

Биолог. журн. Армении, 3-4 (57), 2005

УДК 543.4: 535

ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ АНАЛИЗ КАК МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСТОТЫ ВОД ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ

А.Е. ЗАКАРЯН, Т.Е. СЕФЕРЯН

Ереванский государственный университет, кафедра биофизики, 375025

Экспериментально подтверждены возможности определения степени чистоты разных вод электрохемилюминесцентным методом. Путем изучения кинетики электрохемилюминесценции и пост-электрохемилюминесценции разных водных образцов показана высокая чувствительность последнего. Установлено, что электрохемилюминесцентный метод можно применять как быстрый, чувствительный и экономичный при определении степени чистоты разных вод.

Կատարվել է տարբեր ջրերի մաքրության աստիճանի որոշում էլեկտրոքիմիումինեսցենտային անալիզի մեթոդով: Հաստատվել է առաջարկվող մեթոդի բարձր զգայունությունը՝ տարբեր ջրերի էլեկտրոքիմիումինեսցենտման և հետ էլեկտրոքիմիումինեսցենտման կինետիկաների ուսումնասիրմամբ: Ցույց է տրվել, որ էլեկտրոքիմիումինեսցենտային անալիզի մեթոդը կարելի է կիրառել որպես տարբեր ջրերի մաքրության աստիճանի որոշման արագ, զգայուն և ոչ ծախսատար մեթոդ:

The possibility of determination of the purity level of different waters by method of chemiluminescence has been confirmed experimentally. The high sensitivity of the suggested method has been shown by studying of the kinetics of the chemiluminescence and the post-electrochemiluminescence of different waters. It has been proved that the method of electro-chemiluminescence can be used as a fast, sensitive, and affordable method of measurement for investigation of purity levels of different waters.

*Хемилюминесцентный анализ - свободные радикалы -
электрохемилюминесценция - фотоэлектронный умножитель -
определение чистоты разных вод*

В настоящее время важнейшей экологической задачей является оценка показателей качества вод для питья, орошения и использования в производстве [4]. Как правило, применяемые для этого методы (химический анализ, рН измерения и т.д.) являются длительными, убыточными или имеют неудовлетворительную чувствительность [1]. Во избежание указанных недостатков был использован метод электрохемилюминесцентного (ЭХЛ) анализа, с помощью которого исследовались разные водные образцы и степень их загрязнения. Данный метод позволяет быстро получить суммарную информацию о находящихся в воде органических и неорганических соединениях [2].

Материал и методика. В основе метода лежит явление электрохемилюминесценции (ЭХЛ). В качестве изучаемых параметров рассматривали интенсивность и кинетические показатели ЭХЛ и пост-ЭХЛ исследуемых водных образцов. Исследования проводили с

помощью квантометрической установки. В качестве детектора световых квантов применялся ФЭУ-140 [5]. Индукцию ЭХЛ проводили приложением постоянного электрического тока на платиновые электроды, погруженные в оптический стакан, наполненный водой в объеме 4мл. Расстояние между электродами 10мм, а величина напряжения на электродах составила 4В при силе тока 250мА. В качестве экспериментальных проб были использованы дистиллированная, питьевая (водопроводная) воды, входящая и исходящая вода, снабжающая производственные единицы завода хлоропренового каучука "Наирит". Образцы указанных вод были взяты в условиях безосадочной погоды из середины сточного русла в одно и то же время дня [3].

Результаты и обсуждение. Были изучены сравнительные ЭХЛ-показатели для питьевой и дистиллированной вод, где последняя служила контролем (рис.1). Согласно полученным данным, ЭХЛ дистиллированной воды имеет очень низкую интенсивность (рис.1, кривая 1), которая мало отличается от значения фона установки.

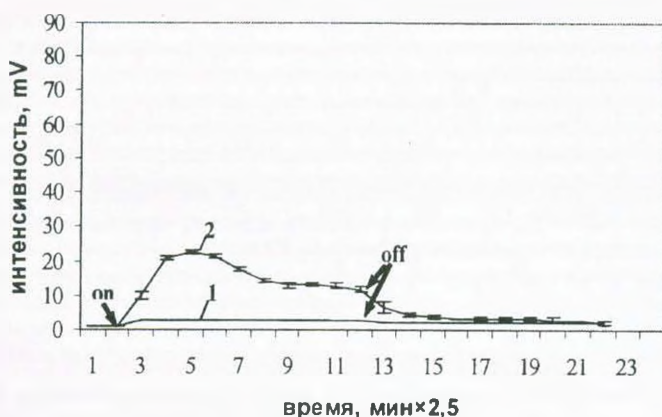


Рис. 1. ЭХЛ дистиллированной (1) и питьевой (2) вод.
 on - момент включения тока; off - момент выключения тока.

Это обусловлено почти отсутствием диссоциированных ионов в изучаемом образце — потенциальных носителей для образования свободных радикалов, рекомбинация которых и обеспечивает генерацию световых квантов, т.е процесс ЭХЛ. При изучении питьевой воды регистрируется достаточно интенсивная ЭХЛ (рис.1, кривая 2). В этом случае значение интенсивности световызлучения в течение первых 12 мин достигает своего максимума и затем переходит в стационарную фазу, свидетельствующую об установлении равновесного состояния свободнорадикальных процессов. При отключении тока в стационарной фазе ЭХЛ исчезает не сразу, а продолжается более 30 мин с экспоненциальным падением уровня свечения, что было впервые зарегистрировано в наших экспериментах.

В данном случае наблюдаемая ЭХЛ связана с присутствием в изучаемых образцах воды различных веществ неорганической и органической природы. Последние по мере электродиссоциации образуют ионы, которые в зависимости от их электрического знака либо окисляются, либо восстанавливаются на платиновых электродах с последующим образованием свободных радикалов ($R^{\cdot}$), рекомбинация которых приводит к генерации

световых квантов [1, 6], т.е к ЭХЛ по конечной схеме:



Из приведенного следует, что интенсивность свободнорадикального процесса, следовательно и интенсивность регистрируемой ЭХЛ, определяются присутствием в воде компонентов суммарных органических и неорганических веществ.

Данные, полученные в опытах с использованием в качестве изучаемых образцов входящих и исходящих вод, потребляемых заводом хлоропренового каучука "Наирит" (рис. 2), свидетельствуют о резком повышении уровня свечения ЭХЛ (особенно для исходящих вод, почти в 3,5 раза) по сравнению с этим показателем для дистиллированной и питьевой вод.

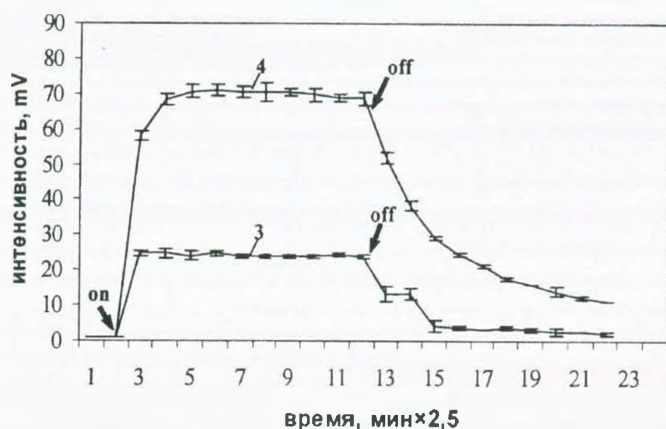


Рис. 2. ЭХЛ входящих(3) и исходящих(4) вод, потребляемых заводом хлоропренового каучука "Наирит" оп - момент включения тока; off - момент выключения тока.

Однако кинетические кривые в обоих случаях идентичны как для ЭХЛ, так и для пост-ЭХЛ во всех исследованиях, что указывает на общую природу изучаемого процесса. В данной работе суммирующие результаты всех проведенных экспериментов отображены на рис 3.

Из обобщенных данных (рис.3) можно прийти к следующему ряду сравнения интенсивности ЭХЛ для всех исследуемых водных образцов:

$I_{\text{ЭХЛ}} \text{ "Наирит" исходная вода} > I_{\text{ЭХЛ}} \text{ "Наирит" снабжающая вода} > I_{\text{ЭХЛ}}$
обыкновенная питьевая вода $> I_{\text{ЭХЛ}}$ дистиллированная вода

Анализируя полученные результаты, видим, что уровень интенсивности ЭХЛ в различных пробах воды однозначно обусловлен качественным и количественным различиями органических и неорганических составляющих, присутствующих в воде, которые во время электролитной диссоциации могут вызывать свободнорадикальные процессы и индуцировать ЭХЛ. Основываясь на этих рассуждениях, метод ЭХЛ анализа можно рассматривать как быстрый физико-химический метод для определения степени чистоты разных вод.

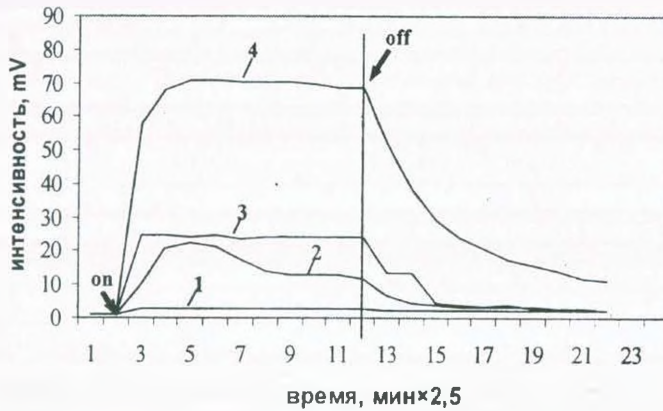


Рис. 3. Сравнительный график ЭХЛ разных вод

оп - момент включения тока off - момент выключения тока

1. дистиллированная вода;
2. обыкновенная питьевая вода;
3. вода, снабжающая /входная/ производственные единицы завода хлоропренового каучука "Наирит"
4. исходящая /исходная/ вода из завода хлоропренового каучука "Наирит".

Предложенный метод будет более результативным, если данные, полученные этим методом, будут сопоставлены с таковыми, полученными известными применяемыми методами. Предполагается, что обсуждаемый метод может быть применен также для исследования водных экстрактов разных земель, следовательно, и для оценки ряда качественных свойств почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ջաքարյան Ա.Ե., Ներկարարյան Ա.Վ., Պողոսյան Գ.Յ., Այվազյան Ն.Ս. Ազատ ռադիկալային գործընթացների և թաղանթային կառույցների կենսաֆիզիկա: Երևան, Սորբ գրատուն, 2003:
2. Данилин И.А., Сынзыныс Б.И., Козьмин Г.В., Ротм Г.М. Экология, Наука, 5, 397-400, 2002.
3. Захаров М.С., Захарчук Н.Ф. Электрохимические методы анализа природных и сточных вод, Новосибирск, Наука, 1985.
4. Мадон Л.Г. Методы анализа и очистки природных и сточных вод. Кишинев, Штиинца, 1985.
5. Brandao J., Rio C.M.A. Chemical Physics Letters, 372, 866-872, 2003.
6. Zakaryan A.E., Gevorgyan E.S. Hi-Tech Directory, p.115, 2000.

Поступила 1.XII.2004