

*Л.С. Егорова, Ю.П. Бобина***Тест-методы определения активного хлора в водах***L.S. Egorova, Yu.P. Bobina***The Test-methods to Define Active Chlorine in Waters**

Предложена тест-система для определения активного хлора в водах. Данный тест-метод можно использовать для простого и быстрого контроля активного хлора в воде.

Ключевые слова: тест-методы, индикаторная бумага, ткань, активный хлор, интенсивность окраски, органические и неорганические реактивы, стандартная цветовая шкала, вода.

Тест-системы химического анализа – это простые, портативные и недорогие аналитические средства и соответствующие экспрессные методики обнаружения и определения веществ. Тест-системы не требуют многостадийной пробоподготовки, сложного лабораторного оборудования, сложной обработки результатов, а также специально подготовленного персонала; в большинстве случаев применяют автономные средства однократного использования.

Во многих случаях тест-методы применяют для предварительной оценки наличия и содержания целевых компонентов. Очень удобны тест-системы для оценки интегральных показателей изучаемого объекта, например суммы тяжелых металлов в водах [1; 2]. Тест-средства анализа можно использовать для управления дозирующими устройствами, например инсулиновым насосом для больных диабетом. Особую группу тест-средств составляют так называемые химические дозиметры, предназначенные для оценки суммарного количества вещества, появившегося в изучаемой среде за определенное время. Большое значение имеют тест-методы для анализа «на месте», в полевых условиях, вне лаборатории.

В современном мире химический анализ перемещается из лабораторий к анализируемым объектам, и это перспективное развитие аналитической химии.

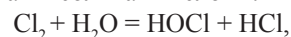
Более того, объективно существуют потребности во внелабораторном контроле химического состава технологических процессов: экспресс-контроль метана в угольных шахтах; обнаружение утечек природного газа из газопроводов; определение монооксида углерода и углеводородов в автомобильных выбросах; экспресс-анализ в геологии, биогеохимии почв (рН, азот, фосфор, калий); контроль качества пищевых продуктов на рынках; обнаружение алкоголя

The test system to define active chlorine in waters is offered. The given test method can be used for simple and fast control of active chlorine in water.

Key words: test methods, display paper, fabric, active chlorine, intensity of coloring, organic and inorganic reactants, standard color scale, water.

в выдыхаемом воздухе водителей; индивидуальное определение сахара в биожидкостях диабетиков; оперативный контроль токсичности воды, воздуха; обнаружение наркотиков и других веществ.

В качестве реального объекта исследования выбраны водопроводная вода и вода из бассейна. Именно эти воды обрабатываются хлором для обеззараживания, так как активный хлор способен угнетать ферментные системы микробов – возбудителей болезней. Для хлорирования воды на водопроводных очистных станциях используют жидкий хлор и хлорную известь (для станций малой производительности). При введении хлора в воду образуются хлорноватистая и соляная кислоты:

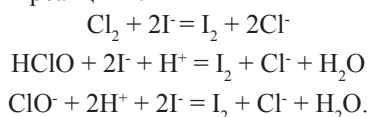


далее происходит диссоциация хлорноватистой кислоты:



Получающиеся в результате диссоциации хлорноватистой кислоты гипохлоритные ионы OCl^- обладают наряду с недиссоциированными молекулами хлорноватистой кислоты бактерицидными свойствами. Сумму ($\text{Cl}_2 + \text{HOCl} + \text{OCl}^-$) свободного хлора, хлорноватистой кислоты и гипохлорит ионов называют активным хлором. Правильное дозирование хлора исключительно важно. Недостаточная доза хлора может привести к тому, что он не окажет необходимого бактерицидного действия, а излишняя ухудшает качество воды. Очистка питьевой воды от хлора не решает проблемы, так как многие из опасных соединений, образующихся в воде в процессе ее хлорирования, попадают в организм человека через кожу во время мытья или посещения бассейна, поэтому крайне необходимо контролировать содержание хлора в воде. Это можно быстро, без больших затрат и на месте сделать при

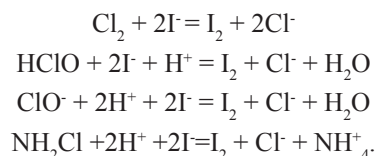
помощи тест-носителя, изготовленного по методике В.Г. Амелина [2]. Методика основана на контрастном изменении окраски раствора после внесения в него индикаторной бумаги, пропитанной йодидом калия, фторидом калия, трилоном Б и крахмалом, вследствие вымывания реагентов из целлюлозного носителя. Цвет проявляется в результате выделения йода по следующим реакциям:



Синяя окраска обусловлена взаимодействием йода с крахмалом.

В данной работе показана эффективность замены цветовой шкалы с фиксированной концентрацией активного хлора на цветовую шкалу на основе бумажных и тканевых носителей, ранее не используемых. Применены ткани из искусственных (вискоза), натуральных (ситец) волокон, а также смесовые ткани. Бумажным носителем служила обеззоленная фильтровальная бумага «синяя лента» со впитывающей способностью 40 мм/мин. Созданы временные стандартные цветовые шкалы. При изготовлении индикаторных полос использован метод закрепления реагента с помощью 1% раствора желатина, который препятствует вымыванию реагента с поверхности носителя и способствует созданию цветовой шкалы на основе индикаторных носителей. Степень удерживания реагента на целлюлозных тканях выше (70–90%), чем на бумаге (40–50%), и не зависит от pH раствора. Окраска реагента на искусственных тканях интенсивнее, чем на натуральных, по причине беспорядочной шивки молекул искусственной целлюлозы в отличие от плотноупакованных длинных цепей природной целлюлозы. Поэтому в работе использовали временную стандартную цветовую шкалу на основе синтетических тканей. С помощью цветовой шкалы на основе вискозы определяли активный хлор в реальных объектах: питьевой воде, воде из плавательных бассейнов №1 и 2 (см. таблицу). В качестве метода независимого кон-

троля тест-сигнала в работе применяли титриметрический метод. При подкислении анализируемых модельных растворов воды и прибавлении к ней йодида калия (ч.д.а.) активный хлор окислял йодид-ионы до йода по схеме:



Образовавшийся I_2 титровали тиосульфатом натрия в соответствии с рекомендуемым стандартом [3].

Сущность метода

Метод основан на окислении йодида активным хлором до йода, который титруют тиосульфатом натрия. Озон, нитраты, окись железа (III) и другие соединения в кислом растворе выделяют йод из йодистого калия, поэтому пробы воды подкисляют буферным раствором с pH 4,5.

Йодометрический метод предназначен для анализа воды с содержанием активного хлора более 0,3 мг/л при объемах пробы 250 мл. Метод рекомендован для окрашенных и мутных вод.

Проведение анализа

В коническую колбу насыпают 0,5 г йодистого калия, растворяют в 1–2 мл дистиллированной воды, затем добавляют буферный раствор в количестве, приблизительно равном полуторной величине щелочности анализируемой воды, после чего добавляют 250–500 мл анализируемой воды. Выделившийся йод оттитровывают стандартизированным 0,005 н раствором тиосульфата натрия из микробюретки до появления светло-желтой окраски, после чего прибавляют 1 мл 0,5%-го раствора крахмала и раствор титруют до исчезновения синей окраски. При определении щелочности воду предварительно дехлорируют с помощью тиосульфата натрия в отдельной пробе. При концентрации активного хлора менее 0,3 мг отбирают для титрования большие объемы воды. Результаты анализа представлены в таблице.

Результаты определения активного хлора (n=3, P=0,95)

Объект анализа	Найдено тест-методом, мг/л	Найдено титриметрическим методом, мг/л	Нормы содержания активного хлора в водах, мг/л
Водопроводная вода	0,5±0,3	0,63±0,14	min 0,3–0,5 max 1,0–1,2
Вода бассейна №1	3,3±0,6	2,9±0,12	min 1,5 max 4–5
Вода бассейна №2	4,3±0,6	3,8±0,2	

Из сравнительных результатов таблицы следует, что концентрация активного хлора не превышала в образцах воды максимальные безопасные уровни.

В данной работе предпринята попытка оптимизации тест-метода определения активного хлора в водах.

Методика В.Г. Амелина модифицирована следующим образом: заменена цветовая шкала из растворов с фиксированной концентрацией активного хлора на цветовые шкалы, основанные на бумажных и тканевых носителях; использованы вискоза, ситец и смесовые ткани.

Замена носителя позволила:

- определять содержание активного хлора в течение 5 мин;
- повысить наглядность анализа и оперативность контроля качества воды.

Основным «минусом» методики является недостаточно высокая чувствительность по сравнению

с титриметрическим методом. Однако предлагаемый метод обладает преимуществами, такими как простота проведения анализа, экспрессность, отсутствие пробоподготовки анализируемой воды.

Данный тест-метод можно использовать для качественного и полуколичественного определения активного хлора в водах хозяйственно-бытового назначения.

Библиографический список

1. Амелин В.Г. Тест-определение железа (II, III) с использованием индикаторных бумаг // Журнал аналитической химии. – 1999.

2. Амелин В.Г. Тест-метод определения суммарных показателей качества вод с использованием индикатор-

ных бумаг // Журнал аналитической химии. – 2000. – №5.

3. ГОСТ 18190-72. Вода питьевая. Методы определения содержания остаточного активного хлора.