



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **77728** (13) **U**  
(51) МПК (2013.01)  
**A61B 10/00**  
**A61C 19/04** (2006.01)  
**G01N 1/28** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2012 09573</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Ткаченко Ірина Михайлівна (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>06.08.2012</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.02.2013</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>Ткаченко Ірина Михайлівна,</b> вул. Н. Левицького, 15, кв. 43, м. Полтава, 31400 (UA)
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.02.2013, Бюл.№ 4</b>	

**(54) СПОСІБ ДОСЛІДЖЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ ЕМАЛІ ЗУБІВ ПРИ ФІЗІОЛОГІЧНІЙ ТА ПІДВИЩЕНІЙ СТЕРТОСТІ ЗУБІВ**

**(57) Реферат:**

Спосіб дослідження щільності емалі зубів при фізіологічній та підвищеній стертості зубів, що включає видалення за показаннями зубів, одержання сколів твердих тканин зубів з наступним проведенням електронно-мікроскопічного дослідження, причому для дослідження використовують зразки сколів емалі з робочої поверхні та з ділянки екватора зубів та виконують їх мікроскопічне дослідження безпосередньо після одержання сколів, без напилення золота на їх поверхні, за допомогою растрового електронного мікроскопа (SEM) "Mira 3 LMU" ("Tescan", Чехія) з максимальною роздільною здатністю 1 нм і максимальним збільшенням 1 000 000, досліджувані ділянки емалі кожного досліджуваного зуба фотографують у різних масштабних сітках, отримують мікрофотографії та за допомогою спеціальної лінійки підраховують кількість емалевих призм на кожній фотографії у фактичному масштабі, проводять перерахунок їх кількості на площі 100 мкм, аналіз і порівняння структури, складу і характеристик зразків виконують відповідно до розробленого алгоритму їх оцінки, однакового як для зразків у ділянці жувальної поверхні, так і для зразків з ділянки екватора зубів із фізіологічною стертістю та зубів із підвищеною стертістю.

UA 77728 U



Fig. 1

Запропонована корисна модель належить до галузі медицини, а саме до стоматології та морфології і може бути використана для оцінки стану емалі при фізіологічній та підвищеній стертості зубів.

Емаль зубів - найтвердіша тканина організму людини. Це дозволяє їй протидіяти досить потужним механічним навантаженням. Разом із тим вона досить крихка, тому під дією надмірного механічного навантаження в ній могли б виникати тріщини, хоча цього не відбувається за рахунок того, що під емаллю знаходиться більш пружний дентин. Розміри емалі досить незначні: її товщина в шийці - 0,01 мм, у ділянці фісур - 0,5-0,62 мм, на жувальній поверхні - 1,62-1,70 мм.

Твердість емалі зумовлена високим вмістом у ній неорганічних речовин (гідроксоапатит, карбонатапатит, хлорапатит, фторапатит) - до 95 % її маси, менше 2 % маси зрілої емалі складають неапатитні форми, які є слідами мінералів, наявних під час розвитку зубів, а також результатом порушення мінералізації після їх прорізування. Саме зв'язаний кальцій і лужно-нерозчинні білки визначають орієнтацію кристалів у призмах емалі при її закладці, а надалі - її структуру (Бархатов Ю.В. Структура и химический состав минеральной фракции зубной эмали человека / Ю.В. Бархатов, Н.А.Хатанова, А.В. Сивцева // Стоматология.-1981. - № 1. - С. 5-7). Протягом життя людини відбувається стирання емалі та дентину. За нормальних умов цей процес має фізіологічний характер і починається відразу ж після вступу зубів у контакт між собою. Фізіологічне стирання твердих тканин зубів відбувається у двох площинах - горизонтальній та вертикальній. Стирання у горизонтальній площині спостерігається по різальному краю різців і ікол, горбках молярів та премолярів. Таке зниження висоти прикусу можна пояснити як пристосувальну реакцію організму. У разі вертикальної стертості стирання твердих тканин зубів відбувається на контактних поверхнях, що з часом призводить до утворення від контактних пунктів до контактних площадок.

Підвищена стертість твердих тканин зубів - це процес втрати емалі та дентину, який характеризується швидким і прогресивним зменшенням розмірів природних зубів і супроводжується комплексом змін естетичного, функціонального і морфологічного характеру в зубних і навколозубних тканинах, жувальних м'язах, скронево-нижньощелепному суглобі (Круглик О.А. Влияние морфологических особенностей зубов с повышенным стиранием на формирование гибридного слоя / О.А. Круглик // Белорусский медицинский журнал.-2008. - № 2 (24). - С. 11-12).

Закладка зубів розпочинається на ембріональному рівні і відкладення мінеральної компоненти проходить на білкову матрицю, тому зміна щільності емалі може бути наслідком порушення її формування, а саме недостатнього або зміненого розвитку її матриці, що характеризується деструктивними змінами таких білкових утворень, як фібрили емалевих призм та емалеві пластинки. Органічний матрикс, який зв'язаний з емаллю, після прорізування зубів майже повністю втрачається. Він зберігається у вигляді тримірної білкової сітки, розташованої між призмами, і виступає в ролі стабілізатора буферної системи, яка забезпечує наявність вільних іонів кальцію. (Федоров Ю.А. Сравнительный электронно-микроскопический анализ структуры твердых тканей зубов при некариозных поражениях 2-й группы до и после реминерализующей терапии / Ю.А. Федоров, В.А. Дрожжина, О.В. Рыбальченко // Новое в стоматологии.-1996. - № 4 (49). - С. 41-49).

Відомі способи дослідження обмінних процесів у твердих тканинах зубів, переважна більшість яких присвячена вивченню емалі, особливо її різних шарів, які по-різному організовані на мікроскопічному і молекулярному рівнях (Боровский Е.В. Изучение процессов деминерализации и реминерализации на естественных и искусственных кариозных поражениях эмали / Е.В. Боровский, Е.А. Волков, В.Т. Дубинчик // Стоматология.-1982. - № 1. - С. 51-55; Крихели Н.И. Обоснование комплексной программы повышения эффективности лечения дисколоритов и профилактики осложнений, возникающих при отбеливании и микроабразии эмали измененных в цвете зубов: автореф. дис. на соискание науч. степени доктора мед. наук: спец. 14.01.21 "Стоматология" / Н.И. Крихели. - М., 2008.-53 с).

Відомі способи дослідження мікроскопічної будови та морфологічної структури зубів 50 55 60  
основані на вивченні їх шліфів та традиційних гістологічних зрізів декальцинованих препаратів (Малюченко М.М. Морфологічні зміни твердих тканин зубів при фізіологічному стиранні / М.М. Малюченко // Український медичний альманах. - Луганськ.-2000. - Т.3, № 5. - С. 120-122; Рябоконь Е.Н., Савельева Н.Н., Гаргин В.В., Назарян Р.С. Морфофункциональное состояние твёрдых тканей зуба при повышенной чувствительности на фоне повышенной стираемости // Медицина сьогодні і завтра.-2009. - № 3-4). Однак відомі способи недостатньо ефективні при дослідженні структури емалі зубів за рахунок того, що під час декальцинації зубів структура емалі порушується у зв'язку з мінімальною кількістю в ній органічних речовин, крім того, при

виготовленні шліфів частина твердих тканин зуба втрачається, в результаті розпилу зуба, що значно ускладнює оцінку просторової структури емалі зуба, обмежує інформативність способу.

Найбільш близьким до запропонованої корисної моделі за технічною суттю та результатом, який може бути досягнутий, тому його вибрано за прототип, є спосіб дослідження морфологічної структури емалі зуба та її щільності у пацієнтів різних вікових груп зі схильністю до карієсу з використанням растрового електронного мікроскопа (Цимбалистов А.В. Новые методические возможности исследования плотностных характеристик твердых тканей зубов / А.В. Цимбалистов, О.Л. Пихур, Ю.В. Плоткина // Российский стоматологический журнал.-2005. - № 5. - С. 8-9). Спосіб включає видалення за показаннями зубів, одержання сколів твердих тканин зубів (емалі та дентину), напилення на поверхню сколів золота з наступним проведенням електронно-мікроскопічного дослідження на електронному мікроскопі АТВ-55 (Японія, з прискорюючою напругою 25 кВ) морфологічної структури емалі та дентину зуба та їх щільності у пацієнтів різних вікових груп зі схильністю до карієсу та одержання мікрофотографій досліджуваних ділянок твердих зубів.

Однак відомий спосіб не забезпечує достатній ступінь ефективності дослідження щільності емалі зубів при фізіологічній та підвищеній стертості зубів за рахунок того, що він передбачає визначення морфологічної структури емалі та дентину зуба та їх щільності у пацієнтів різних вікових груп зі схильністю до карієсу. Крім того, зазначений спосіб передбачає напилення на поверхні сколів золота, що ускладнює проведення дослідження, створює можливість спотворення результатів досліджень та підвищує його вартість.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробити спосіб дослідження щільності емалі зубів при фізіологічній та підвищеній стертості зубів шляхом удосконалення відомого досягти визначення морфологічної структури емалі та її просторових властивостей за фізіологічних та патологічних умов, забезпечити проведення порівняльної оцінки стану емалі у топографічно різних ділянках коронок досліджуваних зубів, спрощення та здешевлення дослідження, підвищення точності та ступеня ефективності дослідження і удосконалення методів профілактики патологічних змін емалі.

Поставлену задачу вирішують створенням способу дослідження щільності емалі зубів при фізіологічній та підвищеній стертості зубів, що включає видалення за показаннями зубів, одержання сколів твердих тканин зубів з наступним проведенням електронно-мікроскопічного дослідження, який, згідно з корисною моделлю, відрізняється тим, що для дослідження використовують зразки сколів емалі з робочої поверхні та з ділянки екватора зубів, з кожного зуба по два зразки емалі та виконують їх мікроскопічне дослідження безпосередньо після одержання сколів, без напилення золота на їх поверхні, за допомогою растрового електронного мікроскопа (SEM) "Mira 3 LMU" ("Tescan", Чехія) з максимальною роздільною здатністю 1 нм і максимальним збільшенням 1 000 000, досліджувані ділянки емалі кожного досліджуваного зуба фотографують у різних масштабних сітках, отримують мікрофотографії та за допомогою спеціальної лінійки підраховують кількість емалевих призм на кожній фотографії у фактичному масштабі, проводять перерахунок їх кількості на площі 100 мкм, аналіз і порівняння структури, складу і характеристик зразків виконують відповідно до розробленого алгоритму їх оцінки, однакового як для зразків у ділянці жувальної поверхні, так і для зразків з ділянки екватора зубів із фізіологічною стертістю та зубів із підвищеною стертістю, а саме вибирають досліджувану ділянку і виміряють характерний розмір емалевої призми і міжпризмового простору; вибір досліджуваної ділянки та позначення ділянок мікроаналізу; вивчення загального вигляду досліджуваної ділянки з позначенням характерної товщини емалі та її щільності.

Запропонований спосіб дослідження щільності емалі зубів при фізіологічній та підвищеній стертості зубів виконують наступним чином.

Видалені за показаннями зуби, що мали фізіологічну або підвищену стертість промивають у проточній воді, очищають від зубного нальоту, висушують за допомогою фільтрувального паперу і одержують сколи емалі за допомогою лещат, після чого відбирають уламки з відповідної частини зуба з поверхню, яка має необхідний переріз емалі, з кожного зуба отримують по два зразки емалі: зразок - горбик і зразок - екватор та виконують їх мікроскопічне дослідження за допомогою растрового електронного мікроскопа (SEM) "Mira 3 LMU" ("Tescan", Чехія) з максимальною роздільною здатністю 1 нм і максимальним збільшенням 1 000 000. Досліджувані ділянки емалі кожного досліджуваного зуба фотографують у різних масштабних сітках, отримують мікрофотографії і за допомогою спеціальної лінійки підраховують кількість емалевих призм на кожній фотографії у фактичному масштабі та проводять перерахунок їх кількості на площі 100 мкм. Аналіз і порівняння структури, складу і характеристик зразків виконують відповідно до розробленого алгоритму їх оцінки, однакового як для зразків у ділянці жувальної поверхні, так і для зразків з ділянки екватора зубів із фізіологічною стертістю та зубів

із підвищеною утертістю: 1. Вибір досліджуваної ділянки і вимірювання характерного розміру (діаметра) емалевої призми і розмірів міжпризмового простору. 2. Вибір досліджуваної ділянки та позначення ділянок мікроаналізу. 3. Вивчення загального вигляду досліджуваної ділянки з позначенням характерної товщини емалі та її щільності.

Для кращого сприйняття і полегшення підрахунків проводили роздрукування цих знімків, кількістю від 3 до 5 на кожну зону досліджуваного зуба з різним ступенем збільшення. При роздрукуванні на кожному із знімків автоматично в нижньому правому куті проставлялася масштабна мітка (ступінь збільшення), яка для кожного із знімків переносилася на прозорий папір. Прикладаючи дану масштабну мітку на досліджуваний знімок мали змогу підрахувати кількість призм на ділянці, що вивчалася, а потім перевести їх кількість на ділянку 100 мкм (шляхом перемноження кількості призм, як в даному випадку з 20 мкм, на 5).

Дослідженню підлягали 35 зубів: із фізіологічною (11 зубів), із підвищеною стертістю II ступеня (18 зубів), із підвищеною стертістю III ступеня (6 зубів).

Запропонований спосіб дослідження щільності емалі зубів при фізіологічній та підвищеній стертості зубів ілюструють наступні приклади.

Приклад 1. Для дослідження щільності емалі зубів при фізіологічній стертості видалені за показаннями зуби, промивають у проточній воді, очищають від зубного нальоту, висушують за допомогою фільтрувального паперу і за допомогою лещат отримують по два зразки сколів емалі: зразок - горбик і зразок - екватор та виконують їх мікроскопічне дослідження за допомогою растрового електронного мікроскопа (SEM) "Mira 3 LMU" ("Tescan", Чехія) з максимальною роздільною здатністю 1 нм і максимальним збільшенням 1000000. Досліджувані ділянки емалі досліджуваного зуба фотографують у різних масштабних сітках, отримують мікрофотографії і за допомогою спеціальної лінійки підраховують кількість емалевих призм на кожній фотографії у фактичному масштабі та проводять перерахунок їх кількості на площі 100 мкм. Аналіз і порівняння структури, складу і характеристик зразків виконують відповідно до розробленого алгоритму їх оцінки: 1. Вибір досліджуваної ділянки і вимірювання характерного розміру (діаметра) емалевої призми і розмірів міжпризмового простору. 2. Вибір досліджуваної ділянки та позначення ділянок мікроаналізу. 3. Вивчення загального вигляду досліджуваної ділянки з позначенням характерної товщини емалі та її щільності. Для кращого сприйняття і полегшення підрахунків проводили роздрукування цих знімків, кількістю від 3 до 5 на кожну зону досліджуваного зуба з різним ступенем збільшення. При роздрукуванні на кожному із знімків автоматично в нижньому правому куті проставлялася масштабна мітка (ступінь збільшення), яка для кожного із знімків переносилася на прозорий папір. Прикладаючи дану масштабну мітку на досліджуваний знімок маємо змогу підрахувати кількість призм на досліджуваній ділянці, а потім перевести їх кількість на ділянку 100 мкм (шляхом перемноження кількості призм, як в даному випадку з 20 мкм, на 5). Різні ступені збільшення дозволяють вибрати ділянку, що вивчається, а після маркірування наблизити її та вивчити детальніше. Кількість призм на одиницю площі характеризує щільність емалі, від якої залежить проникність, твердість, стійкість тканин на злам, вигин, скол та модуль пружності.

На фіг. 1 розміщене електронне зображення досліджуваної зони емалі у ділянці (скол - горбик) (зуб з явищами фізіологічної стертості, зразок № 34). Загальний вигляд емалі на сколі, збільшення 1140х, масштабна мітка – 100 мкм.

Приклад 2. Для дослідження щільності емалі зубів при підвищеній стертості видалені за показаннями зуби, промивають у проточній воді, очищають від зубного нальоту, висушують за допомогою фільтрувального паперу і за допомогою лещат отримують по два зразки сколів емалі: зразок - горбик і зразок - екватор та виконують їх мікроскопічне дослідження за допомогою растрового електронного мікроскопа (SEM) "Mira 3 LMU" ("Tescan", Чехія) з максимальною роздільною здатністю 1 нм і максимальним збільшенням 1000000. Досліджувані ділянки емалі досліджуваного зуба фотографують у різних масштабних сітках, отримують мікрофотографії і за допомогою спеціальної лінійки підраховують кількість емалевих призм на кожній фотографії у фактичному масштабі та проводять перерахунок їх кількості на площі 100 мкм. Аналіз і порівняння структури, складу і характеристик зразків виконують відповідно до розробленого алгоритму їх оцінки.

На фіг. 2 розміщене електронне зображення досліджуваної зони емалі у ділянці (скол - горбик) (зуб з явищами підвищеної стертості II ступеня, зразок № 9), збільшення 9010х, масштабна мітка – 20 мкм.

Аналізуючи отримані дані щодо будови емалі при фізіологічній і підвищеній стертості, ми виявили різницю в розташуванні емалевих призм, зокрема їх укладки, яка при підвищеній стертості майже втрачає чітке розташування в поверхневій зоні та здебільшого утворює конгломерат, у переважній більшості випадків без чіткої структури призм. Кількість емалевих

призм на одиницю площі при підвищеній стертості у середньому складає 18,57 на 100 мкм, а при фізіологічній 27,33 на 100 мкм. Використання масштабної лінійки забезпечує точність виявлення та обрахунку.

Порівнюючи щільність розташування емалевих призм досліджуваних зубів, зазначаємо, що кількість призм на одиницю площі при фізіологічній стертості та підвищеній досить суттєво відрізняється, що дає підстави припускати подальшу зміну резистентності емалі при фізіологічній і підвищеній стертості. Змінюються також і показники проміжків між емалевими призмами, що також може бути зумовлене змінами при закладці емалі. Зазначені відхилення від норми надалі можуть бути використані для розробки ефективних профілактичних заходів для запобігання стертості емалі та підвищення її твердості.

Запропонований спосіб дослідження щільності емалі зубів при фізіологічній та підвищеній стертості зубів забезпечує індивідуальний обрахунок і об'єктивну оцінку результатів для кожного пацієнта з урахуванням морфофункціональних особливостей вибраної ділянки емалі, дозволяє визначити мікроструктуру емалі без традиційної для зразків-діелектриків процедури покриття поверхні тонким шаром провідного матеріалу, зокрема золота, що дозволяє уникнути можливого спотворення результатів досліджень. Використання растрового електронного мікроскопа (SEM) "Mira 3 LMU" ("Tescan", Чехія) з максимальною роздільною здатністю 1 нм і максимальним збільшенням 1 000 000, надає можливість дослідити структуру емалі зубів, кількість емалевих призм, їх діаметри, товщину проміжків між ними, зменшення товщини емалі на контактних поверхнях (жувальних та апроксимальних).

Запропонований спосіб дозволяє визначити кількість призм на одиницю площі, що характеризує щільність емалі, від якої залежить проникність, твердість, стійкість тканин на злам, вигин, скол та модуль пружності; дозволяє визначити мікроструктуру емалі без процедури покриття поверхні тонким шаром провідного матеріалу, зокрема золота. Відмова від запилення поверхні провідним матеріалом дозволила уникнути можливого спотворення результатів досліджень.

Таким чином запропонований спосіб дослідження щільності емалі зубів при фізіологічній та підвищеній стертості зубів, відповідає поставленій задачі і дозволяє досягти визначення морфологічної структури емалі та її просторових властивостей за фізіологічних та патологічних умов, забезпечує проведення порівняльної оцінки стану емалі у топографічно різних ділянках коронок досліджуваних зубів, доводячи відмінність у будові емалі, зокрема у кількості призм, товщині проміжків між ними, зменшенні товщі емалі на контактних поверхнях жувальних та апроксимальних, зниження трудомісткості та здешевлення дослідження (без використання золотого напилення), що свідчить про підвищення ступеня ефективності дослідження і надає можливість розробки методів профілактики патологічних змін емалі.

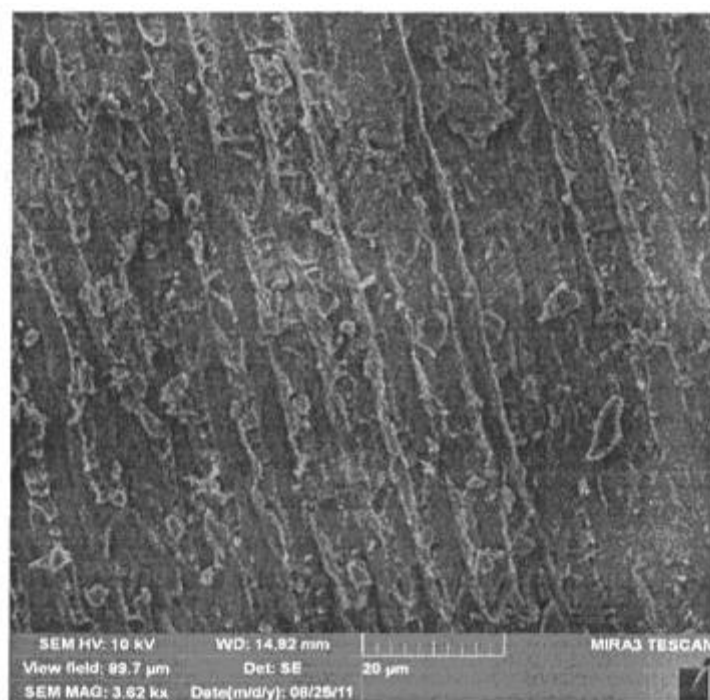
Запропонований спосіб дослідження щільності емалі зубів при фізіологічній та підвищеній стертості зубів впроваджений на кафедрі пропедевтики ортопедичної стоматології ВДНЗУ "Українська медична стоматологічна академія".

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб дослідження щільності емалі зубів при фізіологічній та підвищеній стертості зубів, що включає видалення за показаннями зубів, одержання сколів твердих тканин зубів з наступним проведенням електронно-мікроскопічного дослідження, який **відрізняється** тим, що для дослідження використовують зразки сколів емалі з робочої поверхні та з ділянки екватора зубів та виконують їх мікроскопічне дослідження безпосередньо після одержання сколів, без напилення золота на їх поверхні, за допомогою растрового електронного мікроскопа (SEM) "Mira 3 LMU" ("Tescan", Чехія) з максимальною роздільною здатністю 1 нм і максимальним збільшенням 1000000, досліджувані ділянки емалі кожного досліджуваного зуба фотографують у різних масштабних сітках, отримують мікрофотографії та за допомогою спеціальної лінійки підраховують кількість емалевих призм на кожній фотографії у фактичному масштабі, проводять перерахунок їх кількості на площі 100 мкм, аналіз і порівняння структури, складу і характеристик зразків виконують відповідно до розробленого алгоритму їх оцінки, однакового як для зразків у ділянці жувальної поверхні, так і для зразків з ділянки екватора зубів із фізіологічною стертістю та зубів із підвищеною стертістю.



Фиг. 1



Фиг. 2

---

Комп'ютерна верстка І. Мироненко

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601