

Лабораторне заняття № 4

ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНІВ ТРАНСПОРТНОГО ШУМУ НА МІСЬКИХ ВУЛИЦЯХ

Мета роботи: набути практичних навичок вимірювання рівня шуму на міських вулицях.

Основні положення

Коливання автомобіля та шум тісно пов'язані, але механічні коливання й звук тертя шин об покриття можуть і не досягати порога чутливості.

Звук, що виникає при терті шин об поверхню дороги, залежить від швидкості руху та від зчеплення між шинами і покриттям. Шум під колесами виникає внаслідок видавлювання повітря з нерівностей покриття автомобільними шинами. Шорстке покриття збільшують шум порівняно з гладкими покриттями із литого асфальту (рис. 4.1). Але старі вироблені шини автомобілів видавлюють повітря сильніше, ніж покришки з новим протектором. Шум змінюється за висотою звуку при розгоні та гальмуванні автомобілів.

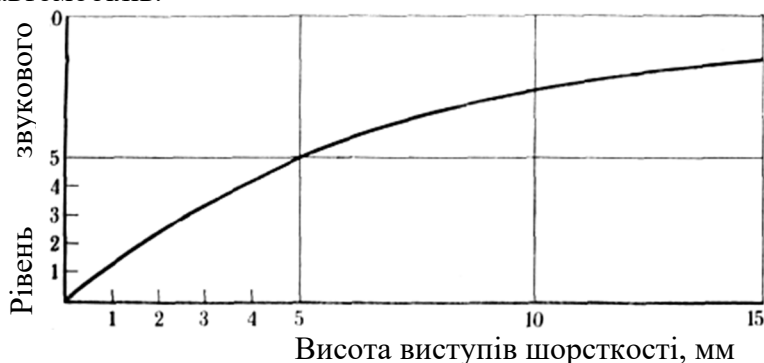


Рис. 4.1. Залежність рівня шуму видавлювання повітря від висоти виступів шорсткості

Коли за еталон прийнять рівень шуму для гладкого покриття (литий асфальт), то мілкозернистий асфальтобетон викликає додатковий шум у 2,5–3 дБ, середзернистий – 5 дБ, грубозернистий – 9 дБ, цементобетонне безшовне покриття – 5 дБ, але за наявності швів – 8 дБ.

У суху погоду на відносно рівному покритті шум знижується на 2–3 дБ порівняно з шумом на грубошорсткому покритті. Коли йде дощ, шум підвищується на гладкому покритті приблизно на 5–8 дБ.

Крім шуму від тертя шин, виникає шум автомобіля від ударів ресор, коливанням автомобіля при переїзді з одного уклону на інший, нахилів на поворотах, а також від дії повітря під час гальмування та прискорення. Ці шуми мають складний ударний характер.

Бокові удари сприймаються людиною більш болюче, ніж вертикальні.

Коливання та крен автомобіля на нерівностях дороги передаються через підвіску звичайно в діапазоні від 0,1 до 10 Гц і тому не сприймаються як шум, але можуть виникати головокружіння і нудота.

Таблиця 4.1

Рівень звукового тиску, що виникає під шинами автомобіля

| Матеріал покриття | Рівень звукового тиску на покриття, дБ | |
|--|--|-------|
| | сухе | мокре |
| Піщаний або литий асфальтобетон | 0 | 0 |
| Дрібнозерниста бітумномінеральна суміш | 0 | 3 |
| Цементобетон рівний, без швів | 0 | 4,5 |
| Поверхнева обробка із щебеню | 5 | 6 |

Примітка. Вимірювання виконувались при швидкості автомобіля 80–120 км/год, якій рухається по інерції з повністю відключеним двигуном, на відстані 7 м від автомобіля.

Залежно від рівня звукового тиску наведемо таку шкалу шумливості автомобілів, що сприймаються людиною:

67–75 дБ – відчутний шум, але терпимий;

75–83 дБ – менш терпимий шум;

83–91 дБ – нестерпний шум;

більше ніж 91 дБ – небезпечний шум, що порушує слух.

Для порівняння зазначимо, що 120 дБ – це поріг, болюче сприймається, а смертельний рівень складає 180 дБ. Шум близько 150 дБ характерний для реактивних літаків, а близько 100 дБ – для мотоциклів. Людина сприймає нормально рівень шуму до 60 дБ (це шум, який виникає при розмові).

Відносна безшумність доріг – це важлива умова їх комфортабельності. Шум вище від допустимого рівня шкідливий для водія, для пасажирів і для жителів помешкань придорожньої смуги. Він зовсім не бажаний біля будівель спеціального призначення, таких як лікарні, дослідні лабораторії, проектні інститути.

Таблиця 4.2

Вимоги до захисту населених пунктів від шуму

| Район положення дороги | Допустимий рівень звукового тиску, дБ | |
|---|---------------------------------------|-------|
| | удень | вночі |
| Терени заводів та підприємств | 65 | 55 |
| Центр міста (контори, магазини, житлові будинки) | 60 | 50 |
| Міський житловий район | 55 | 45 |
| Житловий район околиці міста, житлова зона відпочинку, сільський житловий район | 50 | 40 |
| Зона тиші, курортні райони, лікарні, лабораторії | 45 | 35 |

На дорозі водій менше страждає від різноманітних шумів свого автомобіля, ніж від шумів позаду і з боків від інших автомобілів. Будь який вид перешкод збільшують шуми.

У різних транспортних засобах виникають різні рівні шуму (рис. 4.2). Шум від колони зустрічних автомобілів сприймається як серія швидких, а інколи й болючих ударів. Шуми від автомобілів, що обганяють або які обганяє автомобіль, сприймаються легше. На відстані від дороги шуми від окремих автомобілів зливаються в загальний гул.

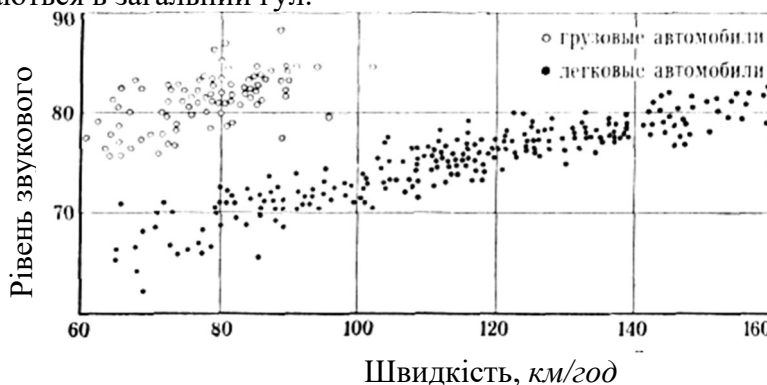


Рис. 4.2. Дослідження рівнів звукового тиску від легкових та вантажних автомобілів:
• – легкові автомобілі; ° – вантажні автомобілі

При проектуванні доріг треба враховувати й їх шумову дію на людину. Шум став соціальною проблемою, у містах більшості країн заборонені автомобільні гудки, але рух транспортних засобів із пошкодженими двигунами не заборонений. Рівень звукового тиску від гудків автотранспорту досягає приблизно 90 дБ із перервами, а від пошкодженого двигуна може бути більше ніж 100 дБ, крім того, безперервним.

Таблиця 4.3

Допустимі рівні шуму

| Приміщення і територія | Рівень звуку, дБА |
|--|-------------------|
| Палати лікарень та санаторіїв, операційні лікарні | 25 |
| Житлові кімнати квартир; спальні приміщення в дитячих закладах і школах-інтернатах; житлові приміщення будинків відпочинку та пансіонатів | 30 |
| Кабінети лікарів у лікарнях, санаторіях і поліклініках; глядацькі зали театрів та кінотеатрів; номери готелів; жилі кімнати в гуртожитках; території лікарень і санаторіїв, які безпосередньо прилягають до будівель | 35 |

| | |
|--|----|
| Класи й аудиторії в школах і навчальних закладах; конференц-зали та читальні зали; глядацькі зали театрів, клубів і кінотеатрів | 40 |
| Території житлової забудови, які прилягають до житлових будинків; майданчики відпочинку в мікрорайонах і жилих кварталах | 45 |
| Робочі приміщення управління; приміщення конструкторських бюро в адміністративних будівлях | 50 |
| Зали кафе і ресторанів; їдальні; фойє театрів та кінотеатрів | 55 |
| Торгові зали магазинів; спортивні зали; пасажирські зали аеропортів і вокзалів; приймальні пункти підприємств побутового обслуговування; перукарні | 60 |

При проектуванні автомобільних доріг, що прокладаються через населені пункти, однією із важливих задач є захист житлової забудови від дії транспортного шуму. Під час розроблення проекту реконструкції чи будівництва доріг у населеному пункті або поблизу нього необхідно заміряти рівень шуму. У випадках перевищення допустимого рівня шуму (табл. 4.3 і 4.4) необхідно передбачати (рис. 4.3): влаштування буферної зони між автомобільною дорогою й забудовою; будівництво шумозахисних бар'єрів; проектування поперечного профілю земляного полотна, які потрібні здійснювати таким чином, щоб було забезпечити максимальне зниження транспортного шуму; використання снігозахисних насаджень уздовж дороги; застосування раціональних схем організації руху транспорту; будівництво дорожнього покриття, котре знижує рівень шуму.

Таблиця 4.4

Поправки на допустимі рівні шуму

| Фактор, який впливає на поправку | Умови | Поправка, дБА |
|---|---|---------------|
| Характер шуму | Широкосмужний | 0 |
| | Тональний, імпульсний (при вимірюванні стандартним шумоміром) | -5 |
| Місце розташування об'єкту | Курортний район | -5 |
| | Новий міській житловий район, що проектується | 0 |
| | Житлова забудова, розташована у вже існуючих районах міста | +5 |
| Час доби | День (з 7 до 23 год) | +10 |
| | Ніч (з 23 до 7 год) | 0 |
| Тривалість дії переривистого шуму в найбільш шумні півгодини денного часу | Сумарна тривалість, %: | |
| | 56... 100 | 0 |
| | 18...56 | +5 |
| | 6... 18 | +10 |
| | <6 | +15 |

Розрахункові шумові характеристики транспортних потоків на вулицях та дорогах міст для умов руху транспорту приймаємо за таблицею 4.5.

Таблиця 4.5

Шумові характеристики транспортних потоків

| Категорія вулиць та доріг | Число смуг руху в проїзній частині в обох напрямках | Шумові характеристики транспортних потоків $L_{Аекв}$, дБА |
|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Швидкісні дороги | 6 | 86 |
| | 8 | 87 |
| Магістральні вулиці і дороги: Загальноміського значення: | | |
| – безперервного руху | 6 | 84 |
| | 8 | 85 |
| – регульованого руху | 4 | 81 |

| | | |
|--|---|----|
| | 6 | 82 |
| Районного значення | 4 | 81 |
| | 6 | 82 |
| дороги вантажного руху | 2 | 79 |
| | 4 | 81 |
| Вулиці та дороги місцевого значення: | | |
| житлові вулиці | 2 | 73 |
| | 4 | 75 |
| дороги промислових і комунально-складських районів | 2 | 79 |

Шумозахисні бар'єри працюють за двома принципами: поглинання шуму пористими матеріалами, і використання рифленої поверхні.

У тунелях для боротьби із шумом використовують вермикулітову штукатурку або деревно-волокнисті плити, крім того, треба проектувати проїзди для кожної смуги окремо.

Для виїмок, розташованих уздовж житлових масивів, повинні розраховуватись глибина та нахил укосу. Чим крутіший укіс, що екранізує шум, тим шкідливіший шум для тих водіїв, які рухаються по дорозі; але якщо він пологіший, то шум від руху транспорту більше турбує мешканців будинків.

Відстань від дороги до будинків треба приймати за формулою

$$L = \frac{v \times K_a \times K_p \times i}{5},$$

де v – розрахункова швидкість руху, км/год;

K_a – коефіцієнт, який дорівнює: 0,5 – для восьмициліндрового двигуна легкових автомобілів; 1,0 – для чотирициліндрових; 1,2 – для мотоциклів; 2,0 – для автобусів та вантажних автомобілів середньої вантажопідйомності; 3,0 – для автомобілів більшої вантажопідйомності;

K_p – коефіцієнт рельєфу, який дорівнює 1,0 у відкритій місцевості й зменшений до 0,3 завдяки наявності звукопоглинаючої перешкоди (щільна вічнозелена рослинність) або споруди штучних протизвукових перешкод;

i – уклон дороги, мінімальний 1 %.

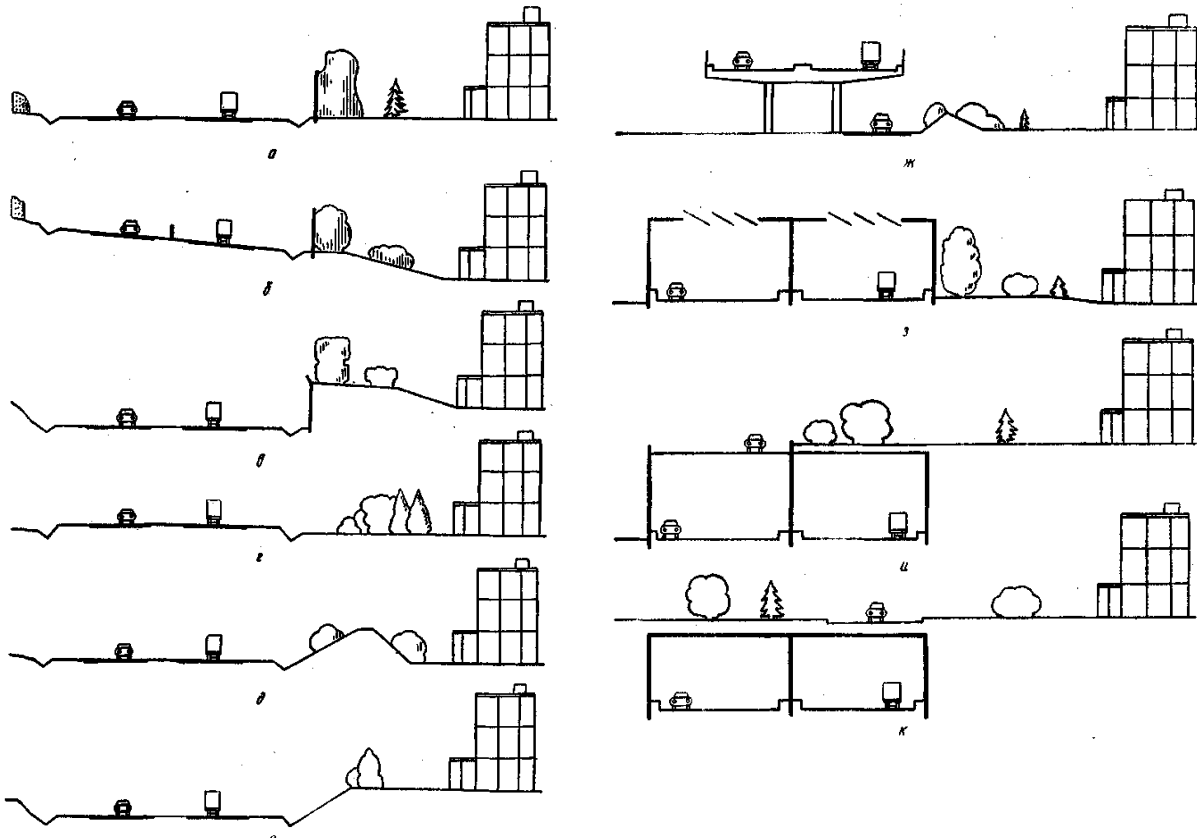


Рис. 4.3. Варіанти захисту забудови від транспортного шуму:

a...в – підпирні стіни; *г* – озеленення; *д* – земляний вал; *е* – відкоси виїмки; *ж* – перильні огороження на естакаді з озелененням; *з* – закриті галереї; *и, к* – підземні тунелі

Рівень звуку в розрахунковій точці на території об'єкта, захищеною від шуму, за формулою

$$L_{Атер} = L_{Аекв} - \Delta L_{Авідст} - \Delta L_{Аекр} - \Delta L_{Азел},$$

де $L_{Аекв}$ – шумова характеристика витоку шуму, дБА (табл. 4.5);

$\Delta L_{Авідст}$ – зниження рівня звуку залежно від відстані між витоком шуму та розрахунковою точкою, дБА (див. рис. 4.4);

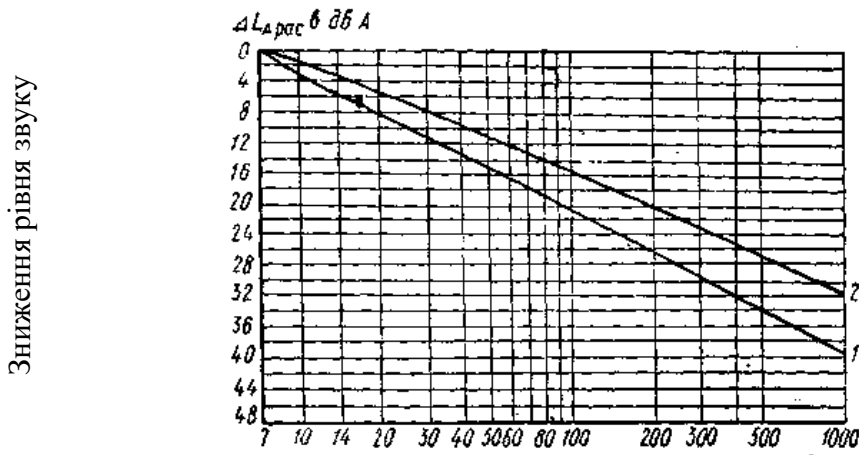
$\Delta L_{Аекр}$ – зниження рівня звуку екранами на шляху розповсюдження звуку, дБА (табл. 4.6);

$\Delta L_{Азел}$ – зниження рівня звуку смугами зелених насаджень, дБА (табл. 4.7).

Таблиця 4.6

Зниження рівня звуку екраном

| Різниця довжини шляхів проходження звукового променя | Зниження рівня звуку екраном $\Delta L_{Аекр}$, дБА | Різниця довжини шляхів проходження звукового променя | Зниження рівня звуку екраном $\Delta L_{Аекр}$, дБА |
|--|--|--|--|
| 0,005 | 6 | 0,48 | 16 |
| 0,02 | 8 | 0,83 | 18 |
| 0,06 | 0 | 1,4 | 20 |
| 0,4 | 12 | 2,4 | 22 |
| 0,28 | 14 | 6 | 24 |



Відстані між витоком шуму та розрахунковою точкою, м

Рис. 4.4. Графік для визначення зниження рівня звуку в дБА залежно від відстані між витоком шуму та розрахунковою точкою:

1 – виток шуму із середини груп житлових будівель, трансформаторів; 2 – транспортні потоки

Таблиця 4.7

Зниження рівня звуку смугами зелених насаджень

| Смуга зелених насаджень | Ширина смуги, м | Зниження рівня звуку $\Delta L_{\text{Зел}}$, дБА |
|---|-----------------|--|
| Однорядна при шахматному насадженні дерев у середині смуги | 0–15 | 4–5 |
| Однорядна при шахматному насадженні дерев у середині смуги | 16–20 | 5–8 |
| Дворядна при відстані між рядами 3–5 м; ряди аналогічні однорядному насадженню | 21–25 | 8–10 |
| Дво- або трирядна при відстані між рядами 3 м; ряди аналогічні однорядному насадженню | 26–30 | 10–12 |

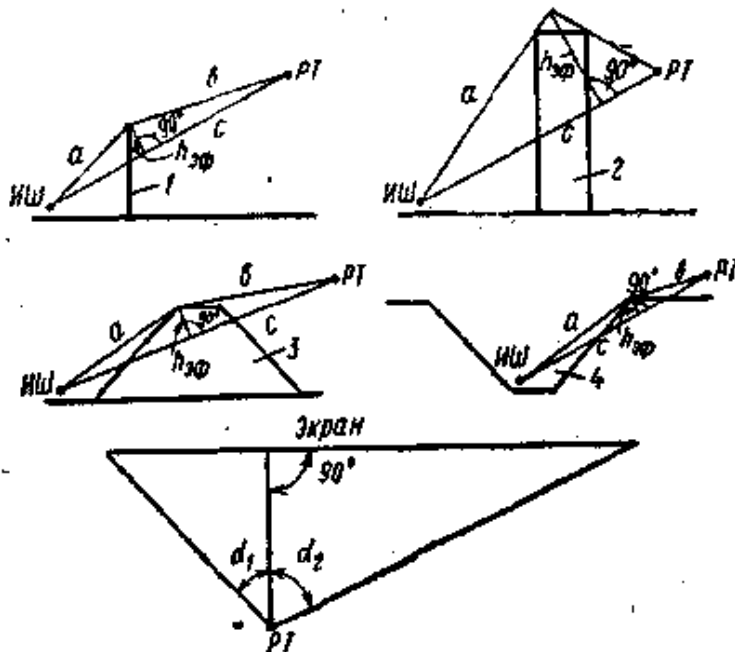


Рис. 4.5. Розрахункові схеми для визначення зниження рівня звуку за екранами:

1 – стінка; 2 – будівля; 3 – насип; 4 – виїмка; ВШ – виток шуму; РТ – розрахункова точка; $h_{\text{эф}}$ – ефективна висота екрана

Методика проведення роботи з вимірювання рівня шуму

Лабораторну роботу виконують на території університету з використанням приладу шумоміра.

Приладом користуються за таких умов:

температура повітря – 20 ± 5 °С;

відносна вологість повітря – $65 \pm 15 \%$;
атмосферний тиск – 100 ± 4 кПа (750 ± 30 мм.рт.ст).
Порядок роботи вимірювального приладу ВШВ-003.

Перед початком вимірювання рівня звуку проводять електричне калібрування вимірювача ВШВ-003 за допомогою кабелю довжиною 5 м та підєднують передпідсилювач ПМ-3 до рознімності приладу. Еквівалент капсуля з'єднують із передпідсилювачом ПМ-3. З'єднувальним кабелем довжиною 0,5 м приєднують еквівалент капсуля до гнізда 50 mV вимірювача.

Перемикачі приладу встановлюють у таке положення:

«Дільник», dB 1 – 40;

«Дільник», dB 2 – 50;

«Фільтр» – ЛИН;

«Рід роботи» – F.

Потім умикають кнопку «Калібр» і після 5 хв установлюють стрілку показуючого приладу на позначку 4 шкали децибел. Величина каліброваного сигналу буде дорівнювати 94 дБ, що відповідає чутливості капсуля М101 50 мВ Па⁻¹. Для зручності відліку користуються світловим табло, яке фіксує суму положення перемикача «Дільник», dB 1,2 та за шкалою dB М101 напроти світлодіода визначають цифру, яка у даному випадку дорівнює 90, і додають до неї відлік за шкалою.

Від'єднавши еквівалент капсуля П-16 від передпідсилювача ПМ-3, обережно з'єднують капсуль М101 із перед підсилювачем ПМ-3.

Перемикачі приладу встановлюють у наступне положення:

«Дільник», dB 1 – 80;

«Дільник», dB 2 – 50;

«Фільтр» – ЛИН;

«Рід роботи» – F.

Через 2 хв після підключення приладу виконують вимірювання рівнів звукового тиску. При вимірюванні капсуль необхідно тримати на витягнутій руці в напрямку витоку звуку.

Для отримання результатів вимірювання підсумуйте показники світлодіода за шкалою dB М101 на панелі шумоміра та показники показуючого приладу за шкалою децибел.

У процесі вимірювання потрібно занести у журнал вимірювань: час обліку, вид транспортного засобу, швидкість руху.

Опис приладів

Для проведення лабораторної роботи використовуємо 10–метрову рулетку та вимірювач шуму ВШВ-003.

Вимірювач ВШВ-003 (рис. 4.6) збудовано за принципом зміни звукових коливань дослідного об'єкта в пропорційний йому електричний сигнал, який потім підсилюють та вимірюють за допомогою вимірювального приладу.

Для зміни механічних коливань електричних сигналів використовують капсуль М101.

Електричні сигнали, пропорційні звуковому тиску, підсилюють вимірювальним трактом до величини, яка необхідна для нормальної роботи середньоквадратичного детектора. Потім сигнали надходять на показуючий прилад, який проградуєований у децибелах середніх квадратичних значень рівня звуку.

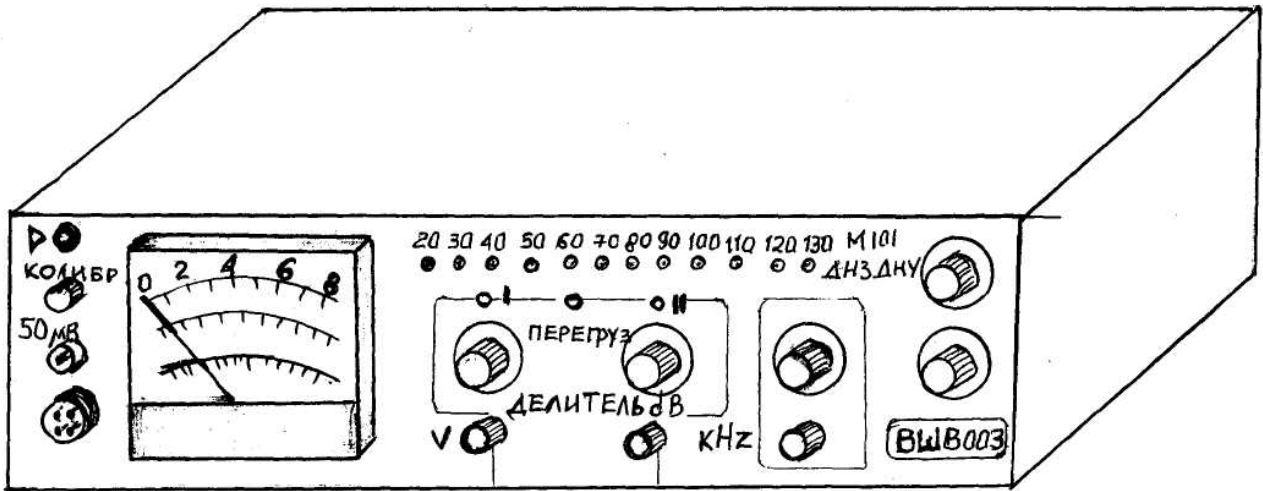


Рис. 4.6. Загальний вигляд вимірювача шуму та вібрації ВШВ-003

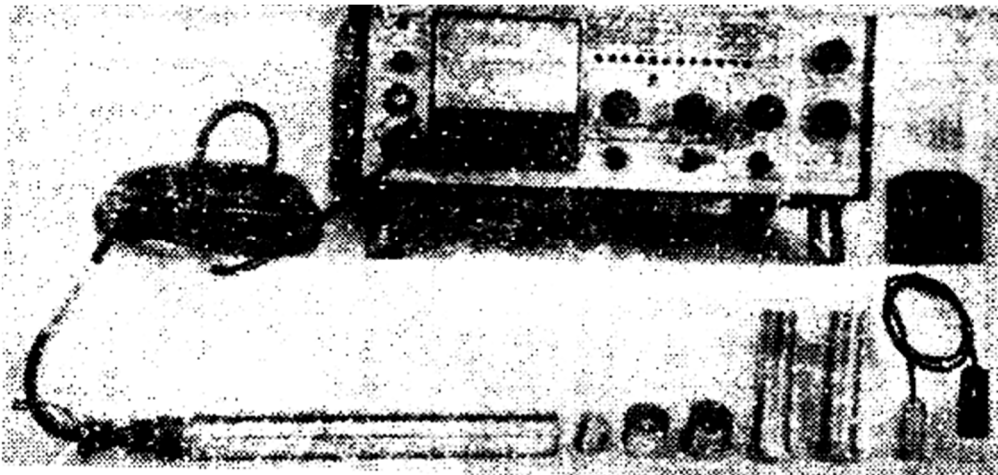


Рис. 4.7. Комплектація вимірювача шуму та вібрації ВШВ-003:

1 – вимірювальний прилад; 2 – передпідсилювач мікрофонний ПМ-3; 3 – капсуль мікрофонний конденсаторний М101; 4 – живлення; 5 – перетворювач п'єзоелектричний вібровимірювача ДН-3; 6 – перетворювач п'єзоелектричний вібровимірювача ДН-4; 7 – еквівалент капсуля мікрофонного П16; 8 – перехідник; 9 – екран П11; 10 – кабель (5 м, 0,5 м)

Таблиця 4.8

Діапазон вимірювання середніх квадратичних значень рівня звуку

| Капсуль М101 | Динамічний діапазон | | | | | Частотний діапазон |
|-----------------|---------------------|----------------|----|----|----------|-----------------------|
| | верхня межа, дБ | нижня межа, дБ | | | | |
| | | А | Б | С | ЛИН | |
| 140 | 25 | 30 | 30 | 35 | 10–20000 | |

Контрольні запитання:

1. Які фактори дороги та автомобіля впливають на шумовий ефект?
2. Яких заходів уживають для зниження дії шуму від автомобілів?
3. Які шумозахисні бар'єри використовують для захисту житлових будівель від шуму?
4. Які прилади використовують для визначення параметрів шуму?