

УДК 681.782.473

Вальдемар Вуйцік, Олександра Готра*
 Люблінська політехніка, Люблін, Польща,
 *НУ “Львівська політехніка”,
 кафедра інформаційно-вимірювальної техніки

СВІТЛОВИДНА ТЕХНІКА ДЛЯ ТЕЛЕМЕТРИЧНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЖИВЛЕННЯ

© Вуйцік Вальдемар, Готра Олександра, 2001

The results of investigations of optical fibre coupling and the ways of improvement of its parameters are given in this paper. This optical fibre coupling can be used for the work in strict conditions of operation.

Сьогодні сенсори часто експлуатуються у особливо жорстких умовах, складних умовах довкілля, наприклад, в областях високого тиску і газовому середовищі, де існує загроза вибуху, в оточенні токсичних речовин, в умовах ускладненого чи взагалі неможливого доступу. У таких випадках для передачі електричних сигналів, що доводяться до них, обов'язковим є застосування такого телеметричного поєднувача, який забезпечує достатню стійкість до перешкод та гальванічну ізоляцію. Перспективним для таких вимог є телеметричний поєднувач на основі світловодів.

Існують випадки, у яких з різних причин відсутніми є електрична мережа, у яку увімкнені вимірювальні пристрої, що входять до складу такого поєднувача. У цьому випадку для їх живлення можна застосувати батарею чи акумулятор. Однак у зв'язку з жорсткими умовами експлуатації та необхідністю їх частотої заміни чи періодичної дозарядки ця обставина ускладнює їх практичне застосування.

Для вирішення проблеми енергетичного живлення поряд з передачею вимірюваної інформації з сенсорів на основі світловодів у роботах [1, 2, 3] розглянуто можливість застосування телеметричного світловодного енергетичного поєднувача, який виконує роль енергетичного живлення поєднувача. Блок-схема такого технічного рішення подана на рис. 1. Світловодний телеметричний поєднувач складається з двох основних частин, а саме:

- світловодного поєднувача живлення;
- світловодного поєднувача трансмісії.

Поєднувач живлення за допомогою світловода з товстим стержнем виконує функцію доведення на потрібну відстань (кілька десятків чи сотень метрів) певної кількості світлової енергії. У фотокомірках вона перетворюється в електричну енергію, необхідну для трансляційної частини поєднувача, розташованої в зоні особливо складних умов експлуатації. Цим способом можна також довести електричну енергію до самого сенсора. Світловодний трансмісійний поєднувач отримує інформацію від сенсора і пересилає її до місця призначення, навіть на відстань кількох кілометрів. Світловодний поєднувач живлення, блок-схема якого наведена на рис. 2, складається з таких поєднаних між собою елементів:

- джерела оптичної енергії;
- світловодного енергетичного кабелю;
- оптичного приладу;
- батареї кремнієвих фотоелементів.

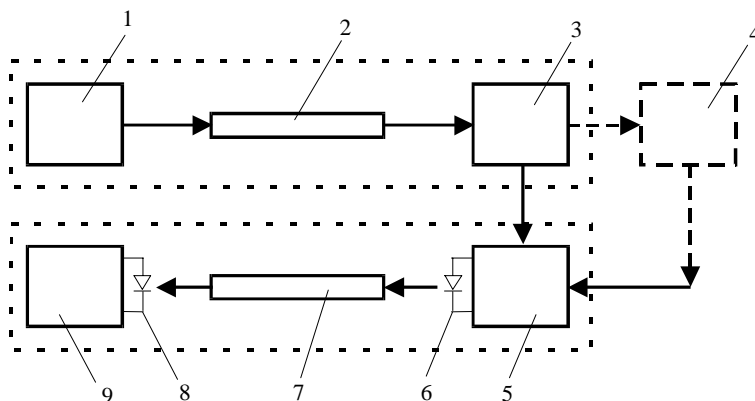


Рис. 1. Блок-схема світловодного телеметричного поєднувача з оптичним живленням: 1 – енергетичне джерело світла; 2 – енергетичний світловод (з товстим стержнем); 3 – фотокоміркі; 4 – сенсор; 5 – модулятор; 6 – оптичний сенсор; 7 – трансмісійний світловод; 8 – оптичний приймач; 9 – демодулятор

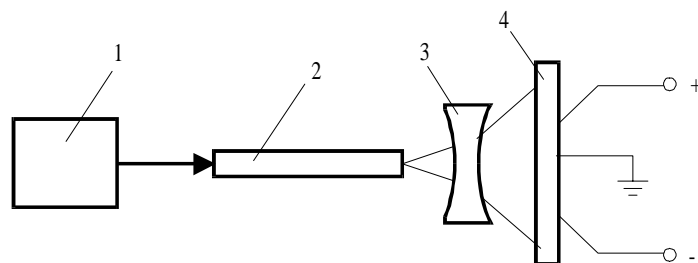


Рис. 2. Блок-схема світловодного поєднувача живлення: 1 – джерело оптичної енергії; 2 – світловодний енергетичний кабель; 3 – оптичний прилад; 4 – батарея кремнієвих фотоелементів

Розробляючи раціональне поєднання елементів у світловодному поєднувачі живлення [4] на початковому етапі досліджень як джерело оптичної енергії використовували галогенну лампу потужністю 100 Вт, відносна спектральна характеристика якої подана на рис. 3. Вона була поміщена у фокусі еліптичного дзеркала. Короткофокусна лінза використана для поєднання джерела світла і світловодного енергетичного кабелю. Враховуючи той факт, що у початковій області кабелю виділяється велика потужність, необхідно ввести повітряне охолодження [2]. Результати досліджень [5, 6, 7] дали змогу здійснити зчеплення джерела світла із світловодами енергетичного кабелю.

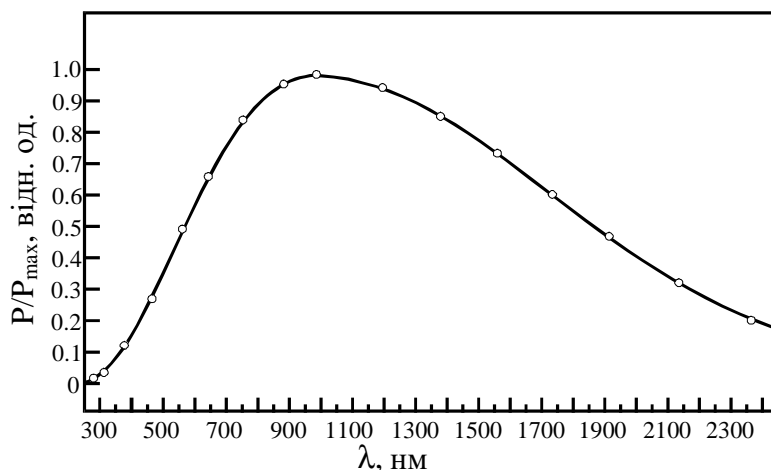


Рис. 3. Відносна спектральна характеристика галогенної лампи

В цьому випадку важливим елементом кола живлення є світловод. До нього ставляться цілком інші вимоги порівняно з тими, що застосовуються для передачі вимірювальної інформації. В енергетичних світловодах (з товстим осердям) істотну роль відіграє здатність до передачі великих оптичних потужностей. Вона залежить від діаметра осердя, числової апертури (NA) і спектральної характеристики (рис. 4). У розробленому пристрої був застосований кабель з семи крокоподібних світловодів 600\780 мкм з числовою апертурою $NA=0.4$, довжиною 50 м. Ці світловоди, маючи відповідну спектральну характеристику, виконують роль теплового фільтра для батареї фотоелементів, охороняючи її від зростання робочої температури, а саме від зменшення величини перетворення.

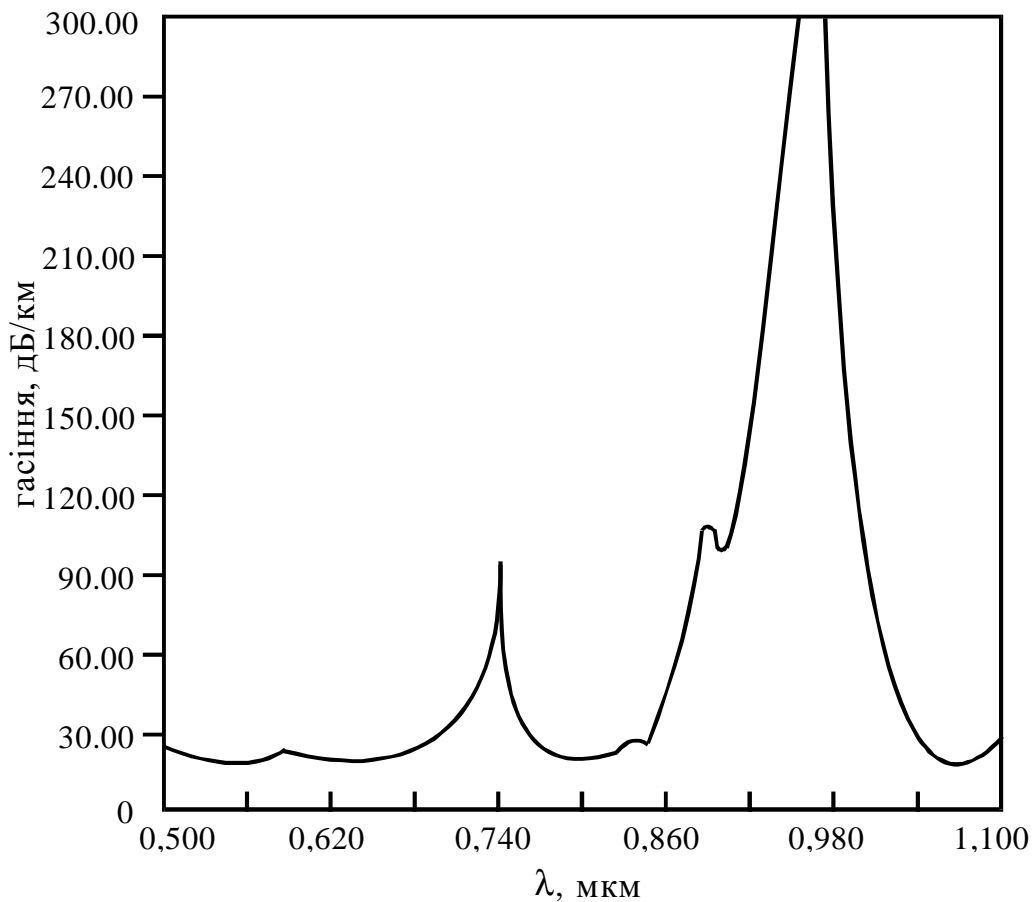


Рис. 4. Експериментальна спектральна характеристика енергетичного крокоподібного світловода типу 600/780

Для перетворення світлової енергії в електричну нами застосовано кремнієву батарею з фотоелементами, що складається з 16 елементів, з'єднаних у дві послідовні секції – по вісім у кожній. Ця батарея має дзвоноподібний вигляд (діаметр 6,5 см), а елементи є сегментами кола. Для зменшення втрат при відбиванні світла був застосований гель, що заповнював простір між елементами корпусу і пластинками фотоелементів. Спектральні та вихідні характеристики такої секції подано на рис.5 і 6, відповідно. Послідовний опір фотоелемента є порівняно високим. Це спричиняє зростання його чутливості до змін у робочому об'єкті, а отже, його робота в точці максимальної потужності є складною.

Для достатнього освітлення цілої батареї фотоелементів використана розсіювальна лінза. Світловодний поєднувач живлення забезпечив на виході перетворювача потужність 23 мВт.

Трансмісійний поєднувач (рис. 1) складається з передавального пристрою для роботи у жорстких умовах експлуатації і приймального – для нормальних умов роботи. Передавальний пристрій містить: модулятор і оптоелектричний сенсор. Принципова схема модулятора наведена на рис. 7. У ньому використовується генератор з напругою регулювання. Частота спокою такого генератора становить 60 кГц, відхилення – 40 кГц, час тривалості імпульсу – 300 нс. Як і селективний вхідний підсилювач, що забезпечує керування модулятора, так і сам модулятор складаються з активних елементів MOS. Це забезпечує зменшення потужності лише приблизно на 1,2 мВт.

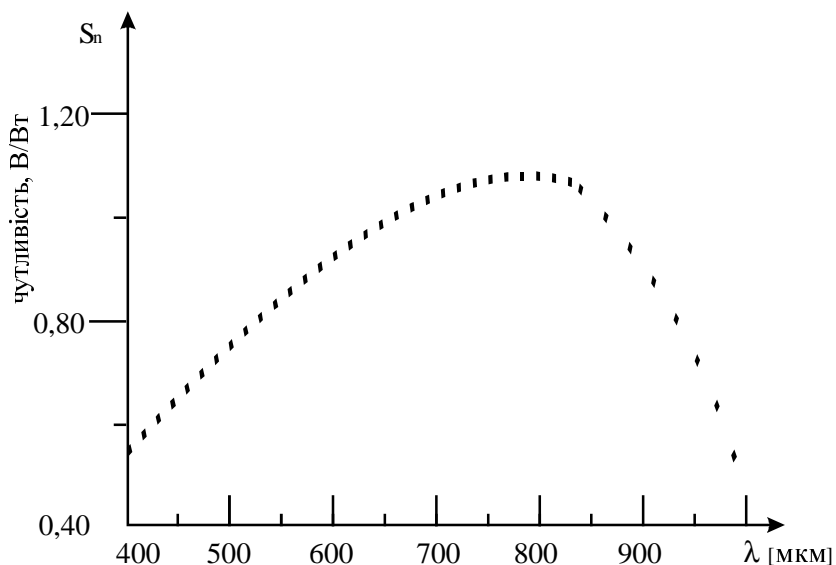


Рис. 5. Спектральна характеристика чутливості використаного 16-тисекційного кремнієвого фотодіода

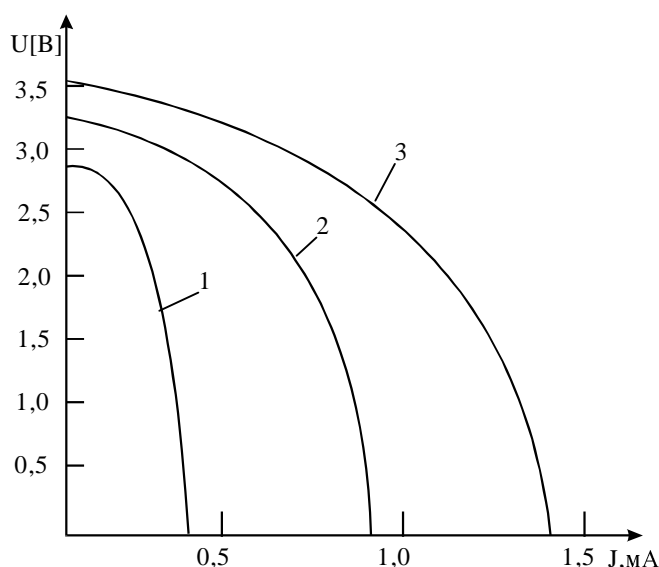


Рис. 6. Типові вихідні характеристики секції батарей кремнієвих фотодіодів для різних умов освітленості. Освітленість $1 < 2 < 3$

Оптоелектронний сенсор [8], поданий на рис. 8, містить транзистори типу CMOS, сенсори типу LED. Транзистори T1 і T2 під'єднані в керуюче коло. Елементи R11 і C11 регулюють час перемикання. Безпосереднім джерелом оптичного сигналу є елемент V3, що

керується імпульсами струму з верхньою межею 7,5 мА при напрузі живлення $\pm 2,5$ В. Значення керуючого струму визначається резистором R13. Враховуючи невелику частоту появи трансляційних імпульсів ($t/T = 0,02$), середнє споживання потужності приладом є невеликим і становить близько 10 мВт.

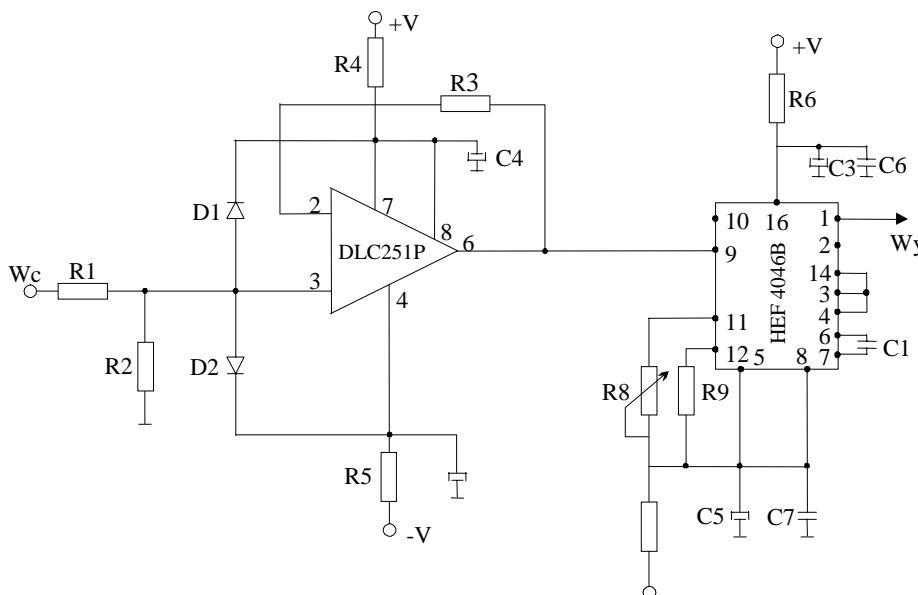


Рис. 7. Принципова схема модулятора

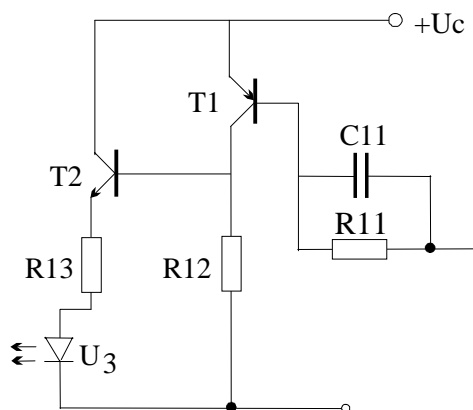


Рис. 8. Принципова схема оптоелектронного сенсора

Приймальна частина світловодного трансмісійного поєднувача із врахуванням її доступу до електромережі має класичне рішення [8, 9].

Імпульсний оптичний сигнал через телекомунікаційний світловод 50/125 мкм на відстань 500 м передається через р-п-перехід до оптоелектронного приймача, що перетворює оптичний сигнал на відповідний імпульсний. Далі у демодуляторі відтворюється аналоговий сигнал. Параметри трансмісійного поєднувача наведені у таблиці.

Параметри світловодного трансмісійного поєднувача

№	Параметр	Значення параметра
1	Електрична потужність для живлення модулятора	1.2 мВт
2	Електрична потужність для живлення сенсора	10 мВт
3	Смуга пропускання	0 – 100 Гц
4	Динаміка	> 100 дБ
5	Нелінійні деформації	< 2 %
6	Чутливість приймача	200 мВ

Висновки. Теоретичні і експериментальні дослідження світловодного телеметричного поєднувача для подачі оптичної енергії дають змогу стверджувати, що він може бути застосований для роботи в особливо складних умовах. Покращити його параметри можна, зменшуючи послідовний опір у фотоелементах, ввівши оптоелектронний приймач, оптичне обернене зчеплення, збільшивши кількість волокон, покращавши спектральну характеристику енергетичних світловодів, застосувавши арсенід-галієві елементи і одномодовий світловод у трансмісійному поєднувачі.

1. Wojcik W., Smolarz A., *The design of an optical fibre power supplying link, Proceedings of SPIE, V. 1504. 1992. P. 292-297.* 2. Krolopp W.J., Wojcik W., *Zdalnie zasilanie swiatlowodowe lacze telemetryczne, Materialy X Krajowego Sympozjum Telekomunikacji, Bydgoszcz. 1994. S. 244-250.* 3. Miskowicz J., Wojcik W., *Telemetryczne lacze zasilane energia optyczna, Przegląd Telekomunikacji, Nr 9. 1988. S. 269-270.* 4. Kotyra A., Lach Z., Wojcik W., Zientkiewicz J., *Investigation of the Electric Supply System Based on Fibre Optic Feeder, Proceedings of the International Conference on Intermolecular Interactions in Crystalization Process and Characterization of Physical Effects in Solids, Kazimierz Dolny. 1993. P. 111-113.* 5. Krolopp W.J., Miskowicz J., Wojcik W., *Mathematical models for basic elements in an elektrooptical system designed for sparkless feeding of small-power receivers with electrical energy, Zeszyty Naukowe Politechniki Lodzkiej, Elektryka, z. 89, 1996. P. 95-124.* 6. Krolopp W.J., Wojcik W., Kotyra A., Przylucki S., Smolarz A., *The light source to optical fibre coupling, Zeszyty Naukowe Politechniki Lodzkiej, Elektryka, z. 90. 1998. P. 1.38.* 7. Wojcik W., Kotyra A., Smolarz A., *Spreganie objetojciowych zrodel swiatla ze swiatlowodami, Materialy V Konferencji „Swiatlowody i ich zastosowanie”, Bialowieza. 1998. S. 309-319.* 8. Goliaka R., Gotra O., Kalita W., Lopatynskij I., Wojcik W., *Analogowe układy mikroelektroniczne do zastosowan w urzadzeniach pomiarowych i czujnikach, Wydawnictwo Lubelskiego Towarzystwa Naukowego, – Lublin. 2000. 419 S.* 9. Вуйцік В., Голяка Р., Каліта В., Невмержицька О., Лопатинський І., *Аналогова мікросхемотехніка вимірвальних та сенсорних пристроїв / Під ред. З. Готри, Р. Голяки. – Львів. 1999.*

УДК 536.24

Станіслав Ткаченко, Дмитро Степанов

Вінницький державний технічний університет,
кафедра теплоенергетики, газопостачання
та інженерного забезпечення будівництва

ВПЛИВ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНВЕКЦІЇ НА ТЕПЛООБМІН В ОБ'ЄМІ ВОДИ ТА СУСПЕНЗІЇ

© Ткаченко Станіслав, Степанов Дмитро, 2001

In the bioreactor the free convection does not provide intensive thermoexchange of submersed surface with suspension, washing against it. Conditions of convection organization near round horizontal tube in bulk waters and suspensions, at which one the intensity of thermoexchange increases in 1,2 – 4 times, are experimentally determined, the deposits on surface miss.

У багатьох технологічних процесах постає питання організації теплообміну в ємкості для підтримання стабільного температурного режиму. Розглянемо особливості ефективної організації теплообміну в об'ємі середовища стосовно реактора біогазової установки (БГУ).

За даними [1, 2] в БГУ забезпечення реактора тепловою енергією є визначальним для енергетичної та економічної ефективності установки. Основні вимоги до теплообмінного