

Лекція № 10

Тема лекції: Віброакустичні фактори промислового середовища.

План лекції

Вступ.

1. Класифікація та характеристики шуму та вібрації.
 2. Нормування шуму та вібрації.
 3. Захист від шуму та вібрації.
 4. Особливості інфразвукових коливань, вплив на людину, нормування, захист від інфразвуку
 5. Особливості ультразвукових коливань, вплив на людину, нормування, захист від ультразвуку
- Заключна частина.

Література:

1. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці.- Київ: Вища освіта в Україні, 2013. – С. 185 – 200.
2. Катренко Л.А., Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці.- Суми.- 2009.- С.103 - 106.
3. Основи охорони праці: Навч. посіб. / Воронов І.О., Коваленко І.Д., Афанасьєв П.В., Булгач Т.В. – К.: Генеза, 2004. – С.84 – 89.
4. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. ДСН 3.3.6.037-99. Постанова Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.99, № 37.
5. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. ДСН 3.3.6.039-99. Постанова Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.99, № 39.
6. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. Введен 01.07.84.
7. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Введен 01.07.91.
8. Основи охорони праці: навчальний посібник / Голінько В.І.- Д.: НГУ, 2014. – 271с.
9. Основи охорони праці: підручник/ М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В.І. Степанов, Я.М. Черненко.- Харків: Стиль Издат, 2017. 334 с.

Наочні посібники

Мультимедійний проектор (кадропроєктор).

Слайди для мультимедійного проектору (кадропроєктору).

Завдання на самостійну роботу

1. Вивчити класифікацію та характеристики шуму.
2. Вивчити порядок нормування шуму та вібрації.
3. Вивчити організацію захисту від шуму та вібрації.

Вступ

У сучасному світі в умовах науково-технічного прогресу віброакустичні фактори є суттєвими несприятливими чинниками, що впливають на працівників. Ріст потужностей устаткування, машин, побутової техніки, швидкий розвиток всіх видів транспорту призвели до того, що людина і на виробництві, і в побуті, постійно знаходиться під впливом механічних коливань досить високої інтенсивності.

Шум, вібрація, ультра- та інфразвук мають відношення до фізичних факторів виробничих умов. Джерела їх походження дуже розповсюджені на підприємствах. Та ще за механізмом дії на людину вони подібні, тому їх несприятливі ефекти можуть посилювати одне одного в деяких тканинах організму. Та й поодинокі, вони можуть бути небезпечними для здоров'я працюючих людей, впливати на працездатність і формувати професійні хвороби.

Тому велике значення мають профілактичні засоби захисту людини від дії акустичних чинників на виробництві.

1. Класифікація та характеристики шуму і вібрації

Шум з фізіологічної точки зору – це негармонічні звукові сигнали, які не сприймаються організмом як інформація з зовнішнього середовища. Слуховий апарат при дії негармонійних звуків знижує збудливість рецепторів, підвищує поріг чутливості (ці захисні реакції можуть призводити й до глухоти, тимчасової або стабільної).

В умовах виробництва впливу шуму зазнають випробувачі моторів, клепальники, обрубувачі, котельники, пілоти, ткалі, прядильники. Шум як несприятливий фактор виробничого середовища діє на механізаторів сільського господарства, робітників ремонтних майстерень.

Шум як фізичне явище – це безпорядне поєднання звуків різної частоти та інтенсивності (сили). Звук, що поширюється у повітряному середовищі, називається *повітряним звуком*, а в твердих тілах - *структурним*. Повітряний простір, в якому поширюються звукові хвилі називається *звуковим полем*. У результаті коливань, що генеруються джерелом звуку, в повітрі виникає звуковий тиск, який накладається на атмосферний. Різницю між атмосферним тиском і значенням повного тиску в даній точці звукового поля прийнято вважати звуковим тиском p .

Таким чином, **фізичними** характеристиками шуму є частота f (Гц), звуковий тиск p (Па), інтенсивність або сила звуку I (Вт/м²).

Частота звуку визначається кількістю коливань пружного середовища за одиницю часу і вимірюється в герцах (1 Гц - це одне коливання за секунду).

За частотою звукові (акустичні) коливання поділяються на три діапазони: *інфразвукові*, з частотою коливання менше ніж 20 Гц; *звукові* (сприймаються органом слуху людини) - від 16 до 20000 Гц; *ультразвукові* - більше ніж 20000 Гц.

Слуховий апарат людини сприймає звук частотою від 16 до 20000 коливань за секунду. За спектральним складом звуковий діапазон прийнято підрозділяти на *низькочастотний* - до 400 Гц, *середньочастотний* – 400 - 800 Гц, *високочастотний* - більше 800 Гц.

У кожній точці звукового поля тиск та швидкість руху змінюються у часі (рис. 1).

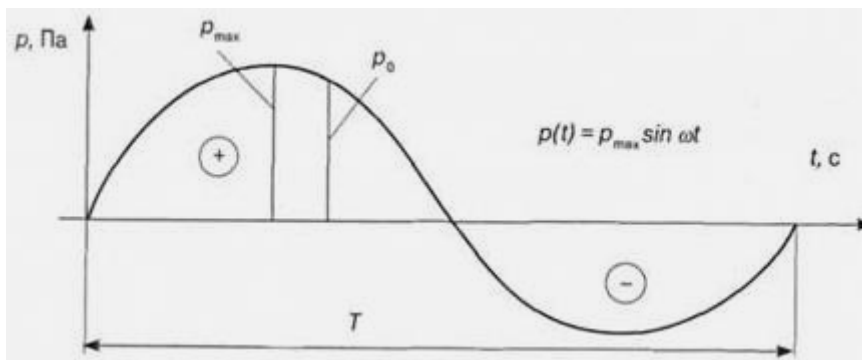


Рис. 1. Графік поширення звукової хвилі

Мірою оцінки звукової хвилі в певній точці простору є звуковий тиск. При розповсюдженні звукових коливань в повітрі періодично з'являється область зменшеного і підвищеного тиску.

Різниця між миттєвим значенням повного тиску та середнім тиском, що спостерігається у нерухомому середовищі, називається **звуковим тиском**. Звуковий тиск p (Па) є одним із основних *фізичних параметрів* шуму.

На слуховий апарат людини діє середній квадрат звукового тиску:

$$p^2 = \frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) dt, \quad (1)$$

де p – звуковий тиск, Па; T – період коливання, с; t – час, с.

Розповсюдження звукової хвилі супроводжується перенесенням енергії. Кількість енергії, що переноситься звуковою хвилею в одиницю часу через одиницю поверхні, орієнтовану перпендикулярно напрямку розповсюдження хвилі, називають **інтенсивністю або силою звуку** I та вимірюється у Вт/м².

Інтенсивність звуку пов'язана із звуковим тиском залежністю:

$$I = \frac{p^2}{\rho c} \quad (2)$$

де ρ – питомий акустичний опір середовища; ρ – густина середовища, у якому поширюється звук, кг/м³; c – швидкість звуку в цьому середовищі, м/с.

Мінімальна інтенсивність звуку I_0 , яка сприймається вухом називається **порогом чутності**. Максимальна інтенсивність звуку, при якій орган слуху починає відчувати біль називають **порогом больового відчуття**.

Як стандартна частота прийнята 1000 Гц. При цій частоті поріг чутності інтенсивності звуку $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м², а відповідний йому звуковий тиск $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па. Поріг больового відчуття $I_{max} = 10^2$ Вт/м² і звуковий тиск $P_{max} = 2 \cdot 10^2$ Па.

Значення звукового тиску та інтенсивності звуку можуть змінюватись у практиці боротьби з шумом у широких межах: **тиску** – до 10⁸ разів; **інтенсивності** – до 10¹⁶ разів. Зрозуміло, що оперувати такими цифрами незручно. До того ж вухо людини здатне реагувати на відносну зміну параметра шуму, а не на абсолютну.

Відповідно до закону Вебера-Фехнера, який визначає залежність між відчуттям та подразниками, ті відчуття людини, що виникають при різного роду подразненнях, є пропорційними логарифму кількості енергії подразника. Саме

тому в акустиці вимірюють не абсолютні значення звукового тиску та інтенсивності звуку, а їх логарифмічні рівні L , дБ, взяті за пороговим значенням інтенсивності звуку I_0 або пороговим рівнем тиску P_0 .

Ці логарифми відносин називають *рівнями інтенсивності* або *рівнем звукового тиску* L , Б. Так як орган слуху людини здатний розрізняти зміну рівня інтенсивності на 0,1 Бел, то для практичної зручності вибрана одиниця в 10 разів менша – децибел (дБ).

Величину *рівня інтенсивності* L_i застосовують при акустичних розрахунках:

$$L_i = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 20 \lg \frac{P}{P_0} \text{ (дБ)}, \quad (3)$$

а звукового тиску L_p – для вимірювання шуму та оцінки його впливу на людину.

Джерело шуму характеризується рівнями звукової потужності в октавних смугах L_p (дБ) та параметром спрямованості випромінювання шуму. *Рівень звукової потужності* визначається за формулою:

$$L_p = 10 \lg \frac{P}{P_0}, \quad (4)$$

де L_p – рівень звукової потужності;

P – звукова потужність, Вт;

P_0 – порогова звукова потужність, що дорівнює 10^{-12} Вт.

Використовувати шкалу значень рівнів звукового тиску зручно, оскільки діапазон чутних звуків укладається в межі 0 ÷ 140 дБ.

Таблиця 1

Рівні сили звуку (шуму) від деяких джерел, що його генерують

Джерело звуку (шуму)	Рівень звуку (шуму), дБ
Шелестіння листя	10
Тікання кишенькового годинника на відстані 1 м	20
Шепіт на відстані 1 м	30
Шепіт на відстані 0,3 м	40
Спокійна розмова на відстані 1 м	50
Шум автомобіля	60
Вуличний шум міста	70
Шум при роботі верстатів-автоматів	80
Гучний крик на відстані 1 м	90
Концерт рок-ансамблю	100-110
Відбійний молоток	110
Літак на старті	120
Ракета на старті	140 і більше

По рівню інтенсивності ще не можна судити про фізіологічне відчуття гучності звуку, оскільки наш орган слуху неоднаково чутливий до звуків різних частот. Звуки рівні по силі, але різної частоти, здаються неоднаково гучними. Найбільшою чутливістю наше вухо володіє на частотах 800 - 4000 Гц, а найменшою – при частотах 20 - 100 Гц.

Залежність величин, що характеризують шум від його частоти, називають **частотним спектром шуму**.

Весь чутний діапазон частот розбивають для зручності на дев'ять октавних смуг. Розповсюдження отримали октавні смуги, в яких верхня гранична частота в 2 рази більше нижньої, а як частота, що характеризує смугу в цілому, береться середньгеометрична частота $f = \sqrt{f_i \cdot f_{i+1}}$. Середньгеометричні частоти: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.

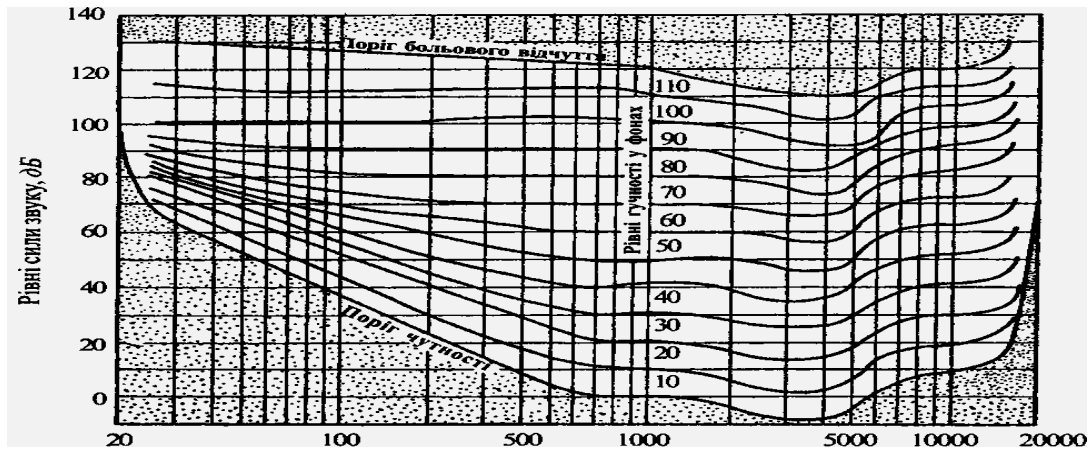


Рис. 2. Криві однакової гучності звуків (графіки Флетчера)

Згідно ГОСТ 12.1.003-83 шум **класифікують** по характеру спектру і за часом дії.

По **характеру спектру** розрізняють шум:

- *широкосмужний*, коли він має безперервний спектр шириною більше однієї октавної смуги;
- *вузькосмужний або тональний*, коли в спектрі є виражені дискретні тони.

За **часовими характеристиками** розрізняють шуми:

- *постійні*. Рівень звукового тиску за восьми годинний робочий день змінюється в часі не більше ніж на 5дБ;
- *непостійні*. Рівень звукового тиску за восьми годинний робочий день змінюється в часі більше ніж на 5дБ.

Найбільшу небезпеку для людини представляють тональні, непостійні, високочастотні шуми.

Якщо в приміщенні розташовано декілька джерел шуму, то сумарний рівень звукового тиску визначається за формулою:

$$L_{\Sigma} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_i} \quad \text{дБ} \quad (5)$$

де: L_i – рівень звукового тиску i -того джерела шуму.

Сумарний рівень звукового тиску від n однакових по інтенсивності джерел шуму в рівновіддаленій від них точці визначається за формулою:

$$L_{\Sigma} = 10 \lg n + L_1 \quad \text{дБ} \quad (6)$$

де: n – число джерел шуму.

При одночасній дії двох джерел шуму з різними рівнями, сумарний рівень визначається за формулою:

$$L_{\Sigma} = L_{max} + \Delta L \quad (7)$$

де: L_{max} – найбільший з двох підсумовуваних рівнів шуму;
 ΔL – поправка.

Різниця рівнів $L_{max}-L_i$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	20
Поправка ΔL	3	2,5	2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,5	0,4	...	0

При більшому числі джерел шуму підсумовування рівнів інтенсивності проводиться послідовно від найбільшого до найменшого.

Якщо різниця рівнів двох джерел шуму перевищує 8 дБ, шум більш слабого джерела можна не враховувати.

Звідси два найважливіші положення в області шумового глушення.

1. Для істотного зниження шуму від декількох джерел в першу чергу необхідно заглушити в ньому найсильніші джерела.

2. При великій кількості однакових джерел шуму, усунення одного-двох з них практично не ослабляє загального шуму.

Характеристика впливання шуму на організм працівників. До 60-х рр. ХХ ст. вважалось, що шум викликає ураження тільки слухового аналізатора. Було встановлено, що в основі професійної приглухуватості лежать деструктивні зміни як у волоскових клітинах кортієва органа, так і в спіральному ганглії та у волосках кохлеарного нерва. І лише в останні два десятиліття була доведена можливість неспецифічної дії шуму на організм, яка проявляється в порушенні нервової і серцево-судинної системи.

У розвитку професійної приглухуватості виділяють чотири ступені втрати слуху. Спочатку відмічається шум у вухах, який поступово стає інтенсивним і постійним. При дослідженні камертоном або при аудіометрії вже на ранніх стадіях відзначається зниження сприймання високих частот (4000 – 6000 Гц) і скорочення кісткової провідності. Поступово зниження слуху розповсюджується і на інші тони, знижується рівень сприймання шепітної мови (I ступінь на 5 м, II – до 4 м, III – до 2 м, IV- до 1 м). При кохлеарному невриті із значним зниженням слуху – втрата слуху на звуковій частоті 4 кГц досягає 70 дБ і більше. Процес носить симетричний характер, уражуючи і ліве, і праве вухо.

У подальшому поєднуються скарги на біль у серці, вегетативні та обмінні порушення. Більшість дослідників вважає, що під впливом тривалого і систематичного шуму артеріальний тиск підвищується, тобто шум може бути фактором ризику в розвитку гіпертонічної хвороби.

Шум призводить до порушення нормальної функції шлунку, тобто до зменшення виділення шлункового соку та зміни кислотності. Це може привести до гастриту. Несприятливу дію надає шум і на центральну нервову систему.

Вібрація – це механічні коливання твердих тіл, частин апаратів, машин, устаткування, споруд, які людиною сприймаються як струс. Ці коливання не передаються на тіло людини через повітряне середовище, а лише – з умовою доторкання. Тому й радикальним профілактичним заходом є улаштування повітряних роз'єднань між людиною і джерелом вібрації.

За способом передачі коливань на людину вібрація поділяється на *загальну* і *локальну*. Локальна – передача здійснюється *через руки* працюючого під час роботи із віброінструментом. Локальна вібрація має місце при використанні робітниками пневматичних і електричних інструментів (відбійні, клепальні, рубальні молотки). Загальна – передача коливань через опорні поверхні тіла сидячої або стоячої людини на весь організм (*по хребту*). Вплив загальної вібрації спостерігається в разі перебування робітника безпосередньо на установці, що вібрує (віброплатформи, автоматичні бетоноукладальники), а також у разі передачі вібрації від двигунів, машин, устаткування, що працюють, через підлогу.

Загальна вібрація залежно від джерел її виникнення поділяється на наступні категорії:

1. *Транспортна* вібрація. Виникає така вібрація в результаті руху машин по місцевості та дорогах.

2. *Транспортно-технологічна* вібрація. Виникає при роботі машин, що виконують технологічні операції в стаціонарному положенні і (або) при переміщенні по спеціально підготовленій частині виробничого приміщення (крани, екскаватори і т.п.).

3. *Технологічна* вібрація. Виникає при роботі стаціонарних машин, або передається на робочі місця, що не мають джерел вібрації (стіни, вентилятори, хімічні установки і т.п.).

За напрямком дії загальну та локальну вібрації характеризують з урахуванням осей ортогональної системи координат X, Y, Z (рис.3).

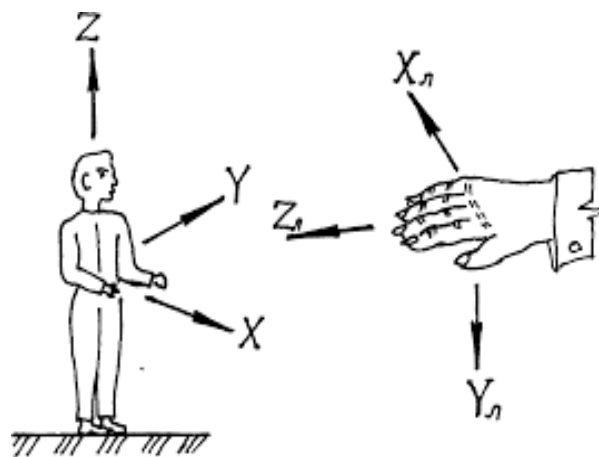


Рис.3. – Напрямки координатних осей для загальної та локальної вібрації

Вертикальна вібрація діє вздовж вісі тіла, яка позначається буквою Z , а горизонтальна, передньо-задня та бокова - буквами X і Y .

Локальна вібрація позначається буквами X_L , яка співпадає з віссю, що проходить через місце охоплення рукою руля, інструменту, а вісі Z_L, Y_L - у напрямку прикладання сили руки.

Для оцінки вібрації здійснюється вимір *віброшвидкості* V м/с, *віброприскорення* a м/с², і *рівня віброшвидкості* L_V дБ.

Логарифмічні рівні віброприскорення L_a , дБ, і віброшвидкості L_V , дБ, визначають за такими формулами:

$$L_a = 20 \lg \frac{a}{a_0}, \quad (8)$$

де a – середньоквадратичне значення віброприскорення, м/с²;
 a_0 – порогове значення віброприскорення, що дорівнює 10⁻⁶ м/с²;

$$L_v = 20 \lg \frac{V}{V_0}, \quad (\text{дБ}) \quad (9)$$

де: V – середнє квадратичне значення віброшвидкості, м/с;
 V_0 – порогове значення віброшвидкості для механорецепторів шкіри, що дорівнює 5·10⁻⁸, м/с.

За часовими характеристиками загальні та локальні вібрації поділяють на:
 - постійні, для яких величина віброприскорення або віброшвидкості змінюється менше ніж у 2 рази (менше 6 дБ) за робочу зміну;
 - непостійні, для яких величина віброприскорення або віброшвидкості змінюється не менше ніж у 2 рази (6 дБ і більше) за робочу зміну.

Характеристика впливання вібрації на організм працівників. Вібраційна хвороба займає ведуче місце серед професійних захворювань і частіше всього зустрічається у тих, хто працює в металообробній, машинобудівній, металургійній, будівельній, авіасуднобудівній, гірничодобувній промисловості, у сільському господарстві, на транспорті і в багатьох інших галузях народного господарства.

Найчастіше в Україні вібраційна хвороба виникає у робітників таких професій: бурильники, вибійники (вплив низькочастотної локальної вібрації), клепальники, полірувальники, шліфувальники, заточувальники (вплив високочастотної локальної вібрації), водії тяжких землерийних машин (вплив загальної вібрації).

В основі вібраційної хвороби лежить складний механізм нервових і рефлекторних порушень, які призводять до розвитку осередків застійного збудження і до стійких наступних змін у рецепторному (механорецептори), так і в різних відділах центральної нервової системи (ЦНС). Суттєву роль відіграє ангіотрофоневроз, при якому спостерігається спазм мілких і крупніших судин.

Залежно від тривалості, інтенсивності дії, частоти, а також місця і площі зіткнення з вібруючим джерелом вібрація спричиняє: стійкі патологічні зміни в нервовій системі (поліневропатії), опорно-руховому апараті (переважно при дії низькочастотної вібрації - деформація суглобів, кісткові зміни, ураження нервово-м'язових систем) та нейросудинні порушення (ангіодистонічний синдром з явищами ангіоспазму), зміни обміну речовин. Найбільш шкідливим для людини є вплив вібрації, в спектрі якої переважають високі частоти – відрізняється своєрідністю судинних розладів, більш виразним кардіоваскулярним синдромом.

Враховуючі ще й резонансну дію вібрації, особливо небезпечні для людини коливання з частотою 4-8 Гц, що збігають з власною частотою коливань ряду внутрішніх органів, які пружно закріплені на скелеті (серце, печінка, нирки та ін.), і близько 30 Гц (частота власних коливань тіла людини).

2. Нормування та гігієнічна оцінка шуму й вібрації

Гігієнічна регламентація шумів ґрунтується на критерії збереження здоров'я та працездатності людини. Гранично допустимі рівні шуму на виробництві повинні забезпечувати функціонування фізіологічних систем організму в межах адаптаційних можливостей на весь час трудової діяльності. Чинні на цей час гігієнічні нормативи, які регламентують допустимі рівні шуму, інфразвуку та ультразвуку, побудовані на єдиному енергетичному принципі і практично включають весь частотний діапазон акустичних коливань, що впливають на людину.

Нормування шуму здійснюється за граничним спектром шуму і за рівнем звуку, згідно ДСН 3.3.6.039-99. Весь зазначений діапазон поділяється на 9 октавних смуг.

Термін «октава» (звідси – «октавна смуга») прийшло до акустики з музики, де було помічено, що якість звуку повторюється при подвоєнні частоти. Іншими словами, октава – це безрозмірна одиниця частотного інтервалу, яка дорівнює інтервалу між двома частотами, з яких верхня гранична частота у два рази більша від нижньої.

При постійному шумі на робочому місці нормується рівень звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц при безперервній дії шуму не менше чотирьох годин за робочу зміну. Сукупність дев'яти нормативних рівнів звукового тиску на різних середньгеометричних частотах називають граничним спектром.

Характеристикою, а одночасно і індексом граничного спектра, є рівень звукового тиску в октавній смузі 1000 Гц. *Частота 1000 Гц* в акустиці є *стандартною частотою порівняння*.

Характеристикою стійкого шуму на робочих місцях є рівні звукового тиску в октавних смугах у дБ.

Таким чином, в першому випадку *гранично допустимі рівні* звукового тиску L (дБ) нормуються в октавних смугах частот з середньгеометричними частотами: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.

В *другому випадку* враховується шкала «А», яка встановлює сприйняття людиною рівнів звукового тиску на різних частотах (низьких, середніх, високих). Орієнтовна оцінка шуму допускається по загальному рівню шуму, яка вимірюється по шкалі «А» шумоміра. Цей загальний рівень називається «*рівень звуку*» і позначається дБА.

Допустимі рівні звукового тиску (дБ) і рівні звуку (дБА) на постійних робочих місцях в приміщеннях приведені в таблиці 2, згідно ДСН 3.3.6.039-99.

Слід зазначити, що норми встановлюють граничні значення параметрів шуму в різних виробничих приміщеннях залежно від характеру праці, а не від видів устаткування.

Рівень звуку L_A , дБА, пов'язаний з граничним спектром (ГС) залежністю

$$L_A = \text{ГС} + 5. \quad (10)$$

Максимальний рівень шуму, що коливається в часі та переривається, не

повинен перевищувати 110 дБА. Максимальний рівень для імпульсного шуму не повинен перевищувати 125 дБА.

Таблиця 2

Гранично допустимі рівні шуму на робочих місцях (витяг з ДСН 3.3.6.037-99)

Робочі місця	Рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах з середньгеометричними частотами:								Еквівалентні рівні звуку (дБА)
	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2тис Гц	4тис Гц	8тис Гц	
Приміщення конструкторських бюро, програмістів ЕОМ, лабораторій для теоретичних робіт	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Приміщення управління, адміністрації, керівництва	79	70	68	58	55	52	50	49	60
Приміщення і ділянки точної збірки, диспетчерська з акустичними сигналами	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Постійні робочі місця і робочі зони в виробничих приміщеннях та на території підприємств.	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Для гігієнічної оцінки виробничого шуму (визначення відповідності рівнів шуму та рівнів звукового тиску нормованим значенням), а також для порівняльної оцінки різних заходів, спрямованих на зниження шуму проводять вимірювання шуму на робочих місцях і у виробничому приміщенні. Для цього використовується: шумомір ШУМ-1М, вимірювач шуму та вібрації ВШВ-003, акустична вимірювальна апаратура фірми КРТ (Німеччина) та «Брюль і К'єр» (Данія) та ін.

Принцип вимірювання шуму полягає в наступному: мікрофон для акустичних вимірювань сприймає шум і перетворює механічні коливання в електричні, які підсилюються і, пройшовши коректувальні фільтри та випрямляч, реєструються індикаторним приладом чи осцилографом.

Як нормативний рівень шуму на постійних робочих місцях та на території підприємств запроваджено гранично допустимий рівень (ГДР) звуку 80 дБА, який забезпечує відсутність ризику втрати слуху і практично не впливає на працездатність та стан здоров'я. Для порівняння: гранично допустимий рівень звуку для житлових кімнат квартир у нічний час згідно з СН № 3077-84 становить 30 дБА. Для зменшення шуму в житлових будинках у державних санітарних нормах на інженерне обладнання та електропобутову техніку запроваджуються вимоги з обмеження шумності.

Для забезпечення нормальних умов праці та відпочинку людей ГОСТ 27436 та ОСТ 27.004.022-86 нормують основний для міської забудови шум транспорту, який не повинен перевищувати: для легкових автомобілів 77 дБА, вантажних автомобілів – 79-84 дБА; автобусів 83 дБА; мотоциклів, моторолерів та мопедів –

85 дБА. Критерієм гігієнічної оцінки нестійкого шуму є *еквівалентний* (щодо енергії) *рівень звуку широкосмугового, стійкого та неімпульсного шуму*, який чинить на людину такий же вплив, як і нестійкий шум ($L_{Аекв}$, дБА).

Гігієнічна оцінка вібрації (ДСН 3.3.6.039-99), яка діє на людину у виробничих умовах, здійснюється за допомогою таких методів:

- частотного (спектрального) аналізу її параметрів;
- інтегральної оцінки за спектром частот параметрів, що нормуються;
- дози вібрації.

Нормованими параметрами є середні квадратичні значення *віброшвидкості* V м/с, *віброприскорення* a м/с², і *рівня віброшвидкості* L_v дБ.

Нормований діапазон частот встановлюється:

- для локальної вібрації показники цих параметрів дані в октавних смугах з середньгеометричними частотами 1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц;
- для загальної вібрації – в октавних смугах або 1/3 октавних смуг із середньгеометричними частотами 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; ...; 50; 63; 80 Гц.

Шкідливі наслідки вібрації зростають зі збільшенням швидкохідності машин та механізмів, оскільки енергія коливального процесу зростає пропорційно квадрату частоти коливань (або частоти обертання валу машини).

3. Захист від шуму та вібрації

Заходи та засоби захисту **від шуму** поділяються на *колективні* та *індивідуальні*. Індивідуальна профілактика: введення в слухові проходи різних заглушок, вати; протишумові вкладиші типу «Беруші»; застосування навушників, шумозаглушувальні шоломи (застосовуються при рівнях звуку більше 130 дБА).

Тобто, засоби індивідуального захисту поділяють на:

- протишумові вкладиші (перекривають слуховий прохід усередині);
- протишумові навушники (закривають вушну раковину зовні);
- протишумові каски і шоломи (закривають всю голову і застосовуються у сполученні з навушниками і протишумовими костюмами).

До індивідуальних заходів відносять й лікувально-профілактичні – попередні та періодичні медичні огляди (аудиометричний контроль), використання раціональних режимів праці та відпочинку для працівників ділень та цехів, допуск до «шумних» робіт з 18 років тощо.

Засоби колективного захисту від шуму поділяються за такими напрямками:

- зменшення шуму в самому джерелі;
- зменшення шуму на шляху його поширення;
- організаційно-технічні заходи.

Організаційно-технічні засоби захисту від шуму передбачають: застосування малошумних технологічних процесів та устаткування, оснащення шумного устаткування засобами дистанційного керування, дотримання правил

технічної експлуатації, проведення планово-попереджувальних оглядів та ремонтів. Це й: позначення робочих місць з рівнем звуку більше 80 дБА позначками шумової небезпеки (постійне знаходження у таких зонах можливо тільки з застосуванням засобів індивідуального захисту); та обмеження часу знаходження людей у зоні підвищеного шуму без засобів індивідуального захисту органів слуху згідно ГОСТ 12.1.050-85.

Зменшення шуму в самому джерелі - найбільш радикальний засіб боротьби з шумом, що створюється устаткуванням. Досвід показує, що ефективність заходів щодо зниження шуму устаткування, що вже працює, досить невисока, тому необхідно прагнути до максимального зниження шуму в джерелі ще на стадії проектування устаткування. Це досягається за допомогою наступних заходів та засобів: удосконалення кінематичних схем та конструкцій устаткування; проведення статичного та динамічного зрівноважування і балансування; виготовлення деталей, що співударяються та корпусних деталей з неметалевих матеріалів (пластмас, текстоліту, гуми); чергування металевих та неметалевих деталей; підвищення точності виготовлення деталей та якості складання вузлів і устаткування; зменшення зазорів у з'єднаннях шляхом зменшення припусків; застосування мащення деталей, що труться.

В табл. 3 наведено показники ефективності деяких заходів щодо зменшення шуму в самому джерелі.

Таблиця 3

Показники ефективності деяких заходів щодо зменшення шуму в самому джерелі

№ з/п	Заходи щодо зменшення шуму	Зменшення рівня шуму, дБА
1	Заміна прямозубих шестерень шевронними	5
2	Усунення погрішностей у зубчастому зачепленні	5 - 10
3	Заміна зубчастої передачі на клиноремінну	10 - 15
4	Заміна металевої шестерні на капронову чи текстолітову	10 - 12
5	Заміна металевого корпусу на пластмасовий	10 - 12
6	Усунення перекосу внутрішнього кільця підшипника	8 - 10
7	Мащення деталей, що труться	5 - 12

Засоби та заходи колективного захисту, що зменшують шум на шляху його поширення підрозділяються на архітектурно-планувальні та акустичні (рис. 4).

Архітектурно-планувальні рішення передбачають розподіл шумних та тихих виробничих ділянок, віддалення робочих місць від шумного обладнання та розташування його в просторах приміщеннях та інші засоби.

До акустичних засобів звукоізоляції належать звукоізолюючі огорожі, звукоізолюючі кабіни та пульти управління, звукоізолюючі кожухи та акустичні екрани. Засоби звукоізоляції доцільно впроваджувати у тому разі, коли потрібно

суттєво знизити інтенсивність прямого звуку на робочих місцях. Сутність звукоізоляції полягає в тому, що падаюча на звукоізолюючу перепону енергія відбивається в значно більшому ступені, ніж проходить за неї.

Звукоізолюючі кабін використовують для розташування пультів дистанційного управління або робочих місць у шумних приміщеннях. За допомогою звукоізолюючих кабін можна забезпечити практично будь-яке потрібне зниження рівня шуму. Як правило, кабін виготовляють із цегли, бетону, а також збірними з металевих панелей. Звукоізолюючі кабін збірної конструкції встановлюють на гумових віброізоляторах.

Застосування звукоізолюючих кожухів є ефективним, простим та дешевим способом зниження шуму на робочих місцях. Для досягнення максимальної ефективності кожухи мають цілком закривати машину (агрегат, обладнання). Конструктивно кожухи виготовляються знімними, розсувними або капосного типу. Кожухи виготовляють із листових вогнетривних або важко займистих матеріалів. Внутрішні поверхні стінок кожухів мають бути облицьовані звукопоглинаючим матеріалом, а сам кожух – ізольований від вібрації основи.

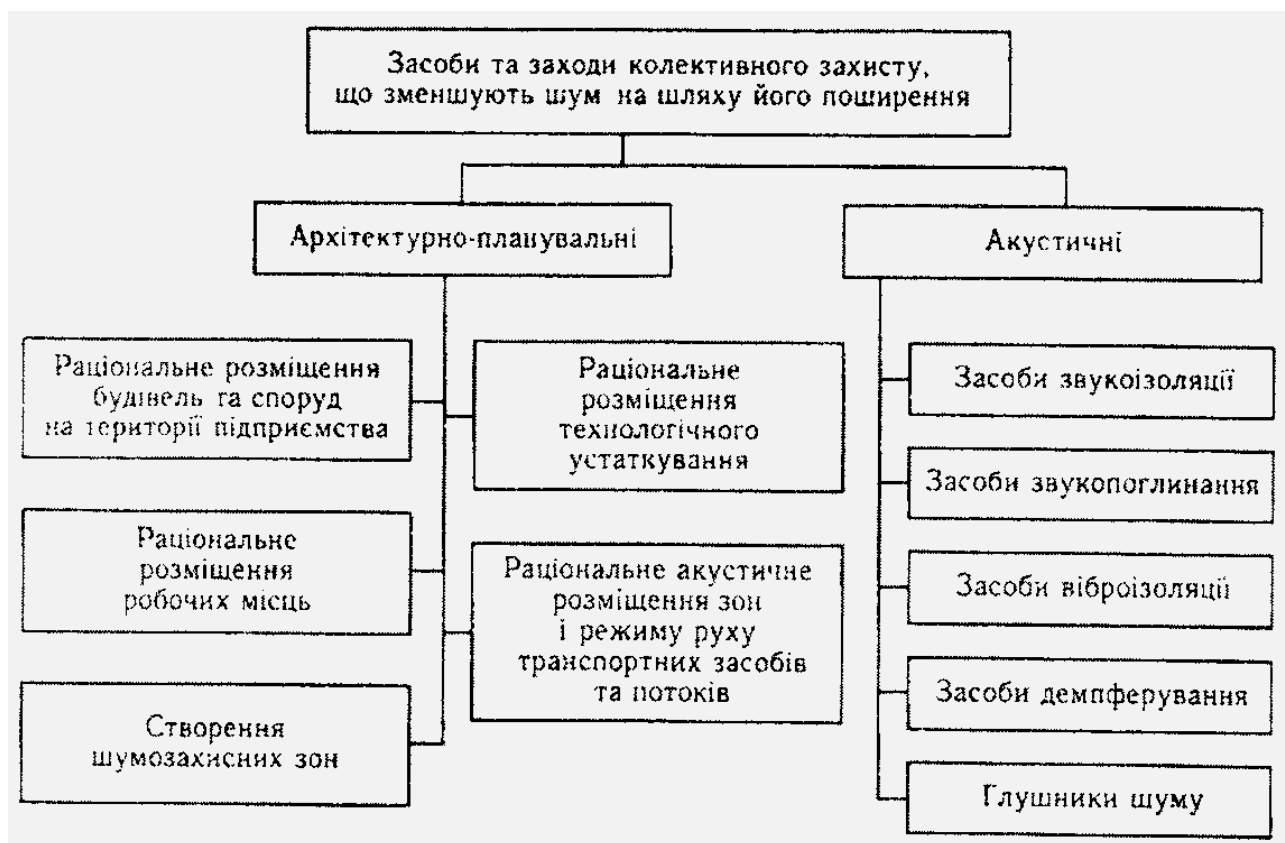


Рис. 4. Засоби колективного захисту від шуму

Акустичні екрани та огорожі можуть улаштуватися як у виробничих приміщеннях для захисту робочих місць від шуму агрегату, що обслуговується, а також сусідніх агрегатів, так і на території підприємства з метою зниження шуму, що створюється відкрито встановленими джерелами, в адміністративно побутових приміщеннях та у житлових забудовах. Застосування екранів у

приміщеннях виправдане тільки в тому разі, коли рівень звукового тиску в розрахунковій точці, що створюється прямим звуком від джерела, яке екранується, є значно вищим від відбитого звуку в цій точці.

Акустичні засоби звукопоглинання застосовують для зниження шуму на робочих місцях, що знаходяться у приміщеннях з джерелами шуму, або у «тихих» приміщеннях, у які проникає шум із сусідніх «шумних» приміщень. До цих засобів відносять звукопоглинаюче облицювання та штучні звукопоглиначі. Обладнання їх у приміщеннях називається акустичною обробкою.

Акустичний ефект звукопоглинаючого облицювання та штучних поглиначів ґрунтується на зменшенні інтенсивності відбитого звуку. Поглинання звуку зумовлене переходом коливальної енергії звукової хвилі у теплоту внаслідок втрат на тертя у звукопоглиначі.

Засоби звукопоглинання, що використовуються для акустичної обробки приміщень, поділяються на три групи:

1) *звукопоглинальні облицьовки у виді акустичних плит повної заводської готовності з жорсткою та напівжорсткою структурою: плити типу «Акмігран», «Акмініт», «Сілакпор» та ін.;*

2) *звукопоглинальні облицьовки із шару пористо-волокнистого матеріалу (скляного або базальтового волокна, мінеральної вати) у захисній оболонці з тканини або плівки з перфорованим покриттям (металевим, гіпсовим та ін.) – плити «Москва», «Методія» та ін.;*

3) *штучні поглиначі, що становлять собою одно- або багат шаровими об'ємними звукопоглинальними конструкціями у вигляді куба, паралелепіпеда, конуса, стелі приміщення. Одним із різновидів таких звукопоглиначів є звукопоглинаючі куліси у вигляді плоских пластин із мінераловатних плит в оболонці з тканини або плівки.*

Глушники шуму. Зниження шуму аеродинамічного походження досягається установленням глушників у каналах на шляху поширення шуму від його джерела до місця усмоктування або викиду повітря та газів. Глушники підрозділяються на *абсорбційні, реактивні та комбіновані*. Зниження шуму в *абсорбційних* глушниках відбувається за рахунок поглинання звукової енергії застосованими у них звукопоглинаючими матеріалами і конструкціями, а у *реактивних* – у наслідок відбивання звуку назад до джерела. *Комбіновані* глушники мають властивість як поглинати, так і відбивати звук. Вибір типу глушників залежить від конструкції установки, яку потрібно заглушити, спектра та потрібного зниження шуму.

Для забезпечення вібраційної безпеки праці запроваджені наступні критерії оцінки несприятливого впливу вібрації:

1) критерій «безпека», який забезпечує непорушність здоров'я оператора, а також виключає можливість виникнення травмонебезпечних або аварійних ситуацій внаслідок впливу вібрації. Застосовується для транспортної вібрації;

2) критерій «зниження продуктивності праці», що забезпечує підтримку нормативної продуктивності праці оператора, яка не зменшується внаслідок розвитку втоми та перевтоми під впливом вібрації. Застосовується для транспортно-технологічної та технологічної вібрації;

3) критерій «комфорт», який забезпечує оператору почуття комфортності умов праці при повній відсутності заважаючого впливу вібрації. Застосовується

для вібрації на робочих місцях працівників розумової праці та персоналу, що не займається фізичною працею.

Засоби захисту від вібрації поділяються на *колективні* та *індивідуальні*.

Засоби колективного захисту, у свою чергу, бувають:

- 1) ті, що впливають на джерело збудження;
- 2) засоби захисту від вібрації на шляхах її поширення.

До першої групи належать такі засоби захисту: динамічне зрівноважування, антифазна синхронізація, змінювання характеру збуджуючих впливів, зміна частоти коливань. Вони використовуються, як правило, на етапі проектування або виготовлення машини.

Засоби захисту від вібрації на шляхах її поширення можуть бути закладені у проекти машин та виробничих ділянок, а можуть бути застосовані на етапі експлуатації.

Вібродемпферування. Це процес зменшення вібрацій об'єкта, який захищають шляхом перетворення енергії механічних коливань якоїсь коливальної системи на теплову енергію. Збільшення втрат енергії у системі може бути пов'язане з:

- використанням конструктивних матеріалів із великим внутрішнім тертям;
- нанесенням на віброуючі поверхні шару пружков'язких матеріалів, що мають великі втрати на внутрішнє тертя;
- застосуванням поверхневого тертя та ін.

Віброізоляція. Цей спосіб захисту полягає у зменшенні передачі коливань від джерела збудження об'єкта, що захищається за допомогою пристроїв, які розташовуються між ними. Передбачається система додаткового пружного зв'язку.

Динамічне віброгасіння найчастіше проводиться шляхом установаження агрегатів на фундаменти або обладнанням динамічних віброгасителів.

До організаційно-технічних заходів ще відносяться:

- перевірка наявності вібраційних характеристик (ВХ) у паспортах на машини, які щойно надійшли (в технічному паспорті машини повинні бути вказані ВХ та методи їх контролю відповідно до ГОСТ 12.1.012-90 "ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования");

- своєчасне проведення планового та попереджувального ремонту машин з обов'язковим післяремонтним контролем вібраційних характеристик та використання машин відповідно до їх призначення та ін.

До засобів індивідуального захисту від вібрації відносять засоби захисту рук: рукавиці, рукавички, а також віброзахисні прокладки або пластини, які кріпляться до рук. При роботі в умовах загальної вібрації використовується спецвзуття на товстій підшві.

З метою профілактики віброшумового захворювання для працівників з обладнанням, що вібрує, рекомендується спеціальний режим праці (обмеження часу контакту з віброінструментом, додаткові перерви тощо). З лікувально-профілактичних заходів рекомендується проведення гідропробур – ванн для рук з температурою води 37°C в поєднанні з самомасажем; ультрафіолетове опромінювання в суберитемних дозах переважно шийної ділянки хребта;

гімнастика; регулярні медичні огляди; вітамінопрофілактика (вітаміни С, В₁, нікотинова кислота).

4. Особливості інфразвукових коливань, вплив на людину, нормування, захист від інфразвуку

До діапазону інфразвукових коливань вухо людини не чутливе.

Коливання та звук інфразвукових частот широко розповсюджені в сучасному виробництві й на транспорті. Вони утворюються під час роботи компресорів, двигунів внутрішнього згоряння, великих вентиляторів, руху локомотивів та автомобілів. Найбільші рівні інфразвукового тиску були зареєстровані на моторовипробувальних станціях (132 дБ), при роботі компресорів (90-115 дБ), вібростолів та віброплощадок (110-120 дБ), бетономішалок (95 дБ). Джерелом інфразвуку є легкові та вантажні автомобілі (110-115 дБ та 95-105 дБ, відповідно). При роботі потужних вентиляційних систем та систем кондиціонування рівні тиску на окремих інфразвукових частотах становили 80-90 дБ.

Особливості інфразвуку спричинені великою довжиною звукової хвилі. Інфразвук при однакових звукових потужностях відрізняється від акустичних та ультразвукових коливань значно більшими амплітудами коливальних зміщень.

Поглинання інфразвукової енергії в атмосфері є дуже малим і становить від 10^{-5} до 10^{-8} дБ/км залежно від частоти коливань. Цим пояснюється поширення інфразвуку на великі відстані.

Крім того, чим більше довжина хвилі, тим сильніше виявляється явище дифракції (обгинання перешкоди). Завдяки цьому інфразвуки легко проникають у приміщення та обминають перешкоди, що затримують чутні звуки. Останній факт дуже ускладнює профілактичні заходи на шляху розповсюдження хвилі.

За часовими характеристиками інфразвук поділяють на дві групи:

- **постійний**, рівень звукового тиску якого за шкалою «Лінійна» на характеристиці «повільно» змінюється не більш ніж на 10 дБ за одну хвилину спостереження;

- **непостійний**, рівень звукового тиску якого за шкалою «Лінійна» на характеристиці «повільно» змінюється більш ніж на 10 дБ за одну хвилину спостереження.

При дії інтенсивного інфразвуку на організм працівника найбільш специфічними є скарги на тиск у вухах, відчуття вібрації грудної клітки, черевної стінки, шлунка. Тривалий вплив інфразвуку призводить до зниження слуху та гостроти зору, підвищення артеріального тиску, появи гіпервентиляції легень, підвищення збудливості вестибулярного апарату. Встановлено також, що інфразвук викликає почуття страху, модуляції голосу і порушення у психоемоційній сфері.

В загалі, інфразвук сприймається організмом як фізичне навантаження. Тяжкість впливу залежить від діапазону частоти, рівня звукового тиску та тривалості дії.

Інфразвук з рівнем коливань 150 дБ та більш й зовсім не переноситься організмом. Особливо несприятливі наслідки при частоті 2 – 15 Гц, що пов'язано з виникненням резонансних явищ в організмі людини. Найбільш небезпечною частотою є частота 7 Гц, так як можливе співпадання з ритмом функціонування мозку.

Отже інфразвук є одним з несприятливих факторів виробничого середовища, і при високих рівнях звукового тиску (більше 110-120 дБ) спостерігається шкідливий вплив на організм людини. Тому, на робочому місці, за допомогою моніторингу інфразвуковим коливанням дають *гігієнічну оцінку в порівнянні з нормативними значеннями (ДСН 3.3.6.037-99)*.

На робочих місцях *параметри постійного інфразвуку*, є рівнями звукового тиску в октавних смугах частот з середньгеометричними частотами 2; 4; 8; 16 Гц у децибелах. Контроль здійснюється шумомірами ШВК – 1 з фільтром Ф 3-2.

Для *непостійного інфразвуку параметром*, що нормується, є загальний еквівалентний рівень звукового тиску за шкалою «Лінійна» шумоміра у дБ лін.

Санітарні норми ДСН 3.3.6.037-99 установлюють допустимі рівні інфразвуку на робочих місцях (табл. 4).

Таблиця 4

Допустимі рівні інфразвуку на робочих місцях

Допустимі рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах за середньгеометричними частотами, Гц				Загальний рівень звукового тиску, дБ лін
2 Гц	4 Гц	8 Гц	16 Гц	
105 дБ	105 дБ	105 дБ	105 дБ	100 дБ

Інфразвукове нормування у навколишньому середовищі виконують за санітарними нормами СанНіП 42-128-4948-89, згідно з якими рівень звукового тиску в частотах 2, 4, 8, 16, 31,5 Гц не повинен перевищувати 90 дБ. Усередині будинків рівень інфразвуку не нормується.

Боротьба з несприятливим впливом виробничого інфразвуку включає цілий комплекс заходів:

1) *послаблення інфразвуку у його джерелі*, усунення причин його виникнення (забезпечення та зберігання точного центрування та балансування великих елементів, що обертаються; зміна частоти обертання; «відстроювання» частоти обертання від резонансної частоти будівельних конструкцій);

2) *ізоляція інфразвуку* – застосування спеціальних замкнених оболонок – кабін великої жорсткості для захисту персоналу;

3) *поглинання інфразвуку*, установлення глушників.

Поглинання відбувається у результаті згинаючих коливань панелі за рахунок її внутрішнього тертя, а також втрат енергії у повітряному проміжку. Найбільших значень коефіцієнт звукопоглинання досягає в області резонансних частот системи;

4) індивідуальні засоби захисту (спеціальні пояси, що дозволяють зменшити ступінь струсу органів черевної порожнини та грудної клітки);

5) медична профілактика:

- проф.відбір;

- періодичні медичні огляди;
- правильний режим праці та відпочинку.

5. Особливості ультразвукових коливань, вплив на людину, нормування, захист від ультразвуку

Ультразвук – це механічні коливання пружного середовища, які відрізняються від звуку більш високою частотою коливань (понад 20 кГц) і не сприймаються вухом людини.

Ультразвук широко застосовують в техніці для диспергування рідин, очищення частин, зварювання пластмас, дефектоскопії металів, очищення газів від шкідливих домішок тощо. Джерелом ультразвуку є устаткування, в якому генеруються УЗ коливання для виконання технологічних операцій (УЗ зварювання, дефектоскопія, очищення і т.і.), а також устаткування і технологічний процес, при експлуатації якого УЗ виникає як супутній фактор (плазмове різання та зварювання, наплення, дифузійне зварювання, кисневе різання).

Ультразвукові хвилі можуть поширюватись у будь-якому середовищі: рідкому, твердому, газоподібному. Швидкість поширення у цих середовищах різна і залежить від властивостей середовища. Частотна характеристика і довжина хвилі (менша, ніж у чутних звуків) значною мірою визначають особливості поширення ультразвукових коливань у навколишньому середовищі.

Ультразвук за способом передачі від джерела до людини буває:

- *повітряним*, що передається через повітряне середовище;
- *контактним*, що передається на руки працюючої людини через тверде або рідке середовище.

За спектром ультразвук поділяють на дві групи:

- 1) *низькочастотний*, коливання якого передаються людині повітряним та контактним шляхом (від $1,2 \cdot 10^4$ до $1,0 \cdot 10^5$ Гц);
- 2) *високочастотний*, коливання якого передаються людині тільки контактним шляхом (від $1,0 \cdot 10^5$ до $1,0 \cdot 10^9$ Гц).

Біологічна дія ультразвуку обумовлена комплексною дією механічних, теплових та фізико-хімічних ефектів та залежить від інтенсивності і частоти УЗ-випромінювання.

Механічна дія ультразвуку заснована на деформаціях мікроструктур тканин при періодичних стисканні і розтягненнях, що виникають під час проходження ультразвукової хвилі. Збільшення потужності ультразвуку приводить до деструкції (руйнування) тканин, виникнення значного перепаду тиску в мікроскопічній ділянці тканини, що викликає появу мікропорожнин, розривів. Це явище відомо під назвою кавітації. Кавітація супроводжується механічним

руйнуванням, тепловим ефектом, дисоціацією макромолекул, активацією специфічних хімічних реакцій.

Тепловий ефект ультразвуку зумовлений поглинанням тканинами акустичної енергії ультразвукової хвилі і перетворенням її в теплову. Для зменшення теплового ефекту використовують імпульсне УЗ-випромінювання. Кількість тепла виділене в одиниці об'єму тканини можна оцінити за формулою: $q \sim A^2 \cdot \omega$.

Фізико-хімічна дія ультразвуку заснована на активації деяких хімічних і біохімічних реакцій. Так, наприклад, дія ультразвуку прискорює реакції окислення і полімеризації. Ультразвук незначної потужності призводить до збільшення проникності клітинних мембран, активізує процеси тканинного обміну. Ультразвук частотою 800 кГц низької інтенсивності використовується у фізіотерапії. В хірургії сфокусовані від декількох джерел УЗ-випромінювання високої інтенсивності використовується для дроблення каменів у сечовому міхурі, нирках, для руйнування злукісних утворень, розпилювання та "зварювання" кісток. У діагностичних цілях використовують УЗ-просвічування і УЗ-локацію. Ці методи засновані на відмінності в ступені поглинання та відбиття ультразвукової хвилі тканинами з різними акустичними властивостями (щільність, пружність тощо).

Вплив ультразвуку на працівника може викликати ураження периферичної нервової, серцево-судинної та ендокринної систем людини у місцях контакту (вегетативний поліневрит, м'язова слабкість пальців, плечей та передпліччя).

При тривалій дії УЗ можуть відбуватися функціональні розлади центральної нервової системи, слухового та вестибулярного апарату, органу зору (боязливність яскравого світла). На відміну від шуму УЗ має менший вплив на слухову функцію, але призводить до значних відхилень від норми вестибулярної функції, больової чутливості.

У вираженій стадії захворювання відбувається органічне враження центральної нервової системи, можливі діенцефальні кризи, психічні порушення, втрата працездатності.

Нормованим параметром ультразвуку, що передається контактним шляхом, є пікове значення віброшвидкості у частотному діапазоні від 0,1 до $1,0 \cdot 10^3$ МГц або його логарифмічний рівень у дБ, який визначається за формулою:

$$L_v = 20 \lg \frac{V}{V_0}, \quad (12)$$

де V – пікове значення віброшвидкості, м/с; V_0 – порогове значення віброшвидкості, що дорівнює $5 \cdot 10^{-6}$ м/с.

Для ультразвуку при контактній передачі допускається застосовувати як параметр, що нормується, інтенсивність у ватах на квадратний сантиметр ($\text{Вт}/\text{см}^2$).

Нормованими параметрами ультразвуку, утворюваного коливаннями повітряного середовища у робочій зоні, є рівні звукового тиску L_V (дБ) у третинооктавних смугах з середньо-геометричними частотами 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 50,0; 63,0; 80,0; 100 кГц.

Допустимий рівень ультразвукового тиску встановлюється ДСН 3.3.6.037-99 та ГОСТ 12.1.001-89.

Заходи боротьби з несприятливим впливом ультразвуку на організм людини аналогічні заходам захисту від чутних звуків:

1) *зменшення випромінювання звукової енергії у джерелі при проектуванні (за рахунок підвищення номінальних робочих частот УЗ установок);*

2) *локалізація дії ультразвуку конструктивними та планувальними рішеннями (розміщення УЗ-приладів в окремих приміщеннях, кабінах з дистанційним керуванням; улаштування систем блокування, застосування кожухів, екранів, облицювання кабін та приміщень звукопоглинаючими матеріалами; розробка автоматизованого ультразвукового устаткування);*

3) *організаційні заходи (інструктаж, раціональний режим праці та відпочинку, 10-15-хвилинні перерви через кожні 1,5 – 2 год роботи);*

4) *лікувально-профілактичні заходи (медичні огляди - 1 раз на рік за участю лікарів-спеціалістів: невропатолога, терапевта, отоларинголога; тимчасове або повне усунення від роботи в умовах інтенсивного ультразвуку);*

4) *індивідуальні засоби захисту (протишуми ВЦНДІОП, укладки ФПШ, рукавиці).*

Заключна частина

Боротьба з несприятливою дією вібрації, шуму, інфра- та ультразвуків ведеться практично в тих самих напрямках. Найдоцільніше – це зменшувати інтенсивність коливань на стадії проектування машин та агрегатів.