

ПРИЛАДИ І СИСТЕМИ БІОМЕДИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК 621.317

ОЦІНКА СУМІСНОСТІ СТОМАТОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

¹⁾Красюк О.Д., ²⁾Головчанська О.Д., ³⁾Перебудов С.М., ³⁾Яненко О.П.,

¹⁾Український Науково-дослідний і навчальний центр Держспоживстандарту України, м. Київ, Україна, ²⁾Національний медичний університет ім. О. О. Богомольця, м. Київ, Україна

³⁾Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна

Розглянуто спосіб і пристрій вимірювання електромагнітного випромінювання та оцінки сумісності стоматологічних матеріалів з матеріалом природнього зуба

Вступ. Постановка задачі

Відомо, що при нагріванні фізичні тіла випромінюють електромагнітні сигнали в широкому діапазоні хвиль. Потужність випромінювання нагрітих тіл в радіодіапазоні визначається коефіцієнтом випромінювальної здатності β (коефіцієнтом сірості), а спектральна щільність потужності сигналу розраховується за формулою Релея-Джинса:

$$S = \beta \frac{2\pi f^2}{c^2} kT (Вт / см^2) = U^2 / \Delta f, \quad (1)$$

де f – частота випромінювання; c – швидкість світла; k – постійна Больцмана ($k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К); T – температура матеріалу; U^2 – дисперсія амплітуди сигналу; Δf – смуга аналізу вимірювальної системи.

Коефіцієнт випромінювальної здатності фізичного тіла визначається його внутрішньою структурою та складом речовин і для абсолютно чорного тіла $\beta_{max} = 1$. Теплове випромінювання формується коливаннями атомів і молекул хімічних сполук фізичного тіла. До речовин, які входять в склад біооб'єктів і атоми, які мають найбільшу амплітуду теплових коливань, а відповідно і потужність випромінювання, відносяться: натрій, калій та кальцій [1].

Кальцій входить до складу кісток та зубів людини, а також використовується як один із елементів стоматологічних матеріалів. До стоматологічних матеріалів відносяться тверді наповнювачі (філяри) та фіксуючі цементи (сілери). Якість цих матеріалів визначається системою показників, які можуть складати від 10 до 14 найменувань [2].

В той же час відсутній показник, що характеризував би інтегральні властивості, наближені до властивостей природнього складу зуба людини. Таким показником може бути випромінювальна здатність матеріалу в радіочастотному діапазоні, яка пов'язана (через коефіцієнт сірості) із його структурою та хімічним складом.

Дослідження випромінювальної здатності бажано проводити за температури, наближеної до реальної температури тіла людини ($36,5^{\circ}\text{C}$).

Однак, слід відмітити, що потужність випромінювання фізичних тіл та речовин за температури $30\text{-}40^{\circ}\text{C}$ в радіодіапазоні є надзвичайно малою, тобто для її вимірювання необхідно використовувати високочутливі радіометричні системи компенсаційного, кореляційного або модуляційного типу, що є технічно складною задачею [3]. Окрім того, подібні системи мають недостатній рівень точності вимірювання потужності сигналів за таких малих температур.

Із [3] відомо, що модуляційні методи є найбільш прийнятими для вимірювання надзвичайно слабких сигналів.

Задачею даного дослідження є розробка високочутливого модуляційного пристрою для реалізації способу ідентифікації стоматологічних матеріалів в умовах, наближених до реальних.

Основна частина

Авторами запропоновано спосіб та пристрій вимірювання потужності електромагнітного випромінювання та оцінки сумісності (ідентифікації) стоматологічних матеріалів, які забезпечують підвищення точності вимірювання потужності сигналів та ідентифікації матеріалів.

На рис. 1 представлена схема реалізації способу вимірювання сигналів та ідентифікації стоматологічних матеріалів, до складу якої входять двосекційний термостат 1, блок живлення 2 з нагрівачем 3, дві приймальні антени 4, 5, двохходовий комутатор $U1$, змішувач $U2$, гетеродин $G1$, підсилювач проміжної частоти $A1$ квадратичний детектор $U3$, генератор комутуючої частоти $G2$, вибіркового підсилювач $A2$, синхронний детектор $U4$, фільтр нижніх частот $Z1$, індикатор $PA1$. Перетворювальні модулі $U2\text{-}U4$, $A1$, $A2$, $G1$, $G2$, $Z1$, $PA1$ складають радіометричний канал.

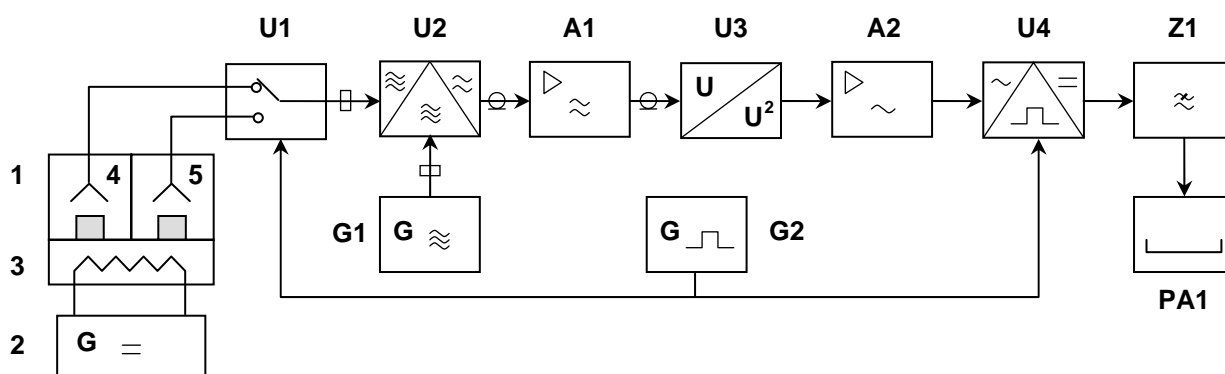


Рис.1. Структурна схема пристрою оцінки сумісності стоматологічних матеріалів

Спосіб ідентифікації стоматологічних матеріалів здійснюється наступним чином:

Першу рупорну антену 4 розміщують над робочим зразком стоматологічного матеріалу, який необхідно ідентифікувати, а другу антену 5 розміщують над зразком натурального зуба, з яким порівнюють стоматологічний матеріал.

На виходах антен 4, 5 формуються сигнали, дисперсії яких дорівнюють:

$$U_1^2 = K_4 U_p^2 + U_a^2 \quad (1)$$

$$U_2^2 = K_5 U_0^2 + U_a^2 \quad (2)$$

де K_4, K_5 – коефіцієнти чутливості антен 4, 5 ($K_4=K_5$); U_p^2 – дисперсія сигналу від стоматологічного матеріалу; U_0^2 – дисперсія сигналу від матеріалу природнього зуба; U_a^2 – дисперсія шумів антени 4, 5 (для симетричних антен $U_a^2 = U_5^2$).

Сигнали (1), (2) через двовходовий комутатор поступають на вхід радіометричного каналу.

У процесі перетворень в радіометричному каналі на виході квадратичного детектора за період комутації формується напруга, усередині амплітуди відеоімпульсів яких набувають вигляду:

$$\bar{U}_3 = K_4 \cdot K_{U1} \cdot S_{U2} \cdot K_{A1} \cdot S_{U3} \cdot [(U_p^2 + U_a^2)] + U_{pk}^2, \quad (3)$$

$$\bar{U}_4 = K_5 \cdot K_{U1} \cdot S_{U2} \cdot K_{A1} \cdot S_{U3} \cdot [(U_0^2 + U_a^2)] + U_{pk}^2, \quad (4)$$

де K_{U1} – коефіцієнт передачі комутатора; S_{U2} – крутизна перетворення змішувача; K_{A1} – коефіцієнт підсилення проміжної частоти; S_{U3} – чутливість квадратичного детектора; U_{pk}^2 – дисперсія шумів радіометричного каналу.

Вибірковим підсилювачем $A2$, що є настроюваним на низьку частоту модуляції генератора $G2$, виділяється напруга основної гармоніки обвідної відеоімпульсів:

$$U_5 = K_{12} \frac{\bar{U}_3 - \bar{U}_4}{z} \cos(\Omega \cdot t + \varphi), \quad (5)$$

де K_{U1} – коефіцієнт підсилення вибіркового підсилювача $A2$; Ω – колова частота генератора модуляції $G2$; φ – початкова фаза сигналу модуляції.

З виходу вибіркового підсилювача $A2$ сигнал (5) поступає на синхронний детектор $U4$, на другий вхід якого подається опорна напруга від генератора модуляції $G2$.

На виході синхронного детектора за період комутації формується напруга:

$$U_6 = S_0 [U_p^2 + U_a^2] + U_{pk}^2 - S_0 [U_0^2 + U_a^2] - U_{pk} \quad (6)$$

де $S_0 = K_4 K_{U1} S_{U2} K_{A1} S_{U3} S_{U4}$ – чутливість модуляційного радіометра, а S_{U4} – крутизна перетворення синхронного детектора.

З урахуванням симетричного проходження сигналів у напівперіоди комутуючої частоти через радіометричний канал шуми антени та наступних модулів взаємно віднімаються, і на виході фільтра нижніх частот отримуємо напругу:

$$U_7 = S_0 [U_p^2 - U_0^2], \quad (7)$$

Із отриманого виразу (7) видно, що напруга на виході фільтра нижніх частот ZI пропорційна різниці потужностей двох матеріалів – стоматологічного і природнього зуба. Окрім того, на результат вимірювання не впливають шуми антени, комутатора та модулів радіометричного каналу.

У випадку повного співпадання характеристик опорного та робочого стоматологічного матеріалу індикатор фіксує нульове показання ($U_7=0$). Відмінність характеристик матеріалів призводить до відхилення показника індикатора від нульового значення, шкала при цьому градується у відсотках.

Експериментальна частина.

Вимірювання потужності електромагнітного випромінювання зразків матеріалів проводилось на високочутливій радіометричній системі (пристрої) мм-діапазону хвиль. Чутливість радіометричної системі складала при цьому $1 \cdot 10^{-14}$ Вт, а робоча частота – 52 ГГц.

Перевірка способу ідентифікації проводилась на 6 видах стоматологічних матеріалів для пломбування зубів: три зразки “Foredent (SPOFA Dental, Словачія), по одному зразку ”Endomethazon” (Septodont, Франція), (VOCO , Німеччина) і Ahplus (Dentsply, США). Як опорний матеріал використано розпил різця зуба. Внаслідок вимірювань отримали наступні значення ідентифікації матеріалів:

Зразки стоматологічного матеріалу “Foredent” відрізняються від натурального матеріалу зуба на 1% , 4%, Indomethazon на 4%, зразок матеріалу Endion на 19,5%, а зразок матеріалу AHplus на 46%.

Отже, матеріал Ahplus за інтегральним показником найгірше ідентифікується з натуральним матеріалом.

Висновки

1. За інтегральними показниками можна проводити ідентифікацію стоматологічних матеріалів та визначати співпадання їх властивостей з натуральним матеріалом.

2. Можна припустити, що матеріали з незначним відхиленням від опорного матеріалу є більш прийнятними для пломбування зубів.

3. Матеріалам, що мають велике відхилення від опорного, притаманні такі властивості: незначна товщина шару, хороша адгезія та текучість, зручність у застосуванні.

4. При виборі матеріалу для пломбування кореневих зубів необхідно врахувати їх можливості комплексно, у кожному випадку обираючи оптимальний компроміс.

Література

1. Физико-химические свойства элементов. Справочник. Под общей ред. Самсонова Г.В.: К.: Наукова думка, – 1965 – 807с.
2. Хоменко Л.А., Биденко Н.В. Практическая эндодонтия: К. 1998 г.
3. Скрипник Ю. А., Яненко А. Ф., Манойлов В. Ф., Куценко В. П., Гимпилевич Ю. Б. Микроволновая радиометрия физических и биологических объектов. – Житомир: Волянь, 2003. – 406 с.

| | |
|--|---|
| Красюк А.Д., Головчанская А.Д., Перегудов С.Н., Яненко А.Ф. Оценка совместимости стоматологических материалов Рассмотрен способ и устройство измерения электромагнитного излучения и оценки совместимости стоматологических материалов с тканями естественного зуба. | Krasiuk O.D., Golovchanska O.D., Peregudov S.M., Yanenko O.P. The estimation of stomatology materials compatibility A method and device of measuring of electromagnetic radiation is considered and estimation the compatibility of stomatology materials with natural tooth tissue is estimated. |
|--|---|

Надійшла до редакції
21 квітня 2008 року

УДК 543.555.08

СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОДАЧІ РОПИ НЕОБХІДНОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ ДЛЯ БАЛЬНЕОЛОГІЧНИХ ЛІКАРЕНЬ

¹⁾ Болдескул О. Є., ²⁾ Охай Ю. І., ²⁾ Фатєєв Ю. Ф., ¹⁾ Інститут води та екології,
²⁾ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна

Розроблена система контролю та регулювання подачі водного розчину ропи складається з блоку фільтрації, двох контактних платино-платинованих двохелектродних датчиків виміру електропровідності, моста змінного струму та виконавчого механізму подачі ропи в накопичувальну ємність. Вибір метода контролю концентрації розчину обумовлено похолодженням зразків ропи з різних природних джерел

Вступ. Постановка задачі

За останні роки, незважаючи на численні публікації про позитивний вплив бальнеопроцедур на здоров'я людини [1], їх кількість та асортимент не набувають необхідного розвитку. Така ситуація обумовлена перш за все стрімким подорожчанням енергоносіїв та питної води. Зробити цю галузь рентабельною можливо тільки за рахунок впровадження енергозберігаючих технологій та економії основних компонентів. Враховуючи те, що в санаторно-курортному комплексі «Моршин» ропи використовується з різних джерел, включаючи нові

свердловини, концентрація солі та її механічні забруднення (осади) змінюються в широких межах. Стабільний оздоровчо-лікувальний ефект бальнеологічних процедур в значній мірі залежить від сталості температури, сольового складу та концентрації розчину.

В зв'язку з цим необхідно було розробити безінерційний прилад безперервного контролю концентрації ропи в розчині в широкому інтервалі температур та систему автоматичного підтримання заданої концентрації.

Незважаючи на розвиток в останні роки новітніх методів аналітичної хімії і хімічного аналізу [2,3], вимірювання електропровідності розчинів електролітів відносяться до класу точних та розповсюджених фізичних методів дослідження [4]. Найбільш досконалим методом визначення питомої електропровідності розчинів є компенсаційний метод [5] з використанням мостів змінного струму. Запровадження в електронних схемах «жорсткої логіки» зробило можливим значно зменшити габарити кондуктометрів. Аналіз еквівалентної схеми двоелектродної вимірювальної комірки показав, що така комірка не дозволяє забезпечити виміри питомої електропровідності в широкому інтервалі. Але в ряді випадків контроль та керування за концентраціями розчинів в технологічних процесах проводиться і в вузькому діапазоні концентрацій.

Серед існуючих промислових приладів використовують кондуктометричні аналізатори серії АКП, у яких кондуктометрична комірка працює на змінному струмі з амплітудою не більше 100 мВ та частотою 4 кГц [6], що забезпечує високоточні виміри в діапазоні шести порядків величин. Заслужують також на увагу технологічні аналізатори КСО-У2, КВЧ 5м, КП-202.

Враховуючи вищенаведені особливості розчинів ропи, для точного визначення состава розчину методом електропровідності більш надійно проводити вимір електропровідності по відношенню до еталону, котрий має середньостатистичну концентрацію в вибраному діапазоні вимірів. Такий спосіб є більш технологічним та метрологічно точним, не потребує постійної перекалібровки, що і обумовило його використання нами.

Результати та їх обговорення

Основні вимоги до системи – простота в експлуатації і обслуговуванні, надійність, можливість безперервної цілодобової роботи, пило- та вологозахищеність, стійкість до різкого перепаду температур (до 60°C), вібраційних навантажень та гідродинамічних ударів. Окрім того система повинна враховувати хімічну агресивність вимірювального розчину, забрудненість механічними частинками та органічними сполуками.

Блок очистки сольових розчинів (ропи). Через високу агресивність розчину ропи і забрудненість включеннями механічного та органічного походження, які адсорбуються на поверхні платинованої платинової кондуктометричної комірки, спотворюючи результати вимірів, ми провели дослідження розподілу часинок по концентрації та розмірам за допомогою лазерної кореляційної спектроскопії квазіпружного розсіювання світла [7]. Виміри проводились на спектро-

метрі «ZetaSizer – 3» фірми Malvern LTD, Великобританія. Мономодальний та полімодальний розподіл твердих частинок по розмірам (рис. 1) надав можливість підібрати поліпропіленові механічні фільтри з діаметром пори 1 мкм та 5 мкм. Органічне забруднення видаляється за допомогою імпрегнованого активного вугілля.

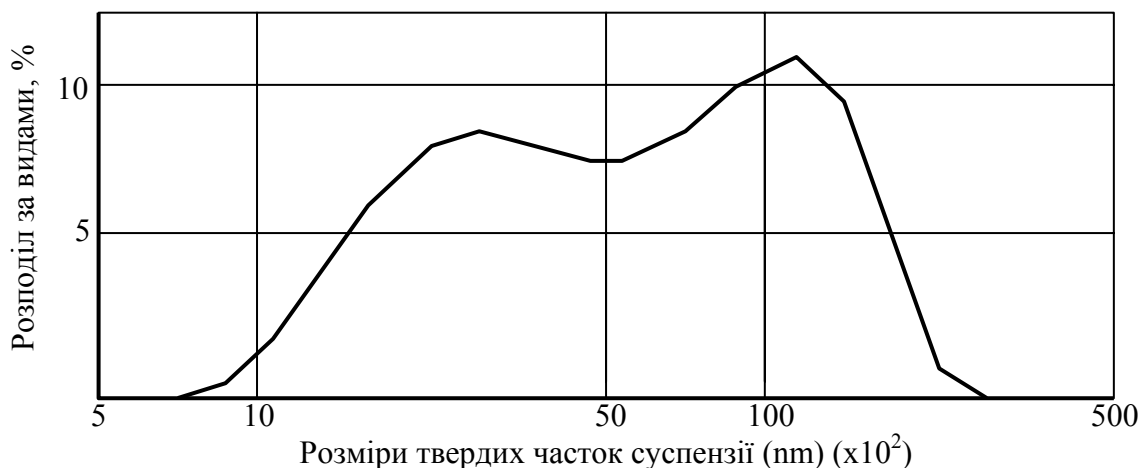


Рис. 1. Розподіл твердих частинок у ропі по розмірам

Вимірювальна комірка. Комірка виготовлена з платини у вигляді простого елемента Кольрауша [8] з двома плоскопаралельними платинованими електродами розміром 1×1 см на відстані 1 см один від одного, які механічно фіксуються.

Вимірювальний прилад. Принцип роботи приладу кондуктометричний, мостовий, де в плечах моста змінного струму високої частоти знаходяться платинові електроди, розташовані в робочому та еталонному розчинах. Структурна схема вимірювального приладу приведена на рис. 2.

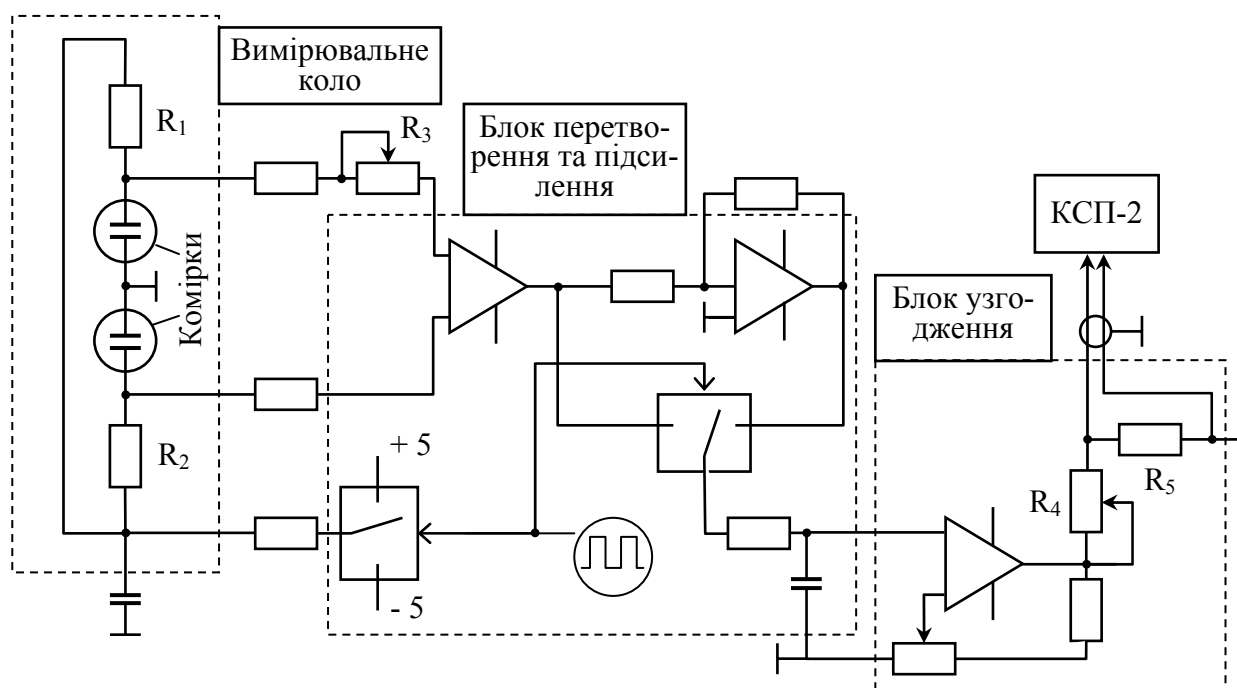


Рис. 2. Структурна схема вимірювального приладу

Електропровідність вимірювального розчину, що безперервно протікає через вимірювальну комірку, порівнюється з електропровідністю розчину відомої концентрації C_p , залитого в комірку порівняння. Стабільність робочого струму у вимірювальному колі забезпечується тим, що опори R_1 та R_2 включені послідовно з електродами комірок та їх величина набагато більша за опір розчину. Це обмежує та підтримує задану величину силу струму в колі електродів комірок. Збільшення або зменшення концентрації розчину ропи супроводжується аналогічним збільшенням або зменшенням опору комірки з одночасною зміною напруги на вимірювальних електродах. Внаслідок цього на вході порівняльного елемента з'являється напруга розбалансу. Сформований різнополярний сигнал перетворюється в постійний та подається на підсилювач. Для узгодження величини вихідного сигналу змінного струму, пропорційного сигналу в електричному колі комірок, з шкалою індикаційного приладу потенціометра КСП-2, в це коло введено опір зміщення нуля R_3 , а після підсилювача - дільник напруги R_4, R_5 .

Плата з електронною схемою та джерелом живлення розташована у герметичному корпусі (рис. 3).

Нами була проведено калібрування приладу залежно від концентрації розчину ропи в діапазоні 5-25 г/л при наявності в каналі порівняння еталонного розчину 10 г/л.

Залежність різності потенціалів на виході моста від концентрації, температури розчину та значення балансуєчого опору приведена на рис. 4.

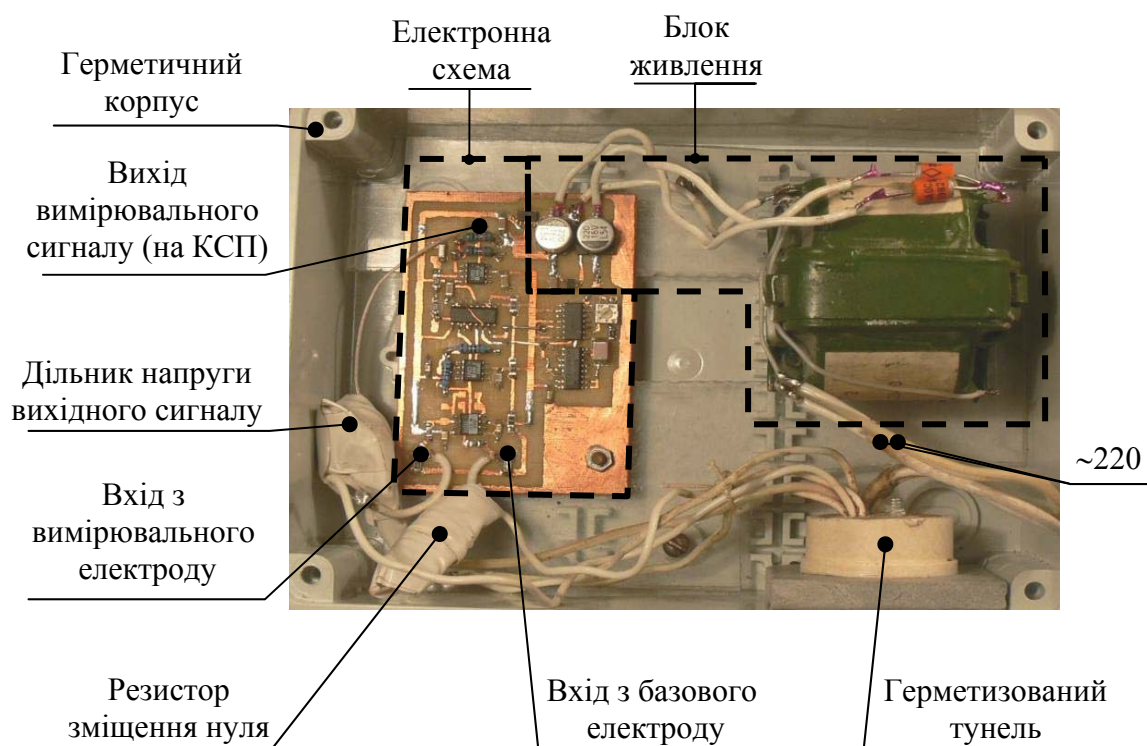


Рис. 3. Склад та інтерфейс приладної коробки

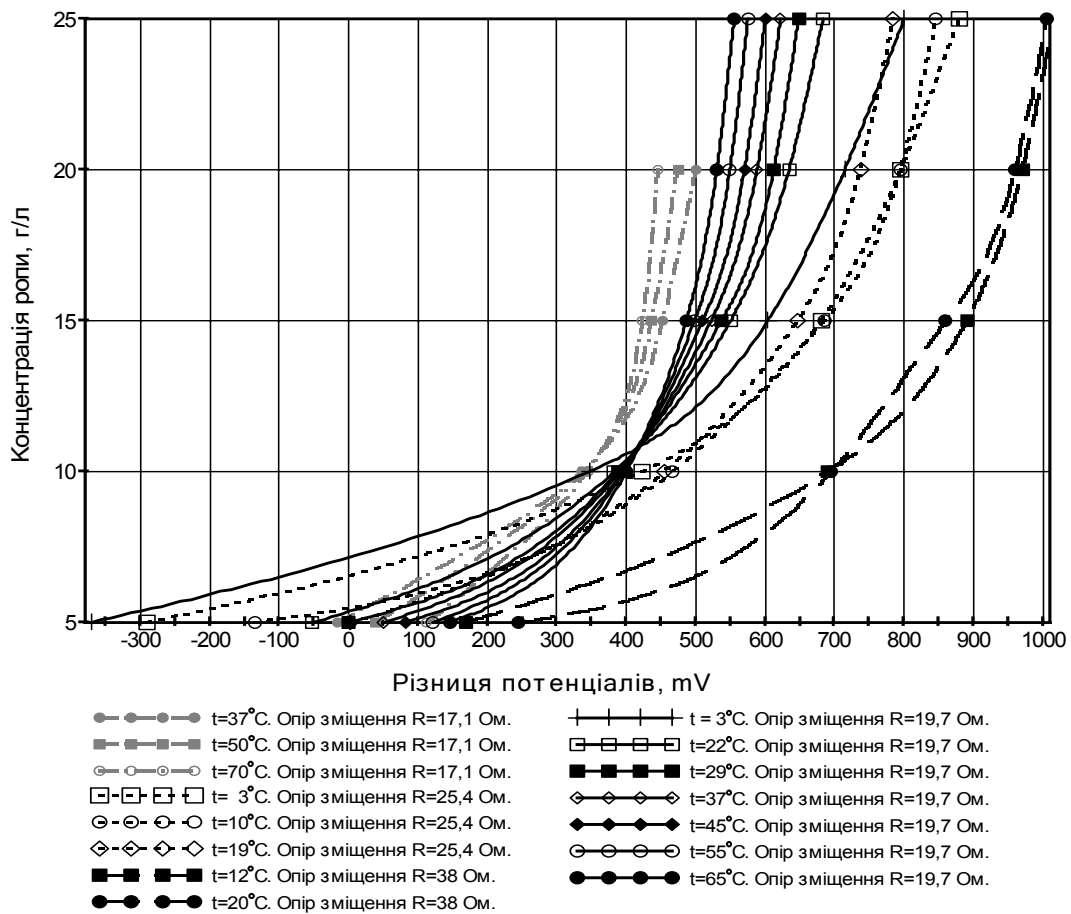


Рис. 4. Залежність різниці потенціалів від концентрації ропи при різних температурах

Опір зміщення нуля зсуває різницю потенціалів на виході моста з від’ємних до додатних значень, не змінюючи загальної форми кривої. За результатами калібровочних вимірів збудована номограма залежності різниці потенціалів від температури при заданих концентраціях ропи (рис. 5). По цій номограмі оператор може визначити значення концентрації ропи в даний момент та стежити за роботою двохходового клапану (засувки).

Запропоновані методика виміру та приладове спорядження дозволяють визначити концентрацію в межах 5-25 г/л та температурі 25-70°C з похибкою, що не перевищує 3%. Пристрій (система вимірювання) розраховано на безперервну роботу на протязі доби в умовах високої вологості, сольового туману та вібраційних навантажень.

Запропонована система проста в експлуатації та її обслуговування не вимагає залучення висококваліфікованого персоналу.

Загальна схема розташування та електричного зв’язку системи з забезпечення подачі ропи необхідної концентрації у бальнеологічній лікарні наведена на рис. 6.

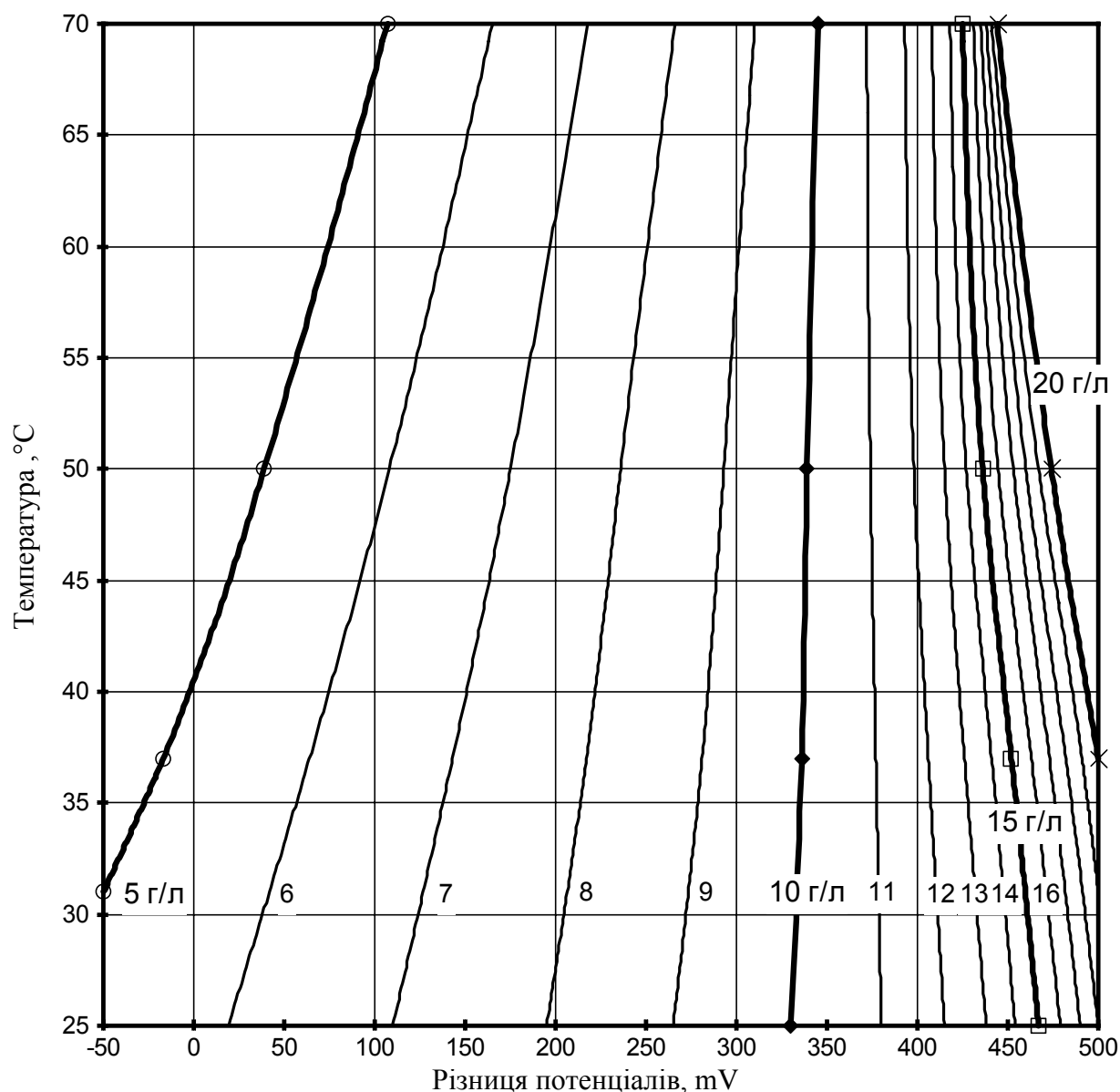


Рис. 5 Номограма залежності різниці потенціалів від температури при заданих концентраціях ропи

Висновки

В умовах періодичної зміни фізико-хімічних властивостей зразків ропи, які визначаються місцем її видобування, найбільш технологічною для вимірювання концентрації розчину ропи виявилася мостова високочастотна схема кондуктометра з коміркою в еталонному розчині порівняння.

Розроблена система контролю та регулювання поєднує в собі простоту схемного рішення на сучасній елементній базі, високу надійність та точність. Ця система опрацьована в Бальнеологічній лікарні м. Моршин і може бути запропонована для підготовки бальнеорозчинів в закладах медичного профілю.

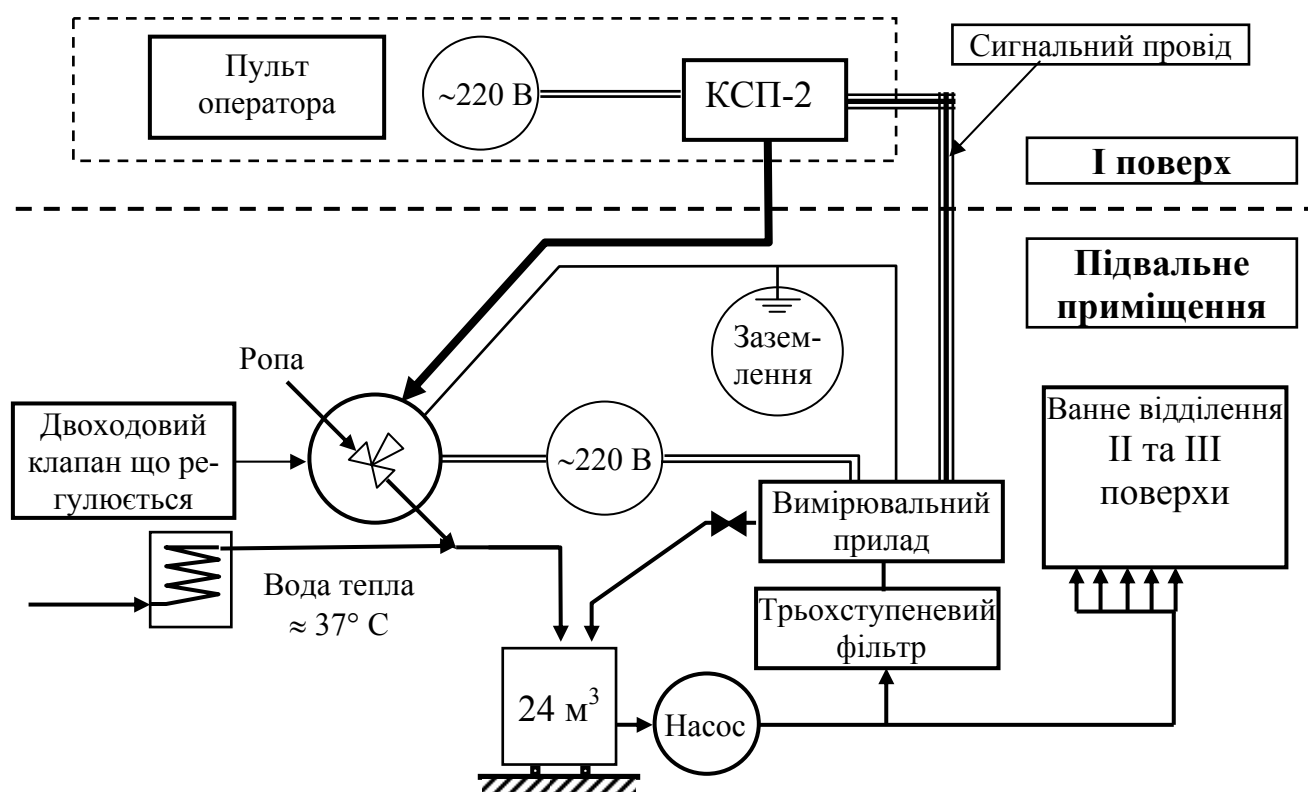


Рис. 6. Загальна схема розташування та електричного зв'язку системи з забезпечення подачі ропи необхідної концентрації у бальнеологічній лікарні м. Моршина

Література

1. Батманчхелидж Ф. Ваше тело просит воды. – Мн. ООО «Попурри». –2004. – 208 с.
2. Худякова Т.А., Крешков А.П. Кондуктометрический метод анализа. Учеб. пособие для вузов. М.: -"Высшая школа", 1975. -207с.
3. International conference ANALYTICAL CHEMYSTRY AND CHEMICAL ANALYSIS / Book of abstracts: Kiyiv – Ukraine September 12-18, 2005, 480 p.
4. Экспериментальные методы химии растворов / Абросимов В. К., Королёв В. В., Афанасьев В. Н. и др. – М.: Наука, – 1977. - С.91-140.
5. Методы измерения в электрохимии. Пер. с англ. / Под. ред. Егера Э. и Залкинд А. – М: Мир, – 1977. – 326с.
6. Албантов А.Ф., Адуевский И.А. Новый кондуктометр с платиновой ячейкой проточно-погружного типа для высокоточного, неразрушающего контроля жидких сред. // III научно-техническое совещание «Проблемы и перспективы развития химического и радиохимического контроля в атомной энергетике», Тез. докл. - г. Сосновый бор, 2005.
7. Лазерна кореляційна спектроскопія в біології / Лебедев А. Д., Левчук Ю. Н., Ломакин А.В. и др. – Київ: Наукова думка, – 1987. – 256с.
8. Зорі А.А., Коренєв В.Д., Хламов М.Г. Методи, засоби, системи вимірювання і контролю параметрів водних середовищ. – Донецьк: РВА ДонНТУ, – 2000. – С. 110 – 123.

| | |
|---|---|
| <p>Болдескул А.Е., Охай Ю.И., Фатеев Ю.Ф. Система обеспечения подачи рапы необходимой концентрации для бальнеологических больниц. Разработанная система контроля и регулирования подачи водного раствора рапы состоит из блока фильтрации, двух контактных платино-платинированных двухэлектродных датчиков измерения электропроводности, моста переменного тока и исполнительного механизма подачи рапы в накопительную емкость. Выбор метода контроля концентрации раствора обусловлено происхождением образцов рапы из разных природных источников.</p> | <p>Boldeskul O. E., Okhai Yu. I., Fatyeyev Yu. F. System for regulated supply of brine of required concentration for balneological hospitals. The developed control system for regulated supply of concentrated salt water solution (brine) consists of a filter block, two contact platinum-platinated 2-electrode sensors for measuring electroconductivity, alternating current bridge and working device of the brine delivery to an accumulating container. The above-mentioned way of the salt solution concentration control is determined by the brine sample origin from different mineral sources.</p> |
|---|---|

Надійшла до редакції
30 березня 2008 року

УДК 615.849.19

ДОСЛІДЖЕННЯ СТИМУЛЯЦІЇ ЗАХИСНИХ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ ІНТЕГРОВАНІМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ

²⁾Голопура С.І., ¹⁾Дастжерді А.Х.М., ¹⁾Клочко Т.Р., ²⁾Колесник В.Я., ¹⁾Тимчик Г.С.,
¹⁾Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
²⁾Національний аграрний університет, м. Київ, Україна

В роботі йдеться про експериментальні дослідження впливу інтегрованим електромагнітним світловим випромінюванням на біологічні організми з метою загального покращення стану та підвищення ефективності лікування

Вступ. Постановка задачі

Наразі досить відоме застосування впливу лазерного випромінювання на біологічно активні точки (БАТ) та біологічно активні зони (БАЗ) при лікуванні хвороб [1 - 5]. Для підсилення ефекту терапії лазерна акупунктура може бути застосованою спільно з іншими способами лазерного впливу, а також спільно з медикаментозним лікуванням.

Для лазерної акупунктури наразі застосовують різні за конструкцією лазерні апарати, які дозволяють доводити випромінювання до БАТ або БАЗ. При цьому лазерне випромінювання має певні характеристики щодо потужності випромінювання, параметрів модуляції, дозування, часу експозиції тощо. Вибір режимів опромінювання дозволяє оптимізувати ефективність лікування.

При застосуванні лазерів для акупунктури при лікуванні є певна аналогія з китайською або європейською методологією впливу на активні точки та зони. Так, А. П. Ромоданов та співавт. (1984) вважають, що лазерний вплив на БАЗ є ідентичним традиційному китайському методу (чжень-цзю терапії) прогрівати або припалювати сигаретами з полині (ІЧ випромінювання). Відомий спосіб ла-

зерної рефлексотерапії (потужність випромінювання - до 2 мВт при частоті модуляції від 0,5 до 10 Гц та впливу на зону на протязі 30-60 с. Ця доза є еквівалентною 20-30 хвил методу голкотерапії. В.І. Козлов та співавт. (1993) використовували для нормалізації регуляції та активізації мікроциркуляції визначений набір загальних БАТ, котрі є базовим рецептом [6]. При цьому для неперервного ІЧ лазера цими авторами використано потужність випромінювання на торці світловода 0,3-0,4 мВт (діаметр світловода 1,3 мм), частоту модуляції від 2 до 4 Гц, а експозицію на корпоральную точку – від 15 до 20 с.

Методика В.Є. Ілларіонова (1994) полягає у поверхневому впливі червоним лазером (потужність до 5 мВт), а для більш глибокого проникнення – у впливі інфрачервоним (ІЧ) лазером (потужність до 25 мВт). При цьому оптимальні частоти імпульсного або модульованого лазерного випромінювання визначені біля 30 Гц для стимулюючого ефекту та 50-100 Гц - для гальмуючого. Час впливу для стимуляції на одну точку - до 20 с, а для гальмування - до 60 с.

Дослідження, проведені авторами [7], показали, що збуджуючий ефект лазерної рефлексотерапії отримується при мінімальному часі впливу (5-10 с), мінімальній кількості полів (2 - 4), максимальній енергії випромінювання (5 мВт/см²), частоті модуляції (1 - 10 Гц). Гальмуючий ефект лазерної рефлексотерапії виникає при максимальному часі впливу на 1 поле (1-3 хвил), максимальній кількості полів, мінімальній енергії випромінювання (1-3 мВт/см²), частоті модуляції (20 - 100 Гц). Проміжні параметри впливу мають властивості щодо гармонізації стану біологічного об'єкта.

Отже, усі відомі подібні методи та створена апаратура використовують випромінювання однієї довжини хвилі, що здебільшого залежить, на думку авторів, від або конкретного типу захворювання, або від тієї апаратури, яка є наразі. Тому необхідними є дослідження нових, більш ефективних режимів впливу лазерного випромінювання на активні зони та точки, а також рекомендації щодо створення відповідної апаратури.

В роботі наведені результати дослідження впливу низькоенергетичного електромагнітного випромінювання оптичного діапазону на загальний стан тварин, проведених на прикладі великої рогатої худоби, при застосуванні методики акупунктури () [8].

Дослідження реакцій біологічного організму на вплив лазерною акупунктурою

Як було доведено [3, 4, 7], лазерна акупунктура має вплив на різні багаторівневі рефлекторні та нейрогуморальні реакції організму, внаслідок чого стимулюється синтез гормонів, покращується мікроциркуляція в тканинах тощо. Сеанси лазерної акупунктури можливо проводити з використанням неперервного випромінювання, але більш ефективним є імпульсне або модульоване випромінювання, де формування частот є залежним від типу патології. При цьому максимальний ефект спостерігається до 5-7 процедури, а також є більш довготривалим, ніж при рефлексотерапії із застосуванням голок.

Оскільки БО є відкритими системами, котрі з зовнішнім середовищем стосуються через енергетичні імпульси, вони є нерівноважними, диссипативними. Тому в цій системі, тобто в організмі тварини (або людини), елементи взаємопов'язані, кожний з них може змінювати свій стан, лише змінивши інший елемент або систему в цілому.

При оптимальних дозах впливу на організм низькоенергетичним лазерним випромінюванням здійснюють енергетичну стимуляцію, що в системах та органах викликає процеси активізації саморегуляції. Когерентне випромінювання має особливий вплив на біологічні структури, що мають дефектні клітини, та майже не впливають на клітини, що функціонують нормальним чином [9].

Глибина проникнення цього випромінювання в тканини біологічного об'єкта залежить також значною мірою від довжини хвилі. Поглинання біологічною тканиною низькоенергетичного електромагнітного випромінювання оптичного діапазону залежить від її властивостей, так, шкіра людини в середньому поглинає 25-40% випромінювання у діапазоні довжин хвиль від 0,60 мкм до 1,40 мкм. Як відомо [1 - 6], здатність електромагнітного випромінювання до проникнення вглиб біологічної структури при довжинах хвиль від 0,39 мкм до 0,59 мкм поступово збільшується від 1-20 мкм до 2,5 мм. При цьому спостерігається різке збільшення глибини проникнення (до 20-30 мм) при довжинах хвиль від 0,62 мкм до 0,65 мкм, з максимумом проникнення при довжинах хвиль від 0,950 мкм до 1,4 мкм - до 70 мм) та різким зниженням до долей міліметра в діапазоні більших довжин хвиль. Тому доцільним є опромінювання БАЗ як основних найбільш енергетично відкритих зон організму.

В проведеному експерименті опромінювали тварин по основних БАЗ, котрі відповідають загальному стану, імунітету біологічного організму. Застосоване електромагнітне випромінювання є когерентним з довжиною хвилі 0,65 мкм та некогерентним з довжиною хвилі 0,51 мкм та загальною частотою модуляції 10 Гц. Електромагнітне випромінювання до БАЗ постачалося спеціальним випромінюючим пристосуванням до створених пристроїв керування. Вплив на БАЗ здійснено за часом експозиції 3 хвил, що обумовлено достатньо товстим шаром шкіри тварини, скрізь який потрібно проникнути випромінюванню.

Таким чином здійснено комбінований неінвазивний вплив на найбільш енергетично відкриті зони організму через шкіру. При цьому застосований вплив когерентного монохроматичного випромінювання з одночасним впливом шумової компоненти випромінювання на кровоносну систему, оскільки після проникнення через шкіру електромагнітне випромінювання досягає кровоносної системи та впливає на усі типи тканини. Оскільки кров, лімфа тощо, є складними багатокомпонентними системами, вони містять елементи із загальним властивостями рідких кристалів. Отже, наявність в крові формених елементів (еритроцитів, лейкоцитів та інших елементів) підвищують сприятливість організму до впливу зовнішніх фізичних чинників.

Застосоване для лікувального впливу низькоенергетичне двочастотне електромагнітне випромінювання, що має характеристики когерентності та некоге-

рентності, впливає у широкому частотному діапазоні на властивості крові. При цьому, як довели експериментальні дослідження (див. Таблицю), підвищуються показники гемоглобіну та показники, що відповідають за імунітет.

Таблиця - Показники крові при опромінюванні БАЗ

Об'єкт №1. Корова, 7 років

| Найменування показників | | Результат до впливу | Результат після впливу | Норма |
|--------------------------------------|----------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|
| Гемоглобін | | 85 г/л | 93 г/л | 99-129 г/л |
| Еритроцити | | $4,2 \cdot 10^{12}/л$ | $4,7 \cdot 10^{12}/л$ | $5,0-7,5 \cdot 10^{12}/л$ |
| Лейкоцити | | $5,8 \cdot 10^9/л$ | $5,95 \cdot 10^9/л$ | $4,5-12,0 \cdot 10^9/л$ |
| Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ) | | 2 мм/год | 2 мм/год | 0,5-1,5 |
| Нейтрофіли | Міелоцити | - | - | - |
| | Метаміелоцити | - | - | 0-1 |
| | Паличкоядерні | 2 | 2 | 2-5 |
| | Сегментоядерні | 17 | 22 | 20-35 |
| Еозинофіли | | 33 | 22 | 5-8 |
| Базофіли | | 0 | 1 | 0-2 |
| Лімфоцити | | 46 | 53 | 40-65 |
| Моноцити | | 2 | 0 | 2-7 |
| Плазматичні клітини | | - | | |

Об'єкт №2. Корова, 9 років

| Найменування показників | | Результат до впливу | Результат після впливу | Норма |
|--------------------------------------|----------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|
| Гемоглобін | | 90 г/л | 100 г/л | 99-129 г/л |
| Еритроцити | | $4,4 \cdot 10^{12}/л$ | $6,9 \cdot 10^{12}/л$ | $5,0-7,5 \cdot 10^{12}/л$ |
| Лейкоцити | | $5,7 \cdot 10^9/л$ | $6,10 \cdot 10^9/л$ | $4,5-12,0 \cdot 10^9/л$ |
| Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ) | | 2 мм/год | 2 мм/год | 0,5-1,5 |
| Нейтрофіли | Міелоцити | - | - | |
| | Метаміелоцити | - | - | |
| | Паличкоядерні | 2 | - | |
| | Сегментоядерні | 22 | 21 | |
| Еозинофіли | | 17 | 14 | 5-8 |
| Базофіли | | 0 | | 0-2 |
| Лімфоцити | | 62 | 64 | 40-65 |
| Моноцити | | 0 | 1 | 2-7 |
| Плазматичні клітини | | | | |

Проведені процедури опромінювання загальний стан тварин, які мали недостатній імунітет внаслідок несприятливих зовнішніх умов їх утримання, покращився.

Окрім того, оскільки біологічні рідини мають специфічні фотоакцептори, що реагують на когерентне випромінювання визначеної довжини хвилі [7], то значний вплив для виникнення перетворень у рідких комплексах біологічного об'єкта має енергетична потужність фотонів випромінювання оптичного діапазону. Отже, наявність в біологічних рідинах (крові) сукупності специфічних і неспецифічних фотоакцепторів, котрі поглинають енергію цього випромінювання та забезпечують її перетворення в біофізичних і біохімічних процесах, обумовлюють сприятливість біологічного об'єкта до низькоенергетичного електромагнітного випромінювання оптичного діапазону.

При цьому густина дози опромінення, яка є енергією модульованого випромінювання, що розподілена на площі поверхні впливу на БАЗ, визначається як

$$D = \frac{P_{\text{cp}} \cdot T_e}{S} = \frac{P_{\text{max}} \cdot \tau_i \cdot T_e}{T_i \cdot S},$$

де P_{cp} – середня потужність випромінювання, P_{max} – максимальна потужність випромінювання, T_e – час впливу на БАЗ, T_i – період слідування імпульсів випромінювання, τ_i – тривалість імпульсу, S – площа впливу.

Оптимізація дози визначається за параметрами P_{cp} , T_e , S .

Оскільки опромінення здійснювалося безконтактно на відстані 2 см від поверхні шкіри тварини, площа впливу станове $S = 0,6 \text{ см}^2$, що достатньо для опромінювання БАЗ. Виходячи з наведених вище експериментальних режимів доза опромінення становила $0,82 \text{ Дж/см}^2$.

Модульоване електромагнітне випромінювання, зокрема з довжиною хвилі $0,50 \text{ мкм}$, стабілізує метаболічні функції організму, що призводить до підвищення показників імунітету, стабілізації нервової системи. Цей вплив має ефект стабілізації енергії біологічного об'єкта як багатокомпонентної системи. Тому визначені режими опромінювання можуть покладені в основу схемотехнічних рішень при створенні нової апаратури для фізіотерапевтичного лікування.

Висновки

Проведені експериментальні дослідження довели високу ефективність впливу низькоенергетичного електромагнітного випромінювання оптичного діапазону методом рефлексотерапії на підвищення імунітету тварин, стабілізації та покращенню загального клінічного стану.

Внаслідок отриманих позитивних результатів подальші дослідження спрямовані на створення відповідної апаратури та дослідження її застосування для лікування та діагностики захворювань.

Література

1. Гримблатов В.М. Современная аппаратура и проблемы низкоинтенсивной лазерной терапии // Сб. Применение лазеров в биологии и медицине. – К.: 1996. – С. 123-127.

2. Инюшин В.М. Лазерный свет и живой организм. - Алма-Ата, 1970. – 46 с.
3. Инюшин В.М., Чекуров П.Р. Биостимуляция лучом лазера и биоплазма. - Алма-Ата, Казахстан, 1975. – 120 с.
4. Анищенко Г.Я., Полянская З.М., Лукьянюк Е.В., Данилов А.В. и др. Лазеропунктура в неврологии: Метод. рекомендации. - М., 1991. – 21 с.
5. Илларионов В.Е. Техника и методики процедур лазерной терапии: Справочник. - М., 1994. – 120 с.
6. Буйлин В.А., Москвин С.В. Низкоинтенсивные лазеры в терапии различных заболеваний. – Тверь: ООО «Издательство «ТРИАДА», 2005. – 176 с.
7. Рассохин В.Ф. Лазерная терапия в неврологии. – К.: Серж, 2001. – 128 с.
8. Чжу Лянь. Руководство по современной чжень-цзютерапии. Под ред. проф. И.Кочергина. Пер. с кит. – М.: Медгиз, 1959. - 272 с.
9. Попов А.Ю., Попова Н.А., Тюрин А.В. Физическая модель воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения на биологические объекты // Оптика и спектроскопия. – 2007. – Т.103, № 3. – С.502 – 508.

| | |
|---|---|
| <p>Голопура С.И., Дастжерди А.Х.М., Ключко Т.Р., Колесник В.Я., Тымчик Г.С. Исследование стимуляции защитных функций организма интегрированным электромагнитным излучением</p> <p>В работе приведены данные экспериментальных исследований влияния интегрированным электромагнитным излучением на биологические организмы с целью общего улучшения состояния и повышения эффективности лечения</p> | <p>Golopura S.I., Dastjerdi A.H.M., Klotchko T.R., Kolesnyk V.Y., Tymchyk G.S. Investigations of the stimulation of the defensive functions of organism by integrated electromagnetic radiation</p> <p>In work state of the experimental investigations of the influence at biological organism by integrated electromagnetic radiation for the overall improvement of condition and effectiveness increase of the treatment</p> |
|---|---|

*Надійшла до редакції
25 квітня 2008 року*