

Владимир В. Ткач^{1,2} Марта В. Кушнир¹,
 Яна Г. Иванушко¹, Силвио С. де Оливейра²,
 Ольга В. Луганская³, Владимир В. Парченко⁴,
 Алексей А. Бигдан⁴, Петр И. Ягодинец¹
¹Черновицкий национальный университет, Украина
²Федеральный университет штата Мату-Гросу-ду-Сул, Бразилия
³Запорожский национальный университет, Украина
⁴Запорожский государственный медицинский университет, Украина)

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ БОЕВОГО ОТРАВЛЯЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА АДАМСИТ НА КОМПОЗИТЕ ОКСИГИДРООКИСИ КОБАЛЬТА (III)С 1,2,4-ТРИАЗОЛАМИ

Адамсит (дигидрофенарсазинхлорид) – производное мышьяка (III), боевое отравляющее вещество (БОВ), относящееся к группе стернитов [1]. Адамсит был получен в начале XX века независимо друг от друга и практически одновременно немецким химиком Г. О. Виландом и группой ученых из университета штата Иллинойс под руководством Роджера Адамса, именем которого соединение и названо. Основным методом синтеза адамсита является реакция Фриделя-Крафтса между дифениламином и треххлористым мышьяком (Рис. 1):

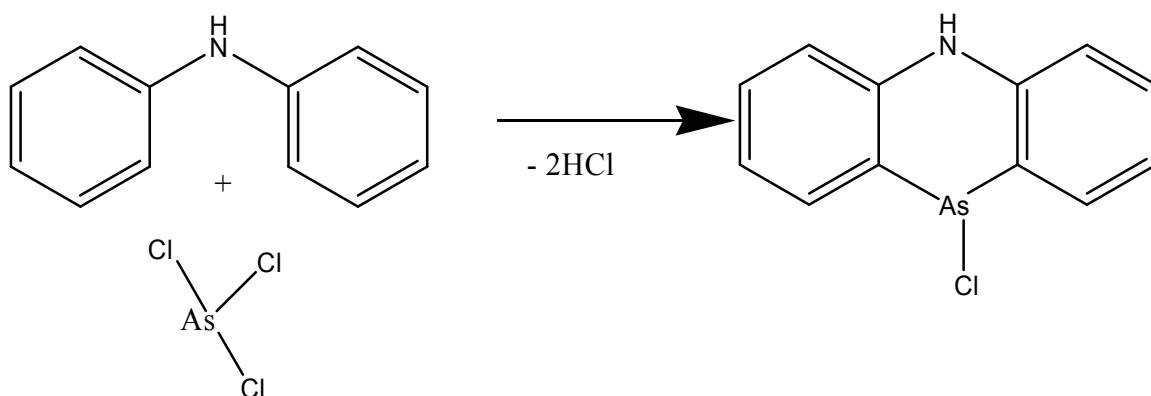


Рис. 1. Получение адамсита

Основное раздражающее действие приходится на верхние дыхательные пути, причем влияние на организм напоминает действие 2-хлорбензилиденмалононитрила (основного компонента слезоточивого газа), однако характеризуется медленной атакой и длительным действием, иногда превышающим 12 часов. Адамсит активно применялся во время обеих мировых войн, а также конфликтов на Корейском полуострове и во Вьетнаме, а также во

время подавления политических беспорядков в Венесуэле в 2014 – 2017 гг.[2]. Несмотря на то, что большинство силовых структур в мире отказывается от применение данного вещества в пользу 2-хлорбензилиденмалононитрила или прочих сходных по действию агентов, есть данные о том что он все еще используется в вооруженных силах КНР, КНДР и ряда стран Африки и Латинской Америки[3]. Таким образом, разработка быстрых методов электрохимического определения, утилизации и деградации адамсита остается актуальной задачей, и применение электрохимических процессов является одним из интересных вариантов ее решения.

Ввиду присутствия в составе аналита сопряженной системы, а также атома мышьяка в промежуточной степени окисления, можно сделать вывод об электроактивности молекулы. Одним из интересных модификаторов электрода для электрохимического определения адамсита может быть оксигидроокись кобальта (III), способная эффективно окислять как соединения трехвалентного мышьяка, так и сопряженные соединения [4, 5]. В данном случае, электроокисление происходит по двум параллельным механизмам, включая образование соединений пятивалентного мышьяка и полимеризацию молекулы (Рис. 2). Второй процесс важен также тем, что при образовании устойчивого проводящего полимера ядовитое вещество переходит в нерастворимую полимерную фазу. При этом в последнем случае основным продуктом восстановления является CoO , а в первом – Co_3O_4 .

Оксигидроокись кобальта в данной системе присутствует на электроде в виде наночастиц, для стабилизации которых используется сопряженное органическое соединение с подчеркнутыми основными свойствами. Характерными примерами таких веществ являются производные 1,2,4-триазолов с активными пиридиновыми атомами азота и аминогруппами, которые стабилизируют оксигидроокись трехвалентного кобальта [6 – 7].

Таким образом, поведение системы можно описать системой трех балансовых дифференциальных уравнений (1)

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dc}{dt} = \frac{2}{\delta} \left(\frac{\alpha}{\delta} (c_0 - c) - r_{11} - r_{12} \right) \\ \frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{\gamma} (r_{11} - r_{21}) \\ \frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{\rho} (r_{12} - r_{22}) \end{array} \right. \quad (1)$$

анализ которой показывает, что оксигидроокись кобальта является эффективным модификатором электрода как для электрохимического определения концентрации адамсита, так и для его косвенной

электрополимеризации. Ввиду образования двух продуктов восстановления с последующим электроокислением обоих до оксигидроокиси, автоколебательное поведение в данной системе будет более вероятным, ввиду большего количества процессов, влияющих на емкость двойного электрического слоя.

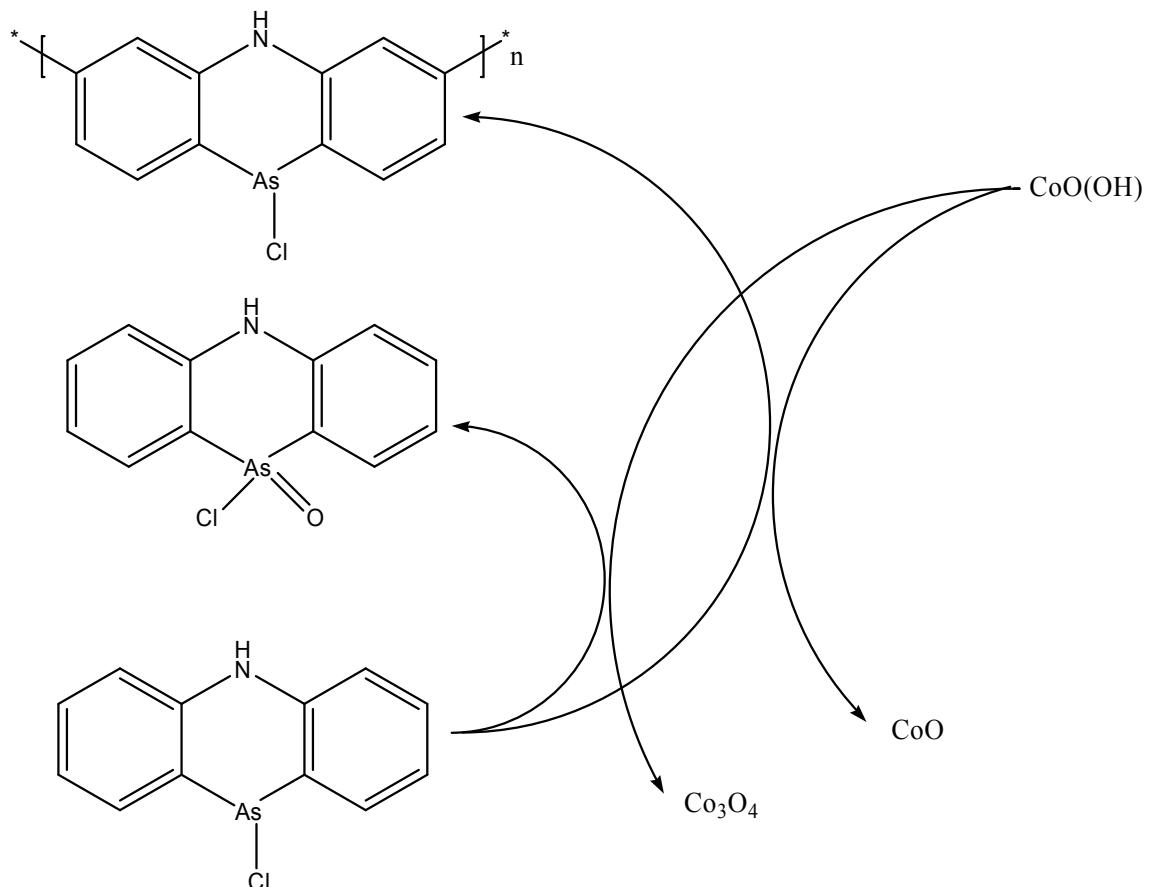


Рис.2. Окисление адамсита оксигидроокисью кобальта (III)

Таким образом, из теоретических исследований поведения электрохимической системы следует, что данный электрохимический процесс может быть эффективно применен как для определения концентрации адамсита в разных средах, так и для его удаления из них с переводом в полимерную фазу.

ЛИТЕРАТУРА

1. https://www.cdc.gov/niosh/ershdb/EmergencyResponseCard_29750017.html
2. http://www.nti.org/e_research/profiles/NK/Chemical/50_1074.html
3. <http://www.eluniversal.com/nacional-y-politica/protestas-en-venezuela/140502/dos-heridos-y-allanamientos-realiza-la-guardia-nacional-en-lara>

4. A. Stadnik, E.M. Caldas, A. Galli, F.J. Anaissi, Orbital. Elec. J. Chem., 7(2015), 122
5. J.S. Bonini, F.Q. Mariani, E. Guimarães Castro *et. al.*, Orbital Elec. J. Chem., 7(2015), 318
6. I.I. Aksyonova, O.I. Panasenko, Ye. G. Knysh, Act. Probl. Med. Pharm. Sci., 18(2015), 17
7. V.M. Odyntsova, Ye. S. Pruglo, A.S. Gotsulya *et al.*, Zapor. J. Med, 2(2014), 96

Владимир В. Ткач^{1,2} Марта В. Кушнир¹,
Наталья Н. Сторощук¹, Силвио С. Де Оливейра²,
Жолт А. Кормош³, Александра В. Агафонова⁴,
Яна Г. Иванушко^{1,4}, Петр И. Ягодинец¹

(¹Черновицкий национальный университет, Украина

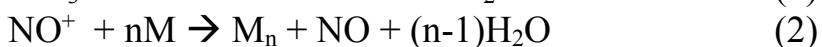
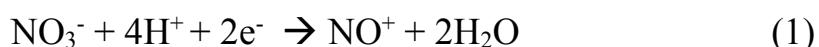
²Федеральный университет штата Мату-Гросу-ду-Сул, Бразилия

³ Восточноевропейский национальный университет, Луцк, Украина

⁴ Буковинский государственный медицинский университет, Украина)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КАТОДНОЙ ЭЛЕКТРОПОЛИКОНДЕНСАЦИИ 2,5- ДИБРОМПРОИЗВОДНЫХ ФУРАНА, ПИРРОЛА И ТИОФЕНА

Свойства проводящих полимеров и, соответственно, их применения во многом зависят от способа их получения. К примеру, полипиррол, полученный прямой электрополимеризацией на аноде в кислой среде при избытке нитрата характеризуется, ввиду протонных атак мономера и растущей цепи, менее развитой поверхностью, чем полипиррол, полученный из такого же раствора косвенным катодным электроосаждением [1]. В данной системе происходит процесс, описывающийся по реакциям:



Прямая электрополимеризация фурана – известный процесс [2]. При этом по теории потенциал окисления фурана ниже, чем у пиррола. Однако практическая реализация данного процесса утрудняется анодным перенапряжением данной молекулы на поверхности металлических анодов, вследствие чего процесс