

костные дентальные имплантаты требует рационального выбора плана лечения на основе объективных инструментальных и компьютеризированных методов обследования. Проведено обследование 47 лиц в возрасте от 24 до 55 лет, у которых было установлено 92 внутрикостные дентальные имплантаты. На основании клинических и инструментальных данных было доказано, что применение метода частотно-резонансного анализа позволяет своевременно отреагировать на изменения путем переоценки плана ортопедических мероприятий с возможностью продления периода временной реабилитации и достижения оптимальных результатов с помощью индивидуализированного подхода к тактике лечения. Расчет биомеханических схем функционирования ортопедических конструкций на имплантатах на этапе планирования позволяет снизить риск возникновения осложнений как в ближайшее время, так и в отдаленные сроки после протезирования. Современные технологии измерения стабильности дентальных имплантатов, а также компьютерного анализа окклюзионных взаимоотношений позволяют объективизировать индивидуальный подход к ортопедической реабилитации пациентов с помощью конструкций на внутрикостных дентальных имплантатах.

Ключевые слова: *остеоинтеграция, биомеханика дентальных имплантатов.*

Pavlenko A.V., Sirenko A.F.

Biomechanical Risk Factors in Prosthetic Treatment with Endosseus Dental Implants

Summary. Restoring of dental arch's defects using orthopedic constructions on endosseus dental implants needs rational choose of treatment plan basing on objective instrumental and computerized diagnostic methods. We performed the examination of 47 patients with age from 24 to 55 years, whom 92 endosseus dental implants were inserted. On the basis of clinical and instrumental datum it was approved that using resonance frequency analysis helps in time react on the changes by the means of reevaluation of the plan of prosthetic measures with the possibility of prolongation of the period of temporary rehabilitation and accomplishment of optimal results using individual approach to treatment plan. Calculating of biomechanical plans of functioning orthopedic constructions on endosseus dental implants during planning helps to reduce the risk of complications right after and distant terms after prosthetic treatment. Contemporary methods of measuring dental implants' stability, and computerized analysis of occlusion help to individualize prosthetic rehabilitation using orthopedic constructions on endosseus dental implants.

Key words: *osseointegration, biomechanics of dental implants.*

Надійшла 19.12.2011 року.

УДК 615.462+616.314-77

Палійчук В.І., Рожко М.М.

Порівняльна характеристика фізико-механічних властивостей базисної пластмаси «Biosyl-C» та «Фторакс»

Кафедра стоматології факультету післядипломної освіти (зав. каф. - проф. М.М.Рожко)
ДВНЗ «Вано-Франківський національний медичний університет»

Резюме. У статті наведені результати порівняння фізико-механічних властивостей зразків акрилових пластмас: «Biosyl-C», виготовленої заводським способом; «Фторакс», виготовленої методом литтєвого пресування; «Фторакс», виготовленої методом компресійного пресування. Для експерименту використано по 28 зрізів кожного виду, розміром 70×20×2 мм. Встановлено, що мікротвердість пластмаси «Biosyl-C» займає проміжне місце, порівняно з показниками пластмаси «Фторакс», виготовленої компресійним та литтєвим способами. Показники ударної в'язкості є більшими у пластмаси «Biosyl-C», порівняно з показниками пластмаси «Фторакс», виготовленої компресійним та литтєвим способами. Найнижча і однакова з двох сторін шорсткість виявлена у пластмаси «Biosyl-C», порівняно з пластмасою «Фторакс». При електронно-фрактографічному дослідженні встановлена висока крихкість всіх досліджуваних пластмас. Проведений аналіз показав, що пластмаса «Biosyl-C», виготовлена заводським способом, є перспективною базисною пластмасою для клінічного застосування з точки зору фізико-механічних властивостей в порівнянні з пластмасою «Фторакс».

Ключові слова: *акрилова пластмаса, мікротвердість, ударна в'язкість, електронна фрактографія, шорсткість.*

Постановка проблеми і аналіз останніх досліджень.

За даними огляду літератури встановлено широке використання нових базисних матеріалів знімних конструкцій зубних протезів, як за кордоном (Росія, країни Європи, США)

так і на Україні [1]. Однак, недостатньо відомі їх фізико-механічні властивості, від яких залежать міцність зубних конструкцій. Оцінка їх має значення в покращенні не тільки якості протезування, а й у попередженні виникнення різних ускладнень з сторони протезного ложа і організму в цілому. Так, адгезія окремих мікробних клітин до поверхні протеза, залежить від структури поверхні базису протеза, її рельєфу та пористості. Утворення мікробного нальоту на її поверхні є загально визнаною проблемою. Подальше розмноження мікроорганізмів, їх коагрегація за участю компонентів слини приводить до формування багатокомпонентної біоплівки. Від ступеня обмінення полімерних матеріалів, які використовуються в ортопедичній стоматології, залежить не тільки їх конструкційна цілісність і термін їх використання, але й розвиток дизбіотичних явищ у ротовій порожнині [2].

Мета дослідження: вивчити та порівняти фізико-механічні властивості базисної пластмаси «Biosyl-C», виготовленої заводським методом, і «Фторакс», виготовленої компресійним та литтєвим методами.

Матеріал і методи дослідження

Для оцінки фізико-механічних властивостей акрилових пластмас нами використано 3 види зразків: із «Biosyl-C», виго-

товленої заводським способом; «Фторакс», виготовленої методом литтєвого пресування та «Фторакс», виготовленої методом компресійного пресування загальноприйнятим способом. Для експерименту було виготовлено по 28 зрізків кожного виду, розміром 70×20×2 мм.

Зразки «Biosyl-C» готували зі стандартних круглих пластин (діаметром 125 мм), виготовлених заводом-виробником SHEU-DENTAL (Німеччина), які не містять залишкового мономера. Для максимального наближення ідентичності зразків до штампованого базису знімного пластинкового протезу (ЗПП) пластини поміщали в апарат miniSTAR, піддавали дії заданої програми (згідно з введеним тризначним кодом пластини, встановленим фабрикою SHEU-DENTAL) і проводили їх штампування. Точне програмування забезпечувало контроль автоматикою апарату за необхідною температурою, часом нагрівання та охолодження, рекомендованим тиском (2,5 бар). Зразки із пластмаси «Фторакс» полімеризували за загальноприйнятим способом на водяній бані згідно з рекомендаціями заводу-виробника: поступове нагрівання до кипіння (45 хв.), повільна полімеризація (45 хв.) та охолодження (45 хв.). Для наближення ідентичності поверхні виготовлених зразків до поверхні ЗПП полірування проводили з однієї сторони. Визначення шорсткості проводили з двох сторін.

У процесі досліджень визначено наступні фізико-механічні показники: мікротвердість, ударна в'язкість, фрактограма злому та шорсткість поверхні.

Для визначення мікротвердості використали модифікований прилад мікротвердометр ПМТ-3 із персональним комп'ютером, виміри якого проводяться з точністю до 0,15 мкм [3]. В ролі наконечника для нанесення вдавлення на зразку використовували чотиригранну алмазну піраміду, яка на вершині утворює кут між гранями 136° та тягарець масою 200 гр. Вимір величин алмазного відбитку проводили після його електронного перенесення на комп'ютер за допомогою програми Comras 3D.

Ударну в'язкість визначали за методом Шарпі (згідно ГОСТу 9454-60), який отримав широке розповсюдження і стандартизований у всіх розвинутих країнах. Основний вид динамічних випробовувань – ударне навантаження зразків з надрізом в умовах згину. Динамічне навантаження ударом реалізується на маятникових копрах із використанням падаючого вантажу. Зразок, що вільно лежить на опорах, піддають триточковому або зосередженому згину, при цьому визначають роботу, затрачену на деформацію та руйнування зразка.

При дослідженні ударної в'язкості нами був використаний прилад - маятниковий копер КМ-2. Нанесення надрізу проводили у співвідношенні 1 до 5 (1 – товщина надрізу, а 5 – товщина пластмасового зразка), що становило 0,4 мм. Руйнування зразків проводили ударом тягарця, що прикріплений до маятника, який падав на грань, протилежну надрізу із швидкістю 4-7 м/с. Питому величину роботи, затрачену на деформацію та руйнування зразка, розраховували за формулою:

$$K = K/S_0$$

де K – повна робота деформації та руйнування зразка, Дж; S₀ – поперечний переріз зразка у місці надрізу, см². Ширину і висоту зразків із V – подібним надрізом вимірювали до випробування. Величину повної роботи деформації та руйнування визначали по шкалі копра і таблицях, знаючи початкову потенціальну енергію маятника і витрачену енергію. Робота деформації та руйнування при ударному згині K розраховується як різниця потенціальної енергії при підйомі маятника та залишкової енергії K_{зали}, якою володіє маятник копра після деформації та руйнування зразка

$$K = K_0 - K_{зали}$$

$$K_n = H_0 Q$$

де Q – приведена маса маятника; H₀ – вихідна висота підйому маятника.

Електронно-фрактографічне дослідження проводили на мікроскопі УЭМ-100 із застосуванням двоступеневого методу приготування репліки (целулоїд + вулець) без відтинення. Попередньо проводили прицільно-статистичний аналіз, який усував фактор довірливості. Цей аналіз включає три етапи дослідження: попередній візуальний огляд поверхні злому; перегляд

на оптичному мікроскопі окремих ділянок зразка, що заслуговують на увагу; етап електронно-фрактографічного аналізу.

Шорсткість поверхні досліджували (згідно ГОСТу 2789-73) на профілограф-профілометрі 201 серії, який є високочутливим вимірювальним приладом. Запис мікронерівностей проводиться на електротермічному папері у збільшеному вигляді за допомогою алмазної голки, що розташована на датчику, який приєднаний до електронного приладу. Після чого вибирають базову довжину, на якій проводять виміри та розраховують за допомогою формули для кожного досліджуваного зразка величину R_a:

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

де R_a – середнє арифметичне відхилення профілю;

l – базова довжина;

n – число вибраних точок профілю;

y – відхилення профілю.

Дослідження з перевірки мікротвердості, ударної в'язкості, фрактограми злому та шорсткості поверхні для кожного з трьох видів зразків повторювали семикратно.

Статистичну обробку отриманих результатів досліджень здійснювали за допомогою персонального комп'ютера та ліцензованих прикладних програм для роботи з електронними таблицями Microsoft Excel і пакету "Statistika 7,0" [4,5,6].

Результати дослідження та їх обговорення

В таблиці 1 наведені дані з визначення фізико-механічних властивостей базисної пластмаси «Biosyl-C», виготовленої заводським методом, в порівнянні з пластмасою гарячої полімеризації «Фторакс», виготовленої компресійним та литтєвим способами. Проведені експериментальні дослідження продемонстрували, що протестовані зразки матеріалів відрізняються один від одного.

Так, мікротвердість пластмаси «Biosyl-C» була вищою (444,379±6,69 МПа, при p=0,087) по відношенню до пластмаси «Фторакс», виготовленої методом компресійного пресування (426,410±6,96 МПа). Однак, показники мікротвердості пластмаси «Biosyl-C» виявилися дещо нижчими, порівняно з показниками пластмаси «Фторакс», виготовленої методом литтєвого пресування (474,015±11,12 МПа, при p=0,077). Показники ж пластмаси «Фторакс», виготовленої методом компресійного і литтєвого пресування, достовірно відрізнялися між собою (p<0,05). Як виявилось, мікротвердість пластмаси «Biosyl-C» займає проміжне місце, порівняно з показниками пластмаси «Фторакс» виготовленої компресійним та литтєвим способами (рис. 1).

Таблиця 1. Фізико-механічні показники пластмаси «Biosyl-C» та «Фторакс»

Вид пластмас	Показники			
	Мікротвердість, МПа	Ударна в'язкість, кДж/м ²	Шорсткість (хвилястість), мкм	
			Полірована поверхня	Неполірована поверхня
Biosyl-C	444,379±6,69	11,3±0,0076	0,1±0,0076	0,1±0,0076
Фторакс (виготовлений компресійним методом)	426,410±6,96 p=0,087	11,05±0,0082 p<0,05	0,8±0,0076 p<0,05	1,1±0,0076 p<0,05
Фторакс (виготовлений литтєвим методом)	474,015±11,12 p=0,077 p<0,05	11,1±0,0076 p<0,05 p<0,05	0,8±0,0076 p<0,05	1,1±0,0076 p<0,05

Примітки: p - порівняно із показником пластмаси Biosyl-C; p• - порівняно із показником пластмаси «Фторакс», виготовленої методом компресійного пресування

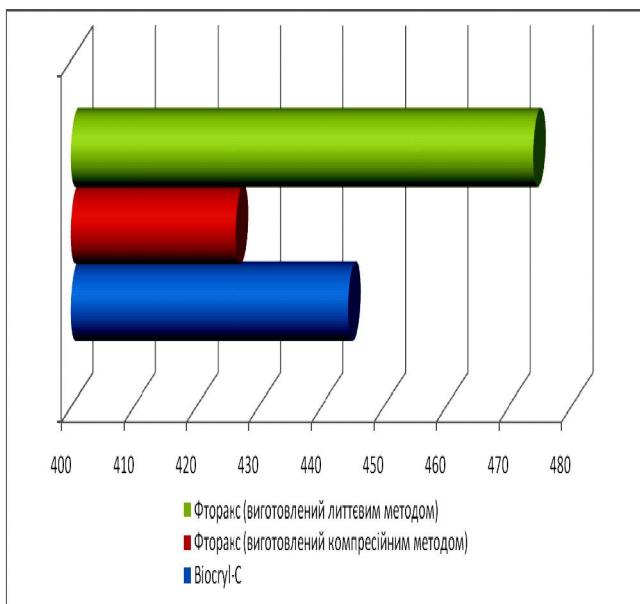


Рис.1. Показники мікротвердості базисної пластмаси «Biosyl-C» та «Фторакс» (МПа)

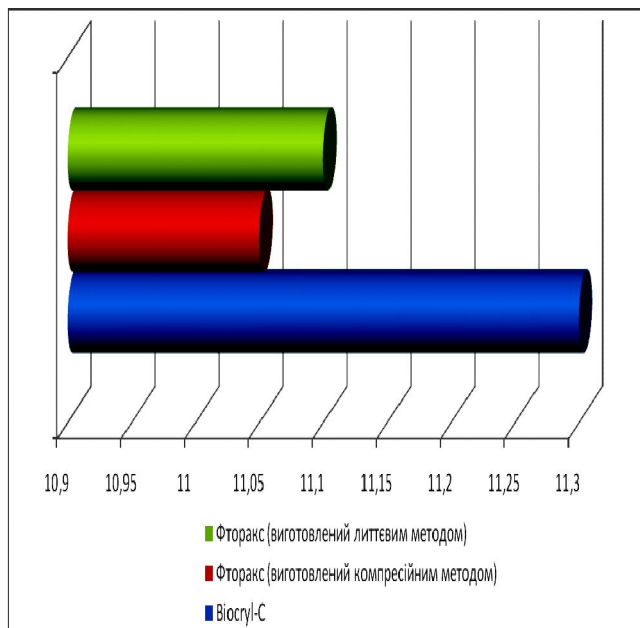


Рис.2. Показники ударної в'язкості базисної пластмаси «Biosyl-C» та «Фторакс» (кДж/м²)

Важливим в дослідженні було визначити ударну в'язкість матеріалів, яка є інтегральною характеристикою їх механічних властивостей і залежить одночасно від їх міцності та пластичності. Визначені показники ударної в'язкості достовірно відрізнялися однієї пластмаси від іншої (рис.2). Так, ударна в'язкість пластмаси «Biosyl-C» була більшою ($11,3 \pm 0,0076$ кДж/м², при $p < 0,05$), порівняно з показниками пластмаси «Фторакс», виготовленої компресійним ($11,0 \pm 0,0082$ кДж/м²) та литтєвим ($11,1 \pm 0,0076$ кДж/м²) способами. Відрізнялася й ударна в'язкість пластмаси «Фторакс», виготовленої компресійним та литтєвим способами ($p < 0,05$).

Під час проведення серії вимірювань та обчислень вивчення шорсткості пластмас показали (рис.3), що найвищі показники виявилися у пластмаси «Фторакс» як з полірованої ($0,8 \pm 0,0076$ мкм), так і з неполірованої ($1,1 \pm 0,0076$ мкм)

поверхні, які достовірно відрізнялися ($p < 0,05$).

Значно нижча шорсткість ($0,1 \pm 0,0076$ мкм), яка була однаковою з двох сторін - визначена у пластмаси «Biosyl-C». Одержані дані вказують, що пластмаса «Biosyl-C» має більш рівномірну та гладкішу поверхню порівняно з пластмасою гарячої полімеризації «Фторакс» ($p < 0,05$).

При електронно-фрактографічному дослідженні зразків встановлено характерний вид злому – наявність відкольних фасеток, що характеризує високу крихкість досліджуваних пластмас. Принципових відмінностей в механізмах руйнування матеріалів «Biosyl-C» (рис.4А) та «Фторакс», виготовленого компресійним (рис.4Б) та литтєвим (рис.4В) способами немає.

Таким чином із проведених досліджень можна зробити висновок, що кожний конструкційний базисний матеріал, залежно від методу його виготовлення, має характерні фізико-механічні властивості.

Вищенаведені дані підтверджують, що матеріал «Biosyl-C», виготовлений заводським методом, має кращі фізико-механічні властивості: зокрема більшу ударну в'язкість ($11,3 \pm 0,0076$ кДж/м²) та меншу шорсткість поверхні ($0,1 \pm 0,0076$ мкм), ніж у пластмаси гарячої полімеризації «Фторакс», виготовленої литтєвим ($11,1 \pm 0,0076$ кДж/м² і $1,1 \pm 0,0076$ мкм відповідно) і компресійним ($11,0 \pm 0,0082$ кДж/м² і $1,1 \pm 0,0076$ мкм відповідно) методами.

Отримані нами в ході виконаного дослідження результати є важливими для оптимального вибору базисного матеріалу ЗПП. Адже від структури поверхні матеріалу наявності шорсткості, пор і раковин залежить адсорбція мікроорганізмів та продуктів їх життєдіяльності до базису протезу. Це, в свою чергу, є передумовою їх наступної колонізації [7, 8] з формуванням полімікробної біоплівки та «протезного» нальоту.

Висновки

1. Мікротвердість пластмаси «Biosyl-C» ($444,379 \pm 6,69$ МПа) займає проміжне місце,

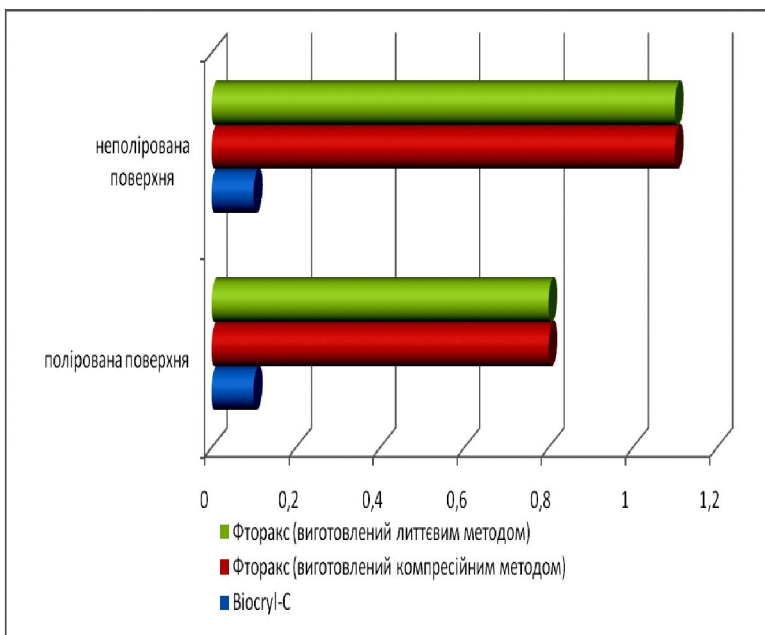


Рис.3 Показники шорсткості базисної пластмаси «Biosyl-C» та «Фторакс» (мкм)

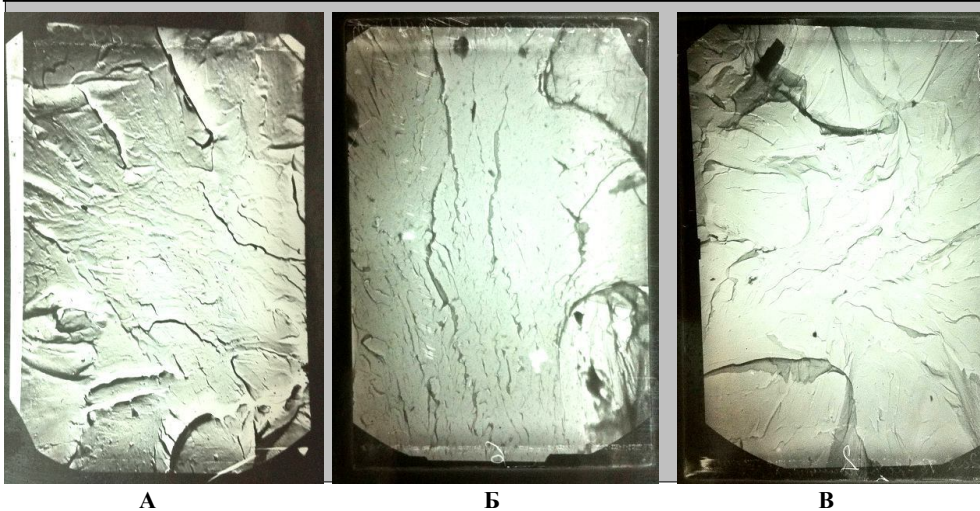


Рис. 4 Електронні фрактограми руйнування досліджуваних зразків. х4700.

- А – зразок пластмаси «Biocryl-C»;
 Б – зразок пластмаси «Фторакс» виготовлений компресійним методом;
 В – зразок пластмаси «Фторакс» виготовлений литтєвим методом

порівняно з показниками пластмаси «Фторакс», виготовленої компресійним ($426,410 \pm 6,96$ МПа) та литтєвим ($474,015 \pm 11,12$ МПа) способами.

2. Показники ударної в'язкості є більшими у пластмаси «Biocryl-C» ($11,3 \pm 0,0076 \text{ \AA} \text{ \AA}^2$), в порівнянні з показниками пластмаси «Фторакс», виготовленої компресійним ($11,0 \pm 0,0082 \text{ \AA} \text{ \AA}^2$) та литтєвим ($11,1 \pm 0,0076 \text{ \AA} \text{ \AA}^2$) способами.

3. Найнижча і однакова з двох сторін шорсткість виявлена у пластмаси «Biocryl-C» ($0,8 \pm 0,0076$ мкм), порівняно з пластмасою «Фторакс», з однієї - полірованої ($0,1 \pm 0,0076$ мкм) та іншої - неpolірованої ($1,1 \pm 0,0076$ мкм) поверхні.

4. При електронно-фрактографічному дослідженні встановлена висока крихкість всіх досліджуваних пластмас.

5. «Biocryl-C» є перспективною базисною пластмасою для клінічного застосування з точки зору фізико-механічних властивостей.

Перспективи подальших досліджень

У подальшому планується вивчення морфологічних змін навколишніх тканин піддослідних тварин на введення в ділянку задньої гомілки стегна імплантатів з пластмаси «Biocryl-C» та «Фторакс».

Література

1. Зубопротезна техніка: підручник для студентів зуботех. відділень / [М.М.Рожко, В. П. Неспрядько, І. В. Палійчук та ін.]. – К.: Книга плюс, 2006. – 544с.
2. Каливрадджиян Э.С. Влияние несъемного протезирования на микрофлору полости рта / Э.С. Каливрадджиян, А. В. Подопригора // Материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции. – М. - 2006. – С. 274-277.
3. Мошенко В. И. Измерение микротвердости с наноточностью / В. И. Мошенко, Н. А. Лалазарова, О. Н. Тимченко // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2008. - № 42. – С 83-86.
4. Лапач С.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / Лапач С.Н., Губенко А.В., Бабич П.Н.: [2-е изд., перераб. и доп.]. – К.: МОРИОН, 2000. – 408 с.
5. Статистический портал Statsoft [электронный ресурс]: – режим портала: <http://www.statsoft.ru/home/portal/default.asp>.
6. Гланц С. Медико-биологическая статистика / Гланц С.; пер. с англ. Ю. А. Данилова. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
7. Bal В.Т. Pilot study to evaluate the adhesion of oral microor-

ganisms to temporary soft lining materials / В. Т. Bal, Н. Yavuzylmaz, М. А. Yьsel // J. Oral Sci. - 2008. - Vol. 50, № 1. - P. 1-8.

8. Samaranyake L. P. Factors affecting the in vitro adherence of *Candida albicans* to acrylic surfaces / L. P. Samaranyake, J. McCourtie, T. W. MacFarlane // Arch. Oral Biol. - 1980. - Vol. 25, № 8-9. - P.611-615.

Палійчук В.І., Рожко Н.М.

Сравнительная характеристика физико-механических свойств базисной пластмассы «Biocryl-C» и «Фторакс»

Резюме. В статье приведены результаты сравнения физико-механических свойств образцов акриловых пластмасс: «Biocryl-C», изготовленной заводским способом; «Фторакс», изготовленной методом литтєвого прессования; «Фторакс», изготовленной методом компрессионного прессования. Для эксперимента использовано по 28 образцов каждого вида, размером $70 \times 20 \times 2$ мм. Установлено, что микротвердость пластмассы «Biocryl-C» занимает промежуточное место по сравнению с показателями пластмассы «Фторакс», изготовленной компрессионным и литтєвым способами. Показатели ударной вязкости в пластмассы «Biocryl-C» больше по сравнению с показателями пластмассы «Фторакс», изготовленной компрессионным и литтєвым способами. Самая низкая и одинаковая из двух сторон шероховатость выявлена в пластмассы «Biocryl-C» по сравнению с пластмассой «Фторакс». При электронно-фрактографическом исследовании установлена высокая хрупкость всех исследуемых пластмасс. Проведенный анализ показал, что пластмасса «Biocryl-C», изготовленная заводским способом является перспективной базисной пластмассой для клинического применения с точки зрения физико-механических свойств по сравнению с пластмассой «Фторакс».

Ключевые слова: акриловая пластмасса, микротвердость, ударная вязкость, электронная фрактография, шероховатость.

Paliychuk V.I., Rozhko M.M.

Comparative Characteristics of Physical and Mechanical Properties of Basic Plastics «Biocryl-C and «Ftorax»

Summary. The results of the comparison of physical and mechanical properties of acrylic plastic samples are given in the article: Biocryl-C “, produced by factory method; «Ftorax», produced by casting pressing; «Ftorax», produced by the compression value.

The experiment used on 28 samples of each type, measuring $70 \times 20 \times 2$ mm. It was established the microhardness of plastics «Biocryl-C» occupies an intermediate position in comparison with indexes plastics «Ftorax», produced by the compression value and by casting method. Indicators of impact toughness are greater in plastics «Biocryl-C» in comparison with indexes plastics «Ftorax», produced by the compression value and by casting method. The lowest and equal of two sides roughness was discovered in plastics «Biocryl-C» in comparison with plastics «Ftorax». High fragility of all investigated plastics was set at electron fractographic study. The carried out analysis showed that plastic «Biocryl-C “, produced by factory method, is the promising basic plastic for clinical application in terms of physical and mechanical properties in comparison with plastics” Ftorax”.

Key words: acrylic plastic, microhardness, impact toughness, electron fractography, roughness.

Надійшла 30.01.2012 року.