

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Кафедра Производственной безопасности и права**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА**

**Методические указания  
к выполнению лабораторной работы для студентов  
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»**

**Казань, 2013**

УДК 69.05.658.382  
М56

**М56 Исследование производственного шума.** Методические указания к выполнению лабораторной работы (КазГАСУ, состав. Мещанинова Н.Ф., Казань, 2013г.)

В методических указаниях приводится лабораторный способ измерения параметров производственного шума, анализа его величин в различных диапазонах, оценки вредности для человека, находящегося в конкретных производственных условиях. Кроме того, оценивается эффективность некоторых видов шумозащитных материалов.

Методические указания предназначены для студентов различных видов обучения строительных специальностей.

Рецензент  
д.т.н., проф. Изотов В.С.

УДК 69.05.658.382  
М56

© Казанский государственный  
архитектурно-строительный  
университет, 2013г.

© Мещанинова Н.Ф., 2013 г.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА

**Целью работы** является изучение методики проведения замеров параметров шума и практическое освоение работы с шумомером ВШВ-003-М2.

## **Задачи работы:**

- изучение параметров шума.
- ознакомление с прибором для акустических измерений ВШВ-003-М2.
- изучение методики замера уровня звукового давления и спектрального анализа шума.
- выполнение замеров с использованием различных звукоизолирующих материалов.
- изучение нормирования шума на рабочих местах и оценка полученных результатов в соответствии с санитарными нормами.

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

В промышленной акустике под термином «шум» понимается любой нежелательный в данных условиях звук, т.е. всякий меняющийся и раздражающий звук есть шум. Физическая природа шума обусловлена колебательными движениями частиц упругой среды, распространяющихся в виде волн. Как физиологическое явление, шум определяется ощущением, воспринимаемым органом слуха при воздействии звуковых волн в диапазоне частот 16-20000 Гц. Колебания ниже 16 Гц (инфразвук) и выше 20000 Гц (ультразвук) не воспринимаются человеческим ухом.

Звуковая волна характеризуется следующими параметрами: звуковым давлением, длиной волны, частотой, амплитудой колебания и скоростью звука.

Звуковое давление  $P$  – это возникающее в упругой среде переменное давление при прохождении через нее звуковых волн. Единица измерения давления – паскаль, Па.

Длина волны  $\lambda$  – это расстояние, измеренное вдоль направления распространения, между ближайшими точками звукового поля, в которых фазы колебаний одинаковые.

Частотой  $f$  называется число колебаний в единицу времени, герц, Гц; а время, в течение которого совершается полное колебание – периодом  $T$ , с.

Скорость звука  $C$  связана с длиной волны и частотой следующей зависимостью:

$$C = \lambda f,$$

где  $C$  – скорость звука, м/с;

$\lambda$  – длина волны, м;

$f$  – частота колебаний, Гц.

Под интенсивностью звука (шума) понимают количество звуковой энергии, проходящей через единицу площади, перпендикулярную направлению распространения звуковой волны, Вт/м<sup>2</sup>.

Соотношение между интенсивностью звука и звуковым давлением имеет вид:

$$J = \frac{P^2}{\rho C}$$

где  $P$  – звуковое давление, Па;

$\rho$  – плотность среды, кг/м<sup>3</sup>;

$C$  – скорость звука, м/с.

Значения звукового давления, интенсивности звука могут изменяться в большом диапазоне. Поэтому для удобства вычислений принято оценивать звуковое давление или интенсивность звука не в абсолютных, а в относительных единицах (белах, децибелах) по отношению к пороговым значениям. Измеренные таким образом величины называются уровнями.

**Бел, Б** – это десятичный логарифм отношения интенсивности звука в данной точке к пороговому значению:

$$B = \lg \frac{J}{J_0}$$

где  $J$  – интенсивность звука в данной точке, Вт/м<sup>2</sup>;

$J_0$  – пороговое значение уровня интенсивности,  $J_0 = 12$  Вт/м<sup>2</sup>.

Ухо человека способно фиксировать изменение интенсивности звука на  $0,1$  Б и эта величина получила название децибел, дБ.

Тогда уровни интенсивности или звукового давления  $J, дБ$  определяются по формуле:

$$J = \frac{10 \lg J}{J_0} = \frac{10 \lg P^2}{P_0^2} = 20 \lg \frac{P}{P_0}$$

где  $P_0$  – пороговое значение звукового давления,  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па.

При анализе шума весь диапазон частот разбивают на отдельные полосы – октавы. Октава – частотная полоса колебаний, в которой верхняя граница частоты вдвое больше нижней. В зависимости от частоты характер шума может быть низко-, средне- и высокочастотным. Низкочастотный шум имеет спектр с максимумом звукового давления в области частот ниже 300 Гц, среднечастотный – 300-800 Гц, высокочастотный – выше 800 Гц. Для учета различия в чувствительности слуха к звукам разной частоты введено понятие уровня громкости звука, измеряемого в фонах. Под уровнем громкости данного звука понимают уровень звукового давления равногромкого с ним на слух звука с частотой 1000 Гц.

**Предельно допустимый уровень** – это уровень фактора, который при ежедневной работе в течение всего рабочего стажа не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья.

*Допустимый уровень шума* – это уровень, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем.

Уровни шума на рабочих местах и на территории промышленных предприятий и селитебной территории городов и других населенных пунктов регламентируются ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» и СН 2.2.4/2.1.8562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»

Для контроля уровней шума на рабочих местах, оценки шумового режима в производственных помещениях и разработки рекомендаций по снижению шума его используют специальные приборы – шумомеры. В данной работе используется шумомер ВШВ-003-М2.

## **2. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТЫ**

- Установка работает под напряжением 220 V – опасным для здоровья человека.
- До начала работы следует внимательно изучать порядок ее выполнения и правила работы с прибором.
- Перед включением установки в электросеть проверить надежность изоляции проводов и наличие заземления прибора.
- Не нарушать порядок работы с переключателями прибора и очередность включения установки.
- В случае обнаружения неисправностей немедленно отключить установку и сообщить об этом преподавателю или учебному мастеру.
- После окончания работы с установкой и прибором их отключить и привести в порядок рабочее место.

### 3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Поставленные в настоящей работе задачи решаются последовательно в несколько этапов:

- на первом определяется величина общего уровня шума и оценивается по соответствующим санитарным нормам для заданных условий (см. приложение);
- на втором – исследуется его спектральный анализ и сопоставляется с нормативными величинами;
- на третьем – анализируется эффективность шумозащитного материала;
- делаются общие выводы по работе с соответствующим оформлением результатов.

#### ЭТАП 1. ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАМЕРОВ

Перед производством замеров для последующего анализа необходимо:

1. Внимательно ознакомиться с прибором ВШВ-003-М2.
2. Вычертить схему установки (рис.1) и лицевую панель прибора (рис.2) со всеми необходимыми обозначениями и пояснениями.
3. Подготовить таблицу для записи получаемых показателей (табл. №1).
4. Получить разрешение от преподавателя для выполнения замеров по конкретному заданию.

Все замеры производить от большого показателя к меньшему.  
Результаты замеров записывать по мере их получения.

Таблица № 1

**Таблица результатов измерений исследуемого шума прибором ВШВ-003-М2**

Октавные полосы, Гц	Уровень источника шума, дБ	Звукоизолирующие материалы			Допустимый уровень по СН, дБ
		дБ	дБ	дБ	
63					
125					
250					
500					
1000					
2000					
4000					
8000					
Общий уровень					

## ЭТАП 2. ПОРЯДОК ПРОИЗВОДСТВА ЗАМЕРОВ ОБЩЕГО УРОВНЯ ШУМА

1. Шумомер с микрофоном подключается к сети 220 V (VI, рис.1).
2. Производится контроль работы прибора: при нажатии кнопки (3, рис.2) стрелка на индикаторе должна отключиться по шкале в диапазон 7-10 дБ.
3. Переключатель «род работы» (1, рис.2) устанавливается в положение «S».
4. Переключатель фильтров (2, рис.2) устанавливается в положение «ЛИН».
5. Переключатели диапазонов (5 и 6, рис.2) устанавливаются соответственно на 50 и 80 дБ. При этом светодиод (9) указывает суммарную величину – 130 дБ.
6. Подключается шумовая камера к электросети (V, рис.1).
7. Включается источник шума переключателем (VI, рис.1).
8. Нажатием кнопки (3, рис.2) шумомер включается в работу.
9. По шкале индикатора (8) с учетом показателя светодиода (9) определяется уровень шума.
- 10.10. Полученный результат заносится в соответствующую графу таблицы № 1.
- 11.11. Отключаются от сети прибор и источник шума, переключатели устанавливаются в исходные положения.
- 12.12. Из Санитарных Норм в таблицу № 1 записывается величина допустимого параметра для данных условий.
- 13.13. Делается частный вывод по полученному результату по сравнению с нормативным.

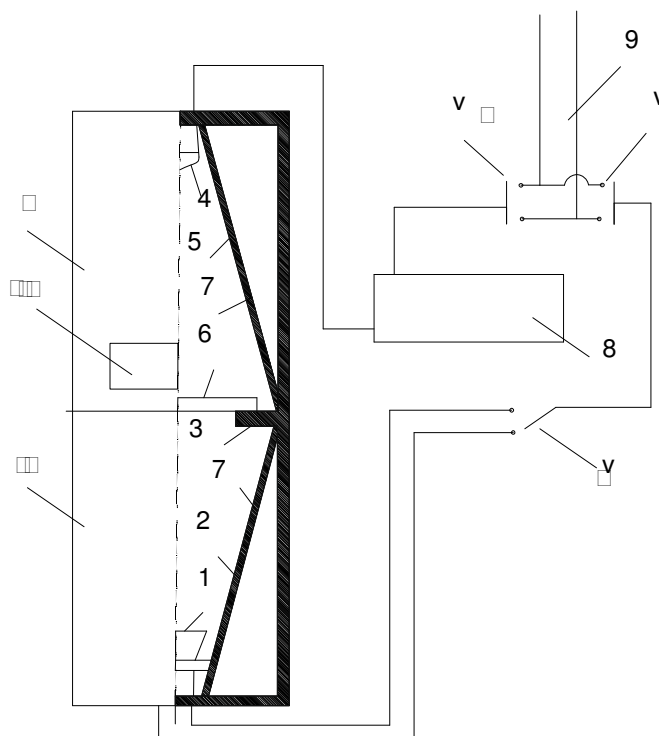


Рис. 1. Схема установки:

I, II - шумовая камера; III - крышка шумовой камеры; IV - переключатель источника шума; V - выключатель шумовой камеры; VI - выключатель прибора ВШВ;

1 - источник шума; 2 - шумонаправляющий корпус; 3 - гнездо для шумозащитного материала; 4 - микрофон; 5 - шумоконцентрирующий конус; 6 - исследуемый материал; 7 - звукоизоляция; 8 - прибор ВШВ-003-М2; 9 - электросеть 220 В

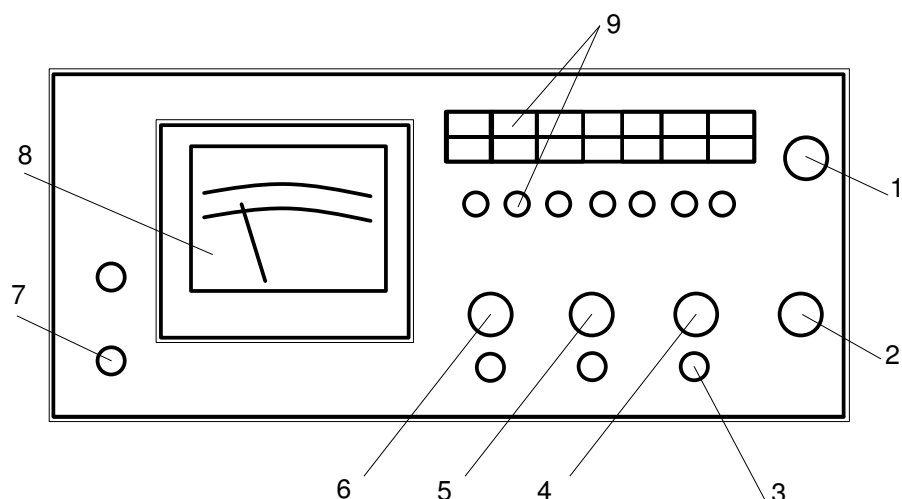


Рис. 2. Схема лицевой панели прибора ВШВ-003-М2:

- 1- переключатель «Род работы»; 2- переключатель фильтра для частотных характеристик;  
 3- кнопка включения октавного фильтра; 4- переключатель октавных полос; 5- делитель 0-50 дБ;  
 6- делитель 20-80 дБ; 7- гнездо для подключения микрофона; 8- индикатор;  
 9- шкала диапазонов измерений со светодиодами звукового давления

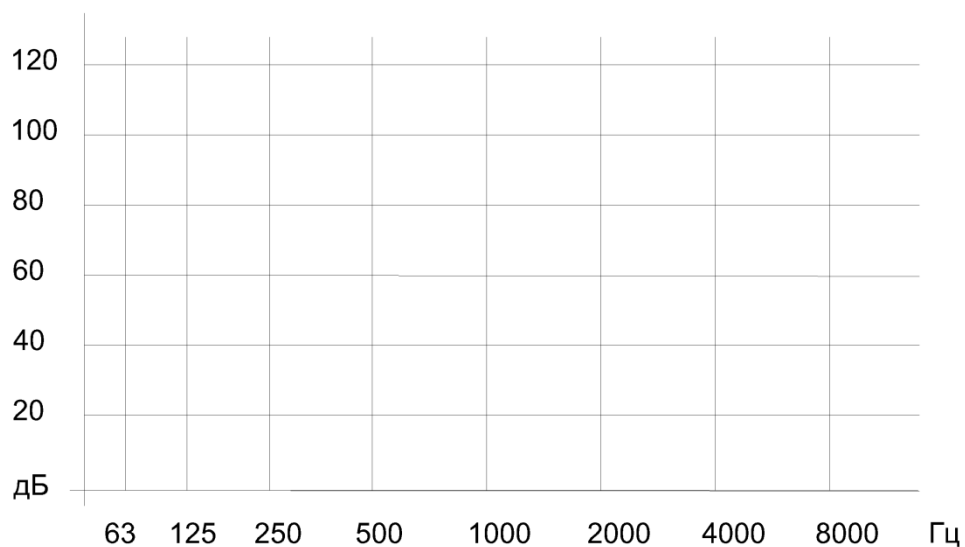


Рис.3. График изменения уровней звукового давления в октавных полосах



### **ЭТАП 3. ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ШУМА**

Порядок выполнения спектрального анализа шума.

1. Шумомер с микрофоном подключается к сети (VI, рис.1).
2. Переключатель «фильтры» (2, рис.2) устанавливается в положение «С».
3. Переключатель октавных полос (4, рис.2) устанавливается на деление 63 дБ.
4. Подключается источник шума (1, рис.2) в шумовой камере (II, рис.2) к сети (V).
5. Переключателем (IV) включается источник шума.
6. Нажатием кнопки (3, рис.1) включается шумомер и по шкале индикатора с учетом светодиода (9) снимается величина уровня шума в данной октавной полосе. Результат записывается в соответствующую графу таблицы № 1.
7. Последовательным переключением рукояток делителей (5 и 6, рис. 2) аналогично пункту 4 определяются уровни шума во всех остальных октавных полосах.
8. При завершении замеров все графы таблицы результатов должны быть заполнены.
9. Прибор и источник шума отключаются от сети.
10. Переключатели устанавливаются в исходные положения.
11. В таблицу № 1 записываются нормативные параметры для каждой октавной полосы.
12. Делается частный вывод по данному этапу работы.

### **ЭТАП 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШУМОЗАЩИТНОГО МАТЕРИАЛА**

Определение характеристик шума при применении шумозащитного материала:

1. Приоткрыть крышку (III, рис.1) шумовой камеры (3, рис.1).
2. Через паз в гнезде (3, рис.2) установить шумозащитный материал (6, рис.1) по заданию преподавателя.
3. По ранее проведенным методикам произвести замер общего уровня шума (этап 1) и его спектральный анализ (этап 2).
4. Результаты замеров заносятся в таблицу № 1.
5. Прибор и шумовая камера с источником шума отключаются от электросети (V, VI, рис.1), а переключатели на приборе устанавливаются в исходном положении.
6. Из гнезда шумовой камеры извлекается исследуемый материал.
7. Произвести анализ полученных показателей по каждой октаве с ранее полученными результатами на этапах 1 и 2.

Для анализа итогового материала в результате измерений и наглядности динамики величин уровня шума вычерчивается график (рис.3). Он позволяет

визуально сравнить показатели характеристик шума во всех октавных полосах и по ним оценить эффективность исследуемого материала.

8. Делается частичный вывод по данному этапу работы.

#### **4. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ**

При завершении всех этапов должно быть выполнено:

- Краткое изложение общих положений и терминология, применяемая в работе.
- Четко вычерченная схема самой установки, панели прибора со всеми обозначениями и объяснениями и пояснениями.
- Полностью заполнена таблица результатов показаний прибора и нормативные характеристики по каждой октавной полосе.
- Построен график изменения уровня звукового давления по октавным полосам исследуемого шума..
- Сделана оценка эффективности примененного шумозащитного материала.
- Составлены подробные выводы по каждому пункту поставленных задач ,а также обобщающий вывод по всей работе.

#### **5. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. Раскройте понятие шум и его физическая природа.
2. Что такое инфразвук и ультразвук?
3. Назовите параметры шума и единицы измерения.
4. Назовите основные источники шума на строительной площадке.
5. Раскройте понятие громкости звука.
6. Объясните, что такое звуковое давление и уровень звукового давления. Назовите единицы измерения.
7. Какими нормативными документами оцениваются параметры шума?
8. Как проводится измерение общего уровня шума?
9. Что такое октава?
10. Как производится спектральный анализ шума?

**Предельно допустимые уровни звука на рабочих местах  
для трудовой деятельности  
различных категорий тяжести и напряженности в дБА**

№ п.п.	Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса		
		Легкая физическая нагрузка	Легкая физическая нагрузка	Тяжелый труд всех степеней
1	Напряженность легкой степени	80	80	75
2	Напряженность средней степени	70	70	65
3	Напряженный труд 1 степени	60	60	-
4	Напряженный труд 2 степени	50	50	-

Таблица № 2

**Предельно функциональные уровни звукового давления,  
уровни звука для различных видов трудовой деятельности**

№ п.п.	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах среднегеометрических частотах, Гц								Уровни звука в дБА
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	Творческая деятельность, научная работа, проектирование, программирование, преподавание и обучение	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2	Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, измерительные работы в лабораториях	79	70	68	58	55	52	52	49	60
3	Работа, требующая постоянного слухового контроля с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами, обработка информации	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4	Работа, требующая сосредоточенности с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5	Выполнение всех видов работ (за исключением п.п. 1-4 и аналогичных им) на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	95	87	82	78	75	73	71	69	80

**Допустимые уровни звукового давления  
и максимальные уровни звука, проникающего в помещения**

№ п. п	Назначение помещений или территорий	Время суток	Уровни звукового давления в октавных полосах, дБ								Уровни звука, дБА
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	Палаты больниц и санаториев	с 7 до 23 ч.	59	42	40	34	30	27	25	23	35
		с 23 до 7 ч.	51	39	31	24	20	17	14	13	25
2	Учебные комнаты, читальные залы	-	63	52	45	39	35	32	30	28	40
3	Жилые комнаты, дома отдыха, пансионаты, спальные помещения интернатов и детских учреждений	с 7 до 23 ч.	63	52	45	39	35	32	30	28	40
		с 23 до 7 ч.	55	44	35	29	25	22	20	18	30
4	Номера гостиниц и жилые комнаты общежитий	с 7 до 23 ч.	67	57	49	44	40	37	35	33	45
		с 23 до 7 ч.	59	48	40	34	30	27	25	23	55
5	Территории, непосредственно прилегающие к зданиям больниц и санаториев	с 7 до 23 ч.	67	57	49	44	40	37	35	33	45
		с 23 до 7 ч.	59	48	40	34	30	27	25	23	55
6	Территории, прилегающие к жилым зданиям, поликлиникам, домам отдыха, детским учреждениям, школам	с 7 до 23 ч.	75	66	59	54	50	47	45	44	55
7	Площадки отдыха у больниц и санаториев	-	59	48	40	34	30	27	25	23	35
8	Площадка отдыха на территории микрорайонов, детских учреждений и учебных заведений	-	67	57	49	44	40	37	35	33	45

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».
2. Санитарные нормы 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых общественных зданий и на территории жилой застройки».
3. ГОСТ 17187-2010. Шумомеры. Технические требования.
4. ГОСТ 12.1.050-86 (2001) ССБТ. Методы измерения шума на рабочих местах.
5. Безопасность жизнедеятельности. Под ред. С.В. Белова. М., Высшая школа, 2009.

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА**

**Методические указания  
к выполнению лабораторной работы для студентов  
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»**

Составитель: МЕЩАНИНОВА Наталья Федоровна

Редакция и корректура автора

Издательство

Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Подписано в печать

Формат 60x84/16

Заказ

Бумага офсетная № 1

Усл.-печ.л.

Тираж экз.

Печать ризографическая

Уч.-изд.л.

---

Отпечатано в полиграфическом секторе

издательства КГАСУ

420043, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1