

ФІЗИОТЕРАПЕВТИЧНИЙ ПРИЛАД «ПРОМІНЬ-12» ДЛЯ СТИМУЛЮВАННЯ РЕГЕНЕРАЦІЇ БІОЛОГІЧНИХ СТРУКТУР

Дастжерді А. Х. М., Ключко Т. Р., Скицюк В. І., Голопура С. І.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
03056 Україна, м. Київ, пр. Перемоги, 37,
тел.: +380444068302, e-mail: klotchko@psf.ntu-kpi.kiev.ua

Наведено опис роботи та основні технічні характеристики створеного фізіотерапевтичного прилада «Промінь-12» для лікування світловим випромінюванням у ветеринарній медицині. Запропоновані режими роботи лазерних випромінювачів, що оптимізовані для стимулювання регенерації біологічних структур, а також імунних функцій організму. Створений прилад може бути застосований для лікування широкого спектру захворювань у тварин.

Ключові слова: світлове випромінювання, біологічні об'єкти, фізіотерапевтичні прилади, стимулювання регенерації.

Вступ та мета роботи

Нагальною проблемою сучасної медицини є створення нових методик, нової техніки, що забезпечують інтенсивний лікувальний результат без побічних ефектів.

Відомо [1, 2], що лазерне випромінювання активно впливає на сполучну тканину, особливо на кров і лімфу. Воно може різко підвищувати імунний статус і мобілізувати захисні резерви організму. Доведений позитивний вплив лазерного випромінювання на мікроциркуляцію крові, особливо в місцях запалення, при одночасному ущільненні стінок судин і зменшенні їх проникності. При лазерному опроміненні підвищується об'ємна доля мікросудин і покращується якість еритроцитів. Вплив лазерного випромінювання зменшує біль, чинить десенсибілізуючу та протизапальну дію. Встановлено, що під цим впливом змінюються електричні характеристики біологічно активних точок, упорядковується рух іонів, у наслідок чого посилюється щільність і рухливість носіїв струму у таких точках за рахунок клітинних і міжклітинних потенціалів. Є така гадка, що лазерне випромінювання здійснює мікродеформації клітинних мембран, білямембранних зон, а також змінює величини мембранного потенціалу клітин.

Зрештою вважають, що опромінення лазером живих біологічних об'єктів супроводжується зміною структурного складу біологічної тканини, рівня енергетичних параметрів та інтенсив-

ності метаболічних реакцій організму в цілому, а тому стимулює регенерацію [1, 2].

Внаслідок цього прилади для світлотерапії, у яких використовуються лазерні генератори, знаходять досить широке застосування у медицині — людській та ветеринарній. Але у цієї галузі фізіотерапії все ще залишаються значні резерви для підвищення ефективності лікування. Одним із напрямків руху до такої мети є спроби виявлення практичної значущості принципу резонансного поглинання біологічних тканин, перевірка можливості селективного пошкодження внутрішньоклітинних метаболітів у тих випадках, коли їх абсорбційні максимуми співпадають з довжиною хвилі лазерного випромінювання.

Зараз у значній кількості існуючих приладів для світлотерапії режими їх роботи не узгоджені зі спектральними характеристиками біологічних структур організму [3, 4]. Тому лікування приладами такого типу не є оптимізованим щодо стимулювання регенерації біологічних тканин.

Нами раніш були запропоновані засади побудови фізіотерапевтичних систем, що полягають у формуванні поєднаних (інтегрованих) режимів лазерного випромінювання для немедикаментозного впливу на живі істоти [5, 6, 7].

Метою цієї роботи було створення терапевтичного прилада, який б забезпечував одночасний лікувальний вплив двох лазерних променів, які модульовані по частоті і сканують площу патологічної ділянки біологічного об'єкту із застосуванням каналу спостереження за станом останнього, тобто — із застосуванням зворотнього зв'язку з пацієнтом.

**Фізіотерапевтичний апарат
«Промінь-12» та його технічні
характеристики**

Загальний вигляд приладу для світлолікування «Промінь-12» показаний на рис. 1 а, б.



а)



б)

Рис. 1. Загальний вигляд лазерних інтегрованих апаратів «ПРОМІНЬ-12»
а — прилад «ПРОМІНЬ — 12.1»,
б — прилад «ПРОМІНЬ — 12.2»

У таблиці 1 наведені технічні характеристики створеного лазерного апарату «Промінь-12», які має дві випромінюючі головки з декількома режимами частотної модуляції випромінювання в залежності від захворювання, а також виходячі з частотних характеристик обраної біологічної структури.

Загальний принцип роботи приладу «Промінь-12» полягає у тому, що необхідно забезпечити випромінюючий елемент спеціалізованим сигналом, який містить постійну і змінну складові. Тому прилад має два генератори.

Структурна схема приладу «Промінь-12.1» наведена на рис. 2. Перший генератор створює рівень постійної потужності, необхідний для підтримки мінімальної потужності випромінювача. Отже, роль першого генератора у цій схемі виконує регулятор потужності постійного струму. Цей струм подається на схему модуляції.

Водночас з цим генератор високої частоти формує прямокутні імпульси, які надходять до модулятора. Як наслідок, на випромінюючому елементі формується напруга, яка є результатом взаємодії постійної та змінної складових.

Другий генератор виконує функції модулятора частоти випромінювання. Цей генератор для забезпечення широкого діапазону роботи в імпульсному режимі та виконання медичних

Таблиця 1

Технічні характеристики апарату «Промінь-12»

Тип джерела випромінювання	HLDPM-532-5	HLDH-650-10-A1
Довжина хвилі випромінювання, мкм	0,531	0,65
Потужність випромінювання, мВт	3,5–4,5	
Відносна нестабільність потужності лазерного випромінювання за 8 годин роботи, %	Не більш 5	
Відносна величина різниці між максимальним і мінімальним значенням потужності лазерного випромінювання за 1 годину роботи, %	Не більш 10	
Відносна нестабільність потужності лазерного випромінювання за 8 годин роботи, %	Не більш 5	
Діапазон робочих частот модуляції випромінювання:		
1	від 1 Гц до 12 Гц	
2	від 2 Гц до 21 Гц	
3	від 3 Гц до 54 Гц	
4	від 4 Гц до 114 Гц	
5	від 9 Гц до 222 Гц	
6	від 25 Гц до 598 Гц	
7	від 47 Гц до 1105 Гц	
8	від 1657 Гц до 27240 Гц	
Габарити корпусів, мм:		
— комбінованого відчутника	130x90x60	
— блоку керування	200x190x70	
Маса, кг	Не більш 2,5	
Характеристики електроживлення	220 В, 50 Гц	
Напрацювання на відмову, годин	Не менше 5000	
Кількість ввімкнень	Не менше 10000	
Ресурс роботи, годин	Не менше 22000	
Допустимі пульсації частоти напруги мережі, %	Не більш 2,5	
Допустимі вібрації, м/с	Не більш 9,8	



Рис. 2. Структурна схема лазерного апарату «Промінь-12»

вимог до подібної апаратури має три ступені керування. Перша ступінь — грубе настроювання частоти — забезпечує зміну частоти у 3 рази на кожному діапазоні у порівнянні з попереднім. Плавне перенастроювання забезпечує взаємне перекриття сусідніх діапазонів у межах $\pm 50\%$. Мінімальні та максимальні частоти відповідають крайнім положенням ручки керування на лицьовій панелі «Частота плинно». Окрім того, керування центральною частотою дозволяє зміщувати весь спектр випромінювання у межах $\pm 10\%$ та створювати при бажанні модуляцію випромінювання по частоті у цих самих межах.

Система має зворотній зв'язок, який полягає у реєстрації відбиття оптичного сигналу від біологічного об'єкту, виділенні корисного сигналу, який частково виходить на зовнішній вимірювальний прилад, а частково надходить до генератору змінної частоти для того, щоб забезпечити стабільність робочої частоти та захоплення об'єкту дослідження.

Аналіз розподілу світлових полів на виході каналу надає можливість описувати зміни параметрів шорсткості поверхневого шару шкіри для подальшого порівняння з апіорними даними, які зареєстровані перед проведенням опромінення. Канал спостереження апарату побудовано на основі високочутливого фоторезистора, який дозволяє сприймати потік світлового випромінювання, розсіяного поверхнею обраної ділянки. Отже, плинний стан об'єкту впливу та дослідження може бути спостереженим під час дії випромінювання.

Лазерна система контролюється індикатором потужності, який вмонтовано у лицьову панель

корпусу приладу для контролю стабільності роботи випромінювача.

Апарат «Промінь-12.2» є подальшим удосконаленням приладу «Промінь-12.1». Його конструкція дозволяє зосереджувати потужність випромінювання на певній ділянці площею від $0,5 \text{ см}^2$ до $20,5 \text{ см}^2$, що змінює щільність потужності поєднаного випромінювання двох лазерів від $0,17$ до до 25 мВт/мм^2 для стимулювання регенерації зі змінною частотою модуляції від 1 Гц до 27240 Гц , залежно від конкретного типу біологічної тканини. Цей діапазон дозволяє підналагоджувати частоту від бажаних частот, які залежать від біологічних частот органів або групи клітин. Електронний модуль формування режимів має вихід, з'єднаний з модулем обробки інформативних сигналів від об'єкта дослідження.

Висновки

Фізіотерапевтичний прилад «Промінь-12», що створений авторами, відкриває можливості оптимізації режимів лазерного випромінювання для найбільш ефективною стимулюючої дії на організм хворої людини або тварини. Цей прилад може бути застосований у лікуванні широкого спектру захворювань тварин, що мають значну шорсткість шкіри.

Література

1. Асимов М.М. Стимулирование аэробного метаболизма клеток низкоинтенсивным лазерным излучением / М.М. Асимов, Р.М. Асимов, А.Н. Рубинов и др. // Лазерная медицина. — 2007. — Т.11, Вып.2. — С. 53.

2. Инюшин В.М. Биостимуляция лучом лазера и биоплазма / В.М. Инюшин, П.Р. Чекуров. — Алма-Ата: Казахстан, 1975. — 120 с.
3. Москвин С.В. Основы лазерной терапии / С.В. Москвин, В.А. Буйлин.— М. — Тверь: ООО Изд-во «Триада», 2006. — 256 с.
4. Гейниц А.В. Внутривенное лазерное облучение крови / А.В. Гейниц, С.В. Москвин, Г.А. Азизов. — М. — Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2006. — 144 с.
5. Тимчик Г.С. Интегрировані фізіотерапевтичні системи ТОНТОР / Г.С. Тимчик, В.І. Скицюк, Т.Р. Клочко. — Киев: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», 2007. — 216 с.
6. Голопура С.І. Дослідження стимуляції захисних функцій організму інтегрованим електромагнітним випромінюванням / С.І. Голопура, А.Х.М. Дастжерді, Т.Р. Клочко та інші. // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». — 2008. — Вип.35. — С.154–159.
7. Патент на корисну модель 38208 Україна, МКП (2006) А61N 5/06. Спосіб профілактики і лікування рубцевих утворень / А.Х.М. Дастжерди, Т.Р. Клочко, В.І. Скицюк. Заявка № 2008u09915. Заявл. 30.07.2008. Пріоритет 25.12.2008. Опубл. 25.12.2008. Бюл. №24.

**ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИЙ ПРИБОР «ПРОМИНЬ-12»
ДЛЯ СТИМУЛИРОВАНИЯ РЕГЕНЕРАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР**

Дастжерди А.Х.М., Клочко Т.Р., Скицюк В.И., Голопура С.И.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Приведены описание работы и основные технические характеристики разработанного физиотерапевтического прибора «Проминь-12» для лечения световым излучением в ветеринарной медицине. Предложены режимы работы лазерных излучателей, оптимизированные для регенерации биологических структур, а также иммунных функций организма.

Разработанный прибор может быть использован для лечения широкого спектра заболеваний у животных.

Ключевые слова: *световое излучение, биологические объекты, физиотерапевтические приборы, регенерация биологических тканей.*

**PHYSIOTHERAPY INSTRUMENT «PROMIN'-12»
FOR STIMULATION OF THE BIOLOGICAL STRUCTURES REGENERATION**

Dastjerdi A.H.M., Klotchko T., Skytsiouk V., Golopura S.

National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnical Institute»,

Description of functioning and basic technical characteristics of the developed physiotherapy instrument «Promin'-12» for the treatment by light radiation in veterinary medicine are given. Usage parameters of the laser radiators, which optimized for biological structures regeneration, and immunity of organism are offered. The developed instrument may be using for the treatment of the lot animal's illnesses.

Keywords: *light radiation, biological objects, physiotherapy instruments, regeneration of biological tissues.*