

DOI: 10.21122/2227-1031-2017-16-3-189-195

УДК 621.9.048

Влияние электроэрозионной обработки изношенной поверхности рабочей части стального зубного бора на восстановление его режущей способности

Докт. техн. наук, проф. М. Г. Киселев¹⁾, асп. П. С. Богдан¹⁾, магистрант М. М. Крышнев¹⁾, студ. В. П. Семенкович¹⁾

¹⁾Белорусский национальный технический университет (Минск, Республика Беларусь)

© Белорусский национальный технический университет, 2017
Belarusian National Technical University, 2017

Реферат. Дана экспериментальная оценка эффективности применения электроэрозионной обработки (модифицирования) изношенной цилиндрической рабочей поверхности стального бора с целью восстановления ее режущей способности. Приведены сведения о стальных зубных борах, включая их конструкции и основные этапы изготовления. Отмечено, что для таких боров максимальный ресурс машинного времени составляет порядка девяти минут, после чего изношенные боры далее не используются, а утилизируются. На основании анализа предшествующих исследований, касающихся применения электроэрозионного модифицирования поверхности проволочного, ленточного и дискового инструментов, обоснована перспективность восстановления режущей способности изношенной рабочей поверхности стального бора путем ее электроэрозионной обработки с целью его дальнейшего использования в стоматологической практике и производстве зуботехнических изделий. Приведены сведения о методике экспериментальных исследований, включая описание устройства для электроэрозионного модифицирования изношенной рабочей поверхности бора, а также устройства определения его режущей способности по интенсивности резания им образца из текстолита. Экспериментально установлено, что в результате электроэрозионного модифицирования изношенной рабочей поверхности бора на ней формируются лунки, имеющие по краям наплывы металла, выходящие за исходный контур поверхности, высота которых увеличивается с повышением в процессе модифицирования напряжения на накопительном конденсаторе, что приводит к увеличению диаметра обработанной поверхности бора. Наплывы металла оправдано рассматривать как своеобразные режущие элементы (зубы) на модифицированной поверхности бора, придающие его изношенной поверхности режущую способность. Установлено, что электроэрозионное модифицирование изношенной поверхности бора позволяет восстановить ее режущую способность по отношению к первоначальной при напряжении 75 В на 33,3 %, а при 120 В – на 43,0 %. Это свидетельствует о достаточно высокой эффективности предлагаемого способа восстановления режущей способности изношенной поверхности стальных зубных боров.

Ключевые слова: электроэрозионная обработка, режущая способность, восстановление, зубной бор, износ, режущие элементы, текстолит, микрорельеф, наплывы

Для цитирования: Влияние электроэрозионной обработки изношенной поверхности рабочей части стального зубного бора на восстановление его режущей способности / М. Г. Киселев [и др.] // *Наука и техника*. 2017. Т. 16, № 3. С. 189–195. DOI: 10.21122/2227-1031-2017-16-3-189-195

Influence of Electrical Discharge Machining for Worn-Out Surface of Steel Dental Borer Working Part on Restoration of its Cutting Ability

M. G. Kiselev¹⁾, P. S. Bohdan¹⁾, M. M. Kryshnev¹⁾, V. P. Semenkovich¹⁾

¹⁾Belarusian National Technical University (Minsk, Republic of Belarus)

Abstract. The paper presents an experimental evaluation of the efficiency for application of electrical discharge machining (EDM) (modification) for worn-out cylindrical working surface of steel borer in order to restore its cutting ability. Basic data on steel

Адрес для переписки

Киселев Михаил Григорьевич
Белорусский национальный технический университет
ул. Я. Коласа, 22,
220013, г. Минск, Республика Беларусь
Тел.: +375 17 292-40-81
kipp@bntu.by

Address for correspondence

Kiselev Mihail G.
Belarusian National Technical University
22 Ya. Kolasa str.,
220013, Minsk, Republic of Belarus
Tel.: +375 17 292-40-81
kipp@bntu.by

dental borers including their designs and main manufacturing stages are given in the paper. It has been noted that maximum resource of machining-cycle time for such borers is about 9 minutes and after that they are sent for recycling. In accordance with the analysis of previous investigations on application of EDM surface modification for wire, band and disk tools prospects for cutting ability restoration of the worn-out steel borer working surface has been substantiated in the paper. The restoration has been carried out with help of electrical discharge machining in order to ensure its further application in dental practice treatment and while manufacturing dental products. The paper provides basic information on methodology for experimental investigations including description of a device for electrical discharge modification of worn-out borer working surface and a device for determination of its cutting ability through cutting intensity of fabric-based laminate specimen. It has been established experimentally that the electrical discharge modification of worn-out borer working surface results in dimple formation on its surface which have metal flows along the edges. The flows override an initial surface contour and dimple height is increasing when storage capacitor voltage becomes higher due to modification process that leads to an increase in diameter of borer machined surface. Metal flows can be considered as specific cutting elements (teeth) on the modified borer surface that provide give the cutting ability to its worn-out surface. It has been ascertained that electrical discharge modification of the worn-out borer surface makes it possible to restore its cutting ability in relation to its initial ability by 33.3 % with 75 V voltage and in case of 120 V voltage the ability is increased by 43.0 %. It is evidence that the proposed method for restoration of cutting ability of worn-out steel dental borer surface is considered as rather efficient one.

Keywords: electrical discharge machining, cutting ability, restoration, dental borer, wear, cutting elements, fabric-based laminate, micro-relief, flows

For citation: Kiselev M. G., Bohdan P. S., Kryshnev M. M., Semenkovich V. P. (2017) Influence of Electrical Discharge Machining for Worn-Out Surface of Steel Dental Borer Working Part on Restoration of its Cutting Ability. *Science and Technique*. 16 (3), 189–195. DOI: 10.21122/2227-1031-2017-16-3-189-195 (in Russian)

Введение

Зубной бор представляет собой вращающийся многолезвийный инструмент, предназначенный для обработки (препарирования) твердых тканей зубов и челюстных костей [1–3]. Он состоит из рабочей части (головки) 1, шейки 2 и хвостовика 3 (рис. 1), служащего для закрепления бора в стоматологическом наконечнике.

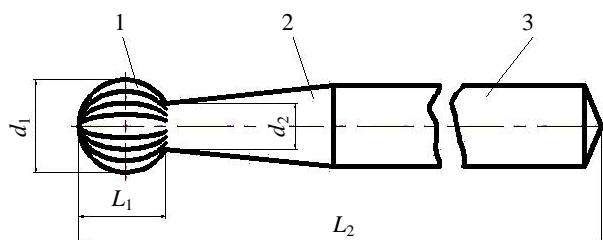


Рис. 1. Конструкция зубного бора:

d_1 – диаметр рабочей части (головки); d_2 – диаметр шейки;
 L_1 – длина рабочей части; L_2 – общая длина бора

Fig. 1. Dental borer design:

d_1 – diameter of working part (head); d_2 – diameter of neck;
 L_1 – length of working part; L_2 – total borer length

В зависимости от применяемого стоматологического наконечника боры разделяются для работы с прямым, угловым и турбинным наконечниками. Хвостовики боров для углового наконечника имеют на свободном конце проточку и лыску для фиксации в нем. Диаметр хвостовика бора для прямого и углового наконечников составляет 2,35 мм, а для турбинного – 1,60 мм. Боры для прямого наконечника

имеют установленную длину 44,00 мм, для углового – 17,22 и 27,00 мм, для турбинного – 22,00 мм.

По форме рабочей части боры подразделяются на шаровидные, цилиндрические, конические, обратноконические, колесообразные с продольной, торцевой, поперечной, угловой или комбинированной насечкой, образующей режущие зубья. Изготавливают боры из прутков высокопрочной хромированной стали ХВ5. Технологический процесс их производства включает четыре основные операции: токарную, зубофрезерную, термическую и финишную. Токарная операция, выполняемая на автоматах продольного точения, – это фасонирование рабочей части, обточка шейки, проточка канавки замковой части (для угловых боров) и обрезание в размер со снятием фаски. Фрезерная операция включает фрезерование зубьев на рабочей части боров, а также лыски на хвостовой части угловых боров. В зависимости от формы рабочей части бора ее осуществляют на фрезерных автоматах различных конструкций, а в качестве инструмента используют специальные двухугловые и дисковые фрезы. Термообработка включает закалку рабочей части и шейки боров с последующим отпуском с обеспечением твердости 61–66 НRC. Финишная обработка заключается в удалении с помощью гибкого полировального круга заусенцев с последующим электрохимическим полированием.

Согласно ГОСТ 22090.1–93 «Инструменты стоматологические вращающиеся», для сталь-

ных боров полный установленный ресурс машинного времени должен быть не менее 9 мин. Следует подчеркнуть, что изношенные боры, т. е. потерявшие режущую способность, в дальнейшем не используются, а утилизируются. Вместе с тем, как показали результаты предшествующих исследований [4–6], путем электроэрозионной обработки (модифицирования) поверхности инструментов, применяемых для распиливания различных материалов (проволока, штрипса, отрезной диск), ей можно придать режущую способность. Поэтому представляется перспективным проводить такую обработку для модифицирования изношенной поверхности рабочей части стальных боров с целью восстановления ее режущей способности, а соответственно их дальнейшего использования. В этой связи цель работы заключалась в экспериментальной оценке влияния электроэрозионной обработки изношенной поверхности стальных зубных боров на степень восстановления ее режущей способности.

Методика проведения экспериментальных исследований

Объектом исследования являлся стальной зубной бор с цилиндрической рабочей частью (головкой), предназначенный для работы с прямым стоматологическим наконечником (рис. 2). Исходный диаметр головки бора, на которой выполнены шесть режущих лезвий, составляет 2,17 мм при длине рабочей части 5,50 мм и общей длине бора 44,00 мм.

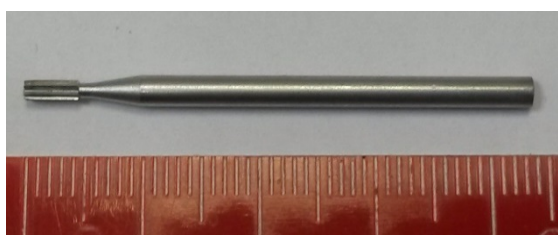


Рис. 2. Фотография зубного бора, примененного в исследованиях

Fig. 2. Photo of dental borer applied in research

Определение режущей способности бора осуществляли с помощью созданного устройства, принципиальная схема которого и фотография общего вида представлены на рис. 3.

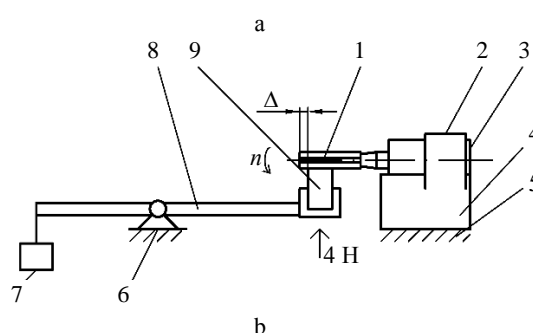


Рис. 3. Принципиальная схема устройства для определения режущей способности бора (а) и фотография его рабочей зоны (b)

Fig. 3. Schematic diagram of device for determination of borer cutting ability (a) and photo of its working area (b)

Отметим, что данное устройство (рис. 3) реализует схему испытаний режущей способности боров в соответствии с требованиями ГОСТ 30213–94. Испытуемый бор 1 закрепляется в стоматологическом наконечнике 3, который с помощью хомута 2 своей цилиндрической поверхностью прижимается к поверхности призмы 4, неподвижно установленной на основании 5 устройства. На основании также закреплен кронштейн 6, в котором на опорах вращения установлен качающийся рычаг 8. На одном конце рычага закреплена пластина из текстолита 9 толщиной 1,5 мм, а на другом – аттестованные грузы 7, создающие усилие прижима пластины к режущей поверхности бора, равное 4 Н.

Частоту вращения бора контролировали с помощью лазерного тахометра testo 465, и во всех экспериментах ее значение поддерживалось постоянным и составляло 5000 мин^{-1} . Предварительно при отпущенном хомуте стоматологический наконечник перемещался в призме в осевом направлении таким образом, чтобы торец бора располагался относительно поверхности текстолитовой пластины на расстоянии $\Delta = 1,0 \text{ мм}$, после чего хомут зажимался.

Затем включали привод вращения стоматологического наконечника, текстолитовая пластина прижималась с заданным усилием к режущей поверхности вращающегося бора, и в этот же момент запускали секундомер. По истечении 30 с процесс обработки останавливали, текстолитовую пластину выводили из контакта с бором и переустанавливали на рычаге таким образом, чтобы на ней можно было прорезать паз другим испытуемым бором, который бы располагался относительно предыдущего на расстоянии не менее 5 мм.

Режущую способность бора оценивали по значению интенсивности резания (i) им текстолитовой пластины, которое определяли отношением площади F полученного на ней пропила ко времени обработки $t = 30$ с, т. е. $i = F/t$ ($\text{мм}^2/\text{с}$). Значение F находили как произведение толщины пластины $b = 1,5$ мм на глубину h полученного на ней пропила ($F = bh$). Величину h измеряли с помощью малого инструментального микроскопа ММИ-2 с точностью ± 5 мкм.

Испытаниям подвергались боры в исходном состоянии их рабочей поверхности (новые), в изношенном состоянии рабочей поверхности и боры, изношенная рабочая поверхность которых была модифицирована путем электроэрозионной обработки. Изношенная рабочая поверхность бора получалась в результате обработки новым бором образца из гранита. Диаметральные размеры рабочей поверхности боров при трех ее указанных состояниях измеряли с помощью микрометра МР-25 0,001 с ценой деления 1 мкм.

Электроэрозионное модифицирование изношенной рабочей поверхности бора осуществляли с помощью созданного устройства, схема и фотография общего вида которого представлены на рис. 4.

На стальной плите 1 (рис. 4) смонтирован электродвигатель 8 (ДСМ 2-П-220), с валом которого посредством эластичной муфты 7 соединен хвостовик обрабатываемого бора 4. Последний установлен в призме 3 и прижимается к ее поверхности с помощью пружинного прижима 6. Плита установлена на диэлектрическом (деревянном) основании 2. В качестве электрода-инструмента используется тонкая, толщиной 0,1 мм, стальная пластина 5, которой

вручную сообщается периодическое колебательное движение, направленное перпендикулярно изношенной поверхности бора. Электрод-инструмент и бор включены в электрическую цепь, состоящую из источника постоянного тока ИП, накопительного конденсатора C и токоограничивающего резистора R . В процессе сближения электрода-инструмента с обрабатываемой поверхностью бора на расстояние, соответствующее минимальной величине межэлектродного промежутка (МЭП), между ними происходит электрический разряд, вызывающий формирование на ней лунки, имеющей наплывы застывшего металла, выходящие за исходный контур поверхности. Именно эти наплывы металла образуют на модифицированной поверхности своеобразные режущие элементы, способные снимать стружку с материалов, уступающих по твердости металлу наплывов [6–10].

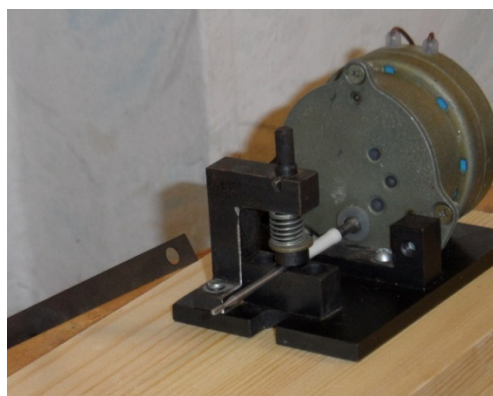
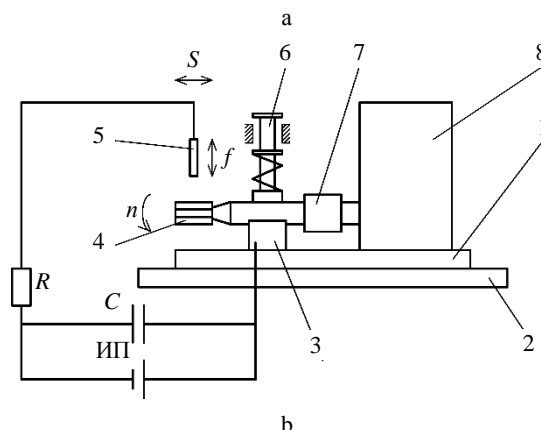


Рис. 4. Схема устройства для электроэрозионного модифицирования изношенной рабочей поверхности бора (а) и фотография общего вида устройства (б)

Fig. 4. Diagram of device for electrical discharge modification of worn-out borer working surface (a) and photo of device general view (b)

В процессе модифицирования бору сообщается вращательное движение с частотой $n = 3 \text{ мин}^{-1}$, а электроду-инструменту – колебательное движение с частотой $f \approx 1 \text{ Гц}$. Для обработки всей изношенной поверхности бора пластине дополнительно сообщается движение S вдоль его оси. При этом обеспечивается условие, чтобы формируемые на поверхности бора лунки не перекрывали друг друга. В процессе проведения эксперимента использовали прямую полярность, т. е. анодом являлся бор, диэлектрическая жидкость не применялась. Модифицирование осуществляли при двух значениях напряжения U на накопительном конденсаторе: 75 и 120 В.

Результаты экспериментальных исследований и их обсуждение

Фотографии режущей части исследуемого бора при трех ее состояниях – исходном, изношенном и после электроэрозионного модифицирования изношенной поверхности – представлены на рис. 5.

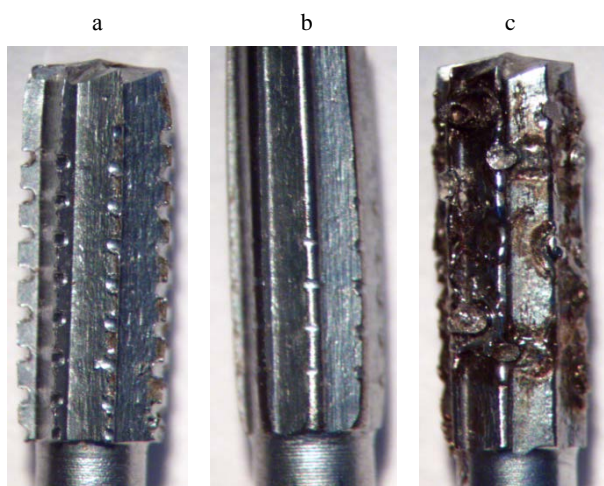


Рис. 5. Фотография режущей части испытуемого бора: а, б – в исходном и изношенном состоянии; с – после электроэрозионного модифицирования изношенной поверхности

Fig. 5. Photo of cutting part of borer under test: а – initial state; б – worn-out state; с – after electrical discharge modification

Как видно на рис. 5, на изношенной поверхности бора практически отсутствуют режущие лезвия, которые имеет поверхность бора в ее исходном состоянии. В результате их изнаши-

вания диаметр режущей части бора уменьшился по сравнению с исходным. После электроэрозионного модифицирования изношенной поверхности бора на ней отчетливо видны лунки с наплывами металла, которые выходят за исходный контур поверхности. В результате диаметр поверхности увеличивается на удвоенную высоту этих наплывов. Численные значения диаметра режущей части бора при различных ее состояниях приведены в табл. 1.

Таблица 1

Диаметры режущей поверхности бора при различных ее состояниях
Diameters of borer cutting surface at its various states

Состояние режущей поверхности	Диаметр режущей поверхности, мм
Исходное состояние (в состоянии поставки)	2,17
Изношенное состояние	1,95
Модифицированная изношенная поверхность при U :	
75 В	2,09
120 В	2,15

Из анализа приведенных данных следует, что в результате изнашивания диаметр режущей поверхности бора уменьшился по сравнению с исходным на 0,22 мм. После электроэрозионного модифицирования изношенной поверхности при $U = 75 \text{ В}$ ее диаметр увеличился на 0,14 мм, а при $U = 120 \text{ В}$ – на 0,20 мм и достиг 2,15 мм, что практически соответствует диаметру режущей поверхности в исходном состоянии (2,17 мм). Такое увеличение диаметра изношенной поверхности бора после ее электроэрозионного модифицирования связано с формированием на ней наплывов металла, выходящих за ее исходный контур. При этом с увеличением напряжения накопительного конденсатора в процессе модифицирования поверхности средняя высота этих наплывов металла возрастает. Так, при $U = 75 \text{ В}$ значение высоты составляет 0,07 мм, а при $U = 120 \text{ В}$ – 0,10 мм. Объясняется это тем, что с повышением напряжения возрастает энергия электрического разряда, что приводит к увеличению размеров получаемой на поверхности бора лунки, включая высоту образовавшихся по ее краю наплывов металла.

Как уже отмечалось, эти наплывы металла можно рассматривать как своеобразные режущие элементы (зубья) на модифицированной поверхности бора, придающие его изношенной поверхности режущую способность. Это подтверждается полученными экспериментальными данными (рис. 6), отражающими влияние состояния режущей поверхности бора на интенсивность резания им текстолитовой пластины.

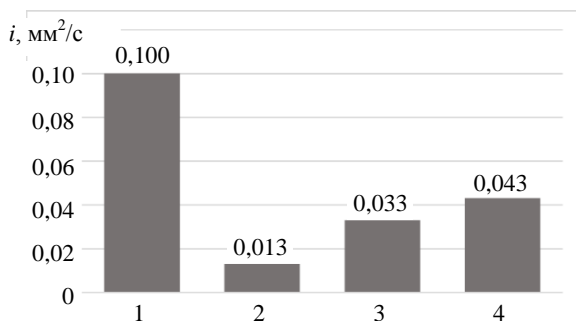


Рис. 6. Значение интенсивности резания текстолитовой пластины бором с различным состоянием режущей поверхности: 1, 2 – в исходном и изношенном состоянии; 3, 4 – модифицированная изношенная поверхность при $U = 75$ В и $U = 120$ В соответственно

Fig. 6. Value of intensity for cutting textolite plate with borer having various cutting surface states: 1 – initial state; 2 – worn-out state; 3, 4 – modified worn-out surface at $U = 75$ V and $U = 120$ V, respectively

Из рис. 6 видно, что наибольшую интенсивность резания ($i = 0,100$ мм²/с) обеспечивает бор в исходном состоянии его режущей поверхности, а наименьшую ($i = 0,013$ мм²/с) – бор с изношенной режущей поверхностью. В результате электроэрозионного модифицирования поверхности при $U = 75$ В значение интенсивности резания увеличилось до $i = 0,033$ мм²/с, а при $U = 120$ В – до $0,043$ мм²/с. Если значение i , соответствующее исходному состоянию режущей поверхности бора, принять за 100 %, модифицирование ее изношенной поверхности позволяет восстановить ее режущую способность при $U = 75$ В на 33,3 %, а при $U = 120$ В – на 43,0 %. В то время как интенсивность резания изношенной поверхностью составляет всего 13,3 % от значения i , принятого за 100%. Если оценить эффективность операции модифицирования по отношению к интенсивности резания изношенной поверхностью бора, то ее применение позволяет повысить этот показате-

ль при $U = 75$ В в 2,5 раза, а при $U = 120$ В – в 3,3 раза. Возрастание эффективности влияния модифицирования изношенной поверхности бора на восстановление ее режущей способности с повышением напряжения на накопительном конденсаторе обусловлено увеличением высоты образующихся на ней напылов металла, что в первом приближении аналогично увеличению высоты зубьев на поверхности инструмента. А это повышает его режущую способность.

ВЫВОДЫ

1. На основании анализа результатов предшествующих исследований по применению электроэрозионного модифицирования поверхности инструментов, применяемых для распиливания различных материалов с целью придания ей режущей способности, обоснована перспективность восстановления режущей способности изношенной поверхности зубных боров путем ее электроэрозионной обработки.

2. Разработана методика проведения экспериментальных исследований по влиянию операции электроэрозионного модифицирования изношенной рабочей поверхности бора на восстановление ее режущей способности, включающая устройство для выполнения этой операции, а также устройство определения режущей способности бора по значению интенсивности резания им образцов из текстолита.

3. Экспериментально установлено, что в результате электроэрозионного модифицирования изношенной рабочей поверхности бора на ней формируются лунки, имеющие по краям наплывы металла, выходящие за исходный контур поверхности, высота которых увеличивается с повышением напряжения U на накопительном конденсаторе, что приводит к увеличению диаметра обработанной поверхности. Так, при $U = 75$ В ее диаметр увеличился на 0,14 мм при высоте напылов 0,07 мм, а при $U = 120$ В – на 0,20 мм при их высоте 0,10 мм и стал практически равным диаметру рабочей поверхности бора в исходном состоянии.

4. Показано, что наплывы металла оправдано рассматривать как своеобразные режущие элементы (зубья) на модифицированной поверхности бора, придающие его изношенной поверхности режущую способность. Установ-

лено, что электроэрозионное модифицирование изношенной поверхности бора позволяет восстановить ее режущую способность по отношению к первоначальной при $U = 75$ В на 33,3 %, а при $U = 120$ В – на 43 %, что свидетельствует о достаточно высокой эффективности предлагаемого способа восстановления режущей способности изношенной поверхности стальных зубных боров.

5. Учитывая положительные результаты, полученные в ходе проведенных предварительных экспериментов, следует продолжить исследования по изучению процесса электроэрозионного модифицирования изношенной поверхности зубных боров различных видов с целью разработки простой в эксплуатации и малозатратной в освоении технологии восстановления режущей способности этих широко применяемых в стоматологии инструментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тургунов, Е. М. Хирургические инструменты / Е. М. Тургунов, А. А. Нурбеков. Караганда, 2008. 48 с.
2. Островерхов, Г. Е. Оперативная хирургия и топографическая анатомия / Г. Е. Островерхов, Ю. М. Бомаш, Д. Н. Лубоцкий. Курск: КГМУ, 1996. 738 с.
3. Применение штрипс с модифицированной поверхностью для распиливания зубной ткани / М. Г. Киселев [и др.] // Приборостроение-2013: Материалы 6-й междунар. науч.-техн. конф., Минск, 20–22 ноября 2013 г. / Белор. нац. техн. ун-т; редкол.: О. К. Гусев (предс.) [и др.]. Минск, 2013. С. 310–311.
4. Экспериментальная оценка режущей способности штрипс с модифицированной путем электроконтактной обработки рабочей поверхностью / М. Г. Киселев [и др.] // Механика машин, механизмов и материалов. 2014. Т. 28, № 3. С. 64–68.
5. Эффективность применения электроконтактной обработки поверхности проволочного инструмента с целью придания ей режущей способности / М. Г. Киселев [и др.] // Вестник Полоцкого гос. ун-та. Сер. В. 2013. № 11. С. 73–77.
6. Теоретическое и экспериментальное исследование процесса формирования лунки на обрабатываемой поверхности при однократном электроэрозионном воздействии / М. Г. Киселев [и др.] // Механика машин, механизмов и материалов. 2014. № 1. С. 76–81.
7. Артамонов, Б. А. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов. В 2 т. / Б. А. Артамонов. М.: Высш. шк., 1983. Т. 1. Обработка материалов с применением инструмента. 247 с.
8. Коваленко, В. С. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов / В. С. Коваленко. Киев: Вища шк., 1975. 236 с.
9. Методика и оборудование для оценки режущей способности проволочного инструмента / М. Г. Киселев [и др.] // Метрология и приборостроение. 2012. № 1. С. 23–25.
10. Влияние скорости вращения рабочей поверхности отрезного диска в процессе ее электроэрозионной обработки на режущую способность инструмента / М. Г. Киселев [и др.] // Механика машин, механизмов и материалов. 2016. № 2. С. 58–62.

Поступила 10.01.2017

Подписана в печать 21.03.2017

Опубликована онлайн 30.05.2017

REFERENCES

1. Turgunov E. M., Nurbekov A. A. (2008) *Surgical Instruments*. Karaganda. 48 (in Russian).
2. Ostroverkhov G. E., Bomash Yu. M., Lubotsky D. N. (1996) *Operative Surgery and Topographic Anatomy*. Kursk, Kursk State Medical University. 738 (in Russian).
3. Kiselev M. G., Drozdov A. V., Bogdan P. S., Krinichev V. S. (2013) Application of Strips with Modified Surface for Dental Tissue Sawing. *Priborostroenie-2013: Materialy 6-j Mezhdunar. Nauch.-Tehn. Konf.* [Priborostroyeniye-2013. Proceedings of the 6th International Scientific and Technical Conference], Minsk, Belarusian National Technical University, 310–311 (in Russian).
4. Kiselev M. G., Drozdov A. V., Gabec V. L., Bogdan P. S. (2014) Experimental Evaluation of Cutting Capability for Strips with Working Surface Modified by Electro-Discharge Machining. *Mekhanika Mashin, Mekhanizmov i Materialov* [Mechanics of Machines, Mechanisms and Materials], (3), 64–68 (in Russian).
5. Kiselev M. G., Drozdov A. V., Moskalenko A.V., Bogdan P. S. (2013) Effectiveness of Application of Contact-Initiated Machining of the Surface of Wire Instrument to Give it Cutting. *Vestnik Polotskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Ser. B* [Bulletin of Polotsk State University. Ser. B], (11), 73–77 (in Russian).
6. Kiselev M. G., Drozdov A. V., Monich S. G., Moskalenko A.V., Bogdan P. S. (2014) Theoretical and Experimental Investigations for Pit Formation Process on the Machined Surface while Using Single Electric Erosion Action. *Mekhanika Mashin, Mekhanizmov i Materialov* [Mechanics of Machines, Mechanisms and Materials], (1), 76–81 (in Russian).
7. Artamonov B. A. (1983) *Electro-Physical and Electrochemical Methods for Material Working. Vol. 1. Material Working while Using Instruments*. Moscow, Vysshaya Shkola Publ. 247 (in Russian).
8. Kovalenko V. S. (1975) *Electro-Physical and Electrochemical Methods for Material Working*. Kiev, Vishcha Shkola Publ. 236 (in Russian).
9. Kiselev M. G., Drozdov A. V., Novikov A. A., Moskalenko A. V., Bogdan P. S. (2012) Methodology and Equipment for Assessment of Cutting capability for Wire Instrument. *Metrologiya i Priborostroyeniye* [Metrology and Instrumentation], (1), 23–25 (in Russian).
10. Kiselev M. G., Drozdov A. V., Bogdan P. S., Sentemova D. V. (2016) Influence of Rotation Velocity of Cutoff Disk Working Surface on Instrument Cutting Capability During the Process of its Electric Corrosion Machining. *Mekhanika Mashin, Mekhanizmov i Materialov* [Mechanics of Machines, Mechanisms and Materials], (2), 58–62 (in Russian).

Received: 10.01.2017

Accepted: 21.03.2017

Published online: 30.05.2017