

structurization had been investigated for a row of different liquids after infringing their structure by the intensive hashing. It is shown that the proposed method lets to research the processes of changing the structure of the liquids practically in real time with getting the quantitative estimations of parameters of these processes. The researches were conducted by surface

plasmon resonance spectrometers «Plasmon», which were developed in the V. Lashkaryov Institute of semiconductor physics, NAS of Ukraine.

*Впервые поступила в редакцию 22.06.2008 г.
Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта
(протокол № 4 от 27.06.2008 г.).*

УДК 543.3:546.134

АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ В ВОДЕ ДИОКСИДА ХЛОРА, ХЛОРИТ- И ХЛОРАТ-АНИОНОВ

Петренко Н.Ф., Дервянко Т.О., Кизлова М.И.

УкрНИИ медицины транспорта, г. Одесса

Актуальность

Внедрение диоксида хлора для обеззараживания питьевой воды на Украине является перспективным направлением для реализации современных гигиенических требований к качеству питьевой воды.

Одной из важных сторон применения диоксида хлора в технологиях подготовки питьевой воды является анализ в воде остаточных концентраций диоксида хлора и его побочных продуктов – хлорит-, гипохлорит- хлорат-анионов.

При обработке воды диоксидом хлора протекают окислительно-восстановительные реакции этого окислителя с веществами, присутствующими в воде, в результате чего диоксид хлора может восстанавливаться до хлорит-, гипохлорит- и хлорид- анионов [1].

Хлорат-анион может появляться в обработанной воде в результате реакции диспропорционирования диоксида хлора в основной среде, по данным литературы в количестве, не превышающем 1 % от введенного диоксида хлора при pH воды ≤ 9 [2].

Особенностью анализа является совместное присутствие в воде указанных выше кислородсодержащих соединений хлора, а аналитические методы

основаны на различных окислительных свойствах этих соединений.

Цель работы

Внедрение в практику для оперативного контроля концентраций диоксида хлора и его побочных продуктов в питьевой воде в лабораториях СЭС, водоканалов и др.

Задачи работы

1. Анализ существующих методов определения в воде диоксида хлора, хлорит-, гипохлорит- и хлорат-анионов.
2. Усовершенствовать некоторые методы анализа, оценить их точность, воспроизводимость результатов.

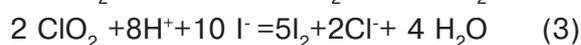
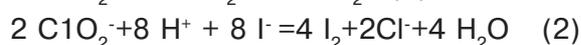
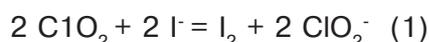
Аналитические методы условно разделяют на методы контроля концентрированных растворов диоксида хлора (> 200 мг/дм³) и методы контроля остаточных концентраций окислителей – диоксида хлора, хлоритов, хлора, хлоратов, суммарная концентрация которых $\leq 0,07$ ммоль/дм³, а также классифицируют по применяемым для анализа реагентам, табл.

Йодометрический метод [3, 4, 7] чаще применяется для анализа водных растворов с концентрацией $C_{ClO_2} > 200$ мг/дм³ которые вырабатываются в генераторах диоксида хлора в концентрациях 20-30 г/дм³ (контроль производитель-

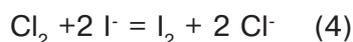
ности генераторов диоксида хлора). Принцип метода заключается в титровании выделившегося иода при действии окислителей (соединений хлора) на иодид калия при различных значениях pH.

Окисление иодид-иона диоксидом хлора происходит в нейтральной среде при pH = 7 и ведет к выделению одного моля иода на каждые 2 моля диоксида хлора. Хлориты не реагируют с иодидами в нейтральной среде.

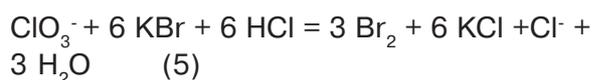
Такие реакции протекают только в кислой среде при pH = 2. В этом случае протекают такие реакции:



Йод, который образуется в нейтральном растворе, находится в соотношении 1:5 с йодом, который образуется в кислой среде ($\text{ClO}_2 + 5\text{e} = \text{Cl}^-$). Окисление иодида хлором (Cl_2) протекает в нейтральной или кислой среде:



Окисление иодида хлорат-анионом (ClO_3^-) протекает очень медленно и только в сильно кислой среде и в присутствии бромида калия как катализатора:



Предварительно проводят разложение диоксида хлора в щелочной среде:

$$2 \text{ClO}_2 + 2 \text{OH}^- = \text{ClO}_2^- + \text{ClO}_3^- \quad (7)$$

Более оперативным методом контроля содержания диоксида хлора в концентрированных растворах является метод прямой абсорбции при 445 нм.

Как показали наши данные, значения оптических плотностей растворов диоксида хлора в диапазоне концентраций 100–700 мг/дм³ при $\lambda = 445$ нм прямопропорциональны значениям концентраций, т.е. соответствуют закону Ламберта-Бугера-Бера. Зависимость оптической плотности (при измерении в кю-

вете с толщиной оптического слоя 1 см) от концентрации выражается формулой $D = 0,0895x + 0,06$, где x – концентрация диоксида хлора, г/дм³. Относительная ошибка $\leq 2\%$.

Йодометрический метод (с различными модификациями) применяют также для анализа разбавленных растворов диоксида хлора [5-7].

В работе [5] приведено определение диоксида хлора и хлорит-ионов в питьевой воде. Исследованы чувствительность и специфичность методики фотометрического определения ClO_2 и ClO_2^- , основанной на образовании окрашенного раствора йода при их реакции с иодидом. Реакция для определения ClO_2 проводится при pH = 7 и 2,5, измерение оптической плотности при 350 нм в кварцевой кювете. При pH = 7 определению ClO_2 не мешает ClO_2^- . Диапазон определяемых концентраций 0,01 - 0,5 мг/дм³. При pH = 2,5 определению мешает ClO_2^- , поэтому ClO_2 отделяют продувкой азотом исследуемого раствора с последующим растворением его в воде или определяют его, экстрагируя гексаном, при этом чувствительность метода повышается. Хлорит-ионы определяют в растворе при pH = 2,5 после удаления ClO_2 . Диапазон определяемых концентраций 0,02-0,1 мг/дм³.

По мнению авторов [2] в настоящий момент (1984 г.) доступные методы не адекватны для обеспечения надежного определения этих форм в очищенной воде. Так, стандартные методы [4] для определения хлора, двуокиси хлора и хлорита предполагает, что при pH = 12 двуокись хлора диспропорционирует на хлориты и хлораты в течение 10 мин. Последние исследования указывают, что диоксид хлора при концентрациях 5-10 мг/дм³ при pH = 12 находится в растворе как молекулярный газ от 20 мин до 3 часов. Стандартный метод не включает процедуру для определения остаточной концентрации хлората в обработанной воде.

Авторы описывают процедуру амперометрического или потенциометрического титрования йода, образованного окислением иодид-иона двуокисью хлора, хлором, хлоритом и хлоратом, оксидом фениларсина или тиосульфатом натрия. Подготовка образцов и корректировка pH используются, чтобы дифференцировать различные формы хлора.

Аналитический метод для определения двуокиси хлора, хлора, хлорита и хлората, описанный в этой статье, по мнению авторов, является применимым как для определения продуктивности генератора двуокиси хлора, так и для измерения остаточных концентраций в обработанной воде.

Пределы обнаружения в питьевой воде составляют приблизительно 0,05, 0,02, 0,02, и 0,25 мг/дм³ для двуокиси хлора, хлора, хлорита и хлората соответственно.

В ряду высоких концентраций, точность достаточная - средние квадратичные отклонения индивидуальных форм определений были $\leq 1\%$ от среднего значения (для расчета массовых балансов генераторов достаточно - 5%).

В [6] приведена методика йодометрического определения двуокиси хлора, хлора и хлоритов при их совместном присутствии, где рекомендуется продувка пробы воды воздухом или азотом для удаления двуокиси хлора и хлор-газа перед определением хлоритов. Чувствительность метода ≥ 2 мг/дм³.

Метод с использованием реактива ДФД является международным стандартным методом определения концентрации различных окислителей в воде, стандартизован в Украине [8, 9].

Принцип метода: заключается во взаимодействии всех форм хлора (свободного, связанного хлора, диоксида хлора, хлорит-аниона) с N,N-диэтил-1,4-фенилендиаминсульфатом с образованием при pH = 6,2-6,5 соединения красного цвета. ДФД-метод может быть использован двумя способами: титровани-

ем с раствором соли Мора; фотометрически - измерением оптической плотности растворов при длине волны 515 нм.

Настоящий метод применим для суммы концентраций всех форм хлора от 0,0004 до 0,07 ммоль/дм³. Для более высоких концентраций исследуемую воду необходимо разбавлять.

При наличии в исследуемой воде всех форм хлора проводится ступенчатое определение каждой из форм.

Мешающее влияние могут оказывать другие соединения, которые способны окислять ДФД: бром, йод, бромамины, йод-амины, озон, перекись водорода, хромат-, перманганат-, нитрат- анионы, катионы железа (III) и меди (II). Для устранения мешающего влияния катионов железа и меди применяют трилон Б.

Освоенный и усовершенствованный нами ДФД-метод представлен в утвержденном нормативном документе [10]. Расхождение между параллельными пробами составляет 0,05 мг/дм³ для всех определяемых форм хлора.

Комитет дезинфекции EPA (США) в сообщении [11, 12] приводит аналитические методы определения диоксида хлора, хлоритов и хлоратов в водных растворах. Для контроля остаточных концентраций диоксида хлора в воде согласованы два метода, указанных в 40 CFR §141.131 (c): DPD (ДФД) Метод, 4500-ClO₂ D и Амперометрический метод II, 4500-ClO₂ E.

Для контроля остаточных концентраций хлорит-иона должны использоваться один из трех методов, указанных в 40 CFR §141.131 (b): Амперометрический метод II, 4500-ClO₂ E; метод ионной хроматографии (Метод EPA 300.0) или метод ионной хроматография (Метод EPA 300.1).

Инструкциями определено, что амперометрическое титрование может использоваться для ежедневного контроля хлорита в системах водораспределения, а ионная хроматография должна использоваться для ежемесячного контроля

хлорита и для дополнительного контроля в системе распределения.

Авторы работа [13] методы анализа разделяют на 2 группы. Первая группа основана на применении восстановителей агентов, таких как KI, оксид мышьяка или органических красителей типа ДФД. Вторая группа методов основана на применении специфических реагентов, в частности, красителей, которые при окислении изменяют окраску. В работе использованы красители: АСВК, метилоранж и ХФК, которые специфичны только для ClO_2 .

Приведены условия определения на УФ-спектрофотометре «Hewlett Packard 8540 А». Проведено исследование зависимости оптической плотности стандартных растворов Cl_2 и ClO_2 для каждого из красителей при различном значении pH. Представлен графический материал.

В статье [14] обсуждены вопросы образования хлорит- и хлорат-ионов и применяемые аналитические методы их определения. В частности, рассматриваются в сравнительном аспекте метод амперометрического титрования и метод ионной хроматографии.

Обзор основных методов, применяемых для определения микрограммовых количеств ClO_2 , ClO_2^- , Cl_2 и ClO_3^- представлен в работе [15]. Рассмотрена роль подобных определений для контроля хлорных производств, в частности, синтеза ClO_2 . Для каждого из перечисленных веществ приведены наиболее точные и селективные методы определений. Для определения ClO_2 предложены 3 метода: фотометрический с ХФК, амперометрический и хемилюминесцентный. Для определения ClO_2^- рассмотрено 2 варианта определений: прямой и косвенный. Для 1-го варианта рекомендованы полярографический и вольтамперометрический методы. Косвенное определение ClO_3^- может быть осуществлено путем определения эквивалентных количеств ClO_2 , суммы $\text{ClO}^- + \text{ClO}_2$ и др. Для определения ClO_3^- наиболее эффективен йодо-

метрический метод. Приведен ряд методик для определения всех приведенных форм хлора. Оценена точность рассмотренных методов.

В работе [16] приведены методы непрерывного определения диоксида хлора в воде. Для этой цели могут быть использованы фотометрия и электрохимические методы анализа. Фотометрический анализ производится с реактивом ДФД при длине волны 535 нм. Возможно создание непрерывно работающего фотокolorиметра, основанного на этом методе с чувствительностью 1 мкг/л. В качестве электрохимических методов анализа могут быть применены амперометрические методы с открытой 2-х электродной системой, с потенциостатированием и с мембранной электрохимической ячейкой. Все они основаны на измерении плотности тока, протекающего через электрод, которая пропорциональна концентрации диоксида хлора. Наиболее перспективным считается метод, в котором электроды отделены от раствора полупроницаемой мембраной, через которую диффундирует диоксид хлора. На основании этой схемы разработана измерительная ячейка CDE 1,2 с областью измерений 5-500 мкг/дм³.

Фотометрический метод определения диоксида хлора с хлорфеноловым красным дает возможность количественно определять концентрацию остаточного диоксида хлора после обработки в воде в присутствии хлоритов, хлоратов и гипохлоритов [3].

Принцип метода основан на окислительной реакции диоксида хлора с ХФК с расщеплением ароматического соединения и последующим обесцвечиванием. 1 моль ХФК реагирует с 2 молями ClO_2 . Измеряют оптическую плотность раствора после добавления ХФК на длине волны 575 нм. Мешающее влияние могут оказывать галогенсодержащие оксиданты, такие как хлораты, броматы, хлориты, хлорамины в высоких концентрациях; свободный хлор при pH = 7 и гипохлорит-анион при pH = 9, которые реагируют с

ХФК, давая голубую окраску, однако реакция протекает медленнее на 5-10 мин., чем с ClO_2 ; нитриты, нитраты и другие сильные анионы в концентрациях более чем 1 г/дм^3 .

Метод используется для анализа природной, питьевой воды и только частично для сточных вод. Предел обнаружения диоксида хлора - $0,05 \text{ мг/дм}^3$. Для концентраций превышающих $0,7 \text{ мг/дм}^3$ пробы разводятся. Анализ должен производиться непосредственно после отбора проб, т.к. концентрация ClO_2 уменьшается со временем в присутствии веществ, способных окисляться, и под действием света.

Согласно нашим данным значения оптических плотностей растворов диоксида хлора в диапазоне концентраций $0,05-1,0 \text{ мг/дм}^3$ прямо-пропорциональны значениям концентраций, т.е. соответствуют закону Ламберта-Бугера-Бера. Зависимость оптической плотности (при измерении в кювете с толщиной оптического слоя 1 см) фотометрическим методом с использованием ХФЧ при $\lambda = 575 \text{ нм}$ выражается формулой $D = 0,0062 x$, где x – концентрация, мг/дм^3 . Расхождение между параллельными пробами $\leq 4\%$.

Принцип фотометрического метода с хромфиолетовой кислотой (АСВК) заключается в обесцвечивании 1,5-бис-(4-метилфениламино-2-натрий сульфонат) - 9,10-антрахинона (ализариновый фиолетовый 3R) при $\text{pH} = 8,1-8,4$ [3, 17]. Чувствительность метода – $0,04 - 2,5 \text{ мг/дм}^3 \text{ ClO}_2$, $\lambda = 548-550 \text{ нм}$.

Определению не мешает хлор ($\leq 2 \text{ мг/дм}^3$), хлорамины в тех же концентрациях, хлориты ($\leq 3 \text{ мг/дм}^3$), хлораты ($\leq 2 \text{ мг/дм}^3$). Предел обнаружения $0,02 \text{ мг/дм}^3$, стандартное отклонение $0,01 \text{ мг/дм}^3$.

Для определения диоксида хлора в присутствии хлора и хлоритов, что наиболее распространено в практике водоснабжения, предлагается не очень чувствительный тирозиновый метод, которым можно определять ClO_2 с концентрацией $\geq 0,3 \text{ мг/дм}^3$ [6]. Диоксид хлора

реагирует с тирозином при $\text{pH} = 4,6-4,8$. Определению мешают свободный хлор, который маскируют добавлением малоновой кислоты. Хлориты не мешают определению.

Для определения диоксида хлора в присутствии хлора (но не хлоритов) предлагается более чувствительный метод с о-толидином. Этим методом можно определять ClO_2 в концентрациях от $0,05 \text{ мг/дм}^3$ и выше. Относительно точные результаты получают только при строгом соблюдении условий определения, особенно интервалов времени между отдельными операциями. ДХ дает при $\text{pH} = 1,9$ желтую окраску, интенсивность которой пропорциональна содержанию ClO_2 . Определению мешают свободный хлор, который маскируют малоновой кислотой. Хлориты реагируют подобно диоксиду хлора [6].

Изучен метод хемилюминесцентного анализа ClO_2 в воде с помощью проточной мембранной ячейки. Исследовано влияние pH реактива и проб, скорости потока и температуры. При значении $\text{pH} = 10$ реактива и проб устраняется мешающее влияние HClO и гипохлорит-ионов. Чувствительность метода в пределах $0,05-1,50 \text{ мг/дм}^3 \text{ ClO}_2$. Установлено, что описываемый метод дает возможность селективного измерения содержания ClO_2 в присутствии Cl_2 . Метод пригоден для определения ClO_2 в водопроводной, речной и сточной воде [18].

Для непрерывного контроля хлора и диоксида хлора в распределительной сети рекомендовано использовать метод 3-х электродной амперометрии с проточным датчиком [19].

При контроле производства двуокиси хлора применена автоматизированная система фирмы Spectra Тес. (США) со встроенными спектрофотометрами для измерения содержания ClO_2 . Используют прибор для определения концентрации ClO_2 в процессе производства и в сточных водах [20].

Приведены методы аналитического

контроля диоксида хлора, а также его производных хлоритов и хлоратов в процессе обработки природных вод [21], а именно УФ-спектрометрия $\lambda=260$ и 359 нм с использованием модифицированных реактивов о-толидина, Fe(II)-о-толидина и HCl-о-толидина. Контроль ClO_2 и ее производных в растворах применяемых реагентов может быть осуществлен йодометрическим способом в сочетании с УФ-фотометрическим.

Фирма Procheck, Hцгандс, Швеция, изготовила автоматизированную установку Procheek CLD для непрерывного измерения концентрации химикатов при производстве ClO_2 . Систему используют для определения содержания H_2SO_4 , NaClO_3 и ClO_2 при производстве ClO_2 по методу Mathieson на установке SVP-Lite. Окупаемость стоимости оборудования - 1 год за счет экономии химикатов и энергии [22].

Предложен метод хронопотенциометрии на платиновом электроде для исследования закономерностей осцилляционных явлений в системе $\text{ClO}_2/\text{ClO}_2^-$ в водных серноокислых растворах с различными добавками [23].

В странах ЕС рекомендуется определять остаточные концентрации хлоритов и хлоратов методом ионной хроматографии, этот метод стандартизован также на Украине [24].

Выводы

- Для анализа концентрированных растворов диоксида хлора (контроль производительности генераторов) используются:
 - йодометрический метод, который позволяет поэтапным титрованием определять концентрации диоксида хлора, свободного хлора, хлорит- и хлорат-анионов. Относительная ошибка $\leq 5\%$;
 - метод прямой абсорбции при 445 нм позволяет определять только концентрации диоксида хлора в диапазоне концентраций $100-700$ мг/дм³; относительная ошибка $\leq 2\%$.
- Для анализа остаточных концентраций диоксида хлора, хлорит- и гипохлорит-анионов при их совместном присутствии используются:
 - титриметрический и фотометрический методы с использованием ДФД; ошибка определения составляет $0,05$ мг/дм³;
 - йодометрический с фотометрическим определением иода при 350 нм в диапазоне концентраций $0,01-0,5$ мг/дм³;
- Для анализа остаточных концентраций диоксида хлора (селективные методы):
 - фотометрический с хлорфеноловым красным в диапазоне концентраций $0,02-0,7$ мг/дм³; относительная ошибка $\leq 5\%$;
 - фотометрический с хромфиолетовой кислотой в диапазоне концентраций $0,1-1,5$ мг/дм³.
- Для анализа остаточных концентраций хлорит- и хлорат-анионов используется метод ионной хроматографии.

Литература

- Петренко Н.Ф., Мокиенко А.В. Диоксид хлора: применение в технологиях водоподготовки: Монография. Одесса: Изд-во "Optimum", 2005.- 486 с.
- Aieta E.M., Roberts P.V., Hernandez M. Determination of Chlorine Dioxide, Chlorine, Chlorite and Chlorate in Water/ /J.AWWA.-1984.-V.76, № 7.-P.64-74.
- Chlorine dioxide. Monograph.- Industrie Chimiche Caffaro. - 1997.- 92 p.
- Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA and WPCF, Washington, D.C.(14th Ed., 1976).
- Hдрtung G., Quentin K.-E. Bestimmung von Chlordioxid und Chlorit im Trinkwasser//Z.Wasser-und Abwasser-Forsch.-1984.-17, № 2.-S.50, 55-57,59-62.
- Унифицированные методы исследования качества вод. СЭВ. Часть 1. Методы химического анализа вод. Том 1.Основные методы.- М.: СЭВ, 1987. - 830 с.

7. Duchesne D., Lafrance P. Мйthodes d'analyses du bi-oxyde de chlore // Sci. et techn. Eau.-1986.-19, № 1.- 73-74, 77-78.
8. ДСТУ ISO 7393-1-2003 Якість води. Визначення незв'язного хлору та загального хлору. Частина 1. Титрометричний метод із застосуванням N,N-діетил-1,4-фенілендіаміну.
9. ГОСТ 18190-72. Вода питьевая. Методы определения остаточного активного хлора.
10. Методичні рекомендації МР 2.2.4. - 147-2007 «Санітарно-епідеміологічний нагляд за знезаражуванням води у системах централізованого господарсько-питного водопостачання діоксидом хлору». Затв. МОЗ України, Наказ № 430 від 30.07.2007 р.
11. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA and WEF, Washington, D.C.(20th Ed., 1998).
12. Committee Report - Disinfection at Large and Medium-Size Systems. AWWA Water Quality Division Disinfection Systems Committee // J.AWWA. - 2000. - V. 92, № 1 - P. 32-43.
13. Chiswell B., O'Hailoran K.R., Rauchle G. P. Analysis of oxychlorine species of potable water // Austral. Water and Wastewater Assoc. 13th Fed Conv., Canberra.- Prep. Pap. - Barton, 1989. – V I. 2 - P. 465-469.
14. Gregory D. Dealing With Chlorine Dioxide by-Products // Option. AWWA. - 1998. - V.5. -P.6-7.
15. Principales мйthodes analytiques applicables au dosage de traces de chlore, de chlorite et de chlorate lors du traitement oes eaux douйes par le dioxyde de chlore /C.Madec, F.Quentel, J.Courtot-Coupez, M.Dore //Analusis.- 1987.- 15, № 2.- 69-76.
16. ReiЯ G. Kontinuierliches MeЯverfahren zur Chlor-dioxidbestimmung in Wasser / / Chem.-Techn. (BRD).-1990.- B.19, № 5. - 31-32, 34, 37.
17. Determination of residual ozone or chlorine dioxide in water with ACVK- an update version / W.J.Masschelein, G.Fransolet, P.Ge Lawj, R.Savoir // Ozone: Sci. and Eng. - 1989. – V.11, № 2. - P. 209-215.
18. Saksa D. J., Smart R. B. Chemiluminescent analysis of chlorine dioxide with a membrane flow cell // Environ Sci and Technol.- 1985.- 19, № 5.- 450-454.
19. Kurz D. Kontinuierliche Chlor- und Chlordioxid-bberwachung im Verteilernetz // Gas - Wasser - Abwasser.- 1987.- 67, № 5.- S. 305-308.
20. New technology Instrumentation //Pulp. and Pap. Int. - 1995.- 37, № 6 .-110 p.
21. Valente J. Chlorite et chlorate en tant que sous-produits de reaction rйsultant du traitement des eaux par le bioxyde de chlore et leur surveillance analytique // Water Supply.- 1986.- 4, № 3.- 141-166.
22. Big savings through improved chlorine dioxide analysis // Pulp and Pap. Int. - 1995. - V.37, № 6.- P. 112. .
23. Platinum as a chlorine dioxide/chlorite redox electrode in ClO₂-based oscillating reactions and a new semibatch oscillator: The ClO₂ -acetone System with inflow / Volford A., Wittmann M., Marlovits G. et al. //J. Phys Chem.- 1997.-101, № 19. - P. 3720-3726.
24. ДСТУ ISO 10304-4-2003 Якість води. Визначення розчинених аніонів методом рідинного іонного хроматографування. Частина 4. Визначення хлорату, хлориду і хлориту у воді з низьким рівнем забрудненості.

Резюме

АНАЛІТИЧНІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ У ВОДІ ДІОКСИДУ ХЛОРУ, ХЛОРИТ- ТА ХЛОРАТ-АНІОНІВ

Петренко Н.Ф., Дерев'янка Т.О., Кізлова М.І.

У статті надано аналіз існуючих методів визначення у воді діоксиду хлору і його побічних продуктів, а також удосконалені авторами методи для оперативного контролю діоксиду хлору, гіпохлорит- і хлорит-аніонів при їхній сумісній присутності.

Summary

ANALYTICAL METHODS OF DETERMINATION OF CHLORINE DIOXIDE, CHLORITE -AND CHLORATE-ANIONS IN WATER

Petrenko N. F., Derevyanko T.A, Kizlova M. I.

In article the analysis of existing methods of determination in water chlorine dioxide and its by-products, and also the

methods advanced by authors for the operative control chlorine dioxide, hypochlorite- and chlorite-anions is presented at their joint presence.

Впервые поступила в редакцию 20.06.2008 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 4 от 27.06.2008 г.).

УДК 614.777+628.162.84+616-006(477.63)

ТРИГАЛОГЕНМЕТАНИ, ЯК ПОБІЧНИЙ ПРОДУКТ ХЛОРУВАННЯ ПИТНОЇ ВОДИ, ТА ЇХ ВПЛИВ НА ФОРМУВАННЯ ОНКОЛОГІЧНОЇ ПАТОЛОГІЇ СЕРЕД НАСЕЛЕННЯ КРИВБАСУ

Лисий А.Ю., Риженко С.А. *, Капшук В.Г., Грузін І.І., Яковець Н.Ф., Погорелова Л.О., Гопкало М.С., Корсун В.І., Москаленко Т.І., Сторожук І.М., Костенко В.В., Распопова Л.П., Позігун І.А., Громік Т.М., Швецова О.М.

Криворізька міська санепідстанція, м. Кривий Ріг

**Дніпропетровська обласна санепідстанція, м. Дніпропетровськ*

Забезпечення населення якісною питною водою (ПВ) – проблема розвитку цивілізації. Фахівці охорони здоров'я і охорони навколишнього природного середовища (НПС) пріоритетне значення по праву віддають воді, змістивши акценти з раніше традиційно атмосферного повітря (АП), яке займало перше місце. Головна задача, що стоїть перед профільними фахівцями – поліпшення забезпечення населення України ПВ нормативної якості в межах науково обґрунтованих нормативів централізованого питного водопостачання (ЦПВП) і поліпшення на цій основі стану здоров'я населення (СЗН) [1].

Закон України «Про питну воду і питне водопостачання» № 2918-III від 10.01. 2002 р. декларує як один із принципів державної політики в цій сфері «наближення вимог державних стандартів на ПВ, технологій обробки ПВ, а також засобів вимірювання і методів оцінки до відповідних стандартів, технологій, засобів і методів, прийнятих в Європейському союзі». Тому необхідно впроваджу-

вати загальнодержавну програму «Питна вода України» на 2006-2020 рр. (Закон України № 2455-IV від 03.03.2005 р.), одним із завдань якої є розробка сучасних технологій очищення та кондиціонування поверхневих вод з урахуванням нових нормативних вимог до якості ПВ [2].

До основних недоліків організації забезпечення населення ПВ Н.Ф. Петренко та співавт. (2004) зараховують, зокрема, застосування недосконалих технологій на водопровідних очисних спорудах (ВОС) і незадовільний стан водорозподільчих мереж (ВРМ) і споруд.

Для знезараження та окислення поверхневих вод (а у разі необхідності і підземних), які використовують для ЦПВП, вже понад 100 років провадять їх хлорування (ХВ). До середини 70-х років минулого століття вважалося, що споживання хлорованої ПВ не викликає негативного впливу на СЗН. Однак у 1974-1975 рр. американські вчені-хіміки виявили у ПВ побічні продукти ХВ – хлорорганічні сполуки (ХОС), у т.ч. тригалогенметани (ТГМ), а вчені-токсикологи – на-