

1050

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

Кафедра пожарной и промышленной безопасности

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

*Методические указания
к лабораторным занятиям
для бакалавров всех направлений*

Воронеж 2015

УДК 504.05-06(07)

ББК 26.23я73

Составители

Э.В. Соловьева, И.А. Иванова, В.Я. Манохин, Н.В. Заложных

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ : метод. указания к лабораторным занятиям / Воронежский ГАСУ ; сост.: Э.В. Соловьева, И.А. Иванова, В.Я. Манохин, Н.В. Заложных – Воронеж, 2015. – 34 с.

Приводится краткий теоретический материал, необходимый для выполнения лабораторных и практических заданий по дисциплине «Экология».

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавриата.

Табл. 22 . Библиогр.: 5 назв.

УДК 504.05-06(07)

ББК 26.23я73

*Печатается по решению учебно-методического совета
Воронежского ГАСУ*

Рецензент – А.И. Колосов, доцент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела Воронежского ГАСУ, к.т.н.

Введение

Окружающий мир оказывает на человека негативное влияние, которое отрицательно сказывается на здоровье и продолжительности жизни. Так сложившаяся экономическая ситуация в России привела к глубокому и длительному демографическому кризису. Общеизвестно, что продолжительность жизни людей во многом зависит от удовлетворения их естественных потребностей, качества среды обитания, условий труда и отдыха, качества медицинского обслуживания.

Взаимодействие человека с техносферой может быть комфортным, когда обеспечиваются оптимальные условия существования между людьми и средой обитания, а может быть опасным и даже чрезвычайно опасным, когда люди и окружающая среда могут подвергаться негативному воздействию опасных и вредных факторов, возникающих в результате их антропогенной деятельности. Негативные воздействия обусловлены влиянием постоянно увеличивающегося количества лимитов техносферы – машин, оборудования, сооружений, инженерных коммуникаций и др.

Антропогенная деятельность человека оказывает все большее и большее негативное воздействие на окружающую среду. Уже сейчас обозначились уже экологические проблемы. Большинству здравомыслящих людей стало понятно, что необходимо предпринимать какие-то конкретные действия для снижения антропогенной нагрузки.

Задача данных методических указаний: дать представление об опасностях современного мира и их негативном влиянии на человека и окружающую среду; сформировать критерии и методы оценки опасностей; описать источники и зоны влияния опасностей; дать базисные основы для анализа источников опасности и представления о путях и способах защиты человека и природы от опасностей.

ПРАВИЛА ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

1. Приборы и установки должны быть заземлены.
2. Рабочие места должны удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям электробезопасности и пожарной безопасности.
3. Выполняющие работу с реактивными порошками должны по окончании работы тщательно вымыть руки.
4. В случае ожога пораженное место следует смочить этиловым спиртом или раствором марганцовокислого калия и наложить повязку, а затем обратиться к врачу.
5. Приступать к проведению эксперимента можно после изучения методических указаний и получения разрешения преподавателя.
6. После окончания опытов необходимо ставить приборы на свое место.

7. В случае воспламенения горючей жидкости пламя следует гасить с помощью песка, при необходимости воспользоваться огнетушителем.

Оценка запыленности рабочих мест

1.1. Цель работы

Изучение методики анализа запыленности воздуха в воздухе производственных помещений.

1.2. Общие сведения

Твердые частицы вещества образуют с воздухом аэрозоли, которые делятся на пыль (размер твердых частиц более 1 мкм) и дым (менее 1 мкм).

Пыль - мелкодисперсные частицы твердых веществ, находящиеся в воздухе во взвешенном состоянии. В зависимости от размеров пылевые частицы подразделяются на макроскопические, или видимые (более 10 мкм), микроскопические (10-0,1 мкм), различаемые под микроскопом, ультраскопические (менее 0,1 мкм), обнаруживаемые только электронным микроскопом. Различают атмосферную и промышленную пыли.

Пыль образуется на производстве в результате механического воздействия рабочих органов машин на перерабатываемые материалы (при дроблении и размоле твердых веществ, при просеивании и транспортировке сыпучих материалов, приготовлении формовочных земель, обработке изделий абразивными инструментами и т.д.). В условиях производства может возникать и вторичное пылеобразование, например, при уборке помещений, движении людей и т.п.

По характеру воздействия на организм человека пыль может быть раздражающей и токсичной. Раздражающие пыли вызывают раздражение слизистых оболочек дыхательных путей, оседают в легких, практически не попадая в круг кровообращения, вследствие плохой растворимости в биологических средах (крови, лимфе). К ним относятся пыли металлов (чугунная, железная, медная, алюминиевая и др.), минеральная пыль (асбестовая, кварцевая, угольная, наждачная), древесная, пластмассовая и др. Длительное вдыхание пыли может привести к хроническим заболеваниям легких — пневмокониозам, которые ведут к ограничению дыхательной поверхности легких и изменениям во всем организме человека. Наиболее тяжелым из них является силикоз, возникающий при попадании в легкие пыли, содержащей двуокись кремния.

Токсичные пыли свинца, ртути, мышьяка и т.п., растворяясь в биологических средах, действуют как введенный в организм яд и вызывают его отравление.

Вредное воздействие пыли на организм человека зависит от количества вдыхаемой пыли, от степени дисперсности, т.е. размеров пылинок, формы пылинок и от химического состава пыли.

Чем меньше пылинки, тем они опаснее для человека. Особенно опасны пылинки размером от 1 до 10 микрон, т.к. они могут глубоко проникать в легкие. Более крупные пылинки задерживаются слизистой оболочкой верхних дыхательных путей, а более мелкие — выдыхаются.

По форме наиболее опасны пылинки с острыми зазубренными краями и игольчатые (асбест, стекло и стекловолокно, металлы).

Пыль способна адсорбировать из воздуха некоторые ядовитые газы, благодаря чему нетоксичная пыль может стать токсичной, например, угольная пыль и сажа могут адсорбировать окись углерода.

Пыль может обладать электрическим зарядом, который облегчает ее осаждение в легкие, т.е. увеличивает количество задерживающейся в организме пыли.

Пыль может приводить к развитию профессиональных бронхитов, пневмоний, астмы. Под влиянием пыли развиваются конъюнктивиты, поражения кожи, шероховатости, шелушение, огрубление, угри, экземы, дерматиты и др. Систематическая работа в условиях воздействия пыли снижает защитные функции организма и тем самым предопределяет повышенную заболеваемость рабочих.

Кроме вредного действия на организм человека, пыль повышает износ оборудования (главным образом, трущихся частей), увеличивает брак продукции. При определенном содержании горючих пылей в воздухе могут образовываться взрыво- и пожароопасные смеси.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны нормируется. Нормы представляются в виде предельно допустимых концентраций (ПДК).

Предельно допустимой концентрацией (ПДК) называется такая концентрация данного вещества в воздухе производственных помещений, при которой не происходит изменений в организме (при 8- часовом рабочем дне) в течение многих лет.

Исследование пыли проводится следующими методами: весовым, счетным, фотометрическим и электрофотометрическим.

Весовой (гравиметрический) метод служит для определения веса пыли, содержащейся в единице объема воздуха, путем просасывания через специальный фильтр некоторого объема запыленного воздуха.

Счетный метод (кониметрический) служит для определения числа пылинок, находящихся в единице объема воздуха. Подсчет пылинок производится с помощью микроскопа, для чего пыль, содержащаяся в известном объеме воздуха, предварительно осаждается на предметное стекло, одновременно с подсчетом выявляются размер и форма пылинок.

Фотометрический метод основан на изменении интенсивности света, проходящего через запыленную среду.

Электрофотометрический метод основан на способности пылинок переносить электрические заряды и оседать на электроде.

В настоящей работе изучается весовой метод определения запыленности воздуха в рабочей зоне производственных помещений.

1.3. Приборы и оборудование

Лабораторная установка для контроля запыленности воздуха состоит из аспиратора Мигунова модели 822 (с аллонжем), пылевой камеры и вентилятора. Прибор позволяет отбирать две пробы на пыль со скоростью до 20 л/мин и две пробы на газы (пары) с объемной скоростью до 1 л/мин.

Аспиратор модели 822 (рис. П.1) состоит из электродвигателя переменного тока (100 Вт, 2800 об/мин), воздушного насоса малой мощности, четырех ротаметров для измерения скорости прохождения воздуха через фильтр.

На передней панели аспиратора расположены следующие детали: входная колодка (1), служащая для присоединения к прибору сетевого шнура; тумблер включения и выключения аппарата (2); гнездо предохранителя (3); предохранительный клапан, служащий для предотвращения перегрузки электродвигателя при отборе проб воздуха с малыми скоростями и облегчения запуска аппарата (4); штуцера для присоединения резиновых трубок с аллонжами (5); ротаметры, служащие для определения скорости прохождения воздуха отбираемой пробы (6). Два ротаметра (с делениями от 0 до 20 л/мин) - для отбора проб запыленного воздуха, а два других (с делениями от 0 до 1 л/мин) - для проведения газовых анализов. При помощи ручек вентиля ротаметров (7) производится регулировка скорости прохождения воздуха; 8 - клемма для заземления аппарата.

Аналитические весы позволяют измерять массу веществ до 1000 мг, через 0,05 мг. Левая чаша весов служит для размещения взвешиваемых веществ (у нас – фильтр). Две ручки с торцов внизу весов служат для включения подсветки шкалы и установки на арретире. Две ручки на правом торце вверху позволяют устанавливать разновесы, значения которых фиксируются в окошке на левой стороне весов; верхняя ручка измеряет миллиграммы, нижняя – их десятые и сотые доли. Ручкой верхнего левого торца весов настраивают четкость подсвечиваемой шкалы.

1.4. Порядок проведения работы

Поскольку пыль оказывает вредное действие на человека, необходимо осуществить контроль запыленности рабочих мест. Принцип контроля заключается в нахождении концентрации пыли в единице объема (например, мг/м³) и сравнении ее с ПДК. Отбор проб на пыль рекомендуется проводить 2-3 раза в смену на 20 – 40 % рабочих мест в зоне дыхания (1,5 м от пола) на расстоянии 15 – 30 см от головы работающего. В одной точке следует отбирать не менее 6 – 8 проб воздуха.

Порядок отбора проб на пыль:

1. Отсоединить aspirator от пылевой камеры.
2. Включить aspirator и ручкой вентиля отрегулировать необходимую объемную скорость отбора проб.
3. Взвесить фильтр на аналитических весах и вставить его в аллонж.
4. Аллонж подсоединить при помощи резиновых трубок к пылевой камере и aspiratorу.
5. Включить вентилятор в пылевой камере.
6. Включить aspirator и в течение 3-4 мин протягивать запыленный воздух через аллонж.
7. Выключить aspirator и вентилятор камеры, отсоединить аллонж и взвесить фильтр на аналитических весах.
8. По соответствующим приборам снять показания барометрического давления и температуры в месте отбора пробы.
9. По полученным данным определяют концентрацию пыли.

Расчет весовой концентрации пыли производится:

- a) содержание пыли в мг/м³ определить по формуле

$$Q_p = \frac{q_2 - q_1}{V_0}, \text{ мг/м}^3, \quad (1.1)$$

где Q_p - содержание пыли в воздухе, мг/м³;

q_1 - вес чистого фильтра, мг;

q_2 - вес фильтра с пылью, мг;

V_0 - объем воздуха, пропущенного aspiratorом через аллонж, приведенный к нормальным условиям, т.е. к такому объему, который он занимал бы при $T = 0^\circ$ и давлении $B = 101308$ Па. V_0 определяется по формуле

$$V_0 = \frac{V_t \cdot 273B}{(273 + T)101308}, \text{ м}^3, \quad (1.2)$$

где $V_t = V \cdot t \cdot 10^{-3}$ - объем воздуха, протянутого через аллонж при данной температуре T и давлении B , м³;

B - барометрическое давление, Па;

T - температура воздуха, °С;

V - скорость пропускания воздуха через аллонж, л/мин.

б) полученные данные занести в табл. 1.2 и обработать;

в) найти среднее значение (Q_{cp}):

$$Q_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_p}{n}, \quad (1.3)$$

где Q_p - результаты реальных измерений, мг/м³;

n - число измерений (не менее 6).

Затем рассчитать основной показатель \bar{Q} - результаты реальных измерений:

$$\bar{Q} = Q_{cp} + kS, \quad (1.4)$$

где k - коэффициент, устанавливаемый с учетом коэффициента Стьюдента и числа измерений. Для практической оценки можно рекомендовать следующие значения величин k в зависимости от количества измерений с учетом коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности 0,95 (табл.1.1.);

S - среднее квадратичное отклонение по формуле

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_p - Q_{cp})^2}{n-1}}. \quad (1.5)$$

г) заполнить табл. 2 и сделать выводы о соответствии или несоответствии фактического содержания пыли с ПДК. Значения ПДК даны в табл. 3;

д) при получении повышенных значений вредности разработать меры ликвидации запыленности, профилактики санитарно-гигиенических норм.

Таблица 1.1

Значения коэффициента K

n	6	8	10	12
k	1,05	0,85	0,72	0,62

Таблица 1.2

Результаты испытаний

Номер пробы	Наименование вредного вещества в помещении	Барометрическое давление В, Па	Температура воздуха Т, °С	Скорость пропускания воздуха, V, л/мин	Время отбора пробы t, мин	Объем воздуха, приведенный к нормальным условиям, V _н , м ³	Вес чистого фильтра q ₁ , мг	Вес фильтра с пылью q ₂ , мг	Содержание пыли Q _р , мг/м ³	Содержание пыли, мг/м ³	ПДК вредных, мг/м ³

Таблица 1.3

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Класс опасности
1. Силикатосодержащие пыли, силикаты, алюмосиликаты		
а) асбест природный и искусственный, смешанные асбестоприродные пыли при содержании в них асбеста более 10%	2	4
б) асбестоприродные пыли при содержании в них асбеста до 10%	4	3
в) цемент, оливин, апатит, глина, шамот каолиновый	6	4
г) силикаты стеклообразные вулканического происхождения (туфы, пемза, перлит)	4	3
2. Окись в виде аэрозоля дезинтеграции (глинозем, монокордит)	6	4
3. Окись железа с примесью окислов марганца до 3%	6	4
4. Известняк	6	4

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Класс опасности
5. Кремнеземсодержащие пыли:		
а) двуокись кремния SiO ₂ кристаллическая при содержании ее в пыли от 10 до 70% (гранит, углепородная пыль, шамон);	2	4
б) двуокись кремния кристаллическая при содержании ее в пыли от 2 до 10% (углеродная и угольная пыли, глина, медносульфидные руды и др.)	4	4

Примечание:

По степени воздействия на организм человека вредные вещества следует разделить на 4 класса: 1 – вещества чрезвычайно опасные; 2 – вещества высоко опасные; 3 – вещества умеренно опасные; 4 – вещества мало опасные.

Пути снижения запыленности воздуха на производстве следующие:

- 1) рационализация технологического процесса (отказ от применения пылящих материалов, обработка пылящих материалов во влажном состоянии и пр.);
- 2) автоматизация и механизация процессов, сопровождающихся выделением пыли;
- 3) герметизация или изоляция пылящего оборудования, а также работа оборудования под вакуумом;
- 4) устройство местных вентиляционных отсосов, вытяжной или приточно-вытяжной вентиляции.

При работе в сильно запыленных помещениях надлежит пользоваться защитными средствами: респираторами (маска со специальными противопыльными фильтрами), кислородно-изолирующими приборами, устройствами, подающими свежий воздух для дыхания извне, а также противопыльными очками и спецодеждой.

Лабораторная работа № 2

Определение концентрации газообразных веществ в воздухе рабочих помещений

2.1. Цель работы

Ознакомить студентов с приборами и методами определения концентрации ядовитых и взрывоопасных паров и газов в воздушной среде рабочего помещения.

2.2. Общие сведения

При производстве отдельных видов работ (особенно малярных) используются вещества, выделяющие пары, которые вызывают отравление человека или создают взрывоопасные концентрации.

Опасность вещества – это вероятность возникновения неблагоприятных для здоровья эффектов в реальных условиях производства.

Отравления могут быть:

-острыми, возникающими при попадании в организм человека за небольшое время больших доз отравляющего вещества и характеризующимися быстрыми проявлениями признаков отравления. Острые отравления чаще бывают массовыми и происходят в результате аварий, поломок оборудования и грубых нарушениях требований безопасности труда. Они характеризуются кратковременным действием токсичных веществ, поступлением в организм вредных веществ в относительно больших количествах – при высоких концентрациях;

-хроническими, возникающими постепенно, при длительном поступлении в организм в относительно небольших количествах. Отравления возникают вследствие накопления массы вредных веществ в организме.

Ежегодно происходят групповые несчастные случаи, уносящие жизни людей; люди погибают от угарного газа без цвета и запаха, от отравлений и удушья. Содержание вредных веществ и паров газов в воздухе контролируется и на них установлены ПДК.

Несоблюдение норм ПДК ядовитых и взрывоопасных паров и газов приводит к авариям, несчастным случаям, профессиональным заболеваниям, снижению производительности труда и качества работ.

Содержание газов (паров) в воздухе контролируется различными методами. Наиболее простой - экспрессный - основан на изменении цвета индикаторного порошка, через который протягивается загрязненный воздух. Этот метод используется в газоанализаторе УГ-2.

2.3. Приборы и оборудование

Универсальный переносной газоанализатор типа УГ-2 (рис.П.2) предназначен для ускоренного определения содержания в воздухе сернистого ангидрида, окислов азота, сероводорода, ацетилена, хлора, аммиака, этилового эфира, бензина, бензола, толуола, ксилола, ацетонов, углеводородов нефти.

Применение прибора возможно при давлении 98642-103974 Па, относительной влажности не более 90%, температуре - от 10 до 30 °С. Принцип работы основан на просасывании через индикаторную трубку воздухозаборным устройством воздуха, содержащего вредные газы, которые концентрируются на поверхности адсорбента. При этом происходит образование цветного продукта, отличного от исходного, причем длина окрашенного столбика индикаторного порошка в трубке пропорциональна концентрации анализируемого газа в воздухе и измеряется по шкале, градуированной в мг/м³.

Основная часть воздухозаборного устройства – резиновый сиффон (1) с двумя фланцами и стаканом, в котором находится пружина (5), располагаемая в закрытой части корпуса (13). Во внутренних гольфах установлены распорные кольца (4) для придания сиффону жесткости и сохранения постоянного объема. На верхней плите (11) имеется неподвижная втулка (7) для направления штока (2) при сжатии сиффона и отверстия (12) для хранения штока в нерабочем положении. На гранях и под головкой штока обозначены газ и объем просасываемого при анализе воздуха. На цилиндрической поверхности штока имеются две продольные канавки, каждая с двумя углублениями (8), служащими для фиксации объема просасываемого воздуха. Расстояние между углублениями на канавках подобрано таким образом, чтобы при ходе штока от одного углубления до другого сиффон забирал необходимое для анализа данного газа количество исследуемого воздуха. Штуцер (9) с внутренней стороны соединяется резиновой трубкой (10) с внутренней полостью сиффона, а с внешней - резиновой трубкой (10) с индикаторной трубкой. Индикаторная трубка представляет собой стеклянную трубку диаметром 2,5 мм и длиной 90 мм.

2.4. Порядок проведения работы

Применение прибора возможно при давлении 98642-103974 Па, относительной влажности не более 90 %, температуре от 10 до 30 °С. Принцип работы основан на просасывании через индикаторную трубку воздухозаборным устройством воздуха, содержащего вредные газы, которые концентрируются на поверхности адсорбента. При этом происходит образование цветного продукта, отличного от исходного, причем длина окрашенного столбика индикаторного

порошка в трубке пропорциональна концентрации анализируемого газа в воздухе и измеряется по шкале, градуированной в мг/м³.

Перед началом работы необходимо проверить герметичность воздухозаборного устройства. Для этого сильфон сжимают штоком до верхнего отверстия на объеме 400 мл и фиксируют это положение. Резиновую трубку перегибают и сжимают зажимом. Отводят фиксатор и после первоначального рывка его отпускают. Если в течение 10 минут не наблюдается заметного перемещения штока, воздухозаборное устройство считается герметичным.

Индикаторную трубку заполнить реактивным порошком и с обеих сторон закрыть ватой. Выбрать шток (табл. 2.1), соответствующий исследуемому газу.

Таблица 2.1

Анализируемый газ	Просасываемый объем, мл.	Предел измерений, мг/м ³
Сероводород	300	0-30
Окислы азота	325	0-50
Бензол	350	0-200
Углеводороды нефти (включая бензин)	300	0-1000

Отвести стопорную защелку газоанализатора и установить предварительно выбранный шток. Давлением от руки на шток (2) сжимать сильфон (1), пока стопорная защелка (6) не совпадет с верхним углублением в канавке штока. Присоединить индикаторную трубку с одной стороны к резиновой трубке газоанализатора, а с другой – к заборной трубке газовой камеры. Открыть кран газовой камеры, оттянуть рукой стопорную защелку (6) и ждать движения штока (2) вверх. Окончание сбора воздуха фиксируется автоматически – щелчком стопорной защелки (6). Находящиеся в воздухе отравляющие вещества взаимодействуют с реактивом, в результате чего последний изменяет цвет. Длина окрашенного слоя пропорциональна концентрации исследуемого вещества, измеряемой по специальной шкале. Закрывать кран газовой камеры. Измерить длину индикатора с измененным цветом специальной линейкой, маркированной для данного газа. Отсчет производить в мг/м³.

Результаты замеров занести в табл. 2.3 и произвести математическую обработку данных в следующей последовательности:

- а) определить среднее значение результатов замера по формуле

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}, \text{ мг/м}^3, \quad (2.1)$$

где X_i – результат каждого измерения; n – число измерений, обычно их число должно быть не менее 6;

б) рассчитать основной показатель измерений (X) по формуле

$$X = \bar{X} + KS, \text{ мг/м}^3, \quad (2.2)$$

где K – коэффициент, устанавливаемый с учетом коэффициента Стьюдента и числа измерений для доверительной вероятности 0,95, принимается по табл. 2.2.

Таблица 2.2

Значение коэффициента K в зависимости от n

n	6	8	10
K	1,05	0,85	0,72

S – среднее квадратичное отклонение;

в) найти значение S из выражения

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}; \quad (2.3)$$

г) заполнить табл. 2.3.

Пользуясь данными табл. 2.4, сделать выводы:

а) концентрация данного вещества находится в пределах нормы ПДК;

б) превышает нормы ПДК;

в) если концентрация превышает нормы ПДК, то необходимо принять меры и дать рекомендации по ее снижению и обеспечению безвредных и безопасных условий труда.

Таблица 2.3

Результаты испытаний

Но- мер опы- та	Наиме- нование опреде- ляемого газа	Марка при- бора	Концентрация вредных веществ, мг/м ³			ПДК ис- пытуемо- го веще- ства	Отклоне- ние от ПДК, мг/м ³	Намечаемые мероприя- тия
			изме- ренная	сред- няя	основ- ной пока- затель			

Таблица 2.4

*Предельно допустимые концентрации некоторых вредных
веществ в воздухе рабочей зоны*

Вещество	Величина предельно допустимой концентрации, мг/м ³	Класс опасности	Агрегатное состояние
Азота окислы (в перерасчете на O ₂)	5	2	П
Аммиак	20	4	П
Ацетон	200	4	П
Бензин-растворитель	300	4	п
Дизельное топливо	300	4	п
Керосин (в пересчете на С)	300	4	П
Ксилол	50	3	П
Марганец	0,3	2	А
Хлор	1	2	П

Лабораторная работа № 3

Оценка микроклимата аудитории

3.1. Цель работы

Определить метеорологические условия (температуру, относительную влажность, скорость движения воздуха), а также барометрическое давление в аудитории.

3.2. Общие сведения

С точки зрения физики, человеческий организм представляет собой обычную незамкнутую термодинамическую систему. Поэтому для нормального самочувствия человека должен быть обеспечен тепловой баланс между его организмом и окружающей средой, т.е. интенсивность тепловыделения организма (от 85 Вт в состоянии покоя до 500 Вт при тяжёлой физической работе) должна быть равна интенсивности отдачи тепла во внешнюю среду. В противном случае будет иметь место переохлаждение либо, наоборот, перегрев организма, чему сам организм до определённых пределов способен препятствовать.

Свойство организма человека поддерживать постоянную температуру тела называется *терморегуляцией*. Различают химическую и физическую терморегуляцию.

Химическая терморегуляция заключается в изменении интенсивности усвоения пищи и обмена веществ. Она сопровождается как непосредственно повышением или понижением (в зависимости от температуры) уровня тепловыделения, так и созданием в организме запаса внутренней (химической) энергии, способной превратиться в тепло при совершении физической работы.

При физической терморегуляции изменяется интенсивность теплоотдачи во внешнюю среду. Различают ниже перечисленные механизмы физической терморегуляции:

1. *Конвекция*, т.е. передача тепла окружающему воздуху при непрерывном обновлении контактирующих с кожей его объёмов (как известно, нагрев воздуха сопровождается его расширением и перемещением более тёплых объёмов вверх). Следует подчеркнуть, что только конвективный теплоперенос обеспечивает охлаждение организма, ибо воздух является хорошим теплоизолятором. Интенсивность процесса зависит, главным образом, от температуры воздуха, а влиять на неё можно путём изменения скорости обновления контактирующих с телом объёмов воздуха: замедлить с помощью толстого шерстяного свитера или ускорить путём

принудительного обдува. Последний пример показывает, что на интенсивность отдачи тепла влияет и скорость движения воздуха.

2. *Тепловое (инфракрасное) излучение.* Этот механизм охлаждения организма эффективен, когда температура тела заметно выше температуры окружающих предметов. Если последняя, наоборот, выше температуры тела, то получаемое организмом за счет излучения окружающих предметов количество теплоты окажется больше отдаваемого путём теплового излучения самого человеческого тела.

Организм способен управлять интенсивностью отдачи тепла по первым двум механизмам за счёт расширения или сужения подкожных кровеносных сосудов.

3. *Затрачивание тепла на испарение влаги (пота).* При температуре воздуха и окружающих предметов выше температуры тела этот механизм остается единственным. Следует подчеркнуть, что охлаждение происходит не в результате выделения пота, а только при его испарении. Поэтому эффект возрастает при интенсификации испарения за счёт уменьшения относительной влажности, роста скорости воздуха, а также температуры. В горных районах на интенсивность испарения может влиять и понижение барометрического давления. Только благодаря испарительному механизму охлаждения, человек способен выживать при температурах выше 42 °С (температура сворачивания белка в клетках коры головного мозга).

При температуре среды около 20 °С теплоотдача составляет: путём конвекции — 31 %, излучения — 43,7 %, испарения — 21,7 %. Остальное тепло расходуется на нагревание вдыхаемого воздуха, пищи, питья (приём горячей пищи и напитков приводит, наоборот, к уменьшению расхода тепла). В состоянии покоя человек отдаёт в среднем 2400 — 2700 кДж в сутки.

Следует отметить, что на интенсивность расхода тепла организмом может напрямую (за счёт теплопередачи) влиять и температура (а также теплопроводность) объектов, находящихся в непосредственном контакте с телом. Например, длительное нахождение на холодном и влажном полу (особенно в пропускающей влагу обуви) может привести к переохлаждению организма.

Под *микроклиматом* понимается климат в помещении. Он определяется температурой, влажностью, подвижностью воздуха и атмосферным давлением. Микроклимат влияет на организм человека, поэтому он изучается и нормируется.

К параметрам микроклимата (метеоусловиям) относятся те параметры внешней среды, которые влияют на тепловой баланс организма. Микроклимат помещения характеризуется температурой воздуха, относительной влажностью и скоростью движения воздуха

При определенном сочетании этих параметров наступает комфортное состояние человека, а значения этих параметров называют оптимальными или комфортными.

Таблица 3.1

Нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работы	Температура, °С			Относительная влажность, %		Скорость воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая на рабочих местах		оптимальная	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных	оптимальная, не более	допустимая
			постоянных	Не постоянных				
Холодный	Легкая Ia	22-24	21-25	18-26	40-60	не более 75	0,1	Не более 0,1
	Легкая Ib	21-23	20-25	17-25	40-60	не более 75	0,1	Не более 0,2
	Средней тяжести Pa	18-20	17-23	15-24	40-60	не более 75	0,2	Не более 0,3
	Средней тяжести Pb	17-19	15-21	13-23	40-60	не более 75	0,2	Не более 0,4
	Тяжелая Pa	16-18	13-19	12-20	40-60	не более 75	0,3	Не более 0,5
Теплый	Легкая Ia	23-25	22-28	20-30	40-60	55 (при 28 °С)	0,1	0,1-0,2
	Легкая Ib	22-24	21-28	19-30	40-60	60 (при 27 °С)	0,2	0,2-0,3
	Средней тяжести Pa	21-23	18-29	17-29	40-60	65 (при 26 °С)	0,3	0,2-0,4
	Средней тяжести Pb	20-22	18-27	15-29	40-60	70 (при 25 °С)	0,3	0,2-0,5
	Тяжелая Pa	18-20	15-26	13-28	40-60	75 (при 24 °С)	0,4	0,2-0,6

Оптимальные микроклиматические условия – это такое сочетание параметров микроклимата, которое при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивает ощущение теплового комфорта и создает предпосылки для высокой работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия – это такое сочетание параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать напряжение реакций терморегуляции и которые не выходят за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает нарушений в состоянии здоровья, не наблюдаются дискомфортные теплоощущения, ухудшающие самочувствие, и понижение работоспособности.

Климатические условия помещений оказывают большое влияние на самочувствие и работоспособность человека, на производительность его труда и безопасность работы.

Параметры микроклимата непосредственно влияют на тепловое самочувствие человека и его работоспособность. Например, понижение температуры и повышение скорости воздуха способствуют усилению конвективного теплообмена и процесса теплоотдачи при испарении пота, что может привести к переохлаждению организма. При повышении температуры воздуха возникают обратные явления.

На основе этих документов в рабочей зоне производственных помещений должны поддерживаться оптимальные значения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха с учетом избытков явного тепла, тяжести выполняемой работы и сезона года.

В табл. 3.1 приведены оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата.

3.3. Приборы и оборудование

Для измерения температуры воздуха применяются ртутные и спиртовые термометры с ценой деления не более 0,2 °С, можно также использовать термопары, термометры сопротивления, термографы, обеспечивающие непрерывную запись температуры на ленте.

Температуру воздушной среды можно измерить также с помощью психрометров и термоанемометров. Если в помещении имеются тепловые излучения, то используется парный термометр.

Относительная влажность воздуха определяется с помощью психрометра Ассмана (рис. П.3). Психрометр Ассмана позволяет определять относительную влажность воздуха при её значениях, приближающихся к 100 %. Прибор состоит из двух ртутных термометров: сухого и влажного. Термомет-

ры помещены в трубки защиты с воздушным зазором между ними. Резервуар влажного термометра дополнительно обёрнут батистом и размещён во внутренней трубке. В корпусе установлены заводной механизм и вентилятор. Пружина заводного механизма заводится ключом. Время действия механизма после завода 8-10 минут. Прибор работает следующим образом. Вращением вентилятора в прибор всасывается воздух, который проходит между резервуарами термометров и трубками защиты в воздухопроводную трубку к вентилятору и выбрасывается последним наружу через прорези в корпусе. Сухой термометр будет показывать истинную температуру воздуха, а показания влажного термометра будут меньше за счет испарения воды с поверхности батиста, облегаящего резервуар. При этом за счет усиления испарения вследствие обдувания влажного термометра достаточно стабильным потоком воздуха повышается чувствительность прибора.

Для измерения скорости движения воздуха применяются крыльчатые, чашечные и термоэлектрические анемометры. Крыльчатые анемометры применяются для измерения скорости ветра от 0,2 до 5 м/с ; чашечные - от 1 до 30 м/с (рис. П.3).

3.4. Порядок проведения работы

Определить температуру и относительную влажность воздуха в помещении с помощью аспирационного психрометра.

Подготовка прибора к работе заключается в следующем: с помощью пипетки смочить водой обертку влажного термометра, при этом прибор необходимо вертикально держать головкой вверх, чтобы вода не попала в гильзы и головку прибора. Затем прибор подвешивается в том месте, где необходимо сделать замер. Отсчет показаний температуры необходимо проводить через 2-3 мин во время полного хода вентилятора. По показаниям сухого и мокрого термометров при помощи номограммы (рис. П.4) определяют относительную влажность воздуха.

Влажность воздуха можно определить по формулам для абсолютной влажности:

$$e = E_{вл} - a(t_{сух} - t_{вл})H, \text{ Па}; \quad (3.1)$$

для относительной влажности:

$$u = (e/E_{сух})100\%, \quad \%, \quad (3.2)$$

где $E_{сух}$ и $E_{вл}$ – упругость насыщенного пара, Па, при температуре $t_{сух}$ и $t_{вл}$ (табл. 3.2);

$t_{сух}$ и $t_{вл}$ – температура по показаниям сухого и влажного термометров;

a - психрометрический коэффициент, зависящий от скорости движения воздуха (0,00067 для психрометра Ассмана);

H - барометрическое давление, Па.

Таблица 3.2

*Упругость насыщенных паров, Па,
при различных температурах*

Температура	Упругость	Температура	Упругость	Температура	Упругость
1	653,64	11	1311,67	21	2486,05
2	701,69	12	1402,32	22	2643,34
3	757,81	13	1496,96	23	2808,63
4	813,26	14	1598,27	24	2983,25
5	872,18	15	1704,91	25	3165,88
6	934,83	16	1816,88	26	3360,49
7	1001,48	17	1936,85	27	3564,44
8	1072,40	18	2063,48	28	3779,06
9	1147,58	19	2196,78	29	4004,33
10	1227,56	20	2338,08	30	4134,97

Именно относительная (а не абсолютная) влажность воздуха определяет скорость испарения. Поэтому она и взята в качестве параметра микроклимата. Повышенная влажность (> 85 %) затрудняет испарение пота, а слишком низкая (< 20 %) вызывает пересыхание слизистых оболочек (глаза, дыхательные пути).

Произвести расчет абсолютной и относительной влажности. Полученные данные занести в табл. 3.3. Вычисленные значения относительной влажности сравнить с результатом, найденным по номограмме (рис. П.5). Расхождение не должно превышать 5 %. Полученные значения температуры и влажности сравнивают с нормами (табл. 3.1) и делают соответствующие выводы.

Таблица 3.3

Результаты испытаний

Показания термометров		Барометрическое давление, Па	Влажность воздуха		Допустимые значения	
сухого	влажного		абсолютная, Па	относительная, %	температура, °С	относительная влажность, %
				Вычисленная		

При назначении оптимальных и допустимых диапазонов температуры, относительной влажности и скорости воздуха стандарт исходит, во-первых, из категории тяжести труда (для помещения в целом определяется категорией тяжести труда половины и более работающих).

Все работы подразделяются по тяжести на три ниже перечисленные категории:

1. Категория I (легкая работа). Это работы точного машиностроения, приборостроения, а также конторские работы. Категория делится на две подкатегории:

Ia - суммарные затраты энергии до 120 ккал/час (139 Вт). Выполняются преимущественно сидя;

Iб - суммарные затраты энергии от 120 до 150 ккал/час (до 174 Вт). Выполняются преимущественно стоя.

2. Категория II (средней тяжести). Это работы, связанные с постоянной ходьбой, переноской небольших тяжестей (до 10 кг) и выполняемые стоя (основные процессы в механосборочных, сварочных цехах, в механизированном литейном, кузнечном, прокатном, термическом производстве и т.д.). Категория также подразделяется на две подкатегории:

IIa - суммарные затраты энергии от 150 до 200 ккал/час (до 232 Вт);

IIб - суммарные затраты энергии от 200 до 250 ккал/час (до 290 Вт).

3. Категория III (тяжёлые). Это работы, связанные с систематическим физическим напряжением, с постоянным передвижением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей (ручная ковка, ручная заливка и набивка опок в литейном производстве и т.п.). Суммарные затраты энергии человеческого организма при работах данной категории превышают 250 ккал/час (290 Вт).

Как видно из табл. 3.1, более тяжёлый физический труд требует снижения температуры и допускает повышение скорости движения воздуха.

Во-вторых, нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха зависят от периода года. Различают два периода: тёплый и холодный, разграниченные между собой среднесуточной температурой наружного воздуха. Для некоторого снижения контраста температур наружного воздуха и воздуха в помещении нормируемые для тёплого периода температуры несколько выше, чем требующиеся в холодный период года. Кроме того, для тёплого периода допускается большая скорость движения воздуха, а при повышенных температурах дополнительно ограничивается относительная влажность.

Для определения скорости воздушного потока используют анемометры (рис. П.3). При измерениях анемометр устанавливают навстречу воздушному потоку. Перед началом замера необходимо записать показания всех стрелок прибора. Одновременно включают счетный механизм и секундомер. Через 30 с

выключают прибор и снова записывают показания стрелок на циферблате. Замеры необходимо повторить не менее 3 раз. Из двух отсчётов анемометра вычисляют разность, указывающую сколько делений прошла стрелка прибора за время его работы. Разделив полученную величину на длительность опыта, получают число делений в секунду, а затем по тарифовочному графику (рис. П.5) определяют скорость движения воздуха. Затем находится средний результат измерения и заносится в табл. 3.4.

Таблица 3.4

Результаты испытаний

Номер опыта п/п	Начальный отсчет по прибору	Конечный отсчет по прибору	Длительность опыта, с	Число делений в 1 с	Скорость движения воздуха по тарифовочному графику, м/с
1					
2					
3					
Среднее значение					

Сравнить результаты измерения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха на рабочем месте с оптимальными и допустимыми величинами, результаты занести в табл. 3.5. Дать заключение об условиях комфортности в помещении.

Таблица 3.5

Оценка параметров микроклимата в помещении

Параметр	Оптимальное значение	Допустимое значение	Фактическое значение
Температура, °С			
Относительная влажность, %			
Подвижность воздуха, м/с			

Контроль показателей микроклимата должен производиться в начале, середине и конце холодного и теплого периодов года не менее трёх раз в смену. Температура, относительная влажность и скорость движения воздуха измеряются на высоте 1,0 м от пола при работах, выполняемых сидя, и на высоте 1,5 м - при работах, выполняемых стоя.

Наиболее эффективным мероприятием, обеспечивающим создание нормальных метеорологических условий, является кондиционирование воздуха. Помимо вентиляции, кондиционирование в наиболее полном виде включает в себя охлаждение или нагрев, осушение или увлажнение приточного воздуха, рациональное распределение воздушных потоков по объёму помещения и даже целенаправленное запрограммированное изменение параметров микроклимата в течение смены. На практике чаще всего применяется общеобменная вентиляция, а в холодный период года - водяное (предпочтительнее) или паровое отопление.

Лабораторная работа № 4

Сравнительная оценка степени влияния автомобилей на загрязнение атмосферного воздуха

4.1. Цель работы

Определение уровня загрязнения воздуха окисью углерода, содержащейся в выхлопных газах автомобилей.

4.2. Общие сведения

Существенной особенностью загрязнения воздушной среды городов, особенно крупных, являются выхлопные газы автотранспорта, которые составляют 60- 80 % от общих выбросов.

Известно, что автотранспорт выбрасывает в воздушную среду более 200 компонентов, среди которых угарный газ, углекислый газ, оксиды азота и серы, альдегиды, свинец, кадмий и канцерогенная группа углеводородов. При этом наибольшее количество токсичных веществ выбрасывается автотранспортом в воздух на малом ходу, на перекрестках, остановках перед светофорами.

Так, на небольшой скорости бензиновый двигатель выбрасывает в атмосферу 0,05 % углеводородов (от общего выброса), а на малом ходу 0,89 %; окиси углерода соответственно – 5,1 % и 13,8 %. При среднегодовом пробеге одного автомобиля 15 тыс. км обедняется атмосфера на 4350 кг кислорода и насыщается 3250 кг углекислого газа, 530 кг окиси углерода, 93 кг углеводородов и 7 кг окислов азота.

4.3. Приборы и оборудование

Для определения скорости ветра используют анемометр, а влажность воздуха можно определить при помощи психрометра (описание приборов – лабораторная работа № 3). Уклон улицы определяется глазомерно или эклиметром.

4.4. Порядок проведения работы

Для осуществления сравнительной оценки степени влияния автотранспорта выбирается три-четыре участка. Определяется загруженность улиц автотранспортом. Сбор материала по загруженности улиц автотранспортом проводится в 8.00-9.00, 12.00-13.00 и 16.00-17.00 часов и заносится в табл. 4.1. Из ряда замеров вычисляется среднее значение. Интенсивность движения автотранспорта производится методом подсчета автомобилей разных типов 3 раза по 20 мин в каждом из сроков замеров.

Автомобили разделяют на 5 категорий: 1, 2, 3, 4, 5. Результаты заносятся в табл. 13. Проводится оценка движения автотранспорта по отдельным улицам. Строятся графики зависимости числа автомобилей от времени суток.

Дается оценка загруженности улиц автотранспортом:

- низкая интенсивность движения – 2,7-3,9 тысяч автомобилей в сутки;
- средняя – 4,0-16,9 тысяч автомобилей в сутки;
- высокая – 17,0-27,0 тысяч автомобилей в сутки.

Таблица 4.1

Результаты наблюдений

Тип автомобиля	Время, час		
	8.00-9.00	12.00-13.00	16.00-17.00
1. Легкий грузовой до 1,5 т			
2. Средний грузовой до 5т			
3. Тяжелый грузовой (дизель)			
4. Автобус «Икарус» (дизель)			
5. Легковой			

Производится сравнение суммарной загруженности различных улиц города.

Рассчитываем концентрацию окиси углерода (K_{CO} , мг/м³) по следующей формуле

$$K_{CO} = (C_{\phi} + 0,01N \cdot K_m) \cdot K_A \cdot K_y \cdot K_c \cdot K_g \cdot K_n, \text{ мг/м}^3, \quad (4.1)$$

где C_{ϕ} – фоновое загрязнение атмосферного воздуха нетранспортного происхождения, мг/м³;

N – суммарная интенсивность движения автомобилей, авт./час;

K_m – коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферный воздух окиси углерода.

Коэффициент токсичности определяется по формуле

$$K_m = \sum P_i \cdot K_i, \quad (4.2)$$

где P_i – состав движения в долях единиц.

Значение K_i определяется по табл. 4.2.

K_A – коэффициент, учитывающий аэрацию местности, определяется по табл. 4.3;

K_y – коэффициент, учитывающий изменение загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода в зависимости от величины продольного уклона, определяется по табл. 4.4;

K_c – коэффициент, учитывающий изменение концентрации углерода в зависимости от скорости ветра, определяется по табл. 4.5;

K_e – коэффициент, учитывающий изменение концентрации углерода в зависимости от влажности воздуха, определяется по табл. 4.6;

K_n – коэффициент увеличения загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода у пересечений, определяется по табл. 4.7.

Таблица 4.2

Значение коэффициента токсичности

Тип автомобиля	Коэффициент K_{mi}
1. Легкий грузовой	2,3
2. Средний грузовой	2,9
3. Тяжелый грузовой (дизель)	0,2
4. Автобус	3,7
5. Легковой	1,0

Таблица 4.3

Значение коэффициента, учитывающего аэрацию местности

Тип местности по степени аэрации	Коэффициент K_A
Транспортные тоннели	2,7
Транспортные галереи	1,5
Магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон	1,0

Окончание табл. 4.3

Тип местности по степени аэрации	Коэффициент K_A
Жилые улицы с одноэтажной застройкой улицы и дороги в выемке	0,6
Городские улицы и дороги с одноэтажной застройкой, набережные, эстакады, виадуки, высокие насыпи	0,4
Пешеходные тоннели	0,3

Таблица 4.4

Значение коэффициента, учитывающего уклон местности

Продольный уклон	Коэффициент K_y
0	1,00
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55

Таблица 4.5

Значение коэффициента, учитывающего скорость ветра

Скорость ветра, м/с	Коэффициент K_c
1	2,07
2	2,00
3	1,50
4	1,20
5	1,05
6	1,00

Таблица 4.6

Значение коэффициента, учитывающего влажность воздуха

Относительная влажность воздуха, %	Коэффициент K_B
100	1,45
90	1,30
80	1,15
70	1,00

Окончание табл. 4.6

60	0,85
50	0,75
40	0,60

Таблица 4.7

Тип пересечения	Коэффициент K_{Π}
Регулируемое пересечение:	
- светофорами обычное	1,8
- светофорами управляемое	2,1
- саморегулируемое	2,0
Нерегулируемое:	
- со снижением скорости	1,9
- кольцевое	2,2
- с обязательной остановкой	3,0

Сравнить значения полученной концентрации с ПДК ($ПДК_{\text{мр}} = 5 \text{ мг/м}^3$, $ПДК_{\text{сс}} = 3 \text{ мг/м}^3$).

Оксид углерода оказывает на организм человека патогенное действие. Повышение содержания в воздухе оксида углерода приводит к переходу гемоглобина крови в необратимое состояние – карбоксигемоглобин и вызывает развитие гипоксии. Насыщение крови CO обуславливает развитие состояния утомления и снижения трудоспособности. Степень развития гипоксии и ее последствий зависит от концентрации CO в воздухе и времени ее воздействия. Насыщение крови карбоксигемоглобином всего до 4 % уже приводит к увеличению кислородного дефицита в организме, снижению парциального давления кислорода в артериальной крови, изменению физиологических функций органов.

Такая степень насыщения (4 %) устанавливается при определенных условиях (табл. 4.8).

Таблица 4.8

Концентрация CO в воздухе, мг/м^3	Время действия, ч
23	24
35	8
117	1

При концентрации оксида углерода 115 мг/м^3 в течение нескольких часов нет заметного воздействия, при $C=115 \div 575 \text{ мг/м}^3$ – признаки легкого отравления или раздражения слизистых оболочек через 2-3 часа, при $C=2300 \div 3500 \text{ мг/м}^3$ –

отравление через 30 минут, $C=5700 \text{ мг/м}^3$ – опасно для жизни при кратковременном воздействии.

ПДК для оксида углерода в воздухе в течение 8 часов – 10 мг/м^3 .

Используя полученные в лабораторной работе данные, на примере не менее двух микрорайонов сделать оценку - опасна ли полученная в результате расчетов концентрация СО в воздухе:

- для рабочих, проводивших работу в течение 8 ч;
- для пассажира, простоявшего на автобусной остановке в течение 15 мин;
- для жителей микрорайона.

Лабораторная работа № 5

Исследование уровней шума

5. 1. Цель работы

Изучение источников шума, параметров шума и приборов. Разработка мероприятий по уменьшению уровня шума.

5.2. Общие сведения

В условиях современного производства широко используются различные механизмы, являющиеся источником интенсивного шума. Шум - это совокупность звуков различной частоты и интенсивности, беспорядочно изменяющихся во времени. Диапазон звуковых колебаний производственного шума колеблется в широких пределах, и в каждом шуме преобладают те или иные звуковые частоты: высокие, средние или низкие. Ухо человека воспринимает звуки с частотой от 16 до 20 000 колебаний в секунду. Максимально чувствительно ухо к звукам, частота которых находится в диапазоне от 1 000 до 4 000 колебаний в секунду. Высокие звуки более вредны для человеческого организма, чем низкие.

По интенсивности шумы подразделяются на три группы. К первой группе относятся шумы интенсивностью до 80 дБ, не оказывающие вредного влияния на организм человека. Во вторую группу входят шумы интенсивностью от 85 до 135 дБ. Длительное воздействие шума такой интенсивности может привести к снижению слуха. Третью группу составляют шумы интенсивностью свыше 135 дБ. Такие шумы вызывают значительное снижение слуха.

При работе в закрытых помещениях большое значение имеет интерференция звука, когда звуковые волны, отражаясь от стен, интерферируют с волнами, идущими от источника звука, вследствие чего в отдельных участках помещения может создаваться различная интенсивность звука.

Шум возникает в результате механических колебаний упругой среды. В слое воздуха, непосредственно примыкающем к поверхности колеблющегося тела, возникают сжатия и разрежения. Эти сжатия и разрежения чередуются во времени и распространяются в стороны в виде упругой продольной волны, которая достигает нашего уха и воздействует на слуховой анализатор.

Ухо человека воспринимает звуки, частотой от 16 до 20000 Гц. В шуме присутствуют колебания различных частот.

Шум определяется по величине уровня звукового давления, измеряемого в дБ:

$$L_p = 20 \lg P/P_o, \quad (5.1)$$

где L_p – уровень звукового давления, дБ,

P – звуковое давление источника, Па,

P_o – пороговое значение звукового давления (порог слышимости на частоте 1000 Гц, $P_o = 2 \cdot 10^{-5}$ Па).

К источникам шума на производстве относятся различные пневматические и электрические инструменты, молоты, дробильные установки, двигатели, насосы, компрессоры, турбины, станки, центрифуги и т. д.

5.3. Приборы и оборудование

Цифровой измеритель уровня шума имеет автоматический и ручной выбор пределов измерений в шести диапазонах измерений от 30 до 130 дБ. Прибор соответствует стандартам ANSI S1.4 и IEC 651 и имеет разрешение 0,1 дБ.

Поглотитель фонового шума позволяет точно измерять уровни шума даже при сильном фоновом шуме.

Измеритель позволяет выбрать между быстрым и медленным периодами времени накопления сигнала и функциональными режимами А и С.

Через порт RS232 сохраненные данные могут быть обработаны на ПК.

5.4. Порядок проведения работы

Измерение уровня звука. Уровень звука показывается одновременно на цифровом дисплее и аналоговой шкале. Данные на цифровом дисплее обновляются каждые 160 мс, тогда как цифровая шкала обновляется каждые 40 мс.

Нажмите кнопку *ON/OFF* для включения питания прибора. Подождите пока значения на дисплее не обнулится. Теперь прибор готов к измерениям. Для этого установите микрофон в направлении источника звука для измерения.

Выбор функциональных режимов измерения А и С. При включении прибора по умолчанию выбран режим измерения А. В различных режимах прибор реагирует как ухо человека, увеличивая и уменьшая амплитуду частотного

спектра. Режим измерения *A* может применяться при *OSHA*-тестировании, измерении параметров окружающей среды и рабочего места.

Режим измерения *C* удобен для измерения плоской амплитудно-частотной характеристики, где практически отсутствует уменьшение или увеличение амплитуды частотного спектра. Режим измерения *C* может применяться при анализе уровня звука двигателей и производственных механизмов.

Для выбора одного из двух режимов измерений нажмите кнопку *C/A*. Текущий режим измерений высвечивается в правом углу дисплея в виде значков *A* или *C*.

Выбор периода времени накопления сигнала. Вы можете выбрать один из двух периодов накопления сигнала - *fast* или *slow*. Как правило, *OSHA*-тестирование проводится при периоде времени накопления сигнала *slow* и режиме измерения *A*.

При включении прибора по умолчанию установлен режим *fast*. Для установки одного из режимов нажмите кнопку *F/S*. Текущий режим высвечивается в правом углу дисплея в виде значков *FAST* (быстрый) или *SLOW* (медленный).

Фиксация максимального значения. Нажмите кнопку *ON/OFF* для включения питания прибора.

Для активизации функции измерения максимального значения нажмите кнопку *MAXHLD*. На дисплее появится индикатор *MAX HOLD*. Цифровой дисплей останется неизменным, пока прибор не зафиксирует наибольшее значение. При этом текущие значения измерений будут отображаться на аналоговой шкале.

Нажмите кнопку *MAXHLD* еще раз для выхода из этого режима.

Запись максимальных и минимальных результатов измерений.

Нажмите кнопку *ON/OFF* для включения питания прибора.

Нажмите кнопку *REC*. Внизу экрана появится индикатор *REC*. Прибор начнет отслеживать максимальное и минимальное значения уровня звука.

Нажмите кнопку *REC* снова. Внизу экрана появится индикатор *MIN* и дисплей вернет минимальное значение проведенных измерений. В этот момент прибор не записывает показания, тем не менее они отображаются на аналоговой шкале.

Нажмите кнопку *REC* снова. Внизу экрана появится индикатор *MAX* и дисплей вернет максимальное значение уровня звука. В этот момент прибор не записывает, результаты текущих измерений показывает аналоговая шкала.

Для проведения новых измерений в данном режиме нажмите еще раз кнопку *REC* и прибор начнет запись новых значений.

Для выхода из данного режима измерений нажмите и удерживайте кнопку *REC*, пока не исчезнет значок *REC*.

Проведение измерений в режиме фильтра фоновых шумов

Данная функция позволит Вам точно измерить уровень производственного шума даже при сильном фоновом шуме.

1. Нажмите кнопку *ON/OFF* для включения питания прибора.
2. Нажмите кнопку *MAXHLD*. На экране появится индикатор *MAX HOLD*.
3. Нажмите кнопку *BA MODE*. Слева от значка *SPL* (уровень звукового давления) появится значок *F*. Цифровой дисплей будет показывать уровень фонового шума.
4. Нажмите кнопку *MAXHLD* снова, и на экране появится *MAX HOLD*. Теперь прибор будет измерять уровень шума оборудования.
5. Включите прибор, уровень шума которого Вы хотите измерить и запишите новое показание дисплея. Данное значение является уровнем шума, отфильтрованным от фонового шума. Если значение не изменилось, то фоновый шум превышает шум прибора.
6. Для выхода из данного режима измерений нажмите кнопку *MAXHLD*, затем *BA MODE*.

Выбор автоматического и ручного диапазона измерений

Прибор имеет шесть диапазонов измерений с шагом в 10 дБ: 30~80 дБ, 40~90 дБ, 50~100 дБ, 60~110 дБ, 70~120 дБ, 80~130 дБ.

При включении питания прибора по умолчанию он установлен на автоматический режим выбора пределов измерений и в левой части дисплея отображается значок *AUTO*. Двухзначное число слева от аналоговой шкалы указывает на нижний предел текущего диапазона измерений.

Кроме того, Вы можете также выбрать диапазон вручную. Это удобно, когда диапазон измерений заранее известен. Это ускорит процесс измерений.

Для установки диапазона используйте кнопки *DOWN* и *UPPER* (понижение и увеличение значений соответственно). На дисплее появится индикатор *MANU*. Двухзначное число слева от аналоговой шкалы указывает на нижний предел текущего диапазона измерений.

Нажмите и удерживайте кнопки *DOWN* и *UPPER* для возврата в режим автоматического выбора пределов измерений.

Если прибор работает в режиме ручного выбора пределов и на дисплее высвечивается индикатор *UNDR*, значит звук слишком тихий для данного диапазона. Индикатор *UPPER* свидетельствует о слишком громком уровне звука для выбранного диапазона. В любом случае при неверном выборе диапазона результаты измерений будут неточными.

Автоматическое выключение

Измеритель выключится автоматически через 20 минут, чтобы сохранить заряд батареи.

Чтобы отменить эту функцию:

1. Убедитесь, что прибор выключен.

2. Нажмите кнопки *ON/OFF* и *MAXHLD* одновременно.
3. При появлении полного дисплея, отпустите кнопку *MAXHLD*.
4. Теперь отпустите кнопку *ON/OFF*. Прибор останется включенным, пока не будет снова нажата кнопка *ON/OFF*.

Функция автоматического выключения питания включится автоматически при следующем включении питания прибора.

Проводят измерение уровня звука на рабочих местах. Полученные данные сводят в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Результаты испытаний

Источник шума	Расстояние от источника шума до рабочего места, м	Уровни звукового давления, дБ	Нормативное значение

Сравнивают результаты замеров с предельно допустимыми значениями интенсивности шума, приведенными в табл. 5.2 .

Таблица 5.2

Предельно допустимые уровни звукового давления для основных видов трудовой деятельности

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц									
Наименование	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Уровни звука, дБА
Уровни звукового давления, дБ									
Рабочие места в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещений, в лабораториях	79	70	68	58	55	52	52	49	60
Рабочие места в помещениях диспетчерской службы, кабинетах машинного бюро	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Рабочие места в помещениях лабораторий с шумным оборудованием, в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин	91	83	77	73	70	68	66	64	75
На постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Если шум в исследуемом помещении превышает предельно допустимые величины, вносят предложения по уменьшению уровней звукового давления.

Профилактика

Меры по профилактике, в первую очередь, должны быть направлены на уменьшение интенсивности, частоты производственного шума. Важное значение имеют обновление оборудования, использование звукопоглощающих и звукоизолирующих материалов. Недопустим выпуск механизмов, которые создают при работе шум, превышающий предельно допустимый уровень. Из индивидуальных средств защиты применяются антифоны, авиационные шлемы, противошумные вкладыши, наушники. В течение рабочей смены должны быть перерывы для отдыха слухового аппарата.

Периодические медицинские осмотры проводятся не реже одного раза в 2 года с обязательным участием отоларинголога, терапевта и невролога и проведением аудиометрии.

К медицинским противопоказаниям, препятствующим приему на работу в условия интенсивного шума, относятся: стойкая тугоухость хотя бы на одно ухо любой этиологии, хронический гнойный эпитимпанит, выраженные нарушения функции вестибулярного аппарата любого происхождения, выраженные органические и функциональные заболевания нервной системы (неврастения, невриты, полиневриты, эпилепсия и др.), психические заболевания, болезни сердечно-сосудистой системы (гипертоническая болезнь, стенокардия и др.), язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки.

Библиографический список рекомендуемой литературы

1. Денисов, В.В. Основы инженерной экологии: учеб. пособие/ В.В. Денисов, И.А. Денисова, В.В. Гутенёв, Л. Н. Фесенко. – Ростов-на-Дону: Изд-во «Феникс», 2013. – 623 с.
2. Колотушкин, В.В. Промышленная экология: учеб.-метод. пособие/ В.В. Колотушкин, Э.В. Соловьева; ВГАСУ. - Воронеж, 2008. - 73 с.
3. Мазур, И.И. Курс инженерной экологии/ И.И. Мазур, О.И. Молдаванов. - М.: Высшая школа, 1999. – 448 с.
4. Соловьева, Э.В. Экология: практикум к выполнению лабораторных и практических заданий / Э.В. Соловьева, В.В. Колотушкин; ВГАСУ. - Воронеж, 2011. – 104 с.
5. Цветкова, Л.И. Экология/ Л.И. Цветкова, М.Л. Алексеев, Б.П. Усанов [и др.]. – М.: Изд-во АСВ; СПб., 1999. – 488 с.

Оглавление

Введение.....	3
Лабораторная работа № 1.....	4
Лабораторная работа № 2.....	11
Лабораторная работа № 3.....	16
Лабораторная работа № 4.....	24
Лабораторная работа № 5.....	29
Библиографический список рекомендуемой литературы.....	34
Приложение.....	35

Промышленная экология

Методические указания

*к лабораторным занятиям для студентов
направления подготовки «Строительство»*

Составители: Соловьева Эльвира Владимировна,
Иванова Ирина Александровна,
Манохин Вячеслав Яковлевич,
Заложных Наталья Васильевна

Подписано в печать 2015. Уч.-изд. л. 2,0.
Воронежский ГАСУ
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84