

УДК 616.314-073.75:343.982.323

С.Б. КОСТЕНКО, В.Д. МІШАЛОВ, В.І. РАДЬКО

Ужгородський національний університет, стоматологічний факультет, кафедра ортопедичної стоматології, Ужгород

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНОГО МЕТОДУ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПЛОМБУВАЛЬНИХ СТОМАТОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

У статті представлено теоретичне обґрунтування спектrophотометричних методів, які можуть бути використані в судово-медичній стоматології при ідентифікації основних стоматологічних матеріалів, зокрема макронаповнених, мікронаповнених, гібридних та нанокompозитних пломбувальних матеріалів.

Ключові слова: спектрометрія, поглинання, відбивання, проходження, судова стоматологія, судова медицина

Вступ. Одним із невирішених питань сучасної стоматологічної галузі є судово-медичні та правові аспекти оцінки якості надання стоматологічної допомоги населенню. Судова стоматологія в Україні є однією з наймолодших розділів медичної науки, яка займається організацією та проведенням комплексних судово-медичних експертиз, розробкою та вдосконаленням методів ідентифікації основних стоматологічних матеріалів, оцінкою якості проведення лікування, встановленням віку та ідентифікацією живих та померлих осіб [1, 2, 7].

Поширеність карієсу в Україні становить 94–96%, а в Закарпатській області в умовах біодефіциту фтору та йоду за даними Казакової Р.В. та співавторів [4] ця патологія складає 96–98%, що обумовлює потребу в лікуванні карієсу.

Розвиток матеріалознавства в стоматології та поширеність реставрацій обумовлює потребу лікарів-стоматологів у використанні матеріалів з високими оптичними властивостями [1]. Аналіз літератури свідчить про найбільшу кількість судових позовів, пов'язаних з проблемами в наданні стоматологічної допомоги, зокрема використання неякісних пломбувальних матеріалів, наслідком чого є зміна кольору, сколи реставрацій та посттерапевтичні ускладнення. В судових позовах постає питання з ідентифікації стоматологічних матеріалів, з метою визначення вартості стоматологічних послуг та якості надання стоматологічної допомоги. Саме тому за відсутності зручних та вірогідних методів ідентифікації основних стоматологічних матеріалів у судово-медичній та стоматологічній практиці, їх розробка та впровадження є своєчасним науковим за-

вданням для розширення критеріїв доказової бази стоматологічної експертизи.

Мета дослідження. Розробити лабораторні спектrophотометричні методи ідентифікації пломбувальних матеріалів для обґрунтування доказової бази та можливості використання в судовій стоматології.

Матеріали та методи. Дослідження проводилися на базі «Наукового-навчального центру судової стоматології» та кафедри оптики фізичного факультету Ужгородського національного університету. В експерименті використовували спектральну установку на базі спектрометра, набір основних стоматологічних матеріалів.

Спектроскопія як розділ фізики вивчає електромагнітні випромінювання, охоплює широке коло теоретичних і практичних питань [3, 5, 6, 8]. Дослідження спектрів електромагнітного випромінювання дозволяє отримати відомості про систему рівнів енергії атомів, молекул та утворених із них макроскопічних систем, а також важливу інформацію про квантові переходи між рівнями енергії, що пов'язано з будовою і властивостями речовини. Механізми взаємодії світла з речовиною, перенесення енергії збудження, фотохімічні реакції, фотопровідність – також є предметом досліджень в спектроскопії. При взаємодії світла з речовиною суттєвих змін зазнають як світло, так і речовина. Методи спектроскопії широко використовуються в фізико-хімічному аналізі [6] внаслідок високої їх чутливості і точності, але ці методи майже невикористовуються для досліджень в стоматології та судовій медицині. Тому метою нашої роботи було теоретичне обґрунтування та вдосконалення методики спектrophотометрії для іденти-

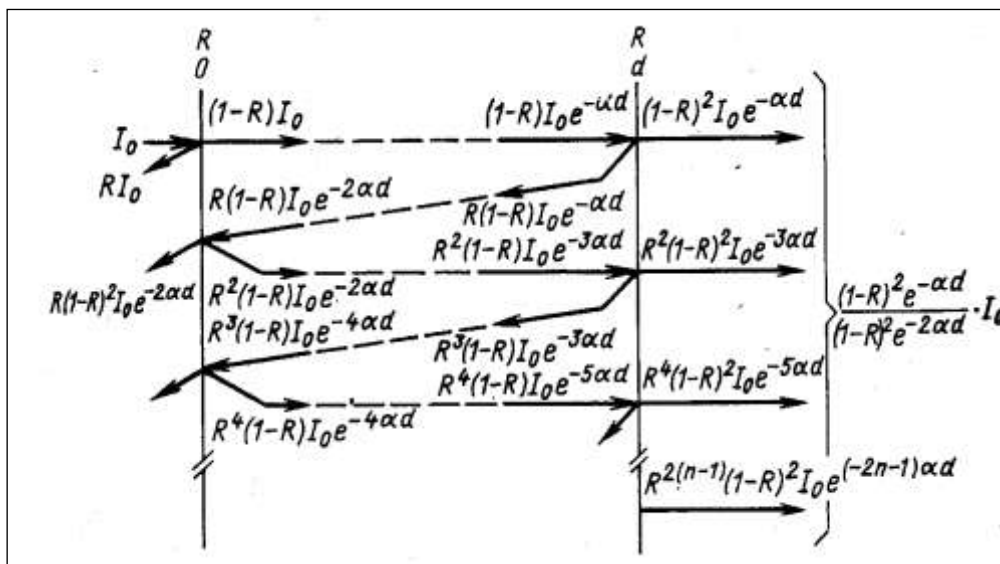


Рис. 1. Потіки енергії в системі з багаторазовим внутрішнім відбиванням.

Якщо I_R – інтенсивність відбитого світла, то його частка відносно інтенсивності падаючого випромінювання складе величину:

$$R = \frac{I_R}{I_0}, \tag{1}$$

яка називається коефіцієнтом відбивання. Залежність коефіцієнта відбивання речовини від енергії кванта падаючого світла ($h\nu$) або довжини хвилі (λ) називається спектром відбивання.

З врахуванням відбивання через першу поверхню зразка пройде випромінювання $(1-R)I_0$. Внаслідок поглинання світла в шарі товщиною dx , інтенсивність випромінювання I за одиницю часу зменшиться на dI . Тому можна записати:

$$-dI = \alpha I dx. \tag{2}$$

Величина α , яка визначає кількість поглинутої енергії речовиною із пучка одиничної інтенсивності в одиницю часу в шарі одиничної товщини, має

назву коефіцієнта поглинання. Проінтегрувавши вираз (2), знайдемо інтенсивність випромінювання, яке досягло другої поверхні пластинки:

$$I = 1 - R I_0 e^{-\alpha d}. \tag{3}$$

Формула (3) – це закон Ламберта-Бугера, який враховує одноразове відбивання світла від поверхні зразка. Світло, відбите у внутрішню частину зразка, як впливає із рис. 1, вийде з нього ослаб-

леним. З урахуванням багаторазового відбивання формула для коефіцієнта пропускання $T = I/I_0$, що є відношенням інтенсивності світла

$$I = \frac{(1 - R)^2 e^{-\alpha d}}{1 - R^2 e^{-2\alpha d}} \cdot I_0, \tag{4}$$

яке пройшло через зразок товщиною d , до інтенсивності падаючого світла I_0 , буде:

$$T = \frac{(1 - R)^2 e^{-\alpha d}}{1 - R^2 e^{-2\alpha d}}. \tag{5}$$

Якщо добуток αd великий, то можна знехтувати другим членом в знаменнику (5). В цьому випадку інтенсивність світла, що пройшла через

зразок товщиною d , з врахуванням відбивання, дорівнюватиме:

$$I = 1 - R^2 I_0 e^{-\alpha d}. \tag{6}$$

Із наведених формул одержимо вираз для коефіцієнта поглинання:

$$\alpha = \frac{1}{d} \ln \frac{(1-R)^2 + \sqrt{(1-R)^4 + 4T^2R^2}}{2T}. \quad (7)$$

Коефіцієнт поглинання α є характеристикою середовища і залежить від довжини хвилі випромінювання. Залежність α від енергії падаючого на речовину кванта світла $\alpha h\nu$ або довжини хвилі $\alpha(\lambda)$ називають спектром поглинання.

Для точного встановлення залежності $\alpha h\nu$, як було показано Освальдом, необхідно провести вимірювання на зразках різної товщини, а також врахувати багаторазові відбивання.

Методика експеримента. Світло від джерела випромінювання (лампа розжарювання) прямує на призму спектрофотометра СФ-2 (рис. 2) і розкла-

дається в спектр. У пази для досліджуваних зразків встановлюються відповідні зразки, які використовуються для пломбування зубів у стоматології. Пройшовши через зразок, світло певної довжини хвилі падає на фотоелектронний помножувач (ФЕП) і створює в ланцюзі підсилювача та ФЕПа фотострум, величина якого пропорційна інтенсивності цього випромінювання (рис. 2). Сила фотоструму мала (10-10-10-8 А) і не може бути виміряна амперметром. Тому вимірюється не фотострум, а напруга на виході підсилювача. Ця напруга пропорційна фотоструму, а, отже, й інтенсивності падаючого на фотодіод випромінювання.

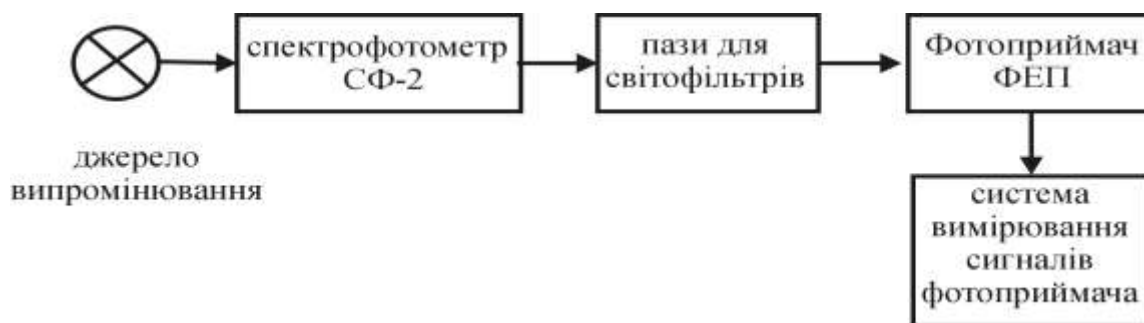


Рис. 2. Блок-схема вимірювальної установки

Якщо в пазах для зразків немає зразка, то матимемо суцільний спектр випромінювання вольфрамової нитки лампи розжарювання (без врахування спектральної чутливості ФЕП). Якщо в пазах знаходяться зразок, то отримаємо спектр пропускання досліджуваного зразка. Порівнюючи його із спектром випромінювання вольфрамової нитки, можна визначити спектр поглинання і приблизно

виміряти довжину хвилі, відповідну межі поглинання зразка.

Висновки. Застосування вдосконалених методів спектрофотометрії дозволяє проводити ідентифікацію основних стоматологічних матеріалів, здатних пропускати, відбивати, поглинати світлові хвилі в діапазоні (400–800 нм.) та застосувати в судово-медичній та стоматологічній практиці для ідентифікації стоматологічних матеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Борисенко А.В. Композиционные пломбирочные и облицовочные материалы в стоматологии / А.В. Борисенко, В.П. Неспрядко. — К.: Книга Плюс, 2002. — 224 с.
2. Бородавский Е.В. Терапевтическая стоматология / Е.В. Бородавский, В.С. Иванов, Ю.М. Максимович [и др.]. — М.: Медицина, 2001. — 736 с.
3. Зайдель А.Н. Техника и практика спектроскопии / А.Н. Зайдель, Г.В. Островская, Ю.И. Островский. — М.: Наука, 1976. — 392 с.
4. Казакова Р.В. Порівняльний аналіз показників карієсу зубів і захворювань тканин пародонта у підлітків, які проживають у різних екологічних умовах / Р.В. Казакова, В.С. Мельник, М.В. Білищук // Новини стоматології. — 2013. — № 1. — С. 78–79.
5. Киреев П.С. Физика полупроводников / П.С. Киреев. — М.: Высшая школа университета, 1977. — 384 с.
6. Лебедева В.В. Техника оптической спектроскопии / В.В. Лебедева. — М.: Изд-во Моск. университета, 1997. — 386 с.
7. Леонтьев В.К. Каріес зубів — сложеные и нерешение проблемы / В.К. Леонтьев // Новое в стоматологии. — 2003. — Т. 114. № 6. — С. 6–7.
8. Шалимова К.В. Физика полупроводников / К.В. Шалимова. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 391 с.

7. Леонтьев В.К. Кариес зубов — сложенные и нерешение проблемы / В.К. Леонтьев // Новое в стоматологии. — 2003. — Т. 114. № 6. — С. 6—7.
8. Шалимова К.В. Физика полупроводников / К.В. Шалимова. — М.: Энергоатимиздат, 1985. — 391 с.

S.B. KOSTENKO, V.D. MISHALOV, V.I. RADKO

Uzhhorod National University, Faculty of Stomatology, Department of Ortopedic stomatology, Uzhhorod

THE THEORETICAL ARGUMENTATION FOR SPECTROPHOTOMETRIC IDENTIFICATION METHOD OF COMMON DENTAL MATERIALS

Article represents a theoretical argumentation for photospectroscopy measuring methods that can be used in forensic dentistry during identification of major dental materials, including filling materials which classified into the specific structure groups, such as macrofilling, microfilling, and hybrid nanocomposites.

Key words: spectrometry, absorption, reflection, transmission, forensic dentistry, forensic medicine

Стаття надійшла до редакції: 9.12.2014 р.