

ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»
Кафедра разведения сельскохозяйственных животных и
зоогигиены имени академика П.Е. Ладана

Ф.И.О. обучающегося Саввин А.П.

Направление Ветеринария

Дисциплина Имена животных

Ф.И.О. рецензента Иванова И.В.

Оценка 5 (отлично) Дата 24.06.2018

Рецензия на курсовую работу

Тема курсовой работы: Физические,
химические и биологические свойства
природных вод" полностью раскрыта,
работа написана в соответствии с
методическими указаниями.

Расчетная часть выполнена без
ошибок, содержит красивые иллюстра-
ции. Работа заслуживает отличной
оценки.

Подпись рецензента

Иванов

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И
ОБРАЗОВАНИЯ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ветеринарной медицины
КАФЕДРА разведения и зоотехнии с/х м-х
СПЕЦИАЛЬНОСТЬ ветеринарный врач

КУРСОВАЯ РАБОТА

НА ТЕМУ: « Физические, химические и
биологические свойства природных
вод »

Выполнил студент 3 курса, группы 2Б Саввин М.П.
Фамилия, имя отчество

Принял доцент, кандидат с/х наук Иванова И.В.
Должность, звание Фамилия, имя, отчество

« 14 » 06. 2018 г.

Подпись

5(092)
Иванова

П.Персиановский 2018г.

Содержание:

1. Введение	3
2. Физические свойства природных вод	4
3. Химические свойства природных вод	10
4. Биологические свойства природных вод	17
5. Заключение	27
6. Библиографический список	28
7. Расчетная часть	29

Введение

Всё живое существо нашей планеты на $\frac{2}{3}$ состоит из воды. При отсутствии воды как растения так и животные погибают.

Содержание воды в организме зависит от вида, возраста, пола животных и типа питания. Так в организме собаки содержится около 65% воды, лошадей - 55%, крупного рогатого скота - около 60%, птиц - 80%. С возрастом содержание воды в организме уменьшается. В теле новорожденного теленка вода составляет 72%, в возрасте 1,5 лет - 61%, а в теле взрослого быка - 52%.

Животные чрезвычайно чувствительны к недостатку воды. Так при потере организмом 20% воды наступает смерть. При недостатке воды в организме нарушается деятельность всех его систем и органов, а кроме того, накапливаются продукты обмена, вызывающие интоксикацию. Вода имеет и большое санитарное значение. Она необходима для приготовления кормов, обработки молочной посуды, ухода за животными, мойки, побелки и дезинфекции помещений, для личной гигиены работников ферм. При оценке воды в животноводстве руководствуются ГОСТ Р 51232-98 (2001). Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества.

Питьевая вода в животноводстве должна быть безопасной в эпизоотическом отношении, безвредной по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства. Качество воды устанавливают на основании санитарно-топографического обследования водопоточника, определения физических свойств и данных лабораторного анализа воды.

Физические свойства природных вод

К физическим свойствам воды относят температуру, прозрачность, цвет и цветность, запах и вкус, мутность.

Температура воды влияет на состояние организма. Поение животных холодной водой predisполагает их к охлаждению, расстройству пищеварения, развитию ревматизма, служит частой причиной абортов, особенно у лошадей. Чем ниже температура воды, тем меньше потребляет её животное, а это ведёт к снижению удачи и прироста живой массы. Если животных поят тёплой водой (выше 20°C), то они становятся более восприимчивыми к простудным болезням. Тёплая вода не утоляет жажду, животные пьют такую воду неохотно, нередко наблюдают поносы, так как всасывается она медленно. Поэтому требуется следующая оптимальная температура воды для поения животных: телят - $14-16^{\circ}\text{C}$, остального поголовья крупного рогатого скота - $8-12^{\circ}\text{C}$, поросят - сосунов и отъёмочной - $16-20^{\circ}\text{C}$, взрослых свиней - $10-16^{\circ}\text{C}$, овец, лошадей - 10°C , бройлеров 7-8-недельного возраста - 23°C .

Температуру воды определяют термометром с делением $0,1^{\circ}\text{C}$. Используют ртутные, электрические термометры и термозаписи.

В течение года температура поверхностных источников колеблется в весьма широких пределах (для стран СНГ - от близкой к 0 до 25°C , а иногда и выше). Воды подземные, в особенности артезианские, имеют почти постоянную температуру в течение года - $8-12^{\circ}\text{C}$.

Прозрачность воды зависит от наличия в ней взвешенных минеральных или органических веществ, а также от количества растворённых двухвалентных солей, выпадающих при стоянии воды в осадок в виде карбонатов, нитратов. Хорошая питьевая вода должна быть

прозрачной, не имеющей взвешенных частиц. Определяют прозрачность методом сравнения: в одинаковые цилиндры наливают исследуемую и дистиллированную воду. Исследуемую воду оценивают как прозрачную, слабопрозрачную, слабопомутненную, слабомутную, мутную и сильномутную.

Международный стандарт ИСО 7027 описывает также полевой метод определения прозрачности воды с использованием специального диска, известного как диск Секки (рис.1). Этот метод благодаря своей простоте получил распространение в образовательных учреждениях. Диск Секки представляет собой диск, изготовленный из бронзы (или другого металла с большим удельным весом), покрашенный белой краской или белой краской и прикрепленный к цепи (спертино, нарастающему шнуру и т.п.). Диск обычно имеет диаметр 200 мм с шестью отверстиями, каждое диаметром 55 мм, расположенными по окружности диаметром 120 мм. При определении прозрачности с помощью диска его опускают в воду настолько, чтобы он был едва заметен. Измеряют максимальную длину погруженной цепи (шнура), при которой диск еще заметен. Измерения повторяют несколько раз, т.е. возможно меньшее влияние опрашивания света от водной поверхности. Для значений, меньших 1 м, результат приводят с точностью до 1 см; для значений больших, чем 1 м, - с точностью до 0,1 м. Данный метод удобен тем, что позволяет использовать для анализа мосты, намоённые над водой, деревья, обрывистые берега и др. В некоторых случаях анализ можно проводить и с берега, привязав шнур к длинной палке. Вода считается прозрачной, если диск виден на глубине не менее 60 см.

В лабораторных условиях прозрачность

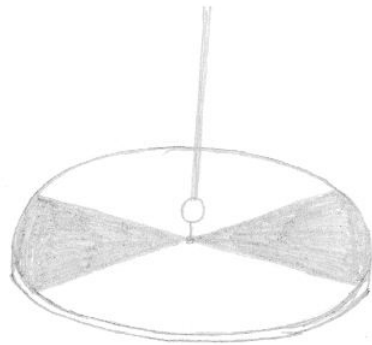


Рис. 1. Диск Секки

Воду определяют в специальном цимингре с плоским дном и крапом внизу. Цимингр имеет деления в сантиметрах. Цимингр наполняют исследуемой водой и по дну поднимают специальный прибор Селлена 1 (высота букв 2,5 см). Исследуемую воду постепенно сливают и смотрят через толщину воды на прибор, пока буквы прибора не станут хорошо видны.

При высоте столба 30 см и более вода считается прозрачной, при высоте от 20 до 30 см - слегка мутной, от 10 до 20 см - мутной. Вода с прозрачностью менее 10 см считается непригодной для питья без предварительного осветления.

Прозрачность воды можно определить и при помощи кольца (рис. 2.)

Это упрощенный и наиболее доступный метод. Заключается он в том, что из медной или железной проволоки сечением 1 мм, окрашенной лаком в черный цвет, делают кольцо диаметром 1,5 см. Длина проволоки с кольцом должна быть 45 см. Проволоку с кольцом опускают в исследуемую воду, наливную в цимингр, бутылку или другой прозрачный сосуд, на глубину, при которой контур кольца не виден. После этого кольцо медленно поднимают до тех пор, пока оно не станет видимым. Толщину (глубину) воды до кольца измеряют сантиметровой линейкой или лентой.

Цвет обуславливается присутствием в воде окиси железа, частиц ила, гуминовых

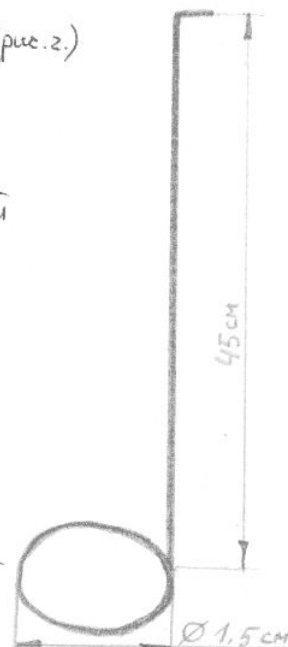


Рис. 2. Проволочное кольцо для определения прозрачности воды.

веществ (продуктов растительного происхождения - перелом), водорослей, а также различных стоками. Количественное выражение интенсивности цвета (в градусах) называется цветностью.

Цветность воды определяют фотометрическим путём сравнения проб испытуемой жидкости с растворами, имеющими цвет природной воды, или с дистиллированной водой.

Для проведения испытаний применяют следующую аппаратуру и материалы: фотозлектрокалориметр (ФЭК) с синим светофильтром ($\lambda = 413 \text{ нм}$) и кюветы с толщиной поглощающего свет слоя 5-10 см. В одну кювету наливают пробу воды, а в другую - дистиллированную воду. Результат определяют по формуле:

$$C = \frac{D}{0,08}, \text{ где } C - \text{цветность проб воды;}$$

D - оптическая плотность, найденная по ФЭК.

Вода не должна иметь запах. Небольшой запах свидетельствует о присутствии посторонних веществ. Например, в результате наличия органических веществ или при загрязнении источника сточными водами, навозной жижей и многой отмечают запах сероводорода и аммиака. Вода приобретает специфический запах также при попадании в неё нефти, бензина, фенола.

Для определения запаха 150-200 мл воды наливают в стеклянную колбу, предварительно нагретую воду. Интенсивность запаха, как правило, увеличивается с повышением температуры воды. Колбу закрывают пробкой, взбалтывают, после чего пробку оттирают и нюхают. Интенсивность запаха оценивают по ГОСТ 3351. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности. Запах определяют не позднее чем через 2 часа после отбора проб.

по пятибалльной шкале. При обнаружении запахов выясняют их происхождение: естественное или искусственное (фенолы, хлора, нитриты, сероводорода и т.д.).

Таблица 1. Органолептическая оценка воды.

Интенсивность	Характер проявления	Оценка интенсивности, баллов
Запах		
Нет	Запах не ощущается	0
Очень слабая	Запах не ощущается потребителем, но обнаруживается при лабораторном исследовании	1
Слабая	Запах замечается потребителем, если обратить на это внимание	2
Заметная	Запах легко замечается	3
Отчётливая	Запах обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от питья	4
Очень сильная	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к питью	5
Вкус		
Нет	Вкус и привкус не ощущаются	0
Очень слабая	Вкус и привкус не ощущаются потребителем, но обнаруживаются при лаб. исследовании	1
Слабая	Вкус и привкус замечаются	2
Заметная	Вкус и привкус легко замечаются и вызывают неодобрительный отзыв	3
Отчётливая	Вкус и привкус обращают на себя внимание и заставляют воздержаться от питья	4
Очень сильная	Вкус и привкус настолько сильный, что делают воду непригодной к употреблению	5

Вкус воды зависит от растворенных в ней солей. Хлориды, как правило, придают ей солоноватый, сульфаты - горьковатый, закисель железа, серно-кислая соль марганца - вяжущий вкус. Привкус может быть рыхлым, затхлым, глинистым. Хорошая вода имеет приятный освежающий вкус.

Вкус воды определяют при отсуствии подозрений на её загрязнённость (бактериальную или химическую). Органолептически определяют характер и интенсивность вкуса и привкуса. Вкус воды может быть кислый, солёный, горький, сладкий; привкус - железистый, хлорный, вяжущий, перлиный, рыхлый, целогодный и др. Вкус и привкус определяют только в чистой воде, за исключением воды открытых водоёмов и источников, сомнительных в санитарном отношении. В этом случае пробу воды кипятят и охлаждают до комнатной температуры, но в анализе это обязательно отмечают. Для определения вкуса и привкуса берут приблизительно 15 мл воды и выдерживают во рту несколько секунд. Глотать воду запрещается, так как она может быть источником заражения. Интенсивность вкуса и привкуса определяют и оценивают при температуре воды 20°C по пятибалльной шкале.

Мутность воды обуславливается наличием в ней различного рода механических примесей, находящихся во взвешенном состоянии: частицы песка, глина, мелких частиц органического происхождения, планктона, водорослей и др. Мутность обычно свойственна воде поверхностных источников и талым образам рек. Чем меньше размеры частиц грунта, тем большее количество несёт их река. Чем больше скорость течения, тем больших размеров частицы могут увлекаются водой. При определённой скорости течения воды частицы эти поддерживаются во взвешенном состоянии и придают воде

мутность.

Мутность воды определяют сразу после отбора проб фотометрическим путём сравнения проб исследуемой воды с дистиллированной водой.

Для проведения исследования применяют фотометр-калориметр с зелёным световым фильтром ($\lambda = 530 \text{ нм}$), кюветы с толщиной поглощающего слоя 50 или 100 мм. В одну кювету набирают исследуемую пробу, а во вторую - дистиллированную воду, служащую контрольной пробой.

Мутность (мг/дм^3) находят по градуировочному графику или рассчитывают по формуле:

$$C = \frac{D}{0,02 \cdot 0,58}, \text{ где } C - \text{мутность воды;}$$

D - оптическая плотность, найденная по РЭК.

Химические свойства природных вод

Химические свойства природных вод обуславливаются содержанием в них различных химических веществ. Важнейшие показатели химических свойств воды - наличие сухого остатка, жесткость, цветность, амбиумная реакция, содержание хлоридов, сульфатов, соединений железа, марганца, меди и др.

Сухой остаток характеризует общее содержание в воде органических и неорганических веществ, исключая газы. Он определяется как остаток от выпаривания известного объема перемешанной пробой воды, высушенной при 110°C до постоянной массы. Согласно нормативам, сухой остаток допускается в пределах, не превышающих 1000 мг/л воды. Различают также прокаленный остаток, который характеризует наличие в воде неорганических веществ. Измеряется сухой остаток в мг/л .

Жёсткость воды определяется наличием образцов содержанием углекислых, хлористых, серно-кислых, фосфорно-кислых, азотно-кислых солей кальция и магния. Различают жёсткость общую, устранимую (карбонатную) и постоянную (сульфатную). Общая жёсткость - это суммарное количество солей кальция и магния в воде (мг-экв/л). Устранимая жёсткость - это количество солей кальция и магния, которые выпадают в виде рыхлого осадка при кипячении воды в течение 1 часа. Постоянную жёсткость образуют все соли кальция и магния, остающиеся растворёнными в воде после её кипячения.

Жёсткость воды выражается в миллиграмм-эквивалентах растворённых солей кальция и магния в 1 л (1 мг-экв/л жёсткости соответствует 20,04 мг кальция или 12,16 мг магния). Согласно ГОСТ 2874-82, общая жёсткость питьевой воды составляет 7 мг-экв/л, предельно допустимая - 10 мг-экв/л. Для питья жёстких допустимо использовать воду с жёсткостью (мг-экв/л): для крупного рогатого скота - 10-18, овец - 20-25, свиней - 8-14, лошадей - 10-15.

Жёсткость воды можно также выразить в градусах. Один градус жёсткости соответствует содержанию 10 мг CaO в 1 л воды (1 мг-экв/л = 2,8° жёсткости).

Для определения жёсткости воды доступными методами используют следующие реактивы и посуду: 0,1N раствор HCl , целочную смесь, состоящую из равных частей 0,1N раствора Na_2CO_3 и 0,1N раствора NaOH , 0,2%-й раствор метилроута, мерные пипетки на 2,5, 10 мл, конические колбы емкостью 150-250 мл, мерный цилиндр или мензурку на 100 мл.

* Определение устранимой (карбонатной) жёсткости.

В колбу наливают 100 мл исследуемой воды, прибавляют 2 капли метилроута и титруют 0,1N раствором HCl до появления слабо-розового окрашивания. Работу проводят по формуле:

$$X = \frac{a \cdot 0,1 \cdot 100}{V}, \text{ где } X - \text{карбонатная жёсткость воды, мг-экв/л;}$$

a - количество 0,1N раствора HCl , израсходованной на титрование, мл;
 $0,1$ - норм HCl ;
 V - объём исследуемой воды, мл.

* Определение общей жёсткости воды

В ту же колбу с водой, уже оттитрованной, добавляют 20 мл целочной смеси (равных частей 0,1N раствора Na_2CO_3 и 0,1N NaOH) и кипятят 3 мин. Микроскоп охлаждают, перемешивают в мерный цилиндр (или колбу на 200 мл), доводят дистиллированной водой до объёма 200 мл, перемешивают и фильтруют.

В колбу наливают 100 мл фильтрата, добавляют 2 капли индикатора метилронола и титруют 0,1N соляной кислотой до слабо-розового окрашивания. Расчёт проводят по формуле:

$$X = 20 - (a \cdot 2), \text{ где } X - \text{общая жёсткость, мг-экв/л;}$$

20 - кол-во целочной смеси, мл;
 a - кол-во 0,1N р-ра HCl , израсходованного на титрование, мл;
 2 - множитель, поскольку для титрования было взято только 100 мл воды.

* Постоянная жёсткость представляет собой разность между общей и карбонатной жёсткостью.

Целочность воды обуславливается присутствием в ней бикарбонатов, карбонатов, гидратов, солей других слабых кислот. В зависимости от содержания указанных соединений различают целочность бикарбонатную, карбонатную и т.д. Измеряется целочность в мг-экв/л.

Активная реакция выражает степень кислотности и щелочности воды, характеризуется концентрацией в воде водородных ионов. Обозначается буквами "рН" (потенциал водорода) и составляет для нейтральной реакции $\text{pH} = 7$, для кислой

реакции $\text{pH} < 7$, для щелочной реакции $\text{pH} > 7$.

В полевых условиях реакцию воды определяют по изменению цвета красной и синей лакмусовой бумажки. Посинение красной свидетельствует о щелочной реакции ($\text{pH} > 7$), покраснение синей — о кислой ($\text{pH} < 7$). Для определения pH воды от 2,0 до 10,0 можно использовать универсальный индикатор в форме порошка, раствора или пропитанные индикатором бумажные полоски.

Для приготовления индикатора берут 50 мл абсолютного спирта, в котором растворяют 0,01 г фенолфталеина, 0,02 г — метилроута, 0,03 г — диметиламинобензола, 0,04 г — бромимидола и 0,05 г пимидола. Затем в тирюость добавляют 0,1 Н раствор NaOH до ясного зелёного окрашивания (от капли до 1 мл).

Для определения pH 2 мл исследуемой воды наливают в фарфоровую чашку и добавляют две капли универсального индикатора. В зависимости от pH воды она приобретает разный цвет: при $\text{pH} = 2$ — красной, при $\text{pH} = 4$ — оранжевой, при $\text{pH} = 6$ — жёлтой, при $\text{pH} = 8$ — зелёной, при $\text{pH} = 10$ — синей. Согласно ГОСТ Р 51232-98 (2002), pH воды должна быть в пределах 6,0 - 9,0.

В лабораторных условиях реакцию воды определяют при помощи лабораторного pH -метра HANNA instruments HI2210. Данный прибор снабжён большим, легко читаемым жидкокристаллическим дисплеем, на котором одновременно отображаются значения температуры и pH . Дисплей также имеет ряд графических символов, облегчающих работу с прибором.

Хлориды и серьфаты присутствуют почти во всех природных водах, чаще всего в виде кальциевых, магниевых и натриевых солей. Хлориды могут свидетельствовать о косвенном загрязнении воды органическими отходами животноводства.

Качественное определение хлоридов основано на осаждении хлоридов азотно-йодистым серебром. В пробирку наливают 5 мл исследуемой воды, подливают 2-3 капли азотной кислоты (исходя из реакции углекислого и фосфорнокислого солей). Прибавляют 3 капли 10%-го раствора азотно-йодистого серебра и определяют степень помутнения воды. Образование слабой белой муты (хлопьев) указывает на то, что в исследуемой воде около 1-10 мг/л хлоридов, сильной муты - 10-15, медленно осаждающихся крупных хлопьев - 50-100, белого творожистого осадка - более 100 мг/л.

Количественное определение хлоридов основано на их осаждении нитрованием раствором азотно-йодистого серебра, тем количеством связывает тем хлоридов. В 2 пробирки наливают по 100 мл исследуемой воды, прибавляют по 15 капель индикатора хромового-йодистого калия. Воду в одной из пробирок нитруют раствором азотно-йодистого серебра до перехода желтого цвета в оранжево-бурый. При нитровании обе пробирки ставят рядом и постепенно сравнивают окраску. Записывают расход азотно-йодистого серебра и делают расчет по формуле:

$$X = A \cdot 10, \text{ где } X - \text{кол-во хлора, мг/л;}$$

A - кол-во азотно-йодистого
серебра, израсходованного
на нитрование 100 мл
исследуемой воды, мл;
10 - множитель для приведе-
ния объема к 1 л.

В питьевой воде по ГОСТ 2874-82 содержание хлоридов допускается до 350 мг/л.

Сульфаты могут быть косвенным показателем загрязнения водоемов промышленными стоками водоемы.

Качественное определение сульфатов основано на учете степени помутнения воды от сульфата, образующегося при взаимодействии сульфат-иона с хлоридом бария. Так, в

пробирку наливают 5 мл исследуемой воды, подкисляют 2 каплями 10%-го раствора HCl , прибавляют 5 капель 5%-го раствора хромовой бария (10 г BaCl_2 растворяют в 200 мл дистиллированной воды, нагревая до кипения).

При наличии сульфатов появляется белая муть из нерастворимого в кислотах серно-кислого бария (BaSO_4), по которой определяют приблизительное содержание сульфатов в воде. При этом руководствуются следующим показателем: слабая муть, появляющаяся через 1-2 мин, указывает на содержание сульфатов от 1 до 10 мг/л; слабая муть, появляющаяся сразу, от 10 до 100 мг/л; сильное помутнение - 100-500 мг/л; появление осадка на дне пробирки - более 500 мг/л сульфатов.

Согласно ГОСТ 2874-82, содержание сульфатов в питьевой воде не должно превышать 500 мг/л.

Эти содержания вещества являются показателем загрязнения воды сельскохозяйственными и промышленными стоками. Аммиак, нитриты и нитраты образуются в воде в результате разложения органических веществ под влиянием аммонифицирующих и нитрифицирующих микроорганизмов. Аммиак как начальная продукт разложения указывает на свежее загрязнение воды. Обнаружение нитритов свидетельствует о том, что процесс разложения продолжается. Вода и корма, приготовленные на такой воде, могут стать причиной отравления животных.

* Качественное определение аммиака

В пробирку наливают 10 мл исследуемой воды, прибавляют 2-3 капли реактива Неслера. При наличии в воде аммиака или его солей вода окрашивается в желтый или оранжевый цвет. На основании качественного определения можно дать количественную характеристику. В воде допускаются лишь

следов аммиака ($0,1 \text{ мг/л}$).

* Определение нитритов

Метод основан на образовании ярко-окрашенных азотистых соединений при взаимодействии в кислой среде нитратов с реактивом Грисса.

В пробирку наливают 10 мл исследуемой воды, прибавляют 1 мл реактива Грисса. Затем пробирку нагревают на водяной бане в течение 5-10 мин при $70-80^\circ\text{C}$. Появление розовой окраски различной интенсивности свидетельствует о наличии в воде нитритов. По интенсивности окрасившейся воды можно приблизительно определить количество нитритов.

В воде допустимое лишь содержание следов нитритов ($0,002-0,003 \text{ мг/л}$).

* Определение нитратов.

Приблизительный метод количественного определения нитратов основан на том, что азотно-кислотная смесь переводится раствором фенола в серой кислоте в нитреновую кислоту, которая при добавлении аммиака переходит в нитрат аммония белого цвета.

В пробирку наливают 10 мл исследуемой воды, добавляют 1 мл азотно-фенольного реактива и 1 мл серой кислоты. Затем наклонив пробирку, добавляют 1 мл аммиака на поверхность воды. Контролем служит пробирка с дистиллированной водой. Пробирки взбалтывают, через 20 мин определяют содержание нитратов по таблице.

По ГОСТ Р 51232-98 (2002), в питьевой воде нитратов должно содержаться не более 45 мг/л .

Биологические свойства природных вод

Вода представляет собой благоприятную среду для существования и размножения микроорганизмов. Содержание микроорганизмов и разнообразие их видов зависит от количества в воде доступных для питания микроорганизмов органических и минеральных веществ, а также от процентного содержания в воде кислорода, попадающего в воду солнечного света, от температур воды и других факторов. В связи с этим в воде могут находиться самые разные по типу питания и потребностям энергии микроорганизмы — как сапрофитные, так и паразитные.

При оценке качества воды для использования её в дальнейшем в качестве питьевой учитываются такие биологические показатели, как наличие дождевых отношений (навоза и твёрдые частицы, осевшие на дно водного объекта), фитопланктона, зоопланктона, макрофитов, водорослей. Вода исследуется также на наличие водных сапрофитных микроорганизмов (гетеротрофные микроорганизмы, использующие для питания органические вещества, в том числе продукты жизнедеятельности и останки организмов).

Содержание микроорганизмов в воде будет различным, если взять пробы на глубине и с поверхности, рядом с берегом или вдаль от него. Содержание микроорганизмов связано и с тем, насколько быстро течёт вода или водоём содержит стоячую воду. На присутствие микроорганизмов в воде влияют близость населённых пунктов, промышленных и животноводческих предприятий, степень загрязнённости различными отходами, время года и многие другие факторы.

Микроорганизмы содержатся в водах озёр, рек, морей и океанов, а также болот, искусственных водоёмов и даже в больших

лутах, длительно остающихся после дождя. В зависимости от того, каковы является микробиоценоз воды, его делят на постоянный, свойственный конкретному водоёму, и временный, или случайный, возникший под влиянием изменившихся условий, в основном из-за поступления из внешней среды. В первом случае микроорганизмы относятся к аутохтонной микробиоте (микрорпоре) воды, во втором - к аллохтонной. В воде находится не только микроорганизмы, но и многочисленные простейшие, водоросли, раки и др. Гидросфера водоёмов представляет собой сложное взаимоотношение биоценозов: на поверхности воды развивается планктон, в толще воды - планктон, а на дне - бентос.

Степень обсеменённости воды микроорганизмами характеризуется понятием сапробность. По содержанию в воде микробиоценозов её делят на три зоны:

1. Сильнозагрязнённая зона воды, содержащая большое количество микроорганизмов (в 1 мл воды оно может достигать нескольких миллионов). Такое развитие микроорганизмов связано с наличием в воде легкоразлагающихся и легкоусвояемых микроорганизмами веществ. Здесь почти отсутствует кислород, т.к. он быстро используется аэробными микроорганизмами, и дальнейшее разложение органических веществ происходит в анаэробных условиях. При этом образуется метан, сероводород, меркаптан, а от воды исходит неприятный запах. Зона носит название полисапробная.

2. Зона со средней степенью загрязнённости, с меньшим содержанием органического вещества, в которой интенсивнее происходит минерализация, а также процессы окисления и нитрификации. Количество микроорганизмов в 1 мл такой воды не превышает 100 тыс. Зона носит название мезосапробная.

3. Зона с немногочисленным количеством микроорганизмов (в 1 мл воды содержится

десяти или сотни микробных клеток) свидетельствует о том, что её органические вещества минерализованы. Такая зона носит название олимносаробная.

В естественных условиях происходит в ней или иной степени процесс самоочищения воды. Тем не менее в воде могут оставаться и длительно сохраняться не только сапрофитные, но и патогенные микроорганизмы. Особую опасность представляют собой случаи, когда вода разливает находящиеся неравномерно захороненные тивонные, погибшие от интоксикаций, возбудители которых попадают затем в водоемы. В воду вместе со стоками от населенных пунктов, болот, тивонноводоемных ферм могут попасть патогенные микроорганизмы, представляющие собой опасность для здоровья. При этом источниками патогенных микроорганизмов могут быть как люди, так и тивонные.

Поскольку вода используется непосредственно человеком, а также для кормления тивонных, для бытовых и хозяйственных нужд, она должна подвергаться очистке с целью предотвращения возможного распространения возбудителей различных заболеваний, вызванных бактериями, грибами, вирусами, простейшими. Через воду передаются такие заболевания, как холера, брюшная тиф, паратифы, дизентерия, тулярия, лептоспироз, кампилобактериоз, колибактериоз-заболевания, вызываемые энтеропатогенными кишечными палочками. Многие, но все же определенное значение имеет водный путь передачи для таких заболеваний, как брюшной гепатит А и Е, полиомиелит. Длительно сохраняющиеся в воде имеют споры сибирской язвы (в воде копытцев - до 10 лет). Водным путем могут передаваться паразитарные заболевания - амёбиаз (амёбная дизентерия, вызываемая *Entamoeba histolytica*), млябиаз, причиной которого служит тивонноноситель *Campylia intestinalis*, балантидиоз, вызываемый инфузорией *Balantidium coli*, криптоспориоз-заболевание

возможных заболеваний, вызываемое простейшими рода *Cryptosporidium*, а также различные заболевания, вызываемые гельминтами. Экспериментом ВОЗ установлено, что 80% всех болезней в мире связано с неудовлетворительным качеством питьевой воды и нарушением санитарно-гигиенических норм водоснабжения.

Санитарный контроль качества воды — многоуровневый процесс, который начинается с выбора и мониторинга источника водоснабжения, подготовки воды до обеззараживания и отведения использованной воды в приёмник сточных вод.

Санитарно-микробиологическая оценка качества воды подразумевает определение совокупности санитарных показателей — критериев, отражающих соответствие или несоответствие санитарного состояния исследуемого водного объекта требованиям нормативных документов. В РФ впервые введен (дата введения 2003-07-01) ГОСТ Р 51871-2002. «Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методу её определения». Настоящий стандарт распространяется на устройства для доочистки (дообеззараживания) воды централизованных систем и нецентрализованного питьевого водоснабжения, а также очистки (обеззараживания) воды поверхностных и подземных источников водоснабжения, для которых суммарный объём очищаемой воды не выше $5 \text{ м}^3/\text{сут}$. Настоящий стандарт устанавливает общие требования к эффективности водоочистных устройств и методу её определения.

Оценка санитарно-гигиенического состояния воды проводится в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». Безопасность воды с точки зрения микробиологических и паразитологических показателей определяется по следующим показателям: общее

микробное число, общие колиформные бактерии, термотолерантные колиформные бактерии, колифаги, споры сульфитредуцирующих клостридий, число ямбрий по нормативам, приведен в таблице:

Микробиологические и паразитологические показатели питьевой воды (табл.2)

Показатели	Единицы измерения	Нормативы
Термотолерантные колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл ¹	Отсутствие
Общие колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл ¹	Отсутствие
Общее микробное число ²	Число образующих колонии бактерий в 1 мл	Не более 50
Колифаги ³	Число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл	Отсутствие
Споры сульфитредуцирующих клостридий	Число спор в 20 мл	Отсутствие
Число ямбрий ³	Число цист в 50 мл	Отсутствие

¹ При определении проводится прекращающее исследование по 100 мл отобранной пробы воды.

² Тревожные нормативы не допускаются в 95% проб, отбираемых в точках водоразбора наружной и внутренней водопроводной сети в течение 12 месяцев при количестве исследуемых проб, не менее 100 за год.

Определение проводится только в системах водоснабжения из поверхностных источников перед подачей воды в распределительную сеть.

³ Определение проводится при оценке эффективности технологии обработки воды.

При исследовании микробиологических показателей качества питьевой воды в каждой пробе проводится определение термотолерантных колиформных бактерий, общих колиформных бактерий, общего микробного числа и

колиформов. При обнаружении в пробе питьевой воды термотолерантных колиформных бактерий, и (или) общих колиформных бактерий, и (или) колиформ проводится их определение в повторно взятых в экстренном порядке пробах воды. В таких случаях для выявления причин загрязнения одновременно проводится определение фосфора, азота аммонийного, нитратов и нитритов.

При обнаружении в повторно взятых пробах воды общих колиформных бактерий в количестве более 2 в 100 мл, и (или) термотолерантных колиформных бактерий, и (или) колиформ проводится исследование проб воды для определения патогенных бактерий кишечной группы и (или) энтеровирусов.

Одним из критериев санитарно-гигиенического состояния воды является общее микробное число (ОМЧ), которое расценивается как показатель интенсивности загрязнения воды органическими веществами. ОМЧ - общее число мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, способных образовывать колонии на питательном агаре при температуре 37°C в течение 24 ч, видимые с увеличением в 2 раза. Наряду с инкубацией при температуре 37°C используют инкубацию посевов при температуре $20-22^{\circ}\text{C}$ в течение 72 ч для учета сапрофитных водных организмов. Общее количество бактерий определяют в пересчете на число колоний, выросших при посеве 1 мл воды. В настоящее время ОМЧ, выраженное в количестве КОЕ (колонии образующих единиц), или СФУ по-английски, согласно рекомендации ВОЗ, должно быть равно нулю; по американским стандартам (USEPA) ОМЧ может равняться 500; по европейским стандартам (ЕС) ОМЧ может быть 10 (при 22°C) и 100 (37°C). СанПиН допускает ОМЧ на уровне 50.

Так как разнообразие бактерий, вирусов и простейших, которые могут быть обнаружены в воде, очень велико, то специфические тесты

на отдельные патогенные организмы для анализа микробиологического качества воды не применяются. С практической точки зрения гораздо важнее часто и быстро производить один общий тест, тем реже, но целую серию специфических тестов по отдельным патогенным организмам. Такой принцип предполагает поиск индикаторных организмов, наблюдение за которыми позволяет контролировать микробиологическое загрязнение воды.

Микроорганизмы-индикаторы делятся на три группы. Первая группа: индикаторы фекального загрязнения, являющиеся обитателями кишечника человека и животных - *E. coli* и родственные ей бактерии группы кишечной палочки, энтерококки, протей, сальмонеллы, перифериллы, *Clostridium perfringens*, бактериофаги, дрожжи рода *Candida*. Вторая группа: индикаторы орального загрязнения, являющиеся обитателями верхних дыхательных путей и носоглотки - гемолитические стрептококки (*Streptococcus pyogenes*) и золотистые стафилококки (*Staphylococcus aureus*). Третья группа: индикаторы процесса самоочищения - обитатели природных вод и сред - аммонифицирующие и нитрифицирующие микроорганизмы, грибы, актиномицеты, синезеленые водоросли. Когда исследуется вода, то речь идет о первой и третьей группах индикаторных организмов.

Санитарно-показательные микроорганизмы (СПМ) - главные «индикаторные» микроорганизмы, свидетельствующие о возможном фекальном загрязнении и потенциальной опасности присутствия в воде возбудителей инфекционных заболеваний.

Так как микробиологическое загрязнение воды происходит в большинстве случаев за счет фекальных стоков вод, то в качестве индикаторных организмов используют микроорганизмы, содержащиеся в фекальных выделениях человека и животных. К числу этих микроорганизмов

относят фекальные стрептококки, колиформные бактерии и сульфитредуцирующие клостридии. Все эти микроорганизмы относительно легко выделяются и идентифицируются, поэтому могут служить надежными индикаторами фекального загрязнения воды.

Эти три группы бактерий способны выживать в воде на протяжении разных периодов времени. Фекальные стрептококки способны выживать в воде непродолжительное время, поэтому их присутствие свидетельствует о недавнем загрязнении. Колиформные бактерии способны выживать в воде в течение нескольких недель и их наиболее легко идентифицировать, что обусловило их повсеместное применение в качестве основного индикаторного организма.

Однако существует целый ряд микроорганизмов, более устойчивых к дезинфекции (хлорированию, облучению ультрафиолетовым светом и т.п.). При обоснованном подозрении на их наличие в воде отсутствие фекальных стрептококков и колиформных бактерий не является гарантией бактериологической безопасности воды. В этом случае применяют такие индикаторные организмы, как сульфитредуцирующие клостридии, которые могут существовать в воде гораздо большее время. С одной стороны, их наличие в воде (при отсутствии фекальных стрептококков или колиформных бактерий) свидетельствует о достаточно давнем загрязнении. Поэтому тест на клостридии особенно полезен при проверке воды из открытых водоемов или резервуаров. С другой стороны, наличие в воде сульфитредуцирующих клостридий позволяет судить о вероятности нахождения в воде организмов, устойчивых к обеззараживанию (некоторые простейшие, например *Giardia* и *Cryptosporidium*). Особенно устойчивы к внешним факторам спора сульфитредуцирующих клостридий, что и позволяет использовать их в качестве индикаторного организма. Для более точной индикации наличия в воде

простейших в России применяют также и в качестве индикаторного организма для энтеровирусов (кишечных вирусов человека) используя копии. Наличие копиров (т.е. вирусов кишечной палочки), с большой вероятностью указывает на возможность сохранения в воде и других вирусах, в частности, энтеровирусов.

Первым микроорганизмом, который был предложен в 1888 г. для определения санитарного благополучия воды, являлась *Escherichia coli*; затем, по мере развития методов исследования, добавились другие, близкие к ней копировидные бактерии. ГОСТ Р 52426-2005. «Вода питьевая. Обнаружение и качественный учет *E. coli* и копировидных бактерий. Часть 1. Метод мембранной фильтрации определяет метод контроля и учета конкретных микроорганизмов в воде, предназначенной для питья».

Escherichia coli - индикаторная группа бактерий, включающая в себя преимущественно *E. coli* и указывающая на фекальное загрязнение воды. *E. coli* - аэробные и факультативно-анаэробные термоустойчивые копировидные бактерии, которые ферментируют лактозу или маннитол при температуре 44°C в течение 24 ч с образованием кислоты и газа, а также производят индол из триптофана. *E. coli* обладают свойством давать положительную реакцию в тесте с метиловым красным и могут декарбонизировать L-глутаминовую кислоту, но не обладают свойством образовывать ацилметилкарбиол, использовать цитрат в качестве единственного источника углерода или расти в бульоне с циаидом калия.

Общие копировидные бактерии - индикаторная группа бактерий, указывающая на возможное фекальное загрязнение воды. Грамотрицательные, оксидазоотрицательные, не образующие спор палочки, способные расти на дифференциальных лактозных средах, ферменти-

рующих лактозу до кислоты, альдегида и газа при температуре 37°C в течение 24-48 ч. Дополнительная характеристика: кокидропные бактерии способны расти в аэробных и факультативно-анаэробных условиях в присутствии солей желчи (или других поверхностно-активных веществ со сходными ростингибирующими свойствами).

Термотолерантные кокидропные бактерии - индикаторная группа бактерий, указывающая на фекальное загрязнение воды. Термотолерантные кокидропы обладают признаками общих кокидропных бактерий, а также способны ферментировать лактозу до кислоты, альдегида и газа при температуре 44°C в течение 24 ч.

Фекальные стрептококки - индикаторная группа фекальных стрептококков включает в себя виды энтерококков, имеющих антиген группы D. Обнаружение фекальных стрептококков в воде, даже в отсутствии E. coli , указывает на фекальное загрязнение воды. Грамположительные, каталазоотрицательные коккообразные коки, располагающиеся парами или в цепочках, способны расти на питательных средах с азидом натрия.

Сильфитредуцирующие клостридии - широко распространены в почве, поверхностных и стоячих водах, часто встречаются в фекалиях. Спорообразующие анаэробные палочковидные бактерии, редуцирующие сульфит до сульфатов. Споры сильфитредуцирующих клостридий, являясь более устойчивыми по сравнению с вегетативными формами бактерий и воздействию неблагоприятных физических и химических факторов, используются как индикатор качества обработки при подготовке питьевой воды.

Колифаги - бактериальные вирусы, способны лизировать E. coli и ферментировать при температуре 37°C через 18-24 ч зонг лизиса на питательном агаре. Благодаря сходству

с кишечными вирусами и большой устойчивости по сравнению с индикаторными культурами бактерией их рассматривают как показатель возможного вирусного загрязнения воды.

Цисты лямблий – временная форма существования, обеспечивающая их выживание во внешней среде, переход от одного организма-хозяина к другому.

Исследование питьевой воды на наличие патогенных бактерий кишечной группы и энтеровирусов проводится также по эпидемиологическим показаниям по решению центра государственного надзора.

Исследование воды на наличие патогенных микроорганизмов

- посоветуй, -
- В.В. Киселев.
- 2) Кузнецов, А.Ф. Тишина А.В. - 11/10.
- животных: справ. А.Ф. Кузнецов.
- 3) Кузнецов, А.Ф. Трапезников по зоогигиене / А.Ф. Кузнецов, А.А. Шуканов, В.И. Балашихин. - М.: Колос, 1999.
- 4) Оводов, В.С. Санитарно-гигиеническое водоснабжение и водоснабжение / В.С. Оводов. - М.: Колос, 1984.
- 5) Караимдинов, И.А. Санитарно-гигиеническое водоснабжение / И.А. Караимдинов. - М.: Агропромиздат, 1986.
- 6) Татимбаев, Л.Е. Санитарно-гигиеническое водоснабжение / Л.Е. Татимбаев, В.С. Усенко, Т.И. Николаев. - М.: Агропромиздат, 1992.
- 7) Апенсеев, Л.С. Улучшение качества питьевых вод / Л.С. Апенсеев. - М.: Стройиздат, 1994.
- 8) Крестов, Т.А. От кристалла и раствора / Т.А. Крестов. - Л.: Химия, 2001.
- 9) Хотеева, З.И. Особенности накопления ионов тяжелых металлов в воде, доиных отложениях и биотехнологии Терислов сор. оз. Байнак / З.И. Хотеева. - Улан-Удэ, 2005.
- 10) Белов, С.В. Охрана окружающей среды / С.В. Белов. - М.: Высшая школа, 2006. - 319 с.

отбросами сельскохозяйственных предприятий (остатки кормов, неправильная организация хранения навоза и т.д.).

Основа санитарного благополучия животноводческих ферм и фермерских хозяйств заключается в организации правильного водоснабжения и использования доброкачественной воды. Продуктивность и здоровье сельскохозяйственных животных и птицы зависит не только от условий содержания, уровня кормления, но и от хорошей организации водоснабжения на фермах и пастбищах и поением животных доброкачественной водой, отвечающей всем требованиям ГОСТ.

Библиографический список

- 1) Кочин, И.И. Практикум по зоогигиене: учеб. пособие / И.И. Кочин, П.Н. Виноградов, Л.А. Волникова, В.В. Кестеров. - СПб.: Лань, 2012. - 416 с.
- 2) Кузнецов, А.Ф. Гигиена сельскохозяйственных животных: справ. / А.Ф. Кузнецов. - СПб.: Колос, 2002.
- 3) Кузнецов, А.Ф. Практикум по зоогигиене / А.Ф. Кузнецов, А.А. Шуланов, В.И. Балашин. - М.: Колос, 1999.
- 4) Оводов, В.С. Сельскохозяйственное водоснабжение и отведение / В.С. Оводов. - М.: Колос, 1984.
- 5) Карамыров, И.А. Сельскохозяйственное водоснабжение / И.А. Карамыров. - М.: Агропромиздат, 1986.
- 6) Татибаев, Л.Е. Сельскохозяйственное водоснабжение / Л.Е. Татибаев, В.С. Усенко, Т.И. Ишопаров. - М.: Агропромиздат, 1992.
- 7) Анисеев, Л.С. Улучшение качества мягкой воды / Л.С. Анисеев. - М.: Стройиздат, 1994.
- 8) Крестов, Т.А. От кристалла к раствору / Т.А. Крестов. - Л.: Химия, 2001.
- 9) Хомеева, З.И. Особенности накопления ионов тяжелых металлов в воде, дождевых осадках и биопленках / З.И. Хомеева. - Улан-Удэ, 2005.
- 10) Белов, С.В. Охрана окружающей среды / С.В. Белов. - М.: Высшая школа, 2006. - 319 с.

Расчётная часть

I Расчёт потребности в воде.

Задача: рассчитать потребность фермы в воде, если на ферме содержится 1200 голов свиней на откорме. Размеры животноводческого помещения: ширина - 18 м;

длина - 102 м;

высота у стен - 3 м;

высота в центре - 6 м.

Определение потребности воды на животноводческой ферме - весьма ответственный момент, т.к. полученные данные используют в качестве исходных для выбора водопроводных сооружений и оборудования.

Под нормой потребления принято считать количество воды, которое в среднем расходуется потребителем в течение суток. Среднесуточный расход воды определяется по формуле:

$$Q_{\text{ср.сут.}} = n_1 g_1 + n_2 g_2 + n_3 g_3 + \dots + n_m g_m,$$

где $Q_{\text{ср.сут.}}$ - средний суточный расход воды;

n_1, n_2, n_m - число потребителей каждого вида;

g_1, g_2, g_m - средняя суточная норма потребления воды отдельными потребителями.

$$Q_{\text{ср.сут.}} = 1200 \cdot 15 = 18000 \text{ л/сут.}$$

Однако потребление воды на ферме может быть неодинаковым. Суточное колебание расхода воды зависит от сезона года, от времени суток (ночью вода расходуется меньше, чем днём).

Максимальный суточный расход воды находят по формуле:

$$Q_{\text{макс.сут.}} = Q_{\text{ср.сут.}} \cdot K_{\text{сут.}}$$

где $Q_{\text{макс.сут.}}$ - максимальный суточный расход воды

K - коэффициент суточной неравномерности:

для животноводческого сектора составл. 1,3.

$$Q_{\text{макс.сут.}} = 18000 \cdot 1,3 = 23400 \text{ л/сут.}$$

Водопотребление в среднем за сутки так:

$$Q_{\text{ср.час}} = \frac{Q_{\text{макс.сут.}}}{24} \Rightarrow Q_{\text{ср.час}} = \frac{23400}{24} = 975 \text{ л/ч.}$$

Максимальной часовой расход определяют с учётом коэффициента неравномерности ($K_z = 2,5$ при наличии автомоек и $K_z = 4$ без автомоек).

$$Q_{\text{макс. час.}} = Q_{\text{ср. час.}} \cdot K_z$$

$$Q_{\text{макс. час.}} = 975 \cdot 2,5 = 2437,5 \text{ л/с}$$

На животноводческих фермах, как правило, хозяйственно-питьевые водопроводы объединяют с противопожарными. Количество воды рассчитывается в зависимости от продолжительности пожара, который равен в среднем 3 часа. В течение всего этого времени должна быть обеспечена подача необходимого количества воды.

Рассчитываем объём животноводческого помещения:

$$V = 3 \cdot 18 \cdot 102 + \frac{18 \cdot 3}{2} \cdot 102 = 8262 \text{ м}^3$$

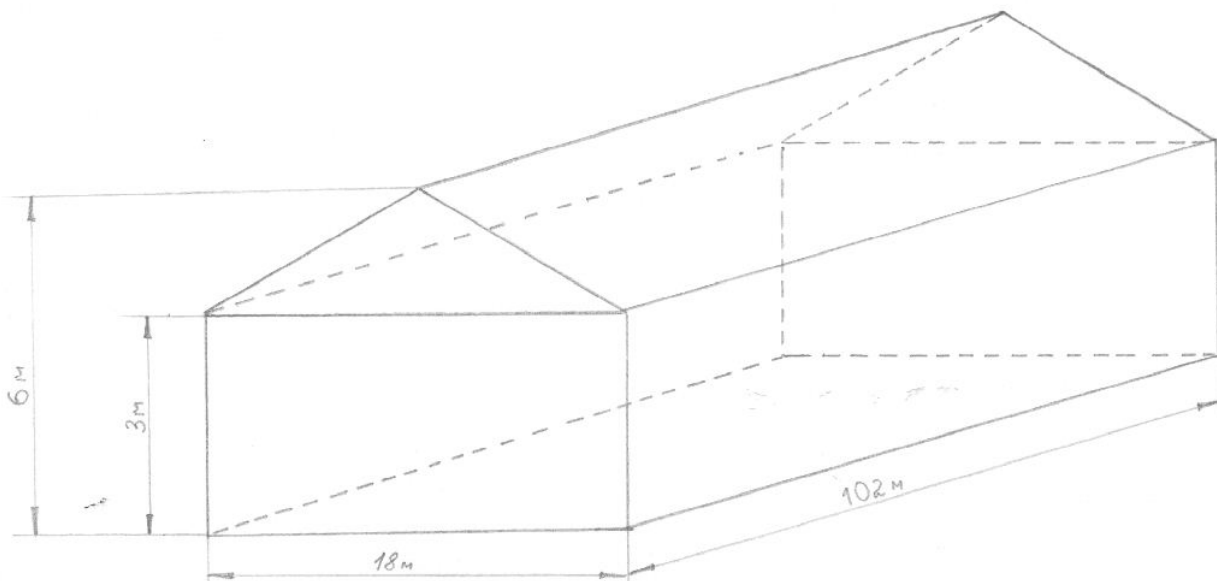


Схема: Животноводческое помещение

Средняя продолжительность пожара - $3 \text{ ч} = 10800 \text{ с}$.

Расход воды на наружное тушение пожара через гидранты на один пожар для зданий объёмом от 3 до 5 тыс. м^3 принимают от 10 до 20 л/с .

Составляем пропорцию:

$$\begin{array}{l} 20 \text{ л/с} - 5000 \text{ м}^3 \\ x \text{ л/с} - 8262 \text{ м}^3 \end{array} \Rightarrow x = \frac{20 \cdot 8262}{5000} = 33 \text{ л/с}$$

Рассчитываем расход воды на тушение всего пожара:

$$10800 \cdot 33 = 356400 \text{ л} = 356,4 \text{ м}^3$$

Такой большой объём воды нужно хранить в специальных резервуарах (например, водонапорная башня) и после пожара восстанавливать запас в течение 24 ч.

II Расчет вентиляции.

Задача: рассчитать необходимый воздухообмен в животноводческом помещении, если это свиноматки на 1200 голов с мобильной раздатой кормов. Удаление навоза гидравлическое.

- Температура наружного воздуха - -8°C
- Абсолютная влажность наруж. воздуха - $2,6 \text{ г/м}^3$
- Атмосферное давление - 755 мм. рт. ст.
- Температура воздуха в помещении - $+18^{\circ}\text{C}$
- Относительная влажность воздуха - 75%

Поповье свиней на откорме - 1200 голов

Живая масса, кг	50	60	70
Количество голов	400	400	400

Воздухообмен в помещении является наиболее важным показателем регулируемого микроклимата, т.к. позволяет поддерживать температуру, влажность, движение воздуха, концентрацию вредных газов, пыли и микроорганизмов в допустимых пределах.

Необходимый воздухообмен в животноводческих помещениях рассчитывают по следующим способам:

$$1. L = \frac{Q \cdot K + X\%}{q_2 - q_1} \quad \text{— по влажности воздуха помещений}$$

$$2. L = \frac{K}{C_2 - C_1} \quad \text{— по содержанию в воздухе помещений углекислоты}$$

$$3. L = l \cdot \sum (m \cdot n) \quad \text{— по нормам воздухообмена на центнер или кг жив. массы.}$$

Необходимый часовой объем вентиляции

Физиологическое состояние и продуктивность животных	Живая масса (кг)	Количество (голов)	Водяные пары (кг)		Выведение CO_2 (кг)	
			1 голова	Все	1 голова	Все
Свиньи на откорме	50	400	89	35600	28	11200
	60	400	107	42800	33	13200
	70	400	124	49600	39	15600
Сумма				128000		40000

А) Расчет воздухообмена по влажности воздуха

$$L = \frac{Q \cdot \kappa + X\%}{q_2 - q_1}$$

где L - часовой объем вентиляции (количество воздуха, которое необходимо заменить в помещении в течение 1 ч для поддержания оптимального микроклимата), $\text{м}^3/\text{ч}$;

Q - общее количество водяных паров, выделяемых животными с вдыхаемым воздухом в течение 1 ч, $\text{г}/\text{ч}$;

κ - поправочный коэффициент выделения животными водяных паров в зависимости от температур воздуха в помещении;

$X\%$ - количество влаги, испаряющейся с поверхности пола и пр. ограждений (зависит от условий содержания животных и состояния помещения) в течение 1 ч; для свиноводческих помещений - 9-30% от влаги, выделяемой животными с вдыхаемым воздухом, $\text{г}/\text{ч}$;

q_2 - абсолютная влажность воздуха в помещении при нормативных значениях температур и относительной влажности, $\text{г}/\text{м}^3$

q_1 - абсолютная влажность вводимого в помещение атмосферного воздуха.

$$Q = 128000 \text{ г}/\text{ч}$$

$$\kappa = 1,72 \text{ (т.к. температура воздуха в помещении } +18^\circ\text{C)}$$

$$X\% = 32000 \text{ (т.е. 25\% от } Q)$$

Рассчитываем из формулы:

$$R = \frac{e}{E} \cdot 100\% \quad \text{где } R - \text{относительная влажность}$$

$$e = q_2$$

E - макс. упругость водяных паров при $t = +18^\circ\text{C}$ ($E = 15,36$ (табл. 6))

$$q_2 = \frac{R \cdot E}{100\%} \Rightarrow q_2 = \frac{75 \cdot 15,36}{100} = 11,52 \text{ г}/\text{м}^3$$

$$q_1 = 2,6 \text{ г}/\text{м}^3$$

$$L = \frac{128000 \cdot 1,72 + 32000}{11,52 - 2,6} = 28269 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Б) Расчёт воздухообмена по содержанию CO_2

$$L = \frac{K}{C_2 - C_1}$$

где K - количество углекислоты, выделяемое за 1ч всеми животными, находящимися в помещении, л/ч;
 C_2 - допустимое содержание углекислоты в одном кубометре воздуха помещения согласно СНиП для соответствующего вида животных, л/м³;
 C_1 - содержание углекислоты в одном кубометре атмосферного воздуха (принимать за 0,3 л/м³);
 L - часовой объём вентиляции.

$$K = 40000 \text{ л/ч}$$

$$C_2 = 2,5 \text{ л/м}^3 \text{ (табл. 5)}$$

$$C_1 = 0,3 \text{ л/м}^3$$

$$L = \frac{40000}{2,5 - 0,3} = 18182 \text{ м}^3/\text{ч}$$

В) Расчёт воздухообмена по нормам на центнер или килограмм живой массы.

$$L = l \cdot \sum (M \cdot n)$$

где L - часовой объём вентиляции;
 l - норма воздухообмена на 1ч живой массы, определяются по СНиП для соответствующего вида животных по периодам;
 M - средняя живая масса одного животного соответствующей половозрастной группы, находясь в помещении, ч;
 n - количество животных в данной половозрастной группе;
 $\sum$ - показатель того, что все произведения суммируются.

$l = 45$ м - газ на центнер (табл. 8. Период переходной)
 $M_1 = 50$, $M_2 = 60$, $M_3 = 70$
 $n_1 = 400$, $n_2 = 400$, $n_3 = 400$

$$L = 45 \cdot 400 (0,5 + 0,6 + 0,7) = 32400 \text{ м}^3/\text{г}.$$

Г) Расчёт суммарной площади сечения
 вентиляционной шахты

$$P = \frac{L}{V \cdot 3600}$$

где V - скорость движения воздуха в
 вентиляционных трубах, м/с (находит
 по таблице; эта величина зависит
 от разности температур между
 внутренним и наружным воздухом
 и высоты вентиляционной трубы;
 3600 - время (одни час), вращенное в сек;
 P - суммарная площадь поперечного
 сечения.

$V = 1,41$ (при температуре наружного воздуха -8°C
 и внутреннего $+18^\circ\text{C}$ и высоте трубы
 4 м) (табл. 10)

$$P = \frac{28269}{1,41 \cdot 3600} = 5,6 \text{ м}^2$$

Расчёт количества вентиляционных
 каналов

Зная общую площадь поперечного сечения
 всех вентиляционных труб и одной трубы,
 рассчитываем их необходимое количество (n):

$n = \frac{P}{S}$ где S - площадь поперечного
 сечения одной трубы, м².

$$n = \frac{5,6}{1} = 5,6 \approx 6 \text{ (шт)} \text{ (рис. 3)}$$

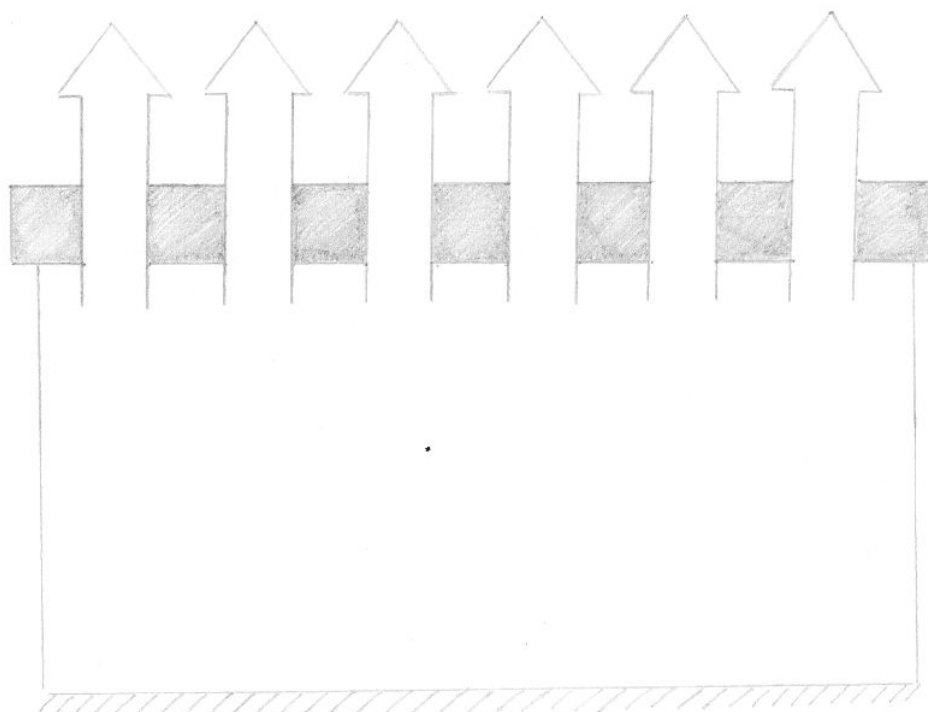


Рис 3. Схематическое расположение вентиляционных шахт

Расчёт количества приточных каналов

$$n = \frac{P}{S}$$

где P — суммарное сечение приточных каналов, должно составлять 70% от суммарной площади сечения вытяжных ($5,6 \cdot 0,7 = 3,9 \text{ м}^2$);
 S — площадь одного приточного канала ($0,2 \times 0,2 \text{ м}$ или $0,17 \times 0,34$)

$$n = \frac{3,9}{0,04} \approx 98 \text{ шт.}$$

Приточные каналы размещают над окнами по 49 шт с каждой стороны.

Д) Проверка эффективности вентиляции.

Для проверки эффективности естественной вентиляции в помещении рассчитываем фактическую часовую объем вентиляцией ($L_{\text{ф}}$) по формуле:

$$L_{\text{ф}} = P \cdot V \cdot 3600 \Rightarrow L_{\text{ф}} = 5,6 \cdot 1,41 \cdot 3600 = 28426 \text{ м}^3/\text{ч}$$

В летний период естественная вентиляция не эффективна, поэтому необходимо использовать вентиляторы (принудительная вентиляция).

Для расчёта количества вентиляторов (N), которые необходимо устанавливать в помещении, пользуются формулой:

$$N = \frac{L}{l_{\text{вент}} \cdot k}$$

где $l_{\text{вент}}$ - производительность вентилятора, $\text{м}^3/\text{ч}$;
 L - часовой объём вентиляции, $\text{м}^3/\text{ч}$;
 k - КПД вентилятора (по табл.).

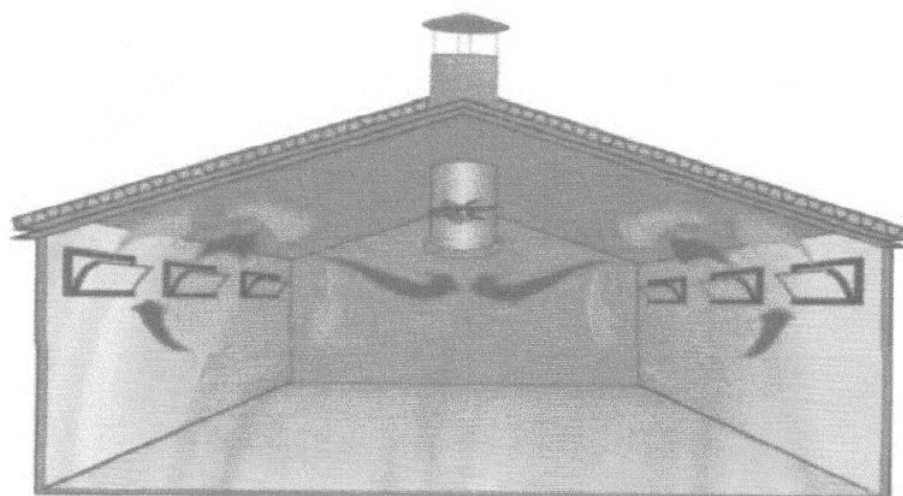
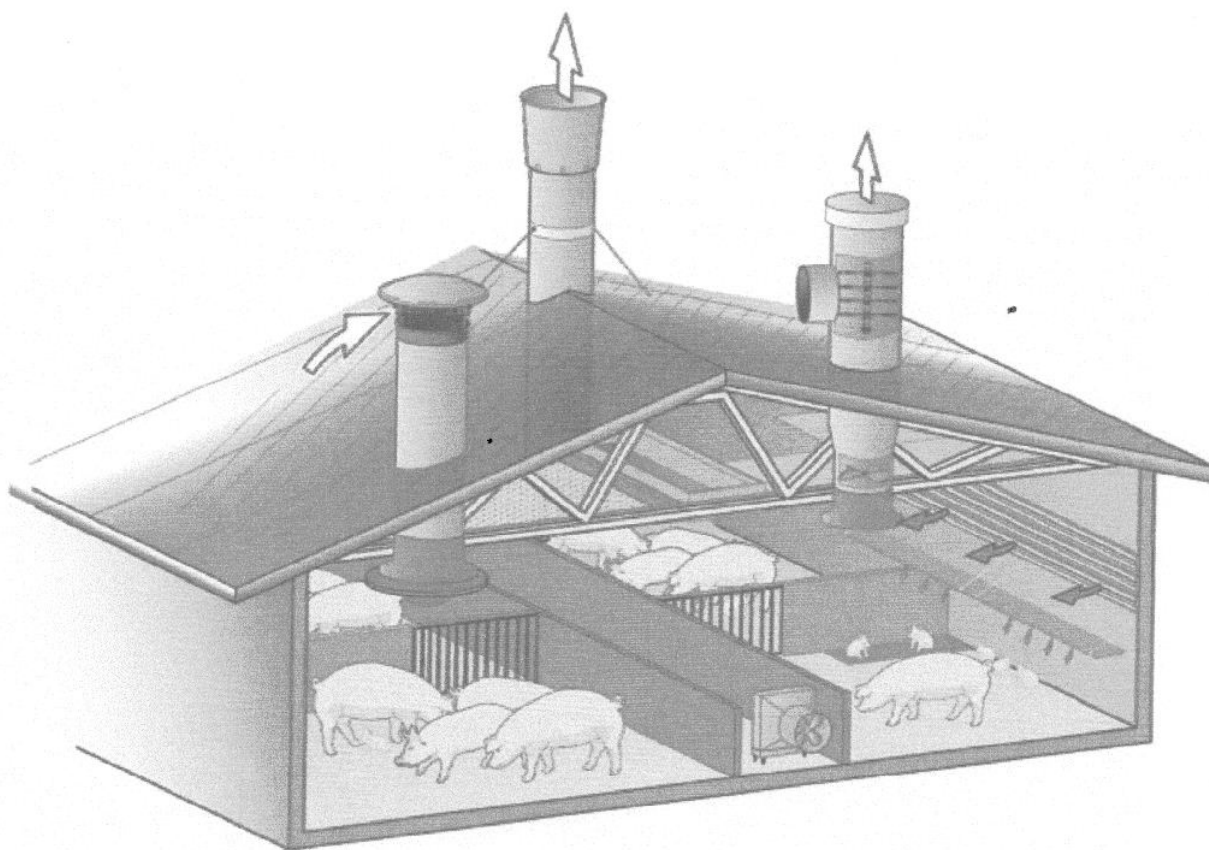
$$L = 32400 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$k = 1 (\text{const})$$

$$l_{\text{вент}} = 8800 \text{ л.в. (по табл. II)}$$

$$N = \frac{32400}{8800} = 3,7 \approx 4 \text{ шт}$$

Для механической вентиляции в летний период для данного помещения требуется 4 вентилятора 8800 $\text{м}^3/\text{ч}$ (модель: N6, 1420 об/мин).



Рис/Вентиляционная система свиарника-откормочника

III Расчет площади навозохранилища

Навозохранилище - это сооружение, предназначенное для складирования навоза и приготовления из него органического удобрения.

Применяют 2 способа хранения навоза: анаэробный (холодный способ) и аэробно-анаэробный (горячий).

При первом способе навоз укладывают плотно и все время его увлажняют. При угасании анаэробных микроорганизмов осуществляется процесс брожения и температура достигает $25-30^{\circ}\text{C}$. При аэробно-анаэробном способе навоз укладывают рыхло слоями 2-2,5 м. В течение 5-7 суток происходит брожение при угасании аэробных микроорганизмов, и температура достигает $60-70^{\circ}\text{C}$. В таких условиях большинство бактерий и зародышей гельминтов погибает. По истечении 5-7 суток штабель уплотняется и достигнут воздуха в навоз прекращается.

Методика расчета площади и емкости навозохранилища

Навозохранилища устраиваются согласно ветеринарно-санитарным требованиям. Их следует располагать по отношению к животноводческому предприятию и жилой застройке с подветренной стороны господствующих ветров, а также ниже водозаборных сооружений и производственной территории.

При этом соблюдать санитарно-защитные зоны:

- от животноводческих помещений - не менее 60 м.
- от птицеводческих помещений - не менее 200 м.
- от жилой застройки в зависимости от мощности предприятия - 500-2000 м.

Навозохранилища могут быть заглублёнными и наземными.

Хранилища для навоза делаются глубиной до 5 м, шириной не менее 12-20 м, дно их и днища должны иметь твёрдое покрытие (обычно, бетонирование или, покрытие плёнкой).

Площадь отводимая для устройства навозохранилища рассчитывается по формуле:

$$F = \frac{m \times g \times n}{h \times \gamma} \quad (\text{м}^2);$$

где m - число животных;
 g - кол-во навоза от 1 жив. в сут.;
 n - число суток хранения навоза;
 h - высота борта утара навоза, м;
 γ - плотность навоза, кг/м³.

Количество навоза, приходящегося на одно животное за сутки, определяется по формуле:

$$Q = Q_3 + Q_n + Q_в,$$

где Q_3 - кол-во экскрементов
 Q_n - кол-во подстилки, приходящееся на одно жив. в сутки;
 $Q_в$ - кол-во воды, необходимое для гидратации.

Плотность навоза (γ) varies при неравномерных системах удаления - 1100 кг/м³ (табл.)

$$Q_3 = 5,1 \text{ кг}; \quad Q_n = 0; \quad Q_в = 6 \text{ л/сут (табл. 14, 16)}$$

$$Q = 5,1 + 0 + 6 = 11,1 \text{ кг} - \text{на 1 животное}$$

$$m = 1200 \text{ голов}$$

$$n = 365 \text{ дн}$$

$$h = 5 \text{ м}$$

$$F = \frac{1200 \cdot 11,1 \cdot 365}{5 \cdot 1100} = 884 \text{ м}^2$$

Площадь навозохранилища должна составить 884 м². Его можно представить в виде прямоугольника длиной 52 м, а шириной 17 м. (рис. 5).



Рис. Лагуна для хранилища жидкого навоза