

И.В. Овчинников,  
ассистент кафедры стоматологии общей  
практики медицинского института

Белгородский государственный  
университет

## Сравнительная оценка эффективности клинического применения стандартных и гибридных алмазных боров

**Резюме.** Препарирование зубов характеризуется сложной совокупностью контактных процессов. С увеличением наработки бора изменяется его рабочая поверхность. В процессе нагружения бора вырываются наиболее выступающие над связкой алмазные зерна, нарушается геометрия глубоко усаженных зерен за счет крошения острых вершин и кромок с образованием фасеток истирания и граней. Повышение контактной температуры ухудшает эксплуатационные характеристики связки, что в свою очередь интенсифицирует вырывание и истирание алмазных зерен. Эти взаимовлияющие процессы называются износом бора, сопровождающимся переходом от резания твердых тканей зубов к их шлифованию. Снижение режущей способности алмазных зерен обуславливает более интенсивный рост температуры в зоне контакта и повышение вероятности грубых изменений в твердых тканях и пульпе зубов. В статье приведены результаты сравнительной оценки клинического применения стандартных боров зернистостью 160–125 и 220–160 мкм и гибридных боров зернистостью 160–125/63–50 и 220–160/63–50 мкм, разработанных и произведенных на базе опытно-экспериментального завода «ВладМиВа».

**Ключевые слова:** износ боров, стерилизация боров, препарирование зубов, гибридные боры, «ВладМиВа»

**Summary.** Preparation of teeth is characterized by a complex set of contact processes. With the increase of boron operating time the morphology of its working surface changes. During the loading of boron, the most protruding diamond grains above the bunch break out. The geometry of deeply seated grains is disturbed by crumbling sharp vertices and edges with the formation of abrasion facets and faces. The increase in contact temperature worsens the performance of the ligament, which in turn intensifies the tearing and abrasion of diamond grains. These mutually influencing processes are called boron wear, accompanied by a transition from cutting hard tissues of teeth to their grinding. The decrease in the cutting capacity of diamond grains causes a more intense increase in temperature in the contact zone and an increase in the probability of rough changes in hard tissues and pulp of teeth. The article presents the results of a comparative assessment of the clinical wear of standard hog grain 160–125 and 220–160  $\mu\text{m}$  and hybrid hog grain 160–125/63–50 and 220–160/63–50  $\mu\text{m}$  developed and produced on the basis of Pilot plant “VladMiVa”.

**Key words:** wear, burs, burs, teeth preparation, hybrid forests, “VladMiVa”

Вне зависимости от подхода к подготовке культи зуба и типоразмера применяемого бора, препарирование сопровождается значимыми морфологическими изменениями в точках контакта зуба и бора [2]. Выраженность происходящих изменений зависит от величины прикладываемой нагрузки и определяется повышением силы трения и температуры в контактной области. При этом снижаются упругопластические характеристики связки алмазных боров, что обуславливает ее интенсивный износ и возможность вырывания алмазных зерен. Параллельно происходит деформация режущих кромок алмазных зерен, приводящая к снижению производительности боров [1]. Необходимость увеличения износостойкости отечественных алмазных боров на фоне динамично увеличивающегося спроса, сложившегося соответственно конъюнктуре мировых рынков, объясняет повышение научного и коммерческого интереса к совершенствованию их технологических и эксплуатационных характеристик [3, 4].

При нагружении боров дефекты структуры связки образуются в области сопряжения связки с алмазными зернами. Эта закономерность снижает прочность связки и сокращает срок службы инструмента [6].

Математическая модель теплопереноса продемонстрировала, что в процессе нагружения системы «алмазное зерно – переходный слой – связка» наибольшие температурные напряжения локализуются на поверхностях алмазного зерна. Эти напряжения увеличиваются, достигая максимальных значений по мере приближения к области сопряжения, выступающей и защемленной частей алмазного зерна [7].

Основываясь на приведенных цитатах и планируя повышение износостойкости боров, были сделаны следующие предположения. Введение в связку между стандартными зернами 160–125 и 220–160 мкм мелкого порошка зернистостью 63–50 мкм повышает изотропию связки. При этом равномерное повышение температуры создает условия для упругих деформаций связки, которые обуславливают возможность погружения зерен в связку и предотвращают их вырывание и выкрашиваемость. Также снижению деформации связки в области стандартных зерен способствует возможность демпфирования разнонаправленных механических мелкими зернами. Приоритет АО «ВладМиВа» в изучении модификации связки боров грубой и сверхгрубой зернистости алмазным порошком зернистостью 63–50 мкм

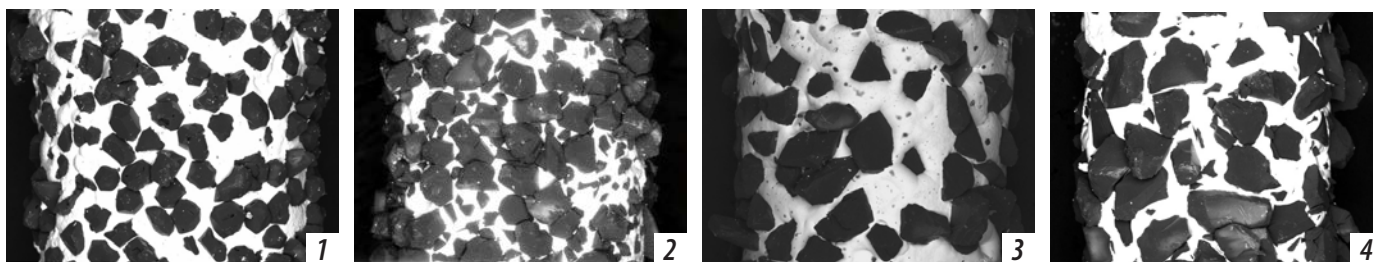


Рис. 1. Микрофото боров (ув. 100): 1 — стандартный грубозернистый 160—125 мкм, 2 — гибридный грубозернистый 160—125/63—50 мкм, 3 — стандартный сверхгрубозернистый 220—160 мкм, 4 — гибридный сверхгрубозернистый 220—160/63—50 мкм

зафиксирован патентом РФ № 2647723 как способ изготовления алмазного инструмента [5].

Цель исследования: оценить динамику снижения производительности стандартных и гибридных алмазных боров в условиях клинического применения.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование провели в ноябре-декабре 2018 г. на базе Белгородской стоматологической поликлиники № 1. Изучали и сравнивали времязатраты на препарирование зубов как показатель износа стандартных и гибридных боров производства ОЭЗ «ВладМиВа» с диаметром рабочей части 14,0 мм: стандартных с зернистостью 160—125 и 220—160 мкм, и гибридных с зернистостью 160—125/63—50 и 220—160/63—50 мкм (рис. 1). Во времязатраты включали продолжительность придания культе зуба формы конуса с суммарным углом конвергенции стенок 12° и формирования уступа на 1 мм коронарное края десны, не учитывая время на препарирование окклюзионной поверхности и формирование поддесневого уступа.

Первичные данные предоставили 5 врачей-ортопедов со стажем работы более 5 лет, которым выдали по 2 бора каждого вида. Каждым бором врач должен был обработать под опоры литых протезов 5 пар моляров, фиксируя затраченное время, как описано выше. После препарирования каждой пары зубов бор отправляли на стерилизационную обработку, включавшую:

### 1. Дезинфекцию

- 30 минут в контейнере ЕДПО 1-01 с 2% раствором «Авансепт Актив» (ООО «МК ВИТА-ПУЛ», Россия);
- ополаскивание проточной водой в течение 1–2 минут;
- доставка в центральное стерилизационное отделение в контейнере для транспортировки продезинфицированного инструментария.

### 2. Предстерилизационную очистку

- 15 минут в ультразвуковой мойке с 2% раствором «Авансепт Актив»;
- ополаскивание проточной водой в течение 3 минут;
- контроль качества предстерилизационной очистки азопирамовой пробой;
- ополаскивание проточной водой в течение 3 минут;
- ополаскивание и выдержка 30 минут в дистиллированной воде;
- просушивание одноразовой салфеткой;

- упаковка в бумагу «Клинипак» (ООО «МК ВИТА-ПУЛ»).

### 3. Стерилизацию в течение 4 минут при 134°C и давлении 2,2 атм.

Итого, каждый из 5 врачей, используя по 2 бора 4 видов, выполнил серию из 5 последовательных препарирований пары моляров с промежуточной дезинфекцией — всего 200 моляров у 100 пациентов. Поскольку каждому врачу было предоставлено по 2 однотипных бора, характерные для каждого вида боров времязатраты вычисляли как среднее арифметическое.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Первичные данные времязатрат на препарирование приведены в табл. 1. После статистической обработки

Таблица 1. Усредненные времязатраты врачей на последовательное препарирование (в секундах)

	2 зуба	4 зуба	6 зубов	8 зубов	10 зубов
Стандартный бор 160—125 мкм					
Врач 1	635	672	709	768	814
Врач 2	651	673	714	763	834
Врач 3	689	724	759	836	903
Врач 4	674	701	740	829	892
Врач 5	628	656	691	783	850
Гибридный бор 160—125/63—50 мкм					
Врач 1	630	657	674	726	749
Врач 2	639	652	681	704	723
Врач 3	652	680	704	729	757
Врач 4	604	623	642	680	713
Врач 5	611	635	663	685	718
Стандартный бор 220—160 мкм					
Врач 1	519	551	598	637	676
Врач 2	481	516	570	613	655
Врач 3	544	585	626	674	715
Врач 4	527	556	595	641	695
Врач 5	492	531	560	590	647
Гибридный бор 220—160/63—50 мкм					
Врач 1	461	472	502	526	553
Врач 2	493	506	529	550	584
Врач 3	512	540	565	588	610
Врач 4	468	507	520	537	549
Врач 5	500	516	531	561	589

Таблица 2. Динамика времязатрат на препарирование (в секундах)

Бор, мкм	2 зуба		4 зуба		6 зубов		8 зубов		10 зубов	
	абс.	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	
160—125	655,4±25,8	685,2±27,1	4,5±1,0	722,6±26,9	10,3±0,8	795,8±34,4	21,4±2,8	858,6±37,9	31,0±3,0	
160—125/63—50	627,2±19,8	649,4±21,8	3,5±0,9	672,8±22,8	7,6±1,1	699,4±30,4	12,3±1,8	732,0±19,7	16,7±2,2	
220—160	512,0±25,8	547,8±26,2	6,9±1,0	589,8±25,9	15,2±2,1	625,6±23,7	23,1±2,8	677,6±28,1	32,2±2,3	
220—160/63—50	486,8±21,6	508,2±24,4	3,9±1,7	529,4±23,0	8,7±2,1	552,4±23,9	13,5±1,5	577,0±25,7	18,5±1,1	

Примечание. Все различия производительности достоверны ( $p < 0,05$ ).

первичных данных можно отметить следующую динамику износа (снижения производительности) боров (табл. 2).

При препарировании 10 зубов стандартными борами с зернистостью 160—125 мкм время обработки увеличивается с 655 до 858 секунд (снижение производительности на 31%). Работа гибридными борами зернистостью 160—125/63—50 мкм выполняется немного быстрее и занимает от 627 секунд для первой пары зубов до 732 секунд для пятой пары моляров (падение производительности на 16,7%), что свидетельствует о меньшем износе по сравнению со стандартными борами (рис. 2).

Работа сверхгрубозернистыми борами 220—160 мкм выполняется заметно быстрее. Так, со стандартным инструментом на препарирование первых двух моляров требуется 512 секунд, а пятая пара зубов обрабатывается за 677 секунд (относительный износ 32,2%). Гибридные боры с зернистостью 220—160/63—50 мкм показали

как наилучшую производительность (от 486 секунд для первой пары зубов), так и схожий с борами 160—125/63—50 мкм износ в 18,5% после препарирования пятой пары моляров (577 секунд; см. рис. 2).

Значимое снижение производительности стандартных боров приводит к необходимости приложения большей нагрузки к наконечнику, что приводит к увеличению контактной температуры. Рост температуры в области контакта обрабатываемой и обрабатываемой поверхности повышает вероятность возникновения клинических осложнений в процессе препарирования зубов и деформации конструкционных материалов при проведении зуботехнических работ.

## ВЫВОДЫ

Модификация связи стандартных боров зернистостью 160—125 и 220—160 мкм алмазным порошком зернистостью 63—50 мкм замедляет утрату производительности боров в 2 раза.

По причине 30% снижения производительности после препарирования 10—15 жевательных зубов, которые сопровождаются четырьмя стерилизационными обработками, стандартные боры зернистостью 160—125 и 220—160 мкм следует выводить из перечня применяемого инструментария. Интенсивность износа гибридных боров в 2 раза ниже, что обуславливает возможность препарирования 20—30 жевательных зубов.

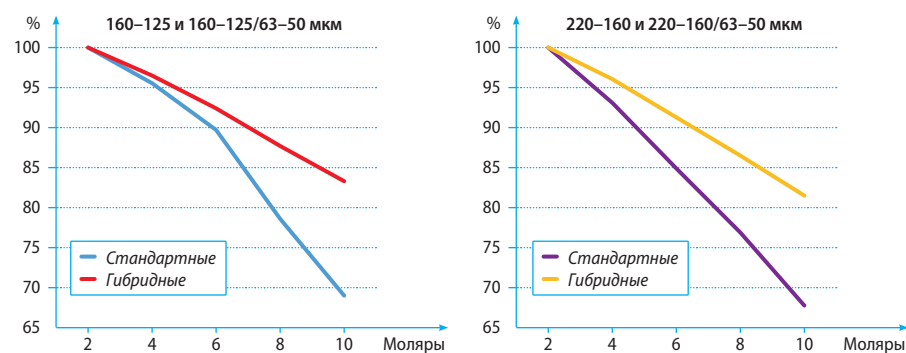


Рис. 2. Снижение производительности боров при последовательном препарировании моляров

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Балыков А.В., Липатова А.Б. Эффективная обработка хрупких неметаллических материалов. — Вестник МГТУ «Станкин». — 2008; 2: 14—9.
2. Беленчиков А.А., Бирагова А.К., Епхиев А.А. Оценка изменений микроструктуры твердых тканей зуба после препарирования различными видами боров. — Здоровье и образование в XXI веке. — 2017; 9: 27—8.
3. Копытов А.А., Цимбалистов А.В., Мишина Н.С., Копытов А.А. Оценка доверия к алмазным борам АО «ОЭЗ «ВладМиВа» по результатам анкетирования профессионалов столичного региона. — Медицинский алфавит. — 2016; 9 (272): 61—4.
4. Копытов А.А., Цимбалистов А.В., Копытов А.А., Мишина Н.С. Оценка доверия к алмазным борам АО «ОЭЗ

«ВладМиВа» по результатам анкетирования профессионалов Санкт-Петербурга. — Медицинский алфавит. — 2016; 21 (284): 65—8.

5. Половнева Л.В., Чуев В.П., Бузов А.А., Копытов А.А., Мишина Н.С. Способ изготовления алмазного инструмента. — Патент РФ № 2647723 от 16.06.2017 г.

6. Шиц Е.Ю. Создание инструментальных алмазосодержащих материалов на полиолефиновых матрицах с заданным комплексом свойств: дис. ... д.т.н. — Комсомольск-на-Амуре, 2015. — 257 с.

7. Якутлова М.Р. Моделирование температурного поля и напряженно-деформированного состояния алмазосодержащих инструментальных композиций на полимерной матрице: дис. ... к.ф.-м.н. — Нальчик, 2011. — 181 с.