

УДК 616.314-77-034-036: 549.51: 539.87

*Лі Сяокунь, Ші Сюе*

## ВИВЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ОКСИДІВ МЕТАЛІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ І КЛІНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВНИХ ЗНІМНИХ ПРОТЕЗІВ

дЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України»

Питання оптимізації технології акрилових пластмас залишається актуальним на сьогодні з огляду на те, що ця група матеріалів використовується для виготовлення базисів знімних зубних протезів у 98% випадків [1]. Однак, незважаючи на таку значну поширеність, пластмасові базиси мають низку серйозних недоліків, до яких, зокрема, належить недостатня міцність, що зумовлює високий відсоток поломок зубних протезів (до 15% у перший рік користування). До того ж, оптимальний термін служби, що відповідає 4-6 рокам, витримують лише 18-28% протезів. При цьому 50-76% загальної кількості зламаних протезів припадають на повні знімні протези верхньої щелепи [2, 3, 4].

Подібний стан проблеми змушує шукати альтернативні шляхи вдосконалення технологічного процесу задля поліпшення фізико-механічних характеристик акрилових пластмас. У цьому напрямі для покращення міцнісних характеристик повних знімних протезів на верхню щелепу ми вивчили можливість наповнення базисної акрилової пластмаси оксидами металів, зокрема оксидом алюмінію й оксидом цирконію.

Передумовою виконання дослідження став зростаючий інтерес учених до комбінації пластмас із неорганічними сполуками за аналогією з композитними пломбувальними матеріалами. Так, у цьому напрямі проведено дослідження різноманітних (за кількістю і складом) композицій із використанням металів, а також їхніх оксидів [5, 6]. Окрім збільшення міцності, застосування неорганічного наповнювача дозволить послабити шкідливу дію базису протеза на тканини протезного ложа за рахунок зменшення пористості та мікророзчинності [7, 8, 9].

Отже, **мета роботи** – вивчення ефективності застосування оксидів металів для покращення фізико-механічних властивостей і клінічних характеристик повних знімних протезів.

### Матеріали і методи дослідження

Лабораторна частина роботи передбачала порівняльне вивчення 15 зразків базисної пластмаси «Фторакс» («Стома», Україна) без наповнювача; 15 зразків цієї пластмаси, наповненої оксидом алюмінію («Поліхімед», Білорусь) (2% за об'ємним співвідношенням); 15 зразків – із наповненням оксидом цирконію («Мерск», Німеччина) (2% за об'ємним співвідношенням). Зразки різнилися за формою для різних досліджень і були ви-

готовлені по 5 кожного виду для всіх трьох матеріалів (рис. 1).



Рис. 1. Зразки базисних пластмас: зліва зверху – для дослідження ударної в'язкості, ліворуч унизу – для оцінки розчинності й водопоглинення, праворуч – для вивчення опору на злам)

Для вивчення міцнісних характеристик матеріалів зразки підлягали руйнуванню за допомогою машини МРК-1 методами руйнівного напруження при статичному згинанні й поперечному згинанні під навантаженням.

Для визначення розчинності та водопоглинення зразки пластмас кондиціонували в сушильній шафі з використанням силікогелю до досягнення постійної маси (початкова маса), після чого занурювали у воду з температурою 37°C на 168 год. Після закінчення цього терміну зразки зважували дворазово (відразу після виймання з води і після висушування в ексикаторі). На підставі отриманих даних обчислювали показник розчинності (як співвідношення різниці маси після перебування у воді та постійної маси після повторного висушування в ексикаторі до об'єму зразка) та водопоглинання (як співвідношення різниці початкової маси і постійної маси після повторного висушування в ексикаторі до об'єму зразка).

Надалі в рамках дослідження було проведено протезування беззубих верхніх щелеп серед 30 пацієнтів, нарівно чоловіків і жінок, у віці 58-65 років із помірною атрофією альвеолярного відростка. Досліджувані хворі були розділені на три групи

відповідно до трьох видів базисних пластмас: I (контрольна), II і III (дослідні). Групи формували рівноцінними за статеву і віковою ознаками, а також клінічною картиною. Усі протези виготовляли аналогічно, за загальноприйнятою технологією. Особливістю виготовлення протезів у дослідних групах було потоншення базису протеза в ділянці піднебіння, що стало можливим завдяки підвищенню міцнісних характеристик базисного матеріалу.

На третю добу після накладення знімних протезів проводили планову корекцію оклюзії, а потім запрошували пацієнтів на контрольні огляди через 1 тиждень, через 1 місяць, через 6 місяців і через 1 рік.

Для визначення жувальної ефективності використовували пробу за методикою І. С. Рубінова [10]. У результаті її проведення отримували два показники: жувальну ефективність (%) і час розжовування (с).

Клінічний стан слизової оболонки протезного ложа пацієнтів, які користуються повними знімними протезами на верхню щелепу, оцінювали візуально та за допомогою проби Шіллера-Писарева.

Отримані дані обробляли методами варіаційної статистики із застосуванням програмного забору MS Excel 2003.

#### Результати дослідження й обговорення

За даними спостережень, додавання оксидів металів суттєво поліпшує міцнісні характеристики акрилової пластмаси. Так, встановлено, що використання в ролі наповнювача оксиду алюмінію сприяє збільшенню ударної в'язкості з  $4,6 \pm 0,7$  кДж/м<sup>2</sup> до  $6,2 \pm 0,6$  кДж/м<sup>2</sup>, а оксиду цирконію – до  $6,5 \pm 0,7$  кДж/м<sup>2</sup> ( $p < 0,05$ ). Подібним чином збільшується й опір на злам, зростаючи з  $127,4 \pm 25,0$  МПа для акрилової пластмаси до  $147,5 \pm 33,0$  МПа при додаванні оксиду алюмінію й  $166,3 \pm 37,0$  МПа – при додаванні оксиду цирконію ( $p < 0,05$ ).

Нами також встановлені відмінності для показників водопоглинання та розчинності для різних зразків базисного матеріалу. У порівнянні з акриловою пластмасою за використання оксиду алюмінію водопоглинання знижується з  $21,3 \pm 2,0$  мг/мм<sup>3</sup> до  $20,5 \pm 4,0$  мг/мм<sup>3</sup>, а оксиду цирконію – до  $17,5 \pm 2,0$  мг/мм<sup>3</sup> ( $p < 0,05$ ). Аналогічно змінюється й показник розчинності у воді, знижуючись із  $1,8 \pm 0,2$  мг/мм<sup>3</sup> для акрилової пластмаси до  $1,6 \pm 0,2$  мг/мм<sup>3</sup> при наповненні її оксидом алюмінію та до  $1,4 \pm 0,2$  мг/мм<sup>3</sup> при використанні оксиду цирконію ( $p > 0,05$ ).

Отже, наповнення акрилової базисної пластмаси оксидами металів приводить до покращення фізико-механічних властивостей матеріалу, зокрема збільшенню ударної в'язкості й опору на злам, а також зменшенню водопоглинання й розчинності у воді, при цьому найкращі результати отримані для оксиду цирконію.

Водночас за результатами клінічних досліджень встановлено, що в пацієнтів, яким виготовляли базиси протезів за стандартною методикою

(контрольна група), спостерігалось збільшення часу жування через тиждень після накладення протеза, відповідно з  $44,8 \pm 2,4$  с до  $49,9 \pm 3,0$  с ( $p > 0,05$ ), що пов'язано з особливостями перебігу адаптації до повних знімних протезів. Через 1 місяць після протезування цей показник становив уже  $46,6 \pm 3,0$  с. Порівнюючи час жування в більш пізній термін (6 місяців і 1 рік), ми виявили зниження показників і досягнення мінімальних значень ( $32,7 \pm 2,8$  с) (рис. 2).

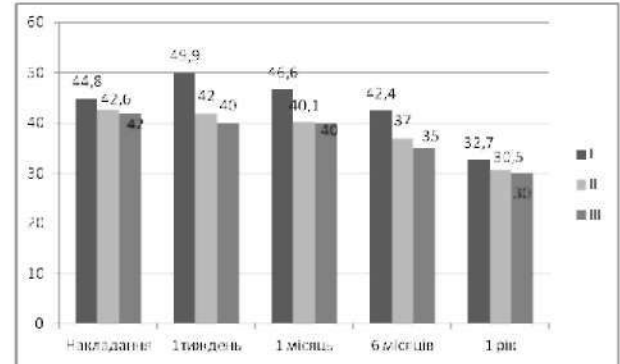


Рис. 2. Динаміка показника часу жування при проведенні жувальних проб у трьох групах дослідження (с)

У II і III дослідних групах час жування через тиждень і перший місяць не збільшувався, а навпаки, зменшувався, відповідно для II групи з  $42,6 \pm 3,0$  с до  $42,0 \pm 3,0$  с і  $40,1 \pm 3,0$  с, а для III – з  $42,0 \pm 3,0$  с до  $40,0 \pm 2,8$  с і  $40,0 \pm 3,0$  с ( $p > 0,05$ ). Хворі не скаржилися на утруднене пережовування їжі, дискомфорт від протеза. На наш погляд, полегшення адаптації, яке спостерігалось, пов'язане зі стоншенням піднебінної пластинки, що стало можливим завдяки поліпшенню міцнісних характеристик базисних матеріалів. У більш пізній термін користування протезами (через 1 рік) також виявили зниження показника часу до  $30,5 \pm 2,8$  с для II групи й  $30,0 \pm 2,8$  с – для III ( $p > 0,05$ ), що свідчить про те, що пацієнти повністю адаптовані до протезів і успішно ними користуються.

Аналіз результатів проведення жувальних проб за показником ефективності жування представлений на рис. 3.

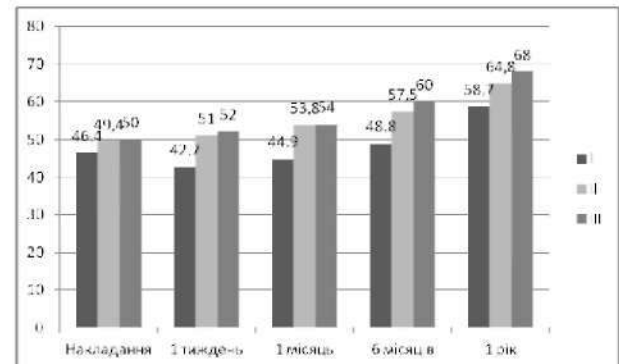


Рис. 3. Динаміка показника ефективності жування при проведенні жувальних проб у трьох групах дослідження (%)

Як видно з рисунка, в пацієнтів, яким повні знімні протези виготовляли за традиційною методикою, максимальне зниження значень відбувалося через 1 тиждень і через 1 місяць (відповідно

42,7±0,8% і 44,9±0,9%). Максимального значення (58,7±1,0%) жувальна ефективність у цій групі досягає через рік після накладення протеза.

Динаміка жувальної ефективності в пацієнтів II і III дослідних груп подібна й відрізняється від контрольної. Показник жувальної ефективності для цих хворих неухильно зростає, на всіх термінах спостереження перевищуючи значення контрольної групи, і досягає максимуму через рік після ортопедичного лікування. Максимальна жувальна ефективність (68,0±1,1%) встановлена для хворих III групи через рік після протезування. Таким чином, зростання ефективності жування з першого дня накладення протезів свідчить про їхню якість і відсутність проблем адаптації до них.

Підсумовуючи, зазначимо, що найвища ефективність користування повними знімними протезами спостерігалась у всіх групах спостереження через рік після накладення, що вказує на єдині механізми адаптації незалежно від конструкції протезів. При цьому найкращі результати зафіксовані при виготовленні повних знімних протезів із використанням у ролі наповнювача базисної пластмаси оксиду цирконію.

Динаміка стану слизової оболонки в трьох клінічних групах у різні терміни протезування представлена на рис. 4. Аналіз результатів досліджень показав, що в пацієнтів I (контрольної) групи кількість випадків запальної реакції слизової оболонки протезного ложа суттєво більша, ніж у пацієнтів II і III дослідних груп протягом усього спостереження.

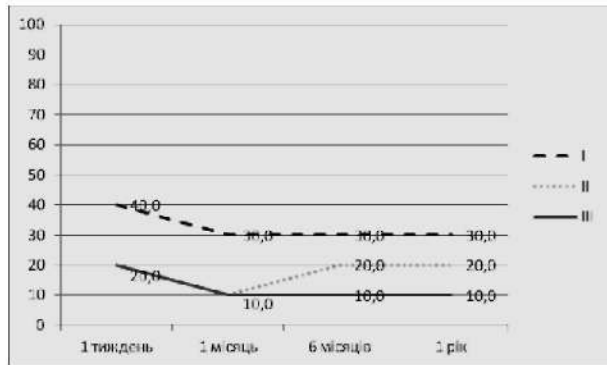


Рис. 4. Частота запальних змін слизової оболонки в різний термін спостереження для різних груп дослідження (%)

При цьому менша кількість пацієнтів із явищами запалення слизової оболонки порожнини рота під базисом протеза, виготовленим із наповненої оксидами металів акрилової пластмаси, ми пов'язуємо з тим, що вони мають вищу біологічну індиферентність у порівнянні із суцільними пластмасовими, пов'язану зі зниженням пористості та мікророзчинності матеріалу.

**Висновок**

За результатами клініко-лабораторної апробації слід зробити висновок про вищу ефективність застосування повних знімних протезів для верх-

ньої щелепи, базили яких виготовлені з наповненої оксидом алюмінію або цирконію акрилової пластмаси. Збільшення показників ударної в'язкості та опору на злам указує на покращення міцнісних характеристик, що дозволяє оптимізувати конструкцію повних знімних протезів та полегшити адаптацію до них, одночасно знизити ризик переломів їхніх базисів. Своєю чергою, зменшення водопоглинання і розчинності у воді послаблює шкідливу дію базису на слизову оболонку протезного ложа при користуванні пластинковими протезами.

**Література**

1. Огородников М. Ю. Улучшение свойств базисных материалов, использующихся в ортопедической стоматологии: этапы развития, совершенствования и перспективные направления (обзор литературы) / М. Ю. Огородников // Стоматология. – 2004. – № 6. – С. 70-74.
2. Крайній А. В. Покращення фізико-механічних властивостей пластмасових базисів знімних протезів (клініко-лабораторне дослідження): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук: спец. 14.01.22 «Стоматологія» / А. В. Крайній. – К., 2002. – 20 с.
3. Писаренко О. А. Клініко-технологічні аспекти підвищення якості повних знімних протезів на верхню щелепу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук: спец. 14.01.22 «Стоматологія» / О. А. Писаренко. – Полтава, 2001. – 24 с.
4. Darbar U. R. Denture fracture – a survey / U. R. Darbar, R. Huggett, A. Harrison // British Dental Journal. – 1994. – Vol.176. – P. 342-345.
5. Alhareb A. O. Effect of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZrO<sub>2</sub> reinforcement on the mechanical properties of PMMA denture base / A. O. Alhareb, Z. A. Ahmad // Journal of Reinforcement of Plastic Composites. – 2011. – Vol. 30. – P. 86-93.
6. Korkmaz T. Dynamic mechanical analysis of provisional resin materials reinforced by metal oxides / T. Korkmaz, A. Doğan, A. Usanmaz // Biomedical Materials. – 2005. – Vol. 15. – P. 179-188.
7. Effect of processing method on the dimensional accuracy and water sorption of acrylic resin dentures / [Wong D. M., Cheng L. Y., Chow T.W., Clark R.K.] // Journal of Prosthetic Dentistry. – 1999. – Vol. 81. – P. 300-304.
8. Ferracane J. L. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks / J. L. Ferracane // Dental Materials. – 2006. – Vol. 22. – P. 211-222.
9. Water sorption, solubility, and bond strength of two autopolymerizing acrylic resins and one heat-polymerizing acrylic resin [ Cucci A. L., Vergani C. E., Giampaolo E. T., Afonso M.C.] // Journal of Prosthetic Dentistry. – 1998. – Vol. 80. – P.434-438.
10. Лебеденко И. Ю. Функциональные и аппаратурные методы исследования в ортопедической стоматологии / И. Ю. Лебеденко, Т. И. Ибрагимов, А. Н. Ряховский. – М.: МИА, 2003. – 128 с.

**Стаття надійшла  
10.03.2014 р.**

### Резюме

Представлены результаты изучения эффективности использования оксидов металлов для улучшения физико-механических и клинических характеристик полных съёмных протезов. Установлено, что наполнение акриловой базисной пластмассы оксидами металлов приводит к увеличению показателей ударной вязкости и сопротивления на излом, а также уменьшению водопоглощения и растворимости в воде, при этом наилучшие результаты получены для оксида циркония. Улучшение прочностных характеристик позволяет уменьшить толщину базиса полного съёмного протеза на верхнюю челюсть, что облегчает адаптацию по показателям жевательных проб. Кроме того, снижение пористости и микрорастворимости пластмассы за счет введения наполнителя способствует улучшению состояния слизистой оболочки протезного ложа при протезировании.

**Ключевые слова:** акриловая пластмасса, оксид алюминия, оксид циркония, полный съёмный протез, физико-механические характеристики, жевательная эффективность.

### Резюме

Охарактеризовані результати вивчення ефективності застосування оксидів металів для покращення фізико-механічних і клінічних характеристик повних знімних протезів. Установлено, що наповнення акрилової базисної пластмаси оксидами металів збільшує показники ударної в'язкості та опору на злам, а також зменшує водопоглинання і розчинність у воді, при цьому найкращі результати отримані для оксиду цирконію. Поліпшення міцнісних характеристик дозволяє зменшити товщину базису повного знімного протеза на верхню щелепу, що полегшує адаптацію за показниками жувальних проб. Крім того, зниження пористості та мікророзчинності пластмаси за рахунок введення наповнювача сприяє покращенню стану слизової оболонки протезного ложа при протезуванні.

**Ключові слова:** акрилова пластмаса, оксид алюмінію, оксид цирконію, повний знімний протез, фізико-механічні характеристики, жувальна ефективність.

### Summary

The article presents the results of study the effectiveness of using of metal oxides to improve the mechanical and clinical characteristics of complete removable dentures. It was established that the filling of acrylic base plastic with metal oxides leads to the increase in toughness performance and resistance to fracture and reduce the water absorption and solubility, while the best results were obtained for zirconium oxide. Improved strength characteristics allow reducing the thickness of the basis of complete removable denture on maxilla, what facilitates adaptation according chewing tests. In addition, lower porosity and microsolubility of plastics because of filling promotes to improve the conditions for mucous membrane in prosthetics.

**Key words:** acrylic plastic, aluminum oxide, zirconium oxide, complete denture, physical characteristics, chewing efficiency.