

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ»**

Кафедра основ безопасности систем и процессов

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
РАБОТЫ МЕСТНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ**

**Методические указания
по выполнению лабораторно-расчетной работы
для студентов всех специальностей и форм обучения**

Санкт-Петербург

2012

УДК 331.45

Экспериментальное исследование работы местной вентиляции: методические указания по выполнению лабораторно-расчетной работы для студентов всех специальностей и форм обучения/сост. И.О. Протодьяконов, С.В. Анискин, Ю.А. Василевский, И.Е. Слепцов; СПб ГТУРП. – СПб., 2012. – 26 с.

Настоящие методические указания содержат основные сведения о параметрах контроля и способах нормирования работы местной вентиляции, об используемых приборах и методах измерения, порядке выполнения работы и оценке уровня безопасности объекта.

Предназначены для выполнения лабораторно-расчетной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей и форм обучения.

Рецензент: доцент кафедры ОБСиП СПб ГТУРП,
кандидат технических наук В.И. Сарже.

Подготовлены и рекомендованы к печати кафедрой основ безопасности систем и процессов СПб ГТУРП (протокол № 9 от 23.04.12).

Утверждены к изданию методической комиссией инженерно-экологического факультета СПб ГТУРП (протокол № 8 от 18.05.12).

© Санкт-Петербургский
государственный технологический
университет растительных полимеров, 2012

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Оценка уровня безопасности в рабочем помещении, обеспечиваемого местной вентиляцией.

2. ОСНОВЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ, ОБЕСПЕЧИВАЕМОГО МЕСТНОЙ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО МЕСТНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

В производственном помещении всегда существуют источники выделения вредных веществ, которые попадают в воздух рабочей зоны. Выделение вредного вещества отдельными источниками может быть очень велико, например, из бака растворителя плава в цехе содорегенерации, при сушке бумажного полотна из бумагоделательной машины или в химической лаборатории при работе с химическими реактивами. В таких случаях общеобменная вентиляция не может снизить концентрацию вредных веществ до требований норм безопасности, необходимы дополнительные мероприятия по снижению количества выделений из таких источников. Дополнительными мероприятиями являются локализация источника вредного вещества и установка местной вентиляции, задача которой заключается в снижении количества выбросов в рабочее помещение [1].

На рис. 1 представлены схемы работы местных вытяжных установок в виде вытяжного шкафа (1а), бортового отсоса (1б) и вытяжного зонта (1в). Местная вентиляция устроена так, что воздушный поток направляется в газозон, выводящий газы за пределы помещения. Встречный воздушный поток создает препятствие для проникновения вредных веществ в рабочее помещение. Вследствие этого снижается количество вредных веществ, которые проникают в рабочее помещение. Снижение необходимо доводить до такой сте-

пени, чтобы общеобменная вентиляция могла поддерживать содержание вредных веществ на уровне, не превосходящем допустимые нормы безопасности.

Местную вентиляцию также эффективно применяют для снижения интенсивности источников влаги и тепла.

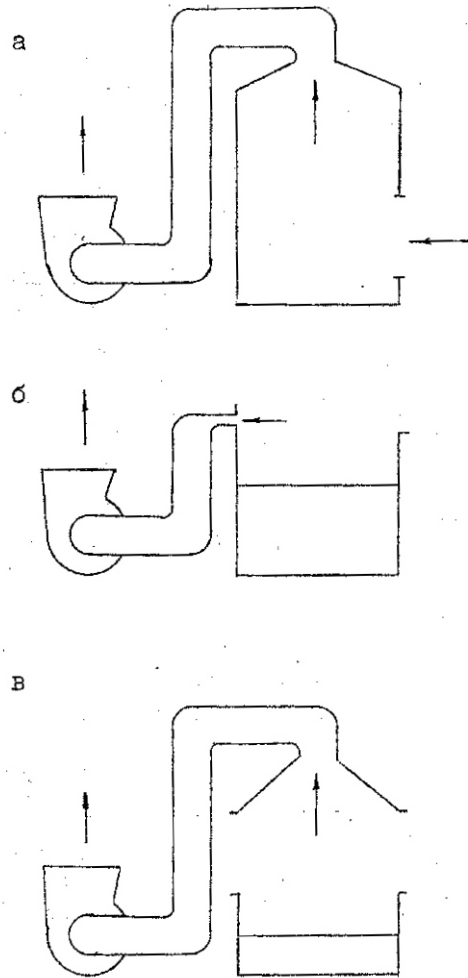


Рис. 1. Схемы устройств местной вентиляции:

а – вытяжной шкаф; б – бортовой отсос; в – вытяжной зонт.

2.2. ОЦЕНОЧНЫЙ ПАРАМЕТР

Рассмотрим работу местной вентиляции на примере вытяжного шкафа (рис. 1, а). Источник вредных веществ находится внутри шкафа. Работа вытяжного шкафа заключается в следующем. В открытом окне, плоскость которого разделяет внутреннюю область шкафа и рабочее помещение, с помощью вытяжного вентилятора создается воздушный поток, направленный внутрь шкафа. При этом интенсивность воздушного потока должна быть достаточной для того, чтобы эффективно препятствовать проникновению вредных веществ в рабочее помещение. При этом размер окна шкафа должен обеспечивать свободный доступ обслуживающего персонала внутрь вытяжного шкафа.

Рассмотрим механизм проникновения вредных веществ в рабочее помещение.

Известно, что при движении газового потока в канале скорость газа распределена неравномерно по его сечению. Максимум скорости обычно находится в середине канала, а у стенок скорость уменьшается, образуя так называемый пограничный слой. Непосредственно на самой стенке, в соответствии с гипотезой Прандтля, скорость газа равна нулю (рис. 2).

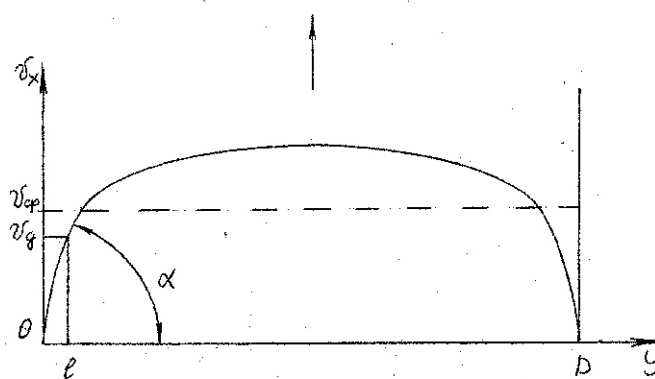


Рис. 2. Распределение скорости воздуха по сечению канала

Известно, что напряжение τ_0 , возникающее в результате движения газа, на стенке определяется следующим соотношением [2]:

$$\tau_0 = \mu \cdot \frac{d \cdot \sqrt{x}}{d \cdot y}, \quad (1)$$

где μ - вязкость газа.

При этом величина τ_0 может быть выражена через среднюю скорость газового потока v_{cp} по формуле:

$$\tau_0 = \lambda \cdot \frac{\rho \cdot v_{cp}^2}{2}, \quad (2)$$

где λ - коэффициент сопротивления канала.

Учитывая, что производная в уравнении (1) есть тангенс угла наклона α основания кривой распределения скорости (рис. 2), из уравнений (1) и (2) следует, что:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\lambda \cdot \rho \cdot v_{cp}^2}{\mu \cdot 2}. \quad (3)$$

При работе вытяжного шкафа концентрация вредных веществ внутри него всегда выше, чем в рабочем помещении.

Устанавливающийся в этих условиях градиент концентраций создает движущую силу для диффузного потока, направленную из объема шкафа в рабочее помещение. Скорость такого потока мала, но в пограничном слое, у стенок открытого окна всегда найдется некоторая толщина слоя ℓ , достаточная для проникновения вредного вещества со скоростью диффузии v_d в рабочее помещение.

Из рис. 2 следует, что

$$\ell = \frac{v_d}{\operatorname{tg}\alpha}. \quad (4)$$

Тогда очевидно, что количество вредного вещества, проникающего из вытяжного шкафа в рабочее помещение, будет тем больше, чем меньше угол α . Из соотношения (3) следует, что тангенс пропорционален квадрату средней скорости потока. По этой причине величина $v_{\text{ср}}$ определяет количество вещества, проникающего из вытяжного шкафа в рабочее помещение, характеризует эффективность работы местной вентиляции и является нормируемым параметром. Его размерность м/с.

Если в качестве вентиляционного устройства используется вытяжной шкаф, под $v_{\text{ср}}$ понимается средняя скорость в сечении открытого окна шкафа. В случае использования таких устройств местной вентиляции как бортовой отсос (рис. 1, б) и вытяжной зонт (рис. 1, в), процесс проникновения вредных веществ в рабочее помещение из этих устройств связан с образованием вихревых движений воздуха, уносящих часть вредных веществ из потока, направленного в сечение бортового отсоса или вытяжного зонта. В этих случаях эффективность местной вентиляции определяется средней скоростью в соответствующих сечениях указанных устройств.

2.3. НОРМАТИВНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ ОЦЕНОЧНОГО ПАРАМЕТРА

Для вытяжных шкафов установлены нормы скорости подсоса воздуха в сечении открытого окна, которые приведены в табл. 1 и 2.

Под скоростью подсоса понимается средняя скорость воздушного потока. Для научных и учебных заведений нормы установлены в зависимости от класса опасности и агрегатного состояния вредных веществ, а для произ-

водственных процессов – в зависимости от вида операций, выполняемых в вытяжном шкафу [3].

Таблица 1

**Значения норм скорости подсоса воздуха, установленных
для вытяжных шкафов в научных учреждениях**

Класс опасности	Типы веществ	Примеры вредных веществ	v_{cp} , м/с
I	Чрезвычайно опасные газы	Селенистый и хромовый ангидрид, гидразин, озон, пары ртути, тетраэтилсвинец, фосфор желтый, двуокись хлора	1
II	Высоко опасные газы	Анилин, сероводород, фенол, формальдегид, хлор	0,7
III	Умеренно опасные газы	Соляная кислота, окислы азота, сернистый ангидрид	0,7
IV	Малоопасные газы, пыль, аэрозоль	Ацетон, бензин, керосин, спирт этиловый, скипидар, коксовая и угольная пыль, алюминий и его сплавы	0,5
I II III	Пыль и аэрозоль	Сода кальцинированная, сулема, табак, серный ангидрид, серная кислота, аэросил, феррохром	1,2 – 1,5

Таблица 2

**Нормативные значения скорости подсоса воздуха
для отдельных видов производственных операций**

№ п/п	Операции, выполняемые в вытяжном шкафу	v_{cp} , м/с
1	Закалка и отпуск в масляной ванне	0,3
2	Обезжиривание бензином	0,5
3	Обезжиривание хлорированным углеводородом	0,7
4	Травление азотной кислотой	0,7 – 1,0
5	Пескоструйная очистка	1,0 – 1,5
6	Окрашивание кистевое красками, не содержащими ароматических углеводородов	0,5
7	Операции с радиоактивными веществами	2 – 3

2.4. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

В данной лабораторно-расчетной работе необходимо измерить среднюю скорость в сечении открытого окна вытяжного шкафа двумя разными методами. Определить ошибки измерения. Выбрать из этих методов более точный и сделать оценку безопасности с использованием доверительного интервала.

3. МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ПОДСОСА ВОЗДУХА

В ОКНЕ ВЫТЯЖНОГО ШКАФА

3.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА И УСЛОВИЙ ИЗМЕРЕНИЯ

Измерение скорости подсоса воздуха необходимо проводить непосредственно в прямоугольном сечении открытого окна вытяжного шкафа.

Координаты точек измерения скоростей, а также количество точек определяется формой и размерами мерного сечения (рис. 3).

Максимальное отклонение координат точек измерений от указанных на рис. 3 не должно превышать $\pm 10\%$. Количество измерений в каждой точке должно быть не менее трех.

При использовании анемометров время измерения в каждой точке должно быть не менее 10с.

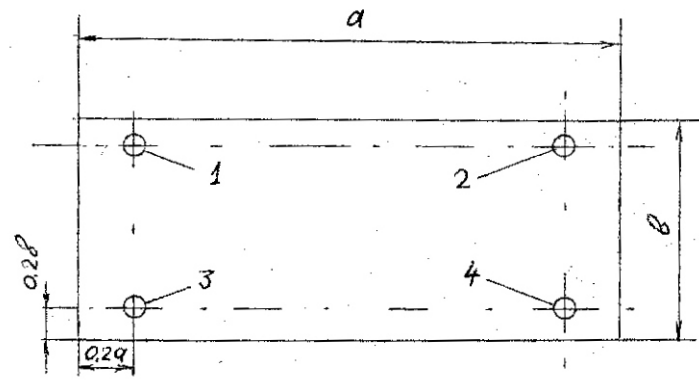


Рис. 3. Координаты точек измерения скорости в воздуховодах прямоугольного сечения:

1, 2, 3, 4 – точки измерения

3.2. ИЗМЕРЕНИЕ ПОДВИЖНОСТИ ВОЗДУХА С ПОМОЩЬЮ ТЕРМОАНЕМОМЕТРА

Термоанемометр предназначен для измерения средней подвижности и температуры воздушного потока [4].

Прибор измеряет подвижность воздушного потока в диапазоне 0,1 – 5 м/с. Время готовности прибора к измерению – не менее 10 с после включения.

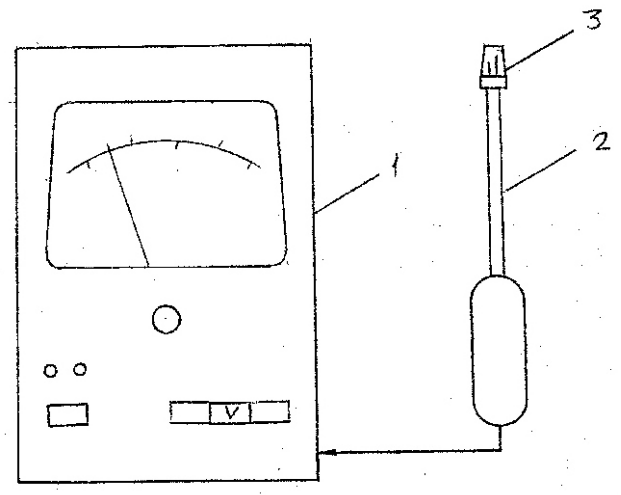


Рис. 4. Термоанемометр:

1 – электронный блок с пультом управления; 2 – измерительная штанга;

3 – датчик температуры и датчик скорости

В состав измерительной системы входят: термоанемометр (рис. 4), представляющий собой электронный блок с пультом управления, и измерительная штанга, на конце которой установлен датчик температуры и датчик скорости воздушной среды. Электрическая блок-схема прибора представлена на рис. 5. В первичном преобразователе расположено два терморезистора в виде проволочек с сопротивлением R_1 и R_2 , открытые к воздействию воздушного потока.

В данном методе измерения подвижности воздушного потока используется зависимость величины сопротивления R_1 от его температуры, которая, в свою очередь, зависит от скорости обдува этого терморезистора.

При изменении скорости потока, например, при ее увеличении, температура терморезистора R_1 , а, следовательно, и его сопротивление должны снижаться.

Такое снижение температуры терморезистора можно компенсировать соответствующим увеличением величины тока, проходящего через терморезистор, которое приводит к увеличению его температуры. Если измерить приращения электрического тока, необходимые для компенсации снижения температуры терморезистора, вследствие увеличения скорости обдувающего его потока воздуха, и сопоставить их с соответствующими приращениями скорости воздуха при нескольких значениях указанных параметров, то можно получить зависимость величины тока компенсации от скорости воздуха. Величины тока компенсации измерять удобнее, чем непосредственно измерять величину омического сопротивления терморезистора, зависящую от скорости воздуха, обдувающего терморезистор. Кроме того, в рассматриваемом случае зависимость величины тока компенсации от указанной скорости воздуха является линейной.

Эти обстоятельства явились причиной такого построения электрической схемы прибора, при котором обеспечивается измерение именно величины тока компенсации, пропорциональной скорости воздуха.

Рассмотрим особенности электрической схемы (рис. 5) прибора, реализующей описанный принцип измерения скорости потока воздуха. Изменение сопротивления R_1 при изменении скорости воздуха приводит к изменению напряжения, которое подается на вход усилителя D_1 и далее на усилитель V . Схема работает таким образом, чтобы температура терморезистора R_1 была все время близка к постоянной и равной 60°C .

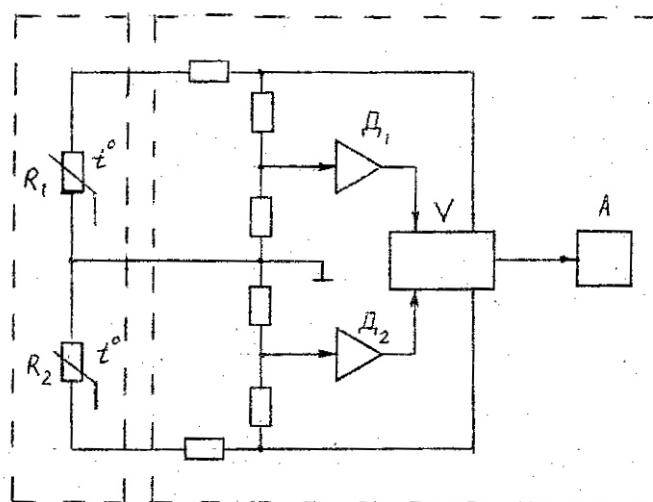


Рис. 5. Блок-схема термоанемометра:

R_1 и R_2 – терморезисторы; D_1 и D_2 – усилители; V – усилитель; A - индикатор

Если сопротивление R_1 увеличивается, то на выходе усилителя D_1 напряжение изменяется так, чтобы ток через усилитель V увеличивался. Это приведет к тому, что R_1 примет свою первоначальную температуру. Выход усилителя V соединен со стрелочным индикатором A , проградуированным в м/с, показания которого пропорциональны приращению тока. При изменении

температуры воздушного потока может возникать погрешность измерения его скорости. Электрическая схема прибора содержит узел, обеспечивающий автоматическую компенсацию этой погрешности. Работа данного узла заключается в следующем.

Изменение температуры воздушного потока регистрируется терморезистором R_2 . Последний через мостовую схему подключен к усилителю D_2 , соединенному с усилителем V .

В усилителе V ток из усилителя D_2 суммируется с током компенсации усилителя D_1 , но с обратным знаком, что позволяет учесть поправку от изменения температуры воздушного потока.

При подготовке к работе с термоанемометром необходимо установить первичный преобразователь в исследуемый поток, выбрать режим, нажав кнопку V , нажать кнопку «Сеть», выдержать прибор включенным не менее 15 минут, затем можно снимать показания по нижней шкале индикатора.

3.3. ИЗМЕРЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ КРЫЛЬЧАТОГО АНЕМОМЕТРА

Крыльчатый анемометр предназначен для измерения скорости движения потока от 0,2 до 5 м/с. Прибор представляет собой счетчик оборотов, соединенный через систему передач с вертушкой, представляющей собой лопастное колесо с пластинами из алюминиевой фольги (рис. 6).

Анемометр устанавливают таким образом, чтобы крыльчатка была перпендикулярна воздушному потоку, а счетный механизм был расположен за ней.

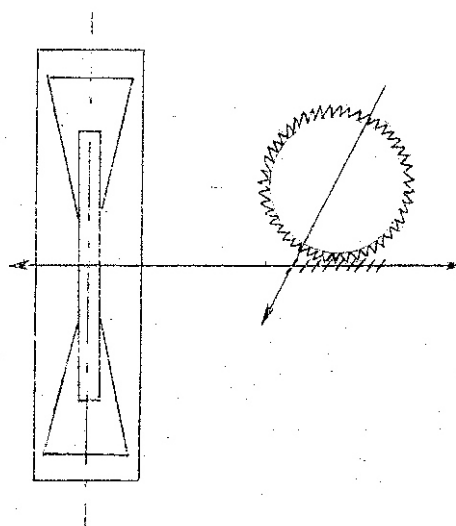


Рис. 6. Схема крыльчатого анемометра

Анемометр устанавливают таким образом, чтобы крыльчатка была перпендикулярна воздушному потоку, а счетный механизм был расположен за ней.

При работе с прибором предварительно производят измерение исходного показания счетчика оборотов, а затем через 10-15 секунд после начала вращения включают счетчик с помощью рычага, расположенного на боковой части корпуса прибора, и секундомер. Через 100 секунд одновременно выключают счетчик и секундомер. Деление измеренного числа оборотов на 100 секунд позволяет получить скорость вращения, то есть число оборотов в единицу времени. Скорость воздуха определяют по тарировочному графику, который выражает зависимость скорости воздуха от скорости вращения крыльчатки.

В данной лабораторной работе крыльчатый анемометр используется в комплексе с электронными приборами, входящими в состав лабораторной установки. 3.4. УСТРОЙСТВО ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Лабораторная установка (рис. 7) предназначена для измерения скорости воздушного потока в плоскости окна вытяжного шкафа.

Установка состоит из вытяжного шкафа 1, с подвижной стенкой 2, образующей открытое окно, вытяжного газохода 3 с вентилятором 4 и поворотным шибером 5. Установка включает в себя также ряд приборов, необходимых для измерения скорости двумя разными методами – термоанемометр 6 с первичным преобразователем 7 и крыльчатый анемометр 8, работающий с фотодиодом 9, лампой подсветки крыльчатки 10, блоком питания 11 и частотомером 12.

Крыльчатый анемометр в комплексе с указанными элементами выполняет функцию первичного преобразователя скорости воздушного потока.

Для установки первичных преобразователей в точках измерения скорости воздушного потока в соответствии с рис. 3 применены деревянные штативы с отверстиями, в которые вставляются эти преобразователи. Штативы независимы друг от друга и имеют возможность перемещаться горизонтально вместе со своим основанием.

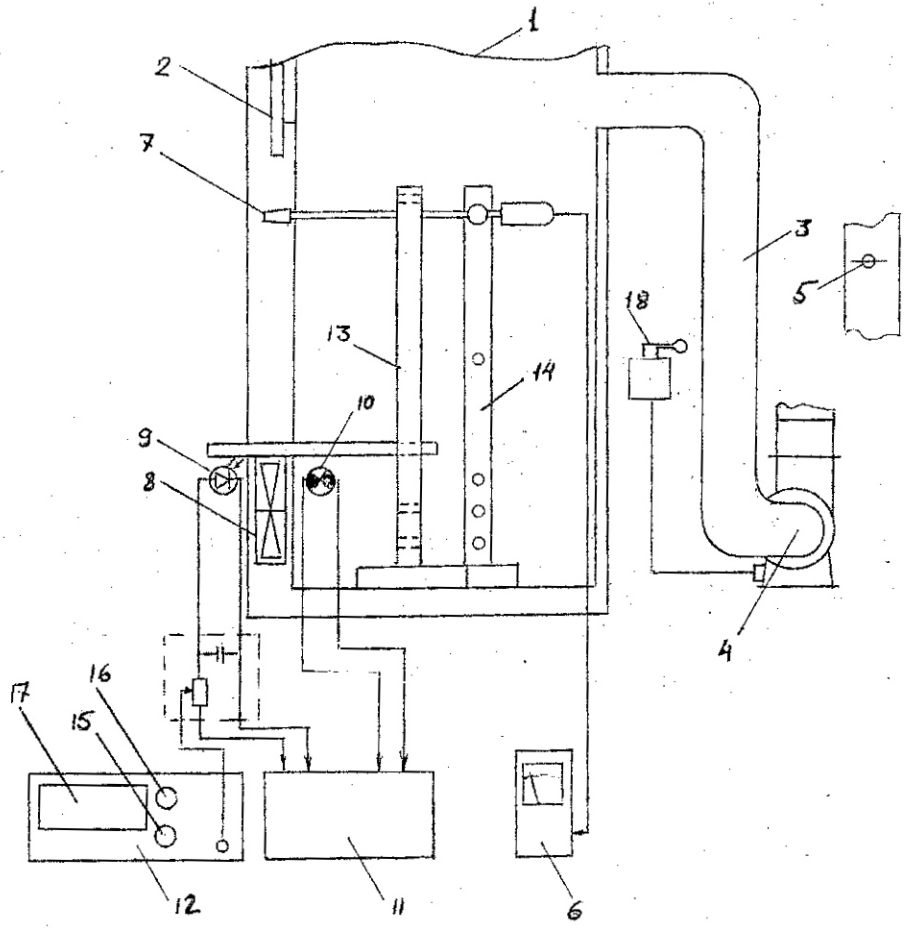


Рис. 7. Схема лабораторного стенда:

- 1 – вытяжной шкаф; 2 – подвижная стенка; 3 – газоход; 4 – вентилятор;
- 5 – шибер; 6 – термоанемометр; 7 - первичный преобразователь термоане-
- мометра; 8 – крыльчатый анемометр; 9 – фотодиод; 10 – лампочка подсветки;
- 11 – блок питания; 12 – частотомер; 13 и 14 – штативы; 15 – переключатель
- рода работы; 16 – переключатель «Время измерения»;
- 17 – цифровой индикатор; 18 - рубильник

Штатив 13 предназначен для установки крыльчатого анемометра 8, а штатив 14 – для первичного преобразователя термоанемометра 7. Отверстия на штативах имеют маркировку, означающую площадь сечения окна. Отверстия необходимы для установки датчиков на разной высоте в зависимости от площади сечения окна.

3.5. РАБОТА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Установка работает следующим образом.

С помощью вентилятора 4 воздух засасывается в вытяжной шкаф 1 через открытое окно, образующееся при поднятии боковой стеклянной стенки 2. Воздух последовательно проходит через шкаф 1, газоход 3, имеющий шибер 5, выводится на крышу здания и рассеивается в атмосфере. Наличие поворотного шибера 5 и возможность фиксации стенки шкафа 2 на разных уровнях позволяют менять режим работы установки, меняя скорость и ее распределение в сечении открытого окна.

Описание работы термоанемометра приведено в разделе 3.2, поэтому рассмотрим только работу крыльчатого анемометра в комплексе с электронными приборами.

При вращении крыльчатки свет лампы 10 попадает на светодиод 9 импульсами в момент, когда лопасть крыльчатки не перекрывает световой луч. Фотодиод 9 преобразует световые импульсы в электрические, которые направляются через делитель напряжения в частотомер 12.

Для измерения частоты появления импульсов необходимо установить переключатель рода работы 15 в положение F_A , [5]. В соответствии со стандартами время измерения скорости должно быть не менее 10 секунд, поэтому необходимо переключатель «Время измерения» 16 установить в положение 10_s , обозначенное на приборе.

Результаты измерения частоты высвечиваются на цифровом индикаторе 17 только по окончании времени измерения. Размерность измеряемой частоты – кГц, высвечивается в правой части цифрового индикатора. Индикация результата измерения происходит в течение промежутка времени, устанавливаемого ручкой регулировки времени индикации. По истечении этого промежутка, процесс измерения автоматически повторяется.

Скорость воздушного потока определяют по формуле, которая получена в результате аппроксимации опытных данных, представленных на тарировочном графике крыльчатого анемометра:

$$v_f = \alpha + b \cdot f, \quad (5)$$

где $\alpha = 0,05$ м/с; $b = 0,0144$ м; f – частота, Гц.

Скорость воздушного потока можно определить и непосредственно по тарировочному графику. Требуемое для этого число оборотов в единицу времени можно получить делением частоты импульсов на N , где N – число промежутков между лопастями крыльчатки.

Датчики скорости (первичные преобразователи) должны быть установлены в определенных точках сечения окна (рис. 3).

Боковая стенка шкафа 2 может быть зафиксирована в трех положениях:

$$S_1 = 0,09 \text{ м}^2; S_2 = 0,168 \text{ м}^2; S_3 = 0,252 \text{ м}^2,$$

где S – площадь сечения образующегося окна.

В каждом из указанных положений меняется только вертикальная координата точки измерения скорости воздушного потока.

Для определения горизонтальной координаты этой точки – расстояния от точки до соответствующей боковой поверхности (см. рис. 3) нанесены риски на нижней и верхней стенке окна. При установке датчиков скорости в точках измерения необходимо переместить датчик вместе со штативом в сечении окна так, чтобы он был на пересечении указанных рисков.

Для установки датчиков скорости в точках измерения необходимо вставить датчик вместе с устройством его крепления в отверстие штатива, обозначенное числом, равным площади заданного сечения окна (рис. 7). Для указанных положений S_3 и S_2 таких отверстий два. Они соответствуют верх-

нему и нижнему значениям вертикальной координаты точки измерения. Для положения S_1 отверстие одно, и в этом случае измерение скорости воздушного потока проводится не в четырех точках, а только в двух.

3.6. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Работа выполняется на основании задания, которое включает указание названия опасного вещества, положение шибера 5 и площадь сечения вытяжного окна.

1. Включить термоанемометр 6, блок питания 11, частотомер 12 и прогреть их перед измерениями в течении 15 минут.
2. Открыть окно вытяжного шкафа 1, подняв стенку 2 в требуемое положение S и зафиксировать ее шпингалетом.
3. Установить регулирующий шибер 5 в требуемое положение.
4. Включить вентилятор 4 поворотом рубильника 18.
5. Установить крыльчатый анемометр в измерительной точке 1 (рис. 3) и измерить частоту импульсов f_1 . Переместить анемометр последовательно в точки 2,3 и 4. Измерить частоту в этих точках – f_2, f_3, f_4 .
6. Повторить измерения по п. 5 три раза, получив значения f_{ni} , где n - порядковый номер точки измерения; i – номер измерения в отдельной точке.
7. Установить датчик (первичный преобразователь) термоанемометра последовательно в точках измерения в соответствии с рис. 3 и измерить поочередно скорость подсоса воздуха v_1, v_2, v_3, v_4 .
8. Повторить измерения скорости воздуха термоанемометром три раза в последовательности, указанной в п. 7, получив значения $v_{n,i}$.
9. Определить цену деления шкалы скорости термоанемометра Δ_n в области измеренных значений $v_{n,i}$.
10. Выключить вентилятор и приборы измерения.

4. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ С ОЦЕНКОЙ ОШИБОК ВЕЛИЧИН, УЧАСТВУЮЩИХ В РАСЧЕТАХ

1. Вычислить среднюю частоту импульсов в каждой точке измерения f_n , Гц:

$$f_n = \frac{1}{3} \cdot \sum_{i=1}^3 f_{n,i}.$$

2. Вычислить среднюю по площади сечения частоту импульсов f , Гц:

$$f = \frac{1}{m} \cdot \sum_{n=1}^m f_n,$$

где m – количество точек измерения.

3. Вычислить скорость движения воздуха по частоте импульсов v_f , пользуясь формулой (5).

4. Вычислить ошибку частотомера δ_q :

$$\delta_q = 5 \cdot 10^{-6} + \frac{1}{f \cdot \tau},$$

где τ - время измерения частоты.

5. Вычислить ошибку измерения скорости воздуха крыльчатым анемометром в каждой точке отдельно:

$$\delta_{f,n} = \sqrt{\frac{1}{6 \cdot f_n^2} \cdot \sum_{i=1}^3 (f_{n,i} - f_n)^2 + \frac{1}{3} \delta_q^2}.$$

6. Вычислить суммарную ошибку измерения скорости воздуха крыльчатым анемометром:

$$\delta_f = \sqrt{\sum_{m=1}^m \delta_{f,m}^2 + \delta_{\square}^2},$$

где $\delta_{\square} = 0,04$ – ошибка тарировки.

7. Вычислить среднюю скорость воздуха по результатам измерения термоанемометром в каждой точке, м/с:

$$v_n = \frac{1}{3} \cdot \sum_{i=1}^m v_{n,i}.$$

8. Вычислить среднюю по площади сечения окна вытяжного шкафа скорость воздуха v_a , м/с:

$$v_a = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^m v_n.$$

9. Вычислить ошибку измерения термоанемометра δ_a :

$$\delta_a = \sqrt{\delta_0^2 + \frac{1}{3} \left(\frac{\Delta}{v_a} \right)^2}.$$

где $\delta_0 = 0,1$ – погрешность термоанемометра;

Δ - цена деления шкалы, м/с.

10. Вычислить ошибку при измерении скорости воздуха термоанемометром в каждой точке отдельно:

$$\delta_{a,n} = \sqrt{\frac{1}{6 \cdot v_n^2} \cdot \sum_{i=1}^3 (v_{n,i} - v_n)^2 + \delta_a^2}.$$

11. Вычислить ошибку измерения скорости воздуха термоанемометром:

$$\delta_a = \sqrt{\sum_{n=1}^m \delta_{a,n}^2}.$$

5. АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Оценка результатов работы производится на основании сравнения измеренных значений v_f и v_a , полученных разными методами, с нормативными значениями с учетом ошибок, допущенных при измерениях.

При этом выполняются следующие операции.

1. Вычисление доверительного интервала I_m измеренного значения скорости v_a с доверительной вероятностью 95%, м/с:

$$v_{an} = v_a \cdot (1 - 1,96 \cdot \delta);$$

$$v_{as} = v_a \cdot (1 + 1,96 \cdot \delta);$$

$$I_{ma} = \{v_{an}, v_{as}\}.$$

2. Вычисление доверительного интервала I_m измеренного значения скорости v_f с доверительной вероятностью 95%, м/с:

$$v_{fn} = v_f \cdot (1 - 1,96 \cdot \delta);$$

$$v_{fs} = v_f \cdot (1 + 1,96 \cdot \delta);$$

$$I_{mf} = \{v_{fn}, v_{fs}\}.$$

3. Выбор интервала I_d области допустимой безопасности D оценочного параметра v в соответствии с заданием и табл. 1,2 (раздел 2.2):

$$I_d = \{v_0, \infty\}.$$

4. Выбрать наименьший из интервалов I_{ma} и I_{mf} , сравнить его с интервалом I_d и сделать вывод. Возможны три варианта вывода.

1) Если I_m полностью находится в интервале I_d , то вывод следующий: уровень безопасности персонала при работе местной вентиляции является допустимым с доверительной вероятностью более 95%.

2) Если I_m только частично находится в интервале I_d , то вывод следующий: уровень безопасности персонала при работе местной вентиляции является недопустимым с доверительной вероятностью в пределах от 5% до 95%.

3) Если I_m не находится в интервале I_d , то вывод следующий: уровень безопасности персонала при работе местной вентиляции является недопустимым с доверительной вероятностью более 95%.

5. При необходимости расчета величины уровня безопасности необходимо воспользоваться методикой, изложенной в отдельном учебном пособии «Количественное оценивание уровня безопасности объектов», РИО СПбГТУРП, 2000.

6. ОФОРМЛЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Все полученные результаты оформляются в тетради или на отдельных листах, сшитых между собой и заполняемых в следующей последовательности:

1. Фамилия, имя, отчество студента и номер группы.

2. Полное название работы.
3. Задание, полученное от преподавателя.
4. Найденные в справочной литературе или определенные другим способом нормы искомого параметра.
5. Схема лабораторной установки.
6. Результаты измерений в последовательности, определенной порядком выполнения работы (п. 3.6).
7. Расчеты искомых параметров и ошибок измерения в последовательности, определенной в п. 4.
8. Анализ полученных результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2005 г.
2. Протодяконов И.О., Чесноков Ю.Г. Гидромеханические основы процессов химической технологии. Л.: Химия, 1987. 358 с.
3. СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».
4. Термоанемометр опытный типа ТА-12. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Л.: ВНИИ охраны труда, 1990. 8 с.
5. Частотомер электронносчетный 43-33. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Каунас: НИИ РИТ, 1980. 136 с.

Игорь Орестович Протодяконов

Сергей Васильевич Анискин

Юрий Анатольевич Василевский

Игорь Евгеньевич Слепцов

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
РАБОТЫ МЕСТНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ**

Методические указания

для выполнения лабораторно-расчетной работы

по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»

для студентов всех специальностей и форм обучения

Редактор и корректор Басова В.А.

Технический редактор Титова Л.Я.

Компьютерный набор Ильина Н.С.

Темплан 2012 г., поз.

Подп. к печати

Формат 60x84/16. Бумага тип. №1.

Печать офсетная. Объем печ. л., уч.-изд. л.

Тираж экз. Изд. № . Цена «С». Заказ

Ризограф Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров, 198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.