

Лабораторна робота № 12.

Дослідження параметрів виробничого шуму і визначення ефективності звукоізоляції.

Мета роботи: вивчити методику виміру і оцінки основних параметрів виробничого шуму; дослідити звукоізоляційні властивості різних матеріалів.

1. Загальна характеристика шуму.

Шум є хаотичним поєднанням звуків різної частоти і інтенсивності і одним з найбільш поширених чинників зовнішнього середовища. Звук є хвилеве коливання пружного середовища, при якому виникає надлишковий тиск. Відчуття звуку або його чутність виникає за умови, що частоти і енергія коливань, що діють на орган слуху, лежать в межах слухового сприйняття. Цей надлишковий тиск завдяки пружності навколишнього повітря передається від шару до шару повітря, викликаючи тим самим появу звукових хвиль. Звукова хвиля характеризується звуковим тиском p , Па, коливальною швидкістю v , м/с, інтенсивністю I , Вт/м² і частотою f , Гц.

При розповсюдженні звукової хвилі частки повітря або рідини коливаються біля положення рівноваги. Швидкість, з якою коливаються частки середовища щодо свого положення рівноваги, називається коливальною швидкістю, м/с:

$$v = p / (\rho c),$$

де p - звуковий тиск, Па; ρc - питомий акустичний опір середовища, Па·с/м; ρ - щільність середовища, кг/м³; c - швидкість звуку в середовищі, м/с.

Інтенсивність звуку, Вт/м², пов'язана із звуковим тиском залежністю

$$I = pv = p^2 / (\rho c).$$

Діапазон чутних частот звуку лежить в межах 20 — 20000 Гц. Найбільшу чутливістю до звуку слуховий апарат людини має при частотах 2000 — 5000 Гц. За еталонний прийнятий звук з частотою коливання 1000 Гц.

Діапазон звукового тиску, який розрізняється органами слуху людини, досить широкий. Мінімальна величина звукового тиску на частоті 1000 Гц, який ледве відчувається людським вухом, називається порогом чутності $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па, а відповідна йому інтенсивність

$I_0 = 10^{-12}$ Вт/м². При звуковому тиску $2 \cdot 10^2$ Па та інтенсивності звуку 10^2 Вт/м² виникають больові відчуття; такі значення називаються больовим порогом. Між порогом чутності і больовим порогом лежить область чутності. Оскільки больовий поріг перевищує поріг чутності в 10^{14} разів по інтенсивності звуку і в 10^7 разів по звуковому тиску, а також те, що відчуття людини, що виникають при дії шуму, пропорційні логарифму середньоквадратичного тиску, то користуватися для оцінки звуку абсолютними величинами інтенсивності звуку або звукового тиску незручно. Тому для зручності обчислень прийнято оцінювати інтенсивність звуку і звуковий тиск у відносних логарифмічних одиницях - децибелах (дБ), тобто по відношенню до величин порогу чутності. Таким чином, рівень звукового тиску, дБ, виражається залежністю

$$L = 20 \lg(p/p_0),$$

де p — середньоквадратичний звуковий тиск, Па; p_0 — пороговий середньоквадратичний звуковий тиск, Па.

Рівень інтенсивності звуку, дБ

$$L = 10 \lg(I/I_0) = 20 \lg(p/p_0).$$

Чутливість слуху падає з пониженням частоти звуку. Для того, щоб наблизити результати об'єктивних вимірів до суб'єктивного сприйняття, вводять поняття коректованого рівня звукового тиску (рівня звукової потужності і тому подібне). Корекція полягає в тому, що вводяться

залежні від частоти звуку поправки до рівня відповідної величини. Коректований рівень звукового тиску $L_A = L - \Delta L_A$ називається рівнем звуку і вимірюється в дБА.

Стандартне значення корекції ΔL_A наступне:

Частота, Гц	Корекція ΔL_A , дБ	Частота, Гц	Корекція, ΔL_A , дБ
16	80	250	8,6
31,5	42	1000	0
63	26,3	2000	-1,2
125	16,1	4000	-1,0
500	3,2	8000	1,1

Тому для орієнтовної оцінки постійного широкосмугового шуму на робочих місцях ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» та ГОСТ 12.1.003—83 допускає приймати рівень звуку в дБА, вимірюваний на тимчасовій характеристиці «Повільно» шумоміра та обчислювати за формулою

$$L_A = 20 \lg(p_A/p_0),$$

де p_A — середньоквадратичний звуковий тиск з урахуванням корекції «А» шумоміра, що враховує спектральну чутливість людського вуха, Па.

Рівень звукового тиску на відстані від джерела шуму r обчислюють за формулою

$$L_r = L_1 - 20 \lg(r/r_1),$$

де L_1 — рівень звукового тиску на відстані r_1 від джерела шуму, дБ.

Рівень шуму від декількох некогерентних джерел визначається по формулі

$$L_\Sigma = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i},$$

де L_i — рівень звукового тиску i -го джерела шуму, дБ; n — кількість джерел шуму.

Сумарний рівень шуму від n однакових по рівню джерел шуму L , у рівновіддаленій від них точці визначають по формулі $L_\Sigma = L + 10 \lg n$.

При одночасній дії двох джерел з різними рівнями сумарний рівень

$$L_\Sigma = L_1 + \Delta L,$$

де L_1 — найбільший з двох сумарних рівнів шуму; ΔL — добавка, залежна від різниці рівнів звуку двох джерел, величини приведені нижче:

Різниця рівнів двох джерел L_1-L_2 , дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
Добавка ΔL , дБ	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0

При більшому числі джерел шуму інтенсивність підсумовується послідовно від найбільшого до найменшого.

2. Класифікація шуму.

По характеру спектру шум підрозділяється на:

- широкосмуговий (суцільний) - з безперервним спектром шириною більш за октаву;
- вузькосмуговий (тональний) - в спектрі якого є виражені дискретні тони.

Тональний характер шуму встановлюється виміром випромінювання в третьоктавних смугах частот по перевищенню рівня шуму в одній смузі над сусідніми не менше чим на 10 дБ.

По часових характеристиках шум ділиться на:

- постійний - рівень звуку якого за повний робочий день при роботі технологічного устаткування змінюється в часі не більше ніж на 5 дБА;
- непостійний - рівень звуку якого за повний робочий день при роботі технологічного устаткування змінюється в часі більш ніж на 5 дБА.

У свою чергу непостійний шум підрозділяється на:

- що коливається в часі - рівень звуку якого безперервно змінюється в часі;
- переривистий - рівень звуку якого ступінчасто змінюється (на 5 дБА і більш), причому тривалість інтервалів, протягом яких рівень залишається постійним, складає 1 с і більш;
- імпульсний - що складається з одного або декількох звукових сигналів, кожен тривалістю менше 1 с, при цьому, рівні звуку в дБА та дБА, зміряні на часових характеристиках “імпульс” і “повільно” відрізняються не менше ніж на 7 дБ.

За походженням шуми діляться на:

- механічні (коливання поверхонь тіл або самих тіл) - виникаючі в результаті руху, ударів, тертя поверхонь окремих вузлів і деталей установок, машин (металообробні верстати, віброі ударостенди і так далі);
- аеродинамічні (нестационарні процеси в газі) - виникаючі в результаті витоку стислого повітря, газів або переміщення газоподібного середовища з великою швидкістю (компресорні і вентиляційні установки, пальники, рух тіл в повітрі, літаки);
- гідродинамічні - що виникають унаслідок стаціонарних і нестационарних процесів в рідинах (кавітація, турбулентність потоку, гідравлічні удари - це насоси і т.і.);
- електромагнітні (змінні магнітні сили, що приводять до коливання робочих органів електричних машин і апаратів) - що виникають в електричних машинах, установках, приладах і апаратах (шум силових трансформаторів за рахунок дії магнітострижкції і так далі).

3. Дія шуму на людину

Шум може викликати різні загальнобіологічні роздратування, патологічні зміни, функціональні розлади і механічні пошкодження. Тривала дія інтенсивного шуму може привести до патологічного стану слухового органу, до його стомлення і виникнення професійного захворювання - приглухуватості, а при рівнях 120-140 дБА здатний викликати механічне пошкодження органів слуху (розрив барабанної перетинки). Ознакою захворювання слухового рецептора є головні болі і шум у вухах, інколи втрата рівноваги і нудота.

Шум викликає зміни серцево-судинної системи, що супроводжуються порушеннями тону і ритму сердечних скорочень, змінюється артеріальний тиск, з'являються головні болі, запаморочення, відбувається зміна об'ємів внутрішніх органів. Шум приводить до порушення нормальної функції шлунку - зменшується виділення шлункового соку і змінюється кислотність (виникає гастрит). Особливо схильна до дії центральна нервова система. Наголошувалися зміни в органі зору людини (знижується стійкість ясного бачення і гострота зору, змінюється чутливість до різних кольорів і ін.) і вестибулярному апараті, підвищення внутрічерепного тиску, порушення в обмінних процесах організму і тому подібне. Патологічні зміни, що виникають під дією шуму, розглядаються як шумова хвороба.

Шум шкідливо відбивається на здоров'ї і працездатності людей. Шум погіршує точність виконання робочих операцій, ускладнює прийом і сприйняття інформації (стеження, збір інформації і мислення), знижує продуктивність праці, збільшує брак в роботі, створює передумови до виникнення нещасних випадків.

4. Нормування шуму

Нормування і контроль шуму здійснюється відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» і ГОСТ 12.1.003—83.

Характеристикою постійного шуму на робочих місцях є рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах з середньгеометричними частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 та 8000 Гц.

При **нормуванні шуму** використовують два методи:

- нормування по граничному спектру шуму;
- нормування рівня звуку.

У **першому випадку** нормуються **рівні звукового тиску** в дев'яти октавних смугах частот з середніми геометричним частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц залежно від виду трудової діяльності. (**Октавою** називається смуга частот ($f_1 \dots f_2$), для якої виконується співвідношення $f_2/f_1=2$; середня геометрична частота $f_{\text{сер.геометр.}} = \sqrt{f_1 f_2}$). Сукупність дев'яти нормативних рівнів звукового тиску називається **граничним спектром** (ГС). Кожен із спектрів має індекс, наприклад ГС - 80, де цифра 80 - нормативний рівень звукового тиску в октавній смузі частот з $f_{\text{с.г.}} = 1000$ Гц.

Другий метод нормування загального **рівня шуму**, зміряного за шкалою "А" і іменованого **рівнем звуку** залежно від виду трудової діяльності, використовується для орієнтовної оцінки постійного і непостійного шуму.

Рівень шуму, що створюється устаткуванням на робочих місцях, не повинен перевищувати значень, приведених в санітарних нормах.

Допускається як характеристику постійного широкосмугового шуму на робочих місцях при орієнтовній оцінці приймати рівень звуку (дБА), зміряний на часовій характеристиці «повільно» шумоміра по ГОСТ 17187—85.

Характеристикою непостійного шуму на робочих місцях є інтегральний параметр - еквівалентний (по енергії) рівень звуку (дБА), який обчислюється за формулою

$$L_{A \text{ экв}} = 10 \lg \frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{p_A(t)}{p_0} \right)^2 dt,$$

де T — час дії шуму, ч; $p_A(t)$ — поточне значення середньоквадратичного звукового тиску з урахуванням корекції «А» шумоміра, що враховує спектральну чутливість людського вуха, Па; p_0 — порогове значення звукового тиску ($p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па).

Допускається як характеристику непостійного шуму використовувати дозу шуму або відносну дозу шуму відповідно до «Методичних рекомендацій по дозній оцінці виробничих шумів» №2908—82.

Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях слід приймати відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 (табл. 1.1).

Таблиця 1.1. Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях у виробничих приміщеннях і на території підприємств

№ з/п	Вид трудової діяльності	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц.									рівні звуку і еквівалентні рівні звуку, дБА, дБА _{екв}
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Творча діяльність, керівна діяльність з підвищеними вимогами, наукова діяльність, конструювання і проектування, програмування, викладання	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2	Висококваліфікована робота, адміністративно-керівна діяльність, вимірювальні і аналітичні роботи в лабораторії	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60

3	Робота з часто отримуваними вказівками і акустичними сигналами, робота, що вимагає постійного слухового контролю, операторська робота, диспетчерська робота	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4	Робота, що вимагає зосередження, робота з підвищеними вимогами до процесів спостереження і дистанційного керування виробничими циклами	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5	Виконання всіх видів робіт (окрім перерахованих в п.п. 1-4 і аналогічних їм) на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях і на території підприємств	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку слід приймати:

- для широкосмугового постійного і непостійного (окрім імпульсного) шуму - згідно табл.1.1 ;
- для тонального і імпульсного шуму - на 5 дБ менше значень, вказаних в табл.1.1;
- для шуму, створюваного установками кондиціонування повітря, вентиляції і повітряного опалювання - на 5 дБ менше фактичних рівнів шуму в приміщеннях, якщо останні не перевищують значень таблиці (поправка для тонального і імпульсного шуму при цьому не враховується), інакше - на 5 дБ менше значень, вказаних в табл.1.1 ;
- для переривистого шуму, який коливається в часі, максимальний рівень звуку не повинен перевищувати 110 дБ А;
- для імпульсного шуму максимальний рівень звуку не повинен перевищувати 125 дБА₁.

Для окремих видів трудової діяльності (професій) повинні зменшуватися допустимі рівні звуку при розробці галузевої регламентуючої документації з урахуванням категорії важкості і напруженості праці.

Зони з рівнем звуку або еквівалентним рівнем звуку вище 85 дБА мають бути позначені знаками безпеки (ГОСТ 12.4.026-76). Працюючих в цих зонах забезпечують засобами індивідуального захисту (ГОСТ 12.4.051-78).

Забороняється навіть короточасне перебування в зонах з октавними рівнями звукового тиску понад 135 дБ в будь-якій октавній смузі.

5. Контроль рівня шуму.

Контроль рівнів шуму повинен здійснюватися на підприємствах не рідше за один раз на рік.

Вимір шуму виконується в такій послідовності: спочатку виявляють найбільш шумні вузли і вимірюють спектри на робочих місцях, потім визначають тривалість дії шуму на обслуговуючий персонал і значення зміряних рівнів шуму і вібрації порівнюють з допустимими величинами і з'ясовують ступінь їх відповідності.

Шумові характеристики машин мають бути вказані в паспорті на них, керівництві (інструкції) по експлуатації або іншій супровідній документації.

Для контролю відповідності фактичних рівнів шуму на робочих місцях допустимим рівням необхідно вимірювати шум, коли працює не менше 2/3 встановлених в даному приміщенні одиниць технологічного устаткування при найбільш характерному режимі його роботи. Мають бути включені вентиляційні установки, а також інші використовувані зазвичай в приміщенні

пристрої, що є джерелами шуму. Мікрофон шумоміра розташовується на висоті вуха людини, що знаходиться на робочому місці. Якщо робоче місце твердо не встановлене, шум вимірюється в декількох характерних місцях (не менше трьох). При проведенні вимірів мікрофон має бути направлений у бік джерела шуму і віддалений не менше ніж на 0,5 м від вимірюючого оператора.

6. Методи і засоби боротьби з шумом.

Відповідно до ГОСТ 12.1.003—83 захист від шуму повинен досягатися

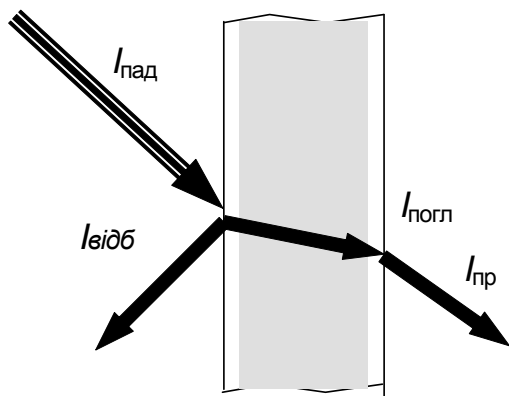
- розробкою шумобезпечної техніки;
- застосуванням засобів і методів колективного захисту згідно ГОСТ 12.1.029—80;
- засобів індивідуального захисту згідно ГОСТ 12.4.051—78;
- також будівельно-акустичними методами.

Основними засобами колективного захисту є:

- зниження шуму в джерелі його виникнення;
- на шляху його розповсюдження.

Методи, які знижують шум безпосередньо в *самому джерелі*, підрозділяються на:

- засоби, що знижують збудження шуму;
- засоби, що знижують звукотворну здатність джерела шуму.



Мал. 12.2. Шляхи розсіювання звукової енергії при проходженні звуку через перешкоду.

Методи боротьби з механічними, аеродинамічними, гідродинамічними і електромагнітними шумами в джерелі їх виникнення для певних виробничих установок, машин, приладів і апаратів детально розглянуті в роботі [2] з вказівкою конкретної технічної літератури для відповідної галузі.

Засоби, що знижують шум на *шляху його розповсюдження*, залежно від середовища підрозділяються на:

- засоби, що знижують передачу повітряного шуму;
- засоби, що знижують передачу структурного шуму (передача в сусідні приміщення вібрацій і звуку по

будівельних конструкціях будівлі).

Засоби захисту від шуму залежно від використання додаткового джерела енергії підрозділяються на:

- пасивні, в яких не використовується додаткове джерело енергії;
- активні, в яких використовується додаткове джерело енергії.

Засоби і методи колективного захисту від шуму залежно від способу реалізації підрозділяються на: *акустичні, архітектурно-планувальні і організаційно-технічні*.

Акустичні засоби захисту від шуму залежно від принципу дії підрозділяються на засоби звукоізоляції, засоби звукопоглинання, засоби віброізоляції, засоби демпфування і глушники шуму.

Архітектурно-планувальні методи захисту включають: раціональні акустичні вирішення планувань будівель і генеральних планів об'єктів; раціональне розміщення технологічного устаткування, машин і механізмів, раціональне розміщення робочих місць, раціональне акустичне планування зон і режиму руху транспортних засобів і транспортних потоків, створення шумо-захисених зон в різних місцях знаходження людини.

Організаційно-технічні методи включають застосування малозумних технологічних процесів (зміна технології виробництва, способу обробки і транспортування матеріалу і ін.); оснащення машин і установок засобами дистанційного керування і автоматичного контролю; застосування малозумних установок, зміна конструктивних елементів машин, їх складальних одиниць; вдосконалення технології ремонту і обслуговування установок; використання раціональних режимів праці і відпочинку працівників.

До основних будівельно-акустичних заходів щодо зниження шуму в цехах відносяться

вибір і установка найменш шумлячого устаткування; пристрій кожухів, глушників, екранів; раціональне планування території підприємства, при якій об'єкти, що вимагають захисту від шуму (лабораторні корпуси, обчислювальні центри і т. п.), максимально віддалені від шумних відкритих установок і приміщень; раціональне поверхове планування будівель і розміщення шумного устаткування в будівлі; улаштування віброізолюваних фундаментів і амортизаторів під устаткування для запобігання передачі вібрацій на будівельні конструкції. Ці заходи включають також пристрій глушників шуму на вихлопі і всмоктуванні технологічного устаткування, а також глушення шуму вентиляційних установок; застосування віброізолюючих покриттів для віброізоляції повітряних каналів; монтаж звукоізолюваних кабін спостереження, управління і т. п.; застосування відокремлювачів, екранів для захисту робочих місць від шуму, а також для відокремлення найбільш шумних машин і установок в цеху.

Шум знижують також облицюванням звукопоглинальними матеріалами стелі і стінів, установкою штучних звукопоглиначів; підбором звукоізолюючих огорож, перекриттів, дверей і вікон; відділенням менш шумних ділянок і конторських приміщень стінками і перегородками, що мають достатню звукоізоляцію; розміщенням верстатів, стендів і іншого устаткування з можливо меншою щільністю (відстань між верстатами не менше 1,5 м), що дозволяє застосовувати додаткові засоби для зниження шуму - екрани або відокремлювачі; об'єднання, по можливості, верстатів в групи по ступеню шумності з повним або частковим відділенням найбільш шумної групи від решти устаткування.

При виборі форми і об'єму приміщення слід віддавати перевагу витягнутій формі і плоскій звукопоглинальній стелі з мінімально необхідною висотою.

До акустичних засобів захисту від шуму відносять також демпфування, звукоізоляцію і звукопоглинання.

Зниження шуму за допомогою засобів демпфування добиваються покриттям випромінюючої поверхні демпфуючими матеріалами, що мають велике внутрішнє тертя. Існує багато різних видів демпфуючих покриттів. Найбільш поширені жорсткі покриття з пружно-в'язких матеріалів (мастики, спеціальні види повсті, лінолеуму), що наносяться на поверхню наклеюванням, напиленням та ін.

За допомогою звукоізолюючих перешкод легко понизити рівень шуму на 30...40 дБ. Метод заснований на віддзеркаленні звукової хвилі, падаючої на огорожу. Проте звукова енергія не лише відбивається від огорожі, але і проникає через неї, що викликає коливання огорожі, яка сама стає джерелом шуму. Чим більша поверхнева щільність огорожі, тим важче привести її в коливальний стан, отже, тим вище її звукоізолююча здатність. Тому ефективними звукоізолюючими матеріалами є метали, бетон, дерево, скло, щільні пластмаси і т. п.

Для оцінки звукоізолюючої здатності огорожі введено поняття звукопроникності τ , під якою розуміють відношення звукової енергії, що пройшла через огорожу, до падаючої на неї. Величина, зворотна звукопроникності, називається звукоізоляцією (дБ), вона пов'язана із звукопроникністю наступною залежністю: $R = 10 \lg(1/\tau)$.

Для збільшення звукоізоляції огорож застосовують різні звукопоглинальні матеріали (краще на основі мінерального або скляного волокна). Для зниження шуму в приміщенні проводять його акустичну обробку, наносячи звукопоглинальні матеріали на внутрішні поверхні, а також розміщуючи в приміщенні штучні звукопоглиначі.

Ефективність звукопоглинального пристрою характеризується коефіцієнтом звукопоглинання, який є відношенням поглиненої звукової енергії до падаючої: $\alpha = E_{\text{погл}}/E_{\text{пад}}$. При $\alpha = 0$ вся енергія відбивається без поглинання, при $\alpha = 1$ вся енергія поглинається (ефект «відкритого вікна»). Коефіцієнт залежить від частоти звукових хвиль і кута їх падіння на конструкцію.

Звукопоглинальні пристрої бувають пористими, пористо-волокнистими, з екраном, мембранні, шаруваті, резонансні і об'ємні. Ефективність застосування різних звукопоглинальних пристроїв визначається в результаті акустичного розрахунку з урахуванням вимоги СНіП II-12-77. Для досягнення максимального ефекту рекомендується облицювати не менше 60% загальної площі поверхонь, що захищають, а об'ємні (штучні) звукопоглиначі розташовувати якомога ближче до джерела шуму.

Максимальне зниження рівня шуму у відбитому полі за допомогою акустичної обробки

внутрішніх поверхонь приміщення практично не перевищує 6...8 дБ, досягаючи в окремих смугах частот 10...12 дБ.

Акустична обробка обов'язково повинна застосовуватися в шумних цехах, машинних залах машинолічильних станцій і обчислювальних центрів, машинописних бюро і ін.

Звукопоглинальні облицювання і штучні поглиначі, як правило, застосовуються у поєднанні з іншими заходами щодо обмеження шуму.

Ефективність застосування акустичних облицювань визначається звукопоглинальними властивостями вибраних конструкцій, способами їх розміщення, розмірами приміщень і місцем розташування ДШ. Найбільший акустичний ефект досягається в місцях, розташованих в зоні відбитого звуку (далеко від ДШ), де звукове поле повністю визначається щільністю енергії відбитих звукових хвиль. У зоні, де переважає прямий звук, тобто поблизу від джерела шуму, акустичний ефект звукопоглинального облицювання помітно знижується.

Якщо стіни приміщення або перекриття спроектовані світлопрозорими і площа вільних поверхонь, придатних для розміщення звукопоглинального облицювання, мала, рекомендується застосовувати облицювальні щити у вигляді куліс або додатково-штучні поглиначі шуму. Штучні поглиначі рекомендується підвішувати якомога ближче до джерел шуму.

Акустичними характеристиками приміщення є: постійна приміщення V , еквівалентна площа звукопоглинання A і середній коефіцієнт звукопоглинання α .

Екрани як засіб боротьби з шумом слід застосовувати для ДШ, що мають переважно середньо- і височастотний спектр шуму, оскільки ступінь проникнення звукових хвиль в область тіні залежить від співвідношення розмірів і довжини хвилі падаючого звуку. Чим більше відношення довжини хвилі λ до розміру екрану a , тим менше область звукової тіні за ним, тобто тим менше діапазон захищаючої здатності.

Джерело шуму повинне розташовуватися не вище за центр симетрії екрану. Лінійні розміри екрану вибираються так, щоб межі проекції на нього джерела шуму великих габаритів відстояли від краю екрану не менше ніж на довжину хвилі нижньої граничної частоти октавної смуги в досліджуваному звуковому діапазоні.

Для боротьби з вентиляційним шумом рекомендують застосовувати мал шумні вентилятори; забезпечувати номінальний режим роботи вентилятора; усувати нещільність між обшивкою і каркасом (усувати підсоси); встановлювати на вході вентилятора колектор (забезпечувати рівномірне підтікання повітря) і облицювати внутрішні поверхні обшивки звукопоглинальними матеріалами. Колектори знижують вентиляційний шум приблизно на 10 дБ.

Боротьба з аеродинамічним шумом в джерелі його виникнення представляє великі труднощі, тому зниження рівня шуму досягається на шляху розповсюдження звуку за допомогою різних глушників. Вибір типу глушника визначається необхідним рівнем зниження шуму, його спектром, потужністю джерела і ін.

Глушники розділяються на абсорбційні, реактивні (рефлексні) і комбіновані. У абсорбційних глушниках загасання шуму відбувається в порах звукопоглинального матеріалу. Реактивні глушники шуму виготовляються у вигляді сполучених між собою камер, мають розширення і звуження, резонансні поглиблення і тому подібне. Принцип їх роботи заснований на ефекті віддзеркалення звуку в результаті утворення «хвилевої пробки» в елементах глушника і резонансного поглинання звуку. У комбінованих глушниках відбувається як поглинання, так і віддзеркалення звуку. Методи розрахунку і проектування глушників приведені в СНіП II-12-77.

Цікавим і принципово новим методом зниження шуму є активне шумозаглушення - цей метод, пов'язаний із створенням «антизвуку», тобто створенням рівного по величині і протилежного по фазі звуку. В результаті інтерференції основного звуку і «антизвуку» в деяких місцях шумного приміщення можна створити зони тиші. У місці, де необхідно зменшити шум, встановлюється мікрофон, сигнал від якого посилюється і випромінюється певним чином розташованими динаміками. Вже розроблений комплекс електроакустичних приладів для інтерференційного придушення шуму.

Застосування засобів індивідуального захисту від шуму доцільно в тих випадках, коли засоби колективного захисту і інші засоби не забезпечують зниження шуму до допустимих рівнів. Засоби індивідуального захисту дозволяють понизити рівень сприйманого звуку на 7...38 дБ. Вони підрозділяються на протишумні навушники, що закривають вушну раковину зовні;

вкладиші у вигляді м'яких вкладишів тампонів з ультратонких волокон базальту («беруші»), ебоніту, гуми вставляються в слуховий канал; шоломи і каски; протишумові костюми [2; 6].

7.Оформлення результатів

Таблиця 12.1. Результати визначення рівня звуку

Джерело шуму	Рівень звуку, дБА				Похибка		Висновок точності вивчення
	Експериментальний	Розрахунковий	Допустиме значення згідно ДСН 3.3.6.037-99	Висновок	Абсолютна, дБА	Відносна, %	
L ₁		X			X	X	X
L ₂		X			X	X	X
L ₃		X			X	X	X
L ₁ +L ₂							
L ₁ +L ₃							
L ₂ +L ₃							
L ₁ +L ₂ +L ₃							

1. Розрахувати сумарний рівень звуку L_{Pozp}^{Σ} методом енергетичного складання за наслідками вимірів рівнів звуку, що створюється кожним джерелом окремо (величини L_1, L_2, L_3 див. в табл. 12.1).

2. Обчислити абсолютну і відносну похибки розрахунку величини L_{Pozp}^{Σ} в порівнянні з даними виміру. Результати занести в таблицю 12.1. Зробити висновок про точність методу енергетичного складання рівнів звуку.

3. Зробити висновок про відповідність результатів вимірів рівнів звуку допустимим значенням згідно ДСН 3.3.6.037-99.

Таблиця 12.2. Результати досліджень

Величина рівня звукового тиску, дБ	Величини звукового тиску, дБ, в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц.								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Результати вимірів									
Допустимі значення згідно ДСН 3.3.6.037-99									

4. За даними таблиці 12.2 побудувати графік залежності рівнів звукового тиску від частоти.

5. Зробити висновок про характер спектру досліджуваного шуму і його відповідність граничному спектру. Виявити діапазон частот, де рівень перевищує норми.

Таблиця 12.3. Результати вимірів рівнів звукового тиску

Матеріал перегородки	Величини звукового тиску, дБ, в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц.								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Без екрану									
Алюміній									
Дерево									
Гетинакс									
Лінолеум									

6. Розрахувати звукоізолюючу здатність перегородок з різних матеріалів для октавних смуг частот нормованого діапазону, користуючись даними таблиці 12.3.

$$R_i^{екр} = L_i^{без.екр} - L_i^{екр}.$$

Результати обчислень занести в таблицю 12.4.

Таблиця 12.4. Результати розрахунків звукоізолюючої здатності матеріалів

Матеріал перегородки	Величини звукового тиску, дБ, в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц.								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Алюміній									
Дерево									
Гетинакс									
Лінолеум									

7. За даними таблиці 12.4 побудувати графіки залежності звукоізолюючої здатності перегородок з різних матеріалів від частоти. Зробити висновки, в яких вказати, від чого залежить звукоізолююча здатність матеріалів.

8. Обґрунтувати вибір матеріалу перегородки для захисту від шуму, спектральна характеристика якого визначена в таблиці 12.3.

Для октавних смуг частот, де рівень звукового тиску перевищує норму (див. графіки, побудовані за даними таблиці 12.2), вибрати по графіках, побудованих по таблиці 12.4, такий матеріал, або набір матеріалів, який забезпечував би максимальну звукоізолюючу здатність в даних смугах частот.