

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.Н. БУРДЕНКО»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**КАФЕДРА СТОМАТОЛОГИИ ИДПО**

«на правах рукописи»

**КРЮКОВА**

Светлана Николаевна

**«СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАРАМЕТРОВ  
ПРЕПАРИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ДИОКСИДА  
ЦИРКОНИЯ В ПОЛОСТИ РТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ АЛМАЗНЫХ БОРОВ»**

**Научный доклад**

диссертации на соискание степени

кандидата медицинских наук

14.01.14 – стоматология

Научный руководитель:

д.м.н., профессор

Шумилович Богдан Романович

Воронеж - 2021 г.

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра стоматологии ИДПО.

**Научный руководитель:**

**Шумилович Богдан Романович**, доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра стоматологии ИДПО, заведующий кафедрой.

**Официальные рецензенты:**

**Сущенко Андрей Валерьевич**, доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра госпитальной стоматологии, заведующий кафедрой.

**Кунин Вадим Анатольевич**, доктор медицинских наук, профессор; федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра факультетской стоматологии, заведующая кафедрой.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Актуальность темы исследования.**

Среди разных возрастных групп населения России количество лиц с ортопедическими конструкциями составляет от 45% до 80 % (В. В. Боровко, 2011). Одним из самых передовых материалов в настоящее время являются диоксида циркония. Конструкции на его основе чрезвычайно прочные, обладают идеальной биосовместимостью, гипоаллергенностью, высокой эстетичностью и естественностью (Э. В. Ишханян, 2016). Использование диоксида циркония при протезировании частично сохраняет собственные зубы, каркас коронки получается сверхтонким, порядка 0,4 мм, проводится минимальное препарирование опорных зубов при несъемном протезировании.

Несмотря на высокий процент выживаемости цельнокерамических реставраций существует несколько причин, по которым они могут быть удалены: неплотная посадка конструкции, ее расцементировка, необходимость эндодонтического доступа и эстетические нарушения в виде сколов и трещин в результате травмы пациента или нарушении технологии изготовления протеза (Denry I, Kelly Jr 2008). В виду особой прочности синтерированного диоксида циркония это становится довольно не простой задачей (Christensen J 2016).

В клинической стоматологии известен способ препарирования специальными алмазными борами на композитной основе, стандартными борами с гальваническим покрытием и цельно-спечёнными алмазными борами (Д. Г. Михайлов 2011).

Технология изготовления алмазного инструмента и качество применяемых в производстве материалов в значительной степени определяет его технические характеристики и эксплуатационную надежность. Жесткие условия работы алмазного бора в диапазоне высоких скоростей и температур, при значительных ударных нагрузках предъявляют высокие требования к его износостойкости (Фонци Л., 2000; Мищенко К.Г., 2001).

Используемые в настоящее время боры с гальваническим способом фиксации алмазной крошки или изготовленный методом порошковой

металлургии на композитной основе имеют ряд ограничений и недостатков, связанных технологическими особенностями их производства, которые снижают эффективность их применения в клинических условиях (К. Г. Мищенко, 2001; Л. Н. Максимовская, 2006). Препарирование поверхностей таким инструментом может приводить к перегреву и образованию трещин, возникают затруднения при контроле скорости и глубины удаления материала.

Неравномерное распределение абразива на рабочей поверхности инструмента, неоднородность распределения алмазных зерен по высоте, разный размер и форма алмазов, являются одними из основных причин этих недостатков (Т. В. Моторкина, А. Н. Пархоменко, 2010).

Кроме того, ограниченный ресурс применения традиционного абразивного инструмента при обработке керамических материалов из диоксида циркония, не позволяют быстро и эффективно работать им в полости рта без перегрева тканей зуба, что увеличивает риск их травматизации и срок реабилитации пациента, а сама конструкция может получить необратимые повреждения (А. А. Копытов, А. В. Цимбалистов, Р. И. Асадов, 2016; В. И. Шемонаев, Д. В. Михальченко, А. В. Порошин, А. С. Величко, А. В. Жидовинов, 2013). По оценкам ряда исследователей (А.В. Шишкин, 2012) применение алмазных боров на связке «МонАлит» позволяет значительно сократить степень воздействия инструмента на маргинальный пародонт и ткани зуба.

Однако мы не обнаружили научно обоснованных рекомендаций по эффективности применения данных боров при механической обработке керамических конструкций из диоксида циркония, непосредственно в полости рта, что и определило актуальность данного научного исследования.

### **Степень разработанности темы исследования.**

Существует несколько направлений научных исследований, связанных с повышением эффективности препарирования керамических конструкций в стоматологии. Это изучение влияния механической обработки на прочностные свойства керамических конструкций, на структуру ее поверхности, и временные и экономические показатели процесса. Оценка эффективных параметров

препарирования находится в тесной взаимосвязи не только с выбором оптимального размера абразивных частиц и адекватного усилия на инструмент, но и от технологических особенностей его производства, качественного состава алмазных зерен, материала и структуры связки алмазного бора. По этому, для повышения эффективности механической обработки керамических конструкций актуальным является исследование процессов изнашивания алмазных боров и поиск оптимальных параметров препарирования, используя инструмент с наиболее выгодными эксплуатационными характеристиками.

#### **Цель исследования.**

Повышение эффективности механической обработки несъемных ортопедических конструкций из керамики на основе диоксида циркония в полости рта.

#### **Задачи исследования.**

1. Изучить и проанализировать основные клинико-лабораторные и эргономические параметры эффективности препарирования ортопедических конструкций из керамики на основе диоксида циркония стандартными алмазными борами с гальваническим покрытием.
2. Изучить и проанализировать основные клинико-лабораторные и эргономические параметры эффективности препарирования ортопедических конструкций из керамики на основе диоксида циркония специальными алмазными борами на композитной основе.
3. Изучить и проанализировать основные клинико-лабораторные и эргономические параметры эффективности препарирования ортопедических конструкций из керамики на основе диоксида циркония специализированными цельноспеченными алмазными борами.
4. При помощи клинических и лабораторных методов исследования дать сравнительную оценку состояния тканей пародонта при удалении керамических реставраций из диоксида циркония, провести оценку износостойкости и возможности повторного применения указанных видов боров.

5. Разработать и предложить для практического здравоохранения методические рекомендации по применению цельноспеченных алмазных боров для перфорации и разрезания конструкций из диоксида циркония.

#### **Научная новизна исследования.**

Впервые определена клиническая и эргономическая эффективность применения специальной разработки отечественного цельноспеченного алмазного бора при перфорации и разрезании ортопедических конструкций из диоксида циркония непосредственно в полости рта.

Дана сравнительная характеристика эффективности применения алмазных боров изготовленных по различным технологиям при перфорации и разрезании диоксида циркония непосредственно в полости рта.

Разработаны и предложены методические рекомендации, протокол клинического применения цельноспеченного алмазного бора для работы с диоксидом циркония непосредственно в полости рта.

#### **Практическая и теоретическая значимость работы.**

Дана комплексная клинико-лабораторная и эргономическая характеристика эффективности препарирования ортопедических конструкций из керамики на основе диоксида циркония, проведена оценка влияния различного алмазного инструмента в ходе удаления цельнокерамических реставраций на ткани пародонта. Изучены затраты времени и экономическая составляющая процесса препарирования керамических конструкций в полости рта с использованием традиционных гальванических и цельноспеченных алмазных боров. Усовершенствованы и научно обоснованы рекомендации по применению цельноспеченного алмазного инструмента при механической обработке ортопедических конструкций из циркониевой керамики. Определены технические параметры применения цельноспеченных алмазных боров для эффективного препарирования керамических конструкций. Полученные на этапе лабораторных исследований результаты расширяют знания в области абразивной обработки керамики на основе диоксида циркония. Разработанные в ходе исследования

технические устройства могут быть использованы в дальнейших научных работах по изучению данной проблемы.

**Методология и методы диссертационного исследования.** Основной методологии выполненного исследования является последовательное использование методов научного познания. Используются клинические, лабораторные и статистические методы исследования. Для исследования были отобраны 84 человека, обратившихся в клинику по поводу удаления керамических реставраций по различным показаниям. Всего у 84 пациентов была удалена 141 цельнокерамическая одиночная реставрация с использованием исследуемых трех различных видов алмазного ротационного инструмента.

#### **Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

1. Алмазные инструменты на связке «МонАлиТ» обладают наибольшей эффективностью при механической обработке в полости рта ортопедических конструкций из керамики на основе диоксида циркония.

2. Алмазные инструменты на связке «МонАлиТ» в ходе препарирования керамических конструкций из диоксида циркония в полости рта оказывают наименее выраженный травматический эффект на прилегающие ткани пародонта.

3. Неизменность абразивных свойств алмазного ротационного инструмента «МонАлиТ» на протяжении всего срока его полезного использования гарантирует самый высокий ресурс его применения при механической обработке керамических конструкций из диоксида циркония.

#### **Личное участие автора в получении научных результатов.**

Автор принял непосредственное участие на всех этапах настоящего исследования: проведении клинического и лабораторного этапов, статистической обработке полученных данных, апробации результатов исследования и подготовке основных публикаций по выполненной диссертационной работе. Автор принял активное участие в разработке и изготовлении испытательных стендов и образцов.

#### **Степень достоверности результатов исследования.**

Степень достоверности выводов сформулированных в настоящей диссертационной работе определяется достаточным количеством обследованных пациентов (84 человек) с применением современных статистических методов обработки и анализа информации, достаточным объёмом лабораторных (4200) исследований, использование современного исследовательского оборудования и подтверждается результатами статистического анализа полученных результатов. Теоретические основы исследования опираются на научные данные, изложенные в современной отечественной и иностранной литературе.

#### **Апробация результатов исследования.**

Основные положения диссертации представлены на Международном медицинском форуме "Вузовская наука инновации", Первый МГМУ им. Сеченова (Москва 2019). Результаты исследования внедрены в практическую работу автономного учреждения здравоохранения Воронежская областная клиническая стоматологическая поликлиника, а также кафедр стоматологии ИДПО и госпитальной стоматологии ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России.

**Публикации.** По результатам исследования опубликовано 4 печатные работы, из которых 2 – в журналах, входящих в перечень Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 132 страницах текста формата А4, состоит из введения, обзора литературы, главы материал и методы исследований, главы собственные исследования, обсуждения результатов исследований, выводов, практических рекомендаций и указателя литературы. Основной текст диссертации иллюстрирован 17 таблицами и 32 рисунками.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

#### **Материал и методы исследования.**

Для получения исходных данных использован контингент из 84 человек. В общей сложности у 84 обследованных пациентов было препарировано и удалено по различным медицинским показаниям 141 керамическая реставрация из диоксида циркония.



Удаление коронок выполнялось с использованием трех видов алмазных боров с различным способом фиксации абразива на рабочей поверхности инструмента. Все пациенты были разделены на три группы по 28 человек. В первой группе удаление реставраций осуществлялось гальваническими борами, во второй группе удаление коронок проводилось специальными композитными и многослойными алмазными борами, в третьей группе для удаления коронок применялись специальные цельноспеченные алмазные боры, изготовленные методом диффузионной сварки алмазных зерен в вакууме по технологии «МонАлиТ». Удаление керамических конструкций в полости рта проводилось с использованием турбинного наконечника, скорость вращения инструмента 300 000 об./мин, расход охлаждающей жидкости 50-70 мл/мин (70% - воздух, 30% - вода), режим подачи охлаждения - 5 точечный спрей. Мощность наконечника 22 Вт. В первой группе пациентов использовались боры NTI 806.314.001.544.018, 806.314.141.534.016, РосБел 806.314.041.534.040. Во второй группе Diatech 806.314.001.534.018, 806.314.141.534.016, Straess & CO 806.314.041.534.040. В третьей группе применялись инструменты «МонАлиТ» 807.314.001.534.018, 807.314.141.534.016, 806.314.041.534.040.

Папиллярно-маргинально-альвеолярный индекс (РМА) определялся для характеристики интенсивности воздействия инструмента на состояние десны в процессе удаления керамических реставраций.

Для оптимизации протокола препарирования несъемных ортопедических конструкций нами проводился хронометраж каждой операции в порядке их выполнения непрерывным методом. Параллельно проводили учет израсходованного инструмента в каждой группе пациентов.

Сравнительный анализ эффективности применения различных видов алмазного инструмента для препарирования керамики из диоксида циркония проводили путем измерения расстояния, которое проходит инструмент за время резки стандартного керамического блока за равные промежутки времени. Измеренное расстояние фиксировалось отдельно для гальванических инструментов, боров на композитной основе и цельноспеченных алмазных боров

«МонАлиТ». Наконечник воздушной турбины был неподвижно зафиксирован. Керамический блок, закрепленный на платформе, перемещался в направлении инструмента при помощи гири определенного веса, которая через блок была связана с платформой. В ходе эксперимента бор совершал в керамическом блоке рез глубиной 1 мм за одну минуту. Пройденное расстояние бором фиксировалось цифровым измерительным инструментом с точностью до 0,01 мм. Привод вращения боров - турбинный наконечник, частота вращения 300 000 об./мин, расход охлаждающей жидкости 50-70 мл/мин (70% - воздух, 30% - вода), режим подачи охлаждения - 5 точечный спрей. Мощность наконечника 22 Вт, прилагаемое усилие на инструмент 2Н (200г). В ходе эксперимента использовалось по 30 боров каждого вида. В каждой группе исследования инструмент был повторно использован до 10 раз (в зависимости от его износостойкости) по одной минуте.

Для оценки различий в глубине реза проводили межгрупповое сравнение для каждого вида инструмента в зависимости от кратности его применения как среди самих инструментов, так и по периодам его применения в каждом. В исследовании была проведена оценка изменения режущих свойств 6 шаровидных и 4 цилиндрических алмазных боров для турбинного наконечника, трех видов алмазных боров цилиндрической формы для прямого наконечника, и 3 алмазных инструментов в форме колеса для разрезания коронок.

Изучение морфологических особенностей изменения структуры поверхности рабочей части ротационного алмазного инструмента в процессе препарирования стандартных керамических блоков из диоксида циркония проводилось с использованием сканирующего растрового электронного микроскопа.

### **Результаты исследований и их обсуждение.**

Для оценки временных затрат при удалении керамических реставраций во всех трех группах используемого инструмента проводился хронометраж всех операций. Учитывалось время, необходимое для замены изношенного инструмента. На рисунке 1 представлен сравнительный анализ затрат рабочего

времени врача в ходе удаления керамических реставраций различным инструментом. По усредненной оценке при удалении одиночных коронок замену изношенного гальванического инструмента приходилось осуществлять до 5 раз из расчета на одну коронку. Многослойные и композитные инструменты могли быть использованы для удаления нескольких реставраций, в среднем не более двух. Цельноспеченные инструменты продемонстрировали наилучшие показатели износостойкости, в среднем до 20 одиночных коронок.

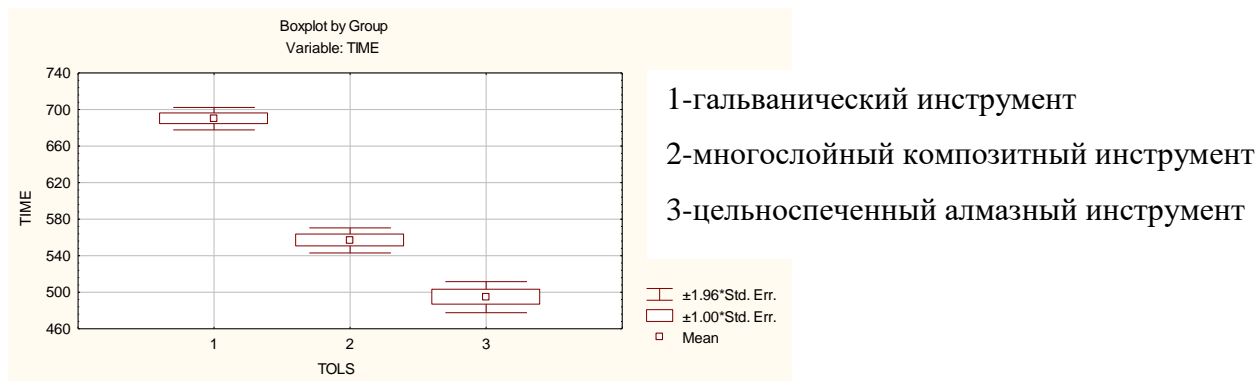


Рисунок 1. Хронометраж затрат рабочего времени при удалении керамических реставраций из диоксида циркония в полости рта. Kruskal-Wallis

Сравнительный анализ хронометража позволяет утверждать, что удаление керамических реставраций цельноспеченными алмазными инструментами происходит на 28% быстрее чем гальваническими (в 1,3 раза,  $p < 0.05$ ), и на 11% быстрее чем многослойными и композитными (в 1,2 раза  $p < 0.05$ ).

Распределение количества и стоимости израсходованного инструмента в ходе исследования представлено на рисунке 2(а) и 2(б), соответственно.

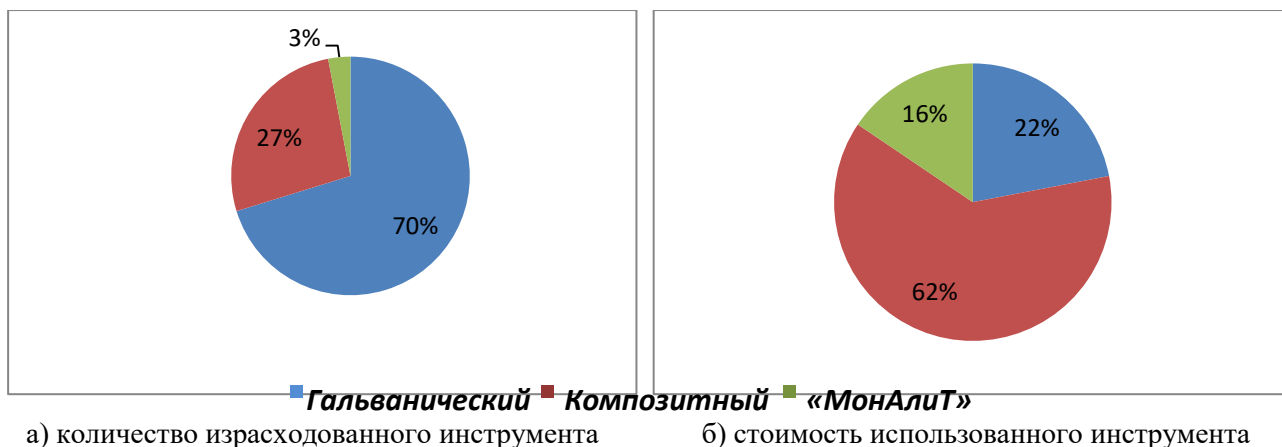


Рисунок 2. Количество и стоимость израсходованного инструмента.

Оценивая ресурс цельноспеченного инструмента «МонАлиТ» можно утверждать, что при удалении ортопедических конструкций в полости рта он превосходит гальванический более чем в 20 раз, а многослойный и композитный в 8 раз.

Степень влияния вида ротационного инструмента на состояние краевого пародонта при удалении керамических реставраций в полости рта мы проводили при помощи папиллярно-маргинально-альвеолярного индекса (РМА). У всех пациентов во всех группах определялся индекс РМА до и после удаления коронок, затем проводилось межгрупповое сравнение значения индекса.

Полученные результаты представлены на рисунке 3. Из анализа представленных показателей следует, что наибольшее статистически значимое ( $p < 0.05$ ) воздействие на маргинальный пародонт оказывает применение гальванического инструмента. Оценка индекса в группе цельноспеченного алмазного инструмента имела статистически достоверное ( $p < 0.05$ ) наименьшее значение. Применение многослойного и композитного алмазного инструмента вызывало также, как и в группе цельноспеченного инструмента незначительное изменение индекса РМА, тем не менее, различие в оценке индекса получились статистически значимыми ( $p < 0.05$ ).

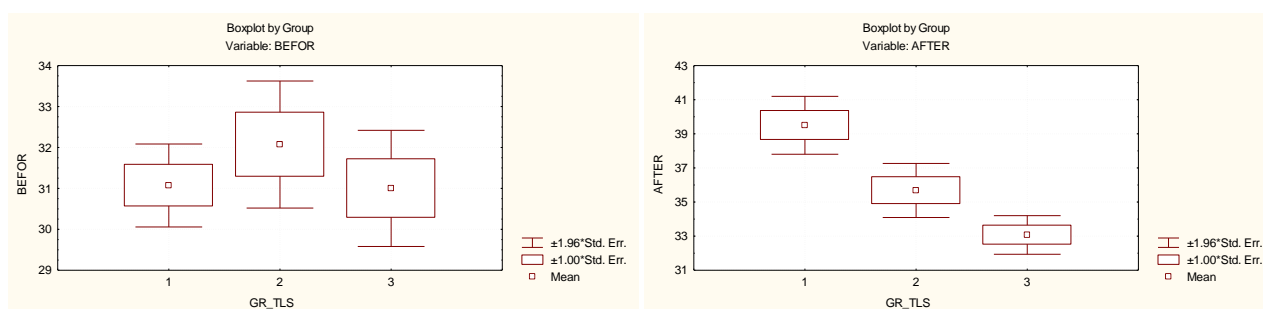


Рисунок 3. Межгрупповой сравнительный анализ пациентов по показателям индекса РМА. Kruskal-Wallis ANOVA and Median test (1-однослойный гальванический инструмент, 2-многослойные и композитные алмазные инструменты, 3-цельноспеченный алмазный инструмент).

Таким образом, цельноспеченный алмазный инструмент оказывает на маргинальный пародонт наименее выраженное травмирующее воздействие, даже при многократном повторном его применении, что однозначно повышает

качество лечения, удовлетворенность пациента и сокращает время реабилитационных процедур.

Сравнительный анализ эффективности применения ротационного инструмента с различным способом фиксации алмазного абразива на его рабочей поверхности показал, что в течение первого периода применения все боры обладали наибольшей режущей способностью (рисунок 4).

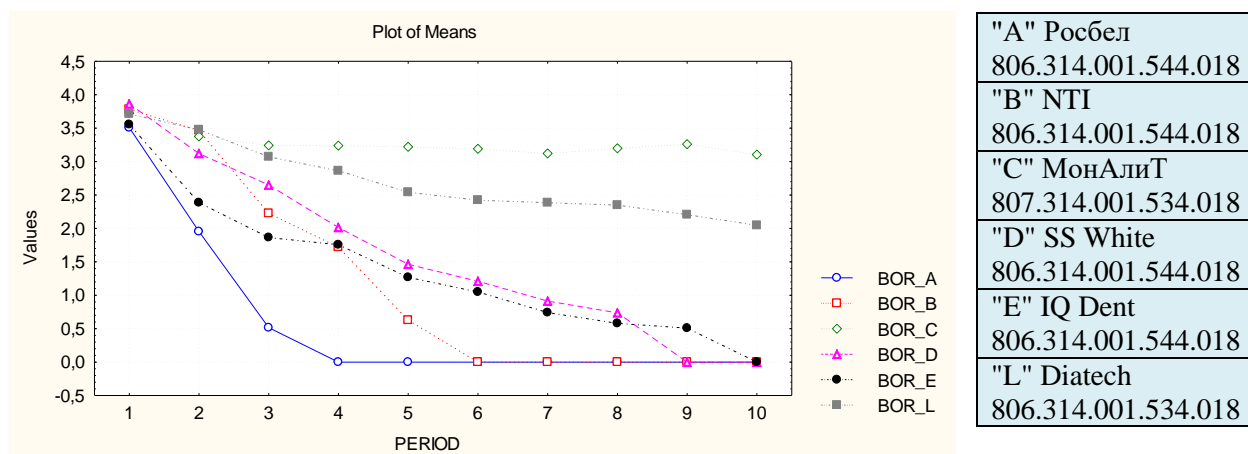
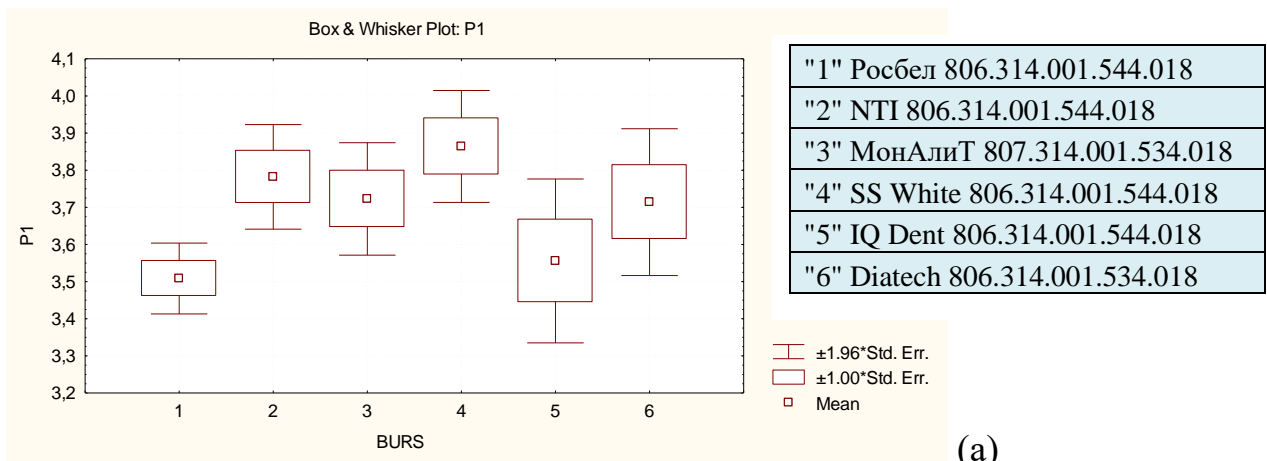
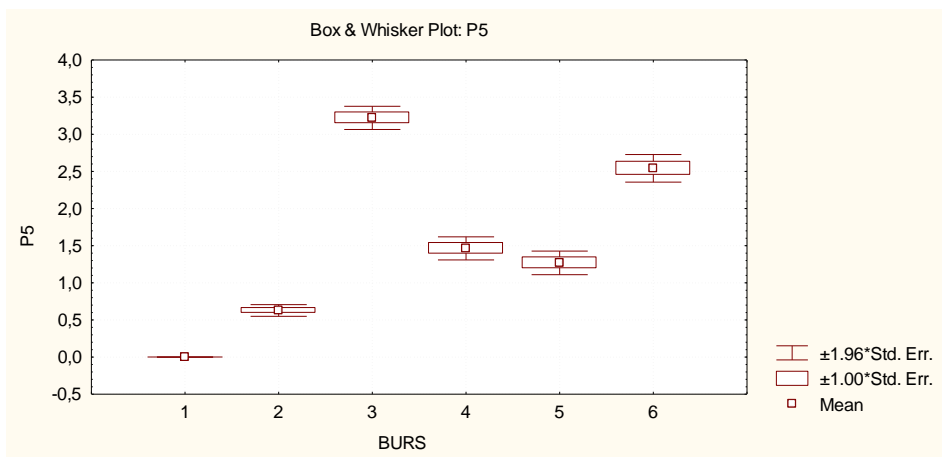


Рисунок 4. Сравнительный анализ глубины реза от кратности применения ротационного инструмента (для 6 видов боров шаровидной формы).

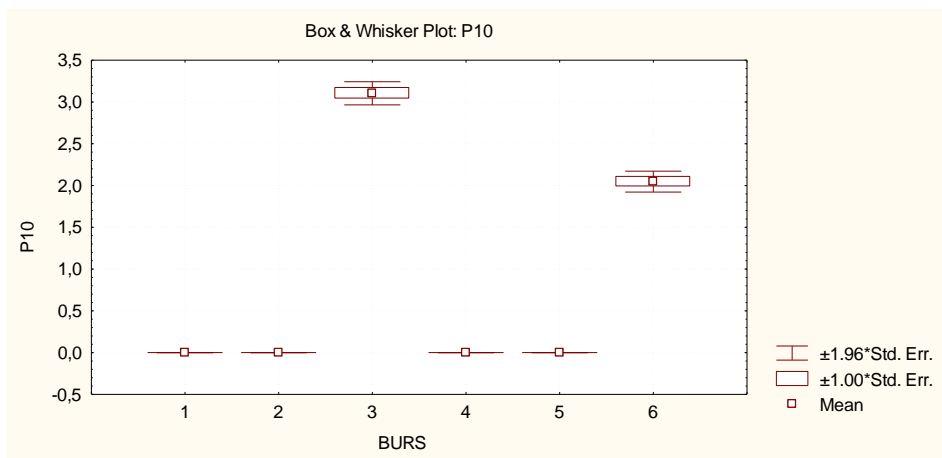
Но с увеличением времени использования инструмента происходило снижение эффективности резки материала, причем в зависимости от способа закрепления алмазного зерна, процесс изменения его режущих свойств происходил с разной интенсивностью. Однослойные гальванические инструменты эффективно резали керамические блоки из диоксида циркония только в течение первых двух минут. Дальнейшее применение алмазных боров данного вида приводило к резкому прекращению их работы. На рисунке 5 представлены сравнительные оценки величины реза при первом (а), пятом (б) и десятом (в) применении алмазных боров шаровидной формы. По данным дисперсионного анализа обнаружены различия в величине реза в зависимости от вида применяемого инструмента. Апостериорный анализ с использованием критерий достоверности значимой разницы (критерий Тьюки) показал что при первом применении достоверные и статистически значимые различия ( $p < 0.05$ ) в величине реза с остальными были у бора «А» и «Е». Но дальнейшее использование боров выявили статистически значимые различия в величине реза



(a)



(б)



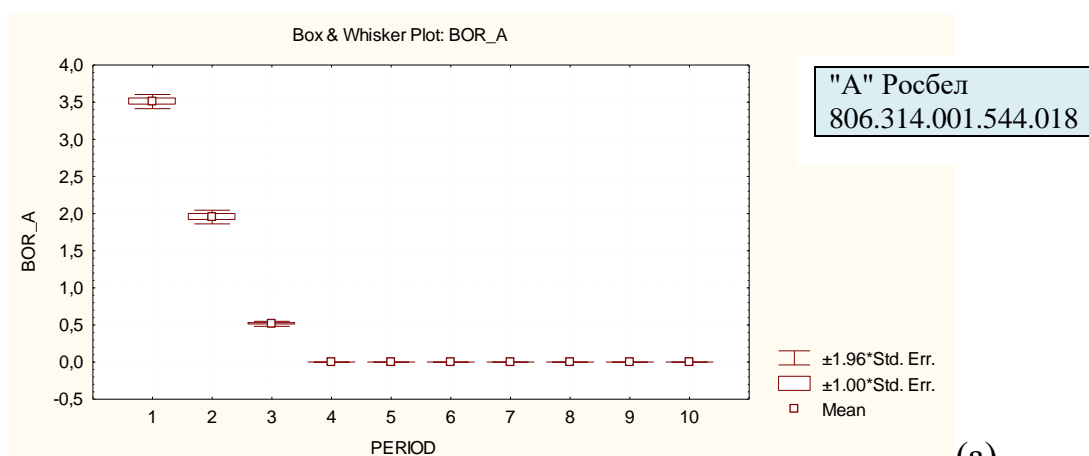
(в)

Рисунок 5. Зависимость величины реза от вида инструмента.

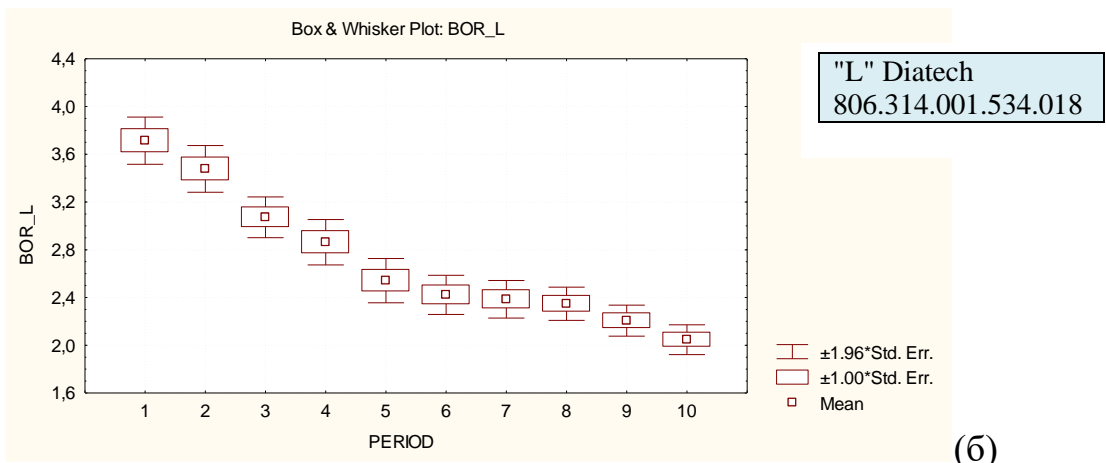
не зависимо от периода применения. В ходе десятого применения боры «МонАлиТ» показали самые высокие показатели. Сравнивая изменение величины реза внутри каждого вида инструмента, зависящее только от кратности его применения получены различные оценки интенсивности изменения их режущих свойств. Наиболее резкое изменение производительности обнаружено у инструментов с гальваническим методом фиксации алмазного порошка.

Достоверные различия в величине реза обнаруживались во всех периодах применения. Многослойный и композитный алмазный инструмент имеет значительно менее выраженную зависимость производительности от кратности применения (угол наклона кривой производительности к оси значений кратности применения рис. 4). Тем не менее есть статистически значимая разница в величинах реза ( $p < 0.05$ ) в интервале с первого по пятый рез. В дальнейшем работоспособность алмазных боров сохраняется, хотя и с меньшей эффективностью.

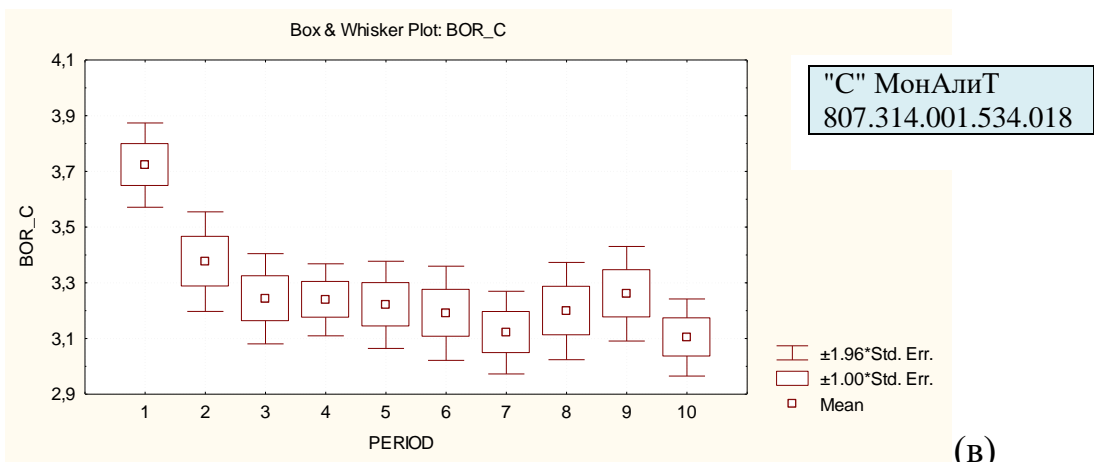
На рисунке 6 показан различный характер изменения производительности алмазного инструмента каждого вида. Значение величины реза в группе цельноспеченных алмазных боров в первом, втором и третьем периоде использования имеют достоверные статистически значимые различия ( $p < 0.05$ ). При дальнейшем использовании различия в оценке величины реза есть, но проверка достоверности значимой разницы не выявила (критерий Тьюки,  $p < 0.05$ ) вплоть до десятого применения. Сравнительный анализ производительности алмазных боров в зависимости от кратности его применения позволяет утверждать, что цельноспеченные алмазные инструменты на связке «МонАлиТ» обладают самой слабой зависимостью режущих свойств от кратности применения (в пределах эффективного использования). Кривая зависимости величины реза от кратности применения почти параллельна оси значений кратности применения, а изменение значений величины реза находятся в пределах статистической погрешности.



(a)



(б)



(в)

Рисунок 6. Зависимость изменения величины реза от кратности применения а – гальванические боры, б – многослойные и композитные боры, в – «МонАлиТ».

Это позволяет сделать вывод о значительно большей стабильности режущих свойств и износостойкости алмазного инструмента «МонАлиТ».

Аналогичные результаты были получены и в группе инструментов цилиндрической формы для турбинного наконечника (рисунок 7) и группе

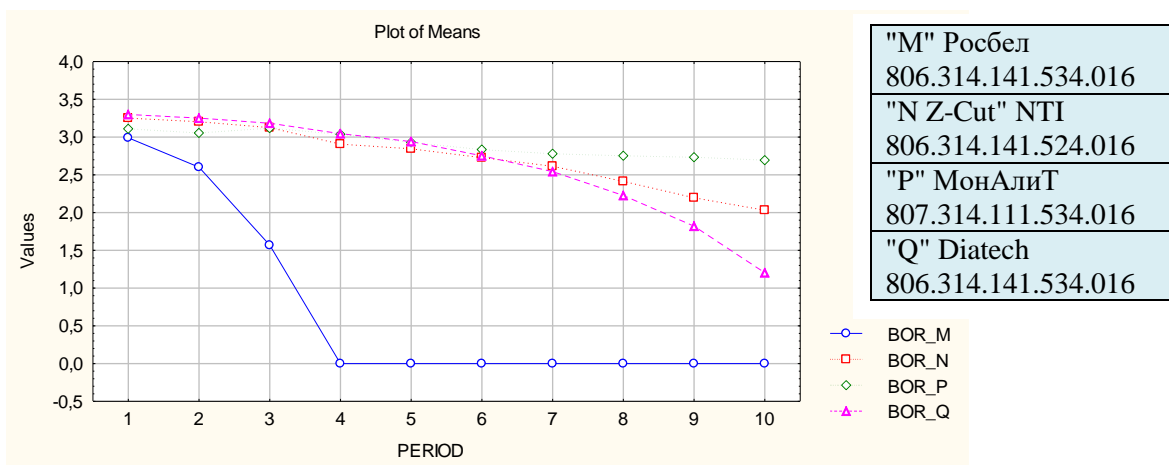


Рисунок 7. Сравнительный анализ величины реза различных цилиндрических боров в зависимости от кратности применения.



инструментов для прямого наконечника (рисунок 8). Следует отметить, что все инструменты в группе цилиндрических боров обладали достаточной износостойкостью. Статистически значимые различия ( $p < 0.05$ ) в величине реза обнаруживались только после седьмого применения.

В группе исследования цилиндрических инструментов с применением прямого наконечника с электромеханическим приводом использовался инструмент большего диаметра. В этой группе особый интерес представляет оценка износостойкости инструмента изготовленная методом порошковой металлургии (бор «S») в сравнении с инструментом на связке «МонАлиТ». Интервал применения был увеличен до 3 минут, усилие на инструмент увеличено до 300 г (3Н), частота вращения бора 20 000 об/мин.

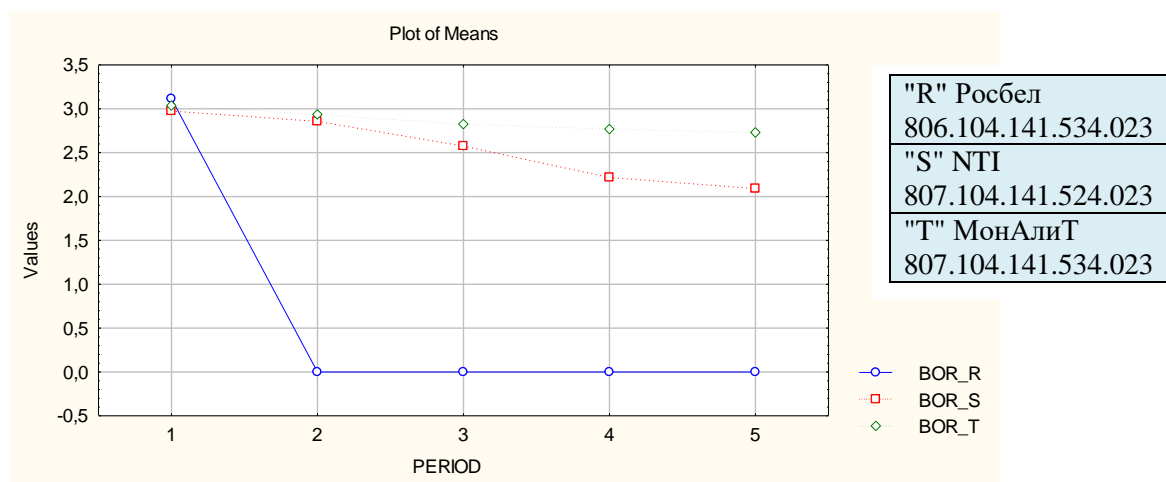


Рисунок 8. Сравнительный анализ величины реза различных боров от кратности применения с использованием прямого наконечника.

Гальванический алмазный инструмент после трех минут работы в агрессивном режиме с повышенной нагрузкой оказывается не пригодным для дальнейшего использования (бор «R»). Напротив инструменты на композитной основе и цельноспеченные инструменты (боры «S» и «T» соответственно) на протяжении первых трех периодов показали сходные результаты. Но дальнейшее применение инструмента позволило определить значимые ( $p < 0.05$ ) различия в оценке величины реза. Опыт наглядно показал, что инструмент большего диаметра труднее разрезает керамические конструкции из диоксида циркония, и

для работы с ортопедическими конструкциями прямым наконечником необходимо большее усилие на инструмент.

Наибольшей производительностью при разрезании керамики на основе диоксида циркония обладали инструменты в форме колеса (номер по ИСО 041,042). Нами проведено исследование гальванических, композитных и цельноспеченных колесовидных боров с типом хвостовика FG для турбинного наконечника. Сравнительный анализ проводился с усилием на инструмент 100 г (1Н). За одну минуту инструмент совершал рез керамического блока длиной 15 мм на глубину 1 мм. На рисунке 9 представлены результаты исследования.

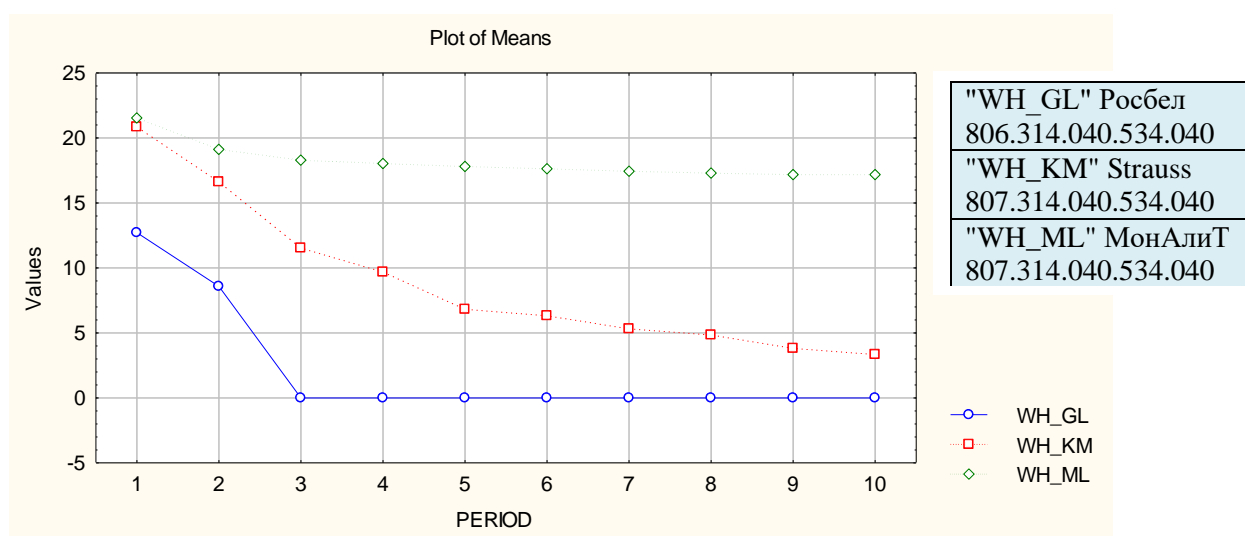
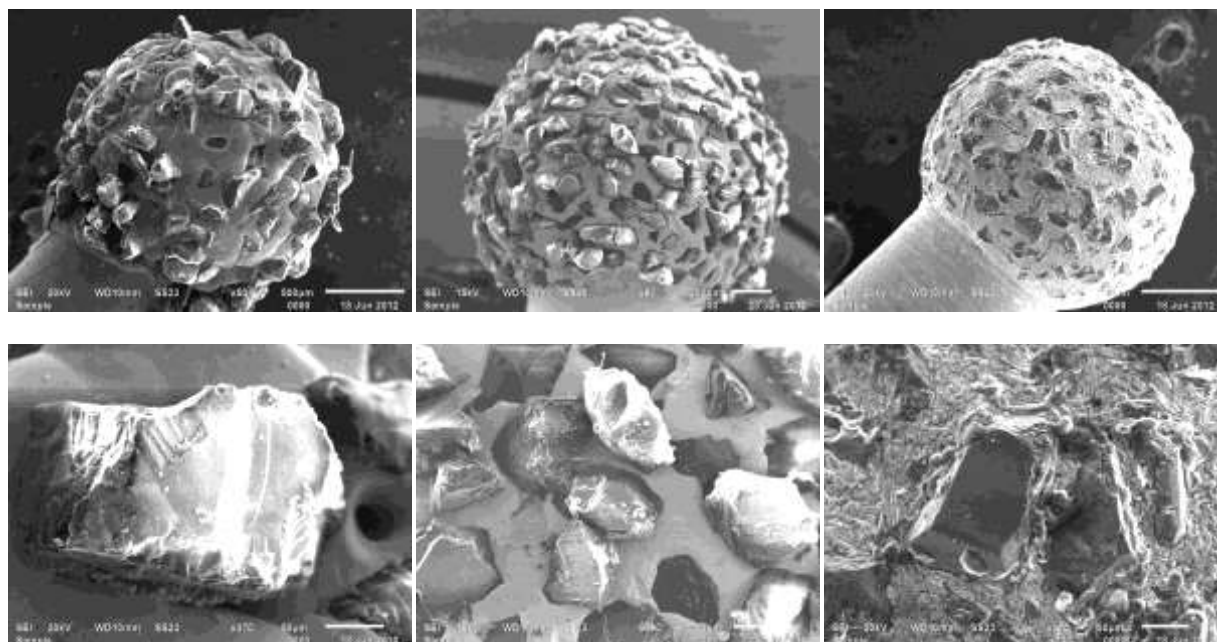


Рисунок 9. Сравнительный анализ величины реза инструментами колесовидной формы от кратности применения.

Из анализа величины реза видно, что обычный гальванический инструмент не пригоден для дальнейшего использования после 2 минут препарирования керамики из диоксида циркония. Инструменты на композитной основе могут эффективно резать диоксид циркония в течение 6-7 минут, а за тем производительность инструмента начинает плавно снижаться. Инструменты на связке «МонАлиТ» в течении длительного времени сохраняет свои режущие свойства. Достоверных и статистических изменений в производительности реза у данного инструмента в периодах применения с 3 по 10 обнаружено не было ( $p < 0.05$ ).

Таким образом входе лабораторных исследований было установлено, что алмазный инструмент на связке «МонАлиТ» обладает наибольшей величиной реза керамических блоков (суммарно за все 10 периодов его использования), так как дольше всех сохраняет свои режущие свойства за счет меньшей интенсивности износа.

Изучение морфологических особенностей структуры поверхности рабочей части алмазного инструмента, проводилось с использованием сканирующего растрового электронного микроскопа. На рисунке 10 показаны 3 вида новых алмазных инструментов (а – гальванические; б – многослойные; в – на связке «МонАлиТ»).



а)

б)

в)

Рисунок 10. Алмазный ротационный инструмент до применения.

Представленные на рисунке 10 инструменты имеют различия в рельефе поверхности, шероховатости и пористости связки, форме и концентрации алмазных зерен. Обычный гальванический инструмент характеризуется наименьшей концентрацией алмазных зерен. У многослойного инструмента выражен нижний слой, глубоко зарощенных в связку алмазов, используются натуральные алмазы. Цельноспеченные инструменты отличаются более глубокой заделкой абразива в связку, сама связка имеет более высокую шероховатость,

используется синтетический абразив. Первое использование гальванического инструмента в течении 1 минуты показало его слабые стороны. Наблюдается частичная потеря зерен алмаза, не вырванные зерна имеют значительный фрагментационный износ. На связке есть следы абразивного воздействия частицами удаляемого диоксида циркония. Специальный многослойный алмазный инструмент не имеет ярко выраженных признаков фрагментационного или абразивного износа. Потеряно несколько зерен, структура связки не нарушена, грани алмаза острые. Цельноспеченный инструмент не имеет видимых признаков воздействия со стороны обрабатываемого материала, состоянии связки и зерен отличное, связка, как бы обволакивает алмазные зерна, выставляя только незначительную их часть для работы.

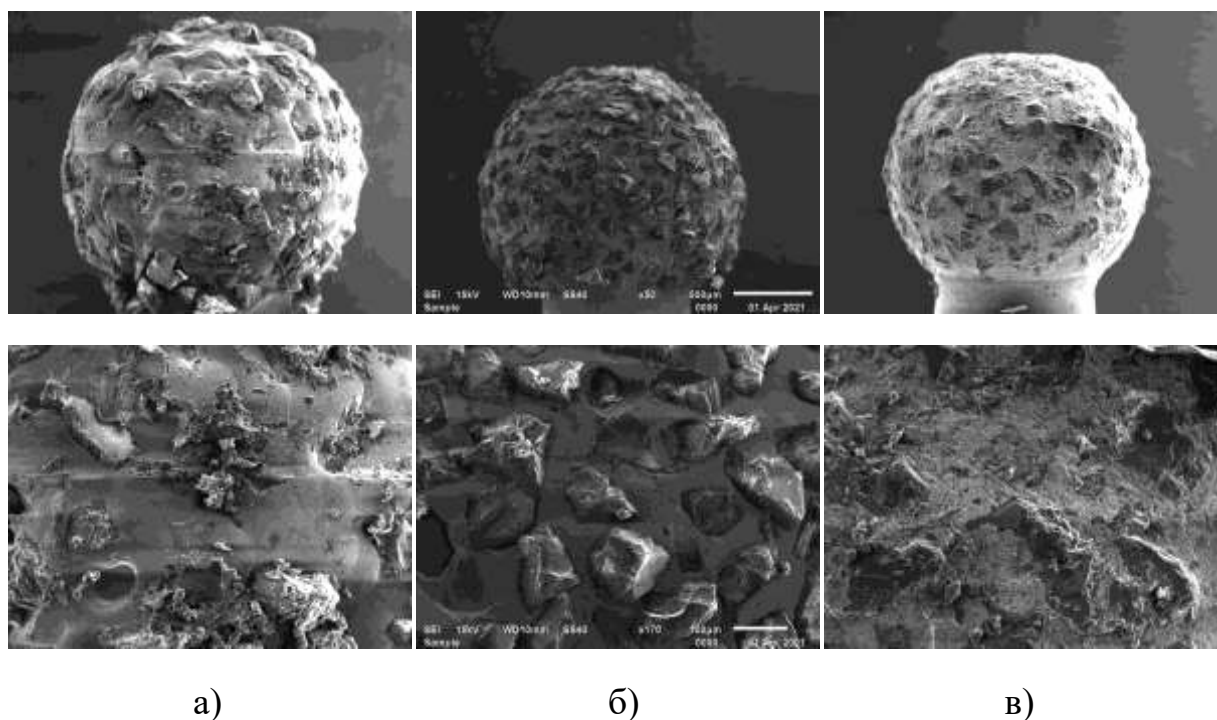
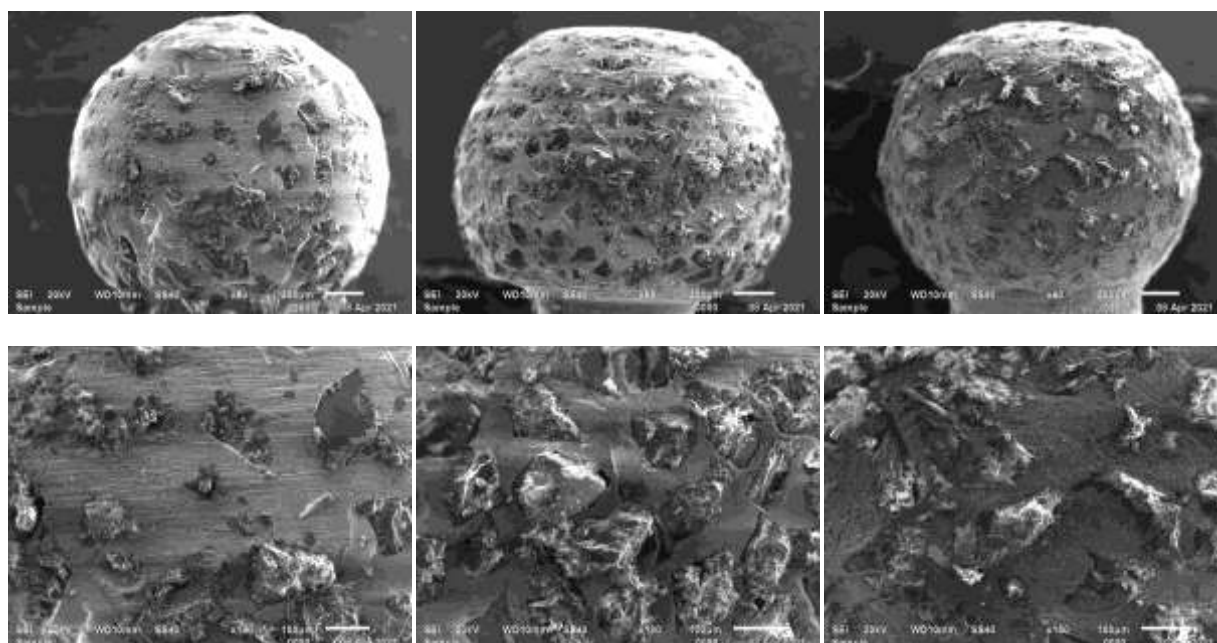


Рисунок 11. Состояние алмазного инструмента после резки керамического блока в течение 1 минуты (а – гальванический, б – многослойный, в - цельноспеченный).

Состояние абразивного инструмента на последних этапах сравнительного анализа эффективности препарирования керамических конструкций из диоксида циркония представлено на рисунке 12. Гальванический инструмент при обработке диоксида циркония в течение 3 минут полностью утратил режущие свойства. Незначительные остатки зерен полностью разрушены. Связка инструмента сильно

повреждена, дальнейшее использование инструмента невозможно. Многослойный композитный инструмент обладал большим ресурсом. После резки диоксида циркония в течение 5 минут его можно было применять с более низкой эффективностью. Связка инструмента подвержена абразивному износу в меньшей степени, но алмазные зерна практически стертые и имеют значительный фрагментационный износ. Рельеф поверхности бора гладкий, в местах заделки алмазов в связку образовались карманы и трещины, что в дальнейшем приведет к потере абразива и резкому падению производительности. Цельноспеченный инструмент на связке «МонАлиТ» при резке керамики из диоксида циркония в течение 10 минут в морфологическом плане не претерпел значительных изменений. Алмазные зерна имеют шероховатость, не притуплены, не закруглены. Отчетливо визуализируются ребра и грани. Связка имеет сбалансированный износ, зерна алмаза выставлены наружу и имеют большую площадь зацепления. Инструмент на связке «МонАлиТ» после 10 минутной резки диоксида циркония может использоваться в дальнейшем.



а)

б)

в)

Рисунок 12. Состояние алмазного инструмента на завершающем этапе сравнительного анализа. (а – гальванический инструмент 3 минуты обработки; б - специальный многослойный инструмент 5 минут обработки; в - инструмент на связке «МонАлиТ» 10 минут обработки).

## ВЫВОДЫ

1. Цельноспеченные алмазные боры обладают самым высоким ресурсом среди инструментов, известных для препарирования ортопедических конструкций из керамики на основе диоксида циркония. Равномерный износ алмазного бора на связке «монолит» позволяет препарировать керамические конструкции из диоксида циркония в полости рта с постоянно неизменным усилием, что улучшает координацию движений руки врача и точность выполняемых манипуляций. Многократное применение цельноспеченных алмазных боров не приводит к значимому ухудшению эффективности препарирования керамических конструкций, отсутствует необходимость частой замены инструмента при выполнении длительных этапов при удалении керамических реставраций.

2. Алмазные боры на композитной основе, специальные многослойные алмазные боры и боры с модифицированной связкой для работы с диоксидом циркония, несмотря на заложенные в них при производстве конструктивные особенности, направленные на увеличение эффективности резки, все равно имеют весьма ограниченный ресурс применения. Постепенное снижение режущей способности инструментов данного вида приводит к увеличению прикладываемых усилий на инструмент со стороны врача, что может привести к травме или перегреву твердых тканей. Неконтролируемое усилие на инструмент приводит к износу роторной группы наконечника и преждевременному выходу его из строя. Инструменты данного вида, в целом, пригодны для выполнения ограниченного объема работ, тем не менее, необходим его достаточный запас для замены изношенного.

3. Алмазные боры с гальваническим методом фиксации абразива при работе с диоксидом циркония имеют однократный ресурс применения и не рекомендуются к использованию при трепанации или перфорирования керамических конструкций в полости рта. Износ боров данного вида имеет довольно резкий катастрофический, непредсказуемый характер. На этапе близком к завершению своего жизненного цикла может произойти резкое падение производительности вследствие разрушения связки и потери алмазов, что

приведет к неконтролируемому росту температуры в зоне резки. Однако инструменты данного вида в течение первой минуты применения обладают достаточной режущей способностью.

4. Удаление реставраций из керамики на основе диоксида циркония ротационным алмазным инструментом приводит в той или иной степени к травматизации краевого пародонта, но при использовании цельноспеченных алмазных боров на связке «МонАлиТ» это отрицательное воздействие носит наименее выразительный характер.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. При необходимости удаления керамической реставрации из диоксида циркония в полости рта могут применяться цельноспеченные алмазные боры «МонАлиТ» для турбинного наконечника с фракцией алмазного порошка 160/200 мкм (маркировка завода изготовителя два зеленых кольца) дисперсность алмазного порошка по ISO 534 мкм.

2. Эффективное удаление керамических конструкций в полости рта проводят с использованием турбинного наконечника, максимальное давление на инструмент не более 200 г (2Н), режим работы прерывистый, легкими прикосновениями к обрабатываемой поверхности. Такой режим препарирования минимизирует риск получения травмы пациента, перегрева твердых тканей зуба и является оптимальным.

3. Обязательное применение адекватного водяного охлаждения с расходом воды не менее 50 мл/мин. Способствует удалению измельченного материала из зоны резки, не допускает перегрева тканей. Применение водяного охлаждения упрощает процесс резки керамики.

4. Для восстановления режущих свойств инструмента при его засорении продуктами резки (засаливании) проводят правку инструмента с использованием специального бруска «МонАлиТ» для чистки спеченного алмаза (каучук с абразивным зерном из карбида кремния). Возможно применение пескоструйной машины (песок зернистостью 110 мкм).

5. Основные формы ротационного инструмента для препарирования ортопедических конструкций из диоксида циркония по ISO: в преддесневой области - шар 001, обратный конус 010, 014; вестибулярная, окклюзионная поверхность - цилиндр с полусферическим концом 139,140, 141, 142, конус куполообразный (полусферический конец) 197,198,199, колесо 041, 042.

6. При использовании инструмента в форме колеса (по ИСО 041, 042) препарирование необходимо осуществлять с усилием не более 100г (1Н), так как излишнее усилие на инструмент может привести к его поломке и травме пациента.

### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:**

- 1. Шумилович Б. Р., Воробьева Ю. Б., Ростовцев В. В., Крюкова С. Н., Малыхин Д. В., Ахтанин А. А. Клинический опыт экспресс-реставрации керамики в полости рта. Саратовский научно-медицинский журнал 2019; 15 (3):623–626.**
2. Лабораторные показатели эффективности боров Z-rex diatech (Coltene) при необходимости препарирования конструкций из диоксида циркония непосредственно в полости рта / Б.Р. Шумилович, С.Н. Крюкова, Е.С. Станиславчук, А.В. Санеев // Dental Market – 2019. – №3. – С. 31-37.
- 3. Comparative Evaluation of The Shaping Ability of The Three Nickel-Titanium Rotary Instruments Using Cone-Beam Computed Tomography. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – January-february 9 (1). – P. 708-715. WOS**
- 4. Возможность клинического использования несъемных ортопедических конструкций из синтерированного диоксида циркония после их обработки различными видами алмазного инструмента (исследование *in vitro*) / Б.Р. Шумилович, В.В. Ростовцев, С.Н. Крюкова, Е.С. Станиславчук, А.М.Фонштейн // вестник новых медицинских технологий. Электронное издание – 2021 – №2. DOI: 10.24412/2075-4094-2021-2-1-4.**