

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

Т.Г. Феоктистова, И.Н. Мерзликин

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ №2
«ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ
В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ»**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»**

Москва – 2009

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

Т.Г. Феоктисова, И.Н. Мерзликин

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ №2
«ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ
В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ»**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»**

для студентов всех специальностей всех форм обучения

Москва – 2009

Данные методические указания к выполнению лабораторной работы №2 по дисциплине «Охрана труда и окружающей среды» издаются в соответствии с учебной программой специальностей 1610, 0706, 0621, 0608, 0648, 1726 для студентов всех форм обучения.

Методические указания могут быть использованы для обучения и аттестации по охране труда сотрудников университета.

Рассмотрены и одобрены на заседаниях кафедры

И методической комиссии факультета

Научный редактор

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2
«ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ
РАБОЧЕЙ ЗОНЫ»

Цель работы:

- 1) Ознакомление с методами анализа загрязнений воздушной среды вредными веществами;
- 2) Определение концентрации загрязняющих веществ в воздухе и оценка их соответствия действующим нормативам;
- 3) Изучение методики расчета воздухообмена в производственных помещениях.

Продолжительность работы – 2 часа.

2.1. Содержание и порядок выполнения работы

2.1.1. Изучить настоящее методическое указание.

2.1.2. Изучить конструкцию, принцип действия и правила пользования имеющимися на месте приборами.

2.1.3. Определить концентрацию паров ацетона в камере прибором УГ-2

2.1.4. Определить концентрацию окиси углерода в камере аспиратором сифонным АМ-5

2.1.5. Сравнить экспериментально полученные величины концентрации окиси углерода, паров ацетона с предельно допустимыми согласно ГОСТ 12.1.005-76 ССБТ и сделать вывод об их соответствии.

2.1.6. Произвести расчет воздухообмена для обеспечения нормальных условий в камере согласно приведенной методики.

2.1.7. Оформить отчет по лабораторной работе.

2.1.8. Ответить на контрольные вопросы и привести рабочее место в порядок.

2.2. Основные термины и определения

(Согласно ГОСТ 12.1.005-76 ССБТ «Воздух рабочей зоны» и ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ «Вредные вещества»)

2.2.1. Вредное вещество – вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушений требований безопасности может вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

2.2.2. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны – концентрации, которые при ежедневной работе в течение 8 часов или при другой продолжительности, но не более 41 часа в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызывать заболеваний или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

2.2.3. Рабочая зона – пространство высотой до 2 метров над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

2.2.4. Рабочее место – место постоянного или временного пребывания работающих в процессе трудовой деятельности.

2.2.5. Зона дыхания – пространство в радиусе до 50 см от лица работающего.

2.3. Краткая теоретическая часть

Чистый сухой атмосферный воздух состоит из 20, 96% кислорода, 78,06% азота, 0,03 – 0,04% углекислого газа и остальное – инертные газы. В

производственных помещениях он не может изменить свой состав и содержать повышенное количество углекислого газа (CO₂), окси углерода (CO) и других химических соединений таких, как растворители, горючие вещества, ядохимикаты, красители и др., которые широко используются в гражданской авиации.

Многие из этих веществ не безразличны для организма, попадая в воздух производственных помещений они могут неблагоприятно воздействовать на здоровье или нормальную жизнедеятельность человека. Такие химические вещества относятся к вредным. В зависимости от характера или действия они делятся на раздражающие, токсические (или яды), сенсibiliрующие (или аллергены), канцерогенные, мутагенные и вещества, влияющие на репродуктивную функцию. Отравления и заболевания, возникшие от воздействия вредных веществ в процессе выполнения работы на производстве, называются профессиональными отравлениями или заболеваниями. Так, при вдыхании окиси углерода, происходит химическое соединение ее с гемоглобином крови, вследствие чего кровь теряет способность поглощать кислород и снабжать им ткани организма. При содержании углекислого газа в воздухе свыше 2% наблюдается головная боль, шум в ушах, головокружение; при 5...7% и выше может наступить удушье и смерть.

Существует большое количество различных способов оздоровления условий труда при работе с вредными веществами. Критерием эффективности этих мероприятий является снижение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны до их предельно допустимых величин и ниже.

Для каждого вещества величины ПДК различны и зависят от их токсических и физико – химических свойств. В таблице 2.3. приложения 1 приведены ПДК некоторых вредных веществ выборочно из ГОСТ 12.1.005-

76 ССБТ. По степени воздействия на организм человека вредные вещества согласно ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ подразделяют на 4 класса опасности:

- 1 – вещества чрезвычайно опасные;
- 2 – вещества высокоопасные;
- 3 – вещества умеренно – опасные;
- 4 – вещества малоопасные.

Одной из важнейших задач профилактики профессиональных отравлений и заболеваний является контроль за состоянием воздушной среды производственных помещений. Целью исследования является некачественное обнаружение и количественное определение загрязняющих воздух вредных веществ и сравнение полученных результатов с ПДК.

Для определения содержания в воздушной среде вредных веществ применяется много различных методов, которые можно разделить на две группы: лабораторные и экспрессные.

Лабораторные методы являются наиболее точными, но отличаются длительностью заполнения и требуют от работников специальной подготовки. К этой группе методов относятся следующие: фотометрические, люминесцентный, полярографический, спектроскопический, хроматографический.

Экспрессные методы выполняются в течение короткого промежутка времени, но являются менее точными. В основе этих методов лежат цветные реакции. Все они могут быть разделены на две группы: калориметрические и линейно – калориметрические. Калориметрический метод заключается в определении вредных веществ в воздухе с помощью реактивной бумаги, основанной на изменении окраски реактивной бумаги под действием определяемого вещества. Концентрацию вещества выявляют или по длине окрашенной зоны, или по интенсивности окраски.

Линейно – калориметрические методы основаны на получении цветной реакции при взаимодействии определяемого вещества с твердым сорбентом – индикаторным порошком. Последний заключен в узенькую стеклянную

трубку. При пропускании исследуемого воздуха через трубку индикаторный порошок окрашивается на ту или иную длину. Индикаторные трубки градуируют, устанавливая точную зависимость длины окрашиваемого слоя от концентрации определяемого вещества, соответствующее одному миллиметру длины окрашенного слоя.

Наиболее распространенным методом борьбы с загрязнением воздуха производственных помещений является промышленная вентиляция. Ее расчет осуществляется на основании требований санитарных норм проектирования промышленных предприятий СН 245-71. В производственных помещениях с объемом, приходящимся на одного работающего менее 20м³, должна быть предусмотрена вентиляция, обеспечивающая подачу наружного воздуха в количестве не менее 30 м³/ч на каждого работающего; с объемом от 20 до 40м³ - не менее 20 м³/ч. Во всех этих случаях концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должны превышать ПДК. Величина воздухообмена определяется по формуле:

$$L = L_p * n, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1)$$

Где L_p - воздухообмен приходящийся на одного работающего согласно норме;

n - количество работающих в помещении.

В случае, если в воздухе рабочей зоны содержится вредное вещество, концентрация которого превышает ПДК, то величина воздухообмена определяется по формуле:

$$L = \frac{G_u}{q_{пдк} - q_{пр}} \quad \text{м}^3/\text{ч} \quad (2)$$

Где G_u - количество вредного вещества, выделяющегося в воздух в единицу времени в мг/ч;

$q_{пдк}$ – ПДК вредного вещества по ГОСТ 12.1.005-76 в мг/м³;

q_{np} – концентрация одноименного вредного вещества в приточном воздухе, мг/м³

В воздушной среде производственного помещения может одновременно находиться несколько вредных веществ. При этом их действие на организм человека является суммарным. Поэтому при расчете вентиляции необходимо производить суммирование объемов воздуха для разбавления до нормы каждого из вредных веществ.

2.4. Приборы для определения вредных веществ в воздухе.

2.4.1. Для определения процентного содержания кислорода и азота по объему служит прибор для анализа кислорода и азота ПАКиА.

Определение процентного содержания кислорода и азота в кислородно-азотных газовых смесях основано на принципе поглощения кислорода медью и поглотительными реактивами из определенного объема газа с последующим определением объема оставшегося непоглощенного газа (азота).

2.4.2. Газоанализатор ГХП-3М предназначен для определения процентного содержания отдельных компонентов :двуокиси углерода, кислорода, окиси углерода в газовой смеси.

Принцип действия газоанализатора основан на избирательном поглощении отдельных компонентов газа (CO₂, O₂, CO) соответствующими поглотительными растворами.

Определение процентного содержания компонентов осуществляется путем определения сокращения объема анализируемой пробы газа.

2.4.3. Фотоэлектрический анализатор сернистого газа ГСМ-1М предназначен для непрерывного круглосуточного определения и записи суммарного количества сернистого газа, содержащегося в атмосферном воздухе.

Работа анализатора основана на принципе фотоэлектрической регистрации изменения оптической плотности раствора при пропускании через него сернистого газа. Для измерения поглощения света используются два фотосопротивления ФСК-1, которые включены в два плеча измерительного моста. При пропускании через раствор сернистого газа, благодаря изменению оптической плотности раствора, мост разбалансируется и в измерительной диагонали появляется ЭДС, пропорциональная количеству сернистого газа.

2.4.4. Аспиратор сильфонный АМ-5 предназначен для просасывания нормированного объема воздуха через градуированную индикаторную трубку при определении содержания в воздухе окиси и двуокиси углерода, кислорода, окислов азота, сернистого газа, сероводорода и аммиака. Продолжительность анализа составляет от 15 (один ход аспиратора) до 150 секунд.

Аспиратор АМ-5 действует по принципу сильфонного насоса ручного действия, работающего на всасывание воздуха. Исследуемый воздух проходит через индикаторную трубку. Концентрация газа определяется по границе изменившейся окраски индикаторной массы от взаимодействия ее с определяемым газом.

2.4.5. Универсальный газоанализатор УГ-2 предназначен для экспрессного метода определения в воздухе концентрации сернистого ангидрида, ацетилена, окиси углерода, сероводорода, хлора, аммиака, этилового спирта, бензина, бензола, толуола и некоторых других газов. Прибором можно производить измерения при любом содержании в воздухе кислорода, водорода, азота и инертных газов. Продолжительность проведения одного анализа составляет от 2 до 10 минут, а погрешность показаний прибора - не более $\pm 10\%$ от верхнего предела шкалы.

Принцип работы газоанализатора УГ-2 основан на измерении длины окрашивающейся части столбика индикаторного порошка при прокачивании через индикаторную трубку воздуха, содержащего вредные примеси. Длина

изменяющей окраску части столбика пропорциональна концентрации анализируемого газа, что дает возможность градуировать шкалу прибора непосредственно в мг/м³.

В комплект газоанализатора УГ-2 входит воздухозаборное устройство, индикаторные трубки, фильтрующие патроны.

Воздухозаборное устройство помещено в металлическом корпусе с крышкой. Основной частью воздухозаборного устройства является резиновый сильфон в растянутом состоянии. На верхней плате имеется неподвижная направляющая втулка для штока при сжатии сильфона и отверстие для хранения штока в нерабочем положении.

На штуцер с внутренней стороны надета резиновая трубка, которая вторым концом через нижний фланец соединяется с внутренней поверхностью сильфона. На наружный конец штуцера надета отводная резиновая трубка, к которой присоединяется индикаторная трубка. К последней при изменении концентрации некоторых веществ, например бензина, присоединяется фильтрующий патрон.

Просасывание исследуемого воздуха через индикаторную трубку производится после предварительного сжатия сильфона штоком. На гранях под головкой штока газ и объем пропускаемого при анализе воздуха. На цилиндрической поверхности штока имеются два продольных паза, каждый с двумя углублениями, служащими для фиксации объема просасываемого воздуха.

Индикаторные трубки представляют собой стеклянные трубки длиной 90...91мм и внутренним диаметром 2.5...2.6мм, заполненные соответствующим индикаторным порошком, который удерживается в трубке с помощью двух пыжей.

Фильтрующие патроны представляют собой стеклянные трубки длиной 86мм и диаметром 10мм с тремя перетяжками, суженые с обеих сторон и заполненные соответствующими поглотительными порошками, предназначенными для улавливания примесей, мешающих определению

концентрации анализируемых газов. Порошки в трубке удерживаются двумя тампонами из гигроскопической ваты. Фильтрующий патрон хранят закрытым с обеих сторон пробками.

В паспорте прибора приводятся данные, характеризующие цвет индикаторного порошка после просасывания воздуха, в котором содержатся вредные пары и газы, улавливаемые фильтрующим патроном.

2.5. Порядок выполнения работы

2.5.1. Экспериментальное определение концентрации окиси углерода аспиратором АМ-5:

Достать аспиратор АМ-5 из чехла и сделать 1 ... 2 холостых хода сильфона для продувки клапана;

Вынуть из футляра индикаторную трубку и сломать ее концы об ушко с отверстием на корпусе аспиратора так, чтобы не нарушать слой порошка в трубке;

Вскрытую трубку вставить в гнездо аспиратора стрелкой к последнему;

Налить каплю бензина в ванночку, открыть окно камеры, установить ванночку в камеру, поджечь бензин и закрыть окно;

После прогорания бензина вставить свободный конец индикаторной трубки в отверстие в окне камеры, сжать сильфон аспиратора и прососать через трубку исследуемый воздух;

В случае незначительного изменения окраски индикаторной массы повторить предыдущую операцию 9 раз (т.е. общее количество циклов исследования должно равняться десяти);

Вынуть трубку из аспиратора и по шкале, находящейся на рабочем месте, определить объемную концентрацию СО, учитывая количество циклов исследования;

Произвести пересчет объемной концентрации СО в весовую, используя таблицу, которая находится на рабочем месте.

2.5.2. Экспериментальное определение концентрации паров ацетона прибором УГ-2.

На месте проведения испытаний при открытой крышке газоанализатора отводят стопор и во втулку вставляют шток так, чтобы наконечник стопора скользил по пазу штока, на котором указаны исследуемые пары и объем просасываемого воздуха (объем воздуха для исследования ацетона – 300мл). Резиновая трубка прибора расправляется так, чтобы у нее не было перегибов, мешающих выходу воздуха из сиффона при нажатии штока.

Давлением руки на головку штока сиффон сжимают до тех пор, пока наконечник стопора не совпадает с верхним углублением на пазе штока, фиксируя сиффон в сжатом состоянии.

Индикаторную трубку закрывают с одной стороны ватным пыжом и через воронку засыпают индикаторный порошок. После этого трубку закрывают вторым ватным пыжом. Уплотнение порошка в индикаторной трубке проверяют постукиванием по ее стенке. Если при этом между порошком и пыжом образовался просвет, его устраняют слабым нажатием на пыж.

Резиновую трубку прибора соединяют с любым концом подготовленной индикаторной трубки. Другой конец индикаторной трубки вставляют в отверстие в окне камеры, содержащей пары исследуемого вещества.

Надавливая одной рукой на головку штока, другой рукой отводят стопор. Как только шток начал двигаться, стопор опускают и засекают время просасывания воздуха через индикаторную трубку. Когда наконечник стопора войдет в нижнее углубление паза штока, произойдет щелчок.

При просасывании воздуха продолжительность хода штока должна находиться в пределах 3...4 минут. Если защелкивание стопора не укладывается в это время, то это указывает на неправильную (слишком слабую или слишком плотную) набивку индикаторной трубки, а следовательно, на неточность анализа.

После защелкивания стопора движение штока прекращается, а просасывание воздуха еще продолжается вследствие остаточного вакуума в сильфоне. Общее время просасывания должно составлять 7 минут.

При просасывании исследуемого воздуха, содержащего пары ацетона, через индикаторную трубку часть столбика индикаторного порошка со стороны входа меняет свой цвет. Концентрацию определяемого газа находят по шкале, на которой указан объем пропущенного через индикаторную трубку воздуха. Цифра, совпадающая с границей изменившего цвет столбика порошка, укажет концентрацию вредного вещества в мг/м³.

Длительное удержание сильфона в сжатом состоянии не допускается. После проведения анализа шток вынимается из втулки и помещается в боковое отверстие платы прибора.

2.5.3. Определить предельно-допустимую концентрацию исследуемых веществ по ГОСТ 12.1.005-76, результат внести в таблицы 2.1 и 2.2. отчета и сравнить его с экспериментально замеренными концентрациями.

2.5.4. Произвести расчет потребного воздухообмена в помещении L в

м³/ч по формуле
$$L = \frac{Gu}{qn_{дк} - qn_{р}}$$
,

где $Gu = 60 \frac{qVn}{\tau}$ - интенсивность образования вредного вещества в данных условиях, мг/ч;

q – полученная концентрация газа (пара), мг/м³;

τ – время аспирации воздуха через индикаторную трубку, мин

($\tau = 0,25 \dots 2,5$ мин при определении концентрации СО, $\tau = 7$ мин

При определении концентрации паров ацетона);

Vn – объем камеры, м³ (размеры камеры приведены на рабочем месте лабораторной работы);

$qn_{дк}$ – ПДК исследуемого газа (пара);

$qn_{р}$ – минимальная концентрация исследуемого газа (пара) в приточном воздухе, мг/м³ (считать $qn_{р} = 0$).

Форма отчета по лабораторной работе №2

Определение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Таблица 2.1

Результаты измерения концентрации окиси углерода аспиратором
сильфонным АМ-5

Наименование газа	Номера замеров	Концентрация СО, мг/м ³		Необходимый воздухообмен м ³ /ч
		измеренная	предельно- допустимая	

Вывод : _____

Таблица 2.2

Результаты измерения концентрации паров ацетона
газоанализатором УГ-2

Наименование газа	Номера замеров	Концентрация вещества, мг/м ³		Необходимый воздухообмен м ³ /ч
		измеренная	предельно- допустимая	

Вывод : _____

Ф.И.О. и группа студента

Подпись преподавателя

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 2.3.

Предельно-допустимы концентрации вредных веществ

в воздухе рабочей зоны

(согласно ГОСТ 12.1.005-76 ССБТ)

№п.п	Вещества	Величина ПДК в мг/м ³	Класс опасности	Агрегатное состояние
1	Азота окислы	5	2	П
2	Аммиак	20	4	П
3	Ацетон	200	4	П
4	Бензин-растворитель	300	4	П
5	Бензин топливный	100	4	П
6	Бериллий и его соединения	0,001	1	А
7	Дихлорэтан	10	2	П
8	Керосин	300	4	П
9	Лигроин	300	4	П
10	Озон	0,1	1	П
11	Поливинил хлорид	6	3	А
12	Полиэтилен	10	3	А
13	Ртуть металлическая	0,01	1	П
14	Свинец	0,01	1	А
15	Сероводород	10	2	П
16	Спирт метиловый	5	3	П
17	Спирт этиловый	1000	4	П
18	Табак	3	3	А
19	Толуол	0,6	3	П
20	Углеродная окись	20	4	П
21	Фторопласт	10	3	А

Контрольные вопросы

1. Какими могут быть вредные вещества в зависимости от характера их действия на организм человека?
2. Дайте определение предельно-допустимой концентрации вредных веществ в воздухе.
3. Назовите методы определения вредных веществ в воздухе.
4. Определите ПДК ацетона, керосина и бензина-растворителя.
5. Назовите классификацию вредных веществ по степени воздействия на организм человека.
6. В чем заключается сущность линейно-калориметрического метода определения вредных веществ в воздухе?
7. Назовите нормы воздухообмена, приходящегося на каждого работающего в зависимости от объема производственного помещения.
8. Какие вы знаете приборы для определения концентрации вредных веществ в воздухе?
9. Какой метод определения вредных веществ в воздухе положен в основу работы газоанализатора УГ-2, аспиратора АМ-5?
10. какими приборами, из имеющихся на рабочем месте, можно определить процентное содержание кислорода в воздухе?
11. Расскажите порядок работы с аспиратором АМ-5, газоанализатором УГ-2.
12. Назовите основные методы борьбы с загрязнением воздушной среды вредными веществами.

Литература

1. «Безопасность жизнедеятельности» С.В.Белов, А.В.Ильницкая, А.Ф.Козьяков и др.; под.ред С.В.Белова. 7-е изд.-М.: Высш.шк.,2007
2. «Безопасность жизнедеятельности. Производственная безопасность и охрана труда.» Учебное пособие для студентов средних спец. Учебных заведений. П.П.Кукин, В.Л.Лапин, Л.Н.Пономарев и др. – М.: Высшая школа, 2001г.
3. Р2.2.2006-05. «Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса»: Руководство. Утв.Главным государственным санитарным врачом РФ.
4. ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.»
5. ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.»
6. РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнений атмосферы», Москва, 1991г.

Содержание

Цель работы.....	4
2.1. Содержание и порядок выполнения работы.....	4
2.2. Основные термины и определения.....	5
2.3. Краткая теоретическая часть.....	5
2.4. Приборы для определения вредных веществ в воздухе.....	9
2.5. Порядок выполнения работы.....	12
Форма отчета по лабораторной работе №2.....	15
Приложение 1. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.....	16
Контрольные вопросы.....	17
Литература.....	18