทิตย์อย่างเหมาะสม จะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายได้มาก

2. แสงสว่างจากการประดิษฐ์ (Artificial Lighting) เป็นแหล่งกำเนิดแสงสว่างที่มนุษย์ได้ประดิษฐ์คิดค้นโดยอาศัยธรรมชาติและเทคโนโลยี ได้แก่หลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ เช่น หลอดไฟฟ้าชนิดไส้หลอด, หลอดฟลูออเรสเซนต์, หลอดเมอคิวรี, หลอดโซเดียมเป็นต้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

พฤติกรรมของแสง

การสะท้อน (Reflection) เป็นพฤติกรรมที่แสงตกกระทบบนตัวกลางแล้วสะท้อนตัวออกถ้าแผ่นตัวกลางเป็นผิวเรียบขัดมัน การสะท้อนของแสงจะทำให้เกิดมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนวัตถุหรือกำแพงสีอ่อนจะสะท้อนแสงได้ดีกว่าวัตถุหรือกำแพงสีทึบหรือเข้ม

การหักเห (Reflaction) เป็นปรากฏการณ์ที่สำแสงหักเหออกจากแนวทางเดินของมันเมื่อพุ่งผ่านวัตถุโปร่งแสง

การกระจาย (Diffusion) คือ การที่แสงกระจายตัวออกเมื่อกระทบถูกผิวของตัวกลาง เช่นแผ่นพลาสติกใสหรือแผ่นผิวหยาบขัดมัน เราใช้ประโยชน์จากการกระจายตัวของลำแสงเมื่อกระทบตัวกลางนี้ เช่น ใช้แผ่นพลาสติกใสปิดดวงโคมเพื่อลดความจ้าของหลอดไฟ

การดูดกลืน (Absorbtion) เป็นปรากฏการณ์ที่แสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลาง เช่น การฉายแสงสีขาวลงบนกำแพงสีเขียว แสงสีอื่นๆจะถูกกลืนหายเข้าไปในกำแพง ยกเว้นแสงสีเขียวที่สะท้อนออกมาสู่สายตาเรา โดยทั่วไปเมื่อพลังงานแสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในวัตถุใดๆมันจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน

การทะลุผ่าน(Transmission) คือการที่แสงพุ่งเข้าชนตัวกลางแล้วทะลุผ่านออกไปอีกด้านหนึ่ง

ปัจจัยในการมองเห็น

1. ขนาดของชิ้นงาน โดยธรรมชาติแล้ว ตาของคนเราสามารถเห็นวัตถุที่ใหญ่ได้ง่ายกว่าวัตถุที่เล็กและมีแนวโน้มที่จะเห็นวัตถุชิ้นเดียวกันมีขนาดเล็กลงในเวลากลางคืน เมื่อเทียบกับเวลากลางวันการเพิ่มปริมาณแสงที่พอเหมาะก็คือ การทำให้ตาของคนเรามีความรู้สึกเห็นวัตถุชิ้นเดียวกันนั้นเสมือนขยายใหญ่ขึ้นมาเท่ากับขนาดที่เราเห็นมันในเวลากลางวัน วัตถุยิ่งเล็กๆรายละเอียดมากปริมาณแสงที่ต้องการก็จะมีมากขึ้นเป็นเงาตามตัวเช่น การอ่านหนังสือพิมพ์ พิมพ์ดีด การเขียนแบบย่อมต้องการปริมาณแสงมากขึ้นเป็นพิเศษ

2. เวลา ในที่นี้หมายถึง ช่วงเวลาที่ตาได้มีโอกาสสัมผัสวัตถุที่ต้องการจะเห็น ตามิได้เห็นวัตถุนั้นทันทีที่วัตถุปรากฏอยู่ตรงหน้า ตาของคนเราต้องการเวลาช่วงหนึ่งในการปรับกล้ามเนื้อตาให้ขยายหรือหดตัว ปริมาณแสงยิ่งน้อยการเห็นก็ยิ่งต้องการเวลามากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่วัตถุเคลื่อนที่ เช่น การเล่นฟุตบอล ปริมาณแสงที่ต้องการจะต้องสูงเพียงพอ

3. คอนทราสต์ คือ ความแตกต่าง ของความดำ-ขาว ระหว่างวัตถุกับสิ่งต่างๆที่อยู่รอบวัตถุนั้น เช่น ตัวหนังสือดำบนพื้นกระดาษสีขาวย่อมเห็นได้ง่ายกว่าตัวอักษรดำบนพื้นสีเทา และถ้าความแตกต่างของความดำ-ขาวยิ่งน้อย ปริมาณแสงที่ต้องการจะมีมากขึ้น เช่น การเย็บผ้าสีดำด้วยด้ายสีดำย่อมต้องการปริมาณแสงเป็นจำนวนมากเป็นต้น

4. ความจ้าและการส่องสว่าง เมื่อปริมาณแสงตกกระทบวัตถุเรียกว่า การส่องสว่าง มีหน่วยวัดเป็นฟุตแคนเดิล แต่สิ่งที่เราเห็นคือความจ้าอันเกิดจากการสะท้อนของแสงจากวัตถุเข้าสู่ตา เมื่อเพิ่มปริมาณแสงมากขึ้น ความจ้าจะมากขึ้นตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม ความจ้าของวัตถุๆขึ้นอยู่กับค่าความสามารถในการสะท้อนแสงของวัตถุนั้นๆด้วย

การตรวจวัด

การตรวจวัดแสงสว่างแบ่งได้ 2 ประเภท

1. การประเมินเชิงคุณภาพ

โดยการสังเกตว่ามีแสงจ้า (Glare) เกิดขึ้นหรือไม่ ทั้งแสงที่เป็นประเภทส่องเข้าตาโดยตรง (Direct Glare) หรือแสงตกกระทบพื้นสะท้อนเข้าตา(Indirect Glare),การเกิดเงา(Shadow) ความสมบูรณ์และพร้อมที่จะใช้งานของดวงไฟ เช่น ไฟกระพริบเป็นต้น

2. การประเมินเชิงปริมาณ

การตรวจวัดแสงเชิงปริมาณมี 2 แบบ

2.1 ตรวจวัดที่จุดของงาน (Work location หรือ Spot method) การตรวจวัดแบบนี้เป็นการตรวจวัดที่บริเวณของชิ้นงานหรือบริเวณที่มีการทำงานเท่านั้นไม่ว่าตำแหน่งของการทำงานจะเป็นอย่างไรก็ให้วัดในตำแหน่งจริงๆนั้น ซึ่งการวัดแสงแบบนี้จะนิยมทำกันมากที่สุด

วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินผลความเข้มของแสงสว่างตามลักษณะงานที่ปฏิบัติว่าเพียงพอหรือไม่

วิธีการ ตัวรับแสง (Photo cell) วางอยู่ระนาบเดียวกับพื้นผิวงานของผู้ปฏิบัติงานนั้น

การวัดความเข้มแสง ณ จุดที่มีการปฏิบัติงาน

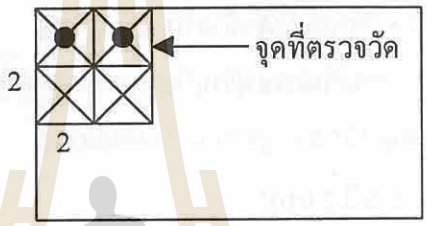
รูปที่ 1 การตรวจวัดแสงที่จุดของงาน

2.2 ตรวจวัดแบบหาค่าเฉลี่ยของพื้นที่นั้นๆทั้งหมด เป็นการตรวจวัดความเข้มแสงสว่างในบริเวณโดยรอบของห้องนั้น จะไม่คำนึงถึงเฉพาะบริเวณที่มีการทำงานจะทำการตรวจวัดความเข้มแสงสว่างบนพื้นที่โดยรอบนั้น

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาคุณภาพของระบบแสงสว่างว่ามีความเข้มของแสงใกล้เคียงกันหรือไม่(Uniformity)

วิธีการ - แบ่งพื้นที่ออกเป็นสีเหลี่ยมจัตุรัสขนาดประมาณ 2*2 ฟุต หรือตามความเหมาะสมตามลักษณะพื้นที่ ทำการตรวจวัดแสงในสีเหลี่ยมจัตุรัสดังกล่าว

- ตัวรับแสง (Photocell / Sensor)) สูงจากพื้น 30 นิ้ว ณ. จุดที่เส้นทแยงมุมตัดกัน



รูปที่ 2 การตรวจวัดแสงแบบหาค่าเฉลี่ยของพื้นที่นั้นๆทั้งหมด

ในกรณีที่พื้นที่ในการตรวจวัดกว้างมาก สามารถทำการวัดโดยยึดหลักการจัดวางดวงไฟในห้องดังนี้

1. ลักษณะห้องใหญ่มีไฟดวงกลม จำนวนแถวมากกว่า 1 แถว แต่ละแถวมีดวงไฟมากกว่า 1 ดวง

$$Al = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM}$$

เมื่อ Al คือ ค่าเฉลี่ยของปริมาณแสงสว่าง (Average Illumination)

N คือ จำนวนดวงไฟต่อแถว (Number of Illumination per row)

M คือ จำนวนแถว (Number of row)

P คือ ค่าเฉลี่ยของปริมาณแสงที่มุมห้อง ซ้ายบน ล่างขวา

Q คือ ค่าเฉลี่ยของปริมาณแสงผนังห้องซ้ายขวา

R คือปริมารแสงที่วัดจากการสุ่มภายในห้อง

2. ดวงไฟกลมอยู่กลางห้อง แสงสว่างกระจายทุกทิศทาง

$$Al = \frac{P1 + P2 + P3 + P4}{}$$

3. ดวงไฟไม่กลมวางเรียงเป็นแถวเดียว

$$Al = \frac{Q\,(N-1)+P}{N}$$

4. ดวงไฟไม่กลมวางเรียงหลายแถวแต่ละแถวมีดวงไฟมากกว่า 1 ดวง

$$Al = \frac{Q(N) + T(M-1) + P + RN(M-1)}{M(N+1)}$$

5. โคมไฟยาว แถวเดียววางชิดติดกัน

$$Al = \frac{QN + P}{N+1}$$

6. ดวงไฟกระจายไปตามจุดต่างๆ ไม่เป็นระบบและห้องกว้าง ต้องวัดความกว้าง (W)และความยาว (L)ของห้อง

$$Al = \frac{R(L-8)(W-8) + 8Q(L-8) + 8T(W-8)+64P}{WL}$$

มาตรฐานด้านแสงสว่าง

ตามประกาศการทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม

หมวด แสงสว่าง

ลักษณะงาน	ความเข้มของแสงสว่าง (ลักซ์)
1. งานที่ไม่ต้องการความละเอียด เช่น การขนย้าย การบรรจุ การบด	ไม่น้อยกว่า 50
2. งานที่ต้องการความละเอียดเล็กน้อย เช่น การผลิตหรือประกอบชิ้นงานอย่างหยาบๆการสีข้าว การสางผ้าย หรือการปฏิบัติงานขั้นแรกในกระบวนการอุตสาหกรรมต่างๆ	ไม่น้อยกว่า 100
3. งานที่ต้องการความละเอียดปานกลาง เช่น งานเย็บผ้า การเย็บหนัง การประกอบภาชนะ	ไม่น้อยกว่า 200
4. งานที่ต้องการความละเอียดสูง เช่น การกลึงหรือการแต่งโลหะ งานเกี่ยวกับการพิมพ์หรือเขียน	ไม่น้อยกว่า 300
5. งานที่ต้องการความละเอียดมากเป็นพิเศษและต้องใช้เวลาทำงานนาน เช่น งานเจียรไนเพชร การประกอบเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก	ไม่น้อยกว่า 1000
6. บริเวณถนนหรือทางเดินภายนอกอาคารในสถานที่ประกอบการ	ไม่น้อยกว่า 20
7. ในโกดังหรือห้องเก็บวัสดุ ทางเดิน เฉลียง และบันไดในสถานที่ประกอบการ	ไม่น้อยกว่า 50

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องมือตรวจวัดความเข้มแสงสว่าง Lux meter 1 เครื่อง พร้อมคู่มือ
2. ตลับเมตรวัดระยะทาง 1อัน
3. แบบบันทึกข้อมูล 1ชุด

รูปที่ 3 เครื่องตรวจวัดความเข้มแสงสว่าง Lux meter

รายละเอียดวิธีใช้เครื่องตรวจวัดความเข้มแสงสว่างLux meter สามารถดูได้จาก คู่มือการใช้งานเครื่องวัดความเข้มของแสง

วิธีปฏิบัติและเทคนิคการวัดแสงสว่าง

1. ปรับเช็คความถูกต้องของเครื่องตรวจวัดแสงสว่างก่อนทุกครั้ง (zero adjustment)
2. ปรับมิเตอร์เลือกช่วงของความเข้มแสงสว่างไปช่วงของการวัดที่ระดับสูงก่อน แล้วจึงค่อยปรับช่วงการวัดลดต่ำลงมา
3. เปิดระบบแสงสว่างในบริเวณพื้นที่ที่จะทำการตรวจวัดอย่างน้อย 30 นาที ก่อนตรวจวัดเพื่อให้ปริมาณแสงสว่างที่ปล่อยออกมาจากระบบมีปริมาณคงที่และเป็นภาวะปกติของการใช้งาน
4. การวางเซลรับแสง (Photoelectric cell)

4.1 การตรวจวัดแบบหาค่าเฉลี่ย (Average)

การวัดต้องทำในเวลากลางคืนหรือปิดช่องแสงทั้งหมดเพื่อตัดปัจจัยแสงสว่างจากแหล่งอื่นๆในขณะตรวจวัด การวางเซลรับแสงให้วางในระนาบขนานกับระบบแสงสว่าง การวัดต้องทำการแบ่งพื้นที่ออกเป็นพื้นที่ย่อยๆ ขนาด 0.6 x 0.6 เมตร หรือ 2 x 2 ฟุต และตั้งตัวรับแสงสูงจากพื้นในแนวระนาบ 76 ซม. หรือ 30 นิ้ว

4.2 การตรวจวัดแบบจุด (Illuminance Measurements Point)

เหมาะที่จะทำการตรวจวัดตามสภาพการทำงานที่แท้จริง ผู้ทำการวัดต้องวางเซลรับแสง ตามจุดที่ทำงานต่างๆ (visual task) ในแนวลักษณะเดียวกันกับที่ผู้ปฏิบัติงานต้องดูหรือมองขณะทำงาน (working plane) ไม่ว่าจะเป็นตามแนวระนาบ แนวดิ่ง แนวเฉียง หรือแนวตั้งฉากก็ตาม

5. ให้วางเซลรับแสงนานประมาณ 2 – 5 นาที จนได้ค่าที่แน่นอนจึงอ่านมิเตอร์บันทึกผลการตรวจวัด ขณะทำการตรวจวัดอย่าให้มีเงา หรือการสะท้อนแสงจากวัตถุข้างเคียงและของผู้ทำการตรวจวัดเอง เข้ามาเกี่ยวข้อง ผู้วัดแสงสว่างควรสวมเสื้อผ้าสีใกล้เคียงกับผู้ปฏิบัติงาน และควรวางเซลรับแสงห่างจากตัวผู้ตรวจวัดประมาณ 1 – 2 ฟุต
6. ควรตรวจวัดแสงในขณะที่ผู้ปฏิบัติงานอยู่ในตำแหน่งและลักษณะของการทำงานปกติจริงๆ ไม่ว่าผู้ปฏิบัติงานต้องยืนหรือนั่งทำงานอย่างไรก็ต้องให้ผู้ปฏิบัติงานอยู่ในสภาพการทำงานที่แท้จริงขณะทำการตรวจวัด แม้ว่าการทำงานในลักษณะนั้นจะก่อให้เกิดเงาก็ตาม
7. งานที่ปฏิบัติในเวลากลางวัน จะต้องตรวจวัดแสงในเวลากลางวัน และงานที่ปฏิบัติในเวลากลางคืนจะต้องตรวจวัดแสงในเวลากลางคืน
8. กรณีที่มีการใช้ไฟเสริมเฉพาะจุด (Supplementary Lighting) ให้ตรวจวัดแสงสว่างทั่วไปขณะที่ยังไม่ได้เปิดไฟเสริมก่อน แล้วจึงวัดแสงสว่างเมื่อเปิดไฟเสริมด้วย ควรสังเกตด้วยว่าการทำงานจริงๆ นั้น คนงานใช้ไฟเสริมหรือไม่
9. เมื่อต้องการวัดแสงภายหลังจากเปลี่ยนหลอดไฟใหม่ ควรรอสักระยะหนึ่งเพื่อให้หลอดไฟเปล่งแสงคงที่ การปรับตัวของหลอดไฟใหม่ๆ จะใช้เวลาแตกต่างกันตามชนิดของหลอดจึงจะเปล่งแสงออกมาคงที่ดังนี้ - หลอดแบบมีไส้(Incandescent Filament Lamp) ต้องใช้เวลามากกว่า 20 ชั่วโมง
   - หลอดไฟเรืองแสงและหลอดไฟที่ใช้ก๊าซชนิดอื่นๆ (Fluorescent and gaseous discharge lamp) ต้องใช้เวลามากกว่า 100 ชั่วโมง
10. ในการวัดแสงควรบันทึกสภาพภูมิอากาศ สภาพแวดล้อมและสภาพการทำงานภายในพื้นที่ตรวจวัดนั้นด้วย

ข้อควรระวังในการใช้เครื่องตรวจวัดความเข้มแสงสว่าง

1. ก่อนใช้เครื่องมือตรวจวัด ควรศึกษาคู่มือการใช้ให้ละเอียด
2. การปรับความถูกต้อง ให้ทำการปิดตัวรับแสง แล้วปรับมิเตอร์ให้อยู่ในตำแหน่งที่มีค่าการอ่านในช่วงที่ต่ำสุด ดูว่าอยู่ในตำแหน่งเลขศูนย์หรือไม่ หากไม่ตรงให้ใช้ไขควงขันสกรูปรับให้ตรงเลขศูนย์
3. ปรับมิเตอร์ให้มาอยู่ในตำแหน่งช่วงการอ่านสูงสุด
4. ไม่ควรใช้มือจับบริเวณผิวหน้าของตัวรับแสง ให้ใช้ผ้าสักหลาดที่สะอาดเช็ดบริเวณตัวรับแสง
5. อย่าให้ตัวรับแสงสัมผัสกับแสงอาทิตย์โดยตรง หรือใช้ภายนอกอาคาร ไม่ควรใช้ในที่โล่งแจ้ง (ยกเว้นเป็นเครื่องมือวัดแสงสว่างที่ใช้ภายนอกอาคาร)
6. เครื่องมือวัดแสงที่ไม่มีตัวปรับความถูกต้องของอุณหภูมิ ควรใช้เครื่องวัดแสงนั้นวัดในบริเวณที่มีอุณหภูมิระหว่าง 60 – 90 ^{o}F หรือ 15 – 32 ^{o}C โดยประมาณ หลังการใช้งานทุกครั้งควรถอดแบตเตอรี่ ทำความสะอาดเครื่องมือ และจัดเก็บอย่างระวัง เก็บไว้ในสถานที่ซึ่งปราศจากฝุ่น ความร้อน ความชื้น ไอสารเคมี และความสั่นสะเทือน

แบบบันทึกผลการตรวจวัด

วันที่ตรวจวัด_____ ชื่อผู้ทำการตรวจวัด _____

สถานที่ทำการตรวจวัด_____

ชื่อผู้ปฏิบัติงาน_____ แผนก / หน่วยงาน _____

รายละเอียดบริเวณที่ตรวจวัด_____

_____

เครื่องมือวัดแสงสว่าง รุ่น_____ ยี่ห้อ_____ Serial No._____

ผลการตรวจวัดแสงสว่าง

จุด/บริเวณที่ตรวจวัด	รายละเอียดบริเวณที่ตรวจวัด	ปริมาณความเข้มของแสงสว่าง (Lux)		ผล*	หมายเหตุ
		ผลที่ตรวจวัดได้	มาตรฐาน		

* / = ปริมาณความเข้มของแสงสว่างได้ระดับมาตรฐานหรือเป็นไปตามข้อเสนอแนะ

X = ปริมาณความเข้มของแสงสว่างไม่เป็นไปตามระดับมาตรฐานหรือข้อเสนอแนะต้องดำเนินการแก้ไข

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

1. พรพิมล กองทิพย์.(2543).**สุขศาสตร์อุตสาหกรรม**.กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์นำอักษรการพิมพ์
2. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.(2542).**เอกสารการสอนชุดวิชา สุขศาสตร์อุตสาหกรรมพื้นฐาน หน่วย9-15**.สาขาวิทยาศาตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
3. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.(2542).**เอกสารการสอนชุดวิชา การฝึกปฏิบัติงานอาชีวอนามัย ความปลอดภัย และเออร์กอนอมิคส์ หน่วย 1-8**.สาขาวิทยาศาตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
4. ศูนย์เทคโนโลยีความปลอดภัย.(2542).**คู่มือการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน**.สำนักพิมพ์เลขาธิการคณะรัฐมนตรี กรมโรงงานอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติการที่ 2

การตรวจวัดระดับเสียง โดยใช้ Sound Level Meter และ Octave Band Analyzer

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติการที่ 2

การตรวจวัดระดับความดังของเสียง

โดยใช้ Sound Level Meter (SLM) และ Octave Band Analyzer

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา

1. วิธีการปรับความถูกต้องของเครื่องมือตรวจวัดระดับเสียง
2. วิธีการตรวจวัดระดับความดังเฉลี่ยของเสียง (Leq)แบบพื้นที่
3. วิธีการตรวจวัดระดับความดังของเสียง แยกตามความถี่ต่างๆ
4. วิธีประเมินผลระดับเสียงกับค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้อง
5. วิธีการการใช้ ติดตั้ง และบำรุงรักษาเครื่องมือ

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เสียง (Sound) คือพลังงานที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของโมเลกุลของอากาศแล้วโมเลกุลของอากาศดังกล่าวจะทำให้เกิดการอัดและขยายสลับกันไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบรรยากาศสูงขึ้นและต่ำลงตามลักษณะของการอัดและขยายของโมเลกุลของอากาศ เป็นลักษณะของการเกิดคลื่นที่เราเรียกว่าคลื่นเสียง

ความหมายของเสียงแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. **Sound** คือ เสียงที่เมื่อได้ยินแล้วผู้ฟังรู้สึกไม่รำคาญ หรือไม่รู้สึกว่าถูกรบกวนเช่น เสียงนกร้อง เสียงดนตรีที่ชื่นชอบ เสียงลมพัดเบาๆเสียงสนทนาในกลุ่ม

2. **Noise** คือ เสียงที่ไม่ต้องการ(Unwanted Sound) คือเสียงที่ได้ยินแล้วมีผลกระทบต่อสรีระร่างกาย สภาวะจิตใจ และประสิทธิภาพการทำงาน เช่น เสียงเครื่องจักรกล เสียงเครื่องบิน เสียงเจาะถนน

ความถี่ของเสียง (Frequency of sound) คือจำนวนครั้งของการเปลี่ยนแปลงความดันบรรยากาศตามลักษณะของการอัดและขยายของโมเลกุลของอากาศในหนึ่งวินาที โดยทั่วไปใช้หน่วยเฮิรตซ์ (Hertz=Hz) หรือรอบต่อวินาที(cycle per second)

ความยาวคลื่น(Wavelength) ระยะที่คลื่นเสียงเดินทางครบหนึ่งรอบ จะใช้แทนด้วย λ (Lamda) ความยาวคลื่นมีหน่วยเป็น ฟุตหรือเมตร

ความเร็วของเสียง (Velocity)

ความเร็วของเสียง = ความถี่ x ความยาวคลื่น

$$C = f\lambda$$

C = ความเร็วของเสียง

f = ความถี่เสียง

λ = ความยาวคลื่นเสียง

Threshold of pain หมายถึง ความดันเสียงที่มากที่สุดที่สามารถได้ยินได้ไม่มีความเจ็บปวดซึ่งจะมีค่าสูงกว่า Threshold of hearing ประมาณ 10 ล้านเท่า ดังนั้นเพื่อความสะดวกจะใช้ค่า relative scale ของความดันเสียงแทนที่จะใช้ค่าความดันเสียงที่แท้จริง

Sound Power (W) เป็นหน่วยของพลังงาน/เวลาที่เสียงออกมาจากแหล่งกำเนิดเสียงในรูปของคลื่นเสียง Sound Power level (Lw) แสดงถึงปริมาณของ Sound Power ทั้งหมดที่ออกมาจากแหล่งกำเนิด มีความสัมพันธ์กับ Reference power ที่ 10^{-12} Watt (W_0)ดังสมการ

$$Lw = 10\log W/W_0$$

โดยที่ W = Sound Power (Watt)

W_0= Reference power (10^{-12} Watt)

การคำนวณ Sound pressure level (Lp) ซึ่งเทียบกับค่า Sound pressure ที่ 20 μPa ซึ่งเป็นค่า Reference และค่าประมาณของ Threshold of hearing

$$Lp = 10\log P^2/P^2_0 = 20\text{Log}P/P_0$$

P = Measured root-mean-square (rms)sound pressure

P_0 = Reference rms sound pressure (20μPa)

การรวมเสียงในหน่วย decibels อาจทำได้ดังสมการ

$$L_{total} = 10 \log \left[\sum_{I=1}^{N} 10^{Li/10}\right]$$

ชนิดและแหล่งของเสียงแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. เสียงที่ดับสม่ำเสมอ(Steady state noise) เป็นเสียงที่ดังต่อเนื่อง ระดับเสียงไม่เปลี่ยนแปลงเกินกว่า 5 เดซิเบล ใน 1 วินาที แหล่งเสียงชนิดนี้ได้แก่ เครื่องปั่นด้าย เครื่องทอผ้า เสียงมอเตอร์

2.เสียงที่เปลี่ยนแปลงระดับสม่ำเสมอ(Fluctuating noise)จะมีระดับเสียงสูงๆต่ำๆเปลี่ยนแปลงเกินกว่า5 เดซิเบลใน1วินาที แหล่งเสียงชนิดนี้ได้แก่ เสียงเลื่อยวงเอน กลไสไม้ไฟฟ้า เสียงไซเลน เป็นต้น

3. เสียงดังเป็นระยะ (Intermittent noise) เป็นเสียงที่ดังไม่ต่อเนื่อง มีลักษณะไม่แน่ชัด แหล่งเสียงชนิดนี้ได้แก่ เสียงจราจร เสียงเครื่องบินที่บินผ่านไปมา

4. เสียงกระทบหรือเสียงกระแทก (Impulse noise) เป็นเสียงที่เกิดขึ้นแล้วค่อยๆจางหายไป เหมือนเสียงปืน เสียงกระทบนี้จะมีระยะเวลาที่เกิดน้อยกว่า 0.5 วินาที และระดับความดังเสียงจะต้องเปลี่ยนแปลงไปอย่างน้อย 40 เดซิเบล ภายในระยะเวลานั้น แหล่งของเสียงได้แก่ เสียงตอกเสาเข็มในงานก่อสร้าง เสียงการตีหรือการทุบโลหะ เสียงเครื่องย้ำหมุด เสียงระเบิดเป็นต้น

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิธีการตรวจวัดสภาพแวดล้อมและการประเมินค่าที่วัดได้ในสถานประกอบการ

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดเสียงและการประเมินค่าที่วัดได้ในสถานประกอบการ

1. เครื่องวัดระดับเสียง / ความดังเสียง (Sound level meter) เป็นเครื่องมือพื้นฐานในการวัดระดับเสียงสามารถวัดระดับเสียงได้ตั้งแต่ 40-140 เดซิเบล โดยทั่วไปสามารถวัดระดับเสียงได้ 3 ข่าย คือ A,B และ C แต่ใช้กันอย่างกว้างขวางคือ ข่าย A เพราะเป็นข่ายการวัดที่ลักษณะการตอบสนองที่คล้ายกับหูคน ดังนั้นจะเห็นได้ว่ามีการเขียนหน่วยของเสียงเป็น เดซิเบล (เอ) [dB(A)] ปัจจุบันเครื่องวัดระดับเสียงสามารถคำนวณหาค่าเฉลี่ยระดับเสียงที่เรียกว่า Leq(equivalent continuous level) สามารถตั้งโปรแกรมระยะเวลาการตรวจวัดเป็นแบบ 10 วินาที 1,5,10,15,30 นาที 1,8และ 24 ชั่วโมง

2. เครื่องวิเคราะห์ความถี่เสียง (Frequency analyzer) เป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ความถี่เสียงเพื่อให้ทราบระดับความดังเสียงแต่ละความถี่และนำผลการตรวจวัดไปใช้ประโยชน์ในการควบคุมเสียง เช่นการเลือกใช้วัสดุดูดซับเสียงหรือการปิดกั้นทางผ่านของเสียงเป็นต้น

3. เครื่องวัดเสียงกระทบหรือกระแทก (Impulse or Impact noise meter) เสียงกระทบและกระแทกเป็นเสียงที่เกิดในระยะเวลาสั้นๆแล้วหายไปเหมือนกับเสียงปืน เสียงตอกเสาเข็ม เครื่องวัดระดับเสียงธรรมดา ความไวในการวัดช้ากว่าที่จะวัดระดับเสียงสูงสุดได้ทันในกรณีเช่นนี้ เครื่องวัดเสียงกระทบหรือกระแทก จะเป็นเครื่องมือที่อ่านค่าสูงสุดในระยะเวลาสั้นๆนั้นได้

4. เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise dosimeter) เป็นเครื่องมือที่มีขนาดเล็กใช้ติดตัวพนักงานผู้ปฏิบัติ เพื่อบันทึกปริมาณเสียงทั้งหมดที่พนักงานได้รับที่จะคำนวณค่าเฉลี่ยที่ระดับความดังตลอดเวลาที่เครื่องนี้ทำงาน

การตรวจวัดเสียง

1. **ชนิดของการตรวจวัดเสียง**

การตรวจวัดเสียงแบ่งอย่างกว้างๆได้ 2 แบบ

1) การตรวจวัดเสียงที่แหล่งกำเนิด (Source measurement) เป็นการหาลักษณะของเสียงที่มาจากแหล่งกำเนิดเสียงอาจเป็นอุปกรณ์ชนิดเดียวหรืออุปกรณ์หลายชนิดหรืออาจพิจารณาเป็นแหล่งกำเนิดเสียงชนิดหนึ่งก็ได้
2) การตรวจวัดเสียงในบรรยากาศ (Ambient- noise measurement) อาจเป็นการศึกษาระดับเสียงเดี่ยวหรือการวิเคราะห์ประกอบเสียง จำนวนครั้งที่ทำการวัดและชนิดของอุปกรณ์ที่ใช้ขึ้นกับข้อมูลที่ต้องการ การวัดเสียงในบรรยากาศจะเป็นการวัดระดับเสียงที่ไม่มีแหล่งกำเนิดเสียงที่แน่นอนหรือไม่ทราบแหล่งกำเนิดที่ชัดเจน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. การสำรวจขั้นต้น(Preliminary noise survey)

โครงการอนุรักษ์การได้ยินควรเริ่มจากการสำรวจระดับเสียงในสถานที่ทำงานโดยใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมในการวัดระดับเสียงเพื่อศึกษาระดับเสียงในกระบวนการผลิตหรือระดับเสียงในบริเวณที่คนงานได้รับเสียงในระดับที่อาจเป็นอันตราย การสำรวจเสียงควรเริ่มในบริเวณที่คนงานไม่สามารถพูดคุยกันด้วยระดับเสียงปกติได้ หลักการโดยทั่วไป คือ เมื่อต้องตะโกนคุยกับคนที่อยู่ห่างออกไป 3 ฟุต แสดงว่าระดับเสียงในที่นั้นสูงเกินไป ควรมีการตรวจวัดระดับเสียง เมื่อคนงานได้รับเสียงดังในระหว่างทำงาน คนงานจะสังเกตว่า มีเสียงหรือได้ยินเสียงงึมงัมอยู่เป็นหลายชั่วโมงหรือได้ยินเสียงดังในหู

โดยทั่วไปแล้ว แนวทางสำหรับการสำรวจระดับเสียง ข้อมูลที่รายงานควรมีมากพอที่ผู้อื่นสามารถจะใช้เครื่องมือชนิดเดียวกันทำการตรวจวัดซ้ำข้อมูลที่ได้ทำมาแล้วได้ สำหรับการสำรวจเสียงเบื้องต้นจะไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่ทำให้เกิดเสียงดังในทางลึกและไม่มีข้อมูลระยะเวลาที่คนงานได้รับเสียงหรือรายละเอียดอย่างอื่น รายงานขั้นต้นจะแสดงว่ามีปัญหาเรื่องเสียงหรือไม่และปัญหานั้นมากหรือน้อย

3. การสำรวจรายละเอียดของเสียง (Detailed noise survey)

จากข้อมูลการสำรวจเสียงเบื้องต้นจะทำให้ทราบตำแหน่งที่ควรศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้รายละเอียดควรมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อให้ได้ข้อมูลของระดับเสียงที่มีอยู่ในแต่ละสถานที่ทำงานและระดับเสียงในที่ทำงานเป็นไปตามกฎหมายหรือไม่
2. วางแนวทางในการควบคุมเสียงทางด้านวิศวกรรมและทางบริหารจัดการ
3. กำหนดบริเวณที่ควรใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากเสียง
4. ผลของการสำรวจจะสามารถนำไปใช้ในการวางแผนควบคุมเสียงด้านวิศวกรรมในที่ทำงานได้

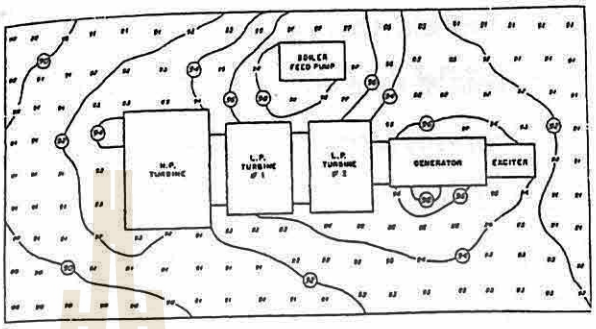
ขั้นตอนในการตรวจวัดเสียง (Noise survey procedure)

การวัดเสียงมี 3 ขั้นตอน

1) การวัดเสียงในสถานที่ทำงาน (Are measurement)ใช้ sound level meter ที่ตั้งสเกลการตอบสนองแบบช้า (Slow mode) ควรทำการวัดที่จุดตรงกลางของสถานที่ทำงานแล้วบันทึกระดับเสียงสูงสุดและต่ำสุดไว้(ขนาดของห้องไม่เกิน 93 m^2 หรือ 1000ft^2หรือเล็กกว่า)ถ้าระดับเสียงสูงสุดในที่ทำงานไม่เกิน 80 dBA แสดงว่าคนงานได้รับเสียงในระดับที่ยอมรับได้ ถ้าระดับเสียงที่จุดศูนย์กลางของบริเวณทำงานอยู่ระหว่าง 80 และ 92 dBA ไม่สามารถสรุปผลได้ต้องหาข้อมูลเพิ่มเติม

การทำ Sound level contours สามารถใช้ในการตรวจวัดเสียงในสถานที่ทำงานซึ่งจะแสดงถึงระดับเสียงหรืออันตรายของเสียงในสถานที่ทำงานในขณะนั้น การทำ Sound level

contours ควรแบ่งทำเป็นส่วนๆในระยะทุก 10 ฟุต แล้วใช้เครื่องวัดทีละตำแหน่ง เมื่อระดับเสียงที่วัดได้แตกต่างกันมาก ช่วงระยะห่างควรจะลดรูป Contour line ที่แสดงเป็นช่วงที่มีความแตกต่างของระดับเสียง 2 dBA



รูปที่ 1 Sound level contour

2) การวัดเสียงในตำแหน่งที่คนงานทำงาน(Workstation measurements) ถ้าระดับเสียงที่จุดศูนย์กลางของบริเวณทำงานอยู่ระหว่าง 80 และ 92 dBA ควรทำการวัดระดับเสียงที่ตำแหน่งที่คนงานแต่ละคนทำงาน ถ้าระดับเสียงเปลี่ยนแปลงตามปกติให้ใช้การรายงานค่าสูงและต่ำ ถ้าระดับเสียง ≥ 90 dBA แสดงว่าระดับเสียงที่ได้รับสูงเกินมาตรฐาน ถ้าระดับเสียงที่วัดได้ ≤ 85 dBA จะถือว่าระดับเสียงที่คนงานได้รับเป็นที่ยอมรับได้

3) ระยะเวลาที่ได้รับเสียง (Exposure duration) ในกรณีที่ระดับเสียงในที่ทำงานสูงหรือต่ำกว่า 85 dBA ควรจะทำการศึกษาต่อไป ถ้าคนงานทำงานหลายอย่างและมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งไปหลายบริเวณ จำเป็นต้องวัดระดับเสียงและเวลาที่ได้รับเสียงในแต่ละพื้นที่ อาจทำโดยปรึกษากับคนงาน หัวหน้าคนงานหรือโดยการสังเกต อาจของให้คนงานลงบันทึกเวลาที่ใช้ในแต่ละพื้นที่หรือให้คนงานติด Noise dosimeter เพื่อบันทึกการได้รับเสียงตลอดช่วงเวลาการทำงาน

มาตรฐานด้านเสียง

1. **มาตรฐานตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม หมวด 3 เสียง**

ภายในสถานประกอบการที่ให้ลูกจ้างคนใดคนหนึ่งทำงานดังต่อไปนี้

1) ทำงานวันละไม่เกิน 7 ชั่วโมง ต้องมีระดับเสี่ยงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกิน 91 เดซิเบล(เอ)
2) ทำงานวันละ 7 ชั่วโมง แต่ไม่ถึง 8 ชั่วโมง ต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกัน ไม่เกิน 90 เดซิเบล(เอ)
3) ทำงานเกินวันละ 8 ชั่วโมง ต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกิน 80 เดซิเบล(เอ)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4) นายจ้างจะให้ลูกจ้างทำงานในที่ที่มีระดับเสียงสูงกว่า 140 เดซิเบล (เอ)

มาตรฐานตรวจวัดระดับเสียงสูงสุด

มาตรฐาน	TWA (8 hr)	Lmax
ประกาศกระทรวงมหาดไทย	90 dB(A)	140 dB(A)
OSHA	90 dB(A)	115 dB(A)

. มาตรฐาน OSHA (Occupational Safety and Health Association)

มาตรฐานระดับเสียงที่อนุญาตให้สัมผัสได้ในระยะเวลาหนึ่ง

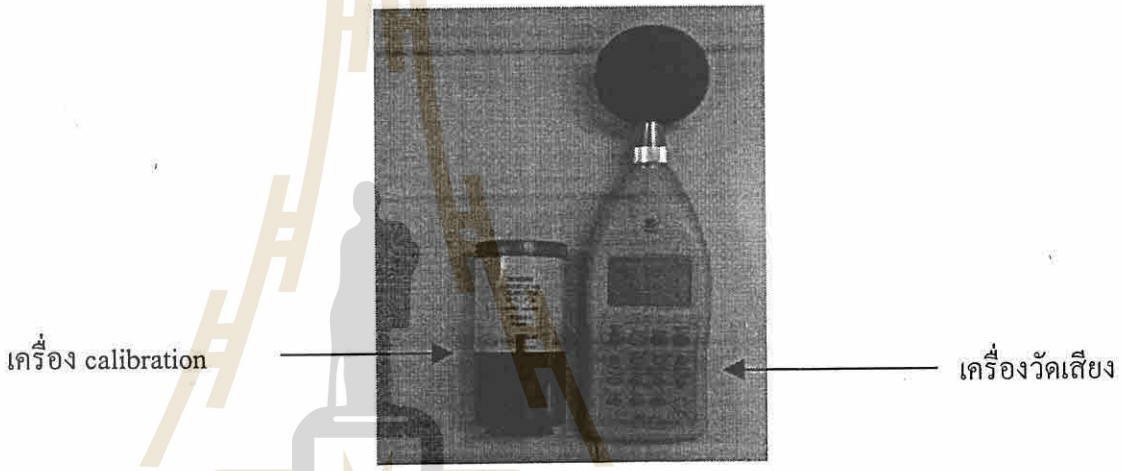
ound Level dB(A)	OSHA PEL* (hr/day)	Sound Level dB(A)	OSHA PEL* (hr/day)
85	16	101	1.7
86	14	102	1.5
87	12	103	1.4
88	11	104	1.3
89	9	105	1
90	8	106	52 (minutes)
91	7	107	46(minutes)
92	6.2	108	40(minutes)
93	5.3	109	34(minutes)
94	4.6	110	30(minutes)
95	4	111	26(minutes)
96	3.5	112	23(minutes)
97	3	113	20(minutes)
98	2.8	114	17(minutes)
99	2.3	115	0
100	2	-	-

หมายเหตุ :PEL = Permissible Exposture Limit

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องมือตรวจวัดระดับเสียง (Sound Level Meter) ประกอบด้วย ไมโครโฟน ส่วนขยายสัญญาณ วงจรถ่วงน้ำหนัก มาตรแสดงค่า 1ชุด
2. เครื่องมือวิเคราะห์ความถี่ (Octave Band Analyzer หรือ Frequency Analyzer) 1เครื่อง
3. เครื่องมือปรับความถูกต้อง (Sound Calibrator) 1เครื่อง
4. อุปกรณ์กำบังลม (Windscreen) 1อัน
5. ขาตั้ง (Tripod) 1อัน
6. เครื่องเล่นเทปพร้อมด้วยม้วนเทปแหล่งกำเนิดเสียง 1เครื่อง
7. ตลับเมตรวัดระยะทาง 1อัน



รูปที่ 2 เครื่องมือวัดเสียงและ เครื่อง calibration

รายละเอียดวิธีการใช้เครื่องวัดเสียงและเครื่อง calibration สามารถดูได้จาก คู่มือการใช้งานเครื่องวัดเสียง sound level meter

เทคนิคการตรวจวัดเสียง

1. การตรวจวัดระดับเสียงแบบทั่วไปโดยไม่คำนึงถึงว่าบริเวณนั้นมีพนักงานทำงานประจำอยู่หรือไม่ ให้ถือเครื่องวัดเสียงโดยระดับไมโครโฟนของเครื่องวัดเสียง สูงจากพื้นประมาณ 1.2 – 1.5 เมตร
2. การตรวจวัดเพื่อประเมินการสัมผัสเสียงของผู้ปฏิบัติงาน ให้ระดับของไมโครโฟนอยู่ที่ระดับหู (Hearing Zone) ของผู้ปฏิบัติงาน (ใช้การวัดแบบ equivalent continuous sound level ; Leq)
3. กรณีแหล่งกำเนิดเสียงเป็นเครื่องจักรขนาดเล็กให้วัดห่างจากเครื่องจักรประมาณ 30 เซนติเมตร (ใช้การวัดแบบวิเคราะห์ความถี่เสียง)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. กรณีแหล่งกำเนิดเสียงเป็นเครื่องจักรขนาดใหญ่ให้วัดห่างจากเครื่องจักรประมาณ 1 เมตร (ใช้การวัดแบบวิเคราะห์ความถี่เสียง)
5. ผู้ทำการตรวจวัดระดับเสียงอาจใช้ขาตั้งติดเครื่องวัดเสียง หรือยืนถือเครื่องวัดเสียง ให้ถือเครื่องในลักษณะเฉียงห่างลำตัวประมาณ 50 เซนติเมตร ป้องกันการสะท้อนเสียงเนื่องจากตัวผู้วัด
6. กรณีมีลมแรงหรือมีฝุ่น สารเคมี ในบริเวณที่วัดให้ใช้ฟองน้ำกันลม (wind screen) สวมที่ไมโครโฟนของเครื่องวัดเสียงด้วย
7. หลีกเลี่ยงการวัดเสียงใกล้กำแพงหรือฝาผนังเพราะอาจทำให้ค่าที่อ่านได้ผิดพลาดจากความเป็นจริง เนื่องจากอาจเกิดการสะท้อนของเสียง

วิธีการทดลอง

1. ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือวัดระดับเสียงและอุปกรณ์ต่างๆ
2. ปรับความถูกต้องของเครื่องมือวัดระดับเสียง ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต
3. เลือกวงจรถ่วงน้ำหนัก (Weighting Network) ให้เหมาะสมกับการตรวจวัด ปกติจะใช้วงจรถ่วงน้ำหนัก "A"
4. ปรับความเร็วหรือช้าของการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความดังเสียง (Fast หรือ Slow)
   - การวัดเสียงที่มีระดับความดังคงที่ (Steady – State Noise) ปุ่มนี้จะอยู่ที่ตำแหน่ง S หรือ F ก็ได้
   - การวัดเสียงที่ไม่คงที่ (Fluctuating Noise)
     - เมื่อระดับความดังของเสียงมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า 3 – 4 เดซิเบล ปุ่มนี้จะอยู่ที่ตำแหน่ง F
     - ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงมากกว่า 3 – 4 เดซิเบล ปุ่มนี้ควรอยู่ที่ตำแหน่ง S
   - การวัดเสียงกระแทก (Impulse หรือ Impact Noise) ปุ่มนี้จะอยู่ที่ตำแหน่ง Max. สำหรับอ่านค่าสูงสุด (peak) ของเสียงกระแทก
5. ให้ทำการตรวจวัดระดับความดังของเสียงแบบ Leq และทำการตรวจวัดระดับความดังของเสียงแบบแยกความถี่ที่ 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 8000 Hz.

จากแหล่งกำเนิดเสียง 2 แหล่งกำเนิด ดังนี้

1. เปิดแหล่งกำเนิดเสียงที่ 1 วัดระดับความดังเสียงที่ระยะห่างต่างๆ
2. เปิดแหล่งกำเนิดเสียงที่ 2 วัดระดับความดังเสียงที่ระยะห่างต่างๆ
3. เปิดแหล่งกำเนิดเสียงที่ 1 และแหล่งกำเนิดเสียงที่ 2 พร้อมกัน วัดระดับความดังเสียงที่ระยะห่าง ให้วางแหล่งกำเนิดเสียงที่ 1 ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงที่ 2 ห่างกัน 7 เมตร

(หมายเหตุ : ให้ผู้ทำการทดลองกำหนดระยะห่างจากแหล่งกำเนิดที่จะทำการตรวจวัดเอง 4 ระยะ และให้ใช้ ระยะทางนี้ตลอดการศึกษา)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลการทดลอง

1. ให้แสดงแผนผังตำแหน่งแหล่งกำเนิดเสียงและจุดตรวจวัดระดับความดังเสียง
2. ระดับความดังเสียง Back ground noise ณ จุดต่างๆที่ตรวจวัด
3. ระดับความดังเสียงเฉลี่ย (Leq) และระดับเสียง ณ ความถี่ตั้งแต่ 31.5 – 8000 Hz เมื่อทำการตรวจวัดจากแหล่งกำเนิดที่ 1 2 และ 1+2
4. ให้เขียนกราฟแสดงระดับความดังเสียงที่ความถี่ 31.5 – 8000 Hz. จากแหล่งกำเนิดที่ 1, 2 และ1+2 ในกราฟเดียวกัน

ข้อควรปฏิบัติขณะทำปฏิบัติการ

1. ไม่ส่งเสียงดังรบกวนขณะทำการตรวจวัดระดับเสียงจากแหล่งกำเนิด
2. ควรสวมใส่ Ear Muffs หรือ Ear Plugs ด้วยทุกครั้ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบบันทึกผลการตรวจวัด

วันที่ตรวจวัด_____ ชื่อผู้ทำการตรวจวัด _____

สถานที่ทำการตรวจวัด_____

ชื่อผู้ปฏิบัติงาน_____ แผนก / หน่วยงาน _____

รายละเอียดบริเวณที่ตรวจวัด_____

_____

เครื่องมือวัดเสียงที่ใช้ตรวจวัด รุ่น_____ ยี่ห้อ_____Serial No._____

เครื่องวิเคราะห์ความถี่ที่ใช้ตรวจวัด รุ่น_____ ยี่ห้อ_____Serial No._____

ผลการตรวจวัดระดับความดังเสียง

แหล่งกำเนิดเสียงที่_____

จุดที่ตรวจวัด	Leq dB(A)	ระดับความดังของเสียง (Sound Pressure Level) dB(A)								
		Octave Band Center Frequency (Hz)								
		31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A										
B										
C										
D										

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แหล่งกำเนิดเสียงที่_____

จุดที่ตรวจวัด	Leq dB(A)	ระดับความดังของเสียง (Sound Pressure Level) dB(A)								
		Octave Band Center Frequency (Hz)								
		31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A										
B										
C										
D										

แหล่งกำเนิดเสียงที่_____

จุดที่ตรวจวัด	Leq dB(A)	ระดับความดังของเสียง (Sound Pressure Level) dB(A)								
		Octave Band Center Frequency (Hz)								
		31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A										
B										
C										
D										

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

1.พรพิมล กองทิพย์.(2543).**สุขศาสตร์อุตสาหกรรม**.กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์นำอักษรการพิมพ์

2. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.(2542).**เอกสารการสอนชุดวิชา การฝึกปฏิบัติงานอาชีวอนามัย ความปลอดภัย และเออร์กอนอมิคส์ หน่วย 1-8**.สาขาวิทยาศาตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

3.ศูนย์เทคโนโลยีความปลอดภัย.(2542).**คู่มือการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน**.สำนักพิมพ์เลขาธิการคณะรัฐมนตรี กรมโรงงานอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติการที่ 3

การตรวจวัดปริมาณเสียงสะสมโดยใช้ Noise dosimeter

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติการที่ 3
การตรวจวัดปริมาณเสียงสะสม โดย เครื่องวัดเสียงสะสม (Noise Dosimeter)

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา

1. สามารถอธิบายถึงหลักการทำงานและเลือกใช้เครื่องวัดเสียงสะสม (Noise Dosimeter) ได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งทราบนิยามศัพท์ต่างๆ เกี่ยวกับเครื่องวัดเสียงสะสม เช่น RMS Weighting, Peak Weighting, Dose, Threshold level, Criterion Level, Exchange Rate, Criterion duration เป็นต้น
2. ศึกษาการตรวจวัดปริมาณเสียงสะสมโดยใช้เครื่องมือวัดเสียงสะสมและการบันทึกข้อมูล
3. สามารถทำการปรับเช็คความถูกต้องของเครื่องวัดเสียงสะสม โดยใช้ Acoustical Calibrator
4. ศึกษาข้อควรคำนึงในการดูแลเครื่องวัดเสียงสะสมแล้วสามารถอธิบายข้อควรปฏิบัติเกี่ยวกับการดูแลรักษาเครื่อง
5. สามารถเปรียบเทียบและอภิปรายผลการทดลองกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้องถึงความแตกต่างหรือความสอดคล้องได้

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีเรื่องเสียงสามารถดูได้จากบทที่ 2 ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีเรื่องเสียงและเครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise dosimeter) เพิ่มเติมจากบทที่ 2

เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise dosimeter) เป็นเครื่องวัดเสียงที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่นักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมในการประเมินการสัมผัสของผู้ปฏิบัติ ทั้งนี้เนื่องจากในการประเมินการสัมผัสเสียงที่มีระดับความดังเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ตลอดระยะเวลาทำงานนั้นหากใช้ Sound Level meter วัดต้องคอยติดตามจดบันทึกระดับความดังทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงและบันทึกเวลาที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสเสียงที่ระดับความดังต่างๆตลอดเวลาแต่ถ้าใช้ Noise dosimeter วัดเครื่องจะทำงานแทนทั้งหมดโดยเครื่องจะทำการบันทึกปริมาณเสียงทั้งหมดที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสและจะทำการคำนวณปริมาณเสียงที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับเกินจากมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดโดยจะอ่านค่าออกมาในรูปร้อยละของการสัมผัสปริมาณเสียงในหนึ่งขั้น(ปกติเป็น 8 ชั่วโมงการทำงาน) ดังนั้น Noise dosimeter ซึ่งเหมาะที่จะใช้วัดเสียงที่ระดับความดังเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ตลอดระยะเวลาปฏิบัติงาน อีกทั้งยังมีขนาดเล็กสามารถติดที่ตัวผู้ปฏิบัติงานโดยตรงเพื่อวิเคราะห์ปริมาณการสัมผัสเสียงของผู้ปฏิบัติงานคนนั้นได้ด้วย

เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสมโดยทั่วไปประกอบด้วยส่วนที่ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน

1. เครื่องวัดระดับเสียง (sound level meter)

2. อุปกรณ์รวมเสียง (integrator)

3. ส่วนเก็บข้อมูลหรืออ่านค่า (storage system or indicator)

เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสมมีคุณสมบัติและข้อบ่งชี้เฉพาะดังนี้

1. ได้มาตรฐาน ANSI และผ่านการตรวจสอบโดย MSHA (Mine Safety and Health Association)
2. สามารถสะสมเสียงในช่วงระดับความดัง 80-130 เดซิเบลเอ
3. สามารถตั้งให้สะสมเสียงตั้งแต่ 90 เดซิเบลเอ
4. สามารถแสดงค่าเปอร์เซ็นต์เวลาการสัมผัสเสียงที่เกินมาตรฐานตั้งแต่ 0.01%-999.90%
5. อายุแบตเตอรี่ การทำงาน 100 ชั่วโมง
6. มีขนาดเล็ก สามารถพกใส่กระเป๋าหลังหรือหนีบติดเข็มขัดได้

เครื่องวัดปริมาณการสะสมของเสียงจะรายงานปริมาณของเสียงเป็นร้อยละของเวลาการสัมผัสเสียงที่ดังเกินมาตรฐาน การอ่านค่าที่วัดปริมาณการสะสมของเสียง มีสองลักษณะขึ้นกับชนิดของเครื่องมือ เครื่องมือบางชนิดจะให้ค่าเป็นร้อยละโดยตรงจากเครื่อง หรือบางชนิดจะต้องนำเครื่องวัดปริมาณการสะสมของเสียงมาถ่ายข้อมูลเข้าสู่เครื่องอ่านหรือวิเคราะห์ข้อมูลเสียก่อน ชนิดหลังนี้จะได้รายละเอียดมากกว่ากล่าวคือระยะการสัมผัสที่ระดับความดังต่างๆจะถูกรายงานออกมาพร้อมทั้งให้ค่าร้อยละการสัมผัสที่ดังเกินมาตรฐานซึ่งสามารถนำมาเปรียบเทียบให้เป็นค่าสัมผัสเฉลี่ยมีหน่วยเป็นเดซิเบลเอได้ เช่น จากเครื่องวัดปริมาณเสียงสะสมอ่านค่าได้ 40% จะเทียบเท่ากับการสัมผัสเสียง 83.4 เดซิเบลเอ ในเวลา 8 ชั่วโมงเป็นต้น

เทคนิคการตรวจวัดเสียงโดยใช้เครื่องวัดปริมาณการสะสมของเสียงและการบันทึกข้อมูล

หลังจากการสำรวจขั้นต้นแล้วผู้ปฏิบัติงานที่ทำงานในบริเวณที่มีเสียงดังในช่วง 85 เดซิเบล ขึ้นไป ควรได้รับวิเคราะห์การสัมผัสเสียงตลอดเวลาการทำงานโดยใช้เครื่องวัดปริมาณการสะสมเสียง สำหรับผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับสัมผัสเสียงดังกว่า 80 เดซิเบล แต่ไม่เกิน 90 เดซิเบล ให้ติดเครื่องวัดปริมาณการสะสมของเสียงที่ตั้งให้รวมเวลาการสัมผัสเสียงที่ระดับความดังตั้งแต่ 80 เดซิเบล ขึ้นไป เพื่อดูว่าผู้ปฏิบัติงานนั้นสัมผัสเสียงในระดับที่ควรจัดให้อยู่ในโครงการอนุรักษ์การได้ยิน (Hearing- Conservation Program) หรือไม่ (ความดังของเสียงในระดับดังกล่าวเรียกว่า action level คือ 85-90 เดซิเบล) และสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่ทำงานในบริเวณที่มีเสียงดังเกิน 90 เดซิเบล จากผลการวัดในการสำรวจขั้นต้นนั้น ให้ใช้เครื่องวัดปริมาณการสะสมของเสียงที่ตั้งให้รวมเวลาการสัมผัสเสียงที่ระดับความดังตั้งแต่ 90 เดซิเบล ขึ้นไป เพื่อยืนยันว่า การสัมผัสเสียงตลอดเวลาการทำงานในหนึ่งวันนั้นเกินค่าที่อนุญาต (TLV) ไว้หรือไม่ ซึ่งค่ามาตรฐานสัมผัสเสียงตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง คือ 90 เดซิเบล ตามประกาศของกระทรวงมหาดไทย

เนื่องจากอันตรายที่เกิดจาการสัมผัสเสียงดังขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่สัมผัสและระดับความดังของเสียงดังนั้น OSHA ได้กำหนดมาตรฐานการสัมผัสเสียงเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานในบริเวณที่มีเสียงดัง ดังปรากฏในตารางที่ 1 และกรมแรงงาน กระทรวงมหาดไทยได้รับเอามาตรฐานนี้มาใช้ในประเทศด้วย

มาตรฐานนี้สามารถคำนวณได้จาก

$$T = \frac{8}{2^{(L-90)/5}}$$

เมื่อ T = ระยะเวลาที่อนุญาตให้สัมผัสเสียงในระดับ L เดซิเบล

ตารางที่ 1 ระดับความดังที่สามารถสัมผัสในระยะที่จำกัด โดยไม่เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานเป็นส่วนใหญ่ (permissible noise exposure)

ระยะเวลาที่สัมผัสเสียง (ชั่วโมง) T	ระดับความดังของเสียง (เดซิเบล) L
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
$1^{(1/2)}$	102
1	105
1/2	110

ในการทำงานแต่ละวัน ผู้ปฏิบัติงานอาจสัมผัสเสียงในระดับความดังที่แตกต่างกันและในช่วงเวลาที่ไม่เท่ากัน อันเนื่องมาจากการเคลื่อนย้ายในขณะทำงาน ฉะนั้นการประเมินว่าผู้ปฏิบัติงานสัมผัสดังเกินค่าที่กำหนดในตารางที่ 1หรือไม่นั้น สามารถคำนวณได้จากการวัดระดับความดังในบริเวณการทำงานและบันทึกระยะเวลาที่ผู้ปฏิบัติงานทำงานอยู่ในบริเวณดังกล่าว ทำให้สามารถคำนวณหาปริมาณระดับความดัง (dose) ที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสในแต่ละวันได้ หรือจากการใช้เครื่องวัดปริมาณการสะสมของเสียง ซึ่งจะสามารถทราบปริมาณการสัมผัสเสียงได้โดยตรงดังกล่าวมาแล้ว ฉะนั้นในที่นี้จะกล่าวถึงการคำนวณการหาปริมาณการสัมผัสเสียงและสำรวจโดยวิธีแรกซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$D = 100[C_1/T_1 + C_2/T_2 + .., + Cn/Tn]$$

เมื่อ D = ปริมาณการสัมผัสเสียงมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

C = ระยะเวลาที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสเสียงในระดับหนึ่งๆ

T = ระยะเวลาที่อนุญาตให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถสัมผัสเสียงที่ระดับนั้นๆ

(ตารางที่ 1 หรือจากคำนวณโดยใช้สูตรมาแล้ว)

และเมื่อคำนวณหาปริมาณการสัมผัสต่อระดับเสียง เฉลี่ยในเวลา 8 ชั่วโมง ได้แล้ว ก็สามารถใช้ค่านี้คำนวณหาระดับการสัมผัสเสียง TWA ได้จากสูตร

$$TWA = C + 16.61 \log (D/100)$$

เมื่อ TWA = ปริมาณการสัมผัสเสียงเฉลี่ยในเวลา 8 ชั่วโมง

C = TLV ซึ่งเท่ากับ 90 เดซิเบล สำหรับ 8 ชั่วโมง

D = ปริมาณการสัมผัสสะสมเป็นเปอร์เซ็นต์

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัด

1. Noise Dosimeter 1 เครื่อง พร้อมคู่มือ: ยี่ห้อ, รุ่น, Serial Number, Specification
2. Acoustical Calibrator 1 เครื่อง พร้อมคู่มือ: ยี่ห้อ, รุ่น, Serial Number, Specification
3. ชุดไขควง 1 ชุด
4. แบบบันทึกผลการตรวจวัด
5. แบบบันทึกลักษณะการทำงาน

รูปที่ 1 เครื่องวัดเสียงและเสียงสะสมติดตัวบุคคล และเครื่อง calibration

รายละเอียดวิธีการใช้เครื่องวัดเสียงและเสียงสะสมสามารถดูได้จาก คู่มือประกอบการใช้งานเครื่องวัดเสียงและเสียงสะสมติดตัวบุคคล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิธีการทดลอง

1. ศึกษาวิธีการใช้เครื่องให้เข้าใจ รวมทั้งข้อควรระวังในการใช้เครื่องและการตรวจวัดปริมาณเสียงสะสม
2. ทำการปรับเทียบมาตรฐานเครื่องมือก่อนตรวจวัด (Pre-calibration)
3. วางแผนการตรวจวัด โดยบอกวัตถุประสงค์ของการตรวจวัด และระยะเวลาในการตรวจวัด
4. อธิบายการตรวจวัดให้ผู้ถูกตรวจวัดเข้าใจ รวมทั้งสิ่งที่คนงานจะต้องให้ความร่วมมือในการตรวจวัด แล้วติดเครื่องมือที่ตัวผู้ถูกตรวจวัด กดปุ่มเริ่มบันทึกข้อมูล
5. ระหว่างที่ตรวจวัด บันทึกกิจกรรมต่างๆ ที่ผู้ถูกตรวจวัดทำ หรือสถานที่ที่ผู้ถูกตรวจวัดไป
6. เมื่อสิ้นสุดการตรวจวัด กดปุ่มหยุดบันทึกข้อมูล (โดยเก็บข้อมูลอย่างน้อย 4 ชั่วโมง)
7. ทำการปรับเทียบมาตรฐานเครื่องมือหลังตรวจวัด (Post-calibration)
8. อ่านผลการตรวจวัดและแปรผลทุกค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ และอภิปรายผลการตรวจวัด

ผลการทดลอง

1. ความหมายนิยามศัพท์ต่างๆ เกี่ยวกับเครื่องวัดเสียงสะสม เช่น RMS Weighting, Peak Weighting, Dose, Threshold level, Criterion Level, Exchange Rate, Criterion duration , Projected Dose เป็นต้น
2. ผลการตรวจวัดทุกค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ
3. การแปรผลตรวจวัดทุกค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือโดยเทียบกับทฤษฎีและค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้อง
4. บันทึกลักษณะงานของผู้ถูกตรวจวัด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบบันทึกผลการตรวจวัด

วันที่ตรวจวัด_____ ชื่อผู้ทำการตรวจวัด _____

สถานที่ทำการตรวจวัด_____

ชื่อผู้ปฏิบัติงาน_____ แผนก / หน่วยงาน _____

รายละเอียดบริเวณที่ตรวจวัด_____

_____

เครื่องมือวัดปริมาณเสียงสะสม รุ่น_____ ยี่ห้อ_____Serial No._____

ผลการตรวจวัดปริมาณเสียงสะสม

เวลาเริ่มตรวจวัดเวลา_____

เวลาเสร็จสิ้นการตรวจวัด_____

Parameter	Results	Remark
Dose		
Projected Dose		
Leq		
TWA		
SE		
Lmax		
Max Lpeak		
Lmin		
Overload		

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบบันทึกลักษณะการทำงาน

วันที่ตรวจวัด_____ ชื่อผู้ทำการตรวจวัด _____

สถานที่ทำการตรวจวัด_____

ชื่อผู้ปฏิบัติงาน_____ แผนก / หน่วยงาน _____

เวลา	ลักษณะการทำงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

1.พรพิมล กองทิพย์.(2543).**สุขศาสตร์อุตสาหกรรม**.กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์นำอักษรการพิมพ์

2. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.(2542).**เอกสารการสอนชุดวิชา การฝึกปฏิบัติงานอาชีวอนามัย ความปลอดภัย และเออร์กอนอมิคส์ หน่วย 1-8**.สาขาวิทยาศาตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

3.ศูนย์เทคโนโลยีความปลอดภัย.(2542).**คู่มือการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน**.สำนักพิมพ์เลขาธิการคณะรัฐมนตรี กรมโรงงานอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติการที่ 4
การตรวจวัดปริมาณความร้อน โดยใช้
Heat Stress Monitor (WBGT)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติการที่ 4

การตรวจวัดปริมาณความร้อน โดยใช้ Heat Stress Monitor (WBGT)

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา

1. วิธีการปรับเทียบความถูกต้องของเครื่องมือ
2. วิธีการตรวจวัดและประเมินค่าความร้อนในสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกอาคาร
3. วิธีการตรวจวัดและประเมินค่าดัชนีความสบาย
4. วิธีการใช้ ติดตั้ง และบำรุงรักษาเครื่องมือ

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ความร้อนเป็นอันตรายทางด้านกายภาพที่สำคัญอย่างหนึ่งในสถานประกอบการในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไปนั้นพบว่าคนทำงานต้องประสบกับปัญหาด้านความร้อนหรืออุณหภูมิจากกระบวนการผลิต หรือเครื่องจักรต่างๆมาก ความร้อนสามารถแพร่กระจายออกไปได้ตามขบวนการนำความร้อน (Conduction)ความร้อนผ่านเสื้อผ้าทีสวมใส่และแพร่กระจายไปสู่อากาศ วิธีการนำความร้อนนี้ คือวิธีการทำให้อุณหภูมินของร่างกายเย็นลง ขบวนการพาความร้อน(Convection)เป็นวิธีการสูญเสียความร้อน(Heat loss)เมื่อร่างกายสัมผัสกับความเย็น เช่นน้ำ เมื่อเราถูกน้ำเย็น เราจะรู้สึกมีอาการหนาวสั่นกว่าเมื่อถูกอากาศเย็นที่อุณหภูมิเดียวกัน และการแผ่รังสี (radiation)ในภาวการณ์ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมโดยปกติทั่วไปนั้นร่างกายคนจะได้รับความร้อนจากแหล่งความร้อน หรือพลังงานความร้อน 2 แหล่งด้วยกันคือ

1. จากภายในร่างกายเอง โดยจะได้รับจากกระบวนการเผาผลาญสารอาหารในร่างกาย (Metabolism) พลังงานความร้อนส่วนนี้จะออกอย่างสม่ำเสมอมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับลักษณะของแต่ละบุคคล เช่น ขณะพักผ่อนมีค่าประมาณ 300 บี.ที.ยู.ต่อชั่วโมง ขณะทำงานประมาณ 2400-3000 บี.ที.ยู.ต่อชั่วโมง

2. จากภายนอกร่างกาย คือ ได้รับจากสภาพแวดล้อมในการทำงานเช่น จากสภาพการทำงาน กรพบวนการทำงานจากเครื่องจักร ลักษณะของความร้อนที่ออกมาอาจจะเป็นแบบร้อนแห้งหรือร้อนชื้นขึ้นอยู่กับขบวนการผลิตในระบบโรงงาน และความร้อนจากบรรยากาศภายนอกที่ผ่านมาทางโครงสร้างของอาคาร

ความร้อนในการทำงานแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. ความร้อนแห้ง เป็นความร้อนที่เล็ดลอดออกจากอุปกรณ์ในกรรมวิธีการผลิตที่ร้อนและมักจะอยู่รอบๆบริเวณที่ทำงาน

2. ความร้อนชื้น เป็นสภาพที่มีอาน้ำ เพื่อเพิ่มความชื้นในอากาศซึ่งเกิดจากกรรมวิธีการผลิตแบบเปียก

องค์ประกอบหรือปัจจัยที่สำคัญของความร้อนที่มีผลต่อการปฏิบัติงานประกอบด้วย

1. ความชื้นของอากาศ
2. ความเร็วลม
3. การแผ่รังสีความร้อน
4. ที่ตัวคนงานได้แก่ –ชนิดของเสื้อผ้า -รูปร่าง (อ้วนหรือผอม) –เพศชายหรือหญิง -อายุ -โรคประจำตัว -การปรับตัวของคนงานให้เข้ากับความร้อนถึงสภาพการทำงาน

ดัชนีที่ใช้ในการตรวจวัด

ดัชนีชี้วัดเกี่ยวกับความร้อนมีหลายแบบ ได้แก่

1. Dry – Bulb temperature

ใช้สำหรับประมาณสภาวะความสบายสำหรับคนทำงานที่ใส่เสื้อผ้าตามปกติ นั่งทำงานในอาคาร มีความเร็วลมเล็กน้อย และความชื้น 20-60 % อุณหภูมิของอากาศ 22-25.5C^0 เป็นช่วงที่สบายสำหรับคนส่วนมาก ถ้าทำงานมากขึ้นเป็นช่วงสบายสำหรับคนส่วนมาก ถ้าทำงานขึ้นเป็นงานปานกลางหรืองานหนัก อุณหภูมิของอากาศที่สบายจะลดลงประมาณ 1.7 C^0 ในแต่ละ 25 kcal (100Btu หรือ 29W) ที่เพิ่มในแต่ละชั่วโมงของการเกิดความร้อน

2. Wet Bulb temperature

Psychosomatic wet bulb temperature อาจเป็นตัวบ่งชี้ที่เหมาะสมของปริมาณความเครียดจากความร้อน ในกรณีที่อุณหภูมิเรเดียนและความเร็วลมเล็กน้อย สำหรับการใช้เสื้อผ้าตามปกติที่ความเร็วลมต่ำๆ ค่าWet Bulb temperature ที่ประมาณ 30 C^0ซึ่งจัดเป็นค่าที่สูงสำหรับการทำงานที่อยู่นิ่งโดยไม่ถูกรบกวน และที่ 28 C^0 จัดเป็นค่าที่สูงสำหรับงานปานกลาง

3. Effective Temperature :ET

Effective Temperature เป็นค่าที่บ่งชี้ความรู้สึกของความสบายของคนงาน ที่สวมเสื้อผ้าบาง ทำงานเบา ซึ่งได้สัมผัสกับอุณหภูมิ ความชื้นและความเร็วลม กราฟในรูปที่ 1 แสดงการหาค่า ET (Effective Temperature)

ET ไม่ได้ใช้ความร้อนจากเมตาโบลิซึมและความร้อนเรเดียนไปคำนวณด้วย ค่าที่ใช้สำหรับประเมินความรู้สึกสบายหรือไม่สบาย ไม่ใช้เป็นข้อบ่งชี้ความเครียดจากความร้อนในการทำงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. Wet Bulb globe temperature : WBGT

WBGT index ใช้ง่ายและเป็นดัชนีที่ใช้ในมาตรฐานสำหรับความเครียดจากความร้อน ของ ACGIH และ NIOSH ค่า WBGT ได้ใช้มานานหลายปีแล้ว

การหาค่า WBGT ต้องทราบค่าของตัวแปรต่างๆดังนี้

- Wet bulb temperature
- Globe temperature
- Dry bulb air temperature

การประเมินค่าความร้อน

หลังจากอ่านค่าอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ทั้ง 3 ชนิดแล้วนั้น ให้นำค่าที่อ่านได้มาคำนวณเพื่อประเมินระดับความร้อน โดยใช้สูตร ดังนี้

ในร่ม หรือ นอกอาคารที่ไม่มีแดด

$$WBGT = 0.7NWB+0.3GT$$

นอกอาคารมีแสงแดด

$$WBGT = 0.7NWB+0.2GT+0.1DB$$

WBGT คือ อุณหภูมิองศาเซลเซียสที่อ่านจากสเวทบัลบ์โกลบ (Wet bulb globe temperature)

NWB คือ อุณหภูมิองศาเซลเซียสที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก (Natural – Bulb thermometer)

DB คือ อุณหภูมิองศาเซลเซียสที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง (Dry – Bulb thermometer)

GT คือ อุณหภูมิองศาเซลเซียสที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์โกลบ(Globe thermometer)

ในกรณีที่คนงานมีการทำงานตามจุดต่างๆในช่วงระยะเวลาต่างกันจำเป็นต้องหาค่าเฉลี่ยของค่า $WBGT_{TWA}$

โดยใช้สูตร $$WBGT_{TWA} = \frac{(WBGT_1 xt_1)+(WBGT_2 xt_2)+\ldots+(WBGT_n xt_n)}{t_1+t_2+t_3+\ldots+t_n}$$

โดยค่า $WBGT_{TWA}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ย WBGT (C^0)

$WBGT_1$ หมายถึง ค่าWBGT ณ.จุดที่ 1(C^0)

$WBGT_2$ หมายถึง ค่าWBGT ณ.จุดที่ 2 (C^0)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

$WBGT_n$ หมายถึง ค่าWBGT ณ.จุดที่ n (C^0)

t_n หมายถึง ระยะเวลาทำงานที่ตำแหน่ง n (นาที)

ลักษณะงานแบ่งออกเป็น 3 ประเภท

งานเบา (Ciahtly Work) หมายถึง งานที่ต้องออกกำลังน้อยหรืองานที่ต้องทำโดยใช้พลังงานไม่เกิน 200 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง เช่น งานนั่งคุมเครื่องจักรบังคับด้วยมือหรือเท้า ยืนหยิบชิ้นงานขนาดเล็กเข้าหรือออกแรงเข็นหรือยกผลิตภัณฑ์ที่เป็นชิ้นงานขนาดใหญ่เข้าหรือออกจากเครื่องจักร หรืองานที่มีลักษณะคล้ายคลึง

งานปานกลาง (Modulate Work) หมายถึง งานที่ต้องออกกำลังปานกลางหรืองานที่ต้องทำโดยใช้พลังงาน 201-300 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง เช่น งานเดินไปมารอบๆเครื่องจักร และออกแรงเข็นหรือยกผลิตภัณฑ์ที่เป็นชิ้นงานขนาดใหญ่เข้าหรือออกจากเครื่องจักร หรืองานที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

งานหนัก (Havy Work)หมายถึง งานที่ต้องออกกำลังมากหรืองานที่ต้องทำโดยใช้พลังงานตั้งแต่ 301 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง เช่น ยกของหนัก ขุดหรือตักดิน ทุบโดยใช้ค้อนขนาดใหญ่ เลื่อยหรือตอกสลักได้เนื้อแข็งปืนบันไดหรือทางลาดเอียง

มาตรฐาน

1. มาตรฐานตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม หมวด 1 ความร้อน

ข้อ 2 ภายในสถานประกอบการที่มีลูกจ้างทำงานอยู่ จะมีสภาพร้อนที่ทำให้อุณหภูมิร่างกายของลูกจ้างสูงเกินกว่า 38 องศาเซลเซียส มิได้

ข้อ 3 ในกรณีที่สถานประกอบการ มีสภาพความร้อนทำให้อุณหภูมิร่างกายของลูกจ้างสูงเกินกว่า 38 องศาเซลเซียส ให้นายจ้างดำเนินการแก้ไขหรือปรับปรุงเพื่อลดสภาพความร้อนนั้น หากแก้ไขหรือปรับปรุงเพื่อลดสภาพความร้อนนั้น หากแก้ไขหรือปรับปรุงไม่ได้ นายจ้างต้องจัดให้ลูกจ้างอยู่ในสภาพปกติ

ข้อ 4 ในกรณีที่อุณหภูมิร่างกายของลูกจ้างเกินกว่า 38 องศาเซลเซียส นายจ้างต้องจัดให้ลูกจ้างหยุดพักชั่วคราวจนกว่าอุณหภูมิร่างกายของลูกจ้างอยู่ในสภาพปกติ

ข้อ 5 ในที่ที่เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนที่มีสภาพความร้อนสูงถึงขนาดที่เป็นอันตรายแก่สุขภาพอนามัยของบุคคล ให้นายจ้างปิดประกาศเตือนให้ทราบ

ข้อ 6 ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างซึ่งทำงานใกล้แหล่งกำเนิดความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิในบริเวณนั้นสูงเกินกว่า 45 องศาเซลเซียส สวมชุดแต่งกาย รองเท้า และถุงมือสำหรับป้องกันความร้อนมาตรฐานที่กำหนด ในหมวด 4 ตลอดเวลาการทำงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. **มาตรฐาน ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygiene)**

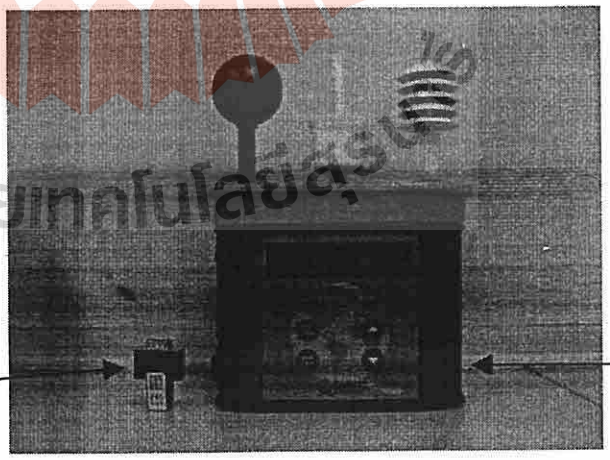
Heat Exposure Tables

Permissible Heat Threshold Limit Value (Value are give in ^{0}C WBGT)

ช่วงทำงาน - พักในแต่ละชั่วโมง	ความหนักเบาของงาน		
	งานเบา	งานปานกลาง	งานหนัก
ทำงานตลอดเวลา	30.0	26.7	25.0
ทำงาน 75% พัก25%	30.6	30.6	25.9
ทำงาน 50% พัก50%	31.4	31.4	27.9
ทำงาน 25% พัก75%	32.2	32.2	30.0

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Heat Stress Monitor 1 เครื่อง พร้อมคู่มือ
2. เครื่องมือวัดความเร็วลม (Anemometer) 1 เครื่อง พร้อมคู่มือ
3. ขาตั้ง 3 ขา 1 อัน
4. นาฬิกาจับเวลา 1 เครื่อง
5. ตลับเมตรวัดระยะทาง 1 อัน
6. เตาเผา (Hot Plate) 1 เตา
7. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath) 1 เครื่อง
8. หัวตะเกียงติดไฟ โดยใช้แก๊ส 2 หัว



รูปที่1 เครื่องวัดปริมาณความร้อน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายละเอียดวิธีการใช้เครื่องวัดความร้อนสามารถดูได้จากคู่มือความร้อน

วิธีการทดลอง

1. ปรับเช็คความถูกต้องของเครื่องมือ
2. ศึกษาวิธีการใช้ การติดตั้ง การกำหนดค่าต่าง ๆ ของ เครื่องมือ เช่น NWB, GT, DB, และWBGT
3. ศึกษาวิธีการใช้เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer) และการอ่านค่า ความเร็วลม , ความชื้นสัมพัทธ์

ตรวจวัดความร้อนภายในอาคาร

1. กำหนดระยะห่างของจุดตรวจวัดความร้อนจาก แหล่งกำเนิดความร้อนทั้ง 4 จุด ประมาณ 1 ฟุต
2. เปิดแหล่งกำเนิดความร้อนทั้ง 4 จุด ทิ้งไว้ เป็นเวลาอย่างน้อย 30 นาทีก่อนทำการตรวจวัด
3. ทำการตรวจวัดความร้อนทั้ง 4 จุด โดยตั้งเครื่องมือทิ้งไว้อย่างน้อย 20 นาที ก่อนอ่านค่าอุณหภูมิต่างๆ คือ NWB, GT, DB, และWBGT
4. วัดความเร็วลม (ฟุต/นาที) และ ความชื้นสัมพัทธ์ (%) ณ จุดตรวจวัดความร้อน

ตรวจวัดความร้อนภายนอกอาคาร

1. กำหนดจุดตรวจวัดความร้อนภายนอกอาคาร โดยให้มีระยะห่างจากตัวอาคารไม่น้อยกว่า 10 เมตร จำนวน 2 จุด
2. ทำการตรวจวัดความร้อนทั้ง 2 จุด โดยตั้งเครื่องมือทิ้งไว้อย่างน้อย 20 นาที ก่อนอ่านค่าอุณหภูมิต่างๆ คือ NWB, GT, DB, และWBGT
3. วัดความเร็วลม (ฟุต/นาที) และ ความชื้นสัมพัทธ์ (%) ณ จุดตรวจวัดความร้อน

ผลการทดลอง

1. แผนผังแสดงตำแหน่งของแหล่งกำเนิดความร้อน และจุดตรวจวัดความร้อน
2. ลักษณะสภาพความร้อนในแต่ละจุดที่ตรวจวัด
3. ค่าอุณหภูมิที่อ่านได้ คือ NWB, GT, DB, และWBGT ณ จุดตรวจวัด ทั้ง 4 จุด ภายในอาคาร
4. ค่าความเร็วลม (ฟุต/นาที) และ ความชื้นสัมพัทธ์ (%) ณ จุดตรวจวัดทั้ง 4 จุด ภายในอาคาร
5. ค่าอุณหภูมิที่อ่านได้ คือ NWB, GT, DB, และWBGT ณ จุดตรวจวัด ทั้ง 2 จุด ภายนอกอาคาร
6. ค่าความเร็วลม (ฟุต/นาที) และ ความชื้นสัมพัทธ์ (%) ณ จุดตรวจวัดทั้ง 2 จุด ภายนอกอาคาร
7. ค่าดัชนีความสบาย (ET) และดัชนีความสบายที่ปรับปรุงแล้ว (CET) ในแต่ละจุดตรวจวัด
8. ผลการประเมินอันตรายจากความร้อน โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตราฐาน ในแต่ละจุดที่ตรวจวัด

แบบบันทึกผลการทดลอง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วันที่ตรวจวัด_____ ชื่อผู้ทำการตรวจวัด _____

สถานที่ทำการตรวจวัด_____

รายละเอียดบริเวณที่ตรวจวัด_____

_____

เครื่องมือวัดความร้อน รุ่น_____ยี่ห้อ_____Serial No._____

เครื่องมือวัดความเร็วลม รุ่น_____ยี่ห้อ_____Serial No._____

ผลการตรวจวัดความร้อน

จุดที่ตรวจวัด	เวลา	ลักษณะงาน	ความเร็วลม (ม/วินาที)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	Tnwb (°C)	Tna (°C)	Tg (°C)	WBGT (°C)	ET (°C)	CE (°C

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

1.พรพิมล กองทิพย์.(2543).**สุขศาสตร์อุตสาหกรรม**.กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์นำอักษรการพิมพ์

2. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.(2542).**เอกสารการสอนชุดวิชา การฝึกปฏิบัติงานอาชีวอนามัย ความปลอดภัย และเออร์กอนอมิคส์ หน่วย 1-8**.สาขาวิทยาศาตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

3.ศูนย์เทคโนโลยีความปลอดภัย.(2542).**คู่มือการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน**.สำนักพิมพ์เลขาธิการคณะรัฐมนตรี กรมโรงงานอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติการที่ 5

การตรวจวัดปริมาณรังสี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติการที่ 5
การตรวจวัดรังสี

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาวิธีการตรวจวัดและประเมินระดับรังสีในสภาพแวดล้อมการทำงาน

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

รังสี(Radiation)เป็นการปล่อยอนุภาคหรือพลังงานในรูปของแม่เหล็กไฟฟ้า มีความยาวคลื่นและความถี่ต่างๆออกมา ซึ่งสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กแม่เหล็กไฟฟ้าแบ่งได้หลายชนิดขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นและความถี่ของรังสีแต่ละชนิด ได้แก่คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟาเรด อุลตร้าไวโอเลต รังสีเอกซ์และรังสีแกรมม่า

ชนิดของรังสี

แบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ

- รังสีชนิดแตกตัวและรังสีชนิดไม่แตกตัวซึ่งขึ้นกับระดับพลังงานของรังสีนั้น รังสีแตกตัว (Ionizing Radiation) หมายถึงรังสีที่มีพลังงานเพียงพอที่จะทำให้เกิดการสูญเสียอิเลคตรอนออกจากอะตอมทำให้อะตอมเด่นประจุบวก ได้แก่

<u>รังสีแอลฟา</u> ประกอบด้วยนิวตรอนและ 2โปรตรอนทำให้มีประจุ+2ถูกปล่อยออกมาจากนิวเคลียสของสารเคมี รังสีแอลฟาสามารถป้องกันได้ด้วยกระดาษหรือเซลผิวหนังชั้นนอก

<u>รังสีเบต้า</u> เป็นอนุภาคที่มีประจุ -1 คล้ายกับอิเลกตรอนซึ่งถูกปล่อยออกมาจากนิวเคลียสของสารรังสี มีอำนาจในการทะลุทะลวงมากจนทำให้ผิวหนังไหม้

<u>รังสีแกมม่า</u> เป็น Electromagnetic photons ซึ่งปล่อยออกมาจากนิวเคลียสของสารรังสีแกมมาสามารถทะลุทะลวงสูง

<u>X-ray</u> เป็นรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีอำนาจการทะลุทะลวงสูงเกิดขึ้นโดยใช้อิเลคตรอนชนกับสารที่เป็นเป้าจะทำให้เกิด X-ray

- รังสีไม่แตกตัว(Non- Ionizing Radiation) หมายถึงรังสีที่มีพลังงานเพียงพอที่จะกระตุ้นอะตอมหรืออีเลคตรอนแต่ไม่เพียงพอที่จะนำอีเลคตรอนออกจากออบิทอลของอะตอมได้แก่ รังสีเหนือมวง(UV) รังสีใต้แดง ไมโคเวฟ และคลื่นวิทยุ

หน่วยวัดรังสี

การวัดรังสีสามารถวัดได้ใน 2 ลักษณะ

1. ปริมาณและชนิดรังสีที่มนุษย์สัมผัส

2. ปริมาณรังสีที่ถูกดูดกลืนเข้าสู่ร่างกาย

หน่วยวัดต่างๆได้แก่

1. **คูรี่ (Curie,Ci)** เป็นหน่วยวัดความแรงของรังสีโดยกำหนดว่าสารกัมมันตรังสี ที่สลายตัวในอัตรา 3.7 x1010 ครั้งต่อวินาที จะมีความแรงเท่ากับ 1 คูรี่ ตัวอย่างเช่นEPA(Environmental Protection Agency in USA) เปรียบเทียบการหายใจเอาเรดอน เข้าไปวันละ10 ปีแอร์คูรี่ต่อลิตรของอากาศ (1 Pci = 1ในล้านล้านส่วนCi) จะเกิดอัตราเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งพอๆกับการสูบบุหรี่

2.แร็ด (Radiation absorbed dose, Rad) คือปริมาณรังสีที่ถูกดูดกลืนโดยสิ่งมีชีวิตในรูปของพลังงานที่สะสมในช่วงเวลาหนึ่ง

3. เร็ม ((Radiation equivalent mam, Ram) หน่วยวัดนี้ถูกนำมาใช้ เนื่องจากความแตกต่างของรังสีแต่ละชนิด โดยรังสีขนาด 1 แร็ด เท่ากัน แต่เป็นรังสีคนละชนิดกัน จะมีผลต่อเนื้อเยื่อของของสิ่งมีชีวิตต่างกันดังนั้น เร็ม จึงเป็นหน่วยวัดที่ถูกตั้งขึ้นเพื่อให้สามารถอธิบายผลกระทบทางด้านชีววิทยาจากการดูดกลืนรังสีชนิดต่างๆ เช่น รังสีแอลฟา 1 แร็ด จะเท่ากับ 10 เร็ม

4. เรนท์เก้น (Roentgens, R) เป็นหน่วยวัดปริมาณรังสีสัมผัส(Expose radiation) ที่ใช้วัดรังสีเอกซ์ และรังสีแกมม่า โดยวัดเป็นปริมาณพลังงานที่ทำให้อากาศ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร แตกตัวเป็นอิออน

อันตรายจากรังสี

รังสีสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ

1. ทางปาก โดยผ่านเข้าไปกับอาหารหรือน้ำดื่มที่มีการปนเปื้อนของรังสีหรือใช้มือที่ปนเปื้อนกับสารกัมมันตรังสีหยิบจับ

2. ทางการหายใจ โดยเกิดจากการหายใจเอาฝุ่นหรือก๊าซที่มีสารกัมมันตรังสีปนเปื้อนเข้าไป

3. ทางผิวหนัง โดยการสัมผัสกับสารกัมมันตรังสีทีอยู่ในรูปของของเหลวเมื่อถูกผิวหนังก็จะซึมผ่านเข้าสู่ร่างกายได้ทันที

การตรวจวัดรังสี

การตรวจวัดรังสีจะทำใน 2 ลักษณะคือ

1. การตรวจวัดในสภาวะแวดล้อมการทำงาน

การเลือกจุดที่จะตรวจวัด ปกติการตรวจวัดรังสีจะตรวจวัดเป็น 4 บริเวณ คือ

- บริเวณห่างจากพื้นผิวของภาชนะบรรจุต้นกำเนิดรังสี 5 เซนติเมตร
- บริเวณระยะห่าง 1 เมตร รอบแหล่งกำเนิดรังสี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- บริเวณทั่วๆไปพื้นที่ปฏิบัติงาน
- บริเวณบรรยากาศทั่วไป(นอกพื้นที่ปฏิบัติงาน)

2. การตรวจวัดหรือบันทึกปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงาน

กฎหมายและมาตรฐานความปลอดภัย

พระราชบัญญัติโรงงาน

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 27 ลงวันที่ 24 มกราคม 2523 ซึ่งออกตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2515 ได้กำหนดให้ผู้ประกอบกิจการโรงงานต้องควบคุมปริมาณรังสีในบริเวณที่ปฏิบัติงานไม่ให้เกิน 6.45 x 10-7 คูลอมบ์ต่อกิโลกรัม-ชั่วโมง (2.5 มิลลิเรนท์เก้นต่อชั่วโมง) และต้องทำการตรวจวัดระดับรังสี ณ บริเวณที่มีการใช้รังสี และบริเวณที่เก็บรักษาสารกัมมันตรังสีเป็นประจำ

และต้องควบคุมหรือดำเนินการเพื่อมิให้คนงานได้รับรังสีเกินกว่าปริมาณที่กำหนด อย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

(1) ตลอดร่างกาย หมายถึง ศีรษะ ลำตัว อวัยวะสร้างโลหิต เลนส์ตา หรืออวัยวะสืบพันธุ์ 12.5 มิลลิซีเวิร์ท (1.25เรม) ภายในช่วงระยะเวลา 3 เดือน ติดต่อกัน

(2) มือ แขน และขา 107.5 มิลลิซีเวิร์ท (13.75) ภายในช่วงระยะเวลา 3 เดือน ติดต่อกัน

(3) ผิวหนังส่วนอื่นที่ไม่ได้ระบุไว้ใน (1) และ (2) 75 มิลลิซีเวิร์ท (7.5เรม) ภายในช่วงระยะเวลา 3 เดือน ติดต่อกัน

พระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ. 2504

กฎกระทรวงฉบับที่ 2 ออกตาม พระราชบัญญัติปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ.2504 กำหนดไว้ดังนี้

ข้อ 6 ผู้รับอนุญาตต้องระมัดระวังในการปฏิบัติการตามที่ได้รับ มิให้บุคคลที่ทำงานในบริเวณรังสีได้รับรังสีเกินกำหนดอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(1) ศีรษะ และลำตัว ลูกตา อวัยวะสร้างโลหิต อวัยวะสืบพันธุ์ หรือตลอดทั้งร่างกาย

ก. 5 x (อายุ-18) เรม การนับอายุ เศษของปี ให้ปัดทิ้งหรือ

ข. 3 เรม ในขณะใดขณะหนึ่ง หรือภายในระยะเวลา 90 วันติดต่อกัน

(2) แขน หรือ ขา 20 เรม ในขณะใดขณะหนึ่งหรือภายในระยะเวลา 90 วันติดต่อกัน

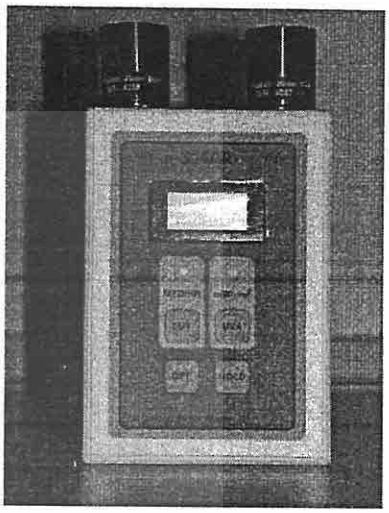
(3) ผิวหนัง 8 เรม ในขณะใดขณะหนึ่ง หรือภายในระยะเวลา 90 วันติดต่อกัน

ข้อ 7 ผู้รับอนุญาตต้องระมัดระวังในการปฏิบัติการตามที่ได้รับอนุญาตมิให้บุคคลซึ่งอาจได้รับรังสีได้นอกบริเวณรังสี ได้รับรังสีมีปริมาณเกินร้อยละ 10 ของปริมาณรังสีที่กำหนดไว้ในข้อ6

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดรังสีที่ก่อให้เกิดการแตกตัว เช่น รังสีเอกซ์ เบต้า และ แกรมม่า
2. เครื่องวัดรังสีที่ไม่ก่อให้เกิดการแตกตัว เช่น อัลตราไวโอเลต ไมโครเวฟ

รูปที่ 1 เครื่องวัดการรั่วไหลของไมโครเวฟ



รูปที่ 2 เครื่องวัดรังสีอัลตร้าไวโอเลต

รูปที่ 3 เครื่องวัดการแผ่รังสี

รายละเอียดวิธีการใช้เครื่องวัดุการรั่วไหลของไมโครเวฟ สามารถดูได้จาก คู่มือการใช้เครื่อง
รายละเอียดวิธีการใช้เครื่องวัดรังสีอัลตราไวโอเลตสามารถดูได้จาก
รายละเอียดวิธีการใช้เครื่องวัดการแผ่รังสีสามารถดูได้จากเครื่องวัดรังสี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การเตรียมเครื่องมือก่อนใช้งาน

1. ทำการปรับความถูกต้องของเครื่องมือตามระยะเวลาที่กำหนด ก่อนที่จะนำไปใช้งาน
2. ต้องตรวจสอบก่อนใช้งานว่าเครื่องตรวจวัดอยู่ในสภาพปกติ ไม่ชำรุด
3. ตรวจสอบอื่นๆ เพิ่มเติมตามคู่มือหรือคำแนะนำของผู้ผลิต
4. ทดลองใช้งานกับต้นกำเนิดรังสีสำหรับทดสอบ(ถ้ามี) โดยดูการตอบสนองของมิเตอร์ หรือฟังเสียง
5. ตั้งค่าเริ่มต้นนับวัด (reset) เป็นศูนย์

เทคนิคการตรวจวัด

1. นำหัววัดรังสีวางในตำแหน่งที่ต้องการทราบระดับรังสี ปกติจะทำการวัดในระดับสูงจากพื้นประมาณ 1 เมตร เนื่องจากเป็นบริเวณกึ่งกลางของร่างกายและเป็นบริเวณอวัยวะสืบพันธุ์ ซึ่งไวต่อการได้รับอันตรายจากรังสี
2. ทำการวัดจากระยะที่ห่างแล้วค่อยๆเข้าหาต้นกำเนิดรังสี
3. ในขณะทำการวัดให้เปิดเครื่องมือจากสเกลที่มีค่าสูงแล้วค่อยลดต่ำลงจนกระทั่งอ่านค่าได้
4. จดบันทึกค่าการวัดพร้อมแผนผังประกอบการตรวจวัด
   - บริเวณบรรยากาศทั่วไป (นอกพื้นที่ปฏิบัติงาน)
   - บริเวณทั่วๆไป ในพื้นที่ปฏิบัติงาน
   - บริเวณระยะห่าง 1 เมตร โดยรอบแหล่งกำเนิดรังสี
   - บริเวณห่างจากพื้นผิวของภาชนะบรรจุต้นกำเนิดรังสี 5 เซนติเมตร

วิธีการทดลอง

1. ตรวจวัดปริมาณรังสีที่แตกตัวได้จากแหล่งกำเนิดที่กำหนดให้ และในสภาพแวดล้อมการทำงานของห้องปฏิบัติการในอาคารเครื่องมือ F1
2. ตรวจวัดปริมาณรังสี UV
   1) ภายในอาคาร 2) บริเวณชายคา 3)นอกอาคารในที่ร่ม 4) นอกอาคารในที่โล่งแจ้ง
   5) อื่นๆ กำหนดกรณีศึกษาเองตามความสนใจ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การประเมินผล

นำค่าที่อ่านได้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานความปลอดภัย หรือค่าที่กฎหมายกำหนดไว้

ข้อควรระวัง

ควรใช้เวลาในการตรวจวัดให้น้อยที่สุด เพื่อหลีกเลี่ยงการได้รับรังสีโดยไม่จำเป็น

แบบบันทึกผลการทดลอง

วันที่ตรวจวัด_____ ชื่อผู้ทำการตรวจวัด _____

สถานที่ทำการตรวจวัด_____

รายละเอียดบริเวณที่ตรวจวัด_____

_____

เครื่องมือวัดรังสียูวี รุ่น_____ยี่ห้อ_____Serial No._____

เครื่องมือวัดรังสี รุ่น_____ยี่ห้อ_____Serial No._____

ตารางบันทึกผลการตรวจวัดรังสียูวี

สถานที่	จุดที่ตรวจวัด	ลำดับของปริมาณรังสี		หมายเหตุ
		SUV	UVA	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบบันทึกผลการตรวจวัดรังสี

สถานที่	เครื่องมือ	บริเวณที่วัด	ปริมาณรังสี	หมายเหตุ

เอกสารอ้างอิง

1.พรพิมล กองทิพย์.(2543).**สุขศาสตร์อุตสาหกรรม**.กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์นำอักษรการพิมพ์

2. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.(2542).**เอกสารการสอนชุดวิชา สุขศาสตร์อุตสาหกรรมพื้นฐาน หน่วย9-15**.สาขาวิทยาศาตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

3. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.(2542).**เอกสารการสอนชุดวิชา การฝึกปฏิบัติงานอาชีวอนามัย ความปลอดภัย และเออร์กอนอมิคส์ หน่วย 1-8**.สาขาวิทยาศาตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

4.ศูนย์เทคโนโลยีความปลอดภัย.(2542).**คู่มือการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน**.สำนักพิมพ์เลขาธิการคณะรัฐมนตรี กรมโรงงานอตสาหกรรม

ปฏิบัติการที่ 6
การตรวจวัดและแปลผลสภาพแวดล้อมด้านเคมี โดยใช้ปั๊มดูดอากาศชนิดมือถือเครื่องวัดก๊าซพิษและก๊าซไวไฟ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติการที่ 6
การตรวจวัดตัวอย่างอากาศโดยปั๊มดูดอากาศชนิดมือถือ (Hand Pump) และเครื่องวัดก๊าซพิษ และก๊าซไวไฟ

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา

1. สามารถอธิบายถึงหลักการทำงานและเลือกใช้เครื่องวัดก๊าซและก๊าซไวไฟได้อย่างถูกต้อง
2. ศึกษาการตรวจวัดก๊าซพิษและก๊าซไวไฟ โดยใช้ปั๊มดูดอากาศชนิดมือถือ(Hand Pump) และเครื่องวัดก๊าซและก๊าซไวไฟและการบันทึก
3. สามารถทำการปรับเช็คความถูกต้องและความพร้อมในการใช้งานของเครื่องมือตรวจวัด
4. ศึกษาข้อควรคำนึงในการดูแล รักษา และวิธีการซ่อมบำรุงเครื่องมือตรวจวัด
5. สามารถวิเคราะห์และแปลผลการตรวจวัด โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่เกี่ยวข้องได้
6. สามารถอภิปรายผลการทดลองกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้องถึงความแตกต่างหรือความสอดคล้องได้

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดมลพิษทางอากาศในสภาพแวดล้อมการทำงาน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. เครื่องมือตรวจวัดที่สามารถอ่านค่าได้โดยตรง (Direct Reading Instrument)
2. เครื่องมือและอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศที่เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นสารเคมีที่เราต้องการทราบในห้องปฏิบัติการ (Indirect Reading Instrument)

เครื่องมือตรวจวัดที่สามารถอ่านค่าได้โดยตรง (Direct Reading Instrument)

1)เครื่องมือตรวจวัดปริมาณฝุ่นและอนุภาคของแข็งชนิดอ่านค่าได้โดยตรง หลักการทำงานเครื่องจะดูดอากาศในบริเวณที่ต้องการตรวจวัดเข้าสู่ส่วนวิเคราะห์ภายในเครื่อง (Chamber) และจะทำการวิเคราะห์โดยใช้หลักการหักเหของแสงหรือใช้ลำแสงเลเซอร์ในการวิเคราะห์ปริมาณอนุภาค แล้วแปรผลปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นโดยแสดงค่าเป็นตัวเลข มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (mg/m^3)

2)เครื่องมือตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีชนิดที่เป็นก๊าซหรือไอในบรรยากาศการทำงาน (Ambient Air Analyzer) โดยหลักการทำงาน คือ เครื่องจะดูดอากาศในบริเวณที่ต้องการตรวจวัด เข้าสู่ส่วนวิเคราะห์ภายในเครื่อง (Chamber) และทำการวิเคราะห์โดยใช้แสงอินฟราเรดในการตรวจวัดและแปลผลปริมาณความเข้มข้นของก๊าซหรือไอโดยแสดงค่าเป็นตัวเลข มีหน่วยเป็นส่วนในล้านส่วน (ppm)เป็นต้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3)เครื่องมือตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีชนิดที่เป็นก๊าซหรือไอในบรรยากาศการทำงานแบบ Hand Pump แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ กระบอกสูบ(Piston Pump) และบีบ(Bellow Pump) หลักการทำงานผู้ใช้จะต้องออกแรงบีบหรือดึงกระบอกสูบเพื่อให้อากาศไหลเข้าสู่ตัวเครื่องโดยทั่วไปความจุอากาศภายในเครื่องมือทั้ง 2 ชนิด เท่ากับ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

1. Piston Pump

เป็นปั้มรูปร่างคล้ายกระบอกตวงมีก้านเลื่อนขึ้นลงได้ เพื่อกำหนดปริมาตรอากาศที่ดูดเข้ามาเมื่อใช้ให้ดูเครื่องหมายที่อยู่บนหลอดและที่ก้านจับเครื่องหมายอาจเป็นสามเหลี่ยม จุด เส้น หรือเครื่องหมายลักษณะอื่น ต้องจัดเครื่องหมายให้ตรงกันระหว่างก้านที่จับและตัวปั้ม นอกจากนี้ต้องแน่ใจว่าก้านมือจับถูกกดเข้าไปจนสุดถึงก้นหลอดแล้วดึงที่จับออกจนหมด ด้ามจับจะล็อคเข้าที่ ห้ามบิดมือที่จับด้ามจับขณะดึงออกเมื่อได้ 1 Pump stoke แล้วปลดล็อคโดยหมุนที่จับไป ¼ แล้วดันด้ามจับเข้าไปในตัวปั้ม แล้วจัดเครื่องหมายให้ตรงกันปั้มจะพร้อมสำหรับดึงปริมาตรอากาศครั้งต่อไป โดยทั่วไปจะใช้ดึงอากาศปริมาตร 50 ถึง 100 ml โดยจะสามารถล๊อคปริมาตรอากาศตามที่ต้องหารได้ ปั้มจะมีที่หักปลายหลอดแก้วติดอยู่ที่ด้านบนของตัวปั้ม

2. Bellow Pump

ทำงานโดยการกดไล่อากาศออกจากปั๊มและทิ้งให้ Bellow พองขึ้นเพื่อให้อากาศถูกดูดเข้าผ่านหลอด Detector tube ผู้ใช้สามารถสังเกตดูปั๊มพองออกและสามารถบอกได้ว่า 1 Pump stoke interval เรียบร้อยแล้ว Dragger bellow pump จะมีโซ่เล็กๆเชื่อมทั้ง 2 ด้านของ Bellows เมื่อโซ่ตึงจะได้ 1 Pump stoke การใช้ Bellow Pumpมีข้อเสียตรงที่อาจได้อากาศไม่เต็ม Pump stoke เพราะว่าต้องกด Bellow Pump ให้สมบูรณ์จึงจะได้ 100 ml และเมื่อกดปั๊มแล้วจึงต้องปล่อยอย่างรวดเร็ว ถ้าปล่อยช้าอากาศเข้าสู่ Bellow ผ่าน Exhaust valve แทนที่จะผ่านหลอด Detector tube

หลอดปฏิกิริยา (Detector tube)

หลอดปฏิกิริยา(Detector tube) หรือหลอดตรวจวัดเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นก๊าซ และไอระเหยของสารเคมีภายในหลอดบรรจุสารเคมีที่เป็นตัวชี้วัดสำหรับทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการตรวจวัดโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนสีของสารตัวชี้วัดภายในหลอด(Colorimetric Indicator) ซึ่งระยะการเปลี่ยนสีจะเป็นสัดส่วนกับระดับความเข้มข้นของสารเคมีที่มีอยู่อากาศหลอดปฏิกิริยาจะต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือดูดอากาศชนิด Hand Pump กล่าวคือ อากาศที่มีสารเคมีที่เราต้องการตรวจวัดจะถูกดูดโดย Hand Pump ผ่านสารตัวชี้วัดและทำปฏิกิริยาเกิดการเปลี่ยนสีของสารภายในหลอดทำให้เราสามารถอ่านค่าความเข้มข้นของสารเคมีตามระยะการเปลี่ยนแปลงขอสีในหลอดปฏิกิริยา

ชนิดของหลอดปฏิกิริยา (Detector tube) แบ่งออกได้เป็น 4 แบบ

1. หลอดตรวจวัดโดยตรงที่มีสเกลความเข้มข้น
2. หลอดตรวจวัดที่มีตารางการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นหรือสเกล
3. หลอดตรวจวัดที่แผนภูมิความเข้มข้นของสี
4. หลอดตรวจวัดที่ใช้การเทียบสี

วิธีการใช้หลอดปฏิกิริยา (Detector tube)

อากาศจะถูกดูดผ่านหลอดโดยใช้ปั๊ม โดยทั่วไปแล้ว 1 Pump stroke ตัวอย่างอากาศจะถูกดูดผ่านหลอดแก้วเข้ามา 50 หรือ100 ml แล้วแต่จะล็อคปริมาตรตามที่ต้องการแล้วอากาศจะออกไปที่ Exhaust ports ที่ปั๊มจะมีวาล์วที่ป้องกันอากาศไหลย้อนกลับเข้าไปในปั๊ม การเปลี่ยนสีหรือแถบสีจะเกิดจากปฏิกิริยาเคมีรพหว่าสารเคมีในหลอดและสารมลพิษในตัวอย่างอากาศ การเปลี่ยนสีสามารถบอกว่ามีสารปนเปื้อนในอากาศและความเข้มข้นโดยปริมาณที่ดูดเข้าไป สารเคมีที่มีอยู่ในหลอดจะจำเพาะกับชนิดของแต่ละบริษัทผู้ผลิตไม่เหมือนกัน

หลอด Detector tube จะบรรจุ cotton หรือใยแก้วสำหรับกรองอากาศ ที่ปลายทั้งสองด้านเพื่อป้องกันอนุภาคและสารแขวนลอยในอากาศที่จะเข้าในหลอด หลอด Detector tube อาจบรรจุ Prefilter หรือชั้นสำหรับปรับสภาวะเพื่อแยกความชื้นหรือก๊าซหรือไอที่รบกวนออกไป หลอด Detector tube บางหลอดจะซับซ้อนมากและอาจใส่ของเล็กๆบรรจุสารเคมี (Sealed ampules)ไว้ด้านในเมื่อตรวจวัดเหล่านี้ว่า Indicator tube

ก่อนการใช้งานDetector tube ต้องหักปลายทั้งสองข้างของหลอด แล้วนำหลอดไปต่อกับปั๊ม ที่หลอดจะมีลูกศรบอกทิศทางในการไหลของอากาศ เวลาต่อหลอดต้องหันลูกศรเข้าหาปั๊มเสมอ ถ้าหันลูกศรผิดทิศทาง ผลการทดลองที่ได้จะเชื่อถือไม่ได้ เพราะอากาศไม่ผ่าน Prefilter หรือ Conditioning layer ก่อน ดังนั้นควรทำการเก็บตัวอย่างใหม่ด้วยหลอด Detector tube ใหม่ ช่วงเวลาที่ใช้เพื่อให้ได้ 1 Pump stroke หรือ อากาศ 50 หรือ 100 ml ไหลเข้าไปในปั๊มเรียก Pump stroke interval ซึ่งจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของหลอดที่นำมาใช้ ความต้านทานในการไหลของอากาศและอัตราการเก็บตัวอย่างของปั๊มจะแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของปั๊มและหลอดเก็บตัวอย่างอากาศที่นำมาใช้ Pump stroke interval อาจเป็น 5-10 นาที หรือยาวนานหลอดนาทีก็ได้

ข้อแนะนำในการใช้

ก่อนนำ Detector tubeไปใช้ ควรศึกษาข้อมูลต่างๆดับต่อไปนี้

1. ลักษณะและคุณสมบัติของหลอด
2. ช่วงเวลาที่ตรวจวัดได้
3. วิธีการตรวจวัด
4. หลักการตรวจวัดและสีที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5.ข้อจำกัดและการแก้ไข

6. ก๊าซหรือไอที่รบกวนปฏิกิริยา

7. วิธีการเก็บรักษาและอายุการใช้งาน

ปัจจัยที่มีผลต่อสถานะและความถูกต้องของ Detector tube ประกอบด้วย

1. อุณหภูมิ ความชื้น และความดันบรรยากาศ

2. แสง

3. เวลาและสภาวะที่เก็บ

4. ความจำเพาะและก๊าซที่รบกวน

ความแปลผลของ Detector tube

ในการใช้ต้องปฏิบัติตามคำแนะนำ หลอดบางชนิดบรรจุสารเคมีที่เป็นของแข้งหรือของผลเวลาต้องทำให้หลอดบรรจุสารเคมีแตกในเวลาที่พอเหมาะไม่มีรอยรั่วรอบๆหลอด ถ้าอากาศรั่วเข้าปั๊ม จะทำให้อัตราการไหลของอากาศผ่านหลอดลดลงและการอ่านค่าจะไม่ถูกต้อง การใส่หลอดจะต้องหัวลูกศรที่หลอดเข้าหาตัวปั๊มเสมอ ถ้าที่หลอดไม่มีลูกศรสามารถใส่หลอดนั้นในทิศทางใดก็ได้

ข้อสำคัญต้องคอยตรวจดูแถบสีที่เกิดขึ้นจากการดูดอากาศในแต่ละครั้ง การเพิ่มความยาวของแถบสีไม่ได้เพิ่มด้วยอัตราที่คงที่เสมอไป เช่น เมื่อดึง สโตรกแรกอาจเห็นสีเปลี่ยนไปที่ชัดเจน แต่สโตรกต่อๆไป แถบสีจะเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อย สีจางมากควรหยุดดูดอากาศเมื่อแถบสีมีความยาวถึงความเข้มข้นสูงสุดที่วัดได้ การไม่เกิดสีในหลอดทดลองไม่ได้หมายความว่าไม่มีสารมลพิษปนเปื้อนในอากาศ เป็นเพราะว่าอากาศที่ดูดเข้าไปมีสารที่ไม่อยู่ในช่วงที่หลอดทดสอบจะตรวจวัดได้

ข้อควรระวังในการเก็บตัวอย่างอากาศที่เป็นก๊าซและไอ

ก่อนจะทำการตรวจวัดหรือเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นก๊าซและไอ ผู้ปฏิบัติการจะต้องศึกษาและให้ความสนใจในเรื่องต่อไปนี้

1. ด้านการทำอันตรายต่อสุขภาพของก๊าซและไอ

ก๊าซและไอมีอยู่ในอากาศมีผลกระทบต่อร่างกายได้ดังนี้

- ก่อให้เกิดความระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนต้น
- ระคายเคืองต่อปอด
- ขาดอากาศหายใจ
- เกิดอันตรายต่อระบบประสาท
- เกิดอันตรายต่ออวัยวะอื่น เช่น ตาและหัวใจ

2. ด้านคุณสมบัติของก๊าซและไอ

ก๊าซและไอมีลักษณะการเกิดอันตราย ดังนี้

- ไม่มีสี ไม่มีกลิ่นแต่เกิดอันตรายต่อร่างกายได้
- ติดไปง่าย
- ระเบิดได้ง่าย
- หนักหรือเบากว่าอากาศ

3. ด้านการเก็บตัวอย่างของก๊าซและไอ

มีข้อควรระวังดังนี้

- ไม่ควรใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือเกี่ยวกับไฟฟ้าในบริเวณที่มีก๊าซไวไฟหรือก๊าซที่จะระเบิดได้
- ไม่ควรติดเก็บตัวอย่างก๊าซและไอโดยไม่ได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับชนิดประเภท หรืออันตรายที่เกิดของก๊าซและไอที่จะเก็บเสียก่อน
- ระวังหลอดเก็บสารละลายแตก
- ทดสอบอุปกรณ์และการปรับความถูกต้องของเครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศจะต้องทำทุกครั้งก่อนการฝึกปฏิบัติ

มารฐานที่เกี่ยวข้อง

ก๊าซ	มาตรฐานไทย		มาตรฐานต่างประเทศ	
	Ppm	mg/m^3	ppm	mg/m^3
CO_2	5000	9000	5000	9000
SO_2	5	13	2	5.2
CO	50	55	25	29
Alcohol	1000	1900	1000	1880
Acetic acid	10	25	10	24.9
Nitric acid	2	5	2	5
Toluene	300	1152	100	384
Hydrochloric acid	5	7	5	7.6

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Hand Pump 1 เครื่อง พร้อมคู่มือ:ยี่ห้อ,รุ่น, Serial Number, Specification
2. เครื่องวัดก๊าซพิษ และก๊าซไวไฟ 1 เครื่อง พร้อมคู่มือ:ยี่ห้อ,รุ่น, Serial Number, Specification
3. หลอดเก็บตัวอย่าง (detector tube) ได้แก่ Benzene, Nitric acid, Sulfuric acid, Hydrochloric acid, Alcohol

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. แบบบันทึกผลการตรวจวัด

รูปที่ 1 เครื่องวัดก๊าซพิษและก๊าซไวไฟ

รูปที่ 2 ปั๊มดูดอากาศชนิดมือถือ (Hand Pump)

รายละเอียดวิธีการใช้เครื่องวัดก๊าซพิษและก๊าซไวไฟสามารถดูได้จากคู่มือการใช้งานภาษาไทย เครื่องวัดก๊าซพิษและก๊าซไวไฟ

รายละเอียดวิธีการใช้ปั๊มดูดอากาศชนิดมือถือ(Hand Pump) สามารถดูได้จากคู่มือการใช้งาน ปั๊มดูดอากาศชนิดมือถือ

วิธีการทดลอง

1. ศึกษาวิธีการใช้เครื่องให้เข้าใจ รวมทั้งข้อระมัดระวังในการใช้ปั๊มดูดอากาศชนิดมือถือ (Hand Pump)และ เครื่องวัดก๊าซพิษและก๊าซไวไฟ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. ทำการปรับเทียบมาตรฐานเครื่องมือก่อนตรวจวัด (Pre-calibration)

3. วางแผนการตรวจวัดโดยวัตถุประสงค์ของการตรวจวัดและระยะเวลาในการตรวจวัด

4. อธิบายการตรวจวัดให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่เข้าใจ รวมทั้งสิ่งที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องให้ความร่วมมือในการตรวจวัด

5. เริ่มตรวจวัดและระหว่างที่ตรวจวัด บันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับพื้นที่ ลักษณะงาน รายละเอียดเกี่ยวกับสารเคมีอื่นๆที่มีใช้ในการทำงาน และมาตรการการทำงานกับสารเคมีที่มีอยู่ในพื้นที่นั้น

6. อ่านผลการตรวจวัดและแปลผลทุกค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือและอภิปรายผลการตรวจวัด

ผลการทดลอง

1. ผลการตรวจวัดทุกค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ

2. การแปลผลการตรวจวัดทุกค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ โดยเทียบกับทฤษฎีและค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

3. บันทึกลักษณะงานและสภาพการทำงานกับสารเคมี และมาตรการทำงานกับสารเคมีที่มี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบบันทึกผลการตรวจวัด

วันที่ตรวจ.....ชื่อผู้ทำการตรวจวัด.....

สารเคมีที่ตรวจวัด.....

สถานที่ตรวจวัด.....

รายละเอียดบริเวณที่ตรวจวัด.....

.....

เครื่องมือตรวจวัดก๊าซ (Hand pump) รุ่น.....ยี่ห้อ.....Serial No.....

เครื่องมือตรวจวัดก๊าซพิษและก๊าซไวไฟ รุ่น.....ยี่ห้อ..... Serial No.....

ผลการตรวจวัดสารเคมี ก๊าซ ก๊าซพิษ และก๊าซไวไฟGas	Place	Results	Instrument	Remark
% LEL				
Oxygen(O2)				
Carbon Dioxide(CO2)				
Hydrogen Sulfide(H2S)				
Benzene				
Carbon Monoxide				
Alchohols				
Nitric acid				
Sulfuric acid				
Hydrochloric acid				

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

1.พรพิมล กองทิพย์.(2543).**สุขศาสตร์อุตสาหกรรม**.กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์นำอักษรการพิมพ์

2. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.(2542).**เอกสารการสอนชุดวิชา สุขศาสตร์อุตสาหกรรมพื้นฐาน หน่วย9-15**.สาขาวิทยาศาตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

3. สถานบันความปลอดภัยในการทำงาน.(2544).**คู่มือตรวจวัดและประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานด้านเคมี**. กรุงเทพมหานคร:บริษัทร้อยสิบเอ็ดธุรกิจ กำจัด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติการที่ 7
การติดตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศชนิดติดตัวบุคคล
(Personal Air Sampling Pump)
และการปรับเช็คความถูกต้อง (Calibration)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติการที่ 7
การปรับเทียบความถูกต้อง (Calibration)
ของเครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศ (Personal Air Sampling Pump)

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา

1. สามารถทำการปรับเทียบ(Calibration) ความถูกต้องของเครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศ (Personal Air Sampling Pump)
2. สามารถจัดเตรียมชุดอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างอากาศตามประเภทของมลพิษ

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศที่ตัวบุคคล (Personal Air Sample Pump)

เป็นอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศ (Sample collection device) ที่สำคัญมากในการเก็บตัวอย่างอากาศที่เป็นก๊าซ ไอ หรือ อนุภาค จะต้องนำส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซ ไอ หรืออนุภาค ในห้องปฏิบัติการอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งอุปกรณ์จะทำหน้าที่ในการดูดอากาศผ่านเข้าไปที่อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง (Collection device) และควรมีการสอบเทียบ(Calibration) ก่อนนำไปใช้งาน

ปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศที่ตัวบุคคล (Personal Air Sampling Pump) แบ่งเป็น 3 ชนิด ได้แก่

1. ปั๊มที่มีอัตราการไหลของอากาศต่ำ (Low – flow pumps) มีอัตราการไหลของอากาศประมาณ 0.5-500 ml/min
2. ปั๊มที่มีอัตราการไหลของอากาศสูง (Height – flow pumps) มีอัตราการไหลของอากาศประมาณ 500-4,500 ml/min
3. ปั๊มใช้ทั้งอัตราการไหลของอากาศต่ำและสูง (Dual rang pumps)

อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของอากาศ (Flow-rate meters)

อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของอากาศ จะนำไปใช้ในการคำนวณปริมาตรอากาศที่เก็บตัวอย่างเพื่อคำนวณความเข้มข้นของสาร ปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศใช้อุปกรณ์หลายอย่าง เพื่อควบคุมอัตราการไหลของอากาศให้คงที่ ได้แก่ Pressure- compensating device, Stroke counter pump, Critical orifice และ Rota meter

1. Pressure- compensating device

เครื่องมือชนิดนี้ ออกแบบเพื่อแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของอากาศในการเก็บตัวอย่างในบางสถานการณ์ เช่น มีการเพิ่มความต้านทานของตัวกลางที่ใช้เก็บตัวอย่างหรือกระดาษกรองมีฝุ่นอยู่เต็ม ปั๊มชนิดนี้มี Flow rate sensor ที่ซับซ้อน มีกลไกลย้อนกลับ (Feed back mechanism) เพื่อ

รักษาอัตราการไหลของอากาศที่ตั้งไว้ให้คงที่ตลอดเวลาในระหว่างเก็บตัวอย่างซึ่งกลไกลนี้จะมีอยู่ในปั๊มที่ใช้อัตราการไหลของอากาศทั้งต่ำและสูง

2. Stroke counter pump

ปั๊มที่มีอัตราการการไหลของอากาศต่ำ บางชนิดมี Stroke counter ซึ่งจะให้ค่าปริมาตรอากาศที่เก็บได้โดย Piston – action motor แม้ว่าอัตราการไหลของอากาศเปลี่ยนไป แต่ Stroke counters จะยังรายงานปริมาตรของตัวอย่างอากาศที่เก็บได้อย่างถูกต้อง

3. Critical orifice

ปั๊มที่ใช้ได้นำหรับอัตราการไหลต่ำและสูงบางชนิด มีการควบคุมอัตราการไหลของอากาศโดยใช้ Critical หรือ Limiting orifice เป็นรูที่มีขนากแน่นอนทำขึ้นจากแผ่นโลหะ อากาศที่ถูกดูดเข้าจะมีอัตราการไหลคงที่เมื่อตั้งตัวแปรต่างๆตามที่กำหนด orifice จะมีการสอบเทียบที่อุณหภูมิและความดันที่กำหนดเพื่อให้ได้อัตราการไหลที่ถูกต้อง

4. Rota meter

Rota meter จะเป็นอุปกรณ์ที่ติดอยู่ด้านข้างของปั๊มที่มีอัตราการไหลสูง (Height flow sampling pumps) ประกอบด้วย ลูกลอยที่เคลื่อนที่ขึ้นลงอยู่ในหลอดแก้วที่วางในแนวตั้งฉากซึ่งหลอดแก้วนี้มีขนาดส่วนบนกว้างกว่าที่ส่วนล่างของหลอดแก้ว เมื่ออากาศผ่านเข้าที่ส่วนล่างของหลอดแก้ว ลูกลอยจะลอยขึ้นจนถึงสมดุลระหว่างน้ำหนักของลูกลอยและแรงอัดที่มาจากความดันของอากาศที่วิ่งผ่านพื้นที่ระหว่าลูกลอยและผนังของหลอดแก้ว ถ้าลูกลอยสูงขึ้น อัตราการไหลของอากาศจะขึ้นตามไปด้วย สามารถวัดความสูงของลูกลอยโดยดูจากสเกลที่หลอดแก้วเป็นการวัดอัตราการไหลของอากาศโดยประมาณ

การอ่านค่า ถ้าลูกลอยมีลักษณะเป็นทรงกลมจะอ่านที่จุดกึ่งกลางของลูกลอย การปรับอัตราการไหลของอากาศให้สูงขึ้นหรือต่ำลงสามารถปรับด้วยสกรู (Calibration screw) หรือปุ่มบนเครื่องปั๊ม Rota meter ที่ติดอยู่ด้านข้างของปั๊มสำหรับเก็บอากาศจะไม่ให้ค่าอัตราการไหลของอากาศที่แท้จริง จะเป็นค่าประมาณของอัตราการไหลของอากาศเท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการสอบเทียบ (Calibration) ของปั๊มก่อนและหลังกานใช้งานด้วย Primary calibration standard

การสอบเทียบ (Calibration)

ปั๊มสำหรับเก็บตัวอย่างอากาศจะต้องได้รับการสอบเทียบอัตราการไหลของอากาศที่กำหนดไว้ในวิธีการเก็บตัวอย่าง การสอบเทียบอัตราการไหลของอากาศเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเก็บตัวอย่างเพื่อให้ได้ปริมาตรของอากาศที่ถูกต้อง

1. อุปกรณ์ในการสอบเทียบ

การสอบเทียบมี 2 วิธี คือ Primary calibration และ Secondary calibration

อุปกรณ์สำหรับ Primary calibration ได้แก่ Mariotti bottle, Spiro meters และ Soar-bubble meters

อุปกรณ์สำหรับ Secondary calibration ได้แก่ Wet test meter, Dry gas meter และ Precision Rota meter ซึ่งจะให้อัตราการไหลโดยประมาณจะต้องทำการสอบเทียบกับอุปกรณ์สำหรับ Primary calibration เป็นระยะๆ

1. Primary calibration

1) Mariotti bottle

ขวด Mariotti ใช้หลักการแทนที่น้ำด้วยอากาศ เมื่อเริ่มทดลองจะมีการเปิดวาล์วที่อยู่ด้านล่างของขวดที่มีน้ำอยู่ น้ำจะไหลออกจากขวดขณะเดียวกันอากาศจะถูกผ่านอุปกรณ์เก็บตัวอย่างและเข้าไปในขวด ปริมาตรของอากาศที่ถูกดูดเข้ามาจะมีค่าเท่ากับระดับน้ำที่เปลี่ยนไปคูณด้วยพื้นที่ตัดขวางของพื้นผิวน้ำ

2) Spiro meters

Spiro meters มีหลักการคล้ายกับขวด Mariotti แต่แตกต่างกันที่ว่าเป็นการวัดการแทนที่อากาศด้วยน้ำ อุปกรณ์มีรูปร่างคล้ายระฆังรูปทรงกระบอกที่เคลื่อนที่ได้ มีอากาศที่รู้ปริมาตรบรรจุอยู่ซึ่งมีรูเปิดอยู่ภายใต้ของเหลว

การทำงานของอุปกรณ์มี 2 แบบ คือ ดูดอากาศออก และเป่าอากาศเข้าสำหรับการดูดอากาศโดยใช้ปั๊ม อากาศภายใน Spiro meter จะถูกดูดออกมา ขณะที่อากาศถูกดูดออก อุปกรณ์รูประฆังจะเคลื่อนที่ต่ำลงและเข็มจะเคลื่อนที่ขึ้น ระยะความสูงที่จะวัดเป็นปริมาตรอากาศที่ถูกดูดออกจาก Spiro meter

Spiro meter แบบที่ปั๊มอากาศเข้าไป เมื่ออากาศเข้าสู่ทางเข้า Spiro meter อุปกรณ์รูประฆังจะลอยตัวสูงขึ้นและเข็มจะเคลื่อนที่ต่ำลง สามารถอ่านค่าเป็นปริมาตรอากาศที่เข้าไปสู่ Spiro meter ได้

3) Soar-bubble meters

เป็นอุปกรณ์สำหรับปรับความถูกต้องที่นิยมใช้กันมากที่สุด ได้แก่ Soar-bubble meters เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการปรับความถูกต้องของปั๊มทั้งที่ใช้อัตราการไหลของอากาศสูงและต่ำ ประกอบด้วย บิวเรท (ขวด 1000ml ใช้สำหรับปั๊มที่มีอัตราการไหลของอากาศสูง และ 100 ml ใช้สำหรับปั๊มที่มีอัตราการไหลของอากาศต่ำ) ซึ่งอยู่ในลักษณะที่คว่ำลงติดกับขาตั้ง มีท่อต่อไปที่อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง

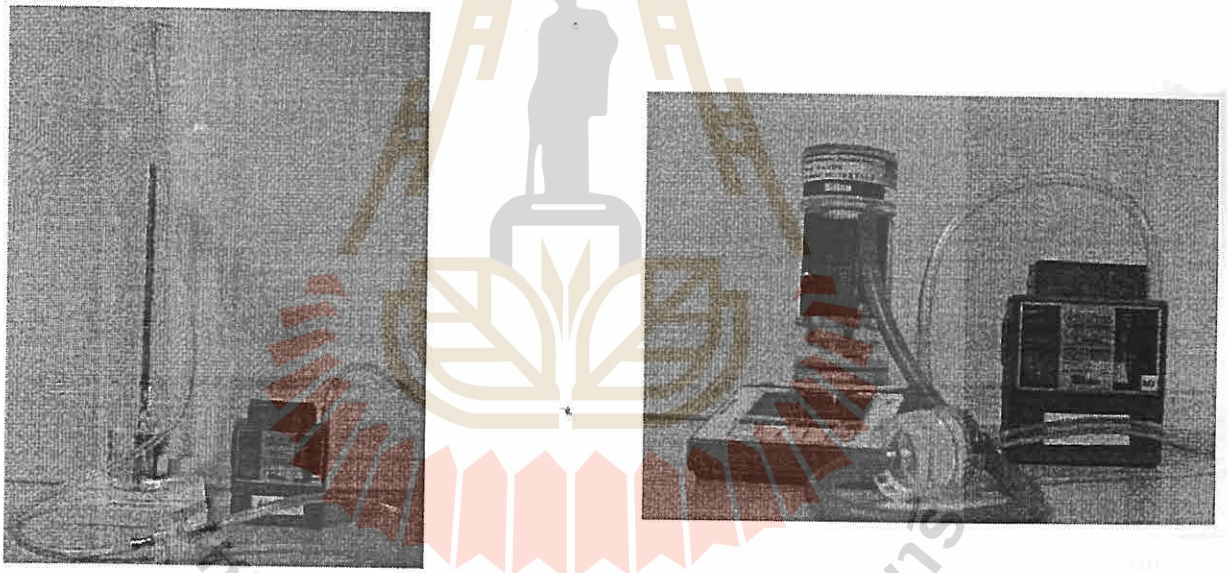
2. Secondary calibration

จะต้องทำการทดสอบกับ Primary calibration เป็นระยะๆตัวอย่างของ Secondary calibration ได้แก่ Wet test meter, Dry gas meter

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Personal Air Sampling Pump 1 เครื่อง พร้อมคู่มือ
2. สายยาง 2 เส้น
3. Adapter /Luer taper 1 อัน
4. Filter holder + filter 1 ชุด
5. ชุดไขควง 1 ชุด
6. Buret ขนาด 500 ml + ขาตั้ง 1 ชุด
7. Beaker ขนาด 250 ml 1 ใบ
8. Bubble Solution 1 ขวด
9. นาฬิกาจับเวลา 1 อัน
10. forcep 1 อัน
11. Primary Standard Calibration (Gillibrator) 1 เครื่อง พร้อมคู่มือ



รูปที่ 1 เครื่องมือการปรับเช็คความถูกต้อง

รายละเอียดวิธีการใช้เครื่องวัดอัตราการไหลของอากาศสามารถดูได้จากคู่มือการใช้งาน เครื่องวัดอัตราการไหลของอากาศ

วิธีการทดลอง

1. ศึกษาวิธีการใช้ และข้อควรระวัง Personal Air Sampling Pump
2. ทำการจัดชุดอุปกรณ์ เพื่อการปรับเทียบความถูกต้องของเครื่องมือ ดังรูปที่ 1
3. เปิด Personal Air Sampling Pump และปรับลูกลอย (Rotameter) ไปที่ตัวเลข 1 โดยเส้นผ่านศูนย์กลางลูกลอยอยู่ที่ขีด 1
4. ยก Beaker ที่มี Bubble Solution ให้สูงขึ้น โดยให้ปลาย Buret จุ่มอยู่ใน Bubble Solution จนทำให้เกิดแผ่นฟิล์มของฟองสบู่ ลอยขึ้นไปบน Buret หลายๆ รอบก่อนการทดลองจริง
5. เริ่มจับเวลาเมื่อแผ่นฟิล์มเคลื่อนที่ถึงขีดบอกปริมาตรจาก 0 - 500 ml จดบันทึกค่า ทำซ้ำเช่นนี้ 3 ครั้ง
6. ทำการทดลองซ้ำตามข้อ 3-5 โดยปรับลูกลอย (Rotameter) ไปที่ตัวเลข 2 , 3 , 4 และ 5 ตามลำดับ
7. ทำการจัดชุดอุปกรณ์ ใหม่ เพื่อการปรับเทียบความถูกต้องของเครื่องมือ โดย Primary Standard Calibration (Gillibrator) แทนชุด Buret
8. เปิด Personal Air Sampling Pump และปรับลูกลอย (Rotameter) ไปที่ตัวเลข 1 โดยเส้นผ่านศูนย์กลางลูกลอยอยู่ที่ขีด 1
9. เริ่มทดลองโดยการกดปุ่มทำให้เกิดแผ่นฟิล์มสบู่ของฟองสบู่ แล้วสังเกตแผ่นฟิล์มที่เคลื่อนที่ไปจนสุด
10. อ่านค่าตัวเลขที่ปรากฏบนหน้าจอ และจดบันทึก ทำซ้ำเช่นนี้ 3 ครั้ง
11. ทำการทดลองซ้ำ ตาม ข้อ 8-10 โดย ปรับลูกลอย (Rotameter) ไปที่ตัวเลข 2, 3 , 4 และ 5 ตามลำดับ

ผลการทดลอง

1. บันทึกผลการทดลองทุกค่าที่อ่านได้จากการปรับเทียบความถูกต้อง
2. คำนวนหาอัตราการไหลของอากาศ ของ Personal Air Sampling Pump ที่ ขีดระดับลูกลอย 1,2,3,4 และ 5
3. กราฟระหว่างค่าตัวเลขขีดระดับลูกลอย (Rotameter) กับอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณได้
4. บันทึกผลอัตราการไหลของอากาศที่อ่านได้ เมื่อปรับ ค่าตัวเลขขีดระดับลูกลอย (Rotameter) ที่ 1,2,3,4 และ 5 ตามลำดับ
5. การอภิปรายข้อดี และข้อเสีย ของการปรับเทียบ ความถูกต้องของ ทั้ง 2 วิธีที่ทำการทดลอง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบบันทึกผลการทดลอง

วันที่ทำการปรับเทียบ_____ชื่อผู้ทำการปรับเทียบ_____

Personal Air Sampling Pump รุ่น_____ยี่ห้อ_____Serial No._____

อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบคือ_____

วิธีการปรับเทียบ คือ _____

ขีดระดับ ลูกลอย (Rotameter)	ครั้งที่	เวลา (นาที)	อัตราการไหลอากาศ Q = V/T (ลิตร ต่อ นาที)
1	1		
	2		
	3		
	ค่าเฉลี่ย		
2	1		
	2		
	3		
	ค่าเฉลี่ย		
3	1		
	2		
	3		
	ค่าเฉลี่ย		
4	1		
	2		
	3		
	ค่าเฉลี่ย		
5	1		
	2		
	3		
	ค่าเฉลี่ย		

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบบันทึกผลการทดลอง

วันที่ทำการปรับเทียบ_____ชื่อผู้ทำการปรับเทียบ_____

Personal Air Sampling Pump รุ่น_____ยี่ห้อ_____Serial No._____

อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบ คือ_____

วิธีการปรับเทียบ คือ _____

ขีดระดับ ลูกลอย (Rotameter)	ครั้งที่	อัตราการไหลอากาศ (ลิตร ต่อ นาที)
1	1	
	2	
	3	
	ค่าเฉลี่ย	
2	1	
	2	
	3	
	ค่าเฉลี่ย	
3	1	
	2	
	3	
	ค่าเฉลี่ย	
4	1	
	2	
	3	
	ค่าเฉลี่ย	
5	1	
	2	
	3	
	ค่าเฉลี่ย	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

1.พรพิมล กองทิพย์.(2543).**สุขศาสตร์อุตสาหกรรม**.กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์นำอักษรการพิมพ์

2. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.(2542).**เอกสารการสอนชุดวิชา สุขศาสตร์อุตสาหกรรมพื้นฐาน หน่วย 9-15**.สาขาวิทยาศาตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.กรุงเทพมหานาคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

3. สถานบันความปลอดภัยในการทำงาน.(2544).**คู่มือตรวจวัดและประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานด้านเคมี**.กรุงเทพมหานคร.กรุงเทพ:บริษัทร้อยสิบเอ็ดธุรกิจ กำจัด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติการที่ 8

การเก็บตัวอย่างอากาศ – ฝุ่นรวมทุกขนาด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติการที่ 8

การเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศชนิดอนุภาค

: ฝุ่นทุกขนาด (Total dust)

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา

1. สามารถจัดเตรียมชุดอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศชนิดอนุภาค เช่น ฝุ่นทุกขนาด
2. สามารถเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศชนิดอนุภาคได้ตาม NIOSH Manual of Analytical Methods
3. สามารถวิเคราะห์และแปลผลจากการตรวจวัดโดยเทียบกับค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศชนิดฝุ่นรวม (Total Dust)

การเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นฝุ่นทุกขนาดเป็นวิธีที่นิยมใช้แพร่หลายกันมากทั้งนี้เพราะวิธีการไม่ยุ่งยาก ค่าใช้จ่ายต่ำเมื่อเทียบกับวิธีการอื่นๆ และสามารถเก็บตัวอย่างไว้รอการวิเคราะห์ได้โดยไม่มีผลเสียหายต่อตัวอย่างที่เก็บมาแต่อย่างใด กลไกการสะสมของอนุภาคที่เป็นฝุ่นทั้งหมดบนกระดาษกรองนั้นมีอยู่ด้วยกัน 5 กลไก ได้แก่ การสกันกั้นโดยตรง การสะสมอันเนื่องมาจากแรงเฉื่อยของอนุภาค การแพร่ แรงไฟฟ้าสถิต และแรงโน้มถ่วงโลก

การเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศทีเป็นอนุภาคมี 2 ประเภท ประการแรก คือ การเก็บตัวอย่างอากาศมลพิษทางอากาศที่เป็นฝุ่นทุกขนาดและฟูม (Total Dust and Fume Sampling) : ซึ่งได้แก่การเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคในรูปของฝุ่นทุกขนาด ฟูม และมิสต์ และประเภทที่ สอง คือ การเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นฝุ่นทุกขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอนลงไป

ประเภทของการวัดและเก็บตัวอย่าง

1. การเก็บตัวอย่างเพียงหนึ่งตัวอย่างตลอดเวลา 8 ชั่วโมงหรือตลอดช่วงเวลาการทำงาน (Single sample for full period) ความเข้มข้นของมลพิษที่ได้จากการเก็บตัวอย่างด้วยวิธีนี้ จะสะท้อนถึงความเข้มข้นเฉลี่ยของมลพิษนั้นที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสหรือหายใจเข้าไปตลอดเวลาการทำงาน
2. การเก็บตัวอย่างหลายตัวอย่างต่อเนื่องกันในเวลา 8 ชั่วโมง หรือตลอดเวลาการทำงาน (Consecutive samples for full period) เช่นเก็บตัวอย่างละ 2 ชั่วโมง เป็นต้น การเก็บตัวอย่างด้วยวิธีนี้ ช่วยแก้ปัญหาการอุดตันของฝุ่นบนกระดาษกรอง หรือสารดูดซับมีปริมาณไม่มากพอที่จะดูดมลพิษที่ผ่านเข้ามาในหลอดเก็บตัวอย่างได้หมด ในกรณีที่ความเข้มข้นของมลพิษในอากาศสูง ซึ่งปัญหานี้เกิดขึ้นในการเก็บตัวอย่างเพียงตัวอย่างเดียว ตลอด 8ชั่วโมง ในข้อ 1 นอกจากนี่การเก็บตัวอย่างอากาศด้วยวิธีนี้ ยังสามารถบอกช่วงเวลาที่ความเข้มจ้นของมลพิษในอากาศสูงสุด และขณะเดียวกันยังคง

รักษาข้อดี คือสะท้อนความเข้มข้นของมลพิษที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสหรือหายใจเข้าไปตลอดเวลาการทำงานด้วย

3. การเก็บตัวอย่างต่อเนื่องมากกว่า 1 ตัวอย่าง โดยระยะเวลาการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 8 ชั่วโมง (Consecutive samples for partial period) เช่นเก็บ4 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 1 ชั่วโมง แม้ว่าการเก็บตัวอย่างแบบที่ 2 จะเหมาะสมที่สุด แต่เมื่อคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ตัวอย่าง และระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างแล้วอาจจะไม่เหมาะสม ฉะนั้นการสุ่มเก็บตัวอย่าง บางช่วงของการทำงานอาจใช้แทนวิธีที่ 2 ได้
4. การเก็บตัวอย่างในช่วงสั้นๆหลายๆตัวอย่าง (Grab sampling) ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างอาจสั้นเพียงไม่กี่วินาทีหรือไม่กี่นาที โดยทั่วไปใช้เวลาไม่เกิน 30 นาที การเก็บตัวอยางด้วยวิธีนี้เป็นที่ยอมรับในกรณีที่ต้องการทราบความเข้มข้นของมลพิษในอากาศในระหว่างเวลาที่คาดว่าจะมีความข้นของสารปนเปื้อนสูงมากๆ เช่นขณะเปิดฝาถึงผสมสารเคมี หลังจากหยุดถึงผสมทันทีเป็นต้น หรือกรณีที่ความเข้มข้นในบรรยากาศค่อนข้างคงที่ และในกรณีที่ต้องการส่วนประกอบของก๊าซอย่างคร่าว โดยที่ก๊าซเหล่านั้นต้องมีความเข้มข้นสูงกว่าในบรรยากาศปกติ

คุณสมบัติที่สำคัญของอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศแบบ Grab sampling คือมีประสิทธิภาพในการเก็บตัวอย่างอากาศสูง(ไม่สูญหาย) คือ ปกติเก็บได้เกือบ 100% อย่างไรก็ตามในการใช้อุปกรณ์เหล่านี้ต้องตระหนักไว้เสมอว่า ก๊าซที่สนใจนั้น อาจทำปฏิกิริยาหรือ adsorb อยู่บนผนังภาชนะบรรจุนั้นได้

ในกรณีที่ไม่ควรใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศแบบ Grab sampling คือ

1. เมื่อความเข้มข้นของก๊าซ/ไอในอากาศไม่คงที่แปรเปลี่ยนตลอดเวลา
2. เมื่อความเข้มข้นของก๊าซ/ไอ ค่อนข้างต่ำ
3. เมื่อต้องการเปรียบเทียบผลกับ TLV-TWA

ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง (Sampling duration)

ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างและปริมาตรอากาศที่ผ่านอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศเพื่อการวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของมลพิษแต่ละชนิดอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

1. **ความไว (Sensitivity)** ของวิธีการวิเคราะห์ของเครื่องมืออ่านค่าโดยตรง ความไวนี้สามารถอธิบายค่าได้จากปริมาณที่น้อยที่สุดของมลพิษที่วิธีวิเคราะห์หรือเครื่องมืออ่านค่าโดยตรงสมารถตรวจพบและบอกปริมาณได้เครื่องมือที่มีความไวสูงจะสามารถตรวจหามลพิษที่มีปริมาณน้อยๆได้ดีกว่าเครื่องมือที่มีความไวต่ำ ฉะนั้น เมื่อใช้วิธีวิเคราะห์หรือเครื่องมือที่มีความไวสูงตรวจวัดปริมาณของปลพิษชนิดใดชนิดหนึ่ง ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างก็จะสั้นกว่าเมื่อใช้เครื่องมือที่มีความไวต่ำในการวิเคราะห์

2. **ความเข้มโดยประมาณของมลพิษ** ถ้าความเข้มข้นของมลพิษสูงการเก็บตัวอย่างเพื่อให้ได้มลพิษในปริมาณที่มากพอที่เครื่องมือวิเคราะห์สามารถตรวจพบและบอกปริมาณได้ก็จะใช้เวลาสั้นกว่า เมื่อความเข้มข้นของมลพิษในอากาศต่ำ
3. **ค่ามาตรฐาน หรือ TLV ของมลพิษนั้น** ถ้าวัตถุประสงค์ของการเก็บตัวอย่างอากาศคือเพื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของสารเคมีในอากาศกับค่ามาตรฐานสำหรับบาครสัมผัสในช่วงสั้นๆหรือ Grab sampling จะเป็นสิ่งที่เหมาะสมในการหาความเข้มข้นสูงสุดของมลพิษ นั้นคือ ถ้าค่ามาตรฐานเป็นแบบเพดานสูงสุด ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างจะน้อย ฉะนั้น ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างอากาศแปรผันได้ อย่างไรก็ตามระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างนี้ ควรสะท้อนระยะเวลาการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน

จำนวนตัวอย่าง

ในการกำหนดจำนวนตัวอย่างอากาศไม่มีหลักเกณฑ์ที่ตายตัว ว่าจะต้องเป็นเท่าใดการตัดสินใจส่วนใหญ่จึงขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้เก็บตัวอย่างอากาศเอง อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปแล้ว วัตถุประสงค์ของการเก็บตัวอย่างจะเป็นปัจจัยหลักในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง เช่น ถ้าวัตถุประสงค์ของการเก็บตัวอย่างอากาศคือ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกำจัดหรือควบคุมการปล่อยมลพิษจากกระบวนการผลิตซึ่งติดตั้งใหม่ จำนวนตัวอย่าง 2 ตัวอย่างก็เพียงพอที่จะสนองวัตถุประสงค์นั้น คือหนึ่งตัวอย่างเก็บเมื่อไม่ได้เปิดเครื่องควบคุม และอีกหนึ่งในขณะที่เปิดเครื่องควบคุม ในขณะที่จำนวนตัวอย่างมากกว่า 10 ตัวอย่างอาจจำเป็นสำหรับการประเมินปริมาณมลพิษที่ผู้ปฏิบัติงานคนหนึ่งซึ่งทำงานหลายหน้าที่ในหนึ่งวันสัมผัสหรือหายใจเข้าไปในแต่ละงานก็จะเก็บอย่างน้อยหนึ่งตัวอย่าง หรืออาจจะมากกว่า ซึ่งขึ้นกับความเข้มข้นของมลพิษในที่นั้นๆถ้าความเข้มข้นในอากาศสูง ตัวอย่างเพียงหนึ่งตัวอย่างอาจเพียงพอแต่ถ้าความเข้มข้นของมลพิษในอากาศอยู่ในระดับใกล้เคียงกับTLCI แล้ว โดยทั่วไป 3-5 ตัวอย่างถึงจะเพียงพอสำหรับแต่ละงาน

ช่วงเวลา

ช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างสิ่งสำคัญสำหรับการเก็บตัวอยย่างอีกวิธีหนึ่ง คือจะเก็บตัวอย่างเมื่อใด ทั้งนี้เนื่องจากความเข้มข้นของมลพิษในอากาศซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิต มีแนวโน้มที่จะขึ้นอยู่กับ

1. **ช่วงเวลาของวัน** เช่น กลางวัน กลางคืน เวลาที่แตกต่างกันเช่นนี้อาจเป็นเหตุในระดับความเข้มข้นของมลพิษในอากาศแตกต่างกั้น รวมทั้งสภาวะทางกายภาพ เช่น แสงสว่าง ความร้อน และเสียงอาจแตกต่างกันในแต่ละเวลาของวัน เช่น ในกะกลางคืน จำนวนของเครื่องจักรที่ทำงานอาจน้อยกว่าเนื่องจากจำนวนงานน้อยกว่า มลพิษที่ถูกปล่อยออกจากกระบวนการผลิตจึงอาจน้อยกว่ากลางวัน หรืออุณหภูมิในเวลากลางวันสูงกว่ากลางคืน มลพิษในสถานะของเหลวระเหยกลายเป็นไอได้มาก

กว่าในเวลากลางวัน ทำให้ความเข้มข้นของมลพิษในอากาศในเวลากลางวันสูงกว่าในเวลากลางคืนได้

2. **ฤดูกาล** ในฤดูกาลต่างๆจะมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องคืออุณหภูมิ ความชื้น และกระแสลม ในฤดูฝนความชื้นในอากาศสูง จะเห็นว่าการฟุ้งกระจายของฝุ่นในอากาศน้อยกว่าในฤดูหนาวซึ่งอากาศแห้ง ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือ โรงโม่หิน ฉะนั้นในการเปรียบเทียบข้อมูลปัจจุบันกับอดีต จึงต้องพิจารณาฤดูกาลที่เก็บตัวอย่างอากาศเหล่านั้นด้วย
3. **ความต้องการของตลาด** ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับฤดูกาลด้วย ในช่วงที่ความต้องการของตลาดสูงปริมาณการผลิตก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งหมายถึงการเพิ่มปริมาณของวัตถุดิบและอาจส่งผลต่อมลพิษในอากาศ จึงต้องอาศัยประสบการณ์และความรู้เกี่ยวกับความต้องการของตลาด ขั้นตอนการผลิตและการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล ซึ่งจะมีผลกระทบต่อความเข้มข้นของมลพิษในอากาศ
4. **จำนวนคนที่ต้องตรวจ** หากการสำรวจเบื้องต้นพบว่า ผู้ปฏิบัติงานอาจสัมผัสสิ่งที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพเกินมาตรฐาน จะต้องตรวจวัดเพื่อประเมินการสัมผัสของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งโดยทั่วไปมักทำการตรวจวัดคนงานที่มีแนวโน้มสัมผัสสารเคมีสูงสุด เช่น เป็นคนที่ทำงานใกล้แหล่งกำเนิดของสารเคมีมากที่สุด ผู้ปฏิบัติงานที่มีวิธีการทำงานที่แตกต่างกัน แม้จะอยู่ในแผนกเดียวกันอาจมีระดับการสัมผัสสารเคมีแตกต่างกัน นอกจากนี้ ทิศทางการไหลของอากาศภายในห้องทำงานนั้นอาจมีผลกระทบต่อการสัมผัสสารของผู้ปฏิบัติงานเช่นกัน

ชนิดของกระดาษกรอง

ชนิดและโครงสร้างของกระดาษกรอง กระดาษกรองมีโครงสร้างที่เป็นรูพรุนมีรูปร่างภายนอกที่สามารถวัดได้ คือ ความหนาและพื้นที่หน้าตัดที่อากาศไหลผ่าน สิ่งที่แตกต่างกันของกระดาษกรองคือโครงสร้างภายใน ซึ่งแบ่งตามโครงสร้างได้ 4 ประเภท คือ

1. Fibrous filter เป็นชนิดดั้งเดิมที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศ ทำมาจากเส้นใย cellulose, glass, asbestos หรือเส้นใยพลาสติกทำเป็นแผ่นโดยตรงทิศทางหรือการเรียงตัวของเส้นใยไม่เป็นระเบียบ
2. Granular beds filter ทำจากอนุภาคขนาดเล็กอัดอยู่ในแผ่น
3. Membrane filter เดิม membrane filter ใช้สำหรับแผ่นของ cellulose ester gel ซึ่งรูภายในแผ่นเจลนี้มีขนาดสม่ำเสมอ แต่ในปัจจุบันมี Membrane filter หลายชนิด เช่น ที่ทำจาก PVC, nylon และพลาสติกชนิดต่างๆ
4. Nucleopre filter อาจพิจารณาให้เป็น Membrane filter ชนิดหนึ่งเพราะทำมาจากแผ่น polycarbonate plastic แต่ Nucleopre มีวิธีการทำงานที่แตกต่างกันออกไปจึงทำให้มีโครงสร้างที่แตกต่างกันออกไป นั่นคือ นำแผ่น polycarbonate plastic ที่มีความหนาประมาณ 10 ไมโครเมตร มา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สัมผัสกับฟลั๊กของนิวตรอนจาก nuclear reactor ทำให้รูบนกระดาษกรองเป็นเส้นตรงซึ่งแตกต่างไปจากกระดาษกรอง 3 ชนิดแรก

การเก็บตัวอย่างอากาศที่เป็นฝุ่นทุกขนาด แบ่งเป็น 2 แบบ

1. เก็บตัวอย่างแบบพื้นที่ (area sample)
2. เก็บตัวอย่างที่ตัวผู้ปฏิบัติงานในระดับการหายใจ (Breathing zone personal sample)

กรณีเก็บตัวอย่างแบบพื้นที่ (area sample)

1. สำรวจจุดที่เหมาะสมที่จะเป็นจุดวางตำแหน่งของเครื่องมือ ซึ่งอาจจะได้แก่
   1.1 จุดที่อยู่กึ่งกลางบริเวณพื้นที่ทำงานซึ่งมีสภาพซึ่งน่าจะเป็นเช่นเดียวกับที่ที่ผู้ปฏิบัติงานทำงานมากที่สุด
   1.2 จุดที่อยู่ใกล้ตำแหน่งที่ที่ผู้ปฏิบัติทำงานมากที่สุด
   1.3 จุดที่ผู้ปฏิบัติงานชี้ว่ามีปัญหาเรื่องฝุ่นฟุ้งกระจายมาก
2. เมื่อกำหนดจุดได้แล้วติดตั้งขาตั้งให้มั่นคงให้มีความสูงประมาณ 1.5 เมตร
3. ติดตั้งชุดเครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศ

รูปที่ 1 การเก็บตัวอย่างอากาศฝุ่นทุกชนิดแบบเก็บตัวอย่างแบบพื้นที่ (area sample)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กรณีเก็บตัวอย่างที่ตัวผู้ปฏิบัติงานในระดับการหายใจ (Breathing zone personal sample)

1. สำรวจดูว่าในผนกหรือพื้นที่ที่ต้องการเก็บตัวอย่างนี้ผู้ปฏิบัติงานคนใดมีความเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากฝุ่นมากที่สุดให้เลือกคนคนนั้นเป็นจุดติดตั้งเครื่องมือ แนวทางพิจารณาผู้ปฏิบัติงานคนไหนมีความเสี่ยงมากที่สุดนี้อาจพิจารณาได้จากสิ่งต่อไปนี้
   1.1 ทำงานใกล้แหล่งกำเนิดมลพิษมากที่สุด
   1.2 ทำงานในบริเวณนั้นนานที่สุด
   1.3 ทำงานในบริเวณที่มีฝุ่นฟุ้งกระจายมาก
2. ชี้แจงให้ผู้ปฏิบัติงานคนนั้นเข้าใจว่าเครื่องมือนี้คืออะไร ใช้ทำอะไร ต้องระวังอะไรบ้าง (ในแง่ไม่ให้เกิดความผิดพลาดต่อผลการตรวจวัด)เป็นต้น
3. ติดตั้งชุดเครื่องมือ ขณะนี้เครื่องมือพร้อมใช้งานได้แล้ว

รูปที่ 2 การเก็บตัวอย่างอากาศฝุ่นทุกชนิดที่ตัวผู้ปฏิบัติงานในระดับหายใจ (Breathing zone personal sample)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สูตรการคำนวณ

1. คำนวณปริมาตรทั้งหมดที่ดูดอากาศเข้ามาในระบบเก็บตัวอย่างอากาศ

   ปริมาตรทั้งหมด = อัตราการไหลของอากาศ x จำนวนเวลาทั้งหมดที่ใช้เก็บตัวอย่างอากาศ

2. คำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่นทุกขนาดได้ดังนี้

$$C = \frac{(W_2-W_1) - (B_2-B_1) \times 10^3}{V}$$

เมื่อ C = ความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่นรวม, mg/m^3

W_2 = น้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง, mg

W_3 = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง, mg

B_2 = น้ำหนักแบล๊งหลัง,mg

B_3 = น้ำหนักแบล๊งก่อน,mg

การคำนวณค่า Time – Weighted (TWA)

ในการคำนวณค่า TWA เพื่อนำไปเปรียบเทียบค่ามาตรฐาน TLV-TWA เป็นค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นในช่วงเวลา 8 ชั่วโมงการทำงาน สามารถคำนวณได้ดังนี้

จากสูตร $TWA = \frac{C_1T_1+C_2T_2+\ldots+C_nT_n}{T_1+T_2+\ldots+T_n}$

เมื่อ TWA = ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นตลอดระยะเวลา 8 ชั่วโมงการทำงาน

C_1 = ความเข้มข้นของฝุ่นตัวอย่างที่ 1 (mg/m^3)

C_2 = ความเข้มข้นของฝุ่นตัวอย่างที่ 2 (mg/m^3)

C_n = ความเข้มข้นของฝุ่นตัวอย่างที่ n (mg/m^3)

T_1 = เวลาในการเก็บตัวอย่างที่ 1 (ชั่วโมง)

T_2 = เวลาในการเก็บตัวอย่างที่ 2 (ชั่วโมง)

T_n = เวลาในการเก็บตัวอย่างที่ n (ชั่วโมง)

มาตรฐานและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

1. ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม (เคมี) ตารางที่4 สำดับ 4 ฝุ่นที่ก่อให้เกิดความรำคาญ คือ ฝุ่นทุกขนาด (total dust) เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติไว้ไม่เกิน 15 mg/m^3
2. OHSA

   กำหนดให้ความเข้มข้นของฝุ่นทุกชนิดในบรรยากาศการทำงานไม่เกิน 15 mg/m^3
3. NIOSH

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ไม่มีข้อกำหนด

4. ACGIH

กำหนดให้ความเข้มข้นของฝุ่นทุกชนิดในบรรยากาศการทำงานไม่เกิน 10 mg/m^3

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัด

1. Personal Air Sampling Pump	1 เครื่อง พร้อมคู่มือ
2. สายยาง	2 เส้น
3. Adapter /Luer taper	1 อัน
4. Filter holder + filter	ตามแผนงาน
5. ชุดไขควง	1 ชุด
6. forcep	1 อัน
7. ขาตั้ง	1 อัน
8. สายรัดปั๊ม	4 เส้น
9. กล่องพลาสติกสี่เหลี่ยมขนาดกลาง	1 ใบ
10. กระดาษกาว	
11. Primary Standard Calibration (Gillibrator)	1 เครื่อง พร้อมคู่มือ
12. ตู้ดูดความชื้นแบบอัตโนมัติ หรือ โถดูดความชื้นแบบธรรมดา	
13. เครื่องชั่งน้ำหนักที่มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 4 ตำแหน่ง	

หมายเหตุ อุปกรณ์ลำดับที่ 10-12 ให้ทุกกลุ่มใช้ร่วมกัน

รูปที่ 3 เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ

วิธีการทดลอง รายละเอียดวิธีการใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศสามารถดูได้จากคู่มือการใช้งานเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ และข้อควรระวัง Personal Air Sampling Pump

2. ศึกษาวิธีการเก็บตัวอย่างฝุ่นทุกขนาด (Total dust) จาก NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM) No. 0500

3. ทำการปรับเทียบอัตราการไหลของอากาศของ Personal Air Sampling Pump โดยให้เลือกกำหนดค่าอัตราการไหลนี้ จาก (NMAM)

4. เตรียมกระดาษกรองเพื่อทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นทุกขนาด (Total dust)

5. เตรียมชุดเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างฝุ่นทุกขนาด (Total dust)

6. ดำเนินการตามแผนงานที่วางไว้ ในเรื่องของระยะเวลาและจำนวนตัวอย่างในการเก็บตัวอย่างฝุ่นทุกขนาดของในแต่ละกลุ่ม

7. ลงพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างฝุ่นทุกขนาด โดยพื้นที่ที่ทำการฝึกเก็บตัวอย่างฝุ่น คือ โรงผลิตอาหารสัตว์ ในเขตฟาร์มมหาวิทยาลัย

8. บันทึกผลของข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการเก็บตัวอย่าง ไปจนถึง ข้อมูลสภาพแวดล้อมในการทำงานทั่วไป

ผลการทดลอง

1. แบบบันทึกการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศชนิดอนุภาค

2. ตารางสรุปค่าต่างๆ เช่น จำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่เก็บ ค่าอัตราการไหลของอากาศที่ใช้ ระยะเวลาที่ใช้เก็บตัวอย่าง ปริมาตรอากาศ น้ำหนักของกระดาษกรองก่อน-หลัง เก็บตัวอย่าง

3. การวิเคราะห์หาค่าปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นทุกขนาด ในพื้นที่ที่เก็บตัวอย่าง คือ โรงผลิตอาหารสัตว์

4. การแปลผลจากการตรวจวัด โดยเทียบกับค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

5. ข้อเสนอแนะและวิธีการเฝ้าระวัง อันตรายหรือความเสี่ยงต่อสุขภาพเนื่องจากฝุ่น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบบันทึกการเก็บตัวอย่างอากาศชนิดที่เป็นอนุภาคฝุ่นรวมทุกขนาด

วันที่ทำการเก็บตัวอย่าง.....ชื่อผู้ที่ทำการเก็บตัวอย่าง.....

เครื่องมือ.....อุปกรณ์.....

ประเภทการเก็บตัวอย่าง.....กลวิธีการเก็บตัวอย่างอากาศแบบ.....

อัตราการไหลของอากาศ.....จำนวนตัวอย่างอากาศที่ใช้.....

ระยะเวลาเก็บตัวอย่างละ.....วิธีการวิเคราะห์.....

สถานที่เก็บตัวอย่าง.....บริเวณที่เก็บตัวอย่าง.....

สภาพแวดล้อมอื่นที่เกี่ยวข้อง.....

.....

ตารางบันทึกผลการเก็บตัวอย่างอากาศ

ตัวอย่าง	อัตราการไหลของอากาศ (L/min)		เวลาในการเก็บตัวอย่าง			ปริมาตรอากาศ V = Q X T		น้ำหนักกระดาษกรอง			ความเข้มข้น (mg/m3)
	ก่อนเก็บตัวอย่าง	หลังเก็บตัวอย่าง	เริ่ม (น.)	เสร็จ (น.)	รวม (นาที)	หน่วย L	หน่วย m^3	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบบันทึกลักษณะพื้นที่เก็บตัวอย่างอากาศ

วันที่ตรวจวัด_____ ชื่อผู้ทำการตรวจวัด _____

สถานที่ทำการตรวจวัด_____

ชื่อผู้ปฏิบัติงาน_____ แผนก / หน่วยงาน _____

เวลา	ลักษณะพื้นที่เก็บตัวอย่างอากาศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

1.พรพิมล กองทิพย์.(2543).**สุขศาสตร์อุตสาหกรรม**.กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์นำอักษรการพิมพ์

2. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.(2542).**เอกสารการสอนชุดวิชา สุขศาสตร์อุตสาหกรรมพื้นฐาน หน่วย 9-15**.สาขาวิทยาศาตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

3. สถานบันความปลอดภัยในการทำงาน.(2544).**คู่มือตรวจวัดและประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานด้านเคมี**.กรุงเทพมหานคร:บริษัทร้อยสิบเอ็ดธุรกิจ กำจัด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติการที่ 9

การเก็บตัวอย่างอากาศ – ฝุ่นแยกขนาด โดยใช้เครื่องเก็บฝุ่นแยกขนาด ชนิด 8 ชั้น (Thermo Andersen 8 stages)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติการที่ 9

การเก็บฝุ่นขนาดแยกขนาด โดยขนาดอนุภาคเล็กกว่า 10 ไมครอน โดยใช้เครื่องเก็บฝุ่นแยกขนาดชนิด 8 ชั้น

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา

1. ขนาดของฝุ่นในพื้นที่การทำงาน
2. ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นในขนาดต่างๆบริเวณพื้นที่การทำงาน
3. ปริมาณการสัมผัสฝุ่นขนาดต่างๆของผู้ปฏิบัติงาน

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ฝุ่น (Dust) เป็นอนุภาคของแข็งที่ฟุ้งกระจายในอากาศ เกิดจากการบดตี ทุบ กระแทก หรือทำให้แตกด้วยความร้อนของสารอินทรีย์ และอนินทรีย์ เช่น หินแร่ โลหะ ถ่านหิน ไม้มีขนาดตั้งแต่ 0.1-100ไมครอน

การแบ่งขนาดของฝุ่น โดยยึดเอาการที่ฝุ่นสามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ดังนี้

1. respirable dusts คือ ฝุ่นที่มีขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอนลงไป
2. non- respirable dusts คือ ฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน
3. total dusts คือ ฝุ่นรวมทุกขนาด ทั้ง respirable dusts และ non- respirable dusts

ปัจจัยที่อนุภาคทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ

1. ชนิดของอนุภาคที่ได้รับ
2. ระยะเวลาที่รับอนุภาค (ปี)
3. ความเข้มข้นของอนุภาคในบรรยากาศการทำงาน
4. ขนาดของอนุภาคที่ได้รับ

ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาค ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนที่สำคัญ

1. การเตรียมตัวก่อนการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศ
2. การดำเนินการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาค
3. การดำเนินการภายหลังการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาค

ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมตัวก่อนการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาค ควรมีการดำเนินการเตรียมตัว ดังต่อไปนี้

1. การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการเก็บตัวอย่าง มีวิธีการเตรียมดังนี้
   1.1 ตรวจสอบให้มั่นใจว่าจะทำการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคเพื่อหาความเข้มข้นของอนุภาคในรูปใด ต่อไปนี้ ปริมาณฝุ่นทุกขนาด ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ระบุชนิดของอนุภาคนั้นๆ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.2 เมื่อทราบแน่นอนแล้วจึงกำหนดเครื่องมือและอุปกรณ์ตามวิธีการมาตรฐานที่กำหนดไว้

1.3 ทบทวนวิธีการมาตรฐานสำหรับการเก็บตัวอย่างและวิธีการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ เช่น อัตราการไหลของอากาศที่เหมาะสม

1.4 จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน ดังนี้

1.4.1 ทำการปรับความถูกต้องของเครื่องมือตามวิธีการมาตรฐานที่กำหนดไว้

1.4.2 ตรวจสอบความพร้อมและความครบถ้วนของเครื่องมือ

1.4.3 บรรจุเครื่องมือและอุปกรณ์ในภาชนะที่บรรจุให้เรียบร้อย

2. การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ประกอบการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาค เช่น

2.1 อุปกรณ์วิทยาศาสตร์อื่นๆ นอกเหนือจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างโดยตรง เช่น เทอร์โมมิเตอร์ อุปกรณ์วัดความกดดันบรรยากาศ (บาโรมิเตอร์)

2.2 อุปกรณ์อื่นๆ ได้แก่ กระดาษเปล่า ปากกา ดินสอ ไม้บรรทัด และแบบบันทึกข้อมูลต่างๆเป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 การดำเนินการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาค ควรมีการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. การกำหนดจุดหรือคนที่จะติดตั้งเครื่องมือ

1.1 กรณีทำการเก็บตัวอย่างแบบพื้นที่ (area sample) ควรดำเนินการดังนี้

1.1.1 จุดที่เป็นจุดติดตั้ง (วาง) เครื่องมือควรเป็นในบริเวณที่ทำงาน และมีหลายจุดเพื่อใช้เป็นตัวแทนค่าความเข้มข้นของบริเวณที่ทำงานนั้นๆ ถ้าเป็นไปได้ควรใกล้เคียงกับจุดที่ผู้ปฏิบัติงานทำงานมากที่สุด

1.1.2 ความสูงของอุปกรณ์สะสมอนุภาค(particulate collector) ต้องอยู่ในระดับความสูงของจมูกผู้ปฏิบัติงานทุกคน(breathing zone) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะอยู่ในระดับความสูงประมาณ 1.5 เมตร

1.2 กรณีทำการเก็บตัวอย่างที่ตัวผู้ปฏิบัติงาน (personal breathing zone sample) ควรดำเนินการดังนี้

1.2.1 หลักการทั่วไปควรติดตั้งเครื่องมือที่ตัวผู้ปฏิบัติงานทุกคน แต่ในทางปฏิบัติอาจทำให้ลำบากดังนั้น วิธีการเลือกผู้ปฏิบัติงานที่จะติดตั้งเครื่องมืออาจทำได้ดังนี้

1) ผู้ปฏิบัติงานที่ทำงานเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากอนุภาคมากที่สุด (most risky person)

2) ผู้ปฏิบัติงานที่ต้องเดินไปมาในพื้นที่ที่ทำงาน

3) ผู้ปฏิบัติงานที่ร้องทุกข์เรื่องการทำงานในที่ที่มีอนุภาคฟุ้งกระจายมาก

1.2.2 ความสูงของอุปกรณ์สะสมอนุภาคต้องอยู่ในระดับความสูงของจมูกผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งโดยทั่วไปจุดติดอุปกรณ์ดังกล่าวที่ปกเสื้อของผู้ปฏิบัติงานและให้หันช่องเปิดรับอนุภาค (air inlet) ของอุปกรณ์สะสมอนุภาคออกจากตัวผู้ปฏิบัติงาน

1.2.3 ชี้แจงให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจว่าขณะนี้กำลังทำอะไรอยู่ และเขาควรปฏิบัติตัวอย่างไร จะทำให้ไม่มีปัญหาความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นจากความเข้าใจผิดของผู้ปฏิบัติงาน

2. การติดตั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ตามวิธีการมาตรฐานที่กำหนดไว้ และวิธีการที่ใช้เก็บตัวอย่างควรเป็นวิธีมาตรฐานที่กำหนดไว้
3. จดบันทึกข้อมูลต่างๆตามแบบบันทึกการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาค เช่น ชื่อ นามสกุลผู้ที่ถูกติดตั้งเครื่องมือ ชื่อและรุ่นของเครื่องมือที่ใช้ หมายเลขของตัวอย่างที่เก็บแต่ละตัวอย่าง สถานที่และสภาพแวดล้อมต่างๆ ของสถานที่ทำการเก็บตัวอย่าง
4. ในขณะที่เดินเครื่อง เครื่องมือเก็บตัวอย่างมีข้อปฏิบัติ เช่น ควรหมั่นตรวจสอบอัตราไหลของอากาศว่ายังคงเป็นไปตามที่ตั้งไว้แต่แรกหรือไม่ และควรศึกษาวิธีการทำงานต่างๆไม่ว่าจะเป็นกระบวนการผลิต กำลังผลิตในขณะนั้น การทำงานของระบบควบคุมมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาค

ขั้นตอนที่ 3 การดำเนินการภายหลังการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาค ควรดำเนินการดังนี้

1. ถอดและเก็บอุปกรณ์สะสมด้วยความระมัดระวังไม่ให้เกิดแรงกระทำต่างๆ ที่จะทำให้อนุภาคที่สะสมอยู่เกิดการฟุ้งกระจาย หรือหกหล่นออกจากอุปกรณ์สะสมอนุภาค
2. เช็ดทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ดีภายหลังการใช้งาน
3. ส่งตัวอย่างที่เก็บมาได้ให้ห้องปฏิบัติการดำเนินการวิเคราะห์ต่อไป

ค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม (เคมี) จากตารางที่ 4

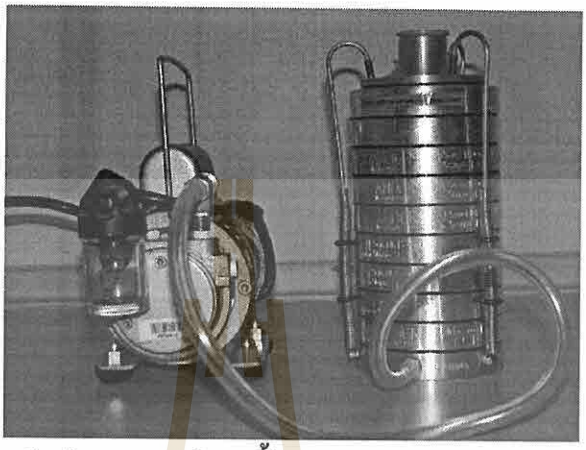
- ฝุ่นขนาดที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมปอดไว้ (respirable dust)

ส่วนอนุภาคต่อปริมาตรของอากาศ 1 ลูกบาศก์ฟุต (Mppcf)	มิลิกรัมต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร
15	$5mg/M^3$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัด

เครื่องเก็บฝุ่นแยกขนาด ชนิด 8 ชั้น



รูปที่ 1 เครื่องเก็บฝุ่นขนาด ชนิด 8 ชั้น (Thermo Andersen 8 stage)

วิธีการทดลอง

ผลการทดลอง

เอกสารอ้างอ๋ง

1.มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.(2542).**เอกสารการสอนชุดวิชา สุขศาสตร์อุตสาหกรรมพื้นฐาน หน่วย 9-15**.สาขาวิทยาศาตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

2. สถานบันความปลอดภัยในการทำงาน.(2544).**คู่มือตรวจวัดและประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานด้านเคมี**.กรุงเทพมหานคร:บริษัทร้อยสิบเอ็ดธุรกิจ กำจัด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติการที่ 10

การเก็บเชื้อแบคทีเรียในอากาศ โดยใช้ Biotest Air Sampler

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติการที่ 10
การเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศชนิดชีวภาพภายในอาคาร
(Bioaerosol Sampling in Indoor Air)

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา

1. สามารถจัดเตรียมชุดอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศชนิดชีวภาพภายในอาคารได้ เช่น แบคทีเรีย (Bacteria)
2. สามารถเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศชนิดชนิดชีวภาพภายในอาคารได้ตาม NIOSH Manual of Analytical Methods
3. สามารถวิเคราะห์และแปลผลจากการตรวจวัดโดยเทียบกับค่าจากข้อเสนอแนะ (Guideline) หรือค่าจากมาตรฐาน(Standard) ที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

อันตรายจากสารทางชีวภาพ (Biological Hazards)

อันตรายทางชีวภาพ หมายถึง อันตรายที่ได้รับจากพืชและสัตว์หรือผลิตภัณฑ์จากพืชและสัตว์มีอันตรายต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม

สารทางชีวภาพ

1. จุลินทรีย์และพิษของจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย ไวรัส เชื้อรา
2. สัตว์เลื้อยคลานและแมลง
3. สารที่ทำให้เกิดการแพ้และพืชชั้นสูง
4. โปรตีนจากสัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น สุนัข หนู นกพิราบ
5. สารกลุ่มอื่นๆ เช่น พืชชั้นต่ำ

การบ่งชี้อันตราย

1. จุลินทรย์และพิษของจุลินทรีย์

1.1 แบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่มีกระจัดกระจายอยู่ทั่วไป มีทั้งชนิดที่เป็นโทษ คือทำให้เกิดโรคเจ็บป่วยและชนิดที่ไม่เป็นโทษต่อร่างกาย หรือบางชนิดเป็นแบคทีเรียประจำถิ่นในร่างกายของเรา เพื่อชวยสร้างความมมสมดุล และคอยป้องกันเชื้อโรคที่เป็นอันตรายได้ระดับหนึ่ง แต่ในบางครั้งเมื่อร่างการเกิดความอ่อนแอลงเชื้อประจำถิ่นอาจเพิ่มจำนวนมากเกินไปจนทำให้เสียสมดุลและเกิดความผิดปกติได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.2 เชื้อรา

- เดอร์มาโตไฟต์ (dermatophyte) ทำให้เกิด โรคกลาก (ขี้กลาก) Ring worm/Tenia
- มาลาสซีเซีย เฟอร์เฟอร์ (Malassezia furfur) หรือ พิไทโรสปอรัมออร์บิคูลาเร (Pityroporum orbiculare) ทำให้เกิด โรคเกลื้อน (Tinea Versicolor)
- Condida albicans ทำให้เกิด โรค condida

ดัชนีบ่งชี้สภาพการเปลี่ยนแปลงเมื่อสัมผัสกับอันตรายทางด้านชีวภาพ

1. การเปลี่ยนแปลงทางด้านชีวเคมีและรูปร่างเซลล์ ดัชนีที่จะบ่งชัดว่ามีการเปลี่ยนแปลงไป ต้องดูผลการตรวจในห้องทดลอง เช่น ดูระดับเลือดแดง เม็ดเลือดขาว ระดับน้ำย่อย จากสิ่งที่ถูกขับออกมาสู่ภายนอก เช่น น้ำมูก เสมหะต่างๆเป็นต้น
2. การเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ ตรวจดูการทำหน้าที่ของระบบต่างๆ ในร่างกาย เช่น ตรวจการทำงานของระบบหายใจ ตรวจชีพจร ตรวจฟังเสียงการเต้นของหัวใจ เป็นต้น
3. การเปลี่ยนแปลงด้านความกินดี หมายถึง สภาพทางด้านร่างกาย ด้านจิตใจ และด้านสังคม ความปกติสุขในการประกอบอาชีพ

การประเมินความเสี่ยง

ปัจจัยเกี่ยวกับการติดเชื้อและการได้รับสัมผัส

1. ทางเข้าสู่ร่างกาย

การได้รับจุลินทรีย์เข้าสู่ร่างกายสามารถเข้าได้ 3 ทาง ดังนี้

1. ทางจมูก (การหายใจ) การทำสารหกในสถานที่ทำงาน จะทำให้เชื้อจุลินทรีย์มีการปนเปื้อนในอากาศที่คนงานสามารถหายใจเข้าไปในร่างกายได้
2. ทางปาก (การรับประทานอาหาร) เกิดเมื่อคนงานใช้ปากดูดปิเปต หรือการได้รับสารติดเชื้อจากการกิน ดื่ม สูบ หรือใช้เครื่องสำอางในบริเวณที่มีการปนเปื้อน ซึ่งการล้างมือจะลดโอกาสสำหรับการติดเชื้อเข้าร่างกายทางปาก
3. ทางผิวหนัง (การสัมผัส) เกิดเมื่อร่างกายสัมผัสกับอุปกรณ์ ที่มีการปนเปื้อนสารติดเชื้อ เช่น เข็ม เครื่องแก้วที่แตก และมีดหรืออาจเกิดจากสัตว์ขีด ข่วนผิวหนัง ผิวหนังที่มีแผลเปิดสารติดเชื้อจะสามารถซึมผ่านได้ง่าย

2. การมีชีวิตและความรุนแรงของเชื้อ (Viability and virulence of the agent)

การมีชีวิตและความรุนแรงของเชื้อ เป็นสิ่งที่กำหนดว่าคนจะติดเชื้อหรือไม่ ถ้าจุลินทรีย์ไม่มีชีวิตและไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้ ผู้รับเชื้อไม่มีโอกาสติดเชื้อ การมีชีวิตของจุลินทรีย์ขึ้นกับปัจจัยต่างๆได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น การมีปัจจัยในการเจริญเติบโต หรือสารเคมีอื่น

3. ความไวของผู้รับ (Host susceptibility)

ความไวของผู้รับเชื้อจะประเมินไว้ต่ำกว่าความเป็นจริง คนงานที่ทำงานกับสารติดเชื้อจะมีความเสี่ยงสูงต่อการติดเชื้อ สภาวะที่เปลี่ยนแปลงความสามารถในการป้องกันตนเองที่ผิวหนัง เช่น ผิวหนังอักเสบเรื้อรัง เป็นตุ่มพุพอง หรือโรคขี้เรื้อนกวาง ทำให้ไม่สามารถป้องกันการติดเชื้อได้ คนงานที่ตั้งครรภ์จะมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อของตัวอ่อนซึ่งเกิดจาก Cytomegalovirus (CMV), Rubella, Hepatitis B virus (HBV) และ Toxoplasmosis.

4. การแพ้โปรตีนบางชนิด
   โปรตีนที่ทำให้เกิดการแพ้ เช่น ผลิตภัณฑ์ทางชีวภาพที่มาจากพืชและสัตว์ การหมัก เอนไซม์ สารเคมี สารจากผิวสัตว์ และโปรตีนในปัสสาวะสัตว์ การป้องกันที่มีประสิทธิภาพ โดยการจัดสภาพแวดล้อมการทำงานให้เหมาะสมไม่ให้เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยหรือเพาะพันธ์ของเชื้อโรคได้
5. ปัจจัยอื่นๆ
   ปัจจัยอื่นที่เสี่ยงต่อการได้รับสารทางชีวภาพ เช่น ความทนต่อการได้รับสารและการป้องกัน ความรู้เกี่ยวกับจุลินทรีย์ของผู้ได้รับเชื้อ และความรู้เกี่ยวกับการแพร่กระจายของเชื้อ การติดเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ไม่ทราบสาเหตุ ไม่สามาถบอกได้ว่า การติดเชื้อที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากการปฏิบัติงานจริงๆเพราะมีหลายเหตุผลมากที่เชื้อสามารถเข้าสู่ร่างกายได้

การแบ่งกลุ่มอันตรายของผู้ได้รับเชื้อ (Hazard classification)
ใช้หลักการประเมินความเสี่ยง จัดลำดับความปลอดภัยทางชีวภาพแบ่งออกเป็น 4 ประเภท

1. ความปลอดภัยทางชีวภาพระดับที่ 1 (Biosafety level 1)
   ใช้สำหรับจุลินทรีย์ที่สามารถบอกชนิดเชื้อได้อย่างชัดเจนและไม่มีอันตรายต่อบุคคลและสภาพแวดล้อม คนที่ทำงานระดับนี้ไม่ต้องมีความสามารถพิเศษ แต่ควรได้รับการฝึกอบรมทางด้านจุลชีวภาพมา ตัวอย่างเชื้อ เช่น *Bacillus subtilis, Naegleria gruberi*
2. ความปลอดภัยทางชีวภาพระดับที่ 2 (Biosafety level 2)
   ใช้กับงานที่มีความเสี่ยงปานกลางและโรคที่เกิดในคนที่มีระดับความรุนแรงแตกต่างกัน คนที่ทำงานต้องมีความรู้เรื่องจุลชีววิทยาและได้รับการฝึกเทคนิคทางด้านจุลชีววิทยามาแล้ว ตัวอย่างเชื้อ เช่น *Hepatitis B virus, Samonella spp.* และ *Toxoplasma spp.*
3. ความปลอดภัยทางชีวภาพระดับที่ 3 (Biosafety level 3)
   ใช้กับการทำงานที่มีอยู่ในท้องถิ่นหรือจากที่อื่น ที่ทำให้เกิดการติดเชื้อโดยผ่านอากาศ และโรคที่เกิดรุนแรงถึงชีวิต คนงานต้องมีความรู้ด้านชีววิทยาเป็นอย่างดีและผ่านการฝึกอบรมการทำงานกับเชื้อที่เป็นอันตรายถึงชีวิตมาแล้ว ตัวอย่างเชื้อ เช่น *Mycobacterium tuberculosis, Brucella spp.*
4. ความปลอดภัยทางชีวภาพระดับที่ 4 (Biosafety level 4)

ใช้กับการทำงานที่อันตรายและเชื้อที่มีความเสี่ยงสูง และการติดโรคที่เป็นอันตรายถึงชีวิต คนที่ทำงานระดับนี้ต้องมีความระมัดระวังสูงและมีการป้องกันการสัมผัสเชื้อทางการหายใจและเนื้อเยื่อเมมเบลน และต้องมีความรู้เรื่องจุลชีววิทยาและผ่านการฝึกอบรมการทำงานกับเชื้อที่มีอันตรายสูงมากมาก่อน ตัวอย่างเชื้อ เช่น *Viral hemorrhagic fevers, Filoviruses* และ *Arboviruses*

1. การกักกัน (Containment)

กิจกรรมในสถานที่ทำงานที่เกี่ยวกับสารติดเชื้อหรือสารทางชีวภาพ ต้องมีการควบคุมกักกันเพื่อให้คนงาน สิ่งแวดล้อมในการทำงาน และชุมชนนอกสถานที่งานได้รับการคุ้มครองหรือป้องกันจากการได้รับสัมผัสสารติดเชื้อ การออกแบบสถานที่ทำงาน อุปกรณ์ความปลอดภัย และการปฏิบัติงานเป็นหลักการของการกักกันเชื้อ การฉีดวัคซีนจะช่วยลดความเสี่ยงของคนงาน การปกป้องสิ่งแวดล้อมภายนอกสถานที่ทำงานหรือการปกป้องขั้นที่ 2 โดยการออกแบบสถานที่ทำงานและขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ดี หน่วยงาน CDC และ NIH ได้ออกแบบความปลอดภัยทางชีวภาพ 4 ระดับ สำหรับการทำงานกับสารติดเชื้อหรือกิจกรรมที่มีการทดลองเกี่ยวกับสารติดเชื้อ แต่ระดับความปลอดภัยทางชีวภาพประกอบด้วยเทคนิคและการฝึกปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการความปลอดภัยของอุปกรณ์ และการออกแบบสถานที่ทำงาน องค์ประกอบของการทำงานที่เหมาะสม ทางเข้าของสารติดเชื้อกิจกรรมในห้องปฏิบัติ การใช้วิธีการที่เข้มงวด การออกแบบห้องปฏิบัติการที่ซับซ้อน ทำให้สามารถทำงานกับสารติดเชื้อที่มีความเสี่ยงสูงได้อย่างปลอดภัย

2. การออกแบบสถานที่ทำงาน

ห้องปฏิบัติการจุต้องออกแบบให้มีการปิดกั้นที่จำเป็นในการปกป้องชุมชนและสถานที่ทำงานที่อยู่ใกล้เคียงจากการได้รับสัมผัสสารอันตราย เมื่อสารมีอันตรายมากการออกแบบสถานที่ทำงานจะมีความสำคัญในการละการแพร่กระจายของสาร โดยเฉพาะเมื่อมีการปล่อยสารออกมาจากห้องปฏิบัติการ โดยบังเอิญ

ห้องปฏิบัติการทางชีวภาพระดับ 4 เป็นสถานที่ทำงานที่มีการออกแบบไว้อย่างซับซ้อนเพื่อป้องกันคนงานและชุมชนจากการสัมผัสเชื้อ ทำให้ห้องปฏิบัติการทางชีวภาพระดับ 3 และ 4 ควรอยู่ในอาคารที่แยกต่างหากมีระบบระบายอากาศและระบบการกำจัดการกำจัดการปนเปื้อนติดตั้งอยู่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. การลดการปนเปื้อน (Decontamination)

การปกป้องคนงานและสิ่งแวดล้อมจากการสัมผัสสารติดเชื้อและป้องกันการปนเปื้อนต่อสารที่ใช้ในการทดลองเป็นหลักพื้นฐานในการปฏิบัติงานกับสารจุลินทรีย์ การกำจัดสารปนเปื้อนจะใช้สารเคมีหรือสารทางฟิสิกส์ ทำให้มีความปลอดภัยในการทำงาน โดยการลดจำนวนสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ซึ่งแตกต่างกับการฆ่าเชื้อโรค (Disinfections) ซึ่งเป็นการฆ่าเชื้อโรค ไม่ควรสับสนกับคำว่า ปราศจากเชื้อโรค (sterilization) เป็นการกำจัดสิ่งมีชีวิตให้หมดไป ในห้องปฏิบัติการใช้การให้ความร้อนชื้นหรือความร้อนแห้งในการทำให้ปราศจากเชื้อโรค โดยใช้ไอน้ำที่ 121^{0}C ภายใต้ความดันใน Autoclave เป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกในการทำให้ปราศจากเชื้อโรค

การใช้สารเคมีในการฆ่าเชื้อโรคทำให้เชื้อจุลิรทรีย์ถูกทำลายไป โดยการใช้ปฏิกิริยาเคมีทำให้โปรตีนจับตัวเป็นก้อนและสูญเสียคุณสมบัติ เซลล์แตกหรือทำลายเอนไซม์ที่จำเป็นในการออกซิเดชัน การจับหรือทำลายซับสเตรทของเอนไซม์ ระดับของสารเคมีที่ใช้ในการการฆ่าเชื้อโรคแตกต่างกันขึ้นกับความเข้มข้นของสารเคมีระยะเวลาของสารเคมีสัมผัสกับเชื้อโรค อุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ และ pH ของสารที่ต้องการฆ่าเชื้อ สารเคมีสำหรับฆ่าเชื้อที่ใช้กัน ฮาโลเจน ฟีนอล แอลดีไฮด์ คีโตนและเอมีน สารฆ่าเชื้อโรคที่ใช้มากในที่ทำงานได้แก่ โซเดียมไฮโปคลอไรด์ (น้ำยาซักล้างในบ้าน) Isopropyl หรือ Ethyl alcohol, Iodophors และ Phenolics การเลือกใช้ต้องเลือกให้เหมาะสม โดยต้องศึกษาข้อมูลจากผู้ผลิตเพื่อทราบประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อว่าสารเคมีชนิดใดใช้ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใด โดยทั่วไปสารฆ่าเชื้อโรคเป็นพิษต่อเซลของสิ่งมีชีวิต ดังนั้น ผู้ใช้ต้องระมัดระวังเพื่อป้องกันการได้รับสัมผัสสารเคมีที่ใช้ฆ่าเชื้อโรคในที่ทำงาน สารบางชนิดเช่น Ethylene oxide, Formaldehyde, Glutaraldehydes และ Concentrated acids and bases เมื่อนำไปใช้งานต้องใช้วิธีการที่เฉพาะสำหรับสารแต่ละชนิด

มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

ปริมาณจุลชีพในอากาศที่แนะนำโดยหน่วยงานต่างๆ

ACGIH

- Any single viable organism present in concentration greater than 75 CFU/m^3 should be identified
- Total average number of CFU/m^3 for fungai, bacteria, thermophilic actinomycetes exceed 10,000 remedial action should be taken to reduce the concentration of biological contamination

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิธีการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวัดเชื้อจุลินทรีย์

ทุกวันนี้มีวิธีการมากมายที่ใช้สำหรับหาจำนวนของจุลินทรีย์ที่มีชีวิตในอากาศ ดูวิธีการต่างๆดังต่อไปนี้

1. การตก (setting) ลงบน Petri dish

   วิธีการนี้ประกอบด้วยการเก็บตัวอย่างของเชื้อจุลินทรีย์โดยการตกลงบน agar ตามธรรมชาติ ไม่สามารถพิจารณาเป็นวิธีการที่เหมาะสมได้สำหรับการศึกษาทางเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ

2. การกรองบนแผ่นกรอง (Filtration on membrane)

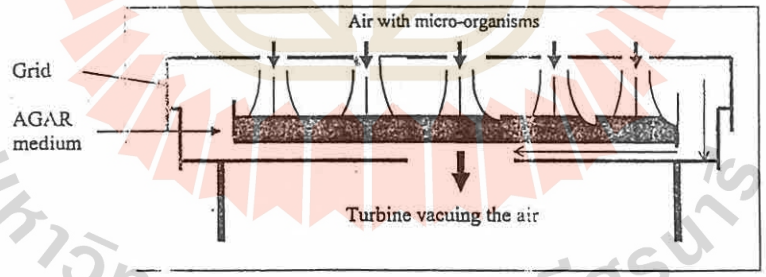
   ภายหลังจากการกรองอากาศผ่านตัวกรองโดยการใช้เครื่องมือที่ทำให้เป็นศูนยากาศ ตัวกรองจะวางลงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เป็นของเหลวด้วยวิธีการที่ปลอดเชื้อ จากนั้นจะทำการคำนวณจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ภายหลังจากการบ่มเชื้อแล้ว การใช้วีการนี้มีความยุ่งยากในการจัดการ ผู้ใช้ควรจะต้องมีคุณวุฒิทางด้านชีววิทยา นอกจากนี้แล้ว ในขณะที่ทำการย้ายตัวกรองลงบน Petri dish นั้นการเพิ่มจำนวนเชื้อลดน้อยลง

3. การนับจำนวนอนุภาค (Particle numeration)

   เครื่องมือต่างๆเหล่านี้มีความไวในการนับจำนวนอนุภาคมากไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างอนุภาคที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตได้

4. การอัดเชื้อ (Impaction)

   เก็บรวบรวมเชื้อจุลินทรีย์โดยการใช้เครื่องดูดอากาศ (air aspiration) ดูดอากาศผ่านตะแกรงที่วางอยู่เหนือ Petri dish 2-3 มิลลิเมตร เชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตในอากาศจุถูกอัดเข้าไปบน agar ดูรูปอธิบายถึงวิธีการข้างล่างนี้



รูปที่ 1 การอัดเชื้อ(Impaction)

ตาม flow rate ที่ทราบ ทำให้ง่ายต่อการคาดการณ์จำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศโดยการนับเป็นหน่วยเป็น CFU (Colony Forming Unit) ใน Petri dish

วิธีการอัดเชื้อเป็นวิธีการที่นิยมใช้ที่สุดเนื่องจากว่า เชื่อถือได้ ง่ายต่อการปฏิบัติ (มีการจัดการแค่ครั้งเดียว) ประหยัด (ใช้ Petri dish มาตรฐาน) และปลอดภัย (การฆ่าเชื้อ sampling head สามารถทำได้โดยการใช้ยาฆ่าเชื้อและ/หรืออบความร้อนสูงด้วยไอน้ำ (autoclave)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เครื่องมือและอุปกรณ์

1.	เครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศรุ่น Sampl'Air	1 ชุด พร้อมคู่มือ
2.	ขาตั้ง	1 อัน
3.	Petri - dishes พร้อมอาหารเลี้ยงเชื้อ	4 จาน
4.	70 % isopopanol / rubbling alcohol	1 ขวด
5.	สำลี	
6.	ถุงมือยาง	1 คู่
7.	ถุงพลาสติก	2 ใบ

เครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆ ที่ต้องใช้ร่วมกัน

1.	เทปกาว	1 ม้วน
2.	ตู้อบฆ่าเชื้อ (Autoclave)	1 เครื่อง
3.	ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)	1 เครื่อง
4.	เครื่องนับจำนวนโคโลนี	1 เครื่อง

รูปที่ 2 เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศทางจุลชีพ

รายละเอียดวิธีการใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศทางจุลชีพสามารถดูได้จากคู่มือการใช้งานเครื่อง AES (เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศทางจุลชีพ)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิธีการทดลอง

@ ศึกษาวิธีการใช้ และข้อควรระวัง ของเครื่องเก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ

@ ศึกษาวิธีการเก็บตัวอย่างอากาศชนิดชีวภาพ (Bioaerosol Sampling in Indoor Air)จาก NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM) No. 0800 หรือเอกสารที่เกี่ยวข้อง

หลังการเก็บตัวอย่าง

- หลังจากสิ้นสุดการเก็บตัวอย่าง ปิดฝา Petri - dishes ที่ผ่านการเก็บตัวอย่างอากาศให้เร็วที่สุด
- นำ Petri - dishes ที่ผ่านการเก็บตัวอย่างอากาศ ไปบ่ม (Incubate) ในตู้ บ่มเชื้อ (Incubator) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 –48 ชั่วโมง
- ตรวจนับจำนวนโคโลนีของเชื้อ ที่เกิดขึ้น แล้วบันทึกผล

การตรวจนับจำนวนโคโลนี และการคำนวณระดับการปนเปื้อน

หลังจากการเก็บตัวอย่างและการบ่มเชื้อแล้ว ในนักศึกษานับจำนวนโคโลนี (n) ของเชื้อที่มีการ

เจริญเติบโต แล้วนำไปเทียบกับตารางเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของจำนวนโคโลนีที่นับได้ (n) กับจำนวน

โคโลนีที่เป็นไปได้มากที่สุด (N) (ตารางแนบท้าย)

ระดับการปนเปื้อน = N / V : มีหน่วยเป็น CFU / m^3

โดยกำหนดให้

n = จำนวนโคโลนีที่เรานับได้ มีหน่วยเป็น CFU (Colony Forming Unit)

N = จำนวนโคโลนีที่เป็นไปได้มากที่สุด มีหน่วยเป็น CFU (Colony Forming Unit)

V = ปริมาตรอากาศที่เก็บตัวอย่างทั้งหมด มีหน่วยเป็น m^3

การวางแผนเรื่องสถานที่/ จุดในการตรวจวัด ในการเก็บตัวอย่างอากาศชนิดชีวภาพ (Bioaerosol Sampling) เองในแต่ละกลุ่ม โดยช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างกำหนดให้เป็น 5-10 นาที และอัตราการไหลของอากาศ 100 ลิตร / นาที โดยไปรับปุ่มควบคุมไปที่ Slow และเก็บตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่าง ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 - Blank

ตัวอย่างที่ 2 และ 3 - จุดที่ตรวจวัด

ตัวอย่างที่ 4 - ภายนอกอาคาร ของจุดที่ทำการตรวจวัด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลการทดลอง

1. รายละเอียดของสภาพแวดล้อมในพื้นที่ที่ทำการเก็บตัวอย่าง
2. ตารางสรุปจำนวนโคโลนีที่นับได้แต่ละจานอาหารเลี้ยงเชื้อ และจำนวนโคโลนีที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดในแต่ละจุดตรวจวัด
3. การวิเคราะห์และคำนวณหาระดับการปนเปื้อน ในพื้นที่ที่เก็บตัวอย่าง มีหน่วยเป็น CFU / m^3
4. การแปลผลจากการตรวจวัด โดยเทียบกับค่าจากข้อเสนอแนะหรือค่าจากมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง
5. ข้อเสนอแนะและวิธีการเฝ้าระวัง อันตรายหรือความเสี่ยงต่อสุขภาพเนื่องจากปัจจัยทางชีวภาพ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบบันทึกการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศชนิดชีวภาพ

วันที่ ..... **ชื่อผู้ทำการเก็บตัวอย่าง** .....

แผนก ..... อุณหภูมิ ..... ความดัน .....

ตัวอย่างที่ ..... ชื่อผู้ปฏิบัติงาน/ แผนก .....

หน้าที่ / งานที่ทำ .....

ประเภทของตัวอย่าง ○ แบบติดที่ตัวผู้ปฏิบัติงาน ○ แบบพื้นที่

รายละเอียดของเครื่องมือ ยี่ห้อ ..... ชนิด (Type) .....

รุ่น (Model) ..... หมายเลขเครื่อง (Serial No.) .....

สภาพการทำงาน / สถานที่ทำงาน แบบเอกสาร แสดงแผนผังการกำหนดจุดตรวจวัด .....

.....

มาตรการการควบคุมที่มี .....

.....

จำนวนตัวอย่างทั้งหมด ..... ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ ..... เวลาที่เริ่มเก็บตัวอย่าง ..... เสร็จเมื่อเวลา .....

ตัวอย่างที่ ..... เวลาที่เริ่มเก็บตัวอย่าง ..... เสร็จเมื่อเวลา .....

ตัวอย่างที่ ..... เวลาที่เริ่มเก็บตัวอย่าง ..... เสร็จเมื่อเวลา .....

ตัวอย่างที่ ..... เวลาที่เริ่มเก็บตัวอย่าง ..... เสร็จเมื่อเวลา .....

อัตราการไหลของอากาศ (ลิตรต่อนาที) 100 ลิตรต่อนาที .....

ปริมาตรอากาศทั้งหมด (ลิตร) แปลงหน่วยเป็น m^3 .....

ตารางบันทึกผลการตรวจวัด

จุดเก็บตัวอย่าง	ลักษณะโคโลนี	เวลา (นาที)	ปริมาตรอากาศ ($L \times 10^{-3} = m^3$)	n (CFU)	N (CFU)	ระดับการปนเปื้อน (CFU / m^3)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

BIOAEROSOL SAMPLING (Indoor Air) 0800

Culturable organisms: bacteria, fungi, thermophilic actinomycetes

METHOD: 0800, Issue 1	EVALUATION: N/A	Issue 1: 15 January 1998

PURPOSE: Identification of culturable microorganisms and assessment of possible proliferation and dissemination of bacteria or fungi from building reservoirs.

FIELD EQUIPMENT:

1. Samplers:
   a. Andersen 2-stage cascade impactor, or equivalent, for fungi and mesophilic bacteria.
   b. Andersen N-6 single-stage sampler, or equivalent, for thermophilic actinomycetes.
2. Sampling media, in plates prepared according to sampler manufacturer's recommendations:
   a. Malt extract agar (MEA) for fungi.
   b. Trypticase soy agar (TSA) for mesophilic bacteria and thermophilic actinomycetes.
   NOTE: Other media may be used, if appropriate, e.g., dichloran glycerol agar (DG18) for xerophilic molds, R2A agar for heterotrophic bacteria, and rose bengal agar for slow-growing fungi such as *Stachybotrys*.
3. Sampling pump capable of meeting sampler manufacturer's flow specification (e.g., 28.3 L/min), with flexible connecting tubing.
4. Cotton gauze pad, e.g., 4" x 4".
5. Rubbing alcohol, 70% isopropanol.
6. Refrigerant packs, if necessary for keeping samples cool during shipment.
   NOTE: Keep samples cool, but protect from freezing.

SAMPLING STRATEGY:

1. Select at least three sites, one each to represent complaint area, a noncomplaint area (otherwise as similar as possible to complaint area), and outdoors.
2. In turn at each site, sample simultaneously for fungi, mesophilic bacteria, and thermophilic actinomycetes. Typical sampling time is ten minutes. Before moving to the next site, repeat twice to obtain triplicate, consecutive samples.
3. Load and immediately unload one set of sampling media in each sampler to serve as field blanks.
4. Collect another complete set of samples and blanks on the next day.

SAMPLING:

1. Calibrate each sampling pump with a representative sampler in line.
2. Before each run, carefully and thoroughly wipe each sampler stage with rubbing alcohol. Allow to dry. Make sure air passages are not blocked.
3. Load sampling media into sampler, remove covers from media, and attach sampler to pump with flexible tubing.
   NOTE: Take special care to prevent contamination of media during loading and unloading. Do not touch agar surface.
4. Sample at known preset flow for an accurately known time, e.g., 10 min. (In heavily contaminated areas, a shorter sampling time may be necessary.)
5. Replace covers on sampling media, unload, and pack securely for shipment (plates should be media side up).

SHIPPING: Keep collected samples and blanks cool (not necessarily ice-cold) and ship as quickly as possible to a laboratory for enumeration and identification.

ANALYSIS: Mesophilic bacteria and thermophilic actinomycetes are usually identified to species and fungi usually identified to genus. Interpretation is subjective and based on total numbers and rank order of taxa in complaint area compared with control areas (noncomplaint and outdoors).

METHOD WRITTEN BY: Miriam K. Lonon, Ph.D., NIOSH/DPSE

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี