

АКТУАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТИОНОВ ЩЕЛОЧНЫХ И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ МЕТОДОМ КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА

А.Л. Козлова-Козыревская, Н.В. Суханкина

*Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка, Беларусь,
E-mail: kozyrevskaya@tut.by*

Вода – ценнейший природный ресурс. Она играет исключительную роль в процессах обмена веществ, составляющих основу жизни. Рост городов, бурное развитие промышленности, интенсификация сельского хозяйства, значительное расширение площадей орошаемых земель, улучшение культурно-бытовых условий и ряд других факторов все больше усложняет проблемы обеспечения водой. Потребности в воде огромны и ежегодно возрастают. Развитие энергетики приводит к резкому увеличению потребности в воде. Значительное количество воды расходуется для потребностей отрасли животноводства, а также на бытовые потребности населения. Большая часть воды после ее использования для хозяйственно-бытовых нужд возвращается в реки в виде сточных вод. Дефицит пресной воды уже сейчас становится мировой проблемой. Все более возрастающие потребности промышленности и сельского хозяйства в воде заставляют все страны, ученых мира искать разнообразные средства для решения этой проблемы.

Сочетание свойств воды и «камня» (диоксида кремния, кварца, из которого изготовлен капилляр), позволили создать новый метод анализа, который носит название *капиллярного электрофореза*. И электрофорез, и капиллярность были известны достаточно давно, но только несколько десятилетий назад удалось разработать новый метод анализа, в котором эти явления используются для разделения проб сложного состава на составляющие компоненты.

Метод капиллярного электрофореза для определения массовой концентрации катионов основан на их миграции и разделении под действием электрического поля, вследствие их различной электрофоретической подвижности. Идентификацию и количественное определение анализируемых катионов проводят косвенным методом, регистрируя ультрафиолетовое поглощение на длине волны 254 нм (рабочая длина волны системы «Капель»). Введение пробы в капилляр осуществляется электрокинетическим способом, основанным на том, что проба вводится в капилляр электроосмотическим потоком. Для этого на капилляр, опущенный в раствор пробы на входном конце и в раствор рабочего буфера – на выходном, подают высокое напряжение, и возникающий «электроосмотический поток» (ЭОП) втягивает пробу в капилляр.

Электрокинетический способ осложнен тем, что под воздействием высокого напряжения раствор пробы подвергается некоторой дифференциации еще до попадания в капилляр. В «Капель-103-Р» используется кварцевый капилляр. Полярность входного конца положительная (анод) и электроосмотический поток переносит зону пробы к катоду. Вблизи катодного выхода установлен детектор. При этих условиях катионные компоненты пробы, также мигрируя к катоду, обгоняют ЭОП и первыми достигают детектора в виде отдельных зон, которые на электрофореграмме регистрируются в виде пиков. Через некоторое время детектора достигает и зона исходного раствора, в которой остались нейтральные компоненты пробы. В зависимости от того, поглощают они или нет, на электрофореграмме регистрируется прямой, а в некоторых случаях обратный пик, который часто называют системным.

Для определения катионов ряда щелочных и щелочноземельных металлов в приборе используется источник высокого напряжения положительной полярности. Катионы движутся к катоду в том же направлении, что и ЭОП, но быстрее его. В состав ведущего электролита вводят поглощающий катион бензимидазола в концентрации 0,006 М, которая обеспечивает необходимую оптическую плотность исходного раствора. При разделении катионы пробы эквивалентно замещают в растворе катион бензимидазола, и оптическая плотность в зоне пика уменьшается. При электрофорезе катионы регистрируются в последовательности, которая определяется их электрической подвижностью. Первым

появляется пик цезия, следом за ним выходит пик рубидия. Следующими выходят пик аммония и калия. Их электрические подвижности одинаковы, поэтому без специальных мер, они выходят одним общим пиком. Для разделения аммония и калия в состав ведущего электролита вводят специальную добавку краун-эфира (18- краун-6), который уменьшает электрическую подвижность ионов калия, не оказывая в то же время заметного влияния на подвижность других ионов. В результате становится возможным полное разделение катионов щелочных и щелочноземельных элементов. Далее один за другим выходят пики натрия, магния, лития, стронция, бария и кальция.

При анализе сточных вод на электрофореграмме могут наблюдаться дополнительные пики, принадлежащие другим катионам, в частности катионам двухвалентных марганца и железа. Пик марганца выходит вслед за пиком стронция, а пик железа – после пика кальция. На нашей кафедре были исследованы воды из различных водных бассейнов города Минска на наличие катионов.

Метод КЭФ имеет преимущества перед другими методами, которые используют аналогичные принципы, в частности: высокая эффективность разделения, малый расход реактивов; отсутствие дорогостоящих хроматографических колонок; простота аппаратного оформления; экспрессность анализа.

На сегодняшний день капиллярный электрофорез является одним из наиболее перспективных методов анализа, он динамично развивается и получает всё более широкое применение в различных областях аналитической химии. Простота и доступность этого метода, а также неоспоримые преимущества, которые он даёт при выполнении измерений, позволяют надеяться на динамичное развитие методического обеспечения обуславливают включение капиллярного электрофореза в перечень физико-химических методов анализа, наиболее часто применяемых в лабораторной практике.