

ПОДБОР УСЛОВИЙ СОРБЦИОННОГО КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ИОНОВ ПЛАТИНЫ, ПАЛЛАДИЯ И РОДИЯ НА УГЛЕРОДНОМ СОРБЕНТЕ

А. Е. Высотина¹

Научный руководитель – д.х.н., профессор Н. А. Колпакова²

¹ОАО «Красноярский завод цветных металлов им. В. Н. Гулидова»
660123, Россия, г. Красноярск, Транспортный проезд 1, ali.ishutina@gmail.com

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30

Высокая эффективность и технологичность сорбционного концентрирования обеспечивает широкую применимость данного способа разделения при проведении химического анализа металлов платиновой группы.

Сорбционное концентрирование можно проводить с использованием различных сорбентов. Высокой селективностью по отношению к платиновым металлам имеют силикатные сорбенты с различными привитыми функциональными группами, однако они характеризуются низким значением емкости. Также стоит отметить сорбенты на полимерной матрице, которые в зависимости от функциональных групп могут проявлять как ионообменные, так и хелатные свойства и обладают более высокой емкостью по сравнению с силикатными сорбентами.

Однако данные сорбенты обладают высокой стоимостью, поэтому поиск более дешевых сорбционных материалов является актуальной задачей. Более дешевыми, но не менее эффективными аналогами являются углеродные сорбенты. Углеродные сорбенты обладают высокой площадью поверхности и пригодны для модифицирования с целью повышения селективности, которая менее характерна для данных сорбентов.

Для изучения сорбционного концентрирования металлов платиновой группы был выбран углеродный синтетический сорбент Lewatit AF5. Данный сорбент обладает высокой механической прочностью, высокой площадью поверхности, узким распределением пор по размерам, а также низкой стоимостью по сравнению с силикатными или полимерными сорбентами.

Сорбционное концентрирование осуществлялось в статических условиях из модельных хлоридных растворов. Концентрация аналитов в исходных растворах составляла от 8 до 50 ммоль/дм³. Равновесные концентрации металлов в растворах определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой.

В ходе экспериментов удалось установить время необходимое для достижения сорбционного равновесия, которое составило 4 часа для каждого из металла.

Было изучено влияние окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) раствора на эффективность сорбции. ОВП раствора имел значения от 600 мВ до 900 мВ. Сорбционное концентрирование протекает наиболее эффективно при значении ОВП 700 мВ, это утверждение справедливо для каждого из исследуемых ионов металлов. При таком значении палладий находится в степени окисления +2, родий в степени окисления +3, а платина присутствует в растворе как в степени окисления +2, так и в +4.

Следующим этапом было определение оптимального значения свободной кислотности хлоридных растворов. Для этого проводились эксперименты по сорбционному концентрированию палладия, платины и родия из растворов, свободная кислотность которых находилась в интервале от 0,001 моль/дм³ до 6,00 моль/дм³. Максимальное количество ионов металлов сорбировалось при значениях свободной кислотности от 0,01–0,1 моль/дм³.

Согласно литературным данным при свободной кислотности 0,1 моль/дм³ палладий в хлоридных растворах представлен ионами $[\text{PdCl}_4]^{2-}$, а при 0,01 моль/дм³ $[\text{Pd}(\text{H}_2\text{O})\text{Cl}_3]^-$.

В диапазоне свободной кислотности 0,01–0,1 моль/дм³ платина находится в следующих формах: $[\text{PtCl}_4]^{2-}$, $[\text{PtCl}_6]^{2-}$, $[\text{Pt}(\text{H}_2\text{O})\text{Cl}_3]^-$, $[\text{Pt}(\text{H}_2\text{O})\text{Cl}_5]^-$ [1].

В случае родия форма нахождения в растворах с низким значением свободной кислотности представлена нейтральной молекулой $[\text{Rh}(\text{H}_2\text{O})_3\text{Cl}_3]^0$ [2].

Таким образом в ходе исследования были установлены следующие параметры сорбционного концентрирования: время сорбционного концентрирования 4 часа, окислительно-восстановительный потенциал растворов 700 мВ и свободная кислотность 0,01–0,1 моль/дм³.

Список литературы

1. *Nikoloski A. N., Kwang-Loon Ang. Review of the application of ionexchange resins for the recovery of platinum-group metals from hydrochloric acid solutions // Journal of mineral processing and extractive metallurgy review, 2014. – № 35. – P. 369–389.*
2. *Золотов Ю. А., Маршал Г. М., Иванов В. М. Аналитическая химия металлов платиновой группы. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 592 с.*

ИМПЕДИМЕТРИЧЕСКИЙ СЕНСОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРОКСИЛЬНЫХ РАДИКАЛОВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

А. В. Гераскевич

Научный руководитель – д.х.н., профессор Е. И. Короткова

Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

Гидроксильный радикал (ОН[•]) – наиболее губительный продукт неполного восстановления кислорода в организме человека, способный повреждать липиды, нуклеиновые кислоты и белки [1]. Известно, что ОН[•] является маркером окислительного стресса, связанного с различными патологиями, включая нейродегенеративные и сердечно-сосудистые заболевания, а также рак [2]. Определение концентрации ОН[•] в биологических жидкостях или клеточных культурах имеет особую значимость как с точки зрения понимания фундаментальных антирадикальных процессов, так и для исследования эффективности антиоксидантных препаратов. К сожалению, мониторинг ОН[•] всё ещё представляет сложность для исследователей. Это обусловлено крайне высокой реакционной способностью и сверхкоротким временем жизни (менее 10⁻⁹ с) последнего. Среди множества подходов к определению ОН[•] электрохимические методы обладают определенными перспективами из-за быстрого отклика, высокой селективности, короткого времени анализа и простого оборудования.

Биосенсоры, используемые для определения ОН[•], обладают коротким сроком годности и требуют специальных условий хранения [3]. Применение достаточно «грубых» методов, таких как циклическая вольтамперометрия, способно оказывать негативное влияние на аналитический сигнал столь чувствительных систем. В связи с этим использование устойчивых органических соединений в совокупности с неdestructивным методом импедансной спектроскопии является более привлекательным и достоверным.

Импедиметрический сенсор, созданный в данной работе, представляет собой импрегнированный графитовый электрод, модифицированный электрохимически осажденным золотом и самоорганизующимся монослоем 1-гексантиола. Выбор последнего модификатора обусловлен селективным окислением алкантиолов гидроксильными радикалами, что приводит к разрушению монослоя на поверхности электрода и появлению аналитического сигнала. Невозможность закрепления серосодержащих соединений на графите обуславливает необходимость использования золотого покрытия для образования устойчивой ковалентной связи между серой и золотом.

Исследование поверхности сенсора до и после модификации проводилось методами циклической вольтамперометрии и импедансной спектроскопии. Показано, что нанесение золотого покрытия ускоряет протекание электрохимической реакции на поверхности сенсора, в то время как после тиолирования поверхность становится менее токопроводящей. Эта закономерность обусловлена диэлектрическими свойствами тиолов и косвенно указывает на образование монослоя.

Исследование морфологии поверхности сенсора до и после модификации золотом проводилось методом растровой микроскопии. Показано, что сформированная пленка золота не является монослойной, а состоит из отдельных частиц в форме дендритных кристаллов и их конгломератов. Элементный состав модификатора подтвержден посредством энергодисперсион-