

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга
(РЭТЭМ)

Е.Г. Незнамова

Методические указания к выполнению лабораторных и практических работ по
дисциплине «Системы защиты среды обитания»
для специальности 280101 - «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» и направлений
подготовки бакалавров 022000 «Экология и природопользование» и 280700 «Техносферная
безопасность»

Лабораторная работа №1. Исследование качества визуальной среды в отдельном микрорайоне г. Томска

Цель работы: создание проекта по повышению качества визуальной среды в одном из микрорайонов г. Томска

Краткая теоретическая часть

Приблизительно 50% населения Томской области проживает в условиях урбанизированной среды. Известно, что однообразие и повторяемость структурных элементов среды, окружающих человека, отрицательно воздействует на его психическое, а следовательно, соматическое состояние. Именно таким свойствам обладает городская среда, особенно так называемые спальные районы, застроенные многоэтажными однотипными домами. К таким районам относятся большей частью, не окраинные, но отдаленные от центра микрорайоны Томска.

Агрессивность визуальной среды повышает наличие уличного мусора – окурков, пластиковых пакетов, упаковочных материалов, разбросанных беспорядочным образом. В результате комплексного воздействия этих и других факторов городской среды (например, высокая плотность застройки микрорайона) жители данной территории испытывают определенный стресс, воздействие которого способно повлиять на их поведение или здоровье.

Ход работы: Студенты объединяются в рабочие группы (до 5 человек), составляют план работы, (он может быть сделан в форме заявки на проект) и выполняют следующее задание в соответствии с планом:

Задание:

1. Обследовать территорию одного из мкр. г. Томска в зависимости от поставленных задач
2. Провести обработку собранного материала
3. Проанализировать полученные результаты
4. Предложить меры по улучшению сложившейся ситуации
5. Оформить работу
6. Защитить работу

План составления заявки должен включать следующие разделы:

Заявка на проект

«Повышение качества визуальной среды в отдельном микрорайоне г. Томска»

1. Рабочая группа:

ФИО исполнителей.

2. Формулировка проблемы и ее актуальность

3. Цели и задачи проекта

4. Необходимые ресурсы, и источники финансирования

5. Возможные источники финансирования

6. Бюджет проекта (с указанием необходимого оборудования – с предоставлением обоснования его необходимости, его стоимости, количества, общей оценки стоимости проекта)

7. Рабочий план реализации проекта (мероприятия по реализации проекта, их краткая характеристика, время проведения, ответственные исполнители)

Оформление проекта проводится в соответствии с планом работы. Включает в себя титульный лист, рабочие материалы (результаты подсчетов и наблюдений).

Отчет по проекту предусматривает:

1. Титульный лист
2. Оценка уровня решения поставленной цели и задач
3. Описание проведенных в рамках проекта мероприятий. Степень участия в них каждого члена проектной группы
4. Оценка полноты реализации замыслов и анализ причин неудачных моментов в разработке проекта

Лабораторная работа №2. Планирование рекреационной зоны в пригородной зоне г. Томска

Цель работы: приобретение навыка по рационализации рекреационного использования природной и полуприродной среды

Краткая теоретическая часть

Пригородные зеленые зоны городов представляют огромную ценность для жителей урбанизированных территорий. С одной стороны, это поставщики кислорода, регуляторы микроклимата, с другой – это места отдыха горожан. Как правило, на места, обладающие высокой степенью доступности, приходится мощный пресс рекреационной нагрузки. Важно уметь дать объективную оценку состояния рекреационно – нагруженной экосистемы, сделать рекомендации по рационализации ее эксплуатации.

Задание: Работа выполняется группой студентов по 3-5 человек. Необходимо посетить одну из зеленых зон города или пригородной зоны, по предложенной схеме выполнить описание фитоценоза, дать оценку его экологического состояния, предложить рекомендации по снижению пресса рекреационной нагрузки.

Схема описания:

1. Древесный ярус - породный состав, примерная высота деревьев, равномерность распределения, сомкнутость крон, (%). Наличие или отсутствие подроста – молодых деревьев. Отметить породный состав подроста. Отметить наличие пней, рассмотреть – спилены они или возникли естественным путем. Определить захламленность валежником.

2. Кустарниковый ярус. Наличие – отсутствие. Высота, породный состав, равномерность распределения, сомкнутость крон, (%), равномерность распределения, средняя плотность по территории.

3 Травяной ярус. Густота травостоя, проективное покрытие, (от 0 до 100%), наличие незаросших мест – приуроченность каких-либо объектов к этим местам, например, тропиной сети. Высота травостоя (от... до... см). Ярусность, если имеется. Видовой состав.

4 Подстилочный слой. Толщина, состав – наличие или отсутствие полуразложившейся растительности – листьев, сучьев, веток, хвои.

5. Рассмотрите особенности антропогенного воздействия :

Отметьте общее состояние растений – запыленность, болезненность, наличие повреждений (паразитов, наростов, обломанных ветвей). Рассмотрите фитоценоз согласно градации, предложенной в таблице 2.

Наличие вытопанных или иначе используемых пространств, особенности

тропиночной сети. Состояние растительности на этих пространствах (густота, изменение видового состава, внешнего вида растений по сравнению с соседними или известными вам нормальными экземплярами). Наличие посторонних предметов – мусора и др. Наличие объектов планового рекреационного обустройства – бетонных дорожек, автостоянок, лавочек, торговых и развлекательных учреждений)

6. Оцените посещаемость данной территории людьми.

Согласно предложенной градации оцените степень рекреационной ценности экосистемы.

Предложите возможный вариант рекреационного использования данного участка.

Оформление отчета

Титульный лист

Физико-географический обзор территории

Описание растительного покрова осуществляется по предлагаемой выше схеме. По каждому пункту сделать вывод (выводы).

Особо можно выделить раздел «Антропогенное воздействие», в котором отмечается значимость этого участка для местного населения.

Оцените посещаемость данной территории людьми.

Отметьте тропиночную сеть, наличие стихийно протоптанных дорожек. По какой причине, как Вам кажется, они появились? Если вы отметили объекты планового рекреационного обустройства – укажите их на карте-схеме, опишите те изменения, которые вы заметили в сообществе в связи с их функционированием. Насколько рационально с точки зрения баланса интересов местного населения и экологии решена проблема этого обустройства?

5. Сделайте выводы, касающиеся состояния растительности изучаемой территории (таблица 2), рациональности использования этой зоны обществом, внесите свои предложения по улучшению экологической ситуации, проблеме разумной эксплуатации изученной вами территории.

Таблица 1 - Оценка рекреационной ценности территории

Факторы оценки	Баллы		
	10	5	1
Состав и форма древостоя	Богатое разнообразие пород, чередование типов леса, многоярусность, вековые деревья	Некоторое разнообразие пород, два яруса, разновозрастность.	Однообразный древостой, отсутствие крупных деревьев, один ярус.
Преобладающая порода	Сосна, дуб, привлекательные экзоты	Ель, береза, бук	Осина, ольха, кустарники
Поляны и опушки	Живописные поляны и опушки с богатым травяным покровом	Наличие полян и опушки	Отсутствие полян, удаленность от опушки
Воды	Большие водные пространства рек, озер, моря для спорта и купания	Небольшие реки и водоемы, пригодные для купания	Отсутствие рек и водоемов

Рельеф	Горы с ровными урочищами, равнина с горными элементами, живописный пересеченный рельеф	Слабо пересеченный рельеф, горные склоны без ровных площадок	Плоская однообразная равнина
Проходимость	Сочетание спроектированной дорожно-тропиночной сети с условно девственными урочищами	Наличие дорожно-тропиночной сети	Труднопроходимые территории болот и кустарников без дорожной сети
Близость к городу, дому отдыха и т.п.	Непосредственное примыкание	Удаление до 1 часа	Удаление более 1 часа
Благоустройство	Сочетание благоустроенных территорий с условно-девственными урочищами	Сравнительно благоустроенная территория	Отсутствие благоустройства, в том числе питьевой воды
Загрязнение	Полное отсутствие физического, химического и биологического загрязнения	Некоторое загрязнение, не нарушающее комфортность и отдыха	Загрязнение, нарушающее комфортность отдыха
Дефицитность лесов	Лесистость менее 10%	Лесистость 10-60%	Лесистость более 60%

Таблица 2. - Характеристика стадий рекреационной деградации лесных экосистем

Стадии дигрессии	Характеристика нарушения структуры биоценоза
1 стадия	Деятельность человека не внесла в лесное сообщество сколько-нибудь заметных изменений. Растут типичные лесные растения в живом напочвенном покрове. Развит подрост сравнительно равномерно распределена подстилка.
2 стадия	В лесу появляется редкая сеть тропинок. Среди травянистых растений стали появляться светолюбивые виды. Начала разрушаться подстилка.
3 стадия	Гуще становится тропиночная сеть. В травяном покрове появляются луговые травы (ромашка, мятлик, овсяница, тысячелистник). Появление на лесных полянках луговых трав говорит об уплотнении почвы в 3 – 4 раза. На участках, где нет тропинок, возобновление леса еще удовлетворительно (есть подрост).

<p>4 стадия</p>	<p>Тропинки густо опутывают лес. В травяном покрове количество лесных растений незначительно. Лесные и даже луговые травы “прижимаются” к деревьям, а на открытых местах их заменяют самые жизнеспособные растения – подорожник, лапчатка, птичья гречишка. Это говорит об уплотнении почвы в 6 раз (уплотнение грунтовой дороги). Молодого подроста (до 6 – 7 лет) – практически нет. Подстилка встречается лишь у стволов деревьев.</p>
<p>5 стадия</p>	<p>Характерно полное отсутствие подроста. На плотно вытопанной земле встречаются лишь отдельные экземпляры наиболее жизнестойких растений.</p>

Лабораторная работа №3. Планирование рекультивационных мероприятий в зоне карьерных разработок

Цель работы: получение теоретического навыка рекультивации зон карьерных разработок.

Краткая теоретическая часть

Созданию архитектурно-ландшафтных комплексов уделяют в настоящее время много внимания в США, Англии, Франции, ФРГ. В искусственные озера, созданные в отработанных карьерах, запущены мальки карпа, линя, форели. Озера используют колонии птиц. Для уменьшения запыленности воздуха, предотвращения эрозии и с эстетическими целями большое внимание уделяется оформлению бортов отработанных карьеров. Выработаны оптимальные морфометрические параметры откосов в зависимости от функционального назначения участков береговой линии, высоты надводной части борта карьера, состава слагающих его пород и уровня воды в озере. На рисунках 1, 2 показаны **схемы оформления откосов в ФРГ.**

Если борт карьера сложен рыхлыми, мягкими горными породами (песчано-гравийные отложения, суглинки и т. д.), то по высоте он делится бермами на отдельные уступы. Ширина берм принимается не менее 1,5 м с обратным уклоном 1 : 10. Нижняя берма устраивается на высоте 1,5 м от зеркала воды, а вторая — на высоте 5—7 м. Заложение откосов уступов (кроме нижнего) принимают равным 1 : 2. Вдоль верхней бровки борта карьера сооружают нагорную канаву или вал, защищающий откос от поверхностного стока атмосферных вод и водной эрозии. Надводная часть нижнего уступа переходит в подводную и выполаживается с уклоном 1 : 4 при ширине по горизонтали не менее 10 м. Затем до глубины водоема, равной 2 м, подводная часть откоса имеет заложение 1 : 2, а далее— 1:1.

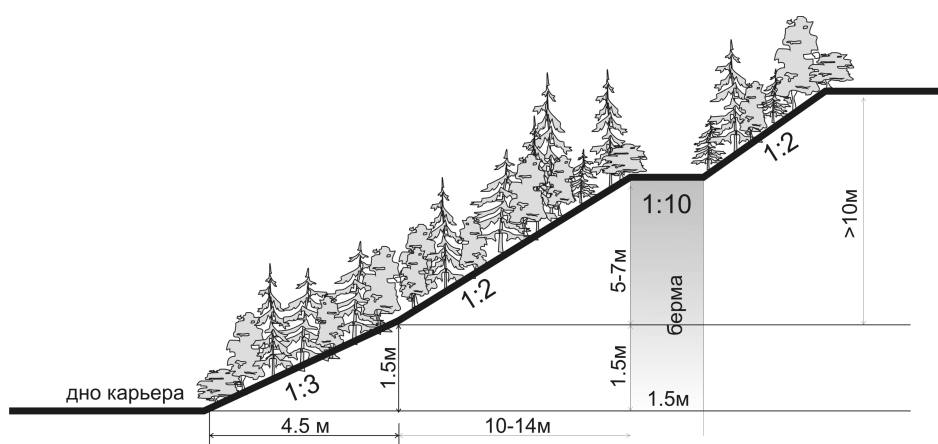
Берма – горизонтальная площадка на откосе плотины, ж-д насыпи, канала, придающая откосу большую устойчивость и защищающая его от размыва атмосферными осадками.

По профилю откоса выделяется несколько зон: нереста рыб, зарослей тростника (подводные части откоса), лесопосадки мягколиственных и твердолиственных пород, опушки которых засаживаются кустарником. При незначительной (до 3—5 м) высоте надводной части борта карьера откос оформляется аналогично описанной выше схеме, но зоны мягколиственных и твердолиственных лесных культур объединяются в одну, а вдоль верхней бровки карьера не сооружаются нагорные канавы или валы . Для сооружения пляжа (если

береговая полоса водоема предназначена для купания) подводная часть откоса планируется с уклоном 1 : 10 до глубины водоема 1 м, затем до глубины 2 м откос имеет заложение 1 : 4 и далее — не круче 1 : 1 . Надводная часть откоса в пляжной зоне на расстояние не менее 10 м по горизонтали также планируют с уклоном 1 : 10. Далее заложение откоса принимается 1 : 5, и откос в этой зоне залужается.

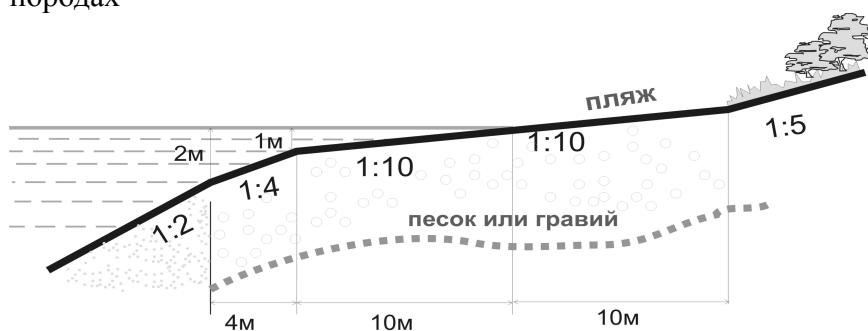
При использовании крупноплощадных карьеров с бортами, сложенными из рыхлых пород, для сельскохозяйственных или других целей на откосах также создаются сплошные лесопосадки. Схема оформления откоса аналогична описанным выше (рис. 5). Если борт карьера сложен скальными или полускальными породами, угол откоса отдельных уступов принимается значительно круче, но не более 60° (рис. 5).

Весь борт карьера делится бермами на уступы высотой до 12 м. Ширина берм (площадок) — не менее 2 м. Для озеленения на бермы насыпают слой почвы или горных пород (пригодных для биологической рекультивации), которыми засыпается и дно карьера, если он не предназначен для обводнения. Застройка отвалов производится после их усадки (спустя не менее 10 лет после отсыпки), в основном одно- или двухэтажными зданиями.



откос борта необходимого карьера при мягких горных породах

Рисунок 1. Рекультивация откоса борта необходимого карьера при мягких горных породах



пляжная зона при сооружении водоема в отработанном карьере

Рисунок 2. Рекультивация борта обводненного карьера

Задание:

1. Ознакомьтесь с теоретической частью
2. Опишите тип техногенно измененного ландшафта, согласно перечня, предложенного в лекционном материале. Какие пути по его рекультивации Вы можете предложить?
3. Рассмотрите предложенные схемы оформления, нарисуйте
4. Объясните смысл использованных элементов технологии. Предложите материалы, конкретизируйте виды растений, пригодные для использования в данном случае. Объясните целесообразность вашего выбора.

5. Оформите отчет

Лабораторная работа №4. **Определение степени повреждения листовой пластинки токсичными выбросами автотранспорта**

Задание: 1. Ознакомиться с методом диагностики здоровых и поврежденных тканей растений.

2. Собрать материал.

3. Определить степень повреждения листьев.

4. Провести сравнительный анализ повреждений листьев по видовой принадлежности растений и месту сбора материалов.

5. Оценить асимметрию листовой пластинки собранных листьев.

6. Оформить работу, сделать выводы.

Материалы и оборудование: листья древесных растений (20 штук), емкости для вымачивания листьев в воде (25-30 С) и растворе соляной кислоты (0.2 н), линейка, подносы для раскладывания листьев.

Краткая теоретическая часть.

Растения, произрастающие вдоль дорог, в городской черте наиболее подвержены воздействию выбросов автотранспорта. Оксиды азота, монооксид углерода в большом количестве способны вызвать нарушения фотосинтетического аппарата растения, что выражается внешне в изменении окраски листовой пластинки. Поврежденные ткани обладают способностью к потемнению, образованию рыжих, коричневатых пятен. Если нарушения не столь значительны, то внешне они не проявляются, но при определенных методах изучения возможна диагностика и малых степеней нарушения.

Сбор материала. Сбор материала осуществляется группой по 3 человека непосредственно перед исследованиями. Исследователи набирают не менее 20 листьев с растения одного вида. При этом отмечают : 1) место произрастания растения (в условиях города отмечаются названия ближайших улиц, в полевых условиях – ближайшие населенные пункты и удаленность от них); 2) рельеф местности; 3) удаленность растения от автодороги.

Метод диагностики здоровых и поврежденных тканей растений

Простейшим методом диагностики является воздействие на листовые пластинки слабым раствором соляной кислоты.

Собранные листья вначале тщательно осматривают, отмечая наличие различного рода изменений нормального облика листовой пластинки. Затем листья вымачивают 20 минут в теплой (25-30 С) воде для размягчения тканей, после чего помещают в 0.2н раствор соляной кислоты и выдерживают в нем 15-20 минут.

Листья достают, помещают на бумагу и проводят осмотр, отмечая вновь появившиеся бурые пятна. Затем определяют процент поврежденных листовых пластинок по формуле:
$$N_{п}/N_{и} * 100\%$$
,

где: $N_{п}$.- количество поврежденных листовых пластинок, $N_{и}$ – количество исследованных листовых пластинок.

После этого визуальным методом оценивают площадь пораженной ткани листовых пластинок, выражая ее также в процентах относительно всей поверхности листа. Площадь пораженной ткани Рассчитывают средний процент пораженной площади листовой пластинки по всей выборке.

Оценка асимметрии листовой пластинки проводится визуальным способом – лист растения складывается пополам по центральной жилке. При выраженной асимметрии при помощи линейки проводятся измерения от центральной жилки листа вправо и влево до боковых краев листовой пластинки. Можно замерить разницу между половинками листа при сгибании листа по центральной жилке. Таким образом, в каждом случае отмечается цифровые различия правой и левой части листа. Затем определяется средний размах отклонений ширины правой и левой частей листовых пластинок всей выборки: сумма всех отклонений делится на число всех исследованных листьев.

Результаты исследований заносят в общую таблицу (табл.1). Затем проводится сравнительная оценка всех результатов, полученных участниками работы. Исследователи оформляют работу, сопровождая ее соответствующими выводами.

Таблица 1. Характеристика древостоя центральной части г.Томска по степени повреждения тканей листовой пластинки

Место сбора	Вид растения	Доля пораженных листьев, (%)	Доля пораженной ткани, (%)	Среднее значение асимметрии листовой пластинки, мм

Лабораторная работа №5. **Определение содержания нитритов и нитратов в пищевых продуктах**

Задание: 1. Ознакомьтесь с понятием «нитратные загрязнения», сделайте краткий конспект. 2. Измерьте уровень загрязнения пищевых продуктов нитратами. 3. Сравните полученные результаты с предложенными теоретически и сделайте соответствующие выводы.

Материалы и оборудование: нитромер, набор пищевых продуктов (овощи, фрукты), скальпель.

Теоретическая часть. Проблема содержания нитратов в продуктах в настоящее время актуальна. Производство удобрений составляет сейчас около 23 кг в год на человека, причем

половина всех удобрений содержат соединения азота.

Азот — элемент, который стимулирует рост растений, влияет на качество плодов и содержание в них белка. Органические, и минеральные удобрения, содержащие соединения азота, в почве превращаются в нитраты (NO_3), вместе с водой поступающие в растения. В корневой системе, стеблях, листьях, плодах нитраты восстанавливаются под воздействием ферментов до иона аммония NH_4^+ , который становится основой аминокислот и далее — белков. То есть минеральный азот превращается в безвредный органический азот — компонент природных соединений. Когда же удобрений поступает слишком много, растения не справляются с их переработкой, и нитраты скапливаются в плодах, попадающих к нам на стол.

Нитраты и нитриты используют для обработки и консервирования многих пищевых продуктов, в том числе ветчины, бекона, солонины, а также некоторых сортов сыра и рыбы.

Повышенные содержания нитратов в организме подавляют дыхание клеток, что выражается в снижении работоспособности, головокружении, потере сознания. Ученые полагают, что в организме человека нитраты превращаются в нитрозоамины, которые являются канцерогенами. Человек относительно легко переносит дозу в 150 — 200 мг нитратов в день; 500 мг - предельно допустимая доза; 600 мг в день — доза токсичная для взрослого человека, а для грудного ребенка даже 10 мг нитратов могут вызвать сильное отравление. В питьевой воде допускается до 45 мг/л нитратов.

Чтобы не допустить превышения этих доз, полезно знать некоторые правила:

- основными источниками нитратов являются растительные продукты. В незрелых овощах, а также в овощах раннего созревания нитратов больше, чем в достигших нормальной уборочной зрелости;

- внутри растения нитраты распределяются неравномерно. Например, в ранних тепличных огурцах количество нитратов от плодоножки уменьшается по длине огурца на каждый сантиметр в 1,5 — 2 раза. Больше вес го нитратов в кожце огурцов и кабачков;

- содержание нитратов связано с особенностями и специализацией отдельных органов растений: типом листьев, размером листовых черешков и жилок, диаметром центрального цилиндра в корнеплодах. У зеленых листовых овощей, например, нитраты накапливаются в основном в стеблях и черешках листьев, поскольку именно сюда идет основной транспорт соединений азота.

Самым простым способом снижения количества нитратов является очищение овощей от кожицы, не использование тех частей растения, в которых происходит максимальное накопление нитратов: например, кочерыжки в капусте, стебля петрушки.

Другой способ уменьшения количества нитратов - предварительное вымачивание овощей в водных растворах

Ход работы. Ознакомьтесь с устройством и принципами работы нитромера.

Определите количество нитратов в предложенных образцах с помощью нитромера. На основании измерений заполните таблицу 1.

По каждому измерению в соответствии с данными, приведенными в таблице 2, сделайте выводы о качестве продуктов с точки зрения содержащихся в них нитратов.

Укажите, какое количество продукта вы можете съесть, чтобы не превысить свою допустимую суточную норму нитратов, исходя из того, что допустимая суточная норма нитратов 5 мг на 1 кг веса человека. Обоснуйте свои выводы.

Таблица 1. Качество плодоовощной продукции

Наименование образца	Показание нитромера (% мг/кг)	Заключение о качестве продукта

Таблица 2. Минимальные и максимальные количества нитратов в овощах (мг/кг)

Культура	Количество нитратов (мг/кг)	
	мин.	макс.
Арбуз	44	572
Баклажаны	88	264
Брюква	396	528
Горошек	22	88
Горчица	1320	1760
Дыня	44	484
Кабачки	369	704
Кориандр	44	748
Кресс-салат	1320	4840
Лук зеленый	44	1320
Лук репчатый	66	880
Морковь	176	2200
Огурцы	88	528
Патиссоны	176	880

На рисунке 1 показано распределение нитратов в корнеплодах столовой свеклы, моркови, клубне картофеля и кочане капусты. Сравните результаты своих измерений и сделайте практические выводы.

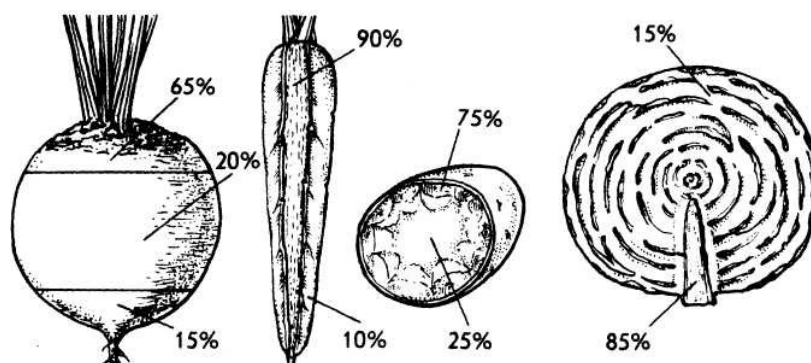


Рисунок 1. Распределение нитратов в овощах (свекле, моркови, картофеле, капусте)

Лабораторная работа №6. Санитарно-гигиеническая оценка состояния помещения

- Задание:**
- 1 Ознакомьтесь с теоретической частью
 - 2 Ознакомьтесь с практической частью, выполните задания, помещенные в ней
 - 3 Составьте отчет по проделанной работе

Теоретическая часть:

Значительную часть времени человек проводит вне своей квартиры. Рабочая среда является частью жизненной среды человека, и от ее качества зависят самочувствие, работоспособность, здоровье. К примеру, воздушная среда рабочего помещения непосредственно влияет через органы дыхания на состояние всего организма. Воздух содержит разнообразные химические вещества (испаряющиеся с поверхностей конструкционных материалов, продукты метаболизма, микроорганизмы). Среди них могут быть примеси, весьма вредные для организма. Так, вдыхание воздуха с парами растворителей или репеллентов (препаратов для уничтожения насекомых) вызывает отравление, аналогичное такому, которое бывает при приеме токсичных веществ с пищей. Концентрация загрязнителей в воздухе помещения не должна быть выше среднесуточной ПДК для атмосферного воздуха. Снижение уровня химического и бактериального загрязнения достигается проветриванием, вентиляцией.

Комнатные растения удаляют углекислый газ и выделяют кислород, способствуют увлажнению воздуха, что необходимо во время отопительного сезона, а также обеззараживают воздух (фитонцидная активность).

Сведения о санитарно-гигиеническом состоянии помещения позволяют дать оценку экологической комфортности и выявить возможные нарушения нормативов, рекомендуемых Всемирной организацией здравоохранения и Российскими органами здравоохранения.

Наиболее важными показателями при санитарно-гигиенической оценке помещения являются следующие:

- 1) площадь и высота комнаты;
- 2) внутренняя отделка;
- 3) освещенность;
- 4) тепловой и влажностный режим;
- 5) состав атмосферного воздуха в помещении.

Практическая часть: Определение размеров комнаты и анализ соответствия площади и объема санитарно-гигиеническим нормативам.

Таблица 1. Санитарно-гигиеническая характеристика помещения

№ аудит ории	Число люде й в комна те	Параметры помещения			Площадь, м ² в пересчете на 1 чел		Объем (кубатура), м ³ в пересчете на 1 чел ■	
		длина	ширина	высота	полученная величина	санитарно- гигиеничес кий норматив	полученна я величина	Санитарно- гигиеническ. норматив
						2,0		4-5

Задание: Вычислите площадь пола и кубатуру (объем) помещения.

Рассчитайте площадь и кубатуру в пересчете на одного человека, для этого разделите полученные значения на число посадочных мест. При помощи рулетки измерьте длину, ширину и высоту комнаты. Полученные данные занесите в табл. 1.

Отделка помещения влияет на чувство экологического комфорта (дискомфорта). Существует направление «Видеоэкология», в рамках которого проводятся исследования по организации зрительного восприятия, создающего предпосылки для психологического состояния, способствующего высокой работоспособности, хорошей эмоциональной атмосфере. Человек получает через зрение 80% информации. Оказаться в окружении стен и предметов, вызывающих уныние и раздражение, неблагоприятно для психики. Визуальная среда должна быть комфортной.

Рабочее место должно быть удобным. Правильно подобранные высота стола и стула на рабочем месте позволяют человеку меньше уставать.

Задание: охарактеризуйте внутреннюю отделку помещения и мебель, используя следующие положения: при южной ориентации помещений при окраске стен рекомендуется использовать более холодные тона- (светло-голубой, светло- серый, светло-сиреневый, зеленоватый); при северной - более теплые (желтоватые, бежевые).

Отражающая способность (%) поверхности стен зависит от их цвета: белый - 80, светло-желтый - 60, светло-зеленый - 40, светло-голубой — 30, темно-голубой — 6, причем загрязненные стены отражают в 2 раза меньше света, чем чистые.

Лабораторная работа №7. Исследование запыленности воздуха помещений

Задание: 1. Определите относительную запыленность воздуха. 2. Оцените качественный состав пыли. 3. Оцените экологическое состояние помещения.

Материалы, реактивы, оборудование: 1. Вода дистиллированная. 2. Растворы азотной и соляной кислот (10%). 3. Весы аналитические. 4. Лопатка для отбора образцов отложений пыли. 5. Микроскоп с объективом «x8» (восьмикратное увеличение), 6. Пипетка, покровные и предметные стекла для микроскопа.

Ход работы к заданию 1. На 3 предметных стекла нанесите по 1 капле воды, Установите их в местах, указанных преподавателем, на 15 мин. По истечении этого срока накройте капли с осевшими пылинками покровными стеклами, приготовив, таким образом микропрепараты.

Поместите микропрепарат на предметный столик микроскопа. Добейтесь увеличения, при котором в поле зрения помещается наибольшая часть капли. Сосчитайте количество пылинок в капле, зарисуйте и опишите их качественный состав (вид, структуру, взаимное расположение, особенности строения).

Варианты выбора условий отбора проб пыли: при открытой и закрытой форточке; в разных помещениях: в аудитории, в коридоре; за пределами помещения: на стройке, в парке, вблизи автомобильной или железной дороги; на разной высоте от пола: 20см, 1м, 1,5м.

Ход работы к заданию 2. Образец сухой пыли соберите из отложения лопаткой (с участка в 3-5 см) и поместите на предметное стекло. Приготовьте микропрепарат сухой пыли, накрыв образец покровным стеклом. Поместите микропрепарат на предметный столик микроскопа. Добейтесь увеличения, при котором в поле зрения помещается наибольшая часть образца.

Рассмотрите микропрепарат в микроскоп и опишите, из чего состоит пыль (вид, форма, размеры, взаимное расположение, цвет частиц).

Поднимите препаративной иглой покровное стекло и нанесите на образец пыли каплю азотной или соляной кислоты. Сразу верните на место покровное стекло. Имея в виду, что соляная кислота растворяет частицы известняковых пород и водорастворимые соли, а азотная - и эти, и большинство других минеральных солей, рассмотрите препарат и сделайте вывод о произошедших изменениях.

Проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы о качественном составе пыли, об относительной запыленности воздуха в разных точках объекта обследования. Оцените экологическое состояние помещения, пользуясь сведениями из приведенной ниже таблицы 1.

Таблица 1. Предельно допустимые концентрации для взвешенных веществ (пылей) различной природы

Тип вещества	ПДК (среднесуточная), мг/м ³
Пыль, не идентифицированная по составу	0,015
Неорганические вещества	
Хлорид натрия	0,15
Фосфоцементная пыль	0,5

Продолжение таблицы 1.

Цемент	0,02
Сажа	0,05
Свинец и его соединения	0,0003
Угольная зола ТЭЦ (щелочная, мелкодисперсная)	0,02
Органические вещества, препараты бытовой химии	
Текстолит	0,04
Чистящее средство "Пемолюкс"	0,02
СМС типа "Кристалл" (по алкилсульфонату натрия) ннатриянатрия)	0,01
Биогенные вещества	
Белок пыли витаминно-белкового концентрата	0,001
Комбикорм	0,01
Хлопок	0,05
Углеродные волокнистые материалы	0,05

Лабораторная работа №8. Определение органолептических свойств различных проб воды

Цель работы: научиться оценивать воду по органолептическим признакам

Краткая теоретическая часть

Первичную оценку качества воды проводят, определяя ее органолептические характеристики. Определяются они с помощью органов зрения (мутность, цветность) и обоняния (запах). Неудовлетворительные органолептические характеристики свидетельствуют о загрязнении воды. Проба воды должна быть отобрана в чистую стеклянную или пластмассовую бутылку объемом не менее 0,5 л (в бутылку должно оставаться, после забора пробы, не более 10 мл воздуха). Пробы следует проанализировать в течение нескольких часов после отбора, либо хранить в холодильнике. Могут быть отобраны и проанализированы растаявшие пробы снега (льда) из разных мест, а также из водопроводного крана.

Оборудование и материалы: колбы для воды, протокол работы, вода взятая из различных источников, фильтр бытовой, фильтровальная бумага, песок, измельченный уголь.

Задание 1. Определение запаха воды.

1. Заполните колбу водой на треть объема и закройте пробкой.
2. Взболтайте содержимое колбы.
3. Откройте колбу и осторожно, неглубоко вдыхая воздух, сразу же определите характер и интенсивность запаха. Если запах сразу не ощущается или запах неотчетливый, испытание можно повторить, предварительно нагрев воду в колбе до температуры 60 °С (подержав колбу в горячей воде).

Интенсивность запаха определите по 5-балльной системе по таблице 1.

Характер запаха определите по таблице 2.

Таблица 1. Шкала интенсивности запаха

Интенсивность запаха	Характер проявления	Оценка в баллах
Нет	Запах не ощущается	0
Очень слабая	Запах сразу не ощущается, но едва	1

	заметен при нагревании	
Слабая	Запах ощущается, если на это обратить внимание	2
Заметная	Устойчивый запах	3
Отчетливая	Сильный запах, заставляет воздержаться от питья	4
Очень сильная	Сразу вызывает отрицательные эмоции, вода не пригодна для питья	5

Таблица 2. Классификация происхождения запаха

Запах «естественного»	Запах «искусственного»
Неотчетливый	Неотчетливый (отсутствует)
Землистый	Нефтепродуктов
Гнилостный	Хлорный
Торфяной	Уксусный
Травянистый	—
Другой (укажите, какой)	Другой (укажите, какой)

Задание 2. Определение цветности.

1. Заполните пробирку водой до высоты 10—12 см.
2. Определите цветность воды, рассматривая пробирку сверху на белом фоне при достаточном освещении (дневном, искусственном).

Подчеркните наиболее подходящий оттенок (слабо – желтоватый, светло-желтоватый, вода желтая, интенсивно- желтая, коричневая, красно-коричневая, другая (укажите, какая)).

Задание 3. Определение мутности.

1. Заполните пробирку водой до высоты 10—12 см.

Определите мутность воды, рассматривая пробирку сверху на темном фоне при достаточном боковом освещении. Подчеркните нужное (прозрачная, слабомутная, мутная, очень мутная).

Задание 4. Определение органолептических показателей профильтрованной воды

Профильтруйте воду через различные типы фильтров. По предложенной схеме проведите определение органолептических свойств воды. Сравните все полученные результаты.

Оформление работы

1. Титульный лист
2. Краткая теоретическая часть
3. Полученные результаты (таблицы, сравнительный анализ)
4. Сделайте выводы об экологическом состоянии источника, из которого была взята проба.
5. Сделайте выводы о сорбционной активности фильтрующего материала.

Практическая работа №1. Токсикометрическая оценка биологической активности токсикантов

Задание: Ознакомьтесь с теоретической частью, разберите алгоритм оценки токсичности вещества по Спирмену — Керберу. С измененными данными показателя «Число погибших животных» (табл.1) рассчитайте генеральную среднюю дозу эффекта LD_{50} .

Теоретическая часть. При испытании инсектицидов, лекарственных, радиоактивных и других биологически активных веществ обнаруживается, что особи однородной группы реагируют на одну и ту же дозу по-разному, (т.е. имеет место индивидуальная изменчивость) и что разные дозы могут вызывать одинаковый эффект у целой группы индивидов. Отсюда следует, что о силе действия на организм биологически активных веществ можно судить лишь по среднему результату.

Дозы сильнодействующих веществ испытывают на однородных группах (мыши, крысы и другие объекты) по 6 - 10 особей в группе. На каждой группе изучают одну дозу. Обычно применяют 5 - 9 доз в возрастающем по силе действия порядке. Опыт проводят одновременно на всех группах особей. При этом учитывают число особей, у которых обнаружился эффект, и число тех, у которых видимого эффекта от действия доз не обнаружено. О среднем результате судят по обнаружению эффекта действия доз у 50% подопытных индивидов.

Определить дозу, вызвавшую видимый эффект или летальный исход у 50% подопытных индивидов, можно разными способами - графически и аналитически. Установлено, что индивидуальные реакции подопытных животных на воздействие биологически активных веществ распределяются, как правило, нормально. Зависимость между дозой и эффектом действия графически выражается в виде S-образной кривой, или *кумуляты*. Кумулята, называемая *кривой эффекта доз*, может быть получена, если по оси абсцисс откладывают дозы вещества, а по оси ординат - эффект воздействия этих доз на подопытных животных. Центральная точка кумуляты совпадает с центром распределения. Опуская из этой точки перпендикуляры на оси координат, можно определить среднюю дозу эффекта. Проще, однако, среднюю дозу эффекта определить аналитическими способами, один из которых рассматривается далее.

Способ Спирмена — Кербера. Достоинство этого способа заключается в том, что он позволяет не только рассчитать среднюю дозу эффекта M , но и построить доверительный интервал для генеральной средней μ . Среднюю дозу эффекта определяют по формуле:

$$M = m - d (P_1 - 0.5), \quad (1)$$

где m — минимальная доза, вызывающая эффект у 100% подопытных индивидов; d — разница между дозами; P_1 — суммарная доля реагирующих на дозы индивидов.

Среднее квадратическое отклонение вычисляют по следующей формуле:

$$S_m = d \sqrt{2P_2 - P_1^2 - P_1 - 1/12} \quad \dots \quad (2)$$

Здесь P_2 — сумма ряда накопленных долей реагирующих на дозы индивидов.

Пример. На группе, состоящей из десяти лабораторных мышей, испытывали действие ядовитого вещества. Дозы яда рассчитывали в миллиграммах на 1 кг массы тела подопытных животных. Эффект действия яда учитывали по летальным исходам. Результаты опыта приведены в таблице.

В данном случае $n=10$, $d=10$, $m=180$ мг/кг, $P_1=4,0$ и $P_2=11,8$. Подставляем

известные величины в формулы (1) и (2): $m=LD_{50}=180-10(4,0-0,5)=180-35=145$ мг/кг, получаем $S_m=18,75$.

Найденные величины $m=145$ и $S_m=18,75$ позволяют построить доверительный интервал для генерального параметра, т. е. истинной средней дозы эффекта: $m \pm \Delta_m$, где $\Delta_m = t S_m$ — величина предельной ошибки средней m .

В данном случае $S_m = S_m / \sqrt{n} = 18,75 / \sqrt{10} = 18,75 / 3,16 = 5,93$. Отсюда для 5%-ного уровня значимости и соответственно $t=1,96$ нижняя граница доверительного интервала составляет

$145 - 1,96 \cdot 5,93 = 145 - 11,62 = 133,38 \sim 133$ мг/кг и верхняя граница $145 + 11,62 = 156,62 \sim 157$ мг/кг.

Это означает, что с вероятностью $P = 0,95$ можно утверждать, что генеральная средняя доза эффекта LD_{50} находится в пределах от 133 до 157 мг/кг.

Таблица 1. Результаты опытов, используемые при расчетах

Доза, мг/кг	110	120	130	140	150	160	170	180	Сумма
Число погибших животных	0	1	3	4	6	7	9	10	-
Доля погибших животных	0	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	4,0
Накопленная доля погибших животных	0	0,1	0,4	0,8	1,4	2,1	3,0	4,0	11,8

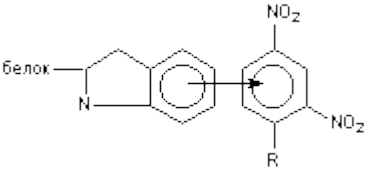
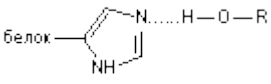
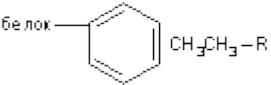
Практическая работа №2. Типы химических связей, образующихся между токсикантами и молекулами-мишенями организма

Задание: 1. Ознакомьтесь с типами химической связи. 2. Сделать краткий конспект, содержащий характеристики типов связей и рисунки. 3. Сравнить химические связи по прочности и сделать выводы о токсичности веществ, обладающих различными типами связей. 4. Определить, согласно степени прочности характер процесса детоксикации организма.

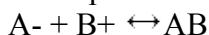
При взаимодействии токсиканта с биологическими структурами-мишенями могут образовываться различные типы химических связей (табл. 1).

Таблица 1. различные типы связей, формирующихся между токсикантами и молекулами-мишенями организма

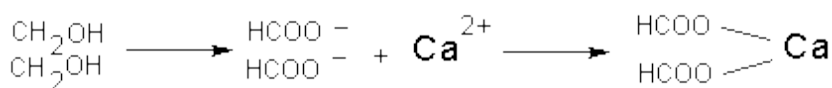
Вид связи	Пример	Энергия связи (кДж/мол)
Ионная	белок — $\text{NH}_3^+ \dots \dots \text{COO}^-$ — R	20
Ковалентная	белок — S — Hg — R белок — O — P $\begin{matrix} \text{R} \\ \diagup \\ \text{R} \\ \text{O} \end{matrix}$	40 - 600

Донорно-акцепторная		4 – 20
Ион-дипольная	$\text{белок} - \text{NH}_3^+ \cdots \text{O}^- \begin{matrix} \text{H}^+ \\ \text{H}^+ \end{matrix}$	8 – 20
Диполь-дипольная	$\text{белок}^+ \cdots \text{O}^- = \overset{+}{\text{C}} \begin{matrix} \text{NH}_2 \\ \text{NH}_2 \end{matrix}$	4 – 12
Водородная		4 – 28
Ван-дер-Ваальса		1 – 4
Гидрофобная	$\text{белок} - \text{CH}_2 - \text{CH} \begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{matrix} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{R}$	1 – 6

Ионная связь. В водных растворах многие вещества диссоциируют с образованием ионов. Между положительно и отрицательно заряженными ионами токсиканта и эндогенными ионами-мишенями начинают действовать силы электростатического притяжения. Вследствие притяжения возникает химическая связь. Связь такого типа называется электровалентной или ионной. Образованные катионами и анионами вещества не несут электрического заряда.



Токсические последствия подобного взаимодействия в организме развиваются в случае образования не растворимого в воде комплекса иона-токсиканта с биологически значимым ионом-мишенью. Например, при интоксикации фторидами, ион фтора может вступать во взаимодействие с ионом кальция. В итоге образуется нерастворимый фторид кальция. Развивающаяся гипокальциемия имеет определенное значение для развития и проявления интоксикации. Аналогичным образом действует щавелевая кислота, образующаяся в организме в процессе метаболизма этиленгликоля при интоксикации последним:



Поскольку степень диссоциации многих веществ в водном растворе существенно зависит от pH среды, количество образовавшихся за счет ионной связи комплексов токсикант-мишень также зависит от этого показателя.

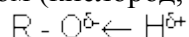
Ковалентная связь. Для образования ковалентной связи, взаимодействующие атомы должны иметь на внешней электронной орбите неспаренные электроны. Эти электроны занимают одну и ту же орбиталь, а образовавшаяся общая пара формирует силу притяжения между атомами. В результате образования такой общей пары электронов каждый из взаимодействующих атомов приобретает "завершенный набор" электронов и образовавшееся соединение становится стабильным. Энергия ковалентной связи велика и составляет 200 - 400 кДж/мол

Высокая стабильность связи этого типа означает практически необратимый характер присоединения токсиканта к структуре-мишени. Примерами веществ, образующих с биомолекулами подобную связь, являются ФОС (взаимодействуют с серином, входящим в структуру активного центра ацетилхолинэстеразы), иприты (взаимодействуют с пуриновыми основаниями нуклеиновых кислот), а также целый ряд других распространенных

токсикантов (метилбромид, метилхлорид, этиленоксид и др.). Вследствие прочности образовавшейся связи, разрушение комплекса токсикант-биомшень возможно только с помощью специальных средств (например, реактиваторов ХЭ при интоксикации ФОС). Восполнение содержания поврежденной токсикантом биологической структуры возможно также за счет синтеза её de novo. Так, восстановление активности АХЭ в тканях лабораторных животных отравленных зоманом проходит со скоростью синтеза энзима нервными клетками.

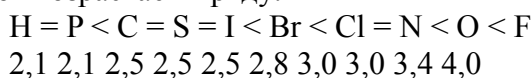
Координационная связь - это ковалентная связь, в которой обобществленную пару электронов предоставляет только один из участвующих в связи атомов. Один из атомов является донором, а другой акцептором электронной пары, поэтому эту связь называют также донорно-акцепторной. Акцепторами часто являются катионы металлов, или атомы переходных металлов (Zn, Cu, Fe), входящих в состав молекулы. Таким образом, в частности, оксид углерода взаимодействует с железом гемоглобина, с образованием карбоксигемоглобина.

Водородная связь. Ковалентная связь между атомом водорода и электроотрицательным атомом (кислород, азот, сера и т.д.) более или менее поляризована



Вследствие этого атом водорода приобретает незначительный положительный заряд. Если вблизи такого атома находится молекула или группа, содержащая анион или электроотрицательный атом, между ними образуется слабая связь, называемая водородной.

Водородная связь может образовываться как между молекулами, так и между атомами внутри молекул. Энергия связи не велика и в водном растворе составляет около 20 кдж/мол. Её прочность во многом зависит от строения взаимодействующих веществ, в частности, от степени электроотрицательности атомов, связанных с водородом. Электроотрицательность атомов возрастает в ряду:



Водородные связи имеют очень большое значение для поддержания пространственной структуры белков, нуклеиновых кислот и других высокомолекулярных соединений. Вещества, способные разрушать водородную связь, могут нарушать пространственную структуру макромолекул (явление интерколации: встраивание молекул акридина, этидиумбромид между плоскостями, образуемыми витками спирали молекулы ДНК).

В состав молекул токсикантов также входят группы, способные участвовать в образовании водородных связей. Если эти группы (Х-Н) являются структурными элементами "активного" радикала токсиканта, то они участвуют в образовании сложной связи вещества с молекулой-мишенью. Поскольку водородные связи являются по сути электростатическими, их сила ослабевает в присутствии веществ, обладающих свойствами диэлектриков ("неэлектролитов").

Связи Ван-дер-Ваальса. Форма электронного облака молекул квазистабильна, то есть не изменяется до тех пор, пока на неё не действуют внешние силы. Под влиянием электромагнитных полей электронные облака молекул деформируются. При этом безразлично вызвано ли появление деформирующих сил воздействием внешних полей или поле сформировано близлежащими ионами, диполями, аполярными молекулами. Степень деформированности электронного облака зависит от энергетических характеристик воздействующих полей и поляризуемости самой молекулы. Способность электронного облака к деформации (поляризуемость) зависит от размеров молекулы. У больших молекул она больше, чем у малых, поскольку сместить электроны, находящиеся на значительном удалении от ядра атома, легче.

Деформирующее воздействие полей превращает неполярные молекулы в диполи, так как центры максимальной плотности положительного и отрицательного зарядов молекулы несколько разъединяются в пространстве. Сформированный диполь называют индуцированным или временным, поскольку он перестает существовать сразу после прекращения действия деформирующих сил. Две близлежащие неполярные молекулы могут

взаимно индуцировать образование временных диполей и, таким образом взаимодействовать друг с другом. Силы взаимодействия, формирующиеся между временными диполями, называются силами Лондона - Ван-дер-Ваальса. Энергия образующейся связи мала, однако она существенно возрастает при увеличении числа участков контакта между взаимодействующими молекулами. Со стороны токсиканта это могут быть ароматические, гетероциклические, алкильные радикалы; со стороны рецептора - неполярные участки молекул аминокислот (лейцин, валин, аланин, пролин и др.). Вклад каждой $-CH_2-$ группы алкильной цепи во взаимодействие оценивается в 2 - 4 кдж/мол. При тесном контакте больших неполярных молекул энергия связи может достичь очень больших величин. Поэтому при образовании комплекса токсикант-биомшень силы Ван-дер-Ваальса могут обеспечивать очень прочную фиксацию ксенобиотика. Действующая сила, ответственная за формирование связи, обратно пропорциональна седьмой степени расстояния между взаимодействующими молекулами. Поэтому она не может обеспечить притяжение молекул токсиканта, свободно циркулирующих в биосредах, к рецептору. В этом процессе первостепенную роль играют силы электростатического взаимодействия. Однако после того как контакт между токсикантом и рецептором осуществился силы Ван-дер-Ваальса обеспечивают его ориентацию и плотную фиксацию.

Гидрофобное взаимодействие. Гидрофобные связи формируются в водной среде, когда молекулы взаимодействующих веществ контактируют друг с другом неполярными (гидрофобными) участками. В отличие от взаимодействия Ван-дер-Ваальса и донорно-акцепторного взаимодействия, которые также формируются при взаимодействии неполярных групп, образование гидрофобных связей обусловлено свойствами воды, без участия которой взаимодействие происходить не может. В соответствии с теорией, молекулы воды связаны друг с другом водородными связями, образуя трехмерную структуру (кластер), напоминающую структуру льда. На границе поверхности, разделяющей неполярную молекулу и молекулы воды, образование такой структуры затрудняется. При контакте двух неполярных молекул, растворенных в воде, общая площадь поверхности, разделяющей воду и эти молекулы, уменьшается. Вследствие этого, мобилизуется часть молекул воды, организованных в кластер. В противоположность всем другим химическим связям и взаимодействиям гидрофобная связь, таким образом, обусловлена преобразованием растворителя (воды), а не растворенных взаимодействующих веществ. Движущей силой образования связи является рост энтропии целостной системы растворитель - растворенные молекулы. Структурная организация гидрофобных, взаимодействующих молекул возрастает (уменьшение энтропии), но при этом существенно дезорганизуется (энтропия возрастает) структура растворителя (воды).

Гидрофобные связи имеют большое значение при взаимодействии неполярных молекул ксенобиотиков с клеточными и внутриклеточными мембранами, для образования их комплексов с белками, при этом возможно нарушение конформации макромолекул.

В процессе взаимодействия низкомолекулярного вещества с биомшенью практически всегда формируется несколько типов связей, поскольку молекула токсиканта, как правило, включает полярный (иногда даже ионизированный), и неполярный фрагменты.

Ионные связи, за счет которых осуществляется притяжение молекулы к биомшени, мало специфичны (аналогично ион-дипольному и диполь-дипольному взаимодействию). Взаимодействие между неполярными группами также неспецифично. Однако, если в структуре мишени (например, рецепторе для эндогенных биорегуляторов) полярные и неполярные группы пространственно организованы, между этими участками и особыми участками молекулы токсиканта образуются специфичные связи, обусловленные пространственной организацией молекулы токсиканта. Такое взаимодействие можно сравнить с ориентацией намагниченных стрелок в магнитном поле. После ориентации молекулы с помощью ионного (диполь-дипольного) взаимодействия между ней и рецептором формируется тесный контакт, и образуются связи за счет водородных сил и сил Ван-дер-Ваальса. Образующийся комплекс тем более прочен, чем более комплементарна молекула

токсиканта рецептору.

Практическая работа 3. Расчет аппаратов мокрой очистки газов от пыли Расчет параметров пенного пылеулавливателя

Удаление пыли в аппаратах мокрой очистки происходит благодаря смачиванию частичек пыли жидкостью. Процесс протекает тем эффективнее, чем больше поверхность контакта фаз между газом и жидкостью, что достигается, например, диспергированием жидкости на капли или газа – на множество пузырей, формирующих пену.

Среди аппаратов мокрой очистки газов широкое распространение получили пенные пылеулавливатели ЛТИ (рис. 1). Они бывают однополочные и двухполочные, с отводом воды через сливное устройство над решеткой и с полным протеканием воды через отверстия решетки (провальные). Аппараты со сливными устройствами позволяют работать при больших колебаниях нагрузки по газу и жидкости. Выбор числа полок зависит главным образом от запыленности газа.

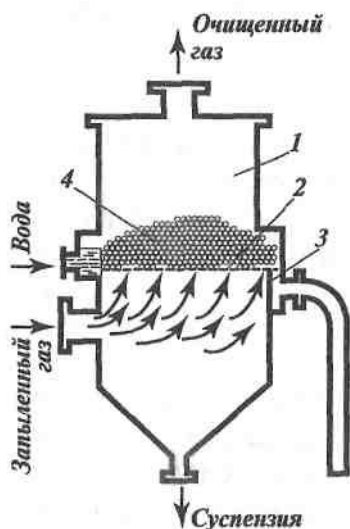


Рис. 1. Барботажный (пенный) пылеулавливатель: 1 – корпус; 2 – тарелка с перфорацией; 3 – переливной порог; 4 – слой пены на тарелке

Порядок расчета пенного пылеулавливателя

1. Выбор расчетной скорости газа.

Скорость газа в аппарате – один из важнейших факторов, определяющих эффективность работы аппарата. Допустимый диапазон фиктивных скоростей составляет 0,5 – 3,5 м/с. Но при скоростях больше 2 м/с начинается интенсивный унос брызг и требуется установка брызгоулавливателей. При скоростях меньше 1 м/с возможно сильное протекание жидкости через отверстия решетки, вследствие чего высота слоя пены снижается, а жидкость может не полностью покрывать поверхность решетки. Для обычных условий рекомендуется скорость $w = 2$ м/с.

2. Определение площади сечения аппарата.

Площадь сечения S (в m^2) равна

$$S = \frac{Q_H}{w}, \quad (5)$$

где Q_H – расход газа, поступающего в аппарат при рабочих условиях, m^3/c ; w – скорость газа, м/с.

Газопромыватель может быть круглого или прямоугольного сечения. В первом случае обеспечивается более равномерное распределение газа, во втором – жидкости. При выборе аппарата прямоугольного сечения длину и ширину решетки находят с помощью данных по основным размерам аппаратов.

3. Определение расхода поступающей воды.

Для холодных и сильно запыленных газов расход определяется из материального баланса пылеулавливания, для горячих газов — из теплового баланса. В сомнительных случаях выполняют оба расчета и выбирают наибольшее из полученных значений расхода. (Газ считают холодным, если его температура меньше 100 °С.)

Расход поступающей воды L (кг/с) рассчитывают исходя из материального баланса пылеулавливания:

$$L = L_y + L_{сл}, \quad (6)$$

где L_y — расход воды, стекающей через отверстия в решетке (утечка), кг/с; $L_{сл}$ — расход воды, стекающей через сливной порог, кг/с.

Величина L_y определяется массовым расходом уловленной пыли $G_{п}$ (кг/с); концентрацией пыли в утечке x_y (кг пыли/кг воды); коэффициентом распределения пыли между утечкой и сливной водой K_p , выраженным отношением расхода пыли, попадающей в утечку, к общему расходу пыли:

$$L_y = G_{п} \cdot \frac{K_p}{x_y}, \quad (7)$$

Расход уловленной пыли (кг/с) можно определить по соотношению

$$G_{п} = Q_H \cdot c_H \cdot \eta, \quad (8)$$

где c_H — начальная концентрация пыли в газе, кг/м³; η — заданная степень пылеулавливания, доли единицы.

Коэффициент распределения K_p находится в диапазоне 0,6 – 0,8; в расчетах обычно принимают $K_p = 0,7$.

Концентрация пыли в утечке изменяется от $x_y = 0,2$ (для не склонных к слипанию минеральных пылей) до $x_y = 0,05$ (для концентрированных пылей).

Так как в утечку попадает больше пыли, чем в воду, стекающую через сливной порог, то для уменьшения общего расхода воды целесообразно уменьшать величину $L_{сл}$. Однако слишком сильная утечка создает неравномерность высоты слоя воды на решетке. Поэтому в расчетах рекомендуется принимать $L_{сл} = L_y$. Исходя из этого выражение (6) приводится к виду:

$$L = 2G_{п} \cdot \frac{K_p}{x_y}. \quad (9)$$

4. Определение типа решетки.

На этом этапе выбирают тип перфорации (круглые отверстия или щели), диаметр отверстия d_0 или ширину щели $b_{щ}$ и шаг между ними t . Форму отверстий выбирают исходя из конструктивных соображений, а их размер — исходя из вероятности забивки пылью. Обычно принимают $b_{щ} = 2 - 4$ мм, $d_0 = 2 - 6$ мм. Затем выбирают такую скорость газа в отверстиях w_0 , которая обеспечит необходимую величину утечки.

При диаметре отверстий $d_0 = 2 - 3$ мм скорость газа должна составлять 6 – 8 м/с, а при $d_0 = 4 - 6$ мм $w_0 = 10 - 13$ м/с.

Далее рассчитывают долю свободного сечения решетки S_0 , отвечающей выбранной скорости:

$$S_0 = \frac{w}{w_0 \cdot \varphi}, \quad (10)$$

где φ — отношение перфорированной площади решетки к площади сечения аппарата ($\varphi = 0,9 - 0,95$).

Исходя из величины S_0 определяют шаг t (в м) между отверстиями в зависимости от способа разбивки отверстий на решетке. При разбивке по равносоставленному треугольнику

$$t = d_0 \sqrt{\frac{L}{S_0}}. \quad (11)$$

Толщину решетки δ выбирают по конструктивным соображениям. Минимальному гидравлическому сопротивлению соответствует $\delta = 5$ мм.

5. Определение высоты слоя пены и сливного порога.

Высоту порога на сливе с решетки устанавливают исходя из создания слоя пены такой высоты, которая обеспечила бы необходимую степень очистки газа.

Первоначально определяют коэффициент пылеулавливания K_{Π} (в м/с):

$$K_{\Pi} = \frac{2\eta w}{2 - \eta}, \quad (12)$$

где η – заданная степень очистки газа от пыли.

Связь между K_{Π} и высотой слоя пены H (в м) при улавливании водой гидрофильной пены выражается эмпирическим уравнением

$$H = K_{\Pi} - 1,95w + 0,09, \quad (13)$$

где величины K_{Π} и w имеют размерность м/с. Далее определяют высоту исходного слоя воды на решетке h_0 (в м):

$$h_0 = 1,43 \cdot H^{1,67} w^{-0,83}. \quad (14)$$

Высоту порога h_{Π} рассчитывают по эмпирической формуле

$$h_{\Pi} = 2,5h_0 - 0,0176\sqrt[3]{i^2}, \quad (15)$$

где i – интенсивность потока на сливе с решетки (в кг/ (м · с)), определяемая как

$$i = \frac{L_{сл}}{b_c}, \quad (16)$$

где b_c – ширина сливного отверстия. При прямоугольном сечении аппарата b_c равна ширине решетки.

Пример расчета пенного пылеулавливателя

Рассчитать пенный аппарат для очистки 48 000 м³/ч газа от гидрофильной, не склонной к слипанию пыли. Температура газа – 60 °С. Запыленность газа на входе в аппарат $c_H = 0,008$ кг/м³. Требуемая степень очистки $\eta = 0,99$. Очистка производится водой.

Решение

Выбираем газоочиститель системы ЛТИ и принимаем рабочую скорость газа (на все сечение аппарата) $w = 2$ м/с.

Рассчитываем по формуле (5) площадь сечения аппарата:

$$S = \frac{48000}{3600 \cdot 2} = 6,67 \text{ м}^2$$

Площадь сечения аппарата по каталогу ЛТИ:

$$S = 2,1 \cdot 3,48 = 7,3 \text{ м}^2.$$

Фактическая скорость газа:

$$w = \frac{48000}{3600 \cdot 7,3} = 1,82 \text{ м}^2.$$

Определяем по формуле (8) расход уловленной пыли:

$$G_{\Pi} = \frac{48000 \cdot 0,008 \cdot 0,99}{3600} = 0,106 \text{ кг/с.}$$

Принимаем коэффициент распределения $K_p = 0,7$ и концентрацию пыли в утечке $x_y = 0,15$ кг пыли/кг воды. Тогда расход поступающей воды по формуле (9) составит

$$L = \frac{2 \cdot 0,106 \cdot 0,7}{0,15} = 0,989 \text{ кг/с.}$$

Выберем решетку с круглыми отверстиями диаметром $d_0 = 4$ мм. Тогда скорость газа в отверстиях должна быть равна $w_0 = 10$ м/с. По выражению (10) доля свободного сечения решетки S_0 при $\phi = 0,95$ равна

$$S_0 = \frac{1,82}{(10 \cdot 0,95)} = 0,195.$$

Если принять, что отверстия располагаются по равностороннему треугольнику, то шаг между отверстиями в соответствии с формулой (11) составит

$$t = 0,004 \sqrt{\frac{0,91}{0,192}} = 0,0087 \text{ м.}$$

Толщину решетки δ примем равной 5 мм.

Определим по уравнению (12) коэффициент скорости пылеулавливания:

$$K_{II} = \frac{2 \cdot 0,99 \cdot 1,82}{2 - 0,99} = 3,57 \text{ м/с.}$$

Тогда высота слоя пены на решетке в соответствии с уравнением (13) равна

$$H = 3,57 - 1,95 \cdot 1,82 + 0,99 = 0,11 \text{ м.}$$

Высоту исходного слоя воды на решетке рассчитываем по формуле (14):

$$h_0 = 1,43 \cdot 0,11^{1,67} \cdot 1,82^{-0,83} = 0,0218 \text{ м.}$$

Интенсивность потока на сливе с решетки найдем по соотношению (16):

$$i = \frac{1,989}{2 \cdot 3,48} = 0,142 \text{ кг/(м} \cdot \text{с).}$$

Высота сливного порога по формуле (15) будет равна

$$h_{II} = 2,5 \cdot 0,0218 - 0,0176 \sqrt[3]{0,142^2} = 0,05 \text{ м.}$$

Практическая работа 4. Методики расчета аппаратов очистки сточных вод

Расчет отстойника

Отстаивание применяют для разделения грубых суспензий, в частности для осаждения из сточных вод грубодисперсных примесей. Отстаивание происходит под действием сил тяжести. Для проведения процесса используют песколовки, отстойники и осветлители.

В промышленности широко применяют отстойники непрерывного действия с гребковой мешалкой (рис. 1).

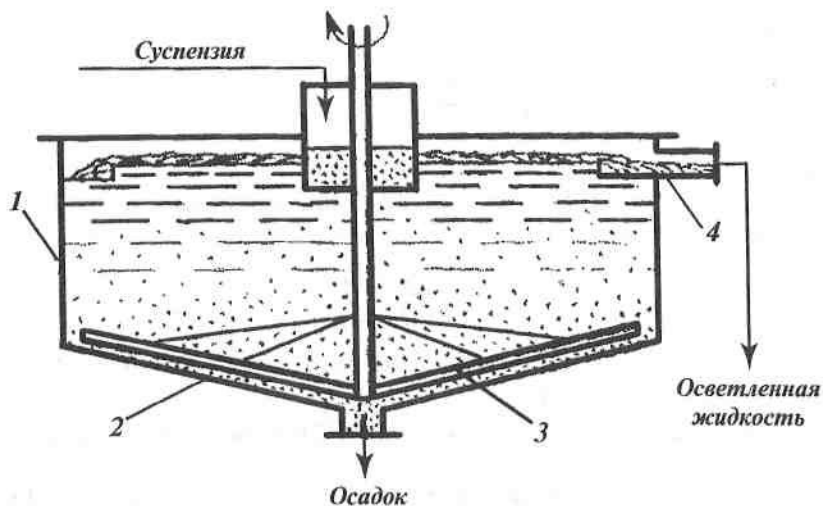


Рис. 1. Отстойник для суспензий: 1 – цилиндрический корпус; 2 – днище; 3 – гребковая мешалка; 4 – кольцевой желоб для сбора осветленной жидкости

При расчете отстойников основной расчетной величиной является поверхность осаждения F (в м^2), которую находят по формуле

$$F = K_3 \frac{G_{см}}{\rho_{о.св} \cdot w_{см}} \cdot \frac{x_{ос} - x_{см}}{x_{ос} - x_{осв}}, \quad (17)$$

где K_3 – коэффициент запаса поверхности, учитывающий неравномерность распределения исходной суспензии по всей площади осаждения, вихреобразование и другие факторы, проявляющиеся в производственных условиях (обычно $K_3 = 1,3 - 1,35$); $G_{см}$ –

массовый расход сходной суспензии, кг/с; $\rho_{\text{осв}}$ – плотность осветленной жидкости, кг/м³; $w_{\text{ст}}$ – скорость осаждения частиц суспензии, м/с; $x_{\text{см}}$, $x_{\text{ос}}$, $x_{\text{осв}}$ – соответственно содержание твердых частиц в исходной смеси, осадке и осветленной жидкости, массовые доли.

Скорость осаждения частиц суспензии (скорость стесненного осаждения, м/с) можно рассчитать по формулам:

при $e > 0,7$

$$w_{\text{см}} = w_{\text{ос}} \cdot e^2 \cdot 10^{-1,82(1-e)}, \quad (18)$$

при $e \leq 0,7$

$$w_{\text{см}} = \frac{w_{\text{ос}} \cdot 0,123e^3}{1-e}, \quad (19)$$

где $w_{\text{ос}}$ – скорость свободного осаждения частиц; e – объемная доля жидкости в суспензии. Величину e находят по соотношению

$$e = \frac{1 - x_{\text{см}} \rho_{\text{см}}}{\rho_{\text{T}}}, \quad (20)$$

где $\rho_{\text{см}}$ и ρ_{T} – соответственно плотность суспензии и твердых частиц, кг/м³.

Плотность суспензии можно определить по формуле

$$\rho_{\text{см}} = \frac{1}{\frac{x_{\text{см}}}{\rho_{\text{T}}} + \frac{1-x_{\text{см}}}{\rho_{\text{ж}}}}, \quad (21)$$

где $\rho_{\text{ж}}$ – плотность чистой жидкости, кг/м³.

Скорость свободного осаждения шарообразных частиц (в м/с) рассчитывают по формуле

$$w_{\text{ос}} = \frac{\mu_{\text{ж}} \text{Re}}{d_{\text{T}} \rho_{\text{ж}}}, \quad (22)$$

где $\mu_{\text{ж}}$ – вязкость жидкости, Па · с; d_{T} – диаметр частицы, м; Re – число Рейнольдса при осаждении частицы.

Если частицы имеют не шарообразную форму, то в формулу (22) в качестве d_{T} следует подставить диаметр эквивалентного шара; кроме того, величину $w_{\text{ос}}$ следует умножить на поправочный коэффициент ϕ , называемый коэффициентом формы. Его значения определяют опытным путем. В частности, для округлых частиц $\phi \approx 0,77$, для угловатых – 0,66, для продолговатых – 0,58, для пластинчатых – 0,43.

Значение Re рассчитывают по формулам, зависящим от режима осаждения, что определяется с помощью критерия Архимеда:

$$\text{Ar} = \frac{d_{\text{T}}^3 \rho_{\text{ж}} g (\rho_{\text{T}} - \rho_{\text{ж}})}{\mu_{\text{ж}}}. \quad (23)$$

При $\text{Ar} < 36$

$$\text{Re} = \frac{\text{Ar}}{18}; \quad (24)$$

при $36 < \text{Ar} < 83\,000$

$$\text{Re} = 0,152 \text{Ar}^{0,714}; \quad (25)$$

при $\text{Ar} > 83\,000$

$$\text{Re} = 1,74 \sqrt{\text{Ar}}. \quad (26)$$

Пример расчета отстойника

Рассчитать отстойник для сгущения водной суспензии по следующим данным: расход суспензии $G_{\text{см}} = 9600$ кг/ч. Содержание твердых частиц: в суспензии $x_{\text{см}} = 0,1$, в осадке $x_{\text{ос}} = 0,5$, в осветленной жидкости $x_{\text{осв}} = 10^{-4}$ кг/кг. Частицы суспензии имеют шарообразную форму. Минимальный размер удаляемых частиц $d_{\text{T}} = 25$ мкм. Плотность частиц $\rho_{\text{T}} = 2600$ кг/м³. Осаждение происходит при температуре 5 °С.

Решение

Определим значение критерия Ar по формуле (23):

$$Ar = \frac{(25 \cdot 10^{-6})^3 \cdot 1000 \cdot 9,81(2600 - 1000)}{(1,519 \cdot 10^{-3})^2} = 0,106.$$

Поскольку $Ar < 36$, рассчитываем Re по формуле (24):

$$Re = \frac{0,106}{18} = 0,00589.$$

Скорость свободного осаждения в соответствии с выражением (22) составит

$$w_{oc} = \frac{0,00589 \cdot 1,519 \cdot 10^{-3}}{25 \cdot 10^{-6} \cdot 1000} = 3,58 \cdot 10^{-4} \text{ м/с.}$$

Найдем плотность суспензии по формуле (21):

$$\rho_{см} = \frac{1}{\frac{0,1}{2600} + \frac{0,9}{1000}} = 1066 \text{ кг/м}^3.$$

По формуле (20) определим значение ε :

$$\varepsilon = \frac{1 - 0,1 \cdot 1066}{2600} = 0,959.$$

Поскольку $\varepsilon > 0,7$, для расчета скорости стесненного осаждения применяем формулу (18):

$$w_{см} = 3,58 \cdot 10^{-4} \cdot 0,959^2 \cdot 10^{-1,82(1-0,959)} = 2,77 \cdot 10^{-4} \text{ м/с.}$$

По формуле (17) находим поверхность осаждения, принимая $K_3 = 1,3$ и считая, что плотность осветленной жидкости равна плотности чистой воды:

$$F = 1,3 \frac{9600}{3600 \cdot 1000 \cdot 2,77 \cdot 10^{-4}} \frac{(0,5 - 0,1)}{0,5 - 0,0001} = 10,0 \text{ м}^2.$$

По приведенным данным выбираем отстойник диаметром 3,6 м, высотой 1,8 м, имеющий поверхность 10,2 м².

Практическая работа 5. Методики расчета аппаратов очистки газовых выбросов (расчет параметров «Циклона»).

Цель работы: ознакомиться с методикой расчета «Циклона»

Расчет «Циклона». Циклоны относят к сухим механическим пылеулавливателям, в которых пыль оседает под действием центробежных сил. Они получили широкое распространение. Выпускают циклоны цилиндрического и конического типов. Циклоны цилиндрического типа (рис. 1) предназначены для улавливания сухой пыли, золы и т. д. Наиболее эффективно они работают, когда размер частиц пыли превышает 20 мкм. Конические циклоны предназначены для очистки газовых и воздушных сред от сажистых частиц. Чем больше диаметр корпуса циклона, тем выше его производительность.

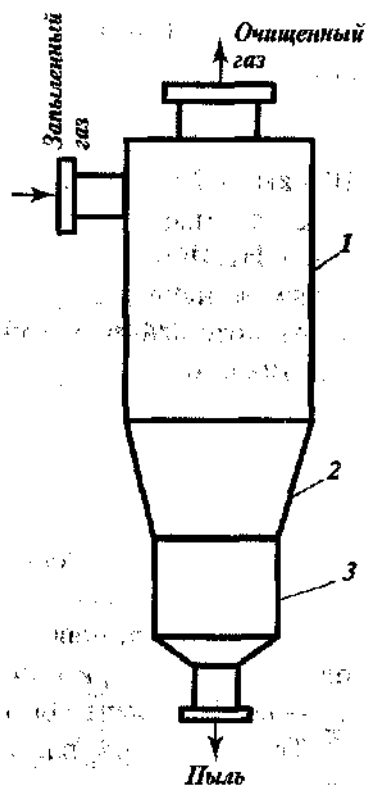


Рис. 1. Циклон: 1 – цилиндрический корпус; 2 – коническое днище; 3 – разгрузочный бункер

Степень очистки газа в циклоне тем больше, чем больше коэффициент разделения сред f :

$$f = \frac{w_r^2}{g_r},$$

где w_r – окружная скорость вращения частицы вместе с потоком на радиусе r , м/с; g_r – радиус вращения частицы, м.

Для циклонов значение f достигает ста и более единиц. Из выражения (1) видно, что f можно увеличить: а) уменьшением радиуса вращения газового потока; б) увеличением его скорости. При этом следует помнить, что увеличение скорости вызывает возрастание гидравлического сопротивления и турбулентности газового потока, которая ухудшает процесс осаждения, а уменьшение радиуса циклона ведет к снижению его производительности. Поэтому при больших объемах запыленного газа вместо одного циклона большого диаметра применяют несколько циклонных элементов меньшего размера, объединенных в одном корпусе, – батарейные циклоны (мультициклоны).

Степень очистки газов от пыли в циклоне составляет: для частиц диаметром 5 мкм – 80 – 85%, диаметром 10 мкм – 70 – 90%, диаметром 20 мкм – 95 – 98%.

В промышленности наиболее распространены циклоны НИИОгаза, отличительной особенностью которых является наклонный патрубок прямоугольного сечения, через который вводится газ. Наиболее часто применяют циклоны с углом наклона входного патрубка 15° и 24° – соответственно ЦН-15 и ЦН-24. Гидравлическое сопротивление циклона можно определить по уравнению

$$\Delta p = \xi_{ц} \cdot w_{ист}^2 \cdot \frac{\rho_t}{2}, \quad (2)$$

где $w_{ист}$ – истинная скорость газа в циклоне, м/с; ρ_t – плотность газа при соответствующей температуре, кг/м³; $\xi_{ц}$ – коэффициент сопротивления циклона.

Теоретический расчет циклонов весьма сложен, поэтому на практике расчеты ведут по

упрощенной методике. Порядок расчета может быть следующим:

1. Выбирают тип циклона с учетом размеров улавливаемых частиц.
2. Определяют диаметр циклона:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot w_{\text{опт}}}}, \quad (3)$$

где Q – расход очищаемого газа; $\text{м}^3/\text{с}$; $w_{\text{опт}}$ – оптимальная скорость газа в циклоне, $\text{м}/\text{с}$.

3. По рассчитанному значению D выбирают тип циклона в соответствии с принятым рядом внутренних диаметров (мм): 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2400, 3000. Циклон выбирают с ближайшим к рассчитанному диаметру.

Определяют истинную скорость газа в циклоне:

$$w_{\text{ист}} = \frac{4Q}{\pi \cdot D^2}. \quad (4)$$

4. Скорость газа в циклоне не должна отклоняться более чем на 15% от $w_{\text{опт}}$.

5. По уравнению (2) рассчитывают гидравлическое сопротивление циклона.

Из опыта установлено, что для рассматриваемого типа циклонов величина $\Delta p/\rho_t$ имеет оптимальное значение $500\text{-}750 \text{ м}^2/\text{с}^2$.

При подборе циклона также часто используют следующую методику. Выбирают значение $\Delta p/\rho_t$ из оптимального интервала и, зная $\xi_{\text{ц}}$, по соотношению $\frac{\Delta p}{\rho_t} = \frac{\xi_{\text{ц}} \cdot w^2}{2}$

рассчитывают скорость газа в циклоне w .

Далее по уравнению расхода вычисляют диаметр циклона и подбирают по ГОСТу соответствующий аппарат. Затем определяют степень очистки газа от пыли по номограммам, составленным на основе опытных данных, в зависимости от фракционного состава пыли, ее плотности, начальной запыленности газа и ряда других факторов.

Если найденное значение степени очистки газа окажется недостаточным, следует сделать перерасчет, увеличить соотношение $\Delta p/\rho_t$, тем самым повысив скорость и уменьшив диаметр аппарата, выбрать другой тип циклона, с большим $\xi_{\text{ц}}$, а значит, более эффективный, или же установить несколько циклонов меньшего диаметра, работающих параллельно. В последнем случае w остается без изменений, и таким образом удастся повысить эффективность циклона без увеличения гидравлического сопротивления.

Пример расчета циклона

Подобрать циклон для очистки от пыли отходящего из распылительной сушилки воздуха, если его расход составляет $Q = 2100 \text{ м}^3/\text{ч}$, температура – $100 \text{ }^\circ\text{C}$, а наименьший размер частиц – 80 мкм .

Решение

Для улавливания частиц размером 80 мкм выбираем циклон типа ЦН-15.

Находим диаметр циклона по формуле (3):

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 2100}{3,14 \cdot 3,5 \cdot 3600}} = 0,46 \text{ м}.$$

Выбираем из ряда стандартных диаметров циклон Диаметр 500 мм.

Определяем истинную скорость воздуха в аппарате по формуле (4):

$$w_{\text{ист}} = \frac{4 \cdot 0,583}{3,14 \cdot 0,5^2} = 2,97 \text{ м}/\text{с}.$$

Примем соотношение $\frac{\Delta p}{\rho_t} = 740$.

Плотность воздуха определяем по формуле

$$\rho_t = \frac{M}{22,4} \frac{273}{T},$$

где M – молярная масса газа, $\text{кг}/\text{кмоль}$; T – температура газа, К .

Для воздуха $M = 29 \text{ кг}/\text{кмоль}$ и ρ_t соответственно равна

$$\rho_t = \frac{29}{22,4} \frac{273}{373} = 0,95 \text{ кг/м}^3.$$

По формуле (2) гидравлическое сопротивление циклона равно:

$$\Delta p = 160 \cdot 0,95 \cdot \frac{2,97^2}{2} = 670 \text{ Па.}$$

Практическая работа 6. Расчет плотности и заболеваемости населения определенной территории (определение индекса демографической напряженности)

Задание:

1. Ознакомьтесь с теоретической частью
2. Ознакомьтесь с практической частью, рассчитайте показатели ИДН для Ногинского района и г. Электросталь
3. Сравните все показатели
4. Составьте отчет по проделанной работе

Теоретическая часть:

Количественное выражение плотности и поражаемости населения территории осуществляется с помощью нескольких величин, характеризующих состояние здоровья населения и их относительной значимости. Численные значения коэффициентов эмпирически подобраны на основании составления демографических характеристик и заболеваемости в нескольких контрастных по этим параметрам территориях. Для количественных расчетов критерий обозначен нами как **индекс демографической напряженности (ИДН)**. Фактическая величина ИДН для конкретной территории рассчитывается по формуле:

$$\text{ИДН} = u \lg(0,1Z - 2P + C) C_d^2 k, \quad (1)$$

где u - степень урбанизации территории; доля площади (от 0 до 1), занятой застройкой, промышленными объектами и коммуникациями; γ - плотность населения, чел./км²; Z - общая годовая заболеваемость населения (на 1000 чел.); P - рождаемость (на 1000 чел.); C - общая смертность (на 1000 чел.); C_d - детская смертность (на 1000 родившихся); $k = 0.0001$ масштабный множитель, при котором ИДН = 1.

В качестве примеров расчета ИДН взяты те же территориальные единицы: Рузский и Ногинский районы и г. Электросталь. Исходные данные для расчета приведены в табл. 4.

Таблица 1. Данные, необходимые для расчета индекса демографической напряженности

Показатели	Рузский район	Ногинский район	Город Электросталь
Площадь территории, В том числе площадь, тая городской	1559	928	24
промышленными и коммуникациями, кв.км	205,8	280,2	16
Численность населения, тыс. чел.	68,8	244	153
Плотность населения, чел./кв.км	44,1	263	6375

Общая годовая заболеваемость (на 1000чел)	930	1012	1520
Рождаемость (на 1000чел)	10,6	10,7	10,2
Общая смертность (на 1000чел)	12,8	12,9	11,1
Детская смертность (на 1000чел)	11,0	17,2	18,8
Индекс демографической напряженности (ИДН)	0,15		