

УДК 616.314.13/14-001.17-07-028.77

DOI: 10.18413/2075-4728-2018-41-2-228-234

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБОВ И ФОТОКОМПОЗИЦИОННЫХ ВОССТАНОВЛЕНИЙ****RESEARCH WARM-CHARACTERISTICS OF DEFORMATION HARD TISSUE
OF TEETH AND RESTORATIONS PHOTOCOMPOSITE****А.В. Авсянкин****A.V. Avsiankin**

Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького,
Донецкая Народная Республика, 283003, г. Донецк, проспект Ильича, 16

Donetsk National Medical University of M. Gorky,
16 Illich Ave, Donetsk, 283003, Donetsk People's Republic

E-mail: aav.dn@yandex.ru

Аннотация

Восстановление контактных поверхностей боковых зубов прямым или непрямым методом с высокой эффективностью является одной из нерешенных задач современной стоматологии. Проведено сравнительное лабораторное исследование тепलोдеформационных характеристик образцов твердых тканей зубов и фотокомпозиционных восстановлений, выполненных различными методами. Под влиянием возрастающей от 20°C до 60°C температуры среды, в которую помещали исследуемые образцы, они изменяли свои линейные и объемные параметры, причем вследствие анизотропности фотокомполитов характеристики в разные температурные интервалы изменялись неравномерно в различных направлениях. Наиболее близкими к твердым тканям зубов по теплодеформационным характеристикам при повышении температуры от 20 °С до 50 °С и от 20 °С до 60 °С оказались образцы не прямых восстановлений из универсального микрогибридного фотокомпозиционного материала с преполимеризованным наполнителем, увеличение объема которых составило, соответственно, 94.96% и 94.52% от такого же увеличения объема образцов твердых тканей зубов.

Abstract

Restoring contact surfaces of posterior teeth by direct or indirect method with high efficiency is one of the unsolved problems of modern dentistry. In this regard, it is interesting to study thermal deformation characteristics of hard tissue of teeth and restorative materials that perform direct restorations and tabs. Purpose – a comparative laboratory study teplodeformatsionnyh hard tissue characteristics fotokompozitsionnyh teeth and restorations performed by various methods. Standard Class II cavities formed by Black in extracted teeth was carried out direct and indirect restoration of universal microhybrid with photocomposite prepolymerized filler and universal nanophotocomposite. From hard dental tissues (enamel and dentin), the direct and indirect restorations prepared samples were placed in their environment with a temperature increase from 20 °C to 60 °C to 10 °C intervals. At each stage of the linear dimensions of samples was measured and calculated volume. Under the influence of increasing from 20 °C to 60 °C ambient temperature patterns change their linear and volumetric parameters and anisotropy due photocomposite characteristics at different temperature ranges changed unevenly in different directions. The closest to the hard tissues of the teeth on warm-deformation performance with increasing temperature from 20 °C to 50 °C and 20 °C to 60 °C were samples of indirect restorations of universal microhybrid fotokompozitsionnogo material prepolymerized filler, the increase in which was, respectively, 94.96% and 94.52% increase from the same hard tooth tissue samples.

Ключевые слова: зубы, твердые ткани, фотокомпозиционные материалы, прямые и не прямые восстановления, теплодеформационные характеристики.

Keywords: teeth, hard tissue, photocomposite materials, direct and indirect restoration warm-characteristics of deformation.

Введение

Одной из важнейших и, к сожалению, до конца нерешенной проблемой современной стоматологии остается лечение кариеса зубов [Боровский, 2001; Борисенко, 2005]. Инновационные лечебные технологии, позволяющие в полном объеме восстановить утраченные вследствие кариозного поражения анатомо-функциональные и эстетические характеристики зубов, прочно вошли в повседневную клиническую практику врачей-стоматологов. Постоянно совершенствующиеся свойства восстановительных материалов, оптимизация методик их применения, многочисленные дополнительные устройства, приспособления, аксессуары, облегчающие и делающие в известной степени комфортным для пациента и врача процесс восстановления зубов, до настоящего времени, тем не менее, не обеспечивают максимальную эффективность такого восстановления [Валеев, 2004; Ванини, 2005; Плятт, 2008; Ломиашвили и др., 2014]. И это касается, в первую очередь, реставрации контактных поверхностей зубов, пораженных кариесом, особенно боковой группы. Достаточно часто встречаются осложнения, возникающие после проведения восстановления, как в ближайшие, так и в отдаленные сроки. К числу таких осложнений следует отнести, прежде всего, дефекты контактного пункта, нарушение краевого прилегания восстановительного материала к эмали придесневой стенки, что, как правило, приводит к развитию вторичного кариеса, воспалительные заболевания пародонта и т. д. [Манюк, 2009; Гореглад, 2010; Чуйко, 2010; Jurden Manhart, 2011; Kitasako et al., 2015; Diniz et al., 2016]. Эти обстоятельства стимулируют поиск новых методологических подходов и усовершенствование уже существующих для высокоэффективного восстановления контактных поверхностей боковых зубов.

Одним из дискуссионных вопросов, относящихся к описанной проблеме, является, как известно, выбор метода восстановления этих поверхностей, в частности, прямого или непрямого. Оба подхода имеют определенные преимущества, в частности, в пользу прямого восстановления свидетельствуют возможность одномоментной реставрации (в одно посещение), использование сэндвич-техники с применением фотокомпозиционных материалов и стеклоиономерных цементов, обеспечивающих пролонгированное выделение ионов фтора с гарантированной в таком случае профилактикой вторичного кариеса, коррекция при необходимости в случае скола и разрушения части реставрации и т. д.; к преимуществам непрямого восстановления следует отнести, прежде всего, имеющийся широкий выбор восстановительных материалов, включая фотокомпозиты и керамику, возможность точно от моделировать вкладку в лабораторных условиях и обеспечить идеальное прилегание к твердым тканям восстанавливаемого зуба, высокая механическая прочность, износостойкость материалов и другие [Сейфоллахи, 2008; Блохина, 2011; Казанцева и др., 2015]. Некоторые из исследователей на первый план при выборе метода восстановления выдвигают показатели степени разрушения коронки бокового зуба, расположение придесневой стенки кариозной полости ниже или выше десневого края, иногда речь заходит даже о свойствах ротовой жидкости (рН, вязкость, буферная ёмкость), при этом упуская из виду оценку соответствия важнейших физико-механических свойств восстановительных материалов таковым характеристикам твердых тканей зубов [Мачкалян, 2009; Шиленко и др., 2009; Казанцева и др., 2015]. В ходе такого сравнительного анализа доминирующее положение должны занять, разумеется, параметры твердых тканей, так как в системе «зуб – реставрация» или «зуб – вкладка» главенствующая роль должна быть отведена именно твердым тканям зуба. В этом плане определенный и весьма значительный интерес представляет изучение термомодеформационных характеристик твердых тканей зубов (эмаль и дентин) и восстановительных материалов, из которых выполняют прямые реставрации и вкладки. Существенные различия этих показателей в клинике могут привести к образованию зазора по краю между материалом восстановления и эмалью различной глубины, вплоть до дентина

(нарушение краевого прилегания), и дальше к механическому разрушению любого восстановления. Нельзя исключать и возможность появления чувствительности твердых тканей на действие термических раздражителей. Фотокомпозиционные материалы, как известно, обладают низкой теплопроводностью, и это свойство обеспечивает известную защиту пульпы от перегревания и раздражения, однако при стойких и длительных перепадах температуры, особенно подъеме её до высоких значений, несоответствие параметров объёмного (линейного) теплового расширения твердых тканей и материала неизбежно приведет к деформации восстановления с дальнейшими негативными последствиями [Ричард ван Нурт, 2004; Зайцев и др., 2013]. Следует также учитывать, что фотокомпозиционные материалы, а значит и восстановления из них, изготовленные любым методом (прямым или непрямым), не являются изотропными объектами [Ричард ван Нурт, 2004]. Следовательно, температурная деформация в них будет различной в зависимости от направления.

Цель работы – сравнительное лабораторное исследование теплodeформационных характеристик твердых тканей зубов и фотокомпозиционных восстановлений, выполненных различными методами.

Материалы и методы исследования

Из удаленных по хирургическим и ортодонтическим показаниям интактных боковых зубов пациентов в возрасте 20-35 лет под водяным охлаждением формировали 10 образцов твердых тканей для лабораторного исследования, включающих эмаль и дентин (в соотношении 1:1), размерами 8.0×3.0×3.0 мм. В 40 удаленных по вышеуказанным показаниям интактных молярах пациентов того же возраста под водяным охлаждением формировали стандартные полости II класса по Блэку тех же размеров. После предварительной подготовки твердых тканей в 10 молярах (I группа) проводили восстановление контактной и жевательной поверхностей универсальным микрогибридным фотокомпозиционным материалом с преполимеризованным наполнителем Gradia Direct, GC, еще в 10 молярах (II группа) восстанавливали поверхности моляров универсальным наногибридным фотокомпозиционным материалом Filtek Z550, 3M ESPE. Восстановления проводили в послойной технике с использованием светового потока светодиодного фотополимеризатора интенсивностью 1200 мВт/см² в режиме «мягкого старта». После завершения световой полимеризации восстановления извлекали, разрушая стенки полостей с помощью бормашины под водяным охлаждением. В 20 молярах восстановления были выполнены непрямым методом с соблюдением всех технологических этапов, но без фиксации в полостях. В III группе 10 вкладок были изготовлены из универсального микрогибридного фотокомпозиционного материала с преполимеризованным наполнителем Gradia Direct, GC; в IV группе столько же вкладок были выполнены из универсального наногибридного фотокомпозиционного материала Filtek Z550, 3M ESPE. Световое воздействие на весь объем фотокомпозита вкладки проводили одновременно двумя световыми потоками светодиодных фотополимеризаторов интенсивностью 1200 мВт/см² [Удод О.А. и др., 2006]. Из прямых и не прямых восстановлений под водяным охлаждением изготавливали образцы тех же размеров, что и образцы твердых тканей.

Образцы твердых тканей зубов и восстановлений (прямых и не прямых) поочередно помещали на 5 минут в емкости с водой, температура которой в первой емкости составляла 20 °С, в следующей 30 °С, и далее температуру с интервалом в 10 °С повышали до 60 °С. Измерение длины, ширины и толщины образцов проводили микрометром с точностью до 0,01 мм до погружения в жидкость и сразу после него. Каждое измерение проводили трижды, брали среднее значение, затем вычисляли объем образцов. Результаты обрабатывали методами вариационной статистики с помощью программы «MedStat».

Результаты и их обсуждение

В результате исследования установлено, что под влиянием возрастающей температуры среды, в которую помещали лабораторные образцы, все образцы (и твердых тканей зубов, и восстановлений) изменяли свои линейные и объемные параметры. Длина образцов твердых тканей зубов при температуре 20 °С составляла 8.02 ± 0.010 мм, ширина – 3.08 ± 0.010 мм, толщина – 3.06 ± 0.001 мм, объем таких образцов колебался от 75.44 мм до 76.08 мм, а среднее значение составляло 75.63 ± 0.080 мм³. С повышением температуры на 10 °С линейные размеры возрастали на 0.01 мм, далее с ростом температуры – уже на 0.03 мм, при 50 °С длина образцов твердых тканей составляла 8.09 ± 0.001 мм, ширина – 3.14 ± 0.001 мм, толщина – 3.11 ± 0.001 мм, объем колебался от 78.75 мм³ до 79.26 мм³, средний показатель – 79.00 ± 0.050 мм³. Более существенный сдвиг произошел при температуре жидкости 60 °С. Так, длина образцов достигла 8.25 ± 0.001 мм, ширина – 3.17 ± 0.001 мм, толщина – 3.15 ± 0.001 мм, объем образцов был в пределах от 82.12 мм³ до 82.38 мм³ при среднем значении 82.28 ± 0.030 мм³.

Исходные линейные параметры образцов прямых восстановлений из фотокомпозита Gradia Direct, GC, были такими: длина – 8.27 ± 0.001 мм, ширина – 3.04 ± 0.001 мм, толщина – 3.02 ± 0.001 мм. Минимальный объем образцов составлял 75.58 мм³, максимальный – 76.08 мм, средний показатель – 75.88 ± 0.060 мм. При повышении температуры жидкости на 10 °С эти показатели не изменялись. Дальнейшее повышение температуры все-таки привело к определенной динамике: при температуре 50 °С линейные параметры составили, соответственно, 8.33 ± 0.010 мм, 3.11 ± 0.001 мм и 3.06 ± 0.001 мм, а объемные колебались в пределах 78.63 мм³ – 79.25 мм³ при среднем значении 78.95 ± 0.070 мм³. Практически такая же незначительная динамика была зафиксирована и при температуре 60 °С. Так, длина образцов составила 8.35 ± 0.010 мм, ширина – 3.13 ± 0.001 мм, толщина – 3.08 ± 0.001 мм. Объемные характеристики также изменились незначительно: минимальный объем 79.85 мм³, максимальный – 80.37 мм³, среднее значение – 80.17 ± 0.070 мм³.

Подобная тенденция выявлена и при исследовании образцов прямых восстановлений из нанофотокомпозиционного материала Filtek Z550, 3M ESPE. При исходных показателях длины 8.39 ± 0.001 мм, ширины 3.16 ± 0.001 мм, толщины 3.12 ± 0.001 мм в ходе повышения температуры до 50 °С динамика была минимальной, линейные параметры возросли, соответственно, лишь до 8.42 ± 0.001 мм, 3.18 ± 0.001 мм и 3.14 ± 0.001 мм. Объемные характеристики, естественно, также изменились минимально: исходные показатели объема образцов были в пределах 82.36 мм³ – 82.72 мм³, средний показатель – 82.49 ± 0.040 мм³. При температуре 50 °С значения составили 83.81 мм³ – 84.44 мм³ и 84.09 ± 0.090 мм³, соответственно. Рост всех показателей при дальнейшем нагревании до 60 °С (на 10 °С) был практически таким же, как и при повышении температуры от 20 °С до 50 °С (на 30 °С), и это в определенном смысле является показательным. Линейные размеры образцов достигли такого уровня: длина – 8.44 ± 0.001 мм, ширина – 3.2 ± 0.001 мм и толщина – 3.16 ± 0.001 мм. Объемные характеристики при среднем значении 85.35 ± 0.050 мм³ колебались от 85.08 мм³ до 85.44 мм³.

Еще более ярко установленная тенденция проявилась в исследовании непрямых восстановлений из материала Gradia Direct, GC. Образцы из этого материала при температуре 20 °С имели следующие исходные показатели: длина – 8.39 ± 0.001 мм, ширина – 3.06 ± 0.001 мм, толщина – 3.01 ± 0.001 мм. Минимальный объем образцов составлял 76.43 мм³, максимальный – 78.14 мм³, средний показатель объема – 77.06 ± 0.240 мм³. При погружении в жидкость с температурой 30 °С образцы сохранили практически прежние параметры. Значительная их динамика выявлена уже при температуре 50 °С. Длина образцов в этом случае составила 8.43 ± 0.001 мм, ширина – 11 ± 0.001 мм, толщина – 3.06 ± 0.001 мм. Объем образцов, колебавшийся от 79.87 мм³ до 81.36 мм³, составил 80.26 ± 0.220 мм³. И вновь при переходе к

параметрам при температуре жидкости 60°C обнаружена существенная их динамика. Длина образцов увеличилась до 8.45 ± 0.001 мм, ширина – до 3.17 ± 0.001 мм, толщина – до 3.11 ± 0.001 мм. Средний объем вырос более, чем на 3 мм^3 , и составил $83.44 \pm 0.230 \text{ мм}^3$ (минимальный объем – 82.78 мм^3 , максимальный – 84.57 мм^3).

Менее очевидной была динамика исследуемых показателей образцов не прямых восстановлений из нанофотокомпозиата Filtek Z550, 3M ESPE, хотя исходный показатель длины (при 20 °C), составлявший 8.44 ± 0.001 мм, существенно вырос при повышении температуры до 50 °C – до 8.51 ± 0.001 мм и менее значительно при повышении ее до 60 °C – до 8.53 ± 0.001 мм. Такая же динамика выявлена и в отношении значений ширины образцов: исходный показатель – 3.04 ± 0.001 мм, при температуре 50 °C – 3.09 ± 0.001 мм, при температуре 60 °C – 3.12 ± 0.001 мм. Менее выраженные интервалы были определены при измерении толщины образцов: 3.02 ± 0.001 мм, 3.06 ± 0.001 мм и 3.09 ± 0.001 мм, соответственно. Что касается параметров объема образцов, изготовленных непрямым методом из этого фотокомпозиата, то значительная динамика показателей была установлена при повышении температуры от 20 °C до 50 °C: исходный объем – $77.48 \pm 0.060 \text{ мм}^3$ (пределы значений – от 77.23 мм^3 до 77.81 мм^3), при температуре 50 °C – $80.47 \pm 0.050 \text{ мм}^3$ (пределы – от 80.20 мм^3 до 80.63 мм^3). Дальнейший подъем температуры до 60 °C показал незначительное увеличение объема образцов – до $81.97 \pm 0.060 \text{ мм}^3$ (при минимальном значении 81.80 мм^3 и максимальном – 82.24 мм^3). Неравномерное изменение линейных параметров в различных направлениях и такое же изменение объема относительно температурных интервалов служит демонстрацией выраженности анизотропных свойств данного фотокомпозиционного материала.

Полученные показатели теплодеформационных характеристик образцов твердых тканей зубов и восстановлений из фотокомпозиционных материалов представляют интерес для изучения в сравнительном аспекте. Если принять разницу показателей объема образцов твердых тканей зубов при температуре 20 °C и при температуре 50 °C за 100%, то такая же разница между указанными показателями объема образцов прямых восстановлений из фотокомпозиата Gradia Direct, GC, составляет 91.10%, образцов прямых восстановлений из фотокомпозиата Filtek Z550, 3M ESPE, – лишь 47.18%, образцов не прямых восстановлений из тех же материалов – 94.96% и 88.72%. Если же в качестве своеобразного эталона за 100% принять динамику значений объема образцов твердых тканей зубов при повышении температуры от 20 °C до 60 °C, то разница показателей объема образцов прямых восстановлений из фотокомпозиционных материалов Gradia Direct, GC, и Filtek Z550, 3M ESPE, составляет, соответственно, всего 63.56% и 42.37%, а такая же разница в отношении показателей образцов не прямых восстановлений – 94.52% и 66.52%. Приведенные результаты свидетельствуют об определенных преимуществах не прямых восстановлений, в частности, выполненных из универсального микрогибридного фотокомпозиционного материала с преполимеризованным наполнителем Gradia Direct, GC.

Выводы

1. Под влиянием возрастающей от 20 °C до 60 °C температуры среды образцы твердых тканей зубов (эмаль и дентин) и прямых и не прямых восстановлений, выполненных из фотокомпозиционных материалов, изменяли линейные и объёмные параметры, причем вследствие анизотропности фотокомпозиатов их характеристики в разные температурные интервалы изменялись неравномерно в различных направлениях.

2. Наиболее близкими к твердым тканям зубов по теплодеформационным характеристикам оказались образцы не прямых восстановлений из универсального микрогибридного фотокомпозиционного материала с преполимеризованным наполнителем, увеличение объема которых составило, соответственно, 94.96% и 94.52% от такого же показателя увеличения объёма образцов твердых тканей зубов.

Список литературы References

1. Борисенко А.В. 2005. Секреты лечения кариеса и реставрации зубов. М., Книга плюс, 521.
Borisenko A.V. 2005. Sekrety lechenija kariеса i restavracii zubov [The secrets of caries treatment and restoration of teeth Secrets of caries treatment and restoration of teeth]. М., Kniga plus, 521. (in Russian)
2. Боровский Е.В. 2001. Терминология и классификация кариеса зубов и его осложнений. Клиническая стоматология, 1: 6–8.
Borovskij E.V. 2001. Terminologija i klassifikacija kariеса zubov i ego oslozhnenij [Terminology and classification of dental caries and its complications]. Klinicheskaja stomatologija, 1: 6–8. (in Russian)
3. Блохина А.Ю. 2011. Варианты решения актуальной проблемы восстановления полостей в области жевательной группы. Новости Dentsply, 9: 16–19.
Blohina A.U. 2011. Varianty reshenija aktual'noj problemy vosstanovlenija polostej v oblasti zhevatel'noj grupy [Options for solving the actual problem of cavity restoration in the area of the chewing group]. Novosti Dentsply, 9: 16–19. (in Russian)
4. Гореглад А.А. 2010. Сравнительные результаты пломбирования светоотверждаемыми композитами при лечении болезней твердых тканей зубов. Вестник ВолГМУ, 11 (2): 129–134.
Goreglad A.A. 2010. Sravnitel'nye rezultaty plombirovanija svetootverzhdaemymi kompozitami pri lechenii boleznej tverdyh tkaney zubov [Comparative results of sealing by light-curing composites in the treatment of diseases of hard tissues of teeth]. Vestnik VolGMU, 11 (2): 129–134. (in Russian)
5. Ванини Л. 2005. Реставрация передних зубов по технике доктора Лоренцо Ванини. Клиническая стоматология, 1: 8–12.
Vanini L. 2005. Restavracija perednih zubov po tehnikе doktora Lorenzo Vanini [Restoration of anterior teeth according to the technique of Dr. Lorenzo Vanini]. Klinicheskaja stomatologija, 1: 8–12. (in Russian)
6. Валеев И.Ф. 2004. Клинико-функциональная оценка светокомпозитных вкладок для непрямой реставрации зубов. Вестник ВолГМУ, 1: 139.
Valeev I.F. 2004. Kliniko-funkcional'naja ocenka svetokompozitnyh vkladok dlja neprjamoj restavracii zubov [Clinical and functional evaluation of light-composite tabs for indirect restoration of teeth]. Vestnik VolGMU, 1: 139. (in Russian)
7. Зайцев Д.В., Григорьев С.С., Панфилов П.Е. 2013. Дентин человека как объект исследования физического материаловедения. Проблемы стоматологии, 3: 3–13.
Zajcev D.V., Grigor'ev S.S., Panfilov P.E. 2013. Dentin cheloveka kak obekt issledovanija fizičeskogo materialovedenija [The human dentin as an object of study of physical materials science]. Problemy stomatologii, 3: 3–13. (in Russian)
8. Журден Мангарт. 2011. Новая концепция замещения дентина в реставрациях боковой группы зубов. Новости Dentsply, 4: 4–7.
Jurden Manhart. 2011. Novaja koncepcija zameshenija dentina v restavracijah bokovoj grupy zubov [A new concept for the replacement of dentin in restorations of the lateral group of teeth]. Novosti Dentsply, 4: 4-7. (in Russian)
9. Казанцева Н.Н., Казанцева И.А., Рукавишникова Л.И., Морозько Ю.А., Лукьяненко А.А. 2015. Эффективность пакуемых композитов при пломбировании кариозных полостей II класса по Блэку (результаты через 2 и 3 года). Вестник ВолГМУ, 3 (55): 58–60.
Kazanceva N.N., Kazanceva I.A., Rukavishnikova L.I., Moroz'ko U.A., Luk'janenko A.A. 2015. Effektivnost' pakuemyh kompozitov pri plombirovanii karioznych polostej II klassa po Bljeku (rezul'taty cherez 2 i 3 goda) [Efficiency of packable composites for filling of carious cavities of class II according to Black (results in 2 and 3 years)]. Vestnik VolGMU, 3 (55): 58-60. (in Russian)
10. Ломиашвили Л.М., Борисенко М.А., Чекина А.В., Веткова К.В. 2014. Использование новых композиционных материалов для реставрации жевательных зубов. Проблемы стоматологии, 2: 72–77.
Lomiashvili L.M., Borisenko M.A., Chekina A.V., Vetkova K.V. 2014. Ispol'zovanie novyh kompozicionnyh materialov dlja restavracii zhevatel'nyh zubov [The use of new composite materials for the restoration of chewing teeth]. Problemy stomatologii, 2: 72–77. (in Russian)
11. Манюк О.Н. 2009. Актуальные проблемы современных технологий прямого восстановления твердых тканей зубов и пути их решения. Проблемы здоровья и экологии, 4 (22): 71–74.

Manjuk O.N. 2009. Aktual'nye problemy sovremennyh tehnologij prjamoogo vosstanovlenija tverdyh tkanej zubov i puti ih reshenija [Actual problems of modern technologies of direct restoration of hard tissues of teeth and ways of their solution]. *Problemy zdorov'ja i jekologii*, 4 (22): 71–74. (in Russian)

12. Мачкалян Э.Л. 2009. Применение индекса тканевого запаса реставрируемых коронок зубов в процессе устранения их обширных дефектов. *Вестник ВГМУ*, 2: 128–136.

Machkaljan E.L. 2009. Primenenie indeksa tkanevogo zapasa restavriruemyh koronok zubov v processe ustraneniya ih obshirnyh defektov [Application of the index of tissue stock of the restored crowns of teeth in the process of eliminating their extensive defects]. *Vestnik VGUMU*, 2: 128–136.

13. Плятт Х. 2008. Композиты – вчера и сегодня. Часть 2. Нанотехнология – инновация в конкретном приложении. *Новое в стоматологии*, 6 (154): 20–22.

Pljatt H. 2008. Kompozity – vchera i segodnja. Chast' 2. Nanotehnologija – innovacija v konkretnom prilozhenii [Composites – yesterday and today. Part 2. Nanotechnology – innovation in a specific application]. *Novoe v stomatologii*, 6 (154): 20–22.

14. Ричард ван Нурт. 2004. Основы стоматологического материаловедения. КМК-Инвест, 300.

Richard van Nurt. 2004. Osnovy stomatologicheskogo materialovedeniya [Fundamentals of dental material science]. М., КМК-Invest: 300. (in Russian)

15. Сейфоллахи М. 2008. Механико-математическое обоснование оптимальных параметров полости при подготовке её для микропротезирования цельнокерамическими вкладками. *Український стоматологічний альманах*, 4: 7–11.

Sejfolllahi M. 2008. Mehaniko-matematicheskoe obosnovanie optimal'nyh parametrov polosti pri podgotovke ejo dlja mikroprotezirovaniya cel'nokeramicheskimi vkladkami [Mechanic-mathematical substantiation of optimal parameters of the cavity in preparation for microprosthesis with all-ceramic inserts]. *Ukraïns'kij stomatologichnij al'manah*, 4: 7–11. (in Ukrainian)

16. Удод О.А., Мороз Г.Б., Трубка І.О., Христич І.А. 2006. Клінічна оцінка відновлень з фотоконпозиційного матеріалу з використанням оптимізованого методу полімеризації. *Питання клінічної та експериментальної медицини*, 10: 249–254.

Udod O.A., Moroz G.B., Trubka I.O., Hristich I.A. 2006. Klinichna ocinka vidnovlen' z fotokompozicijnogo materialu z vikoristannjam optimizovanogo metodu polimerizacii [Clinical evaluation of restorations from photocomposition material using an optimized polymerization method]. *Pitannja klinichnoi ta eksperimental'noi medicyny*, 10: 249-254. (in Ukrainian)

17. Чуйко Ж.А. 2010. Клинико-лабораторное обоснование применения различных адгезивных технологий прилегания кариеса у лиц с различным уровнем кариесрезистентности. *Питання клінічної та експериментальної медицини*, 1:126.

Chujko Zh.A. 2010. Kliniko-laboratornoe obosnovanie primeneniya razlichnyh adgezivnyh tehnologij prileganiya kariesa u lic s razlichnym urovnem kariesrezistentnosti [Clinical and laboratory substantiation of the use of various adhesion technologies for caries adherence in persons with different levels of caries resistance]. *Pitannja klinichnoi ta eksperimental'noi medicyny*, 1: 126. (in Ukrainian)

18. Шиленко Д.Р., Гасанов Р.А., Тончева Е.Д., Скирда Л.Ю. 2009. Биомеханический анализ факторов, влияющих на долговечность реставраций жевательной группы зубов. *Світ медицини і біології*, 2: 72–77.

Shilenko D.R., Gasanov R.A., Toncheva E.D., Skirda L.U. 2009. Biomechanicheskij analiz faktorov, vlijajushhih na dolgovechnost' restavracij zhevatel'noj gruppy zubov [Biomechanical analysis of factors influencing durability of restorations of chewing group of teeth]. *Svit medicini i biologii*, 2: 72–77. (in Ukrainian)

19. Diniz M.B., Eckert G.J., González-Cabezas C., Cordeiro R.C., Ferreira-Zandona A.G. 2016. Caries Detection around Restorations Using ICDAS and Optical Devices. *J Esthet Restor Dent*, Mar 28(2): 110–121.

20. Kitasako Y., Sadr A., Burrow M.F., Tagami J. 2015. Thirty six-month clinical evaluation of a highly-filled flowable composite for direct posterior restorations. *Aust Dent J*, Nov 17: 181–238.