

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІЦНОСТІ З'ЄДНАННЯ ЕЛАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ БАЗИСІВ ЗНІМНИХ ПРОТЕЗІВ

Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького (м. Львів)

*Національний університет «Львівська Політехніка» (м. Львів)

i.kom69@i.ua

Наукове дослідження є фрагментом науково-дослідної роботи кафедри хірургічної та ортопедичної стоматології ФПО Львівського національного медичного університету ім. Данила Галицького «Клінічно-експериментальне обґрунтування застосування хірургічних та ортопедичних стоматологічних технологій при діагностиці, лікуванні та профілактиці стоматологічних захворювань пацієнтів, обумовлених дефектами та деформаціями зубо-щелепної системи», № державної реєстрації 0115U000047 ІН.30.00.0005.15.

Вступ. В ортопедичній стоматології все ширше застосування отримують еластичні матеріали у виготовленні базисів знімних протезів [1,2,3,11,13,15,16]. На відміну від твердих базисних полімерів, еластичні матеріали оберігають слизову оболонку від травматизації, сприяють покращенню ретенції та скорочують терміни адаптації. Еластичні базисні матеріали послаблюють та амортизують піки жувального тиску, забезпечуючи перерозподіл його через базис протеза на слизову оболонку протезного ложа. Це сприяє сповільненню процесів резорбції та атрофії альвеолярного відростку та альвеолярної частини щелепи, створюючи сприятливі умови для подальшого протезування [4,5,7,14]. Еластичні матеріали використовують при зниженому слиновиділенні, при порушенні фіксації протезу, аномальному прикусі, а також для надання нової форми старому протезу [8].

Не зважаючи на ряд переконливих та очевидних позитивних сторін, під час використання еластичної м'якої підкладки, існує не вирішена проблема зв'язку м'якої еластичної підкладки з базисом твердої основи протезу [10]. Вирішенням цієї проблеми займалися ряд дослідників. Так Kulkarni R. S. 2011, Akin H. 2011 [12,16] вказують на покращення міцності з'єднання в умовах лазерного опромінення матеріалів. Ті ж дослідники вважають, що використання піскоструменевого апарату при обробці робочих поверхонь погіршує з'єднання між матеріалами. Zhang H. 2010 [21] дослідив збільшення сили міцності з'єднання між м'якою еластичною підкладкою та твердим базисом при дії активного кисню. Ряд авторів [17-19] стверджують, що полімеризація матеріалів під дією високої температури потребує більше часу ніж в умовах полімеризації самополімеризую-

чих еластичних підкладок, проте якість кінцевого виробу є набагато вищою і показники з'єднання м'якої підкладки з твердим базисом є суттєво кращими.

Отже подальші пошуки підвищення міцності з'єднання між твердою частиною базису та різними типами м'яких підкладок є актуальними. На тепер промисловістю пропонується різні варіанти еластичних пластмас для ефективного знімного протезування, серед яких досить широко відомі еластичні пластмаси з поліметилметакрилату, зокрема: Villacryl Soft (Польща) та Latacryl-L (Україна).

Мета дослідження. Можливість використання гідрогелевої підкладки як покривного шару базисів знімних протезів з визначенням міцності його з'єднання з базисом протеза на акриловій основі у порівнянні з еластичними пластмасами Villacryl Soft та Latacryl-L.

Об'єкт і методи дослідження. Для виготовлення м'яких підкладок нами запропонована композиція на основі полівінілпіролідону та 2-гідроксиетилметакрилату з додатками гідрофобних мономерів, розроблену на кафедрі ХТПП Національного університету «Львівська політехніка». Композицію готували з полівінілпіролідону молекулярної маси $\bar{M}_n = 12$ тис., як ініціатор полімеризаційного затвердження використовували пероксид бензоїлу. Застосування еластичної підкладки з такого гідрогелевого матеріалу є привабливим з позиції хорошої біотолерантності, сорбційної здатності фармацевтичних інгредієнтів і характерним високоеластичним станом [6,20].

Зразки досліджували на адгезійну міцність на зсув за ГОСТу 14759-69. Підготовлені еластичні підкладки наносили на акрилові пластини, з розміром площі склеювання 20x8 мм (рис. 1) і витримували в сухо-повітряному термостаті за температури $60 \pm 5^\circ\text{C}$ упродовж 2,5 год. після затвердження. Одержані

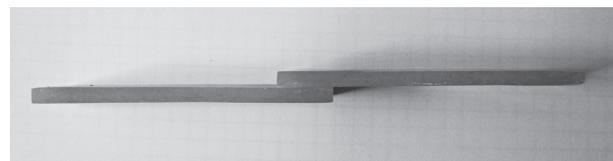


Рис. 1. Еластична підкладка з'єднана з акриловими пластинами.

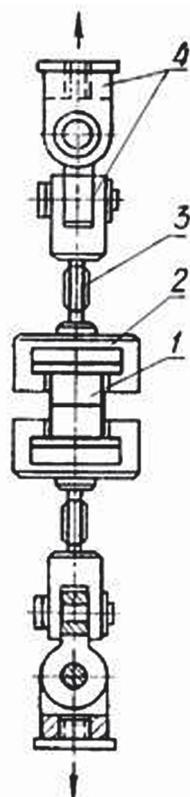


Рис. 2. Схема розтягування під час досліджень міцності на відрив:
1 – зразок;
2 – затискач;
3 – тяга;
4 – шарнірна підвіска.

зразки витримували у дистильованій воді 2 доби, за кімнатної температури.

Дослідження адгезійної міцності гідрогелевої підкладки з акриловою пластиною здійснювали на розривній машині «Kimura Machinery» за швидкості переміщення рухомої траверси 25 мм/хв., (рис. 2). Для порівняння, акрилові пластини з'єднували за допомогою еластичних матеріалів Villacryl Soft та Latacryl-L.

Вигляд досліджуваних еластичних підкладок з'єднаних з акриловими пластинами представлено на рис. 1.

Значення адгезійної міцності (W) розраховували за формулою:

$$W = P / S,$$

де: P – навантаження, що руйнує зразок, кгс;

S – площа склеювання, см².

Здійснені також дослідження з визначення адгезійної міцності з'єднання на відрив згідно ГОСТ 14760-69 (рис. 2). Суть методу полягає у визначенні показника руйнівної сили при розтягуванні стандартного зразку зусиллям направленим перпендикулярно до площини з'єднання.

Для досліджень використовували акрилові зразки діаметром 20 мм і висотою 10 мм, (рис. 3 а, б).

Досліджувані еластичні підкладки наносили на підготовлені акрилові зразки і витримували за температури 60±5°C упродовж 2,5 год. Вигляд з'єданого зразка представлено на рис. 3 в.

Одержані зразки витримували у дистильованій воді 2 доби. За кімнатної температури. За допомогою спеціального пристрою зразок закріплювали у затискачах розривної машини і за постійної швидкості деформації фіксували силу, за якої зразок руйнується. Дослідження виконували на розривній машині «Kimura Machinery» типу 050/RT-601U за швидкості розтягування 25 мм/хв.

Значення адгезійної міцності (W_b) на відрив розраховували за формулою:

$$(W_b) = F / S_1,$$

де: F – руйнівне навантаження, кгс;

S_1 – площа з'єднання, см².

Результати дослідження та їх обговорення.

Адгезію полімерного матеріалу (підкладки) до субстрату (базису) найчастіше характеризують адгезійною міцністю.

Адгезійна міцність – це напруження, яке необхідно прикласти до адгезійного з'єднання, щоб викликати роз'єднання компонентів. Її визначають двома способами:

- одночасним відривом однієї частини адгезійного з'єднання від другої щодо всієї площі контакту;
- поступовим розшаруванням адгезійного з'єднання.

У роботі використаний перший спосіб – відрив еластичної підкладки.

До адгезійної міцності входить як робота розриву молекулярних зв'язків (робота адгезії W_a) так і робота, що витрачається на деформацію компонентів адгезійного з'єднання (робота деформування $W_{деф}$) [9].

$$W_n = W_a + W_{деф}$$

Чим міцніше адгезійне з'єднання, тим більше будуть деформуватись компоненти системи до моменту її руйнування. Робота деформації іноді може переважати роботу адгезії, навіть у декілька разів, що може призвести до руйнування базису (субстрату). Загалом, термодинамічна робота адгезії – це єдиний показник, що характеризується адгезією двох тіл і має фізичний смисл незалежно від умов випробування.

Під час руйнування адгезійного з'єднання можливі такі типи відриву:

- адгезійний, за якого відбувається повне відшарування адгезиву від субстрату поверхнею контакту;
- когезійний, за якою руйнування відбувається в об'ємі адгезиву або субстратом;
- змішаний, який супроводжується одночасним руйнуванням: адгезійним і когезійним.

Зазвичай адгезійну міцність оцінюють величиною роботи, яка встановлена у процесі змішаного руйнування, хоча можливий перший і другий випадок руйнування, про що свідчать отримані під час досліджень результати.

На основі виконаних досліджень визначені середні значення адгезійної міцності (табл. 1):

Руйнування акрилової пластини – 32,54 кгс/см², площа поперечного перерізу зразка $S = 2,4$ см².

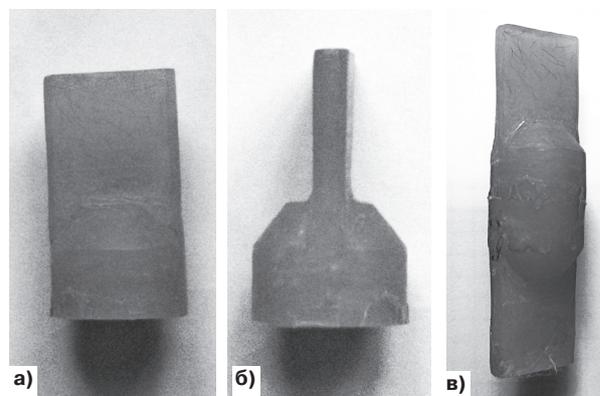


Рис. 3. Акрилові модельні зразки:
а) основний вигляд зразка; б) вигляд зразка збоку;
в) акриловий зразок у з'єднанні із еластичною підкладкою.

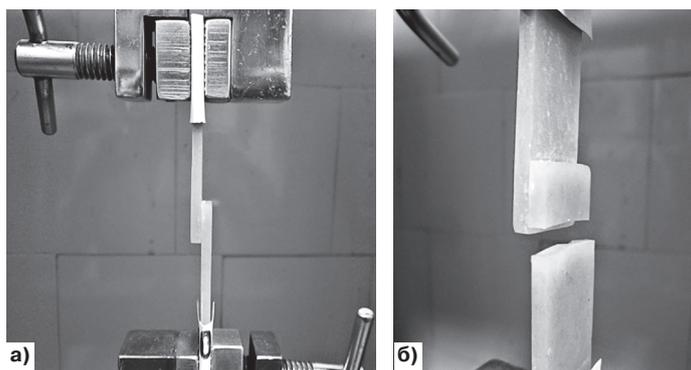


Рис. 4. Зразки дослідження міцності на зсув:
а – до розриву;
б – після розриву.



Рис. 5. Зразок після дослідження на відрив.

Таблиця 1.

Фізико-механічні характеристики з'єднання визначених за методом «на зсув»

№ з/п	Тип підкладки	Значення обчислень напруження при руйнуванні, МПа	Тип руйнування	Середнє значення, аср, МПа	Середня абсолютна похибка, Δ аср, МПа	Середньо-квадратична похибка, S, МПа	Відносна похибка, ε, %
1	Villacryl Soft	1,96 2,08	Змішаний	2,02	0,57	0,67	2,8
2	Latacryl-L	1,2 1,25 1,3	Змішаний	1,25	0,32	0,34	2,5
3	гідрогелева композиція	2,39 2,26	Акрилова пластина	2,32	0,675	0,675	2,9

Таблиця 2.

Фізико-механічні характеристики з'єднання визначених за методом «на відрив»

№ з/п	Тип підкладки	Значення обчислень напруження при руйнуванні, МПа	Тип руйнування	Середнє значення, аср, МПа	Середня абсолютна похибка, Δ аср, МПа	Середньо-квадратична похибка, S, МПа	Відносна похибка, ε, %
1	Villacryl Soft	3,2 3,4 3,0	Змішаний	3,2	0,13	0,2	4
2	Latacryl-L	2,78 3,25 3,42	Змішаний	3,15	0,25	0,19	7,9
3	гідрогелева композиція	6,24 5,68	Акрилова пластина	5,97	0,28	0,28	4,6

Таблиця 3.

Фізико-механічні властивості з'єднання акрилової пластини та гідрогелевої композиції

№	Тип матеріалу	Значення обчислень напруження при руйнуванні, МПа	Тип руйнування	Середнє значення, аср, МПа	Середня абсолютна похибка, Δ аср, МПа	Середньо-квадратична похибка, S, МПа	Відносна похибка, ε, %
1	Акрилова пластина	6,96 7,68 8,23	В об'ємі акрилової пластини	7,62	0,57	0,37	5,9
2	гідрогелева композиція	1,89 1,96 2,01	Когезивний	1,95	0,04	0,1	2,05

Результати досліджень адгезійної міцності (*W*) еластичної підкладки на відрив наступні (**табл. 2**):

Міцність з'єднання, запропонованої нами гідрогелевої композиції на основі композиції з полівінілпіролідону, настільки міцний, що після витримування зрізів упродовж 48 год у воді, руйнувалися самі акрилові основи. Прошарок гідрогелевої композиції залишався неушкодженим (**рис. 4, 5**).

За отриманими результатами можна стверджувати, що адгезійна міцність з'єднання гідрогелевої композиції є більшою за міцність акрилових пластин, використаних як основа у дослідженнях гідрогелевої композиції і вища у багато разів, ніж міцність з'єднань використаних для порівняння підкладок із «Villacryl Soft» і «Latacryl-L».

Після витримки з'єднаних зразків з гідрогелевою підкладкою десять діб у воді за кімнатної температури, 2 год у 3% розчині пероксиду водню за кімнатної температури, 2 год у воді за температури 50±5°C, після чого – стабілізація виробу упродовж 1 доби у дистильованій воді отримали реальний результат

міцності досліджуваної гідрогелевої підкладки, визначений дослідженням на зсув У цьому випадку:

$$S = 18 \cdot 15 = 2,7 \text{ см}^2; F = 52,70 \text{ кгс}, \\ s = 52,7 / 2,7 = 19,5 \text{ кгс/см}^2 = 1,95 \text{ МПа}$$

Міцність з'єднання з гідрогелевою підкладкою 1,95 МПа (**табл. 3**).

Під час дослідження встановлено, що руйнування відбулося в об'ємі гідрогелевого прошарку. Отже, адгезія до акрилової основи вища, ніж міцність гідратованої гідрогелевої композиції.

Висновки. На основі отриманих результатів, можна стверджувати, що запропонована полівінілпіролідон – метакрилатна гідрогелева композиція характеризується високою адгезією до акрилових матеріалів. У порівнянні із еластичними пластмасами Villacryl Soft та Latacryl-L показники адгезійної міцності з'єднання гідрогелевої композиції з базисом протеза на акрилової основі є вищими та дозволяють використовувати її як покривний шар базисів знімних протезів у практичній стоматології, що і буде становити **тематику подальших досліджень**.

Література

1. Бабаева П.Р. Характер и уровень заболеваемости слизистой оболочки, краевого пародонта, твёрдых тканей зубов при различных видах и методах изготовления ортопедических конструкций / П.Р. Бабаева // Вісник стоматології. – 2011. – № 1. – С. 64-66.
2. Дімчева Т.І. Розробка та обґрунтування нового лікувально-профілактичного комплексу по попередженню ускладнень знімного зубного протезування в осіб з цукровим діабетом / Т.І. Дімчева. – Дис. канд. мед. наук. – Одеса, 2013. – 190 с.
3. Дорошенко О.М. Ефективність профілактики та медикаментозної корекції патологічних змін тканин протезного ложа і поля в період адаптації до знімних протезів / О.М. Дорошенко. – Дис. канд. мед. наук. – Київ, 2012. – 179 с.
4. Лещук Є.С. Порівняльна оцінка функціональної придатності повних знімних пластинкових протезів з та без еластичних підкладок / Є.С. Лещук // Новини стоматології – 2014. – № 2 (79). – С. 51-55.
5. Лещук С.Є. Клінічні питання застосування покривних протезів у сучасній ортопедичній стоматологічній практиці / С.Є. Лещук, Ю.В. Вовк // Український стоматологічний альманах. – 2006. – С. 48-51.
6. Матеріали біомедичного призначення на основі (ко)полімерів полівінілпіролідону: Монографія / О.В. Суберляк, В.Й. Скорохода, Н.Б. Семенюк, Ю.Я. Мельник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. – 244 с. (Розділ 2 – С. 60-93).
7. Сапронова О.Н. Отдаленные результаты ортопедического лечения съёмными зубными протезами с мягкой подкладкой / О.Н. Сапронова, В.В. Трезубов // Институт Стоматологии. – 2012. – № 1. – С. 58-59.
8. Стрелковский К.М. Зуботехническое материаловедение / К.М. Стрелковский, А.З. Власенко, Й.С. Філіпчук. – Київ: Здоров'я, 2004. – 329 с.
9. Суберляк О.В. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів / О.В. Суберляк, П.І. Баштаник. – 2 вид. – «РАСТР», 2015. – 454 с.
10. Трезубов В.Н. Ортопедическая стоматология: прикладное материаловедение / В.Н. Трезубов, М.З. Штейнгарт, Л.М. Мишнев. – СПб., 2003. – 384 с.
11. Хэнинг Вульфес. Современные технологии протезирования: 2-ое русское издание / Вульфес Хэнинг. – Academia-Dental, 2009. – 362 с.
12. Akin H. Effect of different surface treatments on tensile bond strength of silicone-based soft denture liner / H. Akin, F. Tugut, B. Mutaf, G. Akin, A. K. Ozdemir // Lasers Med Sci. – 2011. – № 26 (6). – P. 783-788.
13. Chladek G. Developing the procedure of modifying the denture soft liner by silver nanoparticles / G. Chladek // Acta Bioeng Biomech. – 2012. – № 14 (1). – P. 23-29.
14. Chladek G. Antifungal activity of denture soft lining material modified by silver nanoparticles-a pilot study / G. Chladek // Acta Bioeng Biomech. – 2011. – № 12 (7). – P. 4735-4744.
15. Kanathila H. The effectiveness of magnesium oxide combined with tissue conditioners in inhibiting the growth of Candida albicans: an in vitro study / H. Kanathila, A.M. Bhat, P.D. Krishna // Indian J Dent Res. – 2011. – № 22 (4). – P. 613.
16. Kulkarni R.S. The effect of denture base surface pretreatments on bond strengths of two long term resilient liners / R.S. Kulkarni, R. Parkhedkar // J Adv Prosthodont. – 2011. – № 3 (1). – P. 16-19.
17. Leyn B.L. Water sorption, solubility, and tensile bond strength of resilient denture lining materials polymerized by different methods after thermal cycling / B.L. Leyn, Del Bel Cury, R.C. Garcia Rodrigues // J Prosthet Dent. – 2005. – № 93 (3). – P. 282-287.
18. Madan N. Evaluation of tensile bond strength of heat cure and autopolymerizing silicone-based resilient denture liners before and after thermocycling / N. Madan, K. Datta // J Dent Res. – 2012. – № 23 (1). – P. 64-68.
19. Mutluay M.M. A prospective study on the clinical performance of polysiloxane soft liners: one-year results / M.M. Mutluay // Dent Mater J. – 2008. – № 27 (3). – P. 440-447.
20. Skorokhoda V. Hydrogels penetration and sorption properties on the substances release controlled processes / V. Skorokhoda, N. Semenyuk, Yu. Melnyk, O. Suberlyak // Chemistry and Chemical Technology. – 2009. – Vol. 3, № 2. – P. 117-121.
21. Zhang H. Effect of oxygen plasma treatment on the bonding of a soft liner to an acrylic resin denture material / H. Zhang, J. Fang, Z. Hu, J. Ma, Y. Han // Dent Mater J. – 2010. – № 29 (4). – P. 398-402.

УДК 616.314-089-633:615.462

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІЦНОСТІ З'ЄДНАННЯ ЕЛАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ БАЗИСІВ ЗНІМНИХ ПРОТЕЗІВ

Комариця О. Й., Суберляк О. В., Земків В. М.

Резюме. Для попередження ускладнень при знімному протезуванні у ортопедичній стоматології використовують еластичні пластмаси. Метою дослідження було вивчення можливості використання гідрогелевої підкладки як покривного шару базисів знімних протезів з визначенням міцності його з'єднання з базисом протеза на акриловій основі у порівнянні з еластичними пластмасами Villacryl Soft та Latacryl-L. На основі здійснених досліджень з визначення адгезійної міцності з'єднання на зсув та на відрив можна стверджувати, що адгезійна міцність з'єднання гідрогелевої композиції є більшою за міцність акрилових пластин, використаних як основа у дослідженнях гідрогелевої композиції і вища у багато разів, ніж міцність з'єднань використаних для порівняння підкладок із «Villacryl Soft» і «Latacryl-L».

Ключові слова: знімне протезування, гідрогелева підкладка, еластична пластмаса, адгезійна міцність.

УДК 616.314-089-633:615.462

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЧНОСТИ СОЕДИНЕНИЯ ЭЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ БАЗИСОВ СЪЕМНЫХ ПРОТЕЗОВ

Комариця А. И., Суберляк О. В., Земкив В. Н.

Резюме. Для предупреждения осложнений при съемном протезировании в ортопедической стоматологии используют эластичные пластмассы. Целью исследования было изучение возможности использования гидрогелевой подложки как покровного слоя базисов съемных протезов с определением прочности его соединения с базисом протеза на акриловой основе по сравнению с эластичными пластмассами Villacryl Soft и Latacryl-L. На основе проведенных исследований адгезионной прочности соединения на сдвиг и на отрыв можно утверждать, что адгезионная прочность соединения гидрогелевой композиции является большей прочностью акриловых пластин, используемых в качестве основы в исследованиях гидрогелевой композиции и выше во много раз, чем прочность соединения использованных для сравнения подложек с «Villacryl Soft» и «Latacryl-L».

Ключевые слова: съемное протезирование, гидрогелевая подкладка, эластичная пластмасса, адгезионная прочность.

UDC 616.314-089-633:615.462

COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF FLEXIBLE MATERIALS CONNECTIVITY STRENGTH AT BASIS DENTURES PRODUCTION

Komarytsya O. J., Suberlyak O. V., Zemkiv V. B.

Abstract. The flexible plastic is commonly used in orthopedic in order to prevent complications of removable prosthetic dentistry. Despite a number of convincing and obvious advances of soft elastic lining usage, the problem of the soft elastic lining connection with the solid base of denture is not solved yet.

The aim of the present study was to investigate the possibility of hydrogel lining use as a coating layer for dentures bases with further determination of its connection strength with acrylic-based denture in comparison with flexible plastics Villacryl Soft and Latacryl-L.

For the manufacture of soft linings we proposed the composition based on polyvinylpyrrolidone and 2-hydroxyethylmethacrylate with additions of hydrophobic monomers, treated on the department of Lviv Polytechnic National University. Composition was made of polyvinylpyrrolidone molecular weight = 12 thousand as initiator of polymerization hardening was used benzoyl peroxide. The use of the elastic lining of such hydrogel material is attractive from a position of good bio-tolerance, sorption ability of pharmaceutical ingredients and highly flexibly characteristic state.

Samples were tested for adhesion strength and shear to lead. Prepared elastic liners were placed on acrylic plate. The size of space gluing was 20x8 mm. Liners were kept in dry-air thermostat at temperature 60±5°C during 2,5 h after the hardening. Received examples were in distilled water for two days in room temperature.

Adhesive strength research of hydrogel lining with acrylic plate was performed on tensile machine 050/RT-601U model by "Kimura Machinery" company under the mobile crosshead speed of 25 mm/min. For comparison, an acrylic plate was connected using elastic materials Villacryl Soft and Latacryl-L.

Adhesion of polymeric material (liner) to substrate (basis) the most frequently is characterized with/by adhesional strength. The stronger adhesional connection, the bigger deformations of system components will be before the moment of their destruction. The work of deformation sometimes may predominates over the work of adhesion. Even in several times and that can cause the destruction of the substrate basis. In general, thermodynamic work of adhesion is the one index, which is characterized by adhesion of two objects and has physical sense independently from testing conditions.

The strength of the connection for the proposed hydrogel composition based on composition of polyvinylpyrrolidone was so strong that at research the acrylic bases by themselves were destroyed. The layer of hydrogel compositions remained undamaged.

Based on the results, it can be argued that the proposed polyvinylpyrrolidone – methacrylate hydrogel composition had high adhesion towards acrylic materials.

Compared with flexible plastics Villacryl Soft and Latacryl-L the adhesive strength parameters of the connections formed by hydrogel composition with the denture basis on acrylic lining were higher and allowed its use as a covering layer for dentures bases in dental practice, which would be the subject of our further researches.

Keywords: removable prosthetics, hydrogel lining, flexible plastic, adhesive strength.

*Рецензент – проф. Король Д. М.
Стаття надійшла 21.03.2016 року*