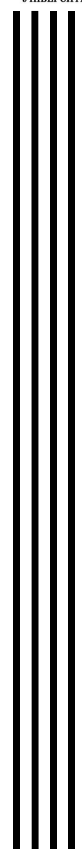
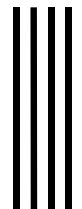


Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический
университет



**ХРОНОМЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ
ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЫЛИ В
ВОЗДУХЕ**

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
по дисциплине "Методы измерения параметров
окружающей среды" для студентов дневной
и заочной форм обучения по направлению 0708 –
"Экология"

Севастополь
2005



УДК 614.71

Хронометрический способ измерения концентрации пыли в воздухе: Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине "Методы измерения параметров ОС"/Сост. А.П.Васютенко, Е.И.Азаренко. –Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2005. – 11с.

Целью методических указаний является ознакомление студентов с хронометрическим способом измерения концентрации пыли в воздухе и методами первичной статистической обработки экспериментальных данных.

Методические указания утверждены на заседании кафедры прикладной экологии и охраны труда 16 марта 2004г. Протокол № 8.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методического указания.

Рецензент: Каширцев В.Г., председатель ассоциации "Безопасность жизнедеятельности", канд.техн.наук, доцент.

схему и краткое описание принципа действия аспиратора ЦА–10, таблицу 3.1 с результатами измерений и выводы.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключается хронометрический способ оценки запыленности воздуха?
2. Какая исходная информация о пыли необходима для применения хронометрического способа оценки запыленности?
3. Поясните принцип действия аспиратора ЦА–10.
4. Порядок подготовки аспиратора к работе?
5. Как проверить аспиратор на герметичность?
6. Порядок проведения анализа?
7. Последовательность обработки результатов измерений?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Перегуд Е.Д. Инструментальные методы контроля атмосферы/ Е.Д. Перегуд, Д.О. Горелик. –Л.: Химия,1991. –384с.
2. Васютенко А.П. Циклический аспиратор ЦА–10. Паспорт / А.П. Васютенко. – СевНТУ. –10с.
3. Сборник законодательных, нормативно-методических документов и инструкций по вопросам охраны окружающей природной среды. –Харьков: «Учебнефтегаз»,1998. –Т. 1–11.

ОТ-1, а циклический аспиратор приводится в исходное положение.

8. Производится отбор пробы чистого воздуха через запыленный фильтр, и секундомером измеряется время одного цикла пробоотбора t_2 .

9. Операции по п.п. 2–8 повторяются 4 раза. Результаты измерения заносятся в таблицу 3.1.

3. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

1. Рассчитываются значения концентрации пыли в воздухе, полученные хронометрическим способом c_x по формуле (1.1)

2. По результатам серии из 4-х опытов определяются среднее арифметическое значение $c_{x\text{ ср}}$ и среднее квадратическое отклонение S_c по формулам

$$c_{x\text{ ср}} = \frac{c_{x1} + c_{x2} + c_{x3} + c_{x4}}{4},$$

$$S_c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 (c_{xi} - c_{x\text{ ср}})^2}{3}}.$$

3. Результаты измерений и вычислений заносятся в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Результаты измерений

№ опыта	Время цикла пробоотбора, t_1 , с	Время цикла пробоотбора, t_2 , с	Концентрация пыли в воздухе, c_x , кг/м ³	$c_{x\text{ ср}}$, кг/м ³	S_c , кг/м ³
1					
2					
3					
4					

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Отчет по лабораторной работе должен содержать титульный лист, цель работы, основные теоретические положения, включающие характеристику хронометрического метода измерения запыленности воздуха,

СОДЕРЖАНИЕ

1. Основные теоретические положения.....	3
1.1. Описание хронометрического способа измерения концентрации пыли в воздухе.....	3
1.2. Назначение аспиратора ЦА–10.....	4
1.3. Технические характеристики ЦА–10.....	5
1.4. Устройство и принцип действия ЦА–10.....	5
1.5. Подготовка аспиратора к отбору проб.....	6
1.6. Порядок работы с аспиратором.....	8
1.7. Расчет количества аспирируемого воздуха.....	9
2. Порядок проведения работы.....	9
3. Обработка результатов измерений.....	10
4. Содержание отчета по лабораторной работе.....	10
5. Контрольные вопросы.....	11
Библиографический список.....	11

Цель работы: ознакомиться с хронометрическим методом и аппаратурой для определения запыленности воздуха; измерить концентрацию пыли в воздухе хронометрическим методом.

Оборудование: моделирующая установка ОТ-1; циклический аспиратор модели ЦА-10; секундомер.

1. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Описание хронометрического способа измерения концентрации пыли в воздухе

Хронометрический способ основан на зависимости изменения времени переходного процесса в пневмокамере переменного объема циклического аспиратора ЦА-10 от степени запыленности фильтра. В процессе отбора пробы воздуха через фильтр и осадения на нем пыли изменяется пневматическое сопротивление фильтра, а, следовательно, и скорость пробоотбора при постоянном разрежении в пневмокамере аспиратора. Концентрация пыли в воздухе рассчитывается по формуле:



$$c_x = \frac{S \cdot g \cdot x \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{V_{nk} \cdot \rho \cdot R_{n1}}{\Delta t \cdot \Delta P + V_{nk} \cdot \rho \cdot R_{n1}}}\right)}{1,5 \cdot V_n} \quad (1.1)$$

где S – рабочая площадь фильтра, м^2 ;

g – плотность пыли, $\text{кг}/\text{м}^3$;

x – средний размер частиц пыли, м ;

$V_{\text{пк}}$ – объем пневмокамеры аспиратора ЦА-10 ($5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$);

ρ – плотность воздуха в пневмосистеме аспиратора ($1,0 \text{ кг}/\text{м}^3$);

$R_{\text{пл}}$ – сопротивление чистого фильтра из ткани ФПП диаметром 50 мм ($4,4 \cdot 10^5 \text{ с} \cdot \text{Па}/\text{кг}$);

ΔP – перепад давления воздуха на фильтре циклического аспиратора (10^3 Па);

$V_{\text{п}}$ – объем пробы воздуха, аспирированного через фильтр ($5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$);

Δt – изменение времени пробоотбора, определяется как разность времени t_2 , заполнения пневмокамеры аспиратора ЦА-10 через запыленный фильтр и времени t_1 , заполнения пневмокамеры через чистый фильтр,

$\Delta t = t_2 - t_1$.

Характеристики некоторых видов пыли приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Характеристики пыли

Наименование предприятия	Основной компонент	Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$	Средний размер частиц, м
Бахчисарайский цементный завод	известняк (49.3%), кремнезем, окислы металлов	$0,6 \cdot 10^3$	$21 \cdot 10^{-6}$
Керченский железорудный комбинат	железо (38.4%), кремнезем, графит	$1,4 \cdot 10^3$	$14,7 \cdot 10^{-6}$
Крымский содовый завод	двууглекислый натрий (97%)	$0,8 \cdot 10^3$	$23 \cdot 10^{-6}$

1.2. Назначение аспиратора ЦА-10

Аспиратор предназначен для отбора проб воздуха в производственных помещениях и на открытых площадках с целью определения его

1.7. Расчет количества аспирируемого воздуха

При изменении температуры и давления газы, в том числе и воздух, меняют свой объем. Обычно отбор проб ведут при различных метеорологических условиях и для получения сопоставительных результатов объем отобранного воздуха и концентрации вредных веществ в воздухе в соответствии с ГОСТом 12.1.005-88 "ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования" приводят к нормальным условиям – температуре 20°C и барометрическому давлению $101,3 \cdot 10^3 \text{ Па}$. Объем отобранного воздуха приводят к нормальным условиям по формуле:

$$V_0 = \frac{V_u \cdot N \cdot 293 \cdot (P - p)}{(273 + t) \cdot 101,3 \cdot 10^3},$$

где t – температура воздуха в месте отбора пробы;

V_u – объем пробы отбираемой за один цикл;

P – атмосферное давление, Па ;

$p = 900 \text{ Па}$ – остаточное давление в емкости;

N – число циклов.

2. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

1. Циклический аспиратор ЦА-10 приводится в рабочее состояние и настраиваются режимы пробоотбора:

– объемный расход воздуха ($5 \cdot 0,05 \text{ м}^3/\text{с}$);

– объем пробы воздуха, отбираемой за один цикл ($5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$).

2. Фильтр устанавливается в фильтродержатель и подключается к циклическому аспиратору ЦА-10.

3. Производится отбор пробы чистого воздуха через фильтр и измеряется секундомером время одного цикла пробоотбора t_1 .

4. Циклический аспиратор приводится в исходное положение, а фильтродержатель с фильтром подключается к пылевой камере установки ОТ-1.

5. С помощью дозатора в камере установки ОТ-1 создается запыленный воздух.

6. Производится отбор воздуха из пылевой камеры объемом ($5 \cdot 10^{-3}$) м^3 .

7. Фильтродержатель отсоединяется от пылевой камеры установки



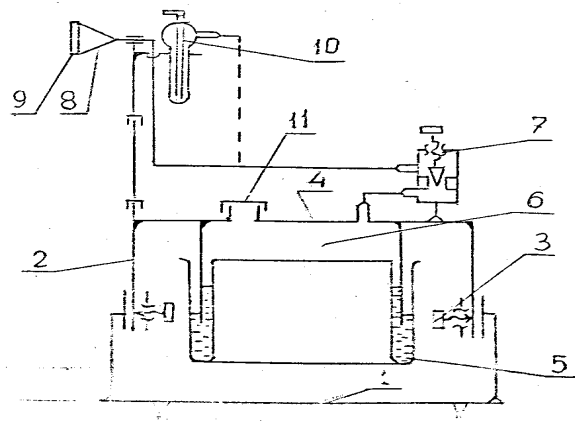


Рисунок 1.1 – Схема аспириатора ЦА-10

1.6. Порядок работы с аспириатором

1. Установить в кронштейн поглотительный элемент и соединить его гибким шлангом с входным штуцером регулятора скорости отбора воздуха 7.

2. Поднять емкость 5 вверх и закрыть клапан 11. Отпустить емкость 5. При перемещении емкости вниз будет осуществляться отбор пробы воздуха через поглотительный элемент. Окончание цикла отбора пробы происходит при опускании емкости 5 до контакта с основанием 1.

3. При необходимости повторения цикла пробоотбора открыть клапан 11. Далее повторить п. 2. Число выполненных циклов фиксируется лаборантом.

4. После завершения отбора пробы воздуха извлечь фильтр из фильтродержателя или снять с кронштейна поглотительный прибор, закрыть его выходные каналы пробками и установить в кассету, а фильтр поместить в специальный пакет.

5. Измерить температуру воздуха и атмосферное давление в месте отбора пробы для последующего расчета поправок, уточняющих объем пробы воздуха.

6. Привести аспириатор в транспортное положение. Снять штанги, гибкий шланг и уложить в блок ЗИП. Установить блок ЗИП на основание, опустить пробоотборник при открытом клапане 11 зафиксировать винты 3.

запыленности и загазованности. Аспириатор ЦА-10 обеспечивает прокачку анализируемой пробы воздуха в зависимости от агрегатного состояния вредных веществ через фильтр или жидкостной прибор для последующего измерения концентрации вредных веществ лабораторными средствами в соответствии с действующими стандартными методиками. Аспириатор выполнен пожаровзрывобезопасным, переносным, автономным, не требующим внешних источников энергии. Сочетание указанных признаков определяет универсальность, простоту и надежность в эксплуатации.

Область применения аспириатора: лаборатории охраны воздушной среды и отделы техники безопасности промышленных предприятий и организаций, городские и районные учреждения санитарно-эпидемиологической и экологической служб.

1.3. Технические характеристики ЦА-10

1. Диапазон расхода воздуха через поглотительные элементы, м³/с: фильтры – (10...20)·0.05; жидкостные поглотительные приборы – (0,1...1,0)·0.05.
2. Объем пробы воздуха, прокачиваемого через поглотительные элементы за один цикл, м³ – 1·10⁻³; 5·10⁻³; 10·10⁻³.
3. Погрешность определения пробы воздуха, % – 2.5.
4. Количество циклов отбора проб воздуха определяется требуемым общим объемом пробы воздуха.
5. Величина создаваемого в пробоотборном устройстве разряжения воздуха, Па – 900.
6. Объем жидкости, заливаемой в гидравлический затвор, м³ – 2,5·10⁻³.
7. Диапазон температур анализируемого воздуха, С – -40...+60.
8. Масса аспириатора в снаряженном состоянии, кг – 5.
9. Габаритные размеры, 10⁻²м – 420 x 350 x 140.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для измерения концентрации вредных веществ при температуре воздуха ниже +2 °С в гидрозатвор следует залить жидкость - "Тосол".

1.4. Устройство и принцип действия ЦА-10

Принцип работы аспириатора основан на протягивании воздуха, содержащего твердые частицы пыли (сажу), вредные газы (пары), через фильтр из ткани ФПП или жидкостной поглотительный прибор с помощью пробоотборного устройства с гидравлическим затвором. Находящиеся в воздухе вредные вещества осаждаются в процессе его прокачки



на поглотительных элементах. Количественная оценка вредных веществ и расчет концентрации производится в лабораторных условиях. В аспираторе заложен циклический принцип отбора проб воздуха в вакуумированную емкость.

На рисунке 1.1 представлена схема аспиратора, включающая основание 1 с выдвижными стойками 2, положение которых фиксируется винтами 3. Стойки крепятся к крышке верхней емкости 4, боковые поверхности которой входят в зазор, образуемый конфигурацией нижней емкости 5, заполненной жидкостью. Таким образом, образуется гидравлический затвор, герметизирующий внутреннюю полость 6 пробоотборника, образуемую емкостями 4 и 5. Полость 6 посредством линий пневматической связи соединена с регулятором скорости отбора проб воздуха 7 и фильтродержателем 8 с фильтром 9 или жидкостным поглотительным прибором 10. Выброс воздуха из полости 6 в атмосферу осуществляется при открытом клапане 11. Внутри пробоотборника расположен блок с кассетой для жидкостных приборов, фильтрами, соединительным шлангом.

Для перевода аспиратора из транспортного положения в рабочее необходимо отпустить винты 3 и поднять верхнюю емкость 4 по направляющим стойкам 2 на высоту, определяющую требуемый ход нижней емкости 5 в зависимости от заданного объема пробы воздуха. После установив положения емкости 4 винты 3 фиксируются.

Принцип работы аспиратора следующий. Под действием собственного веса нижняя емкость 5 опускается, а в полости 6 при этом создается разрежение и начинается прокачка воздуха через фильтр 9, и регулятор 7. За один цикл через фильтр при максимально выдвинутом штоке 2 может быть прокачено 10 дм³ воздуха. Для прокачки значительных объемов воздуха в аспираторе используется циклический принцип, заключающийся в многократном повторении цикла пробоотбора. Для чего после окончания цикла открывается клапан 11 и вручную емкость 5 перемещается в верхнее положение. При этом воздух, находящийся в полости 6 вытесняется в атмосферу. Затем клапан 11 закрывается и цикл отбора воздуха через поглотительный элемент повторяется. Величина разрежения, создаваемого в полости 6 определяется массой емкости 5, заполненной жидкостью.

1.5. Подготовка аспиратора к отбору проб

Перед проведением анализов аспиратор приводится в рабочее положение следующим образом:

1. Установить аспиратор на горизонтальную плоскость, отпустить винты 3, поднять за ручку пробоотборник относительно основания и извлечь из кармана емкости 5 блок с кассетой и ЗИПом. Опустить емкость на основание.

2. Определить по методикам исходя из вида анализируемого вредного вещества режимы пробоотбора; объем пробы воздуха и скорость отбора пробы, а также тип поглотительного элемента. Поглотительные элементы должны быть предварительно подготовлены к проведению анализа.

3. Проверить уровень заливки жидкости в гидравлический затвор по рискам через индикаторное окошко.

4. Открыть клапан 11. Поднять за ручку верхнюю емкость 4 в положение соответствующее заданному объему прокачиваемой через поглотительный элемент за один цикл пробы воздуха. Шкала, проградуированная в дм³, нанесена на стойках 2. На шкале выполнены отметки, соответствующие объемам 1; 5; 10 дм³. Количество циклов определяется из выражения:

$$N = \frac{V_n}{V_{ц}}$$

где V_n - общий объем пробы воздуха, дм³;

$V_{ц}$ - объем пробы воздуха, отбираемой за один цикл.

После установки емкости 4 в нужном положении стойки 2 зафиксировать винтами 3.

5. Установить ручку регулятора скорости отбора пробы воздуха в положение, соответствующее заданному режиму.

6. Проверить герметичность пробоотборного устройства. Для этого пережать зажимом гибкий шланг, поднять емкость 5 в крайнее верхнее положение и закрыть клапан 11. Если в течение 5 минут не наблюдается заметного перемещения емкости 5 вниз, пробоотборное устройство считается герметичным.

