

## ХЛОРИРОВАННЫЕ ФЕНОЛЫ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Андреев Ю.А., Морозова В.Е.

ФГБУ «ГХИ», Россия

Хлорированные фенолы образуются при хлорировании воды, содержащей фенол и его производные, с целью обеззараживания. Производные фенола широко используются практически во всех областях промышленности: в производстве лаков и красок, синтетических смол, пластификаторов, поверхностно-активных и дубильных веществ, ядохимикатов, стабилизаторов, антисептиков и др., что является частой причиной их высокого содержания в сточных водах по сравнению с другими распространёнными классами приоритетных органических загрязнителей. Хлорпроизводные фенола – высокотоксичные вещества, обладающие интенсивным «аптечным» запахом, но главная их опасность заключается в том, что при конденсации двух любых молекул полихлорфенолов возможно образование чрезвычайно токсичных ксенобиотиков – диоксинов, предельно-допустимые концентрации (ПДК) которых в  $10^5$ - $10^6$  раз меньше, чем исходных веществ. Содержание хлорированных фенолов в воде нормируется. ПДК хлорированных производных фенола в водах водных объектах рыбохозяйственного значения составляют 0,1-0,4мкг/л, для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования 1-9мкг/л.

В связи с актуальностью проблемы целью нашей работы являлась разработка методики определения полихлорфенолов в воде. В практике большинства лабораторий обычно применяют экстракционные или после отгонки фотометрические методики с 4-аминоантипирином, позволяющие определять «фенольный индекс». Однако указанные варианты анализа не позволяют количественно определять индивидуальные фенолы. Более информативны в таких случаях хроматографические методы анализа, позволяющие разделять и определять индивидуальные фенолы. Такая необходимость существует из-за различных значений ПДК для разных хлорфенолов, ввиду их разных органолептических свойств и токсичности индивидуальных веществ. Современные методы выделения и анализа фенола и его производных сопряжены либо с применением дополнительного вспомогательного оборудования (патроны для твердофазной экстракции, шприцы с волокном для микроэкстракции, разделительные мембраны), либо имеется стадия получения производных (дериватизация) перед определением. Наиболее простым методом химической модификации является ацелирование ангидридом уксусной кислоты. Однако, согласно списку прекурсоров, использование ангидрида уксусной кислоты сильно ограничено и подлежит строгому контролю, что накладывает препятствия на его применение в практике

анализа. Так как взаимодействие полихлорфенолов с ангидридом монохлоруксусной кислоты даёт самые устойчивые сложные эфиры, именно этот дериватирующий агент и был выбран как альтернативный и наиболее схожий с ангидридом уксусной кислоты. Данные применения именно ангидрида монохлоруксусной кислоты показали приемлемые результаты определения полихлорфенолов в воде на необходимом низком уровне газохроматографическим методом с электрозахватным детектором [1].

Нами предложен простой вариант определения полихлорфенолов без применения вспомогательного оборудования, схема которого состоит в следующем: экстракция из подкисленной пробы воды толуолом, рекстракция их в щелочной буферный раствор, очистка рекстракта неполярным растворителем (н-гексаном), подкисление и повторная экстракция толуолом, ацилирование ангидридом монохлоруксусной кислоты с добавлением раствора триэтиламина в качестве катализатора и с последующим концентрированием и газохроматографическим анализом экстракта [2].

Установлены значения пределов обнаружения: для пентахлорфенола и тетрахлорфенолов – 0,02 мкг/дм<sup>3</sup>; для трихлорфенолов – 0,04 мкг/дм<sup>3</sup> и для дихлорфенолов – 0,06 мкг/дм<sup>3</sup>. Согласно нормативным документам была проведена оценка метрологических характеристик, составляющих погрешности измерений. Вычислены внутри- и межлабораторные показатели повторяемости, воспроизводимости, правильности и точности. Предлагаемая методика определения полихлорфенолов в воде не требует ограниченного в применении ангидрида уксусной кислоты, имеет более низкие пределы определения по сравнению с предыдущей и погрешность не более 33% [3]. Разработанная методика оформлена в виде РД 52.24.529.

#### Литература

1. Андреев Ю.А., Черновьянц М.С. Газохроматографическое определение полихлорфенолов с дериватизацией ангидридом монохлоруксусной кислоты // Журнал аналитической химии. 2010. № 65 (№ 10). С. 1046-1052.
2. Андреев Ю.А., Морозова В.Е. «Газохроматографическое определение полихлорфенолов в воде и донных отложениях» // Тезисы докладов V Всероссийского симпозиума с международным участием «Органическое вещество и биогенные элементы во внутренних водоемах и морских водах». г. Петрозаводск, 10-14 сентября 2012 г. С. 451-453.
3. Андреев Ю.А., Морозова В.Е. Методика определения полихлорфенолов в воде газохроматографическим методом с дериватизацией // Вода: химия и экология. 2013. № 6. С. 94-99.