

А.А. Козлова-Козыревская, И.В. Мельситова, Н.А. Санкевич

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕСТ-МЕТОДЫ АНАЛИЗА: ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММАРНОГО СОДЕРЖАНИЯ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДЕ

CHEMICAL TEST-METHODS OF THE ANALYSIS: DETERMINATION OF TOTAL CONTENT OF IONS OF HEAVY METALS IN WATER

В статье раскрывается значимость химических тест-методов анализа для современной науки. Дана общая характеристика и классификация химических тест-методов анализа, описываются основные неорганические загрязнители воды и методы количественного анализа суммарного содержания ионов тяжелых металлов в воде.

Ключевые слова: химические тест-методы, суммарное содержание ионов тяжелых металлов, скрининг ионов металлов в воде.

In article the importance of chemical test-methods of the analysis for modern science reveals. The general characteristic and classification of chemical test-methods of the analysis is given, the main inorganic pollutants of water and methods of the quantitative analysis of total maintenance of ions of heavy metals in water are described.

Keywords: chemical test-methods, the total maintenance of ions of heavy metals, screening of ions of metals in water.

БГПУ им. М. Танка, Минск, Беларусь.

Современный уровень хозяйственной деятельности человека оказывает значительное воздействие на окружающую среду. Темпы развития промышленности и технологии еще в середине прошлого века обнаружили необходимость разработки таких средств контроля состояния объектов окружающей среды, которые отличались бы простотой, экспрессностью и малыми экономическими затратами. В этой связи химические тест-методы явились наиболее доступными и простыми средствами при анализе объектов окружающей среды, промышленном и лабораторном контроле. Отсутствие необходимости лабораторных условий и специальной квалификации персонала при анализе с использованием тест-методов также сыграло свою роль в развитии этого направления методов анализа [1].

Массовыми и дешевыми средствами для анализа на месте являются тест-системы. Практически все задачи внелабораторного анализа могут быть решены и уже решаются с помощью тест-систем. Эти системы включают методику и соответствующее простое устройство (средство) – бумажные полоски, порошки, трубки, таблетки, ампулы, капельницы и т.п. В ряде случаев тест-система включает и простой в использовании портативный (обычно карманного типа) прибор.

Основными областями использования тест-систем являются:

- контроль объектов окружающей среды, определение важнейших нормируемых компонентов в воде, почвенных вытяжках, воздухе;
- контроль за качеством пищи, в том числе питьевой воды и напитков, главным образом с точки зрения наличия вредных веществ;
- анализ мочи, крови, пота для целей медицины;
- решение задач криминалистики, охраны порядка, военной сферы (наркотики, алкоголь, взрывчатые вещества);
- контроль в промышленности, на транспорте, например, обнаружение утечки газа;
- обучение химии, биологии, экологии и другие дисциплины в школе и высших учебных заведениях.

Тест-методы позволяют проводить широкий скрининг проб, например, объектов окружающей среды. Пробы, давшие положительный результат, отделяются от тех, что показали отсутствие компонента.

Другая область использования – контроль технологических процессов; иногда достаточно оценить близость контролируемой концентрации к предельной, причем это надо делать быстро и непосредственно у технологического агрегата. Тест-средства важны для клинических испытаний, например, определение глюкозы в крови во внелабораторных условиях оказывает огромную услугу больным

диабетом. Тест-системы давно зарекомендовали себя также в анализе воздуха, особенно индикаторные трубки в контроле воздуха рабочей зоны. Их применяют при обнаружении отравляющих веществ и наркотиков [2].

Потребности во внелабораторном анализе огромны. Анализ «на месте» имеет много достоинств. Экономятся время и средства на доставку проб в лабораторию и на сам, более дорогой, лабораторный анализ. Есть группа средств, решающих задачу самого массового контроля вне лабораторий. Речь идет о тест-методах анализа и соответствующих средствах для него [3].

Тест-методы – это экспрессные, простые и дешевые приемы обнаружения и определения вещества на месте (on site). Они, как правило, не требуют сложных приемов подготовки пробы к анализу (например, разделения и концентрирования). При их использовании резко сокращается и во многих случаях отпадает необходимость в использовании дорогостоящего и сложного лабораторного оборудования, и самих аналитических лабораторий.

В тест-методах используются химические и биохимические реакции. В экологическом мониторинге окружающей среды большое значение приобретают методы биологического тестирования. В основу применения тест-методов положена методология скрининга (просеивания), используемая для анализа большого числа образцов с помощью тщательно отработанных методов качественного и полуколичественного анализа. Эта методология допускает неправильные положительные результаты на присутствие анализируемого компонента. В то же время она полностью исключает неправильные отрицательные результаты. По этой причине все пробы, давшие положительную реакцию (например, на присутствие пестицида в овощах), далее изучают с помощью более информативного метода (хроматография). В свою очередь, все отрицательные результаты скрининга обычно принимают как окончательные без какой-либо дополнительной проверки. Таким образом удается значительно сократить как объем, так и стоимость анализа [4].

Основа химических тест-методов – аналитические реакции и реагенты, позволяющие визуально или с помощью портативного прибора наблюдать аналитический эффект [5].

Чаще всего аналитическим сигналом в тест-методах служит появление или изменение окраски носителя, интенсивность окрашивания сорбента или длина окрашенной зоны индикаторной трубки. В основе возникновения аналитического сигнала лежат такие явления:

- светопоглощение;
- диффузное отражение;
- адсорбция;
- ионный обмен;
- экстракция;
- концентрирование;
- химические и ферментативные реакции.

Классификаций химических тест-методов может быть несколько в зависимости от выбранного классификационного признака. К ним относятся: химические, физические, термометрические, радиометрические, биологические, биохимические методы.

В основе гигиенических требований к качеству воды для питьевых и бытовых нужд лежит принцип, ставящий в центр внимания те качества воды, от которых зависит здоровье человека и условия его жизни. Кроме микробиологического немаловажного значения для здоровья человека имеет химический состав питьевой воды. Известно более 40 элементов, которые относят к тяжелым металлам. Они имеют атомную массу больше 50 а.е. Как не странно именно эти элементы обладают большой токсичностью даже при малой кумуляции для живых организмов [6].

Степень токсичности тяжелых металлов для человека и животных, а также для растений неодинакова и колеблется в весьма широких пределах. К числу наиболее токсичных металлов следует отнести кадмий, ртуть, свинец, хром и некоторые другие; они оказывают повреждающее действие на биообъекты в концентрациях, не превышающих 1 мг/л. Так, цинк, титан характеризуются низкой токсичностью для человека и теплокровных животных, но даже в низких концентрациях они оказывают губительное действие на рыб и других обитателей водных экосистем [7].

Одним из методов количественного анализа суммарного содержания ионов в воде является атомно-абсорбционная спектроскопия в пламени ацетилен-воздух с предварительным концентрированием их на волокнистом хелатообразующем сорбенте ФИБАН Х-1 [8].

Также, чтобы определить суммарное содержание тяжелых металлов в воде используется метод индикаторных трубок.

Для определения суммарного содержания тяжелых металлов [Cu (II), Co, Ni, Cd, Zn, Pb, Mn (II)] в питьевых, сточных, природных водах и атмосферных осадках можно использовать индикаторные трубки. В основу определения положена цветная реакция взаимодействия ионов металлов с 1-(2-пиридилazo)-2-нафтолом, нековалентно иммобилизованным на гидрофобизованном силикагеле.

Тест-средство представляет собой стеклянную трубку (длина – 50 мм, внутренний диаметр – 2 мм), заполненную индикаторным порошком. При пропускании анализируемой пробы через индикаторную трубку с помощью медицинского шприца в трубке возникает окрашенная зона, длина которой пропорциональна содержанию определяемого вещества в анализируемом растворе. Содержание компонентов определяют с помощью шкалы длин или уравнения градуировочного графика [9].

Потребность в тест-методах весьма значительна. Уже создано много тест-систем различного типа и назначения, в основе которых лежат селективность и чувствительность. Возрастает роль использование в аналитических процедурах биосенсоров, химических сенсоров и тест-методов [6].

Литература

1. Третьяков А. В. Развитие химических тест-методов анализа на основе тонкослойных впитывающих индикаторных матриц и принципов планарной хроматографии: канд. дис. Москва, 2006.
2. Беляева Т. В. Аналитическая химия: Расчеты в химическом и инструментальном анализе: учеб. пособие. Санкт-Петербург, 2004.
3. Общая характеристика тест-методов химического анализа // Студенческая библиотека онлайн. URL: http://studbooks.net/2289171/matematika_himiya_fizika/test_metody (дата обращения: 06.11.2017).
4. Загрязнение тяжелыми металлами: содержание и предельно-допустимые концентрации в воде // Net-Bolezniyam. URL: <https://www.net-bolezniyam.ru/publ/1-1-0-12#zag1> (дата обращения: 05.11.2017).
5. Золотов Ю. А., Иванов В. М., Амелин В. Г. Химические тест-методы анализа / под ред. Ю. А. Золотова. Москва, 2002.
6. Ревинская Е. В., Лобачов А. Л., Лобачова И. В. Тест-методы в полевом анализе: учеб. пособие. Самара, 2005
7. Запорожец О. А., Гавер О. М., Сухан В. В. Иммобилизация аналитических реагентов на поверхности носителей // Успехи химии. 1997. Т. 66. № 7. С. 615–712.
8. Евгенийев, М. И. Тест-методы и экология // Соросовский образовательный журнал. 1999. № 11.
9. Золотов Ю. А. Тест-методы // Журнал аналитической химии. 1994. Т. 49. № 2.