

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ В ЗУБОТЕХНИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Белорусский государственный медицинский университет

Проведены измерения толщины металлической заготовки до и после электроэрозионной обработки с различными заданными параметрами для определения зависимости убыли обрабатываемого материала от длительности и частоты следования электрических импульсов. Предложена методика коррекции цельнолитых зубных протезов на этапе обработки металлического каркаса. Описаны преимущества применения предложенного метода. Определены уровень шума и пыли на рабочем месте зубного техника при обработке металлических зубных протезов различными методами. Установлено, что уровни шума и концентрации аэрозоля в воздухе при использовании электроэрозионной установки, в отличие от механических способов обработки стоматологических сплавов, не превышают гигиенических нормативов для указанных факторов.

В ортопедической стоматологии метод электроэрозионной обработки применяется для достижения точности сопрягаемых элементов в имплантных соединениях и решения проблемы пассивного прилегания структур имплантатов с винтовой фиксацией, так как неточности прилегания соединяемых поверхностей могут увеличить напряжения и снизить способность к противостоянию окклюзионным нагрузкам [5,7]. Называемая искроэрозионным методом SAE, эта техника применяется в дентальных лабораториях с 1995 года [8]. С помощью этого метода обрабатываются все дентальные сплавы: кобальто-хромомолибденовые, сплавы, содержащие благородные металлы, и титан. При искроэрозионном методе периодические разряды от электрода к обрабатываемому изделию обуславливают удаление материала с помощью коротких электрических импульсов. Процесс искроэрозионной обработки происходит в машине типа SAE-EBM 2000, которая генерирует электрический ток 24А. Обрабатываемое с помощью электрического разряда изделие включается в качестве анода (положительный полюс) или катода (отрицательный полюс) и во время процесса обработки погружается в диэлектрическую среду на углеводородной основе. Электрод подключается к катоду

или аноду и подводится к обрабатываемому изделию. При этом возникают высокоэнергетические искровые разряды от электрода к обрабатываемому изделию, последовательность которых регулируется импульсным генератором. Искровые разряды расплавляют крошечные частицы материала. На электроде может также возникнуть небольшая окалина. В качестве материала для электродов метода Secotec применяется электролитная медь специального состава. Материал электродов должен соответствовать обрабатываемому материалу, это же относится и к вариациям мощности генератора. Техника Secotec подходит для всех доступных систем имплантатов [7,8].

Однако искроэрозионный метод SAE-Secotec имеет ограниченную область применения, поскольку используется только для пассивации мезо- и супраструктур, которые без напряжения прикручиваются к неиндивидуализированным опорам имплантатов. Для искроэрозионного процесса в качестве аналога опоры должен быть использован идентичной формы электрод. Кроме того, эта методика требует программного обеспечения на каждую индивидуальную поверхность зуба, что подразумевает разработку новой программы под каждый опорный элемент. Это приводит к значительным затратам

времени, финансовых средств и в конечном итоге становится нецелесообразным. Поэтому данная техника не может быть использована для исправления неточностей прилегания индивидуального литья, обусловленных зуботехническим этапом их изготовления, а также получения микроретенционной поверхности металлического каркаса цельнолитого несъемного протеза на естественных опорных элементах. Метод SAE-Secotec требует дорогостоящего оборудования, большого количества оригинальных расходных материалов (специальное изготовление модели, фиксирующий материал Pattern Resin, модельные гильзы Secotec и т.д.) [8], специально подготовленного персонала. Для пассивации одной мезо-и супраструктуры требуется 3 электрода. Кроме того, непосредственно искрозрозия осуществляется в диэлектрической среде на углеводородной основе, что требует дополнительных условий организации рабочего процесса.

При изготовлении цельнолитых конструкций протезов нередко возникают трудности, вызванные неточным прилеганием коронок к культиям опорных зубов из-за дефектов индивидуального литья: шаровидных и игловидных литейных «прибылей», не полностью компенсированной усадки. Возникающий при этом преждевременный контакт протеза с опорными зубами, требует трудоемкой, неточной и не всегда возможной припасовки путем сошлифовывания металла внутри коронок традиционными методами. Применение электрофизических методов обработки может быть перспективно в данном направлении.

Цели исследования:

1. Усовершенствование методики коррекции литых зубных протезов на этапе обработки металлического каркаса с помощью электроэрозионной обработки.

2. Определение уровня шума и пыли на рабочем месте зубного техника при обработке металлических зубных протезов различными методами.

Материал и методы

1. Во время рабочего процесса электроэрозионной обработки происходит пробой диэлектрика-возникает электрический разряд, в канале которого образуется плазма с высокой температурой. При этом имеет место расплавление и испарение небольшого количества частиц материала с поверхности импульсом электрического разряда. Образуется лунка формы, близкой к сферической. Частицы расплава и пары металла, вылетевшие в жидкость, заполняющую межэлектродный промежуток, застывают в ней в виде гранул, а затем удаляются либо под воздействием собственного веса, либо принудительно. Поскольку электрический пробой, как правило, происходит по кратчайшему пути, то, прежде всего, разрушаются наиболее близко расположенные участки электродов. При приближении одного электрода заданной формы (инструмента) к другому (заготовке) поверхность последнего примет форму поверхности первого. Производительность процесса, качество получаемой поверхности в основном определяются параметрами электрических импульсов (их длительностью, частотой следования, энергией в импульсе) [2, 12].

Для определения зависимости убыли обрабатываемого материала от длительности и частоты следования импульсов в процессе электроэрозионной обработки было проведено измерение толщины металла до и после электроэрозионной обработки с различными заданными параметрами. Для этой цели были использованы металлические заготовки прямоугольной формы длиной 60 мм, шириной 20 мм, толщиной $2 \pm 0,2$ мм. На поверхности металла заготовки была проведена точечная электроэрозионная обработка с различной длительностью импульса и частотой (рис. 1).

Частоте следования импульсов 100 Гц соответствовала длительность импульсов 1610-3830 мкс, а частоте, равной 50 Гц, соответственно 3890-6000 мкс. Работа проводилась с использованием электроэрозионной установки «ЭУ-25», на которой выше обозначенные параметры соответствуют величине набранных цифр на программном переключателе от 20 до 99. Поскольку при работе на электроэрозионной установке «ЭУ-25» рабочие электроды являются «свободными» и величина межэлектродного зазора зависит от мануальных навыков оператора, то точечная электроэрозионная обработка заключалась в однократном сближении рабочих электродов до возникновения электрического разряда, расплавления и испарения небольшого количества частиц металла. При этом использовали медный электрод, диаметром 1-1,5 мм, цилиндрической формы, длиной боковой поверхности 0,5-1 см в отрицательном импульсном режиме током 50 А.

После проведения электроэрозионной обработки измеряли толщину металлической заготовки в месте обработки (эрозии). Для этого использовался прибор для измерения толщины зубных протезов – толщиномер «Kroepflin» (Германия), калиброванный в РУП «БелГИМ». Считываемость данного прибора составляет 0,01 мм. Данные измерений занесли в таблицу.

2. При сравнительной гигиенической оценке условий труда при выполнении зуботехнических работ электроэрозионным способом в среде жидкого диэлектрика и при механической обработке с использованием абразивного инструмента и микромотора оценивали содержание аэрозоля электрокорунда в воздухе рабочей зоны и уровни шума на рабочем месте зубных техников.

Измерения уровней шума проводили в соответствии с требованиями Санитарных правил и норм 2.2.4/2.1.8.10.-32-2002 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» (с изменениями и дополнениями, утвержденными Постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 12.12.2005 года № 220) [11]. Средние уровни звука рассчитывали по ГОСТ 12.1.050 – 86 «Система стандартов безопасности труда. Методы измерения шума на рабочих местах» [10]. Полученные результаты оценивали в соответствии с Санитарными правилами и нормами 2.1.8.12.-37-2005 «Гигиенические требования к шуму, создаваемому изделиями медицинской техники в помещениях организаций здравоохранения» [3]. Измерения шума проводились шумомером Larson-Devis DSP83A при 2 режимах работы: на холостом ходу и при обработке материалов.

Отбор проб воздуха на содержание аэрозоля электрокорунда осуществлялся в соответствии с МУ № 4436-87 «Измерение концентраций аэрозолей преимущественно фиброгенного действия» [4]. Оценку результатов проводили по Санитарным правилам и нормам №11-19-94 «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ» [6]. При отборе проб воздуха и их последующем анализе использовали электрический аспиратор модели ОП-442ТЦ, термогигрометр TESTO-605-H1 и весы аналитические AR 2140. Отбор проб воздуха для исследований проводился при включенной механической общеобменной и местной вытяжной вентиляции.

Результаты и обсуждение

1. Данные измерений толщины металла до и после электроэрозионной обработки с различными заданными параметрами представлены в таблице 1.

Как следует из рисунка и таблицы 1, при увеличении длительности электрического импульса в процессе электроэро-

зионной обработки, увеличивается количество расплавленных частиц материала и соответственно уменьшается толщина обрабатываемой заготовки. Минимальное уменьшение толщины, зафиксированное измерительным толщиномером "Kroerlin", наблюдается при длительности импульса 1610 мкс (режим программного переключателя «ЭУ-25»-21). Толщина металлической заготовки после обработки при этом составляет $1,99 \pm 0,003$ мм. Из данных таблицы 1 видно, что при увеличении длительности электрического импульса программным переключателем «ЭУ-25» на 2 деления шкалы в диапазоне 21-60, уменьшение толщины обрабатываемого металла происходит равномерно на 0,01 мм. Данным параметрам длительности импульса соответствует частота следования импульса 100 Гц. В режиме электроэрозионной обработки с параметрами длительности электрического импульса «ЭУ-25» в диапазоне 61-99, частота следования импульса составляет 50 Гц. В этом случае уменьшение толщины обрабатываемого металла также происходит равномерно на 0,01 мм, но при изменении положения программного переключателя на 1 деление шкалы. При обработке с использованием максимального значения длительности электрического импульса (режим «ЭУ-25»-99), толщина заготовки составляет $1,41 \pm 0,003$ мм.

Таким образом, определив заранее толщину металлического каркаса опорного элемента или искусственного зуба литого протеза, можно, задавая необходимый параметр длительности электрического импульса, проводить коррекцию литья. Так как электрод при использовании данной методики является "свободным" и величина межэлектродного зазора зависит от мануальных навыков оператора, то форма, размер (длина и толщина рабочей поверхности) электрода будет определяться в каждом конкретном случае индивидуально.

При обработке твердых материалов механическими способами большое значение приобретает износ инструмента. Инструментом в электроэрозионной обработке является медная проволока различного диаметра, которая является значительно более дешевой по сравнению с инструментом для механической обработки. Форма концевой части электрода при проведении точечной электроэрозионной обработки задается с помощью механической обработки медной проволоки любым абразивным инструментом. При этом один электрод можно использовать многократно, изменяя форму концевой части электрода в зависимости от формы обрабатываемой поверхности. При срезании литниковой системы, коррекции "залитых" макроретенционных элементов (петли, зацепы), фиксирующих облицовочный материал, можно использовать максимальные значения длительности импульса, что сократит время обработки. При этом необходимо постоянно контролировать толщину обрабатываемой детали.

В процессе использования электроэрозионной установки на кафедре ортопедической стоматологии БГМУ было проведено:

- удаление с 57 отливок промежуточных частей мостовидных протезов из сплав X18H8T (фасеточных) шаровидных прибылей (залитые фиксирующие пластмассу дужки);
- удаление шаровидных и игловидных прибылей с 60 литых культевых штифтовых вкладок из различных стоматологических сплавов;
- удаление из внутренних полостей шаровидных прибылей и обработка частично залитых полостей у 129 цельнолитых коронок для обеспечения их точной припасовки;
- нанесение микроретенционных элементов на 127 несъемных протезах из различных стоматологических сплавов для укрепления полимерных материалов.

Экономический эффект определяется следующими факторами:

1. При изготовлении одной цельнолитой металлопластмассовой коронки по традиционной технологии зубному технику требуется 420 минут нормативного времени. Применяя метод электроэрозионной обработки, время изготовления вышеуказанного вида протеза сокращается до 360 минут. Это достигается за счет сокращения по времени процесса припасовки металлического каркаса протеза на рабочей модели посредством электроэрозии. Кроме того, при использовании электроэрозионного метода обработки металлического каркаса будущего протеза отпадает необходимость в использовании большинства абразивных и режущих инструментов. Исходя из их норм расхода на одну единицу протеза, изготовление цельнолитой металлопластмассовой коронки с использованием электроэрозионной обработки требует на 15% меньше расходных материалов и инструментария. В совокупности экономическая эффективность при изготовлении одной цельнолитой металлопластмассовой коронки составляет 3300 рублей (при стоимости изготовления в зуботехнической лаборатории 10910 рублей).

2. Количество выявленных дефектов облицовочного покрытия (скалывание облицовки и отслоение полимера от металлического каркаса) цельнолитых несъемных металлопластмассовых зубных протезов, изготовленных с использованием электроэрозионной обработки, в 3 раза меньше, чем при использовании традиционной технологии изготовления в период гарантийного срока службы протезов [1]. Появление выше названных дефектов облицовочного покрытия вызывает необходимость проведения реставрации непосредственно в полости рта, либо вообще переделки протеза по гарантии. Это требует дополнительных финансовых средств в зависимости от количества единиц протезирования. Стоимость исправления одного дефекта облицовочного покрытия в полости рта составляет минимум 1900 рублей.

3. Производительность труда зубного техника повышается за счет устранения брака литья при использовании электроэрозионной обработки, который невозможно устранить традиционной технологией. Снижается расход моделировочных масс, металла, электроэнергии, необходимых для повторной отливки, затрат рабочего времени зубного техника и литейщика (стоимость 1 единицы литья составляет 6090 рублей). Кроме того, при использовании электроэрозионной обработки отсутствует износ трущихся деталей и узлов (электромотора, рукава и наконечника бормашины), отпадает необходимость в использовании вентиляционно-отсасывающих устройств.

2. При измерении уровней шума установлено, что его воздействию подвергается средний медицинский персонал-зубные техники, группа изделий медицинской техники – II по СанПин 2.1.8.12.-37-2005 [3], режим использования оборудования для обработки материалов – повторно-кратковременный; в рабочем режиме используемое оборудование является источником постоянного шума, при холостом режиме работы-постоянного.

Работа на холостом ходу при электроэрозионном способе и механической обработке материалов не сопровождается превышением допустимых уровней звука (табл. 2). Установлено, что уровни звука в холостом режиме при электроэрозионном способе обработки статистически достоверно ниже, чем при механической обработке ($t=27,196$, $P<0,001$).

При оценке уровней шума в рабочем режиме при механическом способе обработки материалов выявлено превышение допустимого эквивалентного (от 18,20 до 22,80 дБА) и максимального (от 13,20 до 23,30 дБА) уровней звука. Следу-

Таблица 1

Значения толщины металлической заготовки

Режим «ЭУ-25»	T1±m, мм	T2±m, мм	Режим «ЭУ-25»	T1±m, мм	T2±m, мм
20	2±0,2	2±0,003	60		1,8
21	2±0,2	1,99±0,003	61	2±0,2	1,79±0,003
22	2±0,2	1,99±0,003	62	2±0,2	1,78±0,003
23	2±0,2	1,98±0,003	63	2±0,2	1,77±0,003
24	2±0,2	1,98±0,003	64	2±0,2	1,76±0,003
25	2±0,2	1,97±0,003	65	2±0,2	1,75±0,003
26	2±0,2	1,97±0,003	66	2±0,2	1,74±0,003
27	2±0,2	1,96±0,003	67	2±0,2	1,73±0,003
28	2±0,2	1,96±0,003	68	2±0,2	1,72±0,003
29	2±0,2	1,95±0,003	69	2±0,2	1,71±0,003
30	2±0,2	1,95±0,003	70	2±0,2	1,7±0,003
31	2±0,2	1,94±0,003	71	2±0,2	1,69±0,003
32	2±0,2	1,94±0,003	72	2±0,2	1,68±0,003
33	2±0,2	1,93±0,003	73	2±0,2	1,67±0,003
34	2±0,2	1,93±0,003	74	2±0,2	1,66±0,003
35	2±0,2	1,92±0,003	75	2±0,2	1,65±0,003
36	2±0,2	1,92±0,003	76	2±0,2	1,64±0,003
37	2±0,2	1,91±0,003	77	2±0,2	1,63±0,003
38	2±0,2	1,91±0,003	78	2±0,2	1,62±0,003
39	2±0,2	1,9±0,003	79	2±0,2	1,61±0,003
40	2±0,2	1,9±0,003	80	2±0,2	1,6±0,003
41	2±0,2	1,89±0,003	81	2±0,2	1,59±0,003
42	2±0,2	1,89±0,003	82	2±0,2	1,58±0,003
43	2±0,2	1,88±0,003	83	2±0,2	1,57±0,003
44	2±0,2	1,88±0,003	84	2±0,2	1,56±0,003
45	2±0,2	1,87±0,003	85	2±0,2	1,55±0,003
46	2±0,2	1,87±0,003	86	2±0,2	1,54±0,003
47	2±0,2	1,86±0,003	87	2±0,2	1,53±0,003
48	2±0,2	1,86±0,003	88	2±0,2	1,52±0,003
49	2±0,2	1,85±0,003	89	2±0,2	1,51±0,003
50	2±0,2	1,85±0,003	90	2±0,2	1,5±0,003
51	2±0,2	1,84±0,003	91	2±0,2	1,49±0,003
52	2±0,2	1,84±0,003	92	2±0,2	1,48±0,003
53	2±0,2	1,83±0,003	93	2±0,2	1,47±0,003
54	2±0,2	1,83±0,003	94	2±0,2	1,46±0,003
55	2±0,2	1,82±0,003	95	2±0,2	1,45±0,003
56	2±0,2	1,82±0,003	96	2±0,2	1,44±0,003
57	2±0,2	1,81±0,003	97	2±0,2	1,43±0,003
58	2±0,2	1,81±0,003	98	2±0,2	1,42±0,003
59	2±0,2	1,8±0,003	99	2±0,2	1,41±0,003

Примечания: 1. T1-толщина металла до обработки;
2. T2-толщина металла после обработки.

Результаты измерений уровней шума

Способ обработки	Режим работы	Уровни шума, дБА				Превышение допустимых уровней шума, дБА	
		фактические		допустимые		эквивалентного	максимального
		уровень звука/эквивалентный уровень звука	максимальный	уровень звука/эквивалентный уровень звука	максимальный		
электро-эрозионный	холостой	44,52±0,27*	-	60	65	-	-
	рабочий	58,26±0,98**	62,60±1,12			-	-
механический	холостой	54,40±0,20*	-			-	-
	рабочий	80,00±0,27**	83,30±0,94			на 18,20-22,80	на 13,20-23,30

* – уровень звука, ** – эквивалентный уровень звука.

ет отметить, что эквивалентные и максимальные уровни звука при электроэрозионной обработке отвечают гигиеническим требованиям СанПиН №2.1.8.12-37-2005 [3] и статистически достоверно ниже таковых при механической обработке (соответственно $t=17,327, P<0,001$ и $t=13,868, P<0,001$).

Механическая обработка материалов сопровождается образованием аэрозоля электрокорунда, который является аэрозолем дезинтеграции, образующимся в результате контакта (трения) абразивного инструмента и обрабатываемого материала. Электрокорунд является малоопасным веществом – 4 класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» и обладает

преимущественно фиброгенным действием [9].

При гигиенической оценке состояния воздуха рабочей зоны установлено, что на рабочем месте зубного техника при выполнении обработки материалов механическим способом (отбор проб проводился при работе местной вытяжной вентиляции) концентрация аэрозоля электрокорунда составляла $11,12±0,91$ мг/м³ (превышение ПДК от 1,62 до 2,13 раз, таблица 2). По помещению (исследования проводились при работе механической общеобменной вентиляции) содержание указанного вещества составило $2,40±0,17$ мг/м³, что соответствует гигиеническим требованиям.

При проведении зуботехнических работ электроэрозионным способом поступление аэрозоля электрокорунда в воздух рабочей зоны исключено, так как изменение формы материала проводится в среде жидкого диэлектрика (дистиллированной воде) и основано на эффекте вырывания частиц материала с поверхности импульсом электрического разряда. В нашем случае, присутствие аэрозоля в воздухе рабочей зоны при электроэрозионной обработке мы связываем с распространением его по помещению от рабочих мест, на которых проводилась механическая обработка материалов. Статистически достоверных различий содержания аэрозоля по помещению и на рабочем месте при электроэрозионной обработке не отмечено ($t=0,707, P>0,05$).

Содержание аэрозоля электрокорунда в воздухе рабочей зоны при механической обработке материалов статистически достоверно выше, чем по помещению в целом ($t=9,465, P<0,001$) и при электроэрозионном способе ($t=9,653, P<0,001$).

Таблица 2

Выводы

1. При электроэрозионной обработке металлических каркасов цельнолитых зубных протезов уменьшение толщины обрабатываемого металла происходит равномерно на 0,01мм. при увеличении длительности электрического импульса на 2 деления шкалы программного переключателя «ЭУ-25» с частотой 100Гц, на 1 деление шкалы программного переключателя «ЭУ-25» с частотой 50Гц.

2. Применение данного метода в ортопедической стоматологии сокращает трудоемкость изготовления зубных протезов, обеспечивает интенсивную по времени их отделку и точную припасовку цельнолитых несъемных зубных протезов. Эффективность обработки возрастает при изготовлении деталей из легированных и твердых сплавов, имеющих сложно-контурные поверхности, когда обычные традиционные методы обработ-

Таблица 3

Содержание аэрозоля электрокорунда в воздухе рабочей зоны

Способ обработки, место измерений	Концентрация, мг/м ³		Превышение ПДК
	фактическая	ПДК	
механический	11,12±0,91	6,0	в 1,62 – 2,13 раз
электроэрозионный	2,22±0,71*		
по помещению	2,40±0,17*		-

* – статистически достоверные различия показателей по сравнению с механическим способом ($P<0,001$).

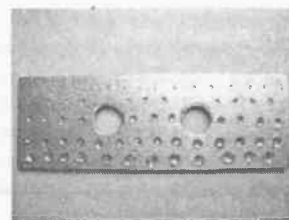


Рис. Металлическая заготовка после электроэрозионной обработки

☆ Новые технологии в медицине

ки применять нецелесообразно или вообще невозможно.

3. Проведенные сравнительные гигиенические исследования уровней шума и содержания аэрозоля электрокорунда в воздухе рабочей зоны при выполнении зуботехнических работ свидетельствуют о том, что уровни шума и концентрации аэрозоля в воздухе при использовании электроэрозионной установки не превышают гигиенических нормативов для указанных факторов и условия труда медицинского персонала соответствуют требованиям действующих санитарных правил и норм.

4. Механический способ обработки стоматологических сплавов сопровождается повышенными уровнями шума и содержанием в воздухе аэрозоля электрокорунда, превышающим предельно допустимую концентрацию. При проведении зуботехнических работ наиболее благоприятным с гигиенической позиции является применение электроэрозионного способа изменения формы материалов, при котором количественные характеристики оцениваемых нами антропогенных факторов не превышают установленных гигиенических нормативов при холостом и рабочем режимах и отсутствует их неблагоприятное воздействие на медицинский персонал.

Литература

1. Борунов, А.С. Обоснование применения методики электроэрозионной обработки для изготовления цельнолитых несъемных металлопластмассовых протезов / А.С. Борунов // Современная стоматология.-2006.-№4.-С.62-65.

2. Борунов, А.С. Обработка зубных протезов на электроэрозионной установке «ЭУ-25» / А.С. Борунов // Современная стоматология.-2004.-№4.-С.32-34.

3. Гигиенические требования к шуму, создаваемому изделиями медицинской техники в помещениях организаций здравоохранения. Санитарные правила и нормы: 2.1.8.12.-37-2005. – Введ. 03.04.2006.

– Минск: Респ. науч.-практич. центр гигиены, 2005. – 11 с.

4. Измерение концентраций аэрозолей преимущественно фиброгенного действия. Методические указания: 4436-87. – Введ. 18.11.1987. – Москва: НИИ гигиены труда и проф. заб. академии мед. наук СССР, 1988.-28с.

5. Пассивация каркаса при протезировании на имплантатах с винтовой фиксацией / К. Миорана [и др.] // Панорама ортопедической стоматологии.-2006.-№1.-С.2-5.

6. Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ. Санитарные правила и нормы: 11-19-94. – Введ. 01.01.1994. – Минск: Бел. науч.-исследов. санитар.-гигиенич. институт, 1994. – 102 с.

7. Применение метода искроэрозионной обработки при изготовлении металлокерамических мостовидных протезов из титана на внутрикостных имплантатах при полном отсутствии зубов верхней челюсти / М.З. Миргазизов [и др.] // Панорама ортопедической стоматологии.-2002.-№1.-С.22-25.

8. Рюбелинг, Г. Свободные от напряжения мезо-и супраструктуры на внутрикостных имплантатах, изготовленные искроэрозионным методом SAE-Secotec / Г. Рюбелинг // Панорама ортопедической стоматологии.-2003.-№4.-С.2-7.

9. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности: ГОСТ 12.1.007-76. – Введ. 01.01.1977.-Москва: Гос. комитет СССР по стандартам, 1984. – 5 с.

10. Система стандартов безопасности труда. Методы измерения шума на рабочих местах: ГОСТ 12.1.050 – 86. – Введ. 28.03.1986. – Москва: Гос. комитет СССР по стандартам, 1986. – 16 с.

11. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные правила и нормы: 2.2.4/2.1.8.10.-32-2002. – Введ. 08.07.2003. – Минск: Респ. центр гигиены, эпидемиологии и общест. здоровья, 2003. – 16 с.

12. Электроэрозионная и электрохимическая обработка / А.Л. Лившиц [и др.]; под общ. Ред. А.Л. Лившица и А. Роша.-Москва: НИИмаш, 1980.-223 с.