

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ О. О. БОГОМОЛЬЦЯ  
Кафедра ортопедичної стоматології

**БЕЗМЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ У СУЧАСНІЙ  
ОРТОПЕДИЧНІЙ СТОМАТОЛОГІЇ, ПОКАЗАННЯ,  
МАТЕРІАЛИ. КЛІНІКО-ЛАБОРАТОРНІ ЕТАПИ  
(методичні рекомендації)**

14.01.22 – стоматологія

Київ  
Книга-плюс  
2024

УДК: 616.314-089.23-37:666.3(072)

Методичні рекомендації присвячені проблемі клінічного застосування керамічних реставрацій, вибору технології та матеріалу для їх виготовлення в залежності від індивідуальних клінічних умов пацієнта. Її ціль – допомогти розібратися, систематизувати розрізнену інформацію, що була опублікована за останні десятиліття по даній тематиці для досягнення позитивного результату в кожному клінічному випадку, як в короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі.

Методичні рекомендації призначені для студентів 3-5 курсів стоматологічного факультету, курсантів циклу спеціалізації «Ортопедична стоматологія», циклів тематичного удосконалення стоматологічних дисциплін, науковців та лікарів, які працюють у сфері стоматології.

Methodical recommendations are devoted to the problem of clinical application of ceramic restorations, the choice of technology and material for their manufacture, depending on the individual clinical conditions of the patient. Its purpose is to help to understand, to systematize the disparate information that has been published over the past decades on this topic in order to achieve a positive result in each clinical case, both in the short and long term.

Methodological recommendations are intended for students of the 3th-5th year of the Faculty of Dentistry, cadets of the specialization cycle «Prosthetic dentistry», cycles of thematic improvement of dental disciplines, scientists and doctors working in the field of dentistry.

*Рекомендовано до друку на засіданні ЦМК стоматологічного факультету  
Національного медичного університету імені О. О. Богомольця МОЗ України  
(протокол № 1 від 29.08.2024)*

**Установа-розробник:**

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця МОЗ України.

**Укладач (автор):**

ГУЩА ДМИТРО КОСТЯНТИНОВИЧ – доцент кафедри ортопедичної стоматології НМУ імені О.О.Богомольця, кандидат медичних наук, доцент.

**Рецензенти:**

Дорошенко Світлана Іванівна – професор кафедри ортопедичної стоматології та ортодонтії ПВНЗ «Київський медичний університет, д. мед. н., професор.

Біда Віталій Іванович – Завідувач кафедри ортопедичної стоматології, цифрових технологій та імплантології НУОЗ України імені П.Л.Шупика, д.мед.н., професор, Заслужений діяч науки і техніки України.

Підп. до друку 20.05.2024. Формат 60x84/16.  
Папір офсет. Гарн. Newton C. Друк офсет. Наклад 300.

Видавництво «Книга-плюс»  
03057, Київ, пр. Берестейський, 34.  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців  
і розповсюджувачів видавничої продукції  
серія ДК № 4904 від 20.05.2015 р.  
тел.: +38 067 403 55 05

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ**

- ОС – ортопедична стоматологія
- БК – безметалові конструкції
- ПК – польвошпатна кераміка
- ПЗ – програмне забезпечення
- КТ – компютерна томографія
- КТР – коефіцієнт термічного розширення
- СНЩС – скронево-нижньощелепний суглоб

## **БЕЗМЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ У СУЧАСНІЙ ОРТОПЕДИЧНІЙ СТОМАТОЛОГІЇ, ПОКАЗАННЯ, МАТЕРІАЛИ. КЛІНІКО-ЛАБОРАТОРНІ ЕТАПИ**

Більшу частину історії стоматологічної спеціальності її метою було усунення наслідків захворювань зубів, оточуючих їх тканин і структур. Проте в останні десятиліття, під впливом досягнень науки та кращого розуміння багатьох біологічних процесів, у наданні стоматологічної допомоги намітилися нові підходи.

Все більш вагомим стає застосування в клініці ОС моделі, за якої планування терапії передбачає ретельну діагностику та оцінку клінічно значущих аспектів з урахуванням особливостей кожного клінічного випадку із залученням цифрових технологій. Дана модель прийняття рішень вимагає залучення пацієнта до активної участі у плануванні та проведенні лікування.

Тенденція підвищення уваги людей до стану свого здоров'я та зовнішнього вигляду, що посилюється в сучасному суспільстві, публікації в засобах масової інформації, соціальних мережах, призвели до значного підвищення естетичних вимог пацієнтів, які сьогодні хочуть мати не лише функціональні, а й гарні, естетичні реставрації, що не відрізняються на вигляд від природних зубів, що, у свою чергу, призвело до значного розвитку косметичних стоматологічних процедур, а також зростання вимог до естетичних результатів терапії.

У минулому для досягнення сприятливого зовнішнього вигляду зубів нерідко потрібно було проводити досить інвазійні та дорогі втручання, пов'язані зі створенням ортопедичних незнімних конструкцій. Удосконалення стоматологічних матеріалів, технологій їх застосування, впровадження адгезивних технологій розширило можливості стоматологів та зубних техніків, а також зробило естетичну стоматологію доступною більшій кількості пацієнтів. Більше того, це дозволило зробити таке лікування менш інвазійним та відносно простим.

Така зміна поглядів призвела до того, що пацієнти все частіше звертаються по стоматологічну допомогу виключно за косметичними показаннями, тобто, для елективного покращення зовнішнього вигляду зубних рядів.

БК, в свою чергу, є найбільш оптимальним видом протезування як в даній ситуації, так і у більшості випадків використання незнімних кон-

струкції загалом, оскільки мають цілу низку позитивних властивостей відносно інших: висока естетика, гарна механічна міцність, хімічна стійкість, біологічна інертність і слабка теплопровідність.

Досягнення позитивного результату у довгостроковій перспективі неможливо без розуміння взаємодії складових факторів, які на це впливають, а саме: знання і розуміння клінічних та лабораторних протоколів виготовлення; матеріалознавства; інтеграції цифрових протоколів в робочий процес.

Для кращого розуміння процес виготовлення БК можна розділити на кілька етапів:

- ◆ діагностика (фото-протокол, визначення кольору, виготовлення діагностичних моделей, КТ);
- ◆ планування майбутньої роботи (Wax Up, цифровий прогноз);
- ◆ препарування зубів під обрану конструкцію;
- ◆ зняття відбитків згідно обраного протоколу виготовлення (аналоговий, цифро-аналоговий, цифровий);
- ◆ лабораторне виготовлення БК (при наявності додаткового обладнання та певних навичок, є можливість виготовлення як тимчасових, так і постійних реставрацій безпосередньо в клініці, без залучення лабораторії);
- ◆ фіксація.

Обов'язковим чинником (запорукою) успіху реставраційного лікування, поруч із чітким виконанням алгоритму клінічних і лабораторних етапів, є правильно проведена діагностика.

В естетичній стоматології, одним з основних інструментів діагностики та комунікації, є мистецтво та практика отримання статичного зображення, або фотографія – ефективний спосіб обміну інформацією між стоматологом та зубним техніком. Сучасні можливості цифрової фотографії дозволяють практично миттєво отримати зображення та без спотворень переслати його будь-якому адресату електронною поштою або передати на іншому носії. Значення фотографії давно дуже точно висловив Фредерік Барнар: «Одна картинка коштує тисячі слів».

Цифрова фотографія багато в чому полегшує обмін даними та інформування пацієнтів. Клінічні знімки дозволяють ретельно проаналізувати зовнішній вигляд посмішки та зубних рядів, перевірити точність створення діагностичного воскового моделювання та провізорних реставрацій, а також контури губ та інші естетичні параметри. Фотографії у стандартних проекціях полегшують естетичний аналіз, включаючи

оцінку розподілу емалі, оптичних ефектів та контурів зуба, виявлення ділянок гіпоплазії, прозорість ріжучого краю.

У стоматології застосовують внутрішньоротовий прицільний, загальний, та зовнішній протоколи. Дуже важливо пам'ятати, що особливості фототехніки можуть впливати на якість зображення настільки, що це не дозволить використовувати фото з клінічною метою, проте за допомогою правильного застосування можна детально проаналізувати оптичні характеристики. Фото препаративаних зубів із відповідними кольоровими шкалами дають зубному техніку цінну інформацію.

**Визначення кольору** – основна умова досягнення високого естетичного результату є оптимальне поєднання кольору керамічних реставрацій та природних зубів. Незважаючи на те, що в стоматології визначення кольору поділяється на два етапи – візуальний (суб'єктивний) і інструментальний (об'єктивний), воно більш відноситься до мистецтва, ніж до науки, оскільки істиною в останній інстанції служить людське око. Оптимальний результат досягається за допомогою поєднання традиційних художніх та наукових колориметричних методів.

Вкрай важлива умова правильного визначення кольору – оптимальне освітлення. Для цього оператору (стоматологу, зубному техніку та асистенту) рекомендується ідентифікувати колір при трьох видах освітлення: денному світлі, штучному світлі та в сутінках. Деякі варіанти відтінків та інтенсивності кольору можна виявити за допомогою приладів, таких як Full Spectrum, Demetron Shade Light, Kerr/Sybron, Lumin Shade Light, Vident (Фото 1).

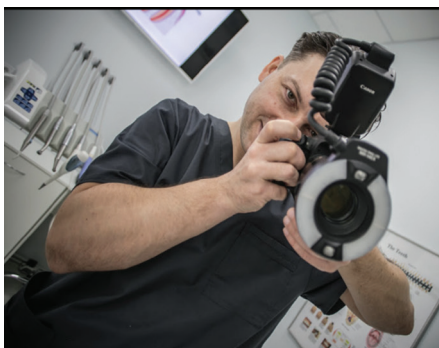




Фото 1

При клінічній примірці реставрацій клініцист повинен використовувати такі умови освітлення, які були у зубного техника при їх виготовленні. Об'єктивний метод визначення кольору полягає у використанні цифрових технологій та комп'ютерного аналізу зображень. Сучасне обладнання та програмне забезпечення дозволяють дуже точно виявити найменші зміни кольору у різних ділянках зуба та вибрати оптимальну



Фото 2

комбінацію реставраційних матеріалів для створення найбільш естетичної реставрації. Одна з таких систем – ShadeScan, аналізує зображення зуба та об'єктивно відображає його колірні характеристики та прозорість.

Так само, як людське око перетворює світлові хвилі видимого спектру в сприйняття кольору, апарат піддає цифровій обробці і перетворенню ті ж світлові хвилі і оптично аналізує їх. Потім програма порівнює цифрове зображення з базою кольорових зразків реставраційних матеріалів вибраного виробника, наприклад Vitapan 3-D Master і Classical; Vita, Chromascop (Ivoclar Vivadent), Shofu Nintage Halo (Noritake), Esthet X, Dentsply/Caulk.

Слід пам'ятати, що, незважаючи на високу кореляцію цифрового зображення та програмних рекомендацій щодо вибору відповідних матеріалів при виготовленні реставрацій, комп'ютерні системи не замінюють знання, навички та досвід стоматолога та зубного техніка.

**Діагностичне моделювання** – невід'ємна частина планування терапії, що дозволяє всім його учасникам (пацієнт, стоматолог та зубний технік) візуалізувати та проаналізувати функціональні



Фото 3

та естетичні параметри передбачуваних змін ще до виконання реставраційних чи хірургічних маніпуляцій. Незважаючи на значні витрати часу, пов'язані з цим етапом, такий діагностичний підхід дає змогу отримати бажаний результат та завчасно побачити потенційні труднощі на шляху його досягнення. Крім того, діагностичне моделювання усуває непорозуміння між учасниками процесу, полегшує комунікацію та мінімізує час перебування пацієнта у кріслі. Діагностична модель є основним діагностичним та комунікаційним інструментом, оскільки забезпечує справжнє тривимірне зображення вихідних параметрів або передбачуваних змін. До таких моделей можна віднести моделі вихідного стану, діагностичні воскові моделі (Фото 3, 4) та моделі провізорних реставрацій.

Моделі вихідного стану дозволяють зубному техніку уявити наявні функціональні особливості пацієнта, і навіть можливості модифікації ситуації.

На жаль, діагностичну цінність таких моделей часто недооцінюють, незважаючи на те, що вони дають техніку можливість отримати уявлення про контур і текстуру поверхні зубів, локалізації наявних реставрацій в області зубів, що прилягають до відновлюваного, а це може впливати на колір нового протезу. Крім того, ознаки надмірного стирання зубів нерідко асоціюються із збільшенням насиченості кольору ріжучого краю зуба.

Правильно виготовлена та обрізана модель, відлита за допомогою від-



битка, відображає текстуру поверхні, деталі вестибулярних та язикових поверхонь, тріщини та інші дефекти емалі. Всі ці деталі можна використовувати при створенні остаточних реставрацій. Такі моделі також дозволяють візуалізувати масивні реставрації та ділянки вираженого стирання, які можуть вплинути на колір прилеглих зубів, що відновлюються. На встановлених в артикуляторі моделях можна визначити порушення оклюзії та отримати більш точне уявлення про розташування зубів та функціональність зубних рядів. Крім того, за допомогою діагностичних моделей пацієнт може чітко візуалізувати передбачуваний результат лікування.

Діагностичні воскові моделі дозволяють усім учасникам процесу отримати про нього загальне уявлення та переконатися у можливості досягнення необхідного результату.

При складанні плану лікування слід враховувати особливості особи пацієнта, становище губ, дикцію та її власні побажання. Детальні схеми, малюнки та коментарі полегшують воскове моделювання, спрямоване на імітацію остаточного результату реставраційного лікування. Пацієнт при аналізі діагностичних воскових моделей може зробити необхідні зауваження для подальшої корекції. Схвалену ним діагностичну воскову модель використовують для створення шаблонів, які задають приблизну корекцію різних параметрів, а також обсяг препарування зубів. Крім того, шаблони використовуються



Фото 4

при плануванні хірургічного втручання на м'яких тканинах, кістці і дозволяють визначити обсяг їх необхідного збільшення або висічення, а також при виборі оптимального місця для встановлення імплантатів і виготовленні тимчасових реставрацій.

В арсеналі стоматолога є можливість виготовлення **цифрових діагностичних моделей**. Ці моделі можна використати для моделювання цифрового прогнозу (діагностичний цифровий «Wax Up»).

Таким чином ми можемо отримати результат «до та після» на цифрових моделях (Фото 5, 6), які можемо відправити на 3D друк (Фото 7). Такі моделі ще називають: демонстраційна; примірочна; мотиваційна; мокап модель.

Перш ніж розпочати розгляд особливостей препарування твердих тканин зубів під БК, зупинимося на **видах БК та матеріалах**, які використовуються для їх виготовлення.

Стоматологи та зубні техніки часто стикаються з необхідністю вибору оптимального матеріалу для відновлення зовнішнього вигляду та функціональних можливостей

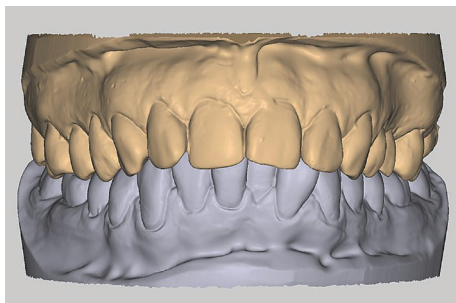


Фото 5

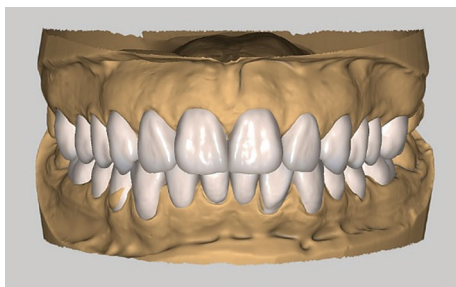


Фото 6



Фото 7

зубних рядів. Однак іноді, професійна інформація може легко заплутати не тільки обивателів, а й фахівців у галузі стоматології, так як все більше компаній пропонують асортимент матеріалів, що розширюється, дозволяючи отримати клінічно задовільні з естетичної та функціональної точки зору реставрації. Все це значно ускладнює вибір оптимального матеріалу у кожному конкретному клінічному випадку. Щоб процес прийняття рішення щодо використання того чи іншого матеріалу став легшим, стоматологи та зубні техніки повинні розуміти особливості доступних цільно-керамічних систем та їх історичні аспекти розвитку.

Виробництвом керамічних предметів люди займалися з давніх-давен. Керамікою називають вироби, виготовлені з неорганічних матеріалів з мінеральними добавками за допомогою нагрівання та подальшого охолодження. Саме слово «кераміка» походить від грецького *keramos*, що означає «глина». Ймовірно, у грецьку мову це слово потрапило із санскриту, в якому воно означало палену землю, оскільки глину видобували з ґрунту та обпалювали, щоб одержати гончарні вироби.

Стоматологічні керамічні маси – це суміші неметалевих та металевих елементів, які утворюють між собою ковалентні зв'язки з формуванням періодичної кристалічної структури. Найбільш поширені види стоматологічної кераміки складаються з оксидів металів ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ) та інших керамічних матеріалів – силікатів, оксидів та їх похідних. В результаті спеціальної обробки між окремими складовими керамічної суміші виникають іонні та ковалентні зв'язки з утворенням цільної структури.

Керамічні матеріали використовуються в стоматологічній практиці досить давно, показання до застосування дуже широкі. Зокрема, ці біологічно інертні матеріали застосовують для виготовлення жакетних коронок, метало-керамічних реставрацій, вкладок, накладок, вінірів та каркасів цільно-керамічних конструкцій.

До найважливіших якостей кераміки відносяться її колірна стабільність, низька розчинність у середовищах ротової порожнини і висока зносостійкість.

Однак, незважаючи на високу міцність кераміки до компресійної навантажі її застосування обмежується відносно низькою міцністю на розтяг.

При клінічному застосуванні керамічних матеріалів враховують низьку механічних властивостей: міцність на вигин, стійкість до перелому, коефіцієнт еластичності. Міцність на вигин, яка також називається коефіцієнтом розриву, визначається по деформації або перелому балки, розташованої на двох опорах по краях, при наданні навантаження по центру

балки. З усіх використовуваних сьогодні в стоматології видів кераміки найбільшою міцністю на вигин має фрезерований оксид цирконію (990 МПа), потім досліджують літа кераміка (378–604 МПа) і літєво-дисилікатна пресована кераміка (350 МПа).

Стійкість до перелому одна із найважливіших механічних якостей і характеризує здатність тендітного матеріалу протистояти утворенню тріщин під впливом граничного навантаження. Цей показник для традиційної ПК становить 0,78 МПа, що відповідає натрово-вапняному склу. Літєво-дисилікатна пресована кераміка має міцність до перелому, що в 4 рази перевищує таку у ПК та в 2 рази у кераміки, посиленої лейцитом.

Як зазначалося, ще однією важливою якістю є коефіцієнт, чи модуль, еластичності, який характеризує відносну жорсткість, чи ригідність, матеріалу, що визначається за вигином під впливом навантаження. Модуль еластичності ПК становить 70 ГПа, літєво-дисилікатної пресованої кераміки – 100 ГПа та фрезерованої цирконієвої кераміки – 210 ГПа.

Слід також відзначити, що проблема усадки залишається актуальною і для БК конструкцій, за винятком фрезерованих з керамічних блоків, які піддавалися спіканню. Усадка фрезерованих конструкцій при спіканні за дуже високої температури компенсується збільшенням заготовки за допомогою спеціального програмного забезпечення. КТР кераміки на основі оксиду алюмінію та літєво-дисилікатної кераміки – приблизно  $10 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ . КТР кераміки на основі оксиду цирконію становить близько  $10,5 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ , а кераміки, посиленої, варіює від  $14 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  до  $18 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ . Дуже важливо знайти правильне поєднання між КТР каркасу та облицювальної кераміки. При значній різниці між ними облицювальна кераміка відшаровується від керамічного каркасу.

Цей феномен пояснюється виникненням компресійного навантаження, коли КТР облицювальної кераміки значно нижче за КТР каркаса. При досягненні кімнатної температури каркас повинен піддаватися більшій усадці, ніж облицювальний матеріал, щоб мінімізувати компресію, яку вона вказує на каркас. Однак, якщо КТР облицювальної кераміки значно вища, ніж КТР каркасу, це може призвести до розвитку напруги в товщі реставрації. Ідеальний варіант – досягти слабкої компресії каркаса з боку облицювальної кераміки при кімнатній температурі. Аналогічний принцип використовується для облицювання керамікою металевих каркасів.

На даний момент, в арсеналі стоматологів можна виділити такі керамічні матеріали (ТАБЛ. 1): традиційна польвошпатна кераміка; фрезерована кераміка; пресована кераміка; інфільтрована кераміка.

**Традиційна польовошпатна кераміка** – кераміка на основі кремнезему, принаймні частково представлена склоподібними матеріалами. Іншими словами, це кристали (польовий шпат, кварц, оксид алюмінію), розсіяні у скляній матриці. Скло можна вважати переохолодженою рідиною, оскільки воно має некристалічну структуру. Відсутність рівномірної кристалічної структури, з одного боку, забезпечує сприятливі оптичні характеристики (прозорість), що відповідають природній емалі зуба, а з іншого – призводить до високої крихкості такого матеріалу. Низька міцність на вигин (60–120 МПа) цього виду кераміки вимагає достатньої підтримки з боку металевого або міцного керамічного каркаса для протистояння оклюзійним навантаженням.

ПК широко застосовується для облицювання металевих та керамічних каркасів як коронок, так і мостоподібних протезів. Традиційна ПК приблизно на 65% складається з польового шпату і на 25% з кварцу і поділяється на тугоплавку (1300–1400 °С) і легкоплавку (850–1100 °С). Вибір виду ПК залежить від показань і типу каркасного матеріалу. Щоб уникнути несприятливої напруги в реставрації КТР облицювальної кераміки повинен відповідати цьому показнику сплаву або високоміцної каркасної кераміки. ПК використовують для виготовлення високоестетичних керамічних вінірів, вкладок та накладок. Ці реставрації не мають каркасу, і їхня міцність підвищується завдяки адгезивній фіксації до структур зуба.

Підвищення вмісту кристалів лейцити або частинок оксиду металу посилює склоподібну матрицю такої кераміки та значно підвищує її міцність до перелому. Така посилена кераміка може застосовуватися для створення повних коронок на ділянках з обмеженим навантаженням оклюзійним (передні зуби).

У зуботехнічній лабораторії частково кристалізований порошок змішують з водою до кашкоподібної консистенції та наносять масу на штамп (вогнетривкий штамп, фольгу). Реставрації надають необхідну форму та обпалюють у печі. Для компенсації усадки потрібно повторне нанесення порцій кераміки та додатковий випал. Якість таких реставрацій багато в чому залежить від мануальних навичок та кваліфікації зубної техніки. За даними літератури, перелом керамічних вкладок, накладок та вінірів у процесі функціонування зустрічається відносно часто.

**Фрезерована кераміка.** Фрезерування керамічних виробів проводиться відповідно до даних, отриманих в результаті комп'ютерної обробки та віртуального моделювання (CAD/CAM) по оптичному зліпку, сканованому відбитку або штампі. Системи комп'ютерного моделювання

передбачають перетворення зображення препарованої поверхні та прилеглих структур на моніторі комп'ютера і дозволяють оператору віртуально задати необхідні параметри реставрацій, що плануються (зовнішні контури, приясеневий край).

Комп'ютерне виробництво, по суті, полягає у числовому програмному керуванні фрезерним верстатом для випилювання змодельованого оператором виробу із цільного керамічного блоку.

Прикладами таких систем є Procera, Nobel Biocare та Lava, 3M ESPE. Слід зазначити, що системи постійно вдосконалюються для оптимізації процесів та підвищення точності припасування конструкцій.

У таких системах використовують спеціальні барвники зміни кольору каркаса. Існує безліч цільнокерамічних систем комп'ютерного моделювання та виготовлення каркасів із оксиду цирконію та оксиду алюмінію. У системі Процера, яка з'явилася близько 25 років тому, використовується щільно спечений оксид алюмінію високої чистоти (> 99,9%), що зовсім не містить кремнезему. Міцність на вигин каркасів Процера із оксиду алюмінію (Procera Alumina) становить 610 МПа. Одна з переваг CAD/CAM-технологій полягає в стандартизації процесу та заводському виробництві каркасів з точно розрахованою компенсацією значної усадки при спіканні кераміки. Система Процера дозволяє виготовити з оксиду алюмінію каркаси коронок, часткових незнімних протезів, абатменти для декількох систем імплантатів, а також вініри. Оксид цирконію забезпечує більшу міцність до перелому, а оксид алюмінію має більш високу прозорість, тому останній краще за необхідності створення естетичних реставрацій.

Багато клінічних досліджень продемонстрували чудове довгострокове функціонування коронок з каркасами з оксиду алюмінію, виготовленими за технологією Процера. Відмінна біосумісність, кращі механічні (висока міцність на вигин) та оптичні якості зробили оксид цирконію одним з найпопулярніших матеріалів для виготовлення керамічних каркасів. Міцність оксиду цирконію дозволяє застосовувати його для виробництва каркасів повних коронок та незнімних часткових протезів з цементною та адгезивною фіксацією, а також абатментів, штифтів, протяжних каркасів та балок з опорою на імпланти.

Результати короткострокових клінічних досліджень дозволяють сподіватися сприятливий прогноз реставрацій з каркасами з оксиду цирконію. Нині відомо кілька систем, у яких виготовлення каркасів застосовується оксид цирконію, наприклад: Cercon, Dentsply, DCS Dental, Лава, Процера, allZirkon, Zirkon Zahn, і Etkon, Straumann.

**Пресована кераміка.** Спочатку цей вид кераміки використовувався як антипригарна поверхня кухонного посуду. Ця система складається з цільних керамічних блоків, що поміщаються в спеціальну піч для надання їм пластичного склоподібного стану, що дозволяє модифікувати матеріал кристалізуючими агентами, в результаті чого він кристалізується. При виготовленні реставрації спочатку проводять воскове моделювання каркаса, прикріплюють литники до воскової заготовки, створюють форму з вогнетривкої маси методом випаровування воску. Скло повільно проникає під тиском у порожню форму в центрифугі.

Одна з основних відмінностей ПК від литої склокераміки полягає в тому, що остання відливається, ще не маючи кристалічного стану, і кристалізується в процесі випалу. Пресована кераміка складається з окремих кристалів, оточених скляною матрицею. Загалом такі матеріали мають задовільні фізичні властивості, зокрема вони стійкі до термічного удару і високоміцні до перелому та стирання. При цьому багато в чому зазначені якості залежать від розміру та щільності кристалів та їх зв'язку з матрицею. Кристали уповільнюють швидкість збільшення тріщин за рахунок компресії, що виникає навколо кожного кристала лінії перелому. У цілому нині реставрації, виготовлені з пресованої кераміки, є монохромними, тому їх облицьовують польовошпатною керамікою після попереднього зішліфування необхідного шару або фарбують. Недолік зовнішнього фарбування полягає в небезпеці видалення барвника при шліфуванні, поліруванні та тривалому функціонуванні реставрацій.

Перевагами такої системи можна вважати високу точність припасовування протягом усього каркасу та по краю реставрації, а також відносно гарну міцність. Показники жорсткості поверхні та швидкості стирання пресованої кераміки дуже близькі до таких у природної емалі. Цей матеріал дозволяє виготовити високоестетичні реставрації, проте він занадто прозорий, щоб приховати дуже темні тканини зуба, що підлягають, металеві штифти або абатменти. Повні коронки з пресованої кераміки в передніх зубах демонструють високу виживаність.

Слід пам'ятати, що міцність таких реставрацій забезпечується за рахунок адгезії до твердих тканин зуба. Пресована кераміка піддається протруєнню плавиковою кислотою та силанізації при фіксації на композитний цемент низької в'язкості. Ризик перелому вкладок із пресованої кераміки нижчий, ніж із польовошпатної, але вищий, ніж із фрезерованої.

**Інфільтрована кераміка** відноситься до класу матеріалів, які називаються проникаючими композитами. Такі матеріали складаються як мі-

німум із двох взаємо переплетених фаз, що проникають від внутрішньої до зовнішньої поверхні через всю товщу маси. Дані матеріали виготовляють, створюючи пористу керамічну губку, яка грає роль матриці, потім пори цієї губки насичують розплавленим склом, яке проникає в матрицю під дією капілярного ефекту. В результаті така взаємодія матеріалів призводить до утворення міцної керамічної основи. Для облицювання каркасів із інфільтрованої кераміки застосовують традиційну ПК. Відомі три системи, що відрізняються за типом кристалічної структури каркасу.

В системі In-Ceram Alumina, Vita використовується порошок оксиду алюмінію високої міцності, а в системі In-Ceram Spinell застосовується магнієво-алюмінієвий порошок. У першому випадку склом просочують спечені блоки оксиду алюмінію, що забезпечує міцність вигин 450 МПа. Каркаси з цього матеріалу облицюють ПК.

У другому випадку склом інфільтрують шпинельну кераміку ( $MgAl_2O_4$ ), в результаті виходить більш крихкий матеріал, але він має кращі оптичні властивості. Система In-Ceram Шпінель застосовується для виготовлення вкладок, накладок та вінірів, які не перекриваються облицювальною керамікою. Третій вид інфільтрованої кераміки – In-Ceram Zirconia, Vita. У ньому пориста структура представлена сумішшю двох третин оксиду алюмінію та однієї третини оксиду цирконію ( $ZrO_2$ ).

Цей матеріал значно міцніший за кераміку In-Ceram Алюміну, його міцність на вигин становить 750 МПа. Крім того, у даній системі частинки оксиду цирконію можуть змінювати свою конфігурацію під дією навантаження, збільшуючись обсягом на 3 %. Ця просторова зміна уповільнює поширення тріщин в результаті процесу, що називається трансформаційним зміцненням і характеризується виникненням компресії по краю тріщини.



Таблиця 1

**Класифікація та показання до використання  
суцільнокерамічних систем**

ПОЛЬОВОШПАТНА КЕРАМІКА		
Універсальна	Зазвичай застосовується у якості обличкувальної, вона сумісна з більшістю металів і видів каркасної кераміки. Існує багато видів польовошпатної кераміки, які відрізняються за відтінком та прозорістю. Крім того, таку кераміку застосовують для виготовлення вінірів, вкладок і накладок.	Показання: <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ обличкування каркасів повних коронок передніх та жувальних зубів;</li> <li>◆ обличкування каркасів незнімних мостоподібних протезів;</li> <li>◆ вкладки;</li> <li>◆ накладки;</li> <li>◆ вініри.</li> </ul>
Матеріали:	Creation, Omega 900, Ivoclar Vivadent, Densply, Ceramco, Heraeus Kulzer, Duceram LFC, Noritake.	
ФРЕЗЕРОВАНА КЕРАМІКА		
Щільноспечений оксид алюмінію високої чистоти	Щільноспечений оксид алюмінію високої чистоти (наприклад, система Процера) відноситься до класу полікристалічної кераміки. Керамічна основа не має у своєму складі скла, що забезпечує високу міцність на вигин (650 МПа). Цей матеріал застосовують для виготовлення каркасів коронок передніх і жувальних зубів, а також керамічних абатментів з використанням CAD\CAM технологій.	Показання: <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ каркаси коронок передніх та жувальних зубів;</li> <li>◆ каркаси мостоподібних протезів;</li> <li>◆ каркаси вінірів;</li> <li>◆ ендодонтичні штифти;</li> <li>◆ абатменти різних систем імплантатів;</li> <li>◆ вкладки;</li> <li>◆ накладки.</li> </ul>
Тетрагональна полікристалічна оксидцирконієва кераміка, посилена оксидом ітрію	Тетрагональна полікристалічна оксидцирконієва кераміка, посилена оксидом ітрію (Лавіа), дуже міцна та не має у своєму складі скловидної фази. Цей матеріал застосовують для виготовлення каркасів коронок передніх і жувальних зубів, а також мостоподібних протезів.	

<p>Тетрагональна полікристалічна оксидцирконієва кераміка, посилена оксидом ітрію</p>	<p>Даний матеріал має властивості трансформаційного укріплення, що обмежує розповсюдження тріщин в каркасі за рахунок трансформації тетрагональної структури кристалів в моноклінну.</p> <p>Міцність на вигин складає 900-1200 МПа. Каркаси з цієї кераміки можна виготовляти з використанням CAD\CAM технологій, з допомогою традиційних методів випарювання воску або фрезерування. Розмір попередньо обпалених фрезерованих каркасів збільшений на 20-25% з метою компенсації слідуєчої усадки при остаточному обпиканні. Готові каркаси облицьовують польовошпатною або пресованою керамікою.</p>	<p>Показання:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ каркаси коронок передніх та жувальних зубів;</li> <li>◆ каркаси мостоподібних протезів;</li> <li>◆ каркаси вінірів;</li> <li>◆ ендодонтичні штифти;</li> <li>◆ абатменти різних систем імплантатів;</li> <li>◆ вкладки;</li> <li>◆ накладки.</li> </ul>
<p><b>ПРЕСОВАНА КЕРАМІКА</b></p>		
<p>Склокераміка, посилена лейцитом</p>	<p>Посилена кристалами лейциту склокераміка (IPS Empres Ivoclar) зазвичай використовують в естетично значущих ділянках, однак висока прозорість даного матеріалу утруднює маскування темних тканин зуба, що розташовані під реставрацією, металевих штифтів або абатментів.</p> <p>Міцність на вигин складає 112 МПа. Каркаси виготовляють за допомогою метода випарювання воску або CAD\CAM технологій. Міцність реставрацій залежить від їх адгезивної фіксації до твердих тканин зуба, при цьому внутрішню поверхню каркасу протравлюють плавиковою кислотою та силанізують.</p>	<p>Показання:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ каркаси коронок передніх зубів та премолярів;</li> <li>◆ каркаси мостоподібних протезів на три одиниці;</li> <li>◆ вініри;</li> <li>◆ вкладки;</li> <li>◆ накладки.</li> </ul>

Літієво-ди-силікатна склокераміка	Літієво-дисилікатну склокераміку (IPS Eris Ivoclar) спеціально розроблена для створення мостоподібних протезів на три одиниці. Крім того її можна застосовувати для виготовлення каркасів коронок передніх і жувальних зубів. Для цього застосовують процес випарювання воску і пресування каркасу. Міцність на вигин у 3-4 рази більше, ніж у склокераміки, посиленої лейцитом. Оптимальна міцність досягається за рахунок адгезивної фіксації.	Показання: ♦ каркаси коронок передніх зубів та премоларів; ♦ каркаси мостоподібних протезів на три одиниці; ♦ вініри; ♦ вкладки; ♦ накладки.
Матеріали:	IPS Empres Ivoclar, IPS Eris Ivoclar, OPC, Pentron, Dentsply Ceramco, IPS e.Max.	
<b>ІНФІЛЬТРОВАНА КЕРАМІКА</b>		
Інфільтрований склом оксид алюмінію	Інфільтрований склом оксид алюмінію (In Ceram Alumina Ivoclar) являє собою спечений оксид алюмінію, інфільтрований склом. Цей матеріал застосовують для виготовлення каркасів коронок передніх і жувальних зубів, а також мостоподібних протезів у фронтальному відділі зубного ряду. Міцність складає 446 МПа, а її виразна опаковість обмежує використання при високих естетичних вимогах. Каркаси можна виготовити за допомогою CAD\CAM технологій.	Показання: ♦ коронки передніх та жувальних зубів; ♦ мостоподібні протези на три одиниці; ♦ каркаси мостоподібних протезів; ♦ вініри; ♦ вкладки; ♦ накладки.
Інфільтрована склом суміш оксидів алюмінію і магнію	Інфільтрована склом суміш оксидів алюмінію і магнію (In Ceram Spinel Vident) відносно прозора і має достатню міцність (340 МПа), що дозволяє використовувати її для виготовлення каркасів коронок передніх зубів.	
Інфільтрований склом оксид алюмінію з частково стабілізованим оксидом цирконію	Інфільтрований склом оксид алюмінію (65%) з частково стабілізованим оксидом цирконію (35%) (In Ceram Zirconia Vident) має достатню міцність на вгин (600 МПа). Виразна опаковість обмежує використання при високих естетичних вимогах. Каркаси можна виготовити за допомогою литва або CAD\CAM технологій.	

Серед алгоритмів, які використовуються для виготовлення реставрацій з кераміки, можна виділити наступні: аналоговий; цифро-аналоговий; цифровий.

Згідно **аналогового алгоритму**, після препарування лікар отримує відбитки за допомогою стандартних або індивідуальних ложок. Для цього, як правило, використовуються силіконові, поліефірні або вінілполісилоксанові відбиткові матеріали із застосуванням класичних технік отримання відбитку. Після передачі в зуботехнічну лабораторію відбувається виготовлення робочої моделі з супергіпсу, з наступним, в залежності від обраного матеріалу і технології, виготовленням ортопедичної конструкції. Аналоговий протокол, на жодному з етапів, не передбачає використання цифрових технологій.

**Цифро-аналоговий алгоритм** передбачає можливість використання цифрових технологій у процесі передачі негативного відображення (отримання оптичного відбитку за допомогою інтраорального сканеру), сканування аналогового відбитку або моделі (отримання оптичного відбитку за допомогою лабораторного сканеру) та на етапах виготовлення керамічних реставрацій.

Цифровий алгоритм можна охарактеризувати як найбільш сучасний, такий що інтенсивно розвивається. Передбачає використання цифрових засобів в клініці, та зуботехнічній лабораторії. На ньому зупинимось більш детально.

**Використання CAD\CAM технології для виготвлення БК.** В автомобільній та авіакосмічній промисловості комп'ютерне моделювання та виробництво застосовується вже багато років. Використання комп'ютерних технологій стало і невід'ємною частиною сучасної стоматологічної практики, хоча з'явилося у стоматології відносно нещодавно. Розробка точних скануючих пристроїв, програмного забезпечення, що дозволяє враховувати усадку матеріалу, та високотехнологічних фрезерних верстатів, а також поява нових керамічних матеріалів значно розширили можливості CAD/CAM-технологій.

Останні досягнення в цій області стоматології, що найбільш швидко розвивається, дозволили скоротити витрати часу на виготовлення ортопедичних конструкцій і усунути неминучі недоліки, пов'язані з участю оператора в процесі створення реставрацій. Крім того, саме завдяки таким технологіям стало можливим виготовлення міцних та естетичних керамічних каркасів високої точності.

В даний час використовуються три основних методи виготовлення каркасів одиночних коронок і незнімних часткових протезів: мануальне моделювання та мануальне виробництво (manual-aided design/manual-aided manufacturing, MAD/MAM); комп'ютерне моделювання та комп'ютерне виробництво (computer-aided design/computer-aided manufacturing, CAD/CAM); метод, специфічний конкретного виробника (закриті системи).

**Метод MAD/MAM** полягає у шаблонному фрезеруванні або випилюванні і заснований на пантографічному принципі, який використовується вже протягом кількох століть для копіювання або пропорційного збільшення об'єктів або зображень, а також гравірування. Саме так у побуті виготовляють дублікати ключів. Вважається, що таке механічне копіювання та фрезерування дозволяє точно відтворити потрібний об'єкт. Спочатку каркас моделюють із воску або композиту, після чого заготовку поміщають у пантограф. Копіювальне плече апарата простежує заготівлю каркаса, у той час як фрезерне плече з твердосплавним різцем вирізує виріб із вибраного сирцевого блоку або блоку, що пройшов попереднє спікання. Виріб вирізають більшого розміру на 20–25% для компенсації усадки після остаточного спікання. Кожен блок має спеціальне маркування, в якому зазначено його щільність для відповідного налаштування фрезерного пристрою.

Обладнання, призначене для використання даного методу, відносно економічне (наприклад, Zirkonzahn, Zirkonzahn; Ceramill, Amann Girsch; TiZan Mill, Schutz Dental Group). Крім того, цей метод дозволяє зубному техніку усунути недоліки препарування зубів на етапі створення воскової моделі.

**Метод CAD/CAM** полягає у тривимірному віртуальному моделюванні каркасів з наступним автоматизованим виробництвом на фрезерному верстаті з числовим програмним керуванням. Кожна CAD/CAM-система включає три основні етапи: сканування, моделювання і фрезерування. Зазвичай усі ці етапи виконуються у зуботехнічній лабораторії.

Третій метод (**Закриті системи**) виготовлення керамічних каркасів полягає у використанні програмного забезпечення конкретного виробника з передачею інформації у віддалений фрезерний центр, де і виробляється каркас.

Як зазначалося вище, фрезерування сирцевих блоків вимагає менше часу та призводить до меншого зношування фрезерного обладнання. Крім того, такі верстати зазвичай менш дорогі, ніж верстати, призначені для обробки білих блоків  $ZrO_2$ .

**Методи сканування.** Системи комп'ютерного моделювання та виробництва каркасів передбачають необхідність сканування моделі препарованого зуба та (або) заготовлі каркасу. Методи сканування у різних систем відрізняються. У стоматології застосовуються оптичні сканери (камери), механічні сканери (контактне перетворення на цифрову форму), лазерні та світлові сканери з використанням білого або кольорового світла. У системі Cerec 3D, Sirona (Фото 8) застосовується внутрішньоротова оптична камера, що передає цифрове зображення препарованого та прилеглих зубів. У системі Everest, KaVo використовується камера типу CCD (charged couple device), яка створює тривимірну цифрову модель після реєстрації зображення у 15 проекціях. У системі Procera, Nobel Biocare робочий гіпсовий штамп препарованого зуба механічно сканується сферичним стилусом, що знаходиться в контакті з поверхнею штампу. Після цього оброблена інформація передається в один із централізованих фрезерних центрів для виготовлення каркасу. У системі Lava, 3M ESPE для отримання цифрового зображення робочої моделі застосовується оптичний сканер (біле світло). При цьому можна отримати цифрове зображення не тільки препарованих зубів, а й усіх необхідних анатомічних контурів, які можуть бути скановані або скопійовані з віртуальної бібліотеки.

**Програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання.** З моменту появи більшості стоматологічних CAD/CAM систем були закритими, тобто ПЗ конкретної компанії призначалося для використання тільки з фрезерним обладнанням тієї ж фірми. Такий підхід для зуботехнічних лабораторій є незручним, оскільки обмежує вибір зубних техніків. В даний час все більше виробників відкриває своє ПЗ для стандартного промислового формату. Це означає, що сканування, виконане з використанням відкритого формату стандартної бібліотеки шаблонів (СБШ), дозволяє передати інформацію до будь-якого фрезерного центру,



Фото 8



Фото 9

що приймає дані СБШ. У такому випадку зубний технік має можливість вибрати виробника залежно від потрібного матеріалу або методу виготовлення каркасів. Прикладом такої відкритої системи є Dental Designer, 3 Shape . При цьому робочий штамп сканується за допомогою лазера та цифрової камери високої роздільної здатності. Лазерні поверхні проєктуються на робочий штамп, а камера захоплює зображення.

Після цього оператор може поетапно змоделювати потрібний протез за допомогою програмного забезпечення, яке імітує стандартні зуботехнічні маніпуляції (маркування межі препарування, блокування піднутрень, нанесення компенсаторного лаку). При моделюванні каркаса незнімного часткового протеза можна задати необхідну траєкторію введення протеза та створити телескопічні ковпачки для оптимізації цієї траєкторії. Потім інформація надсилається електронною поштою у відповідний фрезерний центр.

**Устаткування для виробництва каркасів.** Виготовлення каркасів із оксиду цирконію може бути проведене у зуботехнічній лабораторії або у віддаленому фрезерному центрі. Саме виробництво виконується субтрактивним чи адитивним методом. Найбільш поширеним є **субтрактивний метод**, що полягає у випилюванні каркаса з цільного блоку. Тривалість фрезерування та тип фрези залежать від виду блоку (сирцевий, попередньо спечений або повністю спечений). Розмір фрезерованого каркаса визначається ступенем наступного усадки після остаточного спікання.

**Адитивний метод** полягає у нанесенні порошку оксиду цирконію на штамп. Для цього виготовляють металевий або інший міцний штамп більшого розміру, щоб компенсувати усадку при спіканні каркасу. Після нанесення порошку проводять його компресію під дією ізостатичного тиску. Після цього сирцевий каркас фрезерують для надання йому потрібного контуру. Потім каркас знімають зі штампу та спікають при температурі 1550 °С.

В даний час розробляється альтернативний метод виробництва керамічних каркасів. Він вже застосовується для створення металевих каркасів і полягає в селективному лазерному спіканні або плавленні. Лазерне спікання тонких шарів матеріалу дозволяє виготовляти тривимірні об'єкти будь-якої форми відносно швидко та з мінімальною витратою сировини.

**Оксид цирконію.** Все більшої популярності набуває використання оксиду цирконію, який замінює метал при виготовленні каркасів. При цьому застосовують виключно комп'ютерні технології, що пояснює значне зростання числа виробників програмного забезпечення, сканерів та фрезерних верстатів.

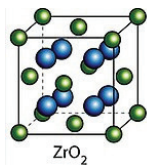


Фото 10

Печі для випалювання та лиття поступилися місцем сканерам і фрезерним верстатам з числовим програмним управлінням. В даний час при виготовленні кар кас коронок і мостоподібних протезів замість пальників, воску і прасування все частіше використовуються клавіатура і монітор. Стоматологи та зубні техніки отримують величезний обсяг інформації, що часом ускладнює ситуацію, тим більше, що багато виробників представляють дані недостатньо коректно.

Деякі стоматологи усуваються від ухвалення рішення про вибір реставраційного матеріалу, дозволяючи робити це зубному техніку, проте несе повну відповідальність за протези, які він встановлює в порожнині рота пацієнтів, саме стоматолог. Таким чином, стоматологи повинні мати чітке уявлення про ті види матеріалів, які вони застосовують у своїй практиці. Крім того, клініцисти мають роз'яснювати пацієнтам особливості тих чи інших стоматологічних матеріалів, щоб люди самі могли ухвалити поінформоване рішення щодо свого вибору. Зокрема, з урахуванням популярності оксиду цирконію, і стоматологу, і зубному техніку потрібно добре розбиратися в механічних і оптичних властивостях цього матеріалу.

Слід пам'ятати, що на відміну від металевих каркасів, каркаси з оксиду цирконію можуть пошкоджуватися і це вимагає дотримання певних правил при їх обробці. Часто вибір матеріалу залежить тільки від бажання пацієнта мати реставрацію без металу, але фахівці в галузі стоматології не повинні забувати про недоліки та обмеження альтернативних металу матеріалів, у тому числі  $ZrO_2$ .

Оксид цирконію в природі виявляється у поєднанні з оксидом кремнію в мінералі, який називається цирконом, або бадделейтом ( $ZrO_2$ ,  $SiO_2$ ).



Щодо цього матеріалу використовують термін «керамічна сталь», проте правильною назвою є «діоксид цирконію». Коли йдеться про діоксид цирконію, в англійській мові використовується термін zirconio, діоксид алюмінію – alumina, оксид магнію – magnesia. Чистий оксид цирконію в природі не вітряний.

Інтерес до оксиду цирконію як біоматеріал обумовлений його механічною міцністю, хімічною та просторовою стабільністю, а також коефіцієнтом еластичності, близьким до такого у нержавіючій сталі. Нормальна щільність оксиду цирконію становить  $6 \text{ г/см}^2$ , а теоретична щільність (100% щільність) дорівнює  $6,51 \text{ г/см}^2$ . Чим ближче ці значення, тим менший простір між частинками, вища міцність і рівніша поверхня.

Залежно від температури, що діє на матеріал,  $\text{ZrO}_2$  може існувати в трьох кристалічних формах. Так, при температурі  $2370 \text{ }^\circ\text{C}$  чистий  $\text{ZrO}_2$  знаходиться в нестабільній високотемпературній кубічній формі. У цій формі матеріал має квадратні поверхні та щільність  $6,27 \text{ г/см}^2$ . При температурі  $1170\text{--}2370 \text{ }^\circ\text{C}$   $\text{ZrO}_2$  знаходиться в метастабільній середньотемпературній тетрагональній формі, яка характеризується прямокутними поверхнями та має щільність  $6,1 \text{ г/см}^2$ .

При температурі нижче  $1170 \text{ }^\circ\text{C}$  матеріал знаходиться в стабільній моноклінній фазі і має форму паралелепіпеда (призму з шістьма поверхнями). Міцність такої кристалічної форми оксиду цирконію мінімальна, яке щільність становить  $5,6 \text{ г/см}^2$ . Отже, з погляду міцності, дуже важливо мінімізувати обсяг матеріалу, що у моноклінній фазі.

Для стабілізації  $\text{ZrO}_2$  при кімнатній температурі і контролю фазових трансформацій до нього додають оксиди металів (Фото 11), наприклад ітрію ( $\text{Y}_2\text{O}_3$ ) або церію ( $\text{CeO}_2$ ).

До унікальних характеристик  $\text{ZrO}_2$  відноситься здатність перешкоджати розповсюдженню тріщин за рахунок так званого трансформаційного зміцнення, яке полягає в переході  $\text{ZrO}_2$  з тетрагональної фази в моноклінну і збільшення обсягу матеріалу на 3–5% в області країв пелрелому. Об'єм збільшується завдяки зміні навантаження на розтягування на компресійне навантаження в межах межі тріщини. Ця особливість пояснює високу зносостійкість матеріалу та міцність на вигин  $900\text{--}1200 \text{ МПа}$ .

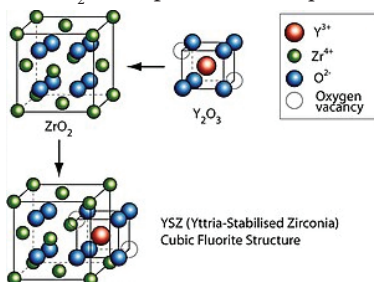


Фото 11

У зуботехнічні лабораторії  $ZrO_2$  постачають у вигляді блоків різного розміру, які фрезерують для створення каркасів одиночних коронок або часткових незнімних протезів. Такі **блоки виготовляють двома способами**: одновісним напівсухим пресуванням і холодним ізостатичним пресуванням.

Метод **одновісного напівсухого пресування** полягає у наданні одностороннього тиску на керамічний порошок, що знаходиться у формі. Нерівномірні частинки кераміки пресують до досягнення відносно високої міцності за рахунок взаємного заклинювання та пластичної деформації. Це так звана зелена стадія матеріалу. Основний недолік даного методу полягає в різній щільності матеріалу на різних ділянках блоку, що пояснюється ефектом тертя частинок між собою та зі стінками форми. На практиці це веде до того, що міцність каркаса, випиляного з такого блоку, на різних ділянках може відрізнятись залежно від того, з якої частини фрезерували виріб. Зазвичай блоки, одержані таким методом, мають квадратну або прямокутну форму.

При використанні методу **ізостатичне пресування** порошок  $ZrO_2$  поміщають в еластичну форму і піддають ізостатичному, тобто однаковому в усіх напрямках зовнішнього тиску. В результаті утворюється крейдианий блок  $ZrO_2$  однорідної щільності. Зазвичай, такі блоки мають циліндричну форму.

Незалежно від методу виготовлення, на даному етапі блоки знаходяться на зеленій стадії та по суті є сирцевими. Згодом ці блоки піддають додатковій стабілізації та ущільненню при випаленні у спеціальній печі без тиску, досягаючи 95 % від теоретично можливої щільності.

На цьому етапі блоки називаються попередньо спеченими. Потім блоки піддають додатковій компресії та випалу, що веде до подальшого збільшення міцності та остаточного ущільнення. Цей процес називається гарячим ізостатичним остаточним ущільненням і призводить до усунення залишкових пор.

З сирцевих блоків фрезерують вироби більшого розміру для компенсації наступної усадки на 20–25 % на етапі спікання. Такі блоки більш пористі, легко фрезеруються і призводять до меншого зношування фрез. Блоки, що зазнали гарячого ізостатичного остаточного ущільнення, називаються білими. Вироби з них фрезерують у натуральну величину.

Сирцеві блоки пропонує ряд виробників: Cercon (Degudent), Lava (3M ESPE), DigiDent (Girrbach). Блоки, що пройшли стадію попереднього спікання: Vita In-Ceram YZ Cubes (CEREC Inlab), KaVo EVEREST ZS-Blanks

(KaVo), Hint-Els Zirkon T'ZP-W, DigiDent, (Girrbach). До білих блоків відносяться Denzir Premium HiP Zirconia, (Etikon), Hint-Els Zirkon T'ZP-HiP, DigiDent (Girrbach).

**Правила препарування зубів під БК.** Зуби не володіють регенеративною здатністю, властивою більшості інших тканин. Таким чином, після втрати емалі або дентину внаслідок карієсу, травми або стирання необхідно використовувати реставраційні матеріали, щоб відновити форму та функцію.

За дуже рідкісними винятками, зуби потребують підготовки до реставрації, і ця підготовка має базуватися на фундаментальних принципах, з яких можна розробити основні критерії, щоб допомогти передбачити успіх ортопедичного лікування. Ретельна увага до кожної деталі є обов'язковою при препаруванні зубів. Хороша підготовка гарантує, що подальші етапи (наприклад, виготовлення відбитка, моделей, моделювання і т.д.) можуть бути виконані. Принципи препарування зубів можна розділити на три великі категорії:

1. Біологічні міркування, які впливають на здоров'я тканин порожнини рота.
2. Механічні фактори, які впливають на цілісність і довговічність реставрації.
3. Естетичні міркування, що впливають на зовнішній вигляд пацієнта.

Від одночасного врахування всіх цих факторів залежить успішне препарування зуба та подальша реставрація. Покращення в одній сфері часто негативно впливає на іншу, і прагнення досконалості в одній може призвести до невдачі в іншій. Наприклад, при виготовленні металокерамічної коронки необхідна достатня товщина порцеляни для реалістичного вигляду. Однак, якщо з естетичних міркувань видаляється занадто велика частина зубної структури для розміщення більшої товщини порцеляни, тканина пульпи може бути травмована (з біологічних причин) і зуб надмірно ослаблений (з механічних причин). Глибокі знання та розуміння різних критеріїв є передумовою для розвитку задовільних навичок препарування зубів. Досягнення оптимального препарування зуба незмінно ставить перед стоматологом завдання знайти найкраще поєднання компромісів між відповідними біологічними, механічними та естетичними міркуваннями.

Особливості підготовки зуба під БК залежать від виду ортопедичної

конструкції та матеріалу, з якого вона буде виготовлятися, а також самого стану коронки, яка підлягає препаруванню.

### **Розглянемо препарування на прикладі виготовлення вінірів.**

Особливості препарування під вініри залежать від розміру зуба, положення в зубному ряду, індивідуальних анатомічних характеристик, участі в оклюзії, механічного навантаження, що надається на зуб, обсягу та якості структур зуба, параметрів препарування в естетично значущій зоні, а також від розмірів та форми остаточної реставрації. Залежно від зазначених умов може знадобитися модифікувати препарування одним із таких способів: із захопленням проксимальних поверхонь, із захопленням ріжучого краю, в межах емалі або у вигляді вікна.

Перед препаруванням слід проаналізувати анатомічні варіації товщини емалі залежно від типу та зони зуба, а також розміри остаточного вініру та його товщину в різних ділянках. Просте використання маркувальних борів без контурів остаточної реставрації може призвести до препарування недостатнього або надлишкового об'єму твердих тканин зуба. В останньому випадку висока ймовірність ятрогенного пошкодження пульпи та розвитку гіперчутливості зуба. По можливості слід зберігати максимальний обсяг емалі. Препарування вестибулярної поверхні слід проводити під двома різними кутами для збереження її подвійної опуклості.

Осьове препарування починають у пришийковій ділянці, а препарування апікальної межі проводять у вигляді жолоба мінімальної глибини (0,3 мм) на рівні краю ясен або трохи не доходячи до нього, якщо тільки дефект твердих тканин або фарбування зуба не вимагають підясеневого розташування краю реставрації. Часто при препаруванні вестибулярної поверхні обмежуються висіченням шару товщиною 0,3–0,5 мм, проте за необхідності освітлення зуба глибину препарування збільшують до 0,5–0,9 мм. Для забезпечення адаптації реставрації та зниження внутрішньої напруги в кераміці всі кути та переходи препарованої поверхні мають бути згладжені.

Як зазначалося, препарування здорових структур зуба допускається лише за необхідності зміщення краю реставрації поза зоною оклюзійних контактів. Проксимальні межі препарування можуть мати різну форму та залежать від естетичних вимог. Препарування проксимальних поверхонь може бути простим або пошаровим. При простому препаруванні висічення тканин зуба не досягає зони міжзубних контактів, а пошарове препарування продовжується за межі цієї зони на язичну поверхню зуба.

В останньому випадку можлива зміна ширини зуба та положення інтер-проксимальних контактів. Перекривання ріжучого краю проводять за необхідності збільшення висоти клінічної коронки зуба або за наявності дефекту ріжучого краю. У таких випадках язикова межа препарування формується у вигляді жолоба або увігнутого стикового краю, проте дуже важливо створити достатній простір для забезпечення оптимальної міцності реставрації.

Для виготовлення якісної реставрації дуже важливо проводити дуже точне препарування зі створенням достатнього простору для реставраційних матеріалів, правильних кутів та чітких граней.

Більшість систем CAD/CAM, що є сьогодні, дуже чутливі до точності препарування і не дозволяє віртуально виправити багато недоліків. При використанні таких систем необхідна чітка межа препарування і згладжених внутрішніх кутів, а також відсутність піднутрень. При цьому комп'ютерне моделювання з подальшим фрезеруванням дозволяє компенсувати дефекти препарування.

При препаруванні зубів виготовлення реставрацій з каркасами з ZrO<sub>2</sub> існують певні рекомендації. Одні є спільними всім систем, інші – специфічними для конкретних технологій. Загальне правило для всіх систем при препаруванні передніх і жувальних зубів (як для одиночних коронок, так і для мостоподібних протезів) таке: в області ріжучого краю або оклюзійної поверхні необхідно висікати шар твердих тканин зуба завтовшки щонайменше 1,5–2 мм. Висічення більшого об'єму тканин полегшує зубну техніку завдання досягти високого естетичного результату.

Силіконовий шаблон, виготовлений по дублікату діагностичної воскової моделі, використовують для контролю глибини та форми препарування. Для відтворення нормальної анатомії оклюзійних поверхонь жувальних зубів з вираженими горбками рекомендується висікати шар завтовшки 2,5 мм. Перевірку достатнього оклюзійного роз'єднання можна проводити за допомогою спеціальних планок товщиною 2 мм (Flex Tabs, Kerr/Sybron).

Більшість систем комп'ютерного моделювання та виготовлення коронок потребує препарування осьових стінок передніх зубів на глибину 1–1,5 мм, а жувальних – 1–2 мм, проте деякі виробники стверджують, що для моделювання каркасу мінімальна глибина препарування становить 0,8 мм. Рекомендована конвергенція осьових стін становить 4–6°. При використанні оптичного сканера мінімальна конвергенція повинна становити 4°, щоб скануючий пристрій міг точно зареєструвати край робо-

чого штампа. Так як паралельні стінки «заплутують» сканер. Створення піднутрень і різких переходів між препарованими поверхнями слід уникати, в іншому випадку неможливо запобігти надмірному фрезеруванню, оскільки бори, що використовуються для цього, мають певний діаметр і округлий кінчик. У свою чергу надмірне препарування призводить до ослаблення структур зуба. Приясенева межа препарування повинна слідувати контуру ясенного краю і розташовуватися на його рівні або трохи вище. Більше апікальне розташування межі препарування допускається при підясеновому поширенні карієсу або іншого дефекту твердих тканин зуба, а також якщо це потрібно для камуфлювання темного кольору зуба. Остаточну обробку межі препарування проводять алмазним бором з зернистістю 30 мкм.

**Фіксація БК.** Основна мета фіксації – формування міцного зв'язку та гарної крайової адаптації цементуючого матеріалу до реставрації та зуба.

У стоматології фіксація полягає в адаптації цементу до нерівностей поверхонь контактуючих матеріалів із зусиллям, що запобігає зміщенню реставрації. Надійне зчеплення матеріалу до зуба та до реставрації визначає ступінь ретенції, клінічну ефективність та довгострокове функціонування.

В даний час продовжуються пошуки ідеального цементу, який буде забезпечувати надійне зчеплення поверхонь різномірних матеріалів, зберігати і захищати тверді тканини зуба, мати високу стійкість до компресійного навантаження і навантаження на розрив, міцно приєднуватися до структур зуба і реставраційних матеріалів, а також протистояти розвитку карієсу тканинах, що контактують з цементом. Цей матеріал повинен бути біологічно сумісним з пульпою зуба, мати антимікробну активність, перешкоджати крайовій проникності, утворювати шар мінімальної товщини, бути простим у застосуванні, низькорозчинним, прозорим і рентгеноконтрастним, мати достатній робочий та полімеризаційний час. Крім того, такий цемент повинен характеризуватись високою міцністю до перелому, щоб запобігати зміщенню реставрації в результаті поперхового або когезивного перелому, володіти оптимальною змочуваністю (низький кут змочування), мати достатню в'язкість для забезпечення повного запечатування і бути естетично сумісним з використовується реставрації. За останні 100 років матеріали для фіксації та методи значно вдосконалилися, що дозволило мінімізувати інвазивність препарування зубів, покращити механічні властивості керамічних та композитних матеріалів, оптимізувати способи обробки контактуючих поверхонь зуба та

реставрації. Розуміння особливостей вибору та застосування цих матеріалів полегшує прийняття рішення у кожній конкретній ситуації.

В даний час існує величезна різноманітність фіксуєчих матеріалів, що нерідко дезорієнтує стоматологів та утруднює вибір оптимального цементу. Оскільки кожен матеріал має унікальні характеристики і жоден з них не є ідеальним, клініцисти повинні вміти визначати переважний цемент для конкретної клінічної ситуації. Розглянемо властивості найпопулярніших груп цементних матеріалів – склоіономірних та композитних цементів.

**Склоіономірні цементи (СІЦ)** поділяються на традиційні та модифіковані композитом. Ці матеріали мають водну основу і полімеризуються в результаті реакції між різними поліакриловими полімерними рідинами і частинками кальцій-фтороалюмінієво-силікатного скла. Модифіковані СІЦ приблизно на 10% складаються з композиту, що визначає їх найкращі фізичні властивості. Обидва види СІЦ мають подібні механізми адгезії до емалі і дентину. Передбачається, що ці цементи прикріплюються до поверхні зуба після формування іонних зв'язків за рахунок утворення хелатних сполук карбоксилічних груп з іонами кальцію та (або) фосфору в апатиті емалі та дентину, проте міцність зв'язку модифікованих СІЦ із дентином вище. Крім того, вони прикріплюються до композитних смол. Обидва види СІЦ погано розчиняються та вивільняють іони фтору, які проникають у тканини зуба. Модифіковані СІЦ менш чутливі до вологи, тоді як традиційні СІЦ слід захищати від потрапляння рідини за допомогою спеціального покриття або ненаповненої адгезивної смоли.

Надлишки модифікованого СІЦ в області реставрації можна видалити на стадії гелю або після застигання, в той час як надлишок традиційних СІЦ рекомендується усувати тільки після застигання.

**Композитні цементи** складаються з тих самих основних компонентів, що композитні реставраційні матеріали, але з меншою концентрацією частинок наповнювача (50–70% – скло або діоксид кремнію). Такі цементи забезпечують мікромеханічне зчеплення до поверхні зуба, обробленої відповідним чином, та хімічний зв'язок з композитними реставраційними матеріалами, силанізованою керамікою, сплавами з дорогоцінних металів з гальванічним покриттям та металевими поверхнями, що зазнали піскоструминної обробки.

Всі композитні цементи гірше розчиняються і мають кращі механічні та фізичні властивості, порівняно з іншими стоматологічними цементними матеріалами.

Клінічні переваги композитних цементів полягають у їхній високій стійкості до компресійного навантаження та перелому, низькому коефіцієнті температурного розширення та усадки, високій міцності на вигин та максимальній жорсткості серед усіх стоматологічних цементів. Крім того, композитні цементи характеризуються високою міцністю втоми, здатністю прикріплюватися до багатьох субстратів, можливістю модифікувати відтінок, високою ретенцією і зносостійкістю в області краю реставрації, меншою крайовою проникністю в порівнянні з традиційними цементами на водній основі.

До недоліків композитних цементів відносяться короткий робочий час, полімеризаційна усадка, яка вважається однією з причин гіперчутливості та відсутність антикаріозної активності. Більше того, товщина плівки композитних цементів більша, ніж у інших типів цементу, що впливає на ступінь посадки реставрації на препарований зуб. Описано кілька методів вирішення цієї проблеми, які полягають у зусиллі для кращого розподілу цементу.

Один з них передбачає застосування механічного пристрою на кшталт реципрокного наконечника (ProfIn, Dentatus) з дерев'яною насадкою для повної посадки реставрації. Дослідження показали, що надання на реставрацію тиску тривалістю до 3 хв підвищує міцність зчеплення та покращує крайове прилягання. Композитні цементи забезпечують оптимальне зчеплення з цільнокерамічними реставраціями та рівномірний розподіл навантаження вздовж усіх контактуючих поверхонь. Крім того, крайова проникність при використанні композитних цементів виражена менше, ніж при застосуванні традиційних цементів.

Системи композитних цементів можна поділити на системи тотального протравлення (власне адгезивні цементи) та самопротравлюючі (самоадгезивні цементи). Адгезивні цементи вимагають попереднього протравлення тканин зуба фосфорною кислотою з наступним нанесенням адгезиву. При використанні самоадгезивних цементів окреме протравування не потрібне.

**Адгезивні цементи.** У таких цементних системах для досягнення зчеплення з дентином зазвичай використовуються тотальне протравлення або самопротравлюючі адгезиви. Для прикріплення адгезивних цементів необхідно створити адгезивний шар. Ці цементи класифікуються за механізмом полімеризації, який залежить від типу хімічного ініціатора. Адгезивні цементи бувають хімічної (самополімеризуються), світлової та подвійної полімеризації. Цементи, що само полімеризуються, полімеризуються під



дією пероксидамінного ініціатора. У цементах подвійної полімеризації використовуються аминні ініціатори (хімічні) та фотоініціатори (світлові), а в цементах світлової полімеризації – лише фотоініціюючі засоби.

Цементи світлової полімеризації можуть застосовуватися для фіксації керамічних або непрямих композитних реставрацій, товщина яких не перевищує 1,5 мм, що забезпечує пропускання достатнього обсягу світла. Цементи подвійної полімеризації рекомендуються для встановлення керамічних та композитних реставрацій товщиною 1,5–2,5 мм. Цементи, що самополімеризуються, використовують для фіксації реставрацій, які не пропускають світло, наприклад БК коронок і мостоподібних протезів, керамічних і композитних вкладок і на вкладок (> 2,5 мм), адгезивних незнімних часткових протезів або металевих реставрацій.

Однією з основних клінічних незручностей адгезивних систем є необхідність виконання відносно великої кількості маніпуляцій при фіксації реставрації. Це не тільки обумовлює досить тривалу тривалість процесу, а й підвищує ризик неправильної обробки адгезивних поверхонь, що веде до неповної посадки реставрації, недостатньої крайової адаптації, передчасних оклюзійних контактів, підвищення крайової проникності та розвитку гіперчутливості. Крім того, ефективність таких систем багато в чому залежить від мануальних навичок оператора та ступеня контролю вологості, що несприятливо впливає на міцність зчеплення.

**Самоадгезивні цементи.** В даний час у стоматології відзначається зростання популярності щодо простих у використанні самоадгезивних систем, сумісних із великим спектром реставраційних матеріалів. Всі матеріали цієї підгрупи застосовуються так само, як модифіковані СІЦ, однак самоадгезивні цементи є істинними смолами, які після полімеризації стають гідрофобними та менш розчинними, ніж модифіковані СІЦ.

Всі сучасні самоадгезивні цементи зазнають подвійної полімеризації – хімічної та світлової, що дозволяє оператору полімеризувати світлом доступну світловим променям частину матеріалу (зокрема, межі реставрацій), тоді як недоступна світла частина піддається хімічної полімеризації. При фіксації реставрацій самоадгезивні цементи не потребують додаткового протруювання дентину та емалі та нанесення на них адгезиву, а також накладання коффердаму. Крім того, такі цементи мають кращі механічні та оптичні властивості, забезпечують міцну адгезію до поверхні зуба та інших субстратів.

Міцне зчеплення цементу з поверхнями зуба та реставрації визначає довгострокове функціонування та крайову цілісність останньої.

Самопротравлюючі та самоадгезивні цементи сильно відрізняються від традиційних цементів на водній основі та на основі смол. Самопротруювальні цементи діють при здійсненні комбінації кількох адгезійних механізмів. Один з цих механізмів заснований на реакції між негативно зарядженими фосфорнокислими групами метакрилатних мономерів та позитивно зарядженими іонами кальцію тканин зуба.

Поверхня зуба піддається демінералізації та інфільтрується цементом, який має низьке значення рН (високу кислотність) і є гідрофільним. Таким чином здійснюється мікромеханічне та хімічне зчеплення. Вторинна адгезія виникає в результаті нейтралізації фосфорнокислих груп іонами, що вивільняються з наповнювача цементу, що веде до підвищення рН і значення гідрофобності. Одночасно відбувається перехресне хімічне зшивання мономерів метакрилату при взаємодії активних подвійних вуглецевих зв'язків.

Третій (бімодальний) механізм забезпечує утворення мікромеханічного та хімічного зчеплення адгезивного цементу сметалевими або керамічними поверхнями, що зазнали спеціальної обробки.

Самоадгезивні цементи призводять до видалення поверхневого гідроксіапатиту з подальшим формуванням гібридної зони. Так само, як у самопротравлюючих системах, процеси протруювання та ґрунтування (праймеризації) протікають одночасно, що може пояснювати низький ризик розвитку гіперчутливості при їх використанні.

Хімічний склад наповнювачів самопротравлюючих цементів визначає особливості механізму адгезії та довгострокову надійність зчеплення. Певна частина наповнювача силанізується, завдяки чому вбудовується в матрицю цементного матеріалу за його застигання. Інша частина наповнювача може нейтралізуватись кислотами фосфорними групами мономеру. В результаті процесу нейтралізації кислотий та гідрофільний цемент стає нейтральним та гідрофобним. Ще не втративши гідрофільність, матеріал краще проникає в поверхню зуба, а після набуття гідрофобності його розчинність та розширення знижуються.

Комбінація перелічених вище механізмів адгезії забезпечує формування дуже міцного та надійного зчеплення між реставраційним матеріалом та зубом.

Щоб керамічні реставрації надійно фіксувалися, деякі типи кераміки вимагають попередньої спеціальної обробки для створення шорсткої поверхні.

Як зазначалося вище, міцність адгезії залежить від енергії поверхні

та ступеня змочуваності поверхні кераміки адгезивом. Прикріплення композитної смоли до кераміки відбувається за рахунок хімічної адгезії та мікромеханічного зчеплення. При цьому різним керамічним поверхням для надання їм шорсткості потрібна різна обробка, наприклад шліфування крупнозернистим алмазним бором, піскоструминна обробка, протруювання плавиковою кислотою. Різниця в обробці обумовлена неоднаковою хімічною структурою кераміки на основі кремнезему,  $AlO_2$  та цирконію.

**Реставації з ПК.** Кераміка на основі кремнезему завдяки своїм чудовим оптичним властивостям досить часто застосовується при виготовленні вінірів, вкладок і накладок, а також повних коронок, проте цей матеріал відносно крихкий, а міцність реставрацій з нього залежить від якості фіксації та підтримки з боку опорних тканин зуба. У зв'язку з цим неодмінна умова довгострокового клінічного успіху реставрацій із ПК – правильна обробка адгезивних поверхонь. Фіксація таких реставрацій здійснюється за рахунок двох згаданих вище механізмів.

Плавикова кислота розчиняє склоподібну фазу поверхневого шару кераміки з вивільненням силікатних кристалів матриці, після чого наносять силановий (грунтувальний) матеріал, що утворює ковалентні зв'язки з метакрилатними групами.

**Реставації з високоміцної кераміки.** Незважаючи на відсутність довгострокових клінічних даних про час функціонування реставрацій з каркасом з  $ZrO_2$  в силу відносно недавнього початку застосування цього матеріалу в стоматологічній практиці, хороші результати короткострокових досліджень дозволяють сподіватися, що воно буде тривалим. На жаль, вплив виду цементного матеріалу на клінічну ефективність цих конструкцій вивчено погано. Деякі автори рекомендують фіксувати реставрації з  $ZrO_2$  каркасами за допомогою традиційних та модифікованих СЩ, проте, за даними інших дослідників, адгезивна фіксація підвищує ретенцію таких реставрацій та знижує крайову проникність.

Способи обробки ПК не застосовуються для високоміцних видів кераміки на основі  $AlO_2$  або  $ZrO_2$ . Кислотне протруювання та нанесення силанізуючого засобу, ефективні для підвищення міцності зчеплення адгезиву з ПК, не дозволяють домогтися надійного прикріплення адгезиву до високоміцної кераміки. Традиційні кислоти не надають достатньої шорсткості щільній поверхні  $ZrO_2$  або  $AlO_2$ , що не дозволяє провести її силанізацію. При цьому нанесення силанізуючого засобу може підвищувати змочування такої поверхні.

За даними досліджень, аплікація силікатного покриття та фосфатного мономеру підвищує міцність зчеплення композитного цементу з поверхнею  $ZrO_2$ , що зазнала піскоструминної обробки. У деяких роботах показано, що піскоструминна обробка такої поверхні підвищує надійність зчеплення з композитним цементом, модифікованим фосфатом. Крім того, виявилось, що створення силікатного покриття та силанізація підвищують надійність фіксації реставрацій, виготовлених за технологією Lava при використанні різних видів цементу.

Така обробка не забезпечує міцного зчеплення адгезиву з щільно спеченим  $AlO_2$ , але може бути ефективною при фіксації реставрацій з  $ZrO_2$ . Хоча міцність реставрацій до перелому при всіх методах фіксації значно перевищувала природне оклюзійне навантаження, адгезивна фіксація з використанням композитного цементу та праймера, що містить фосфатні мономери, підвищує міцність до перелому ще більше. Застосування модифікованих праймерів та (або) композитних цементів, що містять спеціальні адгезивні фосфатні мономери, призводить до утворення хімічних зв'язків з оксидами металів, що підвищує міцність зчеплення з високоміцною керамікою.

Для обробки поверхні  $ZrO_2$  кераміки рекомендується створювати трибохімічне силікатне покриття та використовувати піскоструминну систему з подальшою аплікацією суміші адгезиву та силанізуючого засобу, що містять фосфатні мономери. Мікропротравлення висококристалізованої кераміки, наприклад  $ZrO_2$ , формує трибохімічне силікатне покриття і створює ділянки для зчеплення молекул ґрунтувального агента, який сам забезпечує змочуваність і хімічний зв'язок з цементами на основі метакрилату.

Під час обробки керамічних каркасів перед фіксацією слід враховувати кілька факторів. Дуже важливо уникати контамінації попередньо оброблених поверхонь, оскільки органічні забруднення, зокрема слиною або при пальцевому контакті, знижують міцність фіксації. Контаміновані поверхні слід очищати фосфорною кислотою, причому без подальшої аплікації силанізуючого засобу. Потрібно пам'ятати, що такі засоби відрізняються один від одного з точки зору взаємодії з високоміцною керамікою, тому силан, що використовується, повинен мати в своєму складі мономери, що зв'язуються з оксидами металів.

Традиційні силанізуючі засоби та композитні цементні забезпечують дуже міцний та надійний хімічний зв'язок з ПК, але неефективні для фіксації реставрацій, що не містять у своєму каркасі оксиду кремнію. Крім

того, необхідно розуміти, що силани, що застосовуються для обробки ПК, можуть мати різний хімічний склад, тому важливо підбирати препарат, сумісний з адгезивом. З цієї причини рекомендується використовувати засоби однієї адгезивної системи та суворо дотримуватися інструкцій виробника. Силанізуючі матеріали можуть бути як одно- чи багатоетапні, тобто. в одному або кількох флаконах, відповідно.

Одноетапні засоби характеризуються більш швидким випаром розчинника, більше схильні до гідролізу і швидше полімеризуються, що в міру збільшення терміну зберігання знижує їх ефективність. У зв'язку з цим дуже важливо швидко та герметично закривати флакони після використання та дотримуватись умов та термінів зберігання таких препаратів. Колір розчину також може бути відносним показником його ефективності – помутнілий розчин потрібно негайно вилити.

Щоб досягти прогнозованого оптимального естетичного та функціонального результату, клініцисти повинні добре розуміти особливості, переваги та недоліки використовуваних цементів та способів фіксації.

У сучасній реставраційній стоматології **провізорні реставрації** відіграють важливу роль, особливо за необхідності проведення комплексної стоматологічної реабілітації. Використання таких реставрацій спрямоване на вирішення наступних клінічних завдань: захист препарованих зубів від температурних та хімічних подразників, а також від бактеріальної інвазії, зниження ризику розвитку гіперчутливості; профілактика розвитку карієсу та усунення механічних дефектів; підтримка та стабілізація стану пошкоджених зубів; забезпечення орієнтиру для препарування зуба; збереження становища, форми та кольору прилеглої ясна, забезпечення здорового стану пародонту; визначення вертикальної відстані оклюзії, оклюзійної площини та площини ріжучого краю, рівня розташування різальних країв різців верхньої щелепи, співвідношення губ та зубів, відповідності форми та розмірів зубів формі обличчя; збереження положення зуба та запобігання зміщенню препарованого зуба, прилеглих зубів та антагоністів; стабілізація співвідношення зубних рядів верхньої та нижньої щелеп у результаті створення оптимальної оклюзійної схеми; моделювання та визначення оптимальних функціональних та естетичних параметрів, а також забезпечення нормальної дикції; забезпечення фізіологічного та психологічного комфорту пацієнта, а також отримання його схвалення щодо форми, текстури та кольору протезів; моделювання контурів м'яких тканин в області імплантатів перед виготовленням остаточних ортопедичних конструкцій.

Вирішення перелічених вище завдань дозволяє передбачити, запобігти чи усунути можливі недоліки чи ускладнення, що сприяє досягненню успіху протезування загалом. Крім того, якісні провізорні реставрації є неоціненними при лікуванні пацієнтів з аномальною оклюзією, бруксизмом, дисфункціями СНЩС, а також для визначення оптимальної вертикальної відстані оклюзії, перевірки ефективності передньої та іклової направляючих. Такі реставрації особливо важливі при проведенні ендодонтичного та пародонтологічного лікування перед остаточним протезуванням. Важливий і той факт, що оцінка рівня самостійної гігієни ротової порожнини на етапі провізорних реставрацій може призвести до перегляду конструкції остаточних протезів з урахуванням умов для адекватного догляду за порожниною рота.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Carlos E.F., Laercio W.V. Metal-free esthetic restorations (2-th edition). Quintessence, 2003.
2. Christoph Hammerle, Irena Sailer, Andrea Thoma. Dental ceramics. Quintessence, 2008.
3. David A. Garber, Ronald E. Goldstein. Porcelain and composite inlays and onlays. Quintessence, 2006.
4. Dianne Rekow. Digital dentistry: A comprehensive reference and preview of the future. Quintessence, 2018.
5. Galip Gurel. The Science and Art of Porcelain Laminate Veneers. Quintessence, 2003.
6. Herbert T. Shillingburg, Jr. Fundamentals of fixed prosthodontics (4-th edition). Quintessence, 2012.
7. John M. Powers, John C. Wataha, Yen-Wei Chen, Dental Materials. Foundations and applications, Elsevier, 2017.
8. Mauro Fradeani. Esthetic rehabilitation in fixed prosthodontics. Quintessence, Vol.1, 2004.
9. Odman P, Andersson B. Procera All Ceram crowns followed for 5 to 10.5 years: A prospective clinical study. *Int J Prosthodont.* 2001 NovDec;14:6:504-9.
10. Pascal Magne, Urs Belser. Bonded porcelain restorations in the anterior dentition. A biomimetic approach. Quintessence, 2003.
11. Pascal Magne, Urs Belser. Biomimetic restorative dentistry, Vol.1. Quintessence, 2022.
12. Radi Masri, Carl F. Driscoll, Clinical Applications of Digital Dental Technology. John Wiley & Sons, Inc., 2023.
13. Ronald E. Goldstein's. Esthetics in Dentistry (3-th edition). John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, 2018.
14. Richard D. Trushkowsky, Esthetic Oral Rehabilitation with Veneers. A Guide to Treatment Preparation and Clinical Concepts. Springer, NY, 2020.
15. Scarano A, Piattelli M, Caputi S, Favero GA, Piattelli A. Bacterial Adhesion on commercially pure titanium and zirconiumoxide disks: an in vivo human study. *J Periodontol* February 2004; Vol. 75, No.2, 276-280.
16. Stephen F. Rosenstiel, Martin F. Land, Junhei Fujimoto. Contemporary fixed prosthodontics. Elsevire. 2016.
17. Terry, Douglas A., Geller, Willi. Esthetics and Restorative Dentistry (2nd edition). Quintessence, 2013.
18. Schmidseeder J. Aesthetic dentistry. Thieme, 2005.