

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**ФГБОУ ВПО "Уральский государственный лесотехнический**  
**университет"**

**Кафедра Охраны труда**

М.Н. Гамрекели

**МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА**  
**ОТ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРИМЕСЕЙ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
по выполнению лабораторной работы №  
по курсу  
"Безопасность жизнедеятельности"

Екатеринбург  
2014

Печатается по решению методической комиссии института ИЛБиДС  
Протокол № 10 от 3 июля 2014 г.

Рецензент – профессор, д.т.н. Старжинский В.Н.

Редактор

---

Подписано в печать		Поз.	
Плоская печать	Формат 60 x 84 1/16	Тираж	экз.
Заказ	печ. л.	Цена	

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ  
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

## МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРИМЕСЕЙ

Цель работы – ознакомиться с методами очистки и контроля загрязненности воздуха.

### 1. Общие сведения

Опасность примесей газов и паров вредных веществ в окружающем воздухе зависит от их природы и концентрации. При вдыхании они могут оказывать раздражающее действие, вызывать заболевания органов дыхания, кожных покровов, внутренних органов и различных систем организма.

Опасное содержание газовых примесей характеризуют предельно допустимой их концентрацией в воздухе рабочей зоны (ПДК, мг/м<sup>3</sup>). Уровень ПДК зависит от вида газа, условий и длительности пребывания на рабочем месте.

Пути снижения концентрации вредных газов в воздухе являются:

- изменение технологии путем замены веществ менее вредными, снижение их концентрации;
- герметизация оборудования;
- устройство местных вентиляционных отсосов, применение вытяжной или приточно-вытяжной вентиляции.

### 2. Адсорбционный метод определения концентрации газов и паров в воздухе

Метод основан на свойствах некоторых материалов избирательно поглощать (сорбировать) из воздуха различные, содержащиеся в нем вещества. К таким сорбентам относятся активированный уголь и силикагель, эффективность которых определяется на данной лабораторной установке при очистке воздуха от некоторых органических легколетучих веществ.

### 3. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ УСТАНОВКИ

Установка обеспечивает возможность

- изучения принципов работы различных систем очистки воздуха от газообразных примесей;
- исследования качества воздуха до и после очистки при помощи индикаторных трубок;
- оценки эффективности очистки воздуха от газообразных примесей при помощи различных систем очистки. Эффективность очистки воздуха от аммиака каждым из очистных устройств установки не менее 40 %.

Внешний вид установки представлен на рисунке.

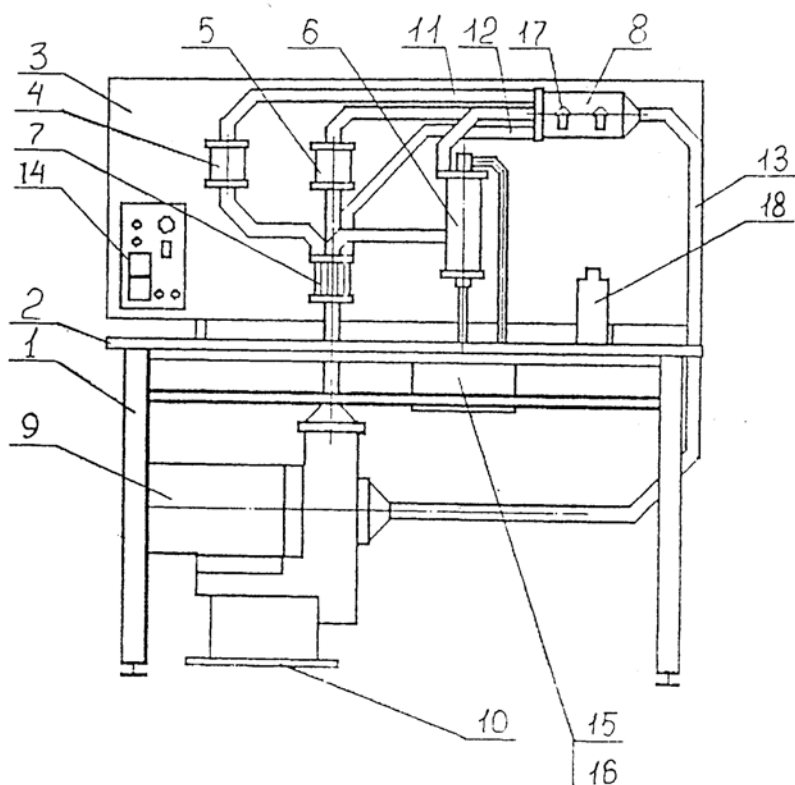


Рис.

Установка представляет собой стол 1 лабораторный оригинальной конструкции, выполненный в виде металлического сварного каркаса, на котором устанавливается столешница 2 и вертикальная панель 3.

На вертикальной панели 3 установлены устройства очистки, угольный адсорбер 4, силикагелевый адсорбер 5 и водяной абсорбер 5. Также на вертикальной панели 3 расположены многоканальный кран-распределитель 7 (далее - кран-распределитель) и универсальная камера-смеситель 8 (далее - камера-смеситель). В подстольной части установки расположен вентилятор 9, установленный на коврике 10.

С помощью вентилятора 9 создается воздушный поток в магистралях 11 очистки, соединенных с адсорберами и абсорбером, и свободной магистралю 12. Воздушный поток от вентилятора 9 поступает в кран 7, который обеспечивает возможность переключения магистралей. Далее по одной из магистралей воздушный поток попадает в камеру 8 и по возвратной магистрали 13 возвращается к вентилятору 9. Таким образом, пневмосистема установки является замкнутой.

На вертикальной панели 3 расположен блок 14 управления, на лицевой панели которого расположены тумблеры для включения установки, вентилятора 9 и насоса 16 гидросистемы абсорбера.

Адсорбер представляет собой прозрачную цилиндрическую емкость, имеющую верхнюю и нижнюю крышки с ниппелями и заполненную веществ-

вом-адсорбентом. Один адсорбер заполнен активированным углем, другой - силикагелем.

Абсорбер представляет собой цилиндрическую емкость из прозрачного материала, внутри которого имеется разбрызгиватель с решеткой для создания мелкодисперсной водяной среды.

Под столешницей 2 расположена насосная станция 15, представляющая собой прямоугольную емкость с водой, на дне которой установлен погружной насос 16. Вода подается по напорной трубке в разбрызгиватель абсорбера 6 и сливается по возвратной трубке в емкость с водой. Таким образом, гидросистема абсорбера является замкнутой.

Камера 8 представляет собой цилиндрическую металлическую емкость со стеклянными кранами 17 и служит для внесения в воздушный поток пневмосистемы веществ-загрязнителей, отбора проб загрязненного и очищенного воздуха, обеспечения дополнительного объема воздуха и перемешивания воздуха с веществами-загрязнителями. Внесение веществ-загрязнителей и отбор проб осуществляется с помощью стеклянных кранов

Склянки 18 для хранения веществ-загрязнителей размещены на столешнице 2. На каждой склянке нанесено наименование вещества-загрязнителя.

#### 4. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 К работе с установкой допускаются лица, ознакомленные с ее устройством, принципом действия и мерами безопасности в соответствии с требованиями, приведенными в настоящем разделе.

4.2 Запрещается включать насос гидросистемы абсорбера, когда воздушный поток не проходит через абсорбер.

4.3 Концентрация используемых в процессе проведения лабораторной работы веществ-загрязнителей должна строго соответствовать указанной в разделе 5.

4.4 Перед эксплуатацией установки подключить заземляющий болт на блоке управления и заземляющие болты на вентиляторе, обозначенные " ", к контуру заземления лаборатории.

4.5 Лабораторную работу необходимо проводить в хорошо проветриваемом и вентилируемом помещении.

#### 5 ПОДГОТОВКА УСТАНОВКИ К РАБОТЕ

5.1 Стадия подготовки установки к работе заключается в приготовлении веществ-загрязнителей в предназначенных для этого склянках.

5.2 В склянку с надписью "Ацетон" при помощи шприца вместимостью 20 мл влить 5 мл ацетона и плотно закрыть резиновой пробкой горлышко склянки.

5.3 В склянку с надписью "Бензин" положить полоску бумаги с нанесенным на нее 2 мл резинового клея и плотно закрыть резиновой пробкой горлышко склянки.

5.4 В склянку с надписью "Аммиак" влить содержимое трех ампул нашатырного спирта вместимостью 1 мл и плотно закрыть резиновой пробкой горлышко склянки.

5.5 В склянку с надписью "Уксусная кислота" при помощи шприца влить 5 мл уксуса и плотно закрыть резиновой пробкой горлышко склянки.

5.6 Залить в насосную станцию абсорбера 2.5 л воды. Залить воду в насос через напорный штуцер насосной станции, предварительно сняв с него соединительную трубку. Надеть соединительную трубку на напорный штуцер

### 6. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

6.1 Подсоединить блок управления установки к сети переменного тока.

6.2 Многоканальный кран-распределитель перевести в положение, при котором воздушный поток будет проходить по свободной магистрали.

6.3 Из склянки с заданным веществом отобрать установленное количество загрязненного воздуха (в соответствии с п. 6.16) и внести в камеру-смеситель. Для этого шприц "луер" вместимостью 150 мл подсоединить к крану склянки, открыть кран склянки, немного приоткрыть верхнее горлышко склянки и втянуть в шприц 100 мл загрязненного воздуха из склянки. Закрыть верхнее горлышко и кран склянки. Подсоединить шприц к правому крану камеры-смесителя. Открыть кран и вытолкнуть загрязненный воздух из шприца в камеру-смеситель. Закрыть кран камеры.

Описанные выше действия повторить еще один раз.

6.4 С помощью тумблера на блоке управления включить вентилятор и дать возможность загрязненному воздуху перемешаться с воздухом пневмосистемы в течение 1 минуты. Время засекается с помощью секундомера.

6.5 Выключить вентилятор, взять аспиратор и соответствующую индикаторную трубку. Затем открыть левый кран камеры-смесителя, прокачать с помощью аспиратора АМ 5 500 мл (пять сжатий аспиратора) загрязненного воздуха через индикаторную трубку и закрыть кран камеры. С помощью шкалы на упаковочной коробке индикаторных трубок определить концентрацию вещества в воздухе и занести результат в таблицу.

6.6 Перевести кран-распределитель в положение, при котором воздух будет проходить через адсорбер с активированным углем и повторить действия в соответствии с п. 6.3.

6.7 Включить вентилятор и прогонять загрязненный воздух через адсорбер в течение 5 минут.

Выключить вентилятор и произвести отбор пробы очищенного воздуха в соответствии с п. 6.5.

Определить эффективность очистки воздуха по формуле:

$$\Xi = (K_3 - K_0) / K_3 \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $K_3$  - концентрация вещества-загрязнителя в загрязненном воздухе,  $г/м^3$ ;

$K_0$  - концентрация вещества-загрязнителя в очищенном воздухе,  $г/м^3$ .

Результат занести в таблицу.

6.8 Вынуть пробку с краном из камеры-смесителя, включить вентилятор и в течение 2 минут производить продувку магистралей пневмосистемы. Каждую магистраль необходимо продувать в течение 30 секунд, для чего необходимо переключать кран-распределитель через указанный интервал времени. После завершения продувки выключить вентилятор.

6.9 Произвести действия в соответствии с п.п. 6.2 - 6.5.

6.10 Перевести кран-распределитель в положение, при котором, воздух будет проходить через адсорбер с силикагелем и повторить действия в соответствии с п. 6.3.

6.11 Произвести действия в соответствии с п.п. 6.7, 6.8.

6.12 Произвести действия в соответствии с п.п. 6.2-6.5.

6.13 Перевести кран-распределитель в положение, при котором воздух будет проходить через абсорбер и повторить действия в соответствии с п. 6.3.

6.14 С помощью тумблера на блоке управления включить насос гидросистемы абсорбера, при этом заработает разбрызгиватель абсорбера.

6.15 Произвести действия в соответствии с п. 6.6. Но только в этом случае загрязненный воздух будет проходить через абсорбер.

Выключить насос гидросистемы абсорбера и произвести действия в соответствии с п. 6.8.

6.16 Для оценки эффективности очистки воздуха от бензина, ацетона, или уксусной кислоты с помощью адсорберов и абсорбера необходимо повторить действия в соответствии с п.п. 6.2 - 6.15.

Объем загрязненного воздуха, вносимого в камеру-смеситель,	мл:
- из склянки "Бензин"	450
- из склянки "Ацетон"	200
- из склянки "Уксусная кислота"	200

Объем прокачиваемого через соответствующую индикаторную трубку воздуха, мл:

для бензина	1500
для ацетона	1000
для уксусной кислоты	300

Объем одного забора воздуха шприцом составляет 100 мл.

6.17 После завершения лабораторной работы выключить установку и проверить, закрыты ли пробками все склянки, краны на склянках и краны камеры-смесителя.

Результаты определения эффективности очистки воздуха

Загрязнитель воздуха, класс опасности	Адсорбент	Концентрация загрязнителя, г/м <sup>3</sup>		ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Эффективность очистки $\Theta = \frac{K_3 - K_0}{K_3} 100\%$
		в загрязненном воздухе	в очищенном воздухе		
ацетон IV	активированный уголь			200	
	селикагель				
бензин IV	активированный уголь			100	
	селикагель				
аммиак IV	активированный уголь			20	
	селикагель				
уксусная кислота III	активированный уголь			5	
	селикагель				

Сделать выводы об эффективности применения активированного угля и селикагеля для очистки воздуха от каждого вида загрязнителя.