

ОПТИЧНІ, ОПТОЕЛЕКТРОННІ І РАДІАЦІЙНІ СЕНСОРИ

OPTICAL AND OPTOELECTRONIC AND RADIATION SENSORS

УДК 537.226.82; 621.317.78
DOI 10.18524/1815-7459.2018.1.126351

ПОРТАТИВНИЙ ПІРОЕЛЕКТРИЧНИЙ ВИМІРЮВАЧ ПОТУЖНОСТІ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Л. В. Леваш, О. А. Росновський, В. Б. Самойлов

Інститут фізики НАН України, 46 пр. Науки, Київ, 03028. Тел.: (38044)525-7952,
e-mail: samoylov@iop.kiev.ua

ПОРТАТИВНИЙ ПІРОЕЛЕКТРИЧНИЙ ВИМІРЮВАЧ ПОТУЖНОСТІ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Л. В. Леваш, О. А. Росновський, В. Б. Самойлов

Анотація. Описані конструкція, принцип дії і основні характеристики портативного піроелектричного вимірювача середньої потужності безперервного і імпульсно-періодичного лазерного випромінювання в діапазоні від 2 мВт до 2 Вт. Вимірювач складається з приймальної голівки, розташованої в металевому корпусі, і блоку індикації, розташованому в пластмасовому корпусі. Приймальна голівка містить електромеханічний модулятор, піроелектричний приймач випромінювання і узгоджувачий підсилювач. Чутливий елемент з танталату літія з поглинаючим покриттям забезпечує неселективність приладу в спектральному діапазоні 0,25...12 мкм.

Ключові слова: лазерне випромінювання, вимірювач потужності, піроелектричний приймач

PORTABLE PYROELECTRIC POWER METER OF LASER RADIATION

L. V. Levash, O. A. Rosnovskiy, V. B. Samoylov

Abstract. A construction, principle of operation and basic parameters of portable pyroelectric measuring device of average power of continuous and impulsively-periodic laser radiation in the range from 2 mW to 2 W are described. A measuring device consists of the receiving head, located in a metallic housing, and block of indication, located in a plastic housing. The receiving head contains an electromechanical modulator, pyroelectric sensor of radiation and preliminary amplifier. Sensitive element made of lithium tantalate with absorptive coating provides nonselectivity of device in the spectral range of 0.25-12 μm .

Keywords: laser radiation, power meter, pyroelectric sensor

ПОРТАТИВНЫЙ ПИРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ МОЩНОСТИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Л. В. Леваш, О. А. Росновский, В. Б. Самойлов

Аннотация. Описаны конструкция, принцип действия и основные характеристики портативного пирозэлектрического измерителя средней мощности непрерывного и импульсно-периодического лазерного излучения в диапазоне от 2 мВт до 2 Вт. Измеритель состоит из приемной головки, расположенной в металлическом корпусе, и блока индикации, расположенном в пластмассовом корпусе. Приемная головка содержит электромеханический модулятор, пирозэлектрический приемник излучения и согласующий усилитель. Чувствительный элемент из танталата лития с поглощающим покрытием обеспечивает неселективность прибора в спектральном диапазоне 0,25...12 мкм.

Ключевые слова: лазерное излучение, измеритель мощности, пирозэлектрический приемник

Дана робота є продовженням розробок в галузі метрології енергетичних параметрів оптичного випромінювання. В даний час в Україні для вимірювання енергії і потужності випромінювання використовують або дороге сучасне устаткування провідних зарубіжних фірм таких, як наприклад COHERENT, Ophir-Spiricon, або, набагато частіше – також дорогі, морально і фізично застарілі колишні радянські, а зараз російські вимірювальні прилади, розроблені в 70 – 80-х роках минулого сторіччя, на основі термоелектричних приймачів

випромінювання. Найістотнішим недоліком останніх є те, що в них для забезпечення неселективності в широкому спектральному діапазоні використовуються термоелектричні приймачі випромінювання, з достатньо масивним поглинаючим елементом, який у свою чергу відокремлений від приймача – термоелектричної батареї. Це приводить до неприпустимо великої (до кількох хвилин) сталою часу вимірювального пристрою, що у свою чергу істотно ускладнює юстирування інфрачервоної оптичної системи.

Вимірювачі на основі піроелектричного ефекту мають суттєво меншу сталу часу, що забезпечує їм належне місце в ряді вимірювачів потужності випромінювання [1 – 4]. На рубежі 80-90-х років в Інституті фізики НАН України був розроблений піроелектричний ватджоульметр ПВДЦ-2, що істотно перевершував існуючі аналоги як за швидкодією, так і за чутливістю. Прилад був внесений до Державного Реєстру засобів вимірювання СРСР. Його серійне виробництво було організовано на одному із заводів Держстандарту в місті Вільнюс, але було припинено після 1991 р.

Метою роботи було створення малогабаритного, дешевого вимірювача середньої потужності безперервного і імпульсно-періодичного випромінювання, більш простого у порівнянні з приладом ПВДЦ-2, але такого, що має необхідні похибкові характеристики.

Зовнішній вигляд піроелектричного ватметра ВП-1 подано на Рис. 1., а його структурну схему – на Рис. 2. Конструктивно вимірювач складається з приймальної голівки, розташованої в металевому корпусі, та блоку індикації, розташованому в пластмасовому корпусі. Приймальна голівка містить електромеханічний модулятор чашкообразного типу (Рис. 3), призначений для перетворення безперервного випромінювання у змінне з частотою 20 Гц, піроелектричний приймач випромінювання і узгоджувач підсилювач. Піроелектричний чутливий елемент являє собою пластину з танталату літія з напиленими електродами, напаяну на мідний тепловідвод, та з поглинаючим покриттям, яке забезпечує неселективність приладу в спектральному діапазоні 0,25...12 мкм. Пучок випромінювання проходить через захисне вікно, виконане з фтористого барію, і потрапляє на модулятор. З приймальної голівки, посилений сигнал поступає у блок індикації, який складається з блоку живлення, блоку калібрування і вольтметра.



Рис. 1. Зовнішній вигляд піроелектричного вимірювача потужності випромінювання ВП-1.

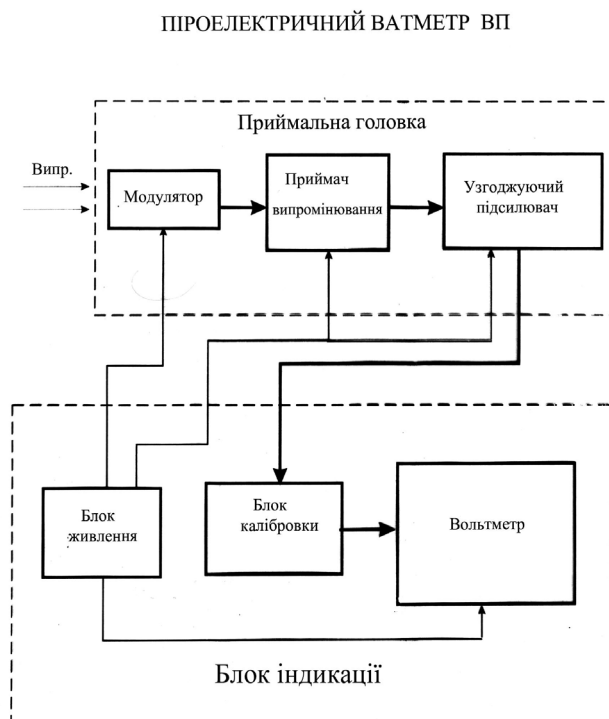


Рис. 2. Структурна схема ватметра ВП.

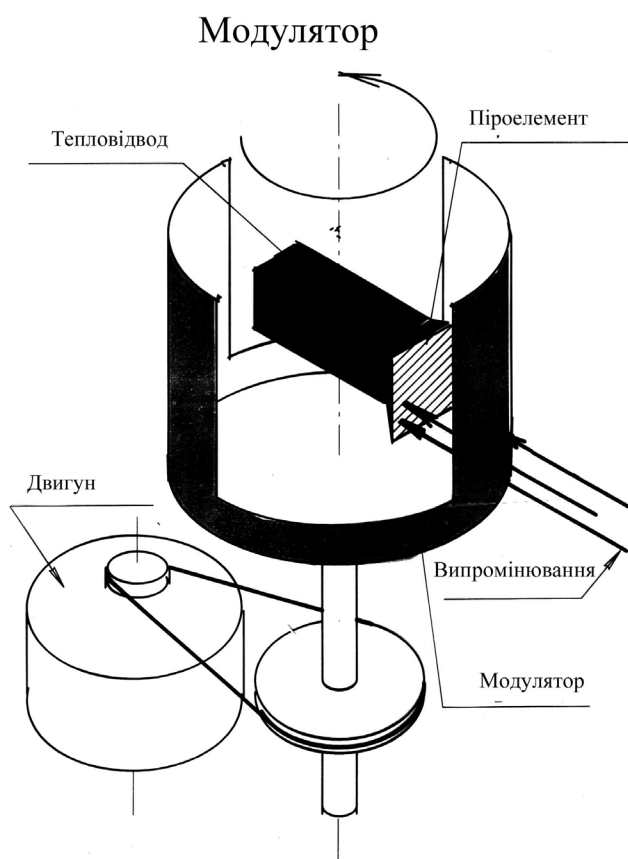


Рис. 3. Зовнішній вигляд модулятора.

Ватметр працює як з живленням від мережі 220 В, так і з автономним живленням від аку-

муляторної батареї, ресурсу роботи якої вистачає на 8 годин безперервної експлуатації. Блок живлення забезпечує стабілізованою напругою усі електронні вузли і двигун модулятора. У блоці калібрування відбувається нормування сигналу за рівнем. Після нормування сигнал поступає на цифровий вольтметр з межею виміру 200 мВ. Шкала приладу проградуєвана у міліватах, що забезпечує зручність відліку вимірюваної потужності випромінювання.

Прилад є робочим засобом виміру потужності потоків випромінювання в широкому спектральному діапазоні, який складає 0,25...12 мкм. Діапазон виміру потужності складає від 2 мВт до 2 Вт і розбитий на два піддіапазони - до 200 мВт і до 2 Вт. Вибір такого діапазону виміру пов'язаний з наявністю в експлуатації великого числа напівпровідникових і газових лазерів що мають відповідний діапазон потужності випромінювання. Діаметр пучка випромінювання може змінюватись від 2 до 8 мм, що прийнятно для більшості вживаних нині лазерів.

Параметри піроелектричного ватметра ВП-1 і деяких інших засобів вимірювання, які зараз використовуються, наведені в табл. 1. Слід відмітити, що неможливо створити універсальний сенсор, призначений для роботи в усьому діапазоні потужностей випромінювання. В описаному вище приладі, який пра-

Табл. 1

Параметри діючих ватметрів лазерного випромінювання

Назва приладу		ИМО-2	ИМО-4	ПВЦ-2	ВП-1	RM9
Параметр	Одиниця виміру	Калориметричний	Калориметричний	Піроелектричний	Піроелектричний	Піроелектричний
Вимірювана потужність	Вт	$10^{-3}...10$	$10^{-4}...10$	$10^{-6}...2$	$2 \cdot 10^{-3}...2$	$10^{-7}...10^{-1}$
Час одного вимірювання	с	150	12	0,5	0,5	3,5 ^(а)
Основна похибка	%	± 5	± 10	± 5	± 7	± 5 ^(б)
Маса	кг	35	2	9	0,7	0,37 ^(с)
Габарити	см	38x15x41 17x19x26	7 x 7 x 7 26x 18 x 7	8x8x21 16x16x 30 32x31x 15	9x20x 6 4x 6x 6	

^(а) З синхронним детектором.

^(б) В спектральному діапазоні 0,5 – 1,1 мкм. На інших довжинах хвиль присутні додаткові похибки: в діапазоні < 0,5 мкм додається ± 8%, в діапазоні 1,1 – 3,0 мкм додається ± 5%, на 10,6 мкм додається ± 15% [5].

^(с) Без модулятора та блоку індикації.

цює у діапазоні середніх потужностей, щоб уникнути перегріву та термічної деструкції чутливого елемента, останній розміщено на масивному тепловідводі. У вимірювачів малих потужностей, таких як наприклад RM9 фірми Ophir-Spiricon використовуються термоізолявані чутливі елементи з мінімальними тепловтратами.

За своїми параметрами піроелектричний ватметр придатний для роботи в дослідних лабораторіях, на виробництві та в медичних закладах. Використання танталату літія вітчизняного виробництва як матеріалу для чутливого елемента забезпечило підвищення стабільності і чутливості приладу, а використання модулятора чашкообразного типу дозволило об'єднати модулятор і приймальну голівку в один блок, що вигідно відрізняє цей прилад від його аналогів.

Прилад ВП-1 пройшов Державну метрологічну атестацію в Національному науковому центрі України «Інститут метрології» і допущений до застосування в якості робочого за-

собу вимірювальної техніки.

Список використаної літератури

- [1]. M. E. Lines, A. M. Glass, Principles and application of ferroelectrics and related materials, Clarendon Press, Oxford, 650 p. (1977).
- [2]. V. F. Kosorotov, L. S. Kremenchugskiy, V. B. Samoylov, and L. V. Shchedrina, Pyroelectric effect and its practical applications. Naukova Dumka, Kiev, 324 p. (1989) (in Russian).
- [3]. V. B. Samoilo, Y. S. Yoon, D. I. Kim, Responsivity of four-layer pyroelectric detectors// Journ. Korean Phys. Soc. , v. 30, pp. 632 – 636 (1997).
- [4]. Y. S. Yoon, V. B. Samoilo, S. V. Kletsky, Dynamic response analysis of pyroelectric sensitive element for thermal imaging // IEEE Trans. Ultrason. Ferroelect. Freq. Control, v. 50, No4, pp. 461 – 465 (2003)
- [5]. RM9 Pyro Radiometer Datasheet http://www.ophiropt.com/laser--measurement/sites/default/files/RM9_RM9-THz_RM9-PD.pdf

UDC 537.226.82; 621.317.78

DOI 10.18524/1815-7459.2018.1.126351

PORTABLE PYROELECTRIC POWER METER OF LASER RADIATION

L. V. Levash, O. A. Rosnovskiy, V. B. Samoylov

Institute of Physics, NAS of Ukraine, 46 Nauki av, Kyiv

Summary

The aim of the work was to develop simple portable pyroelectric measuring device of average power of continuous and impulsively-periodic laser radiation in the range from 2 mW to 2 W. The measuring device consists of the receiving head located in a metallic housing, and block of indication, located in a plastic housing. The receiving head contains an electromechanical chopper-modulator of the cylinder-type form, intended for converting of continuous radiation flux into variable one with frequency of 20 Hz, pyroelectric sensor of radiation and preliminary amplifier. Sensitive element made of lithium tantalate is located on the massive copper heat sink. The thick-film absorptive coating provides nonselectivity of device in the spectral range of 0.25-12 μm . Block of indication consists of the power supply unit, block of calibration and voltmeter module. Use of lithium tantalate as a material for sensitive element provides the increase of stability and sensitivity of the device. The implementa-

tion of the cylindrical chopper makes it possible to combine the block of modulation and receiving head into a single unit in distinction to existing devices.

Pyroelectric wattmeter WP-1 was tested in the National Scientific Center “Institute of metrology” and admitted to application as a working measuring instrument. Under main parameters it compares favorably with currently available power meters of laser radiation.

Keywords: laser radiation, power meter, pyroelectric sensor

УДК 537.226.82; 621.317.78

DOI 10.18524/1815-7459.2018.1.126351

ПОРТАТИВНИЙ ПІРОЕЛЕКТРИЧНИЙ ВИМІРЮВАЧ ПОТУЖНОСТІ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Л. В. Леваш, О. А. Росновський, В. Б. Самойлов

Інститут фізики НАН України, 46 пр. Науки, Київ, 03028

Реферат

Метою роботи було створення простого, портативного піроелектричного вимірювача середньої потужності безперервного і імпульсно-періодичного лазерного випромінювання в діапазоні від 2 мВт до 2 Вт придатного для роботи в дослідних лабораторіях, на виробництві та в медичних закладах. Вимірювач складається з приймальної голівки, розташованої в металевому корпусі і блоку індикації, розташованому в пластмасовому корпусі. Приймальна голівка містить електромеханічний модулятор, призначений для перетворення безперервного випромінювання у змінне з частотою 20 Гц, піроелектричний приймач випромінювання, узгоджуючий підсилювач і захисне вікно з фтористого барію, яке забезпечує пропускання випромінювання у заданому спектральному діапазоні. Піроелектричний чутливий елемент з танталату літія розташований на масивному мідному тепловідводі розміщується в середині циліндричного модулятора. Товстоплівкове поглинаюче покриття забезпечує неселективність приладу в спектральному діапазоні 0,25...12 мкм. Блок індикації складається з блоку живлення, блоку калібрування і вольтметра. Використання танталату літія вітчизняного виробництва як матеріалу для чутливого елемента забезпечує підвищення стабільності і чутливості приладу, а використання модулятора чашкообразного типу дозволило об'єднати модулятор і приймальну голівку в один блок, що вигідно відрізняє цей прилад від його аналогів.

Піроелектричний ватметр ВП-1 пройшов Державну метрологічну атестацію в Національному науковому центрі України «Інститут метрології» і допущений до застосування в якості робочого засобу вимірювальної техніки. За своїми основними параметрами він знаходиться на рівні сучасних вимірювачів потужності лазерного випромінювання.

Ключові слова: лазерне випромінювання, вимірювач потужності, піроелектричний приймач