โครงการหนึ่งอาจารย์หนึ่งผลงาน

ประจำปี 2552

สื่อเพื่อการเรียนการสอน

รายวิชา 618342 หลักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

(ส่วนที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยทางด้านเคมี)

สำหรับ

นักศึกษาสาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

ชั้นปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เสนอผลงานโดย

พิรัชฎา มุสิกะพงศ์

สาขาวิชา อาชีวอนามัยและความปลอดภัย

สำนักวิชาแพทยศาสตร์

คำนำ

สื่อการเรียนการสอนรายวิชา 618342 หลักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม จัดทำขึ้นในลักษณะเอกสารประกอบการเรียน (Powerpoint) เป็นการสรุปเนื้อหารายวิชาซึ่งครอบคลุมหัวข้อและเรื่องที่สำคัญในรายวิชาส่วนที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยทางเคมี ซึ่งมุ่งเน้นให้นักศึกษาได้เรียนรู้เกี่ยวกับความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยทางเคมี การจำแนกสารตามหลักสากล การจำแนกสารตามสถานะและที่มา คุณสมบัติของสาร คำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง กลวิธีการวัดการสัมผัสของผู้ปฏิบัติงาน การเลือกเก็บตัวอย่างอากาศทั้งอนุภาค ของเหลว ก๊าซและไอระเหย การตระหนัก ประเมิน ควบคุม อนุภาคแขวนลอย ก๊าซและไอระเหย มีวัตถุประสงค์ในการจัดทำเพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งของสื่อประกอบการเรียนการสอน สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อให้นักศึกษาได้ใช้ศึกษาด้วยตนเองก่อนเรียนและทบทวนหลังเรียนเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจยิ่งขึ้น และทางผู้จัดทำยังคาดหวังเป็นอย่างยิ่งว่าสื่อการเรียนการสอนรายวิชานี้จะเป็นแหล่งการเรียนรู้และค้นคว้าเพิ่มเติมให้กับบุคคลอื่นๆ ที่มีความสนใจ และผู้ที่ทำงานในสาขาวิชาชีพด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย จะได้นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

อนึ่ง หากคู่มือการเรียนรายวิชาเล่มนี้มีข้อผิดพลาดหรือบกพร่องประการใด ทางผู้จัดทำก็ขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย และยินดีที่จะน้อมรับข้อเสนอแนะในการนำไปปรับปรุงให้มีความเหมาะสมในโอกาสถัดไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

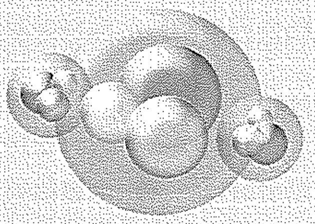
ผู้ผลิตสื่อการเรียนการสอน

รายวิชาหลักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

Part 1

- อันตรายในสิ่งแวดล้อมการทำงาน
- การจำแนกสารตามหลักสากล (UN)
- การจำแนกสารตามสถานะและที่มา
- คุณสมบัติของสาร
- แหล่งการสืบค้น Material Safety Data Sheet
- คำศัพท์และคำนิยามที่ควรทราบ
- ขั้นตอนการประเมินทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรม
- กลวิธีการวัด การสัมผัสสารของผู้ปฏิบัติงาน
- วิธีมาตรฐานในการเก็บและวิเคราะห์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



Sampling Strategy

อาจารย์ พิรัชฎา มุสิกะพงศ์

อันตรายในสิ่งแวดล้อมการทำงาน

- เคมี
- กายภาพ
- ชีวภาพ
- เออร์โกโนมิคส์

คำสำคัญ

- Flash point
- LEL : Lower Explosive Limit
- UEL : Upper Explosive Limit
- LFL - UFL

การจำแนกตามหลักสากล UN

- ประเภทที่ *1 วัตถุระเบิด* (Explosives) จำแนกออกเป็น 6 ชนิด ดังนี้
  - สารหรือสิ่งที่ก่อให้เกิดอันตรายจากการระเบิดอย่างรุนแรง
  - สารหรือสิ่งที่ก่อให้เกิดอันตรายจากการระเบิดอย่างรุนแรง

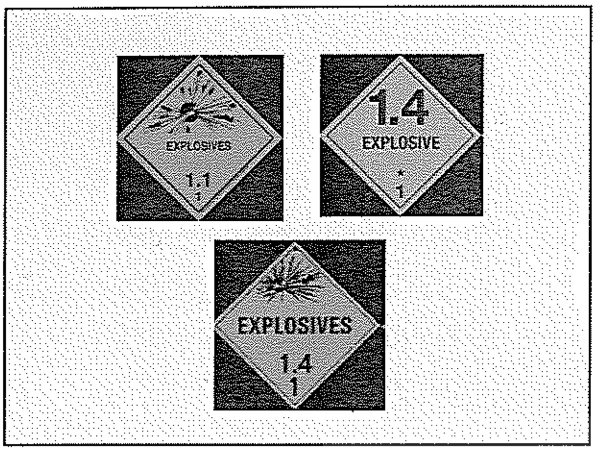
การจำแนกตามหลักสากล UN

- ประเภทที่ *1 วัตถุระเบิด* ต่อ
  - สารหรือสิ่งซึ่งก่อให้เกิดอันตรายจากเพลิงไหม้
  - สารหรือสิ่งซึ่งระเบิดเฉพาะในพื้นที่จำกัด ไม่มีการกระจายของสะเก็ด

การจำแนกตามหลักสากล UN

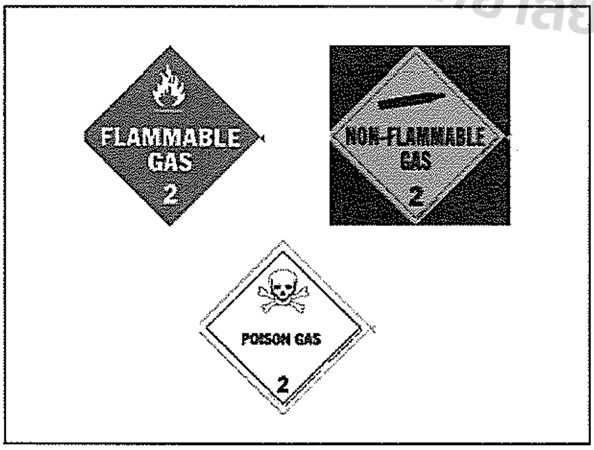
- ประเภทที่ *1 วัตถุระเบิด* ต่อ
  - สารที่ไม่ไวต่อการระเบิด แต่ถ้าระเบิดจะรุนแรงเท่ากับข้อแรก
  - สารที่ไม่ไวต่อการระเบิด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



การจำแนกตามหลักสากล UN

- ประเภทที่ 2 *ก๊าซ* (Gases)
  - ก๊าซไวไฟ (Flammable Gas)
  - ก๊าซไม่ไวไฟ (n0n-Flammable Gas)
  - ก๊าซพิษ (Poisonous Gas)



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การจำแนกตามหลักสากล UN

- ประเภทที่ 3 *ของเหลวไวไฟ* (Flammable Liquids)
  - ของเหลวที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า -18 องศาเซลเซียส
  - ของเหลวที่มีจุดวาบไฟอยู่ระหว่าง -18 ถึง 23 องศาเซลเซียส

การจำแนกตามหลักสากล UN

- ประเภทที่ 3 *ของเหลวไวไฟ* ต่อ
  - ของเหลวที่มีจุดวาบไฟอยู่ระหว่าง 23 ถึง 61องศาเซลเซียส

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การจำแนกตามหลักสากล UN

- ประเภทที่ *4 ของแข็งไวไฟ*
  (Flammable solid)
  - ของแข็งไวไฟ (Flammable solid)
  - สารที่ลุกติดไฟได้เอง
    (Spontaneously combustible material)

การจำแนกตามหลักสากล UN

- ประเภทที่ *4 ของแข็งไวไฟ* ต่อ
  - สารที่ทำให้เกิดอันตรายเมื่อสัมผัสกับน้ำ (Dangerous when wet)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การจำแนกตามหลักสากล UN

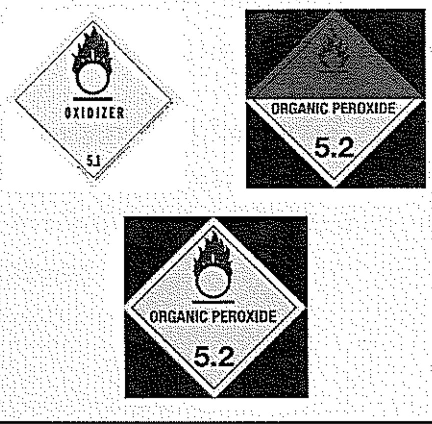
- ประเภทที่ 5 *สารออกซิไดซ์และสารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์* (Oxidizing Substances and organic peroxides)
  - สารซึ่งทำให้หรือช่วยให้สารอื่นติดไฟได้ โดยการให้ออกซิเจน หรือสารออกซิไดซ์

16

การจำแนกตามหลักสากล UN

- ประเภทที่ 5 *สารออกซิไดซ์และสารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์* ต่อ
  - สารประกอบอินทรีย์ที่มีโครงสร้าง "O-O"

17



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การจำแนกตามหลักสากล UN

- ประเภทที่ 6 *สารพิษและสารติดเชื้อ* (Poisonous Substance and Infectious Substances)
  - ของแข็งหรือของเหลวที่เป็นพิษ เมื่อเข้าสู่ร่างกาย
  - สารติดเชื้อ

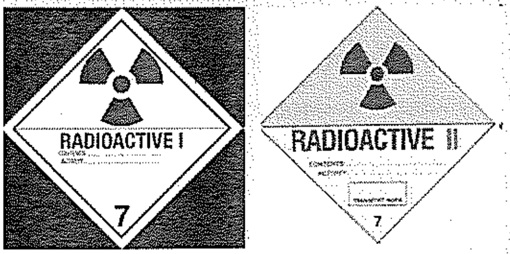
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การจำแนกตามหลักสากล UN

- ประเภทที่ 7 *สารกัมมันตรังสี*

  (Radioactive Materials)

  สารกัมมันตรังสี ซึ่งให้รังสีมากกว่า 74 kBq/kg

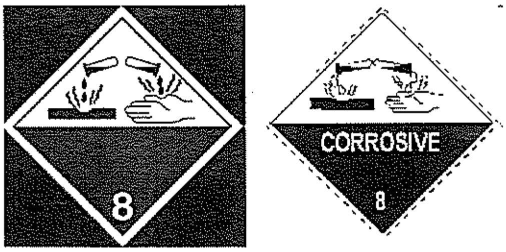


การจำแนกตามหลักสากล UN

- ประเภทที่ 8 *สารกัดกร่อน* (Corrosive Substances) สารที่มีฤทธิ์กัดกร่อน ทำลายผิวหนัง หรือกัดกร่อนเหล็กหรืออลูมิเนียมที่ไม่ได้มีการเคลือบผิว

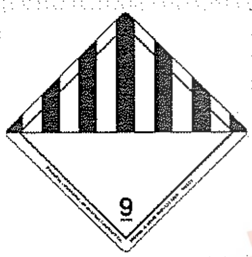
23

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



การจำแนกตามหลักสากล UN

- ประเภทที่ 9 *สารหรือวัตถุอื่นที่อาจเป็นอันตรายได้* (Miscellaneous Products or Substances)



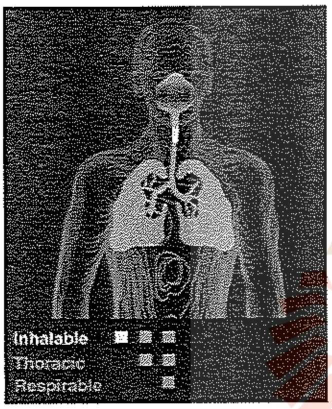
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

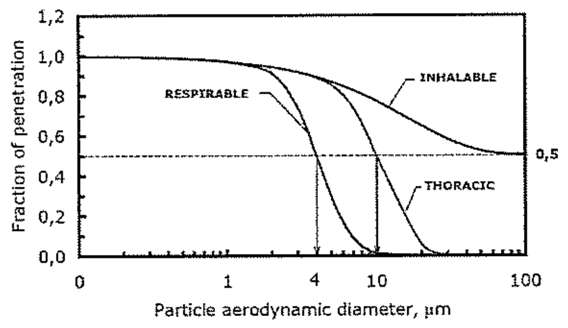
การจำแนกตามสถานะและที่มา

- ก๊าซและไอระเหย
- ของเหลว
  - ละออง (Mist) โดยทั่วไปมีขนาด > 5 μm
  - หมอก (Fog) โดยทั่วไปมีขนาด ≤ 0.25 μm

การจำแนกตามสถานะและที่มา

- ของแข็ง
  - ฝุ่น (dust) : ขนาด > 10 μm ; < 10 μm
  - ฟูม (fume) < 0.1 μm
  - ควัน (smoke) < 0.1 μm





มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เราจะทราบคุณสมบัติของสาร ได้อย่างไร?

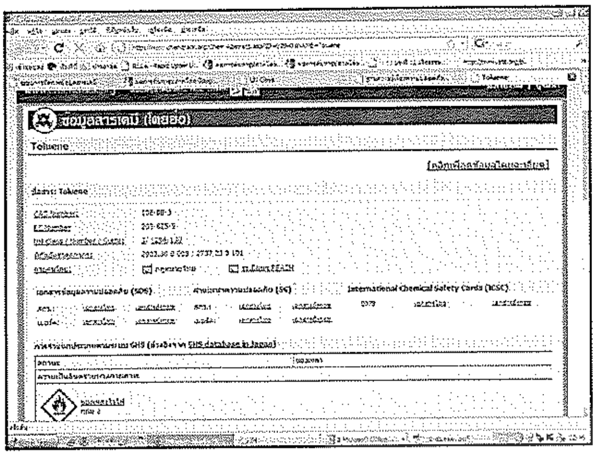
Material Safety Data Sheet

- รายละเอียดใน MSDS ประกอบด้วย
  - Section 1 Manufacturing
  - Section 2 Ingredients
  - Section 3 Physical/Chemical
  - Section 4 Fire/Explosion Data

Material Safety Data Sheet

- รายละเอียดใน MSDS ประกอบด้วย
  - Section 5 Reactivity Data
  - Section 6 Health Hazard Data
  - Section 7 Precaution for safe
  - Section 8 Control Measurement

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ตัวอย่างการสืบค้น MSDS

- http://www.chemtrak.org
- http://msds.pcd.go.th/name.asp
- หรือได้มาจากบริษัทผู้ผลิตสารเคมี

NIOSH Methods

- http://www.cdc.gov/niosh/nmam

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำนิยาม

- **Aerodynamic diameter** หมายถึง เส้นผ่าศูนย์กลางสมมติ ของอนุภาคใด ๆ เทียบกับ เส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคทรงกลม ที่มีความหนาแน่น 1 g/cm^3 และมีความเร็วปลายเท่ากับอนุภาคนั้น

คำนิยาม

- **Effective Cutoff Diameter** (ECD) หมายถึง *ขนาดของอนุภาค* ที่บ่งชี้คุณลักษณะของอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศชนิดเลือกขนาดอนุภาค

คำนิยาม

- **Diameter Cut Point (d_{50})** หมายถึง 50% ของอนุภาคขนาดนั้น สะสมอยู่บนชั้นนั้น ๆ ของอุปกรณ์หรือกระดาษกรอง และอีก 50% ผ่านไปสะสมบนชั้นต่อไป

คำนิยาม

- **Mass Median Aerodynamic Diameter (MMAD)** คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาค ที่แบ่งครึ่งมวลของอนุภาคที่ดักเก็บได้ทั้งหมด

คำนิยาม

- **Bounce** คือ การที่*อนุภาคตกกระทบ*กับพื้นผิวของอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง แล้วกระดอนขึ้นมาในอากาศ และอาจกลับเข้าสู่กระแสอากาศและเคลื่อนที่ต่อไปในอากาศ

คำนิยาม

- **Re-entrainment** คือ การที่*กระแสอากาศกระแทก*เข้ากับอนุภาคที่ติดอยู่บนกระดาษกรอง แล้วทำให้อนุภาคนั้นหลุดออกจากกระดาษกรองไหลไปกับกระแสอากาศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำนิยาม

- Action Level (AL) – ระดับที่ต้องเริ่มดำเนินการเพื่อควบคุมป้องกันการสัมผัสปัจจัยเสี่ยงของผู้ปฏิบัติงาน
- Area sampling – การเก็บตัวอย่างที่เก็บโดยการตั้งอุปกรณ์ไว้ในสถานที่ทำงาน

คำนิยาม

- Personal sampling – การเก็บตัวอย่างที่เก็บโดยการติดตั้งอุปกรณ์ไปกับตัวบุคคล

คำนิยาม

- Random sampling – การเลือกเก็บตัวอย่างจากกลุ่มประชากรโดยที่แต่ละตัวอย่างมีโอกาสที่จะถูกเลือกเท่าเทียมกัน

คำนิยาม

- ประกอบด้วยขั้นตอน 3 ประการ คือ
  - กำหนดกลุ่มประชากรของตัวอย่างที่เกี่ยวข้อง
  - สุ่มตัวอย่างจากกลุ่มประชากร
  - ยืนยันว่าข้อมูลนั้น ได้มาจาก HEG

คำนิยาม

- Homogeneous exposure group (HEG) – กลุ่มคนงานที่มีการสัมผัสสารคล้ายกัน ซึ่งผลจากการเก็บตัวอย่างอากาศที่ตัวคนงานคนใดคนหนึ่งสามารถนำมาใช้ในการประเมินการสัมผัสของคนงานคนอื่นๆในกลุ่มได้

คำนิยาม

- Breathing zone sample – ตัวอย่างที่เก็บในรัศมีห่างจากจมูกของผู้ที่ถูกเก็บตัวอย่าง 30 ซม. และในการเก็บตัวอย่างนี้ไม่คำนึงว่าผู้ปฏิบัติงานจะสวมอุปกรณ์ปกป้องระบบทางเดินหายใจหรือไม่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำนิยาม

- Immediately Dangerous to Life and Health (IDHL) – เป็นอันตรายต่อสุขภาพและชีวิตอย่างเฉียบพลัน หมายถึง ระดับความเข้มข้นของสารในอากาศซึ่งอยู่ในระดับที่สามารถทำให้เกิดอันตรายที่รุนแรงเฉียบพลันถึงระดับเสียชีวิตหรือพิการถาวรได้

วัตถุประสงค์

- การประเมินทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรมมีวัตถุประสงค์หลายประการ
  - เพื่อให้มั่นใจว่าสภาพแวดล้อมการทำงานเป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมาย
  - เพื่อเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์

- การประเมินทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรมมีวัตถุประสงค์หลายประการ
  - เพื่อประเมินประสิทธิภาพของมาตรการควบคุมใหม่หรือที่มีอยู่
  - เพื่อเปรียบเทียบวิธีการตรวจวัดในการศึกษาวิจัย

วัตถุประสงค์

- การประเมินทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรมมีวัตถุประสงค์หลายประการ
  - เพื่อตรวจหาแหล่งที่ปล่อยสารปนเปื้อนออกสู่สิ่งแวดล้อม
  - เพื่อการสอบสวนโรคหรือการเจ็บป่วยจากการทำงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ขั้นตอนการประเมินทางIH

- มีขั้นตอนการดำเนินงาน 3 ขั้นตอน คือ
- การเตรียมตัวเพื่อตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง
- การตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง
- การวิเคราะห์ตัวอย่างและแปรผลเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานหรือข้อมูลในอดีต

การเตรียมตัวเพื่อตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง

- การสำรวจขั้นต้น (Preliminary survey หรือ walkthrough survey)
  - แผนผังโรงงาน
  - แผนผังของกระบวนการผลิตและขั้นตอนการผลิต
  - รายชื่อสารเคมีและวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงาน

การเตรียมตัวเพื่อตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง

- การสำรวจขั้นต้น ต่อ
  - รายชื่อของผลผลิตและผลพลอยได้
  - วิธี/มาตรการในการควบคุมมลพิษที่มีอยู่
  - จำนวนผู้ปฏิบัติงานในแต่ละแผนก

การเตรียมตัวเพื่อตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง

- การเลือกใช้เครื่องมือในการตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง
  - วัตถุประสงค์ของการตรวจวัด
  - ความพร้อมของเครื่องมือและผู้ใช้
  - ความพร้อมและความสามารถในการวิเคราะห์ตัวอย่างของห้องปฏิบัติการ

การเตรียมตัวเพื่อตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง

- เตรียมแบบฟอร์ม
- การเตรียมพร้อมของผู้ประเมิน

<u>แบบฟอร์มสำหรับการเก็บตัวอย่างอากาศ</u>

1. ชื่อสถานประกอบการ..
2. ที่อยู่...โทรศัพท์..........................
แผนก.............................วันที่เก็บตัวอย่าง....................ตัวอย่างเลขที่....................
3. หมายเลขเครื่องดูดอากาศ...........................ปรับเทียบความถูกต้องโดยวิธี.....................
อัตราการไหลอากาศ...........................ผู้ปรับเทียบความถูกต้อง...........................
4. อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง กระดาษกรอง ชนิด...............................Lot No..........
หลอดเก็บตัวอย่าง ชนิด...............................Lot No..........
5. เก็บตัวอย่างแบบ.........พื้นที่... . บุคคล ชื่อ...
หน้าที่...อายุงาน.....ปี
6. ระยะเวลาเก็บตัวอย่าง ภาคเช้าเริ่มเวลา..............หยุด..............รวมเวลา.................นาที
ภาคบ่ายเริ่มเวลา..............หยุด..............รวมเวลา.................นาที
7. สภาพแวดล้อมการทำงาน อุณหภูมิ.........ความชื้น.........ความดันบรรยากาศ..................
8. หมายเหตุ มาตรการการควบคุมการสัมผัสที่ใช้อยู่...
....
....
ลงชื่อ......................................ผู้เก็บตัวอย่าง

การตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง

- Area sampling
- Breathing zone sampling
- Spot sampling
- Personal sampling

กลวิธีในการเก็บตัวอย่าง

- What
- Why
- Where
- How
- When
- Whom

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กลวิธีการวัดการสัมผัสสารของผู้ปฏิบัติงาน

- แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ
- การเก็บตัวอย่างเพียงหนึ่งตัวอย่าง ตลอด 8 ชั่วโมง หรือตลอดช่วงเวลาการทำงาน (Single sample for full period)

กลวิธีการวัดการสัมผัสสารของผู้ปฏิบัติงาน

- การเก็บตัวอย่างหลายตัวอย่าง ต่อเนื่องกันในเวลา 8 ชั่วโมง หรือ ตลอดเวลาการทำงาน (Consecutive samples for full period)

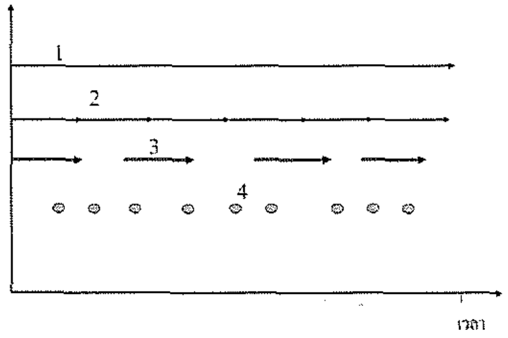
กลวิธีการวัดการสัมผัสสารของผู้ปฏิบัติงาน

- การเก็บตัวอย่างต่อเนื่องมากกว่าหนึ่งตัวอย่าง โดยระยะเวลาการเก็บตัวอย่างทั้งหมดน้อยกว่า 8 ชั่วโมง (Consecutive samples for partial period)

กลวิธีการวัดการสัมผัสสารของผู้ปฏิบัติงาน

- การเก็บตัวอย่างในช่วงสั้น ๆ หลายตัวอย่าง (Grab sampling) คือ การเก็บตัวอย่างอากาศโดยใช้ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างสั้น ๆไม่เกินตัวอย่างละ 15 นาที

กลวิธีการเก็บตัวอย่าง 4 ประเภท



วิธีการมาตรฐาน ในการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศ

- NIOSH: National Institute of Occupational Safety & Health
- OSHA: Occupational Safety & Health Administration
- EPA: Environmental Protection Agency
- ASTM: American Society for Testing & Material

วิธีการมาตรฐาน ในการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศ

- HSE: Health & Safety Executive
- AIHA: American Industrial Hygienists Association
- APHA: American Public Health Association

วิธีการมาตรฐาน ในการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศ

- http://www.pcd.go.th/public/Publications/print_air.cfm
- http://www.skcinc.com/guides.asp

สิ่งที่ควรคำนึง

- ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง
- ความไว
- ความเข้มข้นโดยประมาณของมลพิษ
- ค่ามาตรฐาน

สิ่งที่ควรคำนึง

- จำนวนตัวอย่าง
- ช่วงเวลาของวัน
- ฤดูกาล
- ความต้องการของตลาด
- จำนวนคนที่ต้องเก็บตัวอย่าง/ตรวจวัด

จำนวนคนงานในกลุ่มงาน	จำนวนคนงานสุ่มเลือก
8	7
9	8
10	9
11-12	10
13-14	11
15-17	12

จำนวนคนงานในกลุ่มงาน	จำนวนคนงานสุ่มเลือก
18-20	13
21-24	14
25-29	15
30-37	16
38-49	17
50	18

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- ตารางแสดงจำนวนคนงานที่ต้องสุ่มเลือก จากแต่ละกลุ่มงานโดยมีความเชื่อมั่น 90% ว่าคนงานที่สุ่มมานี้ อย่างน้อยหนึ่งคนเป็นคนที่อยู่ในกลุ่ม 10% ที่สัมผัสสารเคมีมากที่สุดในสถานประกอบการนั้น
- ที่มา : *Leidel, N.A.; Busch, K.A.; Lynch,J.R.:Occupational Exposure Sampling Strategy Manual. National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH (1977)*

ปัจจัยพิจารณาในการประเมิน

- นอกเหนือจากผลการตรวจวัดเชิงปริมาณแล้ว ควรเข้าใจความหมายและพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ต่อไปนี้ด้วย
  - *ความเป็นพิษ (Toxicity)* หมายถึง ความสามารถของปัจจัยเสี่ยงในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน

ปัจจัยพิจารณาในการประเมิน

- *ปริมาณสารที่ร่างกายได้รับ (Dose, mg/body mass)* ร่างกายอาจได้รับสารเข้าไปโดยทางปาก ทางจมูก ทางผิวหนัง

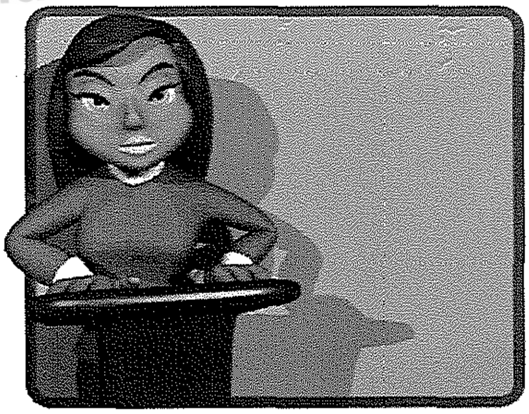
ปัจจัยพิจารณาในการประเมิน

- *การสัมผัส (Expose)* หมายถึง การที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายสัมผัสกับปัจจัยเสี่ยง ระดับของการสัมผัสสามารถนำมาใช้ในการประมาณปริมาณสารหรือระดับของปัจจัยเสี่ยงที่ร่างกายได้รับ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปัจจัยพิจารณาในการประเมิน

- ทางเข้าสู่ร่างกาย (Route of entry) หมายถึง ทางที่สารเคมีสามารถเข้าสู่ร่างกายและทำให้เกิดผลกระทบต่อร่างกายได้



Part 2

- ตระหนัก ประเมิน ควบคุม อนุภาคแขวนลอยในอากาศ
- สารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมการทำงาน
- การเก็บตัวอย่างอากาศชนิดอนุภาค
- กลไกการดักเก็บอนุภาค
- อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอนุภาค

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตระหนัก ประเมิน ควบคุม Aerosol

อาจารย์พิรัชฎา มุสิกะพงศ์

วัตถุประสงค์การประเมิน

1. เพื่อประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานตามข้อกำหนดของกฎหมาย
2. เพื่อประเมินการสัมผัสสิ่งที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในการเฝ้าระวัง
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของมาตรการการควบคุม

วัตถุประสงค์การประเมิน

4. เพื่อเปรียบเทียบวิธีการตรวจวัดในเชิงวิจัย
5. เพื่อตรวจหาแหล่งที่ปล่อยสารอันตรายสู่สิ่งแวดล้อม
6. เพื่อการสอบสวนโรคหรือการเจ็บป่วยจากการทำงาน

3

ทบทวนสัปดาห์ก่อน

อาจารย์ พิรัชฎา มุสิกะพงศ์

4

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำนิยามและสิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับสารเคมี

- UN/ID Number : เป็นรหัสตัวเลข 4 หลัก เพื่อชี้บ่งชนิดของสารเคมี ที่ถูกกำหนดโดยองค์การสหประชาชาติ และกรมการขนส่งแห่งสหรัฐอเมริกา
- CAS Number : เป็นชุดตัวเลขที่กำหนดขึ้นโดย Chemical Abstracts Service of American Chemical Society สำหรับใช้ชี้บ่งชนิดของสารเคมีอันตรายที่กำหนดในกฎหมาย Toxic Substance Control Act (TSCA) ประกอบด้วยตัวเลข 3 กลุ่ม

5

คำนิยามและสิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับสารเคมี

- IUPAC ย่อมาจาก International Union of Pure and Applied Chemistry เป็นระบบการตั้งชื่อสารประกอบเคมีและอธิบายข้อมูลทางเคมีทั่วไป
- RTECS (The Registry of Toxic Effects of Chemical Substance) เป็นรหัสชี้บ่งชนิดของสารเคมีในฐานข้อมูลพิษวิทยาอยู่ภายใต้การดูแล ปรับปรุงเพิ่มเติมโดย NIOSH เพื่อเป็นข้อมูลให้สอดคล้องกับ OSHA

6

คำนิยามและสิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับสารเคมี

- สถานะของสารเคมี : ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ
- จุดหลอมเหลวและจุดเดือด (Melting & Boiling Point): อุณหภูมิที่ทำให้สารเคมีเปลี่ยนสถานะ
- ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity): น้ำหนักของของเหลวเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำที่ปริมาตรเท่ากัน
- ความหนาแน่นไอ (Vapor Density) น้ำหนักของไอระเหยหรือก๊าซเมื่อเทียบกับอากาศในปริมาตรที่เท่ากัน

7

คำนิยามและสิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับสารเคมี

- ความดันไอ (Vapor Pressure) แนวโน้มของของแข็งหรือของเหลวที่จะระเหยกลายเป็นไอในอากาศ ปกติถ้าจุดเดือดต่ำความดันไอจะสูง
- ความสามารถในการละลายน้ำ (Solubility): น้ำหนักของสารเคมีที่สามารถละลายในน้ำได้ต่อหน่วยปริมาตร

8

คำนิยามและสิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับสารเคมี

- จุดวาบไฟ (Flash point) อุณหภูมิที่ต่ำที่สุดที่ทำให้ของเหลวกลายเป็นไอเพียงพอต่อการเริ่มต้นลุกไหม้ เมื่อมีแหล่งกำเนิดไฟ ใช้ประโยชน์ในการแบ่งประเภทของสารเคมี

  - สารไวไฟ (Class I) : 1A, 1B, 1C
  - สารติดไฟได้ (Class II, III) : II, IIIA, IIIB
  - สารไม่ติดไฟ (Non-combustible)

9

คำนิยามและสิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับสารเคมี

- อุณหภูมิลุกติดไฟได้เอง (Autoignition Temperature) อุณหภูมิต่ำที่สุดที่ทำให้สารเคมีลุกติดไฟขึ้นเอง จากแหล่งความร้อนในตัวหรือสัมผัสกับวัสดุผิวร้อน
- ขีดจำกัดความไวไฟ (Flammable limits) ช่วงของส่วนผสมของไอระเหย/ก๊าซกับอากาศที่สามารถลุกติดไฟได้ระหว่างค่าขีดจำกัดบน (UFL) และค่าขีดจำกัดล่าง (LFL) เรียกว่า Flammable Range

10

คำนิยามและสิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับสารเคมี

- ขีดจำกัดการระเบิดได้ (Explosion limits) ช่วงของส่วนผสมของไอระเหย/ก๊าซกับอากาศที่สามารถระเบิดได้ระหว่างค่าขีดจำกัดบน (UEL) และค่าขีดจำกัดล่าง (LEL)
- IDHL ค่าความเข้มข้นของสารเคมีสูงสุดเมื่อเกิดความบกพร่องจากอุปกรณ์ป้องกันการหายใจแล้วสามารถอพยพออกจากบริเวณนั้นภายใน 30 นาที โดยปราศจากอุปกรณ์ป้องกันการหายใจและไม่ก่อให้เกิดอาการระคายเคืองอย่างรุนแรงหรือมีผลต่อสุขภาพอนามัย

11

คำนิยามและสิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับสารเคมี

- LD50 (Lethal Dose fifty) ปริมาณของสารเคมีซึ่งคาดว่าจะทำให้สัตว์ทดลองที่ได้รับสารนั้นเพียงครั้งเดียวตายไปเป็นจำนวนครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น มีหน่วยเป็น น้ำหนักของสารเคมีต่อน้ำหนักของสัตว์ทดลอง mg/kg
- LC50 (Lethal Concentration fifty) ความเข้มข้นของสารเคมีในอากาศซึ่งคาดว่าจะทำให้สัตว์ทดลองที่สูดดมในระยะเวลาที่ระบุไว้ตายไปเป็นจำนวนครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น

12

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำนิยามและสิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับสารเคมี

- สารก่อมะเร็ง (Carcinogen): ปกติสารเคมีแต่ละชนิดจะถูกระบุอยู่ในรายชื่อสารก่อมะเร็งแต่ละประเภท ซึ่งประกอบด้วย
  - ACGIH
  - IARC
  - NTP
  - OSHA

13

คำนิยามและสิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับสารเคมี

ACGIH แบ่งประเภทของกลุ่มสารก่อมะเร็ง

- A1: Confirmed Human Carcinogen
- A2: Suspected Human Carcinogen
- A3: Animal Carcinogen
- A4: Not Classifiable as a Human Carcinogen
- A5: Not Suspected as a Human Carcinogen

14

คำนิยามและสิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับสารเคมี

IARC แบ่งประเภทของกลุ่มสารก่อมะเร็ง

- กลุ่ม 1 : Confirmed Human Carcinogen
- กลุ่ม 2 : Suspected Human Carcinogen
- กลุ่ม 3 : Animal Carcinogen
- กลุ่ม 4: Not Classifiable as a Human Carcinogen
- กลุ่ม 5 : Not Suspected as a Human Carcinogen

15

คำนิยามและสิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับสารเคมี

NTP แบ่งประเภทของกลุ่มสารก่อมะเร็ง

- Know to be human carcinogen
- Reasonably anticipated to be human carcinogens

16

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำนิยามและสิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับสารเคมี

OSHA แบ่งประเภทของกลุ่มสารก่อมะเร็ง

- กลุ่มที่ 1 จากการศึกษาในระยะยาว ยืนยันว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ และในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
- กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ยังไม่มีหลักฐานเพียงพอ หรือสงสัยว่าจะมีศักยภาพในการก่อมะเร็ง

17

คำนิยามและสิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับสารเคมี

ดัชนี NFPA (National Fire Protection Association Code 704) กำหนดดัชนีชี้บ่งอันตรายจากสารเคมีต่อสุขภาพอนามัย ความไวไฟ การเกิดปฏิกิริยา โดยการกำหนดเป็นระดับตัวเลข 0-4

18

คำนิยามและสิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับสารเคมี

ดัชนี NFPA มีลักษณะที่เรียกว่า Diamond Shape ประกอบด้วย 4 เรื่อง

- ความไวไฟ (สีแดง)
- ความไวในการเกิดปฏิกิริยา (สีเหลือง)
- ข้อมูลสุขภาพ (สีน้ำเงิน)
- ข้อมูลพิเศษ (สีขาว)

19

คำนิยามและสิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับสารเคมี

- สารดับเพลิง (Extinguisher Agent) ประสิทธิภาพในการดับเพลิงขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ชนิดของสารดับเพลิงหรือประเภทเพลิงโดยรอบ ประเภทเพลิง
  - A : ไม้ กระดาษ ยาง ผ้า ใช้สารดับเพลิงชนิดน้ำ, โฟม, เคมีแห้ง
  - B : น้ำมัน แก๊ส ตัวทำละลาย ใช้สารดับเพลิงชนิด โฟม, เคมีแห้ง, CO_2

20

คำนิยามและสิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับสารเคมี

- สารดับเพลิง (Extinguisher Agent)
  - C : เพลิงจากกระแสไฟฟ้า ใช้สารดับเพลิงชนิดเคมีแห้ง, CO_2
  - D : โลหะบางชนิดที่ติดไฟได้ โซเดียม โพแทสเซียม ใช้สารดับเพลิงชนิดเคมีแห้ง

21

ขั้นตอนการประเมิน

1) การเตรียมตัวเพื่อตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง

2) การตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง

3) การวิเคราะห์ตัวอย่างและแปรผล

22

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การเตรียมตัวเพื่อตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง

1. การสำรวจขั้นต้น (preliminary survey หรือ walkthrough survey)
   - *แผนผังโรงงาน*
   - *แผนผังของกระบวนการผลิตและขั้นตอนการผลิต*
   - *รายชื่อสารเคมีและวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงาน*

23

การเตรียมตัวเพื่อตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง

1. การสำรวจขั้นต้น (preliminary survey หรือ walkthrough survey) (ต่อ)
   - *รายชื่อของผลผลิตและผลพลอยได้*
   - *วิธี/มาตรการในการควบคุมมลพิษที่มีอยู่*
   - *จำนวนผู้ปฏิบัติงานในแต่ละแผนก*

24

กลวิธีการเก็บตัวอย่างอากาศ

- ต้องสามารถตอบคำถาม
  - WHAT
  - WHEN
  - WHERE
  - WHOME
  - WHY
  - HOW
  - HOW MANY

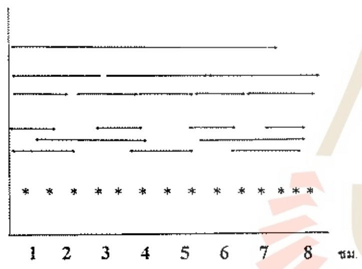
31

กลวิธีการเก็บตัวอย่างอากาศ

- เพื่อประเมินการสัมผัสของคนงาน
  1) ตัวอย่างเดียวตลอด 8 ชั่วโมง หรือตลอดช่วงเวลาการทำงาน
  2) หลายตัวอย่างต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง หรือตลอดเวลาการทำงาน
  3) มากกว่าหนึ่งตัวอย่าง อย่างต่อเนื่อง น้อยกว่า 8 ชั่วโมง
  4) การเก็บตัวอย่างในช่วงสั้นๆ หลายตัวอย่าง (Grab sampling)

32

กลวิธีการเก็บตัวอย่างอากาศ



33

จุดที่เก็บตัวอย่าง/อัตราการไหลของอากาศ

- เลือกเก็บตัวอย่างตามวัตถุประสงค์
  1) เก็บตัวอย่างอากาศที่จุดใดจุดหนึ่งโดยเฉพาะในกระบวนการผลิต
  2) การเก็บตัวอย่างอากาศในบริเวณทำงานทั่วๆ ไป
  3) การเก็บตัวอย่างอากาศที่ระดับการหายใจของผู้ปฏิบัติงาน
- อัตราการไหลของอากาศ: NIOSH Methods

34

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง

- พิจารณาจากปัจจัยต่อไปนี้
  1) ความเข้มข้นโดยประมาณของสารปนเปื้อนในอากาศ
  2.) ความสามารถในการตรวจวัดของเครื่องมือ/วิธีวิเคราะห์
  3) ระยะเวลาในการทำงาน
  4) ค่า TLV

35

ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง

- การคำนวณหาระยะเวลาที่เหมาะสม

  NIOSH Method

36

ช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง

- ช่วงเวลาของวัน
- ฤดูกาล
- ความต้องการของตลาด

➢ *การประเมินค่าความเข้มข้นเฉลี่ยทั้งปี จึงควรมาจากค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่มีปัจจัยเหล่านี้แตกต่างกัน*

37

จำนวนตัวอย่าง

➢ จำนวนตัวอย่าง
  - ➢ ไม่มีหลักเกณฑ์ที่ตายตัว
  - ➢ ขึ้นกับประสบการณ์ของผู้เก็บตัวอย่าง อากาศ และวัตถุประสงค์ของการเก็บตัวอย่าง

38

NIOSH เสนอแนะเรื่องจำนวนตัวอย่าง

No. in HEG	No. Samples	No. in HEG	No. Samples
8	7	18-20	13
9	8	21-24	14
10	9	25-29	15
11-12	10	30-37	16
13-14	11	38-49	17
15-17	12	50	18

39

Week 8

อาจารย์ พิรัชฎา มุสิกะพงศ์

40

การเก็บตัวอย่าง

➢ การเก็บตัวอย่างที่ตัวบุคคลหรือที่ระดับหายใจ
  - ➢ เลือกคนหรือกลุ่มคนที่มีความเสี่ยงมากที่สุด
  - ➢ สุ่มคนงานที่มีลักษณะการสัมผัสเหมือน ๆ กัน
  - ➢ เลือกคนงานทั้งหมดที่เชื่อว่าอาจสัมผัสที่ระดับมาตรฐาน

41

การจัดลำดับการสัมผัสสารปนเปื้อน (Exposure Rating)

0 - <u>ไม่สัมผัส</u> ความเข้มข้นของสาร < 10 %OEL

1 - <u>น้อย</u> ความเข้มข้นของสาร < AL (50%OEL)

2 - <u>ปานกลาง</u> สัมผัสที่ความเข้มข้น < AL บ่อย ๆ หรือสัมผัสที่ความเข้มข้นระหว่าง AL และ OEL แต่ไม่บ่อย

3 - <u>สูง</u> สัมผัสที่ความเข้มข้นใกล้ OEL บ่อย ๆ หรือสัมผัสที่ความเข้มข้นสูงกว่า OEL ไม่บ่อย

4 - <u>สูงมาก</u> สัมผัสที่ความเข้มข้น > OEL บ่อย ๆ

42

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การจัดลำดับความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพ (HER)

0 - <u>ไม่มี</u> เท่าที่ทราบไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพอย่างถาวร ไม่จำเป็นต้องมีการรักษา ไม่มีการป่วยที่ต้องลางาน

1 - <u>น้อย</u> มีผลกระทบต่อสุขภาพที่หายได้ และอาจมีผลสืบเนื่อง ไม่จำเป็นต้องรักษาทางการแพทย์ เมื่อป่วยมักไม่มีการลางาน

2 - <u>รุนแรง</u> มีผลกระทบต่อสุขภาพรุนแรงที่หายได้ แต่ต้องได้รับการรักษาจึงจะหาย มักมีการขาดงานหรือลาป่วย

43

การจัดลำดับความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพ (HER)

3 – <u>รุนแรงมาก</u> มีผลกระทบต่อสุขภาพอย่างถาวร ไม่สามารถรักษาให้หายได้ ต้องได้รับการปรับตัวเพื่อใช้ชีวิตแบบใหม่

4 - <u>อันตรายต่อสุขภาพ/ชีวิตอย่างเฉียบพลัน</u> เสียชีวิต หรือพิการ หรือป่วยโดยไม่สามารถช่วยตนเองได้

44

การจัดลำดับความเสี่ยง

ผลกระทบต่อสุขภาพ (HER)	ลำดับความเสี่ยง				
4	M	H	H	VH	VH
3	L	M	H	H	VH
2	L	M	M	H	H
1	T	L	M	M	H
0	T	T	L	L	M
การสัมผัส (ER)	0	1	2	3	4

T = ไม่สำคัญ L = น้อย M = ปานกลาง H = สูง VH = สูงมาก 45

แนวทางการจัดการ

- เสี่ยงสูง - ควบคุม
- เสี่ยงต่ำ - เฝ้าคุม
- ไม่แน่นอน - เก็บข้อมูลเพิ่มเติม

46

ประโยชน์ของการประเมิน

- จัดลำดับความสำคัญในการควบคุม
- วางแผนการตรวจวัด
- จัดสรรงบประมาณ***

47

การจัดสรรงบประมาณการเก็บตัวอย่าง

ความเสี่ยง	งบประมาณ	20%สำหรับเก็บ/วิเคราะห์	80%สำหรับการจัดการ
สูงมาก	55 %	11 %	44 %
สูง	24 %	4.8 %	19.2 %
ปานกลาง	12 %	2.4 %	9.6 %
ต่ำ	6 %	1.2 %	4.8 %
ต่ำมาก	3 %	0.6 %	2.4 %

48

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ความถี่ในการประเมินซ้ำ

ระดับความเสี่ยง	ความถี่ในการประเมินซ้ำ
สูงมาก	ติดตามตรวจวัดอย่างต่อเนื่อง
สูง	ทุก 1-3 เดือน
ปานกลาง	ทุก 3-12 เดือน
ต่ำ	ทุก 1-3 ปี
ต่ำมาก	ทุก 3-5 ปี

49

การแปลผล

อาจสรุปลักษณะของการสัมผัสออกเป็น 3 ประเด็น คือ

1) การสัมผัสอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (ต่ำกว่า OEL)

2) การสัมผัสอยู่ในระดับที่ยอมรับไม่ได้ (สูงกว่า OEL)

3) ข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับการตัดสินใจ

50

วัตถุประสงค์

1. สามารถบอกประเภทของสารปนเปื้อนที่แขวนลอยในอากาศได้

2. สามารถอธิบายคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการเก็บตัวอย่างอากาศทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรมได้

3. สามารถอธิบายประเภทของอุปกรณ์เก็บตัวอย่างได้

4. สามารถอธิบายวิธีการเก็บตัวอย่างอากาศชนิดอนุภาคได้

51

ขอบเขตเนื้อหา

1. บทนำ

2. สารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมการทำงาน

3. คำนิยาม

4. การเก็บตัวอย่างอากาศชนิดอนุภาค

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทนำ

การประเมินการสัมผัสสารมลพิษ ทำได้โดย

Direct Reading → Concentration

Air Sampling and Analysis → Concentration

53

บทนำ (ต่อ)

การเก็บตัวอย่างอากาศมีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

1. อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง (Sample Collector)

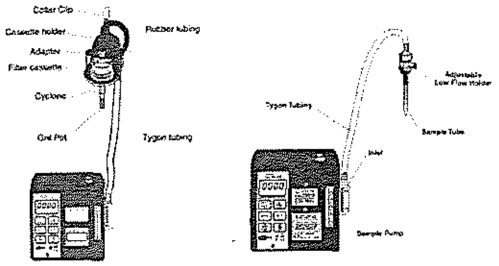
2. เครื่องดูดอากาศ (Pump) และเครื่องวัดอัตราการไหลของอากาศ (Flow Meter)

3. อุปกรณ์เสริม เช่น ที่ยึดอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง สายยาง คลิปยึดอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง

54

บทนำ (ต่อ)

Air Sampling Train



55

สารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมการทำงาน

<u>สารปนเปื้อนที่แขวนลอยในอากาศ</u> แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

I. <u>อนุภาค</u> (Particulate Matter) เป็นได้ทั้งของแข็งและของเหลว และสามารถแขวนลอยในอากาศได้เป็นเวลานาน จึงเรียกว่า อนุภาคแขวนลอย (Aerosol)

56

สารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมการทำงาน

<u>อนุภาคของแข็ง</u> แบ่งตามลักษณะการเกิดได้ 3 ชนิด คือ

1. <u>ฝุ่น</u> (Dust) หมายถึง อนุภาคของสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ ที่เกิดจากการขัด ตัด กระแทก เจาะ ทุบ ฯลฯ ทำให้วัตถุแตกออก และฟุ้งกระจายขึ้นสู่อากาศ

57

สารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมการทำงาน

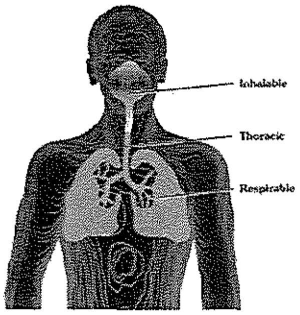
Inhalable Dust คือ ฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจส่วนต้น (Nose/Mouth → Pharynx) ได้

Thoracic Dust คือ ฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจส่วนกลาง (Trachea → Bronchioles) ได้

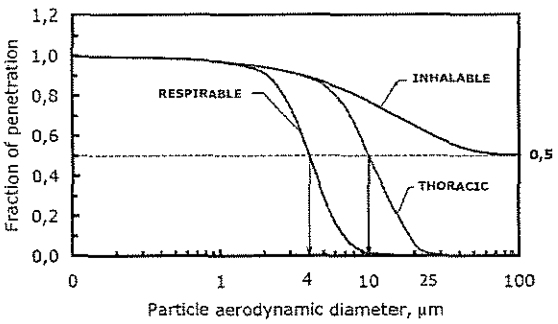
Respirable Dust คือ ฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจส่วนปลาย (Alveoli) ได้ → Gas-exchange Region

58

สารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมการทำงาน



59



60

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมการทำงาน

2. ฟูม (Fume) เกิดจากการระเหย (Evaporation) การเกิดปฏิกิริยาทางเคมี และการควบแน่น (Condensation) ซึ่งมีขนาดระหว่าง 0.0001-1 µm

3. ควัน (Smoke) เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของสารอินทรีย์ โดยทั่วไปควันมีขนาด < 0.5 µm

61

สารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมการทำงาน

อนุภาคของเหลว เกิดจาก 2 กรณี คือ

- ของเหลว แตกกระจาย → อนุภาคขนาดเล็ก
- ไอระเหย/ก๊าซ ควบแน่น → ของเหลว

แบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1. ละออง (Mist) เกิดจากของเหลวถูกอัดให้แตกกระจาย (Atomization) กลายเป็นอนุภาคขนาดเล็กแขวนลอยในอากาศ โดยทั่วไปมีขนาด >5 µm

62

สารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมการทำงาน

2. หมอก (Fog) เกิดจากสารในสถานะก๊าซ กลั่นตัว/ควบแน่น เป็นของเหลว โดยทั่วไปมีขนาด ≤ 0.25 µm

63

สารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมการทำงาน

II. ก๊าซและไอระเหย

2.1 ก๊าซ (Gas) หมายถึง สารที่อยู่ในสถานะก๊าซในอุณหภูมิและความดันปกติ

2.2 ไอระเหย (Vapor) หมายถึง สารที่สามารถอยู่ได้ทั้งในสถานะก๊าซและของเหลว หรือสถานะก๊าซและของแข็ง ในอุณหภูมิและความดันปกติ

64

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมการทำงาน

ความสามารถในการระเหยกลายเป็นไอขึ้นอยู่กับความดันไอ (Vapor Pressure) ของสารนั้น

ความดันไอของสาร จะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ

65

สารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมการทำงาน

ดังนั้น การเลือกใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างอากาศ จึงขึ้นอยู่กับประเภทของสารปนเปื้อนที่แขวนลอยในอากาศ

- การเก็บตัวอย่างอากาศ สำหรับสารปนเปื้อนที่เป็นอนุภาค
- การเก็บตัวอย่างอากาศที่เป็นไอระเหยและก๊าซ

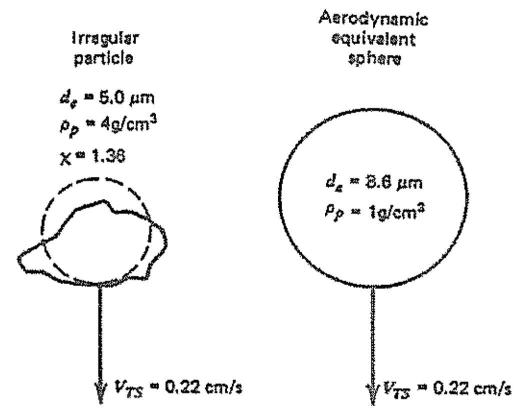
66

คำนิยาม

1. Aerodynamic Diameter (d_{ae}) หมายถึง เส้นผ่าศูนย์กลางสมมุติ ของอนุภาคใดๆ เทียบกับเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคทรงกลม ที่มีความหนาแน่น 1 g/cm^3 และมีความเร็วปลายเท่ากับอนุภาคนั้น

2. Bounce คือ การที่อนุภาคตกกระทบกับพื้นผิวของอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง แล้วกระดอนขึ้นมาในอากาศ และอาจกลับเข้าสู่กระแสอากาศและเคลื่อนที่ต่อไป

67



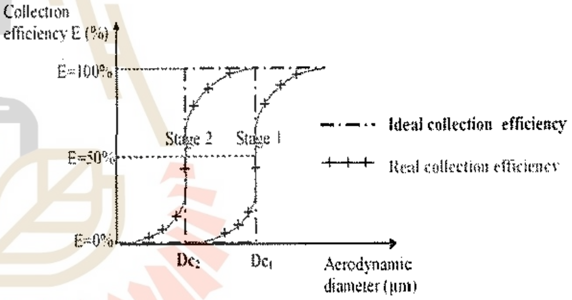
คำนิยาม

3. Diameter Cut Point (d_{50}) หมายถึง 50% ของอนุภาคขนาดนั้น สะสมอยู่บนชั้นนั้นๆ ของอุปกรณ์หรือกระดาษกรอง และอีก 50% ผ่านไปสะสมบนชั้นต่อไป

4. Effective Cutoff Diameter (ECD) หมายถึง ขนาดของอนุภาค (d_{ae}) ที่บ่งชี้คุณลักษณะของอุปกรณ์เก็บตัวอย่างชนิดเลือกขนาดอนุภาค (Size Selective Sampler) ในการแยกขนาดอนุภาคแต่ละชั้น เช่น Cyclone, Cascade Impactor หรือ Multistage Impactor

69

อุปกรณ์ในอุดมคติ จะมีเส้นแบ่งขนาดอนุภาคเป็นเส้นตรง แต่ในความเป็นจริง ไม่สามารถสร้างอุปกรณ์เช่นนั้นได้ ดังนั้นจึงกำหนดให้ d_{50} (Diameter Cut Point) เป็นค่าเทียบกับ ECD



คำนิยาม

5. Mass Median Aerodynamic Diameter (MMAD) คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาค ที่แบ่งครึ่งมวลของอนุภาคที่ดักเก็บได้ทั้งหมด

6. Re-entrainment คือ การที่กระแสอากาศกระแทกเข้ากับอนุภาคที่ติดอยู่บนกระดาษกรอง แล้วทำให้อนุภาคนั้นหลุดออกจากกระดาษกรอง ไหลไปกับกระแสอากาศ

71

การเก็บตัวอย่างอากาศชนิดอนุภาค

อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง (Collector) ที่นิยมใช้มี 4 ประเภท คือ

1. Filter
2. Inertial and Gravitational Collector
3. Electrostatic Precipitators
4. Thermal Precipitators

72

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การเก็บตัวอย่างอากาศชนิดอนุภาค

I. Filter เป็นวัสดุที่แยกอนุภาคออกจากอากาศโดยการกรอง (Filtration) เป็นเทคนิคที่นิยมมากที่สุดสำหรับการเก็บตัวอย่างอากาศที่เป็นอนุภาค

ชนิดและโครงสร้างของกระดาษกรอง

กระดาษกรองมีโครงสร้างเป็นรูพรุน สามารถวัดความหนา และพื้นที่หน้าตัดที่อากาศไหลผ่านได้ สามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้างภายในได้เป็น 4 ประเภท คือ

73

ชนิดของกระดาษกรอง

1) Fibrous Filter ผลิตจากเส้นใย Cellulose, Glass, Quartz, Asbestos หรือเส้นใยพลาสติก โดยการนำเส้นใยมาทำเป็นแผ่น ซึ่งมีการเรียงตัวของเส้นใยไม่เป็นระเบียบ เช่น

74

ชนิดของกระดาษกรอง

- *Cellulose Fiber Filter* ทำจากเส้นใย Cellulose ที่บริสุทธิ์ มีขี้เถ้าต่ำ ความหนามักไม่เกิน 0.25 มม. มีความเหนียวทนทาน ราคาถูก มีหลายขนาด

ข้อเสีย คือ ขาดความสม่ำเสมอของเนื้อเยื่อบนกระดาษกรอง ทำให้อากาศไหลผ่านไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่น และสามารถดูดซับความชื้นได้ดี

75

ชนิดของกระดาษกรอง

- *Glass หรือ Quart Fiber Filter* การดูดความชื้นต่ำ ทนความร้อนสูง และมีประสิทธิภาพในการดักอนุภาค เมื่อมีอนุภาคเกาะบนกระดาษกรองมากขึ้น

ข้อเสีย คือ ราคาแพง ทนต่อแรงฉีก/กระแทก ได้ไม่ดีเท่า Cellulose Fiber Filter

76

ชนิดของกระดาษกรอง

2) Granular Beds Filter ทำจากอนุภาคของแข็งขนาดเล็ก (Granules) เช่น กระดาษกรองแบบ Thimble ซึ่งส่วนใหญ่ทำมาจากแก้ว และอะลูมินัมออกไซด์ ใช้เก็บตัวอย่างอากาศจากปล่อง (Stack Sampling) หรือกระดาษกรองแบบ Silver Membrane

77

ชนิดของกระดาษกรอง

3) Membrane Filter สามารถใช้ในงานที่ Fibrous Filter ไม่สามารถใช้ได้ ได้แก่ Organic Membrane ทำจากสารอินทรีย์อยู่ในรูปของเจล แล้วทำให้เป็นแผ่นบางประมาณ 150 μm มีรูบนกระดาษกรองสม่ำเสมอ มีน้ำหนักเบา และมีขี้เถ้าต่ำ บางชนิดละลายได้หมดในสารทำละลาย

78

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ชนิดของกระดาษกรอง

3) Membrane Filter

ปัจจุบันทำจากวัสดุหลายชนิด เช่น Cellulose Triacetate, Cellulose Nitrate, Polypropylene, PVC, Nylon และพลาสติกชนิดต่าง ๆ

79

ชนิดของกระดาษกรอง

4) Nucleopore Filter ทำจาก Polycarbonate Plastic ที่หนาประมาณ 10 µm มาสัมผัสกับฟลักซ์ของนิวตรอนจาก Nuclear Reactor (Uranium 235) ทำให้รูบนกระดาษกรองจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งเป็นเส้นตรง

80

ชนิดของกระดาษกรอง

กระดาษกรองนี้มีพื้นผิวเรียบ ใส โดยไม่ต้องจุ่มในน้ำมัน ไม่ดูดความชื้น น้ำหนักเบา รูบนกระดาษกรองมีขนาดเท่ากันหมด และมีทิศทางตั้งฉากกับผิว ทำให้สามารถทำนายประสิทธิภาพในการดักฝุ่นได้ง่าย เหมาะสำหรับการวิเคราะห์โดยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน และ X-ray Fluorescence

81

กลไกการดักเก็บอนุภาค

กลไกการดักเก็บอนุภาค (Collection/Deposition Mechanisms)

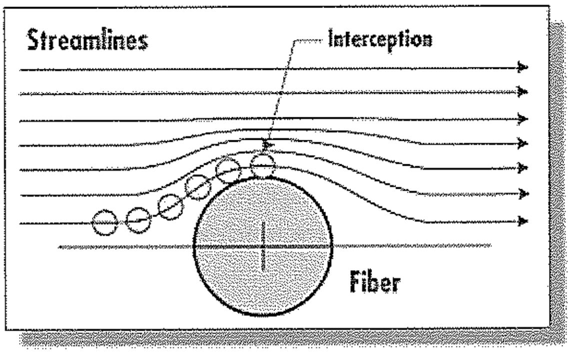
1. การชนโดยตรง (Direct Interception) เกิดขึ้นเมื่อ รัศมีของอนุภาคมีขนาดใหญ่กว่าระยะห่างจากกระแสอากาศถึงผิวของเส้นใย กลไกนี้จะเกิดมากเมื่ออนุภาคมีขนาดใหญ่กว่ารูบนกระดาษกรอง

82

กลไกการดักเก็บอนุภาค

2. การชนเนื่องจากแรงเฉื่อย (Inertial Deposition/Impaction) เกิดจากการเปลี่ยนทิศทางของอากาศอย่างกะทันหัน ในขณะที่อนุภาคซึ่งมีมวลมากกว่ายังคงอยู่ในทิศทางเดิมของมัน กลไกนี้เกิดขึ้นมาก กรณีอากาศมีความเร็วสูง และกระดาษกรองมีความหนาแน่นมาก

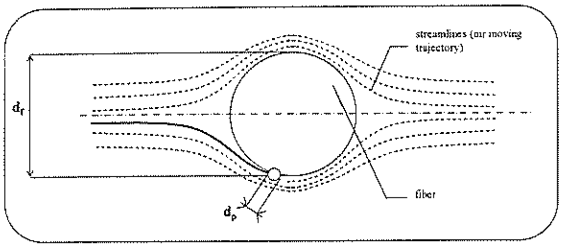
83



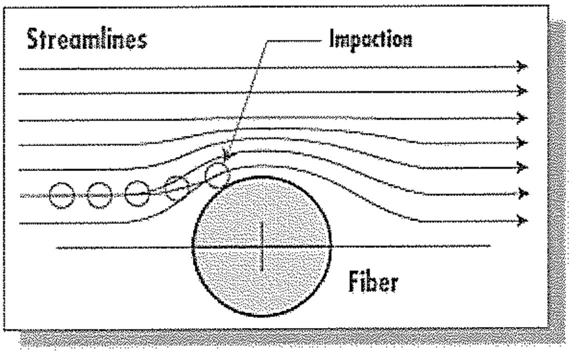
84

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Direct Interception

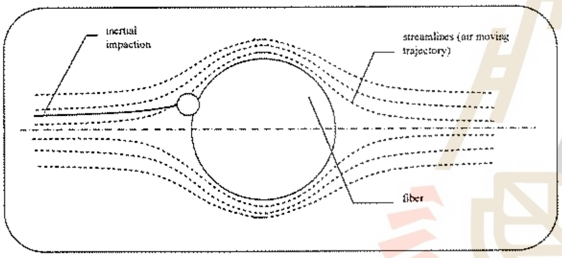


85



86

Inertial Impaction



87

กลไกการดักเก็บอนุภาค

3. <u>การแพร่</u> (Diffusion Deposition) เป็นกลไกที่มีประสิทธิภาพสูง สำหรับอนุภาคที่มีขนาดเล็ก (Sub-micron คือ เล็กกว่า 1 μm) และอัตราการไหลของอากาศต่ำ

88

กลไกการดักเก็บอนุภาค

4. <u>แรงโน้มถ่วง</u> (Gravitational Attraction/Settling) กลไกนี้มีอิทธิพลต่อการเก็บตัวอย่างชนิดอนุภาคเพียงเล็กน้อย ยกเว้นการเก็บตัวอย่างที่มีความเร็วของอากาศผ่านกระดาษกรองต่ำมาก ๆ เช่น 5 cm/s

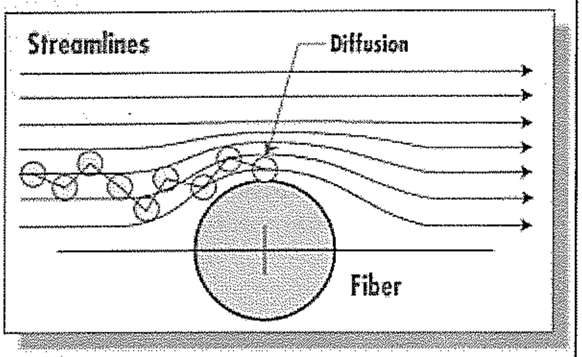
89

กลไกการดักเก็บอนุภาค

5. <u>ประจุไฟฟ้า</u> (Electrical/Electrostatic Attraction) กลไกนี้มีประสิทธิภาพสูง เมื่ออนุภาคหรือกระดาษกรองมีประจุไฟฟ้า ซึ่งการไหลของอากาศ สามารถทำให้กระดาษกรองเกิดประจุไฟฟ้าได้

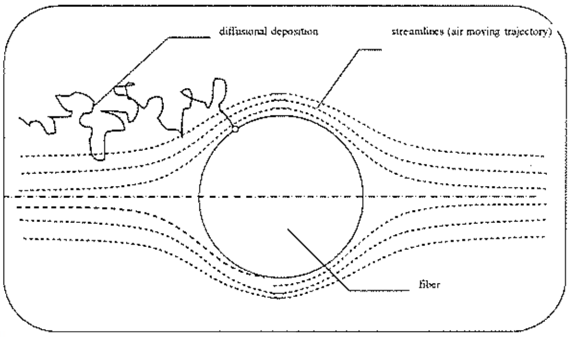
90

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

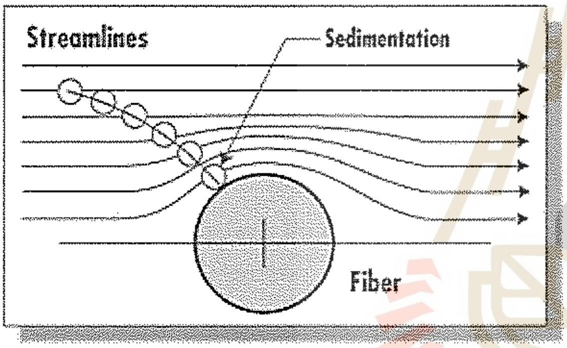


91

Diffussional Deposition

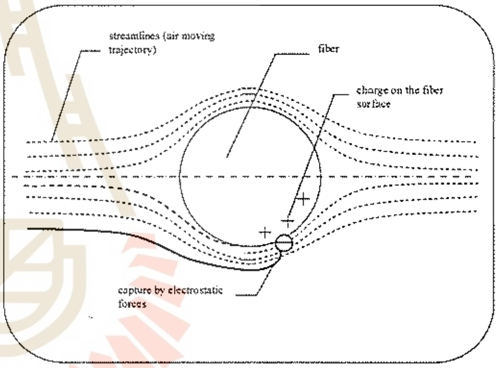


92



93

Electrostatic Forces



94

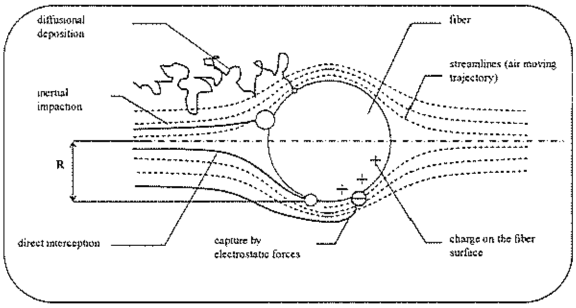
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กลไกการดักเก็บอนุภาค

ในการเก็บตัวอย่างอากาศแต่ละครั้ง อาจมีเพียงกลไกใดกลไกหนึ่งที่มีอิทธิพลในการแยกอนุภาคออกจากอากาศมากที่สุด ซึ่งการแสดงบทบาทที่สำคัญนั้นขึ้นกับ

- อัตราการไหลของอากาศ
- ลักษณะของอนุภาค
- ชนิดของกระดาษกรอง

95



96

กลไกการดักเก็บอนุภาค

<u>ประสิทธิภาพต่ำสุด และขนาดของอนุภาคที่ผ่านกระดาษกรองได้</u>

ประสิทธิภาพในการแยกอนุภาคออกจากอากาศ ขึ้นกับ ความเร็วของอากาศผ่านกระดาษกรอง และขนาดของอนุภาค

97

กลไกการดักเก็บอนุภาค

ถ้าขนาดอนุภาคคงที่ ประสิทธิภาพในการดักจับจะสูงขึ้น เมื่ออัตราการไหลของอากาศผ่านกระดาษกรองต่ำ เนื่องจาก Diffusion

ถ้าอัตราการไหลของอากาศผ่านกระดาษกรองสูง และประสิทธิภาพในการดักจับก็ยังสูง เนื่องจาก Inertial

98

กลไกการดักเก็บอนุภาค

<u>แรงยึดกับกระดาษกรอง และการหลุดออกจากกระดาษกรอง</u> (Forces of Adhesion and Re-entrainment)

<u>Forces of Adhesion</u> คือ แรงที่สามารถยึดอนุภาคไว้กับกระดาษกรอง

99

กลไกการดักเก็บอนุภาค

<u>Re-entrainment</u> จะเกิดขึ้นเมื่อ แรงปะทะของอากาศที่ถูกดูดเข้ามามี<u>มากกว่า</u>แรงยึดอนุภาคกับกระดาษกรอง และกระแทกให้อนุภาคหลุดออกไปและกลับเข้าสู่กระแสอากาศ

จากการศึกษาพบว่า แรงที่สามารถผลักอนุภาคให้หลุดไปจากกระดาษกรองได้นั้น จะสูงกว่าแรงปะทะของอากาศที่ดูดเข้ามามาก

100

กลไกการดักเก็บอนุภาค

ดังนั้น หากใช้อัตราการไหลของอากาศที่กำหนด ย่อมมั่นใจได้ว่า จะไม่เกิด Re-entrainment หรือเกิดขึ้นน้อยจนไม่มีผลกระทบต่อผลการวิเคราะห์

<u>เกณฑ์ในการเลือกกระดาษกรอง</u>

- ราคา
- สามารถหาซื้อได้ง่าย

101

กลไกการดักเก็บอนุภาค

<u>เกณฑ์ในการเลือกกระดาษกรอง (ต่อ)</u>

- มีประสิทธิภาพในการเก็บชนิดและขนาดอนุภาคตามที่ต้องการ
- ข้อจำกัดสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่าง
- ความคงทนของกระดาษกรอง

102

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กลไกการดักเก็บอนุภาค

<u>ประสิทธิภาพในการดักอนุภาค</u> (Collection Efficiency)

1. พิจารณาจาก อัตราส่วนของจำนวนอนุภาคที่ดักได้ กับอนุภาคทั้งหมด

2. พิจารณาจาก อัตราส่วนมวลของอนุภาคที่ดักได้ ต่อมวลของอนุภาคทั้งหมด

103

กลไกการดักเก็บอนุภาค

<u>ประสิทธิภาพในการดักอนุภาค</u> (Collection Efficiency) (ต่อ)

โดยทั่วไป ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอนุภาค แสดงในรูปของมวลของสาร ต่อปริมาตรอากาศ → ความเข้มข้น

ดังนั้น เมื่อกล่าวถึงประสิทธิภาพในการดักอนุภาค จึงหมายถึง ประสิทธิภาพในความหมายที่ 2

104

กลไกการดักเก็บอนุภาค

2. <u>Inertial and Gravitational Collector</u> เป็นอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศชนิดอนุภาค ที่ใช้แรงเฉื่อยและแรงโน้มถ่วงของโลก แยกอนุภาคออกจากอากาศ อุปกรณ์ประเภทนี้ได้แก่

105

กลไกการดักเก็บอนุภาค

2. <u>Inertial and Gravitational Collector</u>

- Cyclones
- Aerosol Centrifuges
- Elutriators
- Impactors
- Precipitators

106

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอนุภาค

<u>ไซโคลน</u> (Cyclone) อาศัยหลักการหมุนวนของอากาศ โดยอากาศที่ถูกดึงเข้ามาจะมีทิศทางดิ่งลงตามแนวเส้นสัมผัสกับเส้นรอบวงของทรงกระบอก แล้วหมุนวนย้อนกลับขึ้นด้านบนที่แกนกลางของไซโคลน ขึ้นไปสู่ทางออกที่มีกระดาษกรองดักอยู่

107

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอนุภาค

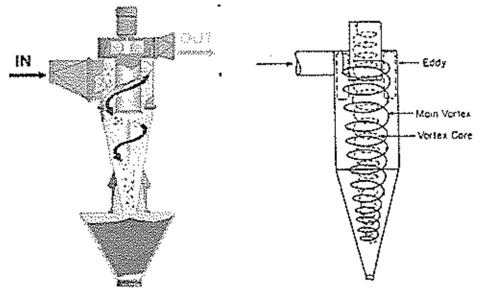
<u>ข้อดีของไซโคลน</u>

- ราคาถูก
- ดูแลรักษาง่าย
- ใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน
- ไม่เสี่ยงต่อการเกิดความผิดพลาดเนื่องจาก Bounce และ Re-entrainment

108

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอนุภาค



109

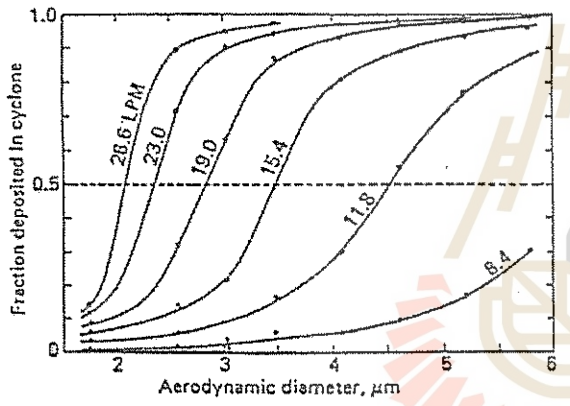
อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอนุภาค

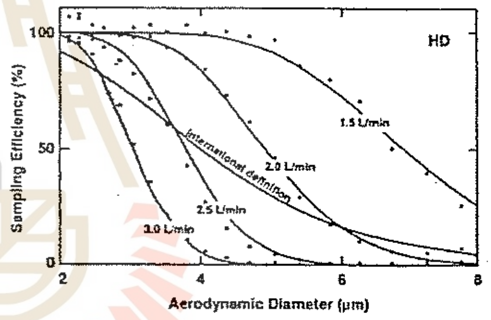
<u>ข้อเสียของไซโคลน</u>

- ไม่มีทฤษฎีอธิบายรูปแบบการหมุนวนของอากาศในไซโคลน ดังนั้น การหาขนาดอนุภาคที่ไซโคลนคัดแยกได้ต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองเท่านั้น

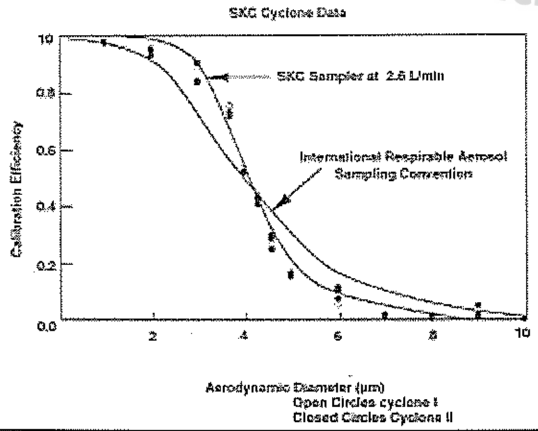
ความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพในการดักเก็บอนุภาคแต่ละขนาด กับอัตราการไหลอากาศ สามารถอธิบายด้วยสมการ $D_{50} = KQ^{n}$

110





112



อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอนุภาค

<u>ความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น</u>

- การใช้อัตราการไหลของอากาศที่ไม่เหมาะสม
- การเกิดประจุไฟฟ้า โดยเฉพาะไซโคลนที่ทำด้วยไนลอนหรือพลาสติก

114

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอนุภาค

อีลูทริเอเตอร์ (Elutriators) เป็นอุปกรณ์เก็บตัวอย่างที่อาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกในการแยกขนาดของอนุภาค โดยทั่วไปสามารถแยกอนุภาคที่ใหญ่กว่า 3 μm มี 2 ชนิด คือ

1. Vertical Elutriator เป็นอุปกรณ์ที่ OSHA กำหนดให้ใช้ในการเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อวิเคราะห์ปริมาณของฝุ่นฝ้าย

115

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอนุภาค

- ขนาดมาตรฐาน คือ Ø ทางเข้า 2.7 ซ.ม., Ø ทางออก 3.7 ซ.ม., ความสูง 70 ซ.ม. และ Ø 15 ซ.ม.
- อัตราการไหลของอากาศ คือ 7.4 L/min
- ความเร็วลมภายใน Elutriator เท่ากับความเร็วปลายของอนุภาคที่มี D_{ae} เท่ากับ 15 μm

116

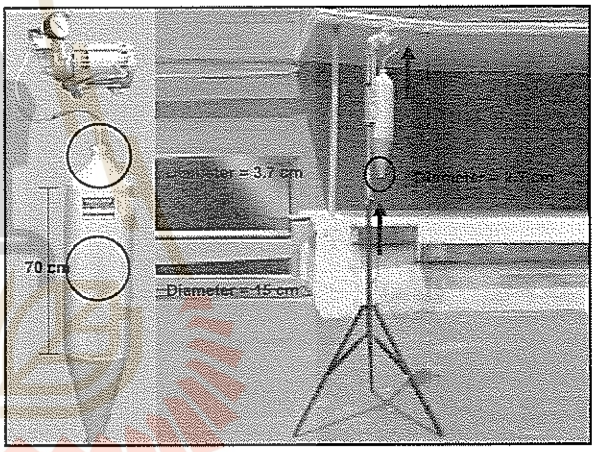
อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอนุภาค

ดังนั้น อนุภาคที่ไปถึงกระดาษกรองควรมีขนาดไม่เกิน 15 μm

ความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น คือ อนุภาคขนาดใหญ่ (>15 μm) อาจเคลื่อนที่ไปถึงกระดาษกรองได้ ซึ่งอาจเกิดได้จาก 2 กรณี คือ

1. ความเร็ว ณ จุดทางเข้าสูง
2. ความเร็วที่จุดกึ่งกลางของ Elutriator สูง

117

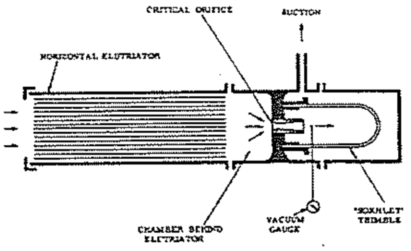


อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอนุภาค

2. Horizontal Elutriator อากาศไหลเข้าในทิศทางขนานกับพื้น ผ่านช่องว่างระหว่างแผ่นสะสมอนุภาค (Collecting Plate) ที่วางเรียงกันอยู่หลายแผ่นอย่างช้าๆ อนุภาคขนาดเล็กที่สามารถเคลื่อนที่ผ่าน Collecting Plate ได้ จะถูกดักจับด้วยกระดาษกรอง

119

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอนุภาค



120

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอนุภาค

<u>แคสเคดอิมแพคเตอร์</u> (Cascade Impactors) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แยกเก็บอนุภาคตามชั้นของขนาด (Aerodynamic Size Classes) โดยอากาศที่มีอนุภาคอยู่จะถูกดึงให้ผ่านอนุกรมของช่อง (Jet) ที่แคบลงเรื่อย ๆ และแต่ละช่องที่อากาศผ่านไปนั้นจะตามด้วยชั้นสะสมอนุภาค (Impaction Surface) แต่ละช่องและชั้นสะสมอนุภาคที่ตามมารวมเรียกว่า Stage

121

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอนุภาค

อากาศที่ไหลผ่าน Stage 1 จะชนเข้ากับ Impaction Surface (Collector) แล้วไหลอ้อมไปยัง Stage ถัดไปเรื่อย ๆ จนถึง Stage สุดท้าย ในขณะที่อากาศไหลอ้อมชั้นสะสมอนุภาคนั้น อนุภาคที่มีมวลมาก มีความเฉื่อยสูง ไม่สามารถเปลี่ยนทิศทางตามอากาศได้ จึงกระแทกเข้ากับ Collectors และเกาะติดอยู่บนนั้น

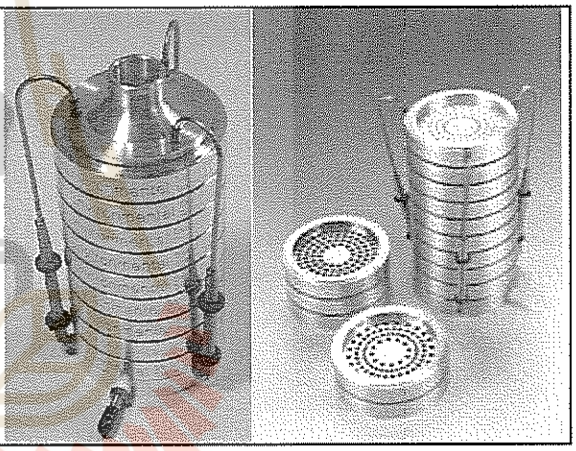
122

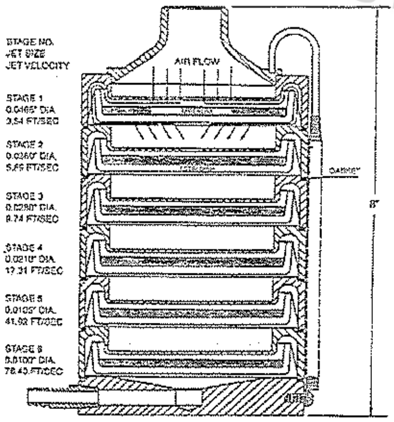
อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอนุภาค

ส่วนอนุภาคที่มีขนาดเล็ก จะเคลื่อนที่ต่อไปกับอากาศซึ่งมีความเร็วเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งไม่สามารถเปลี่ยนทิศทางและเคลื่อนที่ตามอากาศได้ แล้วเกาะติดอยู่บน Collectors

จากหลักการนี้จึงทำให้ Cascade Impactors สามารถแยกขนาดอนุภาคได้ โดยอนุภาคใหญ่จะสะสมอยู่บน Collector ชั้นบน และขนาดเล็กจะสะสมในชั้นถัดลงไปเรื่อย ๆ แล้วนำ Collector ไปชั่งเพื่อหามวลของอนุภาคที่สะสมอยู่ในแต่ละชั้น

123





125

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอนุภาค

3. <u>Electrostatic Precipitators</u> อาศัยแรงไฟฟ้าสถิตย์ในการแยกอนุภาคออกจากกระแสอากาศ โดยทำให้อนุภาคมีประจุไฟฟ้าและเคลื่อนที่ไปเกาะบน Collector

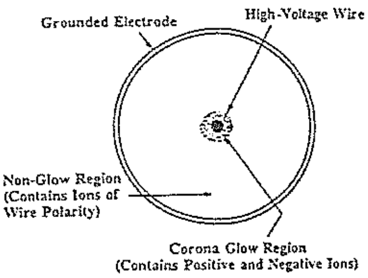
<u>ข้อดีที่เหนือกว่าอุปกรณ์ที่ใช้กระดาษกรอง</u> คือ

- การสะสมอนุภาคที่มากขึ้น ไม่มีผลกระทบต่ออัตราการไหลของอากาศ
- ตัวอย่างอยู่ในรูปที่สามารถนำไปวิเคราะห์หรือชั่งได้โดยตรง

126

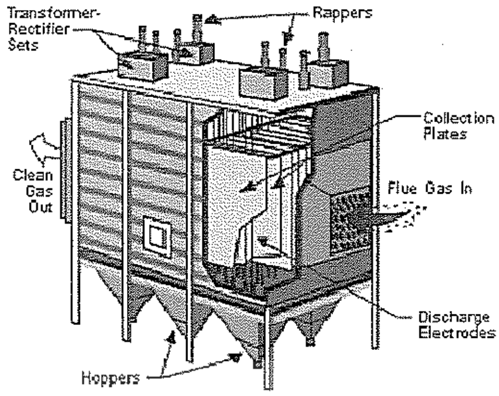
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Electrostatic Precipitators



127

Figure 9. Conventional Electrostatic Precipitator



128

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอนุภาค

4. Thermal Precipitators อาศัยการดึงอากาศให้เคลื่อนที่ผ่านช่องแคบ ๆ ที่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงตามระยะทาง

129

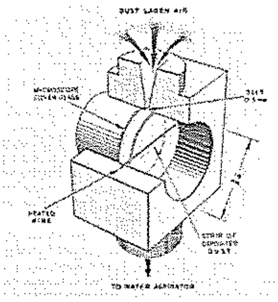
อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอนุภาค

ข้อควรระวังในการใช้

- ไม่ใช้กับการเก็บตัวอย่างที่เป็น Volatile Aerosol
- การเก็บตัวอย่างอากาศที่เป็นอนุภาคของเหลว ต้องเคลือบ Cover Slip ด้วย Nonwetting Agent หรือ Fluorocarbon
- ไม่ควรเก็บตัวอย่างมากเกินไป

130

Thermal Precipitator



131

การเก็บตัวอย่างอากาศ ชนิดไอระเหยและก๊าซ

อาจารย์พิรัชฎา มุสิกะพงศ์

132

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Part 3

- การเก็บตัวอย่างอากาศชนิดไอระเหยและก๊าซ
- วิธีการเก็บตัวอย่างก๊าซ/ไอระเหย
- อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างก๊าซ/ไอระเหย
- เครื่องดูดอากาศและการปรับเทียบความถูกต้อง
- การคำนวณทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม
- สถิติสำหรับงานด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หลักการเก็บตัวอย่างก๊าซ/ไอระเหย

อาศัยหลักการ

- Absorption
- Adsorption
- Displacement และ
- Cold Trap ในการแยกสารปนเปื้อนออกจากอากาศ

133

วิธีการเก็บตัวอย่างก๊าซ/ไอระเหย

วิธีการเก็บมี 2 วิธี คือ

1. Grab Sampling โดยใช้อุปกรณ์ที่ทำจากวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยาหรือไม่ดูดซับก๊าซไว้

2. Continuous/Integrated Sampling โดยใช้ Sampling Bag ในการเก็บตัวอย่างอากาศ หรือมีการแยกสารปนเปื้อนออกจากอากาศ แล้วเก็บไว้ในวัสดุหรือสารอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น Charcoal, Silica Gel

134

GRAB SAMPLING

- โดยทั่วไปจะใช้เวลาไม่เกิน 30 นาที
- เป็นที่ยอมรับในกรณีที่

1. ต้องการทราบความเข้มข้นของมลพิษในอากาศ ในกรณีที่คาดว่าจะมีความเข้มข้นของสารปนเปื้อนสูงมากๆ

2. ต้องการทราบส่วนประกอบของก๊าซอย่างคร่าวๆ ความเข้มข้นของมลพิษในอากาศค่อนข้างคงที่และต้องมีความเข้มข้นสูงกว่าในบรรยากาศปกติ

135

GRAB SAMPLING (ต่อ)

ข้อดี - อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างอากาศมีประสิทธิภาพสูง คือ ปกติเก็บได้เกือบ 100% (สารไม่สูญหาย)

ข้อเสีย - ***ก๊าซ/ไอระเหยอาจทำปฏิกิริยาหรือ Adsorb บนผนังของภาชนะบรรจุ

136

GRAB SAMPLING (ต่อ)

- กรณีดังต่อไปนี้ ไม่ควรใช้วิธี Grab Sampling

1. เมื่อความเข้มข้นของก๊าซ/ไอระเหยในอากาศไม่คงที่

2. เมื่อความเข้มข้นของก๊าซ/ไอระเหยในอากาศค่อนข้างต่ำ

3. เมื่อต้องการเปรียบเทียบกับค่า TLV-TWA

137

CONTINUOUS OR INTEGRATED SAMPLING

1. Continuous Active Sampling เป็นการเก็บตัวอย่างอากาศ โดยใช้เครื่องดูดอากาศ (Pump) ผ่านตัวกลางหรือภาชนะเก็บตัวอย่าง ได้แก่ Absorbers, Cold-trap, Sampling Bag, Solid Adsorbent

138

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

CONTINUOUS OR INTEGRATED SAMPLING

2. Continuous Passive Sampling หรือ Diffusive Sampling เป็นการเก็บตัวอย่างอากาศ โดยอาศัยหลักการแพร่ของสาร จากที่ซึ่งมีความเข้มข้นสูงไปยังที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า

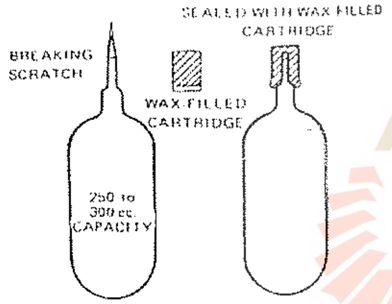
139

อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างอากาศแบบ GRAB SAMPLING

1. Evacuated Flasks เป็นภาชนะที่มีความดันต่ำมากๆ จนเกือบเป็นสุญญากาศ (<1 mBar) เมื่อเปิดขวดออกอากาศในสิ่งแวดล้อมซึ่งมีความดันสูงกว่าจะไหลเข้าไปในขวด แล้วปิดขวดนำส่งห้องปฏิบัติการ

140

GLASS SAMPLING VACUUM FLASKS



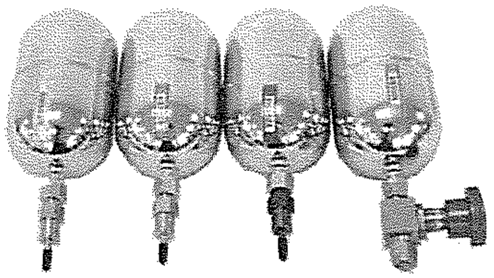
141

อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างอากาศแบบ GRAB SAMPLING

2. Passivated Canister เป็นถังเหล็ก ผนังภายในถูกผลิตให้ลดการดูดซับก๊าซ ใช้เก็บตัวอย่างพวก Organic Gas โดยเฉพาะพวก Hydrocarbon ซึ่ง EPA ใช้เก็บควบคู่กับ Adsorbent Tube

142

MINICAN VOC SAMPLING CANISTER



143

อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างอากาศแบบ GRAB SAMPLING

3. Gas or Liquid Displacement Containers เป็นภาชนะที่ปิดมิดชิด เก็บตัวอย่างโดยแทนที่อากาศด้วยการดูดอากาศภายในภาชนะออก หรือแทนที่ของเหลวโดยการปล่อยของเหลวไหลออกทางหนึ่ง แล้วให้อากาศที่แวดล้อมอยู่ไหลเข้าอีกทางหนึ่ง (Aspirating)

144

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างอากาศแบบ
GRAB SAMPLING

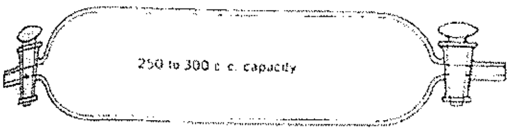
<u>ข้อเสีย</u>

การเก็บตัวอย่างโดยอาศัยการแทนที่น้ำนั้น จะไม่เหมาะกับก๊าซหรือไอระเหยที่ละลายน้ำได้

<u>วิธีแก้ไข</u> คือ เติมสารละลายหรือสารดูดซับเข้าไป เพื่อให้ไปทำปฏิกิริยาหรือดูดซับสารนั้นไว้

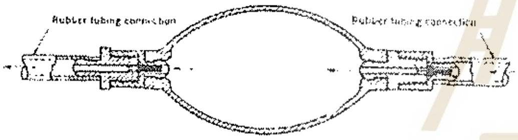
145

GAS/LIQUID DISPLACEMENT TYPE
SAMPLING BOTTLE



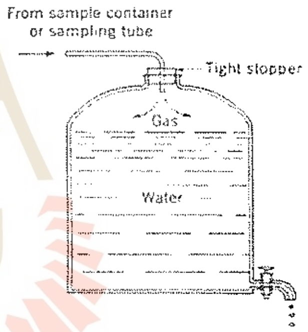
146

RUBBER BULB HAND ASPIRATOR



147

ASPIRATOR BOTTLE



148

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างอากาศแบบ
GRAB SAMPLING

4. <u>Flexible Plastic Containers</u> (Sampling Bag) ที่นิยมใช้คือ ถุงพลาสติก ซึ่งทำจากพลาสติกชนิดต่างๆ เช่น Polyester, Teflon, Polyvinylidene Chloride, และ Fluorocarbons

ถุงเหล่านี้เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ง่าย น้ำหนักเบา ไม่แตก แต่ก๊าซอาจซึมผ่านถุงได้ และถุงที่เคยใช้กับก๊าซอื่นมาก่อน อาจดูดซับก๊าซเหล่านั้นไว้

149

SAMPLING BAG

150

ABSORBERS

เป็นอุปกรณ์ที่อาศัยหลักการดูดซึม (Absorption) ของก๊าซและไอในสารละลาย ส่วนใหญ่ทำจากแก้วมีช่องทางจำกัดสำหรับการเข้าออกของอากาศ ภายในบรรจุสารทำละลาย

151

ABSORBERS

ตามทฤษฎีของ Elkins คือ สมมติให้ก๊าซ/ไอ เป็น Ideal Gas สามารถละลายในสารทำละลายได้อย่างสมบูรณ์ จนกระทั่งความเข้มข้นของก๊าซในสารทำละลาย เท่ากับความเข้มข้นของก๊าซในอากาศ (Equilibrium)

152

ABSORBERS

แต่ในความเป็นจริงการดูดซึมไม่ได้เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ เพราะความดันไอของก๊าซ/ไอระเหยไม่เท่ากับศูนย์ (ไม่สามารถระเหยกลับเข้าสู่อากาศได้) ไอระเหยบางชนิดหลังจากถูกดูดซับแล้วสามารถระเหยกลับสู่อากาศได้อีก จะเข้าไปแทนที่เช่นนี้เรื่อยๆ จึงไม่ทำให้ความเข้มข้นของก๊าซ/ไอในสารละลายเพิ่มขึ้น

153

ABSORBERS

Elkins พบว่า ประสิทธิภาพในการเก็บตัวอย่างโดยการซึมซับ ขึ้นกับ

- ปริมาตรของอากาศที่เก็บ
- ปริมาตรของสารละลาย
- การระเหยกลายเป็นไอของสารปนเปื้อน

154

ABSORBERS

ฉะนั้น การเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บตัวอย่างทำได้โดย

- เพิ่มปริมาตรของสารละลาย → เพิ่มจำนวน Absorber และต่อกันเป็นอนุกรม (Series)
- ลดอุณหภูมิของสารละลาย → เพื่อลดการระเหยกลับเป็นไอของสารปนเปื้อน

155

ABSORBERS

- ออกแบบ Absorber ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

โดยทั่วไปประสิทธิภาพในการเก็บตัวอย่าง <u>ไม่</u>ขึ้นกับ

- อัตราการไหลของอากาศ
- ความเข้มข้นของสารในอากาศ

156

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ABSORBERS

สำหรับประสิทธิภาพของการเก็บตัวอย่างอากาศ โดยอาศัยปฏิกิริยาทางเคมีนั้น ขึ้นกับ

- ขนาดของฟองอากาศและการลอยผ่านสารละลายใน Absorber
- ปฏิกิริยาระหว่างสารปนเปื้อนกับสารละลาย
- ความเร็วของปฏิกิริยา
- มีปริมาณสารทำละลายเพียงพอ

157

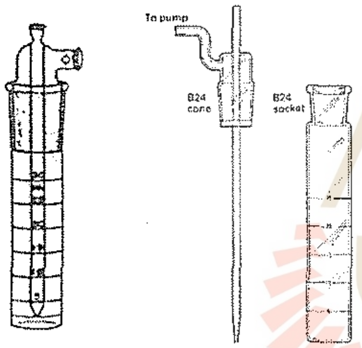
ABSORBERS

Absorbers ที่นิยมใช้ มี 4 ชนิด ได้แก่

1. Simple Gas Washing Bottle ได้แก่ Midget Impinger
   - Flow Rate 1 L/min
   - Solution ~ 20 mL
   - ขณะเก็บต้องระมัดระวังไม่ให้ Impinger เอียง

158

Midget Impinger (Simple Gas Washing Bottle)



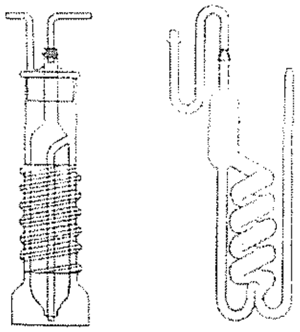
159

ABSORBERS

2. Spiral and Helical Absorbers
   - ใช้เก็บตัวอย่างอากาศที่ทำปฏิกิริยาช้า
   - โดยมีลักษณะที่ทำให้อากาศมีเวลาสัมผัสกับสารละลายนานขึ้น

160

Spiral and Helical Absorbers



161

ABSORBERS

3. Fritted Bubblers
   - มี Frit (ส่วนปลายที่เป็นรูพรุน) เพื่อให้อากาศที่ดูดเข้ามาแตกเป็นฟองอากาศ
   - Frit มีแบบละเอียด ปานกลาง และหยาบ

162

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ABSORBERS

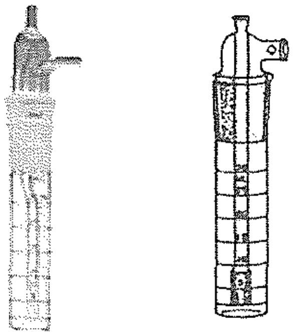
3. <u>Fritted Bubblers</u> (ต่อ)

- Frit แบบละเอียดทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็ก ทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสกับสารละลายมาก จึงเหมาะกับก๊าซที่ระเหยง่าย แต่ก็ทำให้เกิด Pressure Drop มาก จึงต้องใช้ Pump ที่มีกำลังมากพอ

- โดยทั่วไป Flow Rate ที่ใช้จะต่ำกว่า Midget Impinger

163

Fritted Bubblers



164

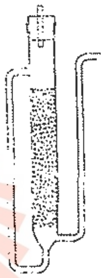
ABSORBERS

4. <u>Glass Bead Columns</u>

- ใน Column จะมีเม็ด Bead บรรจุอยู่ เพื่อช่วยในการเพิ่มพื้นที่ผิวของการสัมผัสสารละลาย

165

Glass Bead Column



166

COLD TRAP

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแยกไอระเหยออกจากอากาศในกรณีที่ไม่สามารถแยกด้วยวิธีอื่น โดยการดูดอากาศที่มีไอระเหยเข้าไปในหลอดแก้วหรือหลอดทองแดงรูปตัวยู ซึ่งจุ่มอยู่ในระบบทำความเย็น (ปกติจะใช้ไนโตรเจนเหลว น้ำแข็งแห้ง หรือ Acetone) ภายในหลอดรูปตัวยูจะบรรจุสารดูดซับไอระเหยเมื่อถูกลดอุณหภูมิ จะควบแน่นกลายเป็นของเหลวเกาะอยู่กับสารดูดซับ

167

COLD TRAP

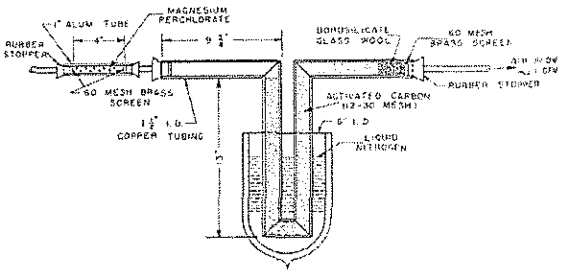
ตัวอย่าง Cold Trap เช่น

- Activated Carbon

168

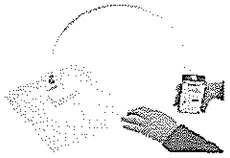
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Cold Trap



SAMPLING BAG

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างอากาศแบบ Grab Sampling ที่สามารถนำมาใช้ในการเก็บแบบ Continuous ได้ด้วย



170

Sampling Bag

171

SOLID ADSORBENT

1. <u>Activated Charcoal</u> หลอดแก้วบรรจุ Activated Charcoal ซึ่งมี 2 ส่วน คือ

- ส่วนที่ 1 (Front Section) เป็นส่วนดักจับอนุภาค จึงมี Activated Charcoal อยู่มากกว่า

- ส่วนที่ 2 (Backup Section) เป็นส่วนที่มีไว้สำหรับดักจับสารที่หลุดจากส่วนที่ 1

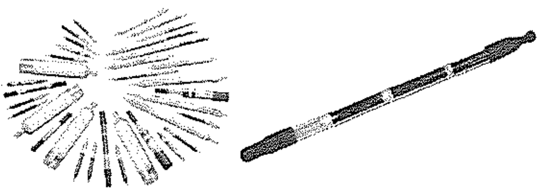
172

SOLID ADSORBENT

โดยทั่วไป NIOSH เสนอให้ใช้ Charcoal Tube ขนาด 100/50 mg แต่สารที่ระเหยง่ายควรใช้ขนาดที่ใหญ่ขึ้น

173

Solid Sorbents



174

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

SOLID ADSORBENT

จากการศึกษาของ NIOSH พบว่า การใช้ Charcoal Tube เป็นวิธีการเก็บตัวอย่างอากาศที่เหมาะสมสำหรับ Hydrocarbon, Halogenated Hydrocarbon, Esters, Alcohol, Ketone และ Glycol Ether

แต่ไม่เหมาะสำหรับ Inorganic Compound เช่น Ozone, NO_2, Cl_2, H_2S, SO_2

175

SOLID ADSORBENT

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการใช้ Charcoal Tube คือ การเกิด Breakthrough ฉะนั้น ในการเก็บตัวอย่างอากาศต้องทราบ ปริมาตรของอากาศที่ถูกดูดผ่าน Charcoal Tube โดยไม่มีการสูญเสีย ซึ่งเรียกว่า Maximum Volume (V_{max})

176

Maximum Volume (V_{max}) เป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับ

- Flow Rate
- Quantity of Sorbent
- Sorbent Surface Area
- Density of Active Site
- Concentration of Contaminant
- Volatility of Contaminant
- Affected by H_2O, Vapor and Other Contam.

177

SOLID ADSORBENT

ถ้าสารที่ตรวจวัดเคลื่อนที่ไปสะสมใน Backup Section $\geq$ 10% ของปริมาณที่พบใน Front Section ถือว่าเกิด Breakthrough และไม่สามารถบอกได้ว่า Breakthrough ไปเท่าใด ฉะนั้นจึงให้ทิ้งตัวอย่างนั้นไป

178

SOLID ADSORBENT

วิธีแก้ไขคือ ลดอัตราการไหลของอากาศหรือระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างอากาศ ซึ่งปริมาตรอากาศที่เหมาะสมสำหรับการเก็บตัวอย่างอากาศสารแต่ละชนิดดูได้จาก NIOSH Manual of Air Sampling and Analytical Methods

179

SOLID ADSORBENT

2. Silica Gel เป็นผลึกของ Silica ที่ได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่าง Sodium Silicate กับ Sulfuric Acid

180

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

SOLID ADSORBENT

ข้อดีของ Silica Gel ที่เหนือกว่า Activated Charcoal

คือ - สามารถแยกสารที่มี Polar ได้มากกว่า

- สารที่ใช้ในการสกัดสารปนเปื้อน มักไม่รบกวนเครื่องมือวิเคราะห์

- สามารถใช้กับ Amine และ Inorganic บางชนิดได้

181

SOLID ADSORBENT

ข้อเสียของ Silica Gel คือ

- สามารถดูดซับน้ำได้ดี

NIOSH เสนอแนะให้ใช้ Silica Gel ในการเก็บตัวอย่างอากาศสำหรับสารที่มี Polar เช่น Amine, Phenol, Amides และ Inorganic Acid

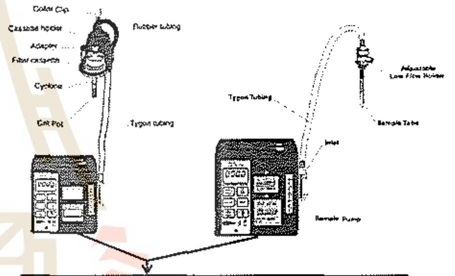
182

เครื่องดูดอากาศ
และการปรับเทียบความถูกต้อง

อาจารย์พิรัชฎา มุสิกะพงศ์

183

บทนำ



ทำให้อากาศเคลื่อนที่เข้าสู่อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง

184

เครื่องดูดอากาศ

การประเมินปริมาณสารปนเปื้อน ต้องทราบ

- ปริมาณสารปนเปื้อน → Standard Method
- ปริมาตรอากาศที่ดูดผ่านอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง

⇩

เครื่องดูดอากาศ

⇧

การปรับเทียบความถูกต้อง

185

เครื่องดูดอากาศ (ต่อ)

คุณสมบัติของเครื่องดูดอากาศที่ดี

1. อัตราไหลของอากาศคงที่
2. ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา
3. แบตเตอรี่สามารถใช้งานได้นาน → อย่างน้อย 8 ช.ม.
4. สามารถชดเชยความดันเพื่อให้อัตราไหลคงที่ และหยุดทำงานเมื่อความต้านทานในระบบเพิ่มขึ้นถึงระดับที่ยอมรับไม่ได้ → Back Pressure Compensation

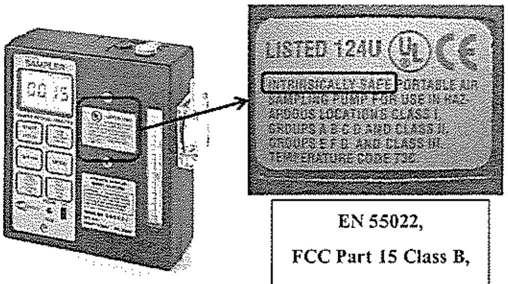
186

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5. มีระบบป้องกันการเกิดประกายไฟ/ความร้อน (Intrinsically Safe)

187

6. บรรจุอยู่ในกล่องหรือวัสดุที่สามารถกันคลื่นวิทยุและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ (RFI/EMI Shield Case)



EN 55022,
FCC Part 15 Class B,
EN 50082-1

188

ชนิดของเครื่องดูดอากาศ

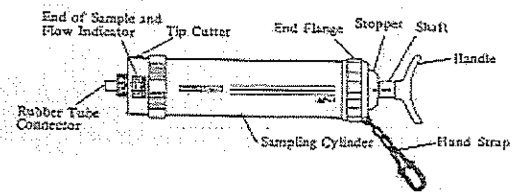
1. แบบแทนที่ปริมาตร (Volumetric Displacement) อาศัยหลักการแทนที่อากาศหรือของเหลว เช่น

- Bellow Pump
- Piston Pump
- Gear Pump
- Vacuumed Vessel Pump
- Diaphragm Pump
- Rotary Vane Pump
- Lobe Pump
- Aspirating Pump

189

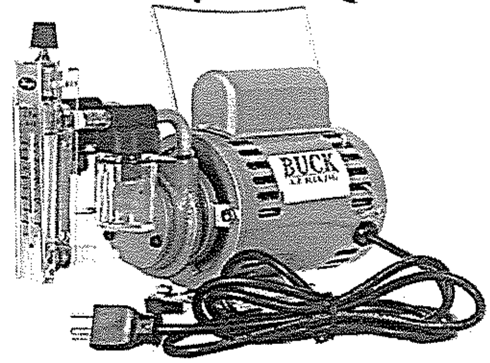
Bellow Pump

Piston Pump

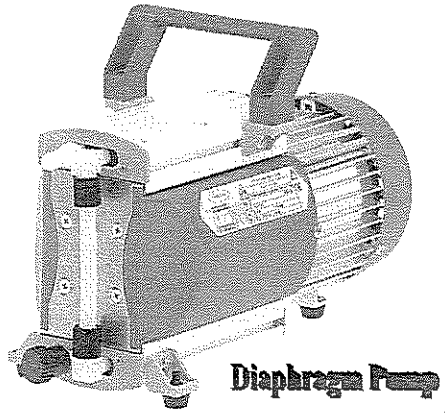


191

Rotary Vane Pump



92

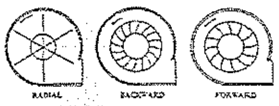


193

2. แบบใช้แรงเหวี่ยง (Centrifugal Force) อาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ซึ่งทำให้เกิด Velocity Pressure ขึ้น ทำให้อากาศถูกดูดผ่านเครื่องดูดอากาศ อุปกรณ์ที่ใช้หลักการนี้ ก็คือ พัดลม

พัดลม มี 2 ชนิด คือ

(1) *Radial-flow* มีทิศทางการเข้า-ออกของอากาศตั้งฉากกัน

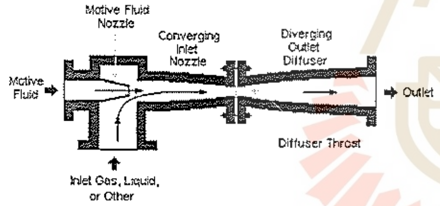


(2) *Axial-flow* มีทิศทางการเข้า-ออกของอากาศตรงข้ามกัน

194

3. แบบถ่ายแรง (Momentum Transfer) ใช้การถ่ายแรงจากของไหลชนิดหนึ่ง ไปยังของไหลอีกชนิดหนึ่ง

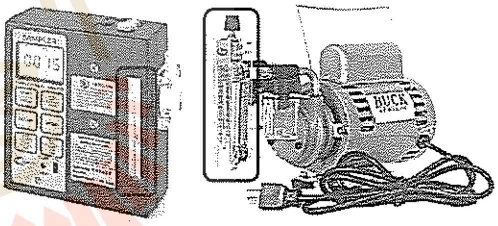
นิยมใช้ในเครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศแบบพกพา เนื่องจากไม่ต้องใช้ไฟฟ้า จึงเหมาะกับการนำไปใช้ในบรรยากาศที่อาจเกิดการระเบิดได้



195

เครื่องดูดอากาศที่ผลิตขึ้นมาใช้ในการเก็บตัวอย่างอากาศในงานสุขศาสตร์อุตสาหกรรม มักมีเครื่องวัดอัตราการไหล (Flow Meter) ติดอยู่ด้วย

ซึ่งการปรับเทียบเครื่องดูดอากาศ ก็คือ ปรับเทียบ Flow Meter นั่นเอง



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เครื่องดูดอากาศที่ใช้ในงานสุขศาสตร์อุตสาหกรรม แบ่งเป็น 5 ประเภทตามการใช้งาน คือ

1. Personal Sampler: battery powered (<5 L/min)

2. Low-volume Area Sampler: battery powered (3-100 L/min)

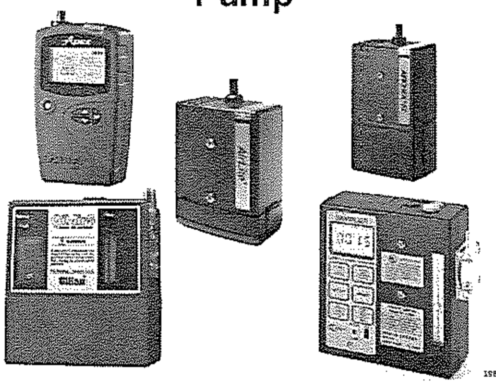
3. Low-volume Area Sampler: portable (3-100 L/min)

4. Medium and High Volume Sampler: portable (0.1-0.3 m^3/min และ 0.3-3 m^3/min)

5. High Volume Sampler: with shelters

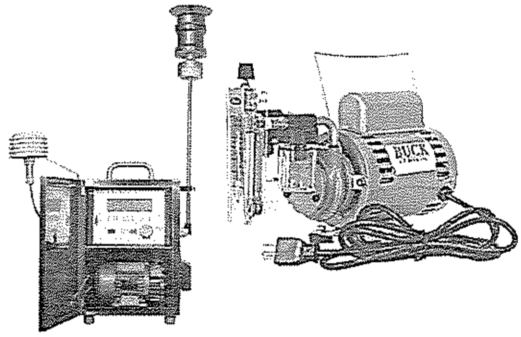
197

Pump



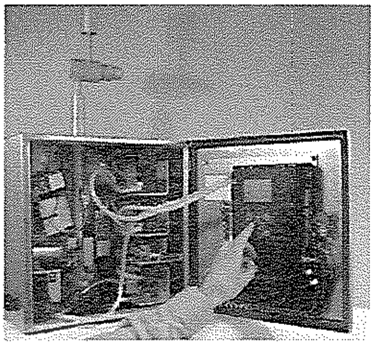
198

Low-volume Area Sampler



199

Medium Volume Area Sampler



200

High Volume Sampler

201

เครื่องวัดอัตราการไหลและปริมาตรของอากาศ

การวัดอัตราการไหลของอากาศ ทำได้ 2 ได้วิธี ได้แก่

1. การใช้เครื่องมือวัดปริมาตรอากาศ

$$Q = V/T$$

V → ปริมาตรอากาศ, T → เวลา

2. การใช้เครื่องวัดอัตราการไหลของอากาศโดยตรงหรือเครื่องวัดความเร็วลม

$$Q = A \times V$$

A → พื้นที่หน้าตัด, V → ความเร็ว

202

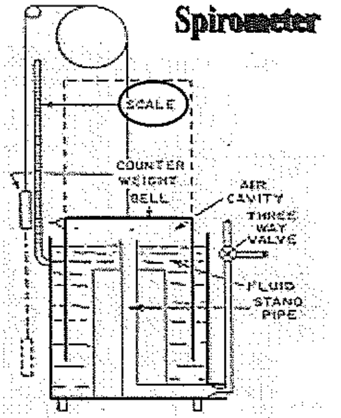
เครื่องมือวัดปริมาตรอากาศ และเครื่องมือวัดอัตราการไหลของอากาศโดยตรง ที่ใช้ในการปรับเทียบความถูกต้องของเครื่องดูดอากาศ แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. Primary Standard เป็นเครื่องมือที่มี Accuracy ± 0.3% โดยอาศัยหลักการแทนที่ของของไหล ฉะนั้นจึงต้องวัดหรือคำนวณหาปริมาตรภายในภาชนะส่วนที่มีการแทนที่ของไหลได้อย่างถูกต้อง เช่น

- Spirometer
- Aspirator
- Frictionless Piston Meter

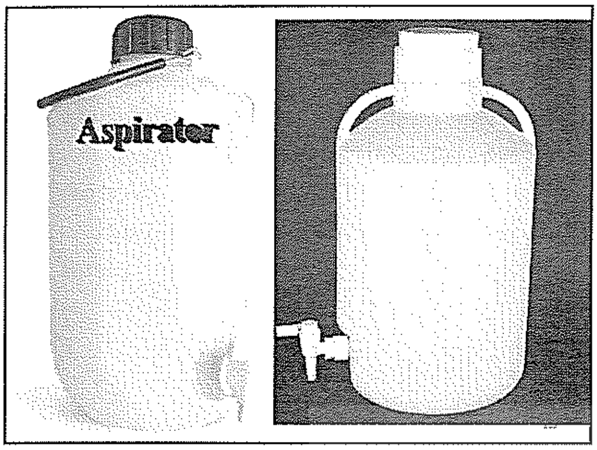
203

Spirometer

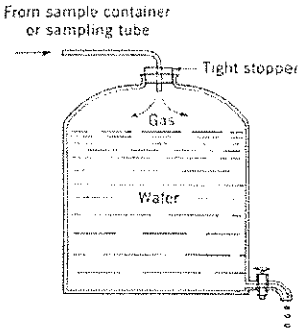


204

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



Aspirator

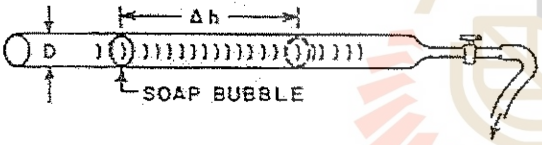


206

Frictionless Piston Meter ได้แก่ Soap Bubble Meter

เครื่องมือนี้มีหลายขนาด โดยทั่วไปใช้วัดอัตราการไหลของอากาศในช่วง 0.001-10 L/min และมี Accuracy ± 1%

แต่ที่อัตราการไหลของอากาศสูงๆ Accuracy จะลดลง เนื่องจากอากาศสามารถ Permeate ฟองสบู่ได้



2. **Intermediate Standard** เป็นเครื่องมือที่มี Accuracy ± 1-2%เครื่องมือเหล่านี้ไม่สามารถวัดหรือคำนวณหาปริมาตรภายในได้โดยตรง จึงต้องเปรียบเทียบกับเครื่องมือแบบ Primary Standard ก่อน เช่น

- Dry Gas Meter (DGM)
- Wet Test Meter (WTM) หรือ Wet Gas Meter (WGM)

208

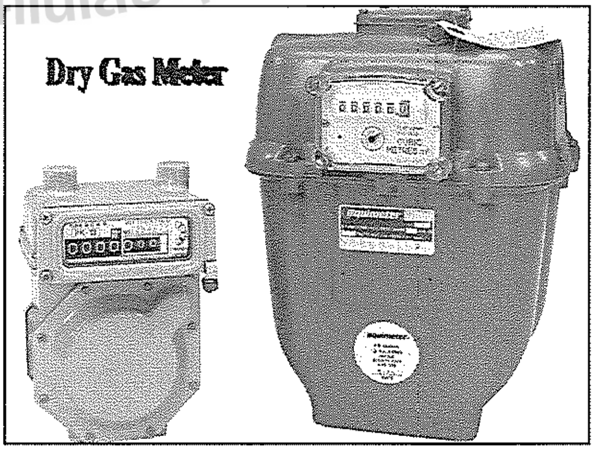
Dry Gas Meter (DGM) มี Accuracy ± 1% (ที่ความดันบรรยากาศ 17 บรรยากาศ) สามารถปรับเทียบอัตราการไหลของอากาศผ่านเครื่องดูดอากาศในช่วง 5-5,000 L/min

การใช้ DGM ในช่วงอัตราการไหลต่ำๆ อาจจะเกิด Error ได้ เนื่องจาก จะมีแรงเฉื่อยมาก ส่งผลให้เกิด Pressure Drop

ถ้านำมาปรับเทียบกับ Spirometer ก่อนนำมาใช้ จะสามารถปรับปรุงความถูกต้องให้ดีขึ้นได้

209

Dry Gas Meter

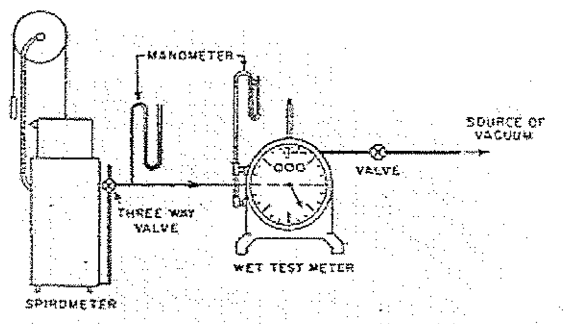


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

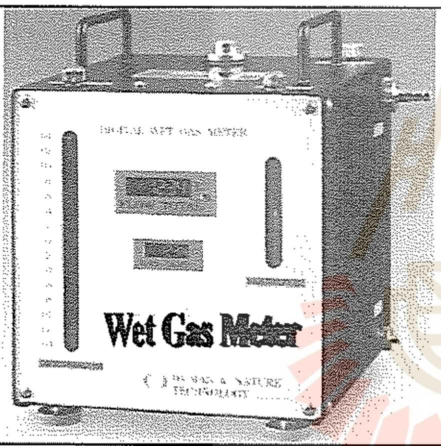
<u>Wet Test Meter</u> (WTM) หรือ <u>Wet Gas Meter</u> (WGM) อาศัยหลักการแทนที่น้ำ มี Accuracy ± 0.5% แต่ใช้ได้เฉพาะที่ความดันบรรยากาศ ~ 1 บรรยากาศ

- WTM ไม่ควรใช้กับก๊าซที่เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำแล้วมีฤทธิ์กัดกร่อนได้
- ไม่ควรใช้วัดอัตราการไหลของอากาศที่ต่ำหรือสูงมากเกินไป

211



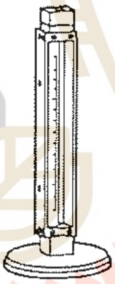
212

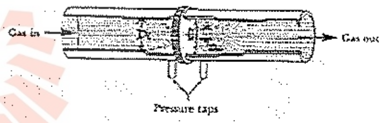


213

3. <u>Secondary Standard</u> เป็นเครื่องมือที่มี Accuracy ± 5% ซึ่งต้องเปรียบเทียบกับเครื่องมือแบบ Primary Standard หรือ Intermediate ก่อน เช่น

- Rotameter
- Orifice Meter หรือ Variable Pressure Meter

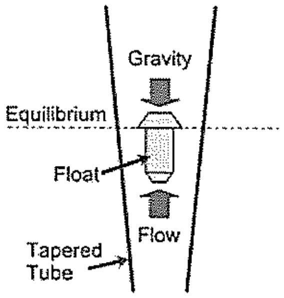




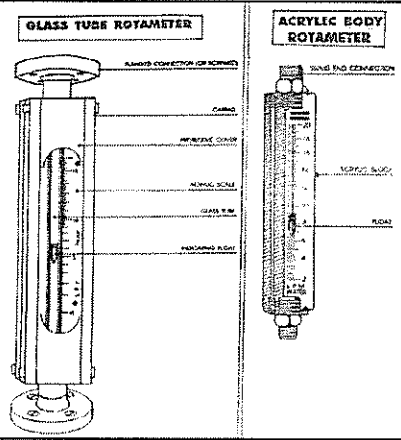
214

<u>Rotameter</u> ประกอบด้วยลูกลอยบรรจุในหลอดแก้วหรือพลาสติกใส ซึ่งมีปลายด้านบนกว้างกว่าฐาน ลูกลอยสามารถลอยขึ้นลงได้อย่างอิสระ

เมื่ออากาศไหลเข้าไปในหลอดแก้วจากด้านล่าง จะทำให้ลูกลอยลอยตัวขึ้น และเมื่อการไหลของอากาศคงที่ ลูกลอยจะลอยนิ่งอยู่กับที่



215



216

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

<u>คุณลักษณะที่สำคัญของ Rotameter</u>

1. โดยทั่วไปมี Scale 10 ช่อง

2. Rotameter ขนาดเล็กจะมี Accuracy น้อยกว่า

3. โดยทั่วไป Rotameter ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจะมี Calibration Curve ที่ผู้ผลิตทำขึ้น ที่ 20 °C และความดันบรรยากาศ 760 mmHg

ดังนั้น ถ้าไม่ได้ใช้งานในสภาพที่กำหนดนี้ Accuracy ย่อมผิดพลาดไป ดังนั้นจึงต้องทำการปรับแก้ หรือทำ Calibration Curve ใหม่

217

การปรับแก้สามารถทำได้โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$Q_{Ind} = Q_{std}[(T_{amb}/T_{std})(P_{std}/P_{amb})]^{1/2}$$

เมื่อ Q_{Ind} คือ อัตราการไหลของอากาศที่อ่านได้จาก Rotameter

Q_{std} คือ อัตราการไหลของอากาศที่ 20 °C, 760 mmHg

T_{amb} คือ อุณหภูมิในพื้นที่งาน (°K)

T_{std} คือ 293 °K (20 °C)

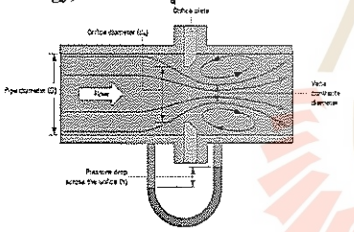
P_{std} คือ 760 mmHg

P_{amb} คือ ความดันบรรยากาศที่พื้นที่งาน

218

<u>Orifice Meter</u> ทำด้วยแผ่นโลหะ มีรูทรงกรวยตรงกลาง (ช่องเปิดด้านหนึ่งเล็กกว่าอีกด้านหนึ่ง)

อาศัยหลักการของ ของไหลไหลผ่านท่อหรือช่อง ซึ่งความเร็วของการไหลจะเพิ่มขึ้นเมื่อช่องเล็กลง ทำให้พลังงานกล (Kinetic Energy) เพิ่มขึ้น ณ จุดนั้น



219

การปรับเทียบเครื่องดูดอากาศ

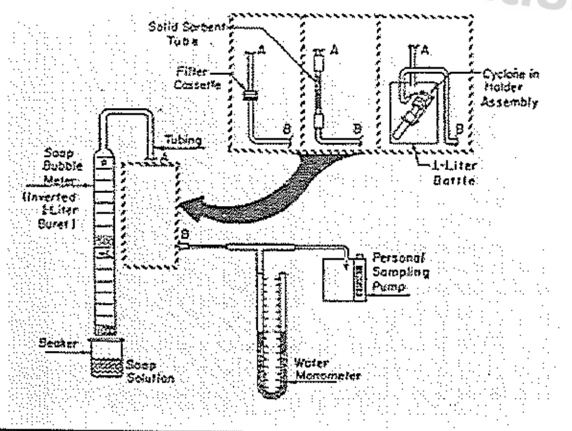
โดยทั่วไปเครื่องดูดอากาศควรได้รับการปรับเทียบ (Calibration) ทุกครั้ง ทั้งก่อนและหลังการใช้งาน

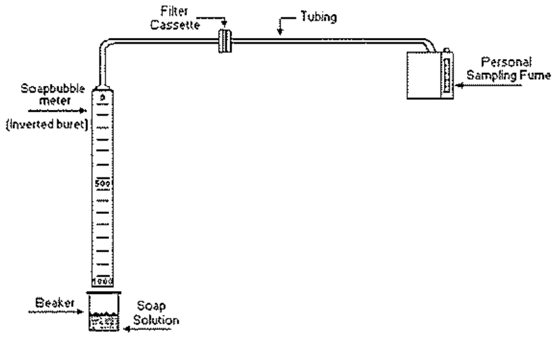
เครื่องมือที่ใช้ในการปรับเทียบขึ้นกับสถานที่ที่ปรับเทียบ เช่น ถ้าในห้องปฏิบัติการควรปรับเทียบกับ Primary Standard

ปัจจุบัน Soap Bubble Meter ผลิตออกมาเป็นเครื่องมือที่อ่านค่าได้โดยตรง ซึ่งถือว่าเป็น Primary Standard เช่นกัน

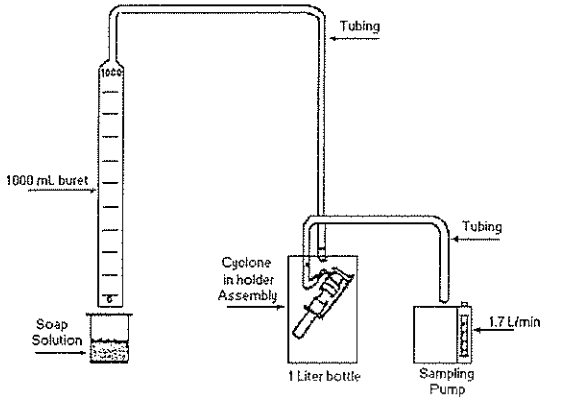
220

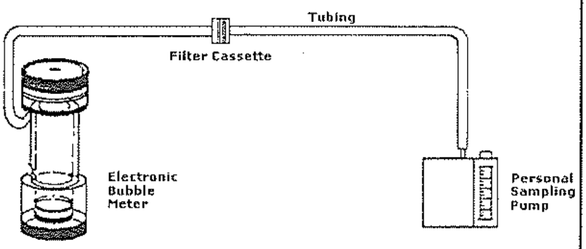
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



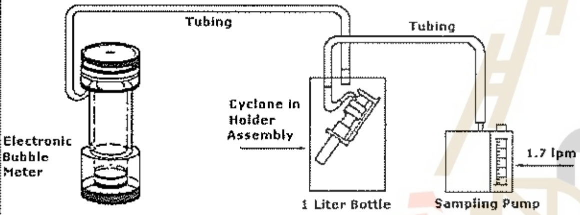


222





224



225

การคำนวณ

อาจารย์พิรัชฎา มุสิกะพงศ์

226

การคำนวณทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

- สำหรับอนุภาคแขวนลอยในอากาศ วิเคราะห์ผลโดยการชั่งน้ำหนัก

$$\text{Conc.} = \frac{(\text{Mass}_a - \text{Mass}_b - (\text{Blank}_a - \text{Blank}_b))}{(\text{Flow rate*Time})}$$

มีหน่วยเป็น mg/m^3

227

ตัวอย่างการคำนวณ

- **ตัวอย่างที่ 1** ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นขนาดเล็กในแผนกตัดเย็บเสื้อผ้า ที่ตัวบุคคล จำนวน 4 ตัวอย่าง ด้วยAluminum cycloneซึ่งมีอัตราการไหลของอากาศเท่ากับ 2.5 ลิตรต่อนาที จงคำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่นที่พนักงานได้รับ

No.	W_b (g)	W_a (g)	Time (min)
1	0.0054	0.0162	480
2	0.0054	0.0093	480
3	0.0054	0.0085	480
4	0.0054	0.0115	480

No.	W_b (g)	W_a (g)	Time (min)
1	0.0054	0.0052	-
2	0.0054	0.0048	-

228

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตัวอย่างการคำนวณ

- <u>ตัวอย่างที่ 1</u> ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นที่หายใจเข้าไปได้ในแผนกผลิตกระดาษ จำนวน 4 ตัวอย่าง แบบต่อเนื่องด้วยตลับกรอง ซึ่งมีอัตราการไหลของอากาศเท่ากับ 2 ลิตรต่อนาที จงคำนวณหาความเข้มข้นที่พนักงานได้รับ

No.	W_b (g)	W_a (g)	Time (min)
1	0.0054	0.0062	120
2	0.0054	0.0065	120
3	0.0054	0.0085	120
4	0.0054	0.0071	120

No.	W_b (g)	W_a (g)	Time (min)
1	0.0054	0.0050	-
2	0.0054	0.0048	-

229

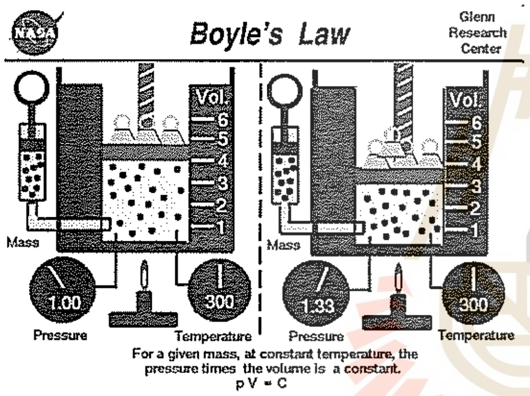
การคำนวณทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

- สำหรับก๊าซหรือไอระเหย

1. กฎของบอยล์ ปริมาตรของก๊าซที่อุณหภูมิคงที่จะแปรผกผันกับความดัน

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

230



231

การคำนวณทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

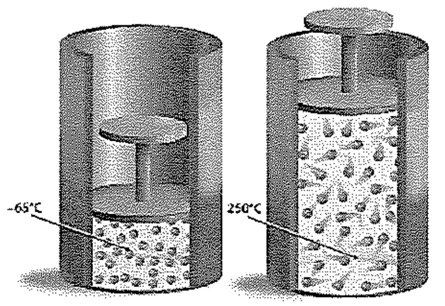
- สำหรับก๊าซหรือไอระเหย

2. กฎของชาร์ล ปริมาตรของก๊าซที่ความดันคงที่จะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ (K/R)

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

232

Charles's Law



233

การคำนวณทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

- สำหรับก๊าซหรือไอระเหย

3. กฎของเกลูสแซคความดันของก๊าซที่ปริมาตรคงที่ แปรเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิ (K/R)

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

234

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การคำนวณทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

- **สำหรับก๊าซหรือไอระเหย**

ความสัมพันธ์ของความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิ

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

235

ตัวอย่างการคำนวณ

- **ตัวอย่างที่ 2** ถังก๊าซขนาด 1 ลิตรมีคลอรีน 5 atm ที่ STP จะต้องใช้ปริมาตรของคลอรีนกี่ลิตร จึงจะสามารถบรรจุคลอรีนเข้าไปในบอลลูนได้ กำหนดอุณหภูมิของบอลลูน 491 R

236

การคำนวณทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

- **สำหรับก๊าซหรือไอระเหย**

การเปลี่ยนหน่วยของก๊าซหรือไอระเหยจาก mg/m^3 เป็น ppm ที่ NTP ; STP ใช้ 22.4

$$\frac{mg}{m^3} = \frac{ppm * MW}{24.45}$$

237

การคำนวณทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

- **สำหรับก๊าซหรือไอระเหย**

วิธีการทำนายความเข้มข้นของก๊าซหรือไอ ในรูป ppm โดยใช้ Partial Pressure

$$\text{ppm ของสาร} = \frac{\text{ความดันไอของสาร}}{\text{ความดันทั้งหมด} * 10^6}$$

238

ตัวอย่างการคำนวณ

- **ตัวอย่างที่ 3** จงคำนวณหาความเข้มข้นของไนโตรเจน 2.8 กรัม/ลิตร ที่ STP (MW=14) เป็นกี่ ppm

239

ตัวอย่างการคำนวณ

- **ตัวอย่างที่ 4** การเก็บตัวอย่างอากาศ 15 ลิตรที่อุณหภูมิ 25 °C ความดัน 755 mmHg ลงใน 30 ml ของ Absorbent (100%collection eff.) ปรากฏว่า คำนวณหาความเข้มข้นของกรด HCl (MW=36.5) มีความเข้มข้น 15 µg/ml หาความเข้มข้นของ HCl ในอากาศเป็นกี่ ppm

240

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การคำนวณทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

- สำหรับก๊าซหรือไอระเหย

วิธีการทำนายความเข้มข้นของก๊าซหรือไอ ในรูป ppm โดยใช้ Partial Pressure

$$\% \text{ ของสาร} = \frac{\text{Partial Pressure} * 100}{\text{Total Pressure}}$$

241

ตัวอย่างการคำนวณ

- ตัวอย่างที่ 5 ในอากาศแห้งมีส่วนผสมของ N_2 78.1% O_2 20.9% Ar 0.9% และมี CO_2+He+CH_4 = 0.1% หาค่า Partial Pressure ของ O_2 และ Ar ที่ NTP

242

การคำนวณทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

- สำหรับก๊าซหรือไอระเหย

การคำนวณหาความเข้มข้นของไอของสารใน Chamber หรือในห้อง

$$V_x(L) = \frac{C(ppm)*MW(g/mol)*P(mmHg)*V_T(L)*273}{\rho(g/ml)*T(K)*22.4*760*10^6}$$

243

ตัวอย่างการคำนวณ

- ตัวอย่างที่ 6 ให้คำนวณปริมาตรของอะซีโตนที่จะทำให้ได้ความเข้มข้น 150 ppm ในภาชนะขนาด 30 ลิตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 750 mmHg (MW=58.08 g/mol, ρ=0.7899 g/ml)

244

การคำนวณทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

- เมื่อของเหลวถูกทิ้งให้ระเหยในที่ว่างที่ทราบปริมาตร จะมีประโยชน์ที่จะหาปริมาตรที่ไอของเหลวจะครอบครองปริมาตรเพื่อหาว่ามีความเสี่ยงต่อการได้รับสัมผัสสารมลพิษของคนงานความสัมพันธ์ที่ควรทราบ มีดังนี้

$$\frac{\text{ลิตร}}{\text{โมลของไอที่ STP}} = 22.4$$

245

การคำนวณทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

$$\frac{\text{ลิตร}}{\text{โมลของไอที่ NTP}} = 24.45$$

$$\frac{\text{ลิตร}}{\text{ลูกบาศก์ฟุต}} = 28.32$$

$$\frac{\text{กรัม}}{\text{กรัม-โมเลกุล}} = MW$$

246

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การคำนวณทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

- ความสัมพันธ์ที่ควรทราบ ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ความดัน 760 mmHg

$$\frac{\text{ไอ}(ft^3)\text{ ที่ STP}}{\text{ของเหลว (lb)}} = \frac{359}{MW}$$

247

ตัวอย่างการคำนวณ

- ตัวอย่างที่ 7 โทลูอีนขนาด 1 ลิตร แตกในห้องขนาด 50*100*15ft^3 ถ้าสมมติว่าโทลูอีนระเหยหมดโดยไม่มีการระบายอากาศ ให้คำนวณความเข้มข้นของโทลูอีนในห้อง
- กำหนดให้ อุณหภูมิ = 35 องศาเซลเซียส

  มวลของน้ำ = 1 g/l

  ความถ่วงจำเพาะของโทลูอีน = 0.866

248

ตัวอย่างการคำนวณ

- ตัวอย่างที่ 8 ที่อุณหภูมิ 70 องศาฟาเรนไฮ โทลูอีน 1 lb จะระเหยกลายเป็นไอ มีปริมาตรเท่าไหร่ (MW=92.3)
- ตัวอย่างที่ 9 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โทลูอีน 3 ลิตร จะระเหยกลายเป็นไอได้กี่ลิตร (SG=0.866)

249

Statistical

อาจารย์พิรัชฎา มุสิกะพงศ์

250

วัตถุประสงค์

1. สามารถนำผลการตรวจวัดมาวิเคราะห์ทางสถิติได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถประเมินการสัมผัสสารมลพิษของคนงาน จากการวิเคราะห์ทางสถิติได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถจัดประเภทของการสัมผัสสารของคนงานได้อย่างถูกต้อง

251

ความสำคัญของสถิติในการประเมินการสัมผัสสาร?

252

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทนำ

การนำวิธีการทางสถิติมาใช้กับผลการเก็บตัวอย่างเพื่อใช้ในการตอบคำถามต่อไปนี้

- การสัมผัสสารของคนงาน เกินมาตรฐานทางสุขภาพ (เช่น TLV) หรือไม่ ในวันนั้นๆ

- ค่าประมาณการสัมผัสสารของคนงานในระยะยาว บนพื้นฐานของค่าเฉลี่ยจากการตรวจวัดหลายๆ ครั้ง ในช่วงเวลาหนึ่ง (เช่น 1 ปี) เป็นเท่าไร

ขอบเขตช่วงความเชื่อมั่น

- ผลที่ได้จากการตรวจวัดนั้น ถือว่าเป็นค่าประมาณการสัมผัสเฉลี่ยของคนงาน

- ขอบเขตช่วงความเชื่อมั่น (Confidence Interval Limit) ที่คำนวณได้ เชื่อว่าจะครอบคลุมค่าการสัมผัสที่แท้จริงของคนงานด้วยความเชื่อมั่นระดับที่ยอมรับได้ (CI=95%)

ขอบเขตช่วงความเชื่อมั่น (ต่อ)

- ช่วงความเชื่อมั่น มี 2 ด้านคือ ค่าต่ำ (Lower Confidence Limit; LCL) และค่าสูง (Upper Confidence Limit; UCL)

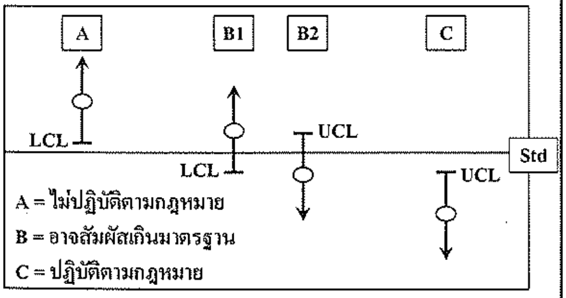
- ค่า LCL ที่ CI 95% คือ สามารถเชื่อมั่นได้ 95% ว่าค่าสัมผัสเฉลี่ยของคนงานนั้นสูงกว่า LCL

ขอบเขตช่วงความเชื่อมั่น (ต่อ)

- ค่า UCL ที่ CI 95% คือ สามารถเชื่อมั่นได้ 95% ว่าค่าสัมผัสเฉลี่ยของคนงานจริงน้อยกว่า UCL

256

ขอบเขตช่วงความเชื่อมั่น (ต่อ)



257

ขอบเขตช่วงความเชื่อมั่น (ต่อ)

ประเภท	คำนิยาม	เกณฑ์ทางสถิติ
สัมผัสสารสูงกว่ามาตรฐาน (A)	ด้วยความเชื่อมั่น 95% ว่าคนงานสัมผัสสารเกินมาตรฐาน	LCL 95% > มาตรฐาน
อาจสัมผัสสารเกินมาตรฐาน (B)	ไม่สามารถจัดเข้ากลุ่มได้	
สัมผัสสารต่ำกว่ามาตรฐาน (C)	ด้วยความเชื่อมั่น 95% ว่าคนงานสัมผัสสารต่ำกว่ามาตรฐาน	UCL 95% ≤ มาตรฐาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ขอบเขตช่วงความเชื่อมั่น (ต่อ)

- ค่า LCL เป็นค่าที่ เจ้าหน้าที่ของรัฐใช้ดูว่าสถานประกอบการปฏิบัติตามกฎหมาย
- ค่า UCL เป็นค่าที่ นายจ้างใช้ดู เพื่อให้มั่นใจว่า คนงานสัมผัสสารในระดับที่ปลอดภัย

259

การทดสอบเพื่อพิจารณาการปฏิบัติตามกฎหมาย

<u>การทดสอบเพื่อพิจารณาการปฏิบัติตามกฎหมาย</u> (Compliance) สำหรับการสัมผัส 8 ชั่วโมงการทำงาน (TWA) แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. Full Period Single Sample
2. Full Period Consecutive Sample และ Partial Consecutive Sample
3. Grab sample

Full Period Single Sample

<u>มีขั้นตอนการคำนวณ</u> ดังต่อไปนี้

1. กำหนดให้

X = ความเข้มข้นของสารในอากาศ

Std = ค่ามาตรฐาน

CV_T = สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง ซึ่งได้จากข้อมูลในอดีต หรือจากวิธีการวิเคราะห์ เช่น NIOSH Method

Full Period Single Sample (ต่อ)

2. หาค่า Standardizes (x) ของความเข้มข้นของสาร

$$x = \frac{X}{Std}$$

- ค่า Standardizes (x) จะไม่มีหน่วย
- ในการเปรียบเทียบกับ LCL และ UCL จะเปรียบเทียบกับ 1 เสมอ ไม่ว่าค่ามาตรฐานจะเป็นเท่าใด

Full Period Single Sample (ต่อ)

3. คำนวณหา LCL และ UCL

- LCL สำหรับเจ้าหน้าที่ดูการปฏิบัติตามกฎหมาย

$$LCL\,(95\%) = x - (1.645)(CV_T)$$

- UCL สำหรับนายจ้างดูการสัมผัสสารในระดับปลอดภัย

$$UCL\,(95\%) = x + (1.645)(CV_T)$$

Full Period Single Sample (ต่อ)

4. จัดประเภทการสัมผัส

4.1 สำหรับเจ้าหน้าที่

- ถ้า LCL > 1 → ไม่เป็นไปตามกฎหมาย
- ถ้า x > 1 และ LCL ≤ 1 → อาจสัมผัสสารเกินมาตรฐาน
- ถ้า x ≤ 1 ไม่ต้องทดสอบทางสถิติ เพราะ ค่า LCL ต้อง < 1 แน่นอน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Full Period Single Sample (ต่อ)

4.2 สำหรับนายจ้าง

- ถ้า UCL ≤ 1 → เป็นไปตามกฎหมาย
- ถ้า UCL > 1 → อาจสัมผัสสารเกินมาตรฐาน
- ถ้า x > 1 ไม่ต้องทดสอบทางสถิติ เพราะ ค่า UCL ต้อง > 1 แน่นอน

Full Period Single Sample (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 1 ใช้ Charcoal Tube เก็บตัวอย่างอากาศเพื่อวิเคราะห์หา α-Choroacetophenone เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ผลการวิเคราะห์พบสาร 0.04 ppm ค่า CV_T = 0.09 และ TWA = 0.05 ppm

Full Period Single Sample (ต่อ)

วิธีทำ

- หา Standardizes (x) = X/Std = 0.04/0.05 = 0.8
- หา LCL 95% (สำหรับเจ้าหน้าที่)

$= x-(1.645)(CV_T)$

$= 0.8-(1.645)(0.09) = 0.65$

ถ้าค่า x < 1 ไม่จำเป็นต้องหา LCL เพราะมีค่า < 1 แน่นอน

267

Full Period Single Sample (ต่อ)

- หา UCL 95% (สำหรับนายจ้าง)

$= x+(1.645)(CV_T)$

$= 0.8+(1.645)(0.09)$

$= 0.95$

- จัดประเภทการสัมผัส (สำหรับนายจ้าง) → การสัมผัสสารเป็นไปตามกฎหมาย ด้วยความเชื่อมั่น 95%

Full Period Consecutive Samples

Full Period Consecutive Samples แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. *Full Period Uniform Exposure* ใช้กรณีที่ความเข้มข้นของการสัมผัสสารค่อนข้างคงที่ตลอดทั้งวัน
2. *Full Period Nonuniform Exposure* ใช้กรณีที่ความเข้มข้นของการสัมผัสสารในวันหนึ่ง ๆ ไม่คงที่หรือแปรผันมาก

Full Period Uniform Exposure

มีขั้นตอนการคำนวณ ดังต่อไปนี้

1. กำหนดให้

$X_1, X_2, ..., X_n$ = ความเข้มข้นของตัวอย่างในหนึ่งกะ

$T_1, T_2, ..., T_n$ = ระยะเวลาที่เก็บตัวอย่าง

CV_T = สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Full Period Uniform Exposure (ต่อ)

2. คำนวณหา TWA จากสูตร

$$TWA = \frac{\sum X_i T_i}{480}$$

3. คำนวณหา x จากสูตร

$$x = \frac{TWA}{Std}$$

Full Period Uniform Exposure (ต่อ)

4. คำนวณหา LCL และ UCL

- LCL สำหรับเจ้าหน้าที่ดูการปฏิบัติตามกฎหมาย

$$LCL\ (95\%) = x - \frac{(1.645)(CV_T)(\sqrt{\sum T_i^2})}{\sum T_i}$$

- UCL สำหรับนายจ้างดูการสัมผัสสารในระดับปลอดภัย

$$UCL\ (95\%) = x + \frac{(1.645)(CV_T)(\sqrt{\sum T_i^2})}{\sum T_i}$$

Full Period Uniform Exposure (ต่อ)

ถ้าระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างเท่ากันทั้งหมด สามารถใช้สูตร

$$LCL\ (95\%) = x - \frac{(1.645)(CV_T)}{\sqrt{n}}$$

$$UCL\ (95\%) = x + \frac{(1.645)(CV_T)}{\sqrt{n}}$$

เมื่อ n = จำนวนตัวอย่าง

Full Period Uniform Exposure (ต่อ)

5. จัดประเภทการสัมผัส

5.1 สำหรับเจ้าหน้าที่

- ถ้า LCL > 1 → ไม่เป็นไปตามกฎหมาย
- ถ้า x > 1 และ LCL ≤ 1 → อาจสัมผัสสารเกินมาตรฐาน
- ถ้า x ≤ 1 ไม่ต้องทดสอบทางสถิติ เพราะ ค่า LCL ต้อง < 1 แน่นอน

Full Period Uniform Exposure (ต่อ)

5.2 สำหรับนายจ้าง

- ถ้า UCL ≤ 1 → เป็นไปตามกฎหมาย
- ถ้า UCL > 1 → อาจสัมผัสสารเกินมาตรฐาน
- ถ้า x > 1 ไม่ต้องทดสอบทางสถิติ เพราะ ค่า UCL ต้อง > 1 แน่นอน

Full Period Uniform Exposure (ต่อ)

<u>ตัวอย่าง</u> ใช้ Charcoal Tube เก็บตัวอย่างอากาศเพื่อวิเคราะห์หา Ethyl benzene จำนวน 3 ตัวอย่าง ต่อเนื่องกัน และการสัมผัสสารของคนงานค่อนข้างคงที่ (Uniform) ค่า CV_T = 0.08 และ TWA = 100 ppm ผลการวิเคราะห์พบสาร ดังนี้

X_1 = 90 ppm X_2 = 140 ppm X_3 = 110 ppm

T_1 = 150 min T_2 = 100 min T_3 = 230 min

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Full Period Uniform Exposure (ต่อ)

- หา TWA = $\frac{\sum X_i T_i}{480}$

  = [(90 x 150)+(140 x 100)+(110 x 230)]/480

  = 110 ppm

- หา Standardizes (x) = TWA/Std

  = 110/100

  = 1.10

Full Period Uniform Exposure (ต่อ)

- หา LCL 95% (สำหรับเจ้าหน้าที่)

$$LCL\ (95\%) = x - \frac{(1.645)(CV_T)(\sqrt{\sum T_i^2})}{\sum T_i}$$

$$= 1.10 - \frac{(1.645)(0.08)(\sqrt{150^2 + 100^2 + 230^2})}{150 + 100 + 230}$$

$$= 1.02$$

Full Period Uniform Exposure (ต่อ)

- หา UCL 95% (สำหรับนายจ้าง)

  ไม่จำเป็นต้องทดสอบ เพราะค่า x > 1 นั่นคือ

  UCL 95% = 1.1+0.08

  = 1.18

- จัดประเภทการสัมผัส (สำหรับเจ้าหน้าที่) → ไม่เป็นไปตามกฎหมาย ด้วยความเชื่อมั่น 95%

Full Period Nonuniform Exposure

<u>มีขั้นตอนการคำนวณ</u> ดังต่อไปนี้

1. กำหนดให้

   $X_1, X_2, ..., X_n$ = ความเข้มข้นของตัวอย่างในหนึ่งกะ

   $T_1, T_2, ..., T_n$ = ระยะเวลาที่เก็บตัวอย่าง

   CV_T = สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง

Full Period Nonuniform Exposure (ต่อ)

2. คำนวณหา TWA จากสูตร

$$TWA = \frac{\sum X_i T_i}{\sum T_i}$$

3. คำนวณหา x จากสูตร

$$x = \frac{TWA}{Std}$$

Full Period Nonuniform Exposure (ต่อ)

4. คำนวณหา LCL และ UCL

- LCL สำหรับเจ้าหน้าที่ดูการปฏิบัติตามกฎหมาย

$$LCL\ (95\%) = x - \frac{(1.645)(CV_T)(\sqrt{\sum T_i^2 X_i^2})}{(Std)(\sum T_i)(\sqrt{1 + CV_T^2})}$$

- UCL สำหรับนายจ้างดูการสัมผัสสารในระดับปลอดภัย

$$UCL\ (95\%) = x + \frac{(1.645)(CV_T)(\sqrt{\sum T_i^2 X_i^2})}{(Std)(\sum T_i)(\sqrt{1 + CV_T^2})}$$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Full Period Nonuniform Exposure (ต่อ)

ถ้าระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างเท่ากันทั้งหมด สามารถใช้สูตร

$$LCL\ (95\%) = x - \frac{(1.645)(CV_T)(\sqrt{\Sigma X_i^2})}{(n)(Std)(\sqrt{1+CV_T^2})}$$

$$UCL\ (95\%) = x + \frac{(1.645)(CV_T)(\sqrt{\Sigma X_i^2})}{(n)(Std)(\sqrt{1+CV_T^2})}$$

เมื่อ n = จำนวนตัวอย่าง

Full Period Nonuniform Exposure (ต่อ)

5. จัดประเภทการสัมผัส

5.1 สำหรับเจ้าหน้าที่

- ถ้า LCL > 1 → ไม่เป็นไปตามกฎหมาย
- ถ้า x > 1 และ LCL ≤ 1 → อาจสัมผัสสารเกินมาตรฐาน
- ถ้า x ≤ 1 ไม่ต้องทดสอบทางสถิติ เพราะ ค่า LCL ต้อง < 1 แน่นอน

Full Period Nonuniform Exposure (ต่อ)

5.2 สำหรับนายจ้าง

- ถ้า UCL ≤ 1 → ปฏิบัติตามกฎหมาย
- ถ้า UCL > 1 → อาจสัมผัสสารเกินมาตรฐาน
- ถ้า x > 1 ไม่ต้องทดสอบทางสถิติ เพราะ ค่า UCL ต้อง > 1 แน่นอน

Full Period Nonuniform Exposure (ต่อ)

ตัวอย่าง ใช้ Charcoal Tube เก็บตัวอย่างอากาศเพื่อวิเคราะห์หา Cyclohexane จำนวน 2 ตัวอย่าง และการสัมผัสสารของคนงานไม่คงที่ (Nonuniform) ค่า CV_T = 0.08 และ TWA = 100 ppm ผลการวิเคราะห์พบสาร ดังนี้

X_1 = 30 ppm X_2 = 140 ppm

T_1 = 300 min T_2 = 180 min

Partial Period Consecutive Sample

สำหรับเจ้าหน้าที่ (เท่านั้น) ที่ไปตรวจการไม่ปฏิบัติตามกฎหมาย และไม่ได้ทำการเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลา 8 ชั่วโมง ซึ่งต้องคำนวณหา Partial Period Limit (PPL) จากสูตร

$$PPL = \left[\frac{8\ hr}{Sampling\ Time}\right]$$

เช่น ถ้าเก็บตัวอย่างอากาศ 6.4 ชั่วโมง

PPL = 8/6.4 = 1.25

Partial Period Consecutive Sample

จากนั้น คำนวณค่า LCL จาก Full Period Uniform Exposure แล้วพิจารณาจาก

- ถ้า LCL > PPL → ไม่เป็นไปตามกฎหมาย
- ถ้า x > PPL และ LCL ≤ PPL → อาจสัมผัสสารเกินมาตรฐาน
- ถ้า x ≤ PPL ไม่ต้องทดสอบทางสถิติ เพราะ ค่า LCL ต้อง < PPL แน่นอน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Grab Sample

- เก็บตัวอย่าง X_1.....X_n; N<30
- หาค่า x_i ของแต่ละตัวอย่างจาก X_i/Std. และ คำนวณหาค่า log ของ x_i
- คำนวณหาค่า "Classification variable" คือ

  $\bar{y}$ = mean ของ Σy_i

  s = Standard deviation ของ Σy_i

  n = จำนวนตัวอย่าง

289

Grab Sample

- Plot ค่า $\bar{y}$ และ s บน Classification chart กราฟแต่ละเส้นเป็นของ n ซึ่งใน Chart มีค่า n= 3-25
- คำนวณเพื่อประกอบค่าการสัมผัสเฉลี่ยที่ดีที่สุด ($\bar{X}^*$) ค่า y และ s ใช้ในการคำนวณนี้ด้วย โดยใช้กราฟ A โดย Plot ค่า $\bar{y}$ และ s ลงบนกราฟนี้เส้นกราฟชุดนี้ใช้สำหรับประมาณ "Standardized average exposure" ($\bar{X}^*$/Std) ถ้าค่า s และ y อยู่นอกกราฟนี้ให้ใช้สูตร

$$\frac{\bar{X}^*}{Std} = \frac{1}{n}(\Sigma x_i)$$

290

Grab Sample

<u>ตัวอย่าง</u> เก็บตัวอย่างอากาศเพื่อวิเคราะห์หา Ethanol โดยใช้ Charcoal tube ด้วยอัตราการไหลอากาศ 25 cm3/min เก็บทั้งหมด 8 ตัวอย่าง นาน 20 min/sample ค่ามาตรฐานเท่ากับ 1000 ppm

CVT = 0.06

X_1=1225, X_2=800, X_3=1120, X_4=1460, X_5=975, X_6=980, X_7=525, X_8=1290 ppm

291

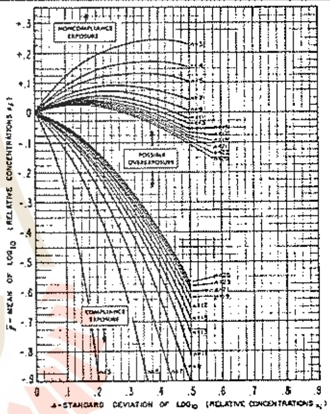
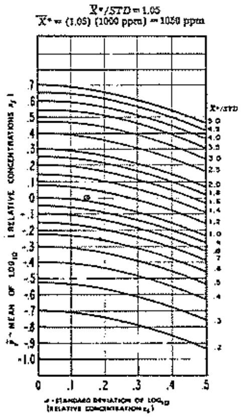


Figure 4.1. Grab sample measurement average classification chart.

292



293

Grab Sample

- เก็บตัวอย่าง X_1.....X_n; N>30
- หาค่า x_i ของแต่ละตัวอย่างจาก X_i/Std. และ คำนวณหาค่า log ของ x_i
- คำนวณหาค่า Arithmetic mean ($\bar{x}$) และ s = Standard deviation ของค่าตัวอย่าง
- คำนวณหาค่า LCL และ UCL

294

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Grab Sample (ต่อ)

LCL สำหรับเจ้าหน้าที่

$$LCL\ (95\%) = \frac{\bar{x} - (1.645)(s)}{\sqrt{n}}$$

UCL สำหรับนายจ้าง

$$UCL\ (95\%) = \frac{\bar{x} + (1.645)(s)}{\sqrt{n}}$$

295

Grab Sample (ต่อ)

จัดประเภทการสัมผัส

1 สำหรับเจ้าหน้าที่

- ถ้า LCL > 1 → ไม่เป็นไปตามกฎหมาย
- ถ้า x > 1 และ LCL ≤ 1 → อาจสัมผัสสารเกินมาตรฐาน
- ถ้า x ≤ 1 ไม่ต้องทดสอบทางสถิติ เพราะ ค่า LCL ต้อง < 1 แน่นอน

296

Grab Sample (ต่อ)

5.2 สำหรับนายจ้าง

- ถ้า UCL ≤ 1 → เป็นไปตามกฎหมาย
- ถ้า UCL > 1 → อาจสัมผัสสารเกินมาตรฐาน
- ถ้า x > 1 ไม่ต้องทดสอบทางสถิติ เพราะ ค่า UCL ต้อง > 1 แน่นอน

297

Grab Sample (ต่อ)

- ตัวอย่าง ทำการตรวจวัดเบนซีนโดยหลอดเก็บตย. จำนวน 35 ตย. มีความเข้มข้น (ppm) ดังนี้ (Std.=0.2 ppm)

12	15	57	11	8	1	0
23	22	34	41	19	9	5
10	17	15	36	33	78	30
26	25	78	21	13	46	20
32	43	0	52	0	3	15

298

Grab Sample (ต่อ)

X_i $x_i = X_i/Std$

12		15		57		11		8		1		0	
23		22		34		41		19		9		5	
10		17		15		36		33		78		30	
26		25		78		21		13		46		20	
32		43		0		52		0		3		15	

299

Quiz 3

- เก็บตัวอย่างไซลีนบริเวณทากาวรองเท้าซึ่งมีความเข้มข้นคงที่ เก็บนาน 8 ชั่วโมงการทำงาน จำนวน 4 ตัวอย่างใช้เวลาตัวอย่างละ 2 ชั่วโมง ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของไซลีนดังนี้ 350, 280, 500, 430 ppm มาตรฐานของไซลีนเท่ากับ 200 ppm มีค่า CV_T 0.25 จงหาความเข้มข้นของไซลีน ณ บริเวณดังกล่าว (5 คะแนน)

300

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Part 4

- เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง (Direct Reading Instruments)
- เครื่องมืออ่านค่าโดยตรงสำหรับ Combustible gas
- เครื่องมืออ่านค่าโดยตรงสำหรับ Oxygen
- เครื่องมืออ่านค่าโดยตรงสำหรับ ก๊าซพิษ
- เครื่องมืออ่านค่าโดยตรงสำหรับ อนุภาค

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Direct Reading Instruments

อาจารย์ พิรัชฎา มุสิกะพงศ์

301

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- Direct Reading Instrument คือเครื่องมือที่สามารถ<u>เก็บตัวอย่าง</u>และ<u>วิเคราะห์หาปริมาณสาร</u>ในเครื่องเดียวกันได้

302

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- Gas & Vapor
  - Combustible
  - Oxygen (Deficiency & Enrichment)
  - Toxic

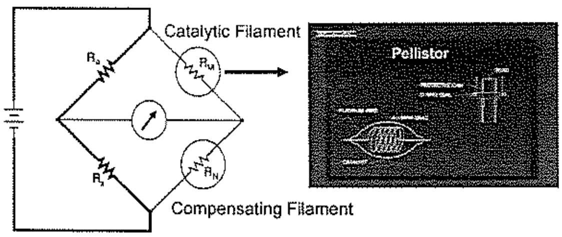
303

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- Combustible Gas
  - Catalytic sensors (Pellistors)
    - ใช้หลักการเกิดออกซิไดซ์ของก๊าซ
    - อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้ความต้านทานเปลี่ยนเราจึงสามารถตรวจวัดก๊าซได้

304

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง



305

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- Advantage
  - มีอายุการใช้งานนาน
- Disadvantage
  - การตอบสนองของ Combustible gas แต่ละชนิดต่างกัน
  - อาจทำให้เกิดพิษ
  - ปริมาณออกซิเจนอย่างน้อย 10%
  - ข้อจำกัดของปริมาณก๊าซที่จะตรวจวัดได้

306

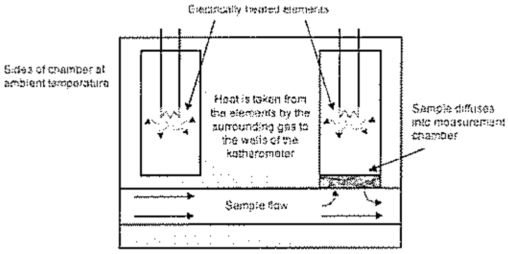
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- Combustible Gas
  - Thermal Conductivity sensors
    - ใช้สำหรับก๊าซที่มีความเข้มข้นสูงกว่า 100%LEL
    - ลดอุณหภูมิของ Sensor ทำให้ความต้านทานลดลง เราจึงอ่านค่าได้

307

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง



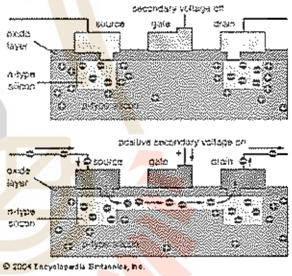
308

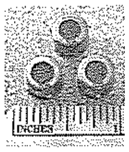
เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

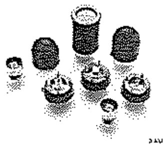
- Oxidizable Gases
  - Metals Oxide Semiconductor (Solid state, Figaro, or Taguchi sensors)
    - ก๊าซทำปฏิกิริยากับ MOS (SnO_2)
    - เกิดการเปลี่ยนแปลงความต้านทานของ MOS เราจึงสามารถตรวจวัดก๊าซได้

309

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง







310

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- Advantage
  - ราคาถูก
- Disadvantage
  - Not selective, misrepresented
  - Humidity
  - Not truly analytical—better as “go/no-go” detectors

311

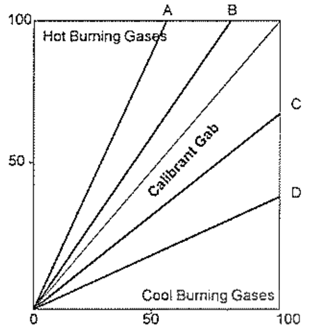
เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- เครื่องมือตรวจวัดก๊าซที่ติดไฟได้
  - %LEL Meter
    - ใช้ Catalytic sensor วัด %LEL
    - Hot Burning Gas/Vapor
    - Cool Burning Gas/Vapor
    - การตอบสนองของก๊าซ/ไอขึ้นกับก๊าซที่ใช้สอบเทียบและชนิดของ Catalyst

312

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง



313

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- ตัวอย่างที่ 1 อ่านค่าก๊าซ Methane ได้ 50%LEL มีค่า Conversion factor 0.8 ดังนั้น Methane มีความเข้มข้นกี่ ppm

314

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- การใช้กราฟมาตรฐานและ Conversion factor ใช้ได้เมื่อไม่มีก๊าซที่ติดไฟหรือไหม้ไฟได้ชนิดอื่นผสมอยู่
- ก๊าซที่ใช้ %LEL meter เช่น Methane, Propane, Acetone, Benzene, Methanol เป็นต้น

315

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- ข้อจำกัดและข้อควรระวัง
  - แบตเตอรี่มีกำลังไฟไม่เพียงพอ
  - ก๊าซกัดกร่อน
  - บรรยากาศที่ร้อน
  - การรบกวนจากไฟฟ้า

316

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- ข้อจำกัดและข้อควรระวัง
  - ของเหลวและอนุภาค
  - ความเข้มข้นของออกซิเจน
  - สารที่มีอันตรายต่อ Catalyst
  - ความเข้มข้นสูงกว่าช่วงที่ติดไฟ

317

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- ข้อจำกัดและข้อควรระวัง
  - Chlorinated hydrocarbon
  - Oxygen-acetylene mixtures

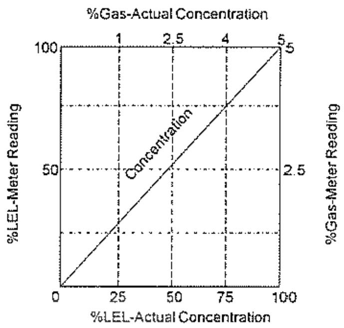
318

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- เครื่องมือตรวจวัดก๊าซที่ติดไฟได้
  - –%Gas Meter
    - ใช้เมื่อก๊าซมีค่ามากกว่า 100%LEL
    - ก๊าซที่ติดไฟและเผาไหม้ได้แต่ละชนิดทำให้ TC filament เย็นลงได้แตกต่างกัน

319

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง



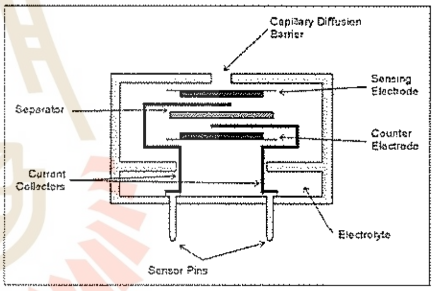
320

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนและก๊าซพิษ
  - –Electrochemical sensors
    - ก๊าซถูกดูดซับที่ Sensor แล้วผ่านไปที่ตัวกลางที่สามารถแพร่ผ่านไปได้ (Diffusion medium) และเกิดปฏิกิริยา Electrochemical

321

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง



322

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- สามารถใช้เครื่องมือตรวจวัดก๊าซต่างๆ ได้แก่ CO, Cl_2, Ethylene oxide HCHO, H_2, Hydrazine, HBr, HCl, HCN, H_2S, NO, NO_2, O_3, Propylene oxide, SO_2, Oxygen

323

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- <u>ข้อจำกัดและข้อควรระวัง</u>
  - การออกแบบ Sensor
  - ก๊าซรบกวน เช่น Ethylene, Propane, IPA, SO_2
  - Electrolite อาจเป็นสารละลายกรด ด่าง กลาง หรือเป็นพิษ
  - การซึมผ่านเมมเบรน

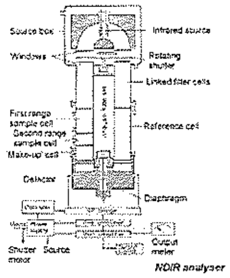
324

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- <u>ข้อจำกัดและข้อควรระวัง</u>
  - อายุการใช้งานของ Sensor ทั่วไปประมาณ 6 เดือน – 1 ปี
  - อุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วทำให้ค่าที่อ่านผิดพลาดได้
  - Semi-permeable sensor membrane มีความไวต่อการเปลี่ยนความดัน

325

NON-DISPERSIVE INFRARED (NDIR)



<u>หลักการ</u> ก๊าซดูดซึมรังสีอินฟราเรดที่ความยาวคลื่นของอนุภาค

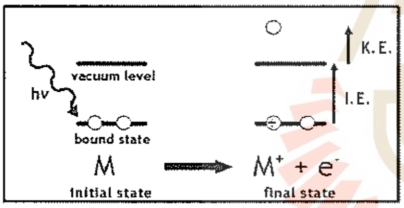
ใช้กับก๊าซที่มีองค์ประกอบหลายชนิด โดยเฉพาะก๊าซ/ไอระเหยอินทรีย์

326

PHOTOIONIZATION DETECTOR (PID)

<u>หลักการ</u> - *Ultraviolet light ionizes the target gas*

ใช้กับ - VOC



327

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

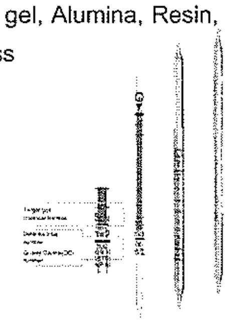
- Advantage
  - ใช้ในการวิเคราะห์ VOC ได้หลายชนิด
- Disadvantage
  - UV lamp มีราคาแพง
  - ความชื้นสูงมีผลต่อการทำงานของเครื่องมือ
  - ก๊าซที่ Ionized ต่ำจะไม่ถูก Detect

328

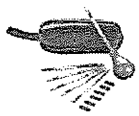
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- Detector Tube เช่น Silica gel, Alumina, Resin, Pumice หรือ Ground glass



เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง



330

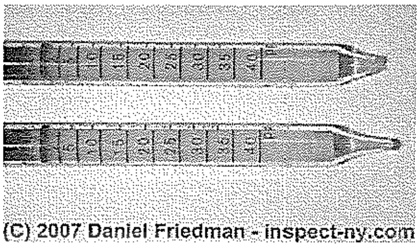
เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- Detector tube มี 4 ชนิด คือ
  - หลอดตรวจวัดโดยตรงที่มีสเกลความเข้มข้น
  - หลอดตรวจวัดที่มีตารางการแปลงค่าความเข้มข้น
  - หลอดตรวจวัดที่มีแผนภูมิความเข้มของสี
  - หลอดตรวจวัดที่ใช้การเทียบสี

331

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- หลอดตรวจวัดโดยตรงที่มีสเกลความเข้มข้น (ppm)



332

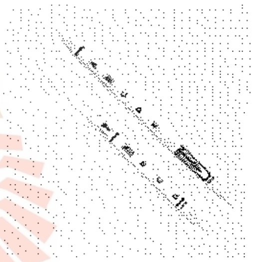
เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

<u>**ตัวอย่าง**</u> ถ้าค่าที่อ่านได้จากหลอดทดสอบเป็น 4000 ppm-ps และใช้อากาศ 10 Pump strokes จะได้ความเข้มข้นเป็นเท่าไหร่

333

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- หลอดตรวจวัดที่มีตารางการแปลงค่าความเข้มข้นหรือสเกล



334

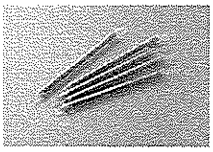
เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

No. of stroke	CALIBRATION CHART			
	Length in mm. (ตัวปกติ)		Conc. In ppm (ตัวหนา)	
½	0	4	6.5	10
	0	25	50	100
1	0	4.5	8	16.5
	0	20	40	100
2	0	4	9.5	17.5
	0	10	25	50

335

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- หลอดตรวจวัดที่มีแผนภูมิความเข้มของสี



336

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- ข้อจำกัดของการใช้ Detector tube
  - อุณหภูมิ ความชื้น และความดัน
  - แสง
  - เวลาและสภาวะที่เก็บ
  - ความจำเพาะและก๊าซที่รบกวน

337

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- Dosimeter tube & Badge
  - หลอดเก็บตัวอย่างที่ใช้เวลานาน 8 hr. เช่น Drager long-term detector
  - Passive dosimeter tube เช่น Diffusion tube

338

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- Airborne Particles (Aerosol)
  - Particle Diameter, 0.001 – 100 μm
    - Size Distribution Analyzers
    - Total (Integral) Concentration Detectors
    - Monodisperse Aerosol Standards

339

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- Size Distribution Analyzers
  - Nano DMA-UCPC
  - Laser/Optical Particle Counters
  - Aerodynamic Particle Sizer
  - Electrical Low Pressure Impactor

340

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- Total (Integral) Concentration Detectors
  - Condensation Particle Counters
  - Ultrafine CPC
  - Photometer

341

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

- Monodisperse Aerosol Standards
  - Vibrating Orifice
  - Evap.-Condens.-DMA Classification
  - Electrospray Aerosol Generator
  - Polystyrene Latex Spheres

342

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Part 5

- หลักการและวิธีการควบคุมอนุภาคแขวนลอย ก๊าซ และไอระเหย
- อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลระบบทางเดินหายใจ
- อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลของมือและแขน
- อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลของระบบการได้ยิน
- อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลของใบหน้าและดวงตา
- อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลของเท้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การควบคุมอนุภาคแขวน ก๊าซและไอระเหย

อาจารย์พิรัชฎา มุลิกะพงศ์

1

วัตถุประสงค์

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

- เข้าใจหลักการการทำงานเบื้องต้นของการควบคุมสารเคมี
- เลือกใช้วิธีการควบคุมสารเคมีที่เหมาะสม

2

หลักการและวิธีการควบคุม

- เพื่อให้แน่ใจว่าคนงานที่สัมผัสกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมจะไม่ส่งผลให้เกิดความไม่สบายหรือโรคจากการทำงาน
- วิธีการควบคุมที่นำมาใช้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของสารอันตรายและวิธีการเข้าสู่ร่างกาย

3

หลักการและวิธีการควบคุม

- การสัมผัสสารของพนักงานเกี่ยวข้องกับปริมาณของสารใน Breathing zone และ ช่วงเวลาในการสัมผัส

4

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หลักการทั่วไปในการควบคุมสารเคมี

หลักการควบคุมแบ่งออกเป็น 3 ประเภท

1. การควบคุมที่แหล่งกำเนิด (Source)
2. การควบคุมที่ทางผ่านของอันตราย (Path)
3. การควบคุมที่ตัวผู้ปฏิบัติงาน (Receiver)

5

Source Control

- ใช้สารอื่นทดแทน
- เปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต
- ใช้ระบบปิดสำหรับกระบวนการผลิต
- แยกกระบวนการผลิต
- ใช้ระบบเปียก
- ใช้ระบบระบายอากาศแบบเฉพาะที่
- มีโปรแกรมการซ่อมบำรุงที่เหมาะสมและเพียงพอ

6

Air Path Control

- มีระบบการทำความสะอาด
- ติดตั้งระบบระบายอากาศทั่วไป
- เพิ่มระยะห่างระหว่างแหล่งและผู้รับ
- มีการติดตั้งระบบการตรวจวัดหรือการเตือน
- มีโปรแกรมการซ่อมบำรุงที่เหมาะสมและเพียงพอ

7

Receiver Control

- ฝึกอบรมและให้ความรู้
- มีการหมุนเวียนพนักงาน
- จัดให้พนักงานทำงานในพื้นที่ระบบปิด
- มีการตรวจติดตามที่ตัวบุคคล
- ใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล
- มีโปรแกรมการซ่อมบำรุงที่เหมาะสมและเพียงพอ

8

หลักการทั่วไปในการควบคุมสารเคมี

หรือการใช้หลักการควบคุม 3E คือ

- Engineering controls
- (Education)-Administrative controls
- (Personal Protective Equipment

9

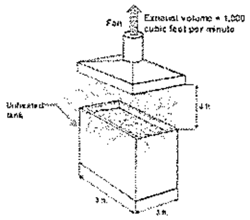
Engineering Control

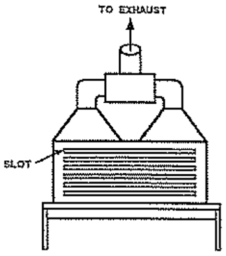
- สำหรับการควบคุมทางวิศวกรรม จะใช้การเปลี่ยน หรือลดอันตราย ตั้งแต่การเริ่มต้นของการออกแบบ หรือการนำวิธีการใช้สารทดแทน แยกส่วน หรือ ระบบระบายอากาศมาใช้ สำหรับควบคุมมลพิษ

10

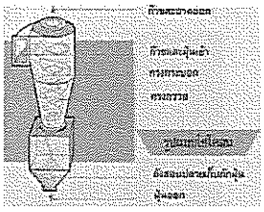
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

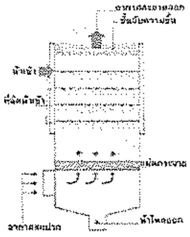
ระบบระบายอากาศ





ระบบกำจัด





Administrative Control

- สำหรับการควบคุมทางการบริหารจัดการ ใช้วิธีการลดปริมาณการสัมผัสสารของพนักงานโดยการจัดช่วงเวลาในการสัมผัสสารหรือต้องทำงานกับอันตรายให้น้อยลง ปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย และฝึกอบรมให้กับพนักงาน (การตระหนักถึงอันตรายและการปฏิบัติงานที่ดีที่ช่วยลดการสัมผัสสาร)

13

Personal Protective Equipment

- การใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลสามารถใช้ร่วมกับการควบคุมทางวิศวกรรมหรือการควบคุมวิธีอื่นๆ
- เป็นทางเลือกสุดท้ายเมื่อการปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงานไม่สามารถทำได้หรือกำลังดำเนินการอยู่

14

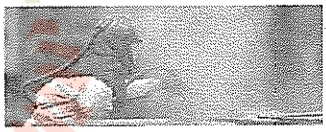
ปัจจัยในการเลือกประเภทของ PPE

1. ชนิดของสารอันตราย (Type)
2. ความเป็นพิษของสารอันตราย (Toxicity)
3. ปริมาณของสารอันตราย (Concentration)
4. คุณสมบัติของ PPE
5. PPE ได้รับการรับรองจาก NIOSH/MSHA

15

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลระบบทางเดินหายใจ

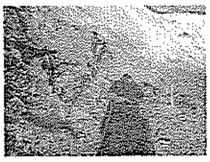
(Respiratory Protective Devices)



16

Respiratory Protective Devices

- Emergency
- Short - term Protection
- การปฏิบัติงานปกติ



17

ประเภทของอุปกรณ์

หน้ากากกรองอากาศ

(AIR-PURIFYING RESPIRATOR)

ชุดส่งผ่านอากาศ

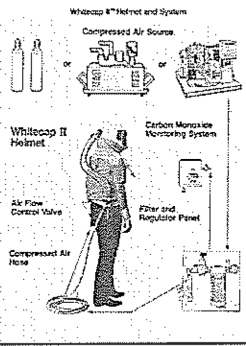
(ATMOSPHERE-SUPPLYING RESPIRATOR)

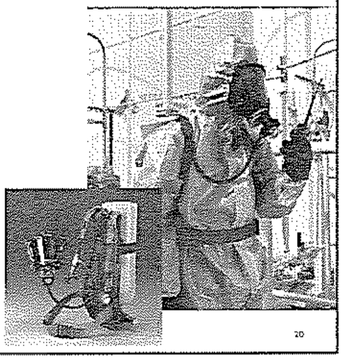
18

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Cartridge - Canister

หลักการทำงานของชุดส่งผ่านอากาศ





ปัจจัยในการคัดเลือกชุดป้องกันอันตราย

- การออกแบบเสื้อผ้า
- ความทนต่อสารเคมีของวัสดุ
- คุณสมบัติทางฟิสิกส์
- การกำจัดสารปนเปื้อน
- ต้นทุน
- มาตรฐานชุดป้องกันสารเคมี

ประสิทธิภาพของชุดป้องกันอันตราย

- ขึ้นกับปัจจัย
  - Permeation
  - Degradation
  - Penetration

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ชุดป้องกันอันตราย

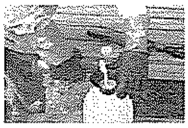
- แบ่งได้ 4 ระดับ
  - Level A: Air tight
  - Level B: SCBA
  - Level C: Air purifying device
  - Level D: ชุดทำงานปกติ

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ของมือและแขน

(Hands and Arms Protection)

ประเภท

1. ป้องกันสารเคมี (Chemical-resistant gloves)
   - ป้องกันสารเคมีประเภทต่างๆทั้งที่เป็นของแข็ง และของ เหลว
   - พิจารณา degradation, breakthrough time, permeation rate
   - วัสดุที่ใช้เช่น นีโอพรีน พีวีซี



25

ประเภท

2. ป้องกันการปนเปื้อนทั่วไป (Disposable gloves)
   - ลักษณะบาง ยืดหยุ่นดี มักใช้ครั้งเดียวทิ้ง
   - วัสดุเช่น ผ้า ไวนิล ไนไตร เป็นต้น

26

ปัจจัยในการเลือกใช้

- ประสิทธิภาพในการป้องกัน
- ลักษณะอันตราย ลักษณะงาน ชนิดของสารเคมี
- การใช้งาน: ระยะเวลาสัมผัสอันตราย ส่วนของร่างกายที่สัมผัส (มือ แขน นิ้ว)
- ผิวสัมผัสของวัตถุ (แห้ง เปียก มีน้ำมัน) และการจับยึด

27

ปัจจัยในการเลือกใช้

- ขนาด ความหนาของวัสดุ
- ความสบายและ
- การทำความสะอาดและบำรุงรักษา

28

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การทำความสะอาดและบำรุงรักษา

- ตรวจสภาพ หารอยชำรุดก่อนและหลังใช้งาน
- ทำความสะอาดทุกครั้งหลังการใช้ ผึ่งให้แห้ง และเก็บไว้ในที่ที่สะอาด และเย็น
- ควรมีที่เก็บโดยเฉพาะ
- ควรมีถุงมือใช้ประจำตัว

29

โปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

- วัตถุประสงค์การจัดทำ
  - เพื่อป้องกันโรคและอุบัติเหตุจากการทำงาน
  - เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทำงาน
  - เพื่อทำให้สถานที่ทำงานมีบรรยากาศการทำงานที่ดี

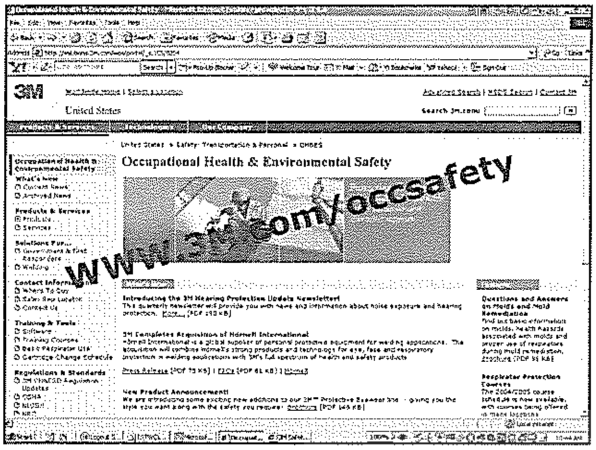
โปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

- การจัดทำโปรแกรมประกอบด้วย
  - นโยบายและการเขียนโครงการ
  - กำหนดนโยบาย
  - วัตถุประสงค์และเป้าหมาย
  - วิธีการทำงานตามมาตรฐาน
  - การตระหนักและการประเมินอันตราย

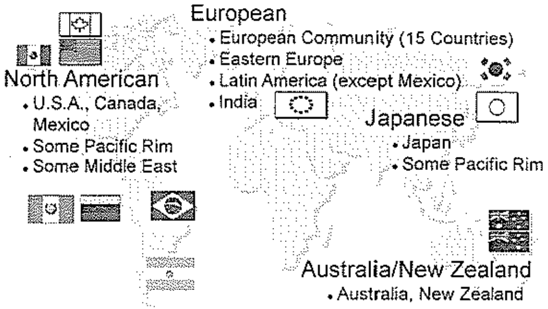
โปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

- การจัดทำโปรแกรมประกอบด้วย
  - การควบคุมอันตราย
  - การฝึกอบรมคนงาน
  - การเก็บบันทึก
  - การมีส่วนร่วมของพนักงาน
  - การประเมินโปรแกรมและการตรวจติดตามโปรแกรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



มาตรฐานการปกป้องระบบหายใจ



374

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ของระบบการได้ยิน (Hearing Protector)

375

ระดับเสียงที่อนุญาตให้รับสัมผัสได้

Permissible Noise Exposures

Duration per day, in hours	Sound level in dB*
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1½	102
1	105
½	110
¼ or less	115

• ระดับเสียงสูงสุดที่อนุญาตให้รับสัมผัสได้ต้องไม่เกิน 140 dB

แหล่งที่มา OSHA 29 CFR 1910.95

376

ระดับเสียงที่อนุญาตให้รับสัมผัสได้

[illegible]

[illegible]	[illegible]
12	87
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1½	102
1	105
½	110
¼ หรือน้อยกว่า	115

แหล่งที่มา ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2546

ประเภทของอุปกรณ์

• ปลั๊กลดเสียง (Earplugs)

• ครอบหูลดเสียง (Earmuffs)

• Banded Earplugs

376

ปลั๊กลดเสียง

ข้อดี

- ลดเสียงที่ความถี่ต่ำได้ดีกว่าครอบหูลดเสียง
- สวมใส่สบาย ไม่ร้อน
- ไม่เป็นอุปสรรคต่ออุปกรณ์อื่นบนศีรษะ
- พกพาสะดวก เก็บง่าย

ข้อเสีย

- หายง่าย
- ใช้ไม่ได้หากหูมีบาดแผล
- ใช้เวลาในใส่มากกว่า
- ผู้ใช้มักปฏิเสธการใช้ในระยะแรก

379

ครอบหูลดเสียง

ข้อดี

- ลดเสียงที่ความถี่สูงได้ดีกว่า
- สวมใส่ง่าย
- ผู้ใช้ยอมรับได้ง่าย
- มีขนาดเดียวแต่มักจะเหมาะกับศีรษะทุกขนาด

ข้อเสีย

- หนัก ขนาดใหญ่ พกพาไม่สะดวก
- ไม่เหมาะกับอากาศร้อน
- อาจเป็นอุปสรรคเมื่อใส่ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ
- ราคาแพง

380

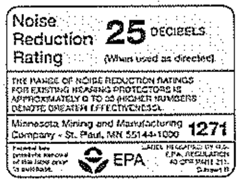
คุณสมบัติที่ควรพิจารณา

- ประสิทธิภาพในการลดเสียง (Noise Reduction Rating)
- ความสบายขณะสวมใส่
- ความง่ายและสะดวกในการใช้งาน
- ขนาดเหมาะสม
- ราคาพอสมควร
- ถูกสุขลักษณะ
- มีมาตรฐานรับรอง
- ไม่กีดขวางอุปกรณ์อื่นของศีรษะ
- หาซื้อง่าย

381

ค่าการลดเสียง (NOISE REDUCTION RATING, NRR)

- เป็นค่าซึ่งได้จากห้องปฏิบัติการแสดงประสิทธิภาพในการลดเสียงของอุปกรณ์
- เลือกค่า NRR อย่างเหมาะสม ระวังเรื่อง Over Protection



382

ค่าการลดเสียง (NOISE REDUCTION RATING, NRR)

ตัวอย่างการใช้งาน

ระดับเสียงที่พนักงานได้รับเฉลี่ย 8 ชั่วโมง = 100 dB

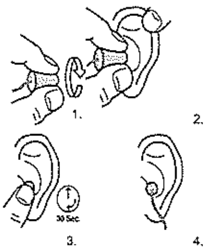
ค่าการลดเสียงของอุปกรณ์(NRR) = 30 dB

NRR/2 = 15 dB

100-15 = 85 dB

383

วิธีการสวมใส่และบำรุงรักษาปลั๊กลดเสียง (โฟม)



1. คลึงปลั๊กลดเสียงด้วยนิ้วให้มีขนาดเล็กที่สุด
2. ใช้มืออีกข้างหนึ่งอ้อมผ่านด้านหลังศีรษะไปจับใบหูและดึงขึ้นเล็กน้อย สอดปลั๊กลดเสียงเข้าไปในช่องหู
3. ใช้นิ้วมือกดไว้สักครู่ (ประมาณ 30 วินาที) ให้ปลั๊กลดเสียงขยายตัวเต็มที่แล้วจึงปล่อย
4. เวลาถอด จับที่ตัวปลั๊กและค่อยๆดึงออกมา อย่าดึงที่สาย
5. ใช้กระดาษเช็ดสิ่งสกปรก หรือล้างด้วยน้ำและผึ่งลมให้แห้งสนิทก่อนใช้ครั้งต่อไป
6. หากปลั๊กลดเสียงสกปรกมาก เปลี่ยนสภาพ หรือชำรุดให้เปลี่ยนใช้อันใหม่

384

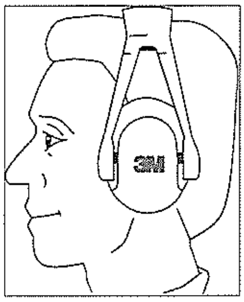
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิธีการสวมใส่ปลั๊กลดเสียง

1. ใช้มืออีกข้างหนึ่งอ้อมผ่านด้านหลังศีรษะไปจับใบหู และดึงขึ้นเล็กน้อย สอดปลั๊กลดเสียงเข้าไปในช่องหู
2. เวลาถอด จับที่ตัวปลั๊กและค่อยๆดึงออกมา อย่าดึงที่สาย
3. ใช้กระดาษเช็ดสิ่งสกปรก หรือล้างด้วยน้ำและผึ่งลมให้แห้งสนิทก่อนใช้ครั้งต่อไปหากปลั๊กลดเสียงสกปรกมาก เปลี่ยนสภาพ หรือชำรุดให้เปลี่ยนใช้อันใหม่

385

วิธีการสวมใส่ครอบหูลดเสียง

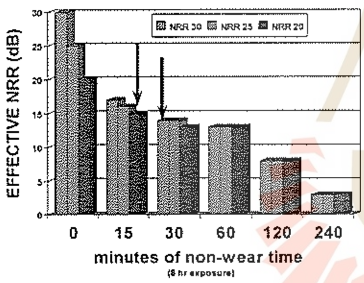


1. ครอบฝาครอบลงบนหู ให้คลุมและแนบสนิทกับพื้นที่รอบใบหู
2. ทำความสะอาดเป็นประจำด้วยการเช็ดด้วยผ้าชุบน้ำหมาด ๆ หรือถอดอุปกรณ์ออกล้างด้วยน้ำ ผึ่งลมให้แห้ง เก็บไว้ในที่สะอาด
3. ตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้นว่ายังอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ หากพบส่วนใดชำรุดให้เปลี่ยนอะไหล่ หรือเปลี่ยนอันใหม่

386

Wear Time & Effective NRR

NRR 20 ear plugs provide near equal protection than NRR 30 plugs when the difference in wear time is as small as 15 minutes



387

การทำความสะอาดและบำรุงรักษา

- ล้างด้วยน้ำหรือน้ำสบู่เป็นประจำทุกวัน หรือเมื่อสกปรก จากนั้นทิ้งไว้ให้แห้งสนิท และเก็บไว้ในที่สะอาด
- ตรวจสภาพหารอยชำรุด ฉีกขาด แข็ง เปื่อย
- สายคาดศีรษะของครอบหูลดเสียงต้องมีความกระชับและยืดหยุ่นดี

388

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลของศีรษะ (Safety Helmet)

389

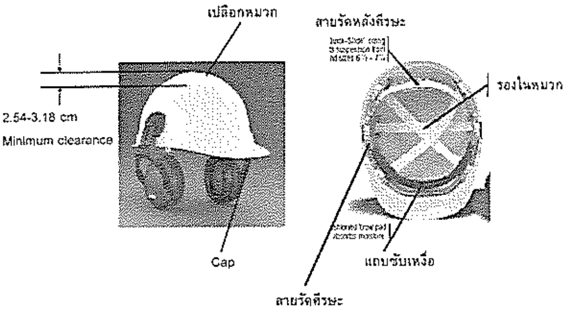
วัตถุประสงค์ ชนิด(Type) และชั้นคุณภาพ(Clas

- ป้องกันอันตรายจากของแข็งกระทบศีรษะ หรือศีรษะสัมผัสแหล่งกำเนิด/ส่งผ่านไฟฟ้า
- ชนิดกันแรงกระทบ (Impact Type)*
  - ชนิดที่ 1 ลดแรงกระทบเฉพาะส่วนบนของศีรษะเท่านั้น
  - ชนิดที่ 2 ลดแรงกระทบที่มาจากทิศทางอื่น
- ชั้นคุณภาพ*
  - ชั้นคุณภาพ G (General): ป้องกันของแข็งตกกระทบ/แทงทะลุศีรษะ ป้องกันแรงดันไฟฟ้าได้บางส่วน (≤ 2,200 VOLTS)
  - ชั้นคุณภาพ E (Electrical): ป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงๆได้ (20,000 VOLTS)
  - ชั้นคุณภาพ C (Conductive): ป้องกันของแข็งกระทบศีรษะ ไม่ป้องกันไฟฟ้า

** แหล่งที่มา ANSI Z89.1-1997*

390

ส่วนประกอบ



391

คุณสมบัติที่ควรพิจารณา

- ประสิทธิภาพ มาตรฐาน ANSI, ISO, BSI, มอก.
- ขนาดเหมาะสมกับศีรษะ
- รูปลักษณะ ความสวยงาม
- ความทนทาน
- ความสบาย น้ำหนักเบา

392

การทำความสะอาดและบำรุงรักษา

- ตัวหมวก: ตรวจหารอยแตก ร้าวหรือความเสียหายอื่นๆ และการเสื่อมสภาพจากสารเคมี แสงแดด อุณหภูมิ

  รองในหมวก: ตรวจหารอยฉีก ขาด ความยืดหยุ่น และอื่นๆ
- ทำความสะอาดเป็นประจำด้วยน้ำหรือน้ำสบู่

393

ข้อควรระวัง

- ตัวหมวกและรองในหมวกอาจสูญเสียสภาพไปเมื่อสัมผัสกับแสงแดด สารเคมีต่างๆ ความร้อนจัดหรือความเย็นจัด
- อย่าทาสีลงบนหมวก
- อย่านำหมวกไปตากกลางแดด
- อย่าเจาะรูเพิ่มที่หมวก
- อย่าทำหมวกตก ขว้าง หรือนั่งทับ

394

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ของใบหน้าและดวงตา (Eyes and Face Protection)

395

วัตถุประสงค์

- ป้องกันอันตรายจากของแข็งหรือของเหลวได้แก่ เศษวัตถุ โลหะหลอมเหลว สารเคมี สารคัดหลั่งจากคนไข้ กระเด็นเข้าสู่ใบหน้าและดวงตา
- ป้องกันอันตรายจากแสงจ้าและรังสี

396

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประเภท

- แว่นตานิรภัย (Safety Glasses)
- ครอบตานิรภัย (Safety Goggles)
- กระบังหน้า (Face shield)
- หน้ากากเชื่อม (Welding Shield)

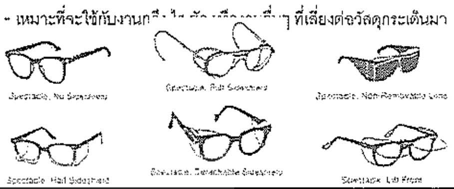
397

แว่นตานิรภัย

1. <u>แว่นตานิรภัย</u> (Safety glasses or spectacles) มีรูปร่างและลักษณะเหมือน

แว่นตาที่ใช้กันทั่วไป แต่ต่างกันที่เลนส์ของแว่นตานิรภัยสามารถทนทานต่อแรงกระแทก แรงเจาะ ความร้อน และสารเคมีได้ดีเป็นพิเศษ

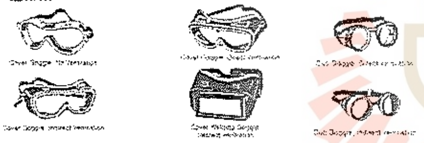
- เหมาะที่จะใช้กับงานก [illegible] ที่เสี่ยงต่อวัสดุกระเด็นมา



398

ครอบตานิรภัย

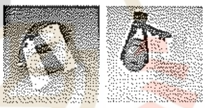
2. <u>ครอบตานิรภัย</u> (Goggles) เป็นอุปกรณ์ป้องกันที่ใช้ครอบปิดดวงตาทั้งสองข้าง โดยโครงของแว่นตาจะแนบสนิทกับรูปหน้าด้วยสายรัดศีรษะ ซึ่งมีทั้งประเภทที่แยกครอบดวงตาแต่ละข้าง และปิดครอบทั้งสองข้าง และย่อยลงไปอีกตามลักษณะงานที่ใช้ และชนิดของเลนส์ เช่น ป้องกันการกระแทก การกระเด็นของวัตถุ ฝุ่นฟุ้ง การกระเด็นและไอของสารเคมี แสงจ้า รังสี สะเก็ดไฟ เป็นต้น



399

กระบังหน้า

3. <u>กระบังหน้า</u> (Face shields) มีลักษณะเป็นแผ่นวัสดุโค้งครอบใบหน้า เพื่อป้องกันอันตรายต่อใบหน้าและลำคอจากการกระเด็น กระแทกของวัตถุ สารเคมี เป็นต้น ซึ่งในบางกรณีควรจะใช้ร่วมกับแว่นตานิรภัย หรือแว่นครอบตาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกัน



วัสดุที่ใช้ทำควรมีความแข็งแรง ทนทาน และน้ำหนักเบาซึ่งมีหลายประเภทแล้วแต่ลักษณะการใช้ เช่น โปร่งใส มีสี เป็นตะแกรงลวด หรือรวมกัน

400

แว่นตา,หน้ากากเชื่อม

- ปกป้องใบหน้าและดวงตาจากสะเก็ดไฟ เศษโลหะหลอมเหลว แสงจ้า รังสี จากงานเชื่อม หลอม บัดกรี ตัดโลหะ
- เลนส์กรองแสงได้ เลือกความทึบแสงได้ตามประเภทของงานเชื่อมซึ่งให้ความสว่างและรังสีแตกต่างกัน
- แบบกระบังหน้าชนิดมือถือหรือสวมศีรษะ และแบบครอบตา

401

ความเข้มของเลนส์ในงานเชื่อม (ตัวอย่าง)

แหล่งที่มา OSHA 29 CFR 1910.133(a)(5)

Filter Lenses for Protection Against Radiant Energy

Operations	Electrode size in 1/32" (0.8mm)	Arc current	Minimum* protective shade
Shielded metal arc welding	< 3	< 60	7
	3 - 5	60 - 160	8
	5 - 8	160 - 250	10
	> 8	250 - 550	11

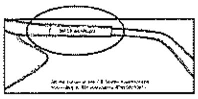
Filter Lenses for Protection Against Radiant Energy

Operations	Plate thickness inches	Plate thickness mm	Minimum* protective shade
Gas welding: Light	< 1/8	< 3.2	4

402

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คุณสมบัติที่ควรพิจารณา



- ประสิทธิภาพ มาตรฐาน: ANSI, ISO , BSI, EN
- ความพอดีกับใบหน้า ไม่บดบังสายตา
- ความสบายขณะสวมใส่ น้ำหนักเบา
- ทนทานต่อความร้อน การกัดกร่อนของสารเคมี
- ไม่เกิดอาการระคายเคืองต่อผิวหนัง
- ทนทาน ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคง่าย
- ไม่เป็นอุปสรรคต่อการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลชนิดอื่นบนใบหน้า

403

การบำรุงรักษา

- ทำความสะอาดหลังการใช้งานทุกวัน ด้วยน้ำสบู่ อาจใช้ร่วมกับน้ำยาฆ่าเชื้อโรคก็ได้
- ตรวจสภาพของกรอบและเลนส์ หารอยชำรุด ร้าว แตก พร่ามัว
- เก็บรักษาในที่ที่สะอาด แห้ง ไม่ร้อน ปราศจากฝุ่น

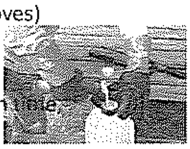
404

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ของมือและแขน (Hands and Arms Protection)

405

ประเภท

1. ป้องกันสารเคมี (Chemical-resistant gloves)
   - ป้องกันสารเคมีประเภทต่างๆทั้งที่เป็นของแข็ง และของ เหลว
   - พิจารณาdegradation, breakthrough time, permeation rate
   - วัสดุที่ใช้เช่น นีโอพรีน พีวีซี
2. ป้องกันการปนเปื้อนทั่วไป (Disposable gloves)
   - ลักษณะบาง ยืดหยุ่นดี มักใช้ครั้งเดียวทิ้ง
   - วัสดุเช่น ผ้า ไวนิล ไนไตร เป็นต้น



406

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประเภท

3. ป้องกันรอยขีดข่วน ของมีคม (Abrasive-resistant gloves)
   - หนัง ผ้าใบ ป้องกันของมีคมบาด ตัด ความร้อนจัดหรือเย็นจัด
   - โลหะสาน ป้องกันของมีคมมากๆ
4. ป้องกันอุณหภูมิ(Temperature-resistant gloves)
   - ป้องกันอุณหภูมิร้อนจัดหรือเย็นจัด
   - วัสดุเช่น หนัง เคฟลา เป็นต้น
5. ป้องกันไฟฟ้า
   - ต้องใช้คู่กับถุงมือหนังเสมอ โดยสวมถุงมือหนังไว้ด้านนอก

407

ปัจจัยในการเลือกใช้

- ประสิทธิภาพในการป้องกัน
- ลักษณะอันตราย ลักษณะงาน ชนิดของสารเคมี
- การใช้งาน: ระยะเวลาสัมผัสอันตราย ส่วนของร่างกายที่สัมผัส (มือ แขน นิ้ว)
- ผิวสัมผัสของวัตถุ (แห้ง เปียก มีน้ำมัน) และการจับยึด
- ขนาด ความหนาของวัสดุ
- ความสบาย
- การทำความสะอาดและบำรุงรักษา

408

ตารางการเลือกใช้วัสดุป้องกัน

The Canadian Centre for Occupational Health & Safety (CCOHS) Infogram K10, January 1998.

Guide to the Selection of Skin Protection

HAZARD	DEGREE OF HAZARD	PROTECTIVE MATERIAL
Abrasion	Severe Less severe	- Reinforced heavy rubber, staple-reinforced heavy leather - Rubber, plastic, leather, polyester, nylon, cotton
Sharp edges	Severe Less severe Mild with delicate work	- Metal mesh, staple-reinforced heavy leather, Kevlar-steel mesh - Leather, Terry cloth (Aramid fiber) - Lightweight leather, polyester nylon, cotton
Chemicals and Fluids	Risk varies according to the chemical, its concentration, & time of contact among other factors. Refer to the manufacturer or product MSDS	**Dependant on chemical.** Examples include natural rubber, neoprene, nitrile rubber, PTFE, Teflon, Viton, polyvinyl chloride, polyvinyl alcohol Saranex, 4H Barricade, Chemrel, Responder
Cold		Leather, insulated plastic or rubber, wool, cotton

409

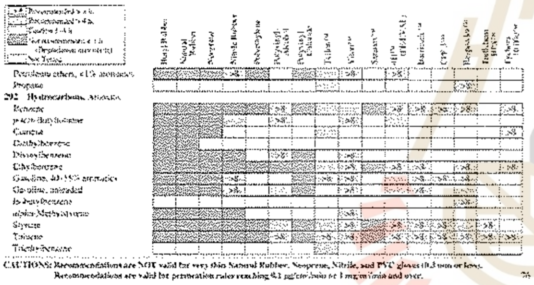
ตารางการเลือกใช้วัสดุป้องกัน

The Canadian Centre for Occupational Health & Safety (CCOHS) Infogram K10, January 1998

Electricity		Rubber-insulating gloves tested to appropriate voltage with leather outer-glove
Heat	High temperature- over 350°C Medium high - over 350° Warm - up to 200°C Less warm - up to 100°C	- Asbestos, Zetex - Nomex, Kevlar, neoprene-coated asbestos, heat resistant leather with linings - Nomex, Kevlar, heat resistant leather, terry cloth (Aramid fiber) - Chrome-tanned leather, terry cloth
General Duty		Cotton, terry cloth, leather
Product Contamination		Thin-film plastic, lightweight leather, cotton, polyester, nylon
Radiation		Lead-lined rubber, plastic or leather

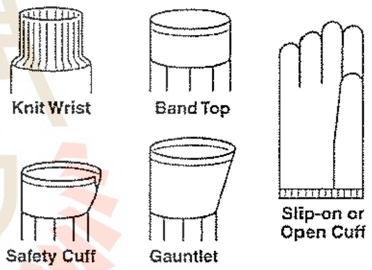
410

ตารางการเลือกใช้วัสดุป้องกันสารเคมี



411

ขอบถุงมือชนิดต่างๆ



412

การทำความสะอาดและบำรุงรักษา

- ตรวจสภาพ หารอยชำรุดก่อนและหลังใช้งาน
- ทำความสะอาดทุกครั้งหลังการใช้ ผึ่งให้แห้ง และเก็บไว้ในที่ที่สะอาด และเย็น
- ควรมีที่เก็บโดยเฉพาะ
- ควรมีถุงมือใช้ประจำตัว

413

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ของเท้า (Foot Protection)

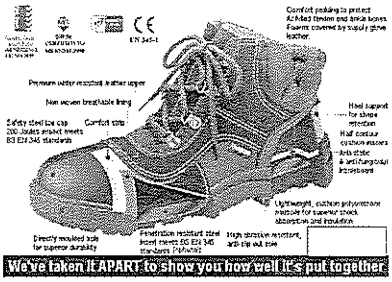
414

วัตถุประสงค์

- ป้องกันการกระแทก ทับ หนีบ หรือทิ่มแทง จากวัตถุต่างๆ
- ป้องกันสารเคมี
- ป้องกันความร้อน
- ป้องกันการลื่นล้ม

415

โครงสร้าง



416

คุณสมบัติที่ควรพิจารณา

- ประสิทธิภาพ มีมาตรฐานรับรอง: ANSI, ISO, มอก.
- ขนาด
- ความเหมาะสมกับลักษณะงาน
- น้ำหนัก
- ความสวยงาม

417

การทำความสะอาดและบำรุงรักษา

- ทำความสะอาดเป็นประจำด้วยการปัด เช็ดฝุ่นออกหรือ ล้างด้วยน้ำสะอาด ผึ่งแดด หรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต
- ตรวจหารอยชำรุด รู รอยขาดโดยเฉพาะรองเท้ากันสารเคมีและกันไฟฟ้า
- ควรมีใช้เป็นของส่วนตัว
- ควรใช้คู่กับถุงเท้า
- ไม่ควรสวมกลับบ้าน

418

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อุปกรณ์ป้องกันการตกจากที่สูง

- สำหรับการทำงานบนที่สูง การทำงานต่างระดับที่ต้องเสี่ยงกับการตกจากที่สูง
- แบ่งตามลักษณะและการใช้งานออกเป็น 3 ประเภทได้แก่
  - เข็มขัดนิรภัย (Safety Belt)
  - สายรัดตัวนิรภัย (Safety Harness)
  - สายช่วยชีวิต (Lifeline)

419

เข็มขัดนิรภัย

- ใช้รัดเข้ากับลำตัวของผู้ใช้ ใช้ร่วมกับเชือก/ แถบนิรภัย
- ทำจากหนัง เส้นใยฝ้าย <u>เส้นใยสังเคราะห์</u> (ทนทานต่ออุณหภูมิ ความชื้น เชื้อรา และสภาพแวดล้อมต่างๆ)
- เชือกนิรภัย:
  - ทำจากหนัง ใยสังเคราะห์
  - ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 0.5 นิ้ว ยาวไม่เกิน 1.8 เมตร
  - รับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 2450 กิโลกรัม

420

สายรัดตัวนิรภัย

- ช่วยพยุงร่างกายได้ดีกว่าเข็มขัดนิรภัย
- แบ่งออกเป็น 3 แบบ
  - แบบคาดหน้าอก ไม่เหมาะกับการป้องกันการตกในแนวดิ่ง ใช้ดึงตัวกลับจากการทำงานในที่ลึก
  - แบบคาดหน้าอก เอว และขา
  - แบบแขวนตัว มีจุดรวมน้ำหนักที่ด้านหลัง สำหรับการห้อยหรือแขวนตัวเพื่อทำงานในบริเวณที่ไม่มีที่ยืนหรือนั่ง

421

สายช่วยชีวิต

- ใช้ยึดกับโครงสร้างหรือส่วนที่มั่นคงแข็งแรง และใช้เป็นที่ยึดรองเชือกนิรภัย
- ทำจากเส้นใยสังเคราะห์ ลวด

422

การตรวจสอบ

- ก่อนใช้: ตรวจความพร้อม หารอยชำรุด (ทำทุกครั้งก่อนใช้งาน)
- หลังใช้: ทำความสะอาดโดยการเช็ดด้วยผ้าหมาดน้ำ หรือล้างด้วยน้ำสะอาด หรือน้ำสบู่ แล้วผึ่งลมให้แห้ง
- ตรวจส่วนประกอบต่างๆ หากชำรุดให้เปลี่ยนอะไหล่

423

การจัดทำโครงการ
อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลในสถานที่ทำงาน

ปัญหาที่พบบ่อย

- เลือกอุปกรณ์ไม่เหมาะสม
- ใช้อุปกรณ์ไม่ถูกวิธี
- พนักงานเกิดความเข้าใจเรื่องความปลอดภัยอย่างผิดๆขณะใช้อุปกรณ์

424

กิจกรรมโครงการ

- ประเมินสภาพอันตรายของลักษณะงานต่างๆ และเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสม
- ฝึกอบรมพนักงาน
- กำกับดูแลการใช้อุปกรณ์

425

การประเมินสภาพอันตราย

- อธิบายรายละเอียดของกระบวนการการทำงาน
- ค้นหาสภาพอันตรายที่เกิดจากกระบวนการการทำงาน
- ผลของอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับคนทำงาน
- เลือกอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสม

426

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การประเมินสภาพอันตราย

เมื่อไร?

- กระทำกับทุกกระบวนการการทำงาน ทั้งที่ต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลและอาจจะต้องใช้
- กระบวนการการทำงานเปลี่ยน
- มีกระบวนการการทำงานใหม่เกิดขึ้นและอาจมีสภาพอันตราย

427

การฝึกอบรม

หัวข้อการฝึกอบรม

- ทำไมจึงต้องใช้อุปกรณ์
- วิธีการพิจารณาอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับลักษณะงานประเภทต่างๆ
- วิธีการใช้และบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง
- ข้อจำกัดของอุปกรณ์

428

การฝึกอบรม

การฝึกอบรมกระทำเมื่อ:

- เริ่มต้นโครงการ
- พนักงานใหม่และ/หรือย้ายงานใหม่
- พนักงานเดิมที่ได้เวลาอบรมซ้ำ

รูปแบบของการอบรม

- ชั้นเรียน หรือ ตัวต่อตัว

429

การประเมินผลทางการแพทย์

- การตรวจความพร้อมของร่างกายต่องานที่จะทำ (FITNESS FOR DUTY)
- การเฝ้าระวังทางการแพทย์ (MEDICAL SURVEILLANCE)
- การตรวจและวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ (BIOLOGICAL MONITORING)

430

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปัญหาที่พบบ่อย (ต่อ)

- การประเมินสภาพอันตรายเพื่อการเลือกใช้อุปกรณ์ฯ
  - ไม่มีข้อมูล/มีแต่ไม่พอ (ระดับเสียง ชนิด/ปริมาณสารเคมีในอากาศ MSDS ฯลฯ)
  - ไม่ทราบว่าข้อมูลใดที่จำเป็น (อันตรายของลักษณะงาน กระบวนการผลิต ปฏิกิริยาเคมี ฯลฯ)
- ข้อมูลของอุปกรณ์ฯ
  - ไม่มี/มีแต่ไม่พอ/มีแต่ไม่ถูกต้อง/มีมากเกินไป
  - แหล่งข้อมูล: Catalog Internet MSDS ตัวแทนจำหน่าย เอกสารความปลอดภัยของบริษัท ตำรา เป็นต้น

431

ปัญหาที่พบบ่อย (ต่อ)

- การเลือกซื้อ
  - ปัจจัยภายนอก: หาซื้อยาก ราคาแพง คุณภาพการบริการไม่ดี การทดลองใช้ (ไม่มีตัวอย่างให้ทดลอง ไม่ให้ทดลอง)
  - ปัจจัยภายใน: ซื้ออุปกรณ์แตกต่างจากที่ต้องการ (ไม่มีงบประมาณ งบจำกัด ผู้บริหารไม่สนใจ/ไม่เห็นประโยชน์
- การใช้งาน
  - ใช้ไม่เป็น ใช้ไม่ถูกต้อง/ ไม่ยอมใช้/ ใช้แล้วเกิดความเข้าใจผิด (ทำงานประมาท)

432

ปัญหาที่พบบ่อย (ต่อ)

- การบริหารจัดการอุปกรณ์
  - ผู้บริหารไม่สนใจ
  - ผู้รับผิดชอบ (จป.) มีงานมากเกินไป
  - เห็นเป็นเรื่องไม่สำคัญ/ สำคัญน้อย
  - ไม่มั่นใจว่าพนักงานใช้อุปกรณ์ถูกต้องหรือไม่ (เดินสำรวจ สอบถาม ฝึกอบรม Checklist)
  - การดำเนินโครงการการใช้อุปกรณ์ฯ

433

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี