

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕ-СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

БУХАРСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА «ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ
РАБОТ
по дисциплине**

«Экология»

БУХАРА- 2018

Составители:

к.т.н., доцент Т. И. Атамуратова,
ассистент Н.Н. Турсунова

Рецензент:

заведующий кафедры «НГКСТ»
доцент К.Комилов

Аннотация

Методические указания являются руководством для обучения бакалавров по предмету «Экология» для химических предприятий.

В методических указаниях помимо подробного изложения порядка выполнения практических работ приведены соответствующие рисунки и таблицы. Настоящее методическое указание поможет студентам лучше освоит теоретический материал по дисциплине «Экология» .

Указания содержат темы, предусмотренные учебной программой предмета «Экологии».

Методические указания рассмотрены и рекомендованы на заседании кафедры «Пищевая технология и промышленная экология » протокол №1 от 20 августа 2018 г.

Методические указания утверждены на заседании методического совета Бухарского инженерно-технологического института от «___» _____ 2018 г., протокол № ____

ИНСТРУКТАЖ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ В ЛАБОРАТОРИИ ПО ЭКОЛОГИИ

1. Студент обязан, бережно относиться к лабораторному оборудованию.
2. В лаборатории за каждым студентом закрепляется постоянное рабочее место. Не рекомендуется без разрешения преподавателя переходить с одного рабочего места на другое, а также переставлять оборудование.
3. В лаборатории все студенты должны работать в халатах.
4. Студенты не должны загромождать столы и проходы личными вещами, должны соблюдать заданный распорядок на рабочем месте.
5. Не оставлять без надзора работающие электроприборы, кипящие жидкости, открытые склянки с реактивами, не сливать жидкости с реактивами в канализацию, при приготовлении раствора серной кислоты необходимо серную кислоту наливать в воду, а не наоборот.
6. Запрещается вынос реактивов из аудитории и эксперименты по смешиванию их без разрешения преподавателя.
7. Работу с реактивами, обладающими резким запахом, проводить только в вытяжном шкафу, работу с едкими реактивами проводить, не наклоняясь над сосудом, работу с нагреваемыми материалами проводить, пользуясь надежными термодержателями и держа их отверстием в сторону от себя и других, работающих рядом, т.к. при нагревании жидкость может выплеснуться.
8. При пользовании стеклянной посудой, режущими инструментами, электрооборудованием соблюдать осторожность во избежания травматизации.
9. Соблюдать правила личной гигиены и общей культуры – не брать предметов, не выданных для данной темы, мыть руки после проведения работы.
10. При получении травмы ожога, попадании реактивов на кожу, в глаза, в рот – немедленно обратиться к преподавателю для оказания им первой медицинской помощи и последующих действий в зависимости от возникшей опасности.
11. По окончании работы привести рабочее место в исходный порядок.

Тема 1. САНИТАРНО – ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДУХА

Лабораторная работа №1.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХА

Цель занятия: 1. Ознакомиться с устройством и принципом работы приборов по измерению температуры и атмосферного давления воздуха в производственных помещениях.

2. Изучить методику контроля за температурой и атмосферным давлением воздуха в производственных помещениях..

Определение температуры воздуха

Температура воздуха измеряется в градусах Цельсия. 1 градус Цельсия ($^{\circ}\text{C}$) равен одной сотой деления температурной шкалы между точками кипения (100°C) и замерзания воды (0°C). По значению градус Цельсия равняется градусу Кельвина (К) – современной единице измерения температуры. По системе СИ 0°C равно 273,15 К, а 100°C – 373,15 К.

Для перевода градусов шкалы по Фаренгейту в градусы по Цельсию пользуются формулами:

$$F = 9/5 \cdot C + 32$$

$$C = 5/9 \cdot (F - 32)$$

Приборы: В зависимости от назначения различают термометры: *лабораторные, медицинские, ветеринарные, водяные, пристенные, химические, почвенные* и др. Для определения температуры воздуха в помещениях и вне их применяют ртутные, спиртовые и электрические термометры.

Ртутные термометры имеют широкое распространение, они отличаются большой точностью и позволяют измерять температуру в пределах от -35 до 375°C . Спиртовые термометры менее точны, но дают возможность измерять низкие температуры до -70°C , что невозможно определить ртутными термометрами (ртуть затвердевает при температуре $-37,4^{\circ}\text{C}$).

Для регистрации максимальной и минимальной температуры в течение какого либо отрезка времени существуют специальные минимальные, максимальные и комбинированные максимально-минимальные термометры.

Максимальные термометры (ртутные) показывают максимальную температуру воздуха в период наблюдений.

Ртутные максимальные термометры в месте перехода резервуара в капилляр имеют сужение. Ртуть расширяясь при повышении температуры продвигается по капилляру. Когда же температура снижается столбик ртути остается в капилляре, так как не может преодолеть сопротивления в суженном месте. Для возвращения ртути в резервуар термометр перед употреблением сильно встряхивают.

Минимальный термометр (спиртовой) показывает минимальную температуру в период наблюдений. Резервуар этого термометра для увеличения площади соприкосновения с воздухом делают в виде вилки. В просвете капилляра термометра имеется указатель – стеклянный штифтик, который перед началом измерения температуры подводят к верхнему уровню спирта. Спирт, расширяясь при повышении температуры, свободно проходит мимо указателя, который остается на месте. При понижении температуры спирт сжимается и в силу поверхностного натяжения, увлекает за собой указатель. Поэтому верхний конец указателя всегда фиксирует минимальную температуру.

Комбинированный максимально минимальный термометр используется для измерения колебаний температуры в помещениях. Термометр имеет вид изогнутой с обоих концов трубки, у которой правый конец расширен в виде шара, а левый в виде цилиндра.

Средняя (нижняя) часть трубки заполнена ртутью, левое колено – спиртом, а правое наполнено спиртом только до половины шаровидного расширения. Во второй половине этого расширения находятся пары спирта. Над ртутными менисками в обоих коленах имеется по стальному указателю со щетинками. Перед определением температуры оба указателя при помощи магнита подводят к менискам ртутного столба так, чтобы их нижние концы касались ртути.

При понижении температуры спирт в левом колене расширяется, давит на столбик ртути и передвигает его в правом колене трубки. Одновременно передвигается вверх и указатель температуры. При понижении температуры и обратном движении спирта и ртути указатель в результате трения щетинок остается на месте и фиксирует максимальную температуру. При этом столбик ртути в левом колене поднимается и проталкивает указатель который показывает минимальную температуру за период наблюдений.

Для измерения температуры плоских поверхностей (стен, полов и пр.) используют *термометры с плоскими, спирально извитыми резервуарами*, увеличивающими площадь соприкосновения с поверхностью. Шкала термометра, для удобства наблюдений, расположена под углом 90° к плоскости спирали. Чтобы исключить влияние температуры воздуха помещения на показания термометра, его спираль защищают кружком из сукна или пробки. Этот термометр прикрепляют в точке измерения на стене или полу замазкой из воска с канифолью.

Электротермометры используются для измерения температуры воздуха в помещениях, ограждающих конструкций (стен, потолков, полов), подстилки и т.п. Принцип действия приборов основан на способности микротермисторов изменять сопротивление при незначительных колебаниях температуры. Они бывают разных типов: 1) электротермометры ЭТП-М, ТЭМП-60, АМ-2М, ЭВМ-2. Предназначены для измерения температуры воздуха в помещениях для животных, температуры поверхностей, ограждений и др.; 2) электротермоанемометр ЭА-2М служит для измерения температуры, скорости движения воздуха и направления воздушных потоков.

Для регистрации температуры воздуха в течении какого либо отрезка времени (сутки, неделя) применяют *термографы*.

Термограф состоит из датчика температуры, биметаллической пластинки, передаточного механизма, стрелки с пером, барабана с часовым механизмом и корпуса.

Принцип работы термографа основан на свойстве биметаллической пластинки изменять кривизну в зависимости от температуры воздуха. Изменения изгиба биметаллической пластинки через передаточный механизм действуют на стрелку с пером в виде лодочки заполненной специальными чернилами, которое поднимаясь и опускаясь, чертит на ленте вращающегося барабана температурную кривую (термограмму). Лента термографа разграфлена по горизонтали на недели, дни и часы, а по вертикали на показатели температуры от -30° до $+40^\circ\text{C}$.

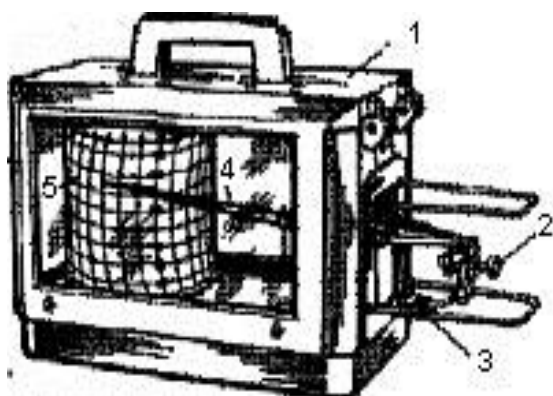


Рис.1.Термограф типа М-16А.

- 1 – корпус; 2 – корреляционный винт;
- 3– биметаллическая пластинка (датчик температуры);
- 4 – стрелка с пером;
- 5 – барабан с часовым механизмом и диаграммной лентой.

Правила измерения температуры:

1. Температуру воздуха в помещениях измеряют три раза в сутки (утром днем и вечером) в одно и тоже время в трех точках (середине помещения и двух углах по диагонали) на расстоянии 3м от продольных стен и 0,8-1,0 м от торцовых.
2. Термометр или термограф следует располагать так, чтобы на него не действовали прямые солнечные лучи, тепло от нагревательных установок и приборов, охлаждения от окон и вентиляционных каналов, термографы следует изолировать от животных.
3. Продолжительность измерения температуры в каждой точке должна быть не менее 10-15 мин с момента установки термометра.

Запись результатов исследований

Помещение	
Зоны исследования	Температура, °С
У пола на высоте 0,5 м	
У пола на высоте 1,2 м	
От потолка на расстоянии 0,6 м	
Средняя температура	

Определение атмосферного давления

Воздух окружающий земной шар, имеет определенную массу: 1л воздуха на уровне моря весит 1,294 г. Давление, оказываемое воздухом, называют атмосферным давлением. Находящийся над землей воздух оказывает на каждый сантиметр ее поверхности на уровне моря такое давление, какое оказал бы груз массой более 1 кг (1029,8 г).

Атмосферное давление измеряется высотой ртутного столба, уравнивающего это давление. Нормальным давлением принято считать 760 мм рт.ст., или единицу бар. Один бар соответствует давлению 750,06 мм рт.ст. Бар разделяется на 1000 миммбар (мбар). Отсюда 1 мбар равен 0,75 мм рт.ст., а давление в 1 мм рт.ст. соответствует 1,33 мбар. В последнее время давление выражается в единицах Паскаля (Па). Паскаль – это давление, вызываемое силой одного ньютона (один ньютон – это сила, сообщаящая телу массой 1 кг ускорение в 1м/с^2) и равномерно распределенное по поверхности площадью 1 м^2 . Один гектопаскаль равен 100 паскалям или 133,322 мм.рт.ст., а нормальное давление 760 мм.рт.ст соответствует 1013 гектопаскалей (приложение).

Приборы: Атмосферное давление измеряют ртутными сифонными барометрами и металлическими барометрами-анероидами.

Ртутный сифонный барометр – прибор очень точный, но требует осторожного обращения и почти не выдерживает перевозки. Поэтому им пользуются при лабораторных исследованиях и при проверке барометров анероидов.

Барометр-анероид (БАММ) является портативным прибором и широко используются для гигиенических исследований. Важнейшей частью этого прибора является полая тонкостенная металлическая коробка с гофрированным дном и крышкой или тонкостенная плоская трубка, согнутая в виде подковы.

Внутри коробки или трубки находится разреженный воздух (до 50-60 мм.рт.ст.). В результате колебаний атмосферного давления стенки коробки сдавливаются или выпячиваются, а концы трубки разгибаются или сгибаются. Эти изменения через систему рычагов передаются стрелке, движущейся по циферблату, разделенному на миллиметровые или полумиллиметровые деления. Показания барометра-анероида записывают после легкого постукивания пальцем по стеклу для устранения трения в рычагах передачи. Барометр-анероид хранят в закрытом футляре в горизонтальном положении.



Рис.2. Барометр-анероид

Барограф применяют для длительных наблюдений за изменениями атмосферного давления и их записи. Основной частью барографа является тонкостенная, металлическая

коробка с разреженным воздухом, воспринимающая изменение давления воздуха. Через систему рычагов изменения объема коробки передаются на стрелку с писчиком, который, на разграфленной ленте барабана, также как у термографа вычерчивает кривую колебаний атмосферного давления за сутки или неделю.

Для одновременного определения температуры, относительной влажности и атмосферного давления пользуются *универсальным баротермогигрометром*.

Правила работы с приборами. При определении атмосферного давления сифонные барометры применяются только на метеостанциях для проверки точности работы других барометров.

Барометр-анероид устанавливается в помещении на определенном месте. Рабочей частью является безвоздушная металлическая коробка, колебания которой передаются на стрелку прибора. Атмосферное давление меняется в течение суток и поэтому, снятие показаний с прибора проводится несколько раз.

Барограф работает по принципу барометра-анероида, но показания изменения атмосферного давления записываются на ленту барабана. Перед установкой прибора в рабочее положение, барограф заводят при помощи винта, на барабане прикрепляют ленту, стрелку подводят к уровню атмосферного давления (по показаниям барометра-анероида). В момент установки прибора стрелку заряжают не засыхающими глицериновыми чернилами. По истечении суток или недели снимают показания ленты прибора.

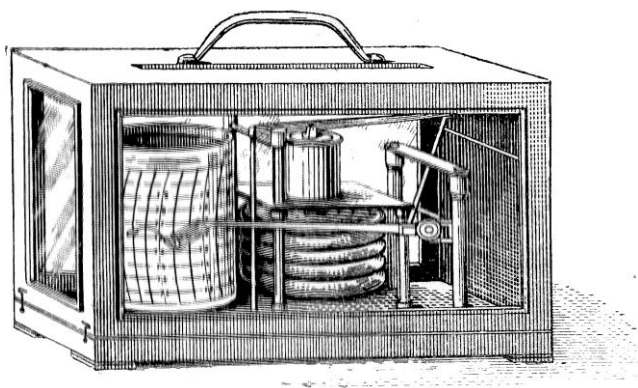


Рис.3. Барограф

Выводы: _____

Лабораторная работа №2.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

Цель занятия: знакомство с основными гигрометрическими величинами, изучение и работа с приборами для определения влажности воздуха в помещении, освоение методики измерения влажности воздуха.

Для определения влажности воздуха пользуются: *гигрометрами, психрометрами и гигрографами. Гигрометры бывают волосяные и металлические; психрометры Августа (статические) и Ассмана (аспирационные); гигрографы суточные и недельные.*

Влажность воздуха, как и его температура, определяется три раза в сутки и в тех же точках помещения.

Влажность воздуха постоянно меняется и характеризуется различными величинами или гигрометрическими показателями.

Абсолютная влажность (e) - количество /в г/ или же упругость водяных паров, содержащихся в одном m^3 воздуха при данной температуре.

Максимальная влажность (E) - предельная упругость или максимальное количество (в г) водяных паров, содержащихся в одном m^3 воздуха при данной температуре.

Относительная влажность (R) - отношение абсолютной влажности к максимальной, выраженная в процентах:

$$R = e / E \cdot 100$$

Дефицит насыщения /Д/ - разность между максимальной и абсолютной влажностью при данной температуре:

$$Д = E - e$$

Точка росы /Т/ - температура, при которой водяные пары, находящиеся в воздухе, достигают насыщения и переходят в жидкое состояние /концентрация влаги в виде росы на холодных поверхностях.

Приборы: Для определения относительной влажности воздуха применяют *гигрометры* – приборы, действие которых основано на способности обезжиренного в эфире человеческого волоса удлиняться при повышении относительной влажности воздуха и укорачиваться при ее понижении. При измерении относительной влажности воздуха гигрометр устанавливают в вертикальном положении и отсчет производят по показателям стрелки (%), спустя 3-4 часа от начала установки или через 20-30 минут при постоянном пользовании.

Абсолютную влажность воздуха определяют психрометрами. Пользуясь таблицей упругости водяных паров, насыщающих воздух при разных температурах, по специальным формулам вычисляют относительную влажность, дефицит насыщения и точку росы.

Статический психрометр Августа состоит из двух одинаковых термометров укрепленных в одном штативе на расстоянии 4-5 см друг от друга. Резервуар одного из термометров (влажного) обернут кусочком ткани, конец обертки свернут жгутом и погружен в расширенный конец изогнутой трубки-пробирки. Трубку наполняют дистиллированной водой. В силу капиллярности, материал постоянно смачивается, и с шарика термометра постоянно испаряется вода. Это вызывает потерю тепла пропорционально скорости испарения. Испарение происходит тем энергичнее, чем суше воздух. В связи с этим и показания температуры на влажном термометре ниже, чем на сухом. Разность показаний обоих термометров и берется за основу расчетов.

В производственных условиях относительная влажность воздуха ориентировочно можно определить по специальным психрометрическим таблицам.

Абсолютную влажность воздуха по показаниям сухого и влажного термометров психрометра Августа (статистического) вычисляют по следующей формуле:

$$A = E - \alpha \cdot (T_1 - T_2) \cdot B$$

где A – абсолютная влажность воздуха, г/м³; E – максимальная влажность воздуха по показаниям влажного термометра; α – психрометрический коэффициент, зависящий от скорости движения воздуха; T_1 – температура по сухому термометру, °С; T_2 – температура по влажному термометру, °С; B – барометрическое давление в момент определения, мм. рт. ст.

Таблица психрометрических коэффициентов

Скорость движения воздуха, м/с	Коэффициент	Примечание
0,13	0,0013	В том случае, если определение влажности ведется в неподвижном воздухе помещений (при закрытой вентиляции и отсутствии сильного ветра снаружи).
0,2	0,0011	Если определение ведется в помещении при обычных условиях слабого движения воздуха (открыта вентиляция).
0,4-0,5	0,0009	Если в помещении ощущается еле заметное движение воздуха (слабый сквозняк) или влажность определяется в наружном воздухе при кажущемся отсутствии ветра.
0,8	0,0008	Если около прибора в помещении создается искусственное движение воздуха. При определении влажности наружного воздуха – еле заметный ветерок.
2,0	0,00074	Если определение влажности производится в наружном воздухе при умеренном движении воздуха (слабый ветерок).

Аспирационный психрометр Ассмана состоит из двух одинаковых термометров, резервуары которых окружены двумя металлическими гильзами для защиты от тепловой радиации, а также фибровой прослойкой для защиты от теплопроводности оправы. Гильзы переходят в общую трубку с небольшим аспирационным вентилятором у верхнего конца. Вентилятор приводится в движение пружиной, которую заводят ключом и покрыт колпачком. При работе вентилятора воздух просасывается снизу через гильзу в общий воздухопровод с постоянной скоростью 4 м/с.

Отсчет показаний сухого и влажного термометров с точностью до 0,1° С производят через 10-15 мин. Запись показаний термометров психрометра производят летом через 4-5 минут, а зимой через 15 минут после начала работы.

Абсолютная влажность определенная психрометром Ассмана, рассчитывается по формуле:

$$A = E - 0,5 \cdot (T_1 - T_2) \cdot B/755$$

где 0,5 – постоянный психрометрический коэффициент; 755 – среднее барометрическое давление /мм. рт. ст./.

После определения абсолютной влажности вычисление относительной влажности R производят по приведенной ранее формуле. Можно получить суточные или недельные

данные об относительной влажности воздуха непосредственно, без дополнительных вычислений, с помощью *гигрографов* на специальной диаграммной ленте.

Принцип работы гигрографа основан на свойстве обезжиренного пучка волос в арфовой системе, изменять длину в зависимости от повышения или снижения влажности воздуха.

Изменения длины пучка волос через передаточный механизм действует на стрелку с пером в виде лодочки заполненной специальными чернилами, которое поднимаясь и опускаясь, чертит на ленте вращающегося барабана гигрограмму. Лента гигрографа разграфлена по горизонтали на недели, дни и часы, а по вертикали на показатели относительной влажности от 0 % до 100 %.

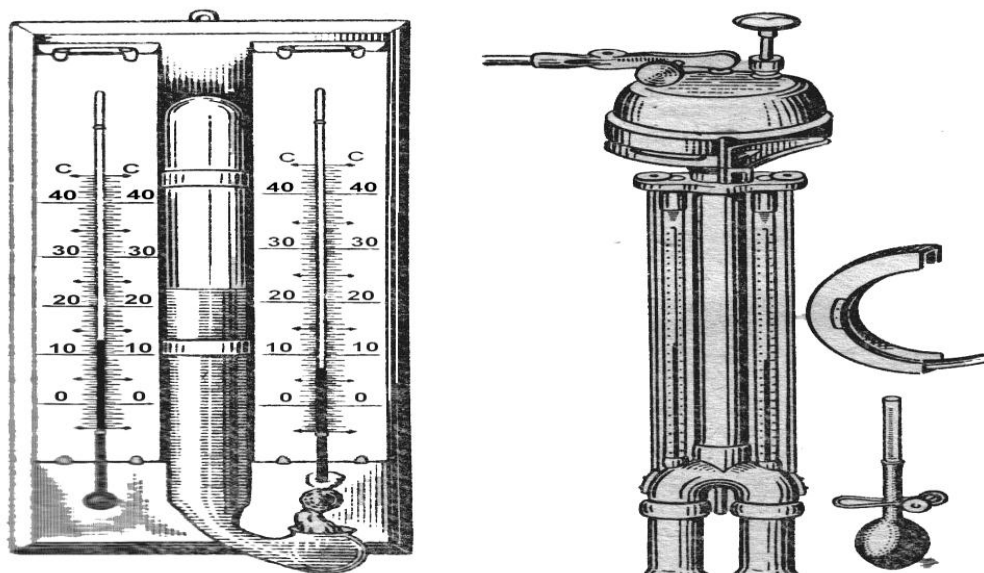


Рис.4. Психрометры. А – Августа (статический); б – Ассмана (динамический)

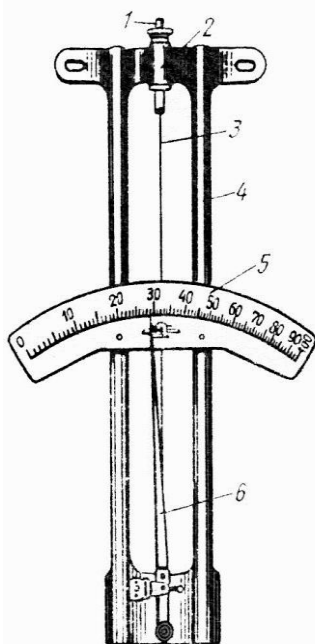


Рис 5. Гигрометр МВ-18: 1 – гайка для перемещения ходового винта; 2 – ходовой винт; 3 – обезжиренный волос; 4 – рама; 5 – шкала; 6 – стрелка.

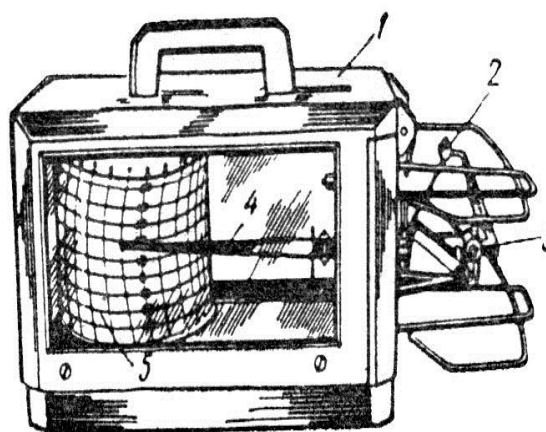


Рис. 6. Гигрограф типа М-21А:
1 – корпус; 2 – пучок обезжиренных волос (датчик влажности); 3 – коррекционный винт; 4 - стрелка с пером; 5 – барабан с часовым механизмом и диаграммной лентой.

Запись результатов исследования влажности

Помещение							
Зоны исследования	Показания термометра		Влажность				Точка росы °С
	Сухого	влажного	абсолютная, г/м ³	максимальная, г/м ³	относительная, %	дефицит насыщения, г/м ³	
На высоте 0,5 м							
На высоте 1,2 м							
От потолка 0,6 м							
Средняя влажность							

Выводы: _____

Лабораторная работа №3.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ПОМЕЩЕНИИ

Цель занятия: знакомство с существующими методами, приборами и оборудованием для определения углекислого газа в воздухе помещений.

Количество углекислого газа в воздухе помещений – один из показателей чистоты воздуха. Углекислый газ (СО₂) – малотоксичный газ без цвета и запаха. Один литр газа при 0°С и 760 мм рт.ст. весит 1,9769 мг, а 1 мг занимает объем 0,509 мл. Допустимая концентрация его в воздухе не более 0,25%.

Для определения углекислого газа в воздухе существует несколько способов. *Объемные методы при помощи газоанализаторов (Холдена, Кудрявцева, Калмыкова и др.), с их помощью по уменьшению объема исследуемой пробы воздуха после поглощения углекислоты при пропускании через растворы щелочи устанавливают количество углекислого газа в воздухе. Метод Д.В.Прохорова может быть использован для ориентировочных определений углекислоты в воздухе. Принцип этого метода – сравнительное исследование состава воздуха помещения и воздуха наружной атмосферы, содержание СО₂ в котором сохраняется на уровне 0,04% в городском воздухе и 0,03% в воздухе сельской местности.*

Для определения углекислого газа в воздухе помещений наряду с объемными методами применяют *титрометрический метод Субботина-Нагорского*, дающий достаточно точные результаты.

Принцип метода заключается в том, что титрованным раствором едкого бария (Ва(ОН)₂) поглощается углекислый газ из определенного объема воздуха. По разности титров раствора бария до и после поглощения углекислого газа определяют его количество во взятом для исследования объеме воздуха.

Посуда, приборы и реактивы: 1.Стеклянная бутылка емкостью 2 л, точно откалиброванная. В пробке просверлено отверстие по размеру горлышка малого флакона.

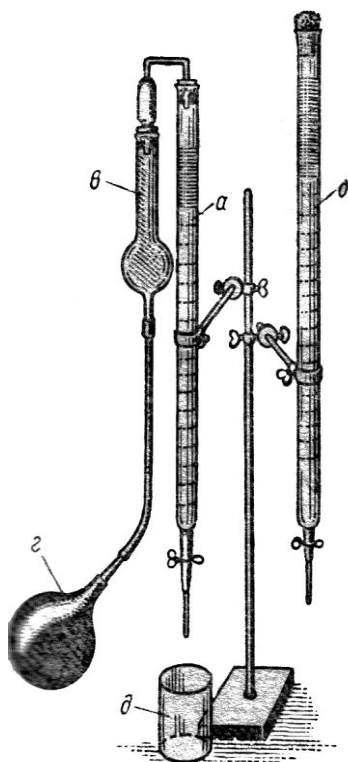
2.Калиброванный малый флакон емкостью до 120 мл, с гладким (без отворотов) горлышком и пробкой.

3.Две бюретки по 50 мл, сверху на одну из них вставлена трубка с натронной известью, к которой можно присоединить резиновую грушу для наполнения (продувания) бюретки раствором Ва(ОН)₂.

4. Термометр.
5. Барометр.
6. Раствор $\text{Ba}(\text{OH})_2$ приготовленный так, чтобы 1 мл его связывал 1 мг углекислого газа;
7. Раствор щавелевой кислоты ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 1 мл которого точно соответствует 1 мг CO_2 ;
8. Индикатор – 1% спиртовый раствор фенолфталеина, который в щелочной среде дает красный цвет, а в кислой остается бесцветным.

Ход определения

1. Установление первого титра баритового раствора. Для этого с помощью резиновой груши наполняют бюретку прозрачным, приготовленным для работы, раствором $\text{Ba}(\text{OH})_2$, в колбочку отмеривают 20 мл раствора щавелевой кислоты, добавляют 2 капли индикатора фенолфталеина и титруют раствором $\text{Ba}(\text{OH})_2$ до слабо-розового окрашивания.



2. Взятие пробы воздуха и поглощение из него углекислого газа баритовым раствором. Исследуемый воздух продувают через бутылку с помощью насоса или аспиратора, после чего в бутылку (в отверстие пробки) вставляют малый флакон и из него 120 мл раствора едкого бария с известным титром. Встряхивают бутылку в течении 20 мин, раствор поглощает CO_2 и становится матово-белым. Переливают из бутылки раствор едкого бария в малый флакон, отсоединяют его, закрывают пробкой и оставляют его в покое 1-2 часа для просветления жидкости.

3. Запись показаний термометра и барометра. Приводят объем исследуемого воздуха в бутылке к нормальным условиям (0°C и 760 мм рт.ст.) пользуясь формулой Бойля-Мариотта и Гей-Люссака:

Рис.10. Бюретки: а – для едкого барита; б – для щавелевой кислоты; в – трубка с натронной известью; г – каучуковый баллон; д – стакан для щавелевой кислоты.

$$V_{760}^0 = Vt \cdot B / (1 + \alpha t) \cdot 760$$

где: V_{760}^0 – объем воздуха, приведенный к 0° и 760 мм рт.ст; Vt – объем бутылки; B – показания барометра в момент исследований; α – коэффициент расширения воздуха при повышении температуры на 1°C , равный 0,003667; t – температура воздуха в момент исследований.

4. Установление второго титра баритового раствора (после поглощения CO_2 из воздуха в бутылки). С помощью резиновой груши наполняют бюретку отстоявшимся прозрачным раствором едкого бария из малого флакона. В колбу наливают 20 мл раствора щавелевой кислоты, добавляют 2 капли фенолфталеина и титруют раствором едкого бария до появления слабо-розового окрашивания.

5. Расчет количества углекислого газа в исследуемом воздухе, приведенном к нормальному объему:

- а) находят разницу между первым и вторым титрами едкого бария;
- б) определяют количество углекислого газа (в мг) во взятом объеме воздуха, исходя из того, что 1 мг CO_2 при 0° и давлении 760 мм рт.ст. принимает объем 0,509 мл;
- в) определяют количество углекислого газа (в %) в объеме воздуха, приведенного к нормальным условиям:

$$\frac{760 - 100}{\text{CO}_2} = x$$

где: 760 – объем воздуха приведенный к нормальным условиям, мл.

CO₂ - объем углекислого газа во взятом объеме воздуха, мл.

Пример расчета: При первом титровании на 20 мл щавелевой кислоты израсходовано 21 мл баритового р-ра. Следовательно – 21 мл этого р-ра связывает 20 мг углекислого газа, а 100 мл раствора едкого бария могут связать $100 \cdot 20 / 21 = 95,7$ мл щавелевой кислоты.

Во втором титровании на 20 мл щавелевой кислоты израсходовано 25,5 мл р-ра едкого бария из малого флакона. Следовательно – 100 мл едкого бария поглощают $100 \cdot 20 / 25,5 = 78,4$ мл щавелевой кислоты, что соответствует 78,4 мг CO₂.

Разница между первым и вторым титрами (95,7 – 78,4) составит 17,3, что соответствует количеству углекислого газа (в мг) в воздухе бутылки. Исходя из того, что 1 мг CO₂ при 0°C и 760 мм рт.ст. занимает объем 0,509 мл, то найденное весовое количество углекислого газа в воздухе бутылки при этих условиях будет занимать объем $17,3 \cdot 0,509 = 8,8057$ мл.

Предположим, что объем бутылки при 0°C и давлении 760 мм рт.ст составляет 2123 мл и в нем содержится 8,8057 мл углекислого газа, отсюда $2123 : 8,8057 = 100 : X$, где $X = 8,8057 \cdot 100 / 2123 = 0,41\%$.

Следовательно, объемное содержание углекислого газа в исследуемом воздухе равно 0,41%.

Запись результатов исследования

Зона исследования	Фактический объем бутылки, мл	Температура воздуха, °C	Барометрическое давление, мм рт.ст.	Объем бутылки при 0°C и давлении 760 мм рт.ст., мл	Содержание CO ₂ , мл	Содержание CO ₂ , %
У пола на высоте 0,5 м						
У пола на высоте 1,2 м						
Среднее						

Выводы: _____

Тема 2. САНИТАРНО – ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДЫ

Лабораторная работа №4.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ

Цель занятия: знакомство с методами, приборами и аппаратурой для исследования химического состава воды (солей воды).

Показатели химического состава воды являются одним из определяющих факторов в санитарно-гигиенической оценке доброкачественности воды.

При изучении химического состава воды определяют следующие показатели: Реакция воды, содержание аммиака, нитратов и нитритов, сульфатов и хлоридов, железа в воде.

Реакция воды (pH)

Качественная проба – в две пробирки до краев набирают исследуемую воду и опускают в них по полоске красной и синей лакмусовых бумажек. Через 5 минут сравнивают их с такими же бумажками, смоченными дистиллированной водой. Посинение красной бумажки указывает на щелочную реакцию, покраснение синей – на кислую, отсутствие изменений окраски бумажек – на нейтральную.

Количественное определение pH – производится при помощи лабораторного pH-метра (потенциометра). Измерение производится по инструкции к эксплуатации прибора.

Хорошая вода имеет нейтральную или слабощелочную реакцию (pH 6,0–9,0).

Определение аммиака

В воде встречаются альбуминоидный (белковый) аммиак и аммиак минерального происхождения. Отравающее действие на животных оказывает аммиак органического происхождения.

Качественное определение – в пробирку наливают 10 мл исследуемой воды, прибавляют 6 капель (0,3 мл) 50%-ного раствора сегнетовой соли, 6 капель (0,3 мл) реактива Несслера. Пробу тщательно перемешивают. Помутнение или изменение окраски раствора на желтоватое или желто-коричневое указывает на присутствие аммиака.

Количественное определение – в той же пробе через 10 минут, пользуясь колориметрической таблицей, определяют количество аммиака по степени интенсивности желтой окраски раствора в мг на 1 л воды (мг/л). В доброкачественной воде допустимы лишь следы аммиака.

Определение нитритов

Наличие в воде солей азотистой кислоты (нитритов) указывает на загрязнение ее органическими разлагающимися соединениями и о недостаточном содержании в воде кислорода, для полной минерализации органических веществ.

Качественное определение – в пробирку наливают 10 мл исследуемой воды, добавляют 2 капли серной кислоты (в разведении 1 : 3), три капли 3% раствора йодистого калия и три капли 1% раствора крахмала. Содержимое пробирки встряхивают.

Азотистая кислота разлагает йодистоводородную кислоту с выделением свободного йода. Выделившийся йод окрашивает крахмал в синий цвет, что говорит о присутствии в воде нитритов.

Количественное определение – В пробирку берут 10 мл исследуемой воды и 10 капель реактива (0,5 мл) реактива Грисса, затем жидкость нагревают в водяной бане в течение 5 минут до 70-80° С. Без нагревания при комнатной температуре определение

производят через 20 минут после прибавления реактива Грисса. Появление розовой окраски различной интенсивности свидетельствует о наличии нитритов.

Определение нитритов в воде

Окрашивание воды в пробирке при рассмотрении сбоку	Окрашивание воды в пробирке при рассмотрении сверху	Содержание нитритов, мг/л
Нет	Нет	0,001
Едва заметное розовое	Чрезвычайно слабо розовое	0,002
Очень слабо розовое	Слабо розовое	0,004
Слабо розовое	Светло розовое	0,02
Розовое	Сильно розовое	0,07
Сильно розовое	Красное	0,2
Красное	Ярко-красное	0,4

В доброкачественной воде по ГОСТу допустимы только следы нитритов (0,001 – 0,002 мг/л).

Определение нитратов

Соли азотной кислоты попадают в воду при разложении органических остатков растений и животных. Их наличие в воде при отсутствии аммиака и нитритов показывает, что имеющиеся в воде азотсодержащиеся вещества подверглись полной минерализации. Если одновременно с нитратами в воде присутствуют аммиак и нитриты, то это свидетельствует о систематическом и непрекращающемся загрязнении водоисточника.

Если в воде одновременно с нитратами обнаруживаются хлориды и сульфаты (при отсутствии аммиака и нитритов), то это свидетельствует о законченности процесса минерализации (нитрификации). В этом случае вода считается доброкачественной, но из опасения повторного загрязнения воду из этого источника необходимо периодически исследовать.

Качественное определение – в чистую пробирку наливают 1 мл исследуемой воды, добавляют 2 мл (в два приема) концентрированной серной кислоты с дифениламином. При наличии в исследуемой воде нитратов появляется темно-синяя окраска вследствие образования дифенилнитрозоамина.

Количественное определение – в пробирку из бесцветного стекла наливают 1 мл исследуемой воды и 1 мл сульфифеноловой кислоты, так, чтобы капли ее попали только на поверхность воды. Смесь взбалтывают и оставляют на 20 минут, после чего определяют по степени окраски, пользуясь таблицей, приблизительное количество азота нитратов. Для контроля изменения окраски в такую же пробирку наливают дистиллированную воду и также добавляют к ней сульфифеноловую кислоту.

Определение нитратов в воде

Окраска при наблюдении сбоку	Содержание азота нитратов, мг/л
Уловима только по сравн. с контролем	0,5
Едва заметная, желтоватая	1
Чрезвычайно слабая, желтоватая	2
Очень слабая, желтоватая	3
Слабо-желтоватая	5
Слабо-желтая	10
Светло-желтая	25
Желтая	50
Сильно-желтая	100

Содержание солей азотной кислоты (нитратов) допускается по ГОСТу до 45 мг/л исследуемой воды.

Определение сульфатов

Сульфаты (соли серной кислоты) могут появиться в воде в результате окисления разложившихся белковых веществ, а также при попадании в водоисточники хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод. Сульфаты в воде могут быть и минерального происхождения – в виде гипса.

Качественное определение – в пробирку наливают 10 мг исследуемой воды, подкисляют 2 каплями соляной кислоты и добавляют 5 капель 10%-ного раствора хлористого бария. Воду нагревают до кипения. При наличии сульфатов появляется белая муть из нерастворимого в органических и минеральных кислотах сернокислого бария.

Количественное определение – в стаканчик наливают 10 мл исследуемой воды. Мутную воду предварительно фильтруют до прозрачности. Затем в воду добавляют 2 капли раствора соляной кислоты и 5 капель хлористого бария. Содержимое стаканчика перемешивают стеклянной палочкой в течение 30 секунд и ставят стаканчик на самый мелкий шрифт А. В. Озернова. Когда жидкость в стаканчике придет в спокойное состояние, смотрят на шрифт при ярком дневном свете или электрическом освещении, номер которого хорошо просматривается.

Если в воде содержится большое количество сульфатов и через нее не виден шрифт №5, то воду разбавляют вдвое и при оценке вносят поправку.

Допустимое содержание сульфатов органического происхождения в воде не более 80 мг/л, а минерального – не более 500 мг/л.

Определение железа в воде

Железистые соединения из почвенных минералов и руд часто встречаются в грунтовой воде. Вкус при наличии их 1,5 мг в 1 л воды является неприятным и становится похожим на вкус чернил. В маслodelии железистая вода вызывает прогрессирующее разложение жиров и придает маслу металлический привкус.

Количественное определение всего железа. Соли закиси железа переводят в соли окиси, которые с роданистым аммонием или калием дают красное окрашивание.

Наливают в пробирку 10 мл испытуемой воды и добавляют 2 капли концентрированной соляной или азотной кислоты. Берут 1-2 капли 3%-ной перекиси водорода или персульфат аммония на кончике ножа. Добавляют 4 капли 50%-ного раствора роданистого калия или роданистого аммония. Приблизительное содержание железа определяется по таблице.

Определение железа в воде

<i>Окрашивание при наблюдении сбоку</i>	<i>Окрашивание при наблюдении сверху</i>	<i>Содержание железа, мг/л</i>
Окрашивания нет	Окрашивания нет	Менее 0,05
Едва заметное желто-розовое	Очень слабо желтовато-розовое	0,1
Очень слабо желтовато-розовое	Светло-желтовато-розовое	0,25
Слабое желтовато-розовое	Слабо желтовато-розовое	0,50
Светло-желтовато-розовое	Желтовато-розовое	1,0
Желтовато-розовое	Желтовато-красное	2,5
Светлое желтовато-красное	Ярко-красное	5,0

Можно определять также закисное и окисное железо.

Определение окисного железа производится так же, как и суммарное определение его. Разница состоит в том, что не добавляется окислитель, состоящий из перекиси водорода или персульфата аммония.

Количество закисного железа определяется по разности содержания между суммарным и окисным железом.

Запись результатов исследования химического состава воды

Показатель	Проба воды				
	1	2	3	4	5
Реакция воды					
Содержание аммиака, мг\л					
Содержание нитритов, мг/л					
Содержание нитратов, мг/л					
Содержание хлоридов, мг/л					
Содержание сульфатов, мг/л					
Содержание солей железа, мг/л					

Выводы: _____

Лабораторная работа № 5.

ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ ДЕХЛОРИРОВАНИЯ ВОДЫ

Цель занятия: определить содержание активного хлора в хлорной извести; определить потребное количество раствора хлорной извести для данного объема воды; провести дехлорирование подвергавшейся хлорированию воды.

При очистке воды отстаиванием, коагуляцией и фильтрацией невозможно полностью освободить ее от различных микроорганизмов, в том числе от патогенных.

Поэтому питьевую воду, представляющую опасность в санитарном отношении, обеззараживают путем кипячения, обработки ультрафиолетовыми лучами, ультразвуком, гамма излучением, озонированием, серебрением и хлорированием.

В настоящее время чаще всего применяют хлорирование, воды для чего пользуются хлорной известью и хлором (хлорной водой). Хлорная известь получается пропусканием газообразного хлора через известковое молоко.

Доза активного хлора, в зависимости от степени загрязнения воды, колеблется от 0,5 до 25 мг/ л и выше. Время воздействия активного хлора на воду также различно: от 15-20 минут до 1-2 часов и зависит от хлорпотребности воды, наличия микроорганизмов и срочности обеззараживания воды.

Активной частью хлорной извести является гипохлорид кальция, который при взаимодействии с водой распадается с образованием хлорноватистой кислоты. Последняя распадается на хлор и кислород, которые в момент выделения и производят стерилизующий эффект.

Хлорная известь под влиянием углекислоты воздуха, влаги, света и высокой температуры теряет активный хлор, и дезинфицирующие свойства ее резко снижаются. Поэтому при хлорировании воды необходимо знать содержание в хлорной извести активного хлора.

Хорошая хлорная известь содержит активного хлора 35-32%. При содержании активного хлора ниже 20% хлорная известь не пригодна для использования при обеззараживании воды.

Определение содержания активного хлора в хлорной извести

Принцип метода: основан на том, что в растворе хлор в присутствии кислоты вытесняет из йодистого калия эквивалентное количество свободного йода, который титруют серноватистым натрием (гипосульфитом).

Реактивы: 1) 1%-ный раствор хлорной извести (1 г хлорной извести отвешивают в фарфоровую чашку, приливают 5-10 мл дистиллированной воды и растирают пестиком до кашицеобразной массы, которую переносят в мерный стакан, смывают чашку небольшими порциями дистиллированной воды и доводят до объема 100 мл); 2) 25%-ный раствор серной кислоты; 3) 5%-ный раствор йодистого калия; 4) 1%-ный раствор крахмала; 5) 0,01-н раствор гипосульфита; 6) колба для титрования; 7) штатив с бюретками.

Ход определения: В колбу емкостью 250 мл вливают 50 мл дистиллированной воды и добавляют 2 мл 1%-ного раствора хлорной извести. Затем вносят 1 мл 25%-ной серной кислоты, 5 мл 5%-ного раствора йодистого калия и 1 мл 1%-ного раствора крахмала. Выделившийся йод дает с крахмалом синее окрашивание. Смесь титруют 0,01-н раствором гипосульфита до обесцвечивания.

Расчет процентного содержания активного хлора (х) производится по следующей формуле:

$$x = (a \cdot 0,355 \cdot 10) / 2$$

где: а – количество миллилитров гипосульфита, пошедшее на титрование; 2 – количество миллилитров раствора извести, взятой для исследования; 0,355 – количество мг активного хлора связанного с 1 мл раствора гипосульфита; 10 – множитель для перевода миллиграммов активного хлора в процентное содержание в данных условиях.

Пример расчета: На титрование 2 мл 1%-ного раствора хлорной извести пошло 16,8 мл 0,01 н раствора гипосульфита. Содержание активного хлора будет равно:

$$x = (16,8 \cdot 0,355 \cdot 10) : 2 = 29,8\%$$

Определение потребного количества раствора хлорной извести для данного объема воды

В хозяйственных условиях потребную дозу хлорной извести для хлорирования воды определяют следующим упрощенным способом.

Исследуемую воду наливают в колбы по 100 мл в каждое. Затем вливают в разных количествах 1%-ный раствор хлорной извести: в первую колбу – 0,5 мл, во вторую – 0,6 мл, в третью – 0,7 мл и в четвертую колбу – 0,8 мл. После добавления раствора воду перемешивают и оставляют стоять 1,5-2 часа для контакта с хлором.

Затем в каждую колбу прибавляют по 5 капель 25%-ной серной кислоты, по 5 капель 1%-ного крахмального раствора, по 3 капли 5%-ного раствора йодистого калия и все перемешивают стеклянными палочками.

В каждой из четырех колб цвет воды окажется неодинаковым. В той, где весь активный хлор использован на окисление органических веществ, вода будет бесцветной. В колбах, где имеется излишек хлора, вода окрасится в синий цвет.

В колбе, где в воду было добавлено нужное количество хлора, вода окрасится в голубой цвет. Например: голубоватый цвет оказался в пробе воды, в которую было влито 0,6 мл 1%-ного раствора хлорной извести. Значит, для обеззараживания одного литра требуется 6 мл 1%-ного раствора хлорной извести. Зная количество воды в колодце, водоеме, цистерне легко подсчитать потребное количество раствора хлорной извести или миллиграммов активного хлора.

Дехлорирование воды

Обеззараживание воды высокими дозами хлора требует обязательного дехлорирования. Воду дехлорируют гипосульфитом с таким расчетом, чтобы содержание остаточного хлора после дехлорирования составляло 0,3-0,5 мг/л. Хлорированная вода не должна иметь запаха и вкуса хлора.

Ход определения: В колбу берут 0,5 л воды, подвергшейся хлорированию и добавляют 1 мл 5%-ного раствора йодистого калия, 1 мл 1%-ного раствора крахмала и титруют 0,01-н раствором гипосульфита до исчезновения синей окраски.

Расчет потребного количества гипосульфита производится по следующей формуле:

$$x = (a \cdot 2 \cdot 0,355) - 0,5) / 0,355 \cdot 2,48$$

где: x – потребное количество (в мг) гипосульфита для дехлорирования избыточного (сверх допустимого) количества хлора в 1 л исследуемой воды; a – количество мл раствора гипосульфита, пошедшего на титрование избыточного хлора в 0,5 л воды; 2,48 – содержание гипосульфита в мг в 1 мл 0,01-н его раствора; 0,5 – допустимое количество мг активного хлора в 1 л воды.

Запись результатов исследований

Пробы воды	Процентное содержание активного хлора	Потребное количество раствора хлорной извести	Количество гипосульфита для дехлорированного избыточного хлора, мг
1			
2			
3			
4			
5			

Выводы: _____

Лабораторная работа №6.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ pH И ДОЗЫ КОАГУЛЯНТА (ФЛОКУЛЯНТА) ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

Цель занятия: ознакомление с методикой пробного коагулирования, применяемой для определения оптимальных значений pH и оптимальной дозы коагулянта (флокулянта).

Коагулирование – это процесс химической обработки сточных вод реагентами солями алюминия или железа (Ш), в результате которого находящейся в воде мелкодисперсные и коллоидные примеси агрегируются в виде хлопьев совместно с I гидроксидами алюминия $Al(OH)_3$, соли алюминия и железа коагулянты.

На скорость и эффективность коагуляционной очистки оказывает существенное влияние pH среды, наряду с другими факторами от значений которых зависит образование устойчивых гидролизованых форм многовалентных ионов Ag , Fe .

Агрегирование частиц примесей в присутствии флокулянтов, называемое флокуляцией, связано с тем, что в дополнение, а иногда и в замен непосредственного контакта частиц друг с другом происходит их взаимодействие через макромолекулы адсорбированного флокулянта.

Экспериментальное определение оптимальных условий коагулирования в большинстве случаев сводится к решению следующих двух задач:

1. установление оптимальной области pH при коагулировании
2. установление оптимальной дозы коагулянта (флокулянта)

Вариант А. ознакомление с методикой пробного коагулирования и определения кинетики осаждения примесей сточных вод

Реактивы: материалы, пробы сточных вод растворы коагулянтов, $Al_2(SO_4)_3$ алюминиевых квасцов, $FeCl$ и $Ca(OH)_2$ растворы флокулянтов.

Посуда, приборы: мерные цилиндры, пипетки, прибор Снеллена, ФЭК.

В мерные цилиндры наливают определенное количество сточной воды, измеряют объем осветленной части в цилиндре или объем осаждающейся части. Затем в цилиндре добавляют раствор коагулянта или флокулянта в соотношении 10:1 и после тщательного перемешивания ставят на отстаивания и также через определенное промежуток времени измеряют объем осветленной части воды в цилиндрах. Если происходит интенсивное агрегирование и осаждение хлопьев, то измерение следует производить через короткое время.

Данные заносятся в таблицу.

Запись результатов исследований

Сточная вода без добавок		Сточная вода с коагулянтом (флокулянтом)	
Время t, сек	Изменение объема осветленной жидкости V, мл	Время t, сек	Изменение объема осветленной жидкости V, мл

Строят графики зависимости $V=f(t)$ (кривые представить на одном рисунке)

Вариант Б. Установление оптимальной области pH коагулирования.

Реактивы, материалы: пробы сточных вод, раствор H_2SO_4 раствор $NaOH$, растворы коагулянтов, флокулянтов.

Посуда и приборы, мерные цилиндры на 100мл, пипетки, колбы, прибор Снеллена или ФЭК.

В шесть пронумерованных цилиндров помещается по 100 мл исследуемой сточной воды, мутность которой предварительно измеряется на ФЭК или приборе Снеллена. Для создания различных pH в цилиндр №3 вводится 1мл 0,1 и H_2SO_4 в цилиндр №4 – 2мл, а в цилиндре №5 и 6 соответственно 1 и 2 мл $NaOH$. После введение реагентов содержимое цилиндров перемешивается. В цилиндре №1 и 2 реагенты не добавляют. Затем во все цилиндры, кроме №1, вводят одинаковую дозу коагулянта(флокулянта) из расчета 40-50мг/л для коагулянта, 1-2мг/л для флокулянта.

После введения коагулянта содержимое всех цилиндров перемешивают, затем оставляют в покое на 20мин и ведут наблюдение за образованием и осаждением хлопьев.

По истечении 20-30 мин производят замеры объема осадка в цилиндрах и отбирают пробы для определения мутности на фотоэлектрокалориметре и pH - на pH-метре или иономере.

Интервал времени между отбором первой и последней пробы желательно сократить до минимума.

Вариант В. Уточнение оптимальной дозы коагулянта (флокулянта).

Реактивы, материалы: пробы сточных вод, растворы коагулянта, флокулянта, H_2SO_4 , $ODHNaOH$.

Посуда, приборы: мерные цилиндры, пипетки, ФЭК, прибор Снеллена.

В отличие от предыдущего варианта в данном случае исследуется коагулирующее действие переменных доз коагулянта(флокулянта) при постоянном (оптимальном) значении pH сточной воды.

Для поддержания постоянного значения pH в 5 цилиндрах кроме №1, и исследуемой сточной водой вводятся растворы кислоты или щелочи до значения pH – 7,5-8,0. проверяется pH.

Затем в цилиндры вводят количество коагулянта(флокулянта), равные, 0,5Дк, 1,0Дк, 1,5Дк, 2Дк, Дк – доза коагулянта, соответствующая лучшему результату предыдущей серии опытов(варианта А) или указываемая преподавателем. Во всех цилиндрах следует поддерживать постоянное значение pH, для чего вводится дополнительное количество кислоты или щелочи до значения pH = 7,5-8,0. после введения реагентов перемешивают содержимое цилиндров и оставляют в покое на 20 мин.

Ведут наблюдение за образованием и осаждением хлопьев. Производят замеры объема осадка и отбирают сверху пробы для определения мутности.

Запись результатов исследований

№ цилиндра	Добавлено, мл		pH	Доза коагулянта мг/л	Объем осадка, мл	Ао, %	Эо, %	Примечание
	H_2SO_4	NaOH						
1	-	-		-				Записываются данные наблюдений за экспериментом
2	-	-						
3	1	-						
4	2	-						
5	-	1						

Выводы: _____

Лабораторная работа №7.

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Цель занятия: Освоить физические и химические методы очистки сточных вод от растворенных и взвешенных примесей.

Для очистки сточных вод существуют два способа: отделение содержащихся в воде вредных примесей или их разложение; все остальные - это лишь разновидности этих двух принципиальных методов.

Отделяют примеси, в основном, с помощью фильтров, а разлагают разнообразными физическими, химическими и биологическими способами.

К физическим методам относятся: отстаивание, фильтрование, дистилляция, вымораживание.

К химическим - окисление, нейтрализация, осаждение, комплексообразование, адсорбция, коагуляция, экстракция и т.д.

К биологическим - аэробные процессы очистки (осуществляются в аэротенках, биологических фильтрах, биологических прудах, полях орошения и фильтрации), анаэробные процессы очистки (осуществляются в метан - септиктенках, двухъярусных отстойниках).

Выбор рационального процесса очистки воды задается ГОСТом или СНиПом в зависимости от состава природной или сточной воды, фазово-дисперсного состояния примесей и назначения воды (питьевая, хозяйственно-бытовая, технологическая - питание котлов ТЭЦ, АЭС, охлаждающая вода и т.д.).

Классификация примесей воды по фазово-дисперсному состоянию (таблица 9), созданная академиком Л.А.Кульским, позволяет с единых позиций оценивать технологические процессы очистки воды, обеспечивать эффективную очистку в соответствии с современными требованиями к качеству воды.

Классификация примесей воды по фазово-дисперсному состоянию и процессы, используемые для удаления примесей (сокращенный вариант)

СИСТЕМА			
1	2	3	4
Гетерогенная		Гомогенная	
Взвеси (суспензии и эмульсии, обуславливающие мутность воды, а также микроорганизмы-планктоны)	Коллоидные растворы и высокомолекулярные соединения, обуславливающие окисляемость и цветность воды, а также вирусы	Молекулярные растворы (газы, растворимые в воде органические вещества, придающие ей запахи и привкусы)	Ионные растворы (соли, кислоты, основания, придающие воде минерализованность, кислотность или щелочность)
Г р у п п а (размер частиц)			
I	II	III	IV
$(10^{-2} - 10^{-4} \text{ см})$	$(10^{-5} - 10^{-6} \text{ см})$	$(10^{-6} - 10^{-7} \text{ см})$	$(10^{-7} - 10^{-8} \text{ см})$
Механическое безреагентное разделение;	Диализ; ультрафильтрация;	Аэрирование;	Гиперфильтрация;

Окисление хлором, озоном и др.	Окисление хлором, озоном и пр.	Окисление хлором, оксидом хлора (IV) озоном, KMnO_4	Перевод ионов в малодиссоциированные соединения
Адгезия на зернистых и на высокодисперсных материалах	Адсорбция на гидроксидах алюминия и железа	Адсорбция на активированном угле и др. материалах	Фиксация ионов на твердой фазе ионитов
Флотация суспензий и эмульсий	Коагуляция коллоидных систем	Экстракция органическими растворителями	Перевод ионов в малорастворимые соединения
Бактерицидное воздействие	Электрофорез	Биохимическое разложение	Выделение ионов металлов микроорганизмами

Из таблицы видно, что используя один метод, например, окисление хлором или адсорбцию, можно удалить из воды примеси нескольких групп.

Ход определения:

Задача: В пробе сточной воды N 1 удалить примеси 1 группы, используя механическое безреагентное разделение, осуществляемое отстаиванием, фильтрованием, а также центрифугированием. Центрифугирование применяется для удаления низко- и высокодисперсных примесей. Для этого используются непрерывно действующие центрифуги, гидроциклоны. Степень очистки при этом методе составляет 80-90 %. Для фильтрования используют сетки и ткани, бумагу, песок, керамзит, антрацит, пенополиуретан, пенополистирол и другие материалы.

Опыт 1. Центрифугирование

В пробе сточной воды N 1 измерить мутность воды на ФЭК до и после 10-ти минутного центрифугирования. Сделать вывод о степени очистки воды с помощью центрифуги.

Опыт 2. Фильтрование

В пробе воды N 1 измерить мутность воды до и после фильтрования через складчатый бумажный фильтр. Определить степень очистки воды, сравнить результаты с предыдущим методом очистки.

Результаты опытов представить в виде таблицы.

Запись результатов исследований

<i>№ пробы</i>	<i>Центрифугирование</i>		<i>Фильтрование</i>	
	<i>Мутность, мг/л</i>		<i>Мутность, мг/л</i>	
	<i>до</i>	<i>после</i>	<i>до</i>	<i>После</i>
1				
2				

Удалить из воды примеси II группы, применяя химический метод коагулирования, основанный на введении в систему электролита. При этом происходит процесс укрупнения коаллоидных частиц, уменьшается степень дисперсности диспергированного вещества, т.е. коллоидные растворы разрушаются (коагулируют).

Вещество, коагулирующее дисперсную фазу коллоидной системы, называется коагулянтом. В практике водоподготовки в качестве коагулянта применяется, в основном, сульфат алюминия $Al_2(SO_4)_3$. Дозу коагулянта определяют по формуле: $D_k = 3,5 \sqrt{M}$, где М-мутность воды.

Опыт 3. Коагуляция

В пробе сточной воды N 1 определить мутность на фотоэлектроколориметре и рассчитать дозу коагулянта - $Al_2(SO_4)_3$.

Так как для коагуляции примесей используется 10%-ный раствор сульфата алюминия, необходимо рассчитать объем $Al_2(SO_4)_3$, идущий на осаждение примесей по формуле:

$$V_{Al_2(SO_4)_3} = \frac{D_n \cdot V \cdot H_2O}{10000 \cdot C \cdot \rho} \text{ (л)},$$

где $\rho = 1,058$ мг/л - плотность 10%-го раствора $Al_2(SO_4)_3$; $V H_2O = 0,05$ л- объем сточной воды; $C = 10\%$ - концентрация коагулянта.

Внести пипеткой рассчитанный объем $Al_2(SO_4)_3$ в 50 мл сточных вод, определив предварительно объем 1-й капли. (Для этого накапать пипеткой в цилиндр 1 мл раствора и по количеству капель рассчитать объем одной капли).

Через 10-15 минут наблюдать коагуляцию примесей. Профильтровав воду через бумажный фильтр, измерить мутность очищенной воды (мл) и определить степень очистки воды данным методом:

$$\Pi = \frac{M - M_1}{M} 100\%,$$

где М - мутность исходной воды; М1- мутность после коагуляции.

Результаты опыта представить в виде таблицы.

Результаты коагуляционной обработки воды

№ пробы	Коагулянт (хим. ф-ла)	Дк, мг/л	V $Al_2(SO_4)_3$, Л	V капли, мл	Кол-во капель $Al_2(SO_4)_3$	Время хлопьеобразования, мин.	Мутность, мг/л	
							исходной воды	после коагуляции
1								
2								

Опыт 4. Адсорбция

Удалить из воды примеси III группы, учитывая, что при относительно высоком содержании в производственных сточных водах растворенных органических веществ, представляющих техническую ценность, например, фенолов и жирных кислот, эффективным методом очистки является экстракция органическими растворителями - экстрагентами. Экстракционный метод очистки производственных сточных вод основан на распределении загрязняющего вещества в смеси 2-х взаимонерастворимых жидкостей соответственно его растворимости в них.

Для удаления из сточной воды газов, ароматических органических веществ, например, красителей, использовали адсорбцию активированным углем и силикагелем.

В две пробирки налить раствор красителя (проба № 2). В одну поместить гранулы активированного угля (4-5 штук) и встряхивать 5-7 минут. Раствор отфильтровать от взвеси угля и сравнить его окраску с окраской исходного раствора в первой пробирке. Сделать вывод об адсорбционной способности активированного угля.

Опыт 5. Фильтрация через нейтрализующие материалы.

Удалить из воды примеси IУ группы, принимая во внимание, что для удаления из воды ионов растворенных веществ используют методы осаждения, нейтрализации, перевод ионов в малодиссоциированные соединения, ионный обмен, окисление и др.

Гетерогенный ионный обмен - это процесс обмена между ионами, находящимися в растворе и ионами, присутствующими на поверхности твердой фазы - ионитами. При этом из воды извлекаются и утилизируются ценные примеси: соединения мышьяка, фосфора, а также хром, цинк, свинец, ртуть и т.д., ПАВ, радиоактивные вещества.

Большинство производственных сточных вод содержат щелочи и кислоты. С целью предупреждения коррозии очистных сооружений, трубопроводов, биохимических процессов в биологических окислителях и водоемах эти воды подвергают нейтрализации.

В сточной воде (V=50 мл) N 3 измерить pH на иономере до и после пропускания через колонку с загрузкой известняком (мелом, известью) (отфильтровать).

Измерить pH воды после 2-х кратного пропускания ее через колонку.

Результаты опыта представить в виде таблицы.

Запись результатов исследований

№ пробы	Метод очистки	Загрузка	pH сточной воды		
			Исходный	После фильтрования	
				1 - го	2 – го
1					
2					

Выводы: _____

Тема 3. САНИТАРНО – ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ПОЧВЫ

Лабораторная работа №8.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО СОСТАВА И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

Цель занятия: знакомство с методами, приборами и аппаратурой для определения механического состава и физических свойств почвы.

Почва – это поверхностный слой земной коры (литосферы), обладающий свойством плодородия, т.е. способностью обеспечивать растения питательными веществами. Почва – это пожалуй, одна из самых сложных естественных лабораторий, где постоянно идут физико-химические процессы, биохимические реакции и превращения.

Почва – приемник и поглотитель различных растительных, животных, хозяйственно-бытовых и промышленных отходов, резервуар и источник многообразной микрофлоры и микрофауны. Она оказывает большое прямое и косвенное влияние на здоровье человека и продуктивность животных. Почва имеет многообразное гигиеническое значение, которое определяется механическим составом, физическими, химическими и биологическими свойствами.

С целью гигиенической оценки почвы производят санитарно-топографическое исследование земельных участков взятием проб почвы для лабораторного анализа

складывающегося из физического, химического, бактериологического и гельминтологического методов исследований.

Санитарно-топографическое исследование включает изучение рельефа участка, уклон его к водоемам и по отношению к сторонам света. Кроме того, при обследовании изучают растительный покров, определяют местонахождение участка по отношению к населенным пунктам, тип почвы и водный режим, выявляют источники возможного загрязнения почвы (свалки, навозохранилища и т.п.).

Взятие средней пробы почвы. Необходимо, чтобы проба была характерна для определенного участка. При однородной по всему участку почве, берут несколько выемок в разных местах расположенных в шахматном порядке или по средней линии участка и на разной глубине.

Пробы почвы берут специальным буром или чистой лопаткой. Каждую пробу массой 2-3 кг помещают в стеклянные банки с притертой пробкой, в чистый мешок или в двойной слой плотной оберточной бумаги и снабжают этикеткой с указанием даты, места и глубины взятия образца. В лаборатории отобранные пробы почвы рассыпают тонким слоем на листы бумаги, раздавливают слежавшиеся комки и высушивают на воздухе. Для анализа отбирают 0,5-1,0 кг. Перед началом лабораторных исследований из почвы удаляют корни и другие нехарактерные примеси и взвешивают их для определения процентного содержания.

Определение механического состава и величины зерен почвы

Почвы в зависимости от условий образования и характера почвообразующих пород имеют различный механический состав. *Механическим составом* называют относительное содержание в почве механических элементов различного диаметра.

Масса почвы всегда состоит из частиц различной величины – от нескольких миллиметров до нескольких микронов или миллимикронов. Эти частицы имеют различный минералогический и химический состав, обладают различной активностью по отношению к развивающимся в почве физико-химическим и биологическим процессам, оказывают большое влияние на водный, воздушный, тепловой и питательный режимы ее. Отдельные частицы почвы, т.е. отдельные зерна минералов и обломки горных пород, называют механическими элементами, которые объединяются в группы или фракции.

Каждая фракция характеризуется суммой физических свойств, отличающих ее от других фракций. Для классификационных целей часто все частицы крупнее 0,01 мм объединяют во фракцию физического песка, а все частицы мельче 0,01 мм – во фракцию физической глины.

Термин “физический” обозначает наличие в той или другой фракции физических свойств песка или глины, не предопределяя химического состава фракции. Кроме того, обычно все частицы мельче 1 мм называются мелкоземом почв, а частицы крупнее 1 мм – почвенным скелетом.

Классификация механических элементов (Фадеева-Вильямса-Сабанина в изменении Н.А.Качинского)

<i>Величина частиц, мм</i>	<i>Название механических элементов</i>
3,0	Камни
3,0 - 1,0	Гравий
1,0 - 0,5	Крупный песок
0,5 – 0,25	Средний песок
0,25 – 0,05	Мелкий песок
0,05 – 0,01	Крупная пыль
0,01 – 0,005	Средняя пыль

0,005 – 0,001	Мелкая пыль
0,001 – 0,0005	Грубый ил
0,0005 – 0,0001	Тонкий ил
0,0001 и менее (0,1 мк)	Коллоиды

Классификация механического состава почв (Н.А.Качинского)

<i>Название почв</i>	<i>Содержание физической глины, %</i>
Глинистые	50 и более
Суглинистые	40 - 50
Среднесуглинистые	30 – 40
Легкосуглинистые	20 – 30
Супесчаные	10 – 20
Песчаные	10 и менее

Выполнение анализа: Для определения величины зерен почвы применяют набор сит Кноппа, расположенных одно над другим и имеющим отверстия диаметром 10, 7, 5, 3, 2, 1, 0,5, 0,25 мм.

В верхнее сито имеющее наибольшие размеры отверстий, насыпают 100 г воздушно-сухой почвы и просеивают последовательно через весь набор.

После просеивания почвы каждую порцию взвешивают и результат выражают в процентах. По результатам определяют соотношение всех частиц разного размера, механический состав и тип почвы, исходя из того, что на ситах № 1, 2, 3 собираются частицы диаметром более 3 мм (камни, гравий); на ситах № 4, 5 – частицы диаметром 1 - 3 мм (крупный песок); на ситах № 6, 7 – частицы диаметром 0,25 - 1 мм (средний песок); на дно набора попадает мелкий песок и пыль.

Определение структуры почвы

Структурность называется способность почвы расчленяться по отдельности различной величины и формы. Структурой же называют сами отдельности (агрегаты), состоящие из механических элементов – песка, пыли, ила сцементированных между собой. Чрезвычайно важным свойством структуры является степень ее водопрочности, т.е. устойчивости против размывающего действия воды.

Водопрочные агрегаты называются истинными и определяют истинную структуру почвы, неводопрочные – ложные и образуют ложную структуру почвы.

Выполнение анализа: В химический стакан до половины налить воды и опустить исследуемые почвенные агрегаты (отдельности). Оставить на 15 мин. Если агрегат распался на отдельные механические элементы – значит, он относится к ложной структуре, если не распался – то к истинной структуре

От механического состава и структуры почвы зависит проницаемость почвы для воды и воздуха, степень рыхлости и плотности, тепловые и биохимические свойства.

Органолептические показатели

Цвет. Почва может быть темной (черной), светло-серой, коричневой и других оттенков в зависимости от количества находящихся в ней органических веществ и примесей. Темная окраска указывает на содержание в почве большого количества органических веществ, то есть гумуса и перегноя сильно удобренных навозом почв. В таких почвах патогенные микроорганизмы встречаются чаще, чем в черноземной. Почвы бедные гумусом, органическими веществами имеют светло-серую (подзолистые почвы) или светло-желтую (песчаная, глинистая почва) окраску. Такие почвы бедны не только органическими веществами, но и содержат очень мало биологически-активных минеральных соединений – кальция, фосфора, калия.

Запах. В гигиеническом отношении имеют значение запахи несвойственные чистой, незагрязненной почве: гнилостный, аммиачный, сероводородный, которые могут появляться при свежем загрязнении навозом, мочой, неочищенными сточными водами, трупами животных, химическими соединениями.

Запах определяют непосредственно на месте при взятии средней пробы. В лаборатории свежую пробу почвы помещают в колбу, обливают горячей водой, закрывают пробкой, встряхивают, затем открывают пробку и определяют запах.

Температура. К измерению температуры почвы в гигиенических целях прибегают редко, хотя она имеет значение при выборе мест для летних стойл, лагерей или ночной стоянки животных (стойбищ) ранней весной и поздней осенью на пастбищах, а также в загонах. Для таких целей служат специальные термометры.

Определение объема пор в почве (порозность)

Порозность почвы представляет собой общую сумму всех свободных промежутков между почвенными частицами выраженную в процентах к взятому объему почвы.

Порозность почвы зависит от величины почвенных частиц, их формы и структуры. В мелкозернистых почвах порозность выше, чем в крупнозернистых, т.к. при уменьшении размеров почвенных зерен возрастает количество их и пор между собой.

Порозность почвы имеет большое санитарно-гигиеническое значение, поскольку от нее зависит проницаемость почвы для воды и воздуха.

Различные виды почв имеют и разную порозность: песчаные почвы – 30-40%; глинистые – выше 50%; болотные – 84%.

Выполнение анализа: В градуированный цилиндр на 500 мл высыпают 250 мл почвы и наливают 250 мл воды.

После смешивания почвы с водой и заполнении всех пор определяют объем смеси и производят расчеты.

$$P = (A - B) - K / V \times 100$$

где: P – порозность почвы, %; A – объем почвы, мл; B – объем воды, мл; K – объем смеси почвы и воды, мл; V – сумма объемов почвы и воды, мл.

Определение влагоемкости почвы

Влагоемкостью почвы называется способность почв вмещать и удерживать в себе определенное количество воды.

Выполнение анализа: Берут цилиндр с сетчатым дном и взвешивают его. Взвешенный цилиндр наполняют на $\frac{3}{4}$ объема воздушно-сухой почвой и снова взвешивают.

Погружают цилиндр с почвой в сосуд с водой и доводят уровень воды в сосуде до уровня почвы в цилиндре. После того, как вода пропитает всю почву, дают стечь излишней воде, протирают увлажненную поверхность цилиндра, взвешивают и производят расчеты.

$$A = 100 (c - v) / (v - a)$$

где: A – влагоемкость почвы, %; a – масса пустого цилиндра, г; v – масса цилиндра с почвой до погружения в воду, г; c – масса цилиндра с почвой после насыщения водой, г.

Определение капиллярности почвы

Под капиллярностью понимают водоподъемную способность почвы по капиллярам из нижних слоев в верхние, которая зависит от ее механического состава, т.е. чем меньше частицы почвы, тем выше капиллярный подъем влаги. Высокая капиллярность нередко служит основной причиной сырости почвы, помещений, если не принимаются соответствующие меры (гидроизоляция).

Выполнение анализа: В штативе устанавливают ряд (в зависимости от образцов почвы) высоких 50 – 100 см стеклянных трубок диаметром 2-3 см с сантиметровым делением. Каждую трубку заполняют исследуемой почвой. Нижние концы трубок обвязывают плотным и погружают в ванночки с водой на глубину 0,5 см. По изменению окраски почвы следят за быстротой и высотой подъема воды, отмечая её уровень в сантиметрах через 5; 10; 15; 20 и 60 минут, а далее через каждый час до прекращения водоподъема.

Определение водопроницаемости почвы

Водопроницаемостью называется способность почвы проводить воду из верхних слоев в нижние. Водопроницаемость (фильтрационная способность) определяется количеством воды, просачивающейся через определенный слой почвы в единицу времени и зависит от размера ее зерен, наличия коллоидных частиц, а также от высоты слоя воды над ней.

Водопроницаемость песчаных почв – 5-8 мин, глинистых – 15 мин и более.

Выполнение анализа: Берут стеклянную трубку диаметром 3-4 см, высотой 25-30 см. Нижний конец трубки подвязывают плотным и наполняют сухой измельченной почвой до высоты 20 см, равномерно распределяя ее легким постукиванием о стенки трубки. Трубку с почвой укрепляют в штативе и наливают в нее воду, постоянно поддерживая высоту уровня воды над почвой в 4 см до появления первой капли прошедшей через матерчатое дно трубки. В ходе определения водопроницаемости отмечают время с начала заливания воды, и время появления первой капли. Разница во времени показывает быстроту прохождения воды через слой почвы в 20 см.

Запись результатов исследований

Номер пробы почвы	Физические свойства почвы						
	Температура, °С	Цвет	Запах	Порозность, %	Влагоемкость, %	Капиллярность, с/мин	Водопроницаемость, сек

Выводы: _____

Лабораторная работа №9.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВЕ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Цель работы: ознакомление с гравиметрическим методом определения нефтепродуктов в почве..

Настоящая методика обеспечивает получение результатов анализа с погрешностью, не превышающей значений, приведённых в табл. 1.

Таблица 1. Диапазон измерений, значения показателей точности, повторяемости и воспроизводимости

<i>Диапазон измерений, мг/кг</i>	<i>Показатель повторяемости (относительное среднеквадратическое отклонение повторяемости), s_r, %</i>	<i>Показатель воспроизводимости (относительное среднеквадратическое отклонение воспроизводимости), s_R, %</i>	<i>Показатель точности (границы относительной погрешности методики), $\pm A$, %</i>
от 20 до 100 вкл.	19	26	52
от 100 до 50000 вкл.	14	20	40

Значения показателя точности методики используют при:

- оформлении результатов анализа, выдаваемых лабораторией;
- оценке деятельности лабораторий на качество проведения испытаний;
- оценке возможности использования результатов анализа при реализации методики в конкретной лаборатории.

Средства измерений

Весы лабораторные аналитические типа ВЛР-200 ГОСТ 24104-2001
Гири ГОСТ 7328-2001
Термометр лабораторный шкальный ГОСТ 28498-90
Пипетки градуированные вместимостью 5 см³ ГОСТ 29227-91
Муфельная печь любого типа, обеспечивающая температурный режим от 150 до 600 °С
Сушильный шкаф
Стаканы химические ТС вместимостью 50 см³ ГОСТ 25336-82
Колонка хроматографическая стеклянная (внутренний диаметр 10 мм)
Фарфоровая ступка с пестиком ГОСТ 9147-80
Сито с размером отверстий 1 мм
Емкость для отбора и хранения проб вместимостью 500 - 2000 см³
Баня водяная ТУ 46-22-606-75
Эксикатор ГОСТ 25336-82
Холодильник Либиха ГОСТ 25336-82
Бюксы ГОСТ 25336-82
Колбы конические 1-150-2, 1-250-2 ГОСТ 25336-82

Реактивы и материалы

Гексан, х.ч. ТУ 6-09-3375-78
Хлороформ, х.ч. или ч.д.а. ГОСТ 20015-88

Вода дистиллированная ГОСТ 6709-72
Алюминий оксид II степени активности по Брокману ТУ 6-09-3916-75
Стеклянная вата или стекловолокно ГОСТ 10727-74
Фильтры обеззоленные «красная лента» ТУ 6-09-1678-86.

Примечание. Допускается применение иных средств измерений, вспомогательных устройств, реактивов и материалов, технические и метрологические характеристики которых не уступают указанным выше и обеспечивают требуемую точность измерений.

Методика проведения работы:

Определение массовой концентрации нефтепродуктов основано на их экстракции из образца воздушно-сухой пробы почвы хлороформом, отделении от полярных соединений методом колоночной хроматографии после замены растворителя на гексан и количественном определении гравиметрическим методом.

Условия окружающей среды, при которых обеспечивается требуемая точность измерений, следующие:

- атмосферное давление, кПа (мм. рт. ст.) 97,3 - 104,6 (730 - 780),
- температура воздуха, °С (20 ± 5);
- относительная влажность воздуха, % не более 80 при $t = 25$ °С;
- напряжение питания электросети, В 220 ± 22 ;
- частота переменного тока, Гц 50 ± 1 .

Отбор проб

Отбор проб производится в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб», ГОСТ 17.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа» и другими нормативными документами, утвержденными и применяемыми в установленном порядке.

Подготовка проб к анализу

Для анализа объединенную пробу составляют путем смешивания не менее чем пяти точечных проб, взятых с одной пробной площадки.

Масса объединенной пробы должна быть не менее 1 кг.

Пробу высушивают при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния. Затем рассыпают на бумаге и пинцетом удаляют механические включения, измельчают с помощью лабораторного гомогенизатора или в фарфоровой ступке. Просеивают через сито с диаметром ячейки 1 мм. Пробу квартуют и отбирают для анализа две параллельные навески.

Приготовление оксида алюминия II степени активности по Брокману

Перед использованием оксид алюминия прокаливают при температуре 600 °С в течение 4 часов в муфельной печи, охлаждают в эксикаторе, после чего добавляют дистиллированную воду в количестве 3 % от массы сорбента, интенсивно перемешивают в течение 30 минут в сосуде с пришлифованной пробкой и выдерживают перед применением в течение суток. Срок хранения в банке с пришлифованной пробкой 6 месяцев.

Подготовка хроматографической колонки

Непосредственно перед выполнением анализа необходимо подготовить хроматографическую колонку, представляющую собой стеклянную трубку высотой 12 - 15 см, диаметром 1 см с оттянутым нижним концом до диаметра, равного 1 - 2 мм. В качестве готовой колонки можно использовать пипетку указанных размеров.

В нижнюю часть колонки помещают слой стеклянной ваты или стекловолокна толщиной 1 см, затем колонку заполняют оксидом алюминия, приготовленным по п. 8.3, слоем 2 - 8 см и покрывают слоем стеклянной ваты или стекловолокна. Оксид алюминия в

колонке используют однократно. Приготовленную колонку устанавливают в штативе, а ее содержимое с помощью пипетки смачивают 3 - 5 см³ гексана.

Под носик колонки ставят взвешенный на аналитических весах пустой стаканчик емкостью 50 см³. В таком виде колонка считается готовой к работе.

Выполнение измерений

Из образца, подготовленного по п. 8.2, отбирают две навески почвы. Масса навески 30 - 100 г в зависимости от предполагаемого содержания нефтепродуктов. Навеску почвы помещают в колбу вместимостью 150 см³, смачивают хлороформом до влажного состояния. Затем несколько раз проводят экстракцию путем добавления 10 - 15 см³ хлороформа до получения в последней порции бесцветного экстракта. Время проведения каждой экстракции - 5 - 10 минут.

Экстракты фильтруют в коническую колбу через фильтр «красная лента». Остаток почвы в колбе, где проводилась экстракция, промывают 5 см³ хлороформа.

Объединенный хлороформный экстракт выпаривают в вытяжном шкафу на водяной бане или удаляют хлороформ методом отгонки. С этой целью экстракт помещают в колбу ёмкостью 250 см³, которая соединяется с холодильником и ставят ее на водяную баню для выпаривания. Когда в колбе останется 10 - 15 см³ жидкости, отгонку прекращают. Содержимое колбы сливают в стаканчик вместимостью 50 см³, колбу дважды ополаскивают хлороформом по 10 см³. Эти две порции хлороформа сливают в тот же стаканчик, который помещают в вытяжной шкаф для испарения.

Оставшийся в стаканчике после испарения хлороформа осадок растворяют 5 - 10 см³ гексана. Полученный раствор пропускают через хроматографическую колонку, подготовленную по п. 8.4, для избавления от полярных соединений. После того, как над оксидом алюминия останется слой раствора 1 - 2 см, колонку промывают 2 - 3 порциями гексана (по 2 - 3 см³), предварительно ополоснув им стаканчик.

Гексан испаряют в токе воздуха при комнатной температуре. После полного удаления гексана стаканчик взвешивают на аналитических весах, выдерживают в течение получаса в лаборатории и повторно взвешивают. Взвешивание повторяют до достижения постоянной массы.

Обработка результатов измерений

По разности массы стаканчика с остатком и пустого стаканчика определяют массу нефтепродуктов.

Содержание нефтепродуктов (X, мг/кг почвы) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{A}{B} \cdot 1000,$$

где A - найденное количество нефтепродуктов, мг;

B - навеска почвы, взятой для анализа, г.

За результат анализа X_{cp} принимают среднее арифметическое значение двух параллельных определений X_1 и X_2

$$X_{cp} = \frac{X_1 + X_2}{2},$$

для которых выполняется следующее условие:

$$|X_1 - X_2| \leq r (X_1 + X_2)/200, (1)$$

где r - предел повторяемости, значения которого приведены в табл. 2.

Таблица 2. Значения предела повторяемости при вероятности $P = 0,95$

<i>Диапазон измерений, мг/кг</i>	<i>Предел повторяемости (относительное значение допускаемого расхождения между двумя результатами параллельных определений), r, %</i>
от 20 до 100 вкл.	53
от 100 до 50000 вкл.	39

Расхождение между результатами анализа, полученными в двух лабораториях, не должно превышать предела воспроизводимости. При выполнении этого условия приемлемы оба результата анализа, и в качестве окончательного может быть использовано их среднее арифметическое значение. Значения предела воспроизводимости приведены в табл. 3.

Таблица 3. Значения предела воспроизводимости при вероятности $P = 0,95$

<i>Диапазон измерений, мг/кг</i>	<i>Предел воспроизводимости (относительное значение допускаемого расхождения между двумя результатами, полученными в разных лабораториях), R, %</i>
от 20 до 100 вкл.	73
св. 100 до 50000 вкл.	56

Оформление результатов анализа

Результат анализа X_{cp} в документах, предусматривающих его использование, может быть представлен в виде

$$X_{cp} \pm D, P = 0,95,$$

где D - показатель точности методики.

Значение D рассчитывают по формуле

$$D = 0,01 \times d \times X_{cp}.$$

Значение d приведено в табл. 1.

Допустимо результат анализа в документах, выдаваемых лабораторией, представлять в виде:

$$X_{cp} \pm D_{\text{л}}, P = 0,95, \text{ при условии } D_{\text{л}} < D,$$

Где X_{cp} - результат анализа, полученный в соответствии с прописью методики,
 $\pm D_{\text{л}}$ - значение характеристики погрешности результатов анализа, установленное при реализации методики в лаборатории, и обеспечиваемое контролем стабильности результатов анализа.

Примечание. При представлении результата анализа в документах, выдаваемых лабораторией, указывают:

- количество результатов параллельных определений, использованных для расчета результата анализа;
- способ определения результата анализа (среднее арифметическое значение или медиана результатов параллельных определений).

Алгоритм оперативного контроля процедуры анализа с использованием метода добавок

Хлороформную вытяжку делят на две равные части. К одной из них делают добавку нефтепродуктов. Величина добавки должна составлять 50 - 150 % от содержания нефтепродуктов в исходной пробе.

Оперативный контроль процедуры анализа проводят путем сравнения результата отдельно взятой контрольной процедуры K_k с нормативом контроля K .

Результат контрольной процедуры K_k рассчитывают по формуле

$$K_k = |X'_{cp} - X_{cp} - C_d|,$$

где X'_{cp} - результат анализа массовой концентрации нефтепродуктов в пробе с известной добавкой - среднее арифметическое двух результатов параллельных определений;

X_{cp} - результат анализа массовой концентрации нефтепродуктов в исходной пробе - среднее арифметическое двух результатов параллельных определений.

Норматив контроля K рассчитывают по формуле

$$K = \sqrt{\Delta_{A,X_{cp}}^2 + \Delta_{A,X_{cp}}^2},$$

где $\Delta_{A,X_{cp}}$, $\Delta_{A,X_{cp}}$ - значения характеристики погрешности результатов анализа, установленные в лаборатории при реализации методики, соответствующие массовой концентрации никеля в пробе с известной добавкой и в исходной пробе соответственно.

Процедуру анализа признают удовлетворительной, при выполнении условия:

$$K_k < K$$

При невыполнении данного условия контрольную процедуру повторяют. При повторном невыполнении условия выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам, и принимают меры по их устранению.

Выводы: _____

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каков состав атмосферного воздуха и в чем его отличие от воздуха помещений?
2. Какое влияние на организм человека оказывает углекислый газ и аммиак?
3. Какие вы знаете основные источники накопления углекислого газа в воздухе помещений?
4. Какие существуют меры борьбы с вредными газами в воздухе помещений?
5. Какие методы определения углекислого газа в воздухе помещений?
6. Каковы санитарно-гигиенические нормативы воздуха?
7. По каким параметрам определяется микроклимат помещений?
8. Какие приборы применяются для определения основных параметров, характеризующих состояние микроклимата помещений?
9. В чем заключается санитарно-гигиеническое значение воды в перерабатывающей промышленности?
10. Каковы санитарно-гигиенические нормативы питьевой воды?
11. Какие вы знаете методы санитарно-гигиенической оценки воды?
12. Чем определяется выбор рационального процесса очистки воды?
13. Перечислите методы безреагентного разделения примесей 1 группы.
14. Какие примеси воды можно удалить методом коагуляции, в чем суть этого метода?
15. Какие вещества называются экстрагентами, для чего их используют в процессах водоподготовки?
16. Что такое "иониты", какова область их применения?
17. Какие существуют способы нейтрализации щелочных сточных вод?
18. Как удалить из воды ионы тяжелых металлов?
19. Как осуществляется санитарная охрана водоисточников?
20. Как определяются физические свойства воды?
21. Объясните принципы определения некоторых солей в воде?
22. О чем говорит наличие в воде некоторых солей (сульфаты, хлориды, нитраты, нитриты)?
23. Какое влияние могут оказывать недостаток или избыток солей в воде на организм человека и животных?
24. Какие вы знаете основные методы очистки и обеззараживания воды?
25. Каков механизм обеззараживающего действия хлорной извести?
26. Сущность понятий «хлорпотребность» и «хлорпоглощаемость воды»?
27. Как осуществляется дехлорирование воды?
28. Каковы физические, химические и биологические свойства почвы?
29. Опишите методы определения физических свойств почвы?
30. Какие процессы способствуют самоочищению почвы?
31. Что входит в понятие «санитарно-гигиеническая оценка почвы»?
32. Какие существуют мероприятия по охране почвы от загрязнений и методы оздоровления почв?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Докторова И.Н., Козлов В.В., Душкин В.В., Исаева Ю.В. Лабораторный практикум с методическими указаниями по зоогигиене. Ульяновск, ГСХА, 2005, 138 с.
2. Гринин А.С., Новиков В.Н. Экологическая безопасность. Учебн. пособие. - М., Гранд, 2000.
3. Гришин А.С., Новиков В.М. Экологическая безопасность: Учебное пособие. - М., Гранд, 2000.
4. Израэль Ю.А. Контроль окружающей среды. - М., Гидрометеиздат, 1990.
5. Илларионов А.И. Экологические основы природопользования. - М., «Экология и жизнь», 2002.
6. Колесников С.И. Основы экологии для инженеров. Учебное пособие. - Р/Д, Феникс, 2003.
7. Лапшев Н.Н. Расчет выпусков сточных вод. - М., Стройиздат, 1977.
8. Носков А.С., Пай З.П. Технологические методы защиты атмосферы от вредных выбросов на предприятиях энергетики. - Новосибирск, СОРАН, 1996.
9. Хван Т.А. Промышленная экология. – Рн/Д, «Феникс», 2003.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ИНСТРУКТАЖ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ В ЛАБОРАТОРИИ ПО ЭКОЛОГИИ.....	3
Тема 1. САНИТАРНО – ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДУХА.....	4
1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХА.....	4
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА.....	8
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ПОМЕЩЕНИИ.....	11
Тема 2. САНИТАРНО – ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДЫ.....	14
4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ.....	14
5. ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ ДЕХЛОРИРОВАНИЯ ВОДЫ.....	17
6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ pH И ДОЗЫ КОАГУЛЯНТА (ФЛОКУЛЯНТА) ПРИ ОТЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД.....	19
7. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.....	22
Тема 3. САНИТАРНО – ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ПОЧВЫ.....	25
8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО СОСТАВА И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ.....	25
9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВЕ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ.....	29
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	32
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	33

