



УДК 615.012

**«НАНОФЛЮОР» – БИОАКТИВНЫЙ ФТОРИРУЮЩИЙ ЛАК НОВОГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ****В.Ф. Посохова<sup>1</sup>****В.П. Чувев<sup>1</sup>****Л.Л. Гапочкина<sup>1</sup>****Л.А. Лягина<sup>1</sup>****А.А. Бузов<sup>1</sup>****С.Н. Гонтарев<sup>2</sup>**<sup>1)</sup> ЗАО «ВладМиВа», г. Белгород<sup>2)</sup> МУЗ «Детская стоматологическая поликлиника», г. Белгородe-mail: [posohova\\_vera@mail.ru](mailto:posohova_vera@mail.ru)

В статье изложены процессы деминерализации и реминерализации твердых тканей зуба. Рассмотрена возможность применения регенеративного подхода в решении вопросов реминерализации тканей зуба с использованием биоактивного лечебно-профилактического лака «Нанофлюор». Представлены данные сканирующей электронной микроскопии, подтверждающие эффективность предложенного препарата.

Ключевые слова: реминерализация тканей зуба, наногидроксилapatит, Нанофлюор, биоактивные материалы.

Ткань зуба – природный композитный материал с низким содержанием органических и высоким содержанием минеральных компонентов, состоящий из игловидных кристаллов гидроксилапатита  $[Ca_5(PO_4)_3(OH)]$  диаметром около 30 нм. Как и в костной ткани, минеральные компоненты зуба отвечают за его механическую прочность. Однако ни эмаль, ни дентин не способны самостоятельно восстанавливаться после повреждения (кариес, стираемость и т. д.), поскольку эмаль не содержит клеток, а аппозиция дентина может происходить только на поверхности пульпы.

В твердых тканях зуба постоянно происходят процессы деминерализации и реминерализации. Деминерализация происходит в результате потери ионов кальция и фосфат-ионов из структуры зуба. Механизм естественной реминерализации в полости рта осуществляется за счет фосфат-ионов и ионов кальция, находящихся в слюне [1].

Чтобы понять все эти процессы, рассмотрим структуру эмали зуба. Эмаль зуба состоит из плотно упакованных кристаллических призм, состоящих на 97% из ионов кальция и фосфат-ионов. Каждая призма состоит из сотен кристаллов, располагающихся в определенной последовательности и представляющих различные по структуре классы апатитов. Кристаллы апатитов имеют различную растворимость, причем наименее растворимым является гидроксилапатит. При  $pH=7,0$  слюна является источником ионов кальция и фосфат-ионов для эмали зубов. Процесс реминерализации начинается замедляться при понижении уровня  $pH$  в полости рта и практически прекращается при критическом уровне  $pH=5,0-5,5$  (для эмали) и  $pH=6,8$  (для дентина). Эмалевые призмы начинают повреждаться и в дальнейшем разрушаться в результате деминерализации. Поверхность зуба становится менее плотной, в результате чего возникает локальный кариозный дефект. Расстояние от границы дефекта до дентинных канальцев уменьшается, поэтому любое гидродинамическое воздействие, изменяющее внутриканальцевое давление, вызывает изменение скорости тока зубной жидкости в дентинных канальцах, что в свою очередь механически раздражает нервные окончания волокон, вызывая боль. Далее происходит обезвоживание дентинных канальцев, и незащищенные нервные окончания реагируют резким проявлением боли на любые внешние раздражающие факторы (температурные, химические и механические), что соответствует гидродинамической теории М. Бранстрема – возникновение повышенной чувствительности зубов. Восстановление внутриканальцевого давления (при закрытии дентинных канальцев) приводит к быстрому устранению болевой чувствительности. Более сложен механизм проявления болевой чувствительности, возникающий за счет микротрещин эмали [2].



Для решения вышеизложенной проблемы применяют «регенеративный» подход, который заключается в создании и использовании материалов на основе фосфатов кальция (например, гидроксилapatита), стимулирующих восстановление тканей зуба и обладающих высокой проникающей способностью. Важен не только химический состав, но и структура кристаллов гидроксилapatита, поскольку это определяет отклик организма на чужеродный материал. Добиться этого очень сложно, тем более в промышленных масштабах. Тем не менее, химическое и структурное соответствие биоматериала тканей зуба – один из основных принципов в этой области. С этой точки зрения, идеально вещество, во всём подобное костному биоматериалу зуба. Наиболее приемлемым для этих целей является использование спиртового коллоидного раствора наногидроксилapatита, кристаллы которого не имеют определённой пространственной ориентации, сравнимы по размеру, микроморфологии, химическому составу и структуре с естественной эмалью и дентином зуба (рис. 1).



Рис. 1. Светопольное изображение частиц наноразмерного гидроксилapatита, полученное при помощи просвечивающего электронного микроскопа JEM2100 фирмы JEOL.

На основе наногидроксилapatита в виде спиртового коллоида, легко осаждаемого в участках дефектов эмали зуба, разработан и выпускается на предприятии ЗАО ОЭЗ «ВладМиВа» лечебно-профилактический лак «Нанофлюор» с заданной биоактивностью. Данный материал содержит несколько активных компонентов, количество которых сбалансировано для достижения максимального противокариозного эффекта. Наноструктурный коллоидный гидроксилapatит способствует восстановлению минеральной структуры эмали зуба, реминерализации дентина глубокой кариозной полости и нормализации функционального состояния пульпы зуба.

В качестве активного фторирующего компонента в состав лака входит аминофторид – органическое соединение фтора нового поколения, обладающее повышенной фторирующей активностью с длительным терапевтическим действием. Кроме того, наличие ионов фтора активизирует процесс образования фторапатита. Высокая проникающая способность раствора копаловой смолы, обладающей антисептическими и бактерицидными свойствами, обеспечивает долговременное и надежное «запечатывание» микротрещин эмали зуба. Лак образует тонкую прочную плёнку в течении 40-60 с, не влияющую на адгезию реставрационных материалов к дентину. Хлорбутанол оказывает умеренно отвлекающее, противовоспалительное и антисептическое действие. Таким образом, поверхность зуба, покрытая лаком, становится менее пористой, соответственно, менее восприимчивой к температурным, химическим и механическим раздражителям. Чувствительность зубов заметно уменьшается в результате obturation дентинных канальцев. Кроме того, восстановленная эмаль лучше отражает белый свет, делая зубы яркими и блестящими, что очень важно для эстетического восприятия.

При исследовании методом сканирующей электронной микроскопии (растровый электронно-ионный сканирующий микроскоп Quanta 200 3D фирмы FEI)\* поверхности зуба покрытой лаком «Нанофлюор» были получены результаты (рис. 2, 3), позволяющие подтвердить образование плотно зафиксированного слоя лака на всей исследуемой поверхности эмали зуба.

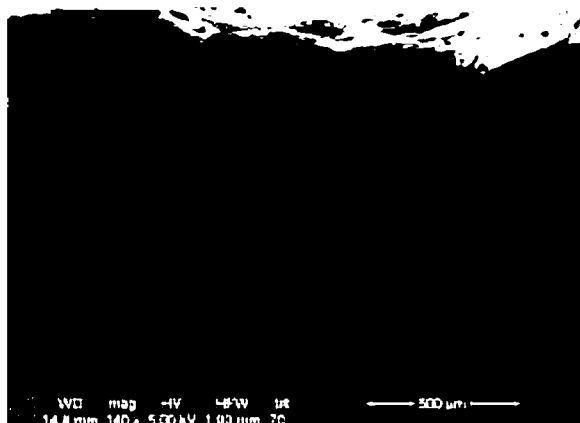


Рис. 2. Изображение фрагмента зуба, покрытого лаком «Нанофлюор» (темная поверхность)

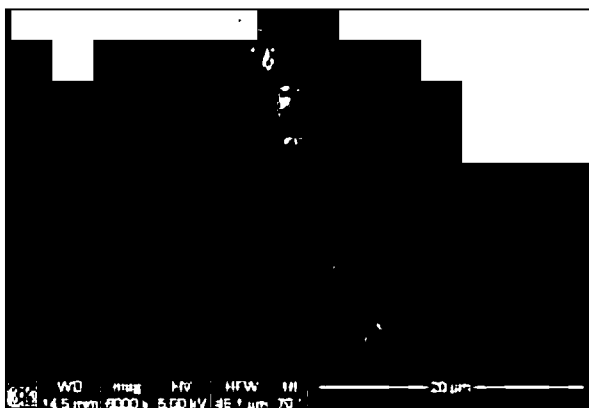


Рис. 3. Увеличенное изображение фрагмента одной из трещин, покрытой лаком «Нанофлюор»

На рис. 4 изображен скан поверхности эмали. Ясно видно, что в области поверхности скана шлифа имеются микропоры, средний диаметр которых составляет 2 мкм. При нанесении лака на поверхность зуба (рис. 5) образуется плотный тонкий слой. Это способствует сцеплению с поверхностью зуба. С одной стороны, лак не скалывается, с другой – пациенты не чувствуют его как некое «инородное тело» на зубах. Вязкие лаки в противоположность этому образуют очень толстые слои с шероховатой поверхностью. Пациент при этом автоматически больше манипулирует языком, что ведёт к преждевременным сколам. Свойство хорошей текучести и смачиваемости является преимуществом при лечении труднодоступных областей – фиссур, аппроксимальной области или шейки зуба.

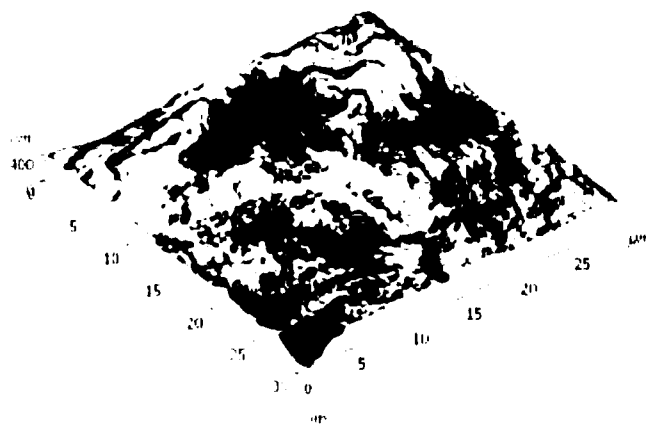


Рис. 4. Скан поверхности шлифа зуба, выполненный на атомно-силовом микроскопе NTEGRA AURA

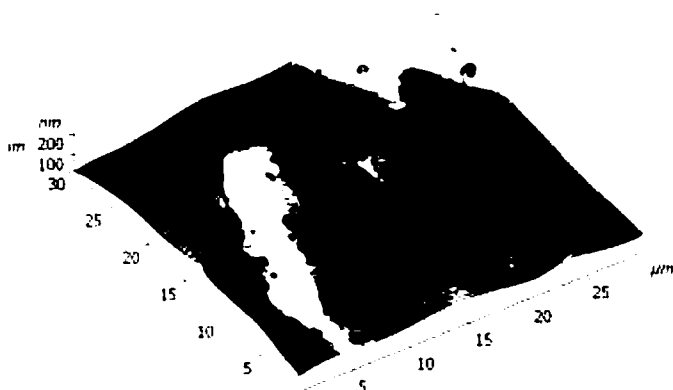


Рис. 5. Скан поверхности шлифа зуба, предварительно покрытый лаком «Нанофлюор», выполненный на атомно-силовом микроскопе NTEGRA AURA



Детализированный анализ проникающей способности лака в дентинные каналы зуба возможен при использовании сканирующей электронной микроскопии (СЕМ). Исследование проведено на удалённых по ортодонтическим показаниям постоянных премолярах верхней челюсти. Зубы до исследования хранились во влажной среде при температуре  $-4^{\circ}\text{C}$ . Исследуемые зубы отпрепарированы в пределах эмали и дентина: 1-я группа контрольная – поверхность дентина после традиционной обработки полости, включая протравливание (рис. 6); 2-я группа зубов – поверхность дентина после традиционной обработки полости, включая протравливание, в соответствии с инструкцией была обработана лаком и исследована на СЕМ (рис. 7, 8).

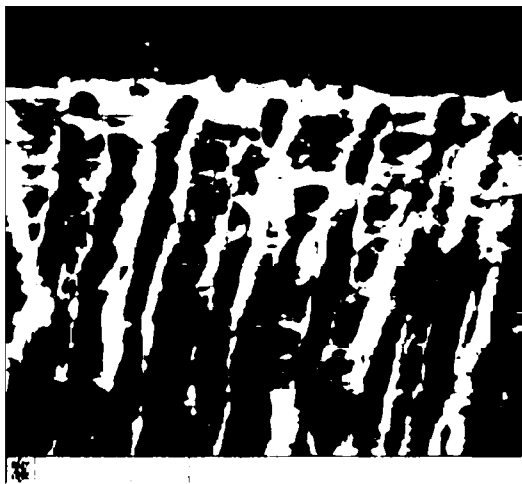


Рис. 6. Дентинные каналы

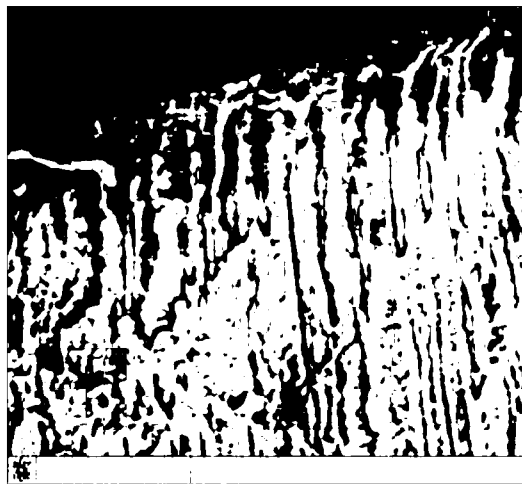


Рис. 7. Поперечный скол дентина, поверхность которого была предварительно обработана лаком «Нанофлюор» (Quanta 200 3D – электронно-ионный сканирующий микроскоп).

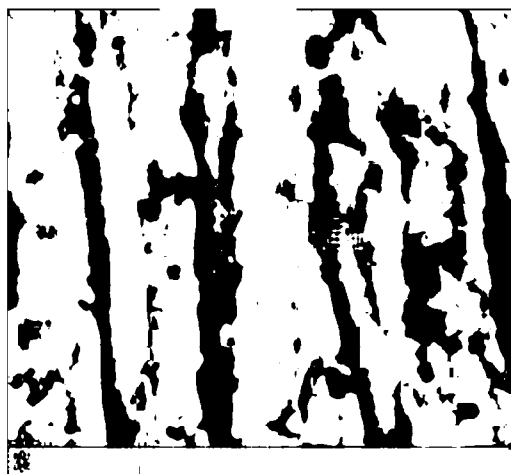


Рис. 8. Участок поперечного «скола» дентина, поверхность которого была предварительно обработана лаком «Нанофлюор» (Quanta 200 3D – электронно-ионный сканирующий микроскоп).

Спектр применения лака «Нанофлюор» довольно обширен. Данный препарат применяется для глубокого фторирования и ускоренной реминерализации дентина и эмали:

- при профилактике и лечении первичного и вторичного кариеса, кариеса в стадии пятна, кариеса корня, а также при лечении клиновидных дефектов;
- после снятия зубных отложений при профессиональной гигиенической чистке зубов;
- после удаления брекет-систем и полировки эмали зубов и пломб;
- после кюретажа пародонтальных карманов для защиты пришеечной области зуба при цервикальной гиперестезии;
- при лечении гиперестезии зубов после применения техники травления (реставрация композиционными материалами, герметизация фиссур, установка брекет-систем).



- при абразивном повреждении эмали и дентина в результате неправильной чистки или при травмировании зубов;
- при обработке контактных поверхностей соседних зубов с несъемными ортопедическими конструкциями;
- при обработке «живой» культи препарированного зуба перед фиксацией несъемного протеза;
- при лечении и профилактике кариеса у детей и подростков: сохранение временных зубов до появления постоянных, герметизация фиссур в стадии их созревания, при пигментированных глубоких фиссурах постоянных зубов.;
- перед пломбированием для изоляции глубоких полостей зуба.

Клиническое использование лака «Нанофлюор» не предоставляет трудностей. Лак прост в применении. Его аппликацию можно проводить в домашних условиях.

Лак «Нанофлюор» в среднем на 80% экономичнее других аналогичных материалов. Профилактика и лечение кариеса с помощью лака «Нанофлюор» эффективны для пациента, а также просты и экономичны для врача.

*Работа выполнена в рамках договора № 13.G25.31.0006 по проекту «Создание производства биосовместимых композиционных кальцийсодержащих остеопластических и лечебно-профилактических материалов для медицины».*

### Литература

1. Федоров, Ю. А. Клиника и лечение гиперестезии твердых тканей зуба / Ю. А. Федоров. – Л.: Медицина, 1970.
2. Эльмар, Х. Терапевтическая стоматология ; пер. с нем. / Х. Эльмар, К. Йоахим, А. Томас. – Львов: ГалДент, 1999. – 409 с.

## «NANOFLYUOR» – BIOACTIVE FLUORINATING LACQUER OF THE NEW MILLENNIUM

**V.Ph. Posohova<sup>1</sup>**

**V.P. Chuev<sup>1</sup>**

**L.L. Gapochkina<sup>1</sup>**

**L.A. Lyagina<sup>1</sup>**

**A.A. Buzov<sup>1</sup>**

**S.N. Gontarev<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> «VladMiVa», Belgorod

<sup>2)</sup> Children's Dental Hospital, Belgorod

*e-mail: posohova\_vera@mail.ru*

The article describes the process of demineralization and remineralization of dental hard tissues. And consider the possibility of using the regenerative approach in addressing issues remineralization of dental tissue using a bioactive therapeutic and prophylactic lacquer "Nanoflyuor. The data of scanning electron microscopy, confirming the effectiveness of the proposed drug.

Key words: remineralization of dental tissues, nanogidroksilapatit, Nanoflyuor, bioactive materials.