

РАДІОЕЛЕКТРОНІКА БІОМЕДИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК 615.471:616

МІКРОХВИЛЬОВІ ГЕНЕРАТОРИ НА ВІД'ЄМНИХ ПОТОКАХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ МЕДИКО- БІОЛОГІЧНИХ ЗАСТОСУВАНЬ

Перегудов С.М., Яненко О.П., Біденко В.А., Панасюк В.С.

Розглянуто новий тип мікрохвильової лікувальної апаратури, оснований на формуванні від'ємних потоків електромагнітного випромінювання. Показана можливість підвищення стабільності вихідних параметрів генератора, за рахунок введення схем термостатування та індикації вихідної потужності.

Вступ. Постановка задачі

Мікрохвильові генератори мм-діапазону знайшли широке застосування в технологіях квантової медицини для лікування тяжких захворювань – виразки шлунку, некрозу головки стегнової кістки, цукрового діабету та інших [1]. При цьому застосовуються генератори різноманітних конструкцій, як монохроматичних, так і шумових сигналів [2]. Особливістю подібних генераторів з робочою частотою в межах 30...100 ГГц є приналежність їх до мм-діапазону та мала потужність вихідних сигналів ($10^{-6} - 10^{-1}$ Вт/см² для монохроматичних і $10^{-10} - 10^{-18}$ Вт/Гц·см² для шумових сигналів). Генератори формують додатні потоки електромагнітного випромінювання (ЕМВ), оскільки рівень їх значно вищий за власний рівень випромінювання тіла людини, який складає $10^{-13} - 10^{-14}$ Вт/см² [3].

В той же час використання генераторів з додатними потоками ЕМВ не завжди доцільно, особливо за локальних больових синдромів, які характеризуються місцевою підвищеною температурою. Для таких нозологій більш підходять генератори від'ємних потоків. Подібні генератори дозволяють зменшити або повністю зняти запальні процеси при ортопедичних захворюваннях суглобів та хребта, а також значно спростити методику лікування хвороб з больовими синдромами, які виникають внаслідок травм, дистрофічних процесів, радикулярних проявів. Результати лікування таких категорій хворих впевнено демонструють переваги генераторів з від'ємними потоками ЕМВ [4].

Принцип формування від'ємних потоків ЕМВ полягає в наступному [5]. Відомо, що усі нагріті тіла до тої чи іншої температури випромінюють ЕМВ в широкому діапазоні довжин хвиль, в тому числі і міліметровому, для якого спектральна щільність потоку потужності випромінювання у відповідності до закону Релея-Джинса має вигляд:

$$I_{\omega} = \frac{2f^2}{c^2} \beta kT, \quad (1)$$

де I_{ω} – спектральна густина потоку потужності випромінювання, тобто по-

тужність ЕМВ в смузі частот, рівній 1 Гц, що випромінюється з одиниці поверхні тіла; f – частота випромінювання; β – коефіцієнт що враховує випромінюючу здатність тіла; k – постійна Больцмана; T – температура тіла в Кельвінах; c – швидкість світла. Якщо до тіла пацієнта, що має температуру $T_0 = 309,5 \text{ K}$ ($t = 36,5 \text{ }^\circ\text{C}$) і коефіцієнт β_0 , піднести генератор шуму, температура робочого тіла якого дорівнює T_1 , а коефіцієнт, що враховує випромінюючу здатність, β_1 , то щільність потоку ЕМВ, яким опромінюється тіло людини, у відповідності з формулою (1) буде дорівнювати:

$$\Delta I_\omega = \frac{2f^2}{c^2} k(\beta_1 T_1 - \beta_0 T_0), \text{ а при } \beta_1 = \beta_0 \quad \Delta I_\omega = \frac{2f^2}{c^2} k\beta_0(T_1 - T_0) \quad (2)$$

Рівність $\beta_1 = \beta_0$ досягається завдяки вибору матеріалу і форми робочого тіла генератора. При $T_1 < T_0$ отримуємо режим від'ємного потоку, тобто тіло пацієнта віддаватиме ЕМВ генератору безпосередньо опроміненням. Чим більша різниця температур ($T_1 - T_0$), тим ефективніше апарат діє на зону шкірної поверхні людини. В якості такого генератора використовується розробка науково-дослідного центру квантової медицини "Відгук" – "Поріг-НТ" [6]. Робота генератора основана на охолодженні робочого тіла, що може бути досягнуто різними способами. Контроль і регулювання температури робочого тіла відбувається за допомогою блока управління (БУ). Для візуального контролю працездатності апарат оснащений світлодіодом (СД). Блок живлення забезпечує необхідні електричні параметри БУ і гальванічну розв'язку низькотемпературного генератора шуму від мережі живлення. Недоліком такого варіанту генератора є відсутність можливості регулювання вихідної потужності та її індикації.

Опис структурної схеми генератора

Авторами запропонована структурна схема генератора, яка дозволяє позбутись вказаних недоліків.

Структурна схема розробленого генератора (рис.1) містить генераторну головку (поз. 1-8), яка керується блоком управління, а також індикатор температури (ІТ) та блок живлення (БЖ).

Генераторна головка складається з короткозамкнутого відрізка прямокутного хвилеводу 1, всередині якого знаходиться навантаження у вигляді клину з радіопоглинаючого матеріалу 2 (робоче тіло – джерело електромагнітного випромінювання). До навантаження закріплено елемент Пельтьє 3 з радіатором 8. Для забезпечення постійної температури джерело шуму розміщене у термостаті 4. Контроль температури

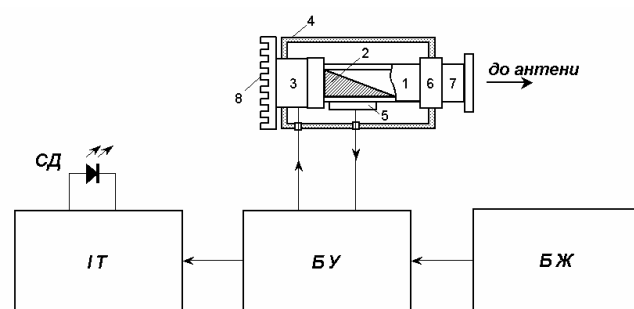


Рис. 1.

відбувається за допомогою давача 5. Теплоізолюючий фільтр 6 забезпечує передачу максимальної потужності від джерела шуму на вихід генератора 7. Температура нагрівача задається за допомогою блока управління, а значення, спектральної щільності потужності шуму, яке пропорційне температурі $I_{\omega} = kT$ виводиться на рідинно-кристалічний індикатор блоку ІТ.

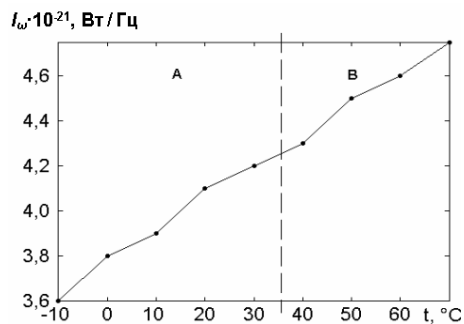


Рис. 2.

Характеристика залежності вихідної потужності від температури робочого тіла наведена на рис. 2. Штрихова вертикальна лінія розділяє межі додатних (область В) і від’ємних (область А) потоків ЕМВ по відношенню до температури тіла людського організму (36.5°C).

Температура термостата до якого вход джуючим радіатором 8, задається схемою включена до складу БУ. В якості давача температури 5 (рис.1) використовується терморезистор R_t (рис.3), що має тепловий контакт з робочим тілом і входить в плече $R_t R_3$ містка $R_2-R_t R_3-R_4 VD_2$. Сигнал пропорційний відхиленню температури від номінального значення, знімається з діагоналі містка і поступає на вхід операційного підсилювача DA. Якщо він додатний, відкривається відповідно транзистори VT1, VT2. Через елемент Пельть’є (ЕП) протікатиме струм і робоче тіло буде охолоджуватись. Якщо сигнал відхилення температури буде від’ємний, то транзистори VT1 та VT2 закриваються і ЕП перестає охолоджувати робоче тіло. Значення робочої температури визначається номіналом опоры R2. Контроль температури в блоці ІТ здійснюється за допомогою електронного термометра, схема якого наведена на рис.4. До його складу входять операційний підсилювач DA, на один з входів якого подається опорна напруга із стабілітрона VD1, а другий вхід з’єднаний з ланцюгом R2R3. При зміні температури ЕП, змінюється опір терморезистора, який кондук-

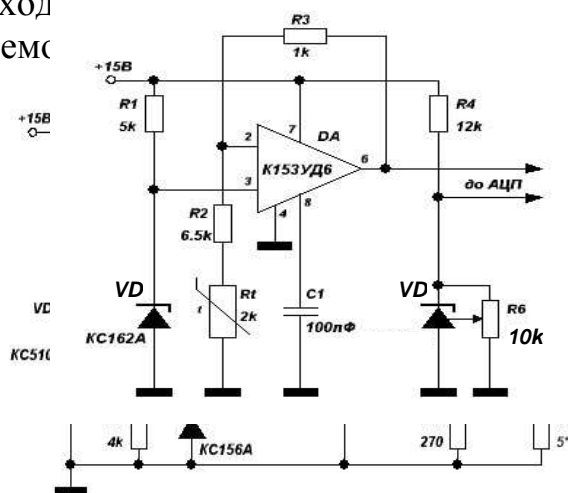


Рис. 3

Рис. 4

тивно з ним зв'язаний, що приводить до зміни опору плеча R2R3 та зміни коефіцієнта зворотного зв'язку. Змінюється коефіцієнт підсилення операційного підсилювача, сигнал з виходу якого, разом з опорним сигналом ланцюга R4VD2R5, подається на вхід АЦП, а потім на перетворювач двійкового коду в семисегментний та на індикатор. Змінним резистором R6 калібрується опорний до АЦП сигнал. Схема вибрана таким чином, щоб на виході отримували залежність зміни вихідної напруги в 10 мВ/°С, а оскільки температура пропорційна потужності, то шкала індикатора градирується в показниках потужності.

Висновки

Запропоновані схеми управління параметрами генератора від'ємних потоків забезпечують формування стабільних лікувальних характеристик та дозволяють оперативно змінювати їх під час процедур лікування в технологіях квантової медицини, що значно розширює можливості апаратури.

Література

1. Ситько С.П., Мкртчян Л.Н. Введение в квантовую медицину, Киев: Патерн, 1994 146 с
2. Ситько С.П., Скрипник Ю.А., Яненко А.Ф. Аппаратурное обеспечение современных технологий квантовой медицины. – К.: ФАДА, ЛТД, 1999 – 199 с.
3. Скрипник Ю.А., Яненко А.Ф., Манойлов В.Ф., др. Микроволновая радиометрия физических и биологических объектов. – Житомир: Изд. "Вольнь", 2003 –406 с.
4. Горбань Е.Н., Грубник Б.П., Перегудов С.Н. и др. Применение низкотемпературных генераторов шума в практической медицине // Український журнал медичної техніки і технологій – № 1-2, 2005 – С. 15-23.
5. Степанов Б.И. Основы спектроскопии отрицательных световых потоков. – Минск.: Бел. Університет – 1961 – 124 с.
6. Патент № 53743 (Україна А61N5/02) від 17.02.2003. Пристрій для мікрохвильової терапії//С.М. Перегудов, А.П. Яненко та ін. // «Промислова власність», 2003 № 2.

Ключові слова: квантова медицина, мікрохвильова терапія, медична апаратура	
Перегудов С.М., Яненко О.П., Биденко В.А., Панасюк В.С.	Peregudov S.M., Janenko O.P., Bidenko V.A., Panasjuk V.S.
Микроволновые генераторы на отбираемых потоках электромагнитного излучения для медико-биологических применений	Microwave generators on deducted flows of electromagnetic radiation for medical and biological applications
Рассмотрен новый тип микроволновой лечебной аппаратуры, основанный на формировании вычитаемых потоков электромагнитного излучения. Показана возможность повышения стабильности параметров генератора за счет введения схем термостатирования и индикации выходной мощности	The new type of the microwave medical equipment based on formation of deducted flows of electromagnetic radiation is considered. The opportunity of increase stability of parameters of the generator is shown at the expense of introduction of the circuits термостатирования and indication of target capacity