

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра аналитической и экспертной химии

Е.В. Ревинская, А.Л. Лобачев, И.В. Лобачева

**ТЕСТ-МЕТОДЫ
В ПОЛЕВОМ АНАЛИЗЕ**

Практикум

Издательство «Универс-групп»
2005

*Печатается по решению Редакционно-издательского совета
Самарского государственного университета*

Ревинская Е.В., Лобачев А.Л., Лобачева И.В. Тест-методы в полевом анализе: Практикум. Самара: Изд-во «Универс-групп», 2005. 32 с.

© Е.В. Ревинская, А.Л. Лобачев,
И.В. Лобачева, 2005

1. Введение

Одним из важнейших разделов современной аналитической химии является полевой анализ. Полевой анализ – это совокупность методов химического анализа, реализуемых во внелабораторных («полевых») условиях. В раздел «полевой анализ» включаются определения, проводимые с использованием портативных, т.е. перевозимых или переносных приборов (портативные газоанализаторы, газовые хроматографы, ИК-спектрометры и т.д.), а также с помощью тест-методов. Все тест-методы можно разделить на две группы: для анализа газообразных компонентов и компонентов, находящихся в растворенном виде. Преимуществами тест-методик являются высокая экспрессность, простота исполнения и относительная дешевизна определения.

В настоящем пособии рассмотрены наиболее распространенные варианты использующихся тест-систем в анализе таких объектов, как воздух, вода и почва.

2. Тест-методы и тест-системы в полевом анализе

Одна из важнейших тенденций развития аналитической химии – перенос химического анализа из стационарной лаборатории «в поле».

Полевым анализом считается любой химический анализ, выполненный на месте, где находится объект анализа, т.е. вне лаборатории. Анализ «на месте» - это современное, перспективное, быстро развивающееся направление. Существуют острые потребности во внелабораторном анализе. Ниже указаны области использования анализа «на месте»:

- 1) экспресс-контроль технологических процессов;
- 2) обнаружение метана в угольных шахтах;
- 3) обнаружение утечек природного газа из газопроводов;
- 4) определение монооксида углерода и углеводородов в автомобильных выхлопах;
- 5) экспресс-анализ в поле для геологов-поисковиков;
- 6) быстрый анализ почв (рН, азот, фосфор, калий);
- 7) контроль пищевых продуктов на рынках;
- 8) обнаружение алкоголя в воздухе, выдыхаемом водителями;
- 9) анализ воздуха рабочей зоны;
- 10) определение сахара в крови и моче больных диабетом и другие быстрые анализы клинического назначения в домашних условиях.

Анализ «на месте» имеет много достоинств. Экономится время и средства на доставку проб в лабораторию и на сам лабораторный анализ. При анализе «на месте» обычно снижаются требования к квалификации исполнителя (используются более простые средства анализа). Он осуществляется в режиме реального времени, что позволяет без промедления начать действия по устранению источников и последствий происшествий. Главное достоинство в том, что часто анализ в стационарной лаборатории вообще невыполним или не имеет смысла, т. к. изменяются формы существования компонентов.

Полевой анализ предполагает использование так называемых тест-методов и тест-систем. Практически все задачи внелабораторного анализа могут быть решены с помощью тест-систем.

Тест-системы для химического анализа представляют собой простые, портативные, легкие и дешевые аналитические средства и соответствующие экспрессные методики для обнаружения и определения веществ без существенной пробоподготовки (иногда без отбора проб), без использования сложных стационарных приборов, лабораторного оборудования, без самой лаборатории, без сложной обработки результатов, а также подготовленного персонала; в большинстве случаев применяют автономные средства однократного использования.

Тест-методика (инструкция) описывает процедуру проведения теста, включая пробоотбор (если это необходимо), обнаружение и определение компонента или параметра.

Тест-форма – аналитическая форма реагента или комбинации реагентов и разного рода добавок, приспособленная к условиям тестирования и готовая к применению в этих условиях.

Общий принцип почти всех химических тест-методов – использование аналитических реакций и реагентов в условиях и в формах, обеспечивающих получение визуально наблюдаемого или легко измеряемого эффекта (интенсивность окраски бумаги или длина окрашенной части трубки). Реагенты и различные добавки используют в виде заранее приготовленных растворов (в ампулах или капельницах) или иммобилизованными на твердом носителе – бумаге, силикагеле, пенополиуретане и т.д. В качестве средств для тест-методов химического анализа могут быть использованы индикаторные бумаги, индикаторные порошки и трубки, таблетки и т.д.

2.1. Принципы определения концентрации тест-методами

В основе действия тест-методов главным образом лежат цветные химические реакции, такие как реакции комплексообразования или окисления-восстановления. Помимо реакций, приводящих к появлению окраски, используют химические взаимодействия, результатом которых является появление люминесценции.

В наборах, изготавливаемых для полевого анализа, представлены системы, в которых использованы различные приемы закрепления реактивов для определения химических элементов на целлюлозной бумаге. Полученная реактивная бумага используется в виде полос определенной длины и ширины, она может быть приклеена на ватман или заклеена в полимерную пленку.

Определение концентрации веществ с использованием полученных реактивных бумаг проводят:

- по длине окрашенной зоны или обесцвеченной зоны тест-полос после контакта их с исследуемой жидкостью;
- по интенсивности окраски тест-полос после контакта их с исследуемой жидкостью;
- по интенсивности окраски реактивных бумаг после контакта их с исследуемой жидкостью;
- по окраске или оттенку исследуемой жидкости после внесения в нее реактивной бумаги;
- по интенсивности окраски индикаторной бумаги после пропускания через нее с помощью шприца определенного объема исследуемой жидкости;
- с применением тест-титрования.

Тест-системы классифицируют в зависимости от выбранного классификационного признака.

1. По природе процесса, используемого для получения аналитического сигнала, тест-методы могут быть разделены на физические, химические, биохимические и биологические.

Физических методов немного, и они не играют большой роли в практике химического анализа.

Биохимические обычно основаны на использовании ферментов и иммуносистем. Выделенные природные ферменты, особенно иммобилизованные, в известной мере приобретают свойства химических реагентов, поэтому, несмотря на специфику ферментов как химических соединений (особенности происхождения, условия хранения, время сохранения активности), ферментные методы можно отнести к химическим. Иммунометоды больше тяготеют к биологическим методам.

Биологические методы, базируются на использовании микроорганизмов, органов, тканей и даже высокоорганизованных организмов и целых популяций (биотесты).

2. Другая классификация основана на представлении о том, в какой форме используется тест-реагент. Это прежде всего готовые растворы и «сухие реагенты», т.е. нанесенные на твердый носитель или просто порошки и таблетки самих реагентов. Тесты на твердой матрице: индикаторные бумаги, содержащие молекулы-реагенты или активные атомные группировки, индикаторные трубки для анализа газов. Реагенты на носителях различаются природой носителя (целлюлоза, синтетические полимеры, силикагель), а также способом закрепления на носителях (адсорбционные или ковалентные).

К реакциям, которые используют в тест-методах, предъявляются в качестве основных требования:

1. Селективность по отношению к определяемым компонентам или их сумме – в зависимости от поставленной задачи.
2. Достаточно высокая чувствительность (предел обнаружения должен быть ниже ПДК нужного компонента или близок к ней).
3. При использовании цветных реакций – высокая контрастность и высокая скорость цветового перехода в присутствии определяемого вещества.
4. Возможность ввести реагенты в формы, пригодные для использования в тест-методах (например, привить с образованием ковалентной связи на поверхность силикагеля или целлюлозы).
5. Устойчивость реагентов при хранении именно в той форме, в какой они используются в тест-методах
6. Достаточная устойчивость аналитического эффекта (окраски, люминесценции и т.д.) во времени.

Для создания тест-методов и тест-средств используются химические реакции почти всех основных типов: кислотно-основные, окислительно-восстановительные, комплексообразования, реакции органического синтеза. Значительную роль в тест-методах играют занимающие особое положение каталитические реакции, преимущественно с использованием ферментов.

2.2. Области применения тест-систем

С помощью тест-систем можно быстро установить факт наличия или отсутствия и примерное содержание вредного компонента в различных объектах, не прибегая к длительной пробоподготовке и использованию лабораторного оборудования.

Набор тест-систем может быть использован:

- для обнаружения и определения содержания различных элементов в сточных, природных, питьевых и технологических водах, атмосферных осадках, почвах, продуктах питания, жидкостях организмов;
- для оценки степени очистки питьевой воды бытовыми фильтрами;
- для контроля очистки промышленных вод;
- для проведения практикумов по экологии, химии и биологии в общеобразовательных учреждениях.

Погрешность анализа в области малых концентраций не превышает 30%. Время анализа 5-15 мин. в зависимости от способа определения концентрации и анализируемого объекта.

Результаты анализа, выполненные тест-методами не могут быть использованы государственными органами для выдачи официальных заключений о качестве анализируемых объектов, но они помогут оперативно выявить источники загрязнений, установить ареалы распространения загрязняющих веществ, быстрее устранить последствия аварий и будут являться ориентирами при проведении анализа более точными методами в лаборатории.

3. Вода как показатель качества жизни человека

3.1. Влияние химического состава воды на здоровье и условия жизни человека

Свойства и состав воды, удовлетворяющие гигиеническим требованиям, обеспечивают безвредность и безопасность ее потребления для питьевых и бытовых нужд человека и нужд пищевой промышленности.

В основе гигиенических требований к качеству воды для питьевых и бытовых нужд лежит принцип, ставящий в центр внимания те качества воды, от которых зависят здоровье человека и условия его жизни. Кроме микробиологического немаловажное значение для здоровья человека имеет химический состав питьевой воды. В связи с интенсивным загрязнением источников водоснабжения, особенно в индустриально развитых регионах, его роль возрастает. В отличие от микробного фактора, воздействие которого чаще всего проявляется в виде эпидемических вспышек заболеваний, неблагоприятное влияние химического фактора может быть обнаружено не сразу, а спустя некоторое, порой достаточно продолжительное, время. Причина состоит как в воздействии низких концентраций, не способных вызвать острое отравление, так и в особенностях химической структуры вещества. Оба эти обстоятельства обуславливают хроническое развитие процесса интоксикации.

Для выявления потенциальной опасности химического загрязнения воды применяют экспериментальный метод оценки токсичности природных химических веществ, компонентов сточных вод, сельскохозяйственных ядохимикатов и удобрений, поступающих в природные воды. Допустимость присутствия загрязнителя характеризуется предельно допустимой концентрацией (ПДК). В таблице 1 приведены показатели, характеризующие предельные концентрации основных неорганических веществ, влияющих на качество питьевой воды.

Предельно допустимая концентрация химического вещества в воде — это максимальная концентрация, при которой потребление воды человеком для питьевых и бытовых нужд в течение всей его жизни прямо или опосредованно (через изменение органолептических свойств воды) не вызывает отклонений в состоянии организма, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций и обнаруживаемых современными методами исследования сразу или в отдельные сроки жизни настоящего и последующих поколений, а также не ухудшаются гигиенические условия водопользования населением.

При экспериментальном обосновании гигиенических ПДК в питьевой воде имеют в виду два возможных направления неблагоприятного действия вещества: влияние его на органолептические свойства воды и возможность развития токсических эффектов. В соответствии с новым СанПиН

(Санитарные Правила и Нормы) 2.1.4.559 – 96 «Вода питьевая. Гигиенические требования к качеству воды централизованного питьевого водоснабжения. Контроль качества» при изучении состава воды источника водоснабжения обязательному определению подлежат все элементы-комплексообразователи – бериллий, ртуть, кадмий, свинец, никель, марганец, железо, алюминий, медь, цинк.

Таблица 1

ПДК основных неорганических загрязнителей питьевой воды

Предельная концентрация, мг/дм ³						
Вещество	ВОЗ	USEPA	ЕС	СанПиН		
				Норматив	Показатель вредности	Класс опасности
Алюминий (Al)	0.2*	0.2	0.2	0.5	с.-т.	2
Азот аммонийный (NH ₃ и NH ₄ ⁺)	1.5*	–	0.5	–	–	–
Асбест (миллионов волокон на л)	–	7.0	–	–	–	–
Барий (Ba)	0.7	2.0	0.1	0.1	с.-т.	2
Бериллий (Be)	–	0.004	–	0.0002	с.-т.	1
Бор (B)	0.3	–	1.0	0.5	с.-т.	2
Ванадий (V)	–	–	–	0.1	с.-т.	3
Висмут (Bi)	–	–	–	0.1	с.-т.	2
Вольфрам (W)	–	–	–	0.05	с.-т.	2
Европий (Eu)	–	–	–	0.3	орг. прив.	4
Железо (Fe)	0.3*	0.3	0.2	0.3	орг.	3
Кадмий (Cd)	0.003	0.005	0.005	0.001	с.-т.	2
Калий (K)	–	–	12.0	–	–	–
Кальций (Ca)	–	–	100.0	–	–	–
Кобальт (Co)	–	–	–	0.1	с.-т.	2
Кремний (Si)	–	–	–	10.0	с.-т.	2
Литий (Li)	–	–	–	0.03	с.-т.	2
Магний (Mg)	–	–	50.0	–	–	–

Марганец (Mn)	0.5 (0.1*)	0.05	0.05	0.1	орг.	3
Медь (Cu)	2.0 (1.0*)	1.0–1.3	2.0	1.0	орг.	3
Молибден (Mo)	0.07	–	–	0.25	с.-т.	2
Мышьяк (As)	0.01	0.05	0.01	0.05	с.-т.	2
Натрий (Na)	200.0*	–	200.0	200.0	с.-т.	2
Никель (Ni)	0.02	–	0.02	0.1	с.-т.	3
Ниобий (Nb)	–	–	–	0.01	с.-т.	2
Нитраты (NO ₃ ⁻)	50.0	44.0**	50.0	45.0	орг.	3
Нитриты (NO ₂ ⁻)	3.0	3.3**	0.5	3.0	орг.	2
Ртуть (Hg)	0.001	0.002	0.001	0.0005	с.-т.	1
Рубидий (Rb)	–	–	–	0.1	с.-т.	2
Самарий (Sm)	–	–	–	0.024	с.-т.	2
Свинец (Pb)	0.01	0.015	0.01	0.03	с.-т.	2
Селен (Se)	0.01	0.05	0.01	0.01	с.-т.	2
Серебро (Ag)	–	0.1	0.01	0.05	с.-т.	2
Сероводород (H ₂ S)	0.05*	–	УО	0.03	орг.зап.	4
Стронций (Sr)	–	–	–	7.0	с.-т.	2
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	250.0*	250.0	250.0	500.0	орг.	4
Сурьма (Sb)	0.005	0.006	0.005	0.05	с.-т.	2
Таллий (Tl)	–	0.002	–	0.0001	с.-т.	2
Теллур (Te)	–	–	–	0.01	с.-т.	2
Фосфор (P)	–	–	–	0.0001	с.-т.	1
Фториды (F ⁻)	1.5	2.0-4.0	1.5	1.5	с.-т.	2
Хлор, в том числе:	0.5-5.0*					
- остаточный свободный		–	–	0.3-0.5	орг.	3
- остаточный связанный				0.8-1.2	орг.	3
Хлориды (Cl ⁻)	250.0	250.0	250.0	350.0	орг.	4

Хром (Cr ³⁺)	–	0.1	–	0.5	с.-т.	3
Хром (Cr ⁶⁺)	0.05	(всего)	0.05	0.05	с.-т.	3
Цианиды (CN ⁻)	0,07	0.2	0.05	0.035	с.-т.	2
Цинк (Zn)	3.0*	5.0	5.0	5.0	орг.	3

Прочерк означает, что данный параметр не нормируется.

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

USEPA – агенство по охране окружающей среды в США

ЕС – Европейский союз

* предел по органолептике и потребительским качествам воды.

** в пересчете на нитраты и нитриты соответственно.

3.2. Краткая характеристика основных неорганических загрязнителей воды

Барий. В природных водах присутствует в виде Ba²⁺. Содержание бария обычно составляет 0,001—0,01 мг/л, редко — 0,1 мг/л. Барий может поступать в источники водоснабжения со сточными водами металлургической, машиностроительной, фармацевтической промышленности, от производства бумаги и пластических материалов. В воде хорошо растворимы хлорид и нитрат бария, а также его гидроксид.

Растворимые соединения бария хорошо всасываются и способны к кумуляции (накоплению) в организме. Барий – высокотоксичное вещество, способное вызывать даже в низких дозах отдаленные неблагоприятные последствия – эмбриотоксический и мутагенный эффекты. При поступлении в организм барий может накапливаться в костной ткани, что усугубляет его опасность для здоровья.

Однако, доказательства связи какого-либо влияния на здоровье с обычными низкими концентрациями бария в воде отсутствуют. Таких данных мало даже для концентрации бария 10 мг/л, и вследствие этого в настоящее время рекомендуемая величина содержания бария в питьевой воде составляет от 0,1 мг/л до 0,7 мг/л.

Бериллий. Присутствует в воде в виде иона Be²⁺. Бериллий известен как высокотоксичный и кумулятивный клеточный яд. Доказаны его цитотоксический, сенсibiliзирующий, эмбриотоксический и канцерогенный эффекты. Указанные нарушения выявлены в основном при ингаляционном поступлении вещества. Бериллий плохо всасывается при поступлении с водой, так как в кислом содержимом желудка образуются нерастворимые соединения. Поскольку бериллий обладает способностью проникать во все органы, клетки и органеллы, повреждая клеточные мембраны, он способен

вызывать широкий спектр отдаленных эффектов неблагоприятного действия. Поверхностные воды загрязняются бериллием при поступлении в них сточных вод авиационной промышленности и предприятий по созданию космических летательных аппаратов, от производства люминесцентных ламп и кинескопов.

Учитывая, что поступивший внутрь бериллий всасывается весьма неэффективно, что нет определенных доказательств его опасности для человека при поступлении внутрь и что обычно основным источником воздействия, вероятно, является пища, в настоящее время рекомендуемая величина содержания бериллия в питьевой воде составляет 0.0002 мг/л.

Бор. В высоких концентрациях бор обнаруживают в сильно минерализованных подземных водах и морской воде в виде ионов B^{3+} и BO_4^- . Известны биогеохимические провинции, для которых характерно повышенное содержание бора в почве, растениях, воде поверхностных источниках водоснабжения. В экспериментальных и в природных условиях при поступлении в организм с питьевой водой высоких концентраций бора наблюдались серьезные расстройства функций половой сферы у представителей обоих полов, а также выраженный эмбриотоксический эффект. Бор хорошо всасывается в желудочно-кишечном тракте, но выводится медленно. С учетом высокой опасности присутствия биологически эффективных концентраций бора в питьевой воде, наличия на территории страны биогеохимических провинций бор включен в программу аналитических исследований при выборе источника питьевого водоснабжения, а при его наличии в источнике – в программу анализа питьевой воды.

Молибден. Молибден – необходимый для организма элемент. Но избыток молибдена может вызывать нарушения обмена пуриновых оснований, которые выражаются в полиартралгиях и артрозах (молибденовая подагра).

Содержание молибдена в виде MoO_4^{2-} в подземных и поверхностных водах достигает уровня тысячных и сотых долей миллиграмма на 1 л, однако известны геохимические провинции, где концентрации молибдена в воде достигают десятых долей миллиграмма в 1 л. В районах с промышленной добычей молибдена, в загрязненных сточными водами поверхностных водоемах концентрации молибдена составляют 1 мг/л. Следует отметить, что биологическая активность молибдена в водах с высоким содержанием сульфатов ниже, так как сульфаты способствуют выведению молибдена.

Мышьяк. В воде присутствует в виде AsO_4^{3-} . На основании данных о влиянии на здоровье человека мышьяк при концентрации 50 мкг/л не оказывает какого-либо отрицательного воздействия на здоровье. Мышьяк, содержащийся в питьевой воде, обычно служит основным источником не-

органического мышьяка. В качестве рекомендуемой величины представлена концентрация мышьяка 0,05 мг/л.

Содержание мышьяка в пресных водах как поверхностных, так и подземных, как правило, невелико, но на территориях биогеохимических провинций, связанных с залеганием полиметаллических руд, может превышать 1 мг/л. Формы, в которых мышьяк находится в водах с реакцией рН, близкой к нейтральной, различны: это могут быть мышьяковистая кислота в молекулярной форме, анионы мышьяковой кислоты, комплексные соединения с органическим веществом. Специальными исследованиями показана одинаковая степень опасности для здоровья воды, содержащей указанные формы мышьяка.

В отходах промышленности (гидрохимические процессы в цветной металлургии, зола ТЭЦ, работающих на угле), идущих в отвалы, могут быть высокие концентрации мышьяка, представляющие реальную опасность загрязнения грунтовых и межпластовых вод.

Селен. Селен – необходимый микроэлемент для организма человека; он участвует во многих биохимических процессах, в том числе в синтезе специфических белков. Однако при высоком содержании селена в питьевой воде нарушается формирование эмали зубов и кальциевый обмен, страдают функции печени.

Селен часто присутствует в подземных водах в виде SeO_4^{2-} , фоновые концентрации его, как правило, не превышают допустимых (ПДК селена в воде – 0,01 мг/л).

Стронций. В воде присутствует в виде Sr^{2+} . В местностях, где для питьевых целей используют воду глубоких подземных горизонтов с повышенным содержанием стронция, при массовых медицинских обследованиях детей были выявлены нарушения развития костной ткани, проявляющиеся в задержке развития зубов, поздним зарастанием родничка и т.п. Такая патология является отражением конкурентных отношений стронция и кальция при распределении их в организме.

Необходимость норматива по стронцию в нашей стране обусловлена тем, что подземные воды, обогащенные стронцием, распространены на территории ряда областей европейской части России, в Прикаспии и в Якутии. Особенно высокие концентрации, выше 7 мг/л (ПДК стронция в воде), обнаружены в подземных водах Астраханской и Московской областях, Среднем Поволжье.

Фтор. Присутствует в воде в виде F^- . Характерным для фтора является узкий диапазон его биологических доз, что учитывается при гигиеническом нормировании его содержания в питьевой воде. Содержание фтора в питьевой воде на уровне 1 мг/л является безопасным (оптимальная концентрация).

Избыток фтора в питьевой воде влияет на качество эмали зубов, при этом возможно развитие заболевания флюороза, одним из признаков кото-

рого является пятнистость эмали зубов. Кроме этого, избыточное поступление фтора вызывает нарушения скелета у детей, изменения в мышце сердца и в деятельности нервной системы.

Недостаток фтора в рационе способствует развитию кариеса зубов – в юношеском и зрелом возрасте. Очень важна роль фтора в регуляции минерального обмена скелета.

Несмотря на присутствие фтора в составе некоторых продуктов питания (чай, морепродукты), основное его количество, необходимое для жизнедеятельности организма, поступает с питьевой водой. В этом отличие фтора от остальных (порядка двух десятков) необходимых для организма человека микроэлементов. Большая пораженность населения кариесом наблюдается при содержании фтор-иона в питьевой воде ниже 0,5 мг/л. Частота кариеса уменьшается при увеличении концентрации до 1 мг/л. При концентрациях выше 1,5 мг/л отмечаются весьма редкие случаи крапчатости зубов, а при 3,0 – 6,0 мг/л может наблюдаться флюороз скелета. Фтор попадает в поверхностные воды из минеральных удобрений (суперфосфат), содержащих значительные примеси фторидов, а также со сточными водами алюминиевых, суперфосфатных и криолитовых заводов.

Марганец. При концентрациях, превышающих 0,15 мг/л, марганец в системах водоснабжения окрашивает водопроводную арматуру и белье (находится в виде MnO_4^-). В более высоких концентрациях он придает нежелательный привкус напиткам. Его присутствие в питьевой воде, как и присутствие железа, может вести к накоплению осадка в распределительной системе. По данным ВОЗ, содержание марганца в питьевой воде до 0,5 мг/л не приводит к нарушению здоровья человека. Однако присутствие марганца в таких концентрациях может быть неприемлемым для водопотребителей, поскольку вода имеет металлический привкус и окрашивает ткани при стирке.

Рекомендуемая величина содержания марганца в питьевой воде 0,1 мг/л установлена с учетом его красящих свойств. Находится в воде в форме иона Mn^{2+} .

Кадмий. Кадмий – высокотоксичный элемент. В природных средах встречается, как правило, в невысоких концентрациях, не вызывающих биологических эффектов и в форме иона Cd^{2+} . В нормальных геохимических условиях содержание кадмия в природных водах не превышает 0,05–1 мкг/л. Источником более высоких концентраций кадмия (несколько десятков микрограммов на 1 л) в воде водоемов служат неочищенные стоки промышленных предприятий. ПДК кадмия в воде – 0,001 мг/л. В водоемах кадмий сорбируется взвешенными частицами и с ними оседает на дно. При повышении рН воды кадмий снова переходит в воду.

Кадмий используется в атомной и ракетной технике, производстве щелочных аккумуляторов, входит в состав полимеров (в качестве стабили-

затора), специальных сплавов и антикоррозионных покрытий, применяемых в пищевой промышленности и водопроводной практике.

Токсичность низких доз кадмия, поступающих с водой (порядка десятков микрограммов на 1 л), проявляется в тяжелом поражении почек и связанной с этим гипертонической болезнью.

Никель. В природных водах никель присутствует в форме иона Ni^{2+} и содержится в концентрациях порядка сотых и тысячных долей миллиграмма на 1 л, повышается его концентрация в районах месторождения никелевых руд до единиц миллиграмма на 1 л. Возможно поступление никеля со сточными водами металлургической, металлообрабатывающей и химической промышленности, концентрация никеля в которых составляет 0,01—274 мг/л. Сульфат, хлорид и нитрат никеля хорошо растворяются в воде. Никель - один из наиболее опасных загрязнителей окружающей среды В последнюю четверть XX в. резко возрос выброс никеля в атмосферу, связанный в основном с сжиганием каменного угля. На протяжении года в биологическую миграцию вовлекаются сотни тысяч тонн никеля. Это приводит к повышению его концентрации в воде источников водоснабжения, что влечет за собой необходимость контроля его содержания в питьевой воде.

При избыточном поступлении никеля в организм нарушаются тонкие биохимические процессы на клеточном и субклеточном уровнях. При длительном контакте с аэрозолями никеля у рабочих развивается рак легкого и желудка; при поступлении никеля через желудочно-кишечный тракт канцерогенный эффект не описан .

Хром. В воде существует в виде аниона CrO_4^{2-} и Cr^{3+} . Хром широко распространен в окружающей среде, однако в силу малой растворимости его концентрации в воде природного происхождения не достигают гигиенически значимых величин.

В результате загрязнения промышленными выбросами (сточные воды, твердые отходы) часто обнаруживают локальные очаги повышенных концентраций хрома в почве и водных объектах. Последние, как поверхностные, так и подземные, могут загрязняться непосредственно (поступление сточных вод) и в результате миграции из мест захоронения твердых отходов. Основные источники загрязнения окружающей среды хромом — гальваническое производство, текстильная промышленность и производство специальных сплавов. Неблагоприятные последствия попадания хрома в организм заключаются в поражении почек и печени. Хром способствует возникновению язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки. Известен аллергизирующий эффект хрома, связанный с высокой его способностью к комплексообразованию. Для хрома доказаны канцерогенный и мутагенный эффекты.

В хлорированной воде шестивалентный хром является доминирующей формой. При концентрации хрома 100 мкг/л питьевая вода может быть основным (40 – 60%) «поставщиком» шестивалентного хрома в ор-

ганизм; при концентрации 50 мкг/л на долю воды приходится менее 50% его общего потребления (25 – 49%).

Цианиды. Под цианидами понимают неорганические соединения с ионом CN^- . Цианиды являются промежуточными продуктами метаболизма организма животных и человека.

Техногенными источниками поступления цианидов в окружающую среду служат производство полимеров, кокса, извлечение благородных металлов, гальванопластика, некоторые технологии органического синтеза.

Цианид-ион обладает выраженной реакционной способностью, в результате чего его высокие токсичные концентрации в воде источников водоснабжения крайне редки и связаны с аварийными ситуациями на промышленных предприятиях. При хлорировании питьевой воды в условиях нейтральной активной реакции и при наличии свободного хлора концентрации цианидов снижаются до очень низких значений.

В Руководстве по контролю качества питьевой воды (ВОЗ, 1993 г.) норматив цианидов — до 0,07 мг/л.

Серебро. В воде присутствует в виде Ag^+ . Серебро не является особенно токсичным элементом и, по-видимому, лишь относительно небольшая часть поступившего внутрь серебра всасывается. Общее суточное потребление вещества из атмосферного воздуха, пищи и воды составляет для среднего человека 20 – 80 мкг. Это значительно ниже уровня, вызывающего отрицательный эффект. Даже максимально описанные уровни комбинированного воздействия концентраций серебра, содержащиеся в воде и пищевых продуктах, не должны приводить к общему потреблению 180 мкг серебра в сутки.

Сульфаты. Употребление воды, содержащей высокие концентрации сульфатов, может оказывать послабляющее действие, которое усиливается, если сульфаты поступают вместе с магнием. Вода, содержащая сульфат магния в концентрациях около 1000 мг/л, действует как слабительное на взрослых, тогда как на лиц, не привыкших к этой воде, и детей могут оказывать влияние и более низкие концентрации. Кроме того, при высоких концентрациях сульфатов может возрастать коррозия металлов. Рекомендуемая величина для сульфатов в питьевой воде 400 мг/л определена с учетом влияния на привкус.

Хлориды. Высокие концентрации хлоридов придают воде и напиткам нежелательный привкус. Пороги привкуса для хлоридов (в виде хлоридов натрия, калия и кальция) лежат в диапазоне концентраций хлорид-иона 200 – 300 мг/л. Высокие концентрации хлоридов вызывают коррозию металлов в распределительной системе, особенно при низкой щелочности воды, и обычные методы водоочистки не удаляют хлориды из воды.

Рекомендуемая величина хлоридов в питьевой воде, установленная с учетом привкуса, составляет 250 мг/л.

Сероводород. Сероводород требует особого внимания в некоторых подземных водах и в питьевой воде, застаивающейся в распределительной системе, как результат снижения содержания кислорода и последующего восстановления сульфатов в результате деятельности бактерий. Присутствие сероводорода в питьевой воде требует незамедлительных коррективных мер. Рекомендуемая величина содержания сероводорода в питьевой воде составляет 0,05 мг/л, она установлена с учетом органолептических свойств и требований потребителя к качеству воды.

Свинец. Присутствует в воде в виде Pb^{2+} . Свинец обладает крайне высокой способностью к кумуляции в костях, способен поражать нервную систему, почки, приводить к раннему атеросклерозу. При концентрации в питьевой воде 0,1 мг/л организмом кумулируется 50% поглощенного свинца и его содержание в крови составляет 0,025 мг/л. Такое содержание свинца в крови считается предельным, так как даже при его небольшом превышении нарушается процесс образования эритроцитов. Результаты этих и других исследований явились основанием для установления ПДК свинца в воде на уровне 0,03 мг/л. Особенно важен контроль за содержанием свинца в пищевом сырье и воде, используемых в индустрии детского питания. Детским организмом свинец усваивается в 3 – 4 раза интенсивнее, чем взрослым.

Содержание свинца в подземных водах, как правило, не превышает современного норматива, однако в районах залежей полиметаллических руд, особенно в мягких водах и водах с низким значением pH, могут создаваться опасные концентрации свинца.

В незагрязненных озерных и речных водах природное содержание свинца не превышает 0,01 мг/л, однако может повышаться при поступлении промышленных сточных вод. Значительное количество свинца (от 50% до 90%) задерживается на сооружениях водопровода при использовании обычных методов водоподготовки.

Нитраты и нитриты. Нитраты оказывают токсическое действие, если присутствуют в питьевой воде в избыточных количествах, и в некоторых случаях вызывают метгемоглобемию у искусственно вскармливаемых грудных детей. Рекомендуемая величина для азота нитратов составляет 10 мг/л. Отрицательные эффекты нитратов обязательно включают в качестве предварительного этапа восстановления до нитритов. Следовательно, поступление нитритов внутрь организма ведет к более быстрому проявлению клинических признаков, и рекомендуемая величина ПДК для этого иона должна быть соответственно ниже, чем для нитратов. При правильной обработке питьевой воды концентрация азота нитритов должна быть значительно ниже 1 мг/л.

Считается, что основным источником поступления нитратов в организм человека являются растительные продукты питания. Однако следует

учитывать, что нитраты воды в 1,5 раза токсичнее нитратов, содержащихся в овощах. При повышенном содержании нитратов в воде ее роль в нагрузке организма нитратами окажется ведущей.

Основным источником нитратов антропогенного происхождения являются минеральные азотные удобрения на всех этапах их жизненного цикла – от производства до применения. Второй по важности источник – жидкие отходы промышленных животноводческих комплексов. В процессе образования жидких отходов азот находится в составе органических комплексов, но при вынужденном длительном хранении он минерализуется до нитратов, концентрации которых могут быть очень высокими.

Железо. Несмотря на то, что железо является необходимым элементом в питании человека, питьевая вода не считается важным источником его поступления в организм. В водной среде оно присутствует чаще всего в форме гидрокарбоната, оксида железа (II), сульфида. В силу гидрохимических закономерностей в подземных водах железо встречается в различных соотношениях с марганцем. Для питьевого водоснабжения имеют значение следующие типы железосодержащих вод:

- бескислородные и бисульфидные воды, содержащие металлы в виде ионов Fe^{2+} и Mn^{2+} в концентрациях до десятков и сотен миллиграмма на 1 л соответственно;

- кислородсодержащие подземные воды с малым содержанием органических веществ и железа по сравнению с марганцем;

- кислородсодержащие подземные воды с высоким содержанием органических веществ природного происхождения, являющиеся комплексными железомарганцевыми водами с высокой концентрацией металлов.

В питьевой воде железо может присутствовать, кроме того, после использования железосодержащих коагулянтов, а также в результате коррозии труб системы распределения воды, поэтому для железа установлена рекомендуемая величина 0,3 мг/л.

В организме железо активно участвует в окислительно-восстановительных процессах, иммунобиологических реакциях, входя в состав ряда ферментов; 60 – 70% железа входит в состав гемоглобина. Наличие в организме механизма регуляции баланса железа не позволяет проявиться его токсическим свойствам. Однако повышенное содержание железа в питьевой воде нежелательно по ряду причин, не связанных напрямую со здоровьем. Вода с повышенным содержанием железа неприятна на вкус, имеет бурый цвет, образует конкреции в трубах, затрудняющих ток воды и повреждающие водопроводную арматуру.

Алюминий. Алюминий – один из самых распространенных элементов (8% массы земной коры). Несмотря на множество источников поступления алюминия в организм (запыленный воздух, дезодоранты, пищевые продукты, лекарственные препараты, питьевая вода), токсическое дей-

ствии его в течение длительного времени недооценивалось. Многие клинические и экспериментальные исследования свидетельствуют о нейротоксичности алюминия, его способности накапливаться в нервной ткани.

Высокие концентрации алюминия в природной воде встречаются нечасто и зависят от многих факторов (рН, наличие и концентрация комплексообразователя, окислительно-восстановительный потенциал системы, загрязнение промышленными сточными водами). В воде присутствует в форме иона Al^{3+} . Его концентрации в подземных водах колеблются от 0 до 242,2 мг/л, в поверхностных – от 0 до 10 мг/л. В значительной части источников водоснабжения алюминий содержится в концентрациях от десятых долей миллиграмма до нескольких миллиграммов в 1 л. Гигиеническое нормирование алюминия в питьевой воде связано с его применением в качестве коагулянта при водоподготовке.

Цинк. Присутствует в воде в виде Zn^{2+} . Уровни цинка в поверхностных и грунтовых водах обычно не превышают 0,01 и 0,05 мг/л соответственно, однако концентрация в водопроводной воде может достигать 2 мг/л за счет вымывания цинка из водопроводных труб.

Цинк является незаменимым микроэлементом, поскольку входит в состав жизненно необходимых ферментов и витаминов. Суточная потребность в зависимости от возраста и пола составляет 4 – 10 мг. Увеличение содержания цинка в организме в обычных условиях не наблюдается. При нормировании цинка в питьевой воде учтена его способность изменять органолептические свойства воды — металлический привкус не ощущается при концентрации цинка 5,0 мг/л и ниже, а при концентрации превышающей 5,0 мг/л, имеется неприятный вяжущий привкус и вода может опалесцировать, образуя жирную пленку при кипячении. Рекомендуемая величина для цинка в питьевой воде 5,0 мг/л определена с учетом представлений о привкусе.

Ртуть. Ртуть широко распространена во всех элементах окружающей среды в силу высокой летучести паров металла, но гигиеническое значение имеют локальные очаги антропогенного загрязнения, к сожалению, встречающиеся часто как на городских территориях, так и в сельской местности.

Источники антропогенного загрязнения окружающей среды ртутью — ТЭЦ, заводы цветных металлов, целлюлозобумажные, цементные. Имеет значение поступление ртути, связанное с применением ртутьсодержащих сельскохозяйственных фунгицидов. Из атмосферного воздуха пары и аэрозоли соединений ртути попадают в водные объекты в результате седиментации и с осадками.

В незагрязненных водных объектах концентрация ртути колеблется от 0,01 до 0,5 мкг/л, в реках, загрязненных сточными водами, она может составлять сотни и тысячи микрограммов на 1 л. Присутствует в воде в виде ионов Hg^+ и Hg^{2+} .

В обычных условиях с питьевой водой поступает не более 15 % поглощенной организмом ртути. Ртуть не выполняет никакой физиологической функции в организме человека. Она высокотоксична и кумулятивна.

Неорганическая ртуть в природных водах способна к метилированию. Клинические проявления интоксикации органическими соединениями ртути принципиально отличаются от интоксикации неорганической ртутью. Для неорганических соединений ртути характерны поражения почек и печени, органические соединения нейротоксичны, эмбриотоксичны. В силу этого гигиенические нормативы для неорганической ртути и ее алкилпроизводных различны, что необходимо учитывать при организации лабораторного контроля качества воды. Рекомендуемая величина содержания ртути составляет 0,001 мг/л и она применима ко всем химическим формам ртути.

Медь. Медь и ее соединения широко распространены в окружающей среде, поэтому их часто обнаруживают в природных водах. В воде присутствует в виде катиона Cu^{2+} . Концентрации меди в природных водах обычно составляют десятые доли мг/л, в питьевой воде могут увеличиваться за счет вымывания из материалов труб и арматуры. Свойства меди в воде зависят от значения pH воды, концентрации в ней карбонатов, хлоридов и сульфатов.

В организме человека медь участвует в образовании эритроцитов, высвобождении тканевого железа и развития скелета, центральной нервной системы и соединительной ткани. Проявления хронического токсического действия соединений меди, поступающих с питьевой водой, маловероятны из-за наличия гомеостатического механизма ее регулирования, а также рвотного действия при высоких концентрациях.

Медь придает воде неприятный вяжущий привкус в низких концентрациях, что и лимитирует ее содержание в питьевой воде. В концентрациях меди выше 5,0 мг/л она также придает воде окраску и нежелательный горький привкус. При концентрациях меди выше 1,0 мг/л наблюдается окрашивание стираемого белья и водопроводной арматуры. Поэтому рекомендуемая величина содержания меди в питьевой воде, установленная с учетом свойств меди, составляет 1,0 мг/л.

Аналогичный подход правомочен при рассмотрении влияния описанных токсикантов и супертотоксикантов на свойства пищевых продуктов, растительного материала и почв.

4. Лабораторные работы

4.1. Правила хранения тест-систем

Все тест-системы следует хранить в темном сухом месте упакованными, их не следует оставлять открытыми, а также допускать попадания влаги и солнечных лучей.

4.2. Меры безопасности при работе

К выполнению работ с использованием тест-методов привлекаются лица без специального образования, овладевшие приемами экспрессного анализа.

В работе используются 7%-ная (2М) соляная кислота во флаконах-капельницах. В случае попадания кислоты на руки и одежду, места попадания необходимо немедленно промыть большим количеством воды. Флаконы-капельницы с кислотой хранить в плотно закрытых полиэтиленовых пакетах. Не допускать попадания кислоты в глаза!

Индикаторные бумаги желательно брать пинцетом во избежание попадания реактивов, находящихся в них, на руки.

4.3. Требования к отбору проб

Отбор проб следует проводить в стеклянные или полиэтиленовые емкости, предварительно сполоснув их исследуемой жидкостью.

Для отмеривания определенного объема пробы следует использовать полиэтиленовые шприцы, предварительно промыв их исследуемой пробой. Нельзя использовать стеклянные шприцы, содержащие металлические части.

Отбор проб в водоемах проводить на глубине 20 см от поверхности, избегая застойных мест.

Атмосферные осадки для анализа собирать на высоте 1.5 –2 м от поверхности земли в стеклянные емкости, исключая их загрязнения. Анализ атмосферных осадков в виде льда и снега проводить после таяния их при комнатной температуре аналогично анализу воды.

4.4. Фирмы-изготовители тест-систем

1. Научно-производственное объединение «Крисмас» (г. Санкт-Петербург)
2. Научно-производственное предприятие «Эконикс» (г. Москва)
3. Лаборатория химических методов идентификации и экспресс-анализа кафедры химии Владимирского госуниверситета (г. Владимир)

Работа 1. Определение содержания меди в водах различного происхождения с использованием тест-систем

Цель работы: установление содержания меди в водах различного происхождения районов г. Самары.

Реагенты и оборудование:

1. Набор тест-полос для определения катиона меди в диапазоне концентраций 0.1 – 500 мг/л.
2. Тест-устройство, набор индикаторных бумаг (диапазон концентраций 0.1-0.001 мг/л).

Этапы работы

- 1) отбор пробы сточной воды, природной воды вблизи заводов в различных районах г. Самары;
- 2) отбор пробы атмосферных осадков (дождевая вода, снег) в различных районах г. Самары;
- 3) проведение тест-определения на месте забора проб;
- 4) систематизация полученных результатов и внесение их в банк данных, характеризующих состояние воды в районах г. Самары.

Работа 2. Определение содержания цинка в водах различного происхождения с использованием тест-систем

Цель работы: установление содержания цинка в водах различного происхождения районов г. Самары.

Реагенты и оборудование:

1. Набор тест-полос для определения катиона цинка в диапазоне концентраций 0.5 – 100 мг/л.
2. Тест-устройство, набор индикаторных бумаг (диапазон определяемых концентраций 0.01-1.0 мг/л).

Этапы работы

- 1) отбор пробы сточной воды, природной воды вблизи заводов в различных районах г. Самары;
- 2) отбор пробы атмосферных осадков (дождевая вода, снег) в различных районах г. Самары;
- 3) тест-определение на месте забора проб;
- 4) систематизация полученных результатов; внесение их в банк данных, характеризующих состояние воды в районах г. Самары.

Работа 3. Определение содержания ртути в водах различного происхождения с использованием тест-систем

Цель работы: установление содержания ртути в водах различного происхождения районов г. Самары.

Реагенты и оборудование:

1. Набор тест-полос для определения катиона ртути в диапазоне концентраций 0.1 – 200 мг/л.
2. Тест-устройство, набор индикаторных бумаг (диапазон определяемых концентраций 0.005-1.0 мг/л).

Этапы работы

- 1) отбор пробы сточной воды, природной воды вблизи заводов в различных районах г. Самары;
- 2) отбор пробы атмосферных осадков (дождевая вода, снег) в различных районах г. Самары;
- 3) тест-определение на месте забора проб;
- 4) систематизация полученных результатов и внесение их в банк данных, характеризующих состояние воды в районах г. Самары

Работа 4. Определение содержания аммиака в водах различного происхождения с использованием индикаторных пластин

Цель работы: установление содержания аммиака в водах различного происхождения районов г. Самары.

Реагенты и оборудование:

1. Тест-устройство, набор индикаторной бумаги (диапазон определяемых концентраций 0 – 50 мг/л).

Этапы работы

- 1) отбор пробы сточной воды, природной воды вблизи заводов в различных районах г. Самары;
- 2) отбор пробы атмосферных осадков (дождевая вода, снег) в различных районах г. Самары;
- 3) тест-определение на месте забора проб;
- 4) систематизация полученных результатов и внесение их в банк данных, характеризующих состояние воды в районах г. Самары.

Работа 5. Определение содержания железа в водах различного происхождения с использованием тест-систем

Цель работы: установление содержания железа в водах различного происхождения районов г. Самары.

Реагенты и оборудование:

1. Набор тест-полос для определения катиона железа в диапазоне концентраций 0.5 – 80 мг/л.
2. Тест-устройство, набор индикаторных бумаг (диапазон определяемых концентраций 0 – 10 мг/л).

Этапы работы:

- 1) отбор пробы сточной воды, природной воды вблизи заводов в различных районах г. Самары;
- 2) отбор пробы атмосферных осадков (дождевая вода, снег) в различных районах г. Самары;
- 3) тест-определение на месте забора проб;
- 4) систематизация полученных результатов и внесение их в банк данных, характеризующих состояние воды в районах г. Самары.

Работа 6. Определение содержания алюминия в водах различного происхождения с использованием тест-систем

Цель работы: установление содержания алюминия в водах различного происхождения районов г. Самары.

Реагенты и оборудование:

1. Тест-устройство, набор индикаторных бумаг (диапазон определяемых концентраций 0 – 1.0 мг/л).

Этапы работы:

- 1) отбор пробы природной воды вблизи заводов в различных районах г. Самары;
- 2) отбор пробы атмосферных осадков (дождевая вода, снег) в различных районах г. Самары;
- 3) отбор пробы питьевой воды;
- 4) тест-определение на месте забора проб;
- 5) систематизация полученных результатов и внесение их в банк данных, характеризующих состояние воды в районах г. Самары.

Работа 7. Определение содержания нитратов в природных водах и продуктах питания (ранние фрукты и овощи) с помощью тест-систем

Цель работы:

- установление и сравнение содержания нитратов в овощах (огурцы парниковые, помидоры парниковые и привозные);
- установление содержания нитратов в природной воде.

Реагенты и оборудование:

1. Набор тест-полос для определения NO_3^- в диапазоне концентраций 1.0 – 200 мг/л.

2. Тест-устройство, набор индикаторных бумаг.

Этапы работы:

- 1) приготовление стандартных растворов KNO_3 и KNO_2 известной концентрации и апробация действия тест-системы;
- 2) получение сока из мякоти фруктов и овощей. Пробоподготовка (фильтрация, концентрирование и т.д.);
- 3) тест-определение согласно методике, указанной в наборе;
- 4) отбор проб природной воды (река, озеро, пруд) и проведение определения нитратов с помощью тест-устройства.

Работа 8. Определение содержания активного хлора в питьевой воде и водах неизвестного происхождения с использованием тест-систем

Цель работы: определение активного хлора в питьевой воде и идентификация вод неизвестного происхождения (по присутствию ионов хлора).

Реагенты и оборудование:

1. Набор тест-систем для определения активного хлора (диапазон определяемых концентраций 0 – 1.0 мг/л).

Этапы работы:

- 1) отбор пробы питьевой воды из крана в различных районах г. Самары;
- 2) отбор пробы воды в естественных условиях (например, талая вода);
- 3) выполнение определения с помощью тест-систем;
- 4) сравнение полученных результатов (если хлор обнаружен, то вода принадлежит водоканалу).

Работа 9. Определение жесткости воды титриметрическим методом и с использованием тест-систем

Цель работы: определение жесткости воды различных районов г. Самары.

Реагенты и оборудование:

1. Набор тест-средств в виде таблеток для определения жесткости воды;
2. Набор для проведения титриметрии.

Этапы работы:

- 1) отбор пробы воды из крана (холодная и горячая вода) в различных районах г. Самары;
- 2) определение жесткости воды титриметрическим методом и установление диапазона значений ;
- 3) повторное определение жесткости того же образца воды при помощи тест-системы;

4) сравнение полученных результатов.

Работа 10. Определение содержания нефтепродуктов в почвах

Цель работы: установление факта загрязнения почвы нефтепродуктами.

Реагенты и оборудование:

1. Набор тест-полос для определения содержания нефтепродуктов в почве.

Этапы работы:

1) отбор пробы почвы для анализа вблизи автостоянок, автомагистралей и автозаправочных станций г. Самары;

2) пробоподготовка образцов почвы согласно методике, указанной в тест-наборе;

3) определение нефтепродуктов согласно методике, указанной в тест-наборе;

4) составление карты почв наиболее загрязненных нефтепродуктами районов г. Самары.

Работа 11. Определение цинка в почве с использованием тест-системы

Цель работы: установление факта наличия ионов цинка в почве.

Реагенты и оборудование:

1. Набор тест-полос для определения ионов цинка в воде и почве.

Этапы работы:

1) отбор проб почвы в различных районах г. Самара (вблизи автозаправочных станций, на садово-дачном участке, на территории, прилегающей к заводу);

2) тест-определение ионов цинка в пробе на месте;

3) составление карты загрязненности почвы ионами цинка районов г. Самары.

Работа 12. Определение железа в почве с использованием тест-системы

Цель работы: установление факта нахождения ионов железа в почве.

Реагенты и оборудование :

1. Набор тест-полос для определения ионов железа в воде и почве.

Этапы работы:

- 1) Отбор проб почвы в различных районах г.Самара (вблизи автозаправочных станций, на садово-дачном участке, на территории, прилегающей к заводу);
- 2) тестирование проб на месте и определение содержания ионов железа;
- 3) составление карты загрязненности почвы ионами железа районов г. Самары.

Работа 13. Определение ртути в почве с использованием тест-системы

Цель работы: установление факта присутствия ионов ртути в почве.

Реагенты и оборудование:

1. Набор тест-полос для определения ионов ртути в воде и почве.

Этапы работы:

- 1) отбор проб почвы в различных районах г. Самара (вблизи автозаправочных станций, на садово-дачном участке, на территории, прилегающей к заводу);
- 2) тестирование проб на месте и определение содержания ионов ртути;
- 3) составление карты загрязненности почвы ионами ртути районов г. Самары.

Работа 14. Определение меди в почве с использованием тест-системы

Цель работы: установление факта присутствия ионов меди в почве.

Реагенты и оборудование :

1. Набор тест-полос для определения ионов меди в воде и почве.

Этапы работы:

- 1) отбор пробы почвы в различных районах г. Самара (вблизи автозаправочных станций, на садово-дачном участке, на территории, прилегающей к заводу);
- 2) тестирование проб на месте и определение содержания ионов меди;
- 3) составление карты загрязненности почвы ионами меди районов г. Самары.

Работа 15. Определение загрязнителей воздуха с помощью тест-систем.

Цель работы: освоение работы с мини-насосом и знакомство с методикой определения в воздухе CO, CO₂, H₂S.

Реагенты и оборудование:

1. Набор индикаторных трубок для определения в воздухе CO, CO₂, H₂S;
2. Аспиратор для забора воздушной пробы;

Этапы работы:

- 1) забор пробы воздуха с помощью насоса в закрытом помещении при большом скоплении людей ;
- 2) установление концентрации CO₂ с помощью индикаторной трубки в помещении согласно инструкции;
- 3) определение H₂S с помощью насоса и индикаторной трубки в туалетной комнате или на несанкционированной свалке;
- 4) определение CO₂ с помощью насоса и индикаторной трубки над сосудом с повышенной концентрацией CO₂, значительно превышающей ПДК. Убедиться, что тест-система реагирует на CO₂;
- 5) определение CO на автостоянке и установление уровня загрязненности CO атмосферы.

Работа 16. Определение в воздухе паров бензина с помощью тест-систем

Цель работы: составление карты г. Самары по загрязнениям воздуха парами бензина.

Реагенты и оборудование:

1. Набор индикаторных трубок для определения бензина в воздухе;
2. Насос для отбора проб воздуха;

Этапы работы:

- 1) определение бензина в воздухе вблизи автостоянок, автозаправочных станций в разных районах г. Самары;
- 2) сравнение полученных результатов с нормами ПДК;
- 3) составление карты загрязнения воздуха бензином районов г. Самары.

Работа 17. Определение аскорбиновой кислоты в соках лимона, грейпфрута, в соках, упакованных в коробки

Цель работы:

- 1) установление факта присутствия аскорбиновой кислоты;
2. определение концентрации аскорбиновой кислоты в фруктах и готовом соке.

Реагенты и оборудование:

1. Набор тест-полос для определения аскорбиновой кислоты (диапазон определяемых концентраций 5 – 1000 мг/л;
2. Образец аскорбиновой кислоты в виде порошка;

Этапы работы:

- 1) приготовление стандартного раствора аскорбиновой кислоты высокой концентрации;
- 2) проверка работы тест-системы;
- 3) определение концентрации аскорбиновой кислоты при помощи тест-системы;
- 4) обобщение и анализ результатов определений.

Список используемых источников

1. Золотов Ю.А., Иванов В.М., Амелин В.Г. Химические тест-методы анализа. М.: «Едиториал УРСС». 2002 г. 302 с.
2. Золотов Ю.А. Тест-методы // Журн. аналит. химии. 1994. Т. 49, № 2. С. 149.
3. В.Г. Амелин Тест-методы определения суммарных показателей качества воды с использованием индикаторных бумаг // Журн. аналит. химии. 2000. Т. 55, №5. С.532–538
4. Муравьева С.И., Буковский М.И., Прохорова Е.К. и др. Руководство по контролю вредных веществ в воздухе рабочей зоны: Справ. изд. М.: Химия, 1991. 368 с.
5. Лисичкин Г.В. Химическое модифицирование поверхности минеральных веществ // Соросовский Образовательный Журнал. 1996. № 4. С. 52.
6. Руководство по контролю качества питьевой воды. Т. 1–3. Гигиенические критерии и другая релевантная информация. Женева: ВОЗ, 1984–1987.
7. Ожаровская Д.М., Сергеев В.И. ЕЭК ООН – общие сведения и деятельность // Стандарты и качество. 1994. № 10. С. 33–35.
8. Руководство по контролю качества питьевой воды. Т. 1. Рекомендации. ВОЗ. Женева, 1994. 255 с.
9. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И., Ческис А.Б. Современные критерии гигиенической оценки доброкачественной питьевой воды // Гигиена и санитария. 1994. № 8. С. 5 – 9.
10. Ильницкий А.П. Нитраты и здоровье человека // Химия в сельском хозяйстве. 1989. № 1. С. 41–43.
11. Ильницкий А.П., Королев А.А., Худолей В.В. Канцерогенные вещества в водной среде. М.: Наука, 1993. 220 с.
12. Фокин А.В. Защита окружающей среды и химическая экология // Успехи химии. 1991. № 3. с. 499—506.
13. Авцын А.П. Микроэлементозы человека. М.: Медицина, 1991. 375 с.
14. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия, 1984. 447с.

Содержание

1. Введение.....	3
2. Тест-методы и тест-системы в полевом анализе	4
2.1. Принципы определения концентрации тест-методами.....	5
2.2. Области применения тест-систем.....	7
3. Вода как показатель качества жизни человека	8
3.1. Влияние химического состава воды на здоровье и условия жизни человека	8
3.2. Краткая характеристика основных неорганических загрязнителей воды	11
4. Лабораторные работы	21
4.1. Правила хранения тест-систем.....	21
4.2. Меры безопасности при работе	21
4.3. Требования к отбору проб	21
4.4. Фирмы-изготовители тест-систем	21
Работа 1. Определение содержания меди в водах различного происхождения с использованием тест-систем	22
Работа 2. Определение содержания цинка в водах различного происхождения с использованием тест-систем	22
Работа 3. Определение содержания ртути в водах различного происхождения с использованием тест-систем	23
Работа 4. Определение содержания аммиака в водах различного происхождения с использованием индикаторных пластин	23
Работа 5. Определение содержания железа в водах различного происхождения с использованием тест-систем	23
Работа 6. Определение содержания алюминия в водах различного происхождения с использованием тест-систем	24
Работа 7. Определение содержания нитратов в природных водах и продуктах питания (ранние фрукты и овощи) с помощью тест-систем	24
Работа 8. Определение содержания активного хлора в питьевой воде и водах неизвестного происхождения с использованием тест-систем	25
Работа 9. Определение жесткости воды титриметрическим методом и с использованием тест-систем	25
Работа 10. Определение содержания нефтепродуктов в почвах	26
Работа 11. Определение цинка в почве с использованием тест-системы.....	26
Работа 12. Определение железа в почве с использованием тест-системы.....	26
Работа 13. Определение ртути в почве с использованием тест-системы.....	27

Работа 14. Определение меди в почве с использованием тест-системы.....	27
Работа 15. Определение загрязнителей воздуха с помощью тест-систем.	27
Работа 16. Определение в воздухе паров бензина с помощью тест-систем	28
Работа 17. Определение аскорбиновой кислоты в соках лимона, грейпфрута, в соках, упакованных в коробки	28
Список используемых источников	30

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка, макет В.И. Никонов

Подписано в печать 01.09.05

Гарнитура Times New Roman. Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Печать оперативная.

Усл.-печ. л. 2,0. Уч.-изд. л. 1,41. Тираж 100 экз. Заказ № 333

Издательство «Универс-групп», 443011, Самара, ул. Академика Павлова, 1

Отпечатано ООО «Универс-групп»