

УДК 621.317: 616.314

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИПРОМІНЮВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ЦЕМЕНТІВ ДЛЯ ФІКСАЦІЇ ОРТОПЕДИЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ

¹⁾Яненко О. П., ¹⁾Шевченко К. Л., ²⁾Симоненко В. С.

¹⁾Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

²⁾Національний медичний університет ім. О. Богомольця, Київ, Україна

E-mail: op291@meta.ua

В практиці ортопедичної стоматології використовуються різноманітні конструкції для протезування та відновлення дефектів щелепно-лицевої ділянки пацієнтів. В більшості своїй використовуються протези незнімної конструкції, які фіксуються на тканинах зуба за допомогою спеціальних цементів.

На даний час використовують багато різновидів порошків для виготовлення цементів, які виробляють у Німеччині, Чехії, Японії та інших країнах.

Основними характеристиками таких матеріалів вважають фізико-механічні, клініко-технологічні та фізико-хімічні властивості. Ці властивості є основними при розробці та виготовленні порошкового матеріалу, який складає основу фіксуючого цементу. Саме цемент теж характеризується рядом параметрів, які дозволяють оцінити його якість та тривалість експлуатації:

- товщина плівки, яка формується на ділянці установки протезу;
- час затвердіння цементу та можливий час використання;
- міцність на стискання та згинання в робочому стані протезу;
- водопоглинальні та водостійкі властивості.

Важливими характеристиками також є адгезійні властивості цементів щодо навколишніх тканин. Тут можна виділити адгезію до металу, кераміки, дентину та емалі [1].

Всі порошкові субстанції для цементу і сам цемент є діелектричними матеріалами. Відомо, що при нагріванні діелектрики випромінюють у навколишній простір електромагнітні хвилі шумового характеру в широкому частотному діапазоні. Повною мірою це відноситься і до ортопедичних конструкцій, імплантованих в тканини організму людини.

Інтегральну потужність, яка при цьому випромінюється діелектричним матеріалом, оцінюють за формулою Найквіста:

$$P = G(f, T) \Delta f = \beta k T \Delta f, \quad (1)$$

де $G(f, T)$ – спектральна щільність шумового випромінювання матеріалу на частоті аналізу f за термодинамічної температури матеріалу T ; k – постійна Больцмана; β – коефіцієнт випромінювальної здатності об'єкта (для сірих тіл $\beta < 1$, для абсолютно чорного тіла (АЧТ) $\beta = 1$); Δf – смуга аналізу вимірювального пристрою (радіометра).

Тканини людини та діелектричні імплантати характеризуються різними значеннями випромінювальної здатності β . При наявності такої різниці між ними можливе виникнення електромагнітної несумісності. При цьому створюються потоки електромагнітного випромінювання, які по різному впливають на прилеглі до імплантату ділянки тканин організму людини [2]. У зв'язку з цим авторам представляється корисним проведення досліджень випромінювальної здатності найбільш поширених зразків цементів, використовуваних для фіксації ортопедичних конструкцій.

Метою даного дослідження є оцінка випромінювальної здатності цементів та порівняння рівня їх електромагнітної сумісності з біологічними тканинами.

Об'єкти дослідження

Для проведення досліджень кафедрою ортопедичної стоматології НМУ ім. О. Богомольця були представлені зразки матеріалів, з яких виготовляються фіксуючі цементи. Зокрема для досліджень використані наступні матеріали.

1 Цинкофосфатний цемент Adhesor Fine. Тонкозернистий порошок, який забезпечує можливість аплікації тонким шаром (25 мкм). Виготовляється компанією Adhesor Fine, AT Spofa Dental CZ (Чехія).

2. Цинкофосфатний цемент Adhesor Cordotone. Характеристики аналогічні матеріалу п. 1.

3. Склоіономірний рентгеноконтрасний цемент GC Fuji підвищеної міцності. Виготовляється компанією GC CORPORATION (Японія).

4. Склоіономірний, рентгеноконтрасний цемент Ketac Cem radipagne. Виготовляється в Німеччині.

5. Целікон Ф – склоіономірний, двухкомпонентний, рентгеноконтрасний цемент. Забезпечує хорошу герметичність та довготермінове виділення фтору, що укріплює тверду тканину зубів. Виготовляється компанією «Владмива».

Методика та технологія проведення досліджень

Дослідження випромінювальної здатності зразків цементу проводились в лабораторії мікрохвильової радіометрії та НВЧ вимірювань НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського».

З порошкоподібного матеріалу виготовлялися зразки цементу діаметром 8 мм та вкладалися в металевий контейнер, за розміром апертури приймальної антени високочутливого радіометра. Контейнери із зразками цементу розміщувалися в стандартний термостат ТВС-80, налаштований на температуру 37° С і витримувалися протягом 20 хвилин.

Для вимірювання випромінювальної здатності використовувалась атестована радіометрична система НУ-2. Дослідження проводилось на частоті 51 ГГц. Підтверджена чутливість радіометричної системи забезпечується на рівні 10^{-14} Вт, зі смугою аналізу $\Delta f = 10^8$ Гц.

Після нагрівання контейнер зі зразком цементу розміщувався під апертурою приймальної антени радіометричної системи і проводилось вимірювання рівня випромінювання. Для порівняння проводилось також вимірювання рівня

випромінювання поверхні шкіряного покриву долоні трьох учасників експерименту та фрагменту тваринної кістки.

Результати вимірювання наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Результати вимірювання випромінювальної здатності

№	Досліджуваний об'єкт	Рівень потужності P_M (10^{-13} Вт)	Коефіцієнт β_M	Електромагнітна сумісність з тканинами, %
1	Поверхневі тканини людини	2,7	0.64	100
2	Зразок тваринної кістки	3,15	0,75	117
3	Adhesor Fine	2,65	0.63	98
4	Adhesor Cordotone	2,4	0,57	89
5	Целікон Ф	1,6	0,38	59
6	GC Fuji	0,9	0,21	32
7	Ketac Cem radipagne	0,55	0,13	20

Випромінювання АЧТ за температури тіла людини 310 К, смуги частот 10^8 Гц, розраховане за формулою (1) складає $P_{АЧТ}=4,2 \cdot 10^{-13}$ Вт. Скориставшись формулою Кірхгофа, можна розрахувати коефіцієнт випромінювальної здатності досліджуваних матеріалів β_M (див. табл. 1).

$$\beta_M = P_M / P_{АЧТ},$$

де P_M - потужність випромінювання зразка цементу, виміряна РС; $P_{АЧТ}$ - розраховане значення потужності АЧТ.

Висновки

1. В процесі проведених експериментально-розрахункових досліджень визначені коефіцієнти випромінювальної здатності β_M 5 зразків цементів.

2. Зразки, позначені в таблиці номерами 3-5, мають високий рівень електромагнітної сумісності з біологічною тканиною (60-98 %). Зразки 6 та 7 характеризуються значно меншим рівнем випромінювальної здатності і, відповідно, меншими показниками електромагнітної сумісності з поверхневими тканинами. Це необхідно враховувати при використанні даних матеріалів.

Ключові слова: ортопедичні конструкції, фіксуючий цемент, радіометр, електромагнітна сумісність.

Література

- [1] В. М. Мацевитый, И. Б. Казак, К. В. Вакуленко. *Физико-технические аспекты адгезии твердых тел*. НАНУ, Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України. Київ: Наукова думка, 2010.
- [2] O. Yanenko, K. Shevchenko, V. Malanchuk, O. 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.