

---

# СТОМАТОЛОГИЯ

---

**А. В. Михальченко, С. В. Дьяченко, Д. Ю. Дьяченко**

Волгоградский государственный медицинский университет,  
кафедра терапевтической стоматологии

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СВОЙСТВ СОВРЕМЕННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

УДК: 616.314-74

---

Фвторы провели сравнительный анализ современных пломбировочных материалов для реставрации передней группы зубов с позиции эстетических, прочностных и экономических характеристик. результаты анализа показали, что отечественный фотокомпозит «Реставрин» может составить конкуренцию зарубежным материалам различных фирм.

*Ключевые слова: реставрация передней группы зубов, микрогибридный композит, наногибридный композит.*

---

**A. V. Mihal'chenko, S. V. Dyachenko, D. Y. Dyachenko**

## **COMPARATIVE EFFECTIVENESS PROPERTIES OF ADVANCED COMPOSITE MATERIALS**

---

The authors conducted a comparative analysis of modern filling materials for the restoration of the anterior group of teeth from the standpoint of aesthetic, strength and economic characteristics. the results of the analysis showed that domestic photocomposite "Restauran" can compete with foreign materials by different firms.

*Key words: restoration of the front teeth, microhybrid composite, nanohybrid composite.*

---

Одной из главных задач современной стоматологии является реставрация передней и жевательной групп зубов [2, 3, 5]. В настоящее время существует множество композиционных материалов различных фирм, предназначенных для художественного восстановления утраченных твердых тканей [4]. Однако в современных реалиях встает вопрос не только качества материала и удобства работы с ним, но также его стоимости и проблемы закупки.

В прайс-листе на стоматологические услуги, оказываемые на терапевтическом приеме, указаны следующие композиты, снискавшие особую популярность у врачей-стоматологов терапевтов – Filtek Z250 (3M ESPE), Filtek Z550 (3M ESPE), Charisma Classic (HeraeusKulzer). До последнего времени стоматологи-терапевты использовали микрогибридные композиты (Filtek Z250), сегодня же на смену им приходят улучшенные по своим качествам нанокомпозиты (Filtek Z550, Charisma Classic), которые отвечают многочисленным современным требованиям, что, несомненно, оказывает большое

влияние на успех и отдаленные результаты лечения. Требования к «идеальному» пломбировочному материалу были сформулированы еще в конце XIX в. Миллером и, с некоторыми дополнениями и уточнениями, сохраняют актуальность до настоящего времени [5].

Но, учитывая, что указанные материалы производятся за рубежом и являются довольно дорогостоящими, в последнее время остро встал вопрос поиска композита, отвечающего вышеперечисленным требованиям и при этом имеющего относительно недорогую цену и доступность.

Недавно на отечественном рынке стоматологических материалов появился новый фотокомпозит от компании «Технодент» – реставрин. Его технические характеристики отвечают всем современным требованиям. Этот универсальный наногибридный композит показан для реставраций полостей всех классов по Блеку. Несомненно, привлекает внимание врача-стоматолога и цена. Однако с позиции современной стоматологии первоочередным критерием выбора является качество.

В связи с этим нас заинтересовал вопрос о прочностных качествах этих материалов, а также об их влиянии на твердые ткани зуба. Поэтому было принято решение экспериментально провести сравнительное исследование вышеуказанных композитов с целью определения конкурентоспособности отечественного композита «Реставрин».

### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Провести сравнительный анализ композита «Реставрин» (Технодент) с композитами Filtek Z250, Filtek Z550, Charisma Classic с позиции клинико-экспериментальных, а также экономических факторов при пломбировании кариозных полостей IV класса по Блеку.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Выбор материалов группы сравнения (Filtek Z250, Filtek Z550, Charisma Classic) обусловлен широким применением данных фотокомпозитов врачами-стоматологами терапевтами для реставрации зубов. Локализация кариозной полости (IV класс по Блеку) также выбрана не случайно – именно дефект такой

конфигурации способен смоделировать нагрузку на фотокомпозит и твердые ткани зуба в любом направлении, что позволяет провести более объективный сравнительный анализ.

Для решения поставленной цели нами был использован математический метод конечных элементов для исследования напряженно-деформированных состояний верхних центральных резцов [1].

Оценка прочности исследуемых материалов проводилась в компьютерной программе компании Autodesk. Основываясь на данных о средних размерах тканей зубов, производилось создание твердотельных трехмерных моделей центральных верхних резцов (с возможностью допустимой ошибки 5%) с последующим формированием поражения твердых тканей зубов класса IV по Блеку (рис. 1). Далее закладывались технические характеристики зубов и исследуемых материалов. После непосредственной подготовки выполнялось виртуальное пломбирование кариозных полостей исследуемыми композиционными материалами (рис. 2).

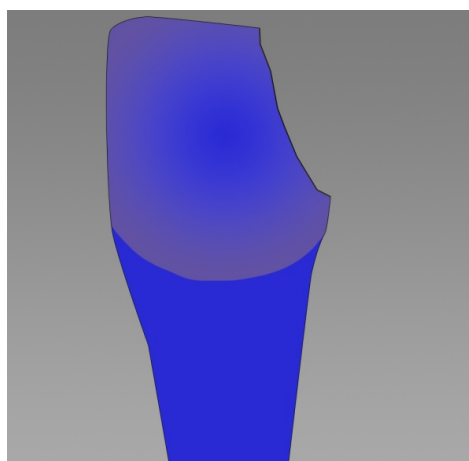


Рис. 1. Твердотельная трехмерная модель центрального верхнего резца с поражением твердых тканей класса IV по Блеку

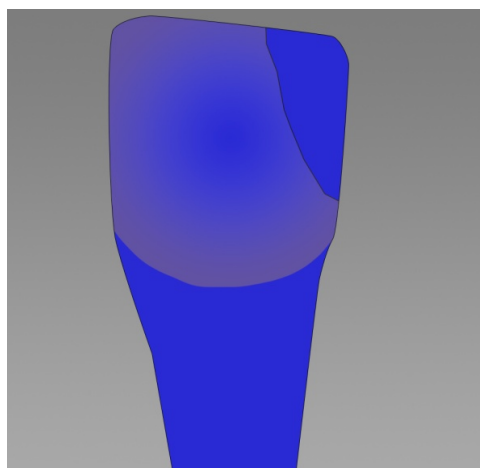


Рис. 2. Твердотельная трехмерная модель центрального верхнего резца с виртуальным пломбированием фотокомпозитом дефекта IV класса по Блеку

В восстановленных зубах были проверены прочностные характеристики материалов и нагрузки на твердые ткани зуба, соизмеримые с физиологическими нагрузками, которые будут испытываться при совершении жевательных движений.

Для оценки клинической эффективности использования данных композитов нами было проведено обследование и лечение 40 пациентов в возрасте 23–35 лет, у которых диагностировался дефект твердых тканей верхнего центрального резца IV класса по Блеку. Все пациенты были распределены на 4 равные группы (по 10 человек), согласно количеству материалов, используемых в исследовании.

В сравнительном анализе учитывались следующие параметры: удобство работы с материалом, его эстетические качества (прозрачность, блеск, трудность подбора цвета), легкость окончательного полирования, а также отдаленные результаты – краевое прилегание и степень усадки (проводилось диспансерное наблюдение пациентов через год после реставрации).

Для анализа экономической выгоды были рандомно выбраны 3 розничных стоматологических магазина г. Волгограда для сравнения цен на указанные композиты. После получения данных нами был проведен сравнительный анализ композиционных материалов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Нагрузка, равная 100 Н (соответствует физиологической жевательной нагрузке), на исследуемые модели центральных верхних рез-

цов прикладывалась по центру зуба, а также в небно-вестибулярном направлении (перпендикулярно оси зуба). Как известно, идеальными материалами для устранения дефектов в коронке зуба являются такие, модуль упругости которых совпадает с аналогичным параметром восстанавливаемых тканей.

Реставрация производилась по всем принципам пломбирования дефектов IV класса.

Нами было выявлено, что все исследуемые композиты способны выдержать нагрузку в 100 Н в направлении параллельно оси зуба (по центру), а, значит, их прочностные характеристики достаточно высоки (рис. 3). Также установлено, что нагрузка, приложенная на небную поверхность зуба (перпендикулярно оси), может вызвать асимметричное давление в месте контакта пломба-твердых тканей зуба и появление в ряде случаев локальных чрезмерных напряжений в твердых тканях зуба.

Согласно полученным данным, нагрузки, возникающие в этом направлении при использовании микрогибридного материала Filtek Z250, более чем в 3 раза превышают норму и соответствуют 33,06 МПа (предел прочности растяжения эмали равен 10 МПа) (рис. 4). Соответственно, указанный композит не способен адекватно восстановить дефект IV класса. При применении Filtek Z250 в зубе возникают патологические напряжения в твердых тканях, и может происходить разрушение места соединения материала с твердыми тканями. В дальнейшем могут возникнуть такие осложнения, как функциональная перегрузка периодонта, нарушение зубоальвеолярного соединения, отлом коронки зуба и др.

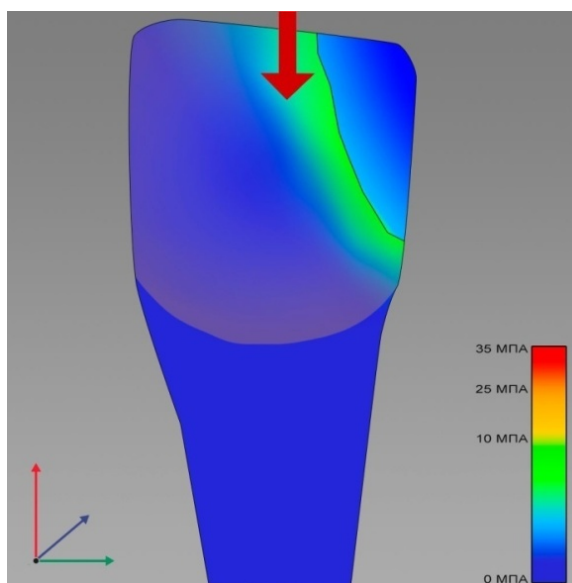


Рис. 3. Исследование прочностных характеристик материалов в направлении параллельно оси зуба

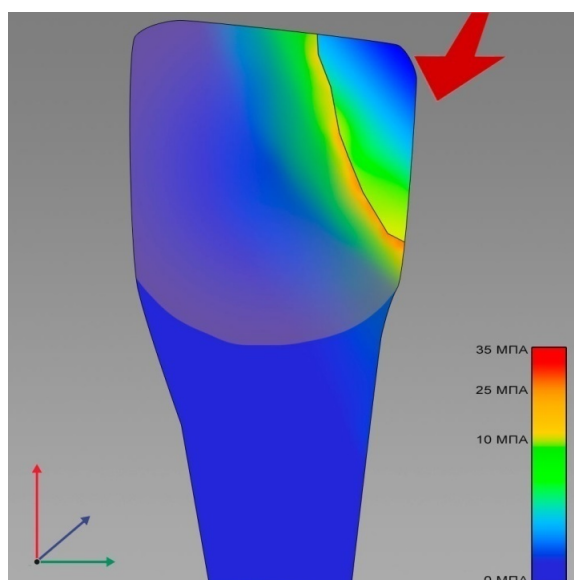


Рис. 4. Исследование прочностных характеристик микрогибридного материала Filtek Z250 в направлении перпендикулярно оси зуба

Наногибридный композиционный материал Filtek Z550 во всех направлениях приложенных нагрузок равномерно и адекватно распределяет их на твердые ткани зуба, при этом все значения напряжений остаются в пределах нормы (полученное значение равно 8,42) (рис. 5).

Нанокompозит Charisma Classic способен адекватно восстановить дефект коронки зуба IV класса по Блеку (напряжение при нагрузке, приложенной в нёбно-вестибулярном направлении, соответствует значению 7,98 МПа) (рис. 5). При экспериментальном пломбировании модели верхнего центрального резца оте-

чественным композитом «Реставрин» нами не обнаружено возникновения патологических напряженно-деформированных состояний, однако значение напряжения при нагрузке в нёбно-вестибулярном направлении было несколько выше, чем у Filtek Z550 и Charisma Classic (9,38 МПа в сравнении с 8,42 МПа и 7,98 МПа соответственно) (рис. 6). При этом стоит отметить, что данный показатель находился в пределах допустимой нормы, а значит, реставрин также равномерно и адекватно способен распределить нагрузку на твердые ткани зуба при дефекте IV класса по Блеку.

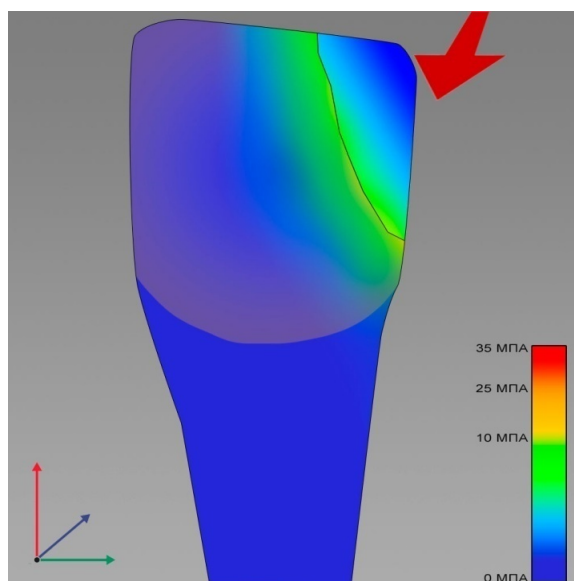


Рис. 5. Исследование прочностных характеристик нанокompозитов Filtek Z550 и Charisma Classic в направлении перпендикулярно оси зуба

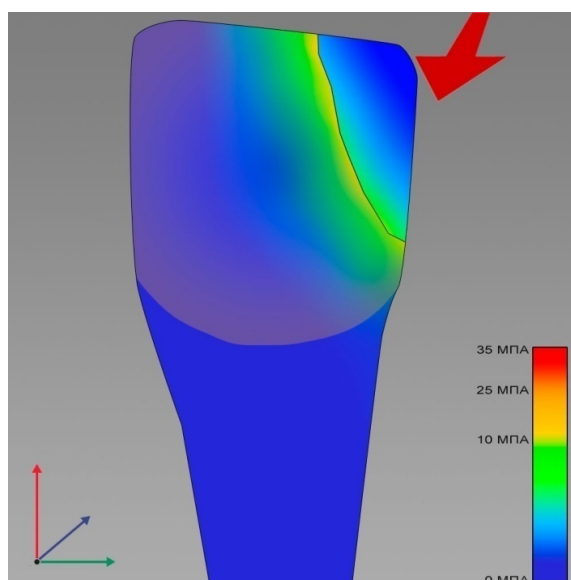


Рис. 6. Исследование прочностных характеристик нанокomпозиционного материала «Реставрин» в направлении перпендикулярно оси зуба

Отметим, что при использовании нанокomпозиционных материалов (Filtek Z550, Charisma Classic, Реставрин) в твердых тканях зуба не возникает патологических напряженно-деформированных состояний, что способствует нормальному функционированию зуба. Таким образом, при совершении акта жевания исследуемый зуб не находится в состоянии функциональной перегрузки и не передает чрезмерное напряжение на ткани периодонта.

Данный факт можно объяснить усовершенствованной системой наполнителей, в сравнении с микрогибридными композитами, в частности, наноразмерными частицами оксида кремния, а также агрегированными частицами модифицированного наполнителя.

Оптимальное сочетание типа, размера частиц и доли каждого наполнителя обеспечивают высокую наполненность, легкую полируемость и механическую прочность композита, что нами и было установлено. Высокая прочность при сжатии и низкий модуль упругости предотвращает сколы и растрескивание микрогибридов при повышенной окклюзионной нагрузке.

При сравнении формы выпуска композитов нами была отмечена более удобная упаковка реставрина, нежели других материалов. Нанокomпозит отечественного производства также выпускается в шприцах, однако крышечка у него является несъемной, что предотвращает ее потерю или случайную замену с другим материалом.

Данный отмеченный факт никак не отражается на качестве будущей реставрации, но делает работу врача-стоматолога терапевта более эргономичной и четкой.

При оценке степени клинической эффективности нами было выявлено следующее: микрогибридный материал Filtek Z250 менее удобен в работе, чем нанокomпозиты.

В частности, отмечалась небольшая прилипаемость к инструменту, что увеличивало время работы и доставляло неудобства врачу. Наногибриды показали хорошие результаты при работе, что значительно упрощало проведение реставрации.

С позиции эстетических качеств микрогибридный композит имеет более прозрачные оттенки, что усложняет подбор цвета. Нанокomпозиты Filtek Z550 и Charisma Classic в своих стандартных наборах имеют опаловые и универсальные оттенки, легче осуществляется подбор цвета. Однако непопулярные цвета в набор не входят, поэтому встает вопрос о покупке дополнительного материала с целью более качественного проведения реставрации.

Несомненным плюсом отечественного композита «Реставрин» является более широкая палитра цветов – помимо опаловых и универсальных оттенков, также имеются прозрачные – для восстановления режущего края. Нами было отмечено хорошее краевое прилегание у всех исследуемых материалов.

После проведения реставрации применялась методика окончательного полирования композита до сухого блеска. Нанокomпозиты полируются быстро и после стандартной процедуры имеют хороший блеск, микрогибридный материал требует больше времени для полирования, а также затрачивается большее количество полировочных дисков и головок. Это можно объяснить большим размером частиц

наполнителя и, как следствие, большими промежутками между ними, что является ведущим фактором в процессе полирования.

Также необходимо отметить, что через 10 месяцев в клинику с жалобами на скол пломбы обратился пациент, которому ранее была проведена реставрация материалом Filtek Z250. Это еще раз подтверждает недостаточную прочность данного композита при лечении кариеса IV класса и возникновение запредельных нагрузок на композит, что привело к недолговременной службе пломбы.

Для определения клинической состоятельности реставраций (коррелирующей с прочностными свойствами материалов) были использованы оценочные тесты и критерии Ruge, учитывающие: краевую адаптацию, стираемость, неоднородность поверхности (шероховатость), а также изменение цвета краев полости (краевую пигментацию). Наблюдение (согласно авторским рекомендациям) осуществлялось в следующие сроки: через 7, 30 дней, 6 месяцев, а также спустя 1 год после проведенного лечения.

Оценка реставраций проводилась по критериям: А – уровень Альфа, В – уровень Браво, С – уровень Чарли.

После осмотра при необходимости проводились шлифование и полирование реставрации.

У Filtek Z250 наблюдалась незначительная усадка материала и потеря первоначального блеска, что требовало проведения дополнительных шлифования и полирования. Нанокompозиты Filtek Z550 и Charisma Classic показали хорошие результаты – спустя 12 месяцев усадки не наблюдалось, блеск реставрации был сохранен; реставраций немного уступал своим конкурентам: усадки выявлено не было, однако реставрация частично теряла свой блеск, поэтому врач дополнительно проводил полирование композита.

Это является незначительным недостатком этого материала, поскольку в стандартах проведения реставрации полирование должно проводиться не реже 1 раза в год.

Стоит отметить, что в течение всего периода наблюдений ни в одной группе (ни по одному из клинических критериев) нами не был отмечен уровень Чарли (С), что свидетельствует об удовлетворительных ближайших и отдаленных результатах применения наиболее востребованных в клинической практике пломбирочных материалов.

Тем не менее соотношение критериев А и В при оценке различных материалов не было одинаковым.

Через 7 дней, после реставрации – уровень Альфа (А) определялся в 4 группах по всем клиническим критериям.

Таким образом, ближайшие результаты применения фотокомпозитов различных групп были сопоставимы (см. табл.). Однако к 30-му дню наблюдений, было отмечено, что в 1-й группе (Filtek Z250, относящийся к микрогибридным материалам) в 10 % случаев отмечалась тонкая щель, в которую попадал и задерживался зонд (уровень Браво (В) клинического признака «Краевая адаптация»), кроме того, также в 10 % реставраций – диагностировалась краевая пигментация, имеющая поверхностную природу (т. е. могла быть удалена минимальной финишной отделкой) – уровень Браво клинического критерия «Краевая пигментация». Во 2, 3 и 4-й группах (нанокompозиты) по всем клиническим признакам сохранялся уровень Альфа (А).

Через полгода, после проведенного лечения в 1-й группе уже в 20 % случаев определялся уровень Браво (В) по клиническим критериям «Краевая адаптация» и «Краевая пигментация». Кроме того, 20 % реставраций имели неоднородную поверхность и ямки (устраняемые повторной финишной отделкой) – уровень Браво (В) критерия «Шероховатость», а также 10% – видимые площадки, свидетельствующие о стираемости – уровень Браво (В) клинического критерия «Стираемость». Во 2 и 4-й группах (материалы Filtek Z550 и Реставрин) отмечались сопоставимые результаты: в 10 % случаев имел место уровень Браво (В) критерия «Неоднородность поверхности (шероховатость)», по всем остальным клиническим критериям по прежнему диагностировался уровень Альфа (А). Наконец, материал Charisma Classic продолжал демонстрировать высокий уровень качества реставраций по всем критериям.

Через год, после начала наблюдений в 1-й группе, по клиническим критериям «Краевая адаптация», «Неоднородность поверхности» и «Краевая пигментация» в 20 % случаев определялся уровень Браво (В), а по критерию «Стираемость» – в 10 %. Как и на предыдущем этапе обследования – результаты, полученные во 2 и 4-й группах были сопоставимы: клинические критерии «Краевая адаптация» и «Неоднородность поверхности» в 10 % случаев имели уровень Браво (В), а критерии «Стираемость» и «Краевая пигментация» по прежнему соответствовали уровню Альфа (А). Наконец, в 3-й группе уровень Альфа (А) отмечался во всех клинических критериях, кроме «Краевой адаптации», в котором у 10 % реставраций диагностировался уровень Браво (В).

**Клиническая оценка качества реставраций, выполненных материалами «Filtek Z250», «Filtek Z550», «Charisma Classic» и «Реставрин»**

КРИТЕРИИ		МАТЕРИАЛ			
Клинический критерий	Критерий оценки	Filtek Z250	Filtek Z550	Charisma Classic	Реставрин
<b>7 дней после реставрации</b>					
Краевая адаптация	A	10 (100 %)	10 (100 %)	10 (100 %)	10 (100 %)
	B	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Стираемость	A	10 (100 %)	10 (100 %)	10 (100 %)	10 (100 %)
	B	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Неоднородность поверхности	A	10 (100 %)	10 (100 %)	10 (100 %)	10 (100 %)
	B	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Краевая пигментация	A	10 (100 %)	10 (100 %)	10 (100 %)	10 (100 %)
	B	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
<b>30 дней после реставрации</b>					
Краевая адаптация	A	9 (90 %)	10 (100 %)	10 (100 %)	10 (100 %)
	B	1 (10 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Стираемость	A	10 (100 %)	10 (100 %)	10 (100 %)	10 (100 %)
	B	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Неоднородность поверхности	A	10 (100 %)	10 (100 %)	10 (100 %)	10 (100 %)
	B	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Краевая пигментация	A	9 (90 %)	10 (100 %)	10 (100 %)	10 (100 %)
	B	1 (10 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
<b>6 месяцев после реставрации</b>					
Краевая адаптация	A	8 (80 %)	10 (100 %)	10 (100 %)	10 (100 %)
	B	2 (20 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Стираемость	A	9 (90 %)	10 (100 %)	10 (100 %)	10 (100 %)
	B	1 (10 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Неоднородность поверхности	A	8 (80 %)	9 (90 %)	10 (100 %)	9 (90 %)
	B	2 (20 %)	1 (10 %)	0 (0 %)	1 (10 %)
Краевая пигментация	A	8 (80 %)	10 (100 %)	10 (100 %)	10 (100 %)
	B	2 (20 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
<b>1 год после реставрации</b>					
Краевая адаптация	A	8 (80 %)	9 (90 %)	9 (90 %)	9 (90 %)
	B	2 (20 %)	1 (10 %)	1 (10 %)	1 (10 %)
Стираемость	A	9 (90 %)	10 (100 %)	10 (100 %)	10 (100 %)
	B	1 (10 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Неоднородность поверхности	A	8 (80 %)	9 (90 %)	10 (100 %)	9 (90 %)
	B	2 (20 %)	1 (10 %)	0 (0 %)	1 (10 %)
Краевая пигментация	A	8 (80 %)	10 (100 %)	10 (100 %)	10 (100 %)
	B	2 (20 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)

Таким образом, очевидно, что прочностные характеристики пломбировочного материала влияют на оценку качества реставрации, а также отдаленные результаты лечения. В частности, клиническая состоятельность микрогибрида уступала наногибридам, продемонстрировавшим сопоставимые значения уровня клинической оценки с незначительным превосходством материала Charisma Classic, что подтверждалось данными экспериментального пломбирования. Что же касается отечественного материала «Реставрин», то по всем клиническим критериям он был аналогичен материалу Filtek Z550 (рис. 7).

Завершающим пунктом сравнительного анализа стало определение экономической выгоды. При сравнении цен в 3 розничных стоматологических магазинах Волгограда нами были выявлены следующие тенденции: отечественный композит «Реставрин» в среднем стоил на 20–22 % дешевле в сравнении с зарубежными материалами. Это объясняется отсутствием таможенного сбора при поставке, меньшим количеством фирм-посредников при закупке, а также отсутствием влияния курса зарубежной валюты при производстве. Также несомненным плюсом является более быстрая доставка «Реставрина» в связи с территориальным фактором.

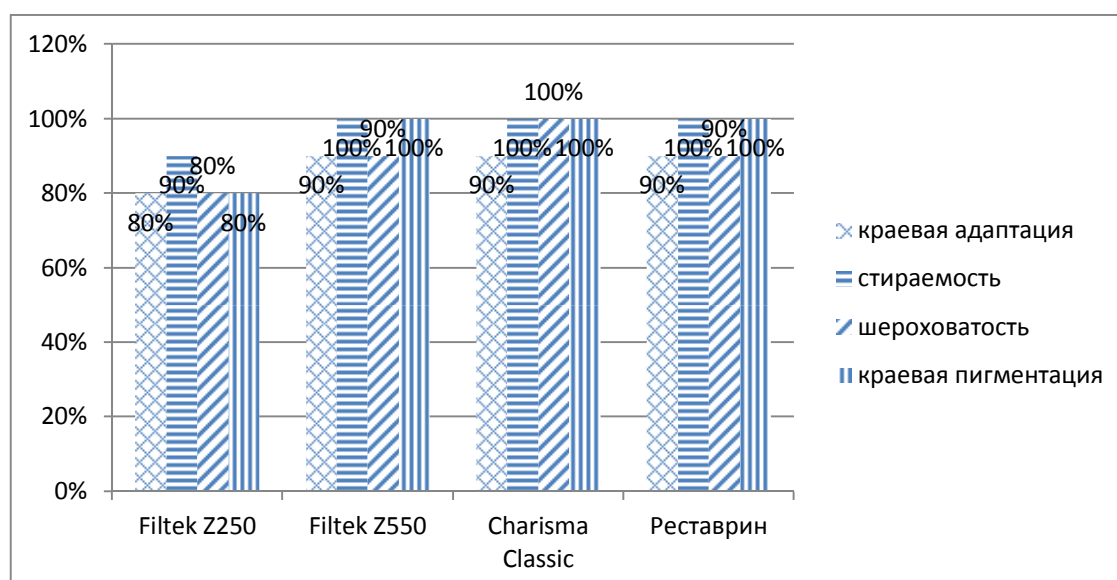


Рис. 7. Доля уровня Альфа (А) при клинической оценке материалов через год после реставрации (по четырем клиническим критериям)

### Выводы:

При пломбировании полостей IV класса микрогибридный композиционный материал Filtek Z250 формирует точечные запредельные нагрузки в твердых тканях зуба, а также уступает нанокомпозитам по эстетическим качествам.

Для реставрации IV класса рекомендуется использовать наногибридные композиционные материалы Filtek Z550, Charisma Classic, Реставрин, которые сочетают в себе высокие прочностные характеристики, способствующие равномерному распределению нагрузки, а также высокие эстетические качества.

Нанокомпозит «Реставрин» экономически более выгоден, чем его аналоги зарубежного производства.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Суммируя все вышесказанное, на основании выводов, сделанных по результатам проведенного сравнительного анализа, отечественный нанокомпозит «Реставрин» по прочностным характеристикам не уступает своим

зарубежным аналогам, однако его преимущество состоит в меньшей стоимости и более удобной доставке. Поэтому он может быть рекомендован врачам-стоматологам терапевтам для широкого клинического применения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ прочностных и напряженно-деформированных характеристик твердых тканей зубов передней группы при применении анкерных штифтов / Д. В. Михальченко [и др.] // Актуальные вопросы стоматологии. – 2017.
2. Гайворонский, И. В. Анатомия зубов человека / И. В. Гайворонский, Т. Б. Петрова. – СПб.: Элби-СПб, 2005.
3. Дмитриенко, С. В. Частная анатомия постоянных зубов / С. В. Дмитриенко, А. И. Краюшкин. – 1998.
4. Колесников, Л. Л. Анатомия зубов: учеб. пособие. 2-е изд-е. / Л. Л. Колесников, А. В. Чукбар. – М.: Медицина XXI: Практическая медицина, 2007.
5. Макеева, И. М. Биомеханика зубов и пломбировочных материалов / И. М. Макеева, В. А. Загорский. – М.: Бинум, 2013.