

Summary Industrial Hygiene

หน่วยที่ 9 : การประเมินและควบคุมอันตรายจากเสียงและความสั่นสะเทือน

แนวคิด

- เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือนของโมเลกุลของตัวกลางที่เสียงเคลื่อนที่ผ่าน เสียงหมายถึง ค่าการเปลี่ยนแปลงของความดันที่เกิดขึ้นในตัวกลางที่เสียงนั้นเคลื่อนที่ผ่าน สมบัติของเสียงที่สำคัญได้แก่ ความเร็วของเสียง ความยาวคลื่น ความถี่ของเสียง ความเข้มและระดับความเข้มของเสียง กำลังและระดับกำลังของเสียง และความดันและระดับความดันของเสียง
ความสั่นสะเทือน หมายถึง การเคลื่อนไหวในลักษณะที่เป็นคลื่นของวัตถุตั้งแต่ลักษณะง่ายๆถึงลักษณะที่ซับซ้อนมาก
ความสั่นสะเทือนในทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรม หมายถึง การเคลื่อนไหวของวัตถุที่เป็นของแข็งเท่านั้น อาจแบ่งความสั่นสะเทือนที่เกิดจากการทำงานได้ 2 ประเภท คือ ความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายและความสั่นสะเทือนเฉพาะบางส่วนของร่างกาย
ความสั่นสะเทือนมี 2 ลักษณะ คือ ความสั่นสะเทือนที่มีลักษณะสม่ำเสมอ และความสั่นสะเทือนที่มีลักษณะไม่สม่ำเสมอ
ความสั่นสะเทือนที่มีลักษณะสม่ำเสมอเกิดจากการเคลื่อนไหวของวัตถุแบบ ฮาร์โมนิก แบ่งเป็น 4 ลักษณะ คือ การแทนที่ ความเร็ว ความเร่ง และการกระตุก
ความสั่นสะเทือนที่มีลักษณะไม่สม่ำเสมอเกิดจากการเคลื่อนไหวของวัตถุที่ซับซ้อนและไม่กลับสู่ตำแหน่งเดิมอีก
อันตรายจากความสั่นสะเทือนแบ่งตามลักษณะของการสัมผัสความสั่นสะเทือนที่ช่วงความถี่ของคลื่น ความสั่นสะเทือนมี 3 ระดับ ความสั่นสะเทือนมี 3 ระดับ คือ ระดับต่ำมาก ระดับต่ำ และระดับสูง
- เสียงที่มีความยาวคลื่นยาว จะมีความถี่ต่ำ เสียงที่มีความยาวคลื่นสั้น จะมีความถี่สูง
 $ความเร็วเสียง = ความยาวคลื่น \times ความถี่$
- อันตรายของเสียงที่มีต่อมนุษย์**
 - อันตรายต่อระบบการได้ยิน**
 - เกิดจากเสียงดังมากกระทบเซลล์ขนที่หูชั้นในตรงบริเวณอวัยวะรูปก้นหอยเป็นเวลานานจนไม่สามารถปรับสภาพกลับสู่สภาพเดิมได้ เซลล์ขนจะหลุดร่วงไปทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยิน การสูญเสียเซลล์ขนอาจใช้เวลานาน การสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราวเกิดจากการสัมผัสเสียงดังเป็นเวลานานและได้พักเพียงพอให้เซลล์ขนคืนสภาพเดิมได้ การสูญเสียการได้ยินแบบถาวร คือการหลุด/การสูญเสียเซลล์ขนเนื่องจากการสัมผัสเสียงดังเป็นเวลานานติดต่อกัน
 - เกิดมากที่ช่วงความถี่เสียงสูง 3000 - 6000 เฮิร์ตซ์
 - อันตรายต่อสุขภาพทั่วไป**
 - ทำให้การทำงานของระบบไหลเวียนโลหิต ระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อทำงานผิดปกติ
 - ทำให้สมดุร่างกายเปลี่ยนแปลงโดยทำให้ความดันโลหิตสูงขึ้นกว่าปกติ การเต้นของหัวใจผิดปกติ การหดตัวของเส้นเลือดผิดปกติ
 - อันตรายต่อความปลอดภัยในการทำงาน**
 - ทำให้พฤติกรรมบุคคลเปลี่ยนแปลง เช่น เชื่องช้าต่อการตอบสนองต่อสัญญาณต่างๆ
 - เสียงดังรบกวนทำให้รบกวนสมาธิในการทำงาน การนอนหลับ การสื่อสาร
- Vibration คือ** การเคลื่อนไหวในลักษณะที่เป็นคลื่นของวัตถุ อาจเป็นก๊าซ ของแข็ง ของเหลว การเกิดเสียงจะเกิดจากการเคลื่อนไหวของอนุภาคที่ความถี่ของคลื่นความสั่นสะเทือนในช่วง 20 - 20000 เฮิร์ตซ์
- ลักษณะความสั่นสะเทือน**
 - ความสั่นสะเทือนที่มีลักษณะสม่ำเสมอ**

จะเคลื่อนที่จากจุดอ้างอิงในลักษณะสม่ำเสมอซ้ำๆ เรียกว่า Harmonic motion จำแนกตามลักษณะการเคลื่อนไหวได้คือ

 - 1.1.การแทนที่ มีความสำคัญมากในการศึกษาโครงสร้างที่เกิดการโค้งงอหรือผิดแบบจากเดิม
 - 1.2.ความเร็ว มีประโยชน์สำหรับใช้เป็นเกณฑ์ในการบำรุงรักษา rotating machine
 - 1.3.ความเร่ง มีประโยชน์สำหรับใช้วัดความสั่นสะเทือนของเครื่องจักรเพื่อหาสาเหตุของความบกพร่อง
 - 1.4.การกระตุก มีความสัมพันธ์ต่อการเคลื่อนที่ที่นุ่มนวลของรถ ลิฟต์
 - 2.ความสั่นสะเทือนที่มีลักษณะไม่สม่ำเสมอ เกิดจากการเคลื่อนไหวของวัตถุที่ซับซ้อนและไม่กลับสู่ตำแหน่งเดิมอีก
- ผลของอันตรายจากการสัมผัสความสั่นสะเทือนที่ความถี่ต่างๆ**
 - 1.น้อยกว่า 2 Hz เช่นเดินทางโดยรถต่างๆ เกิดอาการวิงเวียน ตัวเย็น เหงื่อออก อาเจียน รู้สึกไม่สบายนั้นคือการเมาเรือ เกิดจากประสาทส่วนกลางถูกรบกวน จะลดลงเมื่อมีอายุและประสบการณ์เดินทางมากขึ้น
 - 2.ที่ 2 - 20 Hz เช่นนั่งรถบรรทุก รถไฟ รถชุด เกิดการระส่ำระสายทำให้เกิดความเค้นในช่องท้อง เสียสมดุร่างกาย เกิดการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย หายใจเร็วขึ้นเนื่องจากความสามารถในการให้ออกซิเจนของร่างกายถูกจำกัดลง
 - 3.ที่ 20 - 1000 Hz ขึ้นกับชนิดเครื่องมือที่ใช้และอวัยวะที่สัมผัส
- เครื่องมือวัดเสียงและอุปกรณ์**
 - 1.เครื่องวัดเสียง**

คลื่นเสียงจะกระทบไดอะแฟรมของไมโครโฟนให้สั่นตามความดัน ส่วนนี้จะถูกขยายแปลงสัญญาณมาอ่านค่าที่ RMS voltmeter ในรูปของค่า logarithmic scale ที่มีเดออร์นี้สามารถปรับให้อ่านช้าหรือเร็วได้
 - 2.ประเภทเครื่องวัดเสียง ตามมาตรฐานANSI มี 4 ประเภท**

โดย type 1 และ 2 (precision type and general purpose type) มีประสิทธิภาพการตรวจวัดสูงมาก ใช้ประเมินเสียงดังตามกฎหมายของ OSHA , ส่วน type 3 ใช้ตรวจวัดค่าโดยประมาณเท่านั้น , type 4 ใช้วัดงานเฉพาะ
 - 3.เครื่องวัดปริมาณเสียง**

เป็นแบบ type 4 ใช้วัดสำหรับการสัมผัสเสียงตลอดเวลาทำงาน 8 ชม.โดยจะคำนวณว่าเกินค่ามาตรฐานหรือไม่ ขนาดเล็ก
 - 4.เครื่องวัดเสียงแบบวิเคราะห์ความถี่**

5. อุปกรณ์ตรวจวัดเสียง

- อุปกรณ์ปรับความถูกต้อง ใช้ก่อนและหลังวัดเสียง
- ฟองน้ำกันลมแรง
- ขาดัง

8 เทคนิคการตรวจวัดเสียง

- ระดับเสียงไม่ควรเคลื่อนไหวแปรปรวนมากเกินกว่า 8 เดซิเบล ให้อ่านค่าเฉลี่ยของช่วงการแกว่งหรือใช้เครื่องที่ละเอียดกว่า
- ตั้งเครื่องให้อ่านค่าที่สเกล เอ (เดซิเบล เอ) และเป็นการอ่านแบบช้า
- การวัดควรให้ไมโครโฟนอยู่ระดับหู
- ไม่ควรมีผู้ทำงานในบริเวณนั้นๆ หรือให้มีคนยืนอ่านค่าอันคนที่สุดและห่างจากไมโครโฟน 2 ฟุต

9 การประเมินความดังเสียง noise evaluation

มุ่งเน้นเสียงดังที่มีผลต่อการได้ยินของมนุษย์ คิดเป็น เดซิเบล เอ เทียบกับค่ามาตรฐาน และตั้งให้อ่านค่าแบบช้า

1. การประเมินความดังเสียงเบื้องต้น

วัดเสียงในพื้นที่ไม่เกินกว่า 1000 ตรฟ. ที่จุดกึ่งกลางพื้นที่ ถ้าค่าต่ำกว่า 84 เดซิเบล เอ แสดงว่าปลอดภัยถ้าอยู่ที่ 84 -92 ต้องประเมินรายละเอียดมากกว่านี้

2. การประเมินความดังเสียงที่จุดปฏิบัติงาน

ถ้าค่าต่ำกว่า 90 เดซิเบล เอ ตลอดเวลาทำงาน 8 ชม. แสดงว่าปลอดภัย

3. การประเมินความดังเสียงอย่างละเอียด

มีค่าสูงและต่ำกว่า 90 เดซิเบล เอ เนื่องจากเคลื่อนย้ายจุดทำงานตลอด ต้องจดวัดค่าที่ระดับเสียงนั้นๆ เป็นนาฬิกาและหารด้วยระยะเวลาที่สัมผัส ทุกๆจุดรวมกันถ้าเกิน 1 แสดงว่าปริมาณเสียงมากกว่าที่มาตรฐานกำหนด

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots + \frac{C_n}{T_n} = D$$

$D > 1$ = ปริมาณเสียงที่ได้รับเป็นอันตรายต่อการได้ยิน

$D < 1$ = ปริมาณเสียงที่ได้รับไม่เป็นอันตรายต่อการได้ยิน

$D = 1$ = ปริมาณเสียงที่ได้รับมีค่าเท่ากับมาตรฐานกำหนด

C คือ ระยะเวลาที่สัมผัสกับเสียงดังที่ระดับเสียงดังหนึ่งๆ

T ระยะเวลาที่อนุญาตให้สัมผัสที่ระดับเสียงดังหนึ่งๆ ตามตาราง 9.4 เช่น 8 ชม. ที่ 90dBA, 2 ชม. ที่ 100dBA

ถ้าค่าเสียงอยู่ในมาตรฐานกำหนด 80 dBA จะไม่กำหนดระยะเวลาในการสัมผัสให้ $C/T = 0$

ระดับเสียงสูงสุดที่ OSHA กำหนดไว้คือ 115 dBA ระยะเวลาสัมผัสไม่ควรเกิน 0.25 ชั่วโมง

4. การประเมินความดังเสียงสำหรับเสียงดังชนิดที่เป็นเสียงกระแทก

ใช้เครื่องวัดเฉพาะ ในไทยยังไม่กำหนดสำหรับประเภทนี้

5. ในกรณีที่ใช้เครื่องวัดปริมาณเสียงติดตัวที่ผู้ทำงานโดยตรง

ให้อ่านค่าทันทีหลังทำงานเสร็จ 8 ชั่วโมง ค่าจะอยู่ในรูปร้อยละ และค่าที่ได้ถ้าเกินร้อยละร้อยละแสดงว่าปริมาณเสียงดังมาก

10 มาตรการทางด้านวิศวกรรมที่ใช้ในการควบคุมเสียงที่แหล่งกำเนิด

1. การออกแบบอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักรที่ทำงานเงียบ
2. เลือกใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักรที่ทำงานเงียบ
3. การใช้กระบวนการผลิตที่ไม่ทำให้เกิดเสียงดัง
4. การปิดล้อมเครื่องจักร enclosure สามารถควบคุมเสียงได้ทุกทิศทางโดยใช้วัสดุซับเสียง mineral wool
5. การติดตั้งเครื่องจักรให้วางอยู่ในตำแหน่งที่มั่นคง
6. การบำรุงรักษาอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักรอยู่เสมอ

11 การควบคุมเสียงพิจารณาองค์ประกอบที่

1. การควบคุมเสียงที่แหล่งกำเนิด source of noise เป็นทางเลือกแรกที่จะทำ(ดูที่ข้อ 10)

2. การควบคุมเสียงที่ทางผ่านของเสียง path

- เพิ่มระยะทางระหว่างจุดกำเนิดเสียงกับผู้ปฏิบัติงาน
- ติดตั้งฉากขวางกันทางเดินเสียงในอากาศ เหมาะกับเสียงที่มีความถี่สูง ลดได้ 15 dBA
- ติดตั้งวัสดุซับเสียงที่ผนังและเพดาน ลดได้ 10 dBA

3. การควบคุมเสียงที่ผู้ปฏิบัติงาน receiver

- กั้นห้องทำงานแยกออกจากแหล่งกำเนิดเสียง เช่น ห้องควบคุม
- ทำจากกันเสียงบริเวณที่ทำงาน
- ใช้ ear plug ใช้ดีที่ความถี่ต่ำ 100 - 105 dBA , และ ear muff ใช้ดีที่ความถี่สูง

12 เครื่องมือวัดความสั่นสะเทือน

ที่นิยมใช้คือแบบ ปิคอัพ ต่อเข้ากับเครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้า เครื่องวิเคราะห์ความสั่นสะเทือน และเครื่องบันทึก

1. ปิคอัพ วัดความสั่นสะเทือนได้ทั้งในรูปของการแทนที่ความเร็ว แต่นิยมใช้มากที่สุดคือเครื่องวัดความเร่ง accelerometers ชนิดใช้แบริ่งคัมการเดินกระแสไฟฟ้าสามารถวัดได้ช่วง 2 - 20000 เฮิรตซ์
2. เครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้า ทำหน้าที่ขยายสัญญาณไฟฟ้าจากพิคอัพและเปลี่ยนค่าแรงดันไฟฟ้า impedance ที่สูงจากพิคอัพให้อยู่ในค่าที่เหมาะสม
3. เครื่องวิเคราะห์ความสั่นสะเทือน สามารถวัดค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่ารูทมีนสแควร์ (root mean square , RMS) ของการแทนที่ความเร็ว และความเร่งของความสั่นสะเทือน
 - constant bandwidth analyzer เหมาะกับความสั่นสะเทือนที่มีลักษณะสม่ำเสมอ
 - constant percentage analyzer เหมาะกับความสั่นสะเทือนที่มีลักษณะไม่สม่ำเสมอ
4. เครื่องบันทึกความสั่นสะเทือน ชนิดพิมพ์ผลตัวเลขบนกระดาษ ชนิดแสดงผลมิเตอร์ขึ้นจอบนหน้าปัทม์ ชนิดแสดงผลเป็น

คลื่นกราฟบนจอ

13 การประเมินความสั่นสะเทือน

ใช้ค่ามาตรฐานคือ เกณฑ์การสัมผัสความสั่นสะเทือน vibration exposure criteria ขององค์การมาตรฐานนานาชาติ ISO

14 การควบคุมความสั่นเทือน

1.การควบคุมทางด้านเทคนิค ต้องตรวจสอบสภาพเครื่องจักรก่อนว่ามีชำรุดหรือผิดปกติเสียหายหรือไม่ เพื่อทำการแก้ไขก่อนแก้ไขความสั่นสะเทือน จากนั้น

- การลดความสั่นสะเทือนของเครื่องจักร reduction of mechanical disturbance สาเหตุมาจาก ความไม่สมดุลในการหมุน การกระทบของส่วนต่างๆ การเสียดสีเนื่องจากความฝืด หรืออาจเกิดจากพลังงานโดยตรงเช่น แรงอากาศพลศาสตร์ เสียงสะท้อน พลังงานไฟฟ้า การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ทำให้เป็นพลังงานกล หรือเกิดจากพลังงานกลโดยตรง
- การลดการตอบสนองต่อความสั่นสะเทือน reduction of surface response เกิดจากการสั่นสะเทือนของเครื่องจักรไปยังพื้นผิว เช่น ใช้ shock-absorber ใช้แผ่นมาستيكหรือโฟมเบอร์ เพิ่มน้ำหนักบีบ ถ้ามีการสั่นสะเทือนรุนแรงให้ใช้วัสดุที่เรียกว่า แซนวิช sandwich
- การแยกแหล่งความสั่นสะเทือน vibration isolation เช่น ใช้สปริงเชื่อมต่อฐานกับเครื่องจักร

2.การควบคุมที่ตัวผู้ปฏิบัติงาน

- การตรวจสุขภาพ
- การลดเวลาการปฏิบัติงาน
- การใช้ท่าทางในการปฏิบัติงานและเครื่องมือป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสม