

УДК 543.272.3

**КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ И  
ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ВОДЕ**

Кричмар С.И., Безпальченко В.М.

Херсонский национальный технический университет

УДК 543.272.3

**CONDUCTOMETRIC DETERMINATION OF MINERAL AND  
ORGANIC CONTAMINANTS IN THE WATER**

Krichmar S.I., Bezpalchenko V.M.

Kherson State Technical University

*Предложена экспрессная методика кондуктометрического определения из малого объема пробы органического загрязнения и степени минерализации в воде, в частности водопроводной. Измерения проводят с помощью бытового мультиметра DIGITAL MULTIMETER DT9207A СС с ячейкой, выполненной из медицинского пластмассового шприца. Приведено определение степени минерализации образца водопроводной воды (1,4 г/л), содержащий 20 мг/л загрязнений органического происхождения.*

*Ключевые слова. Вода, кондуктометрия, минерализация, органические загрязнения.*

*The express technique for a conductometric determination from a small volume of sample organic pollution and level of mineralization in the water, in particular the tap water. Measurements are made with the common multimeter DIGITAL MULTIMETER DT9207A СС with a cell made of plastic medical syringe. Shows determination the evaluation of mineralization level in the tap water sample (1.4 g/l) containing 20 mg/l of organic contaminants.*

*Key words. Water, conductometry, mineralization, organic contaminants.*

Для определения минерализации воды используется кондуктометрический метод, поскольку от степени минерализации зависит электропроводность [1,2]. Для определения органических примесей в воде, в частности сточной, используется фотоколориметрия [3]. В этом случае примеси экстрагируют из воды хлороформом или четыреххлористым углеродом. В экстракт добавляют метиленовый синий, который в присутствии поверхностно-активных веществ (ПАВ) в воде в количестве более 0,5 мг/л изменяет окраску с бледно-голубой на фиолетовую.

На поверхности раздела твердое вещество–жидкий электролит происходит адсорбция молекул загрязнителя. Повышение концентрации загрязнителя приводит, с одной стороны, к увеличению толщины адсорбционного слоя, с другой – к уменьшению его пористости. При соответствующей организации кондуктометрических измерений это явление можно обнаружить через измерение импеданса двойного электрического слоя. Его эквивалентная электрическая схема представляет собой сопротивление переменному току конденсатора с утечкой. В рассматриваемом случае импеданс представляет собой электрическую емкость между обкладками двойного электрического слоя со средоточением заряда у металлической поверхности с одной стороны, и с другой – диффузным распределением противоионов в электролите. Такой конденсатор имеет утечку в виде активного сопротивления электролита в образованном слое.

Задача работы – использовать указанные выше обстоятельства для создания кондуктометрического способа измерений, позволяющий обнаружить эффект влияния адсорбции ПАВ. Разработать экспрессную методику определения степени минерализации и органических загрязнителей в промышленной и питьевой воде из малого объема пробы.

При классических кондуктометрических измерениях на переменном токе измеряется электропроводность достаточно толстого слоя жидкости, который находится между двумя практически одинаковых по размеру электродов. Присутствие веществ, которые адсорбируются на поверхности электродов, так

незначительно увеличивает сопротивление ячейки, что обнаружить это практически невозможно. Для того, чтобы уловить изменения в электропроводности за счет адсорбции ПАВ, предлагаем локализовать электрическое сопротивление вблизи одного из электродов. Это достигается тем, что рабочая площадь индикаторного электрода выполняется намного меньше, чем электрода сравнения. Для маленького дискового или полусферического электрода электрическое поле локализуется на расстоянии порядка его радиуса. В этом случае адсорбционный слой загрязнителя принимает участие в значительно большей степени изменения импеданса.

Разработана кондуктометрическая ячейка, изготовленная из медицинского пластмассового шприца объемом  $2 \text{ см}^3$ , на рабочей поверхности поршня которой расположены индикаторный маленький электрод в виде усеченного конуса и электрод сравнения в виде огибающей его дуги. Electrodes изготовлены из проволоки из нержавеющей стали. Видимая поверхность индикаторного электрода приблизительно  $1 \text{ мм}^2$ , электрода сравнения –  $30 \text{ мм}^2$ . Для увеличения рабочей поверхности индикаторный электрод – модифицирован. При проведении измерений объем пробы составлял 1,0 мл. Так как на шприце имеется шкала объемов, это позволяло совместить операции отбора проб и измерений. Измерения проводили бытовым мультиметром DIGITAL MULTIMETER DT9207A CC, в котором имеется фарадометр, работающий по схеме последовательно включенных генератора переменного тока на 500 Гц, гальванометра переменного тока и измеряемого элемента. Показание снимали через 100 секунд после забора пробы в ячейку. Перед каждым измерением ячейку промывали 1 % раствором бытового моющего средства. Для очистки от органических загрязнителей воду пропускали через медицинский активированный уголь.

На рис. 1 приведена зависимость электропроводности водных растворов от концентрации хлорида натрия (им обусловлена минерализация большинства промышленных и питьевых вод). Диапазон концентраций – от

дистиллированной воды (1-10 мг/л) до воды со средней минерализацией ( $\approx 2$  г/л). Проводимость представлена в единицах емкости.

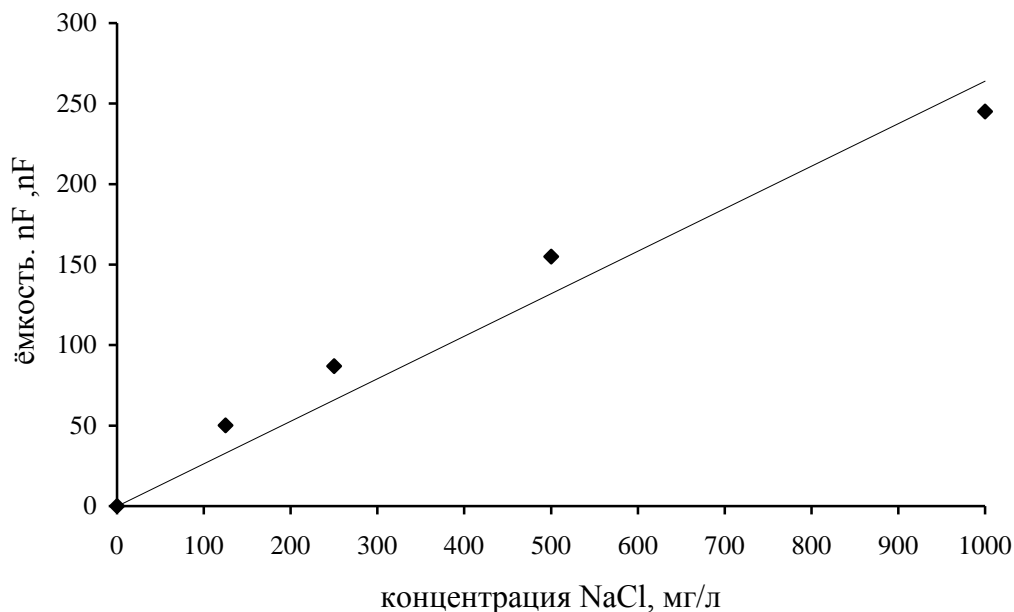


Рис.1. Зависимость электропроводности в единицах емкости водных растворов от концентрации хлорида натрия

Как видно из рисунка, зависимость имеет слабую кривизну, что позволяет использовать для анализа не только калибровочный график, но и метод добавок. На рис. 2 представлена зависимость электропроводности водопроводной воды от концентрации добавленного к ней желатина (последний используется в качестве модели и стандарта для калибровки по загрязнителю).

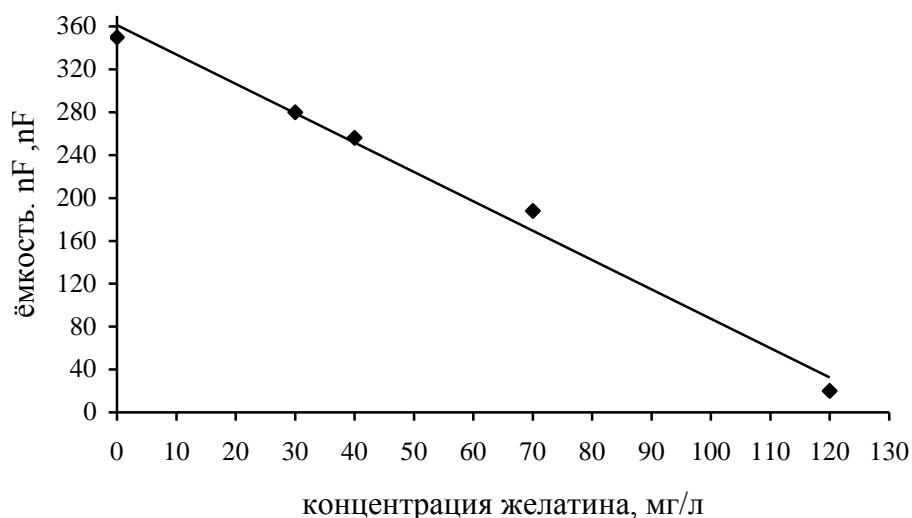


Рис. 2. Зависимость емкости от концентрации раствора желатина на водопроводной воде при комнатной температуре

Как видно из рисунка, зависимость близка к прямой, что позволяет использовать для анализа метод добавок.

Предлагаемая методика определения загрязнителя включает измерения 1) электропроводности анализируемой воды, 2) воды, пропущенной через активированный уголь, 3) воды с определенной добавкой водного раствора желатина.

Апробацию провели на образце водопроводной воды, которую использовали для получения зависимости, приведенной на рис. 2. При минерализации водопроводной воды 1,4 г/л загрязнение составляло 20 мг/л (в пересчете на желатин).

**Вывод.** Разработана экспрессная методика определения степени минерализации и загрязнения ПАВ, в частности водопроводной воды, из пробы объемом 1 мл с использованием доступного оборудования.

## Литература

1. Юинг Г. Инструментальные методы химического анализа: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – С. 379-384.

2. Кричмар С.И., Бардачев Ю.Н., Безпальченко В.М. Микрокондуктометр  
// Вестник ХГТУ – № 3(16). – 2002. – С.174-176.

3. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод.– М.:  
Химия. – 1984. – 447 с.

#### Сведения об авторах

Кричмар Савва Иосифович, профессор кафедры энергетики, электротехники и физики, доктор химических наук, профессор, Херсонский национальный технический университет, Херсон, Бериславское шоссе 24, тел. (0552)51-35-13, savakrichmar@gmail.com. Научные интересы: физическая химия, электрохимия, инструментальные методы химического анализа.

Безпальченко Виолетта Михайловна, доцент кафедры химии и экологии, кандидат химических наук, доцент, Херсонский национальный технический университет, Херсон, Бериславское шоссе 24, тел. (0552)31-25-11, 0956952594 bezpalchenko.v@mail.ru

научные интересы: инструментальные методы химического анализа.