

Лекція 2

ПРОЄКТУВАННЯ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ВІД ШУМУ

Визначення рівнів звукового тиску в розрахункових точках

Розрахункові точки на території забудови вибирають за генеральним планом, в середині будівель – за технологічним плануванням.

Для джерел, котрі випромінюють шум у навколишнє середовище, розрахункові точки вибирають на відстанні (віддалі) 2 м від площини вікон найближчих будівель, орієнтованих в бік джерел шуму, на висоті 1, 2 м від поверхні землі.

Якщо шум випромінюється в приміщення або джерело шуму знаходиться в приміщенні з нормованим рівнем шуму, то розрахункові точки вибирають в середині приміщення.

Всередині приміщення вибирають одну або дві точки: на робочому місці, розташованому в зоні дії відбитого звуку, і в зоні дії відбитого та прямого звуку. В обох випадках розрахункові точки повинні бути розташовані на рівні вуха працівника (на висоті 1,2—1,5 м від підлоги).

Якщо джерела шуму та розрахункові точки розташовані на території (рис. 4.1), то очікувані рівні звукового тиску L_i визначаються за формулою

$$L_i = L_{pi} - 20 \lg r_i + 10 \lg \frac{\Phi_i}{4\pi} - \frac{\beta_a r_i}{1000}, \text{ дБ},$$

де L_{pi} — рівень звукової потужності розглядуваного джерела шуму, дБ;

Φ_i — фактор спрямованості джерела шуму (безрозмірний);

r_i — відстань від джерела шуму до розрахункової точки, м;

i — номер джерела;

β_a — затухання звуку в атмосфері, дБ/км, береться за табл. 4.1.

Затухання звуку в атмосфері

Середньгеометрична частота, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
β_a , дБ/км	0	0,7	1,5	3	6	12	24	48

П р и м і т к а: При відстані $r_i < 50$ м, затухання в атмосфері не враховується.

Фактор напрямленості Φ характеризує нерівномірність випромінювання джерела шуму в різних напрямках:

$$\Phi = \frac{P_r^2}{P_{r, \text{усер.}}^2},$$

де P_r — звуковий тиск на віддалі r від джерела шуму в певному напрямку, Па ($\text{Н}/\text{м}^2$);

$P_{r, \text{усер.}}$ — звуковий тиск на віддалі r від джерела при рівномірному випромінюванні у всі сторони, Па ($\text{Н}/\text{м}^2$).

При розташуванні джерела з рівномірним випромінюванням на відбиваючій поверхні $\Phi = 2$. При розташуванні такого джерела біля двогранного кута $\Phi = 4$; поблизу тригранного кута $\Phi = 8$.

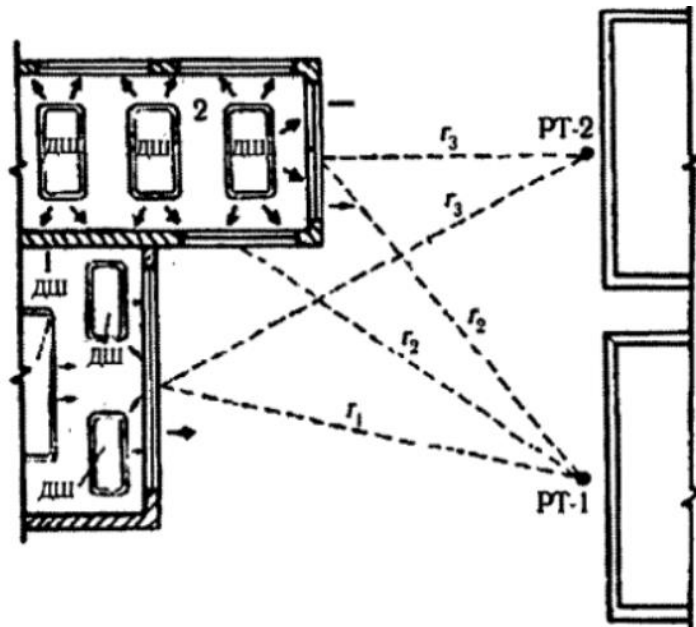
Якщо джерела шуму розташовані в будівлі, а розрахункові точки — на території і шум в атмосферу проникає через огорожувальні конструкції, то очікувані рівні звукового тиску визначаються для кожного елемента огородження (стіни, перекриття, вікна, двері, пройми тощо), через котрі проникає шум, за формулами

$$L_i = L_{P_{\text{сум}}} - \Delta L_{Pi} - 20 \lg r_i - \frac{\beta_a r_i}{1000} - 5 \text{ дБ};$$

$$\Delta L_{Pi} = 10 \lg B_{\text{ш}} - 10 \lg S_i + R_i \text{ дБ},$$

де $L_{P_{\text{сум}}} = 10 \lg \sum_{k=1}^m 10^{0,1L_{Pk}}$ — сумарний октавний рівень звукової потужності всіх

джерел шуму, котрі знаходяться в розглядуваному приміщенні, дБ; визначається за табл.



1, 2 — номери приміщень з джерелами шуму; r — відстань від центра огородження, що випромінює шум, до розрахункової точки

Схема розміщення розрахункових точок РТ і джерел шуму ДШ.

Таблиця 4.2

Таблиця додавання рівнів звукової потужності або звукового тиску

Різниця двох додаваних рівнів	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
Добавка до більш високого рівня, необхідна для отримання сумарного рівня, дБ	3	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0

Користуючись таблицею, необхідно послідовно додавати рівні, починаючи з максимального. Спочатку визначають різницю двох додаваних рівнів, потім — добавку до більш високого з додаваних рівнів. Після цього добавку слід додати до більшого з додаваних рівнів;

L_{pk} — октавний рівень звукової потужності, випромінюваної кожним джерелом шуму, дБ;

m — загальна кількість джерел шуму в приміщенні;

ΔL_i — зниження рівня звукової потужності на шляху поширення звуку, дБ;

$V_{ш}$ — постійна приміщення з джерелами шуму.

Постійну приміщення V визначають множенням постійної приміщення на середньометричній частоті 1000 Гц (V_{1000}) на частотний множник μ ($V = V_{1000} \cdot \mu$). Постійна приміщення V_{1000} визначається за графіком (рис. 4.3). Вибір індекса прямої (а—г) при користуванні графіком здійснюється за табл. 4.3, а частотний множник — за табл. 4.4.

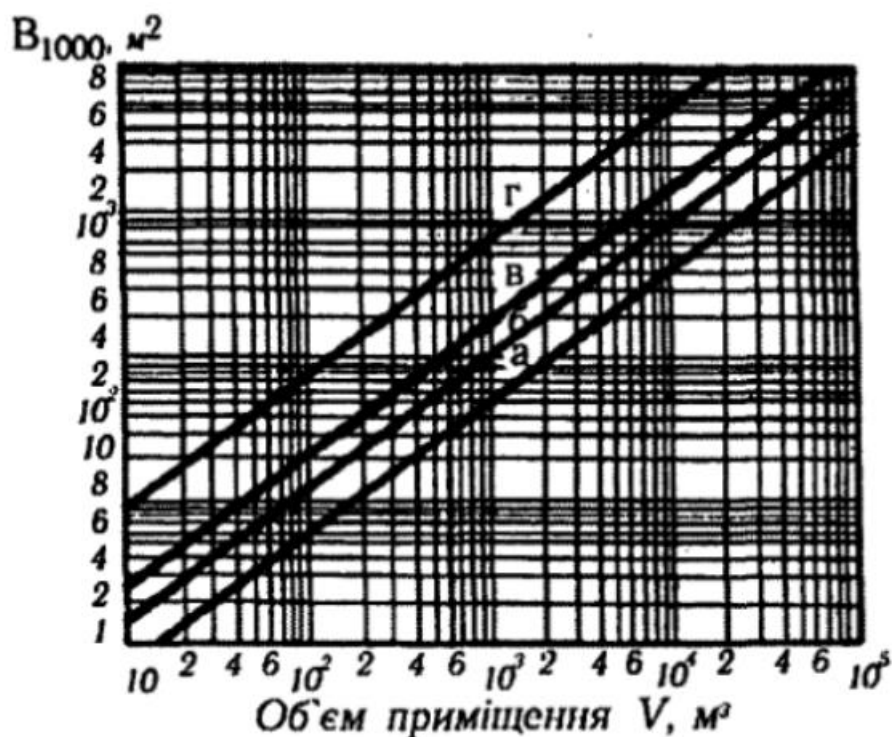


Рис. 4.3. Графік для визначення постійної приміщення V_{1000}

Вибір індекса прямої на рис. 4.3.

Опис приміщення	Індекс прямої на рис. 4.3
1	2
Без меблів, з невеликою кількістю людей (металообробні цехи, вентиляційні камери, генераторні, машинні зали, випробувальні стенди і т. п.).	а
З жорсткими меблями або з невеликою кількістю людей і м'якими меблями (лабораторії, ткацькі та деревообробні цехи, кабінети і т. п.).	б

З великою кількістю людей і м'якими меблями (робочі приміщення адміністративних споруд, конструкторські зали, аудиторії, ресторани, універмаги, приміщення аеропортів та зали очікування, номери готелів, шкільні класи, бібліотеки, житлові приміщення).	в
Приміщення із звукопоглинальним облицюванням стелі та частини стін.	г

Частотний множник μ

Об'єм приміщення, m^3	Середньгеометрична частота, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$V \leq 200$	0,8	0,75	0,7	0,8	1	1,4	1,8	2,5
$V = 200 + 500$	0,65	0,62	0,64	0,75	1	1,5	2,4	4,2
$V > 500$	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6

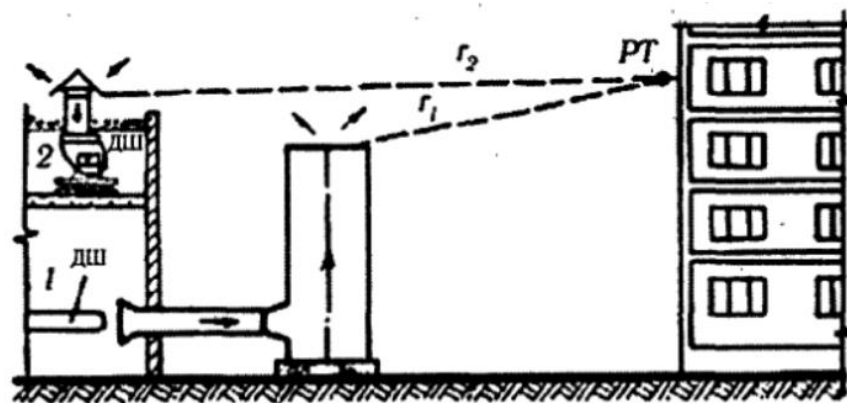


Рис. 4.4. Схема розташування розрахункової точки РТ і джерел шуму ДЖ:
 1, 2 — номери джерел шуму; r — відстань від центру отвору, що випромінює шум, до розрахункової точки

Якщо джерела шуму розташовані в приміщенні, а розрахункові точки на території і шум поширюється по каналах та випромінюється в атмосферу через вихідні отвори (рис. 1 — 3), то очікувані рівні звукового тиску L_i від кожного джерела визначаються за формулою

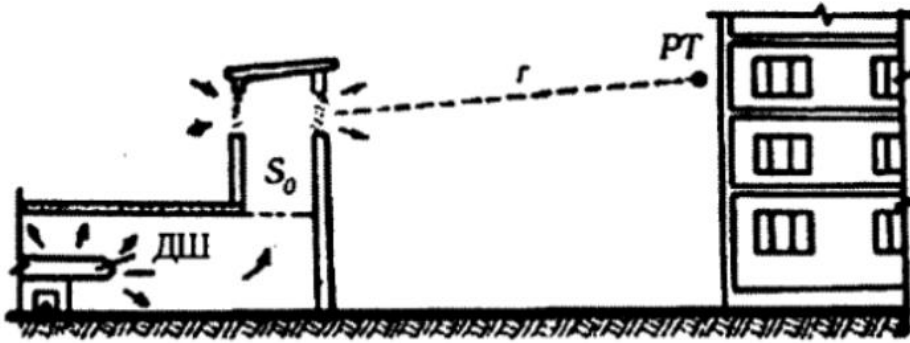


Схема розміщення розрахункової точки РТ та джерел шуму ДШ:
 r — відстань від центру отвору, що випромінює шум, до розрахункової точки

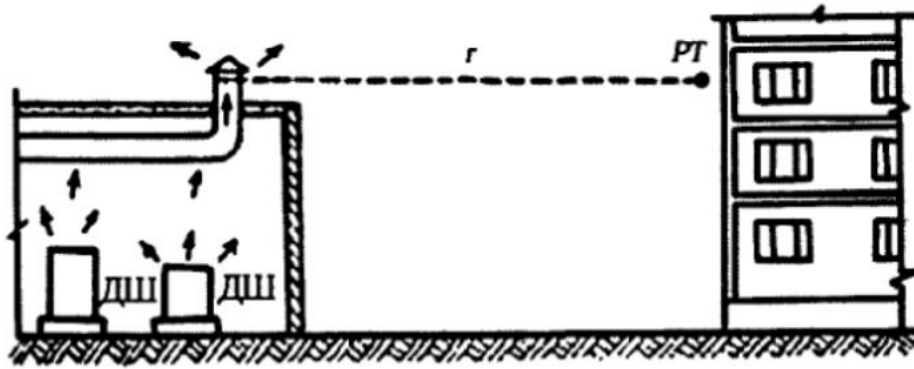


Схема розміщення розрахункової точки РТ та джерел шуму ДШ:
 r — відстань від центру отвору, що випромінює шум, до розрахункової точки

$$L_i = L_{pi} - \Delta L_{pi} - 20 \lg r_i + 10 \lg \frac{\Phi_i}{4\pi} - \frac{\beta_a r_i}{1000}, \text{ дБ,}$$

де L_{pi} — октавний рівень звукової потужності розглядуваного джерела шуму, дБ;

ΔL_{pi} — зниження октавного рівня звукової потужності на шляху поширення шуму від джерела до вихідного отвору, дБ;

r_i — відстань від центру площини вихідного отвору до розрахункової точки, м;

Φ — фактор напрямленості вихідного отвору: при відсутності даних $\Phi_i = 2$.

Величина ΔL_{pi} визначається за формулами для наступних випадків, що найчастіше зустрічаються на практиці:

а) джерело випромінює шум безпосередньо в канал (рис. 4.4)

$$\Delta L_{pi} = \sum_{k=1}^m \Delta L_{pk}, \text{ дБ}, \quad (4.6)$$

де ΔL_{pk} — зниження октавного рівня звукової потужності в послідовно розташованих елементах траси (прямі ділянки, повороти, вихідні отвори, решітки тощо), що визначається за графіками та таблицями, дБ;

m — число елементів траси, в котрих враховується зниження рівнів звукової потужності;

б) джерела шуму розташовані в приміщенні, з котрого шум проникає через вхідний отвір у канал і далі випромінюється в атмосферу через вихідні отвори (решітки) (рис. 4.5)

$$\Delta L_{pi} = 10 \lg B_{ш} - 10 S_0 + \sum_{k=1}^m \Delta L_{pk}, \text{ дБ}, \quad (4.7)$$

де S_0 — площа вхідного каналу (решітки) в приміщенні з джерелами шуму, m^2 ;
 $B_{ш}$ — постійна приміщення, в котрому знаходяться джерела шуму, m^2 ;

в) джерела шуму розташовані в приміщенні, з котрого шум проникає в канал через стінки і потім випромінюється в атмосферу через вихідні отвори (рис. 4.6)

$$\Delta L_{pi} = 10 \lg B_{ш} - 10 \lg S_{кан} + R_{кан} + 3 + \sum_{k=1}^m \Delta L_{pk}, \text{ дБ}, \quad (4.8)$$

де $S_{кан}$ — площа зовнішньої поверхні стінок каналу (повітропроводу) в межах шумного приміщення, m^2 ;

$R_{кан}$ — звукоізолювальна здатність стінок каналу, дБ;

Якщо джерела розташовані в приміщенні і випромінюють шум безпосередньо в канал і далі через стінки каналу в атмосферу (рис. 4.7), то очікувані рівні звукового тиску L_i розраховуються за формулою 4.3. Зниження октавних рівнів звукової потужності на шляху поширення звуку Δp_i визначається за формулою

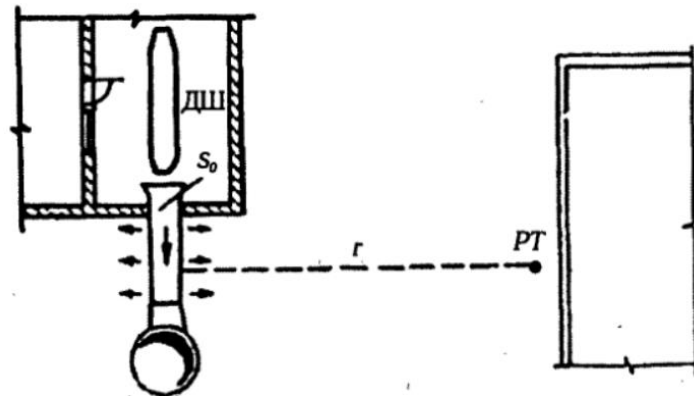


Рис. 4.7. Схема розміщення розрахункової точки РТ та джерела шуму ДШ:
 r — відстань від центру випромінюючої поверхні до розрахункової точки; S_0 — площа перерізу каналу

Якщо джерела розташовані в приміщенні і випромінюють шум безпосередньо в канал і далі через стінки каналу в атмосферу (рис. 4.7), то очікувані рівні звукового тиску L_i розраховуються за формулою 4.3. Зниження октавних рівнів звукової потужності на шляху поширення звуку ΔL_i визначається за формулою

$$\Delta L_{pi} = \Delta L'_{pi} - 10 \lg \frac{S_{KAN}}{S_0} + R_{KAN} - 10 \lg (1 + 10^{-0,1\Delta L}) + 3, \text{ дБ}, \quad (4.9)$$

де $\Delta L'_{pi}$ — зниження рівня звукової потужності на шляху поширення звуку між джерелами шуму та початковим перетином ділянки каналу, що випромінює шум в атмосферу, дБ; визначається за формулою 4.6;

S_0 — площа поперечного перетину каналу, m^2 ;

S_{KAN} — площа зовнішньої поверхні стінок каналу, m^2 ;

R_{KAN} — звукоізолювальна здатність стінок каналу, дБ;

ΔL — зниження рівня звукової потужності на розглядуваній ділянці каналу, дБ.

Якщо джерела шуму розташовані в суміжному з ізольованим приміщенням, а шум проникає в ізольоване приміщення через огорожувальні конструкції (рис. 4.8), то очікувані рівні звукового тиску L_i в розрахунковій точці визначаються за формулами

$$L_i = L_{P_{сум}} - \Delta L_{pi} - 10 \lg B_i + 6, \text{ дБ}, \quad (4.10)$$

$$\Delta L_{pi} = 10 \lg B_{ш} - 10 \lg S_i + R_i, \text{ дБ}, \quad (4.11)$$

де $L_{P_{сум}} = 10 \lg \sum_{k=1}^m 10^{0,1L_{pk}}$ — загальний (сумарний) октавний рівень звукової

потужності, випромінюваний всіма джерелами, що знаходяться в розглядуваному шумному приміщенні, дБ; визначається за табл. 4.2;

m — загальна кількість джерел у шумному приміщенні, що граничить з ізольованим;

B_i і $B_{ш}$ — відповідно постійні ізольованого і розглядуваного приміщень у даній октавній смузі частот, m^2 ;

S_i — площа розглядуваного огородження або елемента огородження, через котрі шум проникає в ізольоване приміщення, m^2 ;

R_i — звукоізолювальна здатність розглядуваного огородження або елемента огородження, через котрі шум проникає в ізольоване приміщення, дБ.

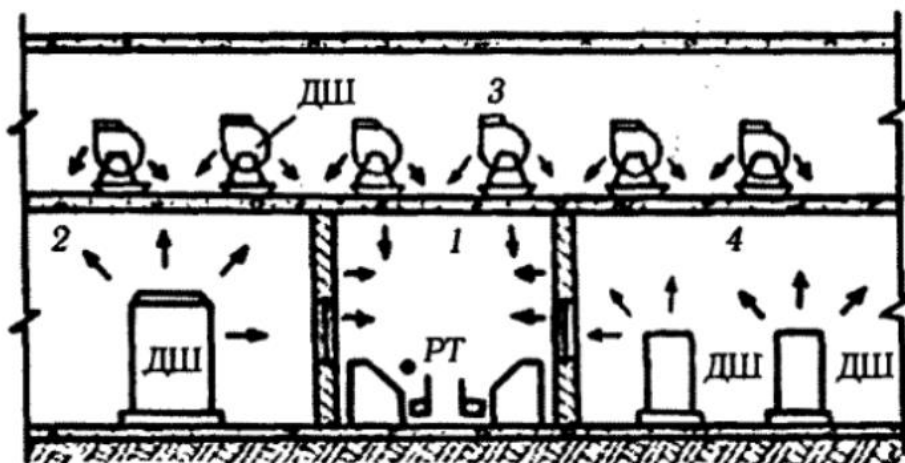


Рис. 4.8. Схема розміщення розрахункової точки РТ та джерел шуму ДШ:
 1 — приміщення, що ізолюється; 2— 4 — приміщення з джерелами шуму

ПРОЄКТУВАННЯ ЗВУКОІЗОЛЬОВАНИХ КАБІН

З метою захисту від шуму обслуговуючого персоналу на виробничих ділянках з шумними технологічними процесами або з шумним обладнанням необхідно влаштовувати kabini спостереження та дистанційного контролю. Використовуючи звукоізолювальні kabini, можна забезпечити практично будь-яке необхідне зниження шуму.

Акустична kabina — kabina, що її використовують, коли потрібна звукоізолюваність, безшумність або приватність.

Kabini виготовляються з цегли, бетону та інших будівельних матеріалів. Kabini можуть бути збірними з металевих панелей. В приміщеннях з джерелами теплових випромінювань kabini повинні також забезпечувати захист від цього шкідливого чинника.

Збірні звукоізолювальні kabini встановлюються на гумових віброізоляторах. З метою зниження шуму, створюваного припливно-витяжною системою вентиляції, необхідно встановлювати глушники шуму з боку входу та виходу повітря.

Вікна повинні бути мінімальних розмірів з використанням товстого скла або з органічного скла. По периметру вікна необхідно герметизувати гумовими прокладками. При використанні подвійного скління між листами скла встановлюється звукоізолювальна прокладка по периметру вікна.

В дверях kabini необхідно забезпечити щільність та герметичність по всьому периметру дверей. При умові високої необхідної ізоляції двері повинні бути подвійними.

В місцях прокладання технологічних комунікацій слід передбачати заходи щодо звукоізоляції.

Внутрішні поверхні kabini личкуються звукопоглинальним матеріалом з максимальними коефіцієнтами звукопоглинання в діапазоні 250—2000 Гц.

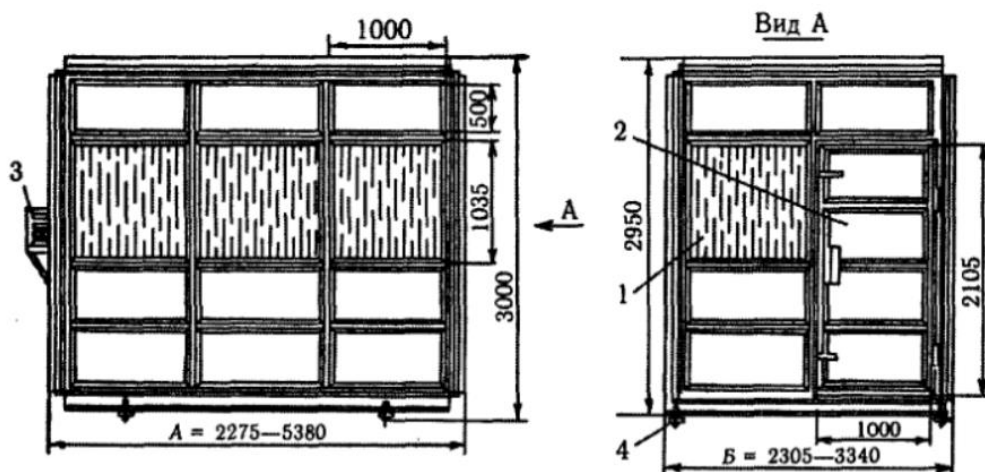
Згідно з ГОСТ 12.2.098-84 звукоізолювальні kabini залежно від ступеня ізоляції від повітряного шуму поділяються на чотири класи

Ізоляція кабін від повітряного шуму, дБ

Клас кабін	Середньгеометрична частота октавної смуги, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	25	30	35	40	45	50	50	45
2	15—24	20—29	25—34	30—39	35—44	40—49	40—49	35—44
3	5—14	10—19	15—24	20—29	25—34	30—39	30—39	25—34
4	0—4	0—9	5—14	10—19	15—24	20—29	20—29	15—24

КОНСТРУКЦІЇ ЗВУКІЗОЛЮЮЧИХ КАБІН

Кабіни зі збірних елементів кріпляться до нерозбірного або збірно-розбірного каркаса з металевих профілів. Такі кабінки відносяться до третього або четвертого класу за акустичною ефективністю. Кабінки п'яти типорозмірів збираються на загальному каркасі з уніфікованих модульних елементів. Каркас складається з основи та стінок (рис. 4.17).



Кабіна спостереження та дистанційного управління:
1 — вікно; 2 — двері; 3 — кондиціонер; 4 — опора віброізолююча

Основа зварена зі швелерів та кутників, на яких кріпляться дошки. До основи прикріплюються стінки кабінки, на котрих встановлюється стеля.

Кріплення здійснюються через гумові ущільнення. Стінки та двері виготовлені зі спеціальних профілів, які утворюють відсіки для встановлення звукоізолювальних елементів розміром 500x1000 мм і товщиною 50 мм, заповнених матами із супертонкого скловолокна. Внутрішня поверхня елементів перфорована. Кабіна встановлюється на віброізоляторах ОВ-31. З метою забезпечення оптимальних метеорологічних умов у кабінці встановлюється кондиціонер.

Кабіна ТБИОТ-ЗКСЭ-1 (рис. 4.18) призначена для захисту від шуму двох операторів. До збірно-розбірного каркасу кріпляться звукоізолювальні елементи на основі мінерально-ватяних плит ППМ-80, загорнутих в склотканину. Вікна кабінки мають подвійне скління з товщиною скла 4 мм. На кришці кабінки є два люка для під'єднання до автономного кондиціонера.

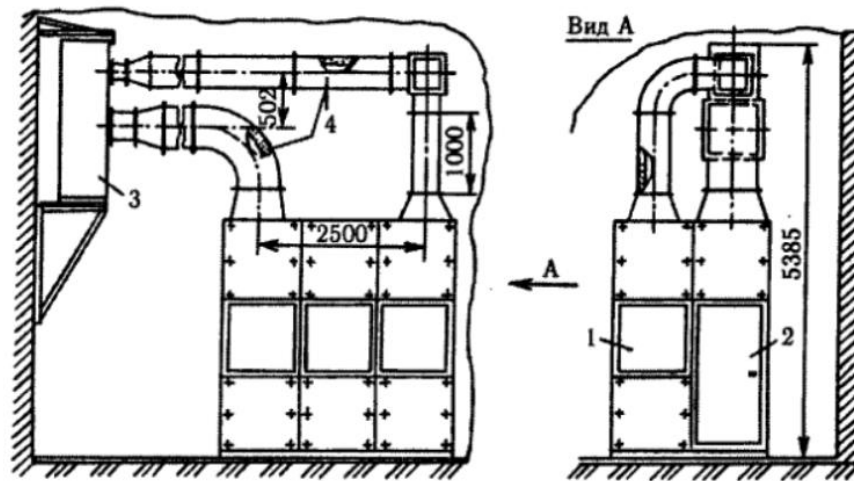


Рис. 4.18. Звукопоглинальна кабіна типу ТБІОТ-ЗКСЭ-1:
1 — вікно; 2 — двері; 3 — кондиціонер; 4 — повітроводи з глушниками шуму

Кабіни зі збірних панелей і блоків призначені для захисту від шуму персоналу, котрий обслуговує компресори, повітродувки, турбіни тощо (рис. 4.19). На каркасі кабіни, виготовленому зі швелерів, кріпляться звукоізолювальні щити зі звукопоглинальним матеріалом з внутрішньою перфорованою поверхнею. Скління вікон кабіни — подвійне. Віб्रोізоляція здійснюється за допомогою віброізоляторів типу ОВ-31.

На даху кабіни на віброізоляторах встановлено вентилятор з глушником шуму.

Кабіна для захисту від шуму оператора стенда випробування двигунів наведена на рис. 4.20. Вона складається з чотирьох панелей, стелі та підлоги. Панелі та стеля

виготовлені зі швелерної рами, до котрої із зовнішнього боку приварено сталевий лист. З внутрішнього боку кріпляться тонкі перфоровані листи. Простір між листами заповнюється мінерально-ватяними плитами ПП-80. Основа кабіни складається зі швелерної рами, до котрої приварено сталевий лист, на котрий нанесено протишумну мастику. Передбачені віброізоляція кабіни та її вентиляція.

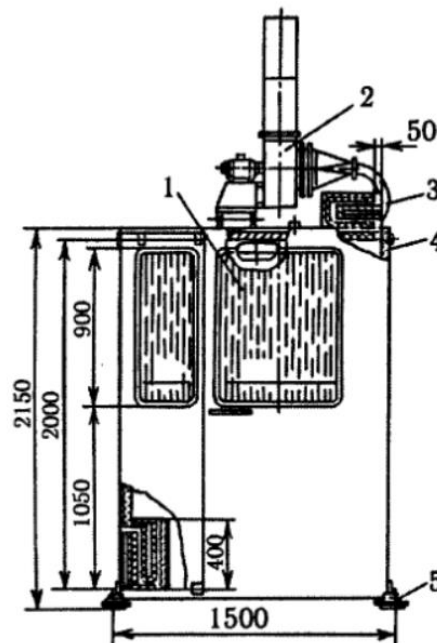


Рис. 4.19. Звукоізолювальна кабіна для захисту від шуму компресорів, повітродувок, турбін:
1 — вікно; 2 — вентилятор; 3 — глушник шуму; 4 — звукопоглинальний матеріал; 5 — віброізолятор

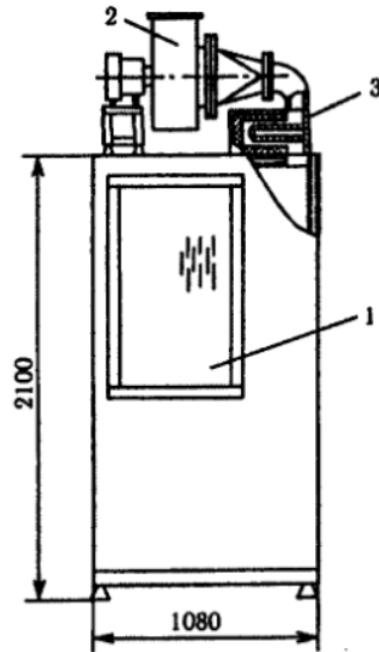
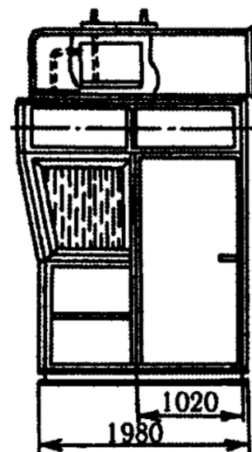


Рис. 4.20. Звукоізолювальна кабіна для захисту від шуму оператора стенда випробування двигунів:
1 — вікно, 2 — вентилятор, 3 — глушник шуму

Кабіна для захисту від шуму операторів компресорних та насосних станцій (рис. 4.21) складається з чотирьох стінок-панелей, даху та основи. Панелі та дах виготовлені з кутникових рам, котрі із зовнішнього боку обшиті сталевим листом товщиною 2 мм, а з внутрішнього боку — перфорованим листом товщиною 1 мм. Між листами розташовуються звукопоглинальні мати з базальтового волокна. Основа кабіни — дерев'яна, закрита лінолеумом.

Кабіна зі збірних панелей типу ТБІОТ-ЗКСП-3 (рис. 4.22) призначена для захисту від шуму операторів різання рулонів у металургійному виробництві і являє собою розбірну конструкцію, що складається з чотирьох стін-панелей, основи та даху.



Кабіна для захисту від шуму операторів компресорних та насосних станцій

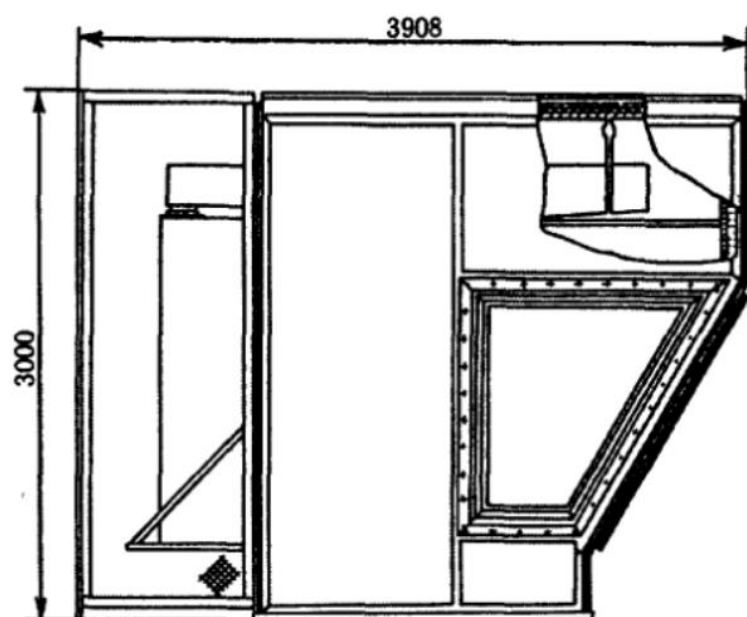


Рис. 4.22. Кабіна зі збірних панелей типу ТБИОТ-ЗКСП-3

Особливістю панелей та даху є те, що вони розділені на дві частини, одна з яких обшивається сталевими листами товщиною 2 мм і заповнюється піском, а друга — звукопоглинальними матами з базальтового волокна і закривається гіпсовими плитами типу АГШ. В основі як наповнювач також використовується пісок.

В кабіні зі збірних панелей ТБИОТ-ЗКСП-2 для захисту від шуму операторів технологічних процесів панелей також виконуються двошаровими: зовнішня сторона панелей — металеві листи товщиною 2 мм, а внутрішня виготовляється з акустичних гіпсових плит типу АГШ. Простір між листами та плитами заповнюється звукопоглинальними матами з базальтового волокна.

В табл. 4.18. наведено відомості щодо звукоізоляції кабін.

Таблиця 4.18

Звукоізоляція кабін, дБ

Тип кабін	Середньгеометрична частота октавної смуги, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1. Зі збірних елементів (рис. 4.17)	21	20	23	31	32	32	35	31
2. ТБИОТ-ЗКСЭ-1 (рис. 4.18)	17	15	20	35	34	38	37	34
3. Зі збірних панелей (рис. 4.19)	14	17	25	30	33	37	40	44
4. Зі збірних панелей (рис. 4.20)	9	13	20	30	30	33	37	38
5. Зі збірних панелей (рис. 4.21)	8	16	21	29	22	21	24	29
6. ТБИОТ-ЗКСП-3 (рис. 4.22)	18	25	35	43	45	54	55	54
7. ТБИОТ-ЗКСП-2	16	24	32	41	43	46	47	47

Кабіни нерозбірної конструкції призначені для захисту операторів різних технологічних процесів від шуму, вібрації, тепло-, пило- та газовиділень. Вона являє собою зварену каркасну конструкцію зі сталевих листів, між якими знаходяться мінераловатяні плити. Для спостереження за технологічним процесом у трьох стінах kabіни розташовані вікна з подвійним склінням. У верхній частині kabіни знаходиться отвір з фланцем для під'єднання до цехової системи вентиляції.

ЗВУКОІЗОЛЯЦІЯ МІСЦЬ ПРОХОДЖЕННЯ КОМУНІКАЦІЙ ЧЕРЕЗ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ ЕЛЕМЕНТИ КАБІН

Між звукоізолювальними kabінами спостереження та дистанційного керування і виробничими приміщеннями проходять технологічні комунікації (вентиляційні труби, труби опалення, трубки вимірювальних систем, шини, електропровідники та елементи інших пристроїв). Для них у стінах та перекриттях передбачаються спеціальні отвори. Якщо отвори не будуть надійно звукоізолювані, то шум з виробничого приміщення буде поширюватись у kabіну.

На рис. 4.23 показано схему звукоізоляції місць проходження комунікацій через стіну або перекриття. В огороженні виконується отвір, розмір котрого в 1,5—2 рази більший, ніж труба. Отвір окантовується металевим кутником. По обох боках на гвинтах або шпильках до нього під'єднують розрізні фланці. Порожнина, що утворилась, заповнюється звукопоглинальним або в'язкопружним матеріалом. Якщо здійснюється звукоізоляція струмонесучих шин, то прокладання і заповнення повинні бути електроізолювальними. Таке з'єднання забезпечує надійну звукоізоляцію і добре компенсує основні переміщення труб при коливаннях температури.

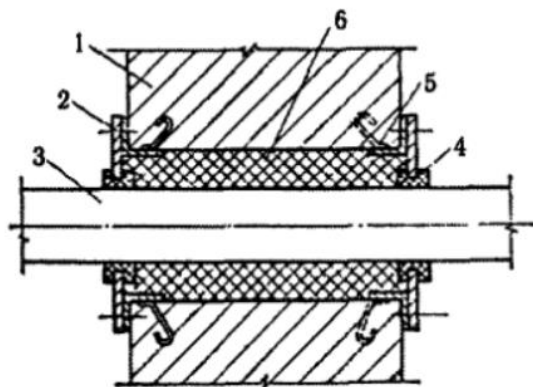


Рис. 4.23. Звукоізоляція проходу технологічних комунікацій через огороження:
 1 — стіна або перекриття; 2 — розрізний фланець; 3 — елемент комунікації; 4 — еластична прокладка;
 5 — окантування отвору; 6 — мінеральна вата

На рис. 4.24 показано звукоізолювальний пристрій для проводів або тонких манометричних трубок. Він дозволяє прокласти нові проводи або трубки, не вдаючись до розбирання конструкції. В отворі стіни або перекриття жорстко встановлюється металева коробка. Всередині її є шар звукопоглинального матеріалу, вкритого перфорованим листом. Між листами утворюється щілина, ширина якої залежить від кількості комунікацій. В цю

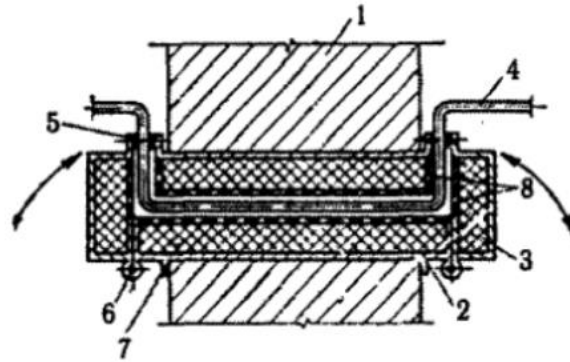


Рис. 4.24. Розбірний пристрій для проводів або мікрометричних трубок:
 1 — огороження; 2 — коробка; 3 — відкидні кришки; 4 — елемент ізолюваної комунікації;
 5 — гумова прокладка; 6 — шарнір; 7 — звукопоглинальний матеріал; 8 — перфорований лист

щільну пропускають проводи або трубки. Дві кришки (по одній з кожного боку) встановлюються на петлях і можуть відкидатись під час монтажу. Після пропускання комунікацій кришки піднімають і прикручують до відкидних болтів. Кришки виготовляють з листа товщиною 6—8 мм і заповнюють всередині звукопоглиначем, закритим перфорованим листом. Між стіною та кришкою розташовують прокладки з губчастої гуми. Товщина шару звукопоглинального матеріалу в коробці та на кришках повинна бути не менше 100 мм.

Схема герметизованого проходу вентиляційної труби наведено на рис. 4.25.

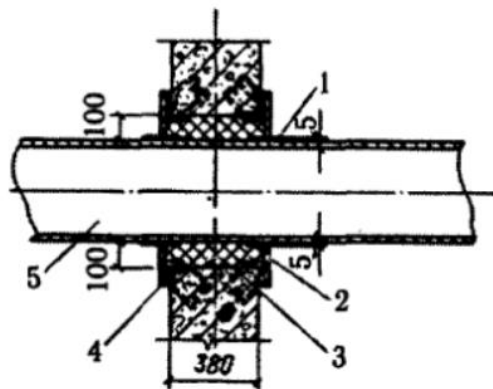


Рис. 4.25. Герметизований прохід вентиляційних труб через цегляну стіну:
 1 — ущільнення з м'якої гуми; 2 — металевий лист товщиною 4 мм; 3 — звукоізолювальний матеріал з ущільненням (повсть або мінерально-ватяні плити); 4 — металева рамка по периметру отвору; 5 — вентиляційна труба

Електричні проводи, труби та інші комунікації можна вводити в кабінку через спеціальні канали в підлозі цеху (рис. 4.26).

Вентиляція кабін здійснюється через отвори в щитах, закритих зовні глушниками шуму (рис. 4.27).

Кожух з глушника виготовляють з листової сталі розміром 700x700x150 мм. Рамка глушника 1 дерев'яна, перегородки 6 фанерні, внутрішні стінки глушника личкуються звукопоглинальними матами 4, 5 з міткаля та мінеральної вати, приклеєними гарячим бітумом до кожуха.

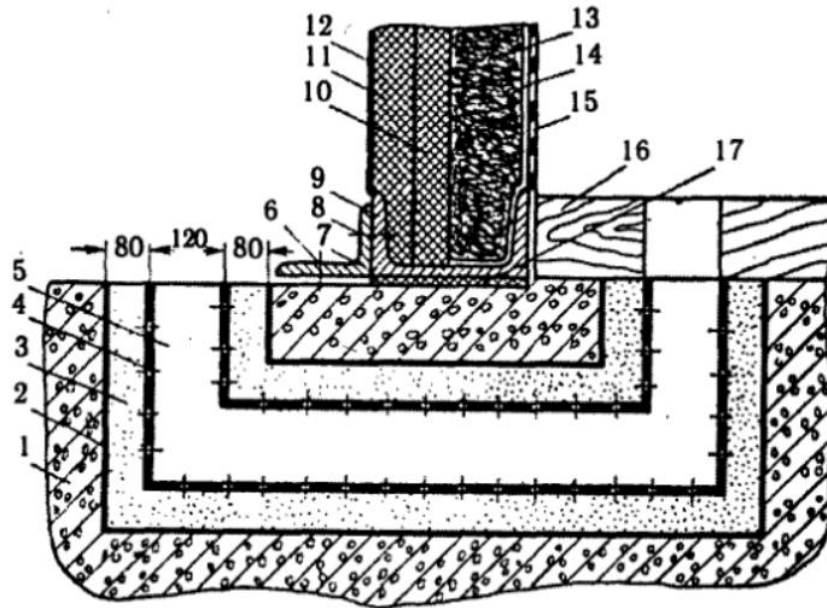


Рис. 4.26. Канал для введення труб та електропроводів:

1 — залізобетонне перекриття; 2 — металевий кожух; 3 — звукоізолювальна прокладка; 4 — перфороване личкування; 5 — канал; 6 — фундаментний болт; 7 — кутник; 8 — з'єднувальний болт; 9 — швелер; 10, 11 — деревинно-волокниста плита; 12 — зовнішнє личкування; 13 — мінеральна вата; 14 — тканина міткаль; 15 — перфороване личкування; 16 — щитова дерев'яна підлога kabіни; 17 — гумовий килимок

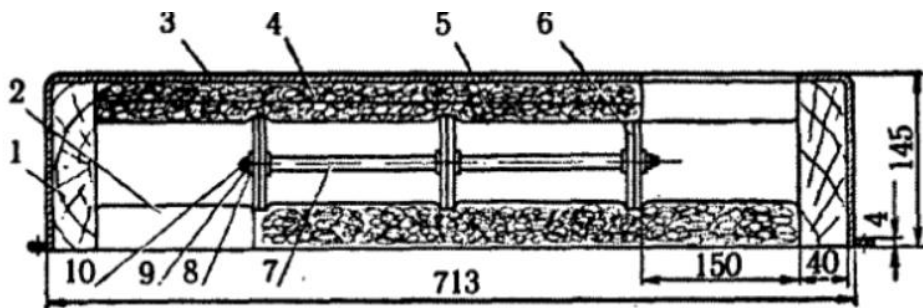


Рис. 4.27. Глушник шуму звукоізолювальної kabіни:

1 — дерев'яна рама; 2 — отвір для проходу повітря; 3 — металевий кожух глушника; 4, 5 — звукопоглинальний матеріал; 6 — перегородка; 7 — розпірна труба; 8 — шайба; 9 — гайка; 10 — стяжка

АКУСТИЧНА ОБРОБКА ПРИМІЩЕНЬ

Засоби звукопоглинання застосовуються для зниження шуму на робочих місцях, котрі знаходяться в приміщеннях з джерелами шуму або в приміщеннях без джерел шуму, куди він проникає з сусідніх шумних приміщень.

Як звукопоглинальні засоби використовують звукопоглинальні личкування та штучні звукопоглиначі, котрі застосовуються у випадках, коли необхідне зниження шуму ΔL_n в розрахункових точках перевищує 1—3 дБ не менше ніж в трьох октавних смугах частот або 5 дБ хоча б в одній зі смуг. Використання даних засобів в приміщенні називається акустичною обробкою.

Інтенсивність звуку в приміщенні є складовою інтенсивностей прямого $I_{пр}$ та відбитого $I_{відб}$ звуку. Акустичне співвідношення $Q = \frac{I_{відб}}{I_{пр}}$ характеризує переважання одного звуку над іншим.

Поблизу джерел шуму $Q < 1$, і тут переважає прямий звук. На певній відстані від джерел шуму спостерігається відбитий шум ($Q > 1$).

Акустичний ефект звукопоглинального личкування та штучних звукопоглиначів базується на зниженні інтенсивності відбитого звуку. В зв'язку з цим зниження шуму в розрахунковій точці значною мірою буде залежати від її розташування в приміщенні, тобто від величини Q . В зоні відбитого звуку $\Delta L_A = 10-15$ дБА, а на робочих місцях в зоні прямого звуку $\Delta L_A = 3-6$ дБА. Максимально можливе зниження рівня звукового тиску в даній точці приміщення при його акустичній обробці $\Delta L_{max} = 10 \lg(1 + Q)$. Величина Q залежить від форми приміщення.

Максимальне зниження рівня звукового тиску ΔL , дБ, в розрахунковій точці, котра розташована в зоні відбитого звуку, при наявності звукопоглинальних конструкцій визначається за формулою

$$\Delta L = 10 \lg \frac{B_1 \psi}{B \psi_1}, \quad (4.34)$$

де ψ та ψ_1 — коефіцієнти, що визначаються згідно з рис. 4.28 до та після встановлення звукопоглинальних конструкцій.

Постійна приміщення B_1 визначається за формулою

$$B_1 = \frac{A_1 + \Delta A}{1 - \alpha_1}, \quad (4.35)$$

де A_1 — значення звукопоглинання неличкованих огорожувальних поверхонь, m^2 ;

$$A_1 = \alpha (S_{огор} - S_{лич});$$

α — середній коефіцієнт звукопоглинання приміщення до встановлення

звукопоглинальних конструкцій; $\alpha = \frac{B}{B + S_{огор}}$;

$S_{огор}$ — загальна площа огорожувальних поверхонь приміщення, m^2 ;

ΔA — значення додаткового звукопоглинання, забезпечуваного личкуванням та штучними звукопоглиначами; $\Delta A = \alpha_{лич} \cdot S_{лич} + A_{шт} \cdot n_{шт}$;

$\alpha_{лич}$ — ревербераційний коефіцієнт звукопоглинання личкування в октавній смузі частот, що визначається за табл. 4.22 та 4.23;

$A_{шт}$ — значення звукопоглинання штучного звукопоглинача, m^2 ; визначається за табл. 4.24;

$n_{шт}$ — кількість штучних звукопоглиначів;

α_1 — середній коефіцієнт звукопоглинання приміщення після встановлення

звукопоглинальних конструкцій; $\alpha_1 = \frac{A_1 + \Delta A}{S_{огор}}$.

Необхідна площа звукопоглинального личкування може бути визначена за формулою

$$S_{\text{лич}} = \frac{\Delta A_H}{\alpha_{\text{лич}}}, \quad (4.36)$$

де ΔA_H — значення звукопоглинання, що забезпечує необхідне зниження рівня звукового тиску (РЗТ) і визначається за номограмами (рис. 4.18) та за відомими величинами α , ΔL_H , $S_{\text{огор}}$.

Зниження РЗТ на робочих місцях, тобто в зоні прямого звуку, визначається за формулою

$$\Delta L = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^m \frac{\Delta_i \alpha_i \Phi_i}{S_i} + \frac{4\psi}{B} \sum_{i=1}^n \Delta_i \right) - 10 \lg \left(\sum_{i=1}^m \frac{\Delta_i \alpha_i \Phi_i}{S_i} + \frac{4\psi_1}{B_1} \sum_{i=1}^n \Delta_i \right). \quad (4.37)$$

Звукопоглиначі, використовувані для акустичної обробки приміщень, поділяються на три групи.

1. Акустичні плити повної заводської готовності з жорсткою і напівжорсткою волокнистою, зернистою або чарунковою структурою: плити "Акмігран", "Акмініт", "Сілактор", ПА/С, ПА, ПС тощо. Загальний вигляд личкувань з використанням цих плит наведено на рис. 4.30, а ревербераційні коефіцієнти звукопоглинання $\alpha_{\text{лич}}$ подано в табл. 4.22.

2. Шпаристо-волокнисті матеріали (скляне або базальтове волокно, мінеральна вата) в захисній оболонці з тканини або плівки з перфорованим покриттям (металевим, гіпсовим тощо), що являє собою багатошарову конструкцію (рис. 4.31).

Значення $\alpha_{\text{лич}}$ для цієї групи личкувань, а також для шарів кількох матеріалів в захисних оболонках без перфорованого покриття наведено в табл. 4.23.

Звукопоглинальний матеріал личкувань цих двох груп звукопоглиначів може встановлюватись на жорсткій основі, якщо він кріпиться безпосередньо на поверхні огороження. Існує варіант кріплення з повітряним прошарком між звукопоглиначем і основою.

В останньому випадку забезпечуються більші значення $\alpha_{\text{лич}}$ у високочастотному діапазоні.

3. Штучні звукопоглиначі у вигляді одно- або багатошарових об'ємних звукопоглинальних конструкцій, які мають форму куба, паралелепіпеда, конуса, що підвішуються до стелі приміщення (рис. 4.32).

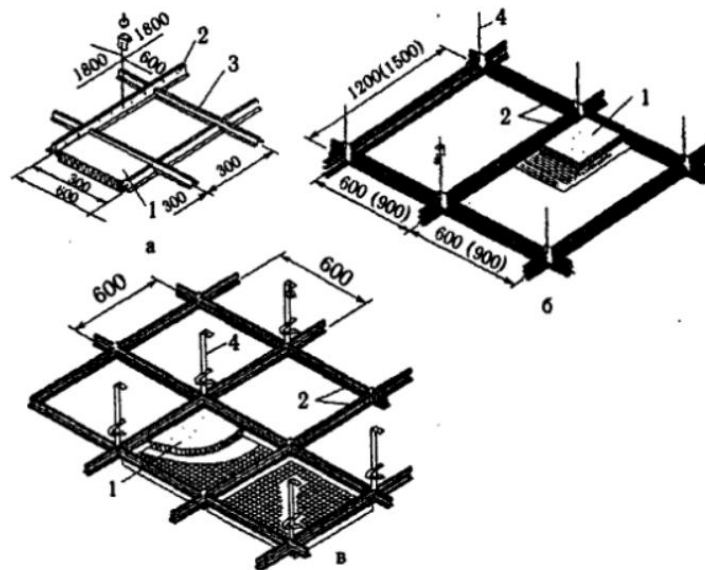


Рис. 4.30. Звукопоглинальні личкування з акустичних плит:

а — підвісна стеля з плит "Акмігран" або "Акмініт"; б — те ж з мінерально-ватяних самонесучих плит марки ПА; в — те ж марки ПС; 1 — акустична плита; 2 — несучий профіль; 3 — поперечний профіль; 4 — підвіска

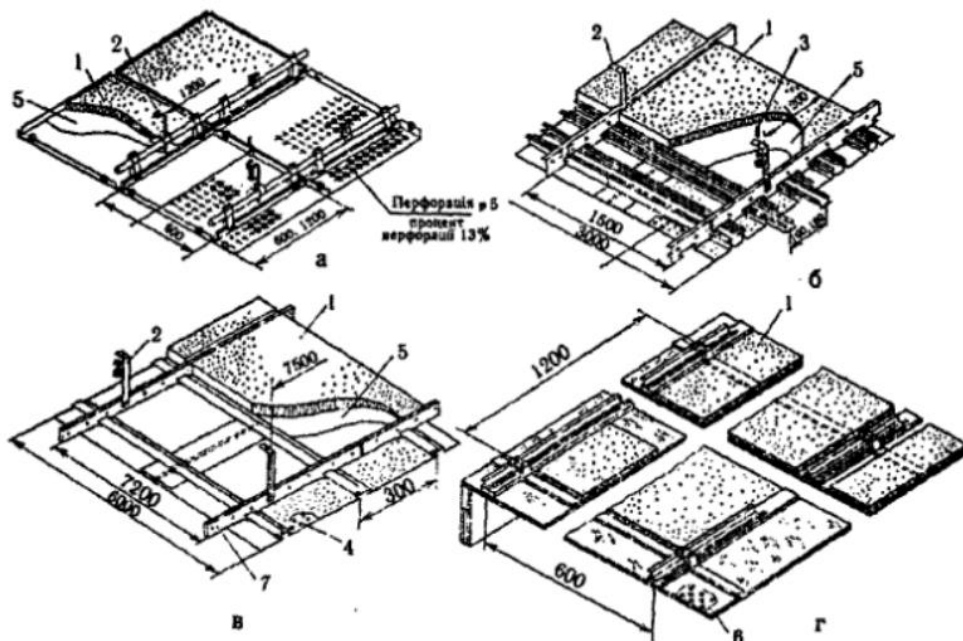


Рис. 4.31. Звукопоглинальне личкування із шпаристо-волокнистих матеріалів:
 а — підвісні стелі типу ЛАП 06-06; б — те ж типу ЛАК 01-30 Н; в — те ж типу ЛАК 03-60 Н;
 г — личкування з покращеної гіпсової сухої штукатурки; 1 — мінерально-ватяна плита; 2 — підвіска;
 3 — дюбель-гвинт; 4 — перфорована алюмінієва панель; 5 — плівка ПЕТФ; 6 — перфорована гіпсова плита;
 7 — несучий профіль

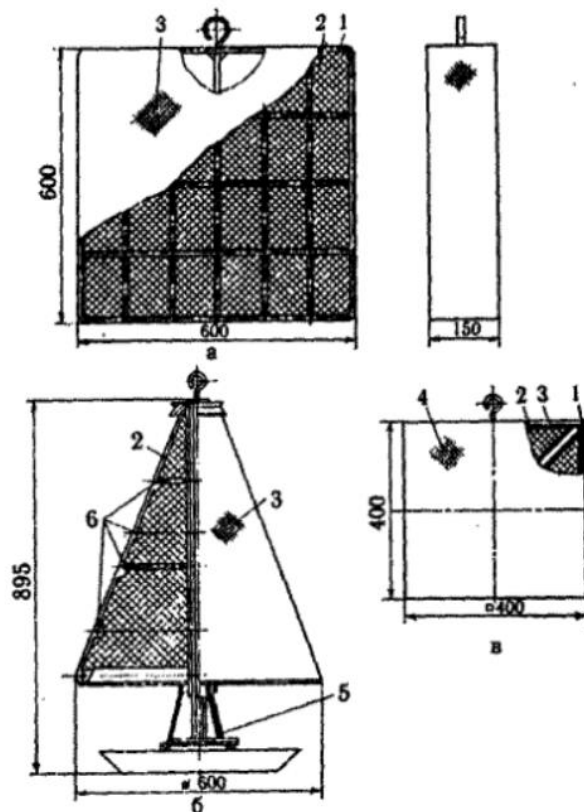


Рис. 4.32. Штучні звукопоглиначі:
 а — паралелепіпед; б — конус; в — куб; 1 — каркас; 2 — звукопоглинальний матеріал; 3 — тканина
 капронова сітчаста або склотканина; 4 — лист прорічно-втяжний сталевий; 5 — кроштейн; 6 — кільце

Різновидом таких звукопоглиначів є звукопоглинальні куліси у вигляді пластин (плоскі паралелепіпеди) з мінерально-ватяних плит ПП-80 або ПП-100 розміром 1000x500x40 мм в оболонці з тканини (рис. 4.33). Характеристики штучних звукопоглиначів наведено в табл. 4.24. На рис. 4.34 наведено приклад звукоізоляції цеху личкуванням різного типу.

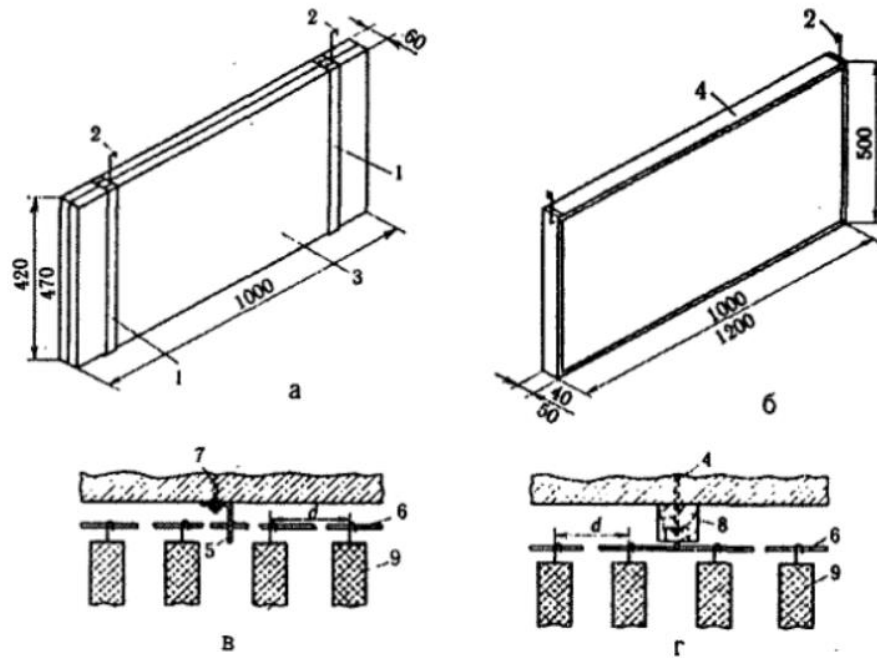


Рис. 4.33. Звукопоглинальні куліси:

а — загальний вид куліси збірної; б — те ж куліси з обрамленням; в, г — варіанти встановлення куліс;
 1 — хомут; 2 — гак-підвіска; 3 — склотканина типу ЭЗ-100; 4 — металева обрамляюча рамка;
 5 — кутник; 6 — напрямна; 7 — анкер; 8 — дерев'яний брусок; 9 — куліса (d — крок куліс)

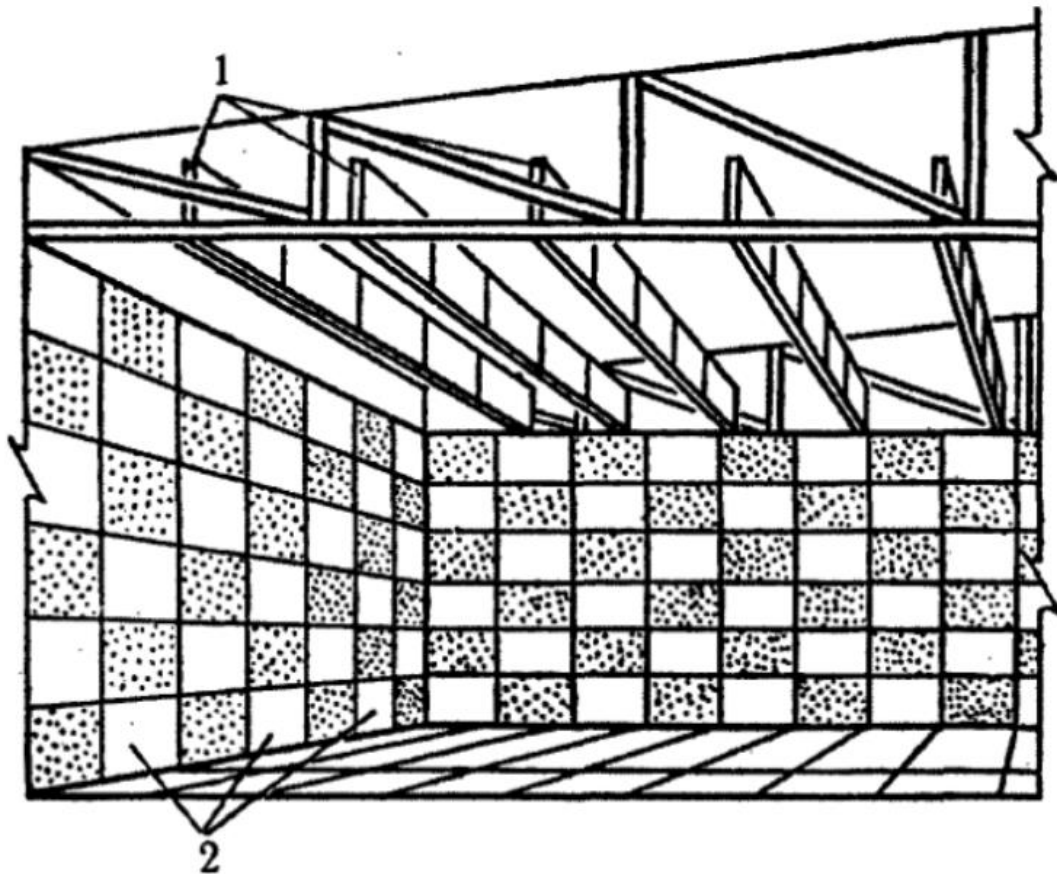


Рис. 4.34. Звукоізоляція цеху личкуванням різного типу:
 1 — акустичні балки в міжфермному просторі; 2 — звукопоглинальні щити, розташовані в шаховому порядку

ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ЗАХИСТ ВІД ШУМУ ТА ВІБРАЦІЇ ДБН В.1.2-10:2021

Акустичний екран – звукоізолювальна перепона скінченних розмірів і відповідної форми, яку встановлюють у приміщенні між джерелом (джерелами) шуму і робочим місцем або частиною приміщення, що потребують захисту від шуму даного джерела або групи джерел.

Основна вимога щодо захисту від шуму стосується всіх будівель і споруд, в яких або поблизу яких перебувають люди. Вимога щодо захисту від шуму та вібрації розповсюджується на зовнішні та внутрішні огорожувальні конструкції об'єктів, на території, що прилягають до будівель і споруд, в яких перебувають люди.

Вимога захисту від шуму застосовується для забезпечення необхідної лункості приміщень, що обумовлюється часом реверберації.

Об'єкт повинен бути запроектований та зведений таким чином, щоб протягом економічно обґрунтованого періоду нормальної експлуатації шум та вібрація, які сприймаються мешканцями або особами, які перебувають поблизу, був

зведений до рівня, що не загрожує їхньому здоров'ю і дає можливість проживати і працювати в задовільних умовах і не перевищувати нормативних показників.

Критеріями виконання вимоги щодо захисту від шуму є межі допустимих рівнів шуму, значення всіх показників звукоізоляції огорожень та лункості приміщень;

Дані показники використовуються при проектуванні, будівництві, а також в подальшій експлуатації об'єкта будівництва.

Забезпечення виконання основної вимоги щодо захисту від шуму та вібрації здійснюється за рахунок використання комплексу заходів, пов'язаних, зокрема, із:

– проектуванням огорожувальних конструкцій приміщень з забезпеченням необхідних значень індексів ізоляції повітряного та ударного шуму елементів конструкцій;

– використанням об'ємно-планувальних рішень об'єктів, що одночасно забезпечують відокремлення приміщень з джерелами шуму від приміщень із нормованими рівнями шуму;

– застосуванням конструктивних рішень, що перешкоджають розповсюдження структурного шуму від інженерного обладнання;

– будівництвом будівель і споруд із застосуванням конструктивних рішень, що знижують рівні звуку від зовнішніх джерел шуму;

– оздобленням внутрішніх поверхонь приміщень високоефективними звукопоглинальними матеріалами і конструкціями.

При проектуванні об'єктів будівництва повинна бути врахована технічна, екологічна і економічна доцільність застосування певних заходів захисту від шуму.

Наведені заходи забезпечення виконання основної вимоги щодо захисту від шуму можуть бути застосовані як окремо, так і в комплексі.

При комплексному застосуванні, насамперед, мають використовуватись заходи, які є більш ефективними.

Для забезпечення виконання основної вимоги щодо захисту від шуму та вібрації можуть бути застосовані інші заходи, ефективність і доцільність яких обґрунтована.

Ефективність заходів, застосованих для забезпечення виконання основної вимоги щодо захисту від шуму та вібрації або їх комбінації, залежить від:

- місцезнаходження та орієнтації об'єкта будівництва відносно потенційних зовнішніх джерел акустичного та вібраційного впливу;

- місцезнаходження, орієнтації, геометрії конструкцій та приміщень, в яких перебувають люди, відносно потенційних внутрішніх джерел акустичного та вібраційного впливу;

- фізичних та механічних характеристик зовнішнього середовища, ґрунтів, конструкцій, матеріалів, які знаходяться на шляху розповсюдження вібраційного впливу;

- технічних параметрів устаткування, обладнання, механізмів тощо, які є джерелами акустичного та вібраційного впливу;

- технічних параметрів конструкцій, устаткування, обладнання, яке використовується в системах захисту від шуму та вібрації;
- фактичних (зафіксованих) або потенційних (прогнозованих) рівнів акустичного та вібраційного впливу;
- систематичного контролю відповідності рівнів фактичного акустичного та вібраційного впливу допустимим межах.

Значення допустимих рівнів шуму, звукоізоляції огорожень та лункості приміщень встановлюється у відповідності до функціонального призначення приміщення.

Для кожної території, що захищається від шуму, допустимі рівні шуму встановлюються з огляду на її функціональне призначення.

Оцінка та перевірка характеристик основної вимоги.

Оцінка виконується на основі наявних джерел шуму та факторів, що впливають на його випромінювання, розповсюдження та поглинання.

Для визначення системних вимог (граничні і цільові значення) кожна територія та/або приміщення мають бути віднесені до однієї з категорій територій і приміщень щодо їх функціонального призначення, що встановлюються державними будівельними нормами, державними санітарними нормами та правилами.

Визначення технічних принципів забезпечення вимог до територій, будівель і споруд та забезпечення основної вимоги щодо захисту від шуму та вібрації залежить від співвідношення взаємного розташування території, будівлі чи споруди по відношенню до зовнішніх джерел шуму та вібрації, акустичних та вібраційних характеристик огорожень і джерел шуму та вібрації з можливими варіантами їх комбінації, що наведені у таблиці 3.1.

Номер варіанта	Зміст технічних принципів захисту від шуму
1	Оптимальне розташування території, будинку чи споруди по відношенню до зовнішніх джерел шуму (транспортні потоки, промислові підприємства, концертні майданчики тощо)
2	Забезпечення характеристик компонентів конструктивної схеми і компонентів системи (за характеристиками: ізоляція повітряного шуму огорожувальних конструкцій; приведений рівень ударного шуму; ревербераційний коефіцієнт звукопоглинання огорожувальних конструкцій (стін, стелі, підлоги, дверей, вікон тощо;)
3	Забезпечення експлуатаційних характеристик внутрішнього інженерного обладнання будинку (за характеристиками: рівень звукової потужності в октавних смугах частот)
4	Забезпечення необхідної ефективності глушників шуму для зниження рівнів шуму, що розповсюджуються по каналах повітропроводів
5	Забезпечення необхідної ефективності шумозахисних екранів для досягнення заданих рівнів шуму на території чи фасадах будівель і споруд. Забезпечення необхідної акустичної ефективності засобів екранування і звукопоглинання всередині приміщення

Примітка до таблиці 3.1.

Б.1 При використанні варіанта номер 1 таблиці Б.1 повинні братися до уваги всі джерела шуму та вібрації, що впливають на дану територію, будівлю чи споруду. Характеристики джерел

шуму та вібрації визначаються згідно з даними нормативних документів, шляхом розрахунку та вимірювання.

Б.2 Процедури варіантів номер 2 та номер 3 таблиці Б.1 передбачають:

- обчислення показників звукоізоляції огорожувальних конструкцій з урахуванням бічних шляхів передачі шуму;
- обчислення фонду звукопоглинання в приміщенні;
- обчислення втрат звукової енергії під час її розповсюдження від джерела шуму;
- визначення рівнів звукового тиску і рівнів звуку в розрахункових ситуаціях.

Б.3 Процедури варіанту номер 4 таблиці Б.1 передбачають:

- встановлення необхідного рівня зниження шуму;
- визначення кількості необхідних **глушників** і їх можливе місце розташування з урахуванням перерізу повітропроводу та його геометрії.

Б.4 Процедури варіанта номер 5 таблиці Б.1 передбачають:

- визначення акустичної ефективності екранів з урахуванням взаємного розташування джерел шуму, екрану та території, що захищається від шуму;
- визначення мінімально необхідної звукоізоляції екрану з урахуванням його необхідної ефективності;
- визначення акустичних характеристик приміщення до застосування заходів звукопоглинання;
- визначення необхідного фонду звукопоглинання та кількості звукопоглинальних матеріалів і конструкцій, що його забезпечують;
- визначення найефективнішого розташування засобів звукопоглинання та екранування в середині приміщення, з урахуванням геометричних розмірів приміщення та місця розташування джерела шуму.

Звукоізоляція огорожувальних конструкцій розраховується відповідно до нормативних документів та перевіряється шляхом проведення натурних чи лабораторних вимірювань.

Характеристики будівельної продукції, що визначають виконання основної вимоги, визначаються наступним чином:

- розрахунковими значеннями, що є безпечними оцінками характеристик будівельних виробів, які знаходяться у використанні (експлуатації);
- обчисленням та/або вимірюванням розрахункових значень;
- довідковими величинами розрахункових значень, які враховують типові умови експлуатації і наслідки старіння для виробів, які знаходяться у використанні.

Типові спрощені методи обчислень розрахункових значень повинні враховувати дискретність вхідних і вихідних величин з урахуванням їх імовірної точності. Виміри і процедури оцінки вимірів повинні містити дані про їх точність і визначати дискретність.

Конструктивні системи звукоізоляції створюються із застосуванням наступних матеріалів:

- звукоізоляційних (на основі мінеральних волокон, полімерів, природної та неорганічної сировини, бетонів);
- конструкційно-звукоізоляційних (на основі бетонів, гіпсу, деревини, виробів з деревини, керамічних та силікатних виробів);
- конструкційних (на основі бетонів, каменів, цегли);
- опоряджувально-захисних (на основі штукатурок, металів, пластмас, каменів, цегли, скла);

- захисних (на основі гравію, піску, ґрунту, асфальту, бетону, каменів, штукатурки, розчинів, цегли).

Характеристики будівельної продукції, що може застосовуватися для звукоізоляції будівель і споруд, наведено у таблиці 3.2.

Номер за порядком	Характеристика
1	Густина, геометричні розміри
2	Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму
3	Частотна характеристика ізоляції ударного шуму
4	Частотна характеристика нормального коефіцієнта звукопоглинання
5	Частотна характеристика ревербераційного коефіцієнта звукопоглинання
6	Динамічний модуль пружності
7	Індекс ізоляції повітряного шуму
8	Індекс ізоляції ударного шуму
9	Індекс поліпшення ізоляції ударного шуму
10	Акустичний імпеданс

Для підтвердження розрахункового значення характеристик матеріалу або у разі необхідності їх уточнення виконуються перевірки цих характеристик відповідно до методів випробування, встановлених у нормативних документах.

Системні компоненти технічного устаткування. До системних належать компоненти технічного устаткування, характеристики яких впливають на акустичні та вібраційні умови.

До **технічного устаткування відносяться:** інженерне обладнання (кліматичне обладнання, насоси, генератори, трансформатори, промислове віброактивне обладнання), ліфти.

Технічні характеристики компонентів технічного устаткування повинні міститись у технічних специфікаціях і мають включати інформацію, необхідну для:

- порівняння експлуатаційних характеристик подібних системних компонентів з тими, що є в уніфікованих умовах;
- оцінювання випромінювання звукової енергії, приймаючи до уваги експлуатаційні показники за умови роботи при частковому навантаженні;
- адекватного проектування і калібрування компонентів систем технічного устаткування;
- правильної експлуатації, керування та обслуговування.

Визначення характеристик системних компонентів має здійснюватися згідно з **гармонізованими процедурами**, які повинні включати методи вимірювань і оцінювання розрахункових значень характеристик при експлуатації як з повним, так і з частковим навантаженням.

За необхідності гармонізовані процедури повинні бути обумовлені для:

- визначення характеристик всіх однотипних пристроїв у визначеному діапазоні габаритів за результатами вимірів, зроблених для обмеженої кількості пристроїв з цього діапазону;
- виконання вимірів на місцях для перевірки необхідних характеристик компонентів, які не можуть бути перевірені в лабораторії через їхні габарити чи обмежене виготовлення.

Характеристики кожної з основних споріднених груп системних компонентів наведені у таблиці 3.3.

Номер за порядком	Компоненти	Характеристики
1	Кліматичне обладнання, насоси, генератори, трансформатори	Рівень звукової потужності в октавних смугах частот
		Рівень звукового тиску на певній відстані у вільному полі
		Рівень вібрації в октавних смугах частот
		Маса
2	Ліфти	Рівень звукового тиску в октавних смугах частот
		Рівень вібрації в октавних смугах частот
		Маса
3	Промислове обладнання	Рівень звукового тиску в октавних смугах частот
		Рівень вібрації в октавних смугах частот
		Режими роботи обладнання
		Переважаючі частоти для режимів роботи
		Амплітуди віброприскорень, віброшвидкості, вібропереміщень для режимів роботи
		Максимальне динамічне навантаження для режимів роботи
		Маса
4	Наземний та підземний транспорт	Шумова характеристика транспортного потоку в денний та нічний час доби
		Максимальні рівні шуму
		Рівень вібрації в октавних смугах частот
5	Повітряний транспорт	Еквівалентні рівні шуму в денний та нічний час доби
		Максимальні рівні шуму

Джерела зовнішнього акустичного впливу (транспорт, вітровий потік) та їх характеристики мають бути розглянуті окремо для забезпечення основної вимоги щодо захисту від шуму.

Підтвердження відповідності виробів повинно гарантувати, що виріб з прийнятною імовірністю має такі експлуатаційні властивості, які визначені відповідними нормативними документами.