

ПРИЛАДИ І СИСТЕМИ БІОМЕДИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК 621.317.07.089

ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ВЛАСТИВОСТІ ОЗОТОКЕРИТО-ПАРАФІНОВИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ФІЗІОТЕРАПІЇ¹⁾Яненко О. П., ¹⁾Перегудов С. М., ¹⁾Шевченко К. Л., ²⁾Грубник Б. П.¹⁾Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ, Україна

²⁾Фізіотерапевтична поліклініка, Київ, УкраїнаE-mail: e-mail:op291@meta.ua

У роботі розглянуті особливості мікрохвильових випромінювань матеріалів для фізіотерапії. Проведений аналіз досліджень відомих учених щодо аспектів застосування озокерито-парафінової суміші у фізіотерапії показав доцільність визначення рівня власних полів матеріалів. На прикладі озокерито-парафінових аплікацій розглянуто наявність та зміни рівня випромінювання в міліметровому діапазоні протягом технологічного циклу процедури. Показано, що важливою складовою фізіотерапевтичних процедур є мікрохвильове електромагнітне випромінювання, утворюване нагрітою озокерито-парафіною сумішшю. З використанням розробленої авторами експериментальної установки проведені дослідження випромінювальної здатності озокериту, парафіну та їх сумішей в мікрохвильовому діапазоні. Рівень випромінювання чистого озокериту за максимальної терапевтичної температури матеріалів (+50 °C) складає $5,1 \cdot 10^{-13}$ Вт (або $\approx 2,55 \cdot 10^{-13}$ Вт/см²) і співставлений з електромагнітним випромінюванням (ЕМВ) тіла людини. Рівень ЕМВ чистого парафіну за цієї температури сягає тільки $0,71 \cdot 10^{-13}$ Вт, що набагато менше, ніж у людини. Проведено порівняння потужності випромінювання матеріалів з рівнем випромінювання тіла людини. Показано, що в процесі проведення процедури зміна температури призводить до появи позитивних та від'ємних потоків мікрохвильового випромінювання, які мають різний вплив на тіло людини.

Визначено розподіл відносної випромінювальної здатності озокерито-парафінової суміші з різними відсотковими домішками парафіну та динамічні зміни рівня випромінювання матеріалів у процесі їх охолодження. Отримані результати експериментальних досліджень дозволили оцінити взаємодію електромагнітного випромінювання озокерито-парафінових сумішей з власним електромагнітним випромінюванням людини та більш зважено підходити до вибору режимів лікування.

Ключові слова: мікрохвильове електромагнітне випромінювання; фізіотерапевтична процедура; озокерито-парафінова суміш; режим лікування.

Вступ. Постановка проблеми

Пелюди (лікувальні грязі) та парафін є найбільш поширеними речовинами, що використовуються при проведенні фізіотерапевтичних процедур шляхом теплового впливу на ділянку тіла пацієнта, що потребує лікування [1-4]. Серед них озокерит має найбільшу теплоємність і теплоутримуючу здатність та найменшу теплопровідність. До складу озокериту входять церезин (60...85 %), парафін (3...7 %), нафтові масла (5...10 %) і в невеликій кількості асфальтени, бітумоподібні речовини, метан, етилен та ін. [1]. Саме теплофізичні характеристики, утворювані його компонентами, обумовлюють лікувальну дію озокериту. До лікувальних ефектів озокериту, перш за все, слід віднести протизапальну та судинорозширювальну дію. Окрім того, дія озокериту носить також ацетилхоліноподібний, естрогеноподібний та хімічний характер [3].

Парафін, що представляє собою білу безводну речовину, також відрізняється низькою теплопровідністю, високою теплоутримуючою здатністю, проте характеризується відсутністю хімічної активності.

Тому для фізіотерапевтичних процедур застосовують озокерито-парафінові суміші, які, окрім теплової дії, здійснюють і механічний вплив, оскільки при охолодженні зменшується їх об'єм, і спостерігається компресійна дія на ділянку лікування. До того ж, експериментально доведено, що під час зазначених процедур збільшується проникність шкіри, що спричиняє посилений розпад білків і, як наслідок, через ефект «подразнення» прискорення процесів регенерації [2]. Отже, у спеціалізованій літературі, яка описує фізіотерапевтичні процедури застосування озокериту та парафіну, виокремлюють три основні чинники, які при контакті з ділянкою поверхні тіла впливають як безпосередньо на зону лікування,

так і на організм пацієнта в цілому: термічний, механічний та хімічний [1].

Відомо, що нагрівання будь-якого фізичного тіла викликає появу низькоінтенсивного шумоподібного електромагнітного випромінювання (ЕМВ) в широкому діапазоні частот. Низькоінтенсивне випромінювання радіо- і оптичного діапазонів використовуються в різноманітних видах терапії: мікрохвильовій (міліметровій), низькорівневої оптичній (ЛТТТ) та інших [5-7], які застосовуються для впливу на біологічно активні точки і зони та на окремі ділянки поверхні шкіри пацієнтів, з метою нормалізації стану організму людини. Найбільш застосовуваний діапазон частот, який використовується в апаратурі для міліметрової терапії, знаходиться в межах від 30 ГГц до 120 ГГц, в оптичному діапазоні найчастіше застосовують випромінювання з довжиною хвиль від 60 нм до 80 нм [7-9]. Враховуючи зазначене, можна очікувати, що загальний терапевтичний ефект обумовлюватиметься не тільки тепловою, а і мікрохвильовою складовими при виконанні лікувальних процедур. Тому поглиблене вивчення спектрального складу та випромінювальної здатності матеріалів, що використовуються у фізіотерапії, зокрема в озокерито-парафіновій терапії, є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Зокрема, аспектам застосування озокерито-парафінової суміші у фізіотерапії присвячено публікації Л. Ніколової [2], В. С. Улащика [3], Г. Н. Пономаренка [4] та ін. Важливість врахування впливу низькоінтенсивного мікрохвильового випромінювання відображено у працях О. П. Яненка та ін. [5, 9] і оптичного випромінювання – у працях Дж. Ройяса [6] та А. М. Коробова [8]. Умови виникнення позитивних та негативних потоків електромагнітного випромінювання вказані у статтях О. П. Яненко та ін. [5, 9, 11], а приклади їх застосування у медичній практиці наведені Б. П. Грубником та ін. у праці [10] і Ю. О. Скрипником та ін. у працях [7, 9, 11].

Метою статті є проведення експериментальних досліджень випромінювальної здатності в мікрохвильовому діапазоні озокериту та парафіну, а також їх сумішей. Як зазначалося вище, мікрохвильове електромагнітне випромінювання є супутнім фактором під час проведення відповідних фізіотерапевтичних процедур. Даний фактор здебільшого не враховується, проте може суттєво впливати на функціональний стан організму (див., наприклад, [5, 7]). Тому доцільно визначити рівень власного ЕМВ матеріалів, насамперед, в міліметровому діапазоні довжин хвиль, для подальшого

врахування його впливу при проведенні фізіотерапевтичних процедур.

Теоретичні відомості та основи дослідження

Обмін тепловою енергією між поверхнями аплікатора з озокерито-парафінової суміші та шкіри пацієнта може здійснюватись в основному завдяки явищам теплопровідності електромагнітного випромінювання.

Явище теплопровідності описується відомим законом Фур'є

$$P_T = \lambda \text{grad} T \cdot \sigma_0, \quad (1)$$

де λ – коефіцієнт теплопровідності речовини або біотканини;

$\text{grad} T$ – градієнт температур між озокерито-парафіновим аплікатором та шкірою;

σ_0 – площа поверхні аплікатора, що контактує зі шкірою.

Відомо також, що при нагріванні фізичні тіла випромінюють електромагнітні хвилі в широкому діапазоні частот. Відповідно до закону Планка, спектральний розподіл густини електромагнітної енергії, випромінюваної елементом одиничного об'єму тіла, описується формулою

$$S(f, T) = \beta h f \left[\frac{1}{\exp(hf/kT) - 1} + \frac{1}{2} \right], \quad (2)$$

де $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К – стала Больцмана;

$h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с – стала Планка;

T – температура тіла;

f – частота випромінювання;

β – коефіцієнт випромінювальної здатності об'єкта (для абсолютно чорного тіла $\beta = 1$).

Оскільки суттєвий вплив на стан живого організму чинить випромінювання міліметрової частини мікрохвильового діапазону [7, 9, 10], для якого виконується співвідношення $hf \ll kT$, то (2) переходить у формулу Найквіста

$$S(f, T) = \beta k T, \quad (3)$$

і відповідно у діапазоні частот Δf радіометричний приймач здатний зафіксувати потужність випромінювання нагрітого тіла

$$P = S(f, T) \Delta f = \beta k T \Delta f. \quad (4)$$

Проте коефіцієнти випромінювальної здатності аплікатора β_A та біотканини β_H відрізняються, внаслідок чого між ними утворюються потоки обміну ЕМВ, які можна визначити як

$$\Delta P = (\beta_H - \beta_A) k T \Delta f. \quad (5)$$

Причому по відношенню до тіла людини можуть реалізуватись як додатні (позитивні)

потоки, коли аплікатор випромінює більше ніж шкіра пацієнта, так і від'ємні (негативні) у протилежному випадку. В останньому випадку запальний процес може додатково пригнічуватись [5, 10 - 13].

Слід зазначити, що випромінювальна здатність озокерито-парафінового аплікатора β_A визначається кутом діелектричних втрат δ_A і діелектричною проникністю ϵ_A складових суміші озокериту та парафіну, які слід вважати залежними від температури. Крім того, слід враховувати також частотну залежність зазначених характеристик, яка особливо характерна для міліметрового діапазону, причому як для фізичних матеріалів, так і для біотканин (див., наприклад, [12]). Таким чином, слід вважати для аплікатора коефіцієнт випромінювальної здатності є функцією двох змінних $\beta_A(f, T)$, а для поверхні шкіри пацієнта – однієї змінної $\beta_H(T)$. Водночас, температурні залежності їх відрізняються. Усе це суттєво ускладнює теоретичний аналіз процесу енергетичної взаємодії.

Коефіцієнт випромінювальної здатності аплікатора в мікрохвильовому діапазоні, враховуючи специфіку фізіотерапевтичних процедур, доцільно визначати відносно поверхні шкіри пацієнта за формулою

$$\beta_A(f, T) = P_A(f, T) / P_H(f). \quad (6)$$

де P_A , P_H – інтегральна потужність випромінювання відповідно аплікатора та поверхні шкіри людини у робочій смузі частот радіометричного приймача.

Враховуючи вище наведене, а також відсутність літературних даних щодо наявності та рівня мікрохвильової компоненти розглянутих матеріалів, яка має значний вплив на біологічні об'єкти, авторами було проведено експериментальне дослідження випромінювальної здатності озокерито-парафінової суміші, з урахуванням особливостей технологічного процесу лікування.

Апаратура та методика проведення дослідження

Для дослідження випромінювальної здатності в мікрохвильовому діапазоні були використані матеріали, які найбільш часто застосовуються в фізіотерапії – озокерит з родовища Борислава, Львівської області, ВАТ «ТД Екомед», з датою виготовлення січень 2019 рік, а також очищений парафін, з аптечної розфасовки.

Дослідження мікрохвильових параметрів обраних матеріалів, враховуючи відмічені особливості фізичних тіл при нагріванні, проводилось за такою методикою. Досліджуваний

матеріал розміщувався у металевому контейнері циліндричної форми радіусом 10 мм (що за величиною збігалось з радіусом апертури рупорної приймальної антени) та висотою 12 мм. Спочатку контейнер з матеріалом нагрівався у термостаті типу ТС-80М-2 до заданої максимальної технологічної температури (50°C), значення якої автоматично контролювалось з точністю $\pm 0,25^\circ\text{C}$. Додатково температура нагріву контролювалась спиртовим термометром. Нагрівання зразків проводилось протягом 30 хв. після виходу термостату на усталений режим. Вимірювання потужності електромагнітного мікрохвильового випромінювання зразків матеріалів проводилось за допомогою експериментальної установки, структурна схема якої представлена на рис. 1.

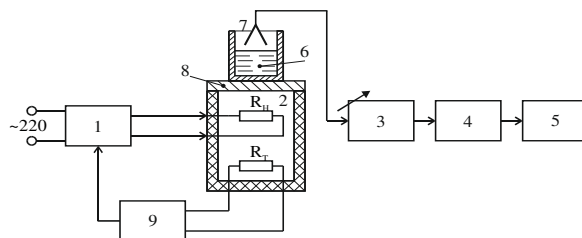


Рис. 1. Структурна схема експериментальної установки для оцінки випромінювальної здатності матеріалів у мікрохвильовому діапазоні

До складу експериментальної установки входять: 1 – джерело живлення; 2 – терморегулятор; 3 – атенуатор; 4 – канал перетворення мікрохвильового електромагнітного випромінювання; 5 – вимірювальний прилад; 6 – досліджуваний матеріал у контейнері; 7 – приймальна рупорна антена конічної форми; 8 – металева пластина термостату; 9 – регулятор температури.

Температуру на пластині підігрівача-термостата 8, за допомогою регулятора температури 9, попередньо встановлювали однаковою з температурою термостата ТС. Вимірювання температури пластини проводили за допомогою контактного термометра, цифрового вольтметра В7-27А. Під час вимірювань приймальна антена розміщувалась безпосередньо біля контейнера.

В процесі проведення дослідження мікрохвильових параметрів матеріалів проводилось вимірювання та оцінка:

- середнього рівня випромінювання поверхні шкіри людини (долонь рук двох респондентів);
- зміни рівня випромінювання, за повторного використання озокериту протягом курсу лікування з додавкою свіжого матеріалу;
- рівня випромінювання чистого озокериту та парафіну за максимальної терапевтичної температури матеріалів (+50°C);

- зміни рівня потужності ЕМВ матеріалів у процесі їх охолодження;
- рівня потужності ЕМВ озокериту залежно від відсотку домішок парафіну;
- порівняння випромінювальної здатності матеріалів із середнім рівнем випромінювання тіла людини.

Враховуючи, що озокерит та парафін є складовими покладів природної нафти, авторами додатково проведено також вимірювання рівня випромінювання зразка нафти з родовища «Академіка Шпака» НАК «Нафтогаз» України, який склав $2,3 \cdot 10^{-13}$ Вт.

Середній рівень потужності випромінювання поверхні долоні людини (обмеженою площиною апертури антени 2 см^2), двох респондентів, виміряний за допомогою РС, складає $P_H = (4,5 \pm 0,5) \cdot 10^{-13}$ Вт у смузі частот $52 \pm 0,1$ ГГц або, з урахування площі апертури вимірювальної антени, $2,25 \cdot 10^{-13}$ Вт/см².

Зазвичай рекомендований курс лікування складає до 10 процедур з 25 % добавкою свіжого матеріалу перед кожною процедурою. Вимірювання відібраних зразків протягом курсу лікування суттєвих змін параметрів ЕМВ залежно від добавок свіжих порцій озокериту не виявили.

Розподіл відносної випромінювальної здатності озокерито-парафінової суміші з різними відсотковими домішками парафіну та динамічні зміни рівня випромінювання матеріалів в процесі їх охолодження представлені на рис. 2.

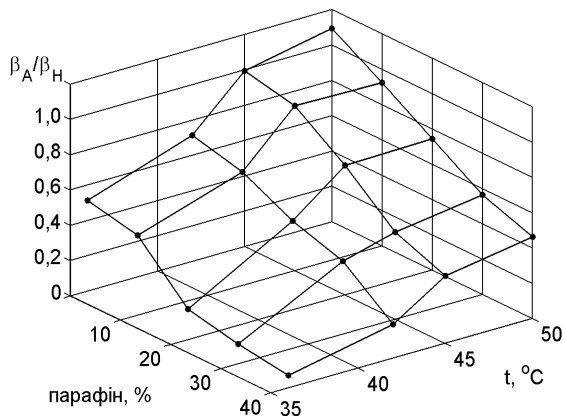


Рис. 2. Залежність відносної випромінювальної здатності озокерито-парафінової суміші від температури та змісту парафіну

Абсолютні значення рівня ЕМВ за максимальної терапевтичної температури 50°C наведені в табл. 1. Із табл. 1 видно, що рівень випромінювання чистого озокериту за максимальної терапевтичної температури матеріалів ($+50^\circ\text{C}$) складає $5,1 \cdot 10^{-13}$ Вт (або $\approx 2,55 \cdot 10^{-13}$ Вт/см²) і співставлений з ЕМВ тіла

людини. Рівень ЕМВ чистого парафіну за цієї температури сягає тільки $0,71 \cdot 10^{-13}$ Вт, що набагато менше, ніж у людини і може стати причиною формування від'ємного потоку ЕМВ. Причому інтенсивність такого потоку збільшується зі збільшенням його відсоткового змісту в суміші з озокеритом.

Таблиця 1. Рівень випромінювання та випромінювальна здатність за терапевтичної температури $+50^\circ\text{C}$

Об'єкт досліджень		$P, 10^{-13}$ Вт	β_A/β_H
1. Суміш (у %):			
озокерит	парафін		
100	0	5,1	1,10
90	10	4,5	0,90
80	20	2,9	0,78
70	30	2,4	0,59
60	40	1,8	0,45
0	100	0,7	0,15
2. Нафта		2,3	0,51
3. Людина		4,5	1

Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Таким чином, як показали експериментальні дослідження, матеріали, що використовуються в озокерито-парафінової фізіотерапії формують низькоінтенсивні електромагнітні випромінювання, які поряд з тепловою дією впливають на організм пацієнта.

2. Залежно від температури аплікатор з чистого озокериту за максимальної температури формує низькоінтенсивний додатний потік ЕМВ. Зниження температури аплікатора менше 50°C призводить до формування від'ємного потоку ЕМВ, який збільшується при подальшому його охолодженні.

Сумарна потужність озокеритного аплікатора, наприклад, розміром 100 см^2 може складати $2,55 \cdot 10^{-11}$ Вт, що співставляється з рівнями, які використовуються в міліметровій терапії [5, 13].

3. Використання озокерито-парафінової суміші в діапазоні терапевтичних температур призводить до формування від'ємного потоку ЕМВ, який збільшується при збільшенні відсотку парафіну в суміші.

4. Експериментальні дослідження ЕМВ матеріалів для озокерито-парафінової терапії показали складність електромагнітних мікрохвильових процесів, які мають вплив та взаємодіють з електромагнітним полем організму людини і потребують їх врахування при проведенні фізіотерапії.

Література

- [1] *Посібник з фізіотерапії*. С. М. Фіногенов, Ред. Київ, СРСР: Здоров'я, 1973.
- [2] *Специальная физиотерапия*, Л. Николова, Ред. София, Болгария: Медицина и физкультура, 1983.
- [3] В. С. Улащик, И. В. Лукомский, *Общая физиотерапия: Учебник*. Минск, Республика Беларусь: Книжный дом, 2008.
- [4] *Физиотерапия: Национальное руководство*, Г. Н. Пономаренко, Ред. Москва, РФ: ГЭОТАР Медиа, 2009.
- [5] О. П. Яненко, С. М. Перегудов, І. В. Федотова, О. Д. Головчанська, "Апаратура та технології низькоінтенсивної міліметрової терапії", *Вісник НТУУ «КПІ». Серія – Радіотехніка. Радіоапаратобудування*, Вип. 59, с. 103-110, 2014.
- [6] J. C. Rojas, F. Gonzalez-Lima, "Low-level light therapy of the eye and brain", *Eye and Brain*, no 3, pp. 49-67, 2011.
- [7] С. П. Ситько, Ю. А. Скрипник, А. Ф. Яненко, *Аппаратурное обеспечение современных технологий квантовой медицины*. Киев, Украина: ФАДА, ЛТД, 1999.
- [8] А. М. Коробов, В. А. Коробов, Т. А. Лесная, *Фототерапевтические аппараты Коробова серии «Барва»*. Харьков, Украина: ХНУ им. В. Н. Каразина, 2008.
- [9] Ю. А. Скрипник, А. Ф. Яненко, В. Ф. Манойлов и др. *Микроволновая радиометрия физических и биологических объектов*, Ю. А. Скрипник, Ред. Житомир, Украина, 2003.
- [10] Б. П. Грубник, Е. Н. Горбань, С. Н. Перегудов, А. Ф. Яненко и др., "Применение низкотемпературных генераторов шума в практической медицине", *Український журнал медичної техніки і технології*, № 1-2, с. 16-23, 2005.
- [11] Oleksiy Yanenko, Konstantyn Shevchenko, Vladyslav Malanchuk, Oleksandra Golovchanska, «Microwave Evaluation of Electromagnetic Compatibility of Dielectric Remedial and Therapeutic Materials with Human Body» *International Journal of Materials Research*, USA, Vol.7, No 1, pp. 37-43, 2019.
- [12] *Conn's Handbook of Models for Human Aging* (Second Edition), Jeffrey L. Ram, P. Michael Conn. Eds. Academic Press, 2018, pp. 939-952.
- [13] О. Яненко, "Low-intensive microwave ave signals in biology and medicine", *Journal of Human Physiology*, Vol. 01, Issue 01, Singapur, pp. 29-41, 15.11. 2019.

УДК 621.317.07.089

¹⁾А. Ф. Яненко, ¹⁾С. Н. Перегудов, ¹⁾К. Л. Шевченко, ²⁾Б. П. Грубник¹⁾ *Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*, Киев, Украина²⁾ *Физиотерапевтическая поликлиника*, Киев, Украина

ЕЛЕКТРОМАГНИТНІ СВОЙСТВА ОЗОТОКЕРИТО - ПАРАФІНОВИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ФІЗИОТЕРАПІЇ

В роботі розглянуті особливості мікроволнових випромінювань матеріалів для фізіотерапії. Проведений аналіз досліджень відомих учених щодо застосування озокерито-парафінової суміші в фізіотерапії показав доцільність визначення рівня власних полів матеріалів. На прикладі озокерито-парафінових аплікацій розглянуто наявність і зміни рівня випромінювання в міліметровому діапазоні, в процесі технологічного циклу процедури. Показано, що важливою складовою фізіотерапевтичних процедур є мікроволнове електромагнітне випромінювання (ЕМВ), створюване нагрітою озокерито-парафіновою сумішшю. С використанням розробленої авторами експериментальної установки проведено дослідження випромінювальної здатності озокерита, парафіна і їх сумішей в мікроволновому діапазоні. Рівень випромінювання чистого озокерита при максимальній терапевтичній температурі матеріалів (+ 50 °С) $5,1 \cdot 10^{-13}$ Вт (або $\approx 2,55 \cdot 10^{-13}$ Вт/см²) і порівняємо з рівнем випромінювання тіла людини. Рівень ЕМВ чистого парафіна при цій температурі набагато менше, ніж у людини, і досягає лише $0,71 \cdot 10^{-13}$ Вт. Проведено порівняння потужності випромінювання матеріалів з рівнем випромінювання тіла людини. Показано, що в процесі проведення процедури зміна температури призводить до виникнення позитивних і негативних потоків мікроволнового випромінювання, які мають різне вплив на тіло людини. Визначено розподіл відносної випромінювальної здатності озокерито-парафінової суміші з різними процентними долями парафіна, а також динамічні зміни рівня випромінювання матеріалів в процесі їх охолодження. Отримані результати експериментальних досліджень дозволили оцінити взаємодію електромагнітного випромінювання озокерито-парафінових сумішей з власним електромагнітним випромінюванням людини і більш повільно підходити до вибору режимів лікування.

Ключові слова: мікроволнове електромагнітне випромінювання; фізіотерапевтична процедура; озокерито-парафінова суміш; режим лікування.

¹⁾O. P. Yanenko, ¹⁾S. M. Peregodov, ¹⁾K. L. Shevchenko, ²⁾B. P. Grubnik

¹⁾National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»,
Kyiv, Ukraine

²⁾Physiotherapeutic polyclinic, Kyiv, Ukraine

ELECTROMAGNETIC PROPERTIES OF OZOKERITE - PARAFFIN MATERIALS FOR PHYSIOTHERAPY

The peculiarities of microwave radiation of materials for physiotherapy are considered in the work. The analysis of researches of known scientists concerning aspects of application of ozokerite-paraffin mix in physiotherapy has shown expediency of definition of level of own fields of materials. On the example of ozokerite-paraffin applications the presence and changes of radiation level in mm range during the technological cycle of the procedure are considered. It is shown that an important component of physiotherapy procedures is microwave electromagnetic radiation generated by a heated ozokerite-paraffin mixture. Using the experimental setup developed by the authors, studies of the emissivity of ozokerite, paraffin and their mixtures in the microwave range. The scheme of experimental installation for estimation of emissivity of materials in a microwave range is resulted. The radiation level of pure ozokerite at the maximum therapeutic (+ 50 °C) $5,1 \cdot 10^{-13}$ W (or $\approx 2,55 \cdot 10^{-13}$ W/cm²) and is compared with the EMR of the human body. The level of EMR of pure paraffin at this temperature reaches only $0,71 \cdot 10^{-13}$ W, which is much less than in humans.

It is shown that during the procedure, the change in temperature leads to the appearance of positive and negative fluxes of microwave radiation, which have different effects on the human body.

The distribution of the relative emissivity of ozokerite-paraffin mixture with different percentage of paraffin impurities and dynamic changes in the radiation level of materials during their cooling are determined.

The obtained results of experimental researches allowed to estimate the interaction of electromagnetic radiation of ozokerite-paraffin mixtures with the person's own electromagnetic radiation and to take a more balanced approach to the choice of treatment regimens.

Key words: microwave electromagnetic radiation; physiotherapy procedure; ozokerite-paraffin mixture; treatment regimen.

*Надійшла до редакції
24 вересня 2020 року*

*Рецензовано
07 жовтня 2020 року*