

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ і НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи
«ШУМ. МЕТОДИ ЗАХИСТУ ВІД ЙОГО ДІЇ»
з дисципліни «Основи охорони праці»
для студентів всіх спеціальностей всіх форм навчання

2014

Методичні вказівки до лабораторної «Шум. Методи захисту від його дії» з дисципліни «Основи охорони праці» для студентів всіх спеціальностей всіх форм навчання / Укл. В.І. Шмирко, С. М. Журавель: – Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. – 14 с.

Укладачі: В.І. Шмирко, доцент, к.т.н.
С. М. Журавель, асистент

Рецензент: О. В. Коробко, ст. викл.

Відповідальний за випуск: Нестеров О.В., доцент, к.т.н.

Затверджено на засіданні кафедри «Охорона праці і навколишнього середовища»
Протокол № 8 від
06.06.2014р

ЗМІСТ

1	Мета роботи	4
2	Теоретичні відомості	4
3	Порядок виконання роботи	8
3.1	Дослідна частина	8
3.2	Вимірювання рівнів шуму	10
3.3	Порядок проведення лабораторної роботи	9
4	Література	12
	Додаток А Допустимі рівні звукового тиску і звуку на постійних робочих місцях (ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Загальні вимоги безпеки»)	13

1 МЕТА РОБОТИ

Набути теоретичні знання про шум, його вплив на здоров'я людини та засвоїти практичні навички по вимірюванню та захисту.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Шум – сукупність звуків різної частоти та інтенсивності. Негативно впливає на організм людини, викликає психологічні та фізіологічні порушення, знижує працездатність та сприйнятливність зовнішньої інформації. Шум підвищує ступінь ризику травматизму та нещасних випадків пов'язаних з порушенням сприйняття людиною попереджувальних сигналів, змін в роботі обладнання та технологічного процесу.

Звук має хвильове походження. Характеризується частотою, інтенсивністю, тиском, потужністю.

Як звук людина сприймає вухом коливання в діапазоні частот 16–20000 Гц. Коливання, які людина не сприймає вухом і не чує, з частотою 16 Гц називається **інфразвук**, а коливання більш 20000 Гц – **ультразвук**.

Інтенсивність звуку – це середній потік енергії, яку переносить звукова хвиля за одиницю часу, віднесений до одиниці площі поверхні перпендикулярної до напрямку поширення звукової хвилі.

Слуховий апарат людини сприймає звук завдяки коливанням тиску, викликаним звуковою хвилею.

Звуковий тиск – це різниця між миттєвим значенням повного тиску, що створює звукова хвиля та середнім тиском при відсутності звукових хвиль.

Інтенсивність звуку і звуковий тиск пов'язані співвідношенням:

$$I = \frac{P^2}{\rho \cdot c}, \text{ Вт/м}^2; \quad (2.1)$$

де: I – інтенсивність звуку, Вт/м²;

P – звуковий тиск, Па;

ρ – густина середовища, кг/м³;

c – швидкість поширення звукової хвилі, м/с.

Чутливість слухового апарату людини до звуків різних частот неоднакова, вона є найбільшою при частотах 1000–5000 Гц. За еталонний звук прийнято звук частотою 1000 Гц. Людина може сприйняти звук на частоті 1000 Гц в діапазоні звукового тиску $2 \cdot 10^{-5}$ – $2 \cdot 10^2$ Па і інтенсивності звуку 10^{-12} – 10^2 Вт/м².

Мінімальна величина звукового тиску і інтенсивності, яка відчувається органами слуху людини, називається **порогом чутливості**. На частоті 1000 Гц мінімальне значення звукового тиску – $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па, а мінімальна інтенсивність звуку при нормальних атмосферних умовах $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м² (такі значення звукового тиску та інтенсивності відповідають звуку, який створює писк комара).

Максимальна сила звуку, при якій людина відчуває біль, характеризується порогом відчуття болю.

Больовий поріг сприйняття звуку настає при значеннях $P = 2 \cdot 10^2$ Па або $I = 10^2$ Вт/м², що відповідає звуку, який створює реактивний двигун при запуску на відстані 1 м від місцезнаходження людини, що може призвести до розриву барабанних перетинок людини.

Оскільки людина сприймає звуки в дуже великому діапазоні інтенсивності звуку і звукового тиску, то користуватися для оцінки звуку абсолютними їх значеннями незручно. До того ж вухо людини здатне реагувати на відносну зміну цих параметрів, а не на абсолютну. Тому прийнято оцінювати інтенсивність звуку і звуковий тиск відносно значень порога чутливості у відносних логарифмічних одиницях – децибелах (дБ). Виміряні таким чином величини називаються рівнями інтенсивності.

Рівень інтенсивності звуку L_I , дБ, визначається:

$$L_I = 10 \cdot \lg(I/I_0), \text{ дБ}; \quad (2.2)$$

де: I – інтенсивність звуку, Вт/м²;

I_0 – інтенсивність звуку порога чутливості, Вт/м².

Рівень звукового тиску L_P , дБ:

$$L_P = 20 \cdot \lg(P/P_0), \text{ дБ}; \quad (2.3)$$

де: P – звуковий тиск, Па;

P_0 – звуковий тиск порога чутливості, Па.

За часовими характеристиками шуми поділяються на постійні та непостійні.

Постійні шуми – це шуми, рівень звуку яких за 8-годинний робочий день змінюється в часі не більше ніж на 5 дБА, **непостійні** – для яких ця зміна більше 5 дБА.

Непостійні шуми поділяються на:

коливні в часі – рівень звуку безперервно змінюється в часі;

переривчасті – рівень звуку змінюється ступенево, причому тривалість інтервалів, протягом яких рівень шуму залишається постійним, складає 1 секунду і більше;

імпульсні – один або декілька звукових сигналів, кожний тривалістю менше 1 секунди.

Шум нормується ГОСТом 12.1.003-83 «Шум. Загальні вимоги безпеки», ДСТУ 2325-93 «Шум. Терміни та визначення» та ДСН 3.3.6-037-99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». Основою нормування є обмеження звукової енергії, яка діє на людину протягом робочої зміни значеннями, безпечними для її здоров'я і працездатності.

Нормування шуму здійснюється двома методами – за граничним **спектром шуму** і за **рівнем звуку в дБА**.

Перший метод нормування є основним для постійних шумів, нормуються рівні звукового тиску L (дБ) в октавних смугах з середньогеометричними частотами 31,5–8000 Гц.

Другий метод нормування загального рівня звуку в дБА використовують для орієнтованої оцінки постійного широкосмугового шуму.

Методи захисту від шуму:

► Зниження шуму в джерелі виникнення:

- підвищення якості балансування обертових деталей, класу точності їх виготовлення;
- заміна ударної взаємодії деталей машин безударною;
- недопущення перекосів деталей і вузлів, люфтів і зазорів;
- встановлення глушників.

Глушники бувають активні та реактивні. В активних застосовують звукопоглинаючі матеріали, які відповідно поглинають звукову енергію. Реактивні глушники працюють по принципу фільтрів і відбивають звукову енергію до джерела.

► Зниження шуму на шляху його поширення.

Досягається будівельно-акустичними заходами, за рахунок застосування кожухів, екранів, кабін спостереження, звукоізолюючих облицювань і глушників шуму. Екрани можуть бути виготовлені зі сталевих, алюмінієвих листів товщиною 1,5-2 мм, з легких сплавів товщиною 2-3 мм, фанери 5-15 мм, органічного складу 5-10 мм та інші. Плоскі екрани ефективні в зоні дії прямого звуку, починаючи з частоти 500 Гц, вигнуті екрани ефективні в зоні відбитого звуку при частоті від 250 Гц.

► **Акустична обробка приміщень** (ефективна в зоні відбитого звуку).

Передбачає вкривання стелі та верхньої частини стін звукопоглинальними матеріалами. Ефективність методу незначна (зниження шуму на 4-7 дБ) і проводиться в поєднанні з іншими методами.

► **Звукоізоляція.**

Застосовується для захисту від шуму, що проникає зовні. Досягається створенням герметичних перепон, стін, кожухів, екранів. Застосовують матеріали, що мають високий коефіцієнт відбиття, наприклад: метал, скло, залізобетон, бетон та інші. В залежності від герметичності, товщини та властивостей матеріалів звукоізоляція дає можливість зменшити шум на 30-50 дБ.

► **Звукопоглинання.**

Застосовують пористі матеріали з великим коефіцієнтом поглинання, наприклад: паропласт, войлок, базальтове волокно та інші.

► **Архітектурно-плановий захід.**

Найбільш шумні виробництва рекомендують компонувати в окремі комплекси із забезпеченням розривів між найближчими сусідами. Всі шумні цехи розміщуються за межами міста з підвітряного боку з використанням озеленення.

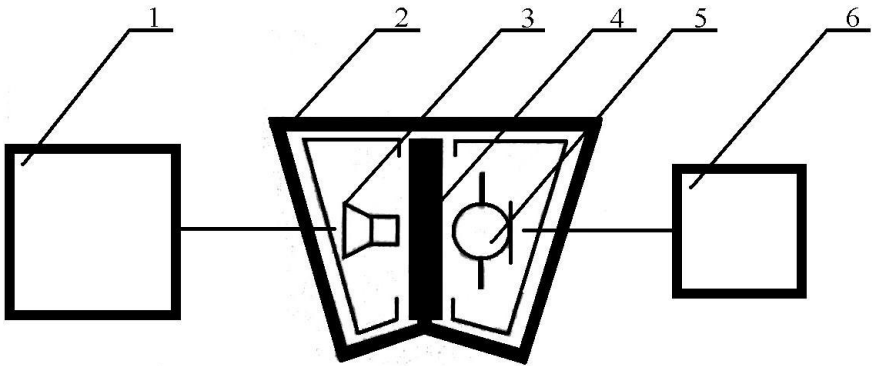
► **Індивідуальний захист органів слуху.**

Здійснюється за допомогою навушників, м'яких шоломів, які знижують рівень звукового тиску на 40-50 дБ.

3 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

3.1 Дослідна частина

З метою дослідження параметрів шуму і звукоізолюючої спроможності огорожень (відбивних екранів) застосовується шумовимірювальний тракт (рис. 3.1).



1 – генератор шумів; 2 – шумова камера; 3 – джерело шуму; 4 – екран (перегородка); 5 – мікрофон; 6 – вимірювач шуму

Рисунок 3.1 – Схема шумовимірювального тракту

Шумова камера імітує два приміщення, які розділені екраном на дві частини: «шумне приміщення», в якому встановлено джерело шуму і «тихе приміщення», в якому встановлений мікрофон шумовимірювача.

Бокові стінки шумової камери зроблені непаралельними для забезпечення максимального ступеня дифузності звукового поля в камері.

Різниця середніх значень рівнів шуму в суміжних приміщеннях (вимірювання треба робити не менш, як у п'яти точках) дає фактичний рівень звукоізолюючої спроможності матеріалу екрана D , дБА:

$$D = B_1 - B_2, \text{ дБА}; \quad (3.1)$$

де: B_1 – рівень шуму без екрана (високий рівень), дБА;

B_2 – рівень шуму за екраном (низький рівень), дБА.

3.2 Вимірювання рівнів шуму

У цій роботі використовують вимірювач шуму Ш-71, який дозволяє вимірювати рівні шумів як в дБА без урахування частоти та рівнів звукового тиску, так і в дБ відносно нульового звукового тиску $2 \cdot 10^{-5}$ Па з урахуванням частоти шуму. Діапазон вимірювань від 30 до 140 децибел.

Принцип дії шумовимірювача полягає в перетворенні акустичного сигналу, який сприймається мікрофоном, в електричний, що після підсилення і корекції подається на стрілочний вимірювальний пристрій, шкала якого градуйована в децибелах.

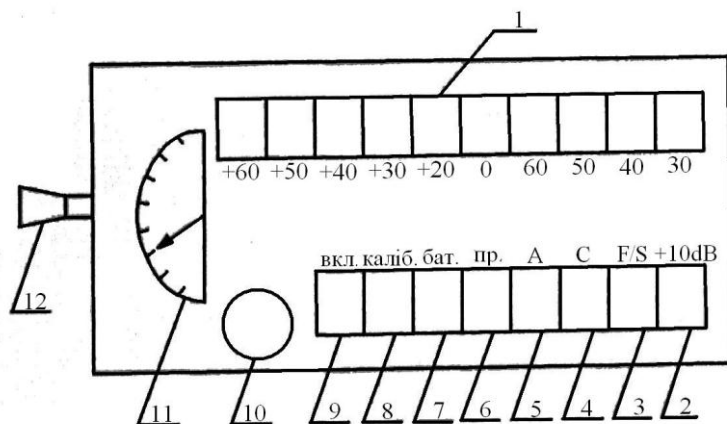
Шумовимірювач має два **оціночних фільтра** з частотними характеристиками **A** і **C**, які забезпечують частотний діапазон вимірювань від 31,5 до 8000 Гц. **Фільтр A** використовують при вимірюванні рівнів шуму без урахування частотних характеристик шуму в **дБА**, а **фільтр C** – з урахуванням частотних характеристик шуму в **дБ**.

Прилад має також дві **часові характеристики** – **F** і **S**. Характеристика **F** – «**Швидко**» використовується при вимірюванні короткочасних звукових імпульсів, а характеристика **S** – «**Повільно**» – при вимірюванні постійних шумів.

У приладі передбачено гніздо для підключення електродинамічного мікрофона МД – 68 через кабель або безпосередньо на корпус шумовимірювача.

На передній панелі шумовимірювача (рис.2.2) розміщений стрілочний показчик рівнів шуму і два ряди кнопочних перемикачів.

Верхній ряд (10 кнопок) забезпечує перемикання межі вимірювання від 30 до 140 децибел, а нижній (8 кнопок) – керування роботою приладу.



1 – перемикач рівнів шуму; 2 – зміна межі чутливості; 3 – перемикач часових характеристик; 4 – оціночний фільтр «С»; 5 – оціночний фільтр «А»; 6 - контроль напруги перетворювача; 7 – контроль напруги живлення; 8 – калібровка; 9 – вмикач живлення; 10 – індикатор; 11 – стрілочний показчик; 12 – мікрофон

Рисунок 3.2 – Схема панелі шумовимірювача Ш-71

3.3 Порядок проведення лабораторної роботи

1. Відкрити кришку шумової камери (рис.3.1) упевнитись, що мікрофон (5) встановлений у камеру (2), екран (перегородка) (4) відсутній, закрити кришку.

2. Натиснути кнопку 4 (оціночний фільтр С) шумовимірювача.(рис.2.2)

3. Кнопка 3 (F/S) має бути в натиснутому стані – часова характеристика С – «Повільно».

4. Джерелом шуму є генератор звуку з діапазоном частот від 0 до 10000 Гц. На шкалі генератора встановити значення 63 Гц.

5. Використовуючи верхній ряд кнопок в шумовимірювачі (рис.3.2), знайти таку комбінацію натиснутих кнопок, при якій стрілка показника максимально відхиляється у правий сектор шкали. Значення рівня шуму складається з алгебраїчної суми значень натиснутих кнопок і стрілочного показника.

6. Одержаний рівень шуму L_1 , що відповідає значенню звуку при частоті 63 Гц, записати в табл. 2.1, після чого приступити до вимірювання значень шуму при частотах зазначених в даній таблиці.

7. Повторити вимірювання встановивши в шумову камеру екран з звукопоглинаючими або звукоізолюючими функціями.

8. Після закінчення вимірювань вимкнути усі прилади.

9. Використовуючи дані табл. 3.1 визначити рівні звукоізоляції екрану, зробити висновок, що до його ефективності.

10. Накреслити графіки залежності рівня звукового тиску від частоти для трьох випадків: без екрану, з екраном та графіком граничного рівня звукового тиску в залежності від типу робочого місця відповідно до ГОСТ 12.1.003–83 «Шум. Загальні вимоги безпеки».

11. Зробити висновки до лабораторної роботи, щодо ефективності захисного екрана та можливості працювати в таких умовах на різних робочих місцях.

Таблиця 3.1 – Результати вимірювання звукоізолюючої спроможності екранів

Октави, Гц	Вид вимірювання		Рівні звукоізоляції екрану	Допустимі рівні звукового тиску L_f^H , дБ
	Без екрану	З екраном		
	L_1 , дБ	L_2 , дБ	D_f , дБ	
1	2	3	4	5
63				
125				
250				
500				
1000				
2000				
4000				
8000				

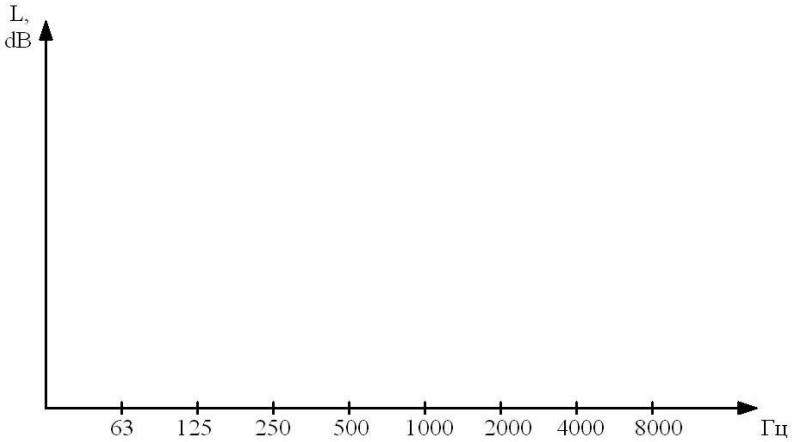


Рисунок 3.3 – Графіки залежності рівня звукового тиску від частоти звуків

4 ЛІТЕРАТУРА

1. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці / В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, О.В. Мельников. – вид, 2-е, стереотипне, - Львів: Афиша, 2000, - 348 с.
2. ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Загальні вимоги безпеки»
3. ДСТУ 2325-93 «Шум. Терміни та визначення»
4. ДСН 3.3.6-037-99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»

Додаток А

Допустимі рівні звукового тиску і звуку на постійних робочих місцях
(ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Загальні вимоги безпеки»)

Робочі місця	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних полосах з середньо геометричними частотами, Гц								Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку, дБа
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Приміщення конструкторського бюро, програмістів обчислювальних машин, прийому хворих в медпунктах	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Приміщення управління, робочі кімнати	79	70	68	58	55	52	50	49	60
Кабіни спостережень і дистанційного керування: без мовного зв'язку по телефону з мовним зв'язком по телефону	84	87	82	78	75	73	71	70	80
	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Приміщення і дільниці точного складання, машинописні бюро	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Приміщення лабораторій для експериментальних робіт, для шумних агрегатів, обчислювальних машин	94	87	82	78	75	73	71	70	80
Постійні робочі місця і робочі зони у виробничих приміщеннях і на території підприємства	99	92	86	83	80	78	76	74	80

ДЛЯ НОТАТОК