

## *Лабораторная работа № 2*

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОДЫ: ПРОЗРАЧНОСТЬ, pH, ВЗВЕШЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА**

**Цель работы:** изучить и сравнить различные методы определения мутности талой воды и содержания взвешенных веществ, овладеть методикой анализа воды на эти параметры. Определение мутности выполняется двумя методиками: по шрифту Снеллена и фотометрическим методом, содержание взвешенных веществ – весовым методом. Определение pH воды.

#### **Теоретические основы работы**

Благодаря высокой сорбционной способности, снег накапливает в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу. в связи с этим снег можно рассматривать как своеобразный индикатор загрязнения окружающей среды. в снежном покрове могут накапливаться различные вредные вещества, которые с талыми водами поступают в открытые и подземные водоемы, почву, загрязняя их. Снег можно исследовать так же, как и воду. Для этого пробу снега растапливают, а затем проводят исследования. Исследуя пробы снега, собранного в разных местах можно получить достаточно полное представление о степени и характере загрязнения территории, выявить причины и источники загрязнения.

Выпавший на земную поверхность снег формирует снежный покров - уникальный слой, способный качественно и количественно характеризовать содержание загрязнителей в атмосферных осадках, накапливающихся в толще снега в течение зимнего периода. В связи с этим снег можно рассматривать как своеобразный индикатор загрязнения окружающей среды. В зависимости от источника загрязнения изменяется состав снегового покрова. Так, вблизи котельных, железнодорожных сетей, обслуживаемых тепловозами на мазутном топливе, большого потока автотранспорта, работающего на дизельном серосодержащем топливе, а также ряда специфических промпредприятий следует ожидать повышенное содержание соединений серы. Антропогенные источники различных загрязнителей - автотранспорт, теплоэнергетика, промпредприятия.

Мутность воды и содержание в ней взвешенных веществ влияют не только на внешний вид воды, но и на ее бактериальную загрязненность. Чем

выше содержание взвешенных веществ, тем больше микроорганизмов. Мутность и содержание взвешенных веществ являются очень близкими по величине параметрами, но обычно не равны. Это связано с методикой определения.

Взвешенные вещества представляют собой частицы размерами от 100 мкм до 1 мм. Основной их особенностью является способность выделяться из воды под действием силы тяжести (осаждаться). Взвеси задерживаются при фильтровании воды через бумажные фильтры. О количестве взвеси в воде судят по увеличению массы фильтра. Точное количественное определение взвешенных веществ весовым способом отнимает много времени, поэтому при проведении экспресс-анализов о содержании взвешенных веществ судят по прозрачности и мутности воды.

Прозрачность характеризуется максимальной высотой столба воды, через которую виден крест с толщиной линии 1 мм или определенного размера шрифт. Прозрачность выражают в сантиметрах «по шрифту» или «по кресту».

Мутность определяют в лабораторных условиях мутномером, нефелометром-калориметром или фотометрическим путем. Выражается в (мг/л). В отличие от подземных, вода поверхностных источников отличается большим разнообразием взвешенных и коллоидных частиц, как по качественному, так и по количественному составу. Свойства взвеси зависят от условий питания, скорости течения и степени размываемости берегов. В зависимости от количества взвешенных частиц, воды поверхностных источников подразделяются на маломутные – до 50 мг/л, средней мутности - от 50 до 250 мг/л, мутные – от 250 до 2500 мг/л, высокомутные - более 2500 мг/л.

Мутность воды измеряется так же (мг/л; г/м<sup>3</sup>), но уже по стандартной шкале, построенной путем замутнения воды каолином (белой глиной), с оптической плотностью которая сравнивается с оптической плотностью исследуемой воды. Оптической плотностью  $D$  называют отношение:

$$D = \lg \frac{I_0}{I},$$

где  $I_0$  – интенсивность света до прохода через воду;  $I$  – интенсивность света после прохождения через воду исследуемую воду.

Величина оптической плотности определяется с помощью специальных приборов – фотоэлектроколориметров, основными элементами которых являются фотоэлементы.

Стандартная шкала строится в координатах: мутность - оптическая плотность. Для ее построения используют ряд проб с заранее известной мутностью.

Эти пробы готовятся путем добавления в 1 л дистиллированной воды навески каолина 1 г, затем уже две пробы с мутностями: в первой – 1г/л (1000 мг/л), второй – 100 мг/л. Путем дальнейшего разбавления можно получить пробы с любой заданной мутностью. На фотоэлектроколориметре измеряются оптические плотности этих проб и строят стандартную шкалу.

Для анализа пробы с неизвестной мутностью ее помещают в фотоэлектроколориметр, определяют оптическую плотность и по стандартной шкале находят мутность. Как правило, мутность и содержание взвешенных веществ не совпадают, поскольку в природных водах частицы взвесей могут иметь цвет, форму и способность рассеивать цвет иначе, чем каолин.

Прозрачность связана с мутностью и определяется по шрифту Снеллена (рис. 1).

#### **Оборудование и реактивы, необходимые для проведения анализа:**

Принести снег в помещение, на всех пробах сделать этикетки. Растопить снег. Объем талой воды должен примерно составлять 1,5 л. После достижения комнатной температуры талую воду можно использовать для химического анализа проб.

Проба снега (талой мутной воды) – 1,5 л

Фотоэлектроколориметр КФК-2 с зеленым светофильтром

Кюветы с толщиной оптического слоя 5 см

Прибор Снеллена

Фильтры бумажные (синяя и белая лента)

Воронки стеклянные – 2 шт.

Колбы конические 250 мл – 3 шт.

Стакан или цилиндр мерный 0,5л – 1 шт.

Сушильный шкаф

Бюксы стеклянные или тигли фарфоровые – 2 шт.

Электрическая плитка

0,01 н раствор  $\text{KMnO}_4$

20 %-ной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  серной кислоты

0,01 н раствора  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  щавелевой кислоты

## **Методика выполнения анализа**

### **Определение прозрачности воды**

1. В прибор Снеллена заливают хорошо перемешанную пробу исследуемой воды.

2. Под цилиндр прибора Снеллена помещают стандартный шрифт с высотой букв 4 мм. От дна цилиндра до шрифта должно быть 4 см.

3. Рассматривают через столб воды шрифт, и если он не читается, то открывают зажим трубки и сливают воду до тех пор, пока шрифт не будет читаться.

4. Определяют высоту столба воды в приборе в сантиметрах. Эта величина и есть прозрачность воды.

5. Переводят прозрачность в мутность.

6. Пробу исследуемой воды фильтруют через бумажный фильтр и снова определяют мутность (с целью сравнения ее изменения).

Примечание. Прибор должен размещаться на расстоянии около 1 м от окна, не допускается попадание на него прямого солнечного света.

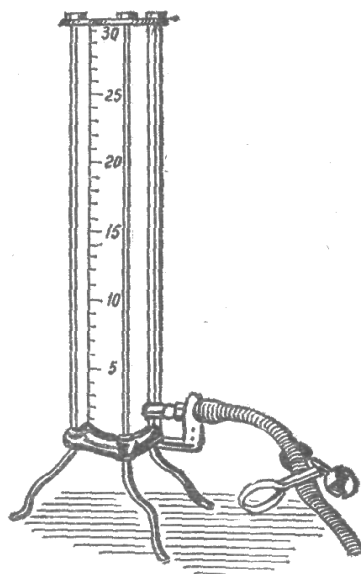


Рисунок 1 Прибор Снеллена для определения прозрачности воды

### **Определение содержания взвешенных веществ**

1. Поместить в две бюксы и высушить два бумажных фильтра в сушильном шкафу при температуре 105 °С в течение 10 мин.

2. Взвесить бюксы с фильтрами по отдельности на аналитических весах.

3. Подготовить две конические колбы на 250 мл и воронки. Поместить в воронки фильтры.

4. Тщательно взболтать исследуемую воду и отобрать две пробы по 250 мл.

5. Профильтровать пробы, вынуть фильтры и поместить в предварительно взвешенные бюксы.

6. Высушить фильтры в сушильном шкафу при 105°C до постоянного веса.

7. Охладить бюкс в эксикаторе и взвесить с фильтрами на аналитических весах.

8. Вычислить содержание взвешенных веществ (мг/л, г/м<sup>3</sup>):

$$C = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 1000}{V},$$

где  $m_2$ - масса бюкса с фильтром после фильтрования, мг;  $m_1$  - масса бюкса с фильтром до фильтрования, мг;  $V$  - объем профильтрованной пробы через каждый фильтр.

9. Найти их среднее значение  $C = (C_1 + C_2)/2$ .

### Определение мутности воды

1. Включите прибор в сеть, откройте крышку кюветного отделения.

2. Время прогрева прибора не менее 30 минут.

3. Установите светофильтр  $\lambda=530$  нм, фотоприемник – в положение 315-540 нм.

4. Выберите необходимые кюветы с толщиной оптического слоя 5 см, предварительно протерев рабочие поверхности. В качестве кюветы сравнения используйте кювету с дистиллированной водой (0 градусов), которую устанавливайте в дальнее гнездо кюветодержателя.

#### *Правила работы с кюветами*

При выполнении лабораторных работ по фотоколориметрии и спектрофотометрии используют специальные пластмассовые или стеклянные кюветы. Работая с ними, необходимо выполнять следующие правила.

Грани кювет, через которые будет проходить световой поток, называют рабочими гранями. На них указана длина кюветы (мм) и нанесена отметка уровня жидкости.

Кюветы следует держать за боковые грани, через которые не будет проходить световой поток.

Перед работой кюветы необходимо тщательно вымыть и обязательно несколько раз ополоснуть дистиллированной водой.

Перед наполнением кювет их следует изнутри ополоснуть заливаемыми растворами. При этом удаляются остатки воды.

Растворы в кюветы нужно наливать до специальной горизонтальной отметки на грани кюветы. Нельзя наливать растворы выше этого уровня, так как раствор может пролиться в кюветном отсеке.

Перед помещением кювет в кюветодержатель рабочие грани следует протереть фильтровальной бумагой. На них не должно остаться капелек раствора, ворсинок, отпечатков пальцев.

Для предотвращения проливания растворов, находящихся в кюветах, перемещение каретки фотоколориметра или спектрофотометра надо осуществлять медленно и плавно.

5 В ближнее гнездо поочередно устанавливайте кюветы с анализируемой водой. Анализируемую воду и дистиллированную воду следует наливать до метки на боковой стенке кюветы. Нельзя касаться пальцами боковых стенок кюветы ниже метки.

6. Ручку передвижения кюветодержателя установите в положение "1" (влево до упора), при этом в световой пучок вводится кювета с раствором 0 градусов цветности (дистиллированная вода).

7. Закройте крышку кюветного отделения.

8. Ручку передвижения кюветодержателя установите в положение "2" (вправо до упора), при этом в световой пучок вводится кювета с анализируемой водой. Полученное значение занесите в таблицу 1. Показания снимайте в трехкратной повторности, оптическую плотность определяйте как среднее арифметическое.

По стандартной шкале перевести оптическую плотность в мутность (рис. 2).

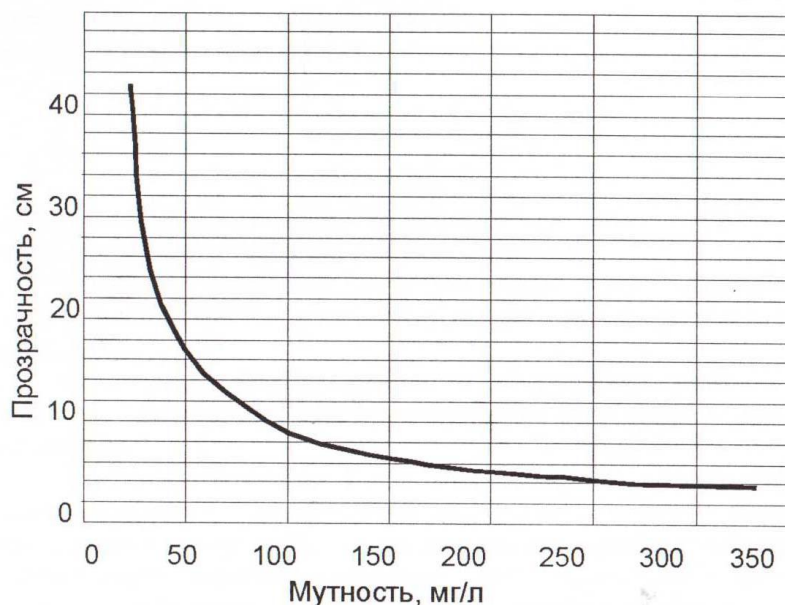


Рисунок 2 – Калибровочный график для определения мутности по прозрачности

После обработки воды на лабораторной центрифуге согласно приложению. 1 определить ее мутность. Результаты работы занести в табл. 1.

Сравнить значения мутности воды, полученные на приборе Снеллена, на фотоэлектроколориметре, со значением  $S$ ; объяснить расхождение значений.

Таблица 1 – Определение взвешенных веществ воде

Показатель	Единица измерения	Обозначение	Определение	Значение
1	2	3	4	5
Прозрачность по шрифту:				
- до фильтрования			Прибор Снеллена	
- после фильтрования				
Мутность воды по прибору Снеллена:			Рис 2.1	
- до фильтрования	мг/л	$m_1$		
- после фильтрования	г/м <sup>3</sup>	$m_2$		
Вес бюкса с фильтром до фильтрования	мг		Аналитические весы	
- первого		$m'_1$		
- второго		$m''_1$		
Вес бюкса с фильтром	мг		Аналитиче-	

после фильтрования:			ские весы	
- первого		$m'_2$		
- второго		$m''_2$		
Содержание взвешенных веществ	$\text{г/м}^3$ $\text{мг/л}$	$C_1$ $C_2$	Формула (2.1)	
Среднее содержание взвешенных веществ	$\text{мг/л,}$ $\text{г/м}^3$	- C		
Оптическая плотность пробы воды:	ед.		ФЭК	
- до фильтрования		$D_0$		
- после фильтрования		$D_1$		
Мутность воды:	$\text{мг/л}$			
- до фильтрования		$M_1$		
- после фильтрования		$M_2$		

### Определение водородного показателя (рН) воды

Изучение потенциометрического метода измерения водородного показателя воды. Знакомство с устройством и принципом работы рН-метра/кондуктометра АНИОН 4150.

Познакомьтесь с устройством рН-метра/кондуктометра АНИОН 4150; Провидите измерение водородного показателя; Опишите ход работы; Оформите протокол результатов измерений; Ответьте на контрольные вопросы.

#### Оборудование и реактивы

рН-метр/кондуктометр АНИОН 4150; буферные растворы; химические стаканы емкостью 150-200мл.

#### Общие сведения

Водородный показатель (рН)- это мера активности (в случае разбавленных растворов отражает концентрацию) ионов водорода в растворе, количественно выражающая его кислотность, вычисляется как отрицательный десятичный логарифм активности водородных ионов, выраженной в молях на литр:

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$$

Величина рН определяется количественным соотношением в воде ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$ , образующихся при диссоциации воды. Если ионы  $\text{OH}^-$  -



воде преобладают - то есть  $\text{pH} > 7$ , то вода будет иметь щелочную реакцию, а при повышенном содержании ионов  $\text{H}^+$  -  $\text{pH} < 7$  - кислотную. В дистиллированной воде эти ионы будут уравнивать друг друга и  $\text{pH}$  будет приблизительно равен 7. При растворении в воде различных химических веществ, как природных, так и антропогенных, этот баланс нарушается, что приводит к изменению уровня  $\text{pH}$ . В зависимости от величины  $\text{pH}$  может изменяться скорость протекания химических реакций, степень коррозионной агрессивности воды, токсичность загрязняющих веществ и многое другое. Обычно уровень  $\text{pH}$  находится в пределах, при которых он не влияет на потребительские качества воды. В речных водах  $\text{pH}$  обычно находится в пределах 6.5-8.5, в болотах вода кислее за счет гуминовых кислот - там  $\text{pH}$  5.5-6.0, в подземных водах  $\text{pH}$  обычно выше. При высоких уровнях ( $\text{pH} > 11$ ) вода приобретает характерную мылкость, неприятный запах, способна вызывать раздражение глаз и кожи. Низкий  $\text{pH} < 4$  тоже может вызывать неприятные ощущения. Влияет  $\text{pH}$  и на жизнь водных организмов. В питьевой воде допускается  $\text{pH}$  6,0–9,0; в воде водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования – 6,5–8,5.

### **Контрольные вопросы**

1. От чего зависит мутность воды?
2. Какими способами можно определить мутность воды?
3. В каких единицах измеряются мутность, прозрачность, содержание взвешенных веществ?
4. Как определить мутность воды на приборе Снеллена?
5. Как найти содержание взвешенных веществ в воде?
6. Как определить мутность воды на фотоэлектроколориметре?
7. Принцип действия фотоэлектроколориметра.