

Практическое занятие 1

РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ШУМА И ВИБРАЦИИ

Постановка задачи. В практической деятельности необходимо иметь опыт применения простых соотношений для определения основных характеристик шума и вибрации, использования справочного материала и т. д. Данное практическое задание направлено на решение этой задачи.

Исходные данные. В качестве исходных данных используются справочные материалы и различные результаты измерений шума и вибрации.

Требуется найти расчетные уровни шума и вибрации, скорости распространения звука и другие физические величины.

Задача 1. Заданы уровни шума источников L_1, L_2, \dots, L_n , расположенных в одном помещении. Необходимо найти суммарный уровень шума L_Σ в этом помещении при различных источниках шума.

Решение.

1. Все источники имеют одинаковый уровень шума.

Одинаковые источники по уровню шума: $L_1 = L_2 = L_j = \dots = L_n$. Тогда

$$L_\Sigma = L_j + 10 \lg n.$$

Пример. $L_j = 80$ дБ, $n = 5$. Получаем $L_\Sigma = 80 + 10 \lg 5 = 87$ дБ.

2. Источники имеют разные уровни шума. Тогда

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

Пример. $L_1 = 90$ дБ, $L_2 = 94$ дБ, $L_3 = 93$ дБ, $L_4 = 97$ дБ. Получим:

$$L_\Sigma = 10 \lg (10^{0,1 \cdot 90} + 10^{0,1 \cdot 94} + 10^{0,1 \cdot 93} + 10^{0,1 \cdot 97}) = 101,3 \text{ дБ.}$$

3. Для двух источников:

$$L_\Sigma = L_{\max} + \Delta L,$$

где ΔL – поправка, которая определяется по табл. 1.1.

Пример. $L_1 = 80$ дБ, $L_2 = 100$ дБ. Тогда

$$\Delta = 100 - 80 = 20 > 6 \text{ дБ; } \Delta L = 0;$$

$$L_\Sigma = L_{\max} = 100 \text{ дБ.}$$

Таблица 1.1

Разность складываемых уровней Δ , дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
Поправка к более высокому уровню ΔL , дБ	3	2,5	2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0

Задача 2. Шум в помещении с одинаковым по уровню шума оборудованием составляет $L_0 = 90$ дБ. Часть оборудования отключили. Определить уровень шума в этом помещении после замены оборудования, L_k , если, например, отключена половина оборудования ($k = 0,5$).

Решение. $L_0 = L_j + 10 \lg n = 90$ дБ, $L_k = L_j + 10 \lg n \cdot k$,

$$L_k = L_j + 10 \lg n \cdot 0,5 = L_j + 10 \lg n - 10 \lg 2 = L_0 - 10 \lg 2 = 87 \text{ дБ.}$$

Задача 3. Первоначальный уровень шума в помещении $L_0 = 110$ дБ. Поставим новое оборудование, такое, что шум десяти новых машин ($k = 10$) равен шуму одной старой. Определить уровень шума в помещении при новом оборудовании L_k .

Решение. Обозначим шум машины старого образца L , а новой L_1 . Общее количество машин в помещении n :

$$L_0 = 110 \text{ дБ} = L + 10 \lg n, L = L_1 + 10 \lg k = L_1 + 10 \lg 10, L_k = L_1 + 10 \lg n = L - 10 \lg 10 + 10 \lg n = 110 - 10 \lg n - 10 \lg 10 + 10 \lg n = 100 \text{ дБ.}$$

Задача 4. Задан уровень шума L_1 , измеренный на расстоянии R_1 от источника. Необходимо найти уровень шума L_2 на расстоянии R_2 для того же источника. $L_1 = 20 \lg \frac{X}{R_1}$; $L_2 = 20 \lg \frac{X}{R_2}$.

Пример, магнитопровод издает шум 80 дБ на расстоянии 1 м. Определить уровень шума L_2 на расстоянии 10 м.

$$\text{Решение. } L_1 = 20 \lg X = 80 \text{ дБ, } \lg X = 4, X = 10000,$$

$$L_2 = 20 \lg \frac{X}{10} = 20 \lg 1000 = 60 \text{ дБ.}$$

Задача 5. По результатам измерений известны следующие величины:

звуковое давление P , амплитуда x , скорость \dot{x} , ускорение \ddot{x} перемещения. Найти уровень шума (вибрации), дБ.

Известно:

$$L = 20 \lg \frac{P}{P_0}, L_x = 20 \lg \frac{x}{x_0}, L_{\dot{x}} = 20 \lg \frac{\dot{x}}{\dot{x}_0}, L_{\ddot{x}} = 20 \lg \frac{\ddot{x}}{\ddot{x}_0},$$

где $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па, $x_0 = 8 \cdot 10^{-12}$ м, $\dot{x}_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м · с⁻¹, $\ddot{x}_0 = 3 \cdot 10^{-4}$ м · с⁻² – пороговые значения амплитуды, скорости и ускорения соответственно.

Пример: $P = 2 \cdot 10^{-3}$ Па; $L = 20 \lg \frac{2 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-5}} = 20 \lg 100 = 40$ дБ.

Решение: Амплитуда: $x = 8 \cdot 10^{-10}$ м; $L_x = 20 \lg \frac{8 \cdot 10^{-8}}{8 \cdot 10^{-12}} = 80$ дБ.

Скорость: $\dot{x} = 5 \cdot 10^{-4}$ м · с⁻¹; $L_{\dot{x}} = 20 \lg \frac{5 \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 10^{-8}} = 20 \lg 100 = 40$ дБ.

Ускорение: $\ddot{x} = 3 \cdot 10^{-2}$ м · с⁻²; $L_{\ddot{x}} = 20 \lg \frac{3 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 10^{-4}} = 20 \lg 100 = 40$ дБ.

Задача 6. Для некоторых типовых агрегатов (например, электродвигателей) известно примерное значение соотношения мощности W_p и звуковой мощности W излучаемого шума. Определить примерную мощность агрегата по известному уровню шума.

Звуковая мощность $W = JS$,

где $J = \frac{P^2}{\rho c}$ – интенсивность звука, Вт · м⁻², S – площадь излучателя, м².

Пример, электродвигатель создает уровень шума 80 дБ. Определить примерную его мощность W_p .

Предположим, что $W/W_p = \xi = 2 \cdot 10^{-7}$. Тогда

$$L = 20 \lg \frac{P}{P_0} = 80 \text{ дБ}, 20 \lg 10^{-4} \frac{P}{2 \cdot 10^{-5}} = 80 \text{ дБ}, P = 2 \cdot 10^{-1} \text{ Па};$$

$$J = \frac{(2 \cdot 10^{-1})^2}{400} = 10^{-4} \frac{\text{Па} \cdot \text{м}}{\text{с}},$$

или $J = 10^{-4}$ Вт · м⁻².

Таблица 1.2

Номер задачи	Исходные данные	Вариант									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1/3	L , дБ	80	85	82	81	80	80	83	84	85	87
		100	100	102	98	95	105	97	101	105	98
1/1	L , дБ	80	82	81	80	83	87	88	95	93	91
	n	5	4	5	5	4	5	6	4	6	5
2	L , дБ	90	90	91	92	93	94	95	96	97	98
	k	0,5	0,4	0,3	0,5	0,4	0,6	0,4	0,3	0,6	0,6
3	L , дБ	110	110	108	109	107	106	106	104	103	102
	k	10	12	9	10	11	12	8	9	10	11
1,2	L_1 , дБ	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
	L_2 , дБ	94	92	91	92	93	94	96	91	98	95
	L_3 , дБ	93	91	93	85	86	87	88	89	84	70
	L_4 , дБ	97	96	95	87	88	89	91	93	88	85
4	L , дБ	80	80	85	84	83	82	81	79	78	77
	R_1 , м	1	1	1	2	1	1	1	1	3	1
	R_2 , м	10	8	10	9	10	11	12	9	8	10

Решение: Предположим, что площадь излучаемой поверхности

$$S = \pi d^2 = 3,14 \cdot 0,35^2 = 0,38 \text{ м}^2, \text{ тогда } W = 10^{-4} \cdot 0,38 \text{ Вт};$$

$$W_p = \frac{10^{-4} \cdot 0,38}{2 \cdot 10^{-7}} = 0,19 \cdot 10^3 \text{ Вт}.$$

Варианты для расчета приведены в табл. 1.2.