

Дисциплина «Приборы санитарно-гигиенического контроля» одна из самых важных дисциплин для студентов специальности «Биомедицинская инженерия». В статье рассматриваются методы и приборы контроля температуры, влажности воздуха, воздухообмена, химического состава воздуха и освещенности в помещениях.

## **МАТЕРИАЛЫ ЛЕКЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПРИБОРЫ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ»**

Литвиненко В.Н.

### **Тема: МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СРЕДЫ В ПОМЕЩЕНИЯХ**

**Цель:** Ознакомить студентов с основными методами и приборами санитарно-гигиенического контроля параметров среды в помещениях

#### **План:**

1. Основные параметры микроклимата помещений.
2. Контроль температуры и влажности воздуха и конструкций, воздухообмена в помещениях.
3. Контроль химического состава воздуха в помещениях.
4. Контроль освещенности помещений.

### **1. Основные параметры микроклимата помещений**

Воздух и его чистота имеют для человека исключительно важное значение. Поэтому для сохранения здоровья и работоспособности людей в жилых и производственных помещениях надо обеспечивать нормативный воздухообмен и чистоту воздуха. Для нормальной эксплуатации сооружений нужно знать предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе и уметь определять их содержание.

Основными параметрами, определяющими микроклимат помещений, являются: температура воздуха, его влажность, подвижность и химический состав. К важным характеристикам помещений относится также освещенность.

Методы контроля санитарно-гигиенических параметров среды следующие:

- температуры ограждающих конструкций, нагревательных приборов;
- температуры, влажности воздуха и интенсивности воздухообмена;
- химического состава воздуха, его загазованности;
- освещенности помещений и рабочих мест.

### **2. Контроль температуры и влажности воздуха и конструкций, воздухообмена в помещениях**

Температура и влажность воздуха — одни из определяющих параметров обитаемости — непостоянны, а потому их часто контролируют и принимают меры для приведения к нормативным значениям; для этого

используют термометры и термографы, а также психрометры. Температура и влажность воздуха для каждого типа помещений нормированы.

С помощью психрометра относительная влажность воздуха определяется по показаниям двух термометров: сухого и влажного (смоченного, обернутого влажной материей). Интенсивность испарения воды с поверхности смоченного термометра зависит от влажности окружающего воздуха: чем меньше его относительная влажность, тем быстрее вода испаряется и тем ниже показания термометра. Таким образом, разность показаний сухого и смоченного термометров характеризует относительную влажность окружающей среды. Для получения численного значения относительной влажности служит психрометрический график, прилагаемый к каждому прибору. На практике используют два вида психрометров: простой и аспирационный.

Психрометр Августа называют простым; он состоит из двух термометров и резервуара с водой для смачивания одного из них.

Аспирационный психрометр Ассмана отличается от психрометра Августа тем, что он дает более точные показания благодаря равномерному засасыванию воздуха аспиратором. Аспиратор имеет пружинный механизм, приводящий во вращение вентилятор. Пружина заводится ключом. Посредством гигрометров влажность воздуха определяется или по изменению длины вставленного в прибор человеческого волоса (волосной гигрометр), или по упругой деформации гигроскопически упругой пленки (пленочный гигрометр), которые служат датчиками влажности. Показания каждого из гигрометров сравниваются и проверяются по показаниям психрометров, что является их недостатком.

Волосной гигрометр лучше всего действует при отрицательных температурах; это основной прибор, по которому определяется относительная влажность наружного воздуха зимой. Поправки к показаниям волосного гигрометра получают посредством графического метода и таблицы сопоставления данных гигрометра и психрометра.

Влажность воздуха (как и температура) в помещениях определяется при закрытых окнах и дверях, вдали от отопительных приборов и вентиляционных решеток, в середине помещения и фиксируется в специальном журнале.

Для оценки температуры поверхности строительных конструкций и нагревательных приборов применяются термощупы ТМ, ЦЛЭМ, Агрофизического института и др. Полученные с их помощью данные используют для поддержания температурного режима в помещениях.

Термощуп состоит из измерительного прибора и щупа, на конце которого находится полупроводниковое сопротивление типа ТЩ-1 (датчик). При измерении температуры поверхности (ее можно измерять от 0 до 90 °С с точностью до 1°) датчик должен плотно соприкасаться с нею. Замеры температуры в каждой точке надо производить три раза. Оператор должен находиться как можно дальше от исследуемой поверхности и держать щуп в

вытянутой руке, чтобы не нарушать установившегося теплообмена между поверхностью и окружающим воздухом.

Оценку теплозащитных качеств ограждения в натуральных условиях рекомендуется проводить зимой или поздней осенью с таким расчетом, чтобы разность температур наружного и внутреннего воздуха была не менее  $10^{\circ}$ . Более оперативно контролировать температурное поле любого объекта можно жидкокристаллическими термоиндикаторами, описанными в тринадцатой главе.

Воздухообмен в помещениях также нормирован соответствующими СНиПами. Интенсивность воздухообмена замеряется с помощью анемометра, секундомера и линейки для определения сечений отверстий, по которым удаляется воздух. При дальнейших подсчетах среднего значения скорости воздушного потока необходимо значение скорости, замеренной анемометром, умножить на коэффициент 0,8. Замеры следует выполнять три раза в одной и той же точке, в середине вентиляционной решетки. Живое ее сечение замеряют или определяют по формуле  $F_{ж.с} = 0,7 \cdot F [м^2]$ , где  $F$  - площадь решетки.

Расход воздуха, проходящего через вентиляционную решетку за один час, определяют по формуле  $v_v = 3600 F_{ж.с} [м^3/ч]$ , где  $v$  - скорость воздушного потока, проходящего через решетку (с учетом коэффициента 0,8). Полученное значение сравнивают с нормативным значением воздухообмена, установленным для данных помещений, и при необходимости его увеличения обеспечивают принудительную вентиляцию или принимают другие меры.

### **3. Контроль химического состава воздуха в помещениях**

Воздух и его чистота имеют для человека исключительно важное значение. Поэтому для сохранения здоровья и работоспособности людей в жилых и производственных помещениях надо обеспечивать нормативный воздухообмен и чистоту воздуха. Для нормальной эксплуатации сооружений нужно знать предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе и уметь определять их содержание.

Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий делят все вредные вещества по степени их действия на организм человека на четыре класса опасности:

- I - вещества чрезвычайно опасные: гексахлоран, серная кислота, сулема, свинец и др.
- II - вещества высокоопасные: окислы азота, хлористый ангидрид, серная кислота и др.
- III - вещества умеренно опасные: ацетофен, сероводород с углеводородами и др.
- IV - вещества малоопасные: уайт-спирит, бензин и др.

По агрегатному состоянию вредные вещества в воздухе могут находиться в виде паров, аэрозолей или смесей паров с аэрозолями; их допустимые концентрации в воздухе определены в упомянутых выше нормах.

Применяется несколько методов выявления наличия и концентрации в воздухе вредных веществ:

- линейно-колористический метод окрашивания специальных порошков в индикаторных трубках, через которые просасывается исследуемый воздух;
- метод замера смещения интерференционной картины при прохождении луча света через камеры, содержащие чистый и загрязненный воздух;
- метод термомагнитной конвекции кислорода в магнитном поле.

Наибольшее распространение получили первые два метода.

Химический анализ воздуха с помощью приборов, основанных на линейно-колористическом методе, состоит в следующем: при просасывании воздуха через индикаторные трубки окраска находящегося в них порошка изменяется, при этом длина окрашенного слоя пропорциональна концентрации исследуемого вещества и измеряется по шкале (в мг/л).

На таком принципе основан прибор УГ-2 — универсальный газоанализатор, определяющий посредством набора трубок наличие в воздухе сернистого ангидрида, ацетилена, окиси углерода, сероводорода, хлора, аммиака, окислов азота, этилового эфира, бензина, бензола, толуола, ксилола, ацетона, углеводородов нефти. Срок годности индикаторных порошков с момента изготовления трубок составляет от 8 до 24 месяцев. Газоанализатор УГ-2 состоит из прибора для прокачивания воздуха и ящика с индикаторными трубками.

Для измерения содержания метана ( $\text{CH}_4$ ) и углекислого газа в насосных водоснабжения, дренажных системах и канализации, в котельных, работающих на газовом топливе, а также в некоторых производственных сооружениях используются шахтные интерферометры ШИ-3 и ШИ-5 (рис. 1).

Ими можно определять концентрацию метана и углекислого газа при одновременном содержании их в воздухе.

Действие прибора основано на измерении смещения интерференционной картины (чередование светлых и темных полос) в результате изменения состава исследуемой пробы воздуха. Смещение будет тем больше, чем больше разность между показателями преломления света исследуемой газовой системы и атмосферного воздуха — она пропорциональна содержанию метана и углекислого газа в смеси. Показатели преломления метана и углекислого газа отличаются друг от друга незначительно, а потому при определении их концентрации можно пользоваться одной и той же шкалой. В приборе имеются две герметически обособленные линии — воздушная и газовая. Пределы измерения концентрации метана и углекислого газа — от нуля до 6% по объему. Цена деления шкалы прибора  $\pm 0,3\%$ .

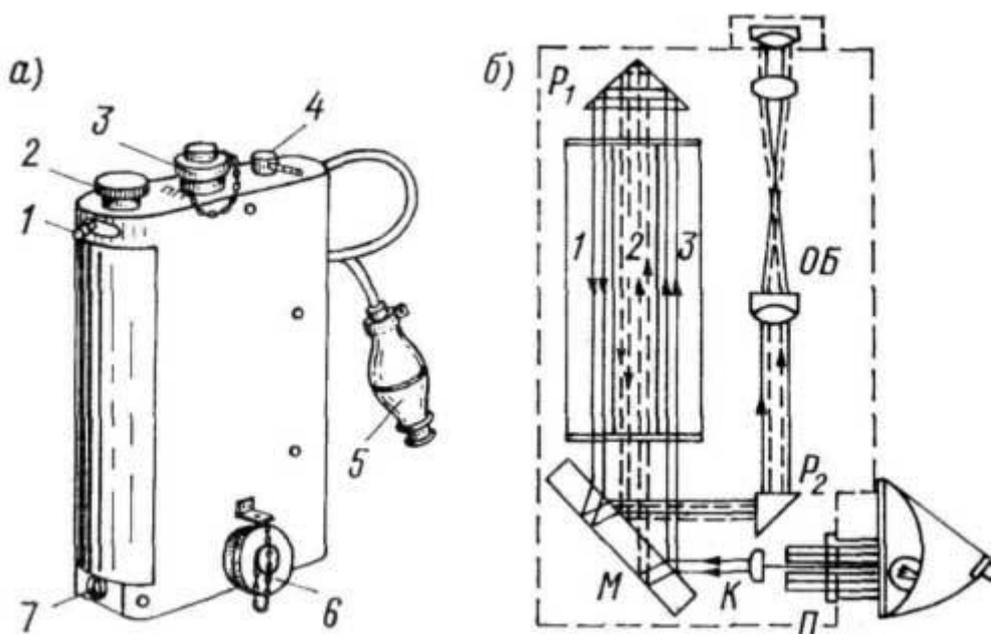


Рис. 1. Шахтный интерферометр ШИ-5 для определения концентрации в воздухе метана и углекислого газа:

а - внешний вид; б - принципиальная схема 1 - штуцер для засасывания воздуха через поглотитель  $\text{CO}_2$ ; 2 - то же, минуя поглотитель  $\text{CO}_2$ ; 3 - окуляр; 4 - штуцер с фильтром; 5 - резиновая груша; 6 - маховик подвижной призмы; 7 - световое окно

#### 4. Контроль освещенности помещений

Жилые помещения и те здания, в которых постоянно прибывают люди, должны проходить различные регулярные проверки, подтверждающие соответствие этих помещений санитарным нормам. Одним из параметров, который необходимо регулярно проверять, является освещенность помещения. Эта ежегодная проверка, проводимая один раз в год, нужна для того, чтобы исключить возможность негативных воздействий плохого освещения на организм человека. Для измерения данного параметра используется специальный прибор - люксметр. Во время проверки освещенности исследуются следующие параметры: коэффициент пульсации, освещенность, коэффициент естественной освещенности.

Люксметр позволяет определить, правильно ли расположены осветительные приборы, соответствует ли их мощность условиям помещения. К сожалению, во многих помещениях часто освещение оказывается недостаточным или, наоборот, чрезмерным, что ведет за собой явное снижение эффективности деятельности работников. Как правило, на проведение исследования требуется не больше двух дней. Результаты исследования помогут определить соответствие помещения санитарным нормам, выявить недочеты относительно мощности и расположения осветительных приборов. Опираясь на полученные в ходе исследования данные, освещение может быть скорректировано для улучшения рабочих условий.

После проведения диагностики освещенности помещения предприятие

получает официальный протокол, содержащий данные обо всех измеряемых характеристиках. Доверять измерение уровня освещенности необходимо компаниям, имеющим соответствующую аккредитацию. В случае обнаружения несоответствия помещения необходимым параметрам освещенности необходимо в кратчайшие сроки принять меры по их нормализации.

#### 4.1. Устройство и работа люксметра

Люксметр состоит из измерителя и отдельного фотоэлемента с насадками (рис. 2).

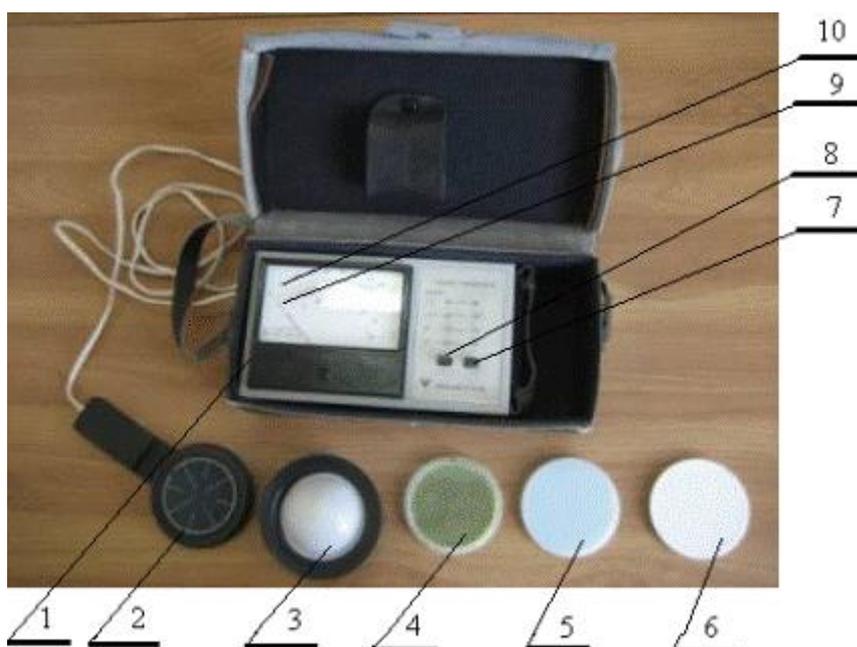


Рис. 2. Общий вид люксметра Ю-116 и его комплектация:

1 — отсчетный блок; 2 — датчик (фотоэлемент); 3 — насадка-гайка с пометкой «К»; 4 — насадка-светофильтр с пометкой «М (10)»; 5 — насадка-светофильтр с пометкой Р (100); 6 — насадка-светофильтр с пометкой Т (1000); 7 — включатель нижней шкалы (1—30 лк); 8 — включатель верхней шкалы (20—100 лк); 9 — нижняя шкала (1—30); 10 — верхняя шкала (20—100 лк)

На передней панели измерителя имеются кнопки переключателя и табличка со схемой, связывающей действие кнопок и используемых насадок с диапазонами измерений. Прибор магнитоэлектрической системы имеет две шкалы: 0-100 и 0-30. На каждой шкале точками отмечено начало диапазона измерений: на шкале 0-100 точка находится над отметкой 20, на шкале 0-30 - над отметкой 5. Прибор имеет корректор для установления стрелки в нулевое положение.

Принципиальная электрическая схема прибора приведена на рис. 3.

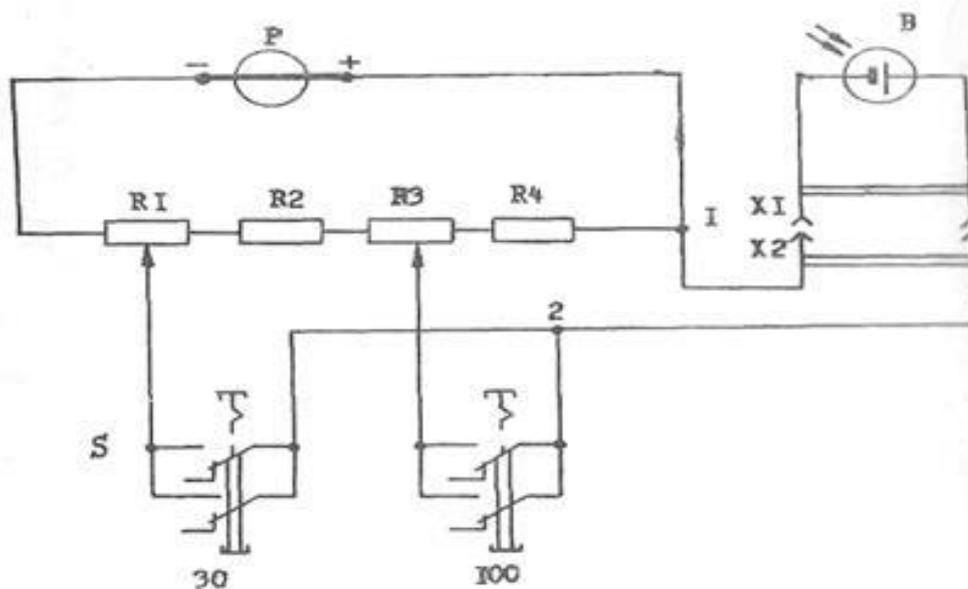


Рис. 3. Схема электрическая принципиальная люксметра Ю-116

На боковой стенке корпуса измерителя расположена вилка для присоединения селенового фотоэлемента. Селеновый фотоэлемент имеет пластмассовый корпус и присоединяется к измерителю шнуром с розеткой, обеспечивающей правильную полярность соединения. Длина шнура - 1,5 м. Светочувствительная поверхность фотоэлемента составляет около 30 см<sup>2</sup>.

Для уменьшения косинусной погрешности применяется насадка на фотоэлемент, состоящая из полусферы, выполненной из белой светорассеивающей пластмассы, и непрозрачного пластмассового кольца, имеющего сложный профиль. Насадка обозначена буквой «К», нанесенной на ее внутреннюю сторону. Эти насадки применяются не самостоятельно, а совместно с одной из трех других насадок, имеющих обозначения «М», «Р» и «Т». Каждая из этих трех насадок совместно с насадкой «К» образует три поглотителя с общим номинальным коэффициентом ослабления 10, 100 и 1000 и применяется для расширения диапазонов измерения измерений. Насадки «К», «М», «Р» и «Т» могут использоваться только в том люксметре, для которого они предназначены. Люксметр градуируется без насадок в основном диапазоне измерений 5—30 и 20—100 лк и имеет наименьшую допускаемую погрешность измерения, равную  $\pm 10\%$ .

### Литература

1. Жидецкий В. Ц. Основы охорони праці. - Львів: Афiша, 2002. - 167с.
2. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основы охорони праці. - К.: Каравела, 2004. - 408с.
3. Основы охорони праці / За ред. Гандзюка М.П., Купчика М.П. – К.: Основа, 2000. – 416с.
4. Безопасность жизнедеятельности/ Под. Ред. Л.А. Муравья. - М.: ЮНИТИ-

- ДАНА, 2003. - 431с.
5. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности. – М.: Высшая школа, 2004. - 606с.
  6. Безопасность жизнедеятельности/ Н.П. Кукин, В.Л. Лапин, Н.Л. Пономарев. –М.: Высшая школа, 2001. - 319с.