

Стоматологія

УДК: 616.314-77:615.462:678.5.017

**ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ
ЛИВАРНОГО ПЛАСТМАСОВОГО МАТЕРІАЛУ
ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БАЗИСІВ КОМБІНОВАНИХ
ЗНІМНИХ ОРТОПЕДИЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ***Антощук М.М., Заградська О.Л.**Міжнародний гуманітарний університет, Одеса, Україна*

Актуальним завданням ортопедичної стоматології є своєчасне та оптимальне відновлення жувальної ефективності, зі створенням нових та удосконаленням наявних конструкційних матеріалів, оптимізацією використання витратних матеріалів та поліпшенням клініко-технологічних етапів виготовлення знімних ортопедичних конструкцій. Метою нашого дослідження було порівняльна оцінка показників фізико-механічних властивостей ливарного пластмасового матеріалу для виготовлення базисів комбінованих знімних ортопедичних конструкцій за удосконаленою методикою. Нами розроблений новий вітчизняний матеріал для виготовлення базисів знімних пластинкових зубних протезів за допомогою технології ливарного компресійного пресування. Були враховані наступні параметри дослідження фізико-механічних властивостей пластмас: твердість матеріалу за Шором, консистенція матеріалу, відносна деформація при стисканні, сорбція, ударна в'язкість, вигинаюча напруга, міцність при розтягуванні, опір стиранню, відсоток залишкового мономеру. Порівняльна характеристика фізико-механічних властивостей акрилових пластмас холодної полімеризації показала, що вітчизняна базова пластмаса холодного твердіння для литтєвого компресійного пресування (ВБПЛП) за своїми основними показниками не поступається закордонній базисній пластмасі холодного твердіння, відрізняється від аналогової базисної пластмаси холодного твердіння, на більш твердою і жорсткою консистенцією, що дає можливість більш ефективно використовувати матеріал для комбінованих базисів знімних зубних протезів. Отримані дані свідчать про те, що в цілому вітчизняний матеріал ВБПЛП своїми фізико-механічними властивостями відповідає вимогам до цього класу стоматологічних матеріалів.

Ключові слова: ортопедичне лікування, фізико-механічні властивості, ливарний пластмасовий матеріал, метод компресійного пресування.



Цитуйте українською: Антощук ММ, Заградська ОЛ. Порівняльна оцінка фізико-механічних показників ливарного пластмасового матеріалу для виготовлення базисів комбінованих знімних ортопедичних конструкцій. Експериментальна і клінічна медицина. 2023;92(2):37-43. <https://doi.org/10.35339/ekm.2023.92.2.aza>

Cite in English: Antoshchuk MM, Zahradaska OL. Comparative assessment of physical and mechanical parameters of cast plastic material for the manufacture of bases of combined removable orthopedic structures. Experimental and Clinical Medicine. 2023;92(2):37-43. <https://doi.org/10.35339/ekm.2023.92.2.aza> [in Ukrainian].

Відповідальний автор: Антошук М.М.
Адреса: Україна, 65000, м. Одеса,
Фонтанська дорога, 33.
E-mail: antoshchuk_mykolam@ukr.net

Corresponding author: Antoshchuk M.M.
Address: Ukraine, 65000, Odesa,
Fontanska road, 33.
E-mail: antoshchuk_mykolam@ukr.net

Вступ

Актуальним завданням ортопедичної стоматології є своєчасне та оптимальне відновлення жувальної ефективності, в тому числі знімними пластинковими протезами, зі створенням нових та удосконаленням наявних конструкційних матеріалів, оптимізацією використання витратних матеріалів та поліпшенням клініко-технологічних етапів виготовлення знімних ортопедичних конструкцій [1].

На даний час в ортопедичній стоматології для виготовлення базисів знімних пластинкових протезів використовують низку матеріалів, таких як акрилові пластмаси, поліпропілен, поліоксиметилен, полівінілацетат, нейлон. Але більшість базисів знімних зубних протезів виготовляють з пластмаси на основі акрилатів.

Недоліками акрилових пластмас для базисів знімних протезів є: недостатня міцність, наявність залишкового мономера, токсичність [2; 3].

Таким чином, розробка та комплексне дослідження пластмас для базисів знімних зубних протезів дозволить покращити характеристики матеріалу, щоб краще відповідати вимогам ортопедичної стоматології та вдосконалити процес лікування пацієнтів з вторинною адентією [4].

Метою нашого дослідження було порівняльна оцінка показників фізико-механічних властивостей ливарного пластмасового матеріалу для виготовлення базисів комбінованих знімних ортопедичних конструкцій за удосконаленою методикою.

Матеріали та методи

Дослідження є фрагментом комплексної науково-дослідної програми

Міжнародного гуманітарного університету, кафедри загальної стоматології Міжнародного гуманітарного університету «Обґрунтування методів діагностики, профілактики та комплексного лікування уражень твердих і м'яких тканин ротової порожнини в осіб різного віку».

Деонтологічні аспекти вирішувалися з урахуванням законодавства України: ст. 7, 8 та 12 Закону України «Про ліки» (1996), принципів Належної клінічної практики (International Council for Harmonisation Good Clinical Practice, ICH GCP) (2008), наказу МОЗ України № 690 від 23.09.2009 «Про затвердження Порядку проведення клінічних випробувань лікарських засобів та експертизи матеріалів клінічних випробувань і Типового положення про комісії з питань етики», із змінами та доповненнями; Гельсинської декларації Всесвітньої медичної асоціації (1964 рік).

Розроблений новий вітчизняний матеріал для виготовлення базисів знімних пластинкових зубних протезів за допомогою технології ливарного компресійного пресування.

Особливість процесу виготовлення полягає в тому, що дана технологія дозволяє виключити використання медичного гіпсу на лабораторних етапах. Замість цього використовують допоміжну групу матеріалів для дублювання (силіконові або гідроколоїдні).

Новий вітчизняний матеріал складається з класичної комбінації акрилової пластмаси холодного затвердіння, до складу якої входять два компоненти: порошок та рідина, або полімер та мономер відповідно.

Для вирішення задачі, яку поставлено в основу корисної моделі, нами

було запропоновано окислювально-відновну систему (ОВС) на основі стійких похідних сульфінкових кислоти. До порошку, крім залишкового перекису бензоїлу, вводиться стійкий сульфінновокислий натрій, а в мономер – ефір метиловий метакрілової кислоти. Таким чином, в цьому випадку активатор і перекис знаходяться в складі порошку. При змішуванні порошку з мономером протікає реакція:



Активна сульфіннова кислота $\text{C}_6\text{H}_5\text{-SO}_2\text{H}$ утворює з перекисом бензоїлу ОВС холодної полімеризації, а надлишок кислоти метакрілової і утворена її натрієва сіль беруть участь в сополімеризації з ефіром. Введення метакрілової кислоти підвищує сшиваючу адгезію полімеризата за рахунок карбоксильних груп [5].

Існуючі нетоксичні газоутворювачі на основі карбонатів і гідрокарбонатів амонію і натрію широко застосовуються в медицині та харчовій промисловості. З'єднання амонію – активні газоутворювачі, що розкладаються з високою швидкістю з утворенням значної кількості газу, внаслідок чого у матеріалі виникає крупнокомірня структура. Карбонати і гідрокарбонати натрію є менш активними газоутворювачами з отриманням дрібної коміркової структури.

Враховуючи особливості розкладання з'єднань амонію та натрію, можна регулювати структуру компаунду, його щільність не тільки за рахунок кількості реагентів, а й їх співвідношення.

Оцінку якості акрилових пластмас холодної полімеризації проводили сумісно зі співробітниками центральної заводської акредитованої лабораторії АТ «Стома» (Харків, Україна) згідно до вимог міжнародного стандарту

ISO 20795-1:2013 (полімерні матеріали для базисів зубних протезів).

Дослідження виконували за наступними параметрами фізико-механічних властивостей пластмас: твердість матеріалу за Шором, консистенція матеріалу, відносна деформація при стисканні, сорбція, ударна в'язкість, вигинаюча напруга, міцність при розтягуванні, опір стиранню, відсоток залишкового мономеру [6; 7].

Для порівняльної оцінки показників фізико-механічних властивостей литварного пластмасового матеріалу для виготовлення базисів комбінованих знімних ортопедичних конструкцій за удосконаленою методикою використовували:

- нову вітчизняну базисну пластмасу холодного твердіння для литтєвого компресійного пресування «Сто-маліт» (Стома, Україна) – ВБПЛП;

- аналогову базисну пластмасу холодного твердіння для литтєвого пресування "Castapres" (Vertex, Німеччина) – АБПХТ;

- закордонну базисну пластмасу холодного твердіння "Autoplast" (Condulor, Швейцарія) – ЗБПХТ.

Для визначення твердості стоматологічних матеріалів широко використовуються тести за Брінеллем, Роквеллом, Віккерсом, Кнупом, Барколом і Шором. Метод визначення твердості пластмаси за Шором заснований на вимірі глибини проникнення твердого наконечника, що називається індентором. Метою визначення твердості матеріалу є оцінка опору матеріалу пластичної деформації з його поверхні, здатності поверхневого шару матеріалу протистояти деформації від статичного чи динамічного стискаючого зусилля [8].

Результати та їх обговорення

Визначені показники твердості матеріалів за Шором оцінені в одиницях за школою від 0 до 100. Ми отримали наступні результати: пластмаса

ВБПЛП має більш високу твердість за Шором, яка складає ($52,5 \pm 0,1$) од. відповідно до аналогів АБПХТ ($47,4 \pm 0,1$) од.; та ЗБПХТ ($51,2 \pm 0,1$) од. Більш висока твердість матеріалу ВБПЛП дозволяє припустити зменшення клінічних ускладнень, таких як поломки базису або тріщини знімних зубних протезів.

Параметр консистенція матеріалу визначався у порівнянні властивостей розробленого матеріалу і аналогів. Показник консистенції (D , мм) досліджуваних матеріалів коливався в межах ($28,0 \div 32,2$) мм, що відповідає нормативним вимогам ($D \geq 23$ мм). З'ясовано, що показник консистенції матеріалу ВБПЛП, який становить ($28,0 \pm 0,1$) мм, був не більше ніж у АБПХТ ($[31,5 \pm 0,1]$ мм) і достовірно ($p < 0,05$) менше ніж у матеріала ЗБПХТ ($[32,2 \pm 0,1]$ мм). Отже, консистенція компаунда ВБПЛП була щільніше і твердіше ніж в аналогових закордонних матеріалів, що відповідає нормативним вимогам.

Отримані дані за показником вигинаючою напруги були наступними: для матеріалу ВБПЛП вигинаюча напруга становить ($87,6 \pm 4,0$) МПа, тоді як для матеріалів АБПХТ та ЗБПХТ – ($83,5 \pm 3,0$) МПа та ($78,8 \pm 4,0$) МПа відповідно. Експериментальні зразки матеріалів на ($20 \div 30$) % перевищували параметри ISO 20795-1:2013, що було здатне забезпечити міцність базису при динамічних навантаженнях.

Показники міцності при розтягуванні всіх досліджуваних зразків матеріалів відповідали нормам ISO 527-2:2012 та складалі: для ВБПЛП – ($89 \pm 2,0$) кгс/см², для АБПХТ – ($78 \pm 2,0$) кгс/см², для ЗБПХТ – ($85 \pm 2,0$) кгс/см². Такі результати для твердих базисів знімних протезів говорять про невелику здатність до розтягування та відсутність еластичності досліджуваних матеріалів.

За результатами дослідження ударна в'язкість зразків матеріалу ВБПЛП

становила ($4,5 \pm 0,5$) кДж/см², що достовірно ($p \leq 0,001$) перевищувало відповідний показник як для матеріалу АБПХТ ($[4,2 \pm 0,3]$ кДж/см²), так і для матеріалу ЗБПХТ ($[4,8 \pm 0,2]$ кДж/см²). За параметром ударної в'язкості всі досліджувані зразки пластмасових матеріалів холодної полімеризації характеризувалися великим запасом міцності, яка перевищувала відповідні норми ISO 20795-1:2013 на ($40 \div 80$) %.

Дослідження фізико-механічного параметру «опір стиранню» показало, що зразки матеріалу ВБПЛП характеризувалися найбільшим ($p \leq 0,001$) опором, який складав ($55,5 \pm 0,5$) кДж/см², тоді як матеріали АБПХТ та ЗБПХТ за цією властивістю поступалися та мали значення ($48,8 \pm 0,4$) кДж/см² та ($47,0 \pm 0,6$) кДж/см² відповідно. Водночас ці показники перевищували ISO 20795-1:2013 на ($56 \div 59$) %. Отримані дані дають можливість припустити збільшення терміну експлуатації знімних протезів за рахунок зменшеного показнику стирання пластмаси.

Матеріал ВБПЛП мав показник сорбції води ($1,8 \pm 0,1$) $\mu\text{g}/\text{mm}^3$, що на $0,4$ mkg/mm^3 менше ніж у матеріала АБПХТ ($[2,2 \pm 0,1]$ $\mu\text{g}/\text{mm}^3$), та на $0,6$ менше ніж у матеріала ЗБПХТ ($[2,4 \pm 0,1]$ $\mu\text{g}/\text{mm}^3$). За цим показником матеріал ВБПЛП вигідно виділяється серед інших аналогів. Отримані дані свідчать про невисоку здатність матеріалу до поглинання рідини, що може клінічно покращувати гігієнічний стан базису знімного зубного протезу.

За параметром залишкового мономера акрилові пластмаси холодного застудіння традиційно поступаються пластмасам гарячої полімеризації, але експериментальні зразки перевищували показники ISO усього на ($20 \div 53$) %. Матеріал ВБПЛП мав показник $1,5$ %, АБПХТ – $2,1$ %, та ЗБПХТ – $1,8$ % залишкового мономера. Ці перевищення знижують якість конструкції зубного протеза, виготовленого методом компресій-

ного ливарного пресування, і вимагають подальших досліджень в способах полімеризації пластмас для зниження відсотку залишкового мономера.

Порівняльна характеристика фізико-механічних властивостей акрилових пластмас холодної полімеризації показала, що ВБПЛП за своїм основним показниками не поступається імпортному ЗБПХТ, відрізняється від АБПХТ більш твердою і жорсткою консистенцією, що дає можливість більш ефективно використовувати матеріал для комбінованих базисів знімних зубних протезів. Результати лабораторного вивчення властивостей пластмасових конструкційних матеріалів представлені в таблиці.

Висновки

Отримані дані досліджень свідчать про те, що в цілому вітчизняний матеріал базисна пластмаса холодного твердіння для литтєвого компресійного пресування «Стомаліт» за своїми фізико-механічними властивостями відповідає вимогам до Міжнародного стандарту ISO 20795-1:2013 щодо цього класу стоматологічних матеріалів. За параметрами твердості, стійкості до деформацій при стисканні та розтягуванні вітчизняна базисна пластмаса холодного твердіння для литтєвого компресійного пресування «Стомаліт» перевершує матеріали-аналоги, а за показником залишкового мономера відповідає стандарту ISO.

Таблиця. Результати лабораторного вивчення фізико-механічних параметрів акрилових базисних пластмас холодної полімеризації

| Досліджувані параметри | | Індикатор за ISO 20795-1:2013 | Конструкційні матеріали | | |
|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|
| | | | ВБПЛП | АБПХТ | ЗБПХТ |
| Твердість матеріалу за Шором | Од. | >40 | 52,5 | 47,4 ^c | 51,2 |
| Консистенція матеріалу | (D, мм) | ≥23 мм | 28,0±0,1 | 31,5±0,1 | 32,2±0,1 ^B |
| Деформація при стисканні | (M±m), % | ≤4,5 | 3.5±0,2 | 4,5±0,2 | 4,7±0,2 ^B |
| Сорбція | M±m, μg/мм ³ | ≤32,0 | 1,8±0,1 | 2,2±0,1 | 9,4±0,4 |
| Ударна в'язкість | (M±m), кДж/см ² | ≥3,0 | 4,5±0,5 | 4,2±0,3 ^c | 4,8±0,2 ^B |
| Вигинаючі напруга | (M±m), МПа | ≥65,0 | 87,6±4,0 | 83,5±3,0 | 78,8±4,0 ^B |
| Міцність при розтягуванні | Σрм, кгс/см ² | ≥70 | 89±2,0 | 78±2,0 ^c | 85±2,0 |
| Опір стиранню | (M±m), Дж/м ² | ≥30,0 | 55,5±0,5 _a | 48,8±0,4 | 47,0±0,6 ^B |
| % залишкового мономера | (M±m), % | ≤1,50 | 1,5±0,2 | 2,1±0,3 | 1,8±0,1 ^B |

Примітки:

^a – достовірні відмінності між матеріалом 1 та матеріалом 2 на рівні $p \leq 0,05$;

^B – достовірні відмінності між матеріалом 3 та матеріалом 1 на рівні $p \leq 0,05$;

^c – достовірні відмінності між матеріалом 2 та матеріалом 3 на рівні $p \leq 0,05$.

Базисна пластмаса холодної полімеризації для виготовлення зубних протезів за технологією компресійного ливарного пресування характеризується задовільним рівнем відтворюваності

нормативних властивостей, що проявляється його більш стабільними властивостями в клінічних умовах.

Конфлікт інтересів відсутній.

Література

1. Костенко ЄЯ, Бокоч АВ, Кенюк АТ. Комплексний підхід до ортопедичного лікування та реабілітації стоматологічних пацієнтів з дефектами зубного ряду в естетичній зоні. Сучасна стоматологія. 2016;5:60-65. Доступно на: <https://is.gd/npZAPy>
2. Струк ВІ, Германчук СМ, Біда ОВ. Статистичні показники ортопедичної стоматологічної допомоги в Україні. Вісник стоматології. 2019;32(2):74-8. DOI: 10.35220/2078-8916-2019-32-2-74-78.
3. El-Zanaty HM, El-Beialy AR, Abou El-Ezz AM, Attia KH, El-Bialy AR, Mostafa YA. Three-dimensional dental measurements: An alternative to plaster models. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2010;137(2):259-65. DOI: 10.1016/j.ajodo.2008.04.030. PMID: 20152684.
4. Кузь ВС, Дворник ВМ, Кузь ГМ. Використання сучасних безкрилових базисних матеріалів у клініці ортопедичної стоматології. Український стоматологічний альманах. 2016;2(3):40-5. Доступно на: <https://dental-almanac.org/index.php/journal/article/view/197>
5. Yanishen IV, Fedotova OL, Khlystun NL, Berezhna OO, Kuznetsov RV. Quality of orthopedic rehabilitation of patients with post-traumatic defects of the upper jaw by characteristics of biocenosis of the oral cavity. Medical News. 2020;73(1):2138-4. DOI: 10.36740/WLek202010106.
6. Yanishen IV, Andrienko KYu, Fedotova OL, Pogorila AV, Khlystyn NL. Evaluation of the effect of acrylic removable dentures on the immunometabolic profile and quality of life of patients. Word of Medicine and Biology. 2022;1(79):168-73. DOI: 10.26724/2079-8334-2022-1-79-168-173.
7. Skupien JA, Valentini F, Boscato N, Pereira-Cenci T. Prevention and treatment of Candida colonization on denture liners: a systematic review. J Prosthet Dent. 2013;110(5):356-62. DOI: 10.1016/j.prosdent.2013.07.003. PMID: 23998622.
8. Hasiuk P, Kindiy D, Vorobets A, Kindiy V, Demkovich A, Odzhubeiska O. Analysis of the advisability of using different types of base plastics by studying the needs of the population in removable prosthesis. Medical News. 2022;75(12):3055-9. DOI: 10.36740/WLek202212128. PMID: 36723327.

Antoshchuk M.M., Zahradska O.L.

COMPARATIVE ASSESSMENT OF PHYSICAL AND MECHANICAL PARAMETERS OF CAST PLASTIC MATERIAL FOR THE MANUFACTURE OF BASES OF COMBINED REMOVABLE ORTHOPEDIC STRUCTURES

The urgent task of orthopedic dentistry is the timely and optimal restoration of chewing efficiency, with the creation of new and improvement of existing structural materials, optimization of the use of consumables and improvement of the clinical and technological stages of the manufacture of removable orthopedic structures. The purpose of our study was a comparative assessment of the physical and mechanical properties of cast plastic material for the manufacture of bases of combined removable orthopedic structures using an improved method. We have developed a new domestic material for the manufacture of the bases of removable dentures

using foundry compression pressing technology. The following parameters of the study of physical and mechanical properties of plastics were taken into account: material Shore hardness, material consistency, relative deformation during compression, sorption, impact strength, bending stress, tensile strength, abrasion resistance, percentage of residual monomer. The comparative characterization of the physical and mechanical properties of cold polymerization acrylic plastics showed that domestic cold-cured base plastic for casting compression molding is not inferior to the foreign base in terms of its main indicators cold-hardening plastic differs from the analog cold-hardening base plastic by a harder and harder consistency, which makes it possible to more effectively use the material for combined bases of removable dentures. The obtained data indicate that, in general, the domestic material with its physical and mechanical properties meets the requirements for this class of dental materials.

Keywords: *orthopedic treatment, physical and mechanical properties, cast plastic material, method of compression pressing.*

Надійшла до редакції 17.05.2023

Відомості про авторів

Антошук Микола Миколайович – аспірант кафедри загальної стоматології, Міжнародний гуманітарний університет, м. Одеса, Україна.

Адреса: Україна, 65000, м. Одеса, Фонтанська дорога, 33.

E-mail: antoshchuk_mykolam@ukr.net

ORCID: 0009-0007-1347-2663.

Заградська Олена Леонідівна – доцент кафедри стоматології, Міжнародний гуманітарний університет, м. Одеса, Україна

Адреса: Україна, 65000, м. Одеса, Фонтанська дорога, 33.

E-mail: elena.zagrad@gmail.com

ORCID: 0000-0002-8637-7057.