

УДК 616.314-74-085.46

*П.Л. Ющенко**Харківський національний медичний університет***ВИЗНАЧЕННЯ ДЕФОРМАЦІЇ ЗРАЗКІВ С-СИЛІКОНОВИХ  
ВІДБИТКОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА РОЗТЯГ І СТИСК**

Проведено фізико-механічні дослідження зразків С-силіконових відбиткових матеріалів іноземних і вітчизняного виробників: SwissTEC, Zetaplus, Speedex, Lasticomp, Consiflex-1 і Consiflex-0 – на розтяг і стиск. Досліджували границю пружності, умовну границю текучості та границю міцності. Умовна границя текучості вітчизняних відбиткових матеріалів мало розрізняється між собою і наближена до показників границі пружності. Різниця між показниками границі міцності С-силіконових відбиткових матеріалів Zetaplus, Speedex, Lasticomp, Consiflex-1 і Consiflex-0 становить 2,847 МПа. Найбільший показник має Speedex – (9,923±0,133) МПа, а найменший – Consiflex-1 – (7,076±0,581) МПа. Встановлено, що вітчизняні силіконові відбиткові матеріали Consiflex-1 і Consiflex-0 виробництва фірми «Latus» (м. Харків) за показниками границі пружності мають перевагу, а за більшістю інших показників мало відрізняються від іноземних аналогів і можуть застосовуватися в клініці ортопедичної стоматології нарівні з ними.

**Ключові слова:** С-силіконові відбиткові матеріали, фізико-механічні дослідження, дослідження на розтяг і стиск.

Головною темою спілкування між лікарем і техніком залишається відбиток протезного ложа. Велике значення при цьому має отримання саме високоточних (прецизійних) відбитків. Однією з основних вимог, що пред'являються до високоточних відбитків, є чітке відображення ясенної борозенки довкола опорних зубів [1, 2].

Прецизійний відбиток дозволяє добитися найбільш точної відповідності зубного протеза тканинам протезного ложа [3, 4], при цьому знижується вірогідність виникнення таких ускладнень, як вторинний карієс, розцементування, запалення маргінальних ясен, що значно збільшує термін служби протезів [5, 6].

Останнім часом на стоматологічному просторі з'явилось багато силіконових відбиткових матеріалів, які застосовуються при виготовленні незнімних конструкцій зубних протезів, але фізико-механічні властивості їх дещо розрізняються.

Мета даного дослідження – порівняти фізико-механічні властивості деяких інозем-

них і вітчизняних силіконових відбиткових матеріалів на розтяг і стиск.

**Матеріал і методи.** Нами були досліджені зразки силіконових відбиткових матеріалів: «Consiflex-0» і «Consiflex-1» фірми «Latus» (м. Харків); «SwissTEC» фірми «Coltene Whaledent» (Швеція); «Speedex» фірми «Coltene Whaledent» (Швеція); «Zetaplus» фірми «Zhermack» (Італія); «Lasticomp» фірми «Kettenbach dental» (Німеччина).

Дослідження були проведені на кафедрі медичної інформатики, медичної і біологічної фізики Вищого державного навчального закладу України «Українська медична стоматологічна академія» (завідувач кафедри – професор Ю.О. Ішейкіна).

При випробуваннях визначали границю пружності, умовну границю текучості, границю міцності та відносної залишкової деформації до руйнування силіконового матеріалу за допомогою деформацій розтягу і стиску.

Для визначення деформації зразків на розтяг виготовляли зразки у вигляді двосто-

© Л.П. Ющенко, 2015

ронніх лопаток розрахунковою довжиною 13 мм, товщиною 3 мм, шириною 5 мм, використовуючи стандартну форму. Форму заповняли матеріалом і витримували зразки до повного твердіння матеріалу, а для визначення деформації зразків на стиск виготовляли зразки у вигляді стовпчиків висотою 10 мм, діаметром 7 мм, використовуючи стандартну форму. Форми заповнювали відбитковим матеріалом і витримували зразки до повного твердіння. Під час виготовлення зразків дотримувалися рекомендацій фірми-виробника.

Випробовування проводили за допомогою деформаційної установки МРК-1. Зразок закріплювали у захвати і поміщали в установку, за допомогою якої його піддавали статичному розтягу при швидкості деформації 0,25 мм/хв до руйнування матеріалу. Криву в координатах «сила розтягу – абсолютна деформація» фіксували за допомогою самописця КСП-4. За діаграмою розтягу визначали границю пружності ( $\sigma_{np}$ ), умовну границю текучості ( $\sigma_{02}$ ), границю міцності ( $\sigma_{мц}$ ) та відносну залишкову деформацію до руйнування ( $\delta$ ) за стандартною методикою.

За основними характеристиками деформації розтягу границя пружності становить

$$\sigma_{np} = \frac{P_{np}}{F_0}$$

де  $P_{np}$  – навантаження, що відповідає точці діаграми, в якій іде відхилення діаграми від прямо пропорційної залежності;  $F_0$  – початкова площа перерізу зразка.

Умовна границя текучості, яка відповідає відносній деформації  $\varepsilon_T \approx 0,2$  %, дорівнює

$$\sigma_{02} = \frac{P_{02}}{F_0}$$

тоді як границя міцності обчислюється за формулою

$$\sigma_{мц} = \frac{P_{мц}}{F_0}$$

де  $P_{мц}$  – навантаження, яке відповідає границі міцності;  $F_0$  – початкова площа перерізу зразка.

Відносне подовження при розриві (характеристика пластичності матеріалу) обчислювали за формулою

$$\delta = \frac{\Delta l_{зал.}}{l_0} \cdot 100 \%$$

де  $\Delta l_{зал.}$  – абсолютне залишкове видовження при розриві;  $l_0$  – початкова довжина робочої частини зразка.

**Результати досліджень.** Отримані дані досліджень С-силіконових відбиткових матеріалів на розтяг подано у табл. 1. Встановлено, що показники, отримані у різних матеріалів, різняться між собою.

Найбільший показник границі пружності спостерігали у відбиткового матеріалу Consiflex-0, – (1,585±0,900) МПа, тоді як найменший – (0,381±0,040) МПа – у силіконового відбиткового матеріалу Lasticomp. У вітчизняного відбиткового матеріалу Consiflex-1 границя пружності становить всього (0,657±0,050) МПа, тоді як у Consiflex-0 цей показник більше більш ніж у 2 рази і становить (1,585±0,900) МПа.

При визначенні умовної границі текучості при дослідженні силіконового відбиткового матеріалу найбільший показник – (1,187±0,020) МПа – спостерігали у зразків Speedex. У зразків силіконового відбиткового матеріалу Lasticomp були найменші показники і становили (0,435±0,04) МПа. У вітчизняних відбиткових матеріалів Consiflex-1 і Consiflex-0 показники умовної границі текучості

Таблиця 1. Результати фізико-механічних досліджень С-силіконових відбиткових матеріалів на розтяг (n=6), МПа

Відбиткові матеріали	Границя пружності, МПа	Умовна границя текучості, МПа	Границя міцності, МПа	Відносна залишкова деформація до руйнування, %
SwissTEC	0,951±0,020	1,008±0,030	1,439±0,010	10,193±0,190
Zetaplus	0,665±0,030	0,696±0,040	1,147±0,060	7,596±1,851
Speedex	1,148±0,030	1,187±0,020	1,468±0,070	6,827±1,352
Lasticomp	0,381±0,040	0,435±0,040	0,649±0,070	9,808±1,760
Consiflex-1	0,657±0,050	0,748±0,050	0,879±0,050	12,692±1,580
Consiflex-0	1,585±0,900	0,831±0,090	1,142±0,120	10,962±2,240

Примітка. n – кількість дослідних зразків кожного відбиткового матеріалу. Тут і в табл. 2.

були приблизно однаковими і становили  $(0,748 \pm 0,050)$  і  $(0,831 \pm 0,090)$  МПа відповідно.

У силіконових відбиткових матеріалів SwissTEC і Speedex границя міцності дослідних зразків була однаковою і становила  $(1,439 \pm 0,010)$  і  $(1,468 \pm 0,070)$  МПа відповідно. Границя міцності у зразків вітчизняних силіконових відбиткових матеріалів Consiflex-1  $[(0,879 \pm 0,050)$  МПа] і Consiflex-0  $[(1,142 \pm 0,120)$  МПа] мала відмінності, а різниця між ними становила 0,263 МПа.

Найбільший показник відносної залишкової деформації до руйнування спостерігали у вітчизняних силіконових відбиткових матеріалів Consiflex-1  $[(12,692 \pm 1,580)$  %] і Consiflex-0  $[(10,962 \pm 2,240)$  %], тоді як найменші показники відносної залишкової деформації були у Speedex  $[(6,827 \pm 1,352)$  %] і Zetaplus  $[(7,596 \pm 1,851)$  %].

Результати досліджень С-силіконових відбиткових матеріалів на стиск подано у табл. 2.

няних відбиткових матеріалів Consiflex-1 і Consiflex-0 різниця в показниках границі пружності становить 0,583 МПа.

Силіконовий відбитковий матеріал Lasticomp має найнижчий показник умовної границі текучості, який дорівнює  $(5,546 \pm 0,071)$  МПа. Цей показник майже однаковий з показником границі пружності цього ж матеріалу, який становить  $(5,343 \pm 0,054)$  МПа.

Умовна границя текучості вітчизняних відбиткових матеріалів мало розрізняється між собою і наближена до показників границі пружності.

Різниця між показниками границі міцності силіконових відбиткових матеріалів Zetaplus, Speedex, Lasticomp, Consiflex-1 і Consiflex-0 становить 2,847 МПа. Найбільший показник має Speedex –  $(9,923 \pm 0,133)$  МПа, а найменший – Consiflex-1 –  $(7,076 \pm 0,581)$  МПа.

Таким чином, за результатами фізико-механічних досліджень на стиск зразків си-

Таблиця 2. Результати фізико-механічних досліджень силіконових відбиткових матеріалів на стиск ( $n=6$ )

Відбиткові матеріали	Границя пружності	Умовна границя текучості	Границя міцності
SwissTEC	$10,001 \pm 0,296$	$10,001 \pm 0,296$	$10,001 \pm 0,296$
Zetaplus	$8,823 \pm 0,089$	$9,022 \pm 0,099$	$9,574 \pm 0,219$
Speedex	$8,238 \pm 0,051$	$8,839 \pm 0,046$	$9,923 \pm 0,133$
Lasticomp	$5,343 \pm 0,054$	$5,546 \pm 0,071$	$7,587 \pm 0,365$
Consiflex-1	$6,724 \pm 0,169$	$6,952 \pm 0,161$	$7,076 \pm 0,581$
Consiflex-0	$6,141 \pm 0,049$	$6,336 \pm 0,081$	$8,639 \pm 0,553$

Встановлено, що показники, отримані у різних матеріалів, різняться між собою. Треба відмітити, що у відбиткового матеріалу SwissTEC однакові показники границі пружності, умовної границі текучості, границі міцності і дорівнюють  $(10,001 \pm 0,296)$  МПа, тоді як інші відбиткові матеріали мають різні показники між собою.

Серед інших досліджуваних силіконових відбиткових матеріалів найменший показник границі пружності має матеріал Lasticomp і становить  $(5,343 \pm 0,054)$  МПа, тоді як Zetaplus має показник  $(8,823 \pm 0,089)$  МПа. У вітчиз-

ніконових відбиткових матеріалів закордонного і вітчизняного виробництва можна дійти висновку, що відбиткові матеріали Consiflex-1 і Consiflex-0 виробництва фірми «Latus» (м. Харків) за більшістю показників мало відрізняються від закордонних аналогів і можуть застосовуватись у клініці ортопедичної стоматології.

Перспективність подальших досліджень. Вивчення інших фізико-механічних показників вітчизняних силіконових відбиткових матеріалів у порівнянні з іноземними аналогами потребує подальших досліджень.

### Список літератури

1. Профилотрические исследования силиконовых слепочных материалов / Н. А. Нечаенко, Н. В. Урусов, В. А. Казаков [и др.] // Стоматология. – 1986. – № 8. – С. 28–29.

2. A clinical study on the effects of cordless and conventional retraction techniques on the gingival and periodontal health / K. Q. Al Hamad, W. Z. Azar, H. A. Alwaeli [et al.] // J. Clin. Periodontol. – 2008. – V. 35, № 12. – P. 1053–1058.

3. Моторкина Т. В. Состояние тканей протезного ложа как условие выбора оптимального оттискового материала / Т. В. Моторкина // Сб. науч. трудов ВМА. – Волгоград : Перемена, 1999. – С. 160–166.

4. Effects of different retraction medicaments on gingival tissue / E. A. Akca, E. Yildirim, M. Dalkiz [et al.] // Quintess. Int. – 2006. – V. 37, № 1. – P. 53–59.

5. Мурадов М. А. Сравнительный анализ различных видов прецизионных оттисков : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. мед. наук : спец. 14.00.21 «Стоматология» / М. А. Мурадов. – М., 2004. – 24 с.

6. Dose-related effects of epinephrine on human gingival blood flow and crevicular fluid production used as a soaking solution for chemo-mechanical tissue retraction / M. Csillag, G. Nyiri, J. Vag [et al.] // J. Prosthet. Dent. – 2007. – V. 97, № 1. – P. 6–11.

**П.Л. Ющенко**

#### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ОБРАЗЦОВ С-СИЛИКОНОВЫХ ОТТИСНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА РАСТЯЖЕНИЕ И СЖИМАНИЕ**

Проведены физико-механические исследования образцов С-силиконовых оттисковых материалов иностранных и отечественного производителей: SwissTEC, Zetaplus, Speedex, Lasticomp, Consiflex-1 и Consiflex-0 – на растяжение и сжатие. Исследовали предел упругости, условный предел текучести и границу прочности. Условный предел текучести отечественных оттисковых материалов мало различается между собой и приближен к показателям предела упругости. Разница между показателями границы прочности С-силиконовых оттисковых материалов Zetaplus, Speedex, Lasticomp, Consiflex-1 и Consiflex-0 составляет 2,847 МПа. Наибольший показатель имеет Speedex – (9,923±0,133) МПа, а наименьший – Consiflex-1 – (7,076±0,581) МПа. Установлено, что отечественные С-силиконовые оттисковые материалы Consiflex-1 и Consiflex-0 производства фирмы «Latus» (г. Харьков) по показателям предела упругости имеют преимущество, а по большинству других показателей мало отличаются от иностранных аналогов и могут применяться в клинике ортопедической стоматологии наравне с ними.

**Ключевые слова:** С-силиконовые оттисковые материалы, физико-механические исследования, исследования на растяжение и сжатие.

**P.L. Yushchenko**

#### **DETERMINATION OF DEFORMATION SAMPLES C-SILICONE IMPRESSION MATERIALS IN TENSION AND COMPRESSION**

The author performed physical and mechanical examinations of samples C-silicone impression materials of foreign and domestic manufacturers: SwissTEC, Zetaplus, Speedex, Lasticomp, Consiflex-1 and Consiflex-0 in tension and compression. We investigated the elastic limit, yield strength and the strength of the border. Yield strength of domestic impression materials is not very different to each other and approached to indicators of the elastic limit. The difference between the strength of the border C-silicone impression materials Zetaplus, Speedex, Lasticomp, Consiflex-1 and Consiflex-0 is 2,847 MPa. The highest rate is Speedex – (9,923±0,133) MPa, and the smallest Consiflex-1 – (7,076±0,581) MPa. It was established, that the domestic C-silicone impression materials Consiflex-1 and Consiflex-0, manufactured by «Latus» (Kharkov) on indicators of the limit of elasticity (MPa) have the advantage, and the majority of other indicators do not differ from foreign analogues, and can be used in the clinic Orthopedic Dentistry at the level with them.

**Keywords:** C-silicone impression materials, the physical and mechanical investigations, research in tension and compression.

Поступила 07.10.15