

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Институт повышения квалификации
и переподготовки

Кафедра «Металлургия и технологии обработки материалов»

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ
И ГИГИЕНА ТРУДА, МЕДИКО-
ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
В ОРГАНИЗАЦИЯХ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО
КОМПЛЕКСА**

ПРАКТИКУМ

**по выполнению лабораторных работ
для слушателей специальности переподготовки
1-59 01 01 «Охрана труда в машиностроении
и приборостроении»
заочной формы обучения**

Гомель 2019

УДК 658.382.2:621(075.8)
ББК 65.246:30.6я73
П80

*Рекомендовано кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов»
ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 2 от 28.01.2019 г.)*

Составители: *Н. А. Лепшая, С. В. Шишков*

Рецензент: начальник отдела Гомельского областного управления
Департамента государственной инспекции труда *Л. М. Василенко*

Производственная санитария и гигиена труда, медико-профилактическое обеспечение в организациях машиностроительного комплекса : практикум по выполнению лаборатор. работ для слушателей специальности переподготовки 1-59 01 01 «Охрана труда в машиностроении и приборостроении» заоч. формы обучения / сост.: Н. А. Лепшая, С. В. Шишков. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2019. – 88 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц; 32 Mb RAM; свободное место на HDD 16 Mb; Windows 98 и выше; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Приведены лабораторные работы по курсу «Производственная санитария и гигиена труда, медико-профилактическое обеспечение в организациях машиностроительного комплекса».

Для слушателей специальности переподготовки 1-59 01 01 «Охрана труда в машиностроении и приборостроении» заочной формы обучения ИПКиП.

**УДК 658.382.2:621(075.8)
ББК 65.246:30.6я73**

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2019

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Освоение методики измерения параметров микроклимата и приобретение навыков оценки микроклимата.

2. ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Микроклимат рабочей зоны производственного помещения определяется совместным действием на организм человека температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового облучения. Эти факторы влияют на теплообмен организма с окружающей средой и на процесс терморегуляции. Кроме того, интенсивное тепловое облучение неблагоприятно воздействует на глаза работающего, вызывая ухудшение зрения, профессиональную катаракту глаз; может приводить к термическим ожогам открытых участков тела, перегреву организма и тепловому удару.

Благоприятное сочетание параметров микроклимата создает наилучшие условия для терморегуляции организма. Человек при этом испытывает ощущение теплового комфорта. Значительные отклонения от оптимальных, комфортных условий приводят к затруднению терморегуляции и ощущению теплового дискомфорта. Особенно неблагоприятны сочетание высокой температуры, высокой влажности и высокой скорости движения воздуха, приводящие к переохлаждению и обмороживанию.

Воздух с очень низкой влажностью вызывает повышенную потерю влаги организмом, пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей, сухой кашель и другие неприятные ощущения.

В санитарных правилах СанПиН 9-80 РБ 98 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» приведены оптимальные и допустимые значения температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха; температуры поверхностей, которых может касаться человек в процессе работы; теплового облучения, а также значений индекса тепловой нагрузки

среды для рабочей зоны производственных помещений в зависимости от времени года и тяжести выполняемых работ.

Рабочей зоной считается пространство высотой до 2м над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

По тяжести работы подразделяются на три категории

I – легкая работа

II – средняя работа

III – тяжелая работа

причем легкая и средней тяжести разбиты на подгруппы Ia, Ib, IIa, IIб.

Легкая работа Ia – это, энергозатраты на выполнение которой до 139 Вт. Примером такой работы может быть работа, выполняемая сидя без заметных физических нагрузок.

Легкая работа Ib требует энергозатрат от 140 до 174 Вт. Это работы, выполняемые сидя, стоя и при ходьбе с небольшой физической нагрузкой.

Работа средней тяжести IIa требует энергозатрат от 175 до 232 Вт. Сюда можно отнести постоянную ходьбу, а также работы связанные с перемещением тяжестей массой до 1 кг.

Работа средней тяжести II.б требует энергозатрат свыше 233 до 290 Вт. Таких энергозатрат требует работа при перемещении грузов массой свыше 1 и до 10 кг. Тяжелая работа III требует энергозатрат свыше 290 Вт. Примером такой работы может быть перемещение груза массой более 10кг.

Оптимальные параметры микроклимата установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

Допустимые параметры микроклимата установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Таблица 1.1 - Оптимальные и допустимые параметры микроклимата производственных помещений.

Сезон года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С		Относительная влажность		Скорость движения воздуха, м/с	
		Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая
Холодный период года	Легкая Ia	22-24	20-25	21-25	19-26	40-60	15-75	0,1	0,1
	Легкая Ib	21-23	19-24	20-24	18-25	40-60	15-75	0,1	0,1-0,2
	Средней тяжести Pa	19-21	17-23	18-22	16-24	40-60	15-75	0,2	0,1-0,3
	Средней тяжести Pb	17-19	15-22	16-20	14-23	40-60	15-75	0,2	0,2-0,4
	Тяжелая III	16-18	13-21	15-19	12-22	40-60	15-75	0,3	0,2-0,4
Сезон года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность	Скорость движения воздуха, м/с	Сезон года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С
	Легкая Ib	22-24	20-28	21-25	19-29	40-60	15-75*	0,1	0,1-0,3
	Средней тяжести Pa	20-22	18-27	19-23	17-28	40-60	15-75*	0,2	0,2-0,4
	Средней тяжести Pb	19-21	16-28	18-22	15-28	40-60	15-75*	0,2	0,2-0,5
	Тяжелая III	18-20	15-27	17-21	14-27	40-60	15-75*	0,3	0,2-0,5

- Примечание. При повышенных температурах воздуха допустимая относительная влажность не должна превышать значения, приведенные в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Допустимая относительная влажность при повышенной температуре воздуха.

Температура воздуха, °С	Свыше 25	Свыше 26	Свыше 27	Свыше 28
Допустимая относительная влажность воздуха, % (не более)	70	65	60	55

Перепад температур воздуха в рабочей зоне по вертикали не должен превышать 3 °С; по горизонтали для легкой работы Ia и Ib не более 4 °С;

Для работ средней тяжести IIa и IIб – не более 5 °С; для тяжелых работ III- более 6 °С. Допустимые значения теплового облучения составляют:

при облучении свыше 50% поверхности тела – 35 Вт/м² ;
при облучении свыше 25% поверхности тела – до 70 Вт/м² ;
при облучении не более 25% поверхности тела – до 100 Вт/м² ;
при этих же условиях и при использовании средств защиты не более 140 Вт/м² ; при этом температура воздуха не должна превышать:

Легкая Ia - 25 °С;

Легкая Ib - 24 °С;

Средней тяжести IIa - 22 °С;

Средней тяжести IIб - 21 °С;

Тяжелая III - 20 °С.

Таблица 1.3 - Допустимые значения индекса тепловой нагрузки среды (ТНС - индекс).

Категория работ	ТНС-индекс, °С.
Легкая Ia	23,2-26,4
Легкая Ib	21,5-25,8
Средней тяжести IIa	20,5-25,1
Средней тяжести IIб	19,5-23,9
Тяжелая III	18-21,8

Для достижения оптимальных параметров микроклимата производственных помещений применяют естественную и механическую вентиляцию, кондиционирование и отопление.

Общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией допустимые параметры микроклимата поддерживаются во всем производственном помещении. Местной приточной вентиляцией создаются воздушные оазисы, души и завесы. Воздушный оазис позволяет улучшить

тепловой микроклимат на ограниченной площади помещения, которая для этой цели отделяется со всех сторон легкими передвижными перегородками и заполняется подаваемым вентиляцией более холодным и чистым воздухом, чем воздух помещения.

В горячих цехах с помощью стационарных или передвижных установок воздушного душирования проводят обдув, охлажденным воздухом рабочих мест, на которых тепловое облучение превышает допустимую норму.

Воздушные и воздушно-тепловые завесы устраиваются для защиты работающих от охлаждения и сквозняков при открывании ворот цеха в холодное время. Поток подаваемого воздуха не дает холодному воздуху снаружи проникнуть в помещение.

Для защиты от теплового облучения и снижения температуры поверхностей применяют теплоизоляцию и экранирование вентиляцией, кондиционированием параметры микроклимата могут поддерживаться в изолированных от остального помещения кабинах.

В производственных помещениях, где невозможно из-за технологических требований или экономически нецелесообразно поддерживать допустимые параметры микроклимата, условия труда считаются вредными и опасными.

Рабочие должны быть обеспечены спецодеждой, спецобувью, головными уборами и другими средствами защиты. Для защиты от теплового облучения глаз применяют защитные очки, щитки, маски.

В санитарных правилах и нормах установлены допустимые периоды времени работы, когда температура воздуха отклоняется от допустимого интервала.

Таблица 1.4 - Время пребывания на рабочих при температуре воздуха ниже допустимых величин.

Температура воздуха, °С.	Время пребывания, не более при категориях работ, ч				
	Iа	Iб	IIа	IIб	III
1	2	3	4	5	6
6	-	-	-	-	1
7	-	-	-	-	2
8	-	-	-	1	3
9	-	-	-	2	4
10	-	-	1	3	5

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
11	-	-	2	4	6
12	-	1	3	5	7
13	1	2	4	6	8
14	2	3	5	7	-
15	3	4	6	8	-
16	4	5	7	-	-
17	5	6	8	-	-
18	6	7	-	-	-
19	7	8	-	-	-
20	8	-	-	-	-

Таблица 1.5 - Время пребывания на рабочих местах при температуре воздуха выше допустимых величин

Температура воздуха, °С.	Время пребывания, не более при категориях работ, ч		
	Ia-Iб	IIa-IIб	III
32,5	1	-	-
32,0	2	-	-
31,5	2,5	1	-
31	3	2	-
30,5	4	2,5	1
30,0	5	3	2
29,5	5,5	4	2,5
29,0	6	5	3
28,5	7	5,5	4
28,0	8	6	5
27,5	-	7	5,5
27,0	-	8	6
26,5	-	-	7
26,0	-	-	8

В этих случаях должны быть образованы комнаты для отдыха и обогрева; регламентировано время работы и время перерывов.

Работа в условиях недопустимого микроклимата проводится при сокращенном рабочем дне, увеличенной продолжительности отпуска, уменьшенном стаже лет для выхода на пенсию, льготной оплате труда.

3. ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

3.1 Приборы для замера температур воздуха.

Для измерения температур воздуха применяют ртутные и спиртовые термометры для отсчета текущих значений температур, а также термометры, регистрирующие на ленте изменение температуры в течение суток или недели.

3.2 Приборы для замера влажности.

Для измерения относительной влажности воздуха применяются психрометры, гигрометры, гигрографы.

Относительная влажность воздуха ($\varphi, \%$) показывает отношение веса водяных паров, содержащихся в данном объеме воздуха, к весу водяных паров, максимально насыщающих воздух при данной температуре.

Психрометры применяются двух типов: психрометр Августа (стационарный, бытовой) (рисунок 1.1,а) и психрометр Ассмана (аспирационный) (рисунок 1.1,б).

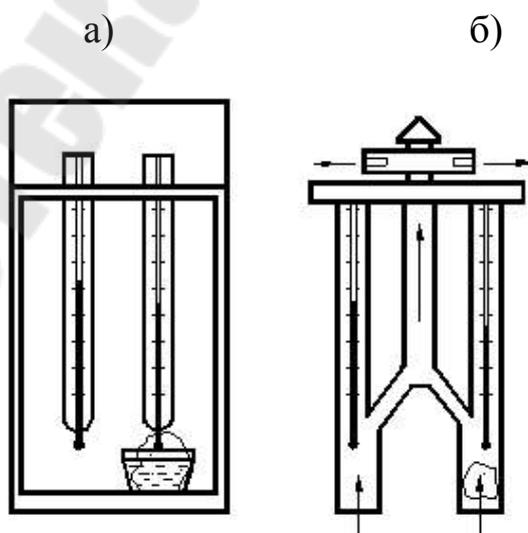


Рисунок 1.1 - Психрометры: а - Августа; б - Ассмана

Психрометр Августа состоит из двух одинаковых спиртовых термометров. Резервуар одного из термометров обернут увлажненным батистом или марлей, конец которой в виде жгута опущен в стаканчик с дистиллированной водой. По жгуту к резервуару термометра поступает влага взамен испаряющейся. Сухой термометр показывает температуру окружающей среды, влажный – более низкую температуру из-за охлаждения спирта при испарении воды с поверхности резервуара.

В аспирационном психрометре Ассмана резервуары двух ртутных термометров заключены в металлические трубки, защищающие от воздействия лучистой энергии. С помощью вентилятора, находящегося в верхней части прибора, в аспирационной головке, через трубки просасывается исследуемый воздух. Этим обеспечивается движение значительных масс воздуха вокруг термометров с постоянной скоростью. Такое устройство психрометра дает возможность получать более истинные значения относительной влажности воздуха, чем те, которые получаются с помощью психрометра Августа.

Резервуар влажного термометра, обернутый тонкой марлей, перед каждым замером смачивают дистиллированной водой с помощью пипетки. Вентилятор заводится ключом, находящимся на аспирационной головке.

Влажность воздуха определяется по показаниям сухого и смоченного термометров, отсчитанным через 4-5 минут работы вентилятора, с помощью специальных психометрических таблиц или психометрического графика.

Гигрометры служат для непосредственного определения относительной влажности воздуха. Действие их основано на способности обезжиренного человеческого волоса изменять свою длину при изменении влажности воздуха. (удлиниться – во влажном воздухе, укорачиваться – в сухом).

Волосной гигрометр представляет собой рамку с вертикально натянутым волосом, один конец которого укреплен на оси стрелки. Стрелка перемещается вдоль шкалы, проградуированной в % относительной влажности воздуха.

Гигрографы используются для регистрации во времени всех изменений величин φ (%). Пучок волос, натянутый на рамку прибора, соединен с пером, записывающим на ленте барабана значения

относительной влажности воздуха. Барабан приводится во вращение часовым механизмом и вращается с постоянной скоростью.

3.3. Приборы для замера скорости движения воздуха

Для измерения скоростей движения воздуха менее 0,5 м/с используют кататермометр – спиртовой термометр с цилиндрическим или шаровым резервуаром в нижней и расширением в верхней его части. Шкала прибора с цилиндрическим резервуаром проградуирована от 35° до 38°С, с шаровым – от 33° до 40° (рисунок 1.2.).

Количество тепла, теряемое кататермометром при его охлаждении с 38° до 35°С, постоянно, а продолжительность охлаждения зависит от скорости движения воздуха. Для каждого прибора предварительным тарированием находят фактор F, который и показывает теплоотдачу с 1 см² поверхности резервуара при его охлаждении с 38° до 35°С(указывается на приборе). Определив время охлаждения τ, можно определить охлаждаемую силу воздуха:

$$f = \frac{F}{\tau}, \frac{\text{мккал(Дж)}}{\text{см}^2 \cdot \text{с}} \quad (1.1)$$



Рисунок 1.2 - Кататермометр с шаровым резервуаром

Скорость движения воздуха определяется по одной из двух формул, выбираемых в зависимости от величины $f/\Delta T$, где ΔT – разность между средней температурой кататермометра (36,5°С) и температурой окружающего воздуха.

$$\text{Если } f/\Delta T < 0,6 \text{ то } V = \left(\frac{f/\Delta T - 0.20}{0.40} \right)^2, \text{ м/с} \quad (1.2)$$

$$\text{Если } f/\Delta T \geq 0.6, \text{ то } V = \left(\frac{f/\Delta T - 0.13}{0.47} \right)^2, \text{ м/с} \quad (1.3)$$

Для измерения скоростей движения воздуха более 0,5 м/с применяются анемометры – чашечные и крыльчатые (рисунок 1.3). У анемометров всех типов под действием потока воздуха приводится во вращение приемная часть, скорость вращения которой пропорциональна скорости потока.

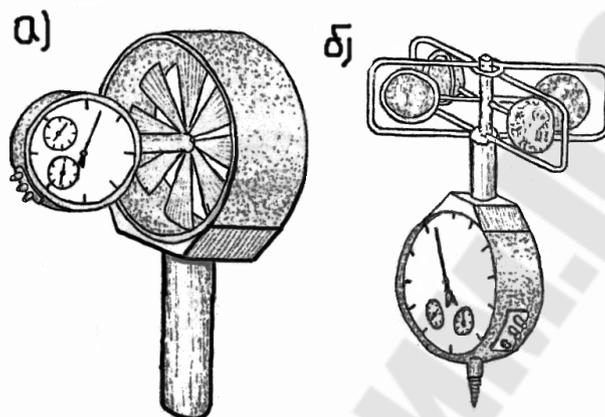


Рисунок 1.3 - а) анемометр крыльчатый; б) анемометр чашечный

В чашечном анемометре приемной частью служит крестовина с четырьмя полушариями, в крыльчатом – легкая крыльчатка, насаженная на трубчатую ось. Счетный механизм имеет три стрелки, его циферблату – соответствуют три шкалы: единицы, сотни и тысячи. Включение и выключение механизма производится арретиром. Диапазон измерений чашечного анемометра – 9-20 м/с в условиях часто меняющихся направлений движения воздушного потока; крыльчатого – 0.5-10 м/с при одновременном его движении. В последнее время получили распространение электрические индукторные анемометры, дающие на шкале отсчет непосредственно скорости в м/с.

Стрелки крыльчатого и чашечного анемометров показывает путь, проходимый воздухом. Для определения скорости необходимо кроме пути фиксировать время с помощью секундомера.

Движение воздуха создается вентилятором.

4. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

К работе допускаются лица, прошедшие инструктаж по безопасному выполнению работ в лаборатории “Охрана труда”.

При работе с ртутными термометрами и психрометром Ассмана применять меры осторожности, чтобы не разбить их.

Запрещается находиться в плоскости вращения лопастей вентилятора.

5. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Измерить температуру воздуха рабочей зоны с помощью ртутного лабораторного термометра.

Определить относительную влажность воздуха с помощью психрометра Ассмана. Для этого:

дистиллированной водой с помощью пипетки смочить батист, которым обернут резервуар одного из термометров. Уровень воды в пипетке должен быть ниже края примерно на 1 см;

завести пружину вентилятора до упора поворотным ключом на аспирационной головке прибора;

произвести отсчет по термометрам прибора на пятой минуте после пуска вентилятора;

по психометрическому графику определить относительную влажность воздуха. Для этого по вертикальным линиям отметить показания сухого термометра, по наклонным – показания влажного. На пересечении этих линий получают значения относительной влажности воздуха, выраженное в процентах.

Измерить скорость движения воздуха от настольного вентилятора(на расстоянии 0.5-1 м от него) анемометром. Для этого:

при включенном счетном механизме записать начальные показания счетчика по трем шкалам;

включить вентилятор, установить анемометр в воздушном потоке;

через 10-15 с включить счетный механизм арретиром и секундомер одновременно и держать анемометр в потоке воздуха в течение 1 минуты;

выключить счетный механизм и секундомер, записать конечные показания счетчика и время экспозиции;

делением разности конечного и начального показаний счетчика на время экспозиции определить число делений, приходящееся на одну секунду. Скорость потока определяется по градуированному графику, приложенному к паспорту анемометра.

При применении индукционного(электрического) анемометра получают показания непосредственно скорости движения воздуха.

Результаты измерения параметров метеоусловий на рабочем месте занести в таблицу 1.6.

Таблица 1.6 - Результаты измерения параметров метеоусловий на рабочем месте

Наименование параметров микроклимата	Результаты измерений	Нормативные величины для данной категории работ и времени года	
		Оптимальные	Допустимые
1. Температура, °С а) По сухому спиртовому термометру б) По влажному спиртовому термометру в) По сухому ртутному термометру г) По влажному ртутному термометру			
2. Относительная влажность воздуха, % а) по психрометру Августа б) по психрометру Ассмана			
3. Скорость движения воздуха, м/с а) по крыльчатому анемометру на расстоянии 2м от вентилятора б) по чашечному анемометру на расстоянии 1м от вентилятора в) по индукционному анемометру на расстоянии 0.2м от вентилятора			

Сделать заключение о соответствии или не соответствии параметров микроклимата нормативным величинам согласно СанПиН 9-80РБ98 и, если это необходимо, дать предложения о необходимых организационных и технических мероприятиях.

6.ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать основные понятия о микроклимате и его влиянию на работающих, нормировании, приборам, для измерения параметров микроклимата, результаты измерений и выводы о соответствии или не соответствии нормативным значениям и предложениям по необходимым мероприятиям.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Общие и теоретические сведения по микроклимату производственных помещений.
2. Приборы для измерения температуры, влажности, скорости движения воздуха, интенсивности теплового облучения, температуры внутри зачерненного шара.
3. Норматирование параметров микроклимата.
4. Меры для поддержания оптимальных и допустимых параметров микроклимата, а так же при отклонении параметров от нормативных значений.
5. Оценка результатов измерений параметров микроклимата в лаборатории.

8. ЛИТЕРАТУРА

1. СанПиН 9-80РБ98. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
2. Михнюк Т.Ф. Безопасность жизнедеятельности – Мн., Дизайн ПРО, 1998.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАПЫЛЕННОСТИ И ЗАГАЗОВАННОСТИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

I.1. Ознакомление с современными методами и приборами определения содержания пыли и газов в воздухе;

I.2. Приобретение навыков анализа воздушной среды на производстве.

2. ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Производственные условия характеризуются выделением в воздух рабочей зоны вредных веществ в виде газов, паров, пылей. Концентрация этих веществ в воздухе рабочей зоны не должна превышать установленные для них нормы. Степень вредного воздействия пыли на дыхательные пути, кожу, глаза зависит от ее физико-химических свойств, токсичности, дисперсности и концентрации.

Запыленность воздушной среды оценивают весовым, счетным, электрическим и фотоэлектрическим методами.

2.1. Весовой метод является основным методом для определения массы пыли, содержащейся в единице объема воздуха. Концентрация пыли в воздухе определяется как разность масс фильтра после и до протягивания через него запыленного воздуха, отнесенная к объему воздуха. Наиболее широко в настоящее время применяются фильтры АФА-ВП.

2.2. Дисперсность пыли выражается процентным содержанием частиц пыли разного размера. Наибольшую опасность для организма в целом представляют мелкодисперсные пыли. Так, частицы размером менее 5 мкм, не задерживаются в верхних дыхательных путях, проникают в легкие, оседают там и приводят к пылевым заболеваниям – пневмокониозам. Наиболее распространенными из них являются: силикоз, вызываемый воздействием кварцевой, асбестоз – асбестовой, талькоз – тальковой, сидероз – железосодержащей, цементоз – цементной, антропокоз – угольной пыли.

Дисперсность определяется методом микроскопии просветленных фильтров из ткани ФПП или даже препаратов, полученных по методам экранирования, осаждения, а также а приборах Грина и Оуэнса N₂.

Наиболее удобным, простым и достаточно точным является метод микроскопии просветленных фильтров. Для определения дисперсности пыли по этому методу фильтры предварительно просветляют над парами ацетона, затем подсчитывают число частиц разной величины под микроскопом и определяют процентное содержание частиц каждого размера от общего числа подсчитанных пылинок.

2.3. Для анализа воздушной среды по содержанию газов и паров применяют различные методы: фотометрические, люминесцентные, полярографические, спектрографические, хроматографические и т.д. Перечисленные методы позволяют определить наличие наибольших количеств токсичных веществ в воздухе, однако требуют сравнительно много времени для подготовки приборов и проведения анализа.

Этого недостатка лишены быстрые (экспрессные) методы. Они основаны на изменении окраски растворов, реактивной бумаги, или индикаторных порошков под действием определяемого вещества. При этом концентрацию вещества определяют по длине окрашенной зоны или по интенсивности окраски путем сравнения со стандартной шкалой.

2.4. Экспрессные методы подразделяются на колориметрические и линейно-колористические. В основе последних лежит изменение окраски при взаимодействии газов и паров с твердым сорбентом - индикаторным порошком. При протягивании исследуемого воздуха через стеклянную трубку находящийся в ней индикаторный порошок окрашивается. Длина окрашенного слоя определяет концентрацию вещества в воздухе. Анализ в этом случае проводят универсальными газоанализаторами УГ-1 и УГ-2. С их помощью можно определить наличие и концентрацию сероводорода, хлора, аммиака, паров бензина, окислов азота, окиси углерода, сернистого газа, ацетона и других паров и газов.

Однако, особенно эффективными при определении состава сложных выбросов, загрязняющих воздух, являются современные физико-химические методы, в частности, метод газовой хроматографии.

Если концентрация вредных веществ в воздухе превышает ПДК, то необходимы меры по оздоровлению воздушной среды. Если возможно без ущерба для производства, то вредные вещества заменяют на безвредные или менее вредные, уменьшают содержание вредных веществ в продукции; изменяют технологический процесс (сухие способы шлифования или помола заменяют на мокрые и т.п.); обеспечивают герметизацию аппаратуры таким образом чтобы вредные вещества не могли проникнуть в воздух рабочей зоны; применяют местную вытяжную вентиляцию в местах выделения вредных веществ с последующей очисткой удаляемого оборудования, вытяжные шкафы, вытяжные зоны, газоуловители и пылеуловители; внедряют автоматизацию и механизацию вредных производств, промышленные роботы, дистанционное управление с изолированных кабин; производственные помещения оборудуют общеобменной проточно-вытяжной вентиляцией; применяют индивидуальные средства защиты – марлевые повязки, респираторы, противогазы, изолирующие костюмы с подводом чистого воздуха, защитные очки, спецодежду.

3. ПРИБОРЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Установка для определения запыленности воздуха (рисунок 2.1) весовым методом включает пылевую камеру 1, аспиратор 2 и аллонж с фильтром 3.

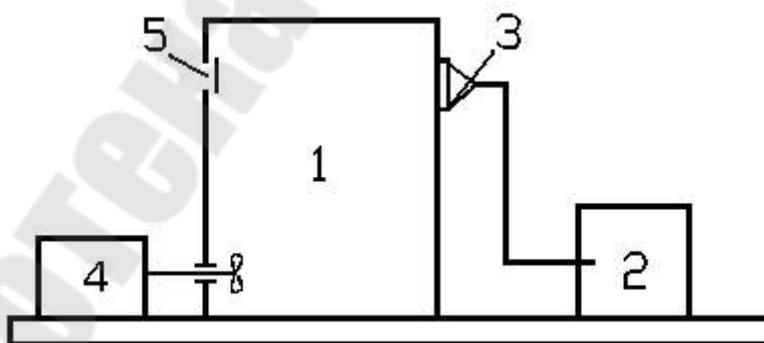


Рисунок 2.1 - Схема установки для определения запыленности воздуха

Пылевая камера служит для образования пылевоздушной среды. В нижней части ее находится вентилятор 4, создающий движение воздуха. На одной из боковых стенок камеры имеется загрузочный

люк 5, на другой – отверстие, через которое происходит забор запыленного воздуха.

Аспиратор предназначен для протягивания запыленного воздуха через специальные фильтры. Прибор позволяет производить одновременно отбор 4 проб воздуха: 2 реометра градуированы на скорость протяжки воздуха то 0 до 20 л/мин и служат для отбора проб воздуха на запыленность, 2 других – для отбора проб воздуха при проведении газовых анализов со скоростью прохождения воздуха от 0 до 1 л/мин.

На передней панели прибора (рисунок 2.2.) размещены: штепсельное гнездо 1 для подключения прибора к электрической сети; тумблер 2 включения и отключения аспиратора; ручки 3 вентилей для регулировки отбора проб; штуцера 4 для присоединения резиновых трубок с аллонжем; реометры 5 (стеклянные трубки с поплавками), служащие для определения скорости прохождения воздуха; предохранительный клапан 6, предотвращающий перегрузки электродвигателя при обороте проб воздуха с малыми скоростями; гнездо предохранителя 7 и клемма для заземления 8.

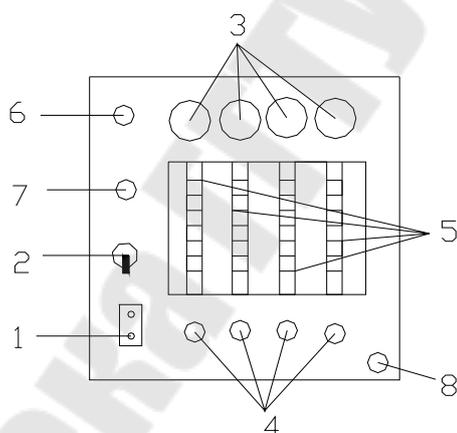


Рисунок 2.2 - Схема электрического аспиратора для отбора проб воздуха

Аллонж представляет специальный патрон в который вставляется фильтр.

При весовом анализе для осаждения и исследования пыли наиболее распространенными в настоящее время являются фильтры АФА-В10 и АФА-В18 (аналитические фильтры аэрозольные), площадью соответственно 10 и 18 см². Их изготавливают из

перхлорвинилового фильтрующего материала ФПП (фильтры перхлорвиниловые Петрянова).

3.2. Для определения дисперсности пыли методом микроскопии просветленных фильтров используют окулярный микроскоп, объектив-микрометр, спиртовую горелку или водяную баню, ацетон и фильтры АФА, использовавшиеся для определения весового содержания пыли.

3.3. Линейно-колористическое определение паров аммиака (бензина) производится на установке (рисунок 2.3.), включающей в себя универсальный газоанализатор 1, сосуд с аммиаком 2, зажимы 3 и индикаторную трубку 4.

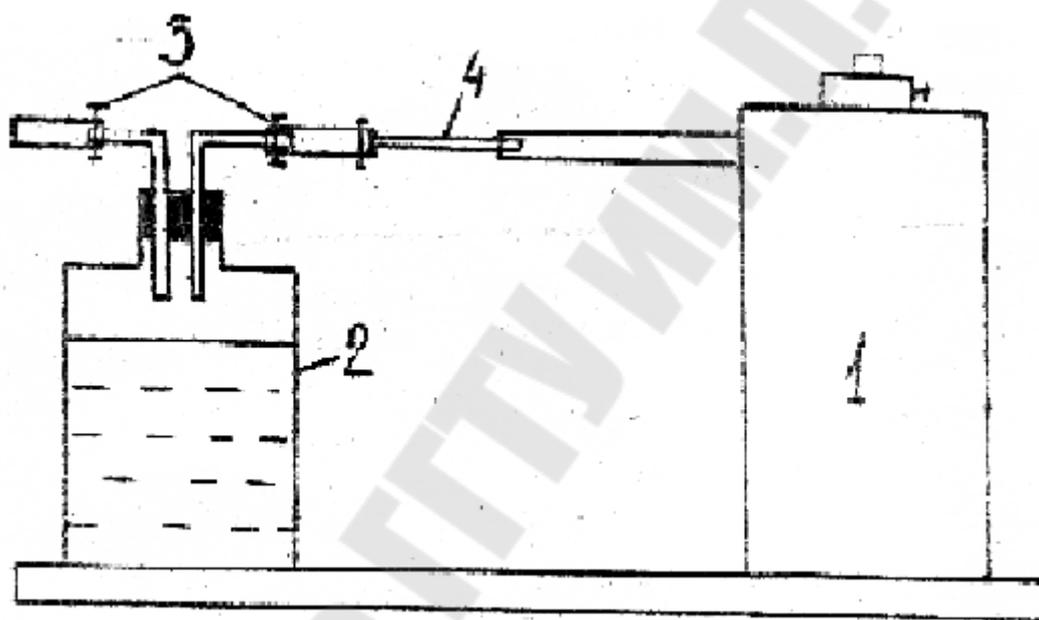


Рисунок 2.3 - Схема установки для анализа воздушной среды

В комплект универсального газоанализатора УГ-2 (рисунок 2.4.) входит воздухозаборное устройство, размещенное в металлическом корпусе и набор индикаторных трубок. Основным элементом воздухозаборного устройства является резиновый сиффон 1, на нижнем фланце которого крепится пружина 2, удерживающая сиффон в растянутом состоянии. Просасывание исследуемого воздуха через индикаторную трубку 8 производится после предварительного сжатия сиффона штоком 3. На цилиндрической поверхности штока имеется продольная канавка с двумя углублениями 4, расстояние между которыми определяет объем

засасываемого воздуха. Для фиксации штока при его работе предусмотрено стопорное устройство 5 в направляющей втулке 6. Непосредственный отсчет концентрации газа производится по шкалам, прилагаемым к прибору. На каждой шкале маркируется род газа и объем прокачиваемого воздуха.

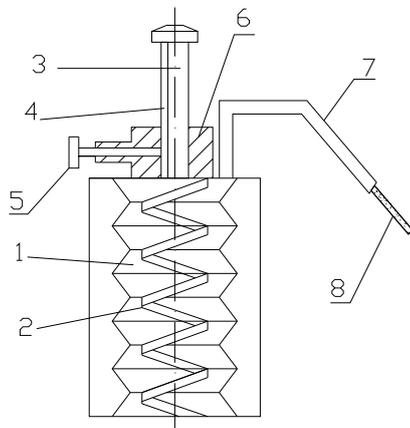


Рисунок 2.4 - Схема универсального газоанализатора УГ-1 и УГ-2

4. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. Выполнить общие требования безопасности при работе с электроприборами.

4.2. Обеспечить герметичность соединений при монтаже установок.

4.3. Соблюдать меры предосторожности, исключающие возможность разлива ацетона, аммиака (бензина).

4.4. Приступать к выполнению экспериментальной части после разрежения преподавателя.

5. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

5.1. Определение запыленности воздуха весовым методом.

5.1.1. Подготовить аспиратор к работе заранее определив необходимую скорость прохождения воздуха. Для этого: установить предохранительный клапан 6 (рисунок 2.2) в положение I. При этом клапан открыт и может пропускать воздух без возникновения в воздуходувке излишнего разрешения, это уменьшает нагрузку электродвигателя. Открыть до отказа вентили 3, регулирующие скорость прохождения воздуха. При открытых вентилях двигатель испытывает наименьшую нагрузку и легче запускается.

Подключить аспиратор к сети переменного тока напряжением 220В.

Включить прибор тумблером 2. Работа электродвигателя должна сопровождаться специфическим шумом и слабым, тусклым горением лампочек, освещающих шкалу.

Путем вращения ручек вентиляей 3 установить требуемую скорость прохождения воздуха, причем она должна быть несколько больше, чем скорость отбора проб.

Отключить aspirator тумблером 2.

5.1.2. Взвесить фильтр на аналитических весах с точностью до мг и вложить его в аллонж.

5.1.3. Подсоединить аллонж к aspiratorу и пылевой камере (рисунок 2.1).

5.1.4. Включить вентилятор в пылевой камере.

5.1.5. Включить aspirator и в течение 4-5 минут производить забор запыленного воздуха.

5.1.6. Выключить aspirator и вентилятор пылевой камеры, отсоединить аллонж и взвесить фильтр.

5.1.7. Снять показания барометрического давления и температуры воздуха в помещении.

5.1.8. Определить объем прошедшего через фильтр воздуха, зная скорость отбора пробы и длительность опыта.

5.1.9. Привести объем протянутого воздуха V_t к нормальным условиям по формуле:

$$V_0 = \frac{273 \cdot B \cdot V_t}{(273 + t) \cdot 760}, \text{ м}^3 \quad (2.1)$$

где V_t - объем воздуха, прошедшего через фильтр при температуре t и давлении B , м^3

V_0 - объем протянутого через фильтр воздуха, приведенный к нормальным условиям, м^3

B – барометрическое давление, мм. рт.ст;

t – температура воздуха в помещении, $^{\circ}\text{C}$.

5.1.10. Определить концентрацию пыли в воздухе C по формуле:

$$C = \frac{m_2 - m_1}{V_0}, \text{ мг/м}^3. \quad (2.2)$$

Где m_1 и m_2 – соответственно масса фильтра до и после отбора пробы, мг.

5.1.11. Результаты исследования занести в таблицу 2.1.

5.1.12. Дать оценку запыленности путем сопоставления результатов исследования с предельно допустимой концентрацией пыли в воздухе рабочей зоны по СанПиН №11-19-94 перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ (см. приложение А).

5.2. Определение дисперсности пыли методом микроскопии просветленных фильтров.

5.2.1. Подготовить препарат для исследования. Для этого: положить фильтр, ранее применявшийся для определения концентрации пыли, фильтрующей поверхностью на предметное стекло;

подогреть колбу с ацетоном на спиртовой горелке (в водяной бане);

выдержать препарат над колбой с ацетоном в течение нескольких минут пока ткань фильтра не расплавится, приобретая вид прозрачной пленки.

Таблица 2.1 - Результаты измерения запыленности

Температура воздуха в помещении $t, ^\circ\text{C}$	Давление B , мм. рт. ст.	Масса фильтра, мг		Масса пыли, мг $m_2 - m_1$	Объем расходов протягиваемого воздуха, л/мин	Длительность опыта, мин, τ	Объем воздуха прошедшего через фильтр, м^3		Концентрация пыли C , мг/ м^3	ПДК мг/ м^3
		До отбора пробы, m_1	После отбора пробы, m_2				V_t	V_0		

5.2.2. Определить дисперсность методом микроскопии. Для этого объектив-микрометр помещают на оптический столик микроскопа, при малом увеличении находят линии, нанесенные на поверхности стекла объектив-микрометра (они нанесены с интервалом 10 мкм), центрируют их в поле зрения и переводят под большое увеличение. Затем извлекают окуляр микроскопа, снимают верхнюю крышку его, помещают окулярную линейку, закрывают крышку окуляра и устанавливают его снова в микроскоп. После этого совмещают линии объектив-микрометра с краем линейки (рисунок 2.5) и рассчитывают цену деления линейки, зная количество делений объектив-микрометра, интервал между ними (10 мкм) и число делений линейки.

Так, цена деления в оптических условиях, приведенных на рисунке составляет $\frac{10 \cdot 100}{35}$, мкм

Снять объектив-микрометр со столика микроскопа и установить вместо него пылевой препарат.

Произвести замеры размеров 20 пылинок при тех же оптических условиях, когда определялась цена делений окулярного микроскопа. Для этого каждую пылинку без выбора подводят под линейку и определяют ее наибольший размер.



Рисунок 2.5 - Измерение величины окулярной микрометрической линейки:

1-окулярная микрометрическая линейка; 2-объектив-микрометр

Результаты исследований занести в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - Результаты измерений дисперсности пыли

Размеры пылинок (фракций), Показатель мкм	До 2	2 – 5	5 – 10	Более 10
Число пылинок, п Степень дисперсности, %				

5.2.4. Дать оценку дисперсности пыли, степень которой равна:

$$d = \frac{n}{n_0} \cdot 100, \% \quad (2.3)$$

где n_0 – общее число замеренных пылинок, шт.

n – число пылинок соответствующей фракции, шт.

5.3. Анализ воздушной среды с помощью универсального газоанализатора УГ-1.

5.3.1. Для проведения анализа следует отвести стопор 5 (рисунок 2.4), вставить шток 3 в направляющую втулку 6, затем нажатием руки на головку штока сжать сильфон I так, чтобы наконечник стопора вошел в верхнее углубление в канавке штока.

5.3.2. Присоединить индикаторную трубку 8 к воздухозаборной резиновой трубке 7. Индикаторная трубка должна соответствовать анализируемому газу.

5.3.3. Ввести второй конец индикаторной трубки в резиновую трубку, связанную с сосудом, содержащим аммиак (бензин) и др.

5.3.4. Освободить зажимы 3 (рисунок 2.3) на резиновой трубке.

5.3.5. Надавливая одной рукой на головку штока, второй отвести стопор. Как только шток начинает двигаться, стопор следует отпустить. При этом сильфон расправляется, и воздух с определенной скоростью протягивается через индикаторную трубку. После прекращения движения штока (наконечник вошел в углубление канавки) просасывание воздуха еще продолжается в течение 1,5-2,0 мин из-за наличия, остаточного вакуума в сильфоне.

5.3.6. Освободить индикаторную трубку и определить концентрацию газа. При этом трубку следует приложить к шкале таким образом, чтобы начало окрашенного столбика совпало с нулевым делением шкалы. Тогда верхняя граница окрашенного порошка определяет концентрацию газа в исследуемой среде.

5.3.7. Результаты исследования записать в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 - Результаты измерений загазованности

№ п.п.	Наименование исследуемого газа	Объем забираемого воздуха, см ³	Концентрация газа в воздухе, мг/м ³	ПДК, мг/л

5.3.8. Дать оценку загазованности воздушной среды, для этого в приложении I приведены допустимые концентрации газов.

6. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет о работе должен содержать цель работы, схему установки для определения запыленности воздуха весовым методом, схему анализа воздушной среды с помощью универсального газоанализатора, таблицы 2.1-2.3 с экспериментальными данными, анализ результатов исследований.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные и теоретические сведения.
2. Установка для определения запыленности весовым методом.
3. Установка для определения содержания паров аммиака.
4. Оценка запыленности воздуха весовым методом.
5. Оценка дисперсности пыли методом микроскопии.
6. Анализ воздушной среды универсальным газоанализатором.

8. ЛИТЕРАТУРА

1. Гигиенические нормативы ГН 9-106 РБ 98. предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
2. СанПиН №11-19-94. Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ.

Приложение А

Предельно допустимые концентрации веществ

Вещество	Предельно допустимая концентрация, мг/м ³	Агрегатное состояние: а – аэрозоль, п – пары и газы
Бериллий	0.001	а
Свинец	0.01	а
Марганец	0.05	а
Хром	0.02	а
Кремнеземсодержащая пыль	1	а
Полированная пыль	2	а
Пыль стекловолокна стекла	2	а
Пыль слюды	4	а
Окись железа	6	а
Азот	0.1	п
Фенол	0.3	п
Едкий натр	0.5	п
Окись углерода, аммиак	20	п
Хлор	1	п
Серная кислота	1	п
Соляная кислота	5	п
Бензол	5	п
Эфир этиловый	20	п
Толуол	50	п
Ксилол	50	п
Бензин топливный	100	п
Ацетон	200	п
Углеводороды	300	п
Скипидар	300	п
Спирт этиловый	1000	п
Фреон	3000	п

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

1.1 Освоение методики и измерение освещенности на рабочих местах

1.2 Приобретение навыков оценки и нормирования естественного, искусственного и совмещенного освещения.

2 ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

2.1 Основные светотехнические понятия, величины и единицы измерения.

Свет обеспечивает зрительную связь организма с внешней средой, обладает значительными биологическим и тонизирующим действием. Около 90% информации о внешнем мире поступает через глаза.

Правильно спроектированное и выполненное производственное освещение улучшает зрительные условия работы, снижает утомляемость, способствует повышению производительности и качества труда, благоприятно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего, повышает безопасность труда и снижает травматизм на производстве.

Производственное освещение характеризуется количественными и качественными показателями.

К количественным показателям относятся: световой поток, сила света, яркость, освещенность, коэффициент отражения, а к качественным – фон, контраст объекта с фоном, видимость, показатель ослепленности, коэффициент пульсации освещенности .

Основная величина, характеризующая источники света, - световой поток. Освещенность и видимость – основные показатели, характеризующие условия восприятия.

2.1.1 Световой поток Φ определяется как мощность лучистой энергии, оцениваемой по световому ощущению, которую она производит на человеческий глаз. За единицу светового потока

принят люмен (лм). Световой поток в один люмен излучает платиновый излучатель площадью $0,5305 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ в момент затвердевания платины, т.е. при 2045^0К и давлении $1013,25 \text{ гПа}$ (760 мм. рт. ст.)

2.1.2 Сила света I – пространственная плотность светового потока, которая определяется как отношение светового потока $d\Phi$, исходящего от источника и распространяющегося равномерно внутри элементарного телесного угла $d\omega$, к величине этого угла.

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega}, \text{кд} \quad (3.1)$$

2.1.3 Яркость L – отношение силы света, излучаемого элементом светящейся поверхности в данном направлении α , к площади проекции этой поверхности $dS \cos\alpha$

$$L_\alpha = \frac{dI_\alpha}{dS \cdot \cos\alpha} \text{кд/м}^2 \quad (3.2)$$

2.1.4 Освещенность E – это плотность светового потока на освещаемой поверхности, измеряется в люксах (лк). Поверхность имеет освещенность в один люкс, если поверхностная плотность светового потока равна одному люмену на квадратный метр

$$E = \frac{\Phi}{S}, \text{лм/м}^2 \quad (3.3)$$

где S – площадь освещаемой поверхности.

2.1.5 Видимость V – универсальная характеристика качества освещения, характеризует способность глаза воспринимать объект, зависит от освещенности, размера объекта, его яркости, контраста объекта с фоном, длительности экспозиции. Видимость определяется числом пороговых контрастов в контрасте объекта с фоном

$$V = K / K_{\text{пор.}} \quad (3.4)$$

где K – контраст объекта с фоном ;

$K_{\text{пор.}}$ – пороговый контраст, т.е. наименьший различимый глазом контраст, при небольшом уменьшении которого объект становится неразличимым на фоне.

2.1.6 Контраст объекта с фоном K характеризуется соотношением яркостей рассматриваемого объекта (точка, линия, знак, пятно, трещина, риска, раковина или другие элементы, которые требуются различать в процессе работы) и фона.

Контраст определяют по формуле:

$$K = \frac{L_0 - L_\phi}{L_\phi}, K = \frac{(L_0 - L_\phi)_{\text{МИН}}}{L_\phi} \quad (3.5)$$

где L_0 и L_ϕ – яркость соответственно объекта и фона, кд/м²

Контраст объекта с фоном считается большим при значении K более 0,5 (объект и фон резко отличаются по яркости), средним при значении K от 0,2 до 0,5 (объект и фон заметно отличается по яркости) и малым при значении K менее 0,2 (объект и фон мало отличаются по яркости).

2.1.7 Фон – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается, характеризуется коэффициентом отражения, зависящим от цвета фактуры поверхности, значения которого лежат в пределах от 0,02 до 0,95.

При коэффициенте отражения поверхности более 0,4 фон считается светлым; от 0,2 до 0,4 – средним и менее 0,2 – темным.

2.1.8 Коэффициент отражения ρ характеризуется способностью поверхности отражать падающий на нее световой поток. Определяется как отношение отражаемого от поверхности светового потока $\Phi_{\text{отр}}$ к падающему на нее потоку $\Phi_{\text{пад}}$.

2.1.9 Объект различения – наименьший размер рассматриваемого предмета, отдельная его часть или дефект, которые требуется различать в процессе работы.

2.2 Виды освещения и их краткая характеристика

В зависимости от источника света производственное освещение может быть естественным, искусственным и совмещенным.

Естественное освещение – это освещение помещений светом неба, проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях. Подразделяется на боковое – через проемы в наружных стенах, верхнее – через светоаэрационные фонари, световые проемы в перекрытии, а также через проемы в местах перепада высот здания и комбинированное – сочетание верхнего и бокового.

В качестве источника искусственного освещения применяют, как правило, газоразрядные лампы. Лампы накаливания применяют в случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности применения газоразрядных. Применение

ксеноновых ламп внутри помещений допускается, в виде исключения, только по согласованию с Минздравом.

По конструктивному исполнению искусственное освещение может быть общее, местное и комбинированное. При общем освещении светильники размещают в верхней зоне помещения равномерно (общее равномерное освещение) или применительно к расположению оборудования (общее локализованное освещение). Местное освещение устраивается дополнительно к общему и создается светильниками, концентрирующими световой поток непосредственно на рабочих местах. Устраивать одно местное освещение внутри зданий не разрешается, освещение может быть комбинированным (общее плюс местное).

При совмещенном освещении недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным. Это может иметь место для помещений, в которых выполняются работы I и II разрядов или по условиям технологии, организации производства, климата требуются объемно-планировочные решения, не позволяющие обеспечить нормированное значение естественного освещения.

Коэффициент пульсации освещенности K_n , % — критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока газоразрядных ламп при питании их переменным током, выражающийся формулой

$$K_n = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2E_{\text{ср}}} \cdot 100 \quad (3.6)$$

где E_{\max} и E_{\min} — соответственно максимальное и минимальное значения освещенности за период ее колебания, лк;

$E_{\text{ср}}$ — среднее значение освещенности за этот же период, лк. Коэффициент светового климата m — коэффициент, учитывающий особенности светового климата.

Красное отношение — отношение красного светового потока к общему световому потоку источника света, выраженное в процентах

$$r_k = \frac{\int_{380}^{610} \varphi(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{700} \varphi(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \cdot 100 \quad (3.7)$$

где $\varphi(\lambda)$ — спектральная плотность потока;

$V(\lambda)$ — относительная спектральная чувствительность глаза человека.

Местное освещение — освещение, дополнительное к общему, создаваемое светильниками, концентрирующими световой поток непосредственно на рабочих местах.

Неравномерность естественного освещения — отношение среднего значения к наименьшему значению КЕО в пределах характерного разреза помещения.

Облачное небо МКО (по определению Международной комиссии по освещению — МКО) — небо, полностью закрытое облаками и удовлетворяющее условию, при котором отношение его яркости на высоте θ над горизонтом к яркости в зените равно $(1+2 \sin\theta)/3$.

Объект различения — рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, которые требуется различать в процессе работы.

Площадь окон S_0 — суммарная площадь световых проемов (в свету), находящихся в наружных стенах освещаемого помещения, m^2 .

Площадь фонарей S_{Φ} — суммарная площадь световых проемов (в свету) всех фонарей, находящихся в покрытии над освещаемым помещением или пролетом, m^2 .

Общее освещение — освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно (общее равномерное освещение) или применительно к расположению оборудования (общее локализованное освещение). Освещение безопасности обеспечивает освещение для продолжения работы при аварийном отключении рабочего освещения.

Относительная площадь световых проемов S_{Φ}/S_{Π} ; S_0/S_{Π} — отношение площади фонарей или окон к освещаемой площади пола помещения; выражается в процентах.

Отраженная блескость — характеристика отраженного светового потока от рабочей поверхности в направлении глаз работающего, определяющая снижение видимости вследствие чрезмерного увеличения яркости рабочей поверхности и вуалирующего действия, снижающего контраст между объектом и фоном.

Показатель дискомфорта M — критерий оценки дискомфортной блескости, вызывающей неприятные ощущения при неравномерном распределении яркостей в поле зрения, выражающийся формулой

$$M = \frac{L_c \cdot \omega^{0.5}}{\varphi_0 \cdot L_{ад}^{0.5}} \quad (3.8)$$

где L_c — яркость блестящего источника, кд/м²;

ω — угловой размер блестящего источника, ср.:

φ_0 — индекс позиции блестящего источника относительно линии зрения;

$L_{ад}$ — яркость адаптации, кд/м². При проектировании показатель дискомфорта рассчитывается инженерным методом.

Показатель ослепленности P — критерий оценки слепящего действия осветительной установки, определяемый выражением:

$$P = (S - 1) \cdot 1000, \quad (3.9)$$

где S — коэффициент ослепленности, равный отношению пороговых разностей яркости при наличии и отсутствии слепящих источников в поле зрения.

Полуцилиндрическая освещенность — характеристика насыщенности светом пространства и тенеобразующего эффекта освещения для наблюдателя, движущегося по улице параллельно ее оси. Определяется как средняя плотность светового потока на поверхности вертикально расположенного на продольной линии улицы на высоте 1,5 м полуцилиндра, радиус и высота которого стремятся к нулю. Расчет полуцилиндрической освещенности производится инженерным методом.

Рабочая поверхность — поверхность, на которой производится работа и нормируется или измеряется освещенность.

Рабочее освещение — освещение, обеспечивающее нормируемые осветительные условия (освещенность, качество освещения) в помещениях и в местах производства работ вне зданий.

Расчетное значение КЕО e_p — значение, полученное расчетным путем при проектировании естественного или совмещенного освещения помещений; выражается в процентах и определяется:

а) при боковом освещении по формуле:

$$e_p^{\delta} = (\varepsilon_n^{\delta} \cdot \beta_a + \varepsilon_{зд} \cdot b_{\phi} \cdot \gamma_a \cdot k_{зд}) \cdot r_0 \cdot \tau_0 / k_s \quad (3.10)$$

б) при верхнем освещении по формуле:

$$e_p^e = (\varepsilon_n^e + \varepsilon_{отр}^e) \tau_0 / k_3 \quad (3.11)$$

в) при комбинированном (верхнем и боковом) освещении по формуле:

$$e_p^л = e_p^б + e_p^e \quad (3.12)$$

где $e_n^б$ — значение КЕО в расчетных точках при боковом освещении, создаваемое прямым светом участков неба, видимых через световые проемы (с учетом распределения яркости по облачному небу МКО);

β_a — коэффициент ориентации световых проемов, учитывающий ресурсы естественного света по кругу горизонта;

$\varepsilon_{зд}$ — геометрический КЕО участка фасада противостоящего здания, видимого из расчетной точки через световой проем;

b_ϕ — средняя относительная яркость фасадов противостоящих зданий;

γ_a — коэффициент ориентации фасада здания, учитывающий зависимость его яркости от ориентации по сторонам горизонта;

$k_{зд}$ — коэффициент, учитывающий изменение внутренней отраженной составляющей КЕО в помещении при наличии противостоящих зданий;

Γ_0 — коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя при открытом горизонте (отсутствии противостоящих зданий);

$\varepsilon_n^в$ — значение КЕО в расчетных точках при верхнем освещении, создаваемое прямым светом неба (с учетом распределения яркости по облачному небу МКО);

$e_{отр}^в$ — значение КЕО в расчетных точках, при верхнем освещении, создаваемое светом, отраженным от внутренних поверхностей помещения;

τ_0, k_3 — общий коэффициент светопропускания и коэффициент запаса заполнения светового проема;

$e_p^к$ — суммарное значение КЕО в расчетных точках при боковом и верхнем освещении.

Световой климат — совокупность условий естественного освещения в той или иной местности (освещенность и количество освещения на горизонтальной и различно ориентированных по

сторонам горизонта вертикальных поверхностях, создаваемых рассеянным светом неба и прямым светом солнца, продолжительность солнечного сияния и альbedo подстилающей поверхности) за период более десяти лет.

Селитебная зона — территория, предназначенная: — для размещения жилищного фонда, общественных зданий и сооружений, в том числе, научно-исследовательских институтов и их комплексов, а также отдельных коммунальных и промышленных объектов, не требующих устройства санитарно-защитных зон; - для устройства путей внутригородского сообщения, улиц, площадей, парков, садов, бульваров и других мест общего пользования.

Совмещенное освещение — освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

Средняя освещенность улиц, дорог и площадей — освещенность, средневзвешенная по площади.

Средняя яркость дорожной поверхности — средневзвешенная по площади яркость сухих дорожных покрытий в направлении глаз наблюдателя, находящегося на оси движения транспорта.

Стробоскопический эффект — явление искажения зрительного восприятия вращающихся, движущихся или сменяющихся объектов в мелькающем свете, возникающее при совпадении кратности частотных характеристик движения объектов и изменения светового потока во времени в осветительных установках, выполненных газоразрядными источниками света, питаемыми переменным током.

Условная рабочая поверхность — условно принятая горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола.

Фон — поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается.

Характерный разрез помещения — поперечный разрез посередине помещения, плоскость которого перпендикулярна к плоскости остекления световых проемов (при боковом освещении) или к продольной оси пролетов помещения. В характерный разрез помещения должны попадать участки с наибольшим количеством рабочих мест, а также точки рабочей зоны, наиболее удаленные от световых проемов.

Цветовая температура T_c — температура излучателя Планка (черного тела), при которой его излучение имеет ту же цветность, что и излучение рассматриваемого объекта, К.

Цветопередача – общее понятие, характеризующее влияние спектрального состава источника света на зрительное восприятие цветных объектов, сознательно или бессознательно сравниваемое с восприятием тех же объектов, освещенных стандартным источником света.

Цилиндрическая освещенность E_c — характеристика насыщенности помещения светом. Определяется как средняя плотность светового потока на поверхности вертикально расположенного в помещении цилиндра, радиус и высота которого стремятся к нулю. Расчет цилиндрической освещенности производится инженерным методом.

Эвакуационное освещение – освещение для эвакуации людей из помещения при аварийном отключении нормального освещения.

Эквивалентный размер объекта различения – размер равнорядного круга на равнорядном фоне имеющего такой же пороговый контраст, что объект различения при данной яркости фона.

2.3 Нормирование освещения

2.3.1 Естественное освещение.

2.3.2 Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение. Без естественного освещения допускается проектировать помещения, которые определены строительными нормами на проектирование зданий и сооружений, нормативными документами по строительному проектированию зданий отдельных отраслей промышленности, утвержденными в установленном порядке, а также помещения, размещение которых разрешено в подвальных и цокольных этажах зданий.

2.3.3 Естественное освещение подразделяется на боковое, верхнее и комбинированное (верхнее и боковое). В небольших помещениях при одностороннем боковом естественном освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного

разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1м от стены, наиболее удаленной от световых проемов, а при двустороннем боковом освещении в точке посередине помещения. В крупногабаритных производственных помещениях при боковом освещении минимальное значение КЕО нормируется в точке, удаленной от световых проемов:

- на 1,5 высоты помещения для работ I-IV разрядов;
- на 2 высоты помещения для работы V-VII разрядов;
- на 3 высоты помещения для работы VIII разряда.

При верхнем или комбинированном естественном освещении нормируется среднее значение КЕО в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза и условной рабочей поверхности (или пола). Первая и последняя точки принимаются на расстоянии 1м от поверхности стен (перегородок) или осей колонн.

Допускается деление помещения на зоны с боковым освещением (зоны, примыкающие к наружным стенам с окнами) и зоны с верхним освещением. Нормирование и расчет естественного освещения в каждой зоне производятся независимо. В производственных помещениях со зрительной работой I-III разрядов следует устраивать совмещенное освещение. Допускается применение верхнего естественного освещения в крупнопролетных сборочных цехах, в которых выполняются в значительной части объема помещения на разных уровнях от пола и на различно ориентированных в пространстве рабочих поверхностях. При этом нормированные значения КЕО принимаются для разрядов I-III соответственно 10,7,5%.

2.3.4 Нормированные значения КЕО: e_N для зданий, располагаемых в различных районах, следует определять по формуле:

$$e_N = e_N \cdot m_N, \quad (3.13)$$

где- e_N -значение КЕО по таблицам 3.1, 3.6 и 3.7;
 m_N -коэффициент светового климата;

Полученные по формуле (3.13) значения следует округлить до десятых долей.

2.3.5 В основных помещениях жилых домов и дошкольных учреждений нормированные значения КЕО обеспечиваются на уровне пола. В первой группе административных районов для жилых комнат и кухонь – 0,5, для групповых игровых, столовых и спален – 1,5.

2.3.6 Расчет естественного освещения помещений производится без учета мебели, оборудования и других затеняющих предметов. Установленные расчетом размеры световых проемов допускается изменять на $\pm 10\%$.

2.3.7 Неравномерность естественного освещения производственных и общественных зданий с верхним или комбинированным естественным освещением не должна превышать 3:1. Расчетное значение КЕО при верхнем и комбинированном естественном освещении в любой точке на линии пересечения условной рабочей поверхности и плоскости характерного вертикального разреза помещения должно быть не менее нормированного значения КЕО при боковом освещении для работ соответствующих разрядов. Неравномерность естественного освещения не нормируется для помещений с боковым освещением для производственных помещений, в которых выполняются работы разрядов VII и VII верхнем и боковом освещении для вспомогательных помещений и помещений общественных зданий, в которых выполняются работы разрядов Г, Д.

2.4 Совмещенное освещение

2.4.1 Совмещенное освещение помещений производственных зданий следует предусматривать:

а) для производственных помещений, в которых выполняются работы I-III разрядов;

б) для производственных и других помещений в случаях, когда по условиям технологии, организации производства или климата в месте строительства требуются объемно-планировочные решения, которые не позволяют обеспечить нормированное значение КЕО (многоэтажные здания большой ширины, одноэтажные многопролетные здания с пролетами большой ширины и т.п.), а также в случаях, когда технико-экономическая целесообразность совмещенного освещения по сравнению с естественным подтверждена соответствующими расчетами;

в) в соответствии с нормативными документами по строительному проектированию зданий и сооружений отдельных отраслей промышленности, утвержденными в установленном порядке.

Совмещенное освещение помещений жилых и общественных зданий, административных и бытовых зданий предприятий допускается предусматривать в случаях, когда это требуется по ус-

ловиям выбора рациональных объемно-планировочных решений за исключением жилых комнат и кухонь жилых домов, помещений для пребывания детей, учебных и учебно-производственных помещений школ и учебных заведений, спальных помещений санаториев и домов отдыха.

2.4.2 Общее (независимо от принятой системы освещения) искусственное освещение производственных помещений, предназначенных для постоянного пребывания людей, должно обеспечиваться разрядными источниками света.

Выбор источников света следует производить в соответствии с приложением Е настоящих норм.

Применение ламп накаливания допускается в отдельных случаях, когда по условиям технологии, среды или требований оформления интерьера использование разрядных источников света невозможно или нецелесообразно.

2.4.3 Нормированные значения КЕО для производственных помещений должны приниматься как для совмещенного освещения по таблице 3.7.

Для производственных помещений допускается нормированные значения КЕО принимать в соответствии с таблицей 3.1:

а) в районах с температурой наиболее холодной пятидневки минус 27°C и ниже по климатическим строительным нормам;

б) в помещениях с боковым освещением, глубина которых по условиям технологии или выбора рациональных объемно-планировочных решений не позволяет обеспечить нормированное значение КЕО, указанное в таблице 3.7 для совмещенного освещения;

в) в помещениях, в которых выполняются работы I-III разрядов

Таблица 3.1

Разряд зрительных работ	Наименьшее нормирование значение КЕО $e_n, \%$, при совмещенном освещении	
	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении
I	3	1.2
II	2.5	1
III	2	0.7
IV	1.5	0.5
V и VI	1	0.3
VI	0.7	0.2

2.5 Искусственное освещение

2.5.1 Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, охранное и дежурное.

Аварийное освещение разделяется на освещение безопасности и эвакуационное.

2.5.2 Искусственное освещение может быть двух систем — общее освещение и комбинированное освещение.

2.5.3 Рабочее освещение следует предусматривать для всех помещений зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта. Для помещений, имеющих зоны с разными условиями естественного освещения и различными режимами работы должно предусматриваться раздельное управление освещением таких зон. При необходимости часть светильников рабочего или аварийного освещения может использоваться для дежурного освещения.

Нормируемые характеристики освещения в помещениях и снаружи зданий могут обеспечиваться как светильниками рабочего освещения, так и совместным действием с ними светильников освещения безопасности и (или) эвакуационного освещения.

Освещение помещений производственных и складских зданий

2.5.4 Для освещения помещений следует использовать, как правило, наиболее экономичные разрядные лампы. Использование ламп накаливания для общего освещения допускается только в случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности использования разрядных ламп.

Для местного освещения кроме разрядных источников света рекомендуется использовать лампы накаливания, в том числе галогенные. Выбор источников света по цветовым характеристикам следует производить на основании приложения Е. Применение ксеноновых ламп внутри помещений не допускается.

2.5.5 Нормы освещенности, приведенные в таблице 3.7, следует повышать на одну ступень шкалы освещенности в следующих случаях:

- а) при работах I-VI разрядов, если зрительная работа выполняется более половины рабочего дня;
- б) при повышенной опасности травматизма, если освещенность от системы общего освещения составляет 150 лк и менее (работа на дисковых пилах, гильотинных ножницах и т. п.);

в) при специальных повышенных санитарных требованиях (например, на предприятиях пищевой и химико-фармацевтической промышленности), если освещенность от системы общего освещения 500 лк и менее;

г) при работе или производственном обучении подростков, если освещенность от системы общего освещения — 300 лк и менее;

д) при отсутствии в помещении естественного света и постоянном пребывании работающих, если освещенность от системы общего освещения — 750 лк и менее;

е) при наблюдении деталей, вращающихся со скоростью, равной или более 500 об/мин, или объектов, движущихся со скоростью, равной или более 1,5 м/мин;

ж) при постоянном поиске объектов различения на поверхности размером 0,1 м² и более;

з) в помещениях, где более половины работающих старше 40 лет.

При наличии одновременно нескольких признаков нормы освещенности следует повышать не более чем на одну ступень.

2.5.6 В помещениях, где выполняются работы IV-VI разрядов, нормы освещенности следует снижать на одну ступень при кратковременном пребывании людей или при наличии оборудования, не требующего постоянного обслуживания.

2.5.7 При выполнении в помещениях работ I-III, Iva, Ivб, Ivв, Va разрядов следует применять систему комбинированного освещения. Предусматривать систему общего освещения допускается при технической невозможности или нецелесообразности устройства местного освещения, что конкретизируется в отраслевых нормах освещения, согласованных с органами Государственного санитарного надзора.

При наличии в одном помещении рабочих и вспомогательных зон следует предусматривать локализованное общее освещение (при любой системе освещения) рабочих зон и менее интенсивное освещение вспомогательных зон, относя их к разряду VIIa.

2.5.8 Освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильниками общего освещения в системе комбинированного, должна составлять не менее 10 % нормируемой для комбинированного освещения при тех источниках света, которые применяются для местного освещения. При этом освещенность должна быть не менее 200 лк при разрядных лампах, не менее 75 лк – при лампах

накаливания. Создавать освещенность от общего освещения в системе комбинированного более 500 лк при разрядных лампах и более 150 лк при лампах накаливания допускается только при наличии обоснований.

В помещениях без естественного света освещенность рабочей поверхности, создаваемую светильниками общего освещения в системе комбинированного, следует повышать на одну ступень.

2.5.9 Отношение максимальной освещенности к минимальной не должно превышать для работ I-III разрядов при люминесцентных лампах 1,3, при других источниках света – 1,5, для работ разрядов IV-VII — 1,5 и 2,0 соответственно.

Неравномерность освещенности допускается повышать до 3,0 в тех случаях, когда по условиям технологии светильники общего освещения могут устанавливаться только на площадках, колоннах или стенах помещения.

2.5.10 В производственных помещениях освещенность проходов и участков, где работа не производится, должна составлять не более 25 % от нормируемой освещенности, создаваемой светильниками общего освещения, но не менее 75 лк при разрядных лампах и не менее 30 лк при лампах накаливания.

2.5.11 В цехах с полностью автоматизированным технологическим процессом следует предусматривать освещение для наблюдения за работой оборудования, а также дополнительно включаемые светильники общего и местного освещения для обеспечения необходимой (в соответствии с таблицей 3.7) освещенности при ремонтно-наладочных работах.

2.5.12 Показатель ослепленности от светильников общего освещения (независимо от системы освещения) не должен превышать значений, указанных в таблице 3.7.

Показатель ослепленности не ограничивается для помещений, длина которых не превышает двойной высоты подвеса светильников над полом, а также для помещений с временным пребыванием людей и для площадок, предназначенных для прохода или обслуживания оборудования.

2.5.13 Для местного освещения рабочих мест следует использовать светильники с непросвечивающими отражателями. Светильники должны располагаться таким образом, чтобы их светящиеся элементы не попадали в поле зрения работающих на освещаемом рабочем месте и на других рабочих местах.

Местное освещение рабочих мест, как правило, должно быть оборудовано регуляторами освещения.

Местное освещение зрительных работ с трехмерными объектами различения следует выполнять:

— при диффузном отражении фона — светильником, отношение наибольшего линейного размера светящей поверхности которого к высоте расположения ее над рабочей поверхностью составляет не более 0,4 при направлении оптической оси в центр рабочей поверхности под углом не менее 30° к вертикали;

— при направленно-рассеянном и смешанном отражении фона — светильником, отношение наименьшего линейного размера светящей поверхности которого к высоте расположения ее над рабочей поверхностью составляет не менее 0,5, а ее яркость — от 2500 до 4000 кд/м².

Яркость рабочей поверхности не должна превышать значений, указанных в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Площадь рабочей поверхности, м ²	Наибольшая допустимая яркость, кд/м ²
Менее $1 \cdot 10^{-4}$	2000
От $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$	1500
Св. $1 \cdot 10^{-3}$ « $1 \cdot 10^{-2}$	1000
« $1 \cdot 10^{-2}$ « $1 \cdot 10^{-1}$	750
Более $1 \cdot 10^{-1}$	500

2.5.14 Коэффициент пульсации освещенности на рабочих поверхностях при питании источников света током частотой менее 300 Гц не должен превышать значений, указанных в таблице 3.7.

Коэффициент пульсации не ограничивается:

— при частоте питания 300 Гц и более;

— для помещений с периодическим пребыванием людей при отсутствии в них условий для возникновения стробоскопического эффекта.

В помещениях, где возможно возникновение стробоскопического эффекта, необходимо включение соседних ламп в 3 фазы питающего напряжения или включение их в сеть с электронными пускорегулирующими аппаратами.

Освещение площадок предприятий и мест производства работ вне зданий

2.5.15 Освещенность рабочих поверхностей мест производства работ, расположенных вне зданий, на этажерках вне зданий и под навесом, должна приниматься по таблице 3.3.

Таблица 3.3

Разряд зрительной работы	Отношение минимального размера объекта различения к расстоянию от этого объекта до глаз работающего	Минимальная освещенность в горизонтальной плоскости, лк
IX	Менее $0,5 \cdot 10^{-2}$	50
X	От $0,5 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{-2}$	30
XI	Св. $1 \cdot 10^{-2}$ “ $2 \cdot 10^{-2}$	20
XII	“ $2 \cdot 10^{-2}$ “ $5 \cdot 10^{-2}$	10
XIII	“ $5 \cdot 10^{-2}$ ” $10 \cdot 10^{-2}$	5
XIV	“ $10 \cdot 10^{-2}$	2

2.5.16 Горизонтальную освещенность площадок предприятий в точках ее минимального значения на уровне земли или дорожных покрытий следует принимать по таблице 3.4.

2.5.17 Наружное освещение должно иметь управление, независимое от управления освещением внутри зданий.

2.5.18 Для ограничения слепящего действия установок наружного освещения мест производства работ и территорий промышленных предприятий высота установки светильников над уровнем земли должна быть:

а) для светильников с защитным углом менее 15° — не менее указанной в таблице 3.5.

б) для светильников с защитным углом 15° и более — не менее 3,5 м при любых источниках света.

Допускается не ограничивать высоту подвеса светильников с защитным углом 15° и более (или с рассеивателями из молочного стекла без отражателей) на площадках для прохода людей или обслуживания технологического (или инженерного) оборудования, а также у входа в здание.

2.5.19 Высота установки светильников рассеянного света должна быть не менее 3 м при световом потоке источника света до 6000 лм и не менее 4 м при световом потоке более 6000 лм.

2.5.20 Отношение осевой силы света $I_{\text{макс}}$, КД, одного прибора (прожектора или наклонно расположенного осветительного прибора прожекторного типа) к квадрату высоты установки этих приборов H , м², в зависимости от нормируемой освещенности не должно превышать значений, указанных в таблице 3.6.

Таблица 3.4

Освещаемые объекты	Наибольшая интенсивность движения в обоих направлениях, ед/ч	Минимальная освещенность в горизонтальной плоскости, лк
Проезды	Св. 50 до 150	3
	От 10 “ 50	2
	Менее 10	1
Пожарные проезды, дороги для хозяйственных нужд	-	0,5
Пешеходные и велосипедные дорожки	Св. 100	2
	От 20 до 100	1
	Менее 20	0,5
Ступени и площадки лестниц и переходных мостиков	-	3
Пешеходные дорожки на площадках и в скверах	-	0,5
Предзаводские участки, не относящиеся к территории города(площадки перед зданиями, проезды и проходы в зданиям, стоянки транспорта)	-	2
Железнодорожные пути стрелочные горловины отдельные стрелочные переводы железнодорожные полотно		2
	-	1
		0,5

Таблица 3.5

Светораспределе-ние светильников	Наибольший световой поток ламп в светильниках, установленных на одной опоре, лм	Наименьшая высота установки светильников, м	
		при лампах накаливания	при разрядных лампах
Полуширокое	Менее 5000	6,5	7
	От 5000 до 10000	7	7,5
	Св.20000 до 30000	7,5	8
	“20000” 30000	-	9
	“30000” 40000	-	10
	“ 40000	-	11,5
Широкое	Менее 5000	7	7,5
	От 5000 до 10000	8	8,5
	Св.20000 до 30000	9	9,5
	“20000” 30000	-	10,5
	“30000” 40000	-	11,5
	“ 40000	-	13

Таблица 3.6

Нормируемая освещенность	0,5	1	2	3	5	10	20	30	50
$E_{\text{макс}}$	100	150	250	300	400	700	1400	2100	3500

Нормируемые значения освещенности для кабинетов и рабочих комнат, проектных кабинетов и лабораторий приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.7

	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
						Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		КЕО, е _н %			
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения	При ослепленности и коэффициенте пульсации		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении
						всего	В том числе от общего		Р	К _п , %				
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	a	малый	Темный	5000 4500	500 500	- -	20 10	10 10	-	-	6,0	2,0
			b	Малый средний	Средний Темный	4000 3500	400 400	1250 1000	20 10	10 10				
			v	Малый Средний большой	Светлый средний темный	2500 2000	300 200	750 600	20 10	10 10				
			г	Средний Большой "	Светлый " средний	1500 1250	200 200	400 300	20 10	10 10				
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	a	малый	Темный	4000 3500	400 400	- -	20 10	10 10	-	-	4,2	1,5
			b	Малый средний	Средний Темный	3000 2500	300 300	750 600	20 10	10 10				
			v	Малый Средний большой	Светлый средний темный	2000 1500	200 200	500 400	20 10	10 10				
			г	Средний Большой "	Светлый " средний	1000 750	200 200	300 200	20 10	10 10				
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	a	малый	Темный	2000 1500	200 200	500 400	40 20	15 15	-	-	3,0	1,2
			b	Малый средний	Средний Темный	1000 750	200 200	300 200	40 20	15 15				
			v	Малый Средний большой	Светлый средний темный	750 600	200 200	300 200	40 20	15 15				
			г	Средний Большой "	Светлый " средний	400	200	200	40	15				

Продолжение таблицы 3.7

	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
						Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации	КЕО, е _н %				
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	
Средней точности	Свыше 0,5 до 1,0	IV	а	малый	Темный	750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9
			б	Малый средний	Средний Темный	500	200	200	40	20				
			в	Малый Средний большой	Светлый средний темный	400	200	200	40	20				
			г	Средний Большой "	Светлый " средний	-	-	200	40	20				
Малой точности	Свыше 1 до 5	V	а	малый	Темный	400	200	300	40	20	3	1	1,8	0,6
			б	Малый средний	Средний Темный	-	-	200	40	20				
			в	Малый Средний большой	Светлый средний темный	-	-	200	40	20				
			г	Средний Большой "	Светлый " средний	-	-	200	40	20				
Грубая(очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном	-	-	200	40	20	3	1	1,8	0,6	
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII		То же	-	-	200	40	20	3	1	1,8	0,6	

Продолжение таблицы 3.7

	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
						Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации	КЕО, е _н %				
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	
Общее наблюдение за ходом производственного процесса постоянное		VIII	а	“	-	-	200	40	20	3	1	1,8	0,6	
			б	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном	-	-	75	-	-	1	0,3	0,7	0,2	
			в	То же	-	-	50	-	-	0,7	0,2	0,5	0,2	
			г	“	-	-	20	-	-	0,3	0,1	0,2	0,1	
периодическое при постоянном пребывании людей в помещении														
периодическое при периодическом пребывании людей в помещении														
общее наблюдение за инженерными коммуникациями														

Таблица 3.8

Помещения	Плоскость(Г-горизонтальная, В-вертикальная) нормирования освещенности и КЕО, высота плоскости над полом, м	Разряд и подразряд зрительной работы по СанПиН	Искусственное освещение					Естественное освещение	
			Освещенность рабочих поверхностей, лк		Цилиндрическая освещенность, лк	Показатель дискомфорта, не более	Коэффициент пульсации освещенности %, не более	КЕО, е _п ,%	
			При комбинированном освещении	При общем освещении				При верхнем или боковом освещении	При боковом освещении
1. Кабинеты и рабочие комнаты, проектные кабинеты	Г-0,8	Б-1	400/200	300	-	60/40	15/20	-	1,0
2. Лаборатории	Г-0,8	А-2	500/300	400	-	40	10/15	-	1,2

3 ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Для определения количественных и качественных производственного освещения применяют фотометры, люксометры, измерители видимости. В настоящей лабораторной работе используется люксометр Ю–116 .

Люксометр Ю–116 состоит из измерителя 1 и отдельного фотоэлемента 5 с насадками 6 и 7. В качестве фотоэлектрического датчика используется селеновый фотоэлемент, у которого спектральная чувствительность наиболее близка к спектральной чувствительности глаза человека.

На передней панели измерителя имеются кнопки переключателя 3 и табличка 2 со схемой, связывающей действие кнопок и используемых насадок. Прибор имеет две шкалы (0-100 и 0-30), на которых точками отмечено начало диапазона измерений. На шкале 0-100 точка находится над отметкой 17, на шкале 0-30 - над отметкой 5. Прибор имеет корректор 4 для установки стрелки в нулевое положение. На боковой стенке корпуса измерителя расположена вилка 8 для присоединения фотоэлементов.

Для уменьшения косинусной погрешности (возникающей при падении световых лучей на освещаемую поверхность под углом) применяется насадка 7 на фотоэлемент , выполненная в виде полусферы из белой светорассеивающей пластмассы. Эта насадка, обозначенная буквой К , применяется не самостоятельно , а совместно с одной из трех других насадок 6 и обозначенных М,Р,Т. Каждая из этих трех насадок совместно с насадкой К образуют три поглотителя с коэффициентом ослабления 10,100,1000 и применяется для расширения диапазонов измерений с 5 – 30 и 17 –100 лк до 50 – 300 , 170 – 1000 , 500 – 3000 , 1700 – 10000 , 5000 – 30000, 17000 – 100000 лк.

Принцип отсчета значений измеряемой освещенности состоит в следующем: против нажатой кнопки определяют выбранное с помощью насадок (или без них) наибольшее значение диапазонов измерений. При нажатой кнопке, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений кратные 10, следует пользоваться шкалой 0-100. При нажатой левой кнопке, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений кратные 30, следует пользоваться шкалой 0-30. Показания приборов умножает на коэффициент пересчета шкалы в зависимости от

применяемых насадок.

Если величина измеряемой освещенности неизвестна, то измерения производятся с установкой на фотоэлемент насадок К, Т.

С целью ускорения поиска диапазона измерений, который соответствует показаниям прибора в пределах 17-100 делений по шкале 0-100 и 5-30 деления по шкале 0-30, поступают следующим образом: последовательно устанавливают насадки К, Т; К,Р; К,М и при каждой насадке сначала нажимают правую кнопку, а затем левую.

Если при насадках К, М и нажатой, левой кнопке стрелка не доходит до 5 делений по шкале 0-30, измерения производят без насадок, т.е. открытым фотоэлементом.

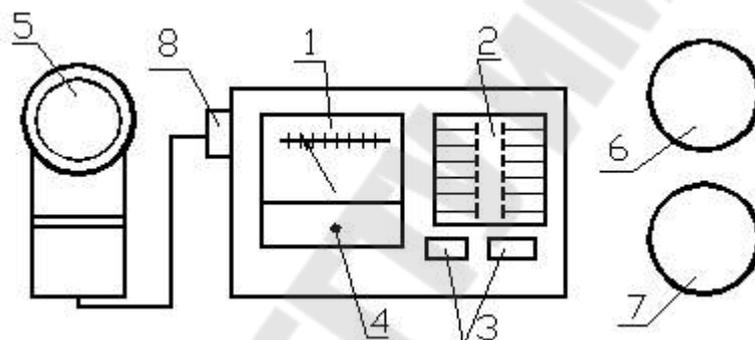


Рисунок 3.1 - Люксметр Ю – 116

4 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 Изменение высоты подвеса светильников производить после отключения его от сети.

4.2 Замена ламп в установке производится только лаборантом.

4.3 При ощущении наличия тока на любом элементе лабораторной установки немедленно прекратить выполнение работы и сообщить об этом преподавателю или лаборанту.

5 ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

При проведении занятий в светлое время суток определяются показатели освещенности и видимости при естественном, искусственном и совмещенном освещении. В темное время суток – только при искусственном. Светораспределение при естественном освещении задается, преподавателем.

5.1 Исследование зрительных условий при естественном освещении.

5.1.1 Указать освещение помещения: боковое одностороннее, боковое двустороннее; верхнее, верхнее и боковое (комбинированное).

5.1.2 Произвести измерение освещенности в помещении $E_{вн}$ через 1 м от поверхности наружной стены (на высоте 0,8 м от пола) по всей ширине. Полученные данные записать в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 - Результаты измерения естественного освещения

Расстояние от поверхности стены, м (l)					
Освещенность, лк (E)					
КЕО, %					

5.1.3 Одновременно с измерением освещенности в помещении измерить освещенность на улице, в точке под открытым небосводом, $E_{нар}$.

5.1.4 Определить КЕО и записать в таблицу 3.9, $КЕО = (E_{вн} / E_{нар}) 100\%$

5.1.5 Построить кривые светораспределения помещений:

$$E = f(l) \text{ и } КЕО = f(l).$$

5.1.6 На основе полученных данных и по таблице 3.7 определить параметры зрительной работы: характеристику, разряд и подразряд зрительной работы, а также наименьший размер объекта различения,

с которым можно работать в данном помещении, для рабочих мест, указанных преподавателем.

5.1.7 Пользуясь таблицей 3.8, определить соответствие естественной освещенности в лаборатории нормам.

5.2 Исследование зрительных условий при искусственном освещении.

Для исследования зрительных условий работы при искусственном освещении в светлое время суток окна лаборатории необходимо закрыть шторами. В лаборатории имеются светильники, высоту которых можно менять. Можно также изменить характеристику фона на рабочем месте, меняя на плоскости стола трафареты с различной окраской поверхности.

5.2.1 Подвесить светильник на максимальную высоту и подключить к сети. Произвести замеры освещенности на столе по оси светильника, уменьшая высоту подвеса через 0,2 м. Полученные данные занести в таблицу 3.10.

Таблица 3.10 - Результаты измерения искусственного освещения

Тип светильника					
Высота подвеса светильника, Н, м					
Освещенность в центре стола, Е, лк					

Произвести измерения два раза: для светильника с газоразрядной лампой и лампой накаливания. Построить график зависимости $E = f(H)$, сделать вывод о характере измерения освещенности в зависимости от высоты подвеса светильника.

5.2.2 Для одного из значений освещенности, пользуясь таблицей 3.6, определить параметры зрительной работы для различных характеристик фона.

5.2.3 Пользуясь таблицей 3.8, определить соответствие искусственной освещенности в лаборатории, создаваемой светильниками общего освещения, нормам.

5.2.4 Зная освещенность в лаборатории, создаваемую светильниками общего освещения, в соответствии с изложенным в 2.3.2 и данными таблицы 3.7, определить, какая освещенность может быть создана на указанном преподавателем рабочем месте при комбинированном освещении. Изменяя высоту подвеса светильника, создать данную освещенность и определить параметры зрительной работы.

6 ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать основные светотехнические понятия и величины, результаты всех замеров и выводы о правильности выбора параметров зрительной работы.

7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные светотехнические понятия и величины.
2. Виды освещения.
3. Нормирование освещения естественного, искусственного, совмещенного.
4. Рассказать о люксметре Ю-116.
5. Можно ли выполнять чертежные работы с мерительным инструментом в 3 и 5 м от окна при естественном освещении.
6. Какой разряд, зрительной работы может быть на местах, расположенных в 3,4 и 5 м от окна.

8 ЛИТЕРАТУРА

1. СНБ 2.04.05-98 Естественное и искусственное освещение.
2. Михнюк Т.Ф. Безопасность жизнедеятельности – Мн. Дизайн про. 1998.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ И МЕТОДОВ ВИБРОЗАЩИТЫ

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- 1.1 Научиться производить оценку вибрации и измерение ее параметров.
- 1.2 Ознакомиться с методами и средствами защиты от вибрации.
- 1.3 Освоение методики расчета виброизоляции.

2 ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Источниками вибрации являются производственные процессы, технологическое оборудование, механизмы, машины, движущиеся с большими скоростями и пульсациями газы и жидкости, дробилки, электродвигатели, кузнечно-прессовое оборудование, транспортные средства и механизированный инструмент.

Основными параметрами, характеризующими колебания, является частота (f , Гц), амплитуда (A , м), виброскорость (V , м/с) и виброускорение (a , м/с²), находящиеся в следующей зависимости:

$$V = 2\pi f A, \text{ м/с}; a = (2\pi f)^2 A, \text{ м/с}^2; 2\pi f = \omega,$$

где ω - круговая частота, рад/с.

Кроме того, вибрация может оцениваться уровнем виброскорости

$$L_V = 20 \lg \frac{V}{V_0}, \text{ дБ}$$

где V_0 - пороговая виброскорость, равна $5 \cdot 10^{-8} \text{ м/с}$.

По характеру действия на человека различают общую и локальную вибрации. Общая вибрация передается всему организму через опорные поверхности тела человека. Локальная вибрация действует на отдельные части организма, например, на руки при применении ручных инструментов, при клепке и виброуплотнении.

Степень неблагоприятного воздействия вибрации на организм человека характеризуется виброскоростью при частоте колебаний более 10 Гц и виброускорением при частоте до 10 Гц.

Неблагоприятное воздействие вибрации зависит также от способа передачи ее на человека, длительности ее воздействия, индивидуальной чувствительности организма, а также от сопутствующих факторов: шума, охлаждения, местного или общего статического напряжения.

Длительное воздействие интенсивной вибрации, передающейся на работающих, приводит к заболеванию виброболезнью, связанной с нарушением жизнедеятельности наиболее жизненно важных органов и систем человека: нервной, сердечно-сосудистой, опорно-двигательного аппарата и др. Профилактика виброзаболеваний основывается прежде всего на гигиенических нормах параметров вибрации, передающейся на руки.

Допустимые значения среднеквадратичных величин колебательной скорости и ее уровня в октавных полосах приведены в таблице 4.1. Допустимый вес виброручного оборудования, удерживаемого руками, не должен превышать 100Н, а сила нажатия на него не должна превышать 200Н.

Допустимые величины среднеквадратных значений колебательной скорости и ее уровня в октавных полосах частот для общей вибрации приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.1 - Допустимые нормы локальной вибрации

Нормируемые Параметры	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Среднеквадратичные значения виброскорости, м/с $\cdot 10^{-2}$	5,0	5,0	3,5	2,5	1,8	1,2	0,9	0,63
Логарифмический уровень среднеквадратического значения виброскорости, дБ	120	120	117	114	111	108	105	102

Таблица 4.2 – Допустимые нормы общей вибрации

Виды вибрации	Среднеквадратичные значения виброскорости, м/с 10^{-2} не более						
	Логарифмические уровни виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц						
	1	2	4	8	16	31,5	63
Транспортная: а) вертикальная	$\frac{20}{132}$	$\frac{71}{123}$	$\frac{2.5}{114}$	$\frac{1.3}{108}$	$\frac{1.1}{107}$	$\frac{1.1}{107}$	$\frac{1.1}{107}$
	$\frac{6.3}{122}$	$\frac{3.5}{117}$	$\frac{3.2}{116}$	$\frac{3.2}{116}$	$\frac{3.2}{116}$	$\frac{3.2}{116}$	$\frac{3.2}{116}$
б) горизонтальная							
Технологическая (вертикальная или горизонтальная) на постоянных рабочих местах в производственных помещениях предприятий в машино-котельных отделениях, центральных постах управления, камбузе и производственных помещениях на судах	-	$\frac{1.3}{108}$	$\frac{0.45}{99}$	$\frac{0.22}{93}$	$\frac{0.2}{92}$	$\frac{0.2}{92}$	$\frac{0.2}{92}$
На складах, столовых, бытовых, дежурных и др. производственных машин, генерирующих вибрации	-	$\frac{0.5}{100}$	$\frac{0.18}{91}$	$\frac{0.089}{85}$	$\frac{0.079}{84}$	$\frac{0.079}{84}$	$\frac{0.079}{84}$
В заводоуправлениях, конструкторских бюро, лабораториях, учебных пунктах, вычислительных центрах, здравпунктах, конторских помещениях, рабочих комнатах и др. помещениях для работников умственного труда	-	$\frac{0.18}{91}$	$\frac{0.063}{82}$	$\frac{0.032}{76}$	$\frac{0.028}{75}$	$\frac{0.028}{75}$	$\frac{0.028}{75}$

2.2 Меры уменьшения вредного воздействия вибрации

С целью уменьшения вредного воздействия вибрации на работающих предусматривают систему технических мероприятий, которые должны учитываться при разработке нового, эксплуатации и модернизации существующего оборудования, машин, механизмов и инструментов.

Основными мероприятиями по устранению вредного воздействия вибрации являются:

- а) снижение вредных вибраций в самом источнике, используя конструктивные, технологические и эксплуатационные способы и приемы;
- б) установка технологического оборудования с динамическими нагрузками на фундаменты;
- в) ограничение или устранение вибрации по пути распространения ее средствами виброизоляции и вибропоглощения;
- г) устранение неблагоприятных факторов производственной среды, сопутствующих возникновению вибрационной болезни;
- д) использование средств индивидуальной защиты (виброизоляционная обувь и рукавицы);
- е) введение комплекса санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий, направленных на снижение вредного воздействия вибрации на организм человека.

Из перечисленных мер виброизоляция является наиболее доступным и достаточно эффективным решением, позволяющим обеспечивать нормальные условия для обслуживающего персонала.

2.3 Расчет виброизоляции

Виброизоляция агрегатов достигается установкой их на специальные опоры, обладающие малой жесткостью.

Основными параметрами для расчета виброизоляции являются: параметры вибрации установки (частота вынужденных колебаний f), амплитуда A , виброскорость V или ее уровень L_V ; масса агрегата и его вращающихся или колеблющихся частей m .

Эффективность виброизоляции ΔL_V определяется по формуле

$$\Delta L_V = 20 \lg \frac{1}{\mu}, \text{дБ} \quad (4.1)$$

где $\mu = \frac{f_z^2}{f^2}$ - коэффициент передачи динамической нагрузки;

f_z - частота собственных колебаний виброизолированной установки, Гц.

В зависимости от требуемой эффективности виброизоляции и частоты колебания установки по графику (рисунок 4.1) можно определить допустимую частоту собственных колебаний виброизолированной установки.

Суммарная требуемая жесткость виброизоляторов определяется по формуле

$$K_{zTP} = (2\pi f)^2 m, \text{ Н/м.} \quad (4.2)$$

Требуемая жесткость виброизоляции является основной исходной величиной для подбора и расчета виброизоляторов (резиновых, пружинных, резино-металлических, пневматических и др.).

2.3.1 Расчет резиновых виброизоляторов

Основными расчетными параметрами резиновых виброизоляторов являются рабочая высота H_p и площадь поперечного сечения S , определяемые по формулам:

$$H_p = \frac{ES}{K_{TP}}, \text{ м,} \quad (4.3)$$

$$S = \frac{P}{\sigma}, \text{ м}^2 \quad (4.4)$$

где E – динамический модуль упругости резины, определяемый ориентировочно по графику (рисунок 4.2), Н/м²;

P – рабочая нагрузка или сила, с которой давит агрегат на резиновый виброизолятор, Н;

K_{TP} - требуемая суммарная жесткость виброизоляторов, определяемая по формуле (4.2), Н/м;

σ - расчетное статическое напряжение в резине. Для резины с твердостью по ТМ-2 (ГОСТ 263-53) до 40 принимается $(1-3) \cdot 10^5$ Па, а для резины с большей твердостью – $(3-5) \cdot 10^5$ Па.

Площадь поперечного сечения одного виброизолятора S , определяется по формуле

$$S_1 = \frac{S}{n}, \quad (4.5)$$

где n – число виброизоляторов.

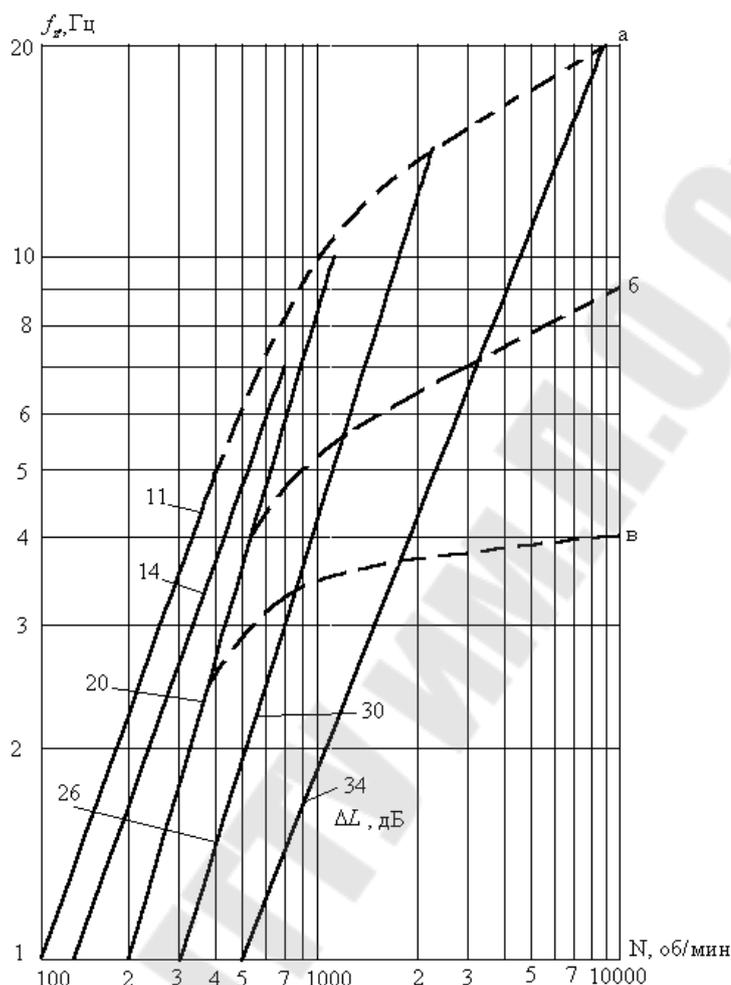


Рисунок 4.1 - Допустимая частота собственных вертикальных колебаний f_z виброизолированной установки:
 а – подвальные этажи; б – тяжелые железобетонные перекрытия ($\sigma \geq 50,0 \text{ МПа}$); в – легкие бетонные перекрытия ($50,0 > \sigma > 20,0 \text{ МПа}$);
 ΔL - требуемая эффективность виброизоляции, дБ

Размер одного виброизолятора определяется:

$$\text{Для цилиндрического сечения } d = \sqrt{\frac{4S_1}{\pi}}; \quad (4.6)$$

$$\text{Для прямоугольного сечения } B = \sqrt{S_1} \quad (4.7)$$

Для соблюдения условий устойчивости необходимо, чтобы $1,5H_p \leq d \leq 8H_p$; $1,5H_p \leq B \leq 8H_p$

Полная высота виброизолятора принимается:

$$H = H_p + \frac{1}{8}d, м \quad \text{или} \quad H = H_p + \frac{1}{8}B, м$$

Форма поперечного сечения виброизолятора может быть выбрана в виде кольца, прямоугольника с круглым или квадратным отверстием и т.п., обеспечивая требования устойчивости.

После уточнения размеров виброизоляторов и марки резины проверяется требуемая эффективность виброизоляции

$$K = \frac{ES}{H_p} \leq K_{TP} \quad (4.8)$$

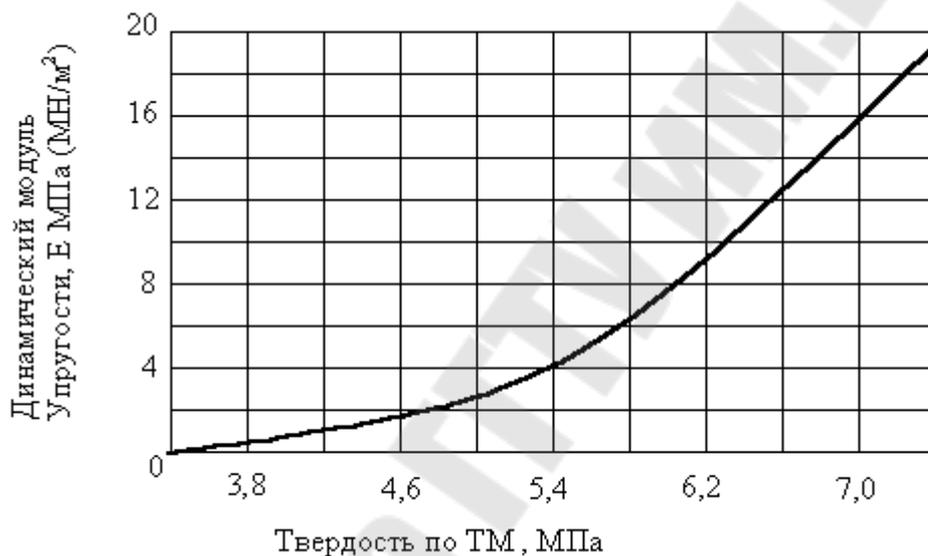


Рисунок 4.2 - Динамический модуль упругости резины

2.3.2 Расчет пружинных виброизоляторов

Пружинные виброизоляторы, работающие на сжатие, следует подбирать, руководствуясь таблицей 4.3.

Подбор пружин производится в следующей последовательности. Определяется расчетная максимальная нагрузка на виброизоляторы.

$$P_{расч. max} = P_{СТ} + 1,5 \frac{\omega^2}{10g} A_y P_{СТ}, Н, \quad (4.9)$$

где P_{CT} - общий вес установки, Н; $\omega = 2\pi f$ - круговая частота вынужденных колебаний; A_y - максимально допустимая амплитуда смещения установки, м.

Приняв определенный тип пружины с известной максимальной рабочей нагрузкой P_1 , определяется их количество

$$n = \frac{P_{расч.мах}}{P_{1,мах}} \quad (4.10)$$

При этом должны соблюдаться условия:

$$P_{1мах} \geq \frac{P_{расч.мах}}{n} \quad и \quad K_1 \leq \frac{K_{ТР}}{n} \quad (4.11)$$

где K_1 – жесткость одной пружины в продольном направлении;

$K_{ТР}$ – суммарная требуемая жесткость всех виброизоляторов, н/м.

Как правило, виброизоляторы располагаются симметрично относительно центра установки в четырех точках.

Таблица 4.3 – Пружинные виброизоляторы

Величина	Единица измерения	Пружины			
		ДС-38	ДС-39	ДС-40	ДС-41
Максимальная рабочая нагрузка на пружину	Н	120	220	340	550
Собственная частота вертикальных колебаний установки при максимальной рабочей нагрузке	Гц	3	2,7	2,5	2,4
Жесткость пружины в продольном направлении	Н/м	4600 0,003	6200 0,004	8300 0,005	12600 0,006
Диаметр проволоки	м	0,03	0,04	0,05	0,054
Диаметр пружины	м				
Высота пружины в ненагруженном состоянии, Н	м	0,065 6,5	0,084 6,5	0,102 6,5	0,114 6,5
Число рабочих витков	шт	0,068	0,088	0,107	0,123
Полная высота пружины в ненагруженном состоянии, H_0	м				

3 ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

В зависимости от цели изучения, измерение вибрации может производиться с помощью механических, оптических или электрических приборов. Для гигиенической оценки вибрации рабочих мест наиболее широкое распространение получили электрические приборы, в основу устройства которых положен общий принцип – механические величины, характеризующие колебательное движение, преобразуются в электрические, которые затем измеряются или регистрируются самопишущими приборами. Локальная вибрация определяется в точках соприкосновения рук человека с органами управления механизмов и инструментов в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, при этом одна из осей должна совпадать с направлением ожидаемых максимальных колебаний. При оценке вибрации принимаются максимальные значения при измерении.

3.1 Для изучения вибрации и эффективности виброизоляции применяют экспериментальную установку (рисунок 4.2), в которой объектом исследования является источник колебаний - вентилятор III, установленный на резиновых виброизоляторах IV или без них.

Частота вращения лопастей вентилятора регулируется. В качестве измерительного прибора при измерении виброскорости, виброускорения и уровней виброскорости в октавных полосах частот используется I – измеритель ВШВ – 003 и II- вибропреобразователь ДН-3 (см. рисунок 4.2). При измерении виброперемещения вместо них используется I- виброметр ВИП-2 и II- вибропреобразователь Д21А.

В измерителе ВШВ-003 производится преобразование звуковых и механических колебаний исследуемых объектов в пропорциональные им электрические сигналы, которые затем усиливаются и измеряются с помощью прибора измерительного.

Электрические сигналы, снимаемые с вибропреобразователя ДН-3, пропорциональны виброускорению колеблющегося объекта. При измерении виброскорости эти сигналы преобразуются интегрирующим устройством расположенным в приборе измерительном.

Органы управления прибора измерительного и их размещение приведены на рисунке 4.3 и в подрисуночной подписи.

Виброметр ВИП-2 имеет рабочий диапазон частот 10-1000 Гц, измеряет виброскорости в пределах 0,1-100 мм/с и виброперемещения в пределах 2-1000мкм. На лицевой панели виброметра ВИП-2 расположен стрелочный показывающий прибор и переключатели:

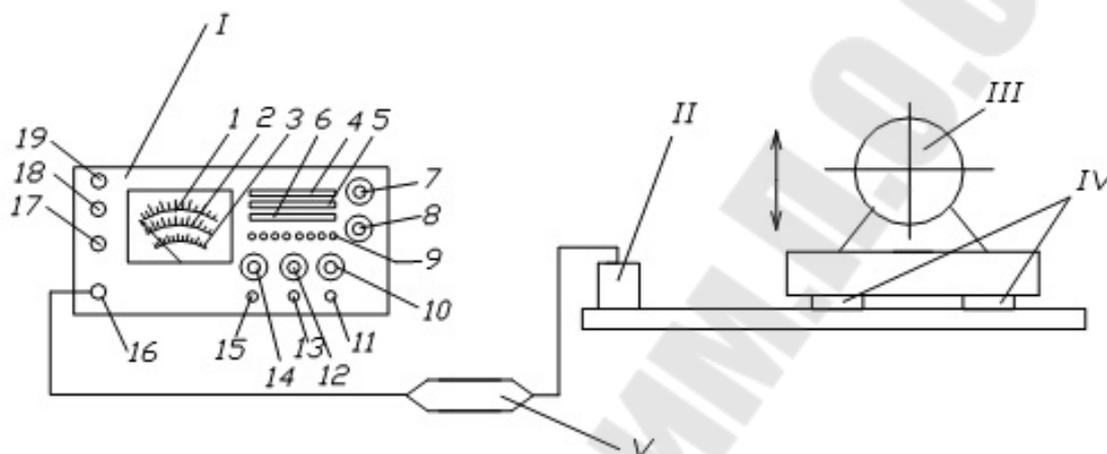


Рисунок 4.2 Схема экспериментальной установки:

I – Измеритель ВШВ-003; II – вибропреобразователь ДН-3; III – источник вибрации; IV – виброизоляторы; V – предусилитель ПМ –3.

1 – шкала 0..10 стрелочного прибора при использовании показателей предела на шкалах 5 или 6 кратных 10;

2 – шкала 0..31,6 стрелочного прибора при использовании показателей предела на шкалах 5 или 6 кратных 3;

3 – шкала отклонений уровней виброскорости или уровней звукового давления в дБ от предельного значения шкалы 4;

4 – шкала: 20,30..130 дБ – для отсчета совместно со стрелочным прибором по шкале 3 уровней виброскорости и уровней звукового давления в дБ;

5 – шкала: $3 \cdot 10^{-3} \dots 10^3 \text{ mS}^{-2}$ – для выбора предела шкалы стрелочного прибора при измерении виброускорения в m c^{-2} .

6 – шкала $0,03 \dots 10^4 \text{ mmS}^{-1}$ – для выбора предела шкалы стрелочного прибора при измерении виброскорости в mm c^{-1} ;

7 – переключатель РОД РАБОТЫ – для контроля батарей, подключения временных характеристик F или S и для отключения прибора измерительного;

8 – переключатель ФИЛЬТРЫ – для подключения частотных характеристик А,В,С,ЛИН;

- 9 – двенадцать светодиодов, расположенных под шкалами 4,5 и 6 – для выбора конкретного числового значения измеряемой величины против светящегося в данный момент светодиода;
- 10- переключатель ФИЛЬТРЫ ОКТАВНЫЕ – для подключения одного из десяти октавных фильтров от 16 до 8000 Гц;
- 11 – кнопка ФИЛЬТРЫ ОКТАВНЫЕ, Hz - для включения октавных фильтров;
- 12, 14 – переключатель I – II – ДЕЛИТЕЛЬ дБ – для уменьшения измеряемого сигнала и обеспечения нормальной работы узлов прибора измерительного;
- 13 – кнопка 1 кHz – для включения фильтра нижних частот с частотой среза 1 кГц;
- 15 – кнопка V – для включения интегратора при измерении виброскорости;
- 16 – гнездо для подключения датчиков;
- 17 – гнездо 50 mV – для подачи калибровочного сигнала на вход предусилителя;
- 18 – кнопка КАЛИБР – для включения калибровочного генератора;
- 19 – потенциометр для регулировки коэффициента передачи при калибровке измерителя ВШВ – 003.

РОД РАБОТЫ И ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕРЕНИЯ

На корпусе установлен входной разъем для подключения вибропреобразователя Д21А и разъем ВЫХОД для подключения осциллографа.

Переключатель РОД РАБОТЫ имеет следующие положения:
ОТКЛ – питание прибора отключено;

КОНТР. ПИТАНИЯ – контролируется наличие и величина питающего напряжения; $\frac{mm}{s}$ - положение, при котором измеряется действующее значение виброскорости в мм/с; *mm* - положение, при котором измеряется размах виброперемещения в мкм.

Верхние цифры (1,3,10,30,100) относящиеся к переключателю ПРЕДЕЛЫ измерения, обозначают предельные числовые отметки шкалы показывающего прибора в мм/с при измерении виброскорости.

Нижние цифры (10,30,100,300,1000)-предельные цифровые отметки шкалы показывающего прибора в мкм при измерении размаха виброперемещения.

4 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

К работе на экспериментальной установке и с измерительной аппаратурой допускаются лица, прошедшие инструктаж по безопасному выполнению работ в лаборатории «Охрана труда».

Экспериментальная часть работы выполняется после проверки знания студентами экспериментальной установки.

Экспериментальная установка и измерительная аппаратура должны быть заземлены. Устранение неисправностей в электрической цепи установки и аппаратуры производится сотрудниками кафедры, имеющими III группу по электробезопасности с соблюдением мер безопасности, предусмотренных в паспортах.

Запрещается находиться в плоскости вращения лопастей вентилятора.

5 ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

5.1 Ознакомиться с общими сведениями о вибрации, передающейся на работающих, и ее нормированием.

5.2 Ознакомиться с экспериментальной установкой и изучить методику измерения вибрации.

5.3 Определить собственную частоту колебаний установки экспериментально. Это делают таким образом. Изменяя число оборотов лопастей вентилятора, установленного на аппаратуре, находят резонансный режим. Получив резонансный режим (вентилятор совершает более интенсивные вертикальные колебания), определяют необходимую частоту вращения двигателя N_z^{ε} об/мин (индекс ε – означает эксперимент, индекс z – резонансное число оборотов).

Подсчитать собственную (резонансную) частоту f_z^{ε} по формуле

$$f_z^{\varepsilon} = \frac{N_z^{\varepsilon}}{60}, \text{ Гц}, \quad (4.12)$$

где N_z^{ε} – частота вращения электродвигателя во время эксперимента, об/мин.

Затем производят вычисление собственной частоты колебаний установки по формуле:

$$f_z = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\delta_{ст}}}, \text{ Гц} \quad (4.13)$$

где ω_n - круговая частота возмущающей силы, рад/с;

g – ускорение свободного падения, см/с²;

$\delta_{ст}$ - статическая осадка виброизоляторов установки под действием собственной массы, см.

Приняв, например, статическую осадку виброизоляторов $\delta_{ст}=0,18$ см, частоту собственных колебаний можно определить по графику (рисунок 4.1).

Результаты расчетов f_z^3 и f_z занести в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 - Результаты расчета и эксперимента

№ ПП	Расчетные данные		Экспериментальные данные	
	$\delta_{ст}, \text{М}$	$f_z = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\delta_{ст}}}, \text{Гц}$	$N_z^3, \text{об/мин}$	$f_z^3 = \frac{N_z^3}{60}, \text{Гц}$

5.4 По условию $f > f_{эф} = f_z \sqrt{2}$ определить диапазон частоты вращения электродвигателя, где сказывается, а по условию $f < f_{эф}$ определить диапазон, где не сказывается эффект виброизоляции на установке (в первом случае соответственно $N > N_{эф} = 60 f_{эф}$, во втором - $N < N_{эф}$ результаты занести в таблицу 4.5.

Таблица 4.5 - Результаты расчета

№ ПП	Диапазон частот вращения, в котором изучали вибрацию			
	дает эффект виброизоляция		не дает эффект виброизоляция	
	$N > N_{эф} = 60 \cdot f;$ об/мин	$f > f_{эф} = f_z \sqrt{2}$ Гц	$N < N_{эф};$ об/мин	$f < f_{эф}$ Гц

5.5 Определить амплитуду установки с помощью виброметра ВИП-2 и вибропреобразователя Д21А. Вначале определяют нормальность питания прибора. Для этого переключатель пределов измерения устанавливают в положение $\frac{100}{1000}$, а переключатель рода работы – контроль питания. Если стрелка показывающего прибора

устанавливается левее отметки 7, то надо усилить или заменить питание.

При измерении амплитуды виброперемещения переключатель рода работы устанавливают в положение μm и производится измерение, подбирая переключателем пределов измерения необходимый предел.

Измерение амплитуды виброперемещения ведут при числе оборотов вентилятора $N=1450$ об/мин, измерения проводят с виброизоляцией и без нее.

Полученные данные занести в таблицу 4.6.

Таблица 4.6 - Результаты эксперимента и нормативные данные

Условия опыта	Параметры вибрации					
	Число оборотов N , об/мин	Частота f , Гц	Амплитуда A , мкм	Виброскорость V , мм/с	Виброускорение A , м/с ²	Уровень виброскорости и $L_{Vобщ}$, дБ
Нормируемые значения						
Без виброизоляции						
Виброизоляция						

5.6 Определить виброскорость, виброускорение и уровень виброскорости с помощью измерителя ВШВ-003 и вибропреобразователя ДН-3.

Для этого необходимо вначале произвести электрическую калибровку

ВШВ-003. Предусилитель ПМ-3 с переходником и кабелем соединить с разъемом прибора измерительного, а вход переходника - с гнездом 50 mV прибора измерительного.

Переключатели прибора измерительного устанавливаются в положения:

ДЕЛИТЕЛЬ, dV1-40;

ДЕЛИТЕЛЬ, dV2-50;

ФИЛЬТРЫ - ЛИН;

РОД РАБОТЫ – F или S.

Нажмите кнопку КАЛИБР и после 2 мин установите потенциометром

▷ стрелку шкалы 0-10 до значения 5,0.

Для остальных измерений вибропреобразователь ДН-3 установить на исследуемом объекте и соединить на со входом переходника, который соединить с предусилителем ПМ-3.

Перед измерением виброускорения переключатели прибора измерительного установить в положения:

ДЕЛИТЕЛЬ, dV1-80;

ДЕЛИТЕЛЬ, dV2-50;

ФИЛЬТРЫ - ЛИН;

РОД РАБОТЫ – S.

Кнопки V и 1kHz отключить.

В таком положении переключателей если, например, загорается светодиод против цифры 10^3 ms^{-2} , следовательно отсчет производят по шкале 0-10 с учетом масштаба, т.е. 0-1000 ms^{-2} . При положении стрелки показывающего прибора на цифре 8 ускорение будет равно 800 ms^{-2} . При работе сначала переключают ДЕЛИТЕЛЬ, dV1, а затем ДЕЛИТЕЛЬ, dV2. Индикация указывает на масштаб и выбор шкал (0-10) или (0-31,6). При использовании щупа нажимают кнопку 1kHz.

Для измерения виброскорости переключатель ДЕЛИТЕЛЬ, dV1 оставляют в том положении, который был при измерении виброускорения. Нажимают кнопку V и переключателем ДЕЛИТЕЛЬ, dV2 добиваются отклонения стрелки показывающего прибора в сектор 0-10 шкалы. По светящемуся светодиоду определяют шкалу отсчета виброскорости.

Например, светодиод горит против цифры 0,3 по шкале $\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$. Это означает, что при положении стрелки показывающего прибора на отметке 2 шкалы 0-31,6, значение виброскорости будет равно 0,2 $\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$.

Для измерения уровня виброскорости в децибелах следует сложить показание светодиода по шкале dV M101 с показанием

показывающего прибора по шкале $-\infty \div 10dB$ и к результату прибавить 26 дБ.

Результаты измерений занести в таблицу 4.6.

5.7 произвести измерения уровня виброскорости в октавных полосах частот.

Для этого переключатель ДЕЛИТЕЛЬ, dB1 оставить в положении, выбранном при измерении виброускорения, установить переключателем ФИЛЬТРЫ ОКТАВНЫЕ, Hz необходимый октавный фильтр и нажать кнопку ФИЛЬТРЫ ОКТАВНЫЕ, Hz.

Пользуясь переключателем ДЕЛИТЕЛЬ, dB2 произвести все действия, как при измерении уровня виброскорости в децибелах. Результаты измерений занести в таблицу 4.7.

5.8 Определить эффективность виброизоляции.

Вычислить эффективность виброизоляции расчетным путем: а) по формуле $f_z = \frac{\omega_z}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\delta_{cm}}}$ вычислить собственную (резонансную) частоту колебаний экспериментальной установки и резонансную частоту вращения $N_z = 60f_z$ (осадка виброизоляторов $\delta_{cm} = 0,18$ см);

б) определить основную частоту возмущающих сил от небаланса $f = N_{раб} / 60$, где $N_{раб}$ - рабочая частота вращения электродвигателя установки, которую следует принять равной 1450 об/мин.

в) по формуле $KП = \frac{F_{cp}}{F} = \frac{a_{cp}}{a} = \frac{1}{\left(\frac{f}{f_z}\right)^2 - 1}$ где $f = \frac{\omega}{2\pi}$ - частота

возмущающей силы; f_z - собственная частота колебаний экспериментальной установки; вычислить коэффициент передачи.

г) по формуле $ВИ = 20 \lg\left(\frac{1}{KП}\right) = 20 \lg\left[\left(\frac{f}{f_z}\right)^2 - 1\right]$ рассчитать величину

виброизоляции (ВИ) в децибелах. Полученные данные занести в таблицу 4.8.

Таблица 4.7 - Нормативные и экспериментальные значения уровня виброскорости октавных полосах частот

Условия опыта	Уровень виброскорости L_V в дБ в октавных частотах, Гц		
	16	31,5	63
Нормируемые значения			
Без виброизоляции			
Виброизоляция			

Таблица 4.8- Результаты эксперимента и расчета

№№ ПП	Расчетные данные				Экспериментальные данные		
	f_z , Гц	f , Гц	$KП = \frac{1}{\left(\frac{f}{f_z}\right)^2 - 1}$	$ВИ = 20 \lg \frac{1}{KП}$, дБ	$L_{V_{общ.1}}$, дБ	$L_{V_{общ.2}}$, дБ	$ВИ = L_{V_{общ.1}} - L_{V_{общ.2}}$, дБ

По формуле $ВИ = L_{V1} - L_{V2}$, где L_{V1} - уровень виброскорости без виброизоляции, L_{V2} - уровень виброскорости с виброизоляцией, вычислить величину виброизоляции для общих и октавных уровней вибрации и сравнить с расчетной величиной виброизоляции, дать заключение о ее эффективности. Данные занести в таблицу 4.8.

5.9 По результатам сравнения измеренных и допустимых значений уровней виброскорости произвести гигиеническую оценку вибрации.

5.10 используя результаты измерений по заданию преподавателя, произвести расчет виброизоляции.

Принимая максимальное значение уровня виброскорости L_{Vmax} , замеренное на вибростенде, за уровень вибрации установки L_V , определить требуемую эффективность виброизоляции ΔL_{TP} по формуле

$$\Delta L_{TP} = L_V - L_{Vдоо}, \text{ дБ}, \quad (4.14)$$

где $L_{Vдоо}$ - допустимый уровень виброскорости, принимаемый по таблице 4.2.

Используя график на рисунке 4.1. определить необходимую частоту собственных колебаний f_z . Принимая определенное значение массы установки (по указанию преподавателя), определить суммарную жесткость виброизоляторов по формуле 4.2.

Расчет виброизоляторов производится по методикам, изложенным в разделе 2.3.1 и 2.3.2.

5.11 Оформить и защитить отчет по работе.

6 ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать:

- 6.1 Сведения о вибрации и ее гигиенической оценке.
- 6.2 Схему экспериментальной установки.
- 6.3 Краткое содержание методики, результаты измерений и расчетов вибраций.
- 6.4 Расчет виброизоляции.

7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Общие и теоретические сведения по вибрации.
2. Общие и теоретические сведения по уменьшению вредного воздействия вибрации.
3. Расчет виброизоляторов
4. Расчет резиновых виброизоляторов.
5. Расчет пружинных виброизоляторов.
6. Лабораторная установка для исследования вибрации.
7. Виброметр ВИП-2 и измеритель ВШВ-003.
8. Оценка уровня вибрации установки.
9. Оценка параметров вибрации установки.
10. Эффективность виброизоляции экспериментальной установки.

8 ЛИТЕРАТУРА

1. Лабораторный практикум по охране труда. Под ред. Н.Д. Золотницкого: -М.: Высшая школа, 1979
2. Лабораторный практикум по курсу «Охрана труда», БПИ, Минск, 1981.
3. Михнюк Т.Ф. Безопасность жизнедеятельности – Мн.: Дизайн и ПРО, 1998.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НИМ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- 1.1. Ознакомление с нормативными требованиями по ограничению шума в производственных помещениях.
- 1.2. Изучение приборов и методики измерения шума.
- 1.3. Определение эффективности, некоторых, мероприятий по снижению шума.

2. ОБЩИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Шум – совокупность звуков, различных по частоте и силе. Возникает шум при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах. С физической стороны шум характеризуется частотой колебаний, звуковым давлением, интенсивностью и силой звука. Ухо человека воспринимает звуковые колебания в воздухе в пределах от 16 до 20000 Гц. Колебания с частотой ниже 16 Гц называют инфразвуковыми, а свыше 20000 Гц – ультразвуковыми. Инфразвук и ультразвук не вызывают слуховых ощущений, но оказывают биологическое действие на организм человека.

Шум является общебиологическим раздражителем. Действуя на нервную систему, он оказывает влияние на весь организм. Под влиянием шума притупляется острота зрения, изменяются ритмы дыхания и сердечной деятельности, повышается кровяное давление, изменяется объем внутренних органов.

Длительное пребывание человека в шумном помещении вызывает снижение слуховой чувствительности, приводя к тугоухости, а иногда и к глухоте.

Воздействуя на кору головного мозга, шум оказывает раздражающее действие, ускоряет процесс утомления, ослабляет внимание и замедляет психические реакции. Поэтому сильный шум в производственных условиях способствует возникновению несчастных случаев, ведет к снижению производительности труда.

Гигиенической характеристикой шума, определяющей его воздействие на человека, является уровень звукового давления, величина которого выражается формулой

$$L = 20 \cdot \lg \frac{P}{P_0}, \text{ дБ}, \quad (5.1)$$

где P – звуковое давление, создаваемое источником звука, Па;

P_0 – пороговое звуковое давление ($P_0=2 \cdot 10^{-5}$ Па).

При нормировании шума весь слышимый диапазон звуковых колебаний по частоте разбивается на отдельные полосы, каждая из которых характеризуется граничными частотами (f_1) – нижняя и (f_2) – верхняя граничные частоты и средней частотой (f). За ширину полосы принята октава, т.е. интервал частот, в котором высшая частота в два раза больше нижней f_1 , т.е. $\frac{f_2}{f_1} = 2$. За среднюю частоту октавной полосы принимают среднегеометрическую частоту, определяемую по формуле:

$$f = \sqrt{f_1 \cdot f_2}, \text{ Гц} \quad (5.2)$$

При нормировании шума устанавливаются допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц при непрерывном действии шума не менее четырех часов за рабочую смену. Кроме того, для ориентировочной оценки за характеристику постоянного шума на рабочем месте допускается принимать эквивалентный уровень звука в дБА, измеряемый по шкале «А» шумомера.

Допускается в качестве характеристики непостоянного шума использовать дозу шума или относительную дозу шума.

Дополнительно для колеблющегося и прерывистого шума ограничивают максимальные уровни в дБА, измеренные на временной характеристике «медленно» (≤ 110 дБА), а для длинного импульсного шума – максимальный уровень звука в дБА, измеренный на временной характеристике «импульс» (≤ 125 дБА).

Допустимые уровни для некоторых производств и для жилой зоны представлены соответственно в таблице 5.1 – 5.4.

Таблица 5.1 -Допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий.

№ п/п	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование, проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность; рабочие места в помещениях – дирекции, проектно-конструкторское бюро; расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2	Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность, измерительные и аналитические работы в лаборатории: рабочие места в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещений, лабораториях.	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3	Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами; работа, требующая постоянного слухового контроля; операторская работа по точному графику с инструкцией; диспетчерская работа; рабочие места в помещениях диспетчерской службы, кабинетах и помещениях наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону, машинописных бюро, на участках точной сборки, на телефонных и телеграфных станциях, в помещениях мастеров, в залах обработки информации на вычислительных машинах.	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

4	Работа, требующая сосредоточенности; работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами; рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону, в помещениях лабораторий с шумным оборудованием, в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5	Выполнение всех видов работ (за исключением перечисленных в п.п. 1-4 и аналогичных им) на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Таблица 5.2 - Допустимые уровни звука

Назначение района застройки, территорий	Допустимые уровни звука L, дБА $A_{эке. доп.}$	
	от 7 до 23 ч	с 23 до 7 ч
Курортные и лечебно-оздоровительные районы (зоны).	40	30
Территории больниц и санаториев (вне курортных районов)	45	35
Территории и зоны массового отдыха (вне курортных районов)	50	-
Новый проектируемый жилой район города (населенного пункта)	55	45
Реконструируемый жилой район, жилой район города (населенный пункт), со сложившейся застройкой	60	50
Промышленные районы или зоны, включающие жилую застройку	65	55

Таблица 5.3 - Допустимые уровни звука

Назначение района застройки, территорий	Допустимые уровни звука L, дБА	
	$A_{эке. доп.}$	
	от 7 до 23 ч	с 23 до 7 ч
Лечебно-оздоровительные учреждения		
Палаты больниц, санаториев, операционные больницы	35	25
Кабинеты врачей больниц, санаториев, поликлиник, провизорские аптек	35	35
Территории больниц и санаториев	45	35
Жилые помещения домов отдыха и пансионатов	40	30
Жилые здания		
Жилые комнаты квартир	40	30
Жилые комнаты в общежитиях и гостиницах	45	35
Территории жилой застройки в 2-х м от здания	55	45
Места отдыха		
Площади отдыха в микрорайоне, сады, парки (зоны тихого отдыха)	45	-
Детские дошкольные и школьные учреждения		
Спальные помещения в детских дошкольных учреждениях и школах-интернатах	40	30
Классы в школах	40	-
Игровые площадки детских дошкольных учреждений	45	-
Пришкольные участки	50	-
Зрелищные учреждения		
Зрительные залы концертных залов и театров	35	-
Зрительные залы кинотеатров	40	-
Фойе театров и кинотеатров	55	-
Летние кинотеатры	45	-
Спортивные сооружения в микрорайонах и парках		
Спортивные площадки	55	-
Спортивные залы	50	-
Стадионы	60	-
Учебные заведения, проектные и научно-исследовательские учреждения, административные здания		
Конференц-залы, аудитории	40	-
Помещения управлений и конструкторских бюро в административных зданиях	50	-
Учреждения торговли и общественного питания		
Залы кафе, ресторанов, столовых	55	-
Торговые залы магазинов, летние кафе	60	-
Учреждения обслуживающего назначения		
Приемные пункты предприятий бытового обслуживания, парикмахерские	60	-

Примечания: 1. В зависимости от условий и места расположения объекта в нормативные показатели таблицы следует вносить поправки: курортный район – 5 дБА; новый проектируемый городской или жилой район $\pm 0,5$ дБА; жилая застройка, расположенная в существующей (сложившейся) застройке +5 дБА.

2. Эквивалентные уровни, дБА, для шума, создаваемого средствами транспорта (автомобильного, железнодорожного, воздушного) в 2 м от ограждающих конструкций зданий, обращенных в сторону источников шума, допускается принимать на 10 дБА выше уровней звука, указанных в таблице (для жилых зданий).

При суммарной длительности воздействия шума в течение рабочего дня менее четырех часов к допустимым уровням звукового давления на постоянных рабочих местах вводятся поправки в дБ и дБА, указанные в таблице 5.4.

Наиболее эффективными методами борьбы с шумом в производственных условиях является звукопоглощение и звукоизоляция.

Для уменьшения звука в производственном помещении путем звукопоглощения используют различные шумопоглощающие панели, которыми облицовываются потолки и стены помещений. Процесс поглощения звука в материале происходит за счет перехода звуковой энергии в тепловую в результате вязкого трения воздуха в порах материала. Характеризуется звукопоглощение коэффициентом звукопоглощения, т.е. отношением звуковой энергии, поглощенной материалом, к энергии, падающей на материал.

Эффективность звукопоглощения облицовок (в зоне отраженного звука) определяется по формуле

$$\Delta L_{обл} = 10 \cdot \lg \frac{\alpha_2 \cdot S_{обл} + \alpha_1 \cdot (S_1 - S_{обл})}{\alpha_1 \cdot S_1}, \text{ дБ}, \quad (5.3)$$

где α_1 - коэффициент звукопоглощения необлицованных поверхностей помещения ;

α_2 - коэффициент звукопоглощения облицовки;

S_1 - площадь поверхности помещения, м²;

$S_{обл}$ - площадь облицованной поверхности помещения, м².

Таблица 5.4 - Поправки к октавным уровням звукового давления и уровням звука.

Суммарная длительность за смену /рабочий день/	Характер шума	
	Широкополосный	Тональный
От 4 до 8 часов	0	-5
От 1 до 4 часов	6	1
От 1/4 до 1 часа	12	7
От 5 до 15 минут	18	13
Менее 5 минут	24	19

Сущность звукоизоляции ограждения, используемого для борьбы с шумом, состоит в том, что большая часть падающей звуковой энергии отражается от преграды и лишь незначительная ее часть проникает за ограждение. Эффективность использования ограждения определяется по формуле

$$R = 20 \cdot \lg(m \cdot f) - 47,5 \text{ дБ}, \quad (5.4)$$

где m - масса 1 м² ограждения, кг;
 f - частота звука, Гц;

На производстве в качестве звукоизолирующих преград используются акустические экраны, кожухи, кабины.

Эффективность использования кожуха определяется по формуле

$$\Delta L_{\text{кож}} = 20 \cdot \lg(G \cdot f) - 47,5 + 10 \cdot \lg \alpha, \text{ дБ}, \quad (5.5)$$

где α - коэффициент звукопоглощения материала, нанесенного на внутреннюю поверхность кожуха.

3. ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

3.1. Акустическая камера 1, имитирующая производственное помещение, представляет собой деревянный ящик размером 1,2×0,6×0,6 м с откидной крышкой (рисунок 5.1). Источником шума 2 является динамик, который воспроизводит с магнитофона запись постоянного производственного шума (могут быть и другие источники шума). Для измерения шума в камере установлен микрофон 3, соединенный с 4 - измерителем шума и вибрации ВШВ-003.

Звукоизолирующий кожух 5 (рисунок 5.1) выполнен из ДСП. Звукопоглощающая облицовка плит выполнена в виде щитов, которые устанавливаются по стенкам и потолку камеры 6 (рисунок 5.2). звукоизолирующая перегородка 5 (рисунок 5.3) представляет собой пластину из листовой стали, которая разделяет акустическую камеру на две части, изолируя источник шума от микрофона.

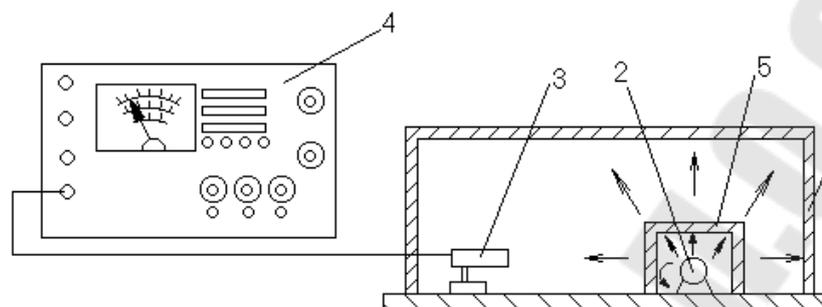


Рисунок 5.1 - Схема измерения шума в акустической камере при установке звукоизолирующего кожуха: 1 – акустическая камера; 2 – источник шума; 3 – микрофон; 4 – измерительный прибор ВШВ-003; 5 – звукоизолирующий кожух.

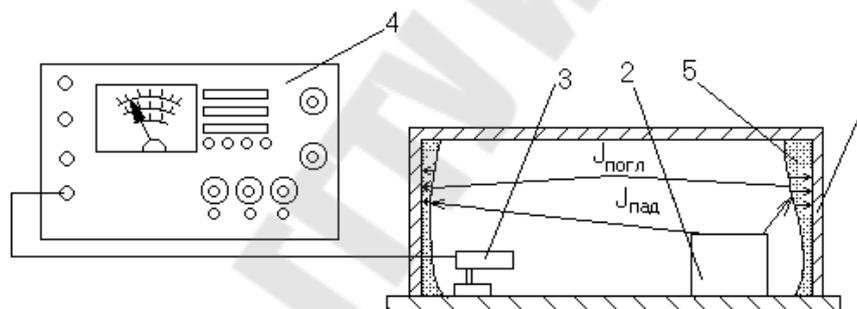


Рисунок 5.2 - Схема распространения шума в акустической камере при установке звукопоглощающей облицовки: 1 – акустическая камера; 2 – источник шума; 3 – микрофон; 4 – измерительный прибор ВШВ-003; 5 – звукопоглощающая облицовка.

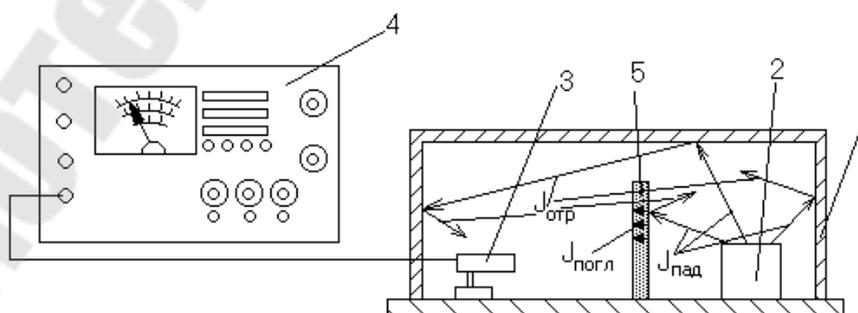


Рисунок 5.3 - Схема распространения звука в акустической камере при установке звукоизолирующей перегородки: 1 – акустическая камера; 2 – источник шума; 3 – микрофон; 4 – измерительный прибор ВШВ-3; 5 – звукоизолирующая перегородка.

3.2. Для измерения шума в производственных условиях применяют шумомеры, анализаторы шума, измерители вибрации и шума.

Измерительный прибор ВШВ-003, применяемый также в лабораторной работе №4, обеспечивает измерение и частотный анализ параметров шума и вибрации. Устройство прибора описано в работе №4.

В качестве преобразователя звуковых колебаний в электрические используется микрофонный капсюль М101.

Перед началом работы включите ВШВ-003 переключателем РОД РАБОТЫ, установите его —|— в положение и проконтролируйте напряжение питания. Стрелка показывающего прибора должна находиться в пределах от 7 до 10 шкалы $-\infty \div 10\text{dB}$. О наличии питания свидетельствует также свечение одного из светодиодов.

Соедините капсюль М101 с предусилителем ПМ-3 и соедините предусилитель с ⊕ разъемом прибора измерительного. Переключатели прибора измерительного установите в положения:

ДЕЛИТЕЛЬ, dB1 – 80;

ДЕЛИТЕЛЬ, dB2 – 50;

ФИЛЬТРЫ – лин;

РОД РАБОТЫ – F;

После двух минут самопрогрева можно производить измерения уровня звукового давления.

Если при измерении стрелка показывающего прибора находится в начале шкалы, ее выводят в сектор 0-10 шкалы децибел сначала переключателем ДЕЛИТЕЛЬ, dB1, а затем переключателем ДЕЛИТЕЛЬ, dB2. Если периодически загорается индикатор ПЕРЕГР, то переключите ДЕЛИТЕЛЬ, dB1 на более высокий уровень. При измерении низкочастотных составляющих звука могут возникнуть флуктуации (колебания) стрелки прибора, тогда переключатель РОД РАБОТЫ переводят из положения F в S.

Для определения результата измерения показания светового диода по шкале dB М10 на передней панели ВШВ-003 складывают с показанием стрелки по шкале децибел. Для измерения уровня звукового давления по шкале А переключатель ФИЛЬТРЫ устанавливается в положение А.

Измерение уровней звукового давления в октавных полосах проводится при положении переключателя ФИЛЬТРЫ в положении ЛИН.

После этого нужно нажать кнопку ФИЛЬТРЫ ОКТАВНЫЕ, N_z и переключателем ФИЛЬТРЫ ОКТАВНЫЕ, N_z включить необходимый октавный фильтр. Переключатель ДЕЛИТЕЛЬ, $dB1$ оставляют в том положении, которое он занимал при измерении общего уровня звукового давления на характеристике ЛИН, а переключателем ДЕЛИТЕЛЬ, $dB2$ стрелку показывающего прибора приводят в сектор 0-10 шкалы децибел.

4. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ.

При выполнении данной работы следует соблюдать правила безопасной работы с электроприборами, а именно: не допускается работа с приборами, у которых повреждена изоляция. При обнаружении неисправности электроприборов следует немедленно прекратить выполнение работ и сообщить об этом лаборанту или преподавателю.

5. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

5.1. Измерение уровня шума в акустической камере без использования средств шумоглушения.

Включить источник шума.

Включить ВШВ-003 и произвести измерения уровня звукового давления во всех октавных полосах частот, а также общий уровень шума по шкале «А».

Выключить ВШВ-003 и источник шума.

Полученные данные занести в таблицу 5.5. По данным измерения построить спектр шума и сравнить его с допустимыми значениями (рисунок 5.4). Вычислить значения требуемого снижения уровней звукового давления в октавных полосах частот и общего уровня звука. Занести полученные данные в таблицу 5.5. Сделать выводы о возможности работы при измеренном уровне шума.

5.2. Определение эффективности установки звукопоглощающей облицовки.

Открыть крышку камеры и, не меняя положения микрофона и источника шума, установить щиты из звукопоглощающего материала

по стенам и потолку камеры. Закрывать крышку камеры. Включить источник шума.

Включить ВШВ-003 и произвести измерение уровня звукового давления во всех октавных полосах частот, а также общий уровень шума по шкале «А».

Выключить ВШВ-003 и источник шума.

Результаты измерения занести в таблицу 5.5. По данным измерения построить спектр шума и сравнить его с допустимым (рисунок 5.4). По результатам измерения шума без звукопоглощающей облицовки и после ее установки определить эффективность использования звукопоглощающей облицовки, равную $L - L_{обл}$. Данные занести в таблицу 5.5.

По формуле (5.1) рассчитать эффективность использования звукопоглощающей облицовки ΔL . Полученные данные записать в таблицу 5.5. Сделать вывод по расчетным значениям ΔL и данным измерений.

5.3. Определение эффективности установки звукоизолирующего кожуха.

Открыть крышку камеры, надеть на источник шума звукопоглощающий кожух таким образом, чтобы он не касался источника шума. Закрывать крышку камеры.

Включить микрофон, ВШВ-003, произвести измерения уровня звукового давления в октавных полосах частот, общий уровень звука по шкале «А».

Выключить ВШВ-003 и источник шума, снять кожух, закрыть крышку камеры, результаты занести в таблицу 5.5. По данным измерений построить спектр шума и сравнить его с допустимым (рисунок 5.4). Определить эффективность установки кожуха, которая равна $L - L_K$. Данные расчета занести в таблицу 5.5.

По формуле (5.5) рассчитать эффективность установки кожуха ΔL_K . Полученные данные занести в таблицу 5.5. Сделать выводы по расчетным значениям ΔL_K и по данным измерений.

5.4. Определение эффективности установки звукоизолирующей перегородки.

Открыть крышку камеры и установить между источником шума и микрофоном звукоизолирующую перегородку, закрыть крышку камеры.

Включить источник шума, ВШВ-003 и произвести измерение уровня звукового давления во всех октавных полосах частот и также общий уровень шума по шкале «А».

Выключить ВШВ-003 и источник шума, вынуть звукоизолирующую перегородку, закрыть крышку камеры. Результаты измерений занести в таблицу 5.5. По данным измерений построить спектр шума и сравнить его с допускаемым (рисунок 5.4). Определить эффективность установки звукоизолирующей перегородки по формуле $L - L_{\text{ПЕР}}$. Данные занести в таблицу 5.5. По формуле (5.4) рассчитать эффективность установки звукоизолирующей перегородки. Полученные данные занести в таблицу 5.5. Сделать выводы по расчетным значениям $\Delta L_{\text{ПЕР}}$ и данным измерения.

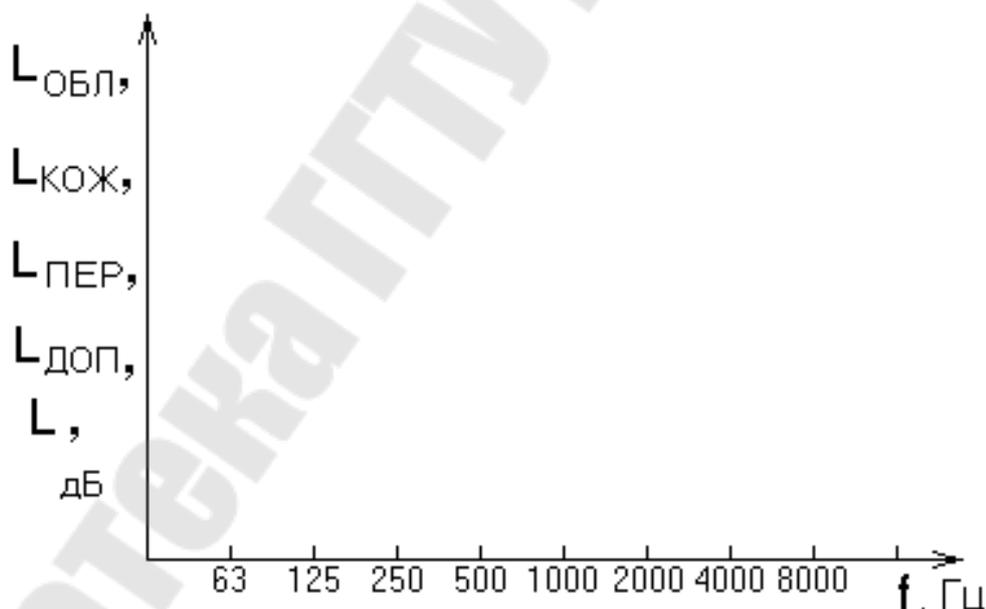


Рисунок 5.4 - Спектр шума в акустической камере без использования средств шумоглушения, после установки звукопоглощающей облицовки, изолирующего кожуха, звукоизолирующей перегородки и спектр допустимого уровня шума.

Таблица 5.5 – Результаты измерений

Параметры	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1. Измерение характеристики шума в камере без средств шумоглушения, L , дБ										
со звукопоглощающей облицовкой, $L_{ОБЛ}$, дБ										
со звукоизолирующим кожухом, $L_{КОЖ}$, дБ										
со звукоизолирующей перегородкой, $L_{ПЕР}$, дБ										
2. Нормируемые величины характеристик шума, $L_{ДОП}$, дБ										
3. $\Delta L = L - L_{ДОП}$, дБ										
4. Эффективность установки звукопоглощающей облицовки, $L - L_{ОБЛ}$, дБ										
Звукоизолирующего кожуха, $L - L_{КОЖ}$, дБ										
Звукоизолирующей перегородки, $L - L_{ПЕР}$, дБ										
5. Расчетное значение эффективности использования звукопоглощающей облицовки, $\Delta L_{ОБЛ}$, дБ										
звукопоглощающего кожуха, $\Delta L_{КОЖ}$, дБ										
звукопоглощающей перегородки, $\Delta L_{ПЕР}$, дБ										

6. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать: цель работы, схематические, общие и теоретические сведения. Результаты измерения характеристик шума без использования средств шумоглушения, при установке звукопоглощающих панелей, звукоизолирующего кожуха и звукоизолирующей перегородки; результаты расчетов; рисунки и таблицы; выводы по работе.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Общие и теоретические сведения по шуму и шумоглушению.
2. Лабораторная установка для измерения шумоглушения.
3. Приборы для измерения шума.
4. Оценка уровня шума лабораторной установки.
5. Оценка эффективности звукопоглощающей облицовки.
6. Оценка эффективности звукопоглощающего кожуха.
7. Оценка эффективности звукопоглощающей перегородки.

8. ЛИТЕРАТУРА

1. Михнюк Т.Ф. Безопасность жизнедеятельности. Мн. ДизайнПРО, 1998 г.

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ
И ГИГИЕНА ТРУДА, МЕДИКО-
ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
В ОРГАНИЗАЦИЯХ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО
КОМПЛЕКСА**

**ПРАКТИКУМ
по выполнению лабораторных работ
для слушателей специальности переподготовки
1-59 01 01 «Охрана труда в машиностроении
и приборостроении»
заочной формы обучения**

Составители: **Лепшая Наталья Агафоновна
Шишков Сергей Владимирович**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 17.04.19.

Рег. № 25Е.

<http://www.gstu.by>