

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**НАВОИЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ**

**НАВОИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ**

**КАФЕДРА**

**«БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»**

# **Лабораторная работа**

## **№ 2**

**по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»  
для студентов всех направлений бакалавриата**

**Навои 2010**

Рекомендованы к изданию по решению учебно-методического Совета от 6 июля 2007 года (протокол №10)

Составители: ст. преподаватели Ахмедова Н.М., Рахимов Н.  
ассистент Шарипова Д.И

Лабораторная работа №1 по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»  
для студентов всех направлений бакалавриата.

Навоий: НГГИ, 2007 г.

Лабораторная работа №2 содержит методические рекомендации для  
проведения экспериментов. Темы занятий выбраны в соответствии с учебной  
программой дисциплины «Безопасность жизнедеятельности».

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

Рецензенты: Бакаев Х.Ю. –Начальник аналитической инспекции  
Навоийского областного  
комитета охраны природы

Салимов Х.В. -Заведующий кафедрой «Безопасность  
жизнедеятельности НГГИ

## **ВВЕДЕНИЕ**

Цель настоящего лабораторной работы – приобретение будущими специалистами практических навыков по выявлению (идентификации) и количественной характеристике опасных и вредных факторов в различных сферах жизнедеятельности; приобретение практических навыков пользования нормативными документами; умение сравнить фактический уровень воздействия фактора на организм с гигиеническими нормативами и дать оценку качества среды обитания.

В описании лабораторной работы приводятся: цель исследований, необходимые теоретические сведения по данному разделу, описание применяемых установок и приборов, методика проведения работы и оформление результатов, контрольные вопросы для самостоятельной подготовки студентов.

## Лабораторная работа № 2

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА

**Цель работы:** ознакомиться с акустическими приборами и нормативными требованиями к производственным шумам, произвести измерения шума объекта, определить эффективность некоторых мероприятий по его уменьшению.

#### Общие сведения

За последние десятилетия защита человека от шума стала одной из актуальнейших проблем. Внедрение в промышленность новых технологических процессов, рост мощности оборудования и машин привели к тому, что человек подвергается действию шума высокой интенсивности. Действуя на центральную нервную систему, шум оказывает неблагоприятное влияние на деятельность организма человека, вызывая тяжелые заболевания, головную боль, головокружение, ослабление внимания, а иногда и нарушение функций слуховых органов.

Сильный шум в условиях производства значительно снижает производительность труда и может явиться причиной несчастного случая.

С физической точки зрения шум представляет собой беспорядочное сочетание различных по частоте и силе звуков, с физиологической — звуковой процесс, который в большей или меньшей степени неприятен человеку.

Звуковые волны возникают всегда в том случае, когда в упругой среде имеется колеблющееся тело или когда частицы упругой среды (газообразной, жидкой или твердой) приходят в колебательное движение под действием какой-либо возмущающей силы. Человек может слышать только те звуки, частота которых находится в пределах от 16 до 20 000 Гц. Колебания с частотой менее 16 Гц называются инфразвуковыми, с частотой выше 20 000 Гц — ультразвуковыми. И те и другие колебания ухом не воспринимаются, хотя при определенной интенсивности являются вредными для человека.

При действии источника звука происходит небольшое колебание давления в среде. Разность между мгновенным значением полного давления и средним давлением, которое наблюдается в среде при отсутствии звуковых волн, называется *звуковым давлением*. В практике борьбы с шумом приходится иметь дело с огромным диапазоном значений звукового давления, соответствующим его изменению в  $10^4$ — $10^9$  раз. Поскольку оперировать многозначными числами неудобно, а также вследствие способности уха человека оценивать не абсолютное, а относительное изменение звукового давления, введено понятие *уровня звукового давления* (дБ), величина которого выражается зависимостью

$$L = 20 \lg \frac{P}{P_0},$$

где  $P$  — звуковое давление, создаваемое источником звука, Н/мг;  $P_0$  — пороговое звуковое давление ( $P_0 = 2 * 10^{-5}$  Н/м<sup>2</sup>). Оно является порогом слышимости при частоте звука 1000 Гц.

Уровни звукового давления измеряются с помощью шумомера.

Разложение сложного колебательного процесса (шума) на простейшие составляющие, называют *частотным анализом шума*, а зависимость амплитуд отдельных составляющих от частоты колебаний (Гц) — *спектром шума*. Звуки различных частот при одинаковых уровнях звукового давления по-разному воздействуют на орган слуха человека. Наиболее неблагоприятны для восприятия звуки высоких частот. Это обстоятельство учитывается при составлении норм, а также при проектировании различных шумоглушающих конструкций, эффективность которых также зависит от частоты.

Для того чтобы эффективно вести борьбу с шумами, необходимо знать их звуковой спектр.

Анализ шума производится с помощью устройств, состоящих из набора электрических фильтров; каждый из них вырезает в исследуемом шуме определенную полосу частот, которая характеризуется граничными частотами ( $f_1$  — нижняя и  $f_2$  — верхняя граничные частоты), шириной и средней частотой (Гц), за которую обычно принимают среднегеометрическую величину

$$f_{cp} = \sqrt{f_1 f_2}.$$

При исследовании шумов обычно пользуются фильтрами с постоянной относительной полосой пропускания ( $f_2/f_1 = \text{const}$ ). Полоса, в которой  $f_2/f_1 = 2$ , называется *октавой*. В этом случае говорят, что анализ производится в октавных полосах частот. Если  $f_2/f_1 = 1,26$ , то ширина полосы равна 1/3 октавы. В данной работе используются октавные фильтры.

На рис. 1 показаны различные типы спектров шума. Спектр, в котором отдельные составляющие синусоиды

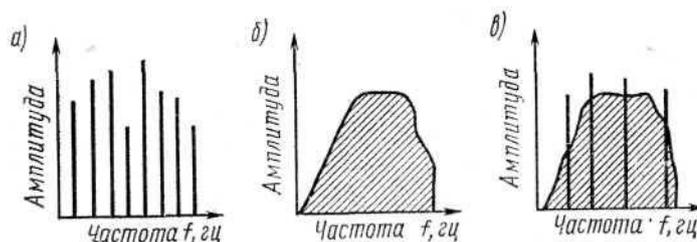


Рис. 1. Типы спектров шума  
а) - линейный или дискретный  
б) - сплошной  
в) - смешанный

отделены друг от друга частотными интервалами, называется *линейчатым*, или *дискретным* (рис. 1,а). Спектр, в котором интервалы между частотными составляющими бесконечно малы (т. е. составляющие следуют друг за

другом непрерывно), — *сплошным* (рис. 1, б). В случае, если на участок сплошного спектра накладываются отдельные дискретные составляющие, его называют *смешанным* (рис. 1, в).

Нормативные требования к производственным шумам изложены в СН 245—71. Установлены предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц при непрерывном действии шума не менее 4 ч за рабочую смену, а также уровни звука в дБА, измеряемые шумомером с использованием частотной характеристики «А».

В зависимости от характера шума и суммарного времени воздействия за рабочую смену в предельно допустимые уровни звукового давления вносятся поправки.

Основные методы борьбы с шумом: 1) ослабление шума в его источнике; 2) изоляция шума; 3) поглощение шума.

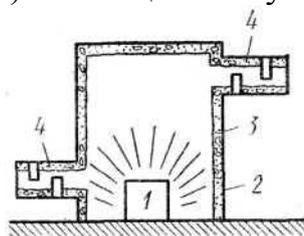


Рис.2 Звукоизолирующий кожух

- 1- источник шума
- 2- стенка кожуха
- 3- звукопоглощающий материал
- 4- вентиляционные устройства с глушителями

Наиболее радикальная мера борьбы с шумом — применение малошумных машин и механизмов. Однако это не всегда возможно из-за сложности конструктивных изменений в машинах, поэтому чаще пользуются методами изоляции и поглощения.

В данной лабораторной работе исследуется эффективность установки звукоизолирующего кожуха на источник шума и звукопоглощающей облицовки в помещении.

Звукоизолирующими кожухами закрывают наиболее шумные механизмы. Кожухи выполняют из дерева, металла или пластмассы, а внутреннюю поверхность стенок облицовывают звукопоглощающим материалом (рис. 2). Во избежание перегрева механизма кожух снабжается вентиляционными устройствами с глушителями.

Эффективность установки кожуха (дБ)

$$\Delta L_{\text{к}} = \text{ЗИ} + 10 \lg \alpha, \quad (1)$$

где  $\alpha$  — коэффициент звукопоглощения материала, нанесенного на внутреннюю поверхность кожуха и представляющий собой отношение поглощенной звуковой энергии к падающей; ЗИ — звукоизоляция стенок кожуха (дБ):

$$ЗИ = 20 \lg (Gf) - 60, \quad (2)$$

где  $G$  — масса 1 м<sup>2</sup> стенок кожуха, кг;  $f$  — частота, Гц. Подставив выражение (2) в (1), получим

$$\Delta L_{\text{н}} = 20 \lg (Gf) - 60 + 10 \lg \alpha, \text{ дБ.} \quad (3)$$

Звуковое поле в помещении создается прямыми (идущими от источника шума) и отраженными от стен помещения звуковыми волнами. Снижение шума за счет применения звукопоглощающей облицовки в помещении

основано на уменьшении энергии отраженных волн вследствие их поглощения.

$$\Delta L_{\text{обл}} = 10 \lg \frac{A_2}{A_1}, \quad (4)$$

где  $A_1$  и  $A_2$  — суммарное звукопоглощение в помещении до и после облицовки, м<sup>2</sup>;

$$A_1 = \alpha_1 S,$$

Эффективность установки звукопоглощающей облицовки в помещении (дБ)

где  $\alpha_1$  — коэффициент звукопоглощения поверхностей необлицованных стен, потолка и пола помещения;  $S$  — площадь этих поверхностей, м<sup>2</sup>;

$$A_2 = \alpha_2 S_{\text{обл}} + \alpha_1 (S - S_{\text{обл}}).$$

Где  $\alpha_2$  — коэффициент звукопоглощения облицовки;  $S_{\text{обл}}$  — площадь поверхности помещения с облицовкой, м<sup>2</sup>.

Подставив выражения для  $A_1$  и  $A_2$  в формулу (4), получим

$$\Delta L_{\text{обл}} = 10 \lg \frac{\alpha_2 S_{\text{обл}} + \alpha_1 (S - S_{\text{обл}})}{\alpha_1 S}, \text{ дБ.} \quad (5)$$

### Применяемые приборы и оборудование

Общий вид установки показан на рис. 3. Камера с откидной крышкой размером порядка 1,2X0,6X0,6 м имитирует производственное лабораторное помещение, в котором имеется источник шума, 8 — центробежный вентилятор (могут быть использованы и другие источники шума), включаемый в сеть через трансформатор 7. Для измерения шума в камере установлен микрофон 9, соединенный кабелем с шумомером 2. К шумомеру подсоединены октавные фильтры 1.

Звукоизолирующий кожух 4 выполнен из фанеры толщиной 3—4 мм ( $G = 2—4$  кг/м<sup>2</sup>) с внутренней звукопоглощающей облицовкой — поролоном толщиной 20 мм. Кожух снабжен вентиляционными устройствами 5 с глушителями. Звукопоглощающая облицовка 3 из минераловатных плит выполнена в виде щитов, которые устанавливаются по стенкам и потолку камеры 6.

**Шумомер Ш-63** (рис. 4). Диапазон измерений этого прибора 30—140 дБ, частотный диапазон 40—10 000 Гц. Питание прибора осуществляется от батарей 2,6 В.

На лицевой панели шумомера расположены: микрофонная стойка 1 с разъемом, имеющая шарнирное сочленение с панелью; индикаторный стрелочный прибор

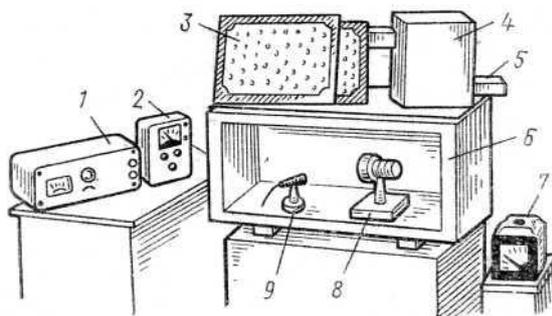


Рис.3 Общий вид установки для определения эффективности мер борьбы с шумом

3 с диапазоном уровней от  $-5$  до  $+10$  дБ; переключатель 6 временных характеристик индикатора, также контролирующей напряжения батарей «Бат» и работу преобразователя «Пр»; переключатель частотных характеристик 5; переключатель уровней чувствительности 7 (делитель) 30—130 дБ; гнездо «Вход» 4 для подключения внешних фильтров; выходные гнезда «Доп. вых» 2 для подключения к шумомеру внешних анализирующих и записывающих устройств.

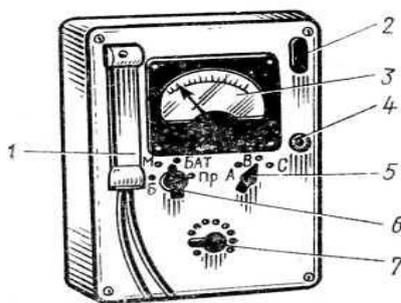


Рис.4 Шумомер Ш-63

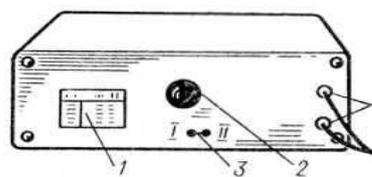


Рис.5 Октавный фильтр

Принцип работы шумомера состоит в том, что мембрана микрофона, воспринимая звуковые колебания, создает переменное электрическое напряжение, величина которого пропорциональна уровню звукового давления. Это напряжение поступает на вход специального усилителя, увеличивается в определенное число раз, выпрямляется и измеряется стрелочным индикатором, проградуированным в децибелах.

Подготовка шумомера Ш-63 к работе: 1) установить переключатель контроля 6 в положение «Бат». Микрофонную стойку 1 установить вертикально, при этом включится питание шумомера. Стрелка индикатора 3 должна установиться в пределах красного сектора шкалы; 2) перевести переключатель контроля 6 в положение «Пр». Стрелка индикатора должна установиться на зеленой метке шкалы; 3) перевести переключатель 6 в по-

положение «М», 4) переключатель, 5) поставить в положение «С»; 5) опустить микрофонную стойку 1.

**Октавный фильтр** (рис. 5). Прибор состоит из восьми октавных фильтров. На лицевой панели расположены: указатель номеров фильтров 1 и соответствующих им среднегеометрических частот октавных полос, ручка для переключения фильтров 2, переключатель 3, гнезда для подключения исследуемого сигнала 4.

Подготовка фильтров к работе: 1) подсоединить фильтры к шумомеру, вставив штеккер соединительного кабеля в гнездо 4 шумомера (см. рис. 4); 2) переключатель 3 фильтров поставить в положение II; 3) ручку 2 поставить в положение I (63 Гц).

### **Порядок проведения эксперимента**

**Измерение спектра шума вентилятора в камере без средств шумоглушения.**

1. Включить вентилятор через трансформатор в сеть и установить нужное напряжение, поворачивая ручку трансформатора вправо. Крышка камеры должна быть закрыта.

2. Включить шумомер, подняв микрофонную стойку 1, и измерить уровни звукового давления во всех восьми полосах частот, начиная с первой, последовательно переключая ручку 2 фильтров. Если стрелка прибора устанавливается левее нуля, то переключатель уровней следует вращать против часовой стрелки (в сторону более низких уровней) до получения показаний прибора. Занести полученные данные  $L$  (дБ) в табл. 1 протокола № 5.

Отсчет показаний шумомера  $L$  (дБ) производится суммированием показаний переключателя и индикатора, когда стрелка его расположена правее нуля на шкале. Например, если переключатель находится в положении 60 дБ, а стрелка стоит на делении 6, то измеренный уровень шума равен:  $60+6 = 66$  дБ.

Во время измерений следить за тем, чтобы стрелка индикатора шумомера не зашкаливала, своевременно переключать уровни на более высокие ручкой 7 шумомера (см. рис. 4) вправо.

3. На графике 1 протокола № 5 по данным измерений построить спектр шума и сравнить его с кривой допустимого шума. Сделать выводы.

4. По окончании измерений выключить питание шумомера и вентилятора.

**Определение эффективности установки звукопоглощающей облицовки.**

1. Открыть крышку камеры и, не меняя положение микрофона и вентилятора, аккуратно установить щиты с облицовкой по стенам и потолку камеры и закрыть крышку. Включить вентилятор и приборы, провести измерения шума и его анализ так же, как это делалось в предыдущем случае. Полученные данные занести в гр. 1 табл. 2 протокола № 5. После окончания

этих измерений выключить приборы и вентилятор и вынуть облицовку из камеры.

2. Построить на графике № 1 спектр шума вентилятора в камере со звукопоглощающей облицовкой.

3. По результатам измерений шума вентилятора в камере без облицовки и с облицовкой (табл. 1 и 2 протокола № 5) определить эффективность установки звукопоглощающей облицовки, которая равна разности этих показаний:  $L - L_{обл}$ , дБ.

Занести в гр. 2 табл. 2 протокола № 5 полученные значения, а на графике протокола № 5 построить кривую измеренной эффективности установки облицовки. На этом же графике построить кривую (пунктирной линией)  $\Delta L_{обл}$ , рассчитанную по формуле (5) эффективности облицовки, взяв необходимые величины из табл. 2 протокола № 5.

4. Сравнить измеренную и рассчитанную кривые. Сделать выводы по данным измерениям.

### **Определение эффективности установки звукоизолирующего кожуха.**

1. Открыть крышку камеры (облицовка должна быть вынута) и надеть на вентилятор кожух таким образом, чтобы вентиляционные патрубки были направлены поперек камеры, а сам вентилятор не касался облицовки кожуха. Закрыть крышку. Включить вентилятор и приборы и провести измерения шума так же, как в предыдущих случаях. Занести полученные данные  $L_K$  (дБ) в гр. 1 табл. 3 протокола № 5.

2. После окончания измерений выключить приборы и вентилятор и, вынув кожух из камеры, закрыть ее.

3. Построить на графике 1 протокола № 5 спектр шума вентилятора, заключенного в кожух.

4. По результатам измерений шума вентилятора в камере без облицовки (табл. 1 протокола № 5) и с установленным кожухом (гр.1 табл.3 протокола № 5) определить эффективность установки кожуха, равную разности этих показаний:  $L - L_K$  (дБ).

Занести в гр. 2 табл. 3 протокола № 4 полученные значения, а на графике 2 построить кривую измеренной эффективности установки кожуха. На этом же графике построить кривую (пунктирной линией)  $\Delta L_K$ , рассчитанную по формуле (3) эффективности кожуха, взяв величины из табл. 3 протокола № 5.

5. Сравнить измеренную и рассчитанную кривые. Сделать выводы.

## ПРОТОКОЛ № 4 ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

Таблица №1

Результаты измерений спектра шума вентиляторов в камере без средств шумоглушения

Параметр	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
$L$ , дБ									

Таблица №2

Результаты измерений шума вентиляторов в камере без облицовки и с облицовкой

№ графы	Параметр	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	$L_{обл}$ , дБ								
2	$L - L_{обл}$ , дБ								
3	$\Delta L_{обл}$ , дБ								
4	$\alpha_2$	0,12	0,2	0,2	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9

$$S=2,6 \text{ м}^2; S_{обл}=1,4 \text{ м}^2; \alpha_1 \approx 0,1$$

Таблица №3

Результаты измерений спектра шума вентилятора в камере при его установки в звукоизолирующий кожух

№ графы	Параметр	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	$L_k$ , дБ								
2	$L - L_k$ , дБ								
3	$\Delta L_k$ , дБ								
	$\alpha$ , дБ	0,15	0,2	0,22	0,3	0,75	0,77	0,71	0,6

График 1. Спектры шума вентилятора (по оси ординат — уровни звукового давления в дБ, по оси абсцисс — среднегеометрические значения октавных полос в Гц).

График 2. Построить график эффективности установки звукоизолирующего кожуха и звукопоглощающей облицовки (По оси ординат отложить  $\Delta L$  (дБ), по оси абсцисс —  $f$  (Гц)).

***Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки студентов:***

1. Какая болезнь возникает у работника при воздействии шума?
2. Какое биологическое воздействие оказывает шум на организм человека?
3. Какой величиной характеризуется звуковая волна?
4. Как оценивается уровень силы звука (шума)?
5. Назовите интенсивность звуков
  - шепотная речь - ?
  - нормальный разговор - ?
  - порог болевых ощущений - ?
6. Что представляет собой производственный инфразвук?