

СТОМАТОЛОГИЯ STOMATOLOGY

УДК: 616.314-72

DOI 10.18413/2075-4728-2019-42-1-73-82

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ИЗНОСА СТАНДАРТНЫХ И ГИБРИДНЫХ АЛМАЗНЫХ БОРОВ ПРИ СТЕНДОВОМ НАГРУЖЕНИИ

COMPARATIVE ASSESSMENT OF TIME OF STANDARD WEAR AND HYBRID DIAMOND BURS FOR BENCH LOADING

И.В. Овчинников¹, Л.В. Половнева², В.П. Чуев², А.А. Копытов³
I.V. Ovchinnikov¹, L.V. Polovneva², V.P. Chuyev², A.A. Kopytov³

¹ Областное государственное автономное учреждение здравоохранения
«Стоматологическая поликлиника №1 города Белгорода»,
Россия, 308000, г. Белгород, ул. Преображенская, 56

² Опытнo-экспериментальный завод «ВладМиВа»,
Россия, 308023, г. Белгород, ул. Студенческая ул., 52

³ Белгородский государственный национальный исследовательский университет
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, д. 85

¹ Regional state Autonomous healthcare institution «Dental polyclinic №1 of the city of Belgorod»
56 Transfiguration St., Belgorod, 308000, Russia

² Pilot plant "VladMiVa",
52 Studencheskaya St., Belgorod, 308023, Russia

³ Belgorod National Research University,
85 Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

E-mail: kopytov@bsu.edu.ru

Аннотация

В области ортопедической стоматологии широко применяются различные по твёрдости конструкционные материалы, в том числе пластмассы, металлы. Наиболее эффективным методом их обработки является резание, приводящее к износу ротационных инструментов. При обработке твёрдых тканей зубов или конструкционных материалов формирующие рабочую поверхность алмазные зёрна многократно контактируют с обрабатываемой поверхностью, что приводит к износу инструмента. Интенсивность изнашивания определяется нелинейными контактными процессами, происходящими на рабочей поверхности инструмента. Сложность контактных процессов обусловлена, в том числе, различным по интенсивности износом алмазного порошка и удерживающей связки – объектами различной природы. В статье доказана возможность увеличения времени износа боров грубой и сверхгрубой зернистости путём введения в их связку порошка с размером алмазных зёрен 63–50 мкм.

Abstract

In the field of an orthopedic odontology structural materials, including plastic, metals, various on hardness, are widely applied. The most effective method of their processing is the cutting leading to a wear of rotational tools. When processing solid tissues of teeth or structural materials the diamond grains forming an effective area multiply contact to the processed surface that leads to a wear of the tool. The intensity of wear is defined not by the linear contact processes happening on an effective area of the tool. The complexity of contact processes is caused, including, a wear of diamond powder, various on



intensity, and the holding sheaf – objects of various nature. The research objective accepted rather assessment of time of a wear of standard pine forests by a graininess of 220-160 microns, 160-125 microns and hybrid pine forests a graininess of 220-160/63-50 microns, 220-160/63-50 microns at bench cutting nickel - chrome alloy. The conducted researches proved a possibility of 20 percentage increase in time of a wear due to introduction to a linking of pine forests of a rough and superrough graininess of powder with sizes of diamond grains of 63-50 microns.

Ключевые слова: гибридные алмазные боры, время износа, стендовое нагружение, ВладМиВа.
Keywords: hybrid diamond pine forests, wear time, bench loading, Vladmiva.

Введение

Основной задачей ортопедической стоматологии является восстановление функциональной окклюзии путём повышения качества двух равнозначных составляющих: подготовки органов и тканей больного к наложению протеза и собственно изготовления протезов [Войтяцкая, 2016, Копытов, 2018]. Отличительной особенностью ортопедического лечения стоматологических больных является совместная работа стоматолога-ортопеда и зубного техника, применяющих в своей практике ротационные инструменты, предназначенные для обработки контактирующих поверхностей тканей протезного ложа и накладываемого протеза [Ряховский, 2010, Ерошкина, 2011]. По этой причине значимым фактором, определяющим качество ортопедического лечения, является адекватная обработка контактирующих поверхностей [Мурадов, 2018, Пархоменко и др., 2018].

Интенсивное развитие ортопедической стоматологии не представляется возможным без детализации требований, предъявляемых клиническими ситуациями, к конструкционным материалам и твёрдым тканям зубов [Жолудев, Ивлев, 2018, Чайка, 2018]. Динамика развития несъёмного протезирования во многом зависит от возможности применения разнообразного, а в иных случаях инновационного, ротационного инструмента. Известные зарубежные производители NTI (Германия), Komet Dental (Германия), Mani Inc (Япония), увеличивая количество реальных и потенциальных потребителей, интенсивно насыщают рынок алмазным ротационным инструментом, применяемым в условиях клинического приёма и зуботехнической лаборатории. Тактика этих производителей основана на уменьшении или увеличении зернистости алмазного порошка, формирующего рабочую поверхность инструментов. В соответствии с характеристикой рабочей поверхности боров изменяются рекомендации препарирования зубов и обработки поверхности конструкционных материалов [Шумилович, 2009, Шишкин, 2012]. Однако, не смотря на научно-технический прогресс, наблюдающийся в стоматологии, за последние 100 лет основные конструкционные технологические принципы производства ротационного инструмента не претерпели значительных изменений.

При выборе оптимального инструмента для решения клинической задачи обращают внимание на его износостойкость. К технологическим факторам, определяющим износостойкость инструмента, относят:

- 1) эксплуатационные свойства и характеристики связки,
- 2) зернистость и концентрацию алмазных зёрен,
- 3) структуру, форму и размеры инструмента.

Для понимания механизма износа инструмента необходимо сочетано рассматривать изменения алмазных зёрен и связки, происходящие при резании обрабатываемой поверхности.

В широком перечне ротационных инструментов наиболее износостойкими считаются инструменты с алмазными зёрнами, зарощёнными металлической связкой [Шиц, 2015]. Однако повышение прочностных характеристик металлической связки не приводит к повышению износостойкости алмазного инструмента. В случае значительного повышения прочностных характеристик связки над эксплуатационными свойствами алмазного порошка износ инструмента происходит за счёт более интенсивной деформации алмазных

зёрен. Объяснение этому факту следующее. Обработка поверхности резанием представляет собой последовательность микроударов. Их суммарное воздействие формирует уровень контактного нагружения. Сила ударов при препарировании зубов обуславливается мануальными навыками врача-стоматолога и скоростью вращения бора, обеспечиваемой работой компрессора и передающейся в контактную область роторной группой турбинного наконечника. В свою очередь, количество контактирующих алмазных зёрен определяет механизм затупления инструмента. Если в данный момент времени ударяется об обрабатываемую поверхность «одно» зерно, повышается вероятность скола режущей кромки или наиболее выступающей вершины с образованием плоской грани. Множественный контакт приводит к перераспределению силы удара на некоторое количество алмазных зерен, и изменение конфигурации рабочей поверхности бора происходит за счёт работы силы трения и локального повышения температуры. И в первом и во втором случае в результате микроударов на месте режущих кромок и вершин образуются плоские шлифующие грани (рис. 1, 2). Следующий цикл контактного нагружения, реализующийся после оборота инструмента на 360 градусов, активизирует новую последовательность деформаций рабочей поверхности инструмента. Если нагружению подвергается новый инструмент с большим количеством значительно выступающих над связкой алмазных зёрен происходит их самозатачивание за счёт формирования вторичных острых кромок или вершин (рис. 3).



Рис. 1. Не деформированная вершина алмазного зерна
Fig. 1. Do not strain the top of the diamond grain



Рис. 2. Плоская грань, полученная после хрупкого разрушения острой вершины алмазного зерна
Fig. 2. Flat face obtained after brittle destruction of a sharp vertex diamond grain



Рис. 3. Алмазное зерно с вторично сформированными острыми вершинами
Fig. 3. Diamond grain with secondary formed sharp tops

Нагружение с циклической динамикой температурного режима стабилизирует работающее алмазное зерно, удерживаемое связкой, поскольку с каждым последующим нагружением снижается выстояние контактирующих вершин (точек) над поверхностью связки и увеличивается их количество. Формирование вторично сформированных вершин происходит не равномерно. Их количество увеличивается на фоне локального повышения температуры в зоне контакта, что приводит к более интенсивному хрупкому разрушению зёрен и, в конечном итоге, заканчивается образованием плоскостного контакта. Деформация острых режущих кромок и вершин с образованием плоских шлифующих граней приводит к необходимости приложения врачом-стоматологом больших усилий.

Через некоторое время высота возвышения граней (вершин) над поверхностью связки становится настолько малой, что соотношение процессов резания и шлифования



ведёт к превалированию последнего. В результате шлифования интенсивно засаливается режущая поверхность инструмента, что приводит к снижению производительности обработки. Кроме того, не исключено появление на обрабатываемой поверхности щелевидных дефектов прижогов, что образует контактную поверхность, принадлежащую одновременно ротационному инструменту и обрабатываемому материалу. По этой причине засаливание следует рассматривать как процесс адгезионного схватывания контактирующих поверхностей [Аверков, Шульева, 2016]. Интенсификация схватывания поверхностей, т.е. диффузия материалов инструмента и обрабатываемого материала, возможна только в режиме шлифования. В режиме резания и условиях образования вторично сформированных режущих кромок и вершин вероятность взаимной диффузии уменьшается [Попов и др., 2014]. Поскольку суть засаливания состоит в заполнении межзёрненного пространства снимаемой стружкой, частицами связки и отломками алмазных зёрен, то само засаливание способствует переходу резания в шлифование с резким повышением температуры. Следствием износа и засаливания инструмента является значительное увеличение трудозатрат, требующихся для препарирования зуба или придания должной конфигурации поверхности конструкционного материала.

Переход от резания к шлифованию повышает вероятность чрезмерного повышения температуры пульпы препарированного зуба, подъёма внутрипульпарного давления, что следует рассматривать как обстоятельства, приводящие к развитию пульпита, требующего эндодонтического лечения. Деформация ортопедических конструкций в виде щелевидных дефектов и прижогов обуславливает нарушение краевого прилегания протезов, приводящие к увеличению сроков реабилитации больных. В случае несвоевременной диагностики изменений конфигурации протезов не исключены необратимые осложнения, в том числе атрофия пародонта, отлом коронки зуба, являющегося опорным в несъёмном протезе. Время, в течение которого режущий инструмент утрачивает возможность формировать заданное качество обрабатываемой поверхности, называется временем критического износа инструмента.

Если прочностные характеристики связки в сравнении с эксплуатационными свойствами алмазного порошка значительно снижены, износ ротационного инструмента происходит за счёт вырывания наиболее выступающих над уровнем связки алмазных зёрен. Утрата алмазных зёрен происходит без их износа, поскольку сила нагружения связки в значительной степени превосходит силу адгезии между алмазным зерном и связкой. Однако, как и в предыдущем случае, увеличивает износ боров локальное контактное повышение температуры. При резании алмазными инструментами выделяющееся тепло значительным образом снижает эксплуатационные характеристики металлической связки в месте её сопряжения с алмазным зерном. Этот эффект возникает из-за различной теплопроводности связки и алмазных зёрен, поскольку из всех известных в природе тел алмаз характеризуется наибольшей теплопроводностью – 20-24 Вт/см. В отсутствии возможности интенсивного перераспределения температуры нагружение алмаза приводит к локальной пластической деформации связки и повышению вероятности вырывания причинного зерна.

Исходя из вышесказанного, сделан вывод о возможности повысить износостойкость ротационного инструмента путём перераспределения высокой температуры на больший объём связки. Специалисты АО «ВладМиВа» совместно с учёными Белгородского государственного национального исследовательского университета, оценив высокий спрос среди специалистов, работающих в области стоматологии, пришли к выводу о целесообразности разработки нового класса ротационного инструмента [Копытов и др., 2016 а, б]. На основании проведённых работ получен патент Российской Федерации № 2647723 на способ производства гибридных боров. Взяв за основу стандартные боры грубой (160–125 мкм) и сверхгрубой (220–160 мкм) зернистости, в связку инструмента ввели алмазный порошок зернистостью 63–50 мкм.

Этот подход позволил решить две проблемы:

1. Повысилась изотропия связки, поскольку зёрна величиной 63–50 мкм, контактируя с крупными зёрнами, способствовали перераспределению температуры на больший объём связки.

2. Снизилась удельная нагрузка на объём связки, удерживающей крупные работающие зёрна, за счёт нагружения объёма связки, удерживающей алмазные зёрна размером 63–50 мкм.

Достижение искомого технического результата обеспечивается следующим алгоритмом. Подготавливают заготовку бора с диаметром хвостовика 1,6 мм. С соблюдением режима, соответствующего технологическим характеристикам алмазного песка грубой или сверхгрубой зернистости, заготовка погружается в гальваническую ванну на глубину, равную рабочей поверхности. Период нахождения заготовок в растворе электролита гарантирует заполнение алмазным порошком 70 % рабочей поверхности инструмента. Укрепляют слой нанесённых алмазных зёрен электрически осаждённым никелем таким образом, чтобы металл укрывал 0,1 их величины. Затем, добиваясь очищения межзёрненного пространства, осуществляют протравливание рабочей поверхности электрохимическим воздействием серной кислоты. Протравливание освобождает 35–55 % рабочей поверхности, при этом удаляются слабо удерживающиеся и наслоившиеся зёрна.

На следующем этапе слой, сформированный порошком грубой или сверхгрубой зернистости, гальваническим методом дополняется мелкозернистым порошком, содержащим зёрна размером 63–50 мкм. Зёрна мелкой фракции укрепляют электрически осаждённым никелем, оставляя свободным 1/3 их величины. Предварительное протравливание обеспечивает в свободных межзёрненных промежутках устойчивый контакт алмазного порошка зернистостью 63–50 мкм с поверхностью заготовки, являющейся катодом, что гарантирует высокую плотность алмазных зёрен размером 63–50 мкм. Именно высокая плотность алмазных зёрен мелкой фракции обеспечивает искомое повышение износостойкости алмазных ротационных инструментов грубой и сверхгрубой зернистости (рис. 4, 5).

Цель исследования: при стандовом резании никель-хромового сплава установить время износа стандартных алмазных боров зернистостью 160–125 мкм и 220–160 мкм в сравнении со временем износа гибридных боров зернистостью 160–125/63–50 мкм и 220–160/63–50 мкм.



Рис. 4. Стандартный бор грубой зернистости. Рабочая поверхность сформирована алмазным порошком зернистостью 160–125 мкм. Увеличение × 100

Fig. 4. Standard coarse grain boron. The working surface is formed by a diamond powder with a grain size of 160–125 µm. Magnification × 100



Рис. 5. Гибридный бор грубой зернистости. Рабочая поверхность сформирована алмазным порошком зернистостью 160–125 мкм. Связка модифицирована порошком зернистостью 63–50 мкм.
Увеличение $\times 100$

Fig. 5. Hybrid boron coarse grit. The working surface is formed by a diamond powder with a grain size of 160–125 microns. The ligament is modified by a powder with a grain size of 63–50 microns.
Magnification $\times 100$

Материалы и методы

К исследованию приняли по пять боров каждого типоразмера. В зуботехнической лаборатории приготовлены образцы из никель-хромового сплава «Gialloy CB/N» (Ni-Cr KTR 14.1) длиной 45,0 мм, толщиной 2,0 мм, шириной 20,0 мм. Перед резанием новым бором и после каждого последующего двухминутного стандового резания образец взвешивали на весах CPA 224S (Германия «Sartorius»).

Разница, полученная при сравнении массы боров до и после первого резания, принималась за сто процентов. После второго и последующих резок масса боров снижалась меньшими долями, величину которых рассчитывали в процентах, сравнивая со снижением массы после первого резания. Время износа рассчитывалось как суммарное время двухминутных резок, в течение которых снижалась масса материалов, формирующих рабочую поверхность боров. Комплекс испытаний проводился на специально разработанном стенде в режиме «резание» со скоростью вращения бора 5 000 оборотов в минуту при нагружении, равном 4,0 Н.

Результаты исследования

Расход алмазных зёрен с поверхности стандартных боров зернистостью 160–125 мкм в период первого двухминутного резания составляет $(0,0061 \pm 0,0002)$ г. Количество полученной стружки принято за 100 %. В процессе последующего двухминутного резания масса боров снижается на $(0,0032 \pm 0,0002)$ г, что по сравнению с первым резанием составляет $(53,072 \pm 2,070)$ %. Взвешивание образцов после третьего резания показывает убыль их массы на $(0,0026 \pm 0,0002)$ г. Это количество срезанной массы, в сравнении с первоначальной убылью массы, равно $(42,050 \pm 1,549)$ %. Четвёртое применение алмазных боров приводит к снижению их массы на $(0,0010 \pm 0,0001)$ г., что составляет $(16,904 \pm 1,808)$ %. Пятое двухминутное резание уменьшает массу образцов на $(0,00040 \pm 0,00005)$ г, что составляет $(6,380 \pm 0,568)$ % от первоначального уменьшения массы. Поскольку работа бора в последующие две минуты не приводит к достоверному снижению

массы образцов, время износа стандартных боров зернистостью 160–125 мкм равняется 10 минутам.

Расход алмазных зёрен с поверхности гибридных боров зернистостью 160–125/63–50 мкм в первые 2 минуты резания составляет $(0,0066 \pm 0,0002)$ г. Полученная убыль массы образцов принята за 100 %. Последующее двухминутное резание приводит к снижению расхода до $(0,0056 \pm 0,0002)$ г, который составляет $(83,92 \pm 1,859)$ % от изначального. После третьего резания масса боров уменьшается до $(0,0038 \pm 0,0002)$ г, что составляет $(57,452 \pm 0,722)$ %. Четвёртое резание приводит к уменьшению массы боров на $(0,0026 \pm 0,0003)$ г, что свидетельствует о снижении расхода алмазных зёрен на $(40,804 \pm 3,050)$ %. Пятое резание обуславливает снижение массы образцов на $(0,0013 \pm 0,0001)$ г. По сравнению с первым резанием, после пятого резания масса боров уменьшилась на $(20,012 \pm 1,553)$ %, что свидетельствует о частично сохранённом ресурсе гибридных боров.

Выявленная возможность гибридных боров зернистостью 160–125/63–50 мкм резать образцы после десятиминутной эксплуатации свидетельствует о большем, т.е. двенадцатиминутном, времени износа (рис. 6).

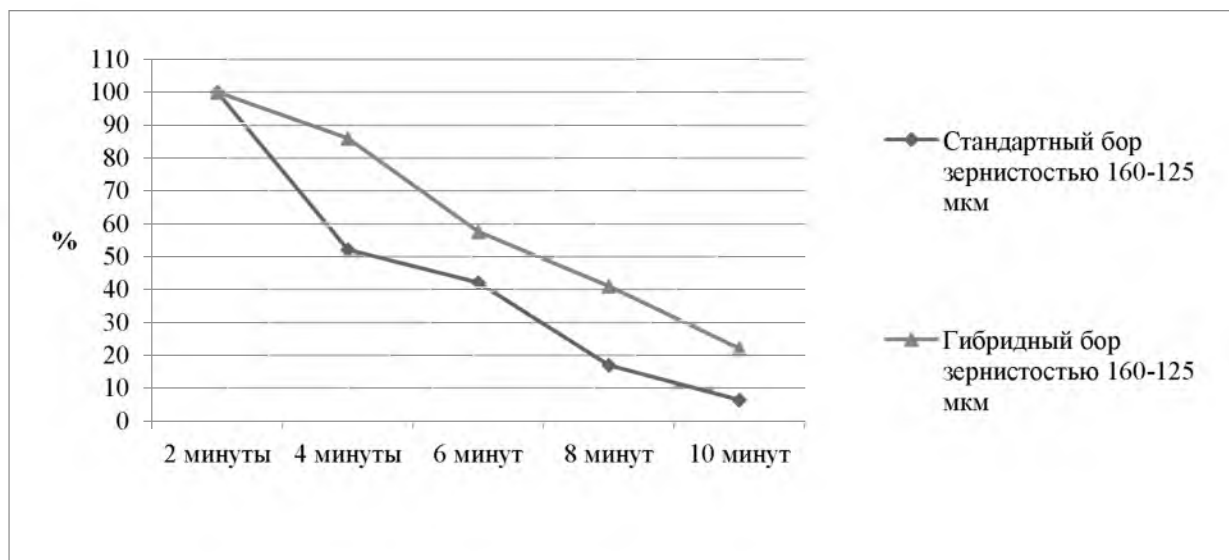


Рис. 6. Динамика расхода алмазных зёрен с поверхности боров зернистостью 160–125 мкм в сравнении с первым двухминутным резанием

Fig. 6. Dynamics of consumption of diamond grains with the surface of the hog 160–125 μm in comparison with the first two-minute cutting

Взвешивание стандартных боров зернистостью 220–160 мкм после первого двухминутного резания выявляет снижение их массы на $(0,0070 \pm 0,0003)$ г. Полученное снижение массы боров принято за 100 %. Второе двухминутное резание приводит к снижению массы боров на $(68,410 \pm 3,214)$ %. После второго резания масса, снятая с боров, равна $(0,0047 \pm 0,0478)$ г. После третьего резания расход алмазных зёрен составляет $(0,0024 \pm 0,0003)$ г. Это снижение массы боров соответствует $(33,912 \pm 3,052)$ % от снижения массы боров после первого двухминутного резания. Во время четвёртой обработки масса боров уменьшается на $(0,0009 \pm 0,0002)$ г, что составляет $(13,228 \pm 2,814)$ %. Пятая обработка образцов приводит к недостоверному изменению их массы на $(0,0003 \pm 0,0001)$ г, что составляет $(4,907 \pm 0,696)$ %. Шестое двухминутное резание значимым образом не повлияло на массу боров.

Расход алмазных зёрен с поверхности гибридных боров зернистостью 220–160/63–50 мкм после первой обработки соответствует $(0,0082 \pm 0,0081)$ г. Эта снижение массы принято за 100 %. Второе резание приводит к уменьшению массы боров на



($0,0067 \pm 0,0003$) г, что составляет ($82,082 \pm 1,414$) % от первоначальной убыли массы. После третьего двухминутного резания масса боров снижается на ($0,0044 \pm 0,0002$) г, что составляет ($53,678 \pm 0,658$) %. Взвешивание боров после восьмиминутной наработки выявляет падение расхода алмазных зёрен до ($35,036 \pm 1,712$) %. При этом масса боров снижается на ($0,0029 \pm 0,0002$) г. После пятого двухминутного резания масса образцов уменьшается на ($0,0014 \pm 0,0001$) г, что соответствует ($16,994 \pm 0,598$) % от убыли массы образцов после первого резания. Снижение массы боров примерно на 17 % после десятиминутного резания свидетельствует о том, что при падении производительности гибридные боры зернистостью 220–160/63–50 мкм сохраняют возможность резания никель-хромового сплава. Следовательно, их время износа соответствует 12 минутам (рис. 7).

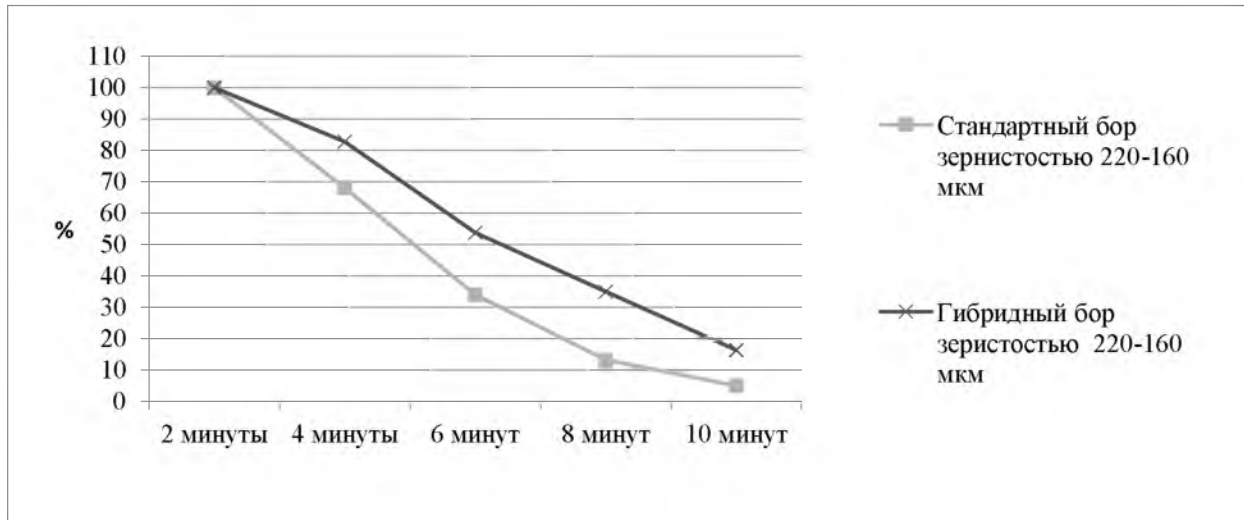


Рис. 7. Динамика расхода алмазных зёрен с поверхности боров зернистостью 220–160 мкм в сравнении с первым двухминутным резанием

Fig. 7. Dynamics of consumption of diamond grains from the surface of hog grain 220–160 microns in comparison with the first two-minute cutting

Обсуждение

Проведённые стендовые испытания выявили, что время износа стандартных боров зернистостью 160–125 и 220–160 мкм составляет 10 минут. После пятой двухминутной резки масса боров снизилась на 6,38 и 4,90 % соответственно. Незначительное снижение массы боров свидетельствует о том, что во время следующего нагружения изношенные боры будут шлифовать поверхность обрабатываемого сплава. Переход от резания к шлифованию приводит к резкому возрастанию контактной температуры. В условиях зуботехнической лаборатории локальное повышение температуры чревато деформацией тонких частей протезов. В клинике перегрев твёрдых тканей опорного зуба приводит к ожогу пульпы.

Динамика расхода алмазных зёрен во время пятого двухминутного резания демонстрирует значимый износ гибридных боров зернистостью 160–125/63–50 мкм и 220–160/63–50 мкм. Однако после 10-минутной наработки масса гибридных боров снижается на 17 и 20 % соответственно, что убедительно свидетельствует о частично сохранённой возможности дальнейшего резания. При этом, основываясь на динамике снижения расхода алмазных зёрен, видно, что гибридные боры утратят возможность резания в течение шестой 2-минутной работы. Следовательно, время износа гибридных боров равно 12 минутам.

Выводы

1. При стендовом нагружении время износа стандартных боров грубой 160–125 мкм и сверхгрубой 220–160 мкм зернистости соответствует 10 минутам. После-

дующая работа боров характеризуется шлифованием обрабатываемой поверхности и не приводит к значительному снижению массы никель-хромовых образцов.

2. Модификация связки боров грубой и сверхгрубой зернистости порошком зернистостью 63–50 мкм приводит к 20 %-му увеличению времени износа гибридных боров. После 10-минутной наработки гибридные боры частично сохраняют возможность резания никель-хромового сплава.

Список литературы References

1. Аверков К.В., Шульева А.А. 2016. Повышение режущей способности абразивного инструмента за счет повышения скорости резания. В сб.: Наука сегодня фундаментальные и прикладные исследования материалы международной научно-практической конференции. Вологда. Научный центр «Диспут», 15-18.

Averkov K.V., SHul'eva A.A. 2016. Povyshenie rezhushchej sposobnosti abrazivnogo instrumenta za schet povysheniya skorosti rezaniya [Increasing the cutting capacity of the abrasive tool by increasing the cutting speed]. V sb.: Nauka segodnya fundamental'nye i prikladnye issledovaniya materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Vologda, Nauchnyj centr «Disput», 15-18. (in Russian)

2. Войтяцкая И.В. 2016. Анатомо-физиологическое обоснование объема и тактики лечения стоматологических больных со сниженным прикусом. Дис... докт. мед. наук. Санкт-Петербург, 338 с.

Vojtyackaya I.V. 2016. Anatomico-fiziologicheskoe obosnovanie ob"ema i taktiki lecheniya stomatologicheskikh bol'nyh so snizhennym prikusom [Anatomical and physiological substantiation of the volume and tactics of treatment of dental patients with reduced bite]. Dis... dokt. med. nauk. Sankt-Peterburg, 338. (in Russian)

3. Ерошкина Е.А., 2011. Клинико-лабораторная сравнительная оценка различных методов ретракции десны при снятии оттиска. Дис. канд. мед. наук. Москва 136 с.

Eroshkina E.A., 2011. Kliniko-laboratornaya sravnitel'naya ocenka razlichnyh metodov retrakcii desny pri snyatii ottiska [Clinical and laboratory comparative evaluation of different methods of gingival retraction during impression removal]. Dis. kand. med. nauk. Moskva 136. (in Russian)

4. Жолудев С.Е., Ивлев Ю.Н. Клинический пример использования гибридных материалов в практике ортопедической стоматологии Проблемы стоматологии. 2018. Т. 14. № 1. С. 62-65.

Zholudev S.E., Ivlev YU.N. Klinicheskij primer ispol'zovaniya gibridnyh materialov v praktike ortopedicheskoy stomatologii [Clinical example of the use of hybrid materials in the practice of prosthetic dentistry] Problemy stomatologii. 2018. T. 14. № 1. S. 62-65. (in Russian)

5. Копытов А.А. 2018, Роль и методы компенсации окклюзионных и гидродинамических факторов в генезе воспалительных процессов околозубных тканей Дис... докт. мед. наук. Белгород, 331 с.

Kopytov A.A. 2018, Rol' i metody kompensacii okklyuzionnyh i gidrodynamicicheskikh faktorov v geneze vospalitel'nyh processov okolozubnyh tkanej [The role and methods of compensation of occlusal and hydrodynamic factors in the Genesis of inflammatory processes of periarticular tissues]. Dis... dokt. med. nauk. Belgorod, 331. (in Russian)

6. Копытов А.А., Цимбалистов А.В., Мишина Н.С., Копытов А.А. 2016 (а). Оценка доверия к алмазным борам АО «ОЭЗ «ВладМиВа» по результатам анкетирования профессионалов столичного региона. Медицинский алфавит. 2: 9 (272): 61-64.

Kopytov A.A., Cimbalistov A.V., Mishina N.S., Kopytov A.A. 2016. Ocenka doveriya k almaznym boram AO «OENZ «VladMiVa» po rezul'tatam anketirovaniya professionalov stolichnogo regiona [Assessment of the credibility of the diamond boram JSC experimental plant VladMiVa" the results of the survey of professionals in the capital region]. Medicinskij alfavit. 2: 9 (272): 61-64. (in Russian)

7. Копытов А.А., Цимбалистов А.В., Копытов А.А., Мишина Н.С. 2016 (б). Оценка доверия к алмазным борам АО «ОЭЗ «ВладМиВа» по результатам анкетирования профессионалов г. Санкт-Петербурга Медицинский алфавит. 3: 21 (284): 65-68.



Kopytov A.A., Cimbalistov A.V., Kopytov A.A., Mishina N.S. 2016. Ocenka doveriya k almaznym boram AO «OEHZ «VladMiVa» po rezul'tatam anketirovaniya professionalov g. Sankt-Peterburga [Assessment of the credibility of the diamond boram JSC experimental plant VladMiVa" the results of the survey of professionals of St. Petersburg]. *Medicinskij alfavit*. 3: 21 (284): 65-68. (in Russian)

8. Мурадов М.А. 2018. "Осевой" метод препарирования опорных зубов при протезировании многоопорными конструкциями *Стоматология*. 2018. Т. 97. № 3. С. 54-55.

Muradov M.A. "Osevoj" metod preparirovaniya opornyh zubov pri protezirovanii mnogoopornymi konstrukciyami ["Axial" method of preparing the abutment teeth for prosthetic multi-supporting designs] *Stomatologiya* Т. 97. № 3. S. 54-55. (in Russian)

9. Пархоменко А.Н., Моторкина Т.В., Шемонаев В.И. 2018. Изучение влияния различных алгоритмов препарирования зубов под коронки на исход ортопедического лечения *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. № 3. С. 15-21.

Parhomenko A.N., Motorkina T.V., Shemonaev V.I. 2018. Izuchenie vliyaniya razlichnyh algoritmov preparirovaniya zubov pod koronki na iskhod ortopedicheskogo lecheniya [Study of the influence of various algorithms of preparation of teeth for crowns on the outcome of orthopedic treatment] *Vestnik novykh medicinskih tekhnologij. Ehlektronnoe izdanie*. № 3. S. 15-21. (in Russian)

10. Ряховский А.Н., Ерошкина Е.А., Халкечева Л.Н., Стрекалова Е.Л. 2010. Влияние ре-тракции десны и типа оттискового материала на глубину проникновения корригирующего материала в зубодесневую бороздку *Институт стоматологии*. № 4 (49). С. 59-61.

Ryahovskij A.N., Eroshkina E.A., Halkecheva L.N., Strekalova E.L. 2010. Vliyanie retrakcii desny i tipa ottisknogo materiala na glubinu proniknoveniya korrigiruyushchego materiala v zubodesnevuyu borozdku [The effect of retraction of the gum and the type of impression material on the depth of penetration of the corrective material into the dentogingival groove] *Institut stomatologii*. 2010. № 4 (49). S. 59-61. (in Russian)

11. Попов В.Ю., Янюшкин А.С., Андронов А.Ю. 2014. Результаты комплексного изучения состава засаленного слоя алмазных кругов. *Системы. Методы. Технологии*. 1 (21): 114-120.

Popov V.Yu., Yanyushkin A.S., Andronov A.Yu. 2014. Rezul'taty kompleksnogo izucheniya sostava zasalennogo sloya almaznyh krugov [The results of a comprehensive study of the composition of the saline layer of diamond circles]. *Sistemy. Metody. Tekhnologii*. 1 (21): 114-120. (in Russian)

12. Чайка К.И., 2018. Особенности реставрации фронтальной группы зубов с использованием индивидуальных композитных шкал. *Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке*. 2018. Т. 20. № 1. С. 175-180.

Chajka K.I., 2018. Osobennosti restavracii frontal'noj gruppy zubov s ispol'zovaniem individual'nyh kompozitnyh shkalyu [Features of restoration of the frontal group of teeth using individual composite scales]. *Zhurnal nauchnyh statej Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke*. 2018. Т. 20. № 1. S. 175-180.

13. Шишкин А.В., 2012. Применение цельноспеченных алмазных боров для препарирования опорных зубов при несъемном протезировании: дис. ... канд. мед. наук : Воронеж, 119 с.

Shishkin A.V., 2012. Primenenie cel'nospechennyh almaznyh borov dlya preparirovaniya opornyh zubov pri nes'emnom protezirovanii [Application of whole-baked diamond burs for preparation of abutment teeth during fixed prosthetics]: dis. ... kand. med. nauk : Voronezh, 119. (in Russian)

14. Шиц Е.Ю. 2015. Создание инструментальных алмазосодержащих материалов на полиолефиновых матрицах с заданным комплексом свойств. *Дис... докт. техн. наук. Комсомольск-на-Амуре*, 257 с.

Shic E.Yu. 2015 Sozdanie instrumental'nyh almazosoderzhashchih materialov na poliolefinovyh matricah s zadannym kompleksom svojstv [The Creation of an instrument of diamond-containing materials on polyolefin matrices with specified set of properties]. *Dis. ... doc. tech. sciences. Komsomolsk-on-Amur*, 257. (in Russian)

15. Шумилович Б.Р., 2009. Разработка и оценка эффективности методов аэроабразивного препарирования твердых тканей зуба при лечении кариеса. *Дис. ... док. мед. наук. Воронеж*, 301 с.

Shumilovich B.R., 2009. Razrabotka i ocenka ehffektivnosti metodov aehroabrazivnogo preparirovaniya tverdyyh tkanej zuba pri lechenii kariesa [Development and evaluation of the effectiveness of the methods aerobraking preparation of dental hard tissues in the treatment of caries]. *Dis. ... dok. med. nauk. Voronezh*, 301. (in Russian)