



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Калужский филиал
федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ: ИУК-КФ «Информатики и управления»

КАФЕДРА: ИУК7-КФ «Экология и промышленная безопасность»

Лабораторная работа №2

**«ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГАЗОВАННОСТИ
ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ»**

ДИСЦИПЛИНА: «Безопасность жизнедеятельности»

Выполнил: студент гр.ИУК4-62Б

(Губин Е.В.)

(подпись)

Ф.И.О.

Проверил: ст. преподаватель

(Астахова Л.В)

(подпись)

Ф.И.О.

Дата сдачи (защиты):

Результаты сдачи (защиты):

- Бальная оценка:

- Оценка: 5

Калуга, 2025

Цель работы:

1. Изучение линейно-колориметрического метода анализа загазованности воздушной среды.
2. Ознакомление с принципом нормирования содержания вредных веществ в воздухе.
3. Ознакомление с методом оценки пожаровзрывной безопасности в производственных условиях.

Теоретическая часть

Одним из необходимых условий здорового высокопроизводительного труда является обеспечение чистоты воздуха в рабочих помещениях.

Вредное вещество – это вещество, которое в случае нарушения требований безопасности может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящих и последующих поколений.

Характерным воздействием на организм человека таких производственных загрязнений, как пары соляной кислоты, бензин, хлор, сернистый газ, аммиак является, прежде всего, раздражение и заболевание дыхательных путей и глаз (конъюнктивит), возникновение различных кожных заболеваний (дерматиты), а при действии паров металлов (меди, цинка, магния и др.) развивается так называемая литейная лихорадка

При нормировании содержания вредных веществ в воздухе по ГОСТ 12.1.005-88 они дополнительно делятся на:

- *вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля над их содержанием в воздухе;*
- *вещества, способные вызывать аллергические заболевания в производственных условиях;*
- *канцерогены, вещества, способные вызывать злокачественные новообразования (рак);*
- *аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.*

По действию на человека вредные химические вещества (факторы) подразделяются на:

- **общетоксические** - вызывающие отравление клеток всего организма (оксид углерода, свинец, ртуть, мышьяк и его соединения и др.);
- **раздражающие** - вызывающие патологические раздражения и отеки слизистых оболочек дыхательных путей и глаз (хлор, аммиак, сернистый газ, оксиды азота, фтористый водород, ацетон);
- **сенсibilизирующие** - повышающие реактивную чувствительность клеток и тканей (ряд органических соединений, растворителей на основе нитро- и нитразосоединений);
- **канцерогенные** - вызывающие раковые заболевания (бен(а)пирен и другие углеводороды, никель и его соединения, окислы хрома, асбест, амины и др.);
- **мутагенные** - вызывающие патологическую мутацию путем изменения наследственной информации (свинец, марганец, радиоактивные вещества др.);
- влияющие на **репродуктивную** (детородную) функцию (ртуть, свинец, марганец, стирол, радиоактивные вещества и др.).

Для оценки качества воздушной среды в ГОСТ 12.1.005-88 и ГОСТ 12.1.007-76 введено понятие **предельно допустимой концентрации (ПДК)** вредных веществ в воздухе рабочей зоны и классы опасности веществ.

ПДК - это такая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны, которая в течение 8 часов или при другой продолжительности, но не более 41 часа в неделю, в течение всего рабочего стажа, не вызывает отклонений в состоянии здоровья

работающих, а также не влияет на настоящее и будущие поколения, обнаруживаемые современными методами исследований. Единицей измерения ПДК является мг/м³.

В соответствии с указанным выше ГОСТом установлены ПДК для более чем 1300 вредных веществ. Еще приблизительно для 500 вредных веществ установлены **ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ).**

В зависимости от ПДК, средней смертельной концентрации в воздухе и других показателей все вредные вещества подразделяются на следующие четыре класса опасности:

- 1-й - вещества чрезвычайно опасные;**
- 2-й – вещества высоко опасные;**
- 3-й – вещества умеренно опасные;**
- 4-й - вещества малоопасные.**

Однако, следует иметь в виду, что класс опасности не определяет характер воздействия. При больших концентрациях, превышающих ПДК вещества малоопасные (4-й класс) могут вызвать острые и смертельные отравления.

Для контроля содержания вредных газов в воздухе рабочей зоны и атмосфере применяются различные методы анализа.

По способу получения данных они делятся на:

- **лабораторные,**
- **экспрессные,**
- **автоматические.**

Лабораторные методы сводятся к отбору проб воздуха и разборке результатов.

При **экспрессном** методе используются газоанализаторы, позволяющие осуществлять мгновенный контроль содержания вредных паров и газов. **Автоматические** методы сводятся к снятию показаний с приборов.

По своей физической и химической сущности методы анализа подразделяются на:

- **лазерный,**
- **фотоколориметрический,**
- **электрохимический,**
- **кондуктометрический,**
- **химиолюминисцентный,**
- **оптико-абсорбционный,**
- **линейно-колориметрический и др.**

Кроме профессиональных заболеваний и отравлений, наличие некоторых вредных газов и паров в воздухе рабочей зоны создает предпосылки для пожара и взрыва на производстве и отрицательно действует на расходные материалы и технологическое оборудование.

Загазованность воздуха рабочей зоны влияет на:

- **здоровье человека;**
- **производительность труда;**
- **износ оборудования;**
- **качество продукции;**
- **пожаровзрывоопасность.**

Основными показателями пожарной опасности, определяющими критические условия возникновения и развития процесса горения, является **температура самовоспламенения и концентрационные пределы воспламенения.**

Температура воспламенения характеризует минимальную температуру вещества или материала, при которой происходит **резкое увеличение скорости экзотермических реакций**, заканчивающиеся возникновением пламенного горения.

Минимальная концентрация горючих газов и паров в воздухе, при которой они способны загораться и распространять пламя, называется **нижним концентрационным пределом воспламенения.**

Максимальная концентрация горючих газов и паров, при которой еще возможно распространение пламени называется **верхним пределом воспламенения.**

Отечественная система оценки пожарной опасности веществ и материалов регламентируется ГОСТ 12.1.044-84 "Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения".

Приборы и приспособления

В данной работе используется линейно-колориметрический метод анализа с использованием универсального газоанализатора упрощенного типа УГ-2, предназначенного для определения в воздухе производственных помещений концентрации



вредных газов (паров) при следующих условиях:

- ◇ содержание пыли не более 40 мг/м^3
- ◇ давление от 740 до 780 мм рт.ст.
- ◇ относительная влажность не более 90%
- ◇ температура от 10 до 30°C

Универсальный газовый анализатор УГ-2, серийно выпускаемый промышленностью, позволяет определить концентрацию 16 газов и паров, в том числе таких распространенных, как аммиак, ацетон, бензин, бензол, толуол и др.

Принцип работы газоанализатора УГ-2 основан на прокачке воздуха, содержащего вредные газы (пары) через индикаторную трубку воздухозаборным устройством.



Для экспрессного анализа (измерения) содержания вредных веществ в воздухе, в промышленных выбросах предприятий, в выхлопах автомобилей, в атмосфере широко используется, также, аспиратор сифонный АМ-5М. Сифон данного аспиратора предназначен для прокачки исследуемой газовой смеси с вредным веществом через индикаторные трубки конкретных типов, анализируемых газовых сред.

Аспиратор представляет собой сифонный насос ручного действия, работающий на всасывание воздуха за счет предварительно сжатого сифона и выброса воздуха из сифона через клапан при сжатии пружины.



Индикаторная трубка для измерения концентрации веществ в парогазовых смесях предназначена для:

- контроля воздуха рабочей зоны;
- контроля промышленных выбросов в атмосферу;
- контроля производственных и технологических процессов;
- химическая разведка при чрезвычайных ситуациях в случаях химических и экологических аварий;
- геологическая разведка;
- химический контроль на пожаро- и взрывоопасных объектах.

На индикаторной трубке указаны:

- вид анализируемого газа (вещества);
- объем воздуха, который необходимо прокачать через трубку;
- количество циклов аспираций (в случае применения меховых аспираторов);
- индикаторная шкала.

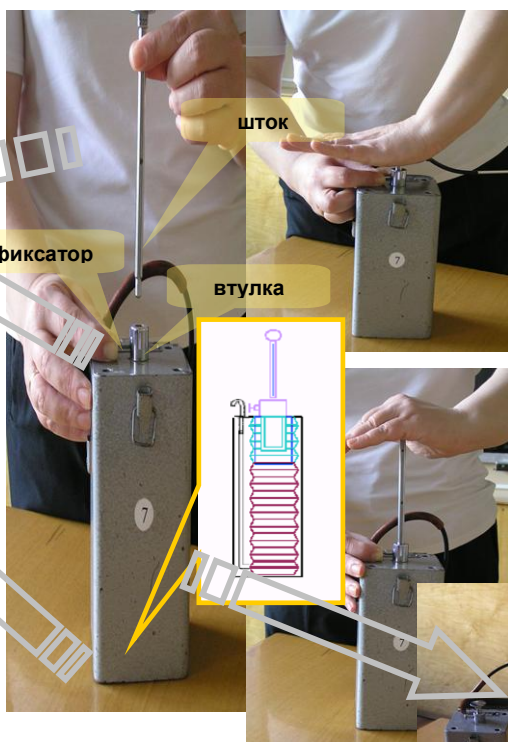
Изменение цвета индикаторного порошка в трубке происходит вследствие реакции, возникающей между анализируемым газом (паром) и реактивом наполнителя индикаторной трубки (колориметрический от англ. *color*). **Длина окрашенного столбика индикаторного порошка в трубке прямо пропорциональна концентрации анализируемого газа в воздухе (поэтому название линейно-) и измеряется по шкале, отградуированной в мг/м^3 .**

При проведении анализа объемы воздуха, которые необходимо прокачать через индикаторную трубку (они указаны на самой трубке $V = 600 \dots$) и на головке штока УГ-2, должны совпадать.

Проведение анализа

- При открытой крышке воздухозаборного устройства, отвести фиксатор и вставить шток (с числом, соответствующим объему прокачиваемого воздуха, указанным на головке штока) в направляющую втулку так, чтобы наконечник фиксатора скользил по канавке штока.
- Давлением руки на головку штока сжать сильфон до тех пор, пока наконечник фиксатора не совпадет с верхним углублением на канавке штока, фиксируя сильфон в сжатом положении (до щелчка).
- Конец резиновой трубки соединить со стеклянной трубкой заполненной индикаторным порошком, другой конец трубки ввести в испытуемую воздушную среду

- Слегка надавливая рукой на головку штока, другой рукой отвести фиксатор. Как только начал двигаться шток, фиксатор отпустить. В это время испытуемый воздух просасывается трубкой. По истечении нескольких фиксатора войдет в нижнее штока (слышен щелчок) и движение



через индикаторную секунду наконечник углубление канавки штока прекратится.



Подготовка индикаторной трубки к измерению



Для проведения измерений необходимо:

- обломать оба конца индикаторной трубки;
- вставить трубку в гнездо аспиратора концом, на который указывает стрелка, изображенная на шкале.

Индикаторную трубку ввести в условную рабочую зону (колбу), где находятся пары исследуемого вещества (бензин, ацетон).

Провести прокачку анализируемого газа и определить концентрацию вредного газа по шкале (длине окрашенного участка).

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Полученную концентрацию сопоставить с предельно допустимой по санитарным нормам для данного вещества, указанную в приложении 2

2. Сопоставить полученную концентрацию с нижним пределом воспламенения данного вещества в смеси с воздухом (см. приложение 2) для чего произвести перерасчет концентрации с мг/м³ в объемные проценты по формуле:

Индикаторная трубка показала : $g = 0,8 \text{ г/м}^3$

Переводим г в мг: $g = 0,8 \text{ г/м}^3 \cdot 1000 = 800 \text{ мг/м}^3$

$g = 800 \text{ мг/м}^3$, а ПДК по бензину = 100 мг/м^3 .

ВЫВОД №1. Это значит, что норма превышена в 8 раз.

Это очень большое превышение, которое обязательно должно быть проверено на предмет пожаровзрывоопасности, а значит мы должны по формуле найти процентное содержание бензина в воздухе помещения, в котором проводим эксперимент.

$$G = 6,236 \cdot g \cdot \frac{273+t}{M \cdot H}, \% = 6,236 \cdot 0,8 \cdot (273+23) \cdot 100\% / (100 \cdot 750) = \mathbf{1,96\%}$$

где: g – полученная концентрация пересчитанная в мг/л;

t – температура воздуха в условиях исследования в °C; $t = 23^\circ\text{C}$

M – молекулярный вес анализируемого вещества; $M = 100$ моль

H – барометрическое давление в мм. рт. ст. (см. лаб. работу № 1) $H = 750 \text{ мм.рт.ст.}$

Пределы воспламенения по бензину из приложения: **0,93% - 5,1%.**

ВЫВОД №» . Полученное значение лежит в пределах воспламенения. Это значит: при искре возможно воспламенение, но взрыва не будет.

При повышении ПДК по заданному варианту произвести расчет требуемого воздухообмена по формуле:

$$L_B = \frac{m}{q_{\text{ПДК}} - q_B} \text{ м}^3/\text{час} = 450000 / (100 - 0,3 \cdot 100) = \mathbf{6428 \text{ м}^3/\text{ч}}$$

где: m – интенсивность образования вредного вещества в данных условиях, мг/час;

$q_{\text{ПДК}}$ – предельно допустимая концентрация вредного вещества в мг/м³;

$q_B = 0,3 q_{\text{ПДК}}$ – максимальная концентрация данного вещества допустимая в проточном воздухе.

В данной работе **интенсивность образования паров** вредных веществ рассчитывается по удельной интенсивности испарения и площади испарения 1 м² поверхности зеркала ванны и площади испарения:

$$m = 60 \cdot m_{\text{уд}} \cdot S \text{ мг/ч} = 60 \cdot 75000 \cdot 0,1 = \mathbf{450000 \text{ мг/ч}}$$

где: $m_{\text{уд}}$ – удельная интенсивность испарения при заданной температуре и нулевой скорости движения воздуха над зеркалом ванны, мг/(мин м²) – принимается по таблице (приложение);

S – площадь испарения, принимается фактическое значение или условно по варианту, заданному преподавателем (0,005; **0,1**; 1,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 м²).

3. Результаты занести в отчет и сделать выводы.

4. Ответить на вопросы преподавателя (Список вопросов приведен после приложения).

Приложение

Таблица ПДК веществ и концентрационных пределов воспламенения

Вещество	Формула	Молекулярный вес	Удельная интенсивность испарения (мг/м ³)	Концентрационные пределы воспламенения в %		ПДК мг/м ³
				нижний	верхний	
Аммиак	NH ₃	17.01		15	28	20
Ацетон	C ₃ H ₆ O	58.08	83000	2.2	13.0	200
Бензин		100.00	75000	0.93	5.1	100
Бензол	C ₆ H ₆	78.11	82000	1.43	7.1	20
Толуол	C ₇ H ₈	92.14	83000	1.3	6.7	50

Вывод: Найденная концентрация равная 1,96 лежит ниже нижнего предела (0,93) самовоспламенения, поэтому взрыва и воспламенения не будет.

Список использованных источников

Основная литература

1. Хван, Т.А. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Т.А. Хван, П.А. Хван. – 11-е изд. – Ростов-н/Д: Феникс, 2014. – 448 с.: ил., табл. - (Высшее образование). Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271593>
2. Муравей, Л.А. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учеб. пособие / под ред. Л.А. Муравей. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Юнити-Дана, 2015. – 431 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=119542>
3. Арустамов, Э.А. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебник / Э.А. Арустамов, А.Е. Волощенко, Г.В. Гуськов; под ред. Э.А. Арустамова. – 19-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2015. – 448 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=375807>
4. Попов, А.А. Производственная безопасность [Электронный ресурс]: учеб. пособие / под ред. А.А. Попова. – СПб.: Лань, 2013. – 432 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/12937>

Дополнительная литература

1. Виноградов, Д.В. Применение смазочно-охлаждающих технологических средств при резании металлов [Электронный ресурс]: учеб. пособие по курсу «Инструментообеспечение машиностроительных предприятий» – Ч. 1: Функциональные действия / Д.В. Виноградов– Электрон. дан. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 90 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/58525>
2. Макаров, В.Ф. Современные методы высокоэффективной абразивной обработки жаропрочных сталей и сплавов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Ф. Макаров. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2013. – 320 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/32819>
3. Сибикин, М.Ю. Современное металлообрабатывающее оборудование: справочник [Электронный ресурс] / М.Ю. Сибикин, В.В. Непомилуев, А.Н. Семенов, М.В. Тимофеев. – М.: Машиностроение, 2013. – 308 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/37007>
4. Суслов, А.Г. Наукоемкие технологии в машиностроении [Электронный ресурс] / А.Г. Суслов, Б.М. Базров, В.Ф. Безъязычный; под ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 2012. – 528 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5795>
5. Кривошеин, Д.А. Основы экологической безопасности производств [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Д.А. Кривошеин, В.П. Дмитренко, Н.В. Федотова. – СПб.: Лань, 2015. – 336 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/60654>

1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Научная электронная библиотека <http://eLIBRARY.RU>.
2. Электронно-библиотечная система <http://e.lanbook.com>.
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru>.
4. Электронно-библиотечная система <http://biblio-online.ru>.
5. Электронно-библиотечная система [http:// iprbookshop.ru](http://iprbookshop.ru)

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступая к освоению дисциплины обучающийся должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина построена по модульному принципу, каждый модуль представляет собой логически завершённый раздел курса.

Лекционные занятия посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений курса и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную проработку.

Практические занятия проводятся для закрепления усвоенной информации, приобретения в основном умений для решения практических задач в предметной области дисциплины. Практические занятия обеспечены методическими указаниями по их выполнению:

Лабораторные работы предназначены для приобретения умений и навыков для решения практических задач в предметной области дисциплины. Лабораторные работы обеспечены методическими указаниями по их выполнению:

1. Астахова Л.В., Сорокина И.В., Шемель И.Г., Шнитко И.Г. Исследование загазованности воздуха рабочей зоны. Методическое пособие. -М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009.