

Е.А. Лейтес, Т.В. Усова

Вольтамперометрическое определение меди (II)

Е.А. Leytes, T.V. Usova

Determination of Copper (II) by Method of Voltammetry

Подобраны оптимальные условия и разработана новая методика определения меди (II) на углеродистом электроде в присутствии ЭДТА методом катодной вольтамперометрии.

Ключевые слова: вольтамперометрия, катодная вольтамперометрия, углеродистый электрод, ЭДТА.

The research aims to study optimal conditions and new method to determine copper (II) on the carbonaceous electrode over the EDTA by method of cathodic voltammetry.

Key words: volt-ammety, cathodic volt-ammety, carbonaceous electrode, EDTA.

Техногенное и антропогенное загрязнение окружающей среды ставит перед исследователями задачи развития и совершенствования эколого-аналитического мониторинга токсикантов. С этой целью используют современные высокоэффективные методы химического анализа, к числу которых относится вольтамперометрия (ВА). Особая роль в таком анализе отводится электродам, которые не содержат токсичных веществ, не требуют механической регенерации поверхности, позволяют регистрировать аналитические сигналы токсичных элементов на уровне ПДК и ниже.

В литературе [1, с. 37; 2, с. 11] уделено значительное внимание определению меди (II) методом анодной вольтамперометрии на электродах, содержащих ртуть. Сведения о катодном вольтамперометрическом определении меди (II) практически отсутствуют [3, с. 235–240].

Цель данной работы – определение меди (II) методом катодной вольтамперометрии на углеродсодержащем электроде и изучение влияния ЭДТА на аналитический сигнал меди. Исследования проводились на полярографе универсальном с постояннотоковым режимом регистрации вольтамперограмм при линейной развертке потенциала.

Минимальная концентрация, которую удалось детектировать в данных условиях, – 10^{-6} М. С целью выяснения возможности определения более низких концентраций меди изучили влияние этилендиаминтетраацетата натрия (ЭДТА).

При добавлении в исследуемый раствор меди ЭДТА происходит увеличение тока пика меди. ЭДТА оказывает такое влияние из-за образования комплексного соединения ($pK = 18.8$) с медью и изменения поверхности электрода, что приводит к облегчению восстановления меди (II) на поверхности графитового электрода. На рисунке 1 представлена вольтамперная кривая катодного тока меди в присутствии ЭДТА.

Из рисунка 2 видно, что величина тока пика увеличивается при уменьшении концентрации ЭДТА.

Тем не менее при отсутствии ЭДТА величина тока пика в несколько раз меньше, чем в его присутствии. Наибольшая величина тока пика при соотношении ЭДТА : Cu = 1 : 1 и менее.

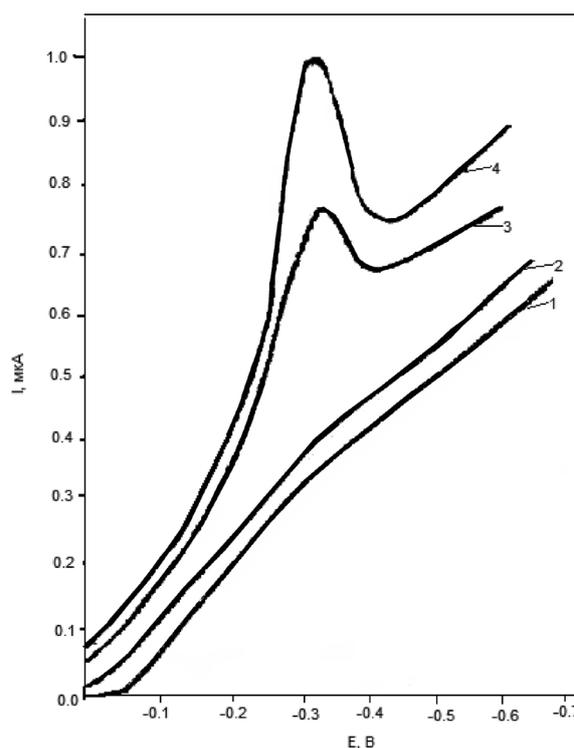


Рис. 1. Вольтамперная кривая электровосстановления меди: 1 – фон – фосфатный буфер; 2 – фон + ЭДТА ($C_{\text{ЭДТА}} = 4 \cdot 10^{-8}$ М); 3 – фон + $C_{\text{Cu}^{2+}} = 4 \cdot 10^{-8}$ М; 4 – фон + $C_{\text{Cu}^{2+}} = 4 \cdot 10^{-8}$ М + $C_{\text{ЭДТА}} = 4 \cdot 10^{-8}$ М

Влияние ЭДТА на электрохимическое поведение меди (II) изучено на различных фоновых растворах. На фоне универсального буферного раствора ток пика меди (II) регистрировался в кислых средах универсального буфера, в нейтральных и щелочных средах он практически не проявлялся.

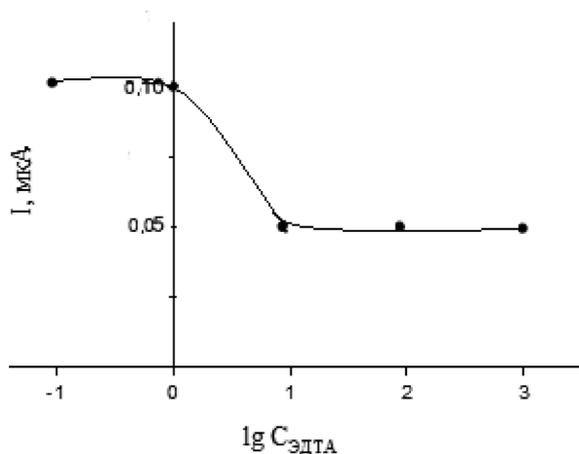


Рис. 2. Зависимость тока восстановления меди при различной концентрации ЭДТА в растворе: фон – фосфатный буфер; $t = 60$ с; $v = 100$ мВ/с; $C_{Cu^{2+}} = 8 \cdot 10^{-8}$ М

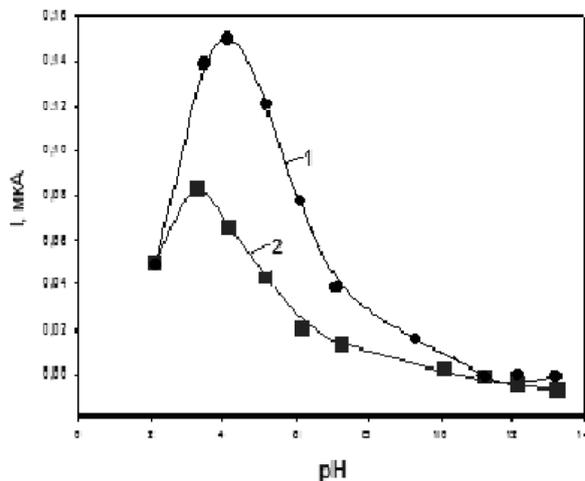


Рис. 3. Зависимость тока пика восстановления меди от pH раствора: фон – буферный раствор Бриттона-Робинсона; $t = 60$ с; $C_{Cu^{2+}} = 4.10 \cdot 10^{-8}$ М; 1 – СЭДТА = $4 \cdot 10^{-9}$ М; 2 – СЭДТА = $4 \cdot 10^{-8}$ М

На рисунке 3 видно, что максимальное значение тока достигается при $pH = 4.00-5.00$. Для дальнейших экспериментов выбрано значение $pH = 4.00$.

Поведение меди изучено также на фоне 0.013 М фосфатного буфера с $pH = 4.00$. Величина тока пика меди при добавлении ЭДТА значительно больше, чем на универсальном буферном растворе с $pH = 4.00$, поэтому дальнейшее исследование проводили на фосфатном буфере с $pH = 4.00$.

Наибольшей величины ток пика достигает по истечении времени накопления 100 с. До этого значения он растет, а преодолев отметку 100 с, начинает снижаться, что, очевидно, связано со скоростью процесса восстановления меди, протекающего на электроде.

Результаты вольтамперометрического определения меди в присутствии ЭДТА на углеродистом электроде ($P=0,95, n=3$)

Введенная добавка $C_{Cu} \cdot 10^{-7}$, М	Найденная добавка $C_{Cu} \cdot 10^{-7}$, М	Sr
0.40	0.38 ± 0.16	0.04
0.80	0.81 ± 0.16	0.02
1.20	1.16 ± 0.20	0.02
1.60	1.57 ± 0.15	0.01
2.00	1.99 ± 0.15	0.01
2.40	2.39 ± 0.20	0.01
2.80	2.78 ± 0.17	0.01
3.20	3.18 ± 0.10	0.003
3.60	3.59 ± 0.25	0.01
4.00	3.99 ± 0.25	0.01

Таким образом, установлены условия регистрации сигнала меди (II) на углеродистом электроде методом катодной вольтамперометрии, найдена оптимальная концентрация ЭДТА, при которой чувствительность метода наибольшая. Разработана методика

Зависимость тока пика восстановления меди (II) в присутствии ЭДТА от pH фонового раствора приведена на рисунке 3.

Максимальное значение тока пика в данных условиях достигается при скорости развертки $V = 50-60$ мВ/с, а при дальнейшем увеличении скорости значение тока пика уменьшается.

Зависимость тока восстановления меди от ее концентрации в присутствии ЭДТА линейна. Определяемое содержание меди в присутствии ЭДТА удалось снизить до $n \cdot 10^{-8}$ М. Правильность методики в присутствии ЭДТА на углеродистом электроде проверена методом «введено – найдено» (см. таблицу).

определения меди методом катодной вольтамперометрии на углеродистом электроде в присутствии ЭДТА, которая позволяет снизить минимальную величину определяемого содержания меди на порядок.

Библиографический список

1. Подчайнова В.Н. Аналитическая химия. Медь. – М., 1990.
2. Стромберг А.Г., Каплин А.А. и др. Инверсионная вольтамперометрия в работах томской научной школы // Изв. вузов. Химия и химические технологии. – 2000. – Т. 43, вып. 3.
3. Прохорова Г.В., Иванов В.М. Гетероциклические азосоединения в адсорбционной инверсионной вольтамперометрии следов металлов // Вестник Московского университета. – 2001. – Т. 42, №4.