

*В.С. Кухта¹, В.Ф. Макєєв¹, О.С. Кирманов¹,
В.Р. Скальський², О.М. Станкевич²*

Порівняльний аналіз міцнісних характеристик полімерів світлової полімеризації для реставрації зубів методом акустичної емісії: частина перша

¹Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького, м. Львів, Україна
²Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів, Україна

Мета: порівняльний аналіз міцності гібридних реставраційних композитів світлової полімеризації під час їх локального навантаження із застосуванням явища акустичної емісії. Дослідженню піддані наступні реставраційні композити «Latelux», «Tetric N-Ceram», «Charisma Classic».

Результати. Визначено, що характер руйнування всіх композитів однаковий – пружно-пластичний на початковому етапі навантаження з переходом до крихкого при його подальшому зростанні. Спостерігаються три типи руйнування композитів: правильний, неправильний і змішаний. Перший переважав під час руйнування під дією локального навантаження композиту «Latelux», для матеріалів «Tetric N-Ceram» і «Charisma Classic» характерний змішаний тип руйнування.

Висновки. Аналіз параметрів сигналів АЕ показав, що найбільшу амплітуду та енергію мали сигнали під час руйнування композиту «Tetric N-Ceram», найменшу – Latelux. У всіх стоматологічних композитах переважає високоенергетичне в'язко-крихке та крихке руйнування, що свідчить про поширення в матеріалах мікро- та макротріщин різного розміру.

Ключові слова: полімерні композити, міцність, метод акустичної емісії.

Актуальність

Поява нових композитних матеріалів з різними властивостями сприяє диференційованому використанню в кожному конкретному клінічному випадку пломбувального матеріалу з урахуванням механічних характеристик, фізіологічного стану зуба, розміру дефекту, віку пацієнта та активності каріозного процесу [1].

За останнє десятиліття композитні стоматологічні реставраційні матеріали значно розвинулись [2]. Хоча ще існують проблеми з напруженнями стиску внаслідок полімеризації, суттєвими відмінностями в коефіцієнті теплового розширення композитів порівняно зі структурою зуба і з деякою чутливістю методик, постійно тривають роботи зі створення нових композитів, удосконалення технологій нанопоповнювача й покращення системи зв'язування, які можуть вирішити ці проблеми [3].

Водночас важливе значення для використання та розробки нових матеріалів має дослідження їх механічних, фізичних, теплових властивостей, біо-

сумісності, чутливості методик, режимів і швидкості виходу з ладу реставрацій упродовж їх клінічного застосування [4–6].

Одним з методів визначення фізико-механічних властивостей композитних пломбувальних матеріалів є метод акустичної емісії (АЕ).

Метод АЕ, який ґрунтується на реєстрації та опрацюванні пружних хвиль, що виникають внаслідок формування, зміни та руйнування структури різних матеріалів, на сьогодні є найефективнішим для вивчення процесів і стадій розвитку дефектності їх структури [7].

Перевагами методу є можливість отримання інформації про руйнування вже на ранніх стадіях, а також його висока чутливість, оскільки дає змогу виявляти навіть невеликі дефекти.

Так, три типи стоматологічних композитів (мікро- та макронаповнені, гібридні) вивчали у праці [8, 9], використовуючи метод АЕ. Визначали міцність на згин і в'язкість руйнування при триточковому згині.

Стійкість до руйнування стоматологічних композитів, використовуючи триточковий згин і метод АЕ, вивчали у праці [10].

Нова методика вимірювання міцності зв'язку між композитом і дентином наводиться у праці [11]. Досліджували діаметральним стиском зразки композиту у вигляді диску, які поміщали в середині частину дентину з внутрішньоканальним штифтом або без нього.

За аналогічною методикою досліджували міцність зв'язку між композитами та дентином у праці [12].

Метод АЕ та скінчено-елементний аналіз застосували для дослідження композитів на основі метакрилату (Clearfil AP-X) і силорану (Filtek P90) під час реставрації зубів з різними С-коефіцієнтами [13].

Установили, що як тип композиту, так і глибина порожнини впливають на кількість АЕ подій.

Аналогічні дослідження виконували для трьох груп стоматологічних композитів з різним рівнем усадки у праці [30].

У працях [14, 15] використовували метод АЕ для виявлення міжфазного розшарування зуба й композитного матеріалу під час відновлення та вивчення впливу композиту та адгезиву на характеристики АЕ.

У праці [16] перевіряли *in vitro* вплив різних способів протоколів полімеризації (попереднє нагрівання, час дії світлового потоку та додавання олігомера) об'ємно-наповнених композитів на усадкові напруження, зміну внутрішньопульпової температури та ступінь конверсії. Для оцінювання усадкових напружень використали метод АЕ.

Отже, як свідчить аналіз літературних джерел, метод АЕ є ефективним інструментарієм моніторингу в реальному часі процесів руйнування стоматологічних композитів.

Мета дослідження – провести порівняльний аналіз міцності гібридних композитів вітчизняного і імпортного виробництва під час їх локального навантаження із застосуванням явища акутичної емісії.

Матеріали та методи дослідження

Для порівняльних досліджень вибрали гібридні стоматологічні композити вітчизняного та зарубіжного виробництва.

LATELUX (Latus, Україна) призначений для використання в терапевтичній стоматології для пломбування каріозних порожнин усіх класів за Блеком, відновлення анатомічної форми й особливо для естетичної реставрації коронкових частин передніх зубів [17].

У складі 1 г Latelux входить: 2,2-біс-[4-(2-гідроксі-3-метакрилоїлоксі-пропоксі)феніл]пропан, Bis-GMA – 0,09 г; уретандиметакрилат, UDMA – 0,06 г; триетиленглікольдиметакрилат, TEGDMA –

0,05 г; силанізоване особливо дрібнозернисте барій алюміній-боросилікатне скло – 0,75-0,77 г; пірогенетичний діоксид кремнію – 0,02 г.

Технічні характеристики наповнювача: середній розмір часток – 0,7 мкм; максимальний розмір часток – 3,0 мкм; вміст наповнювача в пасті «Incisal» – 63,4 % об.; емалі – 61,7 % об.; опакер – 63,7% об.

Композит відноситься до групи мікрогібридних композитів, які тверднуть під впливом світла з довжиною хвилі 400–500 нм. Глибина твердіння під час освітлення лампою потужністю 75 Вт протягом 40 с складає 4–8 мм. Пасті мають високу пластичність, прозорість (крім опакерів), не липнуть до інструменту.

Поєднання транспарентного шару композиту з опакером (або зі склоіономерним цементом під час застосування сендвіч-техніки) дає винятково високий естетичний ефект, особливо необхідний у реставрації передніх зубів. Пломби з Latelux характеризуються рентгеноконтрастністю, твердістю, кольороетабільністю, природною флуоресценцією, низьким водопоглинанням і легким поліруванням.

Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent, Ліхтенштейн) – це фотополімерний рентгеноконтрастний наногібридний композит для прямих реставраційних процедур у фронтальному та жувальному відділах [18].

Високотехнологічний матеріал демонструє високу естетичність кінцевого результату реставраційних робіт фронтальних і бічних зубів у дітей і дорослих. Ключовими особливостями продукту вважають удосконалену форму випуску наповнювача, завдяки чому досягається міцність зчеплення з дентином і підвищується естетичний ефект.

Нанонаповнювачі надають матеріалу такі особливі властивості: зменшену усадку, знижені усадкові напруження, високу зносостійкість, швидке та легке полірування, високий блиск.

Добра рентгеноконтрастність матеріалу – необхідна умова точної діагностики вторинного карієсу, яку забезпечує додавання фториду ітербію, що дає змогу відрізнити реставраційний матеріал від структури справжнього зуба й забезпечує довготривалий успіх лікування.

CHARISMA CLASSIC (Kulzer, Німеччина) – фотополімерний рентгеноконтрастний мікрогібридний нанонаповнений композит, що представляє друге покоління технології наповнювачів «Microglass» [19].

Композит призначений для реставрації із природними відтінками та адгезивною фіксацією. Підходить для реставрації як передніх, так і бічних зубів.

Включається пряме відновлення порожнин IV класу (відповідно до Блека), прямі композитні вініри, зміну форми зубів (тобто діастеми, вроджені дефекти в зубах тощо), шинування зубів, ослаблених травмою або захворюваннями періодонта, відновлення первинних зубів і реставрацій з кераміки та композитів.

Для випробовувань використані дискові зразки діаметром 13 мм і товщиною 5 мм, які були виготовлені у спеціально розробленій формі з можливістю освітлення (полімеризації) зразка фотополімеризаційним світлом із двох сторін. Форма розрахована на одночасне виготовлення десяти зразків. Для полімеризації зразків застосовано світлову безпровідну фотополімерну лампу «Bluephase 20i» (G2) (Ivoclar Vivadent). Перед випробуванням зразки витримували протягом 24 годин при температурі 37°C у фізіологічному розчині.

Зразки навантажували на установці СВР-5 за допомогою кулькового індентора (діаметр кульки $D = 4$ мм, сталь ШХ15, модуль пружності $E1 = 211$ ГПа, коефіцієнт Пуассона $\nu_1 = 0,25$) зі швидкістю його переміщення 0,002 мм/с [20].

Під час експериментів одночасно записували акустико-емісійну інформацію за допомогою вимірювальної системи «2SKOP-8» [21].

У режимі постопрацювання будували залежності зміни навантаження впродовж експерименту, розподіл амплітуд зареєстрованих сигналів АЕ та їх суми від часу. З отриманих залежностей визначали навантаження руйнування, переміщення індентора та вивчали особливості руйнування композитів на основі аналізу генерування АЕ під дією навантаження.

Результати дослідження та їх обговорення

Для вивчення динаміки руйнування стоматологічних композитів сигнали АЕ, які реєстрували під час експериментів, аналізували за енергетичним параметром EWT [22]. На рис. 1 зображено типовий розподіл у часі сигналів АЕ за енергетичним параметром.

Визначено, що для всіх матеріалів на початку навантаження зразків генерувалися сигнали АЕ з більшими та меншими значеннями енергетичного показника EWT, які супроводжували пластичну деформацію, утворення мікротріщин різного розміру. При подальшій дії локального стиску в матеріалі «Latelux» (рис. 1-а) деякий час сигнали не генерувалися, що свідчить про відсутність утворення дефектів, а на етапі передруйнування реєстрували високоенергетичні сигнали АЕ, що супроводжували інтенсивне миттєве поширення макротріщин у зразку, у результаті чого він розділювався на кілька сегментів. Композит «Charisma Classic» (рис. 1-б) руйнувався подібно до попереднього з тією різницею, що утворення дефектів тривало постійно при зростанні навантаження стиску, переважало генерування сигналів АЕ, які супроводжували інтенсивне утворення мікротріщин у матеріалі, а на стадії передруйнування сигнали АЕ мали вищі значення

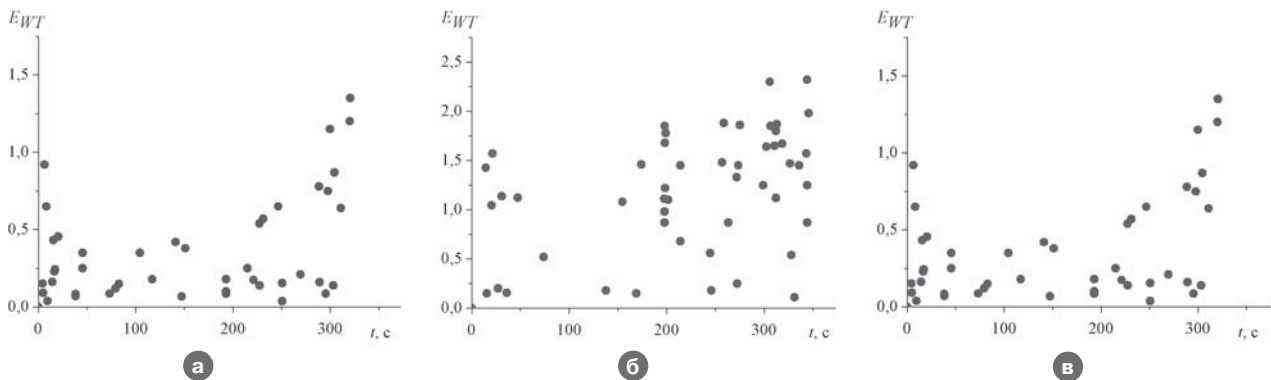


Рис. 1. Типовий розподіл у часі сигналів АЕ за енергетичним параметром під час локального стиску зразків з реставраційних композитів: а – Latelux; б – Tetric N-Ceram; в – Charisma Classic.

Таблиця

Діапазони значень критеріального параметра EWT для стоматологічних композитів

| Назва пластмаси | Тип руйнування | | |
|------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| | Пластична деформація | Поширення мікротріщин | Поширення макротріщин |
| Latelux | $0,0068 \leq EWT < 0,01$ | $0,018 \leq EWT \leq 0,096$ | $0,1 \leq EWT \leq 0,8$ |
| Tetric N-Ceram | $0,0082 \leq EWT < 0,01$ | $0,042 \leq EWT \leq 0,1$ | $0,1 \leq EWT \leq 2,32$ |
| Charisma Classic | – | $0,039 \leq EWT \leq 0,091$ | $0,1 \leq EWT \leq 1,35$ |

енергетичного показника. Поділ зразків цього композиту на значно більшу кількість фрагментів, ніж композиту «Latelux», пояснює такі відмінності динаміки його руйнування. Руйнування композиту «Tetric N-Ceram» (рис. 1-б) відрізняється від двох інших тим, що супроводжувалось великою кількістю сигналів АЕ з найбільшими значеннями енергетичного показника. Це свідчить про те, що під дією локального навантаження у зразку інтенсивно утворювались мікро- та макротріщини більших розмірів, ніж у зразках із двох інших матеріалів. Хоча міцність цього композиту не найбільша, при локальному навантаженні руйнування в ньому розвивається інтенсивніше, ніж у двох інших.

У таблиці наводяться діапазони числових значень енергетичного параметра для різних типів руйнування у стоматологічних композитах. Найбільші значення енергетичного показника мали сигнали АЕ під час руйнування Tetric N-Ceram, найменші – Latelux. Для матеріалу «Charisma Classic» не вдалося зареєструвати сигнали АЕ, що супроводжували пластичну деформацію.

При проведенні спектрального аналізу сигналів АЕ встановлено, що пластичну деформацію супроводжували сигнали АЕ з частотним діапазоном 300-350 кГц, утворення мікротріщин – 200-240 кГц, поширення макротріщин – 110-130 кГц.

На рис. 2-4 зображено хвильові відображення, спектральний розподіл та НВП типових сигналів АЕ, які супроводжували руйнування композитів на різних стадіях (початковій та передруйнування). Визначено, що як на початку навантаження, так і на етапі субкритичного розвитку руйнування особливістю їх НВП є наявність одного локального максимуму та переважання одного й того самого частотного діапазону, що свідчить про домінування одного й того ж механізму руйнування – утворення тріщин. Відрізняються їх НВП суттєвим зростанням максимального вейвлет-коефіцієнта, а відтак й енергетичного показника, що свідчить про значне збільшення розмірів новоутворених дефектів на стадії субкритичного росту тріщин у порівнянні з початковими етапами. Така особливість характерна для крихких матеріалів, адже при зростанні локального навантаження злиття мікротріщин відбувається лавиноподібно, що призводить до генерування сигналів АЕ з великою амплітудою та енергією.

Для матеріалу «Tetric N-Ceram» значення енергетичного показника для всіх типів руйнування найбільші, що свідчить про його високоенергетичне крихке руйнування.

На рис. 5 наводиться розподіл кількості сигналів АЕ, що характеризують кожний тип руйнування у відсотках від загальної кількості зареєстрованих.

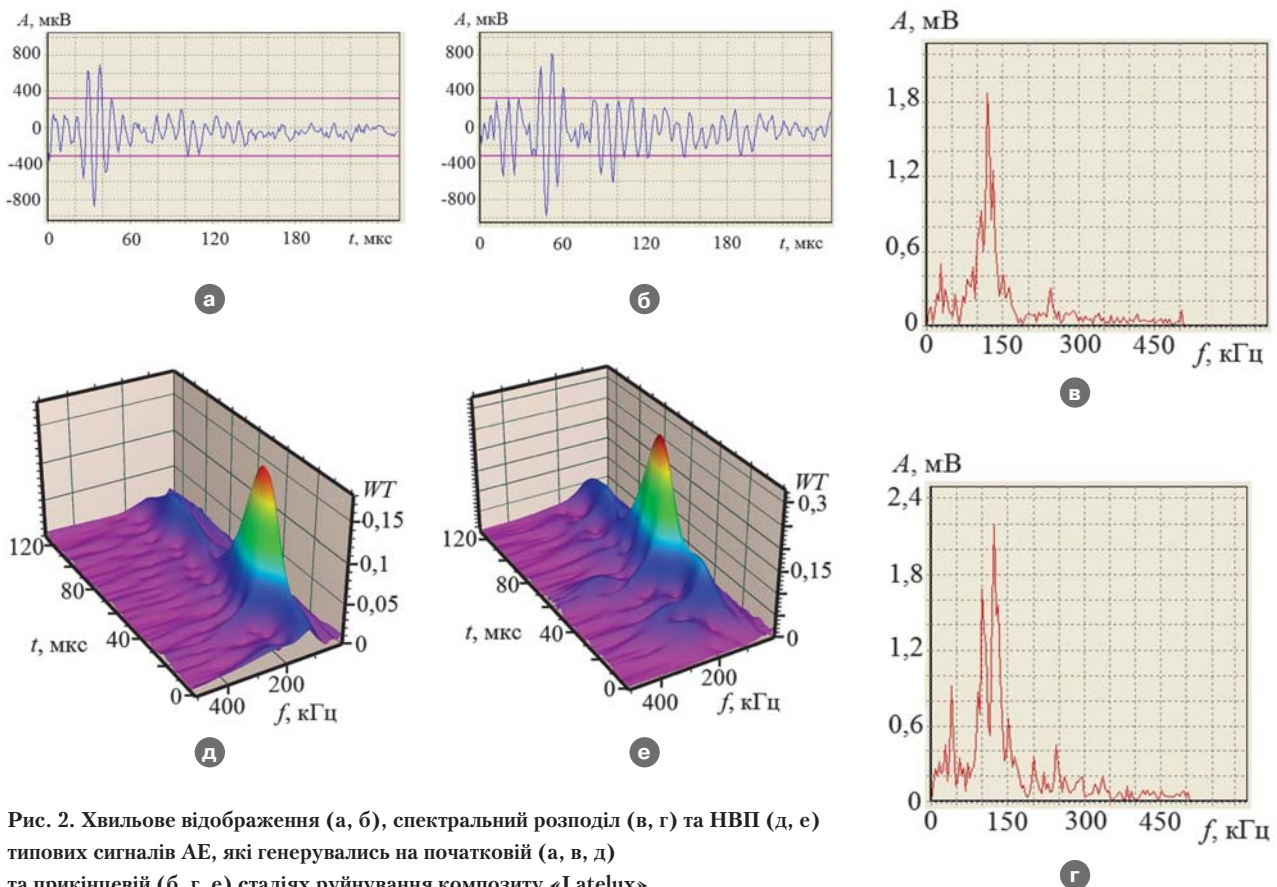


Рис. 2. Хвильове відображення (а, б), спектральний розподіл (в, г) та НВП (д, е) типових сигналів АЕ, які генерувались на початковій (а, в, д) та прикінцевій (б, г, е) стадіях руйнування композиту «Latelux».

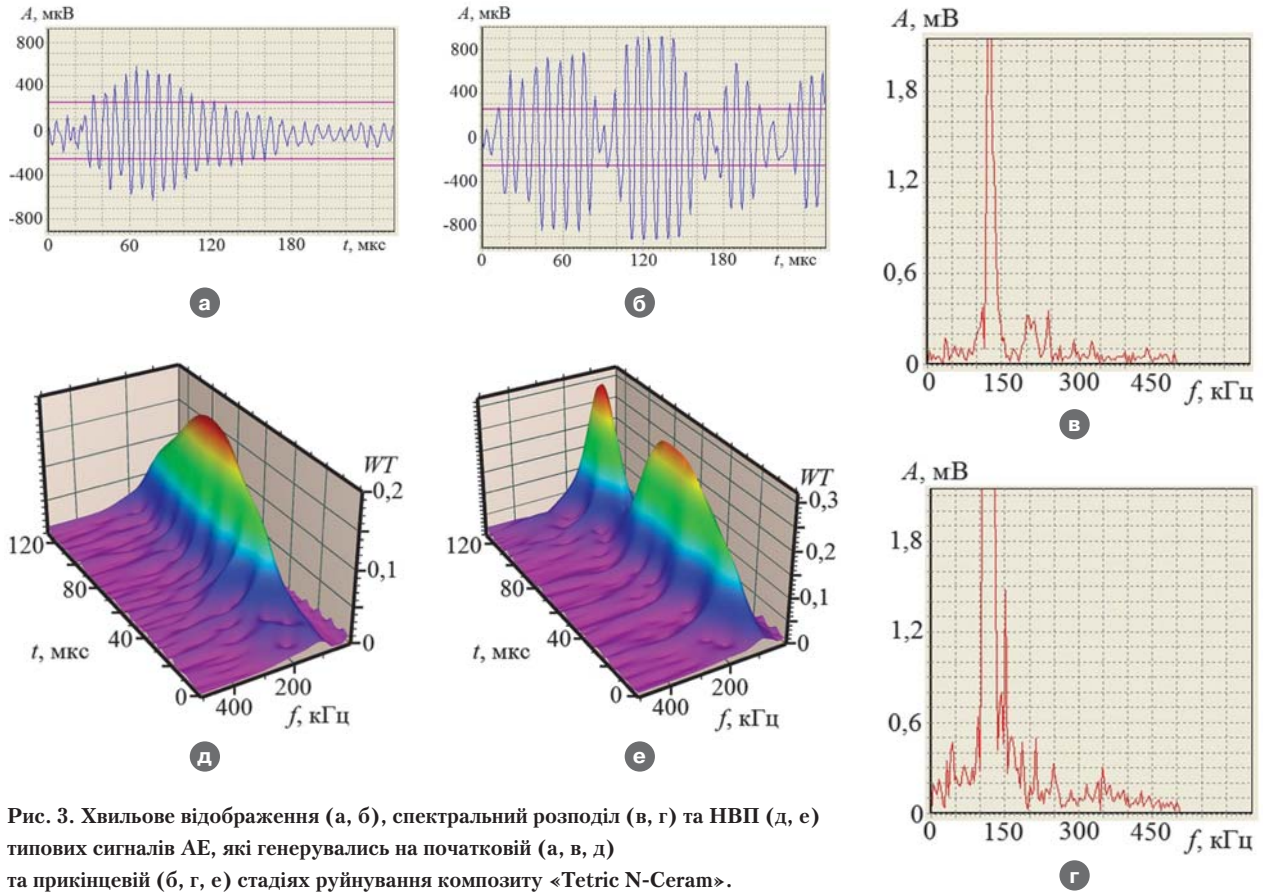
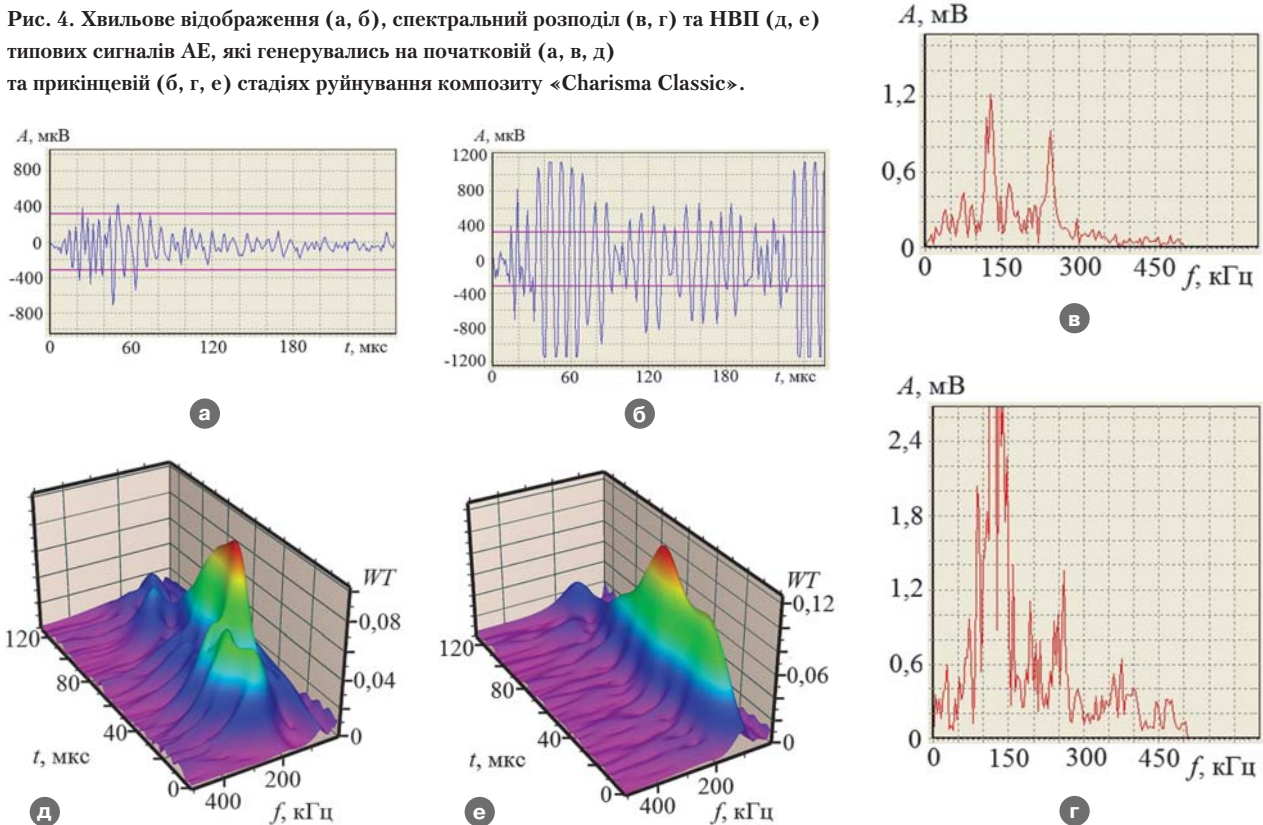


Рис. 4. Хвильове відображення (а, б), спектральний розподіл (в, г) та НВП (д, е) типових сигналів АЕ, які генерувались на початковій (а, в, д) та прикінцевій (б, г, е) стадіях руйнування композиту «Charisma Classic».



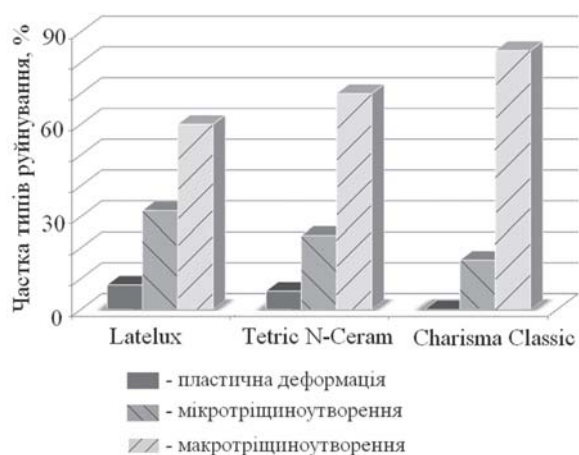


Рис. 5. Частка різних типів руйнування стоматологічних композитів.

Бачимо, що під час локального стиску стоматологічних композитів переважає високоенергетичне в'язко-крихке та крихке руйнування, що свідчить про поширення під навантаженням у матеріалах мікро- та макротріщин різної площі.

Висновки

1. Характер руйнування всіх композитів однаковий: пружно-пластичний на початковому етапі навантаження з переходом до крихкого при його подальшому зростанні. На початкових стадіях відбувається поверхневе руйнування (поширення конусних тріщин у матеріалі внаслідок втискування індентора), зі збільшенням сили у глибину зразка поширюються радіальні макротріщини, що врешті призводить до його повного руйнування (поділу на частини).
2. Спостерігаються три типи руйнування композитів: правильний, неправильний і змішаний. Перший переважав під час руйнування під дією локального навантаження композиту «Latelux», для матеріалів «Tetric N-Ceram» і «Charisma Classic» характерний змішаний тип руйнування.
3. Аналіз параметрів сигналів АЕ показав, що під час навантаження локальним стиском найбільшу амплітуду та енергію мали сигнали, що супроводжували руйнування композиту «Tetric N-Ceram», найменшу – Latelux. У всіх стоматологічних композитах переважає високоенергетичне в'язко-крихке та крихке руйнування, що свідчить про поширення в матеріалах мікро- та макротріщин різного розміру.

ПОСИЛАННЯ

1. Moskalenko AM. Efektyvnist zastosuvannya plombuvalnykh materialiv riznykh klasiv dlia restavratsii bichnykh zubiv // Profilaktychna ta dytiacha stomatolohiia. – 2013. – № 2 (9). – P. 40–44 (Ukrainian)
2. Yadav R, Kumar M. Dental restorative composite materials: A review // Journal of Oral Biosciences. – 2019. – 61. – P. 78–83.
3. Nidzelskyi MYa, Korotetska-Zinkevych VL. Stomatolohichni kompozitni materialy, yikh vlastyvyty ta zastosuvannya // VISNYK VDNZU «Ukrainska medychna stomatolohichna akademiia». – 2012. – Т. 12, Вип. 4 (40). – P. 222–224 (Ukrainian)
4. Dental composites – a versatile restorative material: A review / R.K. Ravi, R.K. Alla, M. Shamma, A. Devarhubli // Indian Journal of Dental Sciences. – 2013. – 5 (5). – P. 111–115.
5. Development and status of resin composite as dental restorative materials / X. Zhou, X. Huang, M. Li, X. Peng, S. Wang, X. Zhou, L. Cheng // Journal of Applied Polymer Science. – 2019. doi: 10.1002/APP.48180.
6. Riva YR, Rachman SF. Dental composite resin: A review // AIP Conference Proceedings. – 2019. – 2193 (1). – Id. 020011.
7. Nazarchuk Z., Skalskyi V., Serhiyenko O. Acoustic emission. Methodology and Application. Springer International Publishing AG. – 2017. – XIV, 283 p.
8. Kim K-H, Park J-H. Fracture toughness and acoustic emission behavior of dental composite resins // Engineering Fracture Mechanics. – 1991. – 40 (415). – P. 811–819.
9. Kim K-H, Park J-H, Imai Y, Kishi T. Fracture behavior of dental composite resin // Boi-Medical Materials and Engineering. – 1991. – 1 (1). – P. 45–57.
10. Ereifej NS, Oweis YG, Altarawneh SK. Fracture of fiber-reinforced composites analyzed via acoustic emission // Dental Materials Journal. – 2015. – 34 (4). – P. 417–424.
11. A novel dentin bond strength measurement technique using a composite disk diametral compression / S.-H. Huang, L.-S. Lin, J. Rudney, R. Jones, C. Aparicio, C.-P. Lin, A. Fok // Acta Biomaterialia. – 2012. – 8. – P. 1597–1602.
12. Dentin-composite bond strength measurement using the Brazilian Disk Test / C.A. Carrera, Y.-C. Chen, Y. Li, J. Rudney, C. Aparicio, A. Fok // Journal of Dentistry. – 2016. – 52. – P. 37–44.
13. Park J-H, Gu J-U, Choi N-S. Acoustic emission characteristics of methacrylate-based composite and silorane-based composite during dental restoration according to a variety of C-factor // Journal of Mechanical Science and Technology. – 2017. – 31 (9). – P. 4067–4072.
14. Cho NY, Ferracane JL, Lee IB. Acoustic emission analysis of tooth-composite interfacial debonding // Journal of Dental Research. – 2013. – 92 (1). – P. 76–81.
15. Cho NY. Time domain analysis of de-bonding of composite – tooth interface using acoustic emission // 24th American Dental Research & Future Dentistry & 3rd Annual Meeting on Pedodontics and Geriatric Dentistry. – 2018. – 8. – P. 60.
16. Effect of different composite modulation protocols on the conversion and polymerization stress profile of bulk-filled resin restorations / M.C.G. Erhardt, M. Goulart, R.C. Jacques, J.A. Rodrigues, C.S. Pfeifer // Dental Materials. – 2020. – 36 (7). – P. 829–837.
17. Latelux (Лателюкс) Системный комплект. – URL: <http://www.latus.com.ua/ru/products/plombirovochnye-materialy/latelux-syst.html> (дата звернення 16.06.2020).
18. Ivoclar Vivadent. Tetric N-Ceram. Efficient restoration of anterior and posterior teeth. – URL: <https://highlights.ivoclarvivadent.com/dentist/en-asian/tetric-n-ceram> (дата звернення 17.06.2020).
19. Kulzer. Charisma Classic. – URL: https://www.kulzer.com/int2/int/dentist/products_from_a_to_z/charisma_1/charisma_classic.aspx (дата звернення 17.06.2020).
20. Metod akustychnoi emisii v doslidzhenni stomatolohichnykh polimeriv / V.R. Skalskyi, V.F. Makieiev, O.M. Stankevych ta in. – Lviv: Kvart, 2015. – 150 s.

21. Nazarchuk Z.T. Akustyko-emisiine diahnostuvannya elementiv konstruksii, u 3 t. T. 3: Zasoby ta zastosuvannya metodu akustychnoi emisii / Z.T. Nazarchuk, V.R. Skalskyi. – K.: Naukova dumka, 2009. – 328 s.
22. Stankevych O, Skalsky V. Investigation and identification of fracture types of structural materials by means of acoustic emission analysis // Engineering Fracture Mechanics. – 2016. – 164. – P. 24–34.

Сравнительный анализ прочностных характеристик полимеров световой полимеризации для реставрации зубов методом акустической эмиссии: часть первая

В.С. Кухта, В.Ф. Макеев, О.С. Кырманов, В.Р. Скальський, О.М. Станкевич

Цель: Сравнительный анализ прочности гибридных реставрационных композитов световой полимеризации во время их локального нагружения с применением явления акустической эмиссии.

Исследованию подвергнуты следующие реставрационные композиты: Latelux, Tetric N-Ceram, Charisma Classic.

Результаты. Определено, что характер разрушения всех композитов одинаков: упруго-пластический на начальном этапе нагружения с переходом к хрупкому при его дальнейшем росте. Наблюдаются три типа разрушения композитов: правильный, неправильный и смешанный. Первый преобладал во время разрушения под действием локального нагружения композита «Latelux», для материалов «Tetric N-Ceram» и «Charisma Classic» характерен смешанный тип разрушения.

Выводы. Анализ параметров сигналов АЭ показал, что наибольшую амплитуду и энергию имели сигналы, при разрушении композита «Tetric N-Ceram», наименьшую – Latelux. Во всех стоматологических композитах преобладает высокоэнергетическое вязко-хрупкое и хрупкому разрушению, что свидетельствует о распространении в материалах микро- и макротрещин разного размера.

Ключевые слова: полимерные композиты, прочность, метод акустической эмиссии.

Comparative analysis of the strength of restoration polymers of light polymerization for dental restoration using the acoustic emission method: part one

V. Kukhta, V. Makeev, O. Kyrmanov, V. Skalsky, O. Stankevich

Purpose. Comparative analysis of the strength of hybrid restoration composites of light polymerization during their local loading using the phenomenon of acoustic emission. The following restoration composites were studied: Latelux, Tetric N-Ceram, Charisma Classic.

Results. It was determined that the nature of the destruction of all composites is the same: elastic-plastic at the initial stage of the load with a transition to brittle as its further growth. Three types of composite failure are observed: correct, incorrect and mixed. The first predominated during fracture under the action of local loading of the Latelux composite, for Tetric N-Ceram and Charisma Classic materials a mixed type of fracture is characteristic.

Conclusions. Analysis of the parameters of the AE signals showed that the signals had the highest amplitude and energy when the Tetric N-Ceram composite was destroyed, and the lowest – Latelux. All dental composites are dominated by high-energy ductile-brittle and brittle fracture, which indicates the spread of micro- and macrocracks of various sizes in materials.

Key words: polymer composites, strength, acoustic emission method.

Кухта Віктор Степанович – канд. мед. наук, доцент,

зав. кафедрою ортопедичної стоматології ЛНМУ ім. Данила Галицького. Львів, Україна.

E-mail: viktor.kukhta@gmail.com.

Макеев Валентин Федорович – д-р мед. наук,

професор кафедри ортопедичної стоматології ЛНМУ ім. Данила Галицького. Львів, Україна.

E-mail: prof.makeyev@gmail.com.

Кырманов Олександр Сергійович – канд. мед. наук,

асистент кафедри ортопедичної стоматології ЛНМУ ім. Данила Галицького, Львів, Україна.

E-mail: kyrmanov85@gmail.com.

Ключковська Наталія Романівна – канд. мед. наук,

доцент кафедри ортопедичної стоматології ЛНМУ ім. Данила Галицького, Львів, Україна.

E-mail: kluchkovska@gmail.com.

Скальський Валентин Романович – член-кореспондент НАН України, д-р тех. наук,

заступник директора фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України, Львів.

E-mail: skalsky.v@gmail.com.

Станкевич Олена Михайлівна – д-р тех. наук,

старший науковий співробітник фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України, Львів.

E-mail: stan_olena@yahoo.com.

6-8 ЖОВТНЯ 2021

МВЦ, Броварський пр-т, 15, Київ



International Dental Forum

Міжнародна виставка стоматологічного обладнання та матеріалів
і серія науково-практичних та бізнес заходів



ВСЕ ДЛЯ СТОМАТОЛОГА



Виставка новітніх технологій
стоматологічної індустрії



Понад 100 лідерів ринку (виробники,
імпортери матеріалів та обладнання)



Гарячі новинки та акційні пропозиції
продукції від учасників



TOP спікери



Актуальні питання в стоматології:
ток-шоу, дискусійні клуби



Non-stop
майстер-класи

ОРГАНІЗАТОРИ / ORGANISERS:

PREMIER
www.pe.com.ua

ІВА ІВСП
www.imdp.in.ua

ПРОХОДИТЬ ОДНОЧАСНО:



30-та Міжнародна медична виставка
PUBLIC HEALTH

Тел: +38 (044) 496-86-45
e-mail: dentalforum@pe.com.ua
www.dentalforum.com.ua

Запрошення на сайті виставки dentalforum.com.ua
з промокодом **MD21** безкоштовно