Содержание

АННОТАЦИЯ

Перечень условных обозначений

ВВЕДЕНИЕ

Техническое задание

. МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАЗВУКА

. АНАЛОГИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО АППАРАТА ДЛЯ СТОМАТОЛОГИИ

.1 Система 402 Профилактика

.2 Pieson Master 2000

.3 Супрасон П3

.4 «DENTSPLY/CAUITRON»

.5 Ультразвук Т-5

.6 Ультрастом

.7 Ультрадент

. УЛЬТРАЗВУКОВОЙ АППАРАТ ДЛЯ СТОМАТОЛОГИИ

.1 Назначение ультразвукового аппарата для стоматологии

.2 Разработка структурной схемы аппарата УЗ стоматологического

.3 Описание работы схемы электрической принципиальной аппарата УЗ стоматологического для снятия зубного камня

.3.1 Блок питания

.3.2 Ультразвуковой генератор

.3.3 Ультразвуковой инструмент

.4 Технические характеристики ультразвукового аппарата

. МЕТОДИКА РАСЧЕТА УЛЬТРАЗВУКОВОГО АППАРАТА

.1 Методика расчета выходного трансформатора

.2 Методика расчета усилителя-ограничителя

.3 Методика расчета параметрического стабилизатора напряжения постоянного тока R23, VD6, VD7

.4 Методика рассчета эмиттерного повторителя VT2, R9, R14

. РАСЧЕТ УЛЬТРАЗВУКОВОГО АППАРАТА ДЛЯ СТОМАТОЛОГИИ

.1 Расчет выходного трансформатора

.2 Расчет усилителя-ограничителя DA1, R4, R5, C9

.3 Расчет параметрического стабилизатора напряжения постоянного тока R23, VD6, VD7

.4 Расчет эмиттерного повторителя VT2, R9, R14

. КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

.1 Заготовка плат

.2 Подготовка поверхности платы

.3 Нанесение защитной пленки

.4 Удаление участков фольги, не покрытых защитным слоем (травление)

.5 Обработка и контроль платы после травления

. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

.1 Расчет себестоимости и цены ультразвукового аппарата для стоматологии

.1.1 Материальные затраты

.1.2 Затраты на оплату труда

.1.3 Дополнительная заработная плата

.1.4 Отчисления на социальные мероприятия

.1.5 Общепроизводственные расходы

.1.6 Административные расходы

. ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

.1 Общие вопросы охраны труда и окружающей среды

.2 Производственная санитария

.2.1 Метеорологические условия помещения

.2.2 Освещение

.2.3 Шум

.3 Техника безопасности

.4 Пожарная безопасность

.5 Защита окружающей среды

ВЫВОДЫ

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

PURPOSE

is designed to act the calcareous deposits by ultrasound in order to remove them under conditions of dental surgeries in the treatment-and-prophylactic and health establishments.apparatus provides:

removal of supra- and sub gingival deposit;

removal of dental deposit due to smoking;

deep lavage of gingival pockets by medicinal preparations;

medical treatment of paradontosis, curettage.apparatus was put through successful clinical tests in the Kharkov State Medical University.the apparatus has good possibilities, one can fully use it instead of EMS’s PIEZON-MASTER-400 apparatus 402nd complete set. In comparison with the closest analogue ULTRADENT apparatus (Russia) this apparatus has the following advantages:

higher power;

possibility to work without water cooling;

availability of integral pump providing autonomous irrigation by different medical agents.vibrational amplitude of the working tips, not less then 27µm.

Vibrational frequency of ultrasonic instruments 30Hz.pump output in irrigation system 35±5cm3/min.OF ITEMS

The apparatus is supplied with three forms of working attachments: “SCRAPER”, “WEDGE”, “NEEDLE”.

Перечень условных обозначений

АПА - автоматическая подстройка амплитуды

АПЧ - автоматическая подстройка частоты

ОУ - операционный усилитель

ППС - полупроводниковый параметрический стабилизатор

УЗ - ультразвук

Введение

В последние годы в медицинскую практику все шире внедряются физические методы, позволяющие осуществлять более точную диагностику заболеваний и контроль за эффективностью проведенного лечения. Своевременное и правильное назначение физиотерапии дает возможность быстро купировать различные проявления патологических процессов. Физические методы лечения играют важную роль в организации диспансерного наблюдения и реабилитации больных. Клиническое применение физиотерапии в сочетании с другими методами лечения позволяет оказать влияние на различные стороны патогенетических механизмов заболевания. Поэтому физиотерапия во многих случаях является патогенетической и ей следует отдавать предпочтение перед химиотерапией, которая часто оказывает побочное токсическое действие. Современная физиотерапия имеет богатейшие средства воздействия естественными и искусственными (преформированными) факторами. Активно изучаются специфические механизмы физиологического действия физических факторов, что расширяет и углубляет показания для их назначения.

Одним из методов физиолечения, применяемым в различных областях медицины, является УЗ-терапия. При этом с лечебной целью применяются механические колебания упругой среды частотой выше 20 кГц. В настоящее время наиболее широко используется частота 880 кГц.

Для терапевтических УЗ-воздействий в нашей стране выпускаются переносные аппараты УТП-1 и УТП-3, “Ультразвук Т-5”. Они состоят из генератора и излучателя - кристаллической пластинки (кварц, титанат бария и др.), которые являются источниками УЗ-колебаний.

В СНГ выпускаются и другие лечебно-диагностические УЗ-аппараты специального назначения: “ЛОР-2”, ”Остсомер”, ”Фазокард”, ”Ориентир” и др.

Для осуществления полноценных УЗ-воздействий необходимо применение УЗ-аппаратуры, работающей в различном частотном диапазоне, с целью регуляции глубины проникновения колебаний и набора специальных вибраторов малой площади, с функционально-изогнутым вибродержателем, для доступа к органам лица и полости рта, со сложной анатомической поверхностью (вогнутое нёбо, подковообразные альвеолярные отростки, желобки, дно полости рта). Этим требованиям отвечают специализированные УЗ-аппараты: УЗТ-102 генерирует УЗ-колебания с частотой 880 кГц и 2600 кГц, что позволяет оказывать лечебное воздействие на очаги поражения, имеющие различную глубину залегания, а набор из четырех вибраторов - осуществлять индивидуальный подход к УЗ-терапии стоматологических больных. УЗТ-102С ( 880 кГц, интенсивность 0.2-0.3 Вт/см 2 ).

Также используют аппарат УЗ-Т5 ( частота 880 кГц ) с двумя вибраторами, рабочая часть которых имеет площадь 2.5 и 1 см2, и аппарат ЛОР-1 ( 880 кГц ) с вибратором площадью 1 см2, ЛОР-2, ЛОР-3А.

В хирургической практике и эндодонтии применяют аппараты УРСК-7Н и УРСК-7Н-18 с генератором УЗ-колебаний частотой 24.5-28.5 кГц. Амплитуда смещения УЗ-инструмента составляет от 30 до 35 мкм для эндодонтичеких целей и до 55-60 мкм в хирургии. К аппарату прилагается набор наконечников, из которых для обработки ран предпочтительней цилиндрический с торцевым излучателем диаметра 0.5 см, а для эндодонтических манипуляций наконечник - штопфер или экскаватор с излучателем диаметром 0.1-0.3 см.

Для удаления зубных отложений на основе магнитострикционного эффекта выпускаются аппараты «Ультрастом» ( частота 25 кГц ), а также аппарат «Ультрадент» ( частота 44 кГц ) с тремя парами наконечников: долото- , игло- клинообразные.

Для предстерилизационной обработки стоматологического инструмента выпускаются малогабаритные установки типа “Серьга” - аппарат УЗМ-001 для дезинфекции и очистки стержневого стоматологического инструмента (емкость ванны 1л, частота 44 кГц, мощность - 33 Вт) и УЗМ-002 (емкость - 2л, частота 44кГц мощность - 70 Вт) - для предстерилизационной обработки стоматологических инструментов типа пинцетов, зондов, экскаваторов.

1. Медико-биологическое действие ультразвука

Под действием УЗ в тканях происходит попеременное сжатие-растяжение частиц, что приводит их в колебательное движение или вдоль направления УЗ-волны или перпендикулярно ему [1].

Механические колебания тканевых частиц приводят к «клеточному массажу», сдвигам физико-химических процессов и образованию тепла. При большой интенсивности в фазе растяжения может произойти разрыв межмолекулярных сил сцепления, притяжения и возникновение микрополостей - кавитация, которая разрывает оболочку клеток и разрушает молекулы химических веществ.

Действие УЗ приводит к местным и общим нейрорефлекторным и нейрогуморальным реакциям, которые проявляются фазно и отличаются последействием [1].

Адекватные дозировки УЗ оказывают болеутоляющее, рассасывающее, спазмолитическое, фибролитическое, противовоспалительное и десенсибилизирующее действие. Кроме того, активизируется местно кровообращение, лимфообращение, нормализуются процессы обмена, функциональное состояние нервной и эндокринной систем, ускоряются репаративные процессы, активизируется действие иммунной системы.

В зависимости от дозы действия УЗ может приводить к стимуляции или угнетению тканевых процессов, повреждению тканей.

С помощью УЗ можно вводить в ткани лекарственные вещества, что называется ультрафоноферезом (УФФ).

Все это позволяет широко применять УЗ терапию в различных отраслях медицины.

УЗ волны с успехом применяются в комплексной терапии больных суставной формой ревматоидного артрита и системной склеродермии в сочетании с кортикостероидными и антибактериальными средствами. Высок лечебный эффект УЗ-воздействия на мочевой пузырь, уретру, прямую кишку, даже в тех случаях, когда другие методы были недостаточно эффективны. С помощью фонофореза различных лекарственных веществ УЗ-терапия применяется в комплексном лечении больных с хроническими, неспецифическими заболеваниями легких. Благоприятное воздействие на функциональное состояние коры надпочечников и половых желез у женщин с воспалительными заболеваниями половых органов и дисфункцией яичников при УЗ-терапии. Ультразвук малой интенсивности усиливает эффективность гамма-облучения злокачественных опухолей. Ультразвук, обладая способностью стимулировать клеточный метаболизм, повышает разночувствительность опухолей, что дает возможность производить с помощью фокусирующих систем локальное озвучивание опухоли, не меняя разночувствительность окружающих непораженных тканей. УЗ-инструменты, обладая некоторым анальгезирующим и хорошим гемостатическим эффектом, применяются при ЛОР-операциях, особенно в области носа, зева, гортани, а также при других хирургических операциях.

Эффект кавитации, вызываемый низкочастотным УЗ-воздействием, способствует отмиранию бактерий и грибков. Открытые раны после 3-4 сеансов становятся стерильными. Оптимальный эффект отмечается при воздействии на язвы, некрозы, гипперкератозы. Основные показания к лечению УЗ низкой частоты - хирургические грибковые заболевания рук и ног, переломы конечностей, нарушение артериального кровообращения. Для лечения используют ручные и ножные ванны. Лечение микозов проводят в специализированных дерматоотделениях.

В поле высокочастотных УЗ-волн осуществляется дезинтеграция туберкулезных палочек, стафилококков, кишечной палочки, сальмонелл, палочек паракоклюша, вследствие кавитационных явлений среды, окружающей клетку. Это позволяет применять УЗ для стерилизации инструментария.

В хирургии УЗ применяется для сварки и обработки костных и мягких тканей, трепанирования костей, включая процесс резания и долбления при помощи инструментов, долговечность которых превышает в 1.5-2 раза по сравнению с обычными.

Широко применяется УЗ в различных областях стоматологической практики. А это самый распространенный вид медицинского обслуживания. В лечебной помощи терапевта-стоматолога нуждается от 80% до 93% населения с таким заболеванием как кариес и 80% людей после 40 лет с заболеванием тканей пародонта.

УЗ используется при следующих стоматологических заболеваниях:

) травматические повреждения мышечно-связочного аппарата;

) воспалительные и дегенеративные дистрофические заболевания пародонта и шейного отдела позвоночника;

) воспалительные заболевания пульпы, периодонта, лимфатических узлов, слюнных желез, воспалительного инфильтрата кожи и подкожной клетчатки, остеомиелита челюстей;

) заболевания слизистой оболочки полости рта и красной каймы губ;

) рубцово-спаечные процессы;

) травматические повреждения челюстей при замедленной консолидации;

) заболевания и травмы периферической нервной системы;

К низким уровням интенсивности в стоматологии принято относить 0.05-0.2 Вт/см2 , средним - 0.3-0.4 Вт/см2 , высоким - 0.5-0.6 Вт/см2 . Чаще используются малые и средние интенсивности УЗ-воздействия.

2. Аналоги ультразвукового аппарата для стоматологии

.1 Система 402 Профилактика

Инструмент А производит абсолютно линейные и управляемые движения вперед-назад. Вот почему этот тип инструмента автоматически распространяет и создает наибольшую величину энергии там, где она необходима больше всего - на камне. В этом состоит отличие. Отсутствует вращение, нет круговых или эллиптических видов колебаний. Отсутствует ударное воздействие на зубы и десна. Удаление камня становится более комфортабельным для пациента и врача:

эффективное удаление над- и поддесневых камней;

точно контролируемые линейные движения;

высокоточные типы инструментов без острых кромок;

- мелкодисперсный туман на конце наконечника;

- высокая эффективность за счет кавитации;

нежное воздействие на эмаль и мягкие ткани;

прекрасные терапевтические результаты;

ирриганты: вода, дистиллированная вода;

инструменты: А, В, С;

инструменты систем 402 и 403 используются как ручные инструменты.

Результат - облегчение в работе.

2.2 Pieson Master 2000

Четыре независимых ультразвуковых системы и контейнеры с жидкостью для ирригации.

Каждая система предназначена для одной области стоматологии и включает: наконечник, инструменты и контейнер с жидкостью для ирригации.

Наконечники снабжены цветовым кодом, облегчающим их конкретное применение, а конструкция вставного типа обеспечивает их быструю и легкую взаимозаменяемость. Специальный внутренний слой защищает наконечники от коррозии в случае использования агрессивных средств для ирригации (например, гипохлорита натрия).

Инструменты передают ультразвуковую энергию, которая должна быть полностью совместимой в каждой ситуации.

Наконечники инструментов являются качественными и прецизионными, а притупленная поверхность обеспечивает максимальную защиту от повреждения ткани и эмали. Их абсолютно точные и линейные колебания базируются на пьезокерамической технике.

Ручки для регулирования энергии и ирригации вращательного типа, что обеспечивает их плавный ход и визуальный контроль степени интенсивности на любой стадии лечения.

Контейнеры с жидкостью для ирригации снабжены полностью герметичным байонетным клапаном, который гарантирует быструю взаимозаменяемость. Байонетный клапан закрывается при снятии контейнера, автоматически закупоривая контейнер, что облегчает пользование и хранение.

Главный блок очень компактный. Для приведения его в рабочее состояние требуется только включение в розетку. Необходимость в подключении воды или воздуха отсутствует. Это расширяет возможность его применения.

Устройство PIESON MASTER 2000 пригодно для выполнения любой хирургической операции. Кроме главного блока, необходимого при каждом хирургическом вмешательстве, четыре системы - каждая для конкретной области применения:

эндодонтология (401)

парадентология (403)

профилактика (402)

сухое применение (404)

Эти четыре системы созданы для одной из конкретных областей применения ультразвука и позволяют выбрать только одну систему, две, три или всю серию.

Любая новая система (405), которая будет разработана в будущем, будет совместима с PIESON MASTER 2000.

2.3 Супрасон П3

Удаление зубных камней и эндодонтия.

Нет необходимости охлаждения водой, что улучшает условия работы врача и комфорт пациента.

Высокая эффективность благодаря автоматическому адаптированию мощности к сопротивлению.

Вибрация насадки в одной плоскости обеспечивает эффективное воздействие на зубной камень. Это не вызывает никакого нежелательного эффекта на зубные ткани.

Широкая гамма вставок позволяет удаление зубных камней с наилучшей эффективностью.

Обработка каналов: быстрое оформление системы каналов, соблюдение исходной морфологии каналов на уровне изгибов и апикального сужения. Малое количество инструментов: каналорасширители 10/100 мм, 15/100 мм и 25/100 мм, позволяющие произвести постепенное расширение. Ультразвуковая кавитация улучшает антибактериальное воздействие ирригационного раствора.

Пломбирование канала: после ультразвукового очищения состояние поверхностей стенок каналов позволяет получить лучшую связь между зубом и пломбировочным материалом.

.4 «DENTSPLY/CAUITRON»

Ультразвуковой инструмент для удаления зубного камня модель 3000.

Инструмент основан на 30 кГц технологии, является очень эффективным. Число колебаний в секунду, превышающее традиционное количество на 20%, ускоряет снятие камня, делает эту процедуру спокойной и позволяет пользоваться более коротким и легким наконечником.

Эффективность возрастает за счет увеличения числа колебаний до 30000 в секунду.

Позволяет удалять умеренно плотный и плотный камень с максимальной скоростью и эффективностью.

Эллиптическое перемещение отводит силу удара, что гарантирует минимальное травмирование ткани и делает процедуру более комфортной для пациента.

Ускорение операции сокращает время пребывания больного у врача и позволяет увеличить количество обслуживаемых пациентов.

Лечебное промывание водой стимулирует мягкую ткань, охлаждает место обработки и смывает камень и остатки вещества.

Многократное использование для оперативных процедур, включая эндодонтологию, парадонтологию и ортодонтию.

Стандартная модель 3000 работает с тремя вставками 30К.

Вставка 30К-3: для удаления наддесневого и поддесневого камня на задней лабиальной и лингвальной поверхностях.

Вставка 30К-10: для удаления наддесневого и поддесневого камня и для полировки после снятия твердого зубного камня.

Вставка 30К-EWPP: для снятия поддесневого камня околокорневой обработки. Пригодна для работы на большей части губных, щечных и язычных поверхностей и на различных межпроксимальных поверхностях.

2.5 Ультразвук Т-5

Содержит генератор высокой частоты, импульсный модулятор, стабилизатор выходного напряжения, элементы управления и блок питания. Аппарат имеет клавишное управление и два излучателя с эффективной площадью 4 и 1 см, диапазон интенсивностей от 0.605 до 2 Вт/см.

Для рабочих целей применяют, как правило, ультразвук интенсивностью 0.05-0.1-0.2-0.4-0.6 Вт/см, причем интенсивности 0.05-0.4 Вт/см характеризуются как малые и приемлемые в стоматологии.

2.6 Ультрастом

Аппарат для снятия зубного камня и налета с помощью ультразвука.

Представляет собой электронный генератор с магнитостриеционным преобразователем. Удаление зубного камня осуществляется легко, быстро, без повреждения окружающих тканей, болезненных ощущений и кровотечения.

Набор легко сменяемых наконечников различной формы позволяет производить работу на любом участке полости рта, причем, происходит более тщательная очистка зубов, чем при обычном методе.

Содержит генератор 25 кГц, магнитострикционный преобразователь, блок питания, систему подачи воды. При помощи, совершающего УЗ колебания, наконечника, а также струи воды, в которой происходят кавитационные процессы, удается легко и безболезненно удалять зубные камни. К аппарату приложен набор легко сменяемых наконечников, позволяющих проводить удаление зубных отложений на любой группе зубов.

Технические характеристики.

. Номинальная частота ультразвуковых колебаний инструмента аппарата равна 25 кГц.

. Аппарат работает от сети переменного тока частотой 50Гц с номинальным напряжением 220В при отклонении напряжения сети на 10% от номинального значения.

. Потребляемая мощность 280 Вт.

. Габаритные размеры аппарата 405\*275\*240 мм.

. Масса аппарата не более 15 кг.

2.7 Ультрадент

Аппарат предназначен для воздействия ультразвуком на зубные отложения с целью их удаления в условиях стоматологических кабинетов лечебно-профилактических и санаторно-курортных учреждений.

Аппарат предназначен для эксплуатации при температуре окружающего воздуха от +10oC до +35oC , относительной влажности 80% при температуре +25o C.

Технические данные:

. Номинальная частота ультразвуковых колебаний инструмента аппарата (ультразвукового преобразователя с установленным в нем наконечником) равна 44 кГц.

Предел допустимого отклонения рабочей частоты колебаний от номинальной не более 10% .

. Максимальная амплитуда колебаний наконечника инструмента не менее 40 мкм для иглообразных наконечников и 30 мкм - для клино - и долотообразных.

. Регулятор АМПЛИТУДА обеспечивает изменение амплитуды колебаний наконечника инструмента не менее чем в два раза.

. Максимальный расход воды гидросистемой аппарата не более 150 мл/мин при давлении в водопроводной сети 150 кПа.

. Кран ВОДА аппарата обеспечивает плавное изменение расхода воды не менее, чем в четыре раза.

. Температура воды после прохождения через работающий инструмент не более 42oC при начальной температуре воды не более 25oC и давлении в водопроводной сети 150 кПа.

. Аппарат обеспечивает два режима управления работой инструмента с помощью педали: 1 - инструмент включается при нажатии на педаль и отключается при ее отпускание, 2 -инструмент включается при нажатии на педаль и выключается при повторном нажатии.

. Аппарат работает от сети переменного тока частотой 50Гц с номинальным напряжением 220В при отклонении напряжения сети на 10% от номинального значения.

. Мощность, потребляемая аппаратом от сети, не более 50Вт.

. Время установления рабочего режима аппарата после включения не превышает 30 с.

. Аппарат обеспечивает в течение восьми часов условно-непрерывный режим работы: три минуты работы при максимальной амплитуде и две минуты ожидания.

. По последствиям отказа аппарат относится к классу В по ГОСТ 23256-86. Установленная безотказная наработка - не менее 1500 часов. Средняя наработка на отказ - не менее 2500 часов. Критерии отказа аппарата несоответствие требованиям пунктам 2, 3.

. Установленный срок службы аппарата - не менее трех лет. Средний срок службы - не менее пяти лет.

. По электробезопасности аппарат соответствует ГОСТ 12.2.025-76 и выполнен по классу защиты 1 и типу В.

. Масса аппарата без запасных частей и принадлежностей не более 3.3 кг, а в полном комплекте поставки не более 8 кг.

. Габаритные размеры аппарата: 276\*93\*225 мм.

Габаритные размеры инструмента: диаметр 18.5 мм, длина 170 мм.

3. Ультразвуковой аппарат для стоматологии

.1 Назначение ультразвукового аппарата для стоматологии

Аппарат для удаления зубного камня и отложений на зубах, предназначен для воздействия ультразвуком на зубные отложения с целью их удаления в условиях стоматологических кабинетов лечебно-профилактических и санаторно-курортных учреждений.

Аппарат применяется в стоматологии.

Аппарат предназначен для эксплуатации при температуре окружающего воздуха от +10oC до +35oC, относительной влажности 80% при 25oC и атмосферном давлении (700 - 1060) ГПа.

Аппарат называется “УЗОР-ДЕНТАЛ-2”.

3.2 Разработка структурной схемы аппарата УЗ стоматологического для снятия зубного камня

Аппарат должен представлять собой электронное стоматологическое устройство, предназначенное для удаления зубного камня и отложений на зубах.

Принцип действия аппарата должен быть основан на воздействии ультразвуковых колебаний, совершаемых наконечником ультразвукового инструмента с одновременным орошением зоны воздействия жидкостью (водой) от автономной ирригационной системы или водопроводной сети.

Устройство и работа аппарата поясняется схемой, представленной на рис.3.1.



Рисунок 3.1- Структурная схема аппарата УЗОР-ДЕНТАЛ-2

1 - бутылка с водой;

- микрокомпрессор;

- электромагнитный клапан;

- источник питания;

- педаль;

- регулятор подачи жидкости;

- ультразвуковой генератор;

- ультразвуковой инструмент.

Напряжение сети 220В поступает в источник питания 4 электронного блока и на микрокомпрессор 2. Микрокомпрессор через трубку подает в банку с водой 1 воздух, создавая в ее объеме избыточное давление, под действием которого вода поступает на электромагнитный клапан 3 и, далее, через регулятор подачи жидкости 6 подается на ультразвуковой инструмент 8.

Ультразвуковой генератор 7 работает на частоте и приводит в механические колебания пьезокерамические элементы инструмента с установленными на нем рабочими насадками.

Под воздействием ультразвуковых колебаний происходит распыление жидкости, поступаемой по внутреннему каналу инструмента, и что позволяет охлаждать рабочий инструмент и смывать с зубов остатки зубного камня.

Педаль 5 предназначена для управления работой электронного блока, обеспечивая одновременное включение ультразвукового генератора и подачу жидкости на ультразвуковой инструмент.

3.3 Описание работы схемы электрической принципиальной аппарата УЗ стоматологического для снятия зубного камня

Описание работы аппарата ультразвукового стоматологического УЗОР-ДЕНТАЛ-2.

3.3.1 Блок питания

Блок питания включает в себя трансформатор Т1, расположенный на шасси аппарата.и C1 - для подавления помех, создаваемых УЗ-генератором.

Двухполупериодный выпрямитель собран на диодах VD1...VD4 и конденсаторе C7.

Конденсаторы С3...С6 шунтируют выпрямительные диоды, уменьшая помехи.- предохранитель на случай КЗ в схеме.

Включение аппарата осуществляется тумблером SB1 СЕТЬ и индицируется индикатором единичным VD1. Вставки плавкие FU1, FU2 защищают схему от перегрузок.

3.3.2 Ультразвуковой генератор

Включение генератора осуществляется нажатием на педаль. При этом формируется управляющий импульс, который поступает на базу ключевого транзистора VT1 и открывает его. В коллекторную цепь транзистора VT1 включена обмотка электромагнитного клапана и базовая цепь ключевого транзистора VT3. При открытии транзистора VT1 срабатывает электромагнитный клапан и подается вода на инструмент. Одновременно открывается транзистор VT3 и подается напряжение питания на усилитель мощности, что приводит к самовозбуждению генератора. В базовую цепь транзистора VT3 включен индикатор единичный VD2, индицирующий включение инструмента.

На элементах R23, C16, C17, C18, VD6, VD7 собран стабилизатор 30В, предназначенный для питания операционного усилителя DA1.

Стабильная работа генератора при изменении нагрузки достигается введением в генератор систем автоматической подстройки амплитуды (АПА) и автоматической подстройки частоты (АПЧ).

Система АПА обеспечивает поддержание амплитуды колебаний за счет стабилизации тока возбуждения инструмента. Стабилизация тока достигается путем установки входного усилителя мощности в режим генератора тока.

Система АПЧ обеспечивает работу инструмента на резонансной частоте независимо от нагрузки. В кольце АПЧ напряжение схемы выделения сигнала управления частотой должно быть функцией движения инструмента, причем сдвиг фаз между током и напряжением для инструмента должен быть равен нулю. Поэтому сигнал управления определяется только активной составляющей импеданса УЗ-инструмента.

Для выделения напряжения обратной связи используется частотно независимая компенсация реактивности УЗ-инструмента с целью получения напряжения обратной связи, пропорционального только активной составляющей импеданса. Такая компенсация осуществляется с помощью мостовой схемы, одно из плеч которой образует инструмент и резистор R8, а второе - конденсатор С8 и резистор R7. Балансировка моста осуществляется резистором R7.

Фазовращатель представляет собой RC мост R12, R15, C12, C13, в диагональ которого включены резисторы R11, R16, и служит для установки в кольце обратной связи сдвига фаз, необходимого для возбуждения генератора на частоте последовательного резонанса инструмента. Установка сдвига фаз производится резистором R11.

Усилитель-ограничитель предназначен для компенсации потерь в цепи обратной связи и ограничения амплитуды колебаний. Он выполнен на микросхеме DA1, резисторах R2, R3, R4, R5, конденсаторах С9, С10. Коэффициент усиления определяется отношением R5/R4. Резисторы R2, R3 устанавливают режим по постоянному току. Ограничение осуществляется за счет нелинейности входной характеристики усилителя.

Эммитерный повторитель собран на транзисторе VT2, резисторах R13, АМПЛИТУДА, R14, которые задают режим транзистора по постоянному току. К среднему выводу резистора АМПЛИТУДА подключен согласующий трансформатор Т2.

Регулировка выходной мощности генератора, а, следовательно, и амплитуды механических колебаний инструмента, производится изменением напряжения возбуждения выходного усилителя с помощью переменного резистора АМПЛИТУДА, расположенного на передней панели аппарата.

Выходной усилитель собран на транзисторах КТ805А по двухтактной схеме с последовательным питанием и трансформаторным выходом. Режим работы транзисторов по постоянному току задается резисторами R18...R22, R24.

3.3.3 Ультразвуковой инструмент

Ультразвуковой инструмент построен на базе пьезокерамического преобразователя, который выполнен в виде резонансного цилиндра, жестко связанного через усилитель ультразвуковых колебаний - концентратор - с рабочим наконечником инструмента.

Для снятия различных видов зубных отложений используются следующие типы сменных рабочих наконечников: ИГЛА, КЛИН, СКРЕБОК, ПЕРИОЗОНД, ЛЕПЕСТОК.

Рабочие наконечники связаны с инструментом резьбовым соединением и легко заменяются с помощью ключа. Инструмент работает следующим образом:

электрические колебания с частотой 30 кГц подводятся от генератора к пьезокерамическому преобразователю;

пьезокерамическим преобразователем электрические колебания преобразуются в равные по частоте продольные механические колебания;

усиленные волноводом-концентратором механические колебания приводят в колебательное движение наконечник, рабочий конец которого воздействует на зубные отложения;

вода, проходящая через инструмент, охлаждает пьезокерамический преобразователь и, попадая на рабочий конец, распыляется, охлаждая зону воздействия наконечника на поверхность зуба.

3.4 Технические характеристики ультразвукового аппарата для стоматологии

Максимальная амплитуда колебания рабочих наконечников ультразвукового инструмента .

Резонансная частота колебаний ультразвукового инструмента .

Максимальный объем жидкости, подаваемой в операционную зону .

Напряжение питающей сети , частота .

Потребляемая мощность от сети , , не более 50 ВА.

Длина соединительного кабеля (электронный блок - ультразвуковой инструмент) с трубкой для ирригации, не менее 2 м.

Длина соединительного кабеля педали, не менее 2 м.

Время установления рабочего режима после включения, не более 1 мин.

Аппарат обеспечивает продолжительную работу в повторно-кратковременном режиме в течение 6 часов.

Габаритные размеры:

электронного блока … 300\*290\*100 мм;

ультразвукового инструмента :

диаметр, не более ….…………… 25 мм;

длина, не более …….………….. 200 мм;

Масса аппарата без упаковки, не более 8 кг.

Средняя наработка на отказ не менее 2000 часов.

Средний срок службы не менее 5 лет.

Среднее время восстановления работоспособного состояния не более 1 час.

Таблица 3.1- Сравнительные данные испытуемого аппарата с зарубежными и отечественными аналогами

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название, показания, назначения параметров и характеристик | Тип аппарата “УЗОР-ДЕНТАЛ-2” | Известные аналоги (тип, фирма, страна) |
|  |  | “Пьезон-Мастер-400” Швейцария | “Ультрадент-А” Россия |
| Снятие зубного камня и отложений на зубах | есть | есть | есть |
| Автономная ирригационная система | есть | есть | нет |
| Возможность работы без жидкостного охлаждения | есть | есть | нет |
| Наличие полостей на инструменте | нет | нет | есть |

4. Методика расчета ультразвукового аппарата для стоматологии

.1 Методика расчета выходного трансформатора

Необходимые данные:

. Согласование сопротивления инструмента (активного) с выходным сопротивлением инструмента мощности, обеспечение режима АПА.

. Обеспечение узкополосного усиления на частоте резонанса инструмента.

Расчет резонансного трансформатора необходимо базировать на теории связанных контуров, модель которых наиболее соответствует данному случаю. В частности эквивалентная схема резонансного трансформатора показана на рис.4.1.



Рисунок 4.1- Эквивалентная схема резонансного трансформатора

где R1 - выходное сопротивление генератора и активное сопротивление катушки L1,- сопротивление инструмента (активное) на его резонансной частоте.

Так как ставится задача о передаче максимальной мощности из первичной цепи во вторичную, то это сводится к получению тока в контуре II III=Imax max, где Imax max- maximum maximorum вторичного тока известного в теории цепей.

Получение Imax max может достигаться разными способами :

Регулировкой 1-го контура, например, подбором С1 и подбором связи М.

Регулировкой 2-го контура, например, подбором С2 и подбором связи М.

Регулировкой 1-го и 2-го контура как в (1) (2) и подбором связи М.

Учитывая то, что в данной конструкции трансформатора подстройка взаимоиндуктивности связана с изменением индуктивности 1 и 2 контуров. Задача практического получения Imax max сильно усложняется. Практически удобно настроить из контуров в резонанс по отдельности, при этом ток Iгр значительно превосходит те значения, которые могут быть достигнуты при частных резонансах, хотя в связи с тем, что связь не подобрана Iгр< Imax max. Более того, если k > d2 (при связи больше критической), где к - коэффициент связи, d2 - затухание второго контура. Резонансная характеристика тока во втором контуре приобретает двугорбый вид.

Резонансная характеристика тока II контура показана на рисунке 4.2.



Рисунок 4.2- Резонансная характеристика тока II контура

 (4.1)

 (4.2)

Или, если k>>d:

 (4.3)

 , (4.4)

где ω1 - называется быстрой частотой связи и ω1>ω

ω2 - называется медленной частотой связи и ω1<ω

Исследуем зависимость ω1 и ω2 от коэффициента связи k.

Возьмем диапазон изменения k = 0.92-0.99 и рассчитаем ω1 и ω2 на краях диапазона. Зададим f0 = 20 кГц (частота настройки 1-го и 2-го контуров).

→  (4.5)

 (4.6)

→ (4.7)

 (4.8)

Вывод: при связи больше критической k>d или k>>d медленная частота связи слабо зависит от коэффициента связи, в отличии от быстрой.

Сделаем практические выводы по конструкции резонансного трансформатора, а именно:

Чтобы получить максимальный ток во вторичном контуре необходимо работать на одной из частот связи.

Учитывая то, что в процессе регулировки трансформатор необходимо подстраивать, а подстройка влияет не только на L1 и L2, но и на коэффициент связи k, который в свою очередь влияет на частоты связи, причем слабее всего на медленную связь, необходимо работать на медленной частоте связи ω2. Причем эта частота связи должна быть равна резонансной частоте инструмента, т.е.:

ω2=ωрез.ин-та (4.9)

Практически необходимо настроить контур 1 и 2 по отдельности на частоту 

 (4.10)

тогда вся система будет иметь резонанс на частоте ωрез.ин-та , т.е. проблема усиления на частоте резонанса инструмента решена.

Резонансная частота инструмента f=27кГц, тогда частота настройки контуров

 (4.11)

Рассмотрим вопрос согласования активного сопротивления инструмента с выходным сопротивлением усилителя мощности. Как известно Rвн равно:

 (4.12)

Известно, что Rвых усилителя мощности генератора равно Rвых=50 Ом. Сопротивление инструмента на холостом ходу равно 190 Ом, под нагрузкой почти в два раза больше. Эквивалентная схема генератора усилителя мощности представлена на рис.4.3.



Рисунок 4.3- Эквивалентная схема генератора усилителя мощности

Из теории цепей следует: максимальная мощность передается в нагрузку при равенстве внутреннего сопротивления генератора Ri и сопротивления нагрузки.

Зависимость Pmax от соотношения Rн /Ri имеет вид, показанный на рис.4.4, где Pmax - максимальная мощность.



Рисунок 4.4- Зависимость Pmax от соотношения Rн /Ri

В системе связанных контуров, роль сопротивлений нагрузки генератора играет внешнее сопротивление, пересчитанное из второго контура в первый. И оно должно быть равно выходному сопротивлению Ri =50 Ом.

Для осуществления предусмотренного в приборе режима АПА (автоматического поддержания амплитуды) необходимо, чтобы отдаваемая в нагрузку (на инструмент) мощность была максимальная при максимальном сопротивлении инструмента - в данном случае при Rинст.мах = 380 Ом. Таким образом, работа генератора, на холостом ходу характеризуется точкой 2, а при полной нагрузке - точкой 1.

Учитывая, что Rвн - функция сопротивления нагрузки Rвн=f(Rн), необходимо ее рассчитать для случая Ri = Rвн=50 Ом= f(380 Ом).

Известно [2]:

, (4.13)

где 

ультразвуковой аппарат стоматология трансформатор

 (4.14)

Известно, что:

, (4.15)

где ω0 - настройка 1го и 2го контуров.

 (4.16)

Известно:

. Синстр=3000 пФ

. 

вн=50 Ом ωp=27 кГц n2=200 витковн=300 Ом ω0=38 кГц k=0.99

Отсюда рассчитаем L2:

 (4.17)

 4.18)

 (4.20)

 (4.21)

 (4.22)

 (4.23)

 (4.24)

 (4.25)

 (4.26)

 (4.27)

 (4.28)

 (4.30)

 (4.31)

 (4.32)

 (4.33)

4.2 Методика расчета усилителя-ограничителя DA1, R4, R5, C9

Схема усилителя-ограничителя DA1, R4, R5, C9 представлена на рис.4.5.



Рисунок 4.5- Схема усилителя-ограничителя DA1, R4, R5, C9

Для надежной работы схемы усилитель-ограничитель должен отрабатывать изменение сигнала с максимальной скоростью. Исходя из этого условия, микросхема DA1 выбрана типа КР 574 УД1А, который относится к классу быстродействующих микросхем. Основные параметры микросхемы КР 574 УД1А приведены в таблице 4.1 [4].

Таблица 4.1- Основные параметры микросхемы КР 574 УД1А

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Обозначение | Единица | Номинальное значение |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Входной ток | Iвх | нА | 0.5 |
| Разность входных токов | ∆Iвх | нА | 0.2 |
| Входное сопротивление | Rвх | МОм | 104 |
| Напряжение смещения нуля | Uсм | мВ | 50 |
| Дрейф напряжения смещения нуля | ∆Uсм/∆T | мкВ/ 0С | 100 |
| Коэффициент усиления напряжения | Ky | - | ≥2∙104 |
| Частота единичного усиления | f1 | МГц | ≥10 |
| Скорость нарастания входного напряжения | VUвых | В/мкс | 90 |
| Выходное сопротивление | Rвых | Ом | 200 |
| Максимальное выходное напряжение | Uвых max | В |  |
| Максимальное входное дифференциальное напряжение | Uдф.вх.max | В |  |
| Напряжение питания | Uп | В |  |
| Ток потребления | Iпот | мА | 8 |
| Наличие внешней коррекции | - | - | есть |

Для получения сигнала прямоугольной формы нужно, чтобы ОУ (операционный усилитель) выполнял роль ограничителя сигнала по амплитуде. Это достигается выбором коэффициента усиления ОУ равным 200 [3].

 (4.34)

 (4.35)

Конденсатор С9 позволяет уменьшить коэффициент усиления постоянного сигнала и, обычно, конденсаторы в цепях обратной связи операционных усилителей выбирают порядка нескольких десятых мкФ. Исходя из этих соображений С9 выбран номиналом 0.1 мкФ.

Для данной схемы включения микросхемы DA1 конденсатор С10 выбран номиналом 5.1 пФ [4].

Для того чтобы генерируемые импульсы были положительными, полярности ОУ включены по однополярной схеме питания с поднятой третьей точкой. Поднятие средней точки на 15В осуществляется делителем напряжения R2, R3.

 (4.36)

 (4.37)

Конденсатор С2 рассчитывается по формуле [2]:

 (4.38)

где ƒн - низшая частота диапазона,

Rвх - сопротивление источника входного сигнала,

Rвых - сопротивление рассчитываемого каскада,

Мн - коэффициент частотных искажений, вносимых

рассчитываемым каскадом на низких частотах.

Для данной схемы : ƒн=28 кГц, Rвх=0.8 МОм, Rэкв.вых=104 МОм, Мн=1.001

.3 Методика расчета параметрического стабилизатора напряжения постоянного тока R23, VD6, VD7

Сема параметрического стабилизатора напряжения постоянного тока R23, VD6, VD7 представлена на рис.4.6.



Рисунок 4.6- Сема параметрического стабилизатора напряжения постоянного тока R23, VD6, VD7

Коэффициент нестабильности по напряжению - отношение производной выходного напряжения по входному напряжению к выходному напряжению. На практике коэффициент нестабильности по напряжению определяют по формуле:

 (4.38)

где КнU - коэффициент нестабильности, %/В; Uвых - выходное напряжение, В; DUвх и DUвых - абсолютные изменения входного и выходного напряжения соответственно, В. Для данной схемы DUвх=5 В, DUвых=1 В.

Коэффициент нестабильности потоку - относительное изменение выходного напряжения при изменении выходного тока в определенных пределах:

 (4.39)

Коэффициент стабилизации напряжения - отношение относительных изменений входного и выходного напряжений (при постоянном токе):

 (4.40)

Выходное сопротивление стабилизатора - производная выходного напряжения по выходному току:

 (4.41)

Расчет стабилизатора проводят в следующем порядке. Определяются предельно достижимое значение коэффициента стабилизации [4]

 (4.42)

где Uвых - выходное напряжение, В; D1- допустимое относительное уменьшение входного напряжения по сравнению с номинальным, %; Iн - максимальный ток нагрузки, А; I ст min - минимальный ток стабилитрона, А; rст - дифференциальное сопротивление стабилитрона, Ом. Значения rст и I ст min приведены в табл.4.2 . Для данной схемы Iн=0.33 мА. При последовательном соединении нескольких стабилитронов их дифференциальные сопротивления суммируют. Значение Кст. пр должно быть больше требуемого коэффициента стабилизации Кст. не менее чем в 1,3 ….1,5 раза. Если это условие не выполняется, следует выбрать другие стабилитроны или перейти к двухкаскадной системе ППС (полупроводниковый параметрический стабилизатор) [4].

Рассчитывают сопротивление балластного резистора по формуле

 (4.43)

где Rвых - выходное сопротивление источника (выпрямителя и фильтра) по постоянному току.

Определяют максимальный ток стабилитрона по формуле

(4.44)

где Iн min -минимальный ток нагрузки; D2 - допустимое относительное увеличение входного напряжения, %. Если ППС рассчитывается на постоянную нагрузку, то Iн min = Iн. Значение Iст mаx должно быть меньше максимального тока стабилизации выбранных стабилитронов. Если это условие не выполняется, то при заданных требованиях реализовать ППС нельзя и следует применить компенсационный стабилизатор.

Для данной схемы стабилитроны VD6,VD7 выбраны типа КС515А.

Конденсатор С16 предназначен для сглаживания пульсаций постоянного напряжения и выбран равным 1мкФ. Конденсаторы С17 и С18 выбраны равными 47мкФ.

Таблица 4.2- Основные параметры стабилитрона КС515А

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Напряжение стабилизации, В | Разброс напряжения стабилизации, +-% (+- В) | Предельно допустимый ток стабилизации, мА | Максимально допустимый прямой ток, мА | Дифференциальное сопротивление, Ом | Температурный коэффициент напряжения стабилизации, %/°С | Максимально допустимая рассеиваемая мощность, Вт | Температура окружающей среды, °С |
|  |  |  | минимальный | максимальный |  |  |  |  | от | до |
| КС515А | 15 | 10 | 1 | 53 | 50 | 25 | 0,1 | 1,0 | -60 | +100 |

4.4 Методика расчета эмиттерного повторителя VT2, R9, R14

Схема эмиттерного повторителя VT2, R9, R14 представлена на рис.4.7.



Рисунок 4.7- Схема эмиттерного повторителя VT2, R9, R14

Транзистор VT2 выбран типа КТ972А. Его основные параметры приведена в таблице 4.3.

Таблица 4.3- Основные параметры транзистора КТ972А

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Обозначение | Единицы | Номинальное значение |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Коэффициент передачи тока | h21э | - | ≥100 |
| Напряжение насыщения коллектор-эмиттер при IК=500 мА, IБ=50 мА, не более | UКЭ НАС. | В | 1.5 |
| Напряжение насыщения база-эмиттер при IК=500 мА, IБ=50 мА, не более | UБЭ НАС. | В | 2.5 |
| Максимальный постоянный ток коллектора | IК MAX | А | 4 |
| Максимальный импульсный ток коллектора | IК MAX ИМ-С. | А | 2 |

Резистор R14 должен обеспечить надежную работу транзистора VT2 в случае, когда сопротивления резисторов R13 и Rампл равны нулю.

 (4.45)

 (4.46)

Резистор Rампл должен обеспечить уменьшение тока эмиттера до его минимального значения. При минимальном значение тока эмиттера колебания, создаваемые генератором не должны срываться. Этому требованию отвечает значение тока равное IЭ=50 мА. Резистор R13 является подстроечным и выбран равным значению сопротивления резистора Rампл .

 (4.47)

 (4.48)



Сопротивление базового резистора R9 определяется по формуле:

 (4.49)

 (4.50)

5. Расчет ультразвукового аппарата для стоматологии

.1 Расчет выходного трансформатора

Рассчитаем значения быстрой и медленной частот связи для коэффициента связи равного k=0.92 и k=0.99 по формулам (4.6) и (4.7).

k=0.92



=0.99





По формуле (4.11) рассчитаем частоту настройки контуров:





По формуле (4.15) рассчитаем значение индуктивности L2:



Для расчета L1 рассчитаем следующие промежуточные значения:







Значение индуктивности L1 рассчитаем по формуле (4.26):



1=0.607 мГн

Зададим число витков во вторичной обмотке n2=200 витков. Тогда число витков в первичной обмотке вычислим по формуле (4.32):

 виток

Значение емкости конденсатора С2 вычислим по формуле (4.33):



5.2 Расчет усилителя-ограничителя DA1, R4, R5, C9

Резистор R4 выбран равным 1кОм. Тогда резистор R5 рассчитаем по формуле (4.35):



Резистор R2 выбран равным 180 кОм. Тогда резистор R3 рассчитаем по формуле (4.37):



Конденсатор С2 рассчитаем по формуле (4.38):



5.3 Расчет параметрического стабилизатора напряжения постоянного тока R23, VD6, VD7

Коэффициент нестабильности по напряжению рассчитаем по формуле (4.38):



Коэффициент нестабильности по току рассчитаем по формуле (4.39):



Коэффициент стабилизации напряжения зададим Кст=20.

Выходное сопротивление стабилизатора вычислим по формуле (4.40):



Допустимое относительное уменьшение входного напряжения ∆1=9%.

Предельно достижимое значение коэффициента стабилизации определяется по формуле (4.41):



Рассчитаем сопротивление баластного резистора по формуле (4.43):



По шкале номинальных значений сопротивлений выбрано ближайшее значение R23=13 кОм.

Определим максимальный ток стабилитрона по формуле (4.44):



5.4 Расчет эмиттерного повторителя VT2, R9, R14

Резистор R14 рассчитаем по формуле (4.45):



По шкале номинальных значений сопротивлений выбрано ближайшее значение сопротивления R14=100 Ом.

Резистор Rампл рассчитаем по формуле (4.48):



Rампл=R13=1 кОм

Ток базы транзистора VT2 рассчитаем по формуле (4.50):



Базовый резистор R9 рассчитаем по формуле:



6. Конструкторско-технологическая часть

В зависимости от числа проводящих слоев различают односторонние, двусторонние и многослойные платы.

Односторонние печатные платы (ОПП) выполняются на слоистом пластике с металлизацией или без металлизации. Эти платы просты по конструкции и экономичны в изготовлении.

Технологический процесс изготовления печатных проводников методом травления фольгированного гетинакса или стеклотекстолита - химический метод - заключается в том, что на плату из специального, одностороннего или двустороннего фольгированного гетинакса (стеклотекстолита) любым из известных способов (методом пульверизации через трафарет, методом шелкографии или образованием схемы фотохимическими способами) наносится рисунок схемы, защищающий фольгу от действия хлорного железа, которое воздействуя на незащищенные участки, растворяет фольгу, проявляя тем самым нанесенный рисунок схемы. После этого удаляют защитную краску или фотоэмульсию промежуточными промывками или и нейтрализацией.

При изготовлении фольгированного гетинакса или стеклотекстолита для печатных схем употребляется электролитическая медная фольга. Одна сторона фольги должна быть матовой для прочного сцепления с основанием, а другая - достаточно гладкой, чтобы точно воспроизвести рисунок схемы и обеспечить хорошее травление. Для лучшего сцепления с основанием фольгу со стороны приклеивающей поверхности оксидируют. Электролитическая медная фольга может быть любой ширины. Ее получают из раствора сернокислой меди с добавлением серной кислоты. Поверхность фольги должна быть чистой, гладкой и ровной, без забоин, царапин, рисок и вмятин, на ней не допускаются следы жиров и масел, места, захватанные пальцами, проколы и отверстия.

Технологический процесс изготовления печатных плат состоит из следующих операций.

6.1 Заготовка плат

Заготовки вырезаются из листов фольгированного материала гильотинными или роликовыми и ножницами на полосы, а затем штампом вырубают заготовки плат с необходимым припуском на сторону. В заготовке пробиваются два технологических отверстия для фиксации плат при печатании. Все остальные отверстия в целях предотвращения протравления краев фольги и проникновения влаги между фольгой и изоляционным основанием пробиваются или сверлятся после травления. Сверление отверстий рекомендуется производить со стороны фольги.

6.2 Подготовка поверхности платы

Подготовка заключается в обезжиривании поверхности фольги бензином. Такая обработка положительно влияет на сцепление краски с фольгой и сокращает время травления. Обезжиривание может производиться протиркой поверхности фольги пастой из тонкоразмолотых порошков мела и пемзы, замешанных на ацетоне или этиловом спирте.

6.3 Нанесение защитной пленки

Защитную пленку можно наносить несколькими способами. Из них наиболее распространены фотоспособ, офсетный способ и шелкография.

При фотоспособе пленка светочувствительной эмульсии, нанесенная на фольгу, под действием сильного источника света переходит в нерастворимое состояние и приобретает кислото- и щелочеупорные свойства. При изготовлении печатных плат применяют эмульсии, приготовленные на основе шеллака, поливинилового спирта, сухого амбупина и других пленкообразующих материалов. Эмульсию наносят на фольгу поливом (однократным или двукратным) или погружением. Удаление воды (сушка) и выравнивание толщины пленки осуществляется в центрифуге. Засвечивание эмульсии производят через трафарет со светопроницаемым рисунком печатной платы или печатного монтажа.

Негативный рисунок схемы сначала вычерчиваю в увеличенном масштабе на бумаге, а затем с требуемым уменьшением как трафарет.

Для засвечивания применяют источники света с большой ультрафиолетовой зоной в спектре. Засвеченные участки эмульсии частично полимеризуются, в результате чего повышается стойкость пленки против растворителей. Полимеризованную пленку эмульсии проявляют, погружая основание в денатурированный спирт, подкрашенный анилиновым красителем. Так как спирт растворяет шеллак эмульсии, то ее незасвеченные места при выдержке в спирте около 1 минуты сильно набухают и при промывке водой легко сходят с фольги. Засвеченные участки эмульсии не набухают, но под действием спирта становятся пористыми. Краситель позволяет наблюдать за процессом проявления, который прекращают после проявления рисунка схемы. Полимеризованные участки эмульсии - рисунок схемы - закрепляют, погружая основание на 15-20 секунд в специальный раствор и промывают проточной водой для полного удаления неполимеризовавшейся эмульсии. Полученный защитный рисунок высушивают на воздухе для повышения стойкости защитной пленки. Основание нагревают при температуре 100 - 110oС в течение 40-60 минут, что повышает степень полимеризации эмульсии. Шеллачная эмульсия позволяет изготовить исключительно четкий рисунок, с большей точностью воспроизводящий все конструктивные детали схемы.

Промежутки между отдельными элементами печатной схемы могут быть доведены до 0,2 мм, что позволяет выполнить печатным способом емкости небольших номинальных значений на одной стороне основания.

Минимальная толщина проводников 0,3 - 0,6 мм. Припудривание рисунка схемы мелкодисперсным сургучным порошком или смесью порошка канифоли с тальком и последующее оплавление значительно повышают защитные свойства нанесенного на фольгу слоя. Такой способ рационально применять при толщине фольги 60 мкм и более, на травление которой затрачивается длительное время.

Недостатком фотографического способа нанесения защитного рисунка является высокая трудоемкость.

Нанесение защитной пленки шелкографическим способом применяется в серийном производстве. Процесс осуществляется с помощью сеточного трафарета - рамки с натянутой на нее шелковой или тонкой металлической сеткой. Сетку покрывают светочувствительной эмульсией на основе сухого альбумина. На эмульсию накладывают диапозитивное изображение печатной схемы и засвечивают. Под действием света не закрытые рисунком участки эмульсии полимеризуются, изображение проявляют. Готовый трафарет накладывают на основания печатной платы и через открытые ячейки сетки продавливают валиком или обжимной линейкой кислостойкую краску, получая на поверхности фольги защитный слой нужного рисунка.

6.4 Удаление участков фольги, не покрытых защитным слоем (травление)

Наиболее рациональным способом, совершенно не связанным с выделением вредных для здоровья газов, является травление водным раствором хлорного железа (удельный вес 1,24 г/см3 ).

Процесс разрушения незащищенных участков фольги протекает следующим образом: хлористая медь (СиСІ2) переходит в раствор, смешиваясь с раствором хлористого железа (ГеСІ2). В результате чего первоначальным темно-желтый цвет раствора хлорного железа (ГеСІ3) становится грязно-зеленым. Хлорное железо является травящим агентом, обеспечивающим мягкое и равномерное травление меди и достаточную быстроту травления. Для ускорения травления хлорное железо падают на фольгированное основание под давлением 1,5 - 2 атм. с подогревом до 80 - 90 0С. Сокращение времени травление необходимо для точного воспроизведения рисунка схемы: чем быстрее процесс, тем меньше разрушение фольги под защитным слоем.

6.5 Обработка и контроль платы после травления

После травления заготовки промывают в проточной воде, чтобы очистить от хлорного железа. Защитную пленку снимают в щелочном растворе волосяными щетками. Затем следует дополнительная обработка в бензине или скипидаре, обработка поверхности заканчивается пайкой и сушкой плат в сушильных шкафах или на воздухе.

Готовые платы проверяют визуально и на прочность сцепления.

Для защиты от действия влаги окружающей среды на проводники наносят пленку лака пульверизацией или погружением. После этого платы отправляют на оформление отверстий под детали.

Отверстия в платах пробиваются на прессах штампами или сверлятся в кондукторах в зависимости от размера и количества плат.

Основное преимущество этого метода изготовления печатных плат заключается в простоте технологического процесса, не требующего сложного оборудования и применения сложных химических процессов и материалов и в получении печатных плат и проводников высокого качества. К его недостаткам относятся: большой непроизводительный расход материала фольги вследствие перехода меди в раствор хлорного железа, при травлении и трудности восстановления меди из раствора; необходимость применения металлических соединений при переходе с одной стороны платы на другую в двусторонних схемах, а также снижение электрических параметров диэлектрика в результате воздействия активных химических продуктов.

7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

7.1 Расчет себестоимости и цены ультразвукового аппарата для стоматологии

Себестоимость представляет собой выраженные в денежной форме текущие затраты предприятия, научно-технических институтов на производство и реализацию продукции. В ходе производственно-хозяйственной деятельности эти затраты должны возмещаться за счет выручки от продажи.

Использование показателей себестоимости в практике, во всех случаях требует обеспечение единообразия затрат, учитываемых в ее составе. Для обеспечения такого единообразия, конкретный состав расходов, относимых на себестоимость, регламентируется типовым положением по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции в промышленности (постановление КМ от 26.07.01 №473).

Целью учета себестоимости продукции является полное и достоверное определение фактических затрат, связанных с разработкой, производством и сбытом продукции.

Расходы, включаемые в себестоимость продукции, группируются по следующим элементам:

материальные затраты;

затраты на оплату труда;

отчисления на социальные мероприятия;

другие затраты.

7.1.1 Материальные затраты

К материальным затратам относятся расходы на сырье и материалы. Расчет стоимости сырья и материалов представлен в таблице 7.1.

Расчет ведется по формуле:

, (7.1)

где Hpi - норма расхода i-го материала на единицу продукции;

Цi - цена единицы і-го материала;- количество видов материала;

С0-стоимость отходов (принимаем 3% от стоимости материалов).

Таблица 7.1- Расчет стоимости сырья и материалов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование материала | Норма расхода | Цена за 1 кг, грн. | Сумма, грн. |
| Алюминий, кг | 0.30 | 1.90 | 1.14 |
| Цветные металлы, кг | 0.20 | 2.50 | 0.50 |
| Припой ПОС-61, кг | 0.17 | 4.50 | 0.76 |
| Лак ХС 567, кг | 0.05 | 1.50 | 0.07 |
| Итого |  |  | 2.48 |

Возвратные расходы: Звозв=2.48 . 0.03=0.074 грн.

Расчет стоимости покупных комплектующих изделий представлен в таблице 7.2.

Таблица 7.2- Расчет стоимости покупных комплектующих изделий

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование изделия | Количество, шт. | Цена за единицу, грн. | Сумма, грн. |
| 1.Микросхемы |  |  |  |
| КР 574 УД1А | 1 | 1,20 | 1,20 |
| 2.Резисторы |  |  |  |
| С2-23-0.25 | 9 | 0,05 | 0,45 |
| С2-23-0.5 | 4 | 0,15 | 0,60 |
| С2-23-1 | 5 | 0,20 | 1,00 |
| СП3-38г-0.25 | 2 | 0,20 | 0,40 |
| 3.Транзисторы |  |  |  |
| КТ 972 | 2 | 0,60 | 1,20 |
| КТ 818 Г | 1 | 1,00 | 1,00 |
| 4.Диоды |  |  |  |
| КД 243 Б | 5 | 0,20 | 1,00 |
| КС 515 Г2 | 2 | 0,50 | 1,00 |
| 5.Конденсаторы |  |  |  |
| К73-9 | 2 | 0,20 | 0,40 |
| К10-17б | 9 | 1,00 | 9,00 |
| К50-35 | 3 | 0,50 | 1,50 |
| К73-17 | 1 | 0,50 | 0,50 |
| К71-7 | 1 | 3,00 | 3,00 |
| 6.Вставка плавкая |  |  |  |
| ВП I-2 | 1 | 0,02 | 0,02 |
| 7.Вилки |  |  |  |
| ДНп-КГ-26 | 10 | 1,20 | 12,00 |
| ИТОГО |  |  | 30,80 |

7.1.2 Затраты на оплату труда

Расчет затрат на основную заработную плату представлен в таблице 7.3.

Таблица 7.3- Расчет затрат на основную заработную плату

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Должность | Оклад, грн. | Число месяцев, кол. | Долевое участие, % | Сумма, грн. |
| 1.Руководитель темы | 280 | 3 | 20 | 168.00 |
| 2.Инженер | 140 | 3 | 100 | 420.00 |
| ИТОГО |  |  |  | 588.00 |

Зарплата научных сотрудников определяется по формуле:

Зн.сотр.= Змес. К, . (7.2)

где Змес - зарплата сотрудника за месяц;

К - количество месяцев;

Произведем расчеты по формуле (7.2):

З1=280.3∙0.2=168 грн.

З2=140.3=420 грн.

Для расчета заработной платы производственных рабочих необходимо определить трудоемкость изготовления изделия, которая определяется в виде суммарной трудоемкости технологических процессов изготовления по формуле:

 (7.3)

где Тi - трудоемкость изготовления i-ой составной части изделия, нормо-час;

m - количество составных частей изделия.

В ряде случаев для определения трудоемкости монтажа блоков, выполненных на микросхемах и полупроводниковых изделиях, применяется формула:

, (7.4)

где Х - число паек в сотых долях.

Часовая тарифная ставка І разряда определяется из расчета:



Часовая тарифная ставка i-го разряда определяется по формуле:

, (7.5)

где Кi - тарифный коэффициент i-го разряда.

Прямая заработная плата определяется по формуле:

 (7.6)

Расчет заработной платы основных производственных рабочих приведен в таблице 7.4.

Таблица 7.4- Расчет заработной платы основных производственных рабочих

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование работ | Трудоемкость, норма-час | Разряд работ | Тарифный коэффициент | Часовая тарифная ставка i-го разряда, грн. | Прямая заработная плата, грн. |
| 1.Изготовление печатных плат | 12 | 4 | 1.35 | 1.18 | 14.16 |
| 2.Формовка выводов | 4 | 3 | 1.29 | 1.13 | 4.52 |
| 3.Установка элементов | 4 | 3 | 1.29 | 1.13 | 4.52 |
| 4.Пайка | 12 | 4 | 1.35 | 1.18 | 14.16 |
| 5.Наладка | 14 | 5 | 1.50 | 1.32 | 18.48 |
| 6.Лако-красочные работы | 3 | 2 | 1.08 | 0.95 | 2.85 |
| ИТОГО |  |  |  |  | 58.69 |

Доплаты Здопл принимаются в размере 12% от Зпр:

Здопл=58.69. 0.12=7.04 грн.

Тогда зарплата производственных рабочих:

Зпр.раб=58.69+7.04=65.73 грн.

Общие затраты на основную заработную плату составляют:

Зосн=Зн.сотр+Зпр.раб (7.7)

Зосн=588+65.73=653.73 грн.

7.1.3 Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата - Здоп - включает доплаты, надбавки, гарантийные и компенсационные выплаты, предусмотренные законодательством.

Дополнительную заработную плату принимают 10% от Зосн.

Здоп=653.73 . 0.1=65.37 грн.

7.1.4 Отчисления на социальные мероприятия

К отчислениям на социальные мероприятия относятся:

отчисления на государственное (обязательное) социальное страхование, включая и отчисления на обязательное медицинское страхование, что вместе составляет 4% от (Зосн+Здоп);

Зсоц.страх.=(653.73+65.37) . 0.4=28.76 грн.

отчисления на государственное (обязательное) пенсионное страхование (в Пенсионный фонд ) составляет 32% от (Зосн+Здоп);

Зпенс=(653.73+65.37) . 0.32=230.11 грн.

отчисления в Фонд содействия занятости населения составляет 1.5% от (Зосн+Здоп);

Ззан.нас.= (653.73+65.37) . 0.015=10.79 грн.

Итого, отчисления на социальные мероприятия составляют 37.5% от (Зосн+Здоп).

Зсоц=(653.73+65.37) . 0.375=269.66 грн.

7.1.5 Общепроизводственные расходы

К общепроизводственным расходам относятся затраты на полное восстановление и капитальный ремонт Основных фондов (амортизационные отчисления), арендная плата затраты на обслуживание производственного процесса, затраты на топливо, энергию и т.д.

В данной работе общепроизводственные расходы принимаем в размере 70% от Зосн.

Зобщ.пр.=653.73 . 0.7=457.61 грн.

7.1.6 Административные расходы

К этим расходам относятся затраты, связанные с приобретением сырья, материалов, затраты на пожарную и сторожевую охраны, затраты на обеспечение правил техники безопасности труда и т.д.

В данной работе административные расходы принимаем в размере 5% от Зосн:

Задм.расх=653.73 . 0.05=32.69 грн.

По результатам проведенных расчетов составляем калькуляцию себестоимости, которая представлена в таблице 7.5

Таблица 7.5- Калькуляция себестоимости стоматологического аппарата

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование статей калькуляции | Сумма, грн. |
| 1.Сырье и материалы | 2.48 |
| 2.Покупные комплектующие изделия | 30.80 |
| 3.Возвратные расходы | 0.07 |
| 4.Транспортно-заготовительные расходы | 2.58 |
| 5.Основная заработная плата работников | 653.73 |
| 6.Дополнительная заработная плата | 65.37 |
| 7.Отчисления на социальные мероприятия | 269.66 |
| 8.Общероизводственные расходы | 457.61 |
| 9.Производственная себестоимость | 1482.30 |
| 10.Административные расходы | 32.69 |
| 11.Расходы на сбыт | 1505.68 |
| 12.Прибыль | 526.98 |
| 13.Оптовая цена | 2032.67 |
| 14.НДС | 406.53 |
| 15.Цена продажи | 2439.20 |

8. Охрана труда и окружающей среды

8.1 Общие вопросы охраны труда и окружающей среды

Охрана труда - это система правовых, социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, направленных на сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда [6].

Для сохранения жизни и здоровья человека важными являются вопросы охраны окружающей среды. Закон Украины “Об охране окружающей среды” устанавливает меры, обеспечивающие реальные гарантии конституционного права граждан на здоровую и благоприятную среду обитания, ответственность и меры наказания за нарушение природного законодательства.

Аппарат для удаления зубного камня “Узор-дентал-2” предназначен для воздействия ультразвуком на зубные отложения с целью их удаления. Применяется в стоматологических кабинетах лечебно-профилактических учреждений.

Помещение, в котором находится кабинет с энергоемким оборудованием, относится к помещению с повышенной опасностью - зона класса II-Па - согласно ПУЭ - 87 [7].

Перечень вредных и опасных производственных факторов, с которыми оператор сталкивается на рабочем месте, приведен в таблице 8.1 в соответствии с ГОСТ 12.0.03-74 [11].

Таблица 8.1- Перечень вредных и опасных производственных факторов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование фактора | Источник возникновения фактора | Характер воздействия на человека |
| 1 | Высокое электрическое напряжение. (220/280В) | Сеть питания аппарата | Ожог, летальный исход |
| 2 | Повышенный уровень шума | Источник питания, кондиционер | Утомление |
| 3 | Психо-физиологический фактор | Напряженность труда, эмоциональные перегрузки |  Утомление |
| 4 | Ультразвук | УЗ-генератор | Утомление |

8.2 Производственная санитария

8.2.1 Метеорологические условия помещения

Основными факторами, характеризующими метеоусловия среды, являются: температура и влажность воздуха, подвижность воздуха.

Работа с данным аппаратом является легкой (категория 1а), так как не требует физического напряжения, физические затраты 150 ккал/час.

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 [12] выбираем оптимальные нормы температурной относительной влажности и скорости давления воздуха. Эти нормы представлены в таблице 8.2.

Таблица 8.2- Метеорологические условия

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория работ | Период года | Температура воздуха, 0С | Относительная влажность, % | Скорость движения воздуха, м/с |
| легкая 1а | холодный | 22…24 | 40 - 60 | 0.1 |
| легкая 1а | теплый | 23…25 | 40 - 60 | 0.1 |

В помещении для снижения запыленности применяется естественное вентиляционное проветривание.

Поддержание на данном уровне параметров, определяющих микроклимат, осуществляется при помощи кондиционирования в теплый период года и с использованием отопления - в холодный.

С требованиями СНиП 2.04.05-91[18] установлен автоматически обрабатываемый воздух, подаваемый в помещение, кондиционер БК - 2000, который очищает воздух от пыли и микроорганизмов.

8.2.2 Освещение

Рациональное освещение является одним из важнейших факторов в борьбе с производственным травматизмом. Правильная организация освещения создает благоприятные условия труда, повышает работоспособность.

В помещении применимы два вида освещения: естественное и искусственное. Рабочее искусственное и естественное освещение нормируется по СниП II-4-79 [14].

Естественное освещение создается прямыми солнечными лучами и рассеянным светом небосвода и меняется в зависимости от времени года и суток, степени облачности, прозрачности атмосферы.

Величина, характеризующая естественное освещение - коэффициент естественной освещенности (КЕО). Нормированное значение КЕО (е) для зданий, расположенных в осях светового климата, следует представить по формуле согласно СНиП II-4-79[14]:

 (8.1)

где ен - значение КЕО для III пояса светового климата,- коэффициент светового климата,

с - коэффициент солнечного климата.

Нормативный коэффициент для Ш светового пояса выбирается равным 2.0%. Для города Харькова, находящегося в IV поясе светового климата m=0.9, исходя из ориентации окон по сторонам света с =0.8, тогда

 %

Искусственное освещение создается электрическими источниками света. В системе общего равномерного освещения согласно СниП-4-79[14] для работ высокой точности - разряд зрительных работ III - наименьший объект различения от 0.3 до 0.5 мм, разряд зрительных работ III фон светлый, контраст объекта с фоном большой. Освещенность при искусственном освещении: комбинированная - 400 лк, общая - 200 лк.

Характеристика производственного освещения приведена в таблице 8.3.

Таблица 8.3 - Характеристика производственного освещения

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристика зритель- ных работ | Минимальный размер объекта различения, мм | Разряд зрительных работ | Характеристика типа дома | Контраст объекта с домом | Нормированное значение при освещении |
|  |  |  |  |  | естествен. eнIV, % | Искусственное освещение |
|  |  |  |  |  |  | Emin, лк | тип лампы |
| Высокая | 0,3 ..0,5 | III | Светлый | большой | 1,44 | 300 | ЛБ |

8.2.3 Шум

Шум в кабинетах создают дополнительные устройства (источники питания, устройства вентиляции и др.). Уровень звукового давления не превышает 50 дБА, что соответствует нормам по ГОСТ 12.1.003-83 [16]. Меры по обеспечению этих норм выполняют без шумопонижающего исполнения стен.

8.3 Техника безопасности

В связи с тем, что работа сопряжена с опасностью поражения электрическим током, необходимо уделить внимание вопросам электробезопасности работы человека.

Рассматриваем требования по электробезопасности к медицинскому оборудованию, с целью обеспечения защиты пациента и обслуживающего персонала от поражения электрическим током и методы испытания.

Изделие сконструировано и изготовлено так, чтобы не возникало опасности поражения электрическим током, как в нормальном его состоянии, так и при единичном нарушении, изделие - II класса, которое кроме основной изоляции имеют дополнительную и имеют повышенную степень защиты - В, ГОСТ 12.1.001-91[13].

Доступные для прикосновения части изделия класса II имеют двойную и усиленную изоляцию по отношению к сетевой цепи - ГОСТ 12.1.001-91[13].

Двух- и многополюсные вилки не должны входить в не предназначенные для них розетки изделия.

Изделие обеспечивает защиту пациента и обслуживающего персонала от поражения электрическим током, во время эксплуатации и после транспортирования и хранения в условиях, предусмотренных стандартами и техническими требованиями на данное изделие.

Сетевой шнур изделия имеет двойную изоляцию.

Изделие имеет выключатель, позволяющий отключить его от всех проводов питающей сети.

Находящиеся под напряжением части защищены от прикосновения крышкой. Крышка не снимается без помощи инструмента.

Металлические ручки органов управления электрическими цепями имеют усиленную изоляцию по отношению к находящимся под напряжением частям.

8.4 Пожарная безопасность

Помещение, где исследуется устройство, по пожарной огнестойкости относится к категории В СНиП 2.09.02-85 [10].

Здание, где находится стоматологический кабинет, относится к III степени огнестойкости СНиП 2.09.02-85 [10]. В соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 [17] пожарная безопасность должна обеспечиваться системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты.

Причинами возникновения пожаров могут быть: несоблюдение пожарных инструкций, возникновение токов короткого замыкания, плохие контакты в местах соединения проводов.

Система пожарной защиты предусматривает следующие меры:

в здании предусмотрен водопровод с внутренним пожарным краном;

в здании имеется система пожарной сигнализации, телефонная связь;

в помещении постоянно находится ручной углекислотный огнетушитель ОУ-5 (емкостью 5 литров), предназначенный для тушения электроустановок под напряжением равным 380 В и других горючих веществ и материалов.

Персонал, работающий в помещении, где применяется данный аппарат должен быть проинструктирован о правилах пожарной безопасности.

8.5 Защита окружающей среды

Работа по созданию аппарата не оказывает существенного влияния на окружающую среду, поэтому вопрос охраны окружающей среды не рассматривается.

ВЫВОДЫ

В данной работе был разработан аппарат, предназначенный для удаления зубного камня. Технические характеристики аппарата были получены таковыми, чтобы удовлетворить требования пользователей и пациентов и, чтобы повысить работоспособность и надежность аппарата. Был проведен расчет основных узлов электрической схемы и выбрана современная элементная база, позволяющая сделать данный аппарат экономически выгодным для производства и конкурентно способным на рынке медицинской аппаратуры. Это подтверждается произведенным экономическим расчетом. Был проделан расчет техники безопасности и охраны окружающей среды, что позволило создать аппарат экологически чистым и безопасным в его использовании.

Список источников информации

Эльпинер И.Е., Биофизика ультразвука, “Наука”, Главная редакция физико-математической литературы, 1973. - 280 с.

Гершунский Б.С., Справочник по расчету электронных схем, - Киев: Вища школа, 1983. - 239 с.

Хоровиц П., Хилл У., Искусство схемотехники. - М.: Мир, 1984. - 598 с.

Терещук Р.М. и др. Полупроводниковые приемно-усилительные устройства: Справ.радиолюбителя. - Киев: Наук.думка, 1988. - 800 с.: с ил.

Зайцев А.А. и др. Полупроводниковые приборы: Справочник - М.: Радио и связь, 1989. - 640с.: с ил.

Закон Украины об охране труда от 25.11.1992 г.

Правила устройства электроустановок. ПУЭ 87. -М.: Энергоатомиздат, 1987 - 648с.

Долин П.А. Справочник по технике безопасности. - М, : Энергоатомиздат, 1987 - 824с.

СНиП 2.09: 02 - 85 Строительные нормы и правила. Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования. - М, : Стройиздат, 1986.

СНиП 2.09.02 - 85 Строительные нормы и правила. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений. - М, : Стройиздат, 1986.

ГОСТ 12.0.003 - 74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация \*\* 1978.

ГОСТ 12.1.005 - 88.ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. - Введ. 1989.

ГОСТ 12.1.001 - 91. ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности. - Введ.01.02.91.

СниП ІІ - 4 - 79. Строительные нормы и правила. Естественное и искусственное освещение. - М, :Стройиздат, 1989.

ГОСТ 12.1.003 - 76 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.003 - 83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.004 - 91 ССБТ. Пожарная безопасность. - Введ. 1992.

СНиП 2.04.05 - 91. Нормы проектирования. Охлаждение и кондиционирование. - М.: Стройиздат, 1991.