

*Ст. преп. Погорелов Р.Н.  
(ДонГТУ, г. Алчевск. Украина)*

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА ВОДЫ**

*У статті проаналізовані і приведені деякі зведення про методи аналізу фізичного і хімічного складу води.*

### **Проблема и ее связь с научными и практическими задачами**

Значение воды, используемой в различных сферах народного хозяйства, трудно переоценить. Основным показателем, определяющим пригодность воды в каждом конкретном случае, является состав и концентрация содержащихся в ней примесей. Исходя из этого требования, предъявляемые к воде, определяются целевым назначением. Так, например, для оценки воды, используемой для паросилового хозяйства, в большинстве случаев достаточно определить следующие показатели [1]:

- общую жесткость (0,003-0,35мг-экв/л);
- щелочность (25-50мг/л, NaOH);
- содержание кислорода (0,01-1мг/л);
- содержание соединений Na, Cu, Mg, Fe, Ca (0,005-0,02мг/л);
- содержание кремниевой кислоты (0,02мг/л);
- pH (7-8,5);
- содержание нитратов и нитритов (0,02мг/л);
- содержание смазочных масел (0,02мг/л).

### **Постановка задачи**

Определение физического и химического состава воды является важной задачей, определяющей пригодность воды для тех или иных целей.

### **Анализ исследований и публикаций**

В настоящее время известно достаточно большое количество методов и устройств для определения химического и физического состава воды [2-6].

Наиболее проработаны химические методы анализа. Они позволяют определять достаточно большое количество показателей:

- общую жесткость;
- наличие химических элементов и соединений;
- некоторые физические показатели.

Наиболее часто применяемым является индикаторный метод. При его использовании в исследуемый образец добавляют набор определен-

ных реактивов, затем по изменению цвета или появлению осадка судят о наличии и количестве вещества (примеси или химического элемента).

Преимуществом такого метода является его относительная простота: для проведения анализа требуется наличие реактивов, химической посуды, небольшого набора оборудования (нагревателя, сушильного шкафа, водоструйного насоса, термометра химического, прибора для перегонки, и т.д.), а также таблиц и номограмм для расчета.

Недостатками индикаторного метода являются:

- зависимость точности результатов от качества реактивов, точности приготовления растворов и субъективных факторов;
- наличие в пробе посторонних химических соединений (в частности – восстановителей).

Если качество реактивов и точность приготовления растворов можно обеспечить, то исключить влияние субъективного фактора очень сложно. Это объясняется тем, что зрительные возможности и внимательность каждого человека различные. В связи с этим, о высокой точности индикаторного метода говорить сложно.

Колориметрический метод, заключающийся в оценке количества осадка, обладает теми же недостатками, что и индикаторный.

Несмотря на то, что многие из химических методов сами по себе достаточно просты, для их реализации требуется наличие дополнительных ресурсов: обученного персонала, оборудованных помещений (в частности для хранения химических реактивов). Кроме того, химический анализ проводится в статическом режиме и требует определенных затрат времени.

Наряду с химическими, применяются физические и физико-химические методы анализа [2-6]. К наиболее распространенным следует отнести: спектральный, акустический, фотометрический методы. Достоинством этих методов является высокая точность измерений. Однако только спектральный метод позволяет проводить количественный анализ состава воды с высокой точностью. Акустический и фотометрический методы позволяют произвести в основном качественный анализ. Последние два метода используются для измерения плотности, мутности и наличия примеси.

Общим недостатком физических методов является:

- дороговизна оборудования (и связанные с этим большие эксплуатационные затраты);
- потребность в высококвалифицированном персонале;
- статический режим измерения.

### Изложение материала и результаты

В таблице 1 приведены сведения о различных методах анализа воды.

Таблица 1 – Методы анализа воды

| Метод                             | Минимальная фиксируемая концентрация примесей | Погрешность измерений, % | Приборы                          |
|-----------------------------------|---|--------------------------|----------------------------------|
| 1                                 | 2   | 3                        | 4                                |
| Спектрофотометрия                 | $10^{-5}$ - $10^{-6}$ моль/дм <sup>3</sup>    | 0,88-1,76                | Спектрофотометр                  |
| Фотоколориметрия                  | $10^{-5}$ - $10^{-6}$ моль/ дм <sup>3</sup>   | 0,1-0,5                  | Фотоэлектрический колориметр     |
| Нефелометрический                 | 0,0014-0,01 мг/см <sup>3</sup>                |                          | Нефелометр                       |
| Эмиссионная спектроскопия         | 0,1-0,0001%                                   | 0,1-0,5                  | Кварцевый спектрограф, стилоскоп |
| Абсорбционная фотометрия пламени* | 0,002 мкг/см <sup>3</sup>                     | 2- 4                     | Спектрофотометр                  |
| Эмиссионная фотометрия пламени*   | 0,0002 - $10^{-7}$ мкг/см <sup>3</sup>        | 2- 4                     | Эмиссионный пламенный фотометр   |
| Кинетический                      | $10^{-5}$ - $10^{-8}$ г/см <sup>3</sup>       | 7                        | Фотоэлектрический колориметр     |
| Полярография                      | $10^{-2}$ моль/дм <sup>3</sup>                | 2                        | Полярограф                       |
| Титрование                        | $10^{-2}$ - $10^{-5}$ моль/ дм <sup>3</sup>   | 2                        | Установки для титрования         |
| Радиометрический                  | 0,1 моль/ дм <sup>3</sup>                     | до 10                    | Торцовый счетчик                 |
| Хроматография                     | 2 мг/см <sup>3</sup>                          | до 10                    | Хроматографическая колонна       |

\* - Некоторые химические элементы не определяются

### **Выводы и направления дальнейших исследований**

В большинстве случаев, измерения желательнее проводить в потоке, так как свойства воды изменяются постоянно (кроме случаев с применением накопителей). Такой режим позволит оперативно реагировать на изменение состава воды и перестраивать службу водоподготовки. Исходя из этих соображений, статические методы анализа не подходят для этой цели. Кроме того, желательнее, чтобы затраты на проведение анализа были минимальными, а оборудование – простым и надежным. Особенно важны эти требования для небольших предприятий, так как точный и дешевый анализ позволит сэкономить средства за счет снижения затрат на водоподготовку.

Окончательно можно говорить о том, что в настоящее время вопрос оперативного анализа химико-физического состава воды проработан недостаточно. Поэтому существует необходимость в разработке таких методов и аппаратных решений для анализа состава воды, которые обеспечивали бы измерение заданных показателей с приемлемой точностью, причем измерения должны производиться в потоке с минимальными затратами времени, материальных и других ресурсов.

*В статье проанализированы и приведены некоторые сведения о методах анализа физического и химического состава воды.*

*There are some information about the methods of analysis of physical and chemical water composition.*

### **Библиографический список**

1. Кульский Л.А. Основы химии и технологии воды. – К.: Наукова думка 1991. – 566с.
2. Лурье Ю.Ю., Рыбникова А.И. Химический анализ производственных сточных вод. - М.: Химия 1966. – 366с.
3. Бабко А.К., Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В., Рябушко О.П. Физико-химические методы анализа, Изд. «Высшая школа», 1968.
4. Ляликов Ю.С., Физико-химические методы анализа, Госхимиздат, 1960.
5. Физические методы анализа следов элементов, под ред. Алимарина И.П., Изд. «Мир», 1967.
6. Физические методы исследования и свойства неорганических соединений, пер. с англ. Варгафтика М.Н., под ред. Дяткиной М.Е.