

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра производственной и экологической безопасности

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ

Лабораторный практикум
по курсу «Охрана труда»
для студентов всех специальностей и форм обучения БГУИР

Под общей редакцией Т.Ф. Михнюка

Минск 2004

УДК 658.382 (075.8)

ББК 65.247 я 73

П 80

А в т о р ы:

Т.Ф. Михнюк, И.Г. Шупейко, Г.М. Дунаева,
А.И. Машкович, Л.А. Корбут

Производственная санитария: Лаб. практикум по курсу «Охрана П 80 труда» для студентов всех специальностей и форм обучения БГУИР / Под. общ. ред. Т.Ф. Михнюка. – Мн.: БГУИР, 2004. – 34 с.
ISBN 985-444-589-5.

Практикум включает в себя две лабораторные работы по исследованию зрительных условий труда и шумового режима на рабочих местах, а также анализ эффективности некоторых методов и средств, улучшающих зрительные условия труда и защиту от шума.

УДК 658.382 (075.8)
ББК 65.247 я 73

ISBN 985-444-589-5

© Коллектив авторов, 2004
© БГУИР, 2004

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ.
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗРИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА

Цель работы:

1. Ознакомиться с гигиенической значимостью производственного освещения.
2. Изучить методику и особенности оценки зрительных условий труда при естественном, искусственном и совмещенном освещении.
3. Оценить с точки зрения условий труда производственное освещение в помещении лаборатории и при заданных условиях.
4. Предложить рекомендации по улучшению (нормализации) зрительных условий труда в помещении лаборатории и при заданных видах работ.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Гигиеническая значимость производственного освещения

Свет является естественным условием жизнедеятельности человека, играющим важную роль в сохранении здоровья и высокой работоспособности. Он оказывает положительное влияние на эмоциональное состояние, обмен веществ, центральную нервную систему, работу сердца и кровообращение.

Зрительный анализатор человека является одним из главных источников информации, получаемой им о внешнем мире.

Являясь важнейшим показателем гигиены труда, производственное освещение предназначено для следующего: улучшения условий зрительной работы и снижения утомления; повышения безопасности труда и снижения профессиональной заболеваемости; повышения производительности труда и качества продукции.

Свет представляет собой часть электромагнитного спектра видимого излучения ($\lambda = 0,38...0,77$ мкм). Чувствительность глаза на разных участках видимого

спектра неодинакова. В сумерках и ночное время суток она максимальна в зеленой области спектра при длине волны, равной $\lambda = 0,47 \dots 0,55$ мкм, а днём – при $\lambda = 0,55 \dots 0,59$ мкм в жёлтой области спектра.

В зависимости от источника света производственное освещение может быть трех видов:

- естественное, создаваемое солнечными лучами и диффузно-рассеянным светом небесного свода, поступающим в помещение через светопроемы (окна или фонари);
- искусственное, создаваемое внутри производственного помещения осветительными установками, в которых применяются электрические источники света (лампы накаливания или газоразрядные лампы);
- совмещенное, когда естественное освещение дополняется искусственным.

В спектре солнечного света значительно больше необходимых для человека ультрафиолетовых лучей; для него характерна высокая диффузность (рассеянность), весьма благоприятная для зрительных условий работы. Естественное освещение обеспечивает хороший зрительный контакт с внешней средой, устраняет монотонность световой обстановки в помещениях, вызывающую преждевременное утомление нервной системы.

Учитывая высокую биологическую и гигиеническую ценность и положительное психофизиологическое воздействие естественного освещения, на практике стремятся к максимально возможному его использованию при проектировании производственного освещения. Поэтому помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение.

По конструктивным особенностям естественное освещение может быть: боковым, когда свет проникает в помещение через световые проемы в наружных стенах (окна); верхним – через верхние световые проемы (фонари); комбинированным – при сочетании бокового и верхнего освещения.

В зависимости от сложности и характера зрительных работ искусственное освещение может быть в виде системы общего или комбинированного освещения.

Общее искусственное освещение применяется для помещений, в которых выполняется зрительная работа невысокой точности, в административных и вспомогательных помещениях. Общее искусственное освещение может выполняться равномерно или локализовано размещенными светильниками.

Локализованное размещение светильников используется для освещения вертикально расположенных рабочих поверхностей и при наличии оборудования, установленного в линии с рядами однотипно расположенных рабочих мест (конвейеров, конвейерных поточных сборок, узлов и механизмов).

Комбинированное искусственное освещение состоит из общего и местного, которое создается местными светильниками, обеспечивающими направленность светового потока на объект зрительной работы и высокий уровень освещенности рабочего места. Применение на производстве одного местного освещения запрещено.

Систему комбинированного освещения применяют при выполнении точных и особо точных работ, при необходимости различения объемных объектов наблюдения, для создания на них благоприятного микрораспределения яркости при работах с блестящими поверхностями, когда устройство местного освещения позволяет снизить или исключить отраженную блеклость. Такая система является обычно более эффективной по энергетическим и материальным затратам.

1.2. Гигиеническая оценка производственного освещения

Гигиеническая оценка зрительных условий труда заключается в сравнении измеренных значений нормируемых количественных характеристик естественного, искусственного и совмещенного освещения в контрольных точках рабочего помещения на уровне рабочей поверхности с гигиеническими нормами, установленными нормативным документом (СНБ 2.04.05 РБ 98).

Нормируемой количественной характеристикой естественного освещения является коэффициент естественной освещенности (КЕО или e), поскольку его уровень может резко меняться в течение короткого времени.

Коэффициент естественной освещенности представляет собой отношение естественной освещенности в контрольной точке внутри помещения (E_B), которая выбирается в зависимости от конструктивного исполнения естественного освещения, к одновременно измеренному значению наружной горизонтальной освещенности (E_H), создаваемой светом полного открытого небосвода.

КЕО показывает, какую часть наружной освещенности составляет освещенность в определенной точке внутри помещения:

$$KEO(e) = \frac{E_B}{E_H} \cdot 100\% .$$

Искусственное рабочее освещение общее (равномерное и локализованное) и комбинированное оценивается величиной освещенности (E , лк).

Совмещенное освещение оценивается коэффициентом естественной освещенности при отключении источников искусственного света.

Нормированное значение естественного освещения (e_n) устанавливается в зависимости от следующих данных:

- характеристики зрительной работы (наименьшего размера объекта различения, т.е. разряда зрительной работы);
- конструктивного исполнения (верхнее, или верхнее и боковое, или только боковое).

Нормированное значение искусственного производственного освещения (E_H) устанавливается в зависимости от следующих данных:

- характеристики зрительной работы – наименьшего размера объекта различения (разряда и подразряда зрительной работы);
- светлости фона (поверхности, прилегающей непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается);
- величины контраста объекта с фоном.

Светлость фона характеризуется коэффициентом отражения (ρ), равным отношению светового потока, отраженного от поверхности (F_o), к световому потоку, падающему на поверхность (F):

$$\rho = \frac{F_o}{F}.$$

Фон принято считать светлым при $\rho > 0,4$, средним при $0,2 < \rho < 0,4$ и темным при $\rho < 0,2$. Контраст объекта с фоном (K) определяется различием между их яркостями (B) или коэффициентами отражения (ρ):

$$K = \frac{(B_o - B_\phi)}{B_\phi}, \quad K = \frac{(\rho_o - \rho_\phi)}{\rho_\phi},$$

где B_o и B_ϕ – соответственно яркости объекта и фона;

ρ_o и ρ_ϕ – соответственно коэффициенты отражения объекта и фона.

Контраст считается большим при $K > 0,5$, средним – при $0,2 < K < 0,5$ и малым – при $K < 0,2$.

Гигиенические нормы естественного, совмещенного и искусственного освещения представлены соответственно в табл. 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1

Гигиенические нормы естественного и совмещенного освещения

КЕО, %	Разряд зрительной работы							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
При боковом естественном освещении	3,5	2,5	2,0	1,5	1	1	1	1
При естественном и искусственном освещении (совмещенном)	2,0	1,5	1,2	0,9	0,6	0,6	0,6	0,6

Таблица 1.2

Нормативные значения освещенности для искусственного
производственного освещения

Показатель зрительных работ E_H , лк		Разряд зрительной работы							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
При общем освещении и подзряде зрительных работ	а	1500	1250	400	300	300	–	–	–
	б	1000	600	200	200	200	–	–	–
	в	600	400	200	200	200	200	200	200
	г	300	200	200	200	200	–	–	–
При комбинированном освещении и подразряде зрительных работ	а	4500	3500	1500	750	400	–	–	–
	б	3500	2500	750	500	–	–	–	–
	в	2000	1500	600	400	–	–	–	–
	г	1250	750	400	–	–	–	–	–

В табл. 1.3 и 1.4 соответственно представлены разряды работ в зависимости от наименьшего размера объекта различения (d) и подразряды зрительных работ в зависимости от светлости фона (ρ) и величины контраста объекта с фоном (K).

Таблица 1.3

Разряды зрительных работ

Показатель зрительных работ	Разряд зрительных работ							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Наименьший размер объекта различения d , мм	Менее 0,15	От 0,15 до 0,3	От 0,3 до 0,5	От 0,5 до 1,0	От 1,0 до 5,0	Более 5,0	Более 0,5	Общее наблюдение за ходом произв. процесса
Для объектов, расположенных на расстоянии более 0,5 м от глаз работающего	Менее 0,3	От 0,3 до 0,6	От 0,6 до 1,0	От 1,0 до 2,0	От 2,0 до 10	Более 10	–	

Подразряды зрительных работ

Фон	Контраст		
	малый $K < 0,2$	средний $K = 0,2 \dots 0,5$	большой $K > 0,5$
Темный $< 0,2$	а	б	В
Средний $= 0,2 \dots 0,4$	б	в	Г
Светлый $> 0,4$	в	г	Г

При гигиенической оценке естественного освещения оценивается (сравнивается с нормативом) минимальное значение коэффициента естественной освещенности $e_{\text{мин}}$, имеющее место:

- при одностороннем боковом освещении на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов (рис. 1.1, а);
- при двустороннем боковом освещении – в точке посередине помещения (рис. 1.1, б);
- при верхнем и боковом освещении – среднее значение КЕО в точках на расстоянии 1 м от стен или перегородок (рис. 1.1, в).

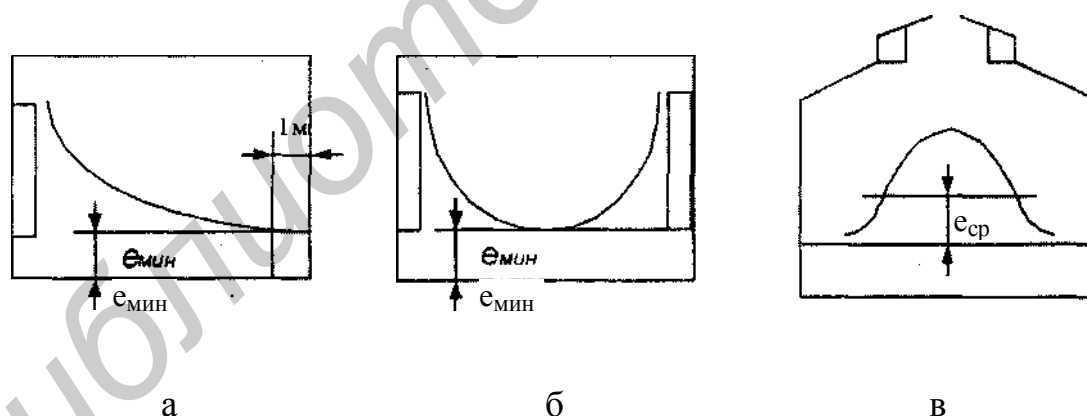


Рис. 1.1. К гигиенической оценке естественного освещения

Гигиеническая оценка искусственного освещения состоит в сравнении измеренной освещенности на рабочих местах (E_p) с нормативным ее значением (E_H , см. табл. 1.2).

Освещенность рабочей поверхности, создаваемой светильниками общего освещения в системе комбинированного, должна составить 10% от нормируемой для комбинированного освещения, при этом наибольшее и наименьшее значения освещенности от светильников общего освещения должны составлять соответственно 500 и 150 лк для газоразрядных ламп и 100 и 50 лк для ламп накаливания.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Ознакомившись с гигиенической значимостью производственного освещения и изучив методику и особенности оценки зрительных условий труда при естественном, искусственном и совмещенном освещении, оцените с точки зрения условий труда освещение в помещении лаборатории на момент выполнения лабораторной работы при выполнении здесь зрительных работ, относящихся ко второму разряду (подразряд б).

Для измерения освещенности следует использовать люксметр Ю-116, руководствуясь инструкцией по его эксплуатации (прил. 1).

Полученные в результате выполнения п. 2.1 данные занести в табл. 1.5.

Таблица 1.5

Результаты измерений

Вид освещения в помещении лаборатории на момент выполнения лабораторной работы	Фактическое значение КЕО, %, или Е, лк, в контрольной точке лаборатории	Нормативное значение КЕО _н или E_H для зрительных работ 2-го разряда (подразряд б)	Выводы (результат оценки)
1. Естественное, боковое			
2. Совмещенное			
3. Искусственное: а) комбинированное б) общее (локализованное или нет)			

2.2. В зависимости от вида и системы освещения в лаборатории определить нормативные значения КЕО, %, или Е, лк, которые как минимум необходимо здесь обеспечить для зрительных работ с заданными характеристиками (табл. 1.6).

Определить достаточность освещения в лаборатории для выполнения этих работ, используя ранее полученные данные о фактических значениях КЕО или Е (см. табл. 1.5).

Результат выполнения п. 2.2 занести в табл. 1.6.

Таблица 1.6

Результаты расчетов

№ варианта	Характеристики зрительных работ, выполняемых в лаборатории	Нормативные значения КЕО, %, или Е, лк	Фактическое значение КЕО или Е в помещении лаборатории	Выводы о достаточности освещения в лаборатории
1	а) Размер объекта различения 0,5 мм б) Коэффициенты отражения $\rho = 0,3$ в) Контраст объекта с фоном $K = 2$			
2	а) 1,2 б) $\rho = 0,2$ в) $K = 0,45$			
3	а) 0,8 б) $\rho = 0,4$ в) $K = 0,3$			
4	а) 1,3 б) $\rho = 0,3$ в) $K = 0,6$			
5	а) 0,5 б) $\rho = 0,7$ в) $K = 0,55$			

2.3. При наличии в помещении лаборатории естественного освещения построить график зависимости КЕО от глубины помещения (рис. 1.2), на котором выделить зоны шириной 2 м для работ с большим уровнем зрительного напряжения и указать их разряды на рис. 1.2 и табл. 1.7.

Для построения графика необходимо произвести соответствующие измерения и расчеты КЕО на расстоянии 1, 2, 3 и т.д. метров от окна.

Результаты измерений и расчетов занести в табл. 1.7.

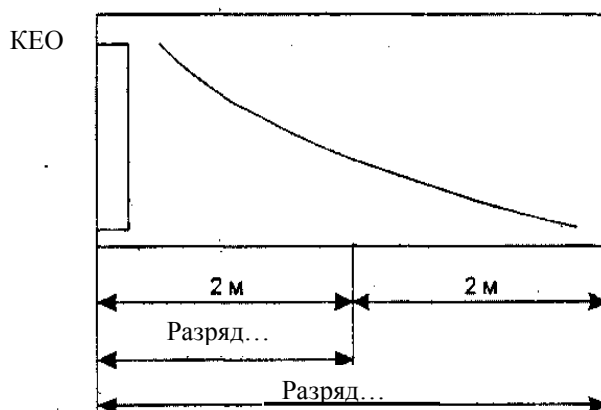


Рис. 1.2. Зоны допустимых зрительных работ в помещении лаборатории при естественном освещении

Таблица 1.7

Результаты измерений и расчеты КЕО

Расстояние от окна до точки измерения, м	1	2	3	4
Освещенность в точке измерения $E_{ВН}$, лк				
Освещенность наружная $E_{ВН}$ (непосредственно у окна), лк				
Разряд допустимых зрительных работ				

2.4. По проделанной работе подготовить письменный отчет, в котором представить:

- наименование и цель работы;
- результаты экспериментальной части (табл. 1.5–1.7, рис. 1.2 с выводами).

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите системы производственного освещения и области их применения.
2. Какие показатели (количественные характеристики) используются при гигиенической оценке искусственного, естественного и совмещенного освещения?
3. Какие характеристики зрительной работы учитываются при гигиеническом нормировании искусственного освещения?
4. Какие характеристики зрительной работы учитываются при гигиеническом нормировании естественного и совмещенного освещения?
5. Что такое коэффициент естественной освещенности и как он определяется?
6. Как определить разряд и подразряд зрительной работы?
7. Какие приборы используются при гигиенической оценке производственного освещения?
8. Как определить контраст объекта различения и фона зрительной работы?
9. Как осуществляется гигиеническая оценка зрительных условий труда при естественном освещении?

ЛИТЕРАТУРА

СНБ 2.04.05 РБ 98. Естественное и искусственное освещение.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМОВОГО РЕЖИМА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ И ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ЕГО НОРМАЛИЗАЦИИ

Цель работы:

1. Ознакомиться с особенностями негативного воздействия шума на здоровье и работоспособность человека.
2. Усвоить методику гигиенической оценки шума на рабочих местах и принципы его нормирования.
3. Исследовать эффективность некоторых способов и средств, используемых для улучшения акустических условий труда и аэродинамических глушителей.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Современный уровень развития промышленности, оснащение различных отраслей мощными и быстродействующими машинами и механизмами, ведение технологических процессов с большими скоростями способствуют непрекращающемуся росту интенсивности шума на производстве. Поэтому среди проблем оздоровления условий труда борьба с шумами является одной из актуальнейших.

Основными источниками шумов на производстве, формирующих шумовой режим в рабочей зоне, являются металло- и деревообрабатывающее оборудование, энергетические и вентиляционные установки, внутризаводской транспорт и др.

Шум определяется как совокупность различных по силе и частоте звуков, возникающих в результате колебательного движения частиц в упругих средах (твердых, жидких, газообразных) и воспринимаемых слуховым анализатором человека в диапазоне от 16 Гц до 20 кГц.

По происхождению шум может быть механическим, аэрогидродинамическим и электромагнитным.

Шум отрицательно отражается на состоянии здоровья людей. Вредное его воздействие прежде всего сказывается на центральной нервной системе и проявляется в ухудшении памяти и внимания, быстрой утомляемости, задержке интеллектуальных процессов. Сильный шум ведет к снижению остроты слуха, развитию желудочно-кишечных заболеваний (гастрит, язвенная болезнь), нарушению обмена веществ и др. Продолжительный и интенсивный шум значительно снижает производительность труда и может явиться причиной производственного травматизма.

1.1. Нормирование и гигиеническая оценка шумов

Слуховой анализатор человека способен воспринимать звуковые колебания в определенном диапазоне интенсивностей, ограниченном верхним и нижним порогом, зависящими от звуковой частоты.

Порог слышимости имеет минимальное значение при частоте 1000 Гц. По интенсивности или силе звука он равен 10^{-12} Вт/м² (I_0), а по звуковому давлению – $2 \cdot 10^{-5}$ Па (P_0).

Порог болевого ощущения на частоте 1000 Гц по интенсивности ($I_{\text{макс}}$) равен 10 Вт/м², а по звуковому давлению – $2 \cdot 10^{-5}$ Па ($P_{\text{макс}}$).

Для гигиенической оценки шума в качестве количественных характеристик используются не абсолютные значения интенсивности или звукового давления, а логарифмические уровни этих величин, определяемые отношением их к условному нулевому уровню, соответствующему порогу слышимости на частоте 1000 Гц (I_0 и P_0).

Логарифмические уровни интенсивности или силы звука (L_i) и звукового давления (L_p) измеряются в децибелах и определяются соответственно по формулам:

$$L_i = 10 \cdot \lg \frac{I}{I_o}, \text{ дБ}, \quad L_p = 10 \cdot \lg \frac{P^2}{P_o^2} = 20 \cdot \lg \frac{P}{P_o}, \text{ дБ},$$

где I и I_o ($I_o = 10^{-12}$ Вт/м²) – фактическая и пороговая интенсивности звука соответственно, Вт/м²;

P и P_o ($P_o = 2 \cdot 10^{-5}$ Па) – фактическое и пороговое звуковое давление соответственно, Па.

Интенсивность, или сила, звука (I) связана с квадратичным звуковым давлением (P) следующим соотношением:

$$I = \frac{P^2}{\rho \cdot c}, \text{ Вт/м}^2,$$

где ρ – плотность среды, кг/м³;

c – скорость прохождения звуковой волны, м/с.

В связи с тем что вредность шума зависит не только от его интенсивности, но и от частоты звуковых колебаний (высокочастотные шумы более вредны), при гигиенической оценке шума определяется не только общий уровень звукового давления, но и относительное распределение звуковой энергии по всей области звуковых частот.

Для этого звуковой спектр шума разбивается на отдельные частотные полосы, в каждой из которых определяется уровень звукового давления измеряемого шума.

За ширину полосы принята октава, т.е. интервал частот, в котором высшая частота (f_B) в два раза больше нижней частоты (f_H).

Октавный уровень звукового давления определяется на среднегеометрической частоте, которая определяется по формуле

$$f_{ср.г} = \sqrt{f_B \cdot f_H}, \text{ Гц.}$$

Весь звуковой диапазон разбит на восемь октав со следующими среднегеометрическими частотами: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц.

Октавные уровни звукового давления оцениваются в дБ, а общий уровень –

в дБА, измеряется по шкале «А» шумомера. В этом случае к фактическому уровню автоматически вносится поправка (коррекция) в соответствии с частотной характеристикой чувствительности слухового анализатора.

По характеру спектра шумы подразделяются на **широкополосные** с непрерывным спектром шириной более одной октавы и **тональные**, в спектре которых имеются слышимые дискретные тона, превышающие уровни в одной полосе, по сравнению с соседними, не менее чем на 10 дБ.

По временным характеристикам шумы делятся на постоянные, уровень звука которых в течение рабочего дня изменяется не более чем на 5 дБА, и непостоянные, уровень звука которых в течение рабочего дня изменяется более чем на 5 дБА.

Допустимые уровни постоянных и непостоянных шумов регламентируются для производственных условий труда в зависимости от назначения производственного помещения или характера выполняемых работ и от характеристик шума.

Основным нормируемым параметром (характеристикой) постоянного шума на рабочем месте являются октавные уровни звуковых давлений в дБ. Правилами допускается использование уровня звука в дБА при ориентировочной оценке акустических условий.

Количественной характеристикой непостоянных шумов является интегральный критерий – эквивалентный (по энергии) уровень звука в дБА, определяемый по формуле

$$L_{Aэк} = 10 \cdot \lg \frac{1}{T} \int_0^T \left[\frac{P_A(t)}{P_0} \right] dt ,$$

где $P_A(t)$ – текущее значение среднего квадратического звукового давления с

учетом коррекции «А» шумомера, Па;

P_0 – исходное значение звукового давления (в воздухе $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па);

T – время действия шума, ч.

Допустимые уровни для некоторых производств представлены в табл. 2.2.

Гигиеническая оценка шума на рабочих местах осуществляется на основании измерения или акустического расчета (при прогнозировании акустических условий) количественных характеристик шума в контрольных точках и сравнения их уровней с допустимыми.

1.2. Принципы, способы и средства по снижению шума на рабочих местах

Для защиты от шума используются принципы, основными из которых являются: снижение шума в источнике, ослабление его на пути распространения, применение административных мер и средств индивидуальной защиты. Устранение или ослабление шума в источнике достигается применением ряда конструктивных и технологических методов, позволяющих снизить динамические воздействия в механических узлах, пульсации давления в потоках газов и жидкостях, растяжение и изгибы ферромагнитных материалов в переменных магнитных полях и др.

Ослабление шума на пути распространения в основном достигается звукоизоляцией и звукопоглощением.

На производстве звукоизоляция реализуется устройством различных преград на пути распространения звуковых волн: кожухов, экранов, кабин, звукоизолирующих перегородок и т.п.

При этом звукоизолирующая способность ($ZИ$) однородной преграды зависит от массы одного ее метра квадратного (m , кг/м²), частоты звука (f , Гц) и определяется по формуле

$$ZИ = 20\lg(m \cdot f) - 47,5, \text{ дБ.}$$

Звукопоглощение используется для снижения отражения звуковой энергии от поверхностей преграды и увеличения ее шумозащитной способности, а также увеличения звукопоглощающего фонда внутри производственных и других помещений и улучшения их акустических характеристик (сокращения времени реверберации).

Для звукопоглощения используются пористо-волокнистые материалы, звукопоглощающие свойства которых зависят от структуры материала, толщины слоя, частоты звука и наличия воздушного промежутка между слоем материала и отражающей поверхностью.

В пористых материалах энергия звуковых волн частично переходит в тепловую за счет трения воздуха в порах.

В качестве звукопоглощающих материалов применяют ультратонкое стекловолокно, минеральную вату, пористый поливинилхлорид, древесно-волокнистые и минераловатные плиты на различных связках с окрашенной и перфорированной поверхностью, различные пористые плиты на цементе и извести.

Улучшения акустических характеристик производственных и иных помещений добиваются увеличением их эквивалентной площади звукопоглощения путем размещения на внутренних поверхностях звукопоглощающих облицовок, а также использованием штучных звукопоглотителей и кулис (если площадь поверхностей облицовки мала, т.е. < 60% от общей площади внутренних поверхностей помещения), представляющих собой объемные емкости правильной геометрической формы, заполненные звукопоглощающим материалом, и подвешиваемых к потолку равномерно по помещению или над источниками шума.

Для изготовления корпусов кулис и штучных звукопоглотителей используется листовое железо с перфорацией.

Наибольший эффект при акустической обработке помещений достигается в точках, расположенных в зоне отражаемого звука, при этом акустически обработанная поверхность, как упоминалось, должна составлять не менее 60% от общей площади ограждающих помещение внутренних поверхностей.

Эффективность акустической обработки помещения (в зоне отраженного звука) определяется по формуле

$$\Delta L_{обл} = 10 \lg B_2 / B_1, \text{ дБ.}$$

Здесь B_1 и B_2 – постоянные помещения до и после облицовки.

$B_1 = A_1(1 - \alpha_1)$, где $\alpha_1 = A_1 / S_n$. Здесь S_n – площадь внутренних поверхностей до облицовки, A_1 – эквивалентная площадь звукопоглощения до проведения акустической обработки помещения, м^2 , и может быть определена по времени реверберации помещения (T , с): $A = V/T$, где V – объем помещения, м^3 ; α_1 – средний коэффициент звукопоглощения.

$B_2 = A_2 \times (1 - \alpha_2)$, где ($\alpha_2 = A_2 / S_n$). Здесь A_2 – эквивалентная площадь звукопоглощения после его акустической обработки: $A_2 = \Delta A + A_1$, где ΔA – дополнительное поглощение, вносимое акустической обработкой ($\Delta A = \alpha_{обл} \cdot S_{обл}$); α_2 – средний коэффициент звукопоглощения после обработки помещения.

Основными методами борьбы с аэродинамическими шумами является применение глушителей, вставляемых в сечения истечения газов, и звукоизоляция источников, поскольку меры по их снижению в источнике образования малоэффективны.

Для снижения шума аэродинамических установок и систем (вентиляционные установки, газотурбины, компрессоры и др.) применяются поглощающие (абсорбционные), отражающие (реактивные) и комбинированные глушители.

Наиболее простым абсорбционным глушителем является трубчатый глушитель, представляющий собой отрезок перфорированной трубы круглого или прямоугольного сечения (по форме газопровода), облицованного звукопоглощающим материалом (супертонкое стекловолокно, капроновое волокно и др.) и укрытого металлическим кожухом (рис. 2.1).

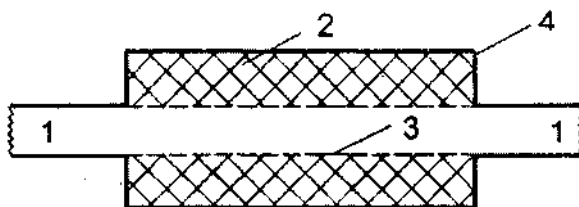


Рис. 2.1. Трубчатый абсорбционный глушитель:

- 1 – аэродинамическая труба; 2 – звукопоглощающий материал;
- 3 – перфорированный трубопровод; 4 – металлический кожух

В глушителях реактивного типа шум на выходе снижается за счет отражения энергии звуковых волн в системе расширительных и резонансных камер, соединенных между собой последовательно с воздуховодом (рис. 2.2).

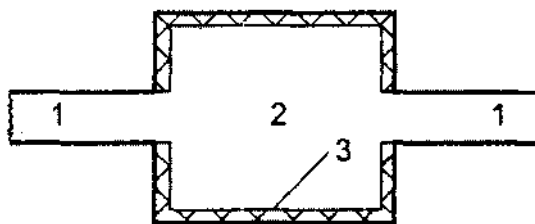


Рис. 2.2. Камерный реактивный глушитель:
1 – воздуховод; 2 – расширительная камера; 3 – звукопоглощающая облицовка

Внутренние поверхности этих камер могут облицовываться звукопоглощающим материалом, тогда в низкочастотной части звуковой волны они работают как отражатели, а в высокочастотной – как поглотители звуковой энергии.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Описание экспериментальной установки

Лабораторная установка для исследования шума и оценки эффективности различных методов его снижения состоит из двух одинаковых по размерам камер, имитирующих производственное помещение (рис. 2.3).

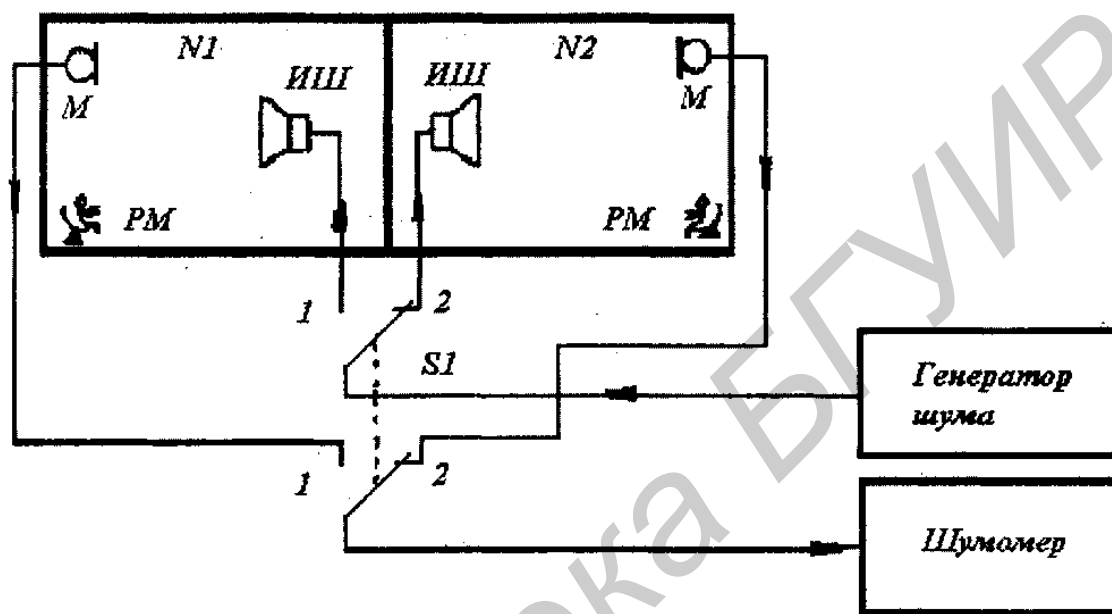


Рис. 2.3. Общая схема лабораторной установки

В качестве источника шума в этих камерах используются динамики, которые воспроизводят с магнитофона запись постоянного производственного шума или широкополосный шум от генератора.

Для измерения характеристик шума до и после применения средств по его снижению в камерах, где расположено рабочее оборудование, установлены микрофоны, соединенные с шумомером.

Камера 1 предназначена для исследования эффективности шумопоглощения при акустической обработке производственных помещений, поэтому ее внутренние поверхности покрыты звукопоглощающим материалом, а камера 2 – для гигиенической оценки шумового режима на рабочем месте и исследования эффективности звукоизоляции с помощью акустических экранов, кожухов, перегородок и других преград на пути распространения звуковой волны.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	ОУЗД и УЗ после установки звукоизолирующего кожуха (L_K)										
5	Эффективность кожуха ($\Delta L_K = L_\Phi - L_K$)										
6	После установки звукоизолирующей перегородки ($L_{ПЕР}$)										
7	Эффективность перегородки ($\Delta L_{ПЕР} = L_\Phi - L_{ПЕР}$)										
8	После установки акустического экрана ($L_{ЭКР}$)										
9	Эффективность экрана ($\Delta L_{ЭКР} = L_\Phi - L_{ЭКР}$)										
10	После звукопоглощающей облицовки стен ($L_{ОБЛ}$)										
11	Эффективность облицовки ($\Delta L_{ОБЛ} = L_\Phi - L_{ОБЛ}$)										

2. Из табл. 2.2 выбрать и занести в табл. 2.1 допустимые уровни звука и ОУЗД на рабочих местах, учитывая по табл. 2.3 производственные условия для каждого студента в бригаде.

Таблица 2.2

Допустимые октавные уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах в производственных помещениях

№ п/п	Рабочие места производственных помещений	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со следующими среднегеометрическими частотами, Гц								Уровень звука и эквивалентные уровни звука, дБА
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	Научная деятельность, программирование, конструирование и проектирование, преподавание и обучение в лабораториях для теоретических работ и обработки данных	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2	Помещения управления (рабочие комнаты)	79	70	68	58	55	52	50	49	60
3	Помещения и участки точной сборки, машинописные бюро	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4	Помещения лабораторий для проведения экспериментальных работ, помещения для размещения шумных агрегатов вычислительных машин	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5	Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятия	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Производственные условия на рабочих местах
в производственных помещениях

Порядковый номер студента в бригаде	Вид помещения и тип выполняемых работ
1	Помещения (участки) точной сборки
2	Помещения для размещения шумных агрегатов вычислительных машин
3	Помещения для теоретических работ и обработки экспериментальных данных
4	Кабины наблюдения и дистанционного управления речевой связью по телефону
5	Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях

3. Произвести гигиеническую оценку акустических условий труда сопоставлением измеренных и допустимых уровней шума. Записать в табл. 2.1 значение требуемого снижения УЗД в октавных полосах частот и требуемого снижения уровня звука (L_{TP}).

4. Произвести необходимые измерения для оценки эффективности исследуемых методов и средств защиты от шума согласно п. 4–11 (табл. 2.1).

5. Сделать вывод о наиболее эффективном методе снижения шума в рабочей зоне (на рабочем месте) и подобрать приемлемый метод для нормализации шумового режима в соответствии с видом помещения и выполняемых работ.

6. Исследовать эффективность абсорбционных (поглощающих), реактивных (отражающих) и комбинированных аэродинамических глушителей. Для этого, ознакомившись с элементами установки, представленной на рис. 2.4, включить ее в сеть и в соответствии с табл. 2.4 произвести необходимые измерения.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	На выходе реактивного глушителя – резонансной камеры $f_o \approx 200$ Гц (L_4)									
7	Эффективность резонансной камеры с $f_o \approx 200$ Гц, $\mathcal{E} = 10\lg L_1/L_4$, дБ									
8	На выходе комбинированного глушителя (резонансная камера с $f_o \approx 200$ Гц, облицованная изнутри пористым поролоном) (L_5)									
9	Эффективность комбинированного глушителя $\mathcal{E} = 10\lg L_1/L_5$, дБ									
10	Наиболее эффективный глушитель (с учетом звукового диапазона)	Вывод:								

7. По проделанной работе подготовить письменный отчет, в котором представить:

7.1. Наименование и цель работы.

7.2. Таблицы с результатами измерений и расчетов.

7.3. Сравнительный анализ изученных в данной работе средств и методов шумоглушения и выводы об их эффективности.

7.4. Рекомендуемый метод и средство снижения шума до допустимых уровней в помещении согласно индивидуальному заданию.

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Укажите возможные последствия воздействия шума на организм человека.
2. Назовите основные характеристики шумов и объясните их физическую сущность.
3. Укажите особенности формирования звукового поля в открытом пространстве и в помещении.
4. Укажите особенности взаимодействия звуковой волны с преградой на пути ее распространения.
5. Объясните принцип нормирования шумов.
6. Как осуществляется гигиеническая оценка акустических условий труда?
7. Чем определяется эффективность звукоизоляции?
8. В чем сущность звукопоглощения?
9. Какие технические средства применяются для измерения и анализа шумов?

ЛИТЕРАТУРА

1. СН 9-86 РБ98. Шум на рабочих местах. Предельно допустимые уровни.
2. Борьба с шумом на производстве: Справочник / Под ред. Е.А. Юдина. – М.: Машиностроение, 1985.

ИНСТРУКЦИЯ

по эксплуатации переносного фотоэлектрического люксметра Ю-16

Люксметр Ю-116 состоит из измерителя и отдельного фотоэлемента (ФЭ) с насадками, используемыми для ослабления падающего на ФЭ светового потока при высоких уровнях освещенности.

Измеритель имеет две шкалы: 0-100 и 0-30. На каждой шкале точками отмечено начало диапазона измерений: на шкале 0-100 точка начала находится под отметкой 20, на шкале 0—30 точка находится под отметкой 5. Прибор имеет корректор для установки стрелки в нулевое положение.

Насадка на ФЭ состоит из полусферы, выполненной из белой светорассеивающей пластмассы. Насадка помечена буквой «К», нанесенной на внутренней стороне. Эта насадка применяется не отдельно, а только совместно с одной из трех других насадок, имеющих обозначение «М», «Р», «Т». Каждая из этих насадок совместно с насадкой «К» образует поглотитель с коэффициентами ослабления соответственно 10 и 100, которые применяются для расширения диапазонов измерений.

Люксметр градуирован без насадок в диапазонах измерений 5–50 и 20–100 лк (когда измерение проводится без насадок с открытым ФЭ). При использовании поглотителя, состоящего из насадок «К» и «М», диапазоны измерений расширяются в 10 раз до 50–300 и 200–1000 лк соответственно; применение поглотителя, состоящего из насадок «К» и «Р», расширяет диапазоны измерений до 500–3000 и 2000–10 000 лк соответственно.

При подготовке прибора к измерению стрелка устанавливается на нулевое деление шкалы при отсоединенном ФЭ с помощью корректора.

Принцип отсчета значений измеряемой освещенности состоит в следующем.

Против нажатой кнопки определяется выбранное с помощью насадок (или без них) наибольшее значение диапазонов измерений. При нажатой правой кнопке,

против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений, кратных 10, следует пользоваться для отсчета показаний шкалой 0–100. При нажатой левой кнопке, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений, кратных 30, следует пользоваться шкалой 0–30. Показания прибора в делениях лк по соответствующей шкале умножают на коэффициент в зависимости от применяемых насадок и получают значение $E_{изм}$ (лк).

Например, на ФЭ установлены насадки «К» и «М» ($K = 10$) и нажата левая кнопка. Стрелка показывает 22 деления по шкале 0–30. Измеряемая освещенность равна $22 \cdot 10 = 220$ лк.

Для ускорения поиска диапазона измерений рекомендуется сначала использовать насадку с большим коэффициентом ослабления, а затем переходить к насадке с меньшим ослаблением. При этом, работая с каждой насадкой, рекомендуется сначала нажимать правую, а затем левую кнопку.

Для получения правильной освещенности следует оберегать селеновый ФЭ от лишней освещенности, не соответствующей выбранным насадкам. Но при реальных условиях общего освещения в лабораторном помещении рекомендуется использовать насадки «К» и «М», а при малой освещенности измерение вести без насадок.

ИНСТРУКЦИЯ

по эксплуатации измерителя ВШВ – 003

В данной работе измеритель ВШВ-003 используется только как шумомер для измерения общего уровня шума и ОУЗД.

1. Измерение уровня звука, дБА

Для измерения уровня звука необходимо переключатели измерительного прибора установить в следующие положения:

Делитель dB1 → 40.

Делитель dB2 → 50.

Фильтры → А.

Род работы → откл.

Фильтры октавные → любое.

Кнопки: V, 1kHz, Фильтры октавные, Калибр → в отжатое состояние.

Включить шнур питания прибора в розетку сети, после чего переключатель РОД РАБОТЫ → S. Прибор готов к измерению.

Если при измерении стрелка показывающего прибора находится в начале шкалы, то она выводится в сектор 0-10 шкалы децибел сначала переключателем Делитель dB1, а затем переключателем Делитель dB2. Если периодически загорается индикатор ПЕРЕГРУЗКА, то необходимо переключатель Делитель dB1 установить на более высокий уровень ослабления, а затем переключателем Делитель dB2 вновь вывести стрелку прибора в сектор 0–10 дБ. Для отсчета результата измерения используется световое табло, которое фиксирует сумму положений переключателей Делитель dB1 и dB2. По шкале dB М – 101 напротив светящегося светодиода определяется число, к которому прибавляются показания стрелки прибора по шкале 0–10 дБ.

2. Измерение октавных уровней звукового давления, дБ

Для измерения ОУЗД необходимо переключатели прибора измерительного установить в следующие положения:

Делитель dB1 → 40.

Делитель dB2 → 50.

Фильтры → ЛИНЕЙН.

Кнопки: V, (1kHz), Калибр → в отжатое состояние.

Кнопка Фильтры октавные → во включенное состояние (нажатое).

Переключателем Фильтры октавные Hz выбрать нужную октаву. Прибор готов к измерению. Если при измерении стрелка показывающего прибора находится в начале шкалы, то она выводится в сектор 0–10 шкалы децибел сначала переключателем Делитель dB1, а затем переключателем Делитель dB2. Если периодически загорается индикатор ПЕРЕГРУЗКА, то необходимо переключатель Делитель dB1 установить на более высокий уровень ослабления, а переключателем Делитель dB2 вновь вывести стрелку прибора в сектор 0–10 дБ. Отсчет результата измерения осуществлять по методике, изложенной в разд. 1.

3. Назначение и инструкция по эксплуатации шумового прибора

Шумовой генератор предназначен для формирования электрического сигнала шума с широким спектром частот.

Выбор средней частоты шума осуществляется переключателем ЧАСТОТА, а уровень сигнала устанавливается ручкой УРОВЕНЬ.

При проведении лабораторной работы переключатель ЧАСТОТА установить в четвертое положение, а ручку УРОВЕНЬ в среднее положение. Включение прибора осуществляется тумблером СЕТЬ.

Учебное издание

Михнюк Тимофей Федорович,
Шупейко Игорь Георгиевич,
Дунаева Галина Михайловна и др.

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ

Лабораторный практикум
по курсу «Охрана труда»
для студентов всех специальностей и форм обучения БГУИР

Редактор Т.А. Лейко
Корректор Е.Н. Батурчик

Подписано в печать 30.12.2003.
Печать ризографическая.
Уч.-изд. л. 1,5.

Формат 60x84 1/16.
Гарнитура «Таймс».
Тираж 200 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 2,21.
Заказ 482.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».
Лицензия ЛП № 156 от 30.12.2002.
Лицензия ЛВ № 509 от 03.08.2001.
220013, Минск, П. Бровки, 6