МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи

«ДОСЛІДЖЕННЯ ВИРОБНИЧОГО ШУМУ»

з дисципліни «Охорона праці»

для студентів денної і заочної форм навчання

усіх спеціальностей

Харків 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи

«ДОСЛІДЖЕННЯ ВИРОБНИЧОГО ШУМУ»

з дисципліни «Охорона праці»

для студентів денної і заочної форм навчання

усіх спеціальностей

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 1 від 25.02. 2021 р.

Харків
НТУ «ХПІ»
2021

Методичні вказівки до лабораторної роботи «Дослідження виробничого шуму» з дисципліни «Охорона праці» для студентів денної і заочної форми навчання усіх спеціальностей / уклад. О. М. Древаль, І. О. Мезенцева, Л. А. Васьковець.– Харків : НТУ «ХПІ», 2021. – 14 с.

Укладачі: О. М. Древаль
І. О. Мезенцева
Л. А. Васьковець

Рецензент О. О. Кузьменко

Кафедра безпеки праці і навколишнього середовища

ВСТУП

Шум є одним з провідних шкідливих факторів виробничого середовища, який викликає професійну нейросенсорну приглухуватість у працівників різних професійних груп. У структурі професійних захворювань в Україні хвороби слуху займають третє місце – 14,9 % від загальної кількості діагнозів.

Надмірний шум знижує продуктивність та якість праці: збільшення шуму від норми на 25 дБ знижує продуктивність праці на 20–25 %, призводить до збільшення браку на 12,5 %. Крім того, шум є опосередкованою причиною виробничого травматизму.

Боротьба з шумом є складною технічною і гігієнічною проблемою безпеки праці та має важливе соціально-економічне значення.

Мета роботи – ознайомлення з основними поняттями про виробничий шум, нормуванням та методами боротьби з ним, набуттям практичних навичок вимірювання шуму (у тому числі, від кількох джерел), розрахунку та експериментального дослідження звукоізолюючих властивостей захисних конструкцій.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Шум **–** коливання частинок навколишнього середовища, що сприймається органами слуху людини як небажані сигнали. Шум є дуже поширеним шкідливим виробничим фактором. Частотний діапазон звукових

хвиль, що сприймає людина за допомогою органів слуху, дуже широкий (у більшості людей від 20 до 20000 Гц), тому щоб мати можливість реально оцінити чутливість людини до дії акустичної енергії на різних частотах, весь діапазон звуків, що чує людина, розбито на дев'ять октавних смуг.

Октавна смуга – це смуга частот, у якій верхня гранична частота в 2 рази більша за нижню граничну частоту. В кожній з них відбувається подвоєння частоти: $f_2 = 2f_1$, де f_1 і f_2 – крайні в октаві частоти. Октави позначаються середньогеометричними значеннями крайніх частот: $f = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$.

Гігієнічну оцінку і нормування постійного шуму виконують за рівнем середньоквадратичного звукового тиску L (дБ) в октавних смугах частот із середньогеометричними частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц (табл. 1).

Такий метод нормування називається «*нормування за граничним спектром шуму*».

Таблиця 1 – Допустимі рівні звукового тиску у октавних смугах частот, еквівалентні рівні звуку на робочих за місцях за ДСН 3.3.6.37-99 (витяг)

Види трудової діяльності, робоче місце	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах із середньогеометричними частотами, Гц									Рівні шуму та еквівалентні рівні шуму, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Підприємства, установи, організації										
1. Творча діяльність, конструювання, проектування, викладання і навчання, лікарська діяльність та ін.	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2. Висококваліфікована робота, що вимагає зосередження, адміністративно-керівна діяльність, вимірювальні та аналітичні роботи у лабораторії	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
5. Виконання всіх видів робіт (за виключенням пп.1–4) у виробничих приміщеннях і на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Трактори, сільськогосподарські, меліоративні, шляхово-будівельні, землерийні, транспортні та інші аналогічні види машин, автотранспорт										
16. Робочі місця водіїв та обслуговуючого персоналу тракторів, сільськогосподарчих, меліоративних, шляхово-будівельних, землерийних, транспортних та інших аналогічних машин, водіїв вантажних машин	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Продовження табл. 1

17. Робочі місця водіїв автобусів	99	91	83	77	73	70	68	66	64	75
18. Робочі місця водіїв легкових автомобілів	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

Параметри постійного шуму на робочих місцях, що нормуються, є рівнями звукових тисків в октавних смугах з середньогеометричними частотами 31,5; 63; 125; 500; 1000; 2000;4000; 8000 Гц в децибелах, які визначаються за формулою:

$$L = 20\ lg\ P / P_0 \qquad (1)$$

де P – середньоквадратичне значення звукового тиску у кожній октавній смузі, Па; P_0 – вихідне значення звукового тиску у повітрі, що дорівнює $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

При орієнтовній гігієнічній оцінці параметрів постійного широкосмужного шуму на робочих місцях, що нормуються, дозволяється застосовувати рівень шуму в дБА, виміряний по шкалі «А» часової характеристики «повільно» шумоміра та визначений за формулою:

$$L_A = 20\ lg\ P_A / P_0 \qquad (2)$$

де: P_A – ефективне значення звукового тиску з урахуванням корекції «А» шумоміра, Па.

На значення середньоквадратичного звукового тиску з достатнім ступенем точності реагують мікрофони, які використовуються як чутливі елементи шумомірів.

Формула (1) виражає основний психофізичний закон, за яким зміна інтенсивності відчуття людини пов’язана логарифмічною залежністю з відносною зміною енергії подразника (закон Вебера-Фехнера). У цьому випадку енергія подразника – звукових хвиль – виражається, як відомо з фізики, через квадрат звукового тиску. За вихідне значення звукового тиску у повітрі прийнято значення P_0 звукового тиску на порозі чутності при f = 1000 Гц, від якого й відраховується за допомогою мікрофона відносні значення енергії шуму, який вимірюється (оцінюється), тобто дається оцінка відчуття даного шуму людиною відносно відчуття звуку на порозі чутності при f = 1000 Гц.

Вимірювання рівнів звукового тиску виконують шумоміром з набором октавних фільтрів, кожен з яких пропускає енергію коливань тільки у своїй смузі частот (рис. 1, 2).

Рисунок 1 – Шумомір RFT 00014

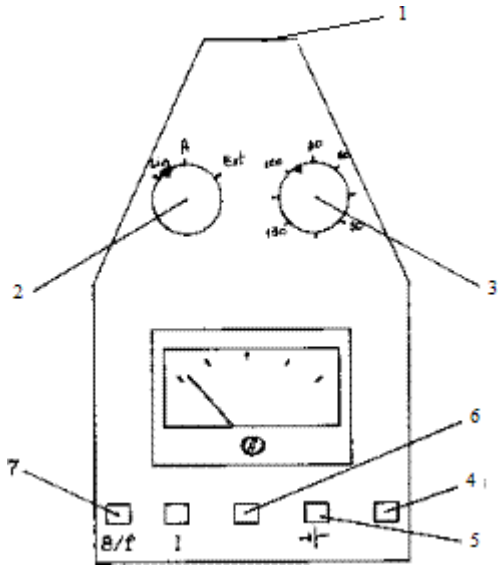

Рисунок 2 – Лицьова панель шумоміра RFT 00014:
1 – мікрофон на кабелі; 2 – перемикач режимів роботи; 3 – перемикач чутливості приладу; 4– кнопка включення приладу; 5 – кнопка контролю джерела живлення; 6 – кнопка скидання показань приладу; 7 – кнопка включення демпфірування приладу

Оцінку шуму без урахування частотної структури проводять за шкалою «А» шумоміра, за якою визначається еквівалентний рівень звуку в децибелах (дБА). Енергія, що сприймається й перетворюється мікрофоном, через підсилювач подається прямо на вимірювальний прилад (міліамперметр) без розподілу на октавні смуги (див. колонку 11 табл. 1).

Такий метод нормування називається «нормування рівня звуку в дБА».

Знаючи рівні звуку, що утворюються окремими джерелами (одиницями виробничого обладнання) (P_{A1}, P_{A2} і т.д.):

$$L_{A1} = 10\ lg\ P^2_{A1} / P^2_0; \qquad L_{A2} = 10\ lg\ P^2_{A2} / P^2_0 \text{ і т.д.},$$

можна визначити:

$$P^2_{A1} / P^2_0 = 10^{0,1L_{A1}}; \qquad P^2_{A2} / P^2_0 = 10^{0,1L_{A2}} \text{ і т.д.}$$

Тоді при розміщенні в приміщенні виробничого обладнання з відомими шумовими характеристиками можна розрахунково заздалегідь визначити очікуваний сумарний рівень звуку від кількох джерел за формулою:

$$L_{A\Sigma} = 10 \lg (P^2_{A1} / P^2_0 + P^2_{A2} / P^2_0 + ...) = 10 \lg (10^{0,1L_{A1}} + 10^{0,1L_{A2}} + ...) \quad (3)$$

Формула (3) використовується при виконанні ***завдання 1*** даної лабораторної роботи.

Одним із способів боротьби з шумом є звукоізоляція за допомогою огорож – стінок (кабіни управління транспортних засобів, «тихі» приміщення).

У широкому діапазоні частот діє закон маси, за яким звукоізолююча здатність одношарової плоскої стінки (плити) дорівнює:

$$R_{ст} = 20\ lg\ (m_{ст} \cdot f) - 47,5, \quad (4)$$

де $m_{ст}$ – маса одиниці площини стінки (поверхнева густина), кг/м^2; f – середньогеометрична частота октавних смуг, Гц.

Формула (4) використовуються для виконання ***завдання 2.***

Довідка. Для стінки зі сталі при $h_с = 1$ мм, $m_{ст} = 7,8$ кг/м^2; прийняти $f = 500$ Гц.

2. ЛАБОРАТОРНЕ ОБЛАДНАННЯ

Дослідження шуму проводиться в заглушеній камері, внутрішня поверхня якої вкрита пористим звукопоглинальним матеріалом для усування ефекту відбиття (посилення) звуку всередині камери. Камера розділена на дві частини перегородкою (стінкою), звукоізолююча здатність

якої визначається під час дослідження. Можуть установлюватися перегородки з різних матеріалів.

Всередині камери з одного боку від перегородки встановлені джерела шуму. У зовнішній стінці камери є два отвори, через які за допомогою мікрофона вимірюється рівень шуму по обидва боки внутрішньої перегородки.

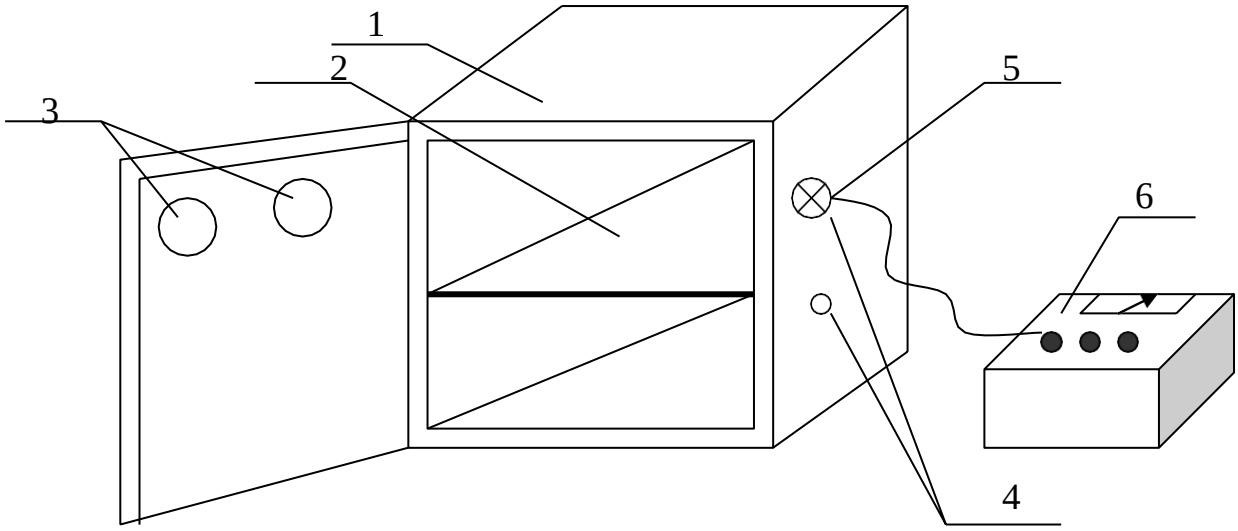

Рисунок 3 – Схема лабораторної установки:
1 – шумова камера; 2 – ізолююча перегородка; 3 – джерела шуму; 4 – отвори для мікрофону; 5 – мікрофон; 6 – шумомір

3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

Завдання 1. Дослідити додавання шуму від кількох джерел.

Дослідження рекомендується проводити в наступній послідовності.

1. Ознайомитись з улаштуванням лабораторної установки, правилами безпеки та інструкцією з роботи із шумоміром.

2. Перевірити роботу джерел шуму.

3. Заготувати форму звіту з виконання завдання, зазначивши мету роботи, вимірювальну апаратуру, а також виконавши потрібні таблиці.

Результати вимірювань звести в табл. 2.

Таблиця 2 – Результати вимірювань і обчислень рівня звуку

Найменування величини	Номер виміру					Середнє значення	Розрахункове значення	Примітка
	1	2	3	4	5			
L_{A1}, дБА							–	
L_{A2}, дБА							–	
$L_{A\Sigma}$, дБА							(формула 3)	

4. Підготувати шумомір для вимірювань за частотною характеристикою «А» і, короткочасно включаючи джерела шуму, зробити по п’ять вимірювань L_{A1}, L_{A2}, $L_{A\Sigma}$ відповідно до інструкції з експлуатації приладу. Вимкнути прилад. Результати записати в табл. 2.

5. Опрацювати результати експерименту й обчислити $L_{A\Sigma}$ за формулою (3), зробити висновки.

Завдання 2. Дослідити ізолюючу здатність стінки (параметри для розрахунку задає викладач).

Роботу проводити в наступній послідовності.

1. Підготувати шумомір для вимірювань за частотною характеристикою «А» і, короткочасно включаючи джерело шуму, зробити вимірювання L_{A1} (з боку джерела шуму) та L_{A2} (з протилежного боку перегородки). Вимкнути шумомір. Результати занести в табл. 3.

2. Опрацювати результати експерименту і зробити висновки.

Таблиця 3 – Результати вимірювань і розрахунки ізолюючої здатності стінки

Найменування величини	Номер виміру					$(L_A)_{ср}$	$R_{ст.А} = (L_{А1})_{ср} - (L_{А2})_{ср}$ (експеримент)	$R_{ст.А}$ (розрахунок)
	1	2	3	4	5			
$L_{А1}$, дБА								(формула 4)
$L_{А2}$, дБА								

4. ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт про лабораторну роботу повинен містити:

1. Мету роботи.
2. Короткий опис приладів, які використовуються.
3. Таблиці 2 і 3, заповнені за наведеною формою.
4. Аналіз результатів і висновки.

Контрольні запитання

1. Що таке шум?

2. Який частотний діапазон звукових хвиль сприймається людиною за допомогою слуху?

2. У яких одиницях оцінюється сприймання шуму людиною?

3. Наскільки підвищиться рівень звуку при додаванні шуму від двох однакових джерел?

4. Від яких параметрів залежить ізолююча здатність стінки?

5. Методи нормування постійного шуму.

6. Від чого залежать допустимі рівні шуму? (зробити висновки на підставі аналізу даних табл. 1).

Список джерел інформації

1. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку: ДСН 3.3.6.037-99. – [Чинний від 01.12.1999]. – Офіц. вид. – Київ : Міністерство охорони здоров’я України. Головне санітарно-епідеміологічне управління, 1999. – 34 с

2. Шум. Терміни і визначення: ДСТУ 2325–93. – [Чинний від 01.01.95]. – Офіц. вид. – Київ : Держастандарт України, 1994. – 10 с.

3. Основи професійної безпеки та здоров’я людини: підручник / В. В. Березуцький [та ін.]; під ред. проф. В.В. Березуцького. – Харків : НТУ «ХПІ», 2018. – 553 с.

ЗМІСТ

Вступ 3
1. Загальні положення 3
2. Лабораторне обладнання 9
3. Порядок проведення роботи 10
4. Зміст звіту 12
Контрольні запитання 12
Список джерел інформації 13

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи

«ДОСЛІДЖЕННЯ ВИРОБНИЧОГО ШУМУ»

з дисципліни «Охорона праці»

для студентів денної і заочної форм навчання

усіх спеціальностей

Укладач: ДРЕВАЛЬ Олександр Миколайович

МЕЗЕНЦЕВА Ірина Олександрівна

ВАСЬКОВЕЦЬ Людмила Антонівна

Відповідальний за випуск *проф. Березуцький В. В.*

Роботу до видання рекомендувала *проф. Райко В. Ф.*

В авторській редакції

План 2021 р, поз. 20.

Підписано до друку . Формат 60x84 1/16 Папір офсет. Riso-друк. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 1,0. Наклад 150 прим. Зам № . Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХПІ», 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

Видавець ФОП Панов А.М. Свідоцтво ДК № 4847 від 06.02.2015 р.
Надруковано в поліграфцентрі» Влавке»
Харків, вул. Жон Мироносець, 10,оф. 6
Тел. +38 (057) 714-06-74, +30 (050) 976-32-87
copy@vlavke/com, http://vlavke.com.ua