

УДК:616.314-089.27+53]:621.371

А.А. Кунин, Н.С. Моисеева, В.М. Попов
**ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРНЫХ
ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ ИХ
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ**

*Воронежский государственный медицинский университет
им. Н.Н. Бурденко*

Восстановительные материалы, используемые при пломбировании кариеса зубов, состоят из разнообразных компонентов, включая мономеры или олигомеры, играющие не последнюю роль в формировании основной структуры этих материалов и характеристике их физико-химических свойств. Необходимость изменения и усовершенствования структурных характеристик полимерных восстановительных материалов с помощью электромагнитного поля с целью улучшения их физико-механических свойств послужили иницилирующим фактором нашего исследования.

Согласно цели и задачам исследования изучена микроструктура восстановительных полимерных материалов, оценены их физико-механические свойства до и после воздействия электромагнитного поля.

Анализ полученных данных показывает наличие микроструктурных изменений физико-механических свойств восстановительных материалов на полимерной основе после воздействия электромагнитного поля, включающих уплотнение микроструктуры материала по результатам сканирующей электронной микроскопии и увеличение прочности материала.

Ключевые слова: полимерные восстановительные материалы, электромагнитное поле, сканирующая электронная микроскопия, физико-механические свойства, описательная статистика.

Актуальность проблемы.

Несмотря на достижения современной стоматологии в высокоэффективной диагностике, профилактике и лечении кариеса зубов, широкий выбор пломбировочных материалов, уровень заболеваемости остается высоким. Поиск новых эффективных методов лечения кариеса зубов способствует детальному изучению физико-механических свойств пломбировочных материалов [1, 3].

Известно, что стоматологические полимерные восстановительные материалы для лечения кариеса зубов состоят из разнообразных компонентов, включая полимеры. Все составные компоненты играют определенную роль в формировании основной структуры этих материалов и характеристике их физико-химических свойств [2, 4].

В связи с этим очевидна перспективность дальнейших исследований влияния электромагнитного поля на полимерные восстановительные материалы. Результаты таких исследований, возможно, станут основой

разработки и создания материала с повышенной прочностью и улучшенными физико-механическими свойствами.

Материал и методы исследования.

Согласно цели и задачам исследования в стоматологической поликлинике ВГМУ им. Н.Н. Бурденко на базе кафедры факультетской стоматологии совместно с Воронежским государственным университетом и Воронежским государственным лесотехническим университетом им. Г.Ф. Морозова нами были изучены микроструктурные особенности полимерных восстановительных материалов при воздействии на них электромагнитного поля.

Для проведения исследования *in vitro* нами были использованы адгезивная система Prime&Bond NT, Dentsly, США и композитный пломбировочный материал Charisma фирмы Heraeus Kulzer, Германия. Исследуемые материалы были разделены на 2 равнозначные группы:

- I – группа исследования с воздействием электромагнитного поля;
- II – контрольная группа без воздействия электромагнитного поля.

Каждый материал группы исследования предварительно обрабатывали в постоянном электромагнитном поле в течение 20 минут при показателях напряженности магнитного поля в $20 \times 10^4 - 24 \times 10^4$ А/м [9]. В дальнейшем образцы материалов двух групп в количестве 40 штук отверждали светом полимеризационной лампы в течение 40 сек. (Таблица 1).

Таблица 1 - Распределение полимерных восстановительных материалов до и после воздействия электромагнитного поля

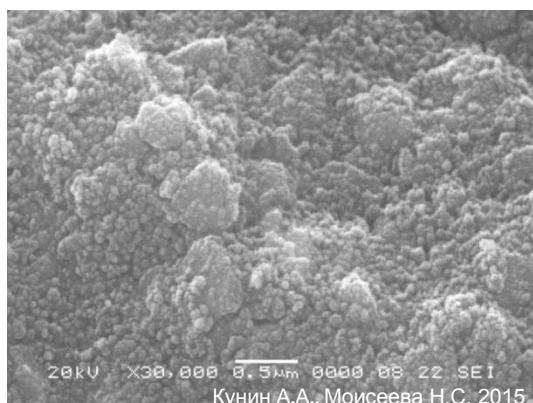
Группа	Материалы	Кол-во упаковок (шт.)	Кол-во образцов (шт.)
I группа исследования (с воздействием электромагнитного поля)	Prime&Bond NT	1	10
	Charisma	1	10
II группа контрольная (без электромагнитного поля)	Prime&Bond NT	1	10
	Charisma	1	10
Всего		4	40

Для исследования микроструктуры полимерных восстановительных материалов полученные образцы были изучены методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) с помощью низковакуумного растрового электронного микроскопа модели «JEOL JSM-638OLV», Япония, при увеличении $\times 100\ 000$.

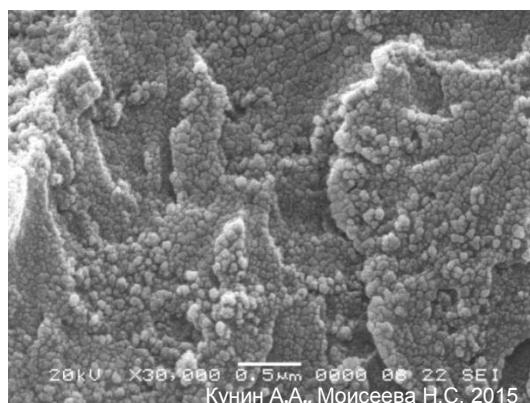
Для статистической обработки результатов исследования был использован стандартный пакет прикладных программ STATISTICA 8.0 фирмы Statsoft. Перед статистическим анализом результатов исследования конкретная копия программы верифицировалась на тестовых выборках с известными свойствами и результатам. В рамках описательной статистики рассчитывались следующие параметры: среднее и среднеквадратическое отклонение, медиана и стандартная ошибка среднего. В качестве показателя разброса данных мы использовали вариационный размах. Для сравнения групп нами был применен непараметрический критерий различия U-критерий Mann-Whitney, при этом учитывался эффект множественных сравнений. При обработке статистических данных значимыми считались различия при $p < 0,05$, полученные при множественном сравнении.

Результаты исследования и их обсуждение.

В процессе проведенных исследований были обнаружены определенные изменения микроструктуры полимерных восстановительных материалов после воздействия электромагнитного поля, включающие ее уплотнение за счет увеличения размера частиц, уменьшения щелей и просветов между частицами, которые наблюдались до воздействия электромагнитного поля (Рисунки 1, 2).

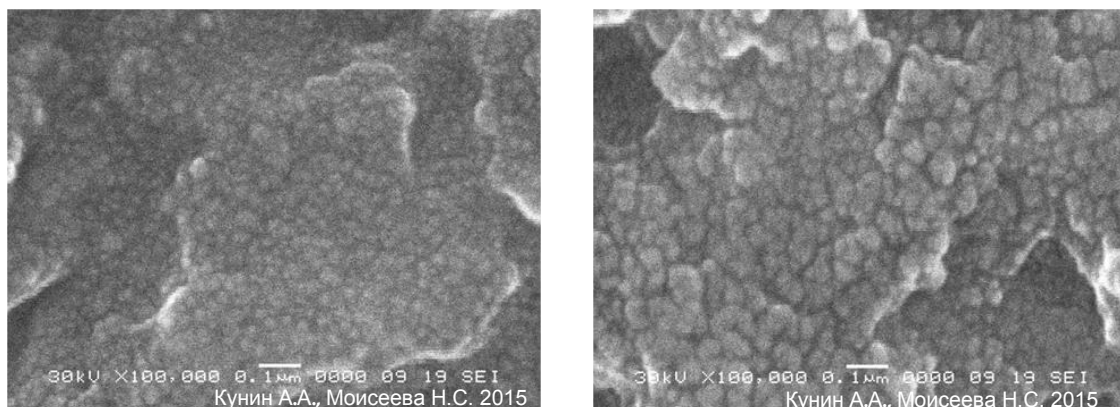


А



Б

Рисунок 1 -Результаты СЭМ бонда Prime&Bond NT, Dentsly, США при увеличении x30 000. (А) – до воздействия электромагнитного поля. (Б) – после воздействия электромагнитного поля обнаружено увеличение размера частиц и уменьшение промежутков между ними.



В

Г

Рисунок 2 - Результаты СЭМ материала Charisma, Heraeus Kulzer, Германия при увеличении x100 000. (В) – до воздействия электромагнитного поля. (Г) – после воздействия электромагнитного поля обнаружено увеличение размера частиц и уменьшение промежутков между ними.

Для подтверждения полученных результатов мы проследили изменения, происходящие в структуре полимерных материалов после воздействия электромагнитного поля, включающие определение размера частиц и расстояния между ними. Данные представлены в Таблице 2 и на Рисунках 1, 2.

Таблица 2 - Результаты изменения микроструктуры восстановительных полимерных материалов после воздействия электромагнитного поля

Группа	Материал	Размер частиц (мкм)	Расстояние между частицами (мкм)
I группа исследования	Prime&Bond NT	0,12±0,014*	0,021±0,002*
	Charisma	0,08±0,004*	0,012±0,001*
II группа контрольная	Prime&Bond NT	0,07±0,002*	0,044±0,002*
	Charisma	0,032±0,003*	0,021±0,002*

*p < 0,05

Из Таблицы 2 и Рисунка 1, представляющего микроструктуру адгезивной системы Prime&Bond NT до и после воздействия электромагнитного поля, следует, что в контрольной группе (без воздействия) средний размер частиц до воздействия составлял – 0,07±0,002 мкм, а после воздействия 0,12±0,014 мкм, что говорит об укрупнении частиц. Различия между исследуемыми группами по данному признаку являются статистически достоверными (p<0,05). Преобладающее расстояние между частицами составляло 0,044±0,002 мкм, а в группе исследования (после воздействия) – 0,021±0,002 мкм в разных полях зрения, что свидетельствует об уплотнении структуры Prime&Bond NT.

Различия между исследуемыми группами по данному признаку являются статистически достоверными ($p < 0,05$).

Та же тенденция была выявлена после воздействия электромагнитного поля и в пломбировочном материале Charisma (Таблица 2, Рисунок 2). Различия между исследуемыми группами по данным признакам являются статистически достоверными ($p < 0,05$).

Рисунки 1 и 2 указывают, что под воздействием электромагнитного поля имеет место более упорядоченная структура образца материала, она более диспергирована и в его объеме произошли морфологические изменения в сравнении с материалом без такого воздействия. Видно, что морфология восстановительного полимерного материала, подвергнутого воздействию электромагнитного поля, уплотняется за счет укрупнения частиц полимерной матрицы и уменьшения расстояния между ними; отчетливо заметна разница в сравнении с материалом, без воздействия поля. У материалов контрольной группы определяются более крупные щели и просветы между частицами, а у материала, подвергнутого воздействию электромагнитного поля, структура более равномерна и однородна.

Анализ полученных данных показывает наличие микроструктурных изменений восстановительных материалов на полимерной основе после воздействия электромагнитного поля, включающих уплотнение микроструктуры материала за счет увеличения размера частиц полимерной матрицы и уменьшения расстояния между ними по результатам сканирующей электронной микроскопии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нидзельский М.Я. Улучшение прочностных характеристик вкладок, фотополимеризуемых непрямым методом с помощью электромагнитного поля / М. Я. Нидзельский, В. Л. Коротецкая-Зинкевич // *Стоматология*. – 2014. – Т. 93, № 2. – С. 7-9.
2. Попов В.М. К созданию клееной древесины повышенной прочности на основе клеев, модифицированных воздействием комбинированных физических полей / В.М. Попов, А.В. Латынин // *Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика*. – 2014. – Т.2, № 2.1. – Режим доступа : DOI: 10.12737/3004.
3. Kunin A.A. Predictive research methods of enamel and dentine for initial caries detection / A.A. Kunin, I.A. Belenova, Ya.A. Ippolitov, N.S. Moiseeva, D.A. Kunin // *Springer EPMA-Journal*. – 2013. – Vol. 4, Suppl. 19. [Электронный ресурс]. URL:<http://www.epmajournal.com/content/4/1/19> (дата обращения: 22.12.2015).

4. Пат. 2328788 Российская Федерация, МПК H01F 13/00. Устройство для намагничивания / В. М. Попов, А. В. Иванов, В. С. Мурзин, А. П. Новиков, В. В. Шестакова, А. В. Латынин; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. - № 2007115746/09; заявл. 25.04.2007; опубл. 10.07.2008 // Бюл.– № 19.

A.A. Kunin, N.S. Moiseeva, V.M. Popov

MICROSTRUCTURAL CHANGES OF DENTAL POLYMERIC FILLING MATERIALS BY THE ELECTROMAGNETIC FIELDS FOR ITS PHYSICAL AND MECHANICAL IMPROVEMENT

State Medical University named after N.N. Burdenko

It is well-known that restorative filling materials used for treatment of dental caries consist of various components including synthetic monomers or low-molecular polymers, playing an important role in the formation of the main structure of these materials and characterizing their physical and chemical properties. The necessity of variation and improvement in structural characteristics of polymeric dental filling materials by the electromagnetic fields for its physical and mechanical improvement served as the initiating factor of our research.

According to the research purpose and challenges, we studied the microstructure of fillings and bonding materials, investigated their physical and mechanical properties before and after the electromagnetic field influence.

The obtained data analysis shows the microstructural changes in physical and mechanical properties of polymeric filling materials after the electromagnetic field exposure, including condensation of the material microstructure according to the results of scanning electron microscopy and an increase in their physical and mechanical strength properties.

Keywords: dental polymeric filling materials, electromagnetic field, scanning electron microscopy, physical and mechanical properties, descriptive statistics.

REFERENCES

1. Nidzel'skiy M.Ya. Uluchshenie prochnostnykh kharakteristik vkladok, fotopolimerizuemykh nepryamym metodom s pomoshch'yu elektromagnitnogo polya / M. Ya. Nidzel'skiy, V. L. Korotetskaya-Zinkevich // Stomatologiya. – 2014. – Т. 93, № 2. – S. 7-9.
2. Popov V.M. K sozdaniyu klenoy drevesiny povyshennoy prochnosti na osnove kleev, modifitsirovannykh vozdeystviem kombinirovannykh fizicheskikh poley / V.M. Popov, A.V. Latynin // Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika. – 2014. – Т.2, № 2.1. – Rezhim dostupa : DOI: 10.12737/3004.
3. Kunin A.A. Predictive research methods of enamel and dentine for initial caries detection / A.A. Kunin, I.A. Belenova, Ya.A. Ippolitov, N.S. Moiseeva, D.A. Kunin // Springer EPMA-Journal. – 2013. – Vol. 4, Suppl. 19. [Elektronnyy resurs].– URL:<http://www.epmajournal.com/content/4/1/19> (data obrashcheniya: 22.12.2015).

4. Pat. 2328788 Rossiyskaya Federatsiya, MPK N01F 13/00. Ustroystvo dlya namagnichivaniya / V. M. Popov, A. V. Ivanov, V. S. Murzin, A. P. Novikov, V. V. Shestakova, A. V. Latynin; zayavitel' i patentoobladatel' VGLTA. - № 2007115746/09; zayavl. 25.04.2007; opubl. 10.07.2008 // Byul.– № 19.