

СЕКЦІЯ XI. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

БЛОК РЕЄСТРАЦІЇ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОГО ТЕРМОМЕТРА З АМПЛІТУДНОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ ОПТИЧНОГО СИГНАЛУ

Чичура І.І.

канд. фіз.-мат. наук, старший викладач кафедри приладобудування
ДВНЗ «Ужгородський Національний Університет», Україна

Веретко В.І.

Студент магістр кафедри приладобудування
ДВНЗ «Ужгородський Національний Університет», Україна

Веретко І.І.

Студент магістр кафедри приладобудування
ДВНЗ «Ужгородський Національний Університет», Україна

Повзун О.М.

Студент магістр кафедри приладобудування
ДВНЗ «Ужгородський Національний Університет», Україна

Особливу місце серед широкого різноманіття сучасних засобів моніторингу температури займають волоконно-оптичних датчики (ВОД) а саме волоконно-оптичні датчики температури (ВОДТ) з амплітудною модуляцією оптичного сигналу. Такі датчики, завдяки простоті їх конструкції, високій надійності, стабільності та відтворюваності результатів, а також можливості застосування їх в зонах дії інтенсивних електромагнітних полів, радіаційного фону та на значній відстані від блоку реєстрації сигналу, все частіше застосовуються в техніці і промисловості. Такі датчики широко використовуються у нафто та газовидобувній промисловості та ін.

Принцип роботи таких датчиків температури заснований на реєстрації зміни пропускання напівпровідникового термо-чутливого елемента на заданій довжині хвилі при зміні температури [1]. В таких пристроях велика увага приділяється спеціалізованому пристрою, який призначений для реєстрації і першочергової аналогової обробки інформаційного сигналу, що отримується від ВОДТ та оцінки похибок вимірювання, що проводиться. Так як вартість спектральних вимірювачів для дослідження оптичних волокон є досить великою, тому для визначення технічних характеристик та тестування і градування ВОДТ з термо-чутливими елементами на основі: кристалічних, склоподібних та аморфних матеріали не являється технічно доцільним. У зв'язку з цим, виникає завдання розробки спеціалізованих регістраторів інформаційних сигналів, що отримуються з ВОДТ в експресному режимі. Це означає, що проєктований прилад повинен забезпечувати контрольовані світлові потоки, які генеруються та фіксуються малоінерційними оптоелектронними приладами (світлодіод, фотодіод) та сучасною схемою обробки

оптичного сигналу, отриманого за допомогою ВОДТ з досліджуваного чутливого елемента.

Нами запропоновано сучасний блок аналогової обробки вимірювальної інформації, що надходить від ВОДТ з амплітудною модуляцією оптичного сигналу. В основу схеми лежить принцип нетипового використання інтегральної мікросхеми $\mu A727M$ [2], яка являється елементом «модулятора/демодулятора» і забезпечує захист вихідного сигналу від впливу зовнішніх завад, несанкціонованих засвіток та впливу мультиплікативних завад. Комбінована структурна схема розробленого оптоелектронного регістратора приведена на рис.1. Умовно її можна розділити на дві частини: вузол випромінювача, який формує модульований стабілізований потік світла та вузол фотоприймача на основі підсилювача та демодулятора, який підключається через спеціально сконструйований оптоволоконний конектор до ВОДТ.

Схема модуляції випромінювання світлодіода складається із модулятора (3), вбудованого в мікросхему генератора (4) та стабілізатора вхідної напруги (2). Модулятор побудований на парі узгоджених польових транзисторів КМДН і модулює (за амплітудою) вхідну стабілізовану напругу частотою $f_m = 1$ кГц шпаруватістю ($Q = 2$). Імпульси модульованої напруги заданої амплітуди подаються на перетворювач «напруга/струм» та імпульсний транзисторний стабілізатор струму (6). Імпульси напруги з такими ж технічними характеристиками створюють на виході стабілізатора струму імпульси, амплітуда яких може модулюватися від 10 до 100 мА, які забезпечують живлення обраного світлодіода (1), що обслуговує ВОДТ. Імпульсне випромінювання світлодіода проходить волоконно-оптичний тракт та залежно від температури змінює свою амплітуду, на виході ВОДТ (8). Фотодіод (9) фіксує зміну оптичного сигналу. Підсилювач (10) підсилює амплітуду до необхідної для послідууючої обробки величини і подає цей сигнал на демодулятор. Демодулятор перетворює цей імпульсний сигнал на частоті 1 кГц синхронно і синфазно з ключовими елементами модулятора (3). Практично ключовим елементом демодулятора є ідентичні польові транзистори, які застосовані в модуляторі, що забезпечує синхронність і синфазність роботи модулятора і демодулятора. В результаті на виході демодулятора отримується постійна складова вихідного інформаційного сигналу, яка відповідає зміні пропускання ВОДТ при варіації температури.

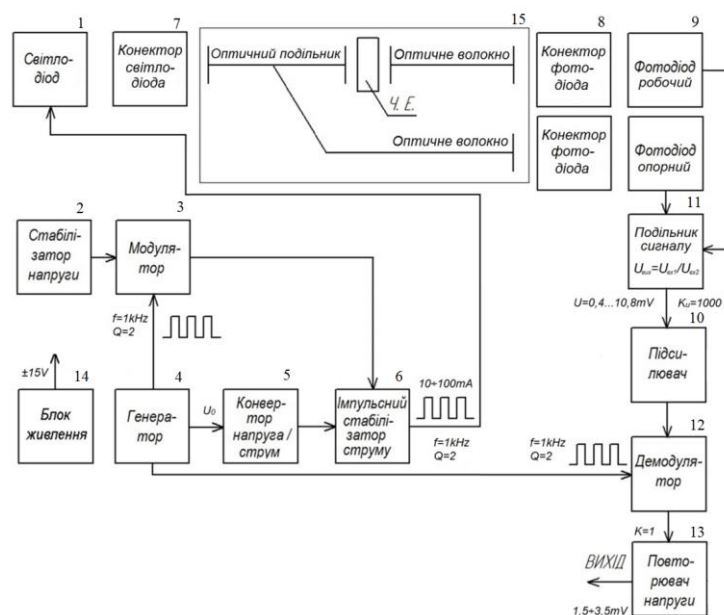


Рис. 1. Комбінована структурна схема оптоелектронного регістратора ВОДТ

Для узгодження вихідного сигналу з вхідним навантаженням різних пристроїв обробки в схему введено додатковий операційний повторювач напруги, який забезпечує належну узгодженість по вхідному і вихідному імпедансу. Це дозволяє використовувати різноманітні індикаторні прилади починаючи від аналогових стрілочних вольтметрів до сучасних АЦП у тому числі, які входять до складу мікроконтролерів.

На рис. 2 показані результати вимірювання температури для термо-чутливого елемента виготовленого на основі скла $\text{As}_{45}\text{Se}_{55}$ ($\lambda_{\text{роб}} = 808 \text{ нм}$), які отримані при застосуванні експериментальної моделі описаного регістратора. В процесі вимірювання термо-чутливий елемент було поступово нагріто до температури 100°C , а потім охолоджено до кімнатної температури. Незначне відхилення кривої нагріву та охолодження (максимальна розбіжність близько $1,5 \text{ мВ}$) може бути зумовлене зміною оптичних властивостей матеріалу та більше не спостерігалось при подальших циклах нагрівання та охолодження.

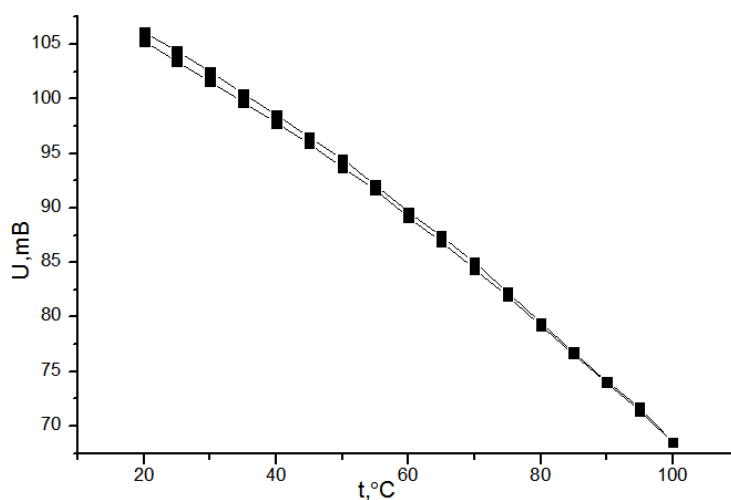


Рис. 2. Графік залежності напруги на виході схеми ВОДТ від температури

Список використаних джерел:

1. Igor Chychura. Fiber-optic temperature sensors with chalcogenide glass and crystalline sensing elements. Part of the book: Optical Fiber Applications. Сер. 7. (Open Access Books) 2019. <https://doi.org/10.5772/intechopen.89207>.
2. <https://d148k72crfmm2d.cloudfront.net/wp-content/uploads/2017/02/UA727HMQB.pdf>.