

Практическая работа №5

Оценка уровней вибрации в жилых помещениях

Под вибрацией понимают механические колебания твердых тел. Распространяется вибрация вследствие передачи энергии колебаний от колеблющихся частиц к соседним частицам.

В отличие от звука вибрация воспринимается разными органами и частями тела. Так, при низкочастотных (до 15 Гц) колебаниях вращательная вибрация воспринимается вестибулярным аппаратом внутреннего уха. При контакте с твердым вибрирующим телом вибрация воспринимается нервными окончаниями кожи.

Сила восприятия механических колебаний зависит от биомеханической реакции тела человека, представляющего собой в определенной мере механическую колебательную систему, обладающую собственным резонансом и резонансом отдельных органов, что и определяет строгую частотную зависимость многих биологических эффектов вибрации.

Так, у человека в положении сидя резонанс тела, который обуславливается влиянием вибрации и проявляется неприятными субъективными ощущениями, наступает на частотах 4-6 Гц, у человека в положении стоя - на частотах 5-12 Гц.

Человек ощущает вибрацию частотой от долей герца до 800 Гц, вибрация большой частоты воспринимается подобно ультразвуковым колебаниям, вызывая ощущение тепла. При превышении допустимых уровней вибрация оказывает влияние на функциональное состояние человека (повышается утомляемость, увеличивается время двигательной и зрительной реакций, нарушается деятельность вестибулярного аппарата) и на его физиологическое состояние (нарушается сердечнососудистая деятельность и работа опорно-двигательного аппарата, а также поражаются мышечные ткани и суставы).

Степень неблагоприятного действия вибрации зависит от ее уровня (или расстояния до источника), времени суток, возраста, рода деятельности и состояния здоровья человека.

При непродолжительном действии вибрации (1,5 года) на первый план выступают функциональные нарушения центральной нервной системы. В группе населения с более длительным сроком проживания (7 лет) чаще регистрируются нарушения деятельности сердечнососудистой системы.

Постоянное повышенное значение вибрации приводит к быстрой утомляемости, нарушению нервной системы, плохому сну, головной боли.

Работа в условиях постоянной вибрации может приводить к возникновению вибрационной болезни, которая стоит на втором месте среди профессиональных заболеваний.

Чаще всего причиной возникновения виброболезни является действие локальной вибрации, передающейся через руки при работе с виброинструментом. Локальная вибрация вызывает главным образом спазмы сосудов кисти, предплечий, нарушая снабжение конечностей кровью. Одновременно колебания действуют на нервные окончания, мышечные и костные ткани, вызывают снижение кожной чувствительности, отложение солей в суставах пальцев, деформируя и уменьшая подвижность суставов. Последнее время особую актуальность приобрела проблема повышенных уровней вибрации в жилых помещениях. Это связано со строительством и эксплуатацией метрополитена в крупных городах, увеличением потока транспортных средств, возрастанием объемов строительства и др.

Для жилых зданий преимущественное распространение имеют общие вибрационные помехи, передающиеся через опорные поверхности и ухудшающие условия отдыха человека, и эффективность умственного труда.

Источники вибрации в жилых помещениях можно разделить на две группы:

1. *Внешние источники:*
- метрополитен;

- тяжелые грузовые автомобили;
- железнодорожные поезда;
- трамваи;
- промышленные предприятия (при эксплуатации гидравлических и механических прессов, строгальных, вырубных и др. металлообрабатывающих механизмов и т.д.);
- строительная техника.

2. Внутренние источники:

- инженерное и санитарно-техническое оборудование (лифты, насосы, вентиляционные системы);
- встроенные предприятия торговли (холодильное оборудование);
- бытовая техника (стиральные машины).

По направлению действия вибрацию подразделяют на:

- вертикальную;
- горизонтальную.

Вибрацию, передаваемую телу человека, следует измерять в принятых направлениях ортогональной системы координат, имеющей своим началом сердце человека:

- по оси Z - вертикальная ось, от ног к голове;
- по оси X - горизонтальная ось, от спины к груди;
- по оси Y - горизонтальная ось, от правого плеча к левому.

При оценке вибрации рекомендуется вначале отнести ее к одному из основных типов, встречающихся на практике и вызывающих жалобы обитателей зданий. Может оказаться, что разным типам вибрации могут соответствовать разные допустимые значения параметров вибрации.

Для единства подхода к оценке вибрации определены следующие виды источников вибрации:

- источник постоянного воздействия (например, непрерывно работающий промышленный объект);
- источник регулярно повторяющегося воздействия (например, проезжающие транспортные средства);
- источник ограниченного по времени (непостоянного) воздействия (например, строительные работы).

При оценке уровней вибрации в жилых помещениях возможно определение следующих параметров:

- виброскорости (v , м/с);
- виброускорения (a , м²/с);
- логарифмического уровня виброскорости (L_v , дБ);
- логарифмического уровня виброускорения (L_a , дБ).

Логарифмические уровни виброскорости L_v , в дБ, определяют по формуле:

$$L_v = 20 \lg \frac{v}{5 \cdot 10^{-8}}, \quad (1)$$

где v - среднеквадратичное значение виброскорости, м/с; $5 \cdot 10^{-8}$ - (v_0) нулевой порог виброскорости (опорная виброскорость), м/с.

Логарифмические уровни виброускорения L_a в дБ, определяют по формуле:

$$L_a = 20 \lg \frac{a}{1 \cdot 10^{-6}}, \quad (2)$$

где a - среднеквадратичное значение виброускорения, м/с²; $1 \cdot 10^{-6}$ - (a_0) нулевой порог виброускорения (опорное виброускорение), м/с².

Допустимый уровень вибрации в жилых и общественных зданиях - это уровень фактора, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных

изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к вибрационному воздействию.

Оценка вибрации любого направления производится путем сравнения измеренного спектра (уровни в дБ в октавных полосах частот) с гигиеническими нормативами (табл. 1). В жилых, административно-управленческих и общественных помещениях нормирование осуществляют в октавных полосах со среднегеометрическими частотами: 2, 4, 8, 16, 31,5, 63 Гц.

Допустимые значения вибрации в жилых помещениях, палатах больниц и санаториев

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Допустимые значения по осям X ₀ , Y ₀ , Z ₀			
	виброускорения		виброскорости	
	м/с ² ·10 ⁻³	дБ	м/с·10 ⁻⁴	дБ
2	4,0	72	3,2	76
4	4,5	73	1,8	71
8	5,6	75	1,1	67
16	11,0	81	1,1	67
31,5	22,0	87	1,1	67
63	45,0	93	1,1	67
Корректированные уровни вибрации	4,0	72	1,1	67

Предельно-допустимые уровни вибрации корректируются с учетом характера вибрации, времени суток, продолжительности ее воздействия. Поправки к нормативным уровням вибрации приведены в табл. 2.

Так, в зависимости от продолжительности действия постоянной и непостоянной вибрации за наиболее интенсивные 30 мин. поправки составляют от +5 до +15 дБ. То есть, при кратковременности действия в дневное время допускаются более высокие уровни. В ночной период времени поправки на время действия не допускаются.

Таблица 2

Поправки к нормативным уровням вибрации в жилых помещениях

Влияющий фактор	Условия	Поправки в дБ
Характер вибрации	постоянная	0
	непостоянная	-10
Время суток	день с 7 до 23 часов	+5
	ночь с 23 до 7 часов	0
Длительность воздействия	суммарная деятельность в %	

вибрации в дневное время за наиболее интенсивные 30 мин.	56-100	0
	18-56	+5
	6-18	+10
	менее 6	+15

Длительность воздействия вибрации определяется расчетом или хронометрированием времени действия источника. Учет времени суток проводится путем допущения в дневное время уровней на 5 дБ более высоких, чем в ночное время.

При интегральной оценке по частоте нормируемым параметром является скорректированное значение виброскорости и виброускорения (U).

Скорректированный уровень вибрации (U) - одночисловая характеристика вибрации, определяемая как результат энергетического суммирования уровней вибрации в октавных полосах частот с учетом октавных поправок.

Расчет скорректированного уровня производится в следующей последовательности:

- скорректированный спектр вибрации получается путем внесения в измеренные уровни вибрации в нормируемых полосах частот значений октавных поправок (табл. 3);

- скорректированный уровень вибрации получается в результате энергетического суммирования октавных уровней вибрации скорректированного спектра.

По причине того, что дБ является логарифмической величиной, обычная операция сложения не будет корректной. В данном случае применяется энергетическое сложение, которое может быть выполнено с применением табл. 4.

Таблица 3

Величины октавных поправок

Измеряемый параметр	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц					
	2	4	8	16	31,5	63
	Октавные поправки ΔL , дБ					
Уровни виброскорости	-12	-6	0	0	0	0
Уровни виброускорения	0	0	0	-6	-12	-18

Сложение уровней вибрации

Разность уровней вибрации двух складываемых источников, дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Добавка (Δ) к большему уровню вибрации,	3.0	2.5	2.2	1.8	1.5	1.2	1.0	0.8	0.6	0.5	0.4

дБ											
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Из анализа табл.7.4 видно, что если разница уровней вибрации двух складываемых источников превышает 10 дБ, то меньший из них можно не учитывать.

Операция сложения уровней вибрации нескольких источников выполняется последовательно: сначала складываются два наибольших источника, их энергетическая сумма является новым условным источником, который складывается со следующим и т.д. Окончательный результат скорректированного уровня округляется до целого числа.

Задание

1. Произвести оценку уровней вибрации в жилом доме путем сравнения измеренного спектра (табл.6) с гигиеническими нормативами. Источником вибрации являются железнодорожные поезда. Характер вибрации – непостоянный. Вибрация горизонтального направления (по оси X и Y) не превышает фоновых значений.

2. Произвести расчет скорректированного уровня вибрации (U) путем энергетического суммирования логарифмических уровней вибрации (в дБ). Сделать вывод о соответствии полученного значения нормативному.

Порядок выполнения задания

1. Ознакомиться с теоретической частью работы.

2. Выбрать вариант задания.

Таблица 5

Варианты заданий

Вариант	Параметры вибрации	
	Время суток	Длительность воздействия вибрации в дневное время, %
1	день с 7 до 23 часов	59
2	ночь с 23 до 7 часов	-
3	день с 7 до 23 часов	26
4	ночь с 23 до 7 часов	-
5	день с 7 до 23 часов	34
6	ночь с 23 до 7 часов	-
7	день с 7 до 23 часов	12
8	ночь с 23 до 7 часов	-
9	день с 7 до 23 часов	5
10	ночь с 23 до 7 часов	-

Таблица 6

Варианты заданий

Вариант	Измеренные уровни виброскорости по оси Z (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц
---------	---

	2	4	8	16	31.5	63
1	75	72	73	82	86	72
2	74	74	75	82	88	71
3	69	73	68	84	87	70
4	65	71	72	86	82	74
5	71	75	67	80	84	76
6	72	68	74	79	86	75
7	68	69	71	85	87	70
8	74	72	71	83	81	72
9	76	73	72	84	89	73
10	67	71	69	80	83	71

3. Результаты оценки уровней вибрации занести в таблицу 7.

Таблица 7

Оценка соответствия измеренных уровней вибрации нормативным значениям

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	2	4	8	16	31,5	63
Измеренные уровни виброскорости, дБ						
Нормативные уровни виброскорости, дБ						
Поправка к нормативным уровням виброскорости, дБ						
Допустимые уровни с учетом поправок (дБ)						
Превышение допустимых уровней, дБ						

Результаты расчета скорректированного уровня вибрации

Показатель	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц					
	2	4	8	16	31.5	63
Измеренные уровни виброскорости, дБ						
Октавные поправки ΔL , дБ						
Корректированный спектр (с учетом						

поправок), дБ						
Корректированный уровень виброскорости, дБ (результат энергетического суммирования)						

5. Сделать вывод о соответствии величины корректированного уровня вибрации допустимым значениям.

Вопросы для контроля

1. Опишите действие вибрации на человека.
2. Приведите классификацию источников вибрации в жилых помещениях.
3. Перечислите виды вибрации.
4. Перечислите нормируемые параметры вибрации.
5. Что такое корректированный уровень вибрации? Как он определяется?

Список литературы

1. ГОСТ 31191.2-2004 (ИСО 2631-2:2003) Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека (Часть 2). Вибрация внутри зданий. – Введ. В РФ 01.07.2008 – М., 2008.
2. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – Введ. 31.10.1996 // Федеральные санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы / сост. Г.А. Суворов, Л.В. Прокопенко, Л.Н. Шкаринов и др. – М., 1997.
3. МУ 2957-84 Методические рекомендации по измерению и гигиенической оценке вибрации в жилых помещениях. – Утв. 02.01.1984. – 14 с.
4. Влияния шума и вибрации на организм человека [электронный ресурс] / ООО «Виброна» - Самара, 2013. - Режим доступа <http://www.vibrona.ru//info/stat/vlijanie/> - Загл. с экрана.
5. Иванов, Н. И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом : учебник / Н. И. Иванов. – М. : Университетская книга, Логос, 2008. – 424 с.

Таблица 3

Допустимые уровни звукового давления проникающего шума в помещениях жилых и общественных зданий и шума на территории жилой застройки

№ пп	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Время суток	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА	Максимальные уровни звука L _{Аmax} , дБА
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
1 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1 1	Палаты больниц и санаториев, операционные больницы	с 7 - 23ч.	76 6	59 5	48 3	40 3	34 2	30 2	27 1	25 1	23 1	35	50	
		с 23 - 7 ч.	69	51	39	31	24	20	17	14	13	25	40	

2 2	Кабинеты врачей поликлини к, больниц		76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
3	Комнаты, аудитории школ и других учебных заведений		79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55

Окончание таблицы .3

№ п.п	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Время суток	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										Уровни звука и эквивален тные уровни звука, дБА	Максималь ные уровни звука L _{Амакс} , дБА
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
4 4	Жилые комнаты квартир, жилые помещения домов отдыха, спальные помещения	с 7 до 23 ч.	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55	
		с 23 до 7 ч.	72	55	44	35	29	25	22	20	18			
5 5	Номера гостиниц и жилые комнаты общежитий	7 до 23ч.	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60	
		.	76	59	48	40	34	30	27	25	23			
6		с 23 до 7 ч.	76	59	48	40	34	30	27	25	30	35	50	
	Площадки отдыха на территории микрорайонов и групп жилых домов		83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60	