

УДК 504.5(07)

ББК 20.1

Ц 59

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения**

**высшего образования**

**«Майкопский государственный технологический университет»**

**в поселке Яблоновском**

**Кафедра** экономических, гуманитарных и естественнонаучных дисциплин

**Цикуниб С.М.**

**Методические указания**

**по выполнению практических работ по дисциплине  
«Экологическая оценка химической опасности»**

**для студентов всех форм обучения  
по специальности 20.05.01 – Пожарная безопасность**

**поселок Яблоновский**

**2015**

### **Рецензенты:**

**Авагян Ю.Г.** к.т.н., доцент кафедры торговли и общественного питания, Краснодарский филиал ФБГОУ ВО «РЭУ» им. Г.В.Плеханова

**Балашова И.Ю.** Заместитель директора по УВР филиала ФГБОУ ВО «МГТУ» в п. Яблоновском, к.э.н., доцент.

**Составитель - к.т.н., доцент Цикуниб С.М.**

Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Экологическая оценка химической опасности» для студентов всех форм обучения по специальности 20.05.01 – Пожарная безопасность: Цикуниб С.М. Майкоп. гос. технол. ун-т. Кафедра экономических, гуманитарных и естественнонаучных дисциплин – пос. Яблоновский: Изд. Филиал Майкоп.гос. технол. ун-т в пос. Яблоновском, 2015. Режим доступа: <http://mkgstu.ru>.

Настоящие методические указания разработаны на кафедре экономических, гуманитарных и естественнонаучных дисциплин, предназначено для студентов всех форм обучения по специальности 20.05.01 – Пожарная безопасность.

Цель методических указаний - оказать учебно-методическую помощь специалистам, для повышения качества усвоения учебного материала и формирования устойчивых компетенций по дисциплине «Экологическая оценка химической опасности».

Печатается по решению научно-методической комиссии по специальности «20.05.01 – Пожарная безопасность», протокол №1 от 28.08.2015

## Содержание

|                                                                                    |   |
|------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Введение.....                                                                      | 3 |
| 1. Практическая работа №1 «Системы очистки от жидких и газообразных примесей»..... | 3 |
| 2. Практическая работа №2 «Методы защиты литосферы»....                            | 8 |
| Заключение.....                                                                    | 9 |
| Список использованной литературы.....                                              | 9 |

## Введение

Защита окружающей среды является составной частью концепции устойчивого развития человеческого общества, означающей длительное непрерывное развитие, обеспечивающее потребности ныне живущих людей без ущерба удовлетворению потребностей будущих поколений. Концепция устойчивого развития не сможет реализоваться, если не будут разработаны конкретные программы действий по предотвращению загрязнения окружающей среды, включающие в себя также организационные, технические и технологические разработки по развитию ресурсо-, энергосберегающих и малоотходных технологий, снижению газовых выбросов и жидкостных сбросов, переработки и утилизации хозяйственных отходов, уменьшению энергетического воздействия на окружающую среду, усовершенствованию и использованию средств защиты окружающей среды.

### **Практическая работа №1** **«Системы очистки от жидких и газообразных примесей»**

**Цель работы:** изучить классификацию процессов очистки газовых выбросов и жидкостных сбросов.

#### **Основные закономерности движения и осаждения аэрозолей**

В основу действия пылеулавливающих и сепарационных устройств положен определенный физический механизм. В пылеуловителях и сепарационных устройствах находят применение следующие способы отделения взвешенных частиц от взвешивающей среды, т. е. воздуха (газа): осаждение в гравитационном поле, осаждение под действием сил инерции, осаждение в центробежном поле, фильтрование, осаждение в электрическом поле, мокрая газоочистка и др.

*Гравитационное осаждение.* Частицы аэрозоля осаждаются из потока загрязненного газа (воздуха) под действием силы тяжести. Для этого необходимо создать соответствующий режим движения загрязненного газа в аппарате с учетом размера частиц, их плотности и т. д.

*Инерционное осаждение.* Инерционное осаждение основано на том, что частицы аэрозоля и взвешивающая среда ввиду значительной разности плотностей обладают различной инерцией. Частицы аэрозоля, двигаясь по инерции, отделяются от газовой среды.

*Осаждение под действием центробежной силы.* Происходит при криволинейном движении пылегазового потока. Под действием

возникающих центробежных сил частицы аэрозоля отбрасываются на периферию аппарата и осаждаются.

*Эффект зацепления при фильтровании.* Частицы аэрозоля, взвешенные в воздушной (газовой) среде, задерживаются в узких извилистых каналах и порах при прохождении аэрозольного потока через фильтровальные материалы.

*Осаждение в электрическом поле.* Проходя электрическое поле, частицы аэрозоля получают заряд. Двигаясь к электродам противоположного знака, они осаждаются на них.

*Мокрая газоочистка.* Смачивание поверхности элементов аппаратов водой или другой жидкостью способствует задержанию частиц на данной поверхности.

В практике пылеулавливания и сепарации аэрозольных частиц находят применение и другие методы: *термофорез, фотофорез, укрупнение частиц в акустическом поле, воздействие магнитного поля, биологическая очистка* и др.

В пылеулавливающем и сепарационных устройстве, наряду с основным механизмом улавливания, обычно используются и другие закономерности. Благодаря этому общая и фракционная эффективность аппарата достигает более высокого уровня.

### **Фильтрация сточных вод**

В процессе очистки сточных вод приходится иметь дело с большим количеством воды, поэтому применяют фильтры, для работы которых не требуется высоких давлений. Исходя из этого, используют фильтры с сетчатыми элементами (микрофильтры и барабанные сетки) и фильтры с фильтрующим зернистым слоем.

Механизм извлечения частиц из воды на фильтрах с зернистой перегородкой:

- 1) процеживание с механическим извлечением частиц;
- 2) гравитационное осаждение;
- 3) инерционное захватывание;
- 4) химическая адсорбция;
- 5) физическая адсорбция;
- 6) адгезия;
- 7) коагуляционное осаждение;
- 8) биологическое выращивание.

В общем случае эти механизмы могут действовать совместно и процесс фильтрования состоит из 3-х стадий:

- 1) перенос частиц на поверхность вещества, образующего слоя;

- 2) прикрепление к поверхности;
- 3) отрыв от поверхности.

По характеру механизма задерживания взвешенных частиц различают 2 вида фильтрования:

- 1) фильтрование через пленку (осадок) загрязнений, образующихся на поверхности зерен загрузки;
- 2) фильтрование без образование пленки загрязнений.

В первом случае задерживаются частицы, размер которых больше пор материала, а затем образуется слой загрязнений, который является также фильтрующим материалом. Такой процесс характерен для медленных фильтров, которые работают при малых скоростях фильтрования. Во втором случае фильтрование происходит в толще слоя загрузки, где частицы задерживаются на зернах фильтрующего материала адгезионными силами. Такой процесс характерен для скоростных фильтров. Величина сил адгезии зависит от крупности и формы зерен, от шероховатости поверхности и ее химического состава, от скорости потока и температуры жидкости, от свойств примесей.

Прилипшие частицы постоянно испытывают влияние движущегося потока, который срывает их с поверхности фильтрующего материала. При равенстве числа частиц, поступающих в единицу времени на поверхность фильтрующего слоя и покидающих ее, наступает насыщение поверхности и она перестает осветлять сточные воды.

Взвешенные вещества при прохождении через слой материала уменьшают порозность и изменяют поверхность. Сопротивление фильтрующего слоя возрастает по мере прохождения сточной воды.

Фильтры с зернистым слоем подразделяют на *медленные* и *скоростные*, открытые и закрытые. Высота слоя в открытых фильтрах равна 1...2 м, в закрытых 0,5...1 м. Напор воды в закрытых фильтрах создается насосами.

*Медленные фильтры* используют для фильтрования некоагулируемых сточных вод. Скорость фильтрования зависит в них от концентрации взвешенных частиц: до 25 мг/л скорость принимают 0,2...0,3 м/ч; при 25...30 мг/л – 0,1...0,2 м/ч.

*Скоростные фильтры* бывают одно и многослойными. У однослойного фильтра слой состоит из одного и того же материала, у многослойных – из различных материалов (например, из антрацита и песка).

Выбор типа фильтра для очистки сточных вод зависит от количества фильтруемых вод, концентрации загрязнений и степени их дисперсности,

физико-химических свойств твердой и жидкой фаз и от требуемой степени очистки.

### **Процессы мокрой газоочистки**

Процесс мокрого пылеулавливания основан на контакте запыленного газового потока с жидкостью, которая захватывает взвешенные частицы и уносит их из аппарата в виде шлама.

Технологический анализ, ведущий к разработке моделей функционирования газоочистных устройств, базируется на представлениях о механизмах процессов. Механизмы процессов - это основные варианты контактов газ - жидкость, при которых происходит удаление частиц из газа. Существуют следующие механизмы процессов:

- 1) улавливание каплями жидкости, двигающимися через газ;
- 2) улавливание цилиндрами (обычно твердыми, типа проволок);
- 3) улавливание пленками жидкости (обычно текущими по твердым поверхностям);
- 4) улавливание в пузырях газа (обычно поднимающихся в жидкости);
- 5) улавливание при ударе газовых струй о жидкие или твердые поверхности.

При каждом аппаратном механизме частицы отделяются от газа благодаря одному или нескольким механизмам улавливания: гравитационной седиментации, центробежному осаждению, инерции и касанию, броуновской диффузии, термофорезу, диффузиофорезу, электростатическому осаждению. Скорость осаждения может быть увеличена благодаря укрупнению частиц вследствие агломерации и конденсационного роста.

Рассмотрим основные механизмы и зависимости, характеризующие осаждение пылевых частиц на каплях. При мокрой пылеочистке частицы удаляют по одному или нескольким основным механизмам. Рассмотрим существенные при орошении аэрозолей механизмы удаления частиц.

1. *Гравитационная седиментация.* Этот механизм не имеет большого значения применительно к скрубберам.

2. *Центробежное осаждение.* Частицы могут быть выброшены из газового потока центробежной силой, обусловленной изменением направления течения. Крупномасштабные изменения направления течения, какие наблюдаются в циклонах, малоэффективны для удаления частиц диаметром менее 5 мкм.

3. *Инерционный захват и касание.* При обтекании малого объекта газовым потоком инерция вынуждает частицы продолжать перемещаться по направлению к объекту, причем некоторые из них осаждаются на нем. Фактически это то же самое, что центробежное осаждение, и различие в

определениях дается по традиции. Инерционный захват обусловлен изменениями направления течения в малом масштабе. Поскольку инерционное осаждение эффективно для улавливания частиц диаметром порядка всего десятых микрометра, это наиболее важный механизм захвата частиц в мокрой газоочистке.

4. *Броуновская диффузия*. Когда частицы достаточно малы, например, имеют диаметр менее 0,1 мкм, они смещаются под ударами газовых молекул подобно самим молекулам. Поэтому эти частицы диффундируют случайным образом через газ вследствие броуновского движения. В общем инерционное осаждение и броуновская диффузия являются главными механизмами улавливания частиц скрубберами. Для частиц диаметром свыше 0,3 мкм более важно инерционное осаждение, его эффективность растет с увеличением размера частиц. При диаметре частиц, меньшем 0,3 мкм, начинает преобладать диффузия, эффективность которой растет с уменьшением размера.

5. *Термофорез*. При наличии теплопередачи от газа к жидкости должен существовать соответствующий градиент температуры, тогда частицы смещаются к холодной поверхности из-за разности интенсивности бомбардировки газовыми молекулами с разных направлений. Этот эффект редко имеет большое значение в скрубберах.

6. *Диффузиофорез*. Массоперенос в скруббере, который может заключаться в конденсации водяного пара на холодной поверхности воды, приводит к появлению силы, под действием которой частицы осаждаются на поверхности. Такое осаждение может быть значительным, а доля удаленных частиц примерно равной доле конденсата.

7. *Электростатическое осаждение*. Если частицы несут электростатический заряд, то они могут быть осажжены из газового потока под действием градиента заряда. Этот механизм обеспечивает высокую эффективность улавливания частиц всех размеров.

8. *Конденсация на частицах*. Хотя этот процесс сам по себе не является механизмом улавливания, увеличение массы частиц вследствие пленочной конденсации водяного пара на них повышает эффективность инерционного осаждения. Это явление может происходить одновременно с диффузиофорезом и термофорезом при конденсации в скрубберах. Комбинацию этих механизмов обозначают как градиентно-силовое-конденсационное (ГСК) улавливание.

9. *Коагуляция*. Частицы могут слипаться при столкновениях вследствие броуновского движения или турбулентности. Коагуляция или агломерация

может приводить к увеличению размера частиц и повышению эффективности осаждения, но не по диффузионному механизму.

При обтекании газопылевым потоком шаровой капли жидкости траектории движения газа и пылевых частиц расходятся вследствие различной величины сил инерции, действующих на газ и на частицы с разной массой. Крупные частицы в меньшей мере, чем газ, изменяют свое направление при подходе к капле и осаждаются на ней (рис. 3.16). Схема близка к процессу инерционного осаждения и фильтрационного осаждения частиц на элементах волокнистого фильтра, имеющих цилиндрическую форму. Объясняется это тем, что в этих случаях рассматривается двухфазный поток и действуют силы инерции.

Мелкие частицы, следуя вместе с газом, огибают каплю и уходят с потоком газа. У этих частиц инерция недостаточна для преодоления сопротивления газа.

## **Практическая работа №2** **«Методы защиты литосферы»**

**Цель работы:** изучить методы защиты литосферы.

Защита литосферы включает не только утилизацию отходов путем их размещения на полигонах и свалках, но и переработку жидких и твердых отходов с использованием различных методов. Механическое обезвреживание осадков промышленных стоков может производиться экстенсивными и интенсивными методами. Экстенсивные методы осуществляются в различного рода уплотнителях, интенсивное обезвреживание и сгущение производится при помощи фильтрования, центрифугирования, гидроциклонирования и т.п.

В практике обработки осадков промышленных сточных вод чаще всего применяются химические (реагентные) методы обработки.

При использовании термоокислительного метода все органические вещества, загрязняющие сточные воды, полностью окисляются кислородом воздуха при высоких температурах до нетоксичных соединений. К этим методам относят метод *жидкофазного окисления*, метод *парофазного каталитического окисления* и *пламенный или «огневой» метод*.

Относительно широкое распространение в области обработки осадков городских сточных вод получила сушка (барабанные сушилки, сушка во встречных струях).

Многие процессы утилизации твердых отходов основаны на использовании методов выщелачивания (экстрагирования), растворения и кристаллизации перерабатываемых материалов.

В практике рекуперации твердых отходов промышленности используют методы обогащения перерабатываемых материалов: гравитационные, магнитные, электрические, флотационные, и специальные.

При утилизации и переработке твердых отходов используют различные методы термической обработки исходных твердых материалов и полученных продуктов: это различные приемы пиролиза, переплава, обжига и огневого обезвреживания (сжигания) многих видов твердых отходов на органической основе.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Практические работы зачитывается после защиты и выполнения тестовых заданий, которые необходимо получить у преподавателя.

### Заключение

Загрязнения окружающей среды является серьезной проблемой для всех стран мира. По мере роста народонаселения и масштабов производства экологические последствия становятся все более серьезными и распространенными, а нетронутые природные пространства непрерывно сокращаются. Стало ясно, что снижение качества окружающей среды уже нельзя считать приемлемым компромиссом.

### Список использованной литературы

1. Экологический мониторинг и экологическая экспертиза [Электронный ресурс]: учеб. пособие / М.Г. Ясовеев и др.; под ред. М.Г. Ясовеева - М.: ИНФРА-М; Мн.: Новое знание, 2015 - 304 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=537790>
2. Котелевцев, С.В. Экологическая токсикология и биотестирование водных экосистем [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.В. Котелевцев, Д.Н. Маторин, А.П. Садчиков - М.: ИНФРА-М, 2015. - 252 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=473568>
3. Тихонова, И.О. Основы экологического мониторинга [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.О. Тихонова, Н.Е. Кручинина. - М.: Форум: ИНФРА-М, 2015. - 240 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=501429>
4. Гусакова, Н.В. Техносферная безопасность: физико-химические процессы в техносфере [Электронный ресурс]: учебное пособие /

Н.В.Гусакова - М.: ИНФРА-М, 2015. - 185 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=461112>

5. Трифонов, К.И. Физико-химические процессы в техносфере [Электронный ресурс]: учебник/ К.И. Трифонов К. И., В. А. Девисилов. - М.: Форум, ИНФРА-М, 2015. - 256 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=488268>

6. Тихонова, И.О. Экологический мониторинг атмосферы [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.О. Тихонова, В.В. Тарасов, Н.Е. Кручинина. - М.: Форум: Инфра-М, 2014. - 136 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=424281>