

УДК 616.315-001-008.9-092.4

DOI <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2022-44-2.19>

**С.С. Небогатов,**

аспірант, Міжнародний гуманітарний університет,  
вул. Фонтанська Дорога, 33, м. Одеса, Україна,  
індекс 65009, [nebogатов@gmail.com](mailto:nebogатов@gmail.com)

**Л.Д. Чулак,**

доктор медичних наук, професор, Міжнародний  
гуманітарний університет, вул. Фонтанська Дорога, 33,  
м. Одеса, Україна, індекс 65009, [chulak1952@icloud.com](mailto:chulak1952@icloud.com)

## ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА КЛІНІЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ БІОІНЕРТНИХ КЕРАМІЧНИХ ВКЛАДОК З ОКСИДОМ ЦИРКОНІЮ

**Мета дослідження.** Експериментальні дослідження щодо ступеню впливу на навколишні тканини при імплантації зразків основних матеріалів, що застосовуються для виготовлення біоінертних керамічних вкладок в клініці. Для вдосконалення методики виготовлення зубних протезів на основі безкаркасної кераміки провели дослідження щодо поліпшення крайового прилягання, підвищення міцності з'єднання облицювального шару, які є основним напрямком в удосконаленні інертності, міцності і косметичності вкладок при протезуванні. Проведені дослідження показали, що також необхідні дослідження біоінертності матеріалу вкладок, яка істотно відрізняє керамічні вкладки від інших конструкцій, що можна застосувати при подібних клінічних ситуаціях.

**Матеріали та методи дослідження.** Морфологічне дослідження шкіри білих щурів лінії Вістар проводилося після внутрішньошкірної імплантації сплавів: Weron 99, Wirocer, Wirobond, кераміки IPS e.max Press. Під час експерименту тварини перебували в умовах і на раціоні віварію відповідно з передбаченими нормативними даними. Досліди з тваринами проводили згідно встановленим правилам роботи з ними.

**Наукова новизна.** Проведені дослідження були спрямовані на вдосконалення методики виготовлення кульшової керамічної вкладки з використанням безкаркасної кераміки. Дослідження показали, що односпрямовані дистрофічні зміни в епітелії і дермі шкіри експериментальних тварин при внутрішньошкірній імплантації сплавів: Weron 99, WeroCer, Wirobond і кераміки IPS e.max Press виражені в меншій мірі, що свідчить про більш значущу біоінертність кераміки при впровадженні в тканини порожнини рота. Результатом експериментальних і стендових досліджень стала вдосконалена методика виготовлення кульшової пресованої вкладки. **Висновки.** Проведені дослідження показали високу інертність та конструктивну міцність матеріалу вкладок, що дає підстави до застосування їх в клінічній практиці.

**Ключові слова:** біоінертна керамічна вкладка, оксид цирконію, стоматологічний мікропротез, внутрішньошкірна імплантація.

**S.S. Nebogatov,**

Graduate Student, International Humanitarian University,  
str. Fontanska Doroha, 33, Odesa, Ukraine,  
postal code 65009, [nebogатов@gmail.com](mailto:nebogатов@gmail.com)

**L.D. Chulak,**

Doctor of Medical Sciences, Professor, International  
Humanitarian University, str. Fontanska Doroha, 33, Odesa,  
Ukraine, postal code 65009, [chulak1952@icloud.com](mailto:chulak1952@icloud.com)

## MANUFACTURING TECHNOLOGY AND CLINICAL APPLICATION OF BIOINERT CERAMIC INSERTS WITH ZIRCONIUM OXIDE

**The aim of the study.** Experimental studies on the degree of influence on the surrounding tissues during implantation of samples of the main materials used for the manufacture of bioinert ceramic inserts in the clinic. In order to improve the method of manufacturing dental prostheses based on frameless ceramics, research was conducted on improving the edge fit, increasing the strength of the connection of the facing layer, which are the main direction in improving the inertness, strength and aesthetics of inlays during prosthetics. The conducted studies showed that there is also a need to study the bioinertness of the inlay material, which significantly distinguishes ceramic inlays from other designs that can be applied in similar clinical situations. **Research materials and methods.** A morphological study of the skin of white Wistar rats was carried out after intradermal implantation of Weron 99, Wirocer, Wirobond, IPS e.max Press ceramics. During the experiment, the animals were kept in the conditions and on the diet of the vivarium in accordance with the prescribed normative data. Experiments with animals were conducted according to established rules for working with them. **Scientific novelty.** The conducted research was aimed at improving the technique of manufacturing hip ceramic inserts using frameless ceramics. Studies have shown that unidirectional dystrophic changes in the epithelium and dermis of the skin of experimental animals during intradermal implantation of alloys: Weron 99, WeroCer, Wirobond and IPS e.max Press ceramics are expressed to a lesser extent, which indicates a more significant bioinertness of ceramics when implanted in the tissues of the oral cavity. The result of experimental and bench research was an improved method of manufacturing a hip pressed insert. **Conclusions.** The conducted studies showed high inertness and structural strength of the material of the tabs, which gives grounds for their use in clinical practice.

**Key words:** bioinert ceramic insert, zirconium oxide, dental microprosthesis, intradermal implantation

За останні роки збільшилося використання кераміки з двоокису цирконію як каркасного матеріалу для виготовлення мікропротезів, односторонніх коронок і малих мостовидних протезів. Їх використання в стоматологічній практиці стало можливим за допомогою CAD/CAM технологій

[1]. Клінічні вивчення керамічних реставрацій на основі двоокису цирконію показували багатобіччі клінічні результати і високі коефіцієнти виживання [2]. Однак, сколювання і крихкість керамічних мас, що нашаровуються на каркаси з двоокису цирконію залишається актуальною і злободенною проблемою сучасної ортопедичної стоматології [3].

В сучасній світовій стоматологічній практиці для досягнення таких результатів вживають техніку пошарового облицювання на вогнетривких моделях, CAD/CAM-технології і техніку гарячого пресування.

Звичайно, техніка пресування є ідеальним варіантом для виготовлення вкладок і вінірів - вона забезпечує високу якість (колір, точність фіксації) в поєднанні з ефективним робочим процесом і високою міцністю [4].

У сучасній стоматології технології IPS e.max Press займають досить значне місце завдяки простоті і технологічності процесу, але їх застосування стримується побоюванням ортопедів-стоматологів, пов'язаних з крихкістю безметаллових конструкцій, складністю клінічних етапів. Тому найчастіше в разі руйнування коронкової частини зуба застосовують металеві кульшові вкладки, технології виготовлення яких продовжує вдосконалюватися.

Численні дослідження *in vitro* міцності зв'язку між фарфором, що нашаровується і керамікою з двоокису цирконію опубліковані за останні десятиліття [5, 6].

Металокерамічні системи довгий час залишалися найоптимальнішим варіантом протезування дефектів зубних рядів як на природних зубах, так і на опорах у вигляді імплантатів виявилися надійним варіантом для фіксованої ортопедичної стоматології і залишаються золотим стандартом [7].

Вважається, що при виготовленні металокерамічних незнімних зубних протезів відповідно до Міжнародної організації стандартів (МОС) потрібна міцність зв'язку більше ніж 25 МПа між керамікою і металом. Однак, коли мова йде про безметаллові реставрації, подібних стандартів не визначено.

Двоокис цирконію має нижчу теплопровідність, ніж інші матеріали каркаса, що використовуються для виготовлення мікропротезів і коронок. Надмірно гартуючі навантаження призводять до появи всередині фарфору, що нашаровується, мікротріщин, викликаних збільшенням температури під час процесу охолодження. У металокерамічних конструкціях ступінь залишкової напруги на

поверхні з'єднання між фарфором, що нашаровується і металевими каркасами залежить від режимів термічної обробки кераміки. Таким чином, міцність зв'язку між фарфором, що нашаровується і металевими каркасами могла бути міцніше, якщо використовувати контрольовану швидкість охолодження після процедур випалу [8].

Виходячи з вищесказаного, впливає, що проблема виготовлення конструкцій з оксиду цирконію, які піддаються підвищеним поперечним навантаженням, як кульшові вкладки, вкладки inlay, onlay, overlay, є актуальною темою для наукових досліджень, спрямованих на підвищення якості естетичного мікропротезування. Шляхи вирішення проблеми, представлені в останніх дослідженнях, узагальнених в даному огляді, в удосконаленні методів остаточної обробки каркасів з оксиду цирконію і / або відмові від пошарового нанесення керамічних облицювальних мас, остаточної обробки готової конструкції.

Численні дослідження *in vitro* щодо міцності зв'язку між матеріалами що нашаровуються і каркасами з двоокису цирконію були проведені для подолання відколів реставрацій з вистилаючим фарфором, заснованих на двоокису цирконію. Різні підходи для отримання стабільної міцності зв'язку розробляються в даний час. В додаванні, розробка та випробування нових матеріалів і методів потрібно, щоб мінімізувати сколювання і ломку облицювального (що нашаровується) фарфору. Подальші дослідження необхідні, щоб затвердити ці протоколи і забезпечити додаткову інформацію про довгострокове клінічне виконання.

Виходячи з аналізу наукових літературних джерел, основний напрямок в удосконаленні інертності, міцності і косметичності вкладок при протезуванні зубними протезами на основі безкаркасної кераміки - це поліпшення крайового прилягання, підвищення міцності з'єднання облицювального шару - базовий керамічний каркас.

В сучасній ортопедичній стоматології актуальна проблема підвищення якості реставрації фронтальної групи зубів за допомогою вдосконалення і апробації технології пресованої кераміки. Все вищевказане, власне, і визначило основний напрямок цього дослідження.

**Мета роботи.** Експериментальні дослідження щодо ступеню впливу на навколишні тканини при імплантації зразків основних матеріалів, що застосовуються для виготовлення біоінертних керамічних вкладок в клініці. **Матеріали та методи.** Морфологічне дослідження шкіри білих щурів лінії Вістар проводилося після вну-

трішньошкірної імплантації сплавів: Weron 99, Wirocer, Wirobond, кераміки *IPS e.max Press*. Під час експерименту тварини перебували в умовах і на раціоні віварію відповідно з передбаченими нормативними даними. Досліди з тваринами проводили згідно встановленим правилам роботи з ними. Всі маніпуляції, які викликали біль, були проведені під етамінал-натрієвим наркозом (40 мг/кг внутрішньоочеревинно). Робота з тваринами проводилась відповідно Міжнародним кодексом медичної етики (Венеція, 1983), «Європейською конвенцією щодо захисту хребетних тварин, які використовуються з експериментальними та іншими науковими цілями» (Страсбург, 1986), «Загальними етичними принципами експериментів на тваринах», ухваленими Першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001), Directive 2010/63/EU of European Parliament and Council on the protection of animals used for scientific purposes, законом України «Про захист тварин від жорстокого поводження» № 440-IX від 14.01.2020 р.

#### Результати дослідження та їх обговорення.

Для вдосконалення методики виготовлення зубних протезів на основі безкаркасної кераміки провели дослідження щодо поліпшення крайового прилягання, підвищення міцності з'єднання облицювального шару, які є основним напрямком в удосконаленні інертності, міцності і косметичності вкладок при протезуванні. Проведені дослідження показали, що також необхідні дослідження біоінертності матеріалу вкладок, яка істотно відрізняє керамічні вкладки від інших конструкцій, що можна застосувати при подібних клінічних ситуаціях.

З цією метою ми провели дослідження на щурах, що дозволяє оцінити ступінь впливу на навколишні тканини при імплантації зразків основних матеріалів, що застосовуються для виготовлення вкладок в клініці. Результати морфологічних досліджень шкіри білих щурів лінії Вістар показали, що внутрішньошкірна імплантація сплавів: Weron 99, Wirocer, Wirobond, кераміки *IPS e.max Press* супроводжується односпрямованими дистрофічними змінами в епітелії і дермі шкіри експериментальних тварин, однак, при імплантації кераміки, ці зміни виражені в меншій мірі (рис. 1), що свідчить про більш значущу біоінертність кераміки при впровадженні в тканини порожнини рота експериментальних тварин.

Всі проведені дослідження, результати яких наведені вище, лягли в основу розробленого методу виготовлення керамічної вкладки.

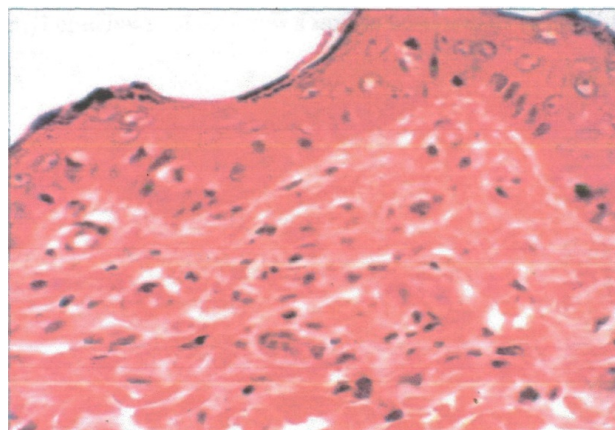


Рис. 1. Шкіра щурів після імплантації кераміки. Фарб. гематоксилін і еозин x 400.

Після визначення показань до протезування і оцінки стану періапикальних тканин і стану кореня зуба приступали до підготовки кореня під штифтову конструкцію.

На етапі виготовлення керамічної кульшової вкладки проводили моделювання з воску. Воскові заготовки встановлювали на опокову основу на відстані не менше 3 мм між собою, всі місця приєднання ливників до об'єкта пресування і до опокової основи ретельно закруглялися. Зверху встановлювали опоковий калібр, видаляли надлишки пакувальної маси і витримували підготовлену опоку протягом 30 хвилин до моменту повного затвердіння.

У холодну піч Programat P 90 поміщали цирконієві штифти і керамічні заготовки для попереднього нагрівання до кінцевої температури  $T = 850\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Для підвищення міцності кульшової керамічної вкладки застосовували «швидке» охолодження - діставали вкладку без повільного охолодження в печі.

Після повного охолодження проводили розпакування, піскоструминну обробку, відрізували літники алмазними дисками. Припасовували відлиту з кераміки заготовку на робочій моделі. Проводили остаточне очищення реставрації шляхом піскоструминної обробки внутрішньої поверхні полірувальним дробом під тиском 2 атм., а зовнішньої поверхні - під тиском 0,5 атм.

Враховуючи, що міцність зв'язку білого не окрашеного двоокису цирконію з облицювальними матеріалами була значною в порівнянні з окрашеним двоокисом цирконію (розділ 3.2), фарбування кульшової вкладки не виробляли (рис. 2).

Фіксацію вкладки в порожнині рота здійснювали за допомогою універсальної двухкомпонентної адгезійної системи Totalcem ("Itena", Франція).

Базовий рідкотекучий композит обраного відтінку перемішували з пастою-каталізатором висо-

кої в'язкості в пропорції 1:1, вносили в порожнину з невеликим надлишком. Вкладку занурювали в підготовлену порожнину, жорстко утримуючи її стоматологічним пінцетом. Видаляли надлишки матеріалу, покривали реставрацію водорозчинним гліцерином для попередження утворення оксигенированого шару, засвічували фотополімерною лампою. Проводили фінішну очистку реставрації алмазними фінірами, полірами, дисками. Приступали до виготовлення покривної конструкції.



Рис. 2. Готова керамічна вкладка

**Висновки.** Проведені дослідження показали високу інертність та конструктивну міцність матеріалу вкладок, що дає підстави до застосування їх в клінічній практиці.

Проведені дослідження були спрямовані на вдосконалення методики виготовлення кульшової керамічної вкладки з використанням безкаркасної кераміки. Дослідження показали, що односпрямовані дистрофічні зміни в епітелії і дермі шкіри експериментальних тварин при внутрішньошкірній імплантації сплавів: Weron 99, Wegercer, Wirobond і кераміки *IPS e.max Press* виражені в меншій мірі, що свідчить про більш значущу біоінертність кераміки при впровадженні в тканини порожнини рота. Результатом експериментальних і стендових досліджень стала вдосконалена методика виготовлення кульшової пресованої вкладки.

### Література:

1. Posterior implant single-tooth replacement and status of adjacent teeth during a 10-year period: a retrospective report. / C.E. Misch, F. Misch-Dietsh, J. Silc, E. Barboza, L.J. Cianciola, C. Kazol. *Peiodontol.* 2008. №. 79(12). P. 2378-2382.
2. Магнуссон А.-Н. Эстетические цельнокерамические реставрации для передних зубов. *Новое в стоматологии.* 2005. №4. С 25-39.
3. Профилактика различных осложнений при ортопедическом лечении включенных одиночных дефектов

зубных рядов. / В.В. Лепский, О.В. Деньга, Т.Г. Вербицкая, О. А. Макаренко. *Вісник стоматології.* 2012. № 1. С. 53-57.

4. Influence of Resin Cements and Aging on the Fracture Resistance of IPS e.max Press Posterior Crowns. / М.М. Abou-Madina, М. Ozcan, К.М. Abdelasis. *Int. J. Prosthodont.* 2012. №.25(1). P. 33-35.

5. Ceramco 3 margin and opaque correction liquid - жидкость для плечевой массы, корректора опака и много другого. / Р. Кузьмиченко, М. Таранько. *Зубное протезирование.* 2010. № 3. С. 19-23.

6. Филиппенкова Л. Практическое применение диоксида циркония NexxZr. *Зубное протезирование.* 2012. № 1. С. 40-43.

7. Meta-analysis of fixed partial denture survival: pprotheses and abutments / M.S. Scurria, J.D. Bader, D.A. Shegars. *J. Prosthet.Dent.* 1998. N. 79. P. 459-464.

8. Influence of cooling rate on zirconia veneer interfacial adhesion / G. Gostemeyer, M. Jendras, M.P. Dittmer, [et al.] *Acta Biomater.* 2010. № 6. P. 4532-4538.

### References

1. Misch C.E., Misch-Dietsh F., Silc J. & et al. (2008) Posterior implant single-tooth replacement and status of adjacent teeth during a 10-year period: a retrospective report // *Peiodontol.*, 79(12), 2378-2382.
2. Magnusson A.-H. (2005) Esteticheskiye tsel'nokeramicheskiye restavratsii dlya perednikh zubov. [Aesthetic all-ceramic restorations for anterior teeth]. *Novoye v stomatologii - New in dentistry*, 4, 25-39 [in Russian].
3. Lepsky V.V., Denga O.V., Verbitskaya T.G. & Makarenko O. A. (2012) Profilaktika razlichnykh oslozhneniy pri ortopedicheskom lechenii vklyuchennykh odinichnykh defektov zubnykh ryadov. [Prevention of various complications in the orthopedic treatment of included single defects in the dentition]. *Vіsник стоматології - Bulletin of Dentistry*, 1, 53-57 [in Russian].
4. Abou-Madina M.M., Ozcan M. & Abdelasis K.M. (2012) Influence of Resin Cements and Aging on the Fracture Resistance of IPS e.max Press Posterior Crowns. *Int. J. Prosthodont.*, 25(1), 33-35.
5. Kuzmichenko R. & Garanko M. (2010) Seramco 3 margin and opaque correction liquid - zhidkost' dlya plechevoy massy, korreктора opaка i mnogo drugogo. [Ceramco 3 margin and opaque correction liquid - liquid for shoulder mass, opaque corrector and much more]. *Zubnoye protezirovaniye - Dental prosthetics*, 3, 19-23 [in Russian].
6. Filippenkova L. (2012) Prakticheskoye primeneniye dioksida tsirkoniya NexxZr [Practical application of zirconium dioxide NexxZr]. *Zubnoye protezirovaniye - Dental prosthetics*, 1, 40-43 [in Russian].
7. Scurria M.S., Bader J.D. & Shegars D.A. (1998) Meta-analysis of fixed partial denture survival: pprotheses and abutments. *J. Prosthet.Dent.*, 79, 459-464.
8. Gostemeyer G., Jendras M., Dittmer M.P. & [et al.] (2010) Influence of cooling rate on zirconia veneer interfacial adhesion. *Acta Biomater.*, 6, 4532-4538.