

О. С. Егорова, Л. Ш. Салимгараева, И. А. Федорова,
Э. В. Гоголь, Ю. А. Тунакова

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНИОННО-КАТИОННОГО СОСТАВА СТОЧНЫХ ВОД КОМБИНИРОВАННЫМ СПОСОБОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИХ ТЕСТ-ПОЛОСОК И ФОТОМЕТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА

Ключевые слова: фотометрический датчик, тест-полоска, полимеры, экомониторинг, электрохроматография.

Объектом исследования является состав сточных вод, сбрасываемых в р. Казанка. Как большинство малых рек, р. Казанка в настоящее время испытывает количественное истощение водных ресурсов и загрязнение, обусловленное поступлением сточных вод и аккумуляцией загрязняющих веществ, в связи с чем ее экологическое состояние в нижнем течении является напряженным. Цель работы – выбор оптимального метода экспрессного определения экотоксикантов в окружающей среде с использованием полимерсодержащих фотометрического датчика и тест-полосок.

Key words: photometric detector, test strips, polymers, ecomonitoring, electrochromatography.

The object of study is the composition of the wastewater discharged in the river Kazanka. Like most small rivers, river Kazanka currently experiencing quantitative water depletion and pollution resulting from the receipt of waste water and accumulation of pollutants, in connection with which its ecological status in the lower reaches is tight. Purpose - to choose the optimal method of rapid determination of toxicants in the environment with the use of polymer-photometric detector and test strips.

Проблема охраны окружающей среды от загрязнения производственными и хозяйственно-бытовыми сточными водами является в настоящее время актуальной. Это связано с большим количеством населенных пунктов с развитой инфраструктурой и промышленным производством, расположенным на территориях водосбора больших и малых рек. При этом лишь небольшая часть сточных вод подвергается полной очистке. При оценке состояния естественных экологических систем и генетического фонда биocenозов, а также их изменений в результате антропогенного воздействия, одним из приоритетных критериев является качественный состав воды. Это обстоятельство позволяет считать малые реки индикатором экологического состояния не только их водосборов, но и природно-экономических регионов в целом, требует систематического обследования их состояния и использования [1].

Показательным является пример реки Казанка, испытывающей сильнейший прессинг со стороны хозяйственной деятельности человека. Согласно официальным данным за последние 5 лет, воды реки Казанка оцениваются как «грязные» [2], т.е. состояние вод не соответствует установленным нормативам и не отвечает требованиям многих водопользователей. Анализируя полученные данные, видно, что в 2006 г. концентрация железа в 10 раз превышала ПДК, в 2007 г. – в 20, в 2008 и 2009 гг. снизилась до уровня 2006 г. и остается таковой до настоящего времени. Эта же картина наблюдается и при анализе концентраций других ионов. Исключением были ионы Cr^{6+} , где концентрация из года в год увеличивалась в геометрической прогрессии. Последние три года проводится анализ на наличие ионов хлора в водах Казанки. Проанализировав полученные данные, можно сделать следующий вывод – содержание ионов резко возросло в сотни раз за последние годы, отмечается большее загрязнение водоема и берегов, а именно в районе Дербышек,

где уровень pH воды возрос (больше 8), увеличилось содержание железа, соответственно, меди, сульфидов, нитратов и окисленного хрома, что связано с интенсификацией промышленного производства в г.Казани. Наблюдается большая загрязненность малых рек (Солонка, Сухая, Нокса), впадающих в Казанку на данном участке из-за наличия трубопроводных неочищенных стоков.

На примере анализа экологического состояния р. Казанка можно сделать вывод, что проведение экологического мониторинга приобретает все большее значение вследствие все более увеличивающегося загрязнения окружающей среды. При этом на первый план выступают экономические и временные факторы: наряду с проведением высокоточных анализов с использованием сложной аппаратуры, занимающих иногда достаточно большое время, требуется наличие недорогих и достаточно достоверных методов быстрого анализа. Этому критерию вполне отвечают полимерсодержащие тест-полоски (экспрессные качественные методы предельной оценки наличия компонентов, использующиеся, в основном, в полевых условиях) и количественные методы определения, использующиеся при положительном тесте.

Применение экспресс-методов на начальном этапе химико-аналитических работ позволяет рационализировать аналитический процесс, получить ценную первичную информацию и свести к минимуму затраты на получение массива аналитической информации (а в ряде случаев – и ограничиться полученной информацией) [3]. В последнее время для группового и множественного определения ионов появилась тенденция использования индикаторных бумаг. В большинстве случаев применяется подход использования неспецифического окрашивания с помощью применения комплексонов или комплексообразующего красителя [4].

Химия тест-методов основана главным образом на цветных реакциях, например реакциях комплексообразования или окисления-восстановления. Новшество производителей тест-систем - подбор рациональной комбинации реагентов, стабилизация смесей реагентов и растворов.

Одной из разновидностей тест-систем – система, где реагенты иммобилизованы на твердую полимерную матрицу (носитель). В качестве носителя в настоящее время чаще всего используют природные и синтетические органические полимеры. Примерами подходящих материалов являются полисульфоны и полиамиды (нейлоны). Могут также использоваться другие полимеры, имеющие сравнимые свойства (целлюлоза).

Примером такой системы может быть тест-полоска, состоящая из тестирующей накладки, прикрепленная к опоре. Опора может представлять собой, например, полистирол, нейлон или полиэфир. Тестирующая накладка покрыта реактивом, который вступает в реакцию с анализируемым веществом, для того чтобы вызвать изменение цвета. Тестирующая накладка предпочтительно включает гигроскопичный материал, такой, как полимерная мембрана. Поскольку реакция не требует кислорода, тестирующая накладка может быть изготовлена из негигроскопического материала, такого как полиэтилен или полипропилен.

Оптические химические сенсоры также можно рассматривать в качестве тест-систем. Перспективны сенсоры на основе волоконной оптики. В волоконно-оптических сенсорах (ВОС) на торце световода закрепляется (иммобилизуется на каком-нибудь носителе) реагентсодержащая фаза (РСФ). Характеристика материала световода определяет оптический диапазон и соответственно аналитические возможности всего устройства. Если оптическое волокно изготовлено из кварца, то такой ВОС работает в широкой области спектра, включая ультрафиолетовую его часть. Для стекловолокна область длин волн охватывает лишь видимую область спектра. Если оптоволокно изготовлено из полимерного материала (такие устройства имеют невысокую стоимость), то диапазон длин волн, в которой работает ВОС, находится за пределами более 450 нм.

Авторами было показано, что электрофоретические тесты намного удобнее в использовании, чем обычные тест-системы.

Эффект измеряют не только визуально, но и с помощью простых в использовании портативных (обычно карманного типа) приборов. Особенно часто измеряют пропускание света или диффузное отражение.

За счет прикладываемого электрического поля разделение и дальнейшая идентификация ионов происходит значительно быстрее. Электрофоретическими тестами определяется не только виды ионов, но и режимы определения полуколичественного анализа. Для повышения точности данной процедуры предлагается совместить два самостоятельных метода определения, а именно, электрохроматография для получения данных на качественном уровне, и последующий количественный фотометрический анализ.

В настоящее время существует множество различных методик, ГОСТов, нормативных документов для проведения количественного фотометрического химического анализа объектов окружающей среды. Для контроля качества воды по показателям СанПиН используются различные гостированные методики, которые преимущественно реализуются фотометрическим методом определения. Например, определение азота аммонийного ГОСТ 4192-82, алюминия ГОСТ 18165-89, железа (суммарно) ГОСТ 4011-72, марганца ГОСТ 4974-72, свинца ГОСТ 4152-72, цинка ГОСТ 18293-72, цианидов ГОСТ 51680-2000, мышьяка ГОСТ 4152-89, фенолов РД 52.24.488-2006, хлоридов ГОСТ 4245-72 и др., а также определение цветности, мутности.

Предлагаемый авторами фотометрический датчик выполнен на базе фотометрического шара, собирающего все отраженное излучение в полусферу от измеряемого объекта, а излучение от лампы с помощью конденсора сфокусировано в плоскость входного объектива, формирующего световое пятно и изображающего оправу конденсора в плоскости выходного отверстия фотометрического шара. Для исключения влияния на результаты измерений первичного излучения, отраженного от образца, на линии, соединяющей центры приемника и первого выходного отверстия шара, установлена шторка. Преимущества данного прибора:

- служит как для оценки светопроводности, так и для оценки отраженного и поглощенного светового потока определенной длины волны;

- содержит ряд светофильтров, при помощи которых возможно создавать падающий световой поток разной длины волны.

Измеряемый образец устанавливается на это отверстие с внешней стороны фотометрического шара. Излучение, проинтегрированное фотометрическим шаром, попадает на приемник излучения, установленный во втором выходном отверстии шара. Проводя поочередно измерения с эталонным и исследуемым образцом по отношению полученных освещенностей можно рассчитать световой поток от образцового источника, а затем и концентрацию. Техническим результатом является повышение достоверности измерений (погрешность измерения составляет не более 10%).

Таким образом, совмещение этих методов дает возможность увидеть полную картину об исследуемом объекте.

Таким образом, допуская то, что малые реки РТ можно считать индикатором экологического состояния водных биогеоценозов региона в рамках совершенствования методологии комплексной оценки качества поверхностных вод с учетом выявленных региональных особенностей была разработана методика обнаружения токсикантов, пригодная для совместного использования двух самостоятельных методов контроля, а именно электрохроматографии и фотометрии, позволяющая в течении короткого времени получать результат анализа не только качественно, по изменению окраски тест-полоски, но и с последующей количественной оценкой, определяя концентрации методом градуировочного графика по

оптическим плотностям, полученным с помощью фотометрического датчика.

Литература

1. «Курс лекций по экологической химии» под редакцией А.Н.Глебова, Казань, Экоцентр, 2005 г., 288с.
2. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2006 – 2010 гг.
3. Муравьев А.Г. Унификация потребительских форм аналитических систем как основа для расширения области применения экспресс-методов химического анализа. Материалы конференции «экспресс-методы химического анализа: достоинства и недостатки, области применения» часть 1. г. Москва, 2005г.
4. Золотов Ю.А., Иванов В.М., Амелин В.Г. Химические тест-методы анализа. – М.: Элиториал УРСС, 2002. – 304 с.

© **О. С. Егорова** – ст. препод. каф. общей химии и КНИТУ им. А.Н. Туполева-КАИ: egorova_olechka@mail.ru; **Л. Ш. Салим-гараева** – студ. КНИТУ им. А.Н. Туполева-КАИ; **И. А. Федорова**, **Э. В. Гоголь** – канд. хим. наук, доц. каф. общей химии и экологии КНИТУ им. А.Н. Туполева-КАИ, ellinagogol@rambler.ru; **Ю. А. Тунакова** – д-р хим. наук, проф. каф. технологии пластических масс КНИТУ, juliaprof@mail.ru.