

ВИКОРИСТАННЯ ПЕРВИННИХ СЕНСОРІВ НА ОСНОВІ ПЛІВОК ПРОВІДНИХ ПОЛІМЕРІВ В ПРИСТРОЯХ ВИЗНАЧЕННЯ ВОДНЕВОГО ПОКАЖЧИКА СЕРЕДОВИЩА

Здійснено дослідження залежності оптичної густини плівок поліаніліну, отриманих методом вакуумного напилення, від рівні рН розчину. Розроблено схему рН-метра з використанням сенсорів на основі поліанілінових плівок.

Ключові слова: поліанілінові плівки, рН-метр, сенсор.

Осуществлено исследование зависимости оптической плотности пленок полианилина, полученных методом вакуумного напыления, от уровня рН раствора. Разработана схема рН-метра по использованию сенсоров на основе полианилиновых пленок.

Ключевые слова: пленки полианилина, рН-метр, сенсор.

Depending on the studies carried out optical density of polyaniline films obtained by vacuum evaporation, the level of рН of the solution. A scheme of рН-meter with the use of sensors based on polyanilinyh films.

Keywords: polyaniline film, рН-meter, sensor.

Для моніторингу біохімічних технологічних процесів та екологічної безпеки докiлля існує необхідність розробки економічних та високоефективних сенсорів для вимірювання рівня рН, здатних функціонувати в режимі реального часу.

Такий підхід вимагає пошуку нових концепцій побудови первинних сенсорів, які можуть забезпечити високі відтворювані характеристики при низькій собівартості.

Одним із напрямків розв'язання такої задачі є використання оптичного відгуку плівок поліаніліну на зміну рН середовища. Такий підхід, у сукупності із використанням сучасних елементів цифрової техніки, дає можливість розробити пристрій, який відповідає зазначеним вимогам.

Для чутливого елемента сенсора рН з оптичним каналом зв'язку використана тонка полімерна плівка поліаніліну (ПАН) [1], сформована на поверхні скляної підкладки термовакuumним напиленням [2]. Вихідний сигнал такого сенсора визначається зміною оптичного відгуку в середовищі з різним рівнем рН. Цей процес ґрунтується на зміні хімічної структури та відповідно оптичних

властивостей ПАН в результаті протонування, спричиненого впливом кислого середовища.

У таких середовищах, за рахунок катіон-радикальної структури протонованого поліаніліну, низько енергетичні електронні переходи спричиняють поглинання в ближній інфрачервоній області. У лужних середовищах поліанілін депротонований, формується структура у якій відсутні низько енергетичні електронні рівні, в результаті чого істотно зменшується оптичне поглинання.

Для створення первинного сенсора проведено вимірювання залежності величини оптичної густини від рівня рН середовища [3,4]: а) для джерела світла з довжиною хвилі 900 нм; б) при температурах від 5°C–50°C. У процесі досліджень встановлено (рис.1), що найбільш ефективний оптичний відгук досягається при використанні джерела випромінювання з довжиною хвилі 900 нм.

На основі запропонованого первинного сенсора розроблено пристрій для визначення рівня рН середовища в діапазоні температур 5°C–50°C. Для реалізації якого використано мікроконтролер сімейства ADuC 8xx

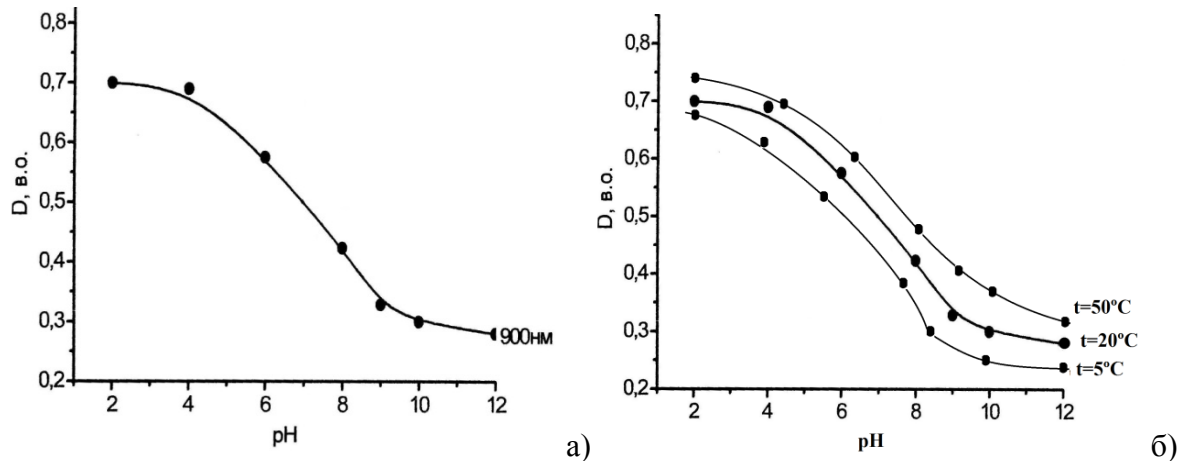


Рис.1. Зміна оптичної густини плівки ПАН в залежності від рівня рН: для джерел світла з довжиною хвилі 900 нм (а), при температурах від 5 – 50°C (б).

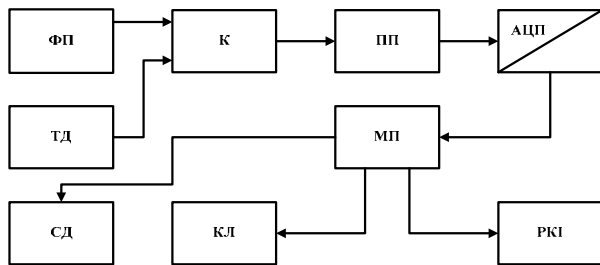


Рис.2. Структурна схема рН-метра.

фірми *Analog Device* з відповідними цифровими периферійними елементами. Мікроконтролери цього класу містять мікропроцесорне ядро 8052, *Flash*-пам'ять, АЦП і ЦАП, послідовні і паралельні порти вводу-виводу, таймери/лічильники, годинник реального часу (*RTC*), джерело опорної напруги і стабілізатор струму. Даний тип мікросхем вирізняється високою продуктивністю і низьким енергоспоживанням, що важливо при побудові малогабаритних багатофункціональних пристроїв з автономним живленням. Гнучкість конфігурації внутрішніх вузлів, дозволяє створювати функціонально завершені системи, так звані "програмовані системи на кристалі" (*PSoC*) [5]. Використання таких контролерів дає можливість оперативно корегувати внутрішнє програмне забезпечення відповідно до результатів отриманих на етапі налагодження.

На основі запропонованого первинного сенсора розроблено пристрій для визначення рівня рН середовища в діапазоні температур 5°C–50°C. Для реалізації якого використано мікроконтролер сімейства *ADuC 8xx*

фірми *Analog Device* з відповідними цифровими периферійними елементами. Мікроконтролери цього класу містять мікропроцесорне ядро 8052, *Flash*-пам'ять, АЦП і ЦАП, послідовні і паралельні порти вводу-виводу, таймери/лічильники, годинник реального часу (*RTC*), джерело опорної напруги і стабілізатор струму. Даний тип мікросхем вирізняється високою продуктивністю і низьким енергоспоживанням, що важливо при побудові малогабаритних багатофункціональних пристроїв з автономним живленням. Гнучкість конфігурації внутрішніх вузлів, дозволяє створювати функціонально завершені системи, так звані "програмовані системи на кристалі" (*PSoC*) [5]. Використання таких контролерів дає можливість оперативно корегувати внутрішнє програмне забезпечення відповідно до результатів отриманих на етапі налагодження.

Структурна схема розробленого пристрою складається з наступних основних блоків (рис.2): первинного рН-давача з оптичним каналом між світлодіодом (СД) та фотоприймачем (ФП), термодавача (ТД), комутатора (К), програмованого підсилювача (ПП), аналогово-цифрового перетворювача (АЦП), мікропроцесора (МП), індикатора (РКІ) і клавіатури (КЛ).

Процес вимірювання здійснюється після ініціалізації мікропроцесора, який отримує інформацію з аналогово-цифрового перетворювача (далі АЦП) напруги до якого під'єднано фотодавач первинного сенсора. Сам

pH-сенсор забезпечує лінеарізоване перетворення [6]. На основі сигналів отриманих від первинного сенсора та термодавача, у відповідності до вбудованого програмного забезпечення, мікропроцесор формує інформацію для відображення на візуальному індикаторі (PKI).

У програмі мікропроцесора закладено функцію калібрування, що дозволяє нівелювати похибки, які пов'язані з початковими відхиленнями параметрів pH-сенсора та стабілізатора опорної напруги. Через це точ-

ність вимірювання залежить тільки від лінійності параметру pH та температурної нестабільності сенсора.

Електрична принципова схема мікропроцесорного блоку наведена на рис.3. Моделювання основних вузлів виконано в програмному середовищі Proteus [7]. Як результат налагодження, отримано коефіцієнти корегування значення кислотності для діапазону робочих температур, які використовуються внутрішнім програмним забезпеченням мікроконтролера.

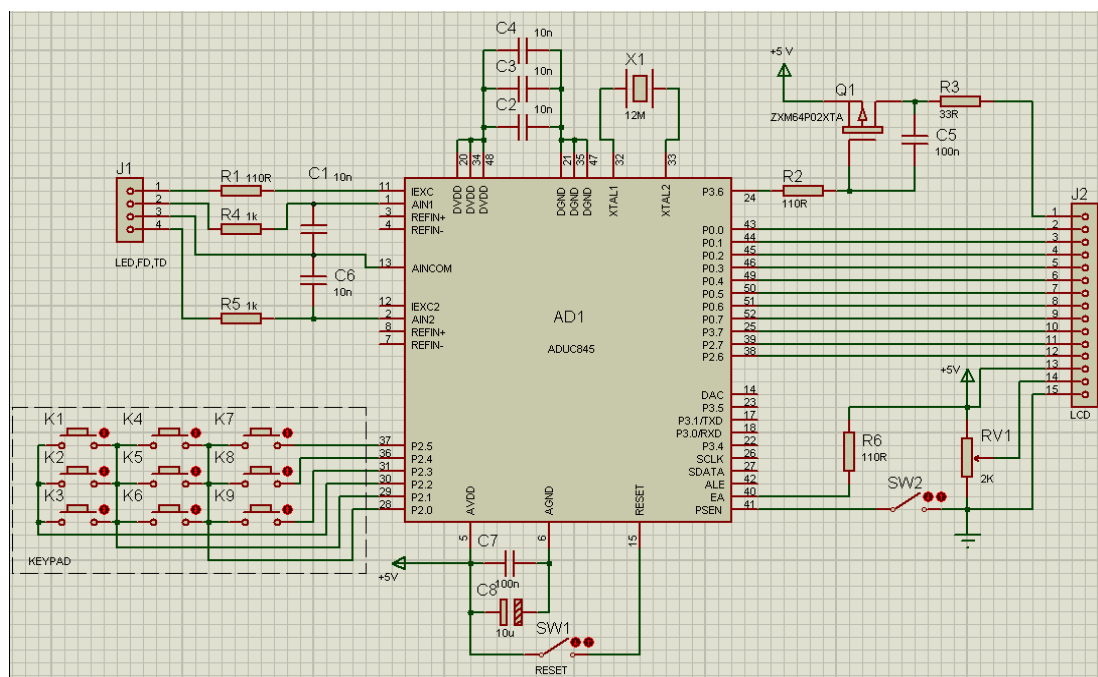


Рис.3. Фрагмент електричної принципової схеми в процесі моделювання в програмному середовищі Proteus.

Висновок

Запропоновані первинні сенсори на основі плівок поліаніліну володіють достатньою чутливістю до зміни кислотності середовища, що дає можливість використовувати їх як в складних системах контролю біохімічних технологічних процесів, так і в автономних вимірювальних пристроях.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Zhe Jin, Yongxuan Su, Yixiang Duan An improved optical pH sensor based on polyaniline. // Sens. Actuators B. – 2000. – 71. – P.118-122.
2. Hong Qiu, Hui Li, Jing Li et al. Micromorphology and conductivity of the vacuum-deposited polyaniline films // Synthetic Metals. – 2005. – 148. – P. 71-74.
3. Unde S., Ganu J., Radhakrishnan S. Conducting

polymer-based chemical sensor: characterises and evaluation of polyaniline composite films // Adv. Mater. Opt. Electron. – 1996. – М6. – P.151-157.

4. Глушик І.П., Стахіра П.Й., Аксіментьєва О.І. та ін. Оптичні спектри поліаніліну в середовищі: з різним водневим показником // Вісник нац. ун-ту "Львівська політехніка". Електроніка. – 2005. – №532. – С.81-85.
5. Килочек Д. Проектирование на программируемых системах на кристалле PSoC // Компоненты и технологии. – 2006. – №4.
6. Zhengfand Ge, Chris WBrmyn, Lirifend Sun, Sze Cheng Yan. Fiber-optic pH sensor based on evanescent wave absorption spectroscopy // Anal. Chem. – 1993. – 65. – P.2335-2338.
7. Максимов А. Моделирование устройств на микроконтроллерах с помощью программы ISIS из пакета PROTEUS VSM // Радио. – 2005. – №4,5,6.