

Список використаних джерел:

- [1] Настанова 00743. Головний біль.
- [2] Настанова 00791. Головний біль напруги.
- [3] Компендіум.

Дарина Маркевич

Науковий керівник — к.мед.н., доц.

Сергій Лисюк

Луцький базовий фаховий медичний
коледж КЗВО «Волинський медичний
інститут»

СУЧАСНІ ЗУБОТЕХНІЧНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЦИФРОВОЇ СТОМАТОЛОГІЇ

Постановка проблеми. Цифрова стоматологія якісно змінює підхід до стоматологічного лікування, упроваджуючи сучасні високотехнологічні методики в протезуванні. Від 50 до 70 % ортопедичних конструкцій у країнах ЄС та США виробляються з використанням цифрових протоколів. Важливість сучасних зуботехнічних матеріалів полягає в їх сумісності з цифровими технологіями, за допомогою яких покращуються технологічність, точність і якість виготовлених реставрацій.

Мета дослідження. Ознайомлення з основними матеріалами, що використовуються в цифровій стоматології, їхніми властивостями та перевагами, що допоможе краще орієнтуватися в стрімко змінюваному світі зубопротезної техніки.

За призначенням матеріали для цифрової стоматології розділяють на:

1. Допоміжні – для виготовлення моделей, хірургічних шаблонів, моделей каркасів протезів.
2. Основні – для виготовлення незнімних та знімних протезів.

За технологіями використання такі матеріали розділяють на:

1. Матеріали для 3D друку;
2. Матеріали для фрезерування;

За хімічною структурою:

1. Полімери;
2. Кераміка;
3. Метали.

Найбільш оптимальним, на нашу думку, є розділення зуботехнічних матеріалів для цифрової стоматології за технологією використання.

1. Матеріали для 3D друку:

- 1.1. Полімери

- А. Фотополімери (для SLA/DLP-друку)

Використовуються для виготовлення тимчасових коронок, моделей, ортодонтичних конструкцій.

Основні компоненти:

- Полімери на основі акрилатів/метакрилатів: Bis-GMA, UDMA, TEGDMA,

«розріджувач» для зниження вязкості, фотоініціатори (наприклад, камфорохінон у комбінації з аміном).

В. Термопластичні полімери (для FDM/FFF-друку).

Використовуються для виготовлення ортодонтичних моделей, розбірних конструкцій.

Основні компоненти: полілактид (PLA), полікапролактон (PCL).

С. Полімери для селективного лазерного спікання (SLS).

Використовуються для виготовлення базисів та каркасів знімних протезів.

Основні компоненти: Поліамід 12 (PA12/Nylon 12).

1.2. Метали та сплави, що друкуються за технологіями SLM – Selective Laser Melting та DMLS – Direct Metal Laser Sintering.

А. Кобальто-хромові сплави (Co-Cr)

Використовуються для виготовлення каркасів бюгельних протезів, коронок, мостоподібних протезів, абатментів для імплантатів.

Склад: Co (60–65%), Cr (25–30%), Mo (5–7%), іноді W, Fe, Si.

Властивості: висока міцність (до 900–1200 МПа), стійкість до корозії, гарна біосумісність.

В. Титан (Ti) та його сплави (Ti-6Al-4V (Grade 5), Ti-6Al-7Nb)

Використовується для складних ортопедичних конструкцій, імплантатів.

Переваги: міцність до 1000 МПа, легкість, повна біосумісність, остеointegraція.

С. Дорогоцінні сплави (Au-Pt, Au-Pd).

Використовуються для виготовлення коронок, мостоподібних протезів, каркасів металокерамічних протезів.

Склад: Au (75–90%), Pt/Pd (5–10%), Ag, Cu.

Властивості: Висока біосумісність, стійкість до корозії.

2. Матеріали для фрезерування

2.1. Кераміка

А. Силікатні кераміки (на основі SiO_2)

а) Фарфор (Складна кераміка)

Використовуються для виготовлення коронок, вінірів.

Склад: Кварц (SiO_2) - основна фаза, глинозем (Al_2O_3), польові шпати ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$).

Властивості: Висока естетика, порівняно низька міцність (80–120 МПа).

б) Лейцит-зміцнена кераміка (наприклад, IPS Empress).

Використовуються для виготовлення коронок, вінірів, вкладок.

Склад: лейцит (KAlSi_2O_6) – кристали, що підвищують міцність (до 160 МПа).

с) Дисилікат літію (наприклад, IPS e.max).

Використовуються для виготовлення коронок, вінірів, вкладок, мостоподібних протезів (до 3-4 одиниць).

Склад: $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ – кристалічна фаза (60–70%), склофаза – для прозорості.

Властивості: висока міцність (350–400 МПа), відмінна естетика.

В. Оксидні кераміки (на основі Al_2O_3 , ZrO_2)

а) Алюмоксидна кераміка (глинозем, Al_2O_3).

Використовуються у виготовленні каркасів для коронок та мостоподібних протезів (потребують подальшого облицювання керамікою)

Склад: Al_2O_3 ($\geq 99\%$) – високоміцна кристалічна фаза.

Властивості: висока міцність до 500 МПа, менша естетика через непрозорість.

б) Цирконій (ZrO_2)

Використовуються для виготовлення коронок, вкладок, мостоподібних протезів, абатментів для імплантатів.

Склад: $\text{ZrO}_2 + \text{Y}_2\text{O}_3$ (3–5% ітрію) – стабілізація тетрагональної фази оксиду цирконію оксидом ітрію.

Види: 3Y-TZP (наприклад, Katana, Prettau), 5Y-TZP (наприклад, IPS e.max ZirCAD MT).

Властивості: висока міцність, гарна естетика, біосумісність, технологічність.

С. Гібридна кераміка (високонаповнені керамікою композити (керамополімери (наприклад, VITA Enamic).

Використовуються для виготовлення вкладок, коронок, тимчасових реставрацій.

Склад: керамічна фаза (86% $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$) + полімерна фаза (14% UDMA).

Властивості: міцність $\sim 150\text{--}200$ МПа, легше обробляється, ніж чиста кераміка, твердість наближена до твердості тканин зуба.

2.2. Метали

А. Кобальто-хромові сплави (Co-Cr).

Використовуються для виготовлення каркасів бюгельних протезів, коронок, мостоподібних протезів.

Склад: Co (60–65%), Cr (25–30%), Mo (5–7%), іноді W, Fe, Si. Властивості: висока міцність (800–1200 МПа), стійкість до корозії, гарна біосумісність.

В. Титан (Ti) та його сплави (наприклад, Ti-6Al-4V (Grade 5): 90% Ti, 6% Al, 4% V).

Використовується для компонентів імплантатологічних систем, складних конструкцій.

Властивості: повна біосумісність, легкість, міцність до 1000 МПа.

С. Сплави золота (Au)

Використовуються для виготовлення коронок, мостоподібних протезів, каркасів для металокерамічних конструкцій.

Склад: Au (75–90%), Pt/Pd (5–10%), Ag, Cu.

Властивості: Висока біосумісність, стійкість до корозії, стирання наближене до твердих тканин зубів.

Висновки. Проведене дослідження літературних джерел та даних компаній-виробників дозволяє зробити висновок про стрімке збільшення видів матеріалів для цифрової стоматології, що підвищує якість надання стоматологічної допомоги та робить її більш доступною. Разом із тим бурхливий розвиток цифрових технологій та матеріалів для них потребує подальшого вивчення та дослідження, оскільки за прогнозами до 2030 року до 80-90% ортопедичних стоматологічних конструкцій будуть виготовлятися за цифровими

протоколами.

Список використаних джерел:

1. Sebastian Spintzyk, Roman Schmunk, Pablo Kraemer Fernandez, Fabian Huettig, Alexey Unkovskiy. 3D Printing of Polyamide to Fabricate a Non-Metal Clasp Removable Partial Denture via Fused Filament Fabrication: A Case Report. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Aug 4;18(16):8241. doi: 10.3390/ijerph18168241
2. Min Jeong, Kyle Radomski, Diana Lopez, Jack T Liu, Jason D Lee, Sang J Lee. Editors: Patrick R Schmidlin, Luigi Canullo, Maria Menini, Paolo Pesce. *Materials and Applications of 3D Printing Technology in Dentistry: An Overview*. *Dent J (Basel)*. 2023 Dec 19;12(1):1. doi: 10.3390/dj12010001
3. Tsolakis I., Papaioannou W., Papadopoulou E., Dalampira M., Tsolakis A. Comparison in terms of accuracy between DLP and LCD printing technology for dental model printing. *Dent. J.* 2022;10:181. doi: 10.3390/dj10100181.
4. Tsolakis I., Gizani S., Panayi N., Antonopoulos G., Tsolakis A. Three-dimensional printing technology in orthodontics for dental models: A systematic review. *Children*. 2022;9:1106. doi: 10.3390/children9081106.
5. Yang J., Li H., Xu L., Wang Y. Selective laser sintering versus conventional lost-wax casting for single metal copings: A systematic review and meta-analysis. *J. Prosthet. Dent.* 2022;128:897–904. doi: 10.1016/j.prosdent.2021.02.011.
6. Goguta L., Lungeanu D., Negru R., Birdeanu M., Jivanescu A., Sinescu C. Selective Laser Sintering versus Selective Laser Melting and Computer Aided Design—Computer Aided Manufacturing in Double Crowns Retention. *J. Prosthodont. Res.* 2021;65:371–378. doi: 10.2186/jpr.JPOR_2019_556.
7. Javaid M., Haleem A., Singh R.P., Rab S., Suman R., Kumar L. Significance of 4D printing for dentistry: Materials, process, and potentials. *J. Oral Biol. Craniofacial Res.* 2022;3:388–395. doi: 10.1016/j.jobcr.2022.05.002.
8. Ma T., Peng T., Lin Y., Zhang M., Ren G. Effect of internal structures on the accuracy of 3D printed full-arch dentition preparation models in different printing systems. *J. Adv. Prosthodont.* 2023;15:145–154. doi: 10.4047/jap.2023.15.3.145.
9. SLA vs. DLP: Guide to Resin 3D Printers. [(accessed on 7 July 2023)]. Available online: <https://formlabs.com/blog/resin-3d-printer-comparison-sla-vs-dlp/>
10. https://premier-dental.com.ua/categories/fotopolimerni-plastmasi-dlya-vigotovlen?srsltid=AfmBOoqT-NSyXtwF7SnxNdHVeExAPCDx0Z5fDh2MGiZ8Nvb7WA18_TP9
11. <https://dental-group.com.ua/ua/a293325-stomatologicheskie-kompozity-plyusy.html>
12. <https://www.zuby.in.ua/?p=5646>