ОБҐРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ФОРМАЛЬДЕГІДУ

Бутурлімова В.І., магістрант, id139292418@gmail.com;
Вовна О.В., д.т.н., проф., oleksandr.vovna@donntu.edu.ua
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»,
м. Покровськ, Україна

Актуальність досліджень

У теперішній час перехід на двигуни, що живляться газом, набуває широкого розповсюдження. Під час використання газового палива, через неповний окис газу утворюється формальдегід, як проміжний продукт [1]. Він служить джерелом вільних радикалів у атмосфері, а також легко вступає у різноманітні реакції. Через це він стає ініціатором фото-смогу та негативно впливає на здоров'я населення.

Мета та задачі дослідження

Метою роботи є обґрунтування технічних вимог до розробки електронного пристрою вимірювання концентрації формальдегіду електрохімічним методом.

Результати досліджень

Під час аналізу було обрано метод диференціальної імпульсної полярографії, який дозволить визначити концентрацію формальдегіду у об'єктах навколишнього середовища при вмісті аж до декількох мкг/л. Принцип виміру наведено на рисунку 1. Реєструвати струм необхідно на протязі деякого часу t_m на початку та наприкінці життя краплі, площа поверхні електрода на протязі всього періоду вимірювання залишається постійною (а). Напруга подається ступенями (б), а на кожному ступені додатково накладають безліч коротких імпульсів. Подачу імпульсів необхідно синхронізувати з зростом краплі та здійснювати подачу наприкінці життя краплі. Слід враховувати вплив амплітуди імпульсу на характер диференціальної імпульсної полярограми (в) [2].

Електрохімічний процес відбувається під дією напруги, котра подається невеликими імпульсами прямокутної форми та постійної амплітуди [3]. Це дозволяє компенсувати зріст ємнісної складової, котра обумовлена зростом ртутної краплі. Корисним сигналом вважається фарадеївський струм. На початку імпульсу відбувається великий зріст струмів, надалі під час тривалості імпульсу фарадеївський струм та ємнісний зменшуються, але по різним математичним законам.

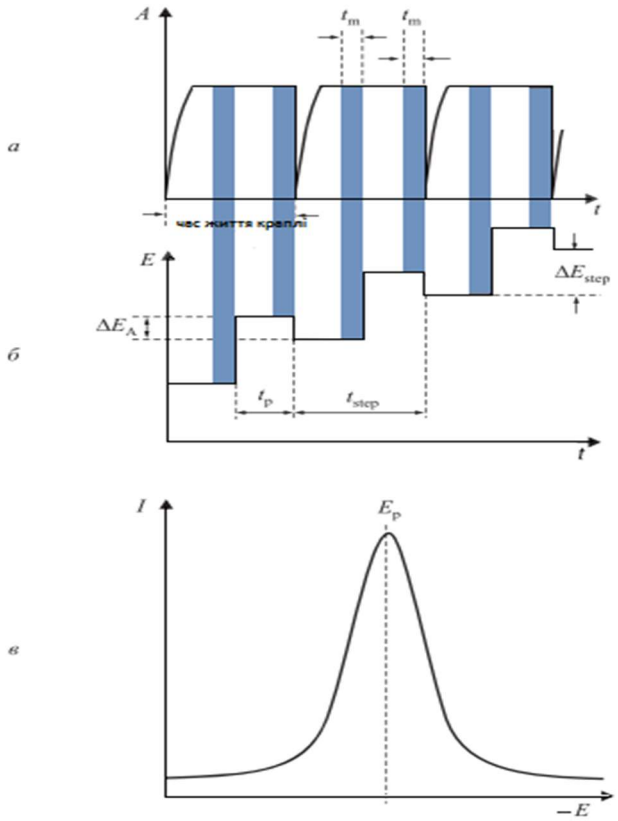

Рисунок 1 – Спосіб отримання вимірювальної інформації

а) ріст краплі статичного ртутного крапельного електрода; *б*) модульована розгортка потенціалу; *в*) полярограма; t_m − час виміру струму; t_p–тривалість імпульсу; ΔE_A– амплітуда імпульсу напруги; ΔE_{step} − крок зміни потенціалу розгортки, t_{step} − її протяжність, E_p − напруга піку.

Фарадеївський струм зменшується пропорційно $t^{1/2}$(рівняння Коттрелла):

$$I(t)=I_D(t) = D \cdot n \cdot F \cdot A \cdot \frac{c_a}{\sqrt{\pi D t}} \ , \qquad (1)$$

де D – коефіцієнт дифузії; A – площа поверхні електрода; F – постійна Фарадея; n –кількість електронів; c_a–об'ємна концентрація електроактивної речовини.

Товщина для дифузійного шару по Ільковичу $\delta = \sqrt{\frac{3}{7}\pi D t}$, тоді рівняння набуває вигляду:

$$\text{I(t)}=I_D(t) = D \cdot n \cdot F \cdot A \cdot \frac{c_a}{\sqrt{\frac{3}{7}\pi D t}} . \qquad (2)$$

Ємнісний струм зменшується відповідно до формули:

$$I_c = \frac{\Delta E_A}{R} \cdot e^{-\frac{t}{RC_D}}. \qquad (3)$$

Отриманий на полярограмі потенціал піку необхідно перевести у відповідну йому величину концентрації. Для цього при обробці даних необхідно буде використати метод добавок.

Висновки

Під час використання методу диференціально імпульсної полярографії слід враховувати, що кожна стадія процесу вимірювання буде джерелом систематичних та статичних похибок. Для проведення дослідження до складу вимірювальної установки необхідно врахувати: фільтр осушувач, нагрівач, датчик температури та вологості, електрохімічну комірку з фоновим розчином для визначення формальдегіду. При умовах дослідження: об'єкт дослідження – атмосферне повітря, температурний діапазон від $-40℃$ до $+40℃$, відносна вологість 3,5 м/с.

Література

1. Скубневская Г.И., Дульцева Г.Г. Загрязнение атмосферы формальдегидом = Formal-dehyde as an Air Pollutant: Аналит. обзор / РАН. Сиб. отд-ние. ГПНТБ, ИХКиГ. – Новосибирск, 1994. – 70 с. (Сер. Экология. Вып. 31).

2. Хенце Г. Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика / Г. Хенце ; пер. с нем. А. В. Гармаша и А. И. Каменева. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. — 284 с. : ил. — (Методы в химии).

3. Дивин, А. Г. Д44 Методы и средства измерений, испытаний и контроля : в 5 ч. / А. Г. Дивин, С. В. Пономарев (ч. 1, 2011) ; А. Г. Дивин, С. В. Пономарев, Г. В. Мозгова (ч. 2, 2012) ; А. Г. Дивин, С. В. Пономарев (ч. 3, 2013). – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ». ISBN 978-5-8265-1225-8 Ч. 4 : Методы и средства измерения состава и свойств веществ : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 221400 «Управление качеством» / А. Г. Дивин, С. В. Пономарев. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – 104 с. – 100 экз. ISBN 978-5-8265-1272-2

Анотація

Виконаний аналіз методу диференціальної імпульсної полярографії. Розглянено принцип вимірювання сигналу. Поставлені вимоги, щодо розробки газоаналізатора.

Ключові слова: концентрація, електрод, формальдегід, вимірювач, полярографія.

Аннотация

Выполнен анализ метода дифференциальной импульсной полярографии. Рассмотрен принцип измерения сигнала. Поставлены требования к разработке газоанализатора.

Ключевые слова: концентрация, электрод, формальдегид, измеритель, полярография.

Abstract

The analysis of the method of differential pulse polarography. The principle of signal measurement is considered. The requirements for the development of a gas analyzer are set.

Key words: concentration, electrode, formaldehyde, meter, polarography.