

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Приладобудівний факультет
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра виробництва приладів
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК 616-314:617-7

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри
В.С. Антонюк
(ініціали, прізвище)

«19» 12 2019 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 151– Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(код і назва)

на тему: Ультразвукова хірургічна система в стоматології

Виконав студент II курсу, групи ПБ-382мп
(шифр групи)

Хайретдінов Ренат Ріфатович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник доцент, к.т.н., доцент Вислоух С.П.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант стартап-проекту д.е.н., доцент Бояринова К.О.
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент проф. каф. ПБ Д.Т.Н. Киричук Н.В.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент Хайретдінов Ренат Ріфатович
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Факультет _____ Приладобудівний _____
(повна назва)
Кафедра _____ Виробництва приладів _____
(повна назва)
Рівень вищої освіти – другий (магістерський)
Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

Антонюк В.С.

(підпис)

(ініціали, прізвище)

« 10 » 09 2019 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту


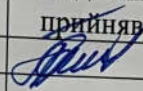
_____ Хайретдінову Ренату Ріфатовичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Ультразвукова хірургічна система в стоматології»,
науковий керівник дисертації Вислоух Сергій Петрович, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
- затверджені наказом по університету від «08» листопада 2019 р. № 3867-с
2. Термін подання студентом дисертації 5 грудня 2019 р.
3. Об'єкт дослідження Захворювання ротової порожнини і зубів
4. Предмет дослідження Ультразвукова хірургічна система
5. Перелік завдань, які потрібно розробити Виконати аналіз стану хірургічного лікування в стоматології, патентний пошук за темою дисертації та постановка задач дисертаційних досліджень. Навести області застосування ультразвуку в стоматологічній практиці. Виконати аналіз методів і засобів ультразвукової хірургії в стоматології. Обґрунтувати вибір ефективних засобів хірургічного лікування ультразвуком в стоматології. Надати структурну схему ультразвукової хірургічної системи. Привести електричну принципову схему системи. Виконати розрахунок конструктивних параметрів засобів ультразвукової хірургічної системи для стоматології. Виконати дослідження ефективності застосування ультразвукової системи при виконанні лікувальних процедур. Надати режими та алгоритми роботи ультразвукової хірургічної системи. Надати рекомендації з застосування хірургічної системи в стоматологічній практиці. Розробити стартап-проект реалізації ультразвукової хірургічної системи в стоматології.
6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу Актуальність. Мета роботи, об'єкт та предмет дослідження. Наукова новизна та практична корисність. Области застосування ультразвукової хірургічної системи. Методи та засоби ультразвукової хірургії в стоматології. Структурна схема ультразвукової системи. Електрична принципова схема системи. Результати

розрахунків конструктивних та електричних параметрів засобів ультразвукової системи. Алгоритм застосування системи при виконанні лікувальних процедур. Результати стартап-проекту реалізації ультразвукової хірургічної системи в стоматології.

7. Орієнтовний перелік публікацій Статті та тези доповідей за темою магістерської дисертації (надано в Додатку в вигляді Форми 2б)

8. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Стартап-проект	Бояринова К.О., д.е.н., доцент		

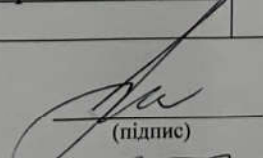
9. Дата видачі завдання 4.09.2019 р.

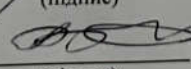
Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	<u>Виконати аналіз стану використання ультразвукових хірургічних систем, патентний пошук за темою дисертації та постановка задач дисертаційних досліджень.</u>	18.09.2019 р.	
2	<u>Навести області застосування ультразвуку в стоматологічній практиці.</u>	09.10.2019 р.	
3	<u>Виконати аналіз методів і засобів хірургічного лікування в стоматології та обґрунтувати вибір ефективних засобів</u>	18.10.2019 р.	
4	<u>Розробити структурну та електричну принципову схеми системи.</u>	30.10.2019 р.	
5	<u>Виконати розрахунок параметрів системи</u>	8.11.2019 р.	
6	<u>Розробити рекомендації з застосування хірургічної системи в стоматологічній практиці.</u>	20.11.2019 р.	
7	<u>Розробити стартап-проект використання хірургічної системи для зварювання живих тканин.</u>	03.12.2019 р.	

Студент

Науковий керівник дисертації


(підпис)


(підпис)

Р.Р. Хайретдінов
(ініціали, прізвище)

С.П. Вислоух
(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків у вигляді тексту програм, результату програм, технологічної документації, списку наукових праць та акту впровадження. Основний текст складається зі 101 сторінок, включає в себе 27 таблицю і 22 рисунків.

У вступі обґрунтована актуальність роботи, сформовані мета і задачі роботи, наукова новизна та практична доцільність використання спроектованої системи. Наведена послідовність виконання магістерської дисертації.

У першому розділі магістерської дисертації наведено огляд літературних джерел, а саме методи використання ультразвукового випромінення для діагностування і лікування в стоматології.

У другому розділі наведено основи створення автоматизованої ультразвукової хірургічної системи, проектування структурної та функціональної схеми ультразвукової системи.

У третьому розділі наведено практичне застосування ультразвукової хірургічної системи. Проведено моделювання та дослідження характеристик ультразвукової системи.

У четвертому розділі менеджменту стартап-проекту проведено опис проекту, технологічний аудит ідеї проекту, аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту та розроблення ринкової стратегії проекту.

Ключові слова: Ультразвукове випромінення, стоматологічна система,.

ABSTRACT

The master's thesis consists of an introduction, four sections, conclusions, a list of used literature and appendices in the form of program text, program results, technological documentation, list of scientific works and act of implementation. The main text consists of 88 pages, includes 101 tables 27 and 22 figures.

The introduction substantiates the urgency of the work, the formed purpose and tasks of the work, scientific novelty and practical expediency of using the designed system. The sequence of execution of the master's thesis is given.

The first section of the master's thesis provides an overview of literature sources, namely the methods of using ultrasonic radiation for diagnosis and treatment in dentistry.

The second section presents the basics of creating an automated ultrasound surgical system, designing the structural and functional scheme of the ultrasound system.

The third section describes the practical application of the ultrasound surgical system. Modeling and investigation of the characteristics of the ultrasonic system is carried out.

The fourth section of the startup project management describes the project description, technological audit of the project idea, analysis of market opportunities for launching a startup project and developing a market strategy for the project.

Keywords: Ultrasonic radiation, dental system.

ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	8
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ СИСТЕМ ПРИ ВИКОНАННІ ДІАГНОСТИЧНИХ І ЛІКУВАЛЬНИХ ПРОЦЕДУР.	12
1.1. Ультразвук та особливості його дії на біологічні об'єкти.	12
1.2. Використання ультразвуку в стоматологічній практиці.	23
1.3. Сучасний стан використання ультразвукових хірургічних систем .	29
1.4. Постановка задачі дисертаційних досліджень.	32
РОЗДІЛ 2. ОСНОВИ СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ХІРУРГІЧНОЇ СИСТЕМИ.	33
2.1. Структурна та функціональна схеми ультразвукової системи.	34
2.2. Електрична схема ультразвукової системи.	40
2.3. Опис складових елементів системи та використовуваних аксесуарів і інструментарію.	42
2.4. Програми роботи ультразвукової хірургічної системи.	46
Висновки до розділу.	48
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ХІРУРГІЧНОЇ СИСТЕМИ.	58
3.1. Область використання ультразвукової системи.	58
3.2. Дослідження характеристик ультразвукової системи.	61
3.3. Оцінка дослідження ефективності застосування ультразвукової системи при виконанні лікувальних процедур. Рекомендації з застосування хірургічної системи в стоматологічній практиці .	65
Висновки до розділу.	72

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ «УЛЬТРАЗВУКОВА ХІРУРГІЧНА СИСТЕМА»	73
4.1. Опис ідеї проекту	73
4.2. Технологічний аудит ідеї проекту	77
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту	79
4.4. Розроблення ринкової стратегії проекту	87
4.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту	88
Висновки до розділу	93
Загальні висновки до магістерської дисертації.	95
Список літератури	96
Додатки	

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

БТ – біологічні тканини

УЗ – ультразвук

УЗД – ультразвуковий датчик

УХС – ультразвукова хірургічна система

ВСТУП

Ультразвук як явище є розповсюдження хвилеподібного коливального руху складових елементів речовини. Ультразвук володіє рядом особливостей, що відрізняються від звуків діапазону, які відчутні вухом людини. В діапазоні роботи ультразвукового випромінення не складно відтворити випромінювання направленої дії; воно без ускладнень фокусується, в результаті даних фізичних явищ, значно збільшується інтенсивність коливань, викликаних ультразвуком. При розповсюдженні в газовому середовищі, або середовищі рідин та твердих тілах ультразвук спричиняє зародження нових явищ, значна частина яких має широке практичне застосування в різноманітних галузях сучасної науки, та новітніх технологіях.

Протягом остатнього десятиліття ультразвукове випромінення відіграє значну роль в новітніх дослідженнях. Отриманні значні досягнення при проведенні теоретичних та експериментальних досліджень в напрямку ультразвукової кавітації і акустичних течій, отриманні результати спрямували на розробку нових технологічних процесів, що відбуваються при впливі ультразвуку в фазі рідини. На даний момент створюється новий напрямок в хімії – ультразвукова хімія, розвиток даного напрямку дозволить прискорити значну кількість хіміко-технологічних процесів. Проведенні дослідження спровокували утворення розділу в акустиці – молекулярної акустики, яка вивчає і досліджує закони молекулярної взаємодії звукових хвиль з речовиною. Розпочався розвиток новітніх галузей використання в техніці ультразвуку: інтроскопія; голографія; квантова акустика; ультразвукова фазометрія; акустоелектроніка; стоматологія; косметичні процедури .[1]

Актуальність теми. З огляду на зростання різних видів захворювань ротової порожнини, а саме захворювання зубів актуальність теми про створення системи має постійний темп зростання. В сучасній медичній практиці, а саме в стоматології, все більше використання знайшли, методи і засоби проведення різноманітних хірургічних процедур з використанням приладів, що працюють на

основі використання ультразвукового ефекту. Використання новітніх технологій дозволяє в значній мірі знизити травматизм при проведенні хірургічного втручання, прискорити процеси відновлення, зменшити больові відчуття, зменшити час проведення процедури. Всі вище перераховані переваги дають поштовх до нових розробок приладів, а також вдосконалення конструкції існуючих приладів, застосування нових методів проведення хірургічних процедур, підвищуючи якість наданих послуг

Об'єкт дослідження – захворювання ротової порожнини і зубів.

Предмет дослідження – ультразвукова хірургічна система.

Мета роботи – на основі аналізу методів та засобів діагностики і лікування захворювань зубів обрати найбільш ефективний метод лікування та вказати метод лікування і привести конкретні рекомендації.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання.

Виконати аналіз стану хірургічного лікування в стоматології, патентний пошук за темою дисертації та постановка задач дисертаційних досліджень. Навести області застосування ультразвуку в стоматологічній практиці.

Надати структурну схему ультразвукової хірургічної системи. Привести електричну принципову схему системи.

Виконати розрахунок конструктивних параметрів засобів стоматологічної ультразвукової хірургічної системи.

Виконати дослідження ефективності застосування ультразвукової системи при виконанні лікувальних процедур.

Надати режими та алгоритми роботи ультразвукової хірургічної системи.

Надати рекомендації з застосування хірургічної системи в стоматологічній практиці.

Розробити стартап-проект реалізації ультразвукової хірургічної системи в стоматології.

Методи дослідження – моделювання ультразвукового лікування захворювань зубів: методика лікування захворювань зубів, розробка структурної і

функціональної схеми системи з метою моделювання ультразвукового лікування між різними методами лікувань захворювань зубів.

Наукова новизна роботи полягає в наступному:

– створено методику оцінювання методів і засобів лікування захворювань зубів;

– на основі запропонованої методики визначено найбільш ефективний метод лікування захворювань зубів.

Практична корисність дисертаційної роботи є такою:

– виконано порівняльний аналіз методів та засобів лікування зубних захворювань;

– надано методичні рекомендації з використання системи для лікування захворювання зубів;

– запропоновано ультразвукову стоматологічну систему.

Практична апробація. Основні положення та результати роботи доповідалися та обговорювалися на XIV Науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні» з публікацією статті в Матеріалах конференції за темою дисертаційної роботи. і на XV Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених “ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ У К.: ПБФ, КПІ ім. Ігоря—ПРИЛАДОБУДУВАННІ”, 10-11 грудня 2019 р. ім. Ігоря Сікорського.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ СИСТЕМ ПРИ ВИКОНАННІ ДІАГНОСТИЧНИХ І ЛІКУВАЛЬНИХ ПРОЦЕДУР

1.1. Ультразвук та особливості його дії на біологічні об'єкти

Пружні коливання, які поширюються в середовищі у вигляді поздовжніх хвиль з частотою більшою від 20 кГц, називаються ультразвуком. Верхня межа частот ультразвуку, як правило не вказується, умовно можна вважати такою межею коливання з частотами 10^9 - 10^{10} Гц.

Ультразвук не викликає слухових відчуття у людини.

На відміну від людини, багато тварин сприймають звуки з частотою значно вищих частот. Так собака сприймає звуки з частотою до 44 кГц, кури до 72 кГц, кажани до 115 кГц. Тварини, які ведуть нічний спосіб життя або живуть в темних печерах, а також морські тварини, використовують ультразвук для обміну інформацією і ехолокації (орієнтування в просторі).

В залежності від частоти, ультразвуку притаманні певні особливості генерації, поширення, прийому і застосування.

В природі джерелами ультразвуку можуть бути землетруси, виверження вулканів. Ультразвук виникає при роботі реактивних двигунів, деяких типів станків і механізмів. [1]

З технічною метою ультразвук отримують за допомогою спеціальних пристроїв, так званих ультразвукових перетворювачів. В залежності від того, яку енергію вони перетворюють, їх умовно поділяють на механічні і електричні.

В механічних перетворювачах джерелом ультразвуку є механічна енергія потоку газу або рідини. Такі перетворювачі (свистки або сирени) досить прості за конструкцією, вони мають широкий діапазон і нестабільність частоти, що є причиною їх обмеженого практичного використання. [2]

В електричних перетворювачах в якості джерела енергії використовується електричний струм. Дія таких перетворювачів ґрунтується на ефекті магнітострикції або зворотному п'єзоелектричному ефекті.

Ефект магнітострикції використовується для генерування ультразвуку більш низьких частот (до 100 кГц) і великих інтенсивності. Ефект магнітострикції полягає в зміні довжини стержня або труби, виготовлених з феромагнітного матеріалу (заліза, нікелю або їх сплавів), поміщених в змінне магнітне поле паралельно до ліній індукції поля. Якщо частота власних коливань стержня і магнітного поля співпадають, тоді має місце резонанс і амплітуда коливань (зміни довжини) буде максимальною. Біля вільного кінця такого стержня в оточуючому середовищі виникають періодичні зміни густини середовища, які поширюються в ньому у вигляді поздовжньої механічної хвилі.

Зворотній п'єзоелектричний ефект використовується для генерування ультразвуку більш високих частот (800 кГц - 3000 кГц) і меншої інтенсивності. Ефект полягає в періодичній зміні лінійних розмірів (деформації) п'єзо електриків в змінному електричному полі. До п'єзо електриків відносять: кварц, титанат барію, турмалін, сегнетову сіль, фосфорнокислий амоній та інші.

При виготовленні ультразвукового перетворювача із п'єзоелектричного матеріалу певним чином (в певних кристалографічних площині) вирізають пластинку. При цьому розміри пластини повинні відповідати умові резонансу. В перетворювачі до протилежних граней пластини підводять змінну напругу.

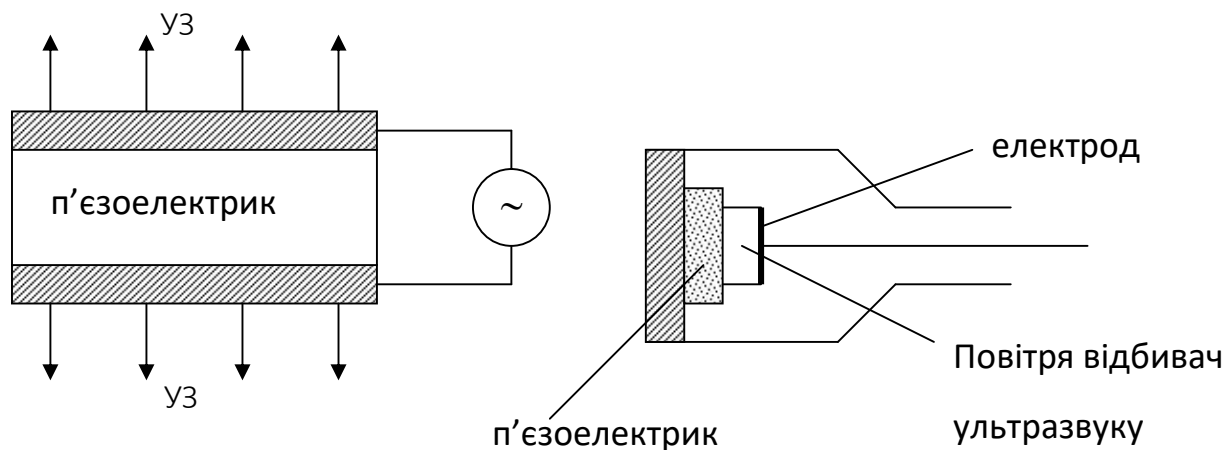


Рис.1.1 Вид дії на п'єзо електриків

В п'єзоелектричній пластині товщиною 1 мм виникає резонанс для: кварцу на частоті 2,87 МГц; титанату барію 2,75 МГц; сегнетової солі 1,3 МГц.

Дія приймач ультразвуку ґрунтується на прямому п'єзоелектричному ефекті, який полягає в тому, що при механічній деформації під впливом ультразвукової хвилі на протилежних гранях п'єзоелектричної пластинки виникає змінна різниця потенціалів. Дана різниця потенціалів в апаратів підсилюється і реєструється.

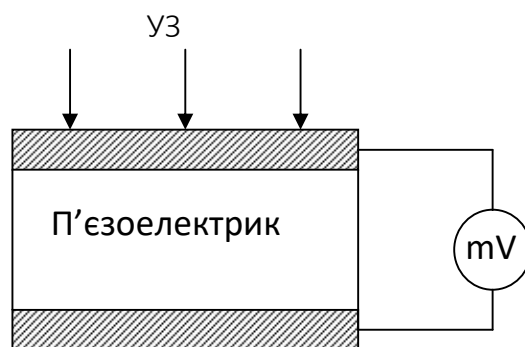


Рис.1.2 Дія УЗ на п'єзо електриків

Дія ультразвуку на біологічні об'єкти залежить від частоти ультразвуку, ступеня його поглинання, інтенсивності та інших характеристик.

При частоті 880 кГц і інтенсивності ультразвуку 2 Вт/см^2 частинки біологічних тканин коливаються з амплітудою $3,5 \cdot 10^{-6} \text{ см}$; максимальне прискорення частинок під час коливань досягає $9 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}^2$ (наближено до 10^5 g); максимальний тиск в місцях згущення частинок середовища при поширенні ультразвукової хвилі досягає 2,7 ат.

Надзвичайно велике прискорення частинок середовища і значні зміни тиску в місцях згущення (або розрідження) частинок середовища є визначальними в дії ультразвуку на тканини організму.

Швидкість поширення ультразвуку в повітрі 333 м/с, у воді наближено 1500 м/с, в м'яких біологічних тканинах (внутрішні органи, м'язи) в межах від 1450 до 1650 м/с, в кістковій тканині наближено 3500 м/с.

Вимірювання швидкості ультразвуку в тканинах використовується в медицині для оцінки їх стану, зокрема для оцінки ступеня демінералізації кісткової тканини.

В результаті поглинання, інтенсивність ультразвуку зменшується. Інтенсивність I ультразвуку на відстані x від джерела визначається із співвідношення:

$$I = I_0 e^{-\alpha x}, \quad (1.1)$$

де I_0 – інтенсивність ультразвуку біля поверхні джерела;

α - коефіцієнт поглинання, величина якого залежить від частоти ультразвуку, тиску, температури та інших характеристик середовища, в якому поширюється ультразвук.

Зокрема, чим вища частота ультразвукових коливань, тим сильніше вони поглинаються. З врахуванням даної закономірності в фізіотерапії для дії на внутрішні органи і тканини використовують ультразвук з частотою 800-900 кГц, а в дерматології використовують ультразвук з частотою 2,5 – 3 МГц.

При частоті 880 кГц глибина проникнення ультразвукової енергії в м'язові тканини складає 5 см, в жирові тканини – біля 10 см, в кістки – біля 0,3 см. При поглинанні, енергія ультразвукової хвилі перетворюється у внутрішню енергію середовища, в результаті чого воно нагрівається. Таким чином, під дією ультразвуку менше прогріваються жирові тканини, більше м'язові і найбільше поверхневі кісткові тканини. В цьому полягає одна із відмінностей ультразвукової терапії від УВЧ-терапії.

Довжина хвилі ультразвуку, який використовується в терапії і діагностиці не перевищує 0,17 см. Завдяки малій довжині хвилі ультразвук може випромінюватись у вигляді напрямленого проміння, а також фокусуватись за допомогою відповідних пристроїв. В місцях фокусування в малому об'ємі речовини інтенсивність ультразвуку може досягти $10^4 - 10^5$ Вт/см². [1,2]

З фокусований ультразвук використовують для дії на нервові закінчення, руйнування глибоких структур мозку, руйнування новоутворень в м'язових тканинах і т.п. Відстань l від джерела, на якій промінь залишається паралельним, залежить від співвідношення радіуса r поверхні випромінювача і довжини хвилі λ ультразвуку:

$$l = \frac{r^2}{\lambda}. \quad (1.2)$$

Біологічна дія ультразвуку на тканини є результатом комплексної дії - теплової, механічної, хімічної, електрофізичної.

Теплова дія пов'язана з поглинанням енергії ультразвукової хвилі. Тепло, яке виділяється в біологічній тканині, може привести до місцевого підвищення температури тканини, зміни швидкості протікання біохімічних процесів і, при великих інтенсивностях, до теплових пошкоджень тканин. При інтенсивності ультразвуку 1 Вт/см² і частоті 1 МГц протягом 5 хв., м'язова тканина може нагрітись на $5-7^{\circ}\text{C}$.

Механічна дія ультразвуку пов'язана з коливальними зміщеннями частинок середовища в ультразвуковій хвилі. Механічна дія є суттєвою для біологічних тканин при інтенсивності 1 - 2 Вт/см². В рідинах і біологічних тканинах під впливом неперервного ультразвуку з інтенсивністю понад 0,3 Вт/см² можуть утворюватися мікро бульбашки - кавітації, які заповнені парами рідини або розчиненими в ній газами. Кавітації майже миттєво виникають в місцях розрідження і миттєво зникають в місцях згущення частинок середовища в ультразвуковій хвилі. Виникнення кавітації і її “захоплювання” супроводжується виділенням теплоти, іонізацією і дисоціацією молекул речовини. Останнє приводить до хімічної дії ультразвуку - утворення іонів і вільних радикалів (H^+ , \dot{H} , OH^- , \dot{OH}), які можуть за короткий час вступати в хімічні реакції з макромолекулами і макромолекулярними комплексами, суттєво змінюючи їх властивості. Дія ультразвуку прискорює зокрема реакції окислення і полімеризації.

Під дією ультразвуку в тканинах виникає змінний електричний потенціал (так званий вібропотенціал), величина якого при інтенсивності ультразвуку 1 Вт/см² близька до мембранного потенціалу. Вібропотенціал може викликати деполаризацію мембрани і змінити її проникливість для деяких іонів.

Дія ультразвуку може впливати на мікро оточення клітини, змінювати умови транспорту речовин через її мембрану. [2]

В біологічній дії ультразвуку пороговою інтенсивністю вважається 0,01 Вт/см², нижче якої не змінюється проникливість клітинних мембран.

При опроміненні тканин ультразвуком з інтенсивністю до 1 Вт/см² виникає позитивний біологічний ефект. При цьому під дією ультразвуку цитоплазма клітин здійснює інтенсивні кругові рухи, в результаті яких прискорюються нормальні фізіологічні процеси.

При дії ультразвуку великих інтенсивності (більших 1 Вт/см²) рух цитоплазми ще більше зростає, з'являються кавітаційні бульбашки. Поява кавітації

веде до не зворотніх порушень структури клітин. При тривалій дії ультразвуку великої інтенсивності відбувається повна гомогенізація тканин.

В фізіотерапії застосовують неперервний і імпульсний ультразвук з частотою коливань в межах 0,8 - 3 МГц і інтенсивністю 0,05 - 1 Вт/см².

В діагностиці використовують ультразвук з частотою 1 - 10 МГц в неперервному режимі при інтенсивності 0,05 Вт/см², а в імпульсному режимі (10³ імпульсів за 1 с з тривалістю 10⁻⁶ с кожний) при інтенсивності 10 - 100 Вт/см².

В ультразвуковій хірургії використовують інструменти, ріжучий край яких неперервно коливається з частотою 10 - 100 кГц і амплітудою 5 - 50 мкм. Використовують також імпульсний і неперервний з фокусований ультразвук з частотою 0,05 - 5 МГц і інтенсивністю від 1 до 10⁴ Вт/см².

В використанні ультразвуку значним досягненням є спосіб “зварювання” кісток. Поверхні кісток, які підлягають з’єднанню покривають рідкою пластмасою, яка під дією ультразвуку дифундує в кісткову тканину, утворює молекулярне з’єднання з колагеновою основою кістки, полімеризується і переходить в твердий стан. Весь процес полімеризації триває декілька десятків секунд. При цьому виникає досить стійке з’єднання кісток, яке не заважає утворенню в наступному звичайної кісткової мозолі.

Ультразвук з різними параметрами використовують для обробки інфікованих ран, миття і стерилізації хірургічних інструментів і матеріалів. Ультразвук значних інтенсивностей веде до загибелі вірусів, бактерій, грибків.

Ультразвук використовують також для фонофорезу, тобто введення в організм лікарських речовин через непошкоджену шкіру. Фонофорез відрізняється від електрофорезу тим, що при фонофорезі лікарські речовини проникають всередину клітини, тоді як при електрофорезі вони концентруються здебільшого в міжклітинному просторі.

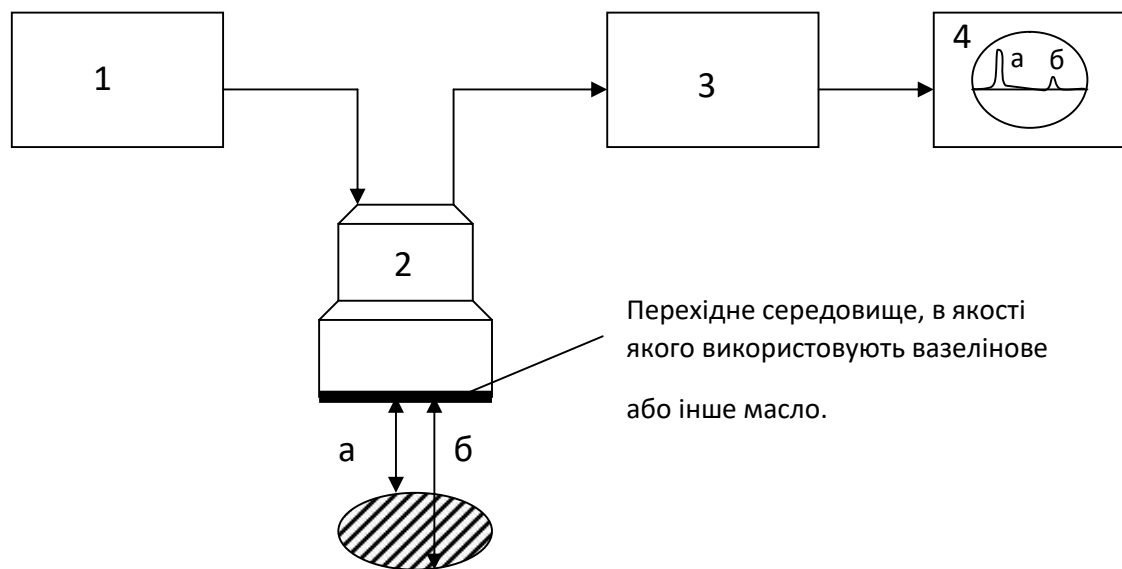
В ультразвуковій діагностиці використовується два методи: 1) УЗ-просвічування; 2) УЗ-локація.

УЗ-просвічування ґрунтується на різному поглинанні ультразвуку тканинами з різними акустичними властивостями (густиною і пружністю). При дослідженні через об'єкт в різних його точках пропускають УЗ-промінь певної інтенсивності, який після проходження через об'єкт реєструється за допомогою приймача ультразвуку розташованого на протилежному боці об'єкту. За зміною інтенсивності променя відтворюється тіньова картина внутрішньої будови об'єкту.

При УЗ-локації реєструються імпульси ультразвуку, відбиті від меж середовищ з різними акустичними опорами, які зустрічаються на шляху променя при проходженні через об'єкт.

На межі м'яких тканин і газу або рідин і газу спостерігається практично повне відбивання ультразвуку. На межі м'язевої тканини і кістки відбивається 30 - 40% енергії ультразвукової хвилі.

Апарат УЗ-локації складається із: 1) генератора ультразвукових коливань; 2) перетворювача ультразвуку; 3) підсилювача; 4) осцилографа. Всі пристрої змонтовані в одному корпусі.



Кожному акту відбивання ультразвукової хвилі відповідає імпульс (максимум) на екрані осцилографа. Відстань між імпульсами дає можливість

визначити глибину розташування шуканого об'єкту. Переміщуючи перетворювач ультразвуку можна з'ясувати форму об'єкта.

Апарат для діагностики за допомогою ультразвуку пухлин та інших новоутворень головного мозку називається ехо енцефалографом.

Крім ехо енцефалографа в медицині використовується ехокардіоскопи і так звані апарати УЗД (УЗИ) різних типів.

Використовуючи ефект Доплера за допомогою ультразвуку можна визначити швидкість кровотоку. Для цього випромінювач і приймач ультразвуку за допомогою катетера вводять в кров'яне русло (судину) і вимірюють доплерівський зсув частоти ультразвуку після його відбиття від формених елементів крові. Швидкість кровотоку визначається за формулою:

$$v_0 = \frac{v\Delta\nu}{2\nu}, \quad (1.3)$$

де $\Delta\nu$ - Доплерівський зсув частоти;

ν - частота УЗ-генератора;

v - швидкість поширення ультразвуку в крові.

Ультразвукові терапевтичні апарати типу УЗТ-101 працюють на частоті 830 або 880 кГц, генерують ультразвук з дискретним регулюванням інтенсивності від 0,01 до 1 або 2 Вт/см². Працюють в неперервному і імпульсному режимах. Принцип роботи апарату ґрунтується на використанні генератора незатухаючих електромагнітних коливань, в якому паралельно до коливального контуру з'єднується ультразвуковий перетворювач.

В процесі експлуатації ультразвукових терапевтичних апаратів здійснюють їх метрологічну перевірку, яка полягає у визначенні реальної інтенсивності ультразвуку на виході апарату. Таку перевірку здійснюють за допомогою вимірювача потужності ультразвуку (ИМУ - 3 або інших). Відносна похибка інтенсивності при роботі ультразвукового апарату не повинна перевищувати 5%.

У УЗ діагностиці використовуються подовжні УЗ хвилі, тобто пружні коливання, напрям поширення яких збігається з напрямом зсуву часток середовища поширення. Коливання робочої поверхні УЗ датчика, що контактує з тілом пацієнта, передаються біологічним тканинам, і в результаті частки середовища також починають коливатися відносно свого рівноважного стану, викликаючи зсув сусідніх часток, далі розташованих від датчика. Таким чином, коливання (або хвилі) поширюються углиб тканин.

У УЗ діагностичних системах використовується ехолокаційний принцип здобуття інформації про органи і структури, при якому випромінюються акустичні сигнали і приймаються сигнали, відбиті від неоднородностей біологічного середовища, і таким чином будується акустичне зображення (рис.3).

Відбиті сигнали, які приймаються датчиком і використовуються для діагностики, називаються *ехо-сигналами*.

Відбиття – основне фізичне явище, на основі якого виходить інформація про тканини. При цьому використовуються ті відбиті хвилі, які можуть бути прийняті датчиком, тобто що поширюються убік, зворотній хвилям, випромінюючими датчиком в першу чергу.

Інформація, що отримується за допомогою відбитих хвиль, в істотній мірі залежить від ряду фізичних явищ, супроводжуваних поширення ультразвука в біологічних тканинах. У числі основних таких явищ необхідно назвати наступні:

Заломлення – зміна напрямку поширення хвиль при переході з одного середовища в інше, що може приводити до геометричних спотворень отриманого зображення.

Розсіяння - виникнення множинних змін напрямку поширення ультразвука, обумовлене дрібними неоднородностями біологічного середовища і, отже, багаточисельними відбиттями і заломленнями.

Поглинання - перехід енергії УЗ хвиль в інші види енергії, зокрема в тепло, що викликане в основному в'язкістю середовища.

Поглинання, розсіяння і відбиття УЗ хвиль в біологічних тканинах є причинами *згасання*, яке характеризує зменшення енергії УЗ хвиль при поширенні.

Швидкість ультразвуку в біологічних середовищах, відбиття і заломлення

Для всіх видів біологічних тканин швидкість звуку в кожній з них практично не залежить від частоти (або довжини хвилі). У табл.1 приведені межі зміни швидкості звуку для ряду біологічних тканин людини. Окрім цього, для порівняння дані значення швидкості звуку в повітрі за нормальних умов і води, що дистилує, при температурі +200С. [3-8]

Таблиця 1.1 – Швидкість УЗ хвиль в різних середовищах і акустичні опори середовищ

Середовище [∞]	Швидкість звуку, м/с [∞]	Густина відносно води, ρ_c/ρ_w [∞]	Акустичний опір відносно води, Z_c/Z_w [∞]
Повітря (на н.у.) [¶]	343 [¶]	$1,2 \times 10^{-3}$ [¶]	$0,3 \times 10^{-3}$ [¶]
Дистильована вода (при +20 ⁰ С) [¶]	1480 [¶]	1,0 [¶]	1,0 [¶]
Легені [¶]	400-1200 [¶]	- [¶]	- [¶]
Жирова тканина [¶]	1350-1470 [¶]	0,95 [¶]	0,86-0,94 [¶]
Мізки [¶]	1520-1570 [¶]	1,03 [¶]	1,06-1,09 [¶]
Кров [¶]	1540-1600 [¶]	1,06 [¶]	1,04-1,08 [¶]
Печінка [¶]	1550-1610 [¶]	1,06 [¶]	1,11-1,14 [¶]
Мязова тканина [¶]	1560-1620 [¶]	1,07 [¶]	1,13-1,18 [¶]
Нирка [¶]	1560 [¶]	1,07 [¶]	1,13 [¶]
М'які тканини (середнє значення) [¶]	1540 [¶]	1,06 [¶]	1,11 [¶]
Кісткова тканина [¶]	[¶]	[¶]	[¶]
Камні печінки [¶]	2500-4300 [¶]	1,2-1,8 [¶]	2,2-5,0 [¶]
[∞]	1400-2200 [∞]	- [∞]	0,8-1,6 [∞]

Розкид значень швидкості звуку в тканинах одного вигляду пояснюється багатьма причинами, зокрема станом пацієнта, суб'єктивними особливостями організму, віком, відмінністю температур при проведенні вимірів і т.д. У ряді

випадків виявлена залежність швидкості звуку від стану досліджуваної тканини (норма або патологія), що в принципі могло б бути використане для діагностики, якби удалося здолати труднощі, пов'язані з точним виміром швидкості звуку в окремих структурах.

На основі табл.1.1 можна виділити три класи тканин: тканини легень з малою швидкістю звуку, що обумовлене високим рівнем газу вмісту, кісткові тканини з високою швидкістю звуку і всі останні рідкі середовища і м'які тканини, швидкість звуку в яких відрізняється від швидкості звуку у воді не більше ніж на $\pm 10\%$. В цих останніх (водоподібних) тканин середня швидкість звуку складає 1540 м/с, трохи відрізняючись від швидкості звуку у воді.

Відмінності в швидкості звуку в тканинах визначають характер відбиття на кордоні середовищ. При перпендикулярному падінні звукової хвилі на плоский кордон середовищ минула хвиля не змінює свого напрямку відносно падаючої хвилі і відрізняється від неї зменшеною енергією, тому, що частина енергії разом з відбитою хвилею переноситься в напрямі, протилежному до падаючої хвилі. [7]

1.2. Використання ультразвуку в стоматологічній практиці.

В стоматологічній практиці впродовж багатьох років ультразвук використовується для видалення зубного каменю, ведення лікарських препаратів, цементування мікро протезів. Для фіксації вкладок спеціально розроблений Сем-інструмент. Його встановлюють на вкладку і декілька секунд активують енергію ультразвуку. В'язкість фіксуючого композитного матеріалу зменшується, забезпечуючи необхідну текучість для фіксації. Після виключення ультразвуку композит знову повертається в свій попередній міцний стан. Розбухлий матеріал не витікає, небезпека поломки вкладки знижується до мінімуму.

Проблемі покращення ефективності ортопедичного лікування знімними пластинковими протезами, їх біо сумісності з тканинами протезного ложа

присвятили дослідження багато авторів. Але необхідно зауважити, що залишилися не вирішеними питання визначення структури базисів протезів; недостатньо досліджені питання залежності міцності протезів та процесу адаптації до них від товщини базисів. Актуальною залишається і проблема зменшення залишкового мономера та водо поглинання полімерних матеріалів.

Для впливу на процес полімеризації акрилових пластмас застосовуються різні методи, але використання ультразвуку на ранніх стадіях полімеризації залишилось поза увагою дослідників. Ретельний аналіз літературних джерел та певні експериментальні дослідження дали нам можливість запропонувати технологію ультразвукової обробки полімерних матеріалів для покращення їх властивостей.

З початком використання в медичних цілях лікарями ультразвукових апаратів, з'явилась можливість, без зайвих ушкоджень проводити цементацію скейлінга, так як існує необхідність при лікуванні зубів у видалення саме поверхневого прошарку ураженого цементу і обережного відношення до здорової частини зубу. Найкраще при цьому використовувати різноманітні за конструкцією металеві насадки для ультразвукових інструментів з різноманітними видами тефлонового покриттям.

Лікувальну дію на твердих тканинах зубів ультразвуковими інструментами необхідно проводити при постійному змочуванні оброблюваної частини зуба водою або різними за складом дезінфікуючими розчинами. При застосуванні пародонтологічних процедур в стоматології доцільно застосовувати ультразвукові прилади, на основі використання п'єзоелектричного привода як основного принципа дії. В якості робочої частоти ультразвукових генераторів при хірургічному втручанні змінюються при різних умовах доступу до зони обробки поверхні і від ступеня дії на поверхню, що оброблюється при цьому досягається значний результат. При лікуванні над десневих шарів зуба із старими і багат шаровими відкладенням процедури впливу ультразвуком проводять при різних частотних діапазонах генератору від 20 до 30 кГц. При обробці

труднодоступних областей і значно нижче рівня ясенного шару, необхідно встановлювати основну робочу частоту інструменту на позначці 30 кГц і при цьому змінювати амплітуду коливань для робочого інструменту до до значення, що най менше призводить до травматизму. Шар зубів, що оброблені ультразвуковими інструментами має вигляд більш шорсткішою якщо порівнювати з використанням ручного інструменту. Враховуючи все це, при закінченні процедури є необхідність ще раз обробити всю поверхню зубів, що лікувалися іншими гладкими хвилеводами і при цьому застосовуючи найменшу амплітуді коливань, закінчується процедура процесом поліровки очищеної поверхні. Застосовуючи фінішні і полірувальні дії впливу обирають насадки з округлим перетином основної робочої поверхні інструмента а також доцільно використовувати пластикові насадки з тифлоновим покриттям, як основного виду покриття, в якості робочої частоти обирається максимальне значення 30 МГц. Обираючи ультразвукові прилади для основного практичного застосування лікар стоматолог повинен бути дотримуватися специфіки направленості при лікуванні різних видів захворювань. Най частіше застосовуванні лікувальні процедури (видалення нальоту, бляшки, видалення зубного каменю) застосовуються в більшості лікувальних процедур, при терепевтичній діагностиці і хірургічносу втручанні, вибір ультразвукового приладу здійснюють за сукупності всіх можливих факторів для його основного використання. Основні рекомендації по обранню приладу мають різні аргументації.

Сучасна процедура лікування безпосередньо пов'язана з розвитком технічного прогресу розробки ультразвукових інструментів, застосування нових технологій і методик для використання в механічній і асептичній обробці корневих каналів зубів. Для всіх сучасних ультразвукових стоматологічних приладів передбачено використання системи зміни параметрів частоти ультразвукової вібрації та основної амплітуди коливань, ці режими дозволяють працювати спеціально створеними методикам і програмам для розширення і зволоження каналів кореня зубів. Основною особливістю використання режимів ультразвукових приладів що використовуються при ендодонтичному втручанні є

зниження до мінімального значення амплітуди коливань на кінцівці хірургічного інструменту. Для більшості ультразвукових приладів, в основі з п'єзокерамічним приводом використовують спеціальні насадки для фіксації інструмента і зміни електричних параметрів системи для початку процедур. Ультразвуковий інструмент під час своєї роботи в каналі кореня зуба створює різні за розмірами та по амплітуді коливання. Такі коливання інструмента в каналі зуба дають можливість отримати максимальну оброблювальну поверхню і на всій довжині обробки стінок каналу кореня зуба. Але коливання тонкого і довгого інструменту мають свої недоліки, а саме швидке зношування інструмента і старіння його металевої основи. Для зменшення впливу старіння, робоча амплітуда ультразвукового інструменту використовується при найменших параметрах, а робочі цикли використання інструмента значно знижені, і виражаються в 3-5 циклах використання одного інструмента. Враховуючи те що сильна коливальна напруга, що виникають на всій довжині інструмента, робота з таким інструментом вимагає впевненості і вмінь від лікаря. Ультразвукове лікування каналів кореня зубів застосовується тільки для розширення вже утворених класичними методами каналів зубів. Для цього краще і безпечніше використовувати інструмент, від позиції 20-го розміру по ІСО. Але в багатьох наукових роботах приводять ріщноманітні рекомендації по ультразвуковій обробці каналів інструментами 15-го розміру (ІСО), враховуючи дуже тонкий діаметр стоматологічного інструменту необхідно враховувати виникнення великих за амплітудою згибових коливань на самому кінці такого інструмента, цей процес буде приводити до створення небажаних уступів в каналі зуба при лікуванні і перенапруження в конструкції інструменту, що спричиняє не бажану поломку стоматологічного інструмента в каналі кореня зуба. У зв'язку з перерахованим матеріалом і враховувавши всі особливості коливань і можливих рухів стоматологічного ендодонтичного ультразвукового інструменту в каналі зуба, що підлягає лікуванню, стоматологу треба максимально зосередити увагу на процесі, що застосовується, і обмежувати час перебування інструменту в каналі зуба а саме не більше 3-5 с. Канал кореня зуба після проведення процедури втручання обов'язково промивається, по

закінченню процедури, або на проміжній стадії, застосовують різноманітні лікувальні препарати, після чого цикл повторюють декілька разів. Обробка каналів ультразвуковим стоматологічним інструментом застосовується при постійному зволоженні інструменту водою. При цьому, оброблена поверхня стінок каналу ультразвуковим інструментом має вигляд значно гладшій в порівнянні з механічною обробкою інструментами різного призначення, які обертаються. Утворена при цьому кавітація рідини в оброблюваному каналі не дає накопичуватись значному утворенню кісткової тирси в каналі кореня, допомагає розкриттю дентинних трубок і бічних відгалужень кореня зуба. Зволожена поверхня, при обробці каналів ультразвуковими інструментами, відсутня. Значні результати трамбовки матеріалу спостерігають при використанні методів латеральної конденсації що утворюють ультразвукові спредери. Використання ультразвукових накопичувачів переслідує дві основні мети – за мінімального бічного навантаження досягається максимальне ущільнення матеріалу без можливого перелому кореня зуба; унаслідок чого дуже легкого термічного нагрівання гутаперчі, кінцева щільність obturaції каналу дуже висока, що порівнюють з застосуванням термопари. При ущільненні матеріалу ультразвукові хвилеводи використовують при середніх амплітудах коливань 20-30 мкм без використання води і перед введенням в канал матеріалу необхідно обов'язково зволожити, для кожного випадку застосування, для цього використовують силлер. Ультразвукові голчаті хвилеводи ендосоників застосовуються при закупорці каналів з використанням лікарських паст і без використання інших матеріалів. Ультразвуковий хвилевід, введений в заповнений пломбувальним матеріалом канал зуба, збільшує антисептичний ефект створеної в каналі пломби завдяки дисперсії рідких лікувальних речовин. Даний ефект отримують при введенні хвилеводу до дна каналу що заповнений пастою і утриманні його при низьких амплітудах коливань 6-10 мкм. Терміном часу 5-7с. При лікуванні складного запущеного періодонтиту теж використовується ультразвука стоматологічна система, що дає на практиці стерильність кореневого каналу, так і основний вплив на процеси в приапикальній тканині. Для лікування ускладненого періодонтиту з використанням ультразвуку було розроблено

методики, в яких голчатим хвилеводом лікувальна рідина надходить в канал. За твердженням автора методу, В.В. Міронова (1969), лікувальна рідина в оброблюваному ультразвуком корені зуба в десятки разів має більшу концентрацію, ніж при застосуванні фізіотерапевтичних процедурах. Стокаренко А. (1999), відтворив даний метод лікувальної обробки кореня ультразвуковим голчатим хвилеводом.

Ультразвук в стоматології – це суміш електричних параметрів приладу при різних режимах роботи. Об'єднавши ультразвуковий інструмент з диспергированим лікувальним розчином з ультразвуковою термо коагуляцією периапикальних тканин в єдину лікувальну методику. Данні методики зв'язані і з можливими загостреннями хронічних захворювань, то му що немає можливості моніторити процес і є небезпека передозування ультразвукової енергії що призводить до значного перегріву тканин, навкоо корення. Добра дезинфекція каналів при ендодонтических маніпуляціях є основна частина завершення всіх підготовчих і лікувальних процедур для корневих каналів зуба. Просте зволоження оброблюваного каналу, безумовно, необхідно, але дана процедура не має ультразвукових коливань енергії. Кавітація, що виникає в різних рідинах організму людини при ультразвукових коливаннях, сприяє утворенню бульбашок в найтонших і недоступніших місцях, при цьому створюючи підвищений тиск, що і сприяє дуже чіткому і повному очищенню від найдрібніших забруднень в капілярних каналцях дентину. Вихрові ж потоки, що виникають навколо інструмента в каналі зуба, що коливається, в рідині в каналі зуба, очищують як слід і видаляють забруднення із зони обробки, це не можливо досягти іншими промивочними системами. [2-5, 7-10]

1.3 Сучасний стан використання ультразвукових хірургічних систем

У загальному випадку апарат для лікування ультразвуком складається з генератора електричних коливань, до основного контуру коливань підключається п'єзоелектричний перетворювач, як окремий елемент (випромінювач), при цьому підключений до апарату за допомогою кабля. В основі збудження УЗ в

різноманітних апаратах лежить зворотний п'єзоелектричний ефект, це здатність п'єзокристалів відтворювати механічні коливання під впливом змінного електричного поля. Зворотний п'єзо ефект залежить від механічної деформації тіл під дією електричного поля. Основною частиною такого перетворювача є пластина або стрижень з речовини яка має добре виражені п'єзоелектричні властивості (кварц, сегнетова сіль, керамічний матеріал на основі титанату барію і ін.). На поверхню пластини у вигляді провідних шарів (як правило, срібло) нанесені електроди, а до них паяються провідники - струмопровідний.

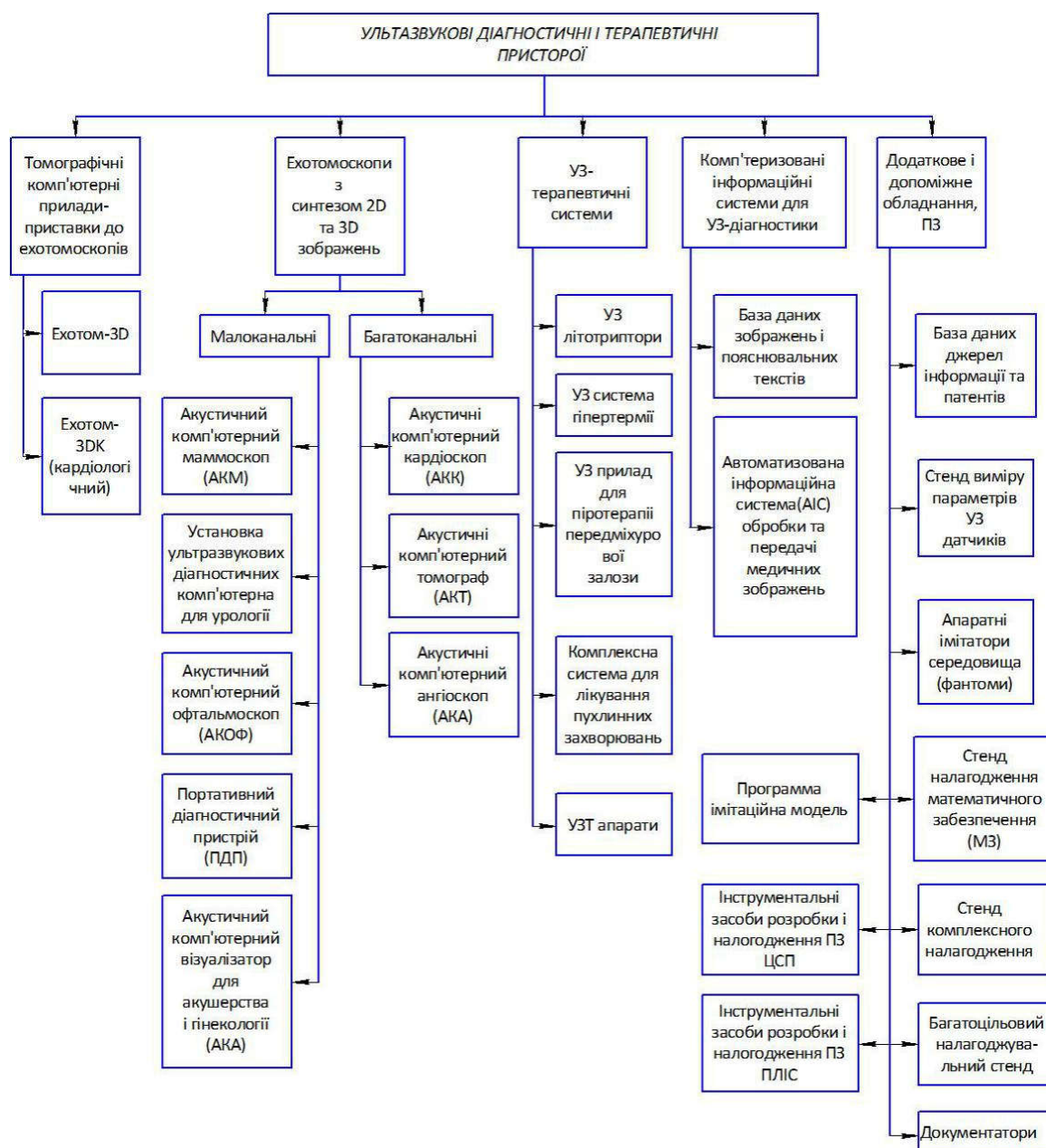


Рис 1.3 Класифікація УЗ діагностичних і терапевтичних пристроїв, допоміжних і додаткових засобів

Якщо до електродів прикласти змінну електричну напругу від генератора, то пластина завдяки зворотному п'єзоефекту починає вібрувати, випромінюючи механічну хвилю відповідної частоти. Найбільший ефект випромінювання механічної хвилі виникає при виконанні умови резонансу. Так, для пластин товщиною 1мм резонанс виникає для сегнетової солі на частоті 1,5 МГц, титанату барію - 2,75 МГц і кварцу - 2,87МГц. [12]

Ультразвукова чистка зубів

Використання ультразвуку, як одного з лікувальних способів, широко використовується в сучасній стоматології. Ультразвуковими установками користуються при проведенні різних зубо сохраних операцій в пародонтології, при терапевтичному, ендодонтичному лікуванні. Ультразвук застосовують також в хірургічній стоматології, при складних видаленнях зубів.

Але саме професійна чистка зубів ультразвуковим апаратом, зробила ультразвуковий метод найдієвішим. Саме в цій галузі стоматологічної практики такий спосіб очищення зубів придбав найбільшу популярність.

Ультразвуком чистять зубні відкладення при проведенні професійної гігієни зубів і ясен. Ультразвуком видаляються тверді і м'які зубні відкладення, як в над десневій області, так і в під десневій. Тверді зубні відкладення — це зубний камінь. Завдяки ультразвуковому наконечника і спеціально пристосованих насадок чистка зубної емалі від твердих підкладеннях є для пацієнта безболісною і комфортною процедурою. Після проведеної маніпуляції на поверхні зуба утворюються нерівності, які необхідно відшліфувати і відполірувати.

Цей процес перешкоджає прилипанню до зубної емалі патогенних мікробів і тривалий час оберігає зуби від нового нальоту. У тих випадках, коли є великі зубодесневие кишені і є необхідність очищення зубокорневої частини зуба, використовують апарат Вектор. Його дія заснована на одночасній подачі на корінь зуба ультразвуку і спеціального засобу для полірування порошку. Завдяки такому методу очищення, коренева частина зуба стає гладкою і, в результаті цього, ясна близько зуба краще закріплюється до його поверхні.

Антимікробну, безболісне і комфортне вплив на пацієнта ультразвукової установки надали використання таких апаратів дієвості та ефективності.

Але, незважаючи на всі позитивні сторони професійної гігієни порожнини рота, чистка зубів ультразвуком має свій ряд протипоказань. Деякі з них:

1. серцеві патології
2. підвищена чутливість зубів
3. захворювання органів дихання
4. деякі періоди вагітності
5. патологічний прикус
6. інфекційні захворювання, такі як гепатит, туберкульоз, СНІД та інші.

У дитячому віці, наявність молочних зубів, або тільки що прорізані постійні зуби ультразвук застосовувати не рекомендовано. Це пов'язано з тим, що зубна емаль у таких зубів ще не повністю сформувалася. Ультразвуковий наконечник зазвичай застосовується по закінченні не менше двох років після прорізування зубів.

Процедура очищення зубів безболісна і займає дуже мало часу у пацієнта. Але якщо є протипоказання до використання ультразвуку, лікар-гігієніст проводить професійну очищення порожнини рота інструментами вручну.

В сучасній медичній стоматологічній практиці використовують велику кількість різноманітних за конструкцією системи для ультразвукового хірургічного втручання, при проведенні різноманітних маніпуляцій, а саме з лікувальним направленням, так і для надання нового естетичного або косметологічного вигляду зубів людини.

Надалі приведено ряд ультразвукових систем в стоматології, що широко застосовуються а саме ті що мають більшу популярність серед лікарів стоматологів, під час постійного використання на практиці.



Рис. 1.4 Ультразвуковий автономний п'єзоскайлер Woodpecker U600.

Технічні характеристики ультразвукового п'єзоскайлера:

Основне джерело живлення системи: 220-240 В 50/60 Гц

Вихідна потужність на перетворювачі ультразвукових коливань: 3-20 Вт

Частота випромінювання: 25-31 кГц

Вібрація при проведенні процедур: 30-60 мікрон

Основні функції системи:

Використовується в системі форма сигналу у вигляді синусоїдальної модуляції;

Застосовується 2 вдосконалених авто клавуюємих наконечника моделі HW-6;

10 змінних рівнів для використання потужності;

Використання сенсорного контролю з високою точністю;

Новітній піло і водонепроникний корпус нового дизайну;

Використання таких функції: масштабування, період, ендо-

Автоматична переміщення води або розчину ліків

Автоматичний контроль з моніторингом частоти

Комплектація ультразвукової системи:

1. Блок управління - 1 шт .;
2. Блок живлення - 1 шт .;
3. Педаль - 1 шт .;
4. Шланг - 1 шт .;
5. Ємність для води - 1 шт .;
6. Наконечник скалера HW-6 - 2 шт .;
7. Динамометрический ключ TW-1L для фіксації насадок - 6 шт .;
8. Ключ для ендочака TW-E1 - 2 шт .;
9. Комплект насадок:
 - G4 - універсальна для видалення наддесневого зубного каменю - 2 шт.;
 - P1 - для видалення поддесневого зубного каменю - 2 шт.;
 - E1 - ендочак в комплекті з U файлами - 2 шт.;
 - P4 - видалення поддесневого зубного каменю в міжзубних проміжках - 2 шт.;
 - G5 - зняття прішеєчних зубних відкладень - 2 шт .;
 - P4D - препарування гирлової частини корневих каналів - 2 шт.;
 - P3 - видалення зубного каменю в глибоких кишнях - 2 шт.;
 - E6 - проходження раніше obturірованних корневих каналів - 2 шт.;
 - G30 - розкриття пульпарной камери і формування оптимального доступу до корневих каналів - 2 шт.;
 - E3D- насадка для глибокого розширення усть корневих каналів - 2 шт.[27]



Рис.1.5 Скалер ультразвуковий неавтономний Woodpecker UDS-K

Технічні характеристики Скалер ультразвуковий:

Тиск в системі води: 0.01MPa ~ 0.5MPa

Вихідна потужність випромінювача: 3W ~ 20W

Робоча частота: 28kHz +/- 3kHz

Габаритні розмір системи: 170мм × 111мм × 65мм

Спожита потужність: від 110V ~ 50Hz/60Hz до 220 – 240V ~ 50Hz/60Hz

Вхідний сигнал з основного блоку живлення: 24V ~ 1.3A

Матеріал корпусу системи: ПВХ

Вага робочої системи: 0,75 кг

Вага всієї системи з блоком живлення: 1,2 кг

Комплектація:

1. Блок управління - 1 шт.;
2. Блок живлення - 1 шт.;
3. Педаль - 1 шт.;
4. Шланг - 1 шт.;

5. Змінний наконечник скалера HW-3H - 1 шт.;

6. Динамометричний ключ TW-1L для фіксації насадок - 1 шт.;

7. Комплект насадок:

G1 - для зняття над десневого зубного каменю і зубних відкладень - 2 шт.;

G2 - для видалення крупного зубного каменю в над десневої області - 1 шт.; G4 - універсальна для видалення над десневого зубного каменю - 1 шт.;

P1 - для видалення під десневого зубного каменю - 1 шт.

Особливості моделі:

- Автоматична безперервна під час процедури подача води;
- Сумісність з різноманітними за формами EMS наконечниками;
- Наконечник виготовлено методом лиття на основі титанових сплавів;
- Постійний автоматичний контроль частоти;
- Простий не складний дизайн і не велика вага;
- Функції управління прості в розумінні і використанні;
- Наконечник адаптований до роботи на значних проміжках часу без значної зміни температури.

1.4 Патентний пошук

Корисна модель відноситься до медицини, а саме до терапевтичної стоматології. Відомий «Спосіб пломбування зубів» [Заявка на винахід РФ №94012870/14, МПК- 6 А61С5/02, А61N5/06, БВ №31, 10.11.97р.], що включає заповнення порожнини зуба пломбувальний матеріалом з наступним впливом ультразвуку, причому в якості пломбувального матеріалу використовують склад зі штучної кісткової тканини на основі мінеральних солей гідрооксіяпатиту чи бетатрикальційфосфату, а вплив ультразвуком здійснюють протягом 3-10 із з частотою 20-26,5кГц.

У даному способі ультразвук використовується для ущільнення пломбувального матеріалу, причому для цього необхідно використовувати спеціальну насадку до стандартної ультразвукової апаратури, а також декількома регулюваннями підбирати режим роботи для повного озвучування пломбувального

матеріалу, що не дозволяє оперативно виконувати вищевказані маніпуляції в порожнині рота.

МОДИФІКОВАНИЙ НАКОНЕЧНИК АПАРАТА УЛЬТРАЗВУКОВОЇ КАВІТАЦІЇ UA 119893 МПК (2017.01)

Корисна модель належить до медичної техніки, а саме до приладів ультразвукових апаратів (діагностики та лікування), і може бути використана при лікуванні гнійних захворюванням грудної порожнини.

Відомий наконечник для ультразвукового лікування емпієми плеври [Б.М. Тевит, А.А. Гуляєв. - Ультразвуковий прилад для лікування емпієми плеври. - Патент ССРСР. - 1982 р.] 5 містить перетворювач ультразвукових коливань, концентратор, робочий стрижень, внутрішній канал для відведення зруйнованих патологічних мас, а також захисний екран, який охоплює робочий стрижень.

Проте, недоліками даного наконечника є його розмір (надто громіздкий), жорстка основа, діаметр поперечного перерізу більше 10 міліметрів, частота генерування 20-30 кГц, потребує 10 окремого розрізу шкіри (або введення через дренажний отвір, попередньо видаливши дренаж).

В основу корисної моделі поставлена задача створити модифікований наконечник ультразвукового кавітаційного апарата з сучасними технічними характеристиками, який не мав би попередніх недоліків.

Поставлена задача вирішується тим, що в основі наконечника гнучкий корпус, на 15 дистальному кінці якого міститься п'єзоелемент, до якого підведені пластини електричного струму. Головка наконечника вкрита епоксидною смолою. На кресленні зображено загальний вигляд кавітаційного наконечника. Корпус (1) виготовлений з подвійного багатожильного мідного проводу (поперечний переріз 2 міліметри) та полівінілхлоридної оболонки. На дистальному кінці (головка наконечника діаметром до 3,5 20 міліметра - А) до проводів приєднані сталеві пластини (2), які, в свою чергу, приклеєні до п'єзоелемента (3). Все це запресоване в епоксидну смолу (4).

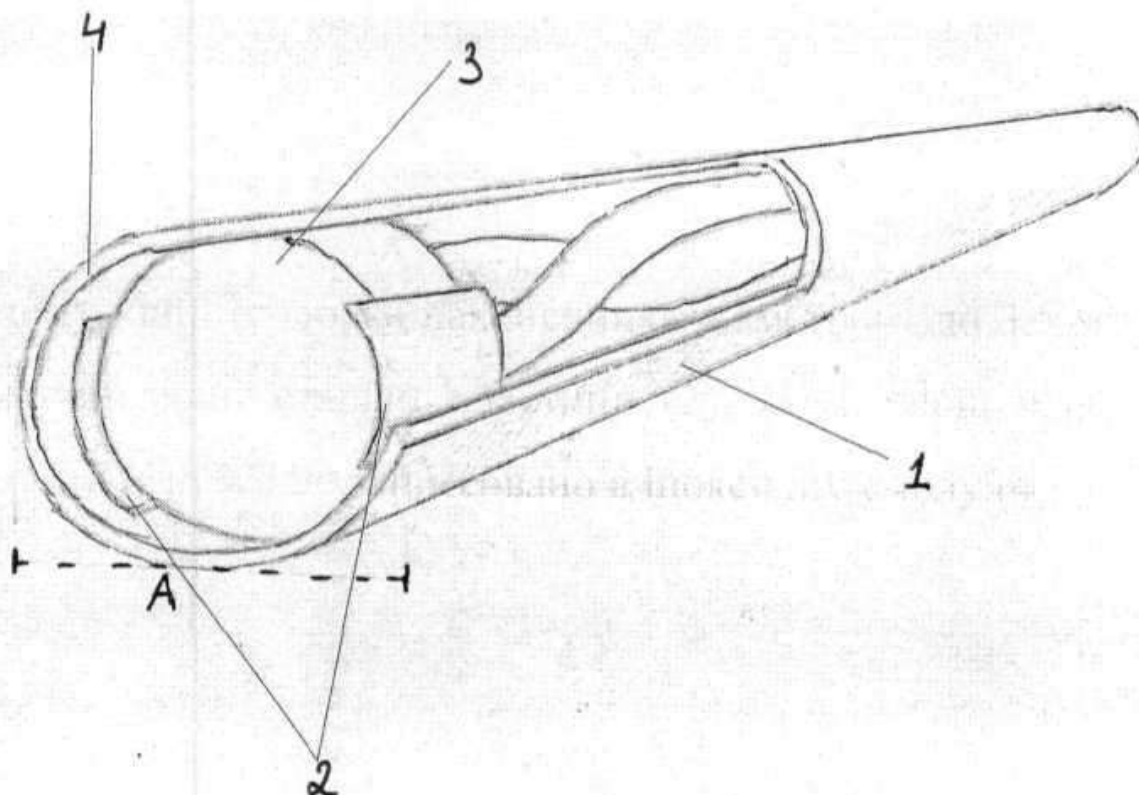


Рис.1.5 Наконечник модифікований.

1.5 Постановка задач дисертаційних досліджень

Задачею дисертаційного дослідження є розробка системи з покращеними функціональними можливостями що забезпечує зростання ефективності та якості використання ультразвукового випромінення при стоматологічному лікуванні, шляхом новітніх систем управління і контролю.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання.

Виконати аналіз стану хірургічного лікування в стоматології, патентний пошук за темою дисертації та постановка задач дисертаційних досліджень. Навести області використання ультразвуку в стоматологічній практиці.

Надати структурну схему ультразвукової хірургічної системи. Привести електричну принципову схему системи.

Виконати розрахунок конструктивних параметрів засобів стоматологічної ультразвукової хірургічної системи.

Виконати дослідження ефективності використання ультразвукової системи при виконанні лікувальних процедур.

Надати режими та алгоритми роботи ультразвукової хірургічної системи.

Надати рекомендації з використання хірургічної системи в стоматологічній практиці.

Розробити стартап-проект реалізації ультразвукової хірургічної системи в стоматології.

Навести області використання ультразвуку в стоматологічній практиці. Виконати аналіз методів і засобів ультразвукової хірургії в стоматології. Обґрунтувати вибір ефективних засобів хірургічного лікування ультразвуком в стоматології.

Надати структурну схему ультразвукової хірургічної системи. Привести електричну принципову схему системи. Виконати розрахунок конструктивних параметрів засобів хірургічної системи. Виконати дослідження ефективності використання ультразвукової системи при виконанні лікувальних процедур.

Надати режими та алгоритми роботи ультразвукової хірургічної системи. Надати рекомендації з використання хірургічної системи в стоматологічній практиці.

Розробити стартап-проект реалізації ультразвукової хірургічної системи в стоматології.

РОЗДІЛ 2.

ОСНОВИ СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ХІРУРГІЧНОЇ СИСТЕМИ

Для застосування УЗ-маніпуляції, нагальним є використання генератора високої частоти та п'єзоелектричних перетворювачів, що формують в процесі роботи основні ультразвукові хвилі. Використання УЗ-маніпуляції як правило двома най частіше використовувемими методами: 1. Цепрямий метод а саме контакт УЗ-випромінювача з опромінюваним ділянкою тіла. 2. Непрямий метод, це прямий контактом через використовуємоу імерсійну рідину, здійснюваним за допомогою водяної пари або водяної подушки (міхура з тонкої гуми, наповненого водою). При використанні першого способу необхідно виключити наявність повітряного прошарку між випромінювачем і поверхнею тіла, оскільки навіть найтонший шар повітря приведе, практично, до повного відбиття УЗ-хвилі від поверхні тіла. Тому, перед сеансом поверхню шкіри опромінюваної ділянки ретельно змащується вазеліновим маслом або спеціальною змазкою на основі парафінів. При використанні непрямого контакту може використовуватися як безперервний, так і імпульсний режим випромінювання, при нерухомому і рухомому випромінювачах. При використанні водяний ванни можна проводити опромінення як прямим, так і похилим променем, що зручно при опроміненні суглобів і ділянок тіла з нерівною поверхнею. Апарати УЗ-терапії можуть бути стаціонарними та портативними. універсальними і спеціалізованими.

Автогенератор АГ генерує в безперервному режимі коливання УЗ-частоти. Через модулятор М (керований ключ) УЗ-коливання передаються на попередній підсилювач ПУ із ступінчастим регулюванням коефіцієнта посилення і далі, через вихідний підсилювач, на випромінювач ІЗ і індикатор. [12-16]

ІНД, що показує наявність змінного сигналу УЗ-частоти на виході підсилювача. Модулятор управляється генератором імпульсів регульованої тривалості ПІ. Всі регулювання здійснюються за допомогою пульта управління забезпеченого процедурними годинами ПЧ і ПУ, які відключають блок живлення БП після

закінчення встановленого часу тривалості маніпуляції. Перед сеансом УЗ-терапії проводять перевірку справності апарату. Найпростіший спосіб перевірки наявності генерації ультразвуку полягає в тому, що випромінювач занурюють у склянку з водою і, при наявності коливань, спостерігають ефект дегазації (виділення пухирців повітря). З підвищенням інтенсивності випромінювання газовиділення зростає. Періодично проводять перевірку градування шкали інтенсивності генерованого ультразвуку. Для цієї мети Використовуються спеціальні вимірники потужності ультразвуку, наприклад, типу ІМУ-2. Для запобігання рук оператора від впливу ультразвуку, він повинен працювати в тонких нитяних рукавичках, поверх яких надіті гумові. Зберігається підлогу шаром гуми шар повітря відображає УЗ-коливання, оберігаючи руки від впливу ультразвуку. Цікавим видається вплив ультразвуковими хвилями на біологічно активні точки (БАТ) з метою досягнення певних терапевтичних ефектів, зване Фонотерапія.

2.1 Електрична і функціональна, схема ультразвукової системи для стоматологічного лікування

Ультразвукова система для стоматологічних процедур являє собою багатофункціональний пристрій, в основі якого лежить ультразвукова технологія і застосовується цей пристрій в стоматології.

Ультразвукові системи для стоматологічних процедур бувають:

- Ультразвукова система для стоматологічних процедур з магнітострикційним приводом - робоча частота 20-35 КГц;
- хірургічна система пьезо керамічний - працює на більш високій частоті - 40-60 КГц і тому має більш потужний вплив на оброблювану поверхню;
- Ультразвукова система для стоматологічних процедур з повітряним приводом.

У сучасній стоматології ультразвукова система для стоматологічних процедур завойовують стрімку популярність. Ця новинка в стоматологічній галузі має досить широкий спектр дії: від елементарного зрошення ротової порожнини до зняття зубного каменю, Використання операцій по зняттю коронок і багато чого

іншого. Слід зазначити, що очищення зубної емалі за допомогою ультразвукової системи для стоматологічних процедур відбувається м'яко і дуже дбайливо, оскільки при процедурі не використовуються абразивні матеріали.

Ультразвукові системи для стоматологічних процедур застосовуються в багатьох розділах стоматології, таких як парадонтологія, імплантологія, ендодонтологія, терапевтична стоматологія та багато іншого.

Принцип роботи та особливості ультразвукової системи для стоматологічних процедур

Ультразвукова система для стоматологічних процедур працює на основі ультразвукової технології.

Можливість інтеграцій з іншим стоматологічним обладнанням. Новітні стоматологічні розробки дозволили інтегрувати ультразвукову систему для стоматологічних процедур з різним стоматологічним обладнанням, крім того, наконечники апарату мають динамометричні ключі для установки і роз'єми всіляких типів, що полегшує інтеграцію.

Існує можливість роботи без водного режиму і з ним.

Застосовувані рідини. На хірургічна система існує автоматичне водопостачання, тому є можливість використовувати не тільки воду, а й різноманітні лікувально-профілактичні настоянки і розчини в брешемо стоматологічного лікування, особливо під час парадонтологічеської і ендодонтичних маніпуляцій. Крім того, рідини можуть застосовуватися в якості промивання або охолодження.

Насадки та наконечники. Ультразвукові системи для стоматологічних процедур оснащуються наконечниками для очищення поверхні від зубного нальоту, для полірування поверхні зубів. Існують насадки, які застосовуються для очищення коронок і мостів-протезів перед протезуванням, а також обробляють тканини для установки пломб або фасеток з кераміки. Існують насадки незамінні в імплантології для ретельного очищення головки, елементів кріплення і шийки

протеза (застосовується спеціальний порошок, який змішується з водою при виході з наконечника).

Переваги ультразвукової системи для стоматологічних процедур

Ультразвукова система для стоматологічних процедур відносяться до того типу обладнання, яке іменують безпечним. Система хірургічна система повністю автоматизована, миттєво реагує на неполадки, контролює з'єднання насадок і шлангів, напруга в мережі тощо.

Ультразвукова система для стоматологічних процедур компактний і високоефективний.

Нові сучасні ультразвукові системи для стоматологічних процедур легкі, оскільки виконані із спеціальних сплавів для зручності роботи, зручні в обслуговуванні, забезпечені системою самоочищення, системою сигналів і т. д.

Ультразвукова система для стоматологічних процедур оснащена спеціальною круговою оптичною системою освітлення робочої зони.

Ультразвукова система для стоматологічних процедур оснащені системами автоматичної настройки, яка стежить за навантаженням на механізм і подає для роботи оптимальну потужність.

Ультразвукова система для стоматологічних процедур має шланги підвищеної зносостійкості, великий набір насадок і можливість вибору оптимальної потужності роботи.

Ультразвукова система для стоматологічних процедур має відмінні робочі характеристики.

Більшість ультразвукових систем для стоматологічних процедур в мають насадки і наконечники.

Ультразвукова система для стоматологічних процедур здатна знижувати втому і напругу руки лікаря, що особливо важливо під час довгої роботи лікаря-стоматолога.

Причини популярності ультразвукової система для стоматологічних процедур

Ультразвукова система для стоматологічних процедур не вимагає багато часу для звикання до роботи з ними і дуже зручні в експлуатації, крім того, пристрої мають автоматичну систему безпеки, яка миттєво подає сигнал, що сповіщає про неполадку, після чого система блокує роботу апарату.

Однією з причин зростаючої популярності хірургічна системаа у професіоналів найвищого рівня, є можливість виконати всі маніпуляції легше і швидше ніж традиційними методами.

Ультразвукової хірургічна система складається з ультразвукового генератору, кабелю, наконечнику (перетворювач), насадці для скайлінга, пневматичного перемикача (виключення живлення пневматичного затвора, а також комутування і фільтрація схеми; одночасного включення адаптеру для наконечника ультразвукового хірургічна системаа) і перемикача адаптеру для наконечника (він регулює подачу повітря, який проходить через пневматичний затвор, і пневматичний перемикач живлення; коли наконечник на адаптеру, подача повітря відключена, коли він знятий, - включена). [12-16]

На рис. 2.1 представлена функціональна схема ультразвукової системи для стоматологічних процедур

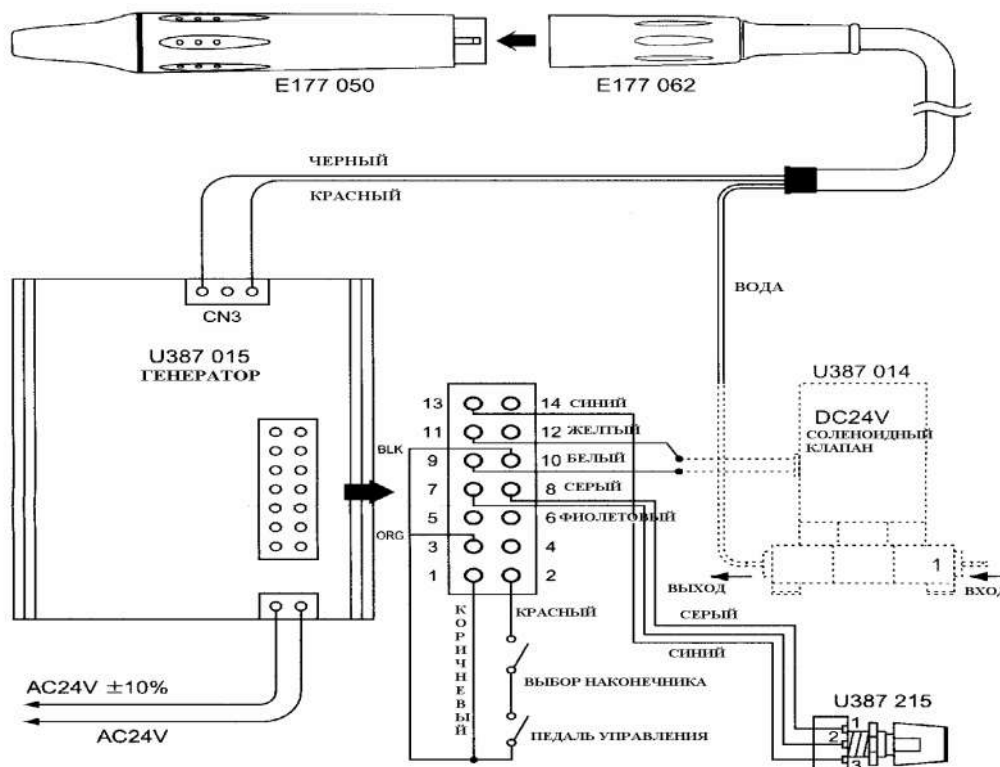


Рис.2.1. Функціональна схема ультразвукової система для стоматологічних процедур

Функціональна схема представляє собою послідовність з'єднань частин ультразвукової системи для стоматологічних процедур за допомогою яких пристрій приводиться в роботу.

До основних частин можна віднести: генератор, комунікатор проводів живлення, блок живлення, соленоїдний клапан, педаль управління, наконечник.

Принцип роботи ультразвукової хірургічної системи для стоматології

Подача повітря включається, коли наконечник знімається з адаптеру. При натисненні на перемикач, починають працювати пневматичний перемикач живлення, пневматичний затвор, ультразвуковий генератор, наконечник і насадка для ультразвукової системи, подається вода, і спалахує світлодіодна лампа на кінчику наконечника.

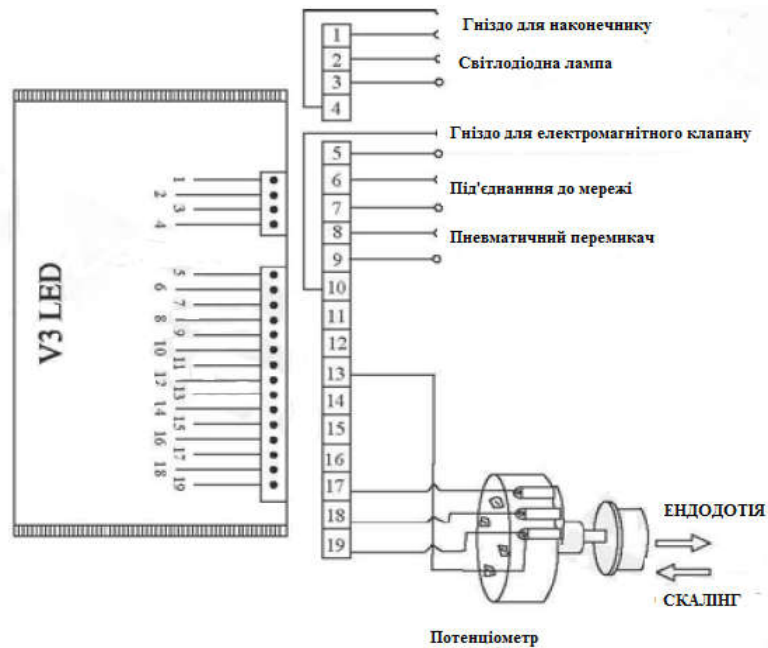


Рис. 2.2 Схема підключення ультразвукової стоматологічної системи

Функція ультразвукової хірургічної системи в стоматології

Наконечник ультразвукової система для стоматологічних процедур (рис. 2.3) необхідно утримувати між великим і вказівним пальцями. Кінчик інструмента слід розташовувати вздовж осі зуба. Враховуючи термічний вплив ультразвукової системи на пульпу зуба, не можна працювати без перерви в одній ділянці. Контакт робочої частини інструмента із зубом бажано підтримувати постійно. Слід уникати зон декальцинації, карієсу, ерозій, підвищеної стертості емалі, країв реставрації, штучних коронок, орто донтичних конструкцій і систем, а також імплантів. Як правило, пацієнти не відчують болю, крім випадків підвищеної чутливості зубів. У цьому випадку необхідно застосувати знеболювання і працювати на мінімальній потужності ультразвукового апарату. Слід уникати прямого контакту ультразвукового наконечника і слизової оболонки ротової порожнини з метою запобігання травм.

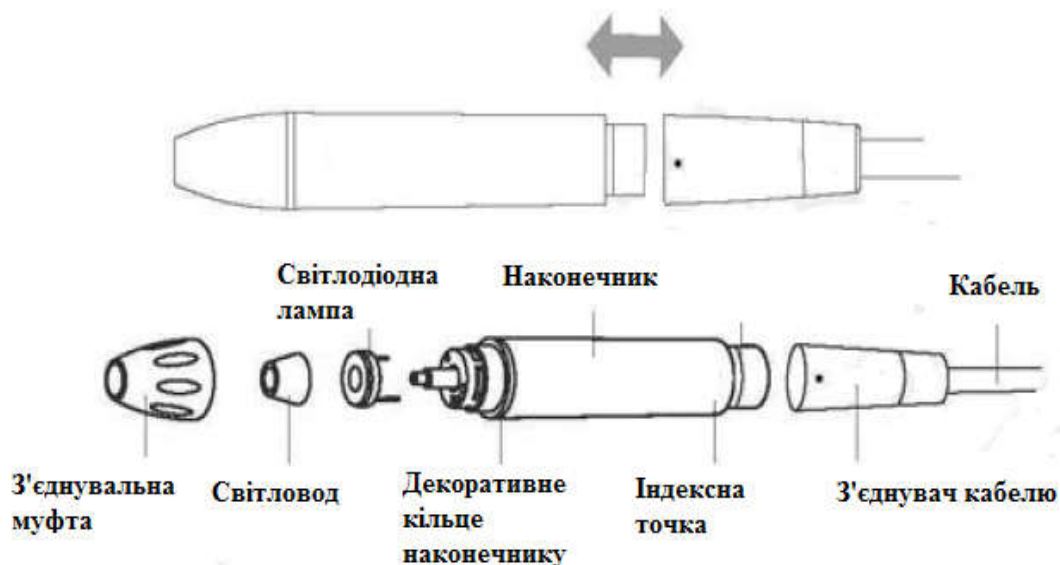


Рис. 2.3. Основні елементи наконечнику для ультразвукової стоматологічної системи

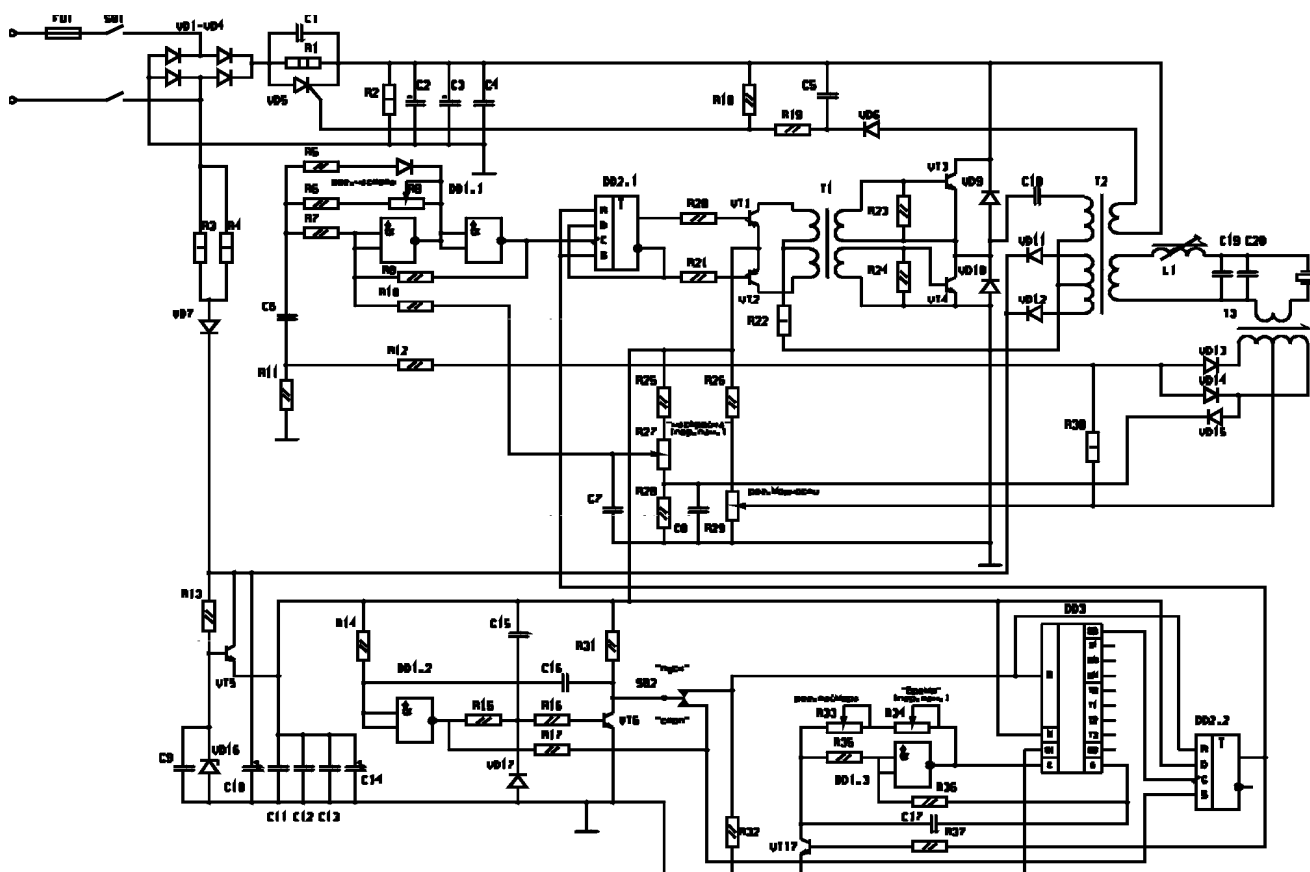


Рис. 2.4 Електрична схема ультразвукової системи з генератором для збудження частоти, і підстроюванням частоти

Електрична схема ультразвукової системи зображена рис. 2.4. Дана система має певну послідовність дії і виконана з елементів перерахованих нижче.

Попередній підсилювач, вихідні каскади підсилювача потужності і схема узгодження генератора з коливальною системою.

Особливістю схеми є наявність задаючого генератора, виконаного на елементах D.D.1 за схемою перебудованого мультівібратора. Робоча частота задаючого генератора змінюється за рахунок зовнішньої напруги, що управляє.

Напруга, що управляє, виробляється пристроєм зворотного зв'язку, виконаному на трансформаторі Т3 і елементах VD13, VD14, R11, R12, С6.

Схема автоматичного підстроювання частоти забезпечує контроль параметрів акустичної потужності, що віддається в навантаження і вироблення електричного сигналу, пропорційного зміні цієї акустичній потужності. Вироблений зворотним зв'язком електричний сигнал забезпечує швидка зміна параметрів задаючого генератора . [2, 14, 18]

2.2 Функціональна схема генератора ультразвукової системи

На рисунку 2.4 зображено структурну схему УЗ генератора, який складається з мережевого джерела живлення, транзисторного підсилювача (інвертора), що задає УЗ частоти, пристрої контролю та управління, пристрої Енергія змінного струму Енергія акустичних коливань 28 узгодження, УЗКС – УЗ коливальної системи (п'єзопретворювача і концентратора), біологічного середовища. УЗ електронні генератори призначені для перетворення струму промислової частоти в струм високої частоти і застосовуються для живлення електроакустичних перетворювачів. Нині УЗ генератори виконуються на напівпровідникових приладах – транзисторах і тиристорах. Використання тиристорних інверторів обмежене через низькі частотні властивості тиристорів і складність схеми управління. Найширше в даний час застосовують УЗ генератори на транзисторах. Оскільки параметри транзисторів безперервно поліпшуються, вони є найбільш

перспективними приладами і для нових розробок УЗ генераторів. За своїми технічними можливостями УЗ апарати можуть бути універсального використання і спеціалізованими. Універсальні УЗ апарати розраховані на роботу з різними біологічними середовищами, допускають широку варіацію вихідних параметрів (потужності, частоти, напруги тощо) і умов узгодження з навантаженням. Спеціалізовані апарати розраховані на роботу в одному або декількох режимах та мають вузькоспеціалізоване використання. Ці генератори мають незмінні вихідні параметри (робочу частоту, вихідну потужність і т. д.). Універсальні генератори призначені для використання в приладах та апаратах експерт-класу. Характеристики апаратів – як електричні, так і неелектричні – обумовлені характеристиками ультразвукового перетворювача. Наявність взаємовпливу параметрів середовища і перетворювача призводить до впливу їх на електричні параметри УЗ коливальних систем і електронних генераторів. Це пояснюється тим, що УЗ коливальна система, будучи частиною ультразвукового терапевтичного апарату, одночасно входить до складу генератора електричних коливань, будучи його електронно акустичним навантаженням. УЗ коливальна система являє собою електромеханічну резонансну систему, основними параметрами якої є резонансна частота і добротність. Параметри такої системи дуже чутливі до впливу на неї різних факторів. У зв'язку з цим будь-який вплив на коливальну систему змінює її основні характеристики, що призводить до зміни параметрів генератора. Таким чином, на роботу генератора електричних коливань УЗ частоти впливає зміна параметрів коливальної системи. Ультразвукова коливальна система (УЗКС) являє собою пристрій, що забезпечує перетворення енергії електричних коливань, які надходять від генератора, в пружні коливання резонансної коливальної системи і введення сформованих коливань у біологічне середовище.

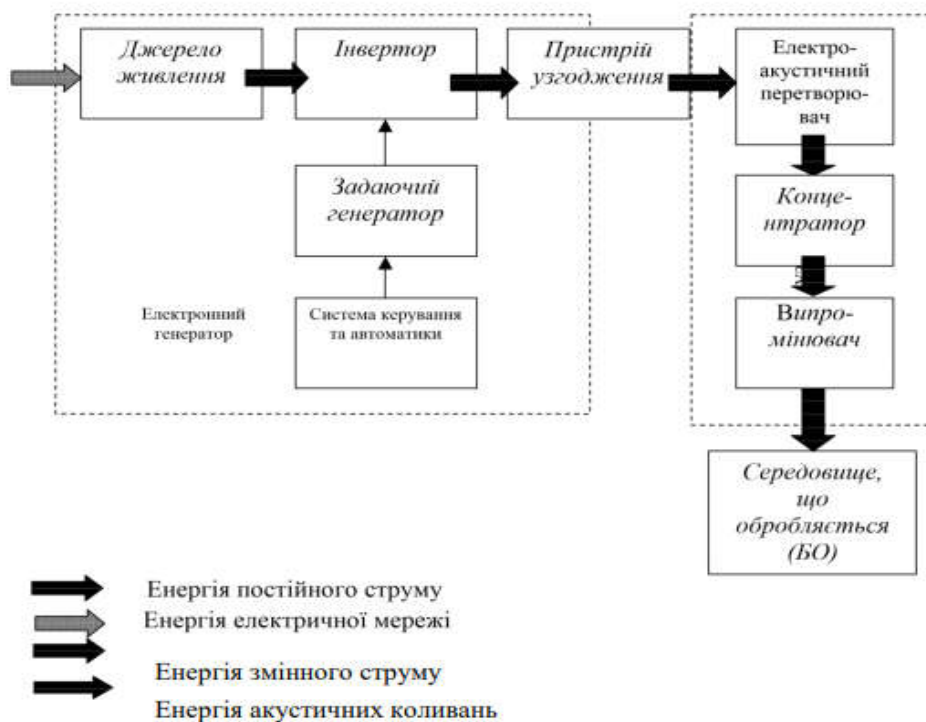


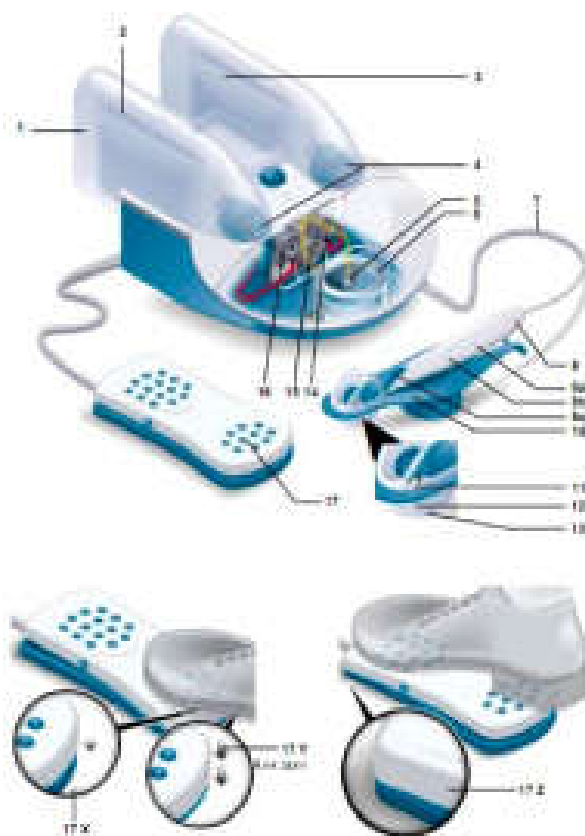
Рис. 2.4 Функціональна схема генератора ультразвукових коливань

2.3 Опис складових елементів системи та використовуваних аксесуарів і інструментарію.

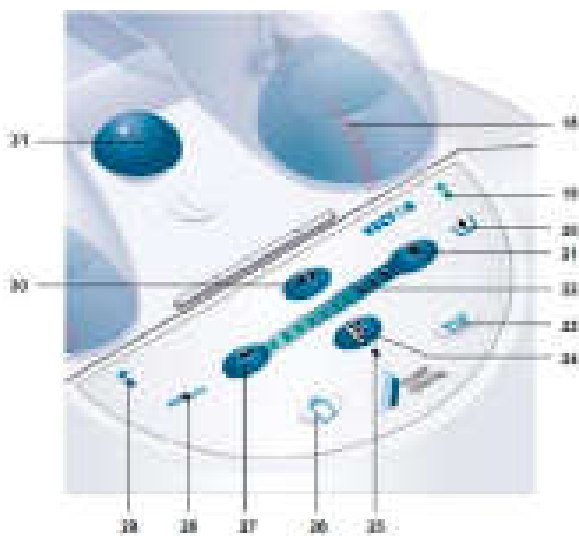
Ультразвукова система для стоматологічних процедур має відносно невеликий перелік складових та аксесуарів. Надалі приведено складові елементи.



а)



б)



в)

Рис. 2.5 Складові частини ультразвукова система для стоматологічних процедур.

До основних складових ультразвукової система для стоматологічних процедур є векторна система, що в свою чергу складається: з базової станції, наконечника, і інструментів.

Основним видом аксесуарів системи є наявність переносних допоміжних елементів це ємність для рідини, педаль, рідина для абразивної обробки.



Рис.2.6 Ємність для рідини



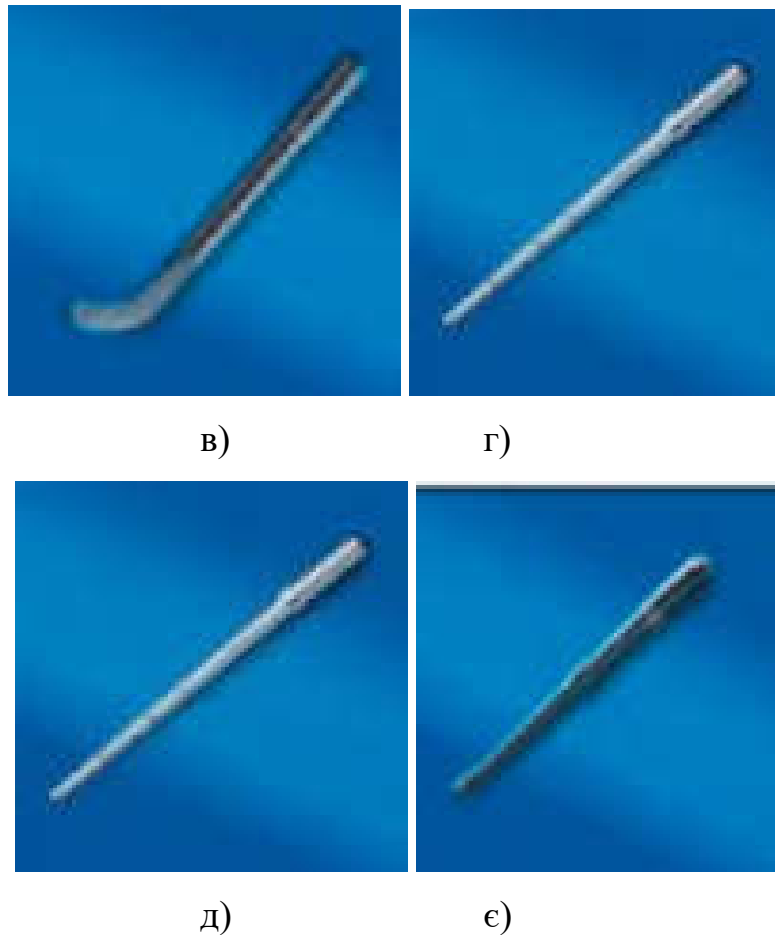
Рис. 2.7 Педаль

Особливу увагу необхідно приділити основним видам стоматологічного інструмента, що використовується для ультразвукової системи. Приклади даного інструмента (насадок для наконечника) приведенні на рис. 2.8.



а)

б)



а, б, в, г – кювета для проксимальних поверхонь
 д, е – зонд прямий для букальних і оральних поверхонь

Рис.2.8 Вид насадок.

Наконечник (рис. 2.9) складається з пластмасового корпусу, в якому жорстко сидить ультразвуковий мотор з циліндричним металевим бустером (підсилювач коливань), на кінці якого зафіксована кільцева резонансна конструкція. Ультразвуковий мотор, бустер і резонансна конструкція утворюють первинну активну систему коливань. Для правильного з'єднання резонансного кільця з бустером, що знаходиться на бустері лапка повинна входити в паз на резонансному кільці. Первинна активна система коливань (ультразвуковий мотор, бустер і резонансне кільце) знаходяться під кришкою корпусу наконечника. У передній частині корпусу, безпосередньо перед соплом подачі рідини у резонансного кільця є язичок. Він служить для утримання м'якої тканини, як наприклад губи під час роботи в області премолярів і запобігає зміні подачі рідини. Передня частина корпусу наконечника має знімну кришку. Вона захищає м'які тканини від контакту

з резонансним кільцем. Отвори в кришці служать для стоку рідини і запобігають ненавмисне гасіння коливань резонансного кільця в результаті можливої надлишкової рідини.

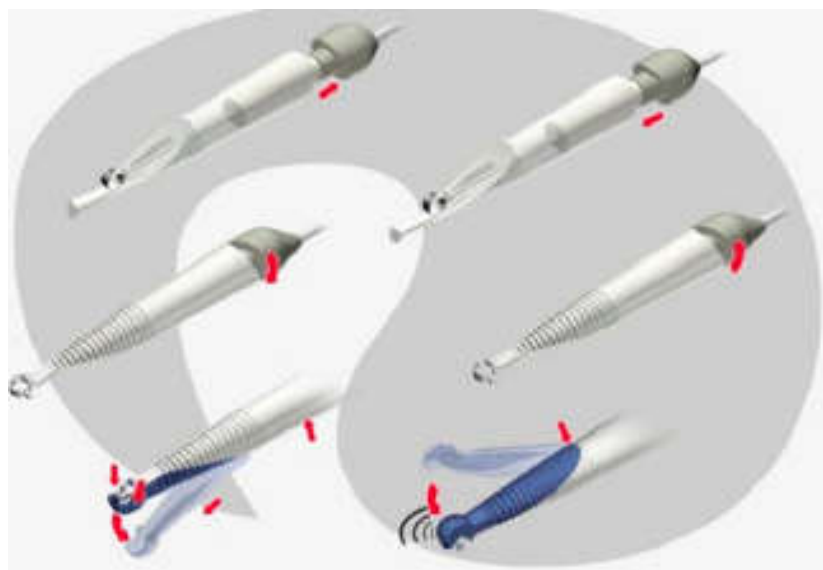


Рис. 2.9 Наконечник ультразвукової системи для стоматологічних процедур

2.4.Методи використання ультразвукової хірургічної системи.

Використання ультразвуку для видалення зубного каменю вперше запропонував Ціннер у 1955 році. Ультразвукові скейлери можуть бути у вигляді окремих апаратів або під'єднуватися як наконечник до установки [8]. Ультразвукові апарати (магніострикційні й п'єзоелектричні) генерують коливання ультразвукової частоти, внаслідок чого робоча насадка здійснює вібраційні коливання. Робоча частина інструмента є його ефективною частиною.

Магніострикційні ультразвукові апарати працюють у діапазоні від 18 000 до 45 000 коливань на секунду (Dentsply Cavitron, Cavitron SPS (Dentsply, США). У середині їх наконечників знаходиться багато плоских металевих пластинок, орієнтованих певним чином, або феромагнітний стержень. При надходженні електричного струму в наконечник створюється магнітне поле, під впливом якого розширюються і звужуються металеві пластини або металевий стержень, викликаючи коливання верхівки інструмента. Коливальні рухи насадок є еліпсоподібними, що дозволяє всім поверхням наконечника (крім кінчика) бути

однаково активними, відповідно лікар працює тією частиною насадки, яка ліпше адаптується до ділянки зуба. [22]

П'єзоелектричні ультразвукові апарати діють у діапазоні від 25 000 до 60 000 коливань на секунду, представниками яких є: Piezon Master 400–403 (EMS, Швейцарія); Spartan, Syprasson P-S, Syprasson P-Max (Satelec, Франція). Коливання виникають через зміни у кристалах, які розташовані безпосередньо у корпусі наконечника. Завдяки такій конструкції наконечник нагрівається значно менше, ніж у магніострикційних апаратах. Робоча насадка здійснює лінійні або зворотно-поступальні рухи, що активує лише латеральні її боки. Такі рухи робочого кінчика є найбільш ефективними і безпечними, оскільки при правильному застосуванні попереджують удари по поверхні зуба. Ефективна зона дії ультразвукового інструмента є вздовж його поздовжньої осі, а коливання поширюються у поздовжньому напрямку, їхня амплітуда складає від 6 до 100 мкм.

У пародонтології користуються двома запрограмованими режимами п'єзоелектричних ультразвукових систем: «скейлінг» – видалення масивних над ясенних і поверхневих під'ясенних зубних відкладень та «пародонтологія» – видалення під ясенного зубного каменя і зрошення пародонтальних кишень. Використання останньої програми і відповідних насадок дозволяє якісно, атравматично та безболісно працювати у пародонтальних кишнях.

Для їх обробки використовують тонкі й довгі металеві насадки або насадки з алмазним покриттям, які призначені для вирівнювання і ремоделювання поверхні цементу; вони є агресивнішими, ефективно видаляють під'ясенні зубні відкладення, некротизований цемент кореня зуба та частково грануляції [10].

Ультразвуковий спосіб обробки поверхні кореня має суттєві переваги над використанням ручного інструментарію завдяки використанню сучасних насадок, адаптованих до морфології кореня; доступу до всіх поверхонь (у т. ч. фуркацій); рооті без тиску; руйнуванню біоплівки через ефект кавітації (руйнування мембран бактеріальних клітин унаслідок розриву пухирців повітря, утворених внаслідок коливання інструмента у водному середовищі); ефекту акустичної турбулентності

(нерівномірності потоку рідини, утворення вихрових потоків, що зумовлює каталітичний ефект і посилення проникаючої здатності робочих розчинів); ефект мікростримінгу (утворенню стійких односпрямованих потоків поруч із вібруючим об'єктом), що сприяє опосередкованому усуненню зубних відкладень і мікроорганізмів із під'ясенних ділянок; меншому травмуванню м'яких тканин; можливості використання замість води антисептиків, що підвищує бактерицидний ефект ультразвуку; ефекту іригації, під впливом якого при ультразвуковій обробці з пародонтальної кишені вимиваються уламки каменя та інші сторонні елементи; швидкості роботи (економія часу становить від 20 до 50 %); полегшення роботи лікаря-стоматолога; відсутності потреби в заточуванні насадок; більш комфортному сприйняттю пацієнтами [3,13].

Методи роботи послідовність дій при роботі з ультразвуковою стоматологічною системою

Встановіть наконечник системи прямо по відношенню до користувача. Перед включенням, будь ласка, встановіть кнопку контролю інтенсивності вібрації на мінімум і вмикач контролю води на максимум (поверніть три кола за годинниковою стрілкою від мінімуму до максимуму).

Нормальна частота - $28 + 3$ кГц. При нормальному відкритті води, легкому дотику і рухах від і до, зубний камінь буде віддалятися без очевидного нагріву. Заборонено докладати надмірних зусиль і робити занадто довгу зупинку.

Виберіть відповідний наконечник відповідно до ваших потреб, міцно прикрутіть його на ручку динамометричним ключем.

Інтенсивність вібрації: встановлюйте інтенсивність вібрації необхідну вам, звичайно кнопка стоїть на середньому рівні. У зв'язку з тим, що пацієнти мають різну чутливість і ригідність ясенного зубного каменю, інтенсивність вібрації повинна налаштовуватися під час лікування.

Налаштування води: При натисканні на ножну педаль, наконечник починає вібрувати, потім поверніть вмикач контролю води для утворення тонкого розпилення для охолодження ручки і чищення зубів.

Ручку можна тримати також як звичайну друкарську ручку в руці.

Використовуючи наконечник 01 # для чищення зубів, переконайтеся, що кінець наконечника не стосується зубів вертикально. Активна сторона наконечника повинна стикатися з поверхнею зуба рівномірними рухами від і до зуба. Наконечник повинен стосуватися зуба легко, не застосовуйте занадто багато сили, інакше зуби будуть хворіти, а наконечник пошкодиться.

Наконечник 02 # використовується для видалення великого верхне десневого зубного каменю. При роботі, використовуйте передній край наконечника для дотику з зубами, постійно уточнюйте кут між наконечником і зубами, коли край наконечника стосується зубних каменів, можете використовувати менший тиск.

Ніжне десневого видалення зубного каменю: рухайте край наконечника 03 # уздовж ясенного краю легкими рухами від і до. Потім рухайте наконечник вниз крок за кроком, ніжне десені зубні камені усуваються.

Чистка міжзубних поверхонь: Наконечники 01 # і 03 # можуть занурюватися в суміжну з зубами поверхню вертикально без попадання безпосередньо на поверхню зуба. Міжзубні камені можуть бути видалені шляхом руху наконечником вгору і вниз, від верхньої частини до кореня, крок за кроком. Інтенсивність вібрації наконечника 03 #: ми радимо вибрати режим поступового переходу від мінімуму до максимуму, потроху, в залежності від лікування.

Лікування корневих каналів: вставте файл, зазвичай використовують середню потужність під час лікування корневих каналів, менша потужність, ніж при знятті зубних каменів. (Увага! Файл повинен бути зроблений з неіржавіючої сталі).

Після закінчення роботи, залиште прилад працювати на 30 секунд з подачею води, таким чином, щоб ручка і наконечники очистилися.

Виміть ручку і відкрутіть наконечник, простерилізуйте їх.

Будь ласка, зверніть увагу: Не витягуйте ручку, коли ножна педаль натиснута і апарат виробляє ультразвукову вібрацію.

Висновки до розділу.

В другому розділі було магістерської дисертації, а саме розглянута функціональна та функціональна схеми ультразвукової системи. Приведена електрична схема підключення ультразвукової стоматологічна системи.

Приведено опис складових елементів системи та використовуваних аксесуарів і інструментарію, що використовуються при проведенні хірургічного втручання, за допомогою стоматологічної ультразвукової системи.

Розглянуто програми роботи ультразвукової хірургічної системи, послідовність при проведенні різних видів хірургічного втручання.

Перераховані вище дії підтверджують о необхідності застосування подальших дій по створенню і вдосконаленню ультразвукової стоматологічної хірургічної системи

РОЗДІЛ 3.

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ХІРУРГІЧНОЇ СИСТЕМИ

На відміну від існуючих раніше ультразвукових систем запропонована ультразвукова система працює на частоті 25 кГц, напрямок коливань знаходиться в межах 90 градусів, завдяки чому інструменти працюють паралельно зубної поверхні. Внаслідок цих змінених характеристик стало можливо не направляти енергію ультразвуку на кореневу поверхню, щоб запобігти механічне пошкодження емалі та дентину. Енергія ультразвукової системи опосередковано передається через наповнені рідиною пародонтальні кишені на сусідні тканини. завдяки запобіганню коливань, перпендикулярних кореневої поверхні, під час лікування спостерігаються лише незначні больові відчуття. подібне лікування підвищує мотивацію пацієнта до співпраці. [4, 18]

3.1. Область використання ультразвукової системи.

На організм людини при проведенні УЗТ діють три фактори: масажно - механічний, тепловий і фізико-хімічний. Вплив цих факторів на організм людини показаний на рис.3.1

В стоматологічній практиці впродовж багатьох років ультразвук використовується для видалення зубного каменя, ведення лікарських препаратів, цементування мікропротезів. Для фіксації вкладок спеціально розроблений Сем-інструмент. Його встановлюють на вкладку і декілька секунд активують енергію ультразвуку. В'язкість фіксуєчого композитного матеріалу зменшується, забезпечуючи необхідну текучість для фіксації. Після виключення ультразвуку композит знову повертається в свій попередній міцний стан. Розбухлий матеріал не витікає, небезпека поломки вкладки знижується до мінімуму [28].

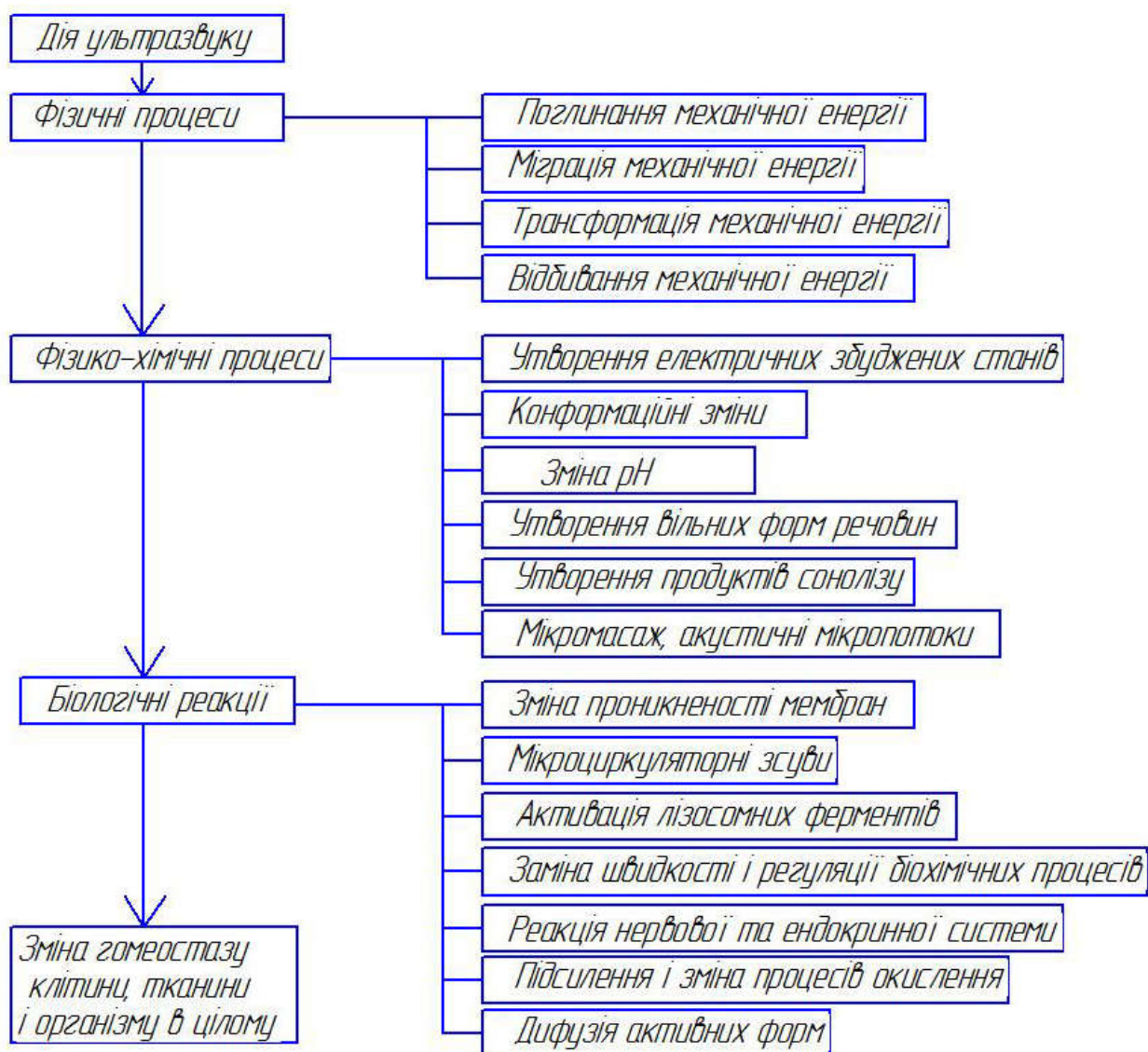


Рис.3.1 Дія ультразвуку на організм людини.

Масажно-механічний фактор обумовлений змінним акустичним тиском внаслідок чергування зон стиснення і розрідження частинок речовини середовища, проявляється в вібраційному «мікромасажі» тканин на клітинному і субклітинному рівнях. При цьому відбувається підвищення проникності клітинних мембран, гістогематичні бар'єри, розрив слабких міжмолекулярних зв'язків, зміна мікроциркуляції та колагенової структури тканин, їх розпушення, підвищення функціональної активності клітин крові.

Тепловий ефект обумовлений трансформацією поглиненої механічної енергії УЗ хвиль в тепло. Підвищення температури призводить до зміни активності ферментів, швидкості біохімічних реакцій і дифузійних процесів, поліпшення мікро циркуляції.

Фізико-хімічний фактор проявляється в зміні фізико-хімічних, біохімічних та біофізичних процесів. УЗ стає їх своєрідним каталізатором. Це призводить до утворення вільних радикалів і біологічно активних речовин, стимуляції окисно-відновних процесів, зміни рН і ферментативної активності, підвищення дисперсності колоїдів клітини. Дія всіх трьох факторів тісно взаємопов'язана. У формуванні відповідей реакцій організму беруть участь і рефлекторні механізми (неврогенний фактор). Біологічна дія УЗ залежить від його дози, яка може бути для тканин стимулюючою, пригнічуючою або навіть руйнівною. Найбільш адекватними для лікувально-профілактичних впливів є невеликі дозування ультразвуку (до 1,2 Вт/см²), особливо в імпульсному режимі. Вони здатні викликати болезаспокійливу, антисептичну, судинорозширювальну, розсмоктуючу, протизапальну, десенсибілізуючу дію. При їх застосуванні в зоні впливу активується крово - і лімфообіг, підвищується фагоцитоз, активуються механізми загальної та імунологічної реактивності організму, прискорюються процеси репаративної регенерації, стимулюються функції ендокринних органів, перш за все над нирників. Відзначаються гіпотензивний і бронхо літичний ефекти, нормалізація функції зовнішнього дихання, поліпшення моторної, евакуаторної і всмоктувальної функцій шлунку та кишечника, збільшення діурезу. УЗ має деполімерізуючу дію на ущільнену і склерозовану тканину, у зв'язку з чим він використовується при лікуванні рубців, келоїдів, контрактур суглобів, підвищує судинну і епітеліальну проникність, що стало підставою для комбінованого використання фактору з лікарськими речовинами.

3.2. Дослідження характеристик ультразвукової системи.

Розрахунок елементів випромінювача ультразвуку

Малогабаритні трансформатори типу ТА призначені для живлення ланцюгів радіоелектронної апаратури промислового призначення з номінальною напругою живильної мережі 40, 115 або 220В і частотою 50Гц.

Електрична схема мережевого трансформатора, що використовується в ультразвуковій хірургічній стоматологічній системі показана на рис.3.2.

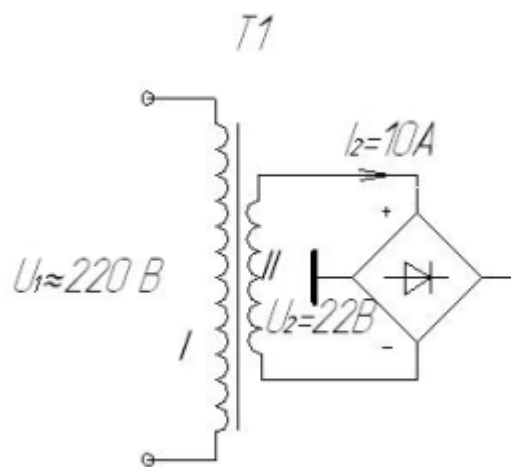


Рис. 3.2. Схема мережевого трансформатора для УХС.

Данні для розрахунку: Трансформатор ТА50-127/220-50В ПЗ;

Напруга на вході $U_1 = 220$ В;

Напруга на вході $U_2 = 24$ В;

Значення струму при максимальному навантаженні $I_2 = 10$ А

Проводимо розрахунок по порядку

Потужність вторинного ланцюга визначаємо з формули:

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 = 220 \text{ Вт}; \quad (3.1)$$

В наявності присутні електричний дріт з такими характеристиками: $v = 4$ см, $c = 7,5$ см, $a = 2$ см.

$$S_{ок} = p \cdot R_2 = 3,14 \cdot 3,752 = 44,1 \text{ см}^2; \quad (3.2)$$

$$S_{ст} = a \cdot b = 2 \cdot 4 = 8 \text{ см}^2; \quad (3.3)$$

Величини електромагнітних навантажень B_{\max} і J залежать від потужності, що знімається з вторинної обмотки трансформатора ланцюга, і беруться для розрахунків з табл.3.3. і 3.4.

Таблиця 3.1.

Значення магнітної індукції при електромагнітних навантаженнях

Конструкция магнитопровода	Магнитная индукция B_{\max} , [Тл] при $P_{\text{вых}}$, [Вт]				
	5-15	15-50	50-150	150-300	300-1000
Бронева (пластинчатая)	1,1-1,3	1,3	1,3-1,35	1,35	1,35-1,2
Бронева (ленточная)	1,55	1,65	1,65	1,65	1,65
Кольцевая	1,7	1,7	1,7	1,65	1,6

Таблиця 3.2.

Значення щільності струму при електромагнітних навантаженнях

Конструкция магнитопровода	Плотность тока J , [а/мм кв.] при $P_{\text{вых}}$, [Вт]				
	5-15	15-50	50-150	150-300	300-1000
Бронева (пластинчатая)	3,9-3,0	3,0-2,4	2,4-2,0	2,0-1,7	1,7-1,4
Бронева (ленточная)	3,8-3,5	3,5-2,7	2,trans1_4	2,4-2,3	2,3-1,8
Кольцевая	5-4,5	4,5-3,5	3,5	3,0	

Перетин проводу в обмотках:

$$S_1 = \frac{1,13}{3,5} = 0,32 \text{ мм}^2 \quad (3.4)$$

$$S_2 = \frac{1,0}{3,5} = 2,86 \text{ мм}^2 \quad (3.5)$$

Диаметр проводу в обмотках:

$$d_1 = 1,13 \sqrt{0,32} = 0,64 \text{ мм} \quad (3.6)$$

$$d_2 = 1,13 \sqrt{2,86} = 1,91 \text{ мм} \quad (3.7)$$

Обираємо найближчі діаметри дроту зі стандартних розмірів, що випускаються промисловістю, - 0,64 і 2 мм, типу ПЕВ або ПЕЛ.

Число витків в обмотках трансформатора:

$$W_1 = 45 \cdot \frac{220 \left(1 - \frac{2,5}{100}\right)}{1,65 \cdot 8} = 731 \quad (3.8)$$

$$W_2 = 45 \cdot \frac{22 \left(1 - \frac{2,5}{100}\right)}{1,65 \cdot 8} = 73 \quad (3.9)$$

Згідно технічних даних на апарат необхідно розробити генератор, який забезпечує генерування імпульсів з низькою частотою $f = 5$ кГц та з стабільною частотою.

Вказаним вимогам задовольняє генератор, схема якого представлена на рис. 3.3 .

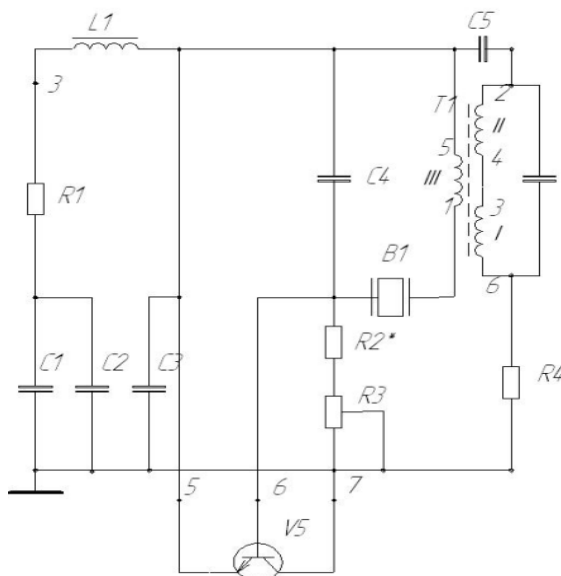


Рис.3.3. Принципова електрична схема генератора ультразвукової стоматологічної системи.

Виникнення імпульсу в генераторі забезпечується ланцюгом зворотного зв'язку, що містить налагоджуємий трансформатор Т1, ємність С6, резистор R4. У ланцюг бази транзистора включений осцилятор В1, що містить п'єзоелемент з резонансною частотою 5 кГц (приблизно рівній частоті резонансу резонатора що впливають головки), що виконує функцію стабілізатора робочої частоти генератора. З метою забезпечення вказаної в завданні частоти $f=5$ кГц генерованих імпульсів виберемо резонатор РК17ББ-14БС-4200 МГц з резонансною частотою $f_{рез} = 5$ кГц.

Для збурення коливань резонатора на основній першій гармоніці необхідно забезпечити виконання умови:

$$f_{рез} \approx \frac{1}{1.4 \cdot R \cdot C}, \quad (3.10)$$

де: C – ємність конденсатора C_1 ; R – опір резисторів ($R = R4$).

При виконанні умови (1.14) резонатор збурюється на резонансній частоті і в такому випадку частота та стабільність імпульсів, що генеруються схемою, задаються виключно параметрами резонатора.

Визначимо номінальні значення ємності та опору. Враховуючи практичний досвід оберемо номінальне значення опору резисторів R1 та R2 зі стандартного ряду:

$$R = R4 = 2.7 \text{ кОм} \quad (3.11)$$

Значення ємності конденсатора C_1 можна знайти з виразу (3.11):

$$C = \frac{1}{1.4 \cdot f_{рез} \cdot R}. \quad (3.12)$$

Підставивши значення у формулу (3.12), отримаємо:

$$C = \frac{1}{1.4 \cdot 2.64 \cdot 10^6 \cdot 2.7 \cdot 10^3} = 100.2 \cdot 10^{-12} (\Phi) \quad (3.13)$$

Обираємо найближче до розрахованого значення номіналу ємності зі стандартного ряду:

$$C_1=100 (n\Phi).$$

Отримані результати розрахунків тераїдального трансформатору і генератора, відповідають необхідним значенням і можуть бути використанні в електричній схемі пристрою.

3.3 Оцінка дослідження ефективності застосування ультразвукової системи при виконанні лікувальних процедур. Рекомендації з застосування хірургічної системи в стоматологічній практиці

Пародонтит є найбільш поширеним захворюванням в стоматології саме тому до вирішення цієї проблеми привертає увагу лікарів стоматологів. В нашій державі спостерігається значне зниження віку пацієнтів з різними формами захворювання на пародонтит. Лікування хвороби пародонту ускладнюється значною в часі відстанню формування процесу, в якому пацієнт приймає безпосередню участь. Численні відвідування, великий перелік лікарських препаратів, хворобливість деяких маніпуляцій, необхідність проведення оперативних заходів нерідко призводять до відмови від лікування на різних етапах.

Тривалий час в стоматологічній практиці найчастіше засосовували хірургічні маніпуляції для лікування пародонтиту, а най відомішими методами є кюретаж і клаптеві операції, під час яких здійснювали розрізи, відшаровування і усунення дефектного епітелію та патологічно змінених тканин, заповнення кісткових кишень при цьому це була шовна операція. У результаті чого виникала рецесій, це призводило до різного виду порушень із за подовження клінічної коронки зубів. Значна кількість пацієнтів не давали згоди на оперативне лікування, для деякою групи пацієнтів його провести було не можливо через наявність протипоказань. [30]

Сучасними напрямком розвитку вирішення процесу лікування в пародонтології є новітній напрямок новітнього методу і при цьому повна відмова від застарілого хірургічного лікування, відношення з захистом до тканин пародонта, привило до впровадження методів малотравматичної мікрохірургії, збільшення спектру етіотропної і патогенетичної терапії.

Крім достатньо чіткої і повноціної механічної чистки поверхні зуба від надтвердих і інших ідів відкладень, також знешкодження модефікованих тканин з каналу зуба треба тривалий час активно контролювати зубну бляшку. Завданням терапії це руйнування під ясенної утвореної бактеріями біоплівки, застосовуються механічні та лікувальні методи видалення. Сама по собі структура біоплівки унеможлиблює надсилати в бляшку антибактеріальні речовини, антибіотики застосовуються при лікуванні як підтримка, а не як заміна ультразвукової системи.

УЗ-системи мають певні властивості, що надають переваги використання пародонтальної терапії. Завдяки ефекту ультразвука використовуючи рідини проводять очистку кореневого шару незалежно від будови каналу зуба без знешкодження не уражених тканин. Саме тому, ультразвукові хвилі у середовищі з підвищеною вологістю мають антимікробний ефект, застосування промиваючого розчину допомагає видалити з пародонтальних кишень шкідливі бактерії. Виробництво складних за формою, але підвищеної точності робочих частин насадок, що в свою чергу пристосовані до використання в пародонтальних кишнях, надало можливості, того, що ультразвукові стоматологічні системи є кращою заміною ручним інструментам. Основними недоліками ультразвуку є не значна болісна складова маніпуляцій через не значне перегрівання кореневої поверхні зуби при відсутньому охолодженні, і створення шорсткої на поверхні кореневої зони із за не якісного очищення під час контакту. Інші утворені нерівності збільшують можливість повторного утворення відкладень у вигляді нальоту. Майстерність лікаря стоматолога в роботі з різноманітними ультразвуковими насадками

мають мажі порівнюючі звикористанням ручного інструмента. Ультразвукова вібрація в традиційних апаратів має різне направлення і при не коректному використанні приводить до ураження глибоких тканин пародонта зуба.

У складних ультразвукових новітніх стоматологічні системи з використанням еліптичної вібраційної насадки (робоча частота використання 25-30 кГц) відбувається значна кавітація, при поєднанні з подачі в зону лікування антисептичних розчинів. Але, насадки при роботі виділяють тепло, також можлива не значна вібрація на поверхні зуба що приводить до пошкодження і втраті основи кореня зуба. Використовуючи п'єзоелектричні стоматологічні системи робоча зона дії інструменту з най більшим ефектом є уздовж його поздовжньої осі, а наконечник інструмента здійснює рухи тільки в лінійному напрямку з частотою 45 кГц. Вплив на пацієнта оцінюється як комфортний, із за того, що не виділяється тепло. Зростання тиску на робочий інструмент погіршує його ефективність, при невмілому застосуванні навіть стоматологічний інструмент з спеціальними проти ушкоджувальними насадками може пошкодити зуб.

Дисперсний або порошково-струминний вплив оснований на дії направлеої подачі сконцентрованого струменя аерозолі, на основі використання води і порошку з бікарбонату натрію. Стоматологічні системи, використовують за основу ефект кавітації або повітряного мішку, в значній мірі знешкодження під ясенні відкладення і утворенні шкідливі біоплівки, при цьому більш ефективно проводять полірування кореня. Але можливо як метод вибору лікування, яке не пошкодить кореневий цемент а також відносно не відбудеться ураження частково м'яких тканин пародонтальної кишені це дозволить в подальшому відновити структуру.

Для вирішення ускладнень при лікуванні є раціонально використовувати ультразвукову стоматологічну систему. У сучасній стоматології вже давно є застосування систем так званої лояльної терапії, для лікування захворювань пародонту при цьому застосовують ультразвукові системи.

Головними перевагами, що відрізняють ультрозвукову стоматологічну систему від аналогів, що в основі роботи використовують ультразвук, є застосування регулятора амплітуди коливань, застосування спеціального розчину суспензії і значний перелік легко знімних інструментів-насадок. Система використовує пристосування для того щоб заточувати інструменти, а також динамометричний ключ для чіткості встановлення в тримачі, засіб для дезинфікування а також сервісний набір, для забезпечення якісного інформаційного контролю системи.

Для знешкодження над ясенні утворень, як правило складних і міцних, використовується наконечник, який призначений для передачі посиленої ультрозвукової енергії на спеціальний інструмент ультрозвукової стоматологічної системи, що відповідає стандартам для повної чистки зубів. Спеціальна рідина подається всередині інструменту під тиском і при цьому не відбувається утворення значних об'ємів аерозолі. Разом з цим можливе часткове використання різноманітних полірувальних суспензій.

Саме, при застосуванні ультразвука в субгінгівальному просторі треба бути обачливим а також дбайливо ставитись до тканин людського організму. Використовуючи унікальну конструкцію ультрозвукової стоматологічної системи не має проблеми з хаотичним рухом м'якого інструменту. Але при цьому є небезпека пошкодження системи в ній технологія мінімізована а це реалізовано відсутністю непередбачених коливальних і дуже різких рухів. Ультрозвукова стоматологічна система призначена для передачі ультрозвукової енергії (25 кГц) завдяки активному резонансному кільцю, що з'єднаний з робочою частиною під кутом 90 градусів. Створена напрямна руху ультразвуку повністю знешкоджує звичайні еліпсоїдні коливання що приводить до збільшення температури в наконечнику, а інструмент огибає паралельні поверхні зуба, при цьому травматично руйнуючи біоплівку. При цьому використовуючи лінійне переломлення вібрації можливий контроль з боку лікаря стоматолога

Основні переваги запропонованої ультрозвукової стоматологічної системи в порівнянні з практичним застосування різноманітних ручних інструментів і

інших за конструкцією ультразвукових приладів констатують те, що пацієнти з задоволенням відносяться до проведеного лікування, тому що в процесі і після нього при застосуванні системи, у пацієнта не виникає больових або дратуючих відчуттів. Саме тому в більшості процедур обходяться без анестезії, що важливо при роботі з збудженням і не стандартними пацієнтами. Припарат, точніше частинки препарату, що є складовими в полірувальної суспензії, зменшують під час лікування підвищену чутливість зубів до різноманітних зовнішніх подразників. В результаті пацієнт з більшою частотою відвідує лікаря.

Система дозволяє ергономічність маніпуляцій і значний ступінь відчуття торкання в глибоких пародонтальних кишнях. Перелік робочих насадок великий. Залежно від матеріалу з якого виготовлена насадка можна обрати металеві або створенні з вуглецевого волокна чи різних видів пластика. На складних за формою будови поверхнях кореня зуба, в деяких випадках незручних для ручних інструментів, використовуються складні за формою зоноспецифічні спеціальні насадки.

Після очищення поверхня зуба, як правило шорстка, і може бути основою для утворення наросту і осередка інфекції, тому система застосовує подвійний ефект: мікро частинки гідроксиапатиту (10 нм) в складі препарату безболісно обробляють поверхні зубів в момент очищення зубів. У важкодоступних зонах основні компоненти суспензії, зволожують кінчик насадки, при цьому оптимізують полірування, як результат маємо чисту і гладку поверхню кореня. Карман корення зуба обов'язково інтенсивно промивається без аерозолу. При цьому вплив мікробних асоціацій знижується із за гідродинамічного впливу не пошкоджуючи м'які тканини. Імпульсна подача рідини утворює на інструменті гідрооболочку, що є провідником енергії ультразвуку на поверхні зуба і більшості тканин ясен через рідку речовину, як правило не утворюючи прямий контакт з інструменту. При цьому ефективно видаляються біоплівка, бактеріальні бляшки, зубний камінь, а також і ендотоксини, що мають певний шкідливий вплив і сповільнюють консервацію рани.

Система працює з ураженими тканинами ясен на мікрорівні. Більш того, застосування суспензії гідроксиапатиту надає у вологому середовищі антимікробну і протизапальну дію на навколишні тканини пародонту і стимулює їх регенерацію, допомагаючи яснам швидко відновитися після процедури. У зв'язку з цим актуальним є використання Вектор-терапії для підготовки опорних зубів перед протезуванням і після ортопедичного лікування. На відміну від ручних інструментів через відсутність вертикальних тягнучих сил до краю коронки немає небезпеки пошкодження незнімних конструкцій.

Система ефективно елімінує інфекцію на поверхні імплантату. Гнучкі інструменти з вуглецевого волокна в комбінації з полірувальної суспензією дозволяють без ушкоджень очищати поверхні складної форми, супраконструкції, чутливі матеріали. Запалення тканин навколо імплантату є однією з найважливіших проблем імплантології. Фактично, ультрозвукова стоматологічна система - єдина альтернатива для лікування подібних ускладнень.

Особливістю технології що використовуються в ультрозвуковій стоматологічній системі при лікуванні хронічних запальних захворювань пародонту є висока ефективність знешкодження надлишкової грануляційної тканини з пародонтальних кишень за рахунок непрямого зв'язування ультрозвукової енергії, а не «вискоблювання» грануляції інструментально. Енергія м'яко проникає в пародонт на велику глибину (до 11 мм), що в цілому може замінити таку хірургічну маніпуляцію, як кюретаж, і з великим успіхом використовуватися при клаптевих операціях, гінгівопластика тощо. Після такого щадного впливу, як правило, не спостерігається ретракції ясна. У багатьох випадках можна обійтися без хірургічних методів лікування. За даними ряду зарубіжних авторів [35-37, 40], приріст прикріплення ясен в глибоких пародонтальних кишнях, спостережуваний після проведення відкритих і закритих методик лікування, однаковий. Інші стверджують, що використання ультрозвукової стоматологічної системи дозволяє домогтися

більш вираженої динаміки даного показника і зменшення глибини пародонтальних кишень [34, 38, 39]. При фонових захворюваннях слизової оболонки порожнини рота робота ультразвукової системою на пародонті в силу атравматичного м'яких тканин не викликає загострення або збільшення стану, а зниження загальної мікробної обсіменіння і активна санація вогнищ інфекції в пародонтальних кишнях позитивно позначається на лікуванні патології слизової оболонки.

Для підвищення ефективності і досягнення найкращих клінічних результатів лікування необхідно дотримуватися системність процедури, яка полягає в обробці всіх зубів і поверхонь з використанням відповідних інструментів, а також виконанні максимального обсягу в одне відвідування з мінімальною травматизацією тканин.

Перед призначенням ультразвукової терапії необхідні ретельний збір анамнезу, обстеження пацієнта для постановки клінічного діагнозу і планування лікування. При цьому в пародонтограмме вказують глибину зондування, рецесію тканин пародонта, наявність і глибину фуркації, рухливість зубів і стан кісткової тканини по рентгенограмі. Гігієнічні індекси і показники кровоточивості ми використовуємо для контролю за ходом лікування. Після санації, корекції індивідуальної гігієни і скейлінга застосовується обробка поверхонь коренів зубів ультразвуковим апаратом Ситема, використовуючи весь спектр насадок. Первинне втручання завершуємо в одне відвідування (рис. 3.4). Процедура у більшості пацієнтів безболісна і триває від 40 хвилин до двох годин в залежності від кількості оброблюваних зубів. Загальний час праці, що витрачається на терапію пародонтальних кишень, значимо не зменшується в порівнянні з роботою кюрет, проте якість безперечно вище.

Наукові дослідження зарубіжних авторів [31, 38] підтверджують відсутність порушень мікроструктури поверхні і мінімальну втрату цементу і дентину кореня при даній технології. Через 10-14 днів після процедури призначали повторний візит, де здійснювали контроль гігієнічних навичок і аналізували динаміку відновлення, виключаючи зондування пародонтальних дефектів. При

необхідності проводили повторне очищення поверхні кореня. Відповідно до рекомендацій через 1,5 місяці оглядали пародонт для виявлення рецидиву запального процесу, давали рекомендації з гігієни порожнини рота для тривалого збереження результатів. Подальші інтервали між відвідинами визначали для кожного пацієнта індивідуально з урахуванням клінічної картини. Первинні пацієнти в більшості своїй віддавали перевагу лікуванню ультразвукової стоматологічної системи, незважаючи на його вартість. Хворі, яким вже проводилася Вектор-терапія, відзначали значне поліпшення, що виражалось в стійкому зменшенні кровоточивості, появі відчуття «чистого» рота, зниження рухливості зубів.

Невід'ємною частиною комплексного лікування є підтримуючі процедури. Завдяки використанню інструментів з вуглецевого волокна повторні маніпуляції прості і шадні. Регулярний контроль індексних показників стану пародонта, аналіз динаміки глибини пародонтальних кишень і їх повторного інфікування, що систематично проводяться профілактичні заходи в період диспансерного спостереження сприяють стабілізації процесів в пародонті з можливим подальшим відновленням його структур.

Таким чином, науково апробована і вдосконалена технологія ультразвукової стоматологічної системи для консервативної пародонтальної терапії максимально наближена до ідеального інструменту для обробки поверхні кореня з урахуванням специфіки його використання і свідчень. На сьогоднішній день вона є єдиним методом, який дозволяє відстрочити або виключити хірургічну фазу лікування.



Рис. 3.4. Види зубів пацієнта до лікування і після

Висновки до розділу

В даному розділі було визначено область використання ультразвукової системи, приведено фактори впливу ультразвуку на певні органи людського організму.

Описанні режими роботи ультразвукової хірургічної системи і її компонентів. Проведено розрахунок елементів генератора ультразвукових коливань, що використовується для створеної ультразвукової хірургічної стоматологічної системи.

Визначено особливості виконання лікувальних процедур з використанням ультразвукової системи. Проведено обґрунтовано якісну оцінку роботи ультразвукової хірургічної системи. Наведено рекомендації щодо її використання.

РОЗДІЛ 4.

РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ «СИСТЕМА ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ХІРУРГІЇ»

4.1. Опис ідеї проекту

Тема данного дипломного проекту “Система для ультразвукової хірургії”.

Ультразвук як явище є розповсюдження хвилеподібного коливального руху складових елементів речовини. Ультразвук володіє рядом особливостей, що відрізняються від звуків діапазону, які відчутні вухом людини. В діапазоні роботи ультразвукового випромінювання не складно відтворити випромінювання направленої дії; воно без ускладнень фокусується, в результаті даних фізичних явищ, значно збільшується інтенсивність коливань, викликаних ультразвуком. При розповсюдженні в газовому середовищі, або середовищі рідин та твердих тілах ультразвук спричиняє зародження нових явищ, значна частина яких має широке практичне застосування в різноманітних галузях сучасної науки, та новітніх технологіях.

На протязі остатнього десятиліття ультразвукове випромінювання відіграє значну роль в новітніх дослідженнях. Отриманні значні досягнення при проведенні теоретичних та експериментальних досліджень в напрямку ультразвукової кавітації і акустичних течій, отриманні результати спрямували на розробку нових технологічних процесів, що відбуваються при впливі ультразвуку в фазі рідини. На даний момент створюється новий напрямок в хімії – ультразвукова хімія, розвиток даного напрямку дозволить прискорити значну кількість хіміко-технологічних процесів. Проведенні дослідження спровокували утворення розділу в акустиці – молекулярної акустики, яка вивчає і досліджує закони молекулярної взаємодії звукових хвиль з речовиною. Розпочався розвиток новітніх галузей використання в техніці ультразвуку: інтроскопія; голографія; квантова акустика; ультразвукова фазометрія; акустоелектроніка; стоматологія; косметичні процедури.

Використання ультразвуку (УЗ) в якості фізичної дії на організм людини в медицині оснований на застосуванні ефектів, які виникають в біологічних

тканинах при проходженні через тканини хвиль ультразвукових коливань. Викликанні коливання складових елементів середовища в хвилі утворюють мікроскопічне збудження тканин, відповідно поглинання хвилі УЗ тканинами є локальним явищем і призводить до збільшення температури тканини. Під час дії УЗ відбуваються фізико-хімічні перетворення в біологічних середовищах. При помірній інтенсивності ультразвуку не викликають незворотних ушкоджень в тканинах, а лише приводять до прискореного обміну речовин і сприяють покращенню фізичних явищ в організмі. Данні процедури мають використання в ультразвуковій терапії (інтенсивність УЗ до 1 Вт/см^2). У випадку підвищеної інтенсивності сильне збільшення температури і кавітація викликають видалення тканин. Даний ефект використовують в ультразвуковій хірургії. При проведенні хірургічного втручання застосовують фокусований УЗ, це дозволяє отримувати локальні видалення в глибоких структурах, наприклад мозку, без пошкодження навколишніх тканин (інтенсивність УЗ досягає сотень і навіть тисяч Вт/см^2). При хірургічному втручанні використовують різноманітні ультразвукові інструменти, робочий край інструмента виготовлений у вигляді скальпеля, пили, голки тощо. Поєднання ультразвукових коливань з хірургічним, інструментом дає нові можливості, значно знижуючи зусилля і відповідно, травматизм під час хірургічного втручання; також, має кровоспинний і знеболюючий ефект. Контактний вплив не загостреним ультразвуковим інструментом застосовується для видалення новоутворень.

Вплив значного УЗ на біологічні тканини застосовується для видалення мікроорганізмів в процесах стерилізації медичних інструментів і лікарських речовин.

УЗ знайшов застосування в стоматологічній практиці для зняття зубного каменю. Він дозволяє безболісно, безкровно, швидко видаляти зубний камінь і наліт із зубів. При цьому не травмується слизова порожнину рота і незаражуються «кишені» порожнини, а пацієнт замість болю відчуває відчуття теплоти.

Новітні процеси в медицині, особливо в лікуванні зубних захворювань, створює багато можливостей для лікарів. Значна кількість населення України з

певною періодичністю звертається до лікарів стоматологів. Наявність новітнього обладнання в стоматологічному кабінеті, лікаря стоматолога, визначає перелік можливих медичних маніпуляцій, а також, якість надання медичних послуг, зменшення можливих ризиків негативних ефектів від лікування ротової порожнини.

Ультразвукова хірургія (п'єзо-хірургія) в стоматологічних процедурах використовується для різних за призначенням хірургічних дій, а саме: видалення зубів; підсадки кісткової тканини; імплантації зубів і ін. Розрізання тканин відбувається за допомогою інструмента, що застосовує ультразвук, при цьому не відбувається травмування навколишніх ясен, судин і нервів, а сам надріз є максимально тонким і точним.

Основне сприйняття ідеї та основні ринки представлено у таблиці (табл. 4.1), в ній, можна визначити групи основних потенційних клієнтів [42].

Таблиця 4.1.Опис ідеї стартап-проекту

<i>Зміст ідеї</i>	<i>Напрями застосування</i>	<i>Вигоди для користувача</i>
Система ультразвукової хірургії в стоматології	Хірургічне лікування пацієнтів	Лікування захворювань зуба та ясен.
	Дослідження нових <u>нових</u> методів використання	Дослідження для науковців, можливість до нових відкритті та винаходів.
	Військова промисловість, лікування в польових умовах	Можливість швидко та якісно покращити лікування та відновлення хворих бійців.

Обрано ідею дипломної дисертації, її застосування та техніко- економічні характеристики. Дана ідея може мати широке призначення для багатьох користувачів.

2) Для того, щоб проаналізувати техніко-економічні переваги даної ідеї необхідно визначити коло конкурентів або товарів-замінників, що вже існують на ринку, та проводиться збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів конкурентів відповідно до визначеного вище переліку. В результаті порівняльного аналізу проводиться

визначення показників що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) кращі значення (S, сильні) (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ n/n	Техніко- економічні характерис- тики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабка сторона)	N (нейт- ра- льна стор- она)	S (сильна сторона)
		Система стимуляц ії біологічни х <u>тканье</u> з діагности кою	По амплітуді	По частотни м характер истикам	По фазовій складовій			
1	Економічні	<u>Низьковартісне</u> обслуговування та ремонт						x
		Вартість витратних матеріалів						x
		Вартість експлуатації					x	
2	Надійності	Строк безвідмовного функціонування						x
		Гарантійний термін						x
		Ремонтопридатність						x
3	Технологічні	<u>Довготривалість</u> виготовлення					x	
		Оптимізація витрат						x
		Трудомісткість виготовлення					x	
4	Призначення (технічні)	Наявність датчиків контролю					x	
		Широкий діапазон використання						x
		Мала похибка вимрювання						x
5	Ергономічність	Відповідність виробу сприйняття інформації користувачем						x
		Зручність користування системою					x	
6	Естетичні	Інформаційна виразність					x	
		Досконалість виробничого дослідження					x	
7	Транспорabilità	Трудомісткість підготовки одиниці продукції до перевезень						x

За допомогою таблиці визначено всі переваги, недоліки проекту та з'ясовано, що проект має дуже багато сильних сторін, а саме низько вартісне обслуговування, довгий гарантійний термін, ремонтпридатність, швидке виготовлення і т.д.

4.2. Технологічний аудит ідеї проекту

Визначення технологічної реалізації ідеї проекту передбачає аналіз складових, які подані у таблиці 4.3:

Метод ультразвукового різання м'яких тканин заснований на тому, що на лезо ріжучого інструменту, яким хірургом повідомляється поступальний рух, накладаються поздовжні ультразвукові коливання з частотою, що лежить в межах 22 - 44кГц. і з амплітудою не більше 45мкм. Під дією УЗ-коливань. передається на інструмент, швидкість відносних поздовжніх переміщенні збільшується, щодо поступального переміщення леза інструмента, в кілька разів. При цьому, за рахунок видалення під впливом кавітації клітинної структури прилеглих до леза шарів тканини, сухе тертя переходить в напівсухе або навіть рідинне. Це призводить до суттєвого зменшення як нормального, так і тангенціального зусилля різання. Ультразвукові коливання збуджуються магнітостріктором і за допомогою концентратора передаються до ріжучого інструменту. Магнітостріктор виготовляють або з феритового броньового циліндричного магнітного дроту, в порожнину якого закладається обмотка, або набирається з Ш - подібних пластин з нікелевого сплаву, на центральний стрижень яких намотується обмотка. При перемагнічуванні матеріалу виникає явище магнітострикції, внаслідок якого поздовжні розміри стрижнів коливаються з частотою перемагнічується струму

Таблиця 4.3. Технологічна здійсненність ідеї проекту

<i>№ п/ п</i>	<i>Ідея проекту</i>	<i>Технології її реалізації</i>	<i>Наявність технологій</i>	<i>Доступність технологій</i>
1	Ультразвукова хірургічна система	Багато компонентна система на основі датчиків і мікроконтролерів	наявна	доступно
2	Система збудження	П'єзоелемент, вібраційний акустичний пристрій	наявна	доступно
3	Датчик тиску	На основі динамометра	наявна	доступно
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: На п'єзо кристалах				

Вибрана технологія найчастіше використовується в медичних закладах, завдяки використанню п'єзоелементів і різних видів насадок. Застосувати, запропоновану технологію можливо, для цього достатньо технічних засобів і матеріальних коштів.

4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

1) Аналіз наявності попиту, обсягу та динаміки ринку (табл. 4.4) дозволяє визначити ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкові загрози, які можуть перешкодити реалізації проекту.

Таблиця 4.4. Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	3
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	10000
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Наявність ліцензій та сертифікатів
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	ГОСТ 51088-2013 Медичні прилади і системи
		ГОСТ 22261-82 <u>Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия</u>
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	30%

З'ясовано, що характеристика даного стартап – проекту дозволяє легко увійти на потенційний ринок за допомогою зростання динаміки ринку та незначних обмежень для входу. Головною ціллю є отримання певних ліцензій та сертифікатів.

2) Надалі визначено потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та сформовано орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл. 4.5).

Таблиця 4.5. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ n/n	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія(цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Хірургічне втручання в ротівий порожнині	- наукові інститути, лікарні, які використовують системи стимуляції і діагностики. Інститут <u>Стаматології</u> НАН України.	ГОСТ 2.601– 95.ЕСКД.Эксплу атационные документы, РД 50–660–88. <u>Инструкция</u> , ГСИ. <u>Документы</u> <u>на методики</u> <u>поверки средств</u> <u>измерений</u> , ГОСТ 8.010–90. <u>Методики</u> <u>выполнения</u> <u>измерений</u>	- надійність; - належна якість продукції та обслуговування; - доступну та достовірну інформацію про продукт, її якість, асортимент, а також про її виробника (виконавця); -точність; -програмне забезпечення при перевірці; -зручність; -швидкість діагностики.
2	Дослідження новітніх матеріалів для лікування			
3	Зручне використання у складних умовах			
4	Універсальність системи та можливість її удосконалюват и.			

Основною цільовою аудиторією відповідно до вимог та потреб, що формує ринок, було обрано наукові інститути, та медичні заклади.

3) Складено таблиці факторів, що перешкоджають ринковому впровадженні проекту(табл. 4.6.) для аналізу ринкового середовища.

Таблиця 4.6. Фактори загроз

№ n/n	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Виробництво	ступінь зносу запчастин	Співпраця з заводами для закупки якісних запчастин оптом
2	Конкуренція	Вихід на ринок багато конкурентоспроможних компаній	Проінформувати клієнтів про високу якість нашої продукції за меншу ціну
3	Репутація виробника	Нова компанія не викликає значної довіри	Зробити ставку на маркетинг, рекламу, співпрацю з значними науковими інститутами та отримання відгуків від них.
4	Організація процесу виробництва на підприємстві	Початковий проект дуже важко правильно організувати та направити в правильне русло.	Створення чіткого плану дій, <u>продумання</u> всіх важливих питань, до того як випускати проект на ринок.

Основними факторами, що перешкоджають ринковому впровадженні проекту є: виробництво, конкуренція, репутація виробника та організація процесу виробництва на підприємстві.

Також визначаються основні фактори, що сприяють ринковому впровадженні проекту (табл. 4.7).

Таблиця 4.7. Фактори можливостей

№ n/n	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Попит	Велика потреба в діагностуванні і стимуляції біологічних тканин	Збільшення поставок обладнання
2	Ціна	Низькі ціни приваблюють клієнтів	Не високі ціни на систему
3	Інновації	Удосконалення обладнання та метод стимуляції біологічних тканин з діагностикою	Висококваліфіковані працівники та іноземна наукова література для здійснення удосконалення обладнання.
4	Маркетинг	Залучення все більше нових клієнтів	Реклама у інтернеті, відгуки, співпраця з різними інститутами та медичними закладами для більшої популярності товару.

Основними факторами, що сприяють ринковому впровадженні проекту є: виробництво, попит, ціна, інновації та маркетинг.

4) Визначено загальні риси конкуренції на ринку (табл. 4.8).

Таблиця 4.8. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

<i>Особливості конкурентного середовища</i>	<i>В чому проявляється дана характеристика</i>	<i>Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкуренто-спроможною)</i>
Тип конкуренції – <u>олігополія</u>	Олігополія характеризується невеликою кількістю фірм (від 2 до 10), обгороджених бар'єрами, які перешкоджають вступу в галузь нових фірм, мають контроль над цінами, але при змові з іншими олігополістами	Має не багато конкурентів, тому може контролювати ціни на ринку
2. За рівнем конкурентної боротьби - <u>локальний</u>	Може використовуватися, як на світовому на національному світовому ринку	Отримання сертифікації, відповідності не тільки держ. нормам і стандартам, а й міжнародним та технічної ліцензії
3. За галузевою ознакою - <u>міжгалузева</u>	Дослідження можна використовувати у різних галузях	Універсальність даної установки, є можливість покращити її і використовувати у багатьох галузях
4. Конкуренція за видами товарів: - <u>між бажаннями</u>	Можлива конкуренція між різними видами товарів, які можуть виконувати подібні функції і між товарами одного виду	Так як система є універсальною, особливістю її є те що вона може застосовуватися у будь-якій галузі.
5. За характером конкурентних переваг - цінова / нецінова	Нецінова. Проводиться головним чином за допомогою вдосконалення якості продукції, технології виробництва, інновацій та нанотехнологій, патентування Цінова. Для значної частки клієнтів ціна є визначальною при виборі.	Головною характеристикою є якість та ціна доступна для багатьох клієнтів
6. За інтенсивністю - <u>не марочна</u>	Роль торгової марки незначна, хоча самі марки можуть бути присутніми на ринку	Дана продукція не потребує марок, головними її пріоритетами є якість та технологічність

Ступеневий аналіз конкуренції на ринку показав, що дана особливість конкурентного середовища має великі перспективи для конкурентної боротьби.

5) Після аналізу конкуренції проводиться більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі (за моделлю 5 сил М. Портера) (табл. 4.9).

Таблиця 4.9. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	<i>Прямі конкуренти в галузі</i>	<i>Потенційні конкуренти</i>	<i>Постачальники</i>	<i>Клієнти</i>	<i>Товари-замінники</i>
<i>Складові аналізу</i>	ТОВ <u>Дента</u> (Україна)	ООО « <u>Пьезо-ЛТД</u> », (<u>Россія</u>) Фирма « <u>РФА</u> », <u>Германія</u> , « <u>САТ</u> », США	НВО Мікроелектроніка	Інститут Стоматології НАН України	ТОВ МЕДДЕНТА
	ТОВ ОНІКО (Україна)				
	ТОВ <u>Медентех</u> (Україна)				
Висновки:	Конкурентна боротьба є незначною так, як товари конкурентів суттєво відрізняються в ціні та вузькою сферою застосування.	Є можливість входу на ринок, але з невеликим масштабом, дуже мала кількість потенційних конкурентів.	Співпраця з багатьма постачальниками для вибору кращих, дешевших, якісніших запчастин.	Клієнти диктують умови, які стосуються якості, удосконалення та універсальності.	При утворенні загроз з боку товарів-замінників може відбуватися збільшення конкуренції, яка призведе до втрати багатьох клієнтів.

Аналіз конкуренції показав всіх прямих та потенційних конкурентів, постачальників та клієнтів, виявлено, що конкуренція є незначною так як є мало конкурентів, а попит на продукцію достатньо великий.

б) Використовуючи аналіз конкуренції, а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (табл. 4.2), вимог споживачів до товару (табл.4.5) та

факторів маркетингового середовища (табл. №№ 4.6-4.7) визначено та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності. Аналіз оформлюється за табл. 4.10.

Таблиця 4.10.Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Ціна	Чим менша ціна, тим більший попит.
2	Постійні витрати на виробництво	Витрати на запчастини та на складові компоненти, які дуже швидко зношуються.
3	Попит	Розвиток галузі та виробництва, визначає попит на продукцію.
4	Інновації	Для того, щоб удосконалити продукцію необхідна велика база даних, патентів та винаходів.
5	Бар'єри проникнення	Тривалий час для отримання сертифікатів, ліцензії та патентну чистоту продукції.
6	Репутація виробника	Клієнтів привертає увага реклама, перед покупкою вони ознайомлюються з відгуками.
7	Рівень організації процесу виробництва на підприємстві	Чим краще організований виробничий процес, тим воно краще розвивається, має менше <u>неточностей</u> та браку виробництва.
8	Конкуренти	Вихід на ринок нових конкурентів, може суттєво вплинути на попит продукції.

Наведено значущі чинники, що роблять фактори для порівняння конкурентоспроможності значущим, тим самим обґрунтовано фактори конкурентоспроможності.

7) За визначеними факторами конкурентоспроможності (табл. 4.10) проведено аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (табл. 4.11).

Таблиця 4.11. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з автоматизованою системою						
			-3	-2	-1	0	1	2	3
1	Ціна	18		*					
2	Попит	16			*				
3	Інновації	13			*				
4	Бар'єри проникнення	12				*			
5	Постійні витрати на виробництво	9				*			
6	Репутація виробника	8						*	
7	Рівень організації процесу виробництва	6					*		
8	Конкуренти	4				*			

Найбільші бали у порівнянні з товарами-конкурентами здобули: ціна, попит та інновації, слабкими факторами виявилися: репутація виробника, рівень організації процесу виробництва та конкуренти.

8) Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення.

Таблиця 4.12.SWOT-аналіз стартап-проекту

<p>Сильні сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> • нижча ціна порівняно з конкурентами (250000грн у конкурентів 500000грн)(ціна); • має високий попит, так як галузь дуже розвивається та має (попит); • за допомогою електромагнітного прискорювача систему можна удосконалити і добитися кращих показників і ширшого використання(інновації). 	<p>Слабкі сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> •нове підприємство на ринку викликає значні підозри без відгуків та рекомендацій) (репутація виробника); • відсутність чіткої стратегії організації виробництва;
<p>Можливості:</p> <ul style="list-style-type: none"> •попит (збільшення клієнтів через великий попит) ; •ціна (зробити акцент на низьку ціну та якість продукції(удвічі меншу ніж у прямого конкурента)); • Інновації (удосконалення обладнання та метод дослідження). 	<p>Загрози:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Виробництво (високий ступінь зносу запчастин); • Конкуренція (поява нових конкурентів на українському ринку); • Репутація виробника (початковий проект дуже важко правильно організувати).

За допомогою визначення можливих загроз та можливостей розроблено SWOT- за яким ми зможемо удосконалити та скорегувати свою стратегію конкурентної поведінки та стратегії розвитку проекту.

9) На основі SWOT-аналізу розробляються альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації. Визначені альтернативи аналізуються з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів (табл. 4.13).

Таблиця 4.13 Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки</i>	<i>Ймовірність отримання ресурсів</i>	<i>Строки реалізації</i>
1.	Динамічна(Освоєння нових ринків, зростання масштабів виробництва розроблення та впровадження інновацій, розвиток потенціалу для реалізації стратегічних цілей розвитку)	Збільшення постачальників, удосконалення ресурсів, наявність високо освіченого робочого персоналу	9 місяців
2.	Нестійкий (Рационалізація асортименту продукції, утримання частки ринку, лідерство в ніші)	Поступове удосконалення ресурсів	1,2 рік
3.	Стабільний(Утримання конкурентного положення, утримання ринкової ніші, зростання частки ринку з нарощенням виробництва, акумуляція прибутку)	Замовлення деталей у перевірних постачальників, високоосвічений робочий персонал	9 місяців

Було обрано стабільну альтернативу ринкової поведінки. Вона є най більш безпечною, так як вона має найменші строки реалізації при чому є можливість триматися конкурентної позиції та поступово прибавляти прибуток та нарощувати виробництво.

4.4. Розроблення ринкової стратегії проекту

1) Створення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 4.14).

Таблиця 4.14. Вибір цільових груп потенційних споживачів

<i>№ н/п</i>	<i>Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів</i>	<i>Готовність споживачів сприйняти продукт</i>	<i>Орієнтовний поти́т в межах цільової групи (сегменту)</i>	<i>Інтенсивність конкуренції в сегменті</i>	<i>Простота входу у сегмент</i>
1	Мед заклади	середня	високий	низька	просто
2	Наукові інститути	висока	високий	середня	просто
3	Військові	середня	середній	середня	середня
Які цільові групи обрано: наукові інститути та заводи					

Як цільову групу споживачів обрано наукові інститути та заводи так, як у даних сегментах низька інтенсивність конкуренції та у даний сегмент легше ввійти. У даному сегменті існують великі перспективи розвитку та можливість удосконалення автоматизації системи.

2) Для роботи в обраних сегментах ринку сформовано базову стратегію розвитку (табл. 4.15).

Таблиця 4.15.Визначення базової стратегії розвитку

<i>№ п/п</i>	<i>Обрана альтернатива розвитку проекту</i>	<i>Стратегія охоплення ринку</i>	<i>Ключові конкурентоспроможні позиції відносно до обраної альтернативи</i>	<i>Базова стратегія розвитку*</i>
1.	стабільна	стратегія зазвичай тісно пов'язана з можливістю досягнення ефекту масштабу і досвіду (стабільно, без ризиків добиватися поставлених цілей)	фірма здатна протистояти своїм прямим конкурентам навіть у разі цінової війни і в змозі отримувати прибуток при ціні, мінімально допустимій для конкурентів; низькі витрати створюють бар'єр входу для нових конкурентів і одночасно хороший захист проти товарів-замінників.	Стратегія лідерства по витратах

Обрано стабільну альтернативу розвитку тому, що у ході конкурентної боротьби з використанням цієї стратегії з ринку вимушені будуть піти фірми, менш ефективні з точки зору величини і структури витрат, нездібні до проведення технологічних новацій, спрямованих на зниження витрат.

3) Вибрано стратегію конкурентної поведінки (табл. 4.16).

Таблиця 4.16.Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект <u>«першопрохідцем»</u> на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
	Проект, не є <u>першопрохідцем</u> , проте він не поширений у використанні у нашій країні	Компанія буде забирати споживачів у існуючих конкурентів, а також прибавляти нових.	Компанія, випускає товари-імітатори, займаючи ринкову частку, яку з різних причин не можуть охопити фірми лідери, обумовлена перевагою локалізації, краще знання національного ринку, налагоджені зв'язки з клієнтами.	Стратегія наслідування лідеру

Для початкового входження на ринок було обрано стратегію наслідування лідера, так, як це дозволяє зменшити конкурентну боротьбу та зосередити свій бізнес на отримання прибутків.

4) На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до продукту (, а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку розроблено стратегію позиціонування (табл.4.17). що полягає у формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельну марку/проект.

Таблиця 4.17.Визначення стратегії позиціонування

<i>№ п/п</i>	<i>Вимоги до товару цільової аудиторії</i>	<i>Базова стратегія розвитку</i>	<i>Ключові конкурентоспроможні позиції власного <u>стартап-</u> проекту</i>	<i>Вибір асоціацій, які мають сформувавши комплексну позицію власного проекту (три ключових)</i>
1	Надання якісних медичних послуг	Позиціонування за співвідношенням "ціна – якість"	Якісна медична допомога і так як продукт виходить на український <u>ринок</u> , ціна на них буде на багато менша чим на європейські системи, які займають основний ринок	"європейська якість за українськими цінами", "якісна система дослідження за кращими цінами", "відмінне дослідження при малих затратах"

Було визначено стратегію позиціонування, вона буде орієнтована на низьку ціну продукту, порівняно з конкурентами, за аналогічною якістю.

4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

1) Для того, щоб сформувавши маркетингову концепцію товару, який отримає споживач, підсумувати результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару (табл. 4.18).

Таблиця 4.18. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Якісна медична допомога	Автоматизоване керування процесом, що допомагає зрозуміти конкретну суть проблеми	Орієнтованість маркетингової стратегії на якість продукції
2	Універсальність системи	Використання у багатьох галузях	Висококваліфіковані фахівці, які працюють над вдосконаленням системи
3	Мало бюджетне дослідження	Низькі ціни	Нижча ціна ніж у міжнародних конкурентів

Основними вигодами, які пропонує товар є автоматизоване дослідження, що допомагає зрозуміти конкретну суть проблеми, використання у багатьох галузях та низькі ціни.

2) Розроблена трирівнева маркетингова модель товару: уточнено ідею продукту, його фізичні складові та особливості процесу його надання (табл. 4.19).

Таблиця 4.19. Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Опис базової потреби споживача, яку задовольняє товар (згідно концепції), її основної функціональної вигоди		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості /характеристики		Гц /кг/В/мм. Рт. Ст
	1. Діапазон частот	0-50 МГц	
	2. Швидкодія процесу випромінення	0.1 с	При частоті мережі 50 Гц
	3. Швидкість передачі даних	0.1 с	0,5
	4. Кінетична енергія	500 єв	
	5. Напруга живлячої мережі, В		220±22
	6. Атмосферний тиск		650..800
Якість: Вимоги до електроживлення ДСТУ 13109-87, вимоги до електричної міцності і до опору ізоляції ДСТУ 26104-94, методи випробування по ДСТУ 22261-94 і ДСТУ 12997-84			
Пакування:			

	упаковка з нанесенням спеціального дизайну. На упаковці міститься така інформація (маркування): <ul style="list-style-type: none"> • Загальна назва продукту, власна назва; • Умови зберігання; • позначення ДСТУ 4503:2005; • найменування та адреса виробника і місце виготовлення; • товарний знак; • штриховий код згідно з ДСТУ 3147.
III. Товар із підкріпленням	Інформацію щодо якості продукту споживач може отримати з інформаційних сайтів, реклами та відгуків тощо.
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: за допомогою ліцензії, патентів на винахід та сертифікатів.	

За допомогою визначення основних характеристик системи було визначено основні вимоги по ДСТУ до продукції, вимоги до пакування та визначено, що за допомогою патентів та ліцензії він буде захищений від копіювання.

3) Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар, наведено у табл.4.20.

Таблиця 4.20. Визначення меж встановлення ціни

<i>№ п/п</i>	<i>Рівень цін на товари- замінники</i>	<i>Рівень цін на товари- аналоги</i>	<i>Рівень доходів цільової групи споживачів</i>	<i>Верхня та нижня межі встановлення ціни на то- вар/послугу</i>
	20000	23000	Середній рівень доходів	10000-100000 грн

Визначення цінових меж показало, що даний стартап-проект значно виграє в ціні на відміну від цін на товари аналоги, а доходи цільових груп споживачів є достатньо високими, щоб економно закупляти даний товар.

4) Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах яких приймаються рішення функції збуту, глибини каналу та оптимальну систему збуту. (табл. 4.21).

Таблиця 4.21.Формування системи збуту

<i>№ n/n</i>	<i>Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Функції збуту, які має виконувати постачальник товару</i>	<i>Глибина каналу збуту</i>	<i>Оптимальна система збуту</i>
	Клієнт ознайомлюється з характеристикою товару, присутній на експериментальних дослідженнях, швидке замовлення, отримання гарантії та сертифікатів, підписання договору.	-Швидке транспортування; -Сортування; - Інформування	Внутрішня служба збуту, що допомагає економити на транспортуванні	Проводити збут власними силами або залучати сторонніх посередників(власна або залучена система збуту).

Було сформовано специфіку закупівельної поведінки, функції збуту, глибину каналу та оптимальну систему збуту.

5) Розроблено концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (табл. 4.22).

Таблиця 4.22. Концепція маркетингових комунікацій

<i>№ n/n</i>	<i>Специфіка поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти</i>	<i>Ключові позиції, обрані для позиціонування</i>	<i>Завдання рекламного повідомлення</i>	<i>Концепція рекламного звернення</i>
	Ознайомлення характеристикою товару на сайті, можливість самому клієнтові оцінити ефективність системи, побачивши на власні очі, отримання гарантії та сертифікатів, підписання договору.	Ефективність контакту (відгуки), можливість цінити ефективність системи	Позиціонування за співвідношенням "ціна-якість"	Донести систему, як сучасний, автоматизований продукт міжнародної якості за низьких цінах.	"європейська якість за українськими цінами", "якісна система дослідження за кращими цінами", "відмінне дослідження при малих затратах"

Розроблено ринкову (маркетингову) програму, що включає в себе концепції товару, збуту, просування та попередній аналіз можливостей ціноутворення, спирається на цінності та потреби потенційних клієнтів, конкурентні переваги ідеї, стан та динаміку ринкового середовища.

Висновки до розділу

Було розроблено стартап-проект “Система для ультразвукової хірургії”. Сформовано ідею стартап-проекту, її використання та застосування.

Аналіз ринку та ситуації, що склалася на ньому, дозволив виявити головні тенденції подальшого розвитку галузі, змін споживчих переваг, головні напрямки подальшої діяльності на ринку. Вибрано із усіх можливих систем стимуляції біологічних тканин з діагностикою. З великим розвитком сучасних технологій і створенні новітніх матеріалів, система для ультразвукової хірургії дозволяє збільшити їх використання в різних умовах, як в стаціонарних стоматологічних кабінетах, так і пересувних кабінетах.

Було доведено, що проект має великий попит на ринку, а саме серед наукових інститутів, медичних закладів. Через те, що ціна продукту низька на відміну від іноземних конкурентів, які в основному виробляють аналогічні вироби, проект має значну конкурентоспроможну позицію. Було виявлено можливості та загрози ринку, сильні та слабкі сторони підприємства, конкурентні позиції на національному та міжнародному ринку.

Обрано стабільну альтернативу ринкової поведінки. Вона є найбільш безпечною, так як вона має найменші строки реалізації при чому є можливість триматися конкурентної позиції та поступово прибавляти прибуток та нарощувати виробництво. Даний проект має велику перспективу для подальшого розвитку тому, що за допомогою удосконалення можна ще більше розширити сферу застосування і залучити нових клієнтів.

Висновок

За останні 40 років ультразвук став важливою діагностичною методикою. Його потенціал як лідера у відображенні медичної діагностики був признаний у 1930 – х, коли Теодор Дуссик і його брат Фрідріх намагалися використати

ультразвук для того, щоб діагностувати пухлини мозку. Однак лише у 1970 – х роках цих і інших піонерів дослідження ультразвуком принесла плоди. Разом з технологічними вдосконаленнями, ультразвук прогресував від великої машини, яка відтворює неоптимальні зображення, до переносного, зручного для використання приладу. Така еволюція потребувала тісного єднання фізики, фізіології, техніки і управління.

Для генерації ультразвуку застосовують ультразвукові перетворювачі, робота яких заснована на п'єзоелектричних властивостях кераміки. Найчастіше в медичній ультрасонографії використовують частоти від 1 до 15 МГц.

Направлений ультразвук має більшу енергію і здатен фокусуватися в чітко визначених місцях у глибинах тканин, не впливаючи при цьому на поверхневі шари. Не дивлячись на всі досягнення в області ультразвукової хірургії, наукове дослідження ультразвуку все ще заохочується, і сьогоднішні ідеї завтра стануть технологією.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО МАГІСТЕРСЬКІЙ ДОСЕРТАЦІЇ

В ході виконання магістерської дисертації за темою система ультразвукова в хірургії стоматології, було розглянуто ряд питань:

В першому розділі були розглянуті основні види використання ультразвуку в медичній практиці, приведенні приклади використання, як в цілях діагностики так і в проведенні лікувальних процедур. Описано суть використання ультразвуку методики його використання.

В другому розділі більш детально розглянуті структурні і функціональні схеми ультразвукової стоматологічної системи, приведені основні її елементи, приведені електрична схема підключення системи. Здійснено опис складових елементів системи їх особливості можливості використання, також розглянуті аксесуари і інструмент який використовується для роботи системи. Розглянута методика використання.

В третьому розділі проведено моделювання складових ультразвукової стоматологічної системи, а саме генератора ультразвукового випромінення. Наведено приклади проведення медичних хірургічних процедур.

В четвертому розділі було проведено розрахунки стартап - проекту «ультразвукова стоматологічна хірургічна система», визначено пріоритети розвитку проекту, можливості його швидкого розвитку, вплив конкуруючих організацій. Визначено час на розвиток і заняття значної долі ринку.

СПИСОК ДІТЕРАТУРИ

1. Осипов Л.В. Ультразвуковые диагностические приборы. - М.: Видар, 1999. – 256 стр.
2. Применение ультразвука в медицине. Физические основы: Пер. с англ. / Под ред. Хилла. – М.: Мир, 2008. – 568 с.
3. Абакумов В.Г, Рибін О.І., Сватош Й.. Біомедичні сигнали. Генезис, обробка, моніторинг. – К.: Нора-прінт, 2001. – 516 стр.
4. Домаркас В.Й., Пилецкас Э.Л. Ультразвуковая эхоскопия. – Л.: Машиностроение, 1988. – 276 стр.
5. Alty J., Hoyer Ed. Practical Ultrasound: An Illustrated Guide 2nd edition. — CRC Press, 2014. — 294 p.
6. Абдуллаев Э.Г., Бойко И.П., Татмышевский К.В. Ультразвуковая диагностика в медицине Учебное пособие. – Владимир: Владим. гос. ун-т, 2002. – 213 с.
7. Волков В.Н. Основы ультразвуковой диагностики Учебно-методическое пособие. – Гродно: ГрГМУ, 2005. – 39 с. – ISBN 985-496-038-2.
8. Демин И.Ю., Прончатов-Рубцов Н.В. Современные акустические методы исследований в биологии и медицине Учеб. метод. пособие. — Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2007. — 121 с.
9. Аллахвердов Ю.А.. Атлас УЗД. – Ростов – на – Дону: РИО АО «цветная печать», 1996. – 116 с.
10. Архипов С.Н. Основные показания к ультразвуковому исследованию и последовательность обследования другими методами. – М., 1990. – 252с.
11. Дзенис В.В. Применение ультразвуковых преобразователей с точечным контактом для неразрушающего контроля. – Рига: Зинатие, 1987. – 263с.
12. Коледенюк В.И. и др. Ультразвуковая диагностика в кардиологии: Метод. Пособие. – М., 1992.
13. Осипов Л.В. Ультразвуковые диагностические приборы. – М., 1999.
14. Присяжнюк М.С. Біологія людини. – Київ: УАННП «Фенікс», 1999. – 447с.

15. Катона З. Електроніка в медицині: Пер. з угор. / Под ред. Н. К. Розмахіна - Мн.: Медицина 2002. - 140с.
16. . «Мікрохвилі та їх лікувальне застосування», З.С. Курашова, М., 1974р.
17. Використання ультразвуку в медицині(фізичні основи) / Під. Ред К.Хілла.
18. Сперансткий А. П. Ракитянский В.И. Ультразвук та його лікувальне застосування М: Медицина, 1970.
19. Лівенсон А.Р. Електромедицинська апаратура. : [Навч. посібник] - Мн.: Медицина, 2001. - 344с.
20. Акопян, Б. В. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами / Б. В. Акопян, Ю. А. Ершов // Ультразвук в медицине, ветеринарии и экспериментальной биологии : учеб. пособие. Москва : изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. 224 с.
21. Низкочастотная ультразвуковая терапия : физиологическое и лечебное действие, применение непрерывного и импульсного ультразвука : метод. рекомендации В. Ивашенко [и др.]. Минск : БГМУ, 2014. 23 с
22. Терапия ультразвуковыми волнами / И. З. Самосюк [и др]. Киев, 2003. 43 с.
23. Николаев А.И., Цепов Л.М. Практическая терапевтическая стоматология.- С-Пб., 2001.- 390с
24. Акустичні медичні прилади : метод. вказівки до виконання курсового проекту та розрахунково-графічної роботи для студентів напряму підготовки 6.051003 «Приладобудування» програми професійного спрямування «Медичні прилади і системи» / уклад.: М. Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик, І. О. Яковенко. – К. : НТУУ «КПІ», 2016. – 174 с.
25. Влияние различных способов снятия зубных отложений на микроструктуру твердых тканей зуба / А. А. Кунин, С. В. Ерина, Т. А. Попова, О. И. Олейник // Пародонтология. – 2010. – № 2 (55). – С. 33–36.
26. Сучасна фізіотерапія та діагностика в стоатології: навч. посіб. / А. М. Потапчук, П. П. Добра, В. В. Русин, О. Ю. Русин. – Ужгород : Бреза А. Е., 2012. – 450 с.

27. <https://zub.in.ua/ua/ultrazvukovoj-avtonomnij-pezoskaler-woodpecker-u600/p2351> - Інтернет ресурс ZUB - інтернет-магазин стоматологічних матеріалів та обладнання
28. Rudolf Taugerbeck Ультразвук в стоматологической практике // Квинтэссенция. - Москва, 1996. – №3.– С. 23-24.
29. <https://www.galit.te.ua/info/korysni-statti/suchasni-aspekty-parodontalnoi-terapii-iz-zastosuvanniam-ultrazvukovoi-systemy-vector/> Інтернет ресурс Обладнання для посмішок.
30. Хайретдінов, Р. Р. Ультразвукова хірургія в стоматології / Р. Р. Хайретдінов, С. П.Вислоух // XII Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування», 15-16 травня 2019 р., м. Київ, Україна : збірник праць / КПІ ім. Ігоря Сікорського, ПБФ. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – С. 201–203
31. Браун А., Краузе Ф., Шифер А., Френтцен М. Застосування ультразвукового апарату «Вектор» при лікуванні пародонтиту. - Клин. стоматолог. - 2001; 3: 62-5.
32. Городко М., Бюрклін Т., Раецке П., Ратка-Крюгер П. Клінічні дослідження ефективності нового ультразвукового приладу для пародонтотерапії. - Parodontologie. - 2003; 14/2: 143-59.
33. Жиновский Ф. Безболісна терапія пародонту. - Клин. стоматолог. -2003; 1: 48-50.
34. Іванова О.Ю. Вектор-терапія. - Сучасна стоматологія. - 2006; 1: 79-81.
35. Хан Р. Пародонтальні аспекти «Вектор-системи». - Клин. стоматолог. - 2001; 48-52.
36. Хан Р. Пародонтальні аспекти «Вектор-системи». Частина 2 .Возможна використання апарату «Вектор». - Клин. стоматолог .. - 2002; 1: 66-9.
37. Хан Р. Про головну мету лікування пародонту з використанням приладу «Вектор». - Клин. стоматолог. - 2002; 3: 44-6.
38. Ценер П.П. Систематичне застосування приладу «Вектор» в повсякденному профілактиці стоматологічних захворювань. - Клин. стоматолог. - 2002; 2: 38-43.

39. Суб'єктивна інтенсивність болю під час лікування захворювання пародонту із застосуванням системи «Вектор». - Journal of Periodontal Research.- 2003 April.
40. Sculean A., Schwars F., Berakdar M., Romanos G.E., Brexs M. Нехірургічне лікування захворювань пародонту за допомогою ультразвукового апарату «Вектор» або за допомогою ручних інструментів.
41. Хайретдінов, Р. Р. Ультразвукова хірургія в стоматології Вислоух С. П/ XV Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених “ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ У ПРИЛАДОБУДУВАННІ К.: ПБФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського”, 10-11 грудня 2019 р. ім.. Ігоря Сікорського.
42. Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.

Додатки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан приладобудівного факультету

Тимчик Г.С.

2019 р.

АКТ

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
 магістранта Хайретдінова Рената Ріфатовича на тему:
«Ультразвукова хірургічна система в стоматології»

Комісія у складі:

Голова – голова Методичної комісії приладобудівного факультету, к.т.н.,
 доцент Філіппова М.В.;

Члени комісії – Антонюк В.С.– Вислоух С.П.;

цим актом засвідчує те, що результати дисертаційного дослідження
Хайретдінова Рената Ріфатовича на тему: «Ультразвукова хірургічна система в
 стоматології» – стан питання використання ультразвуку для стоматологічного
 лікування, методи та засоби ультразвукової хірургії в стоматології, структурна
 та електрична схеми системи ультразвукової хірургії, режими та алгоритми
 роботи ультразвукової хірургічної системи та рекомендації з застосування
 хірургічної системи в стоматологічній практиці використані викладачами
 кафедри виробництва приладів приладобудівного факультету КПІ ім. Ігоря
 Сікорського при проведенні занять з навчальної дисципліни «Комп'ютерне
 моделювання біомедичних процесів».

Голова комісії

М.В. Філіппова

Члени комісії

В.С. Антонюк

С.П. Вислоух

17 12 2019 р.



НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ПРИЛАДОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ВИРОБНИЦТВА ПРИЛАДІВ

Ультразвукова хірургічна система в стоматології

Студент:

ХАЙРЕТДІНОВ Р. Р.

Група ПБ-382мп

Науковий керівник:

ВИСЛОУХ С.П.

Актуальність теми. З огляду на зростання різних видів захворювань ротової порожнини, а саме захворювання зубів актуальність теми про створення системи має постійний темп зростання. В сучасній медичній практиці а саме в стоматології все більше використання знайшли, методи і засоби проведення різноманітних хірургічних процедур з використанням приладів, що працюють на основі використання ультразвукового ефекту. Використання новітніх технологій дозволяє в значній мірі знизити травматизм при проведенні хірургічного втручання, прискорити процеси відновлення, зменшити больові відчуття, зменшити час проведення процедури. Всі вище перераховані переваги дають поштовх до нових розробок приладів, а також вдосконалення конструкції існуючих приладів, застосування нових методів проведення хірургічних процедур, підвищуючи якість наданих послуг

Об'єкт дослідження – Захворювання ротової порожнини і зубів

Предмет дослідження – Ультразвукова хірургічна система

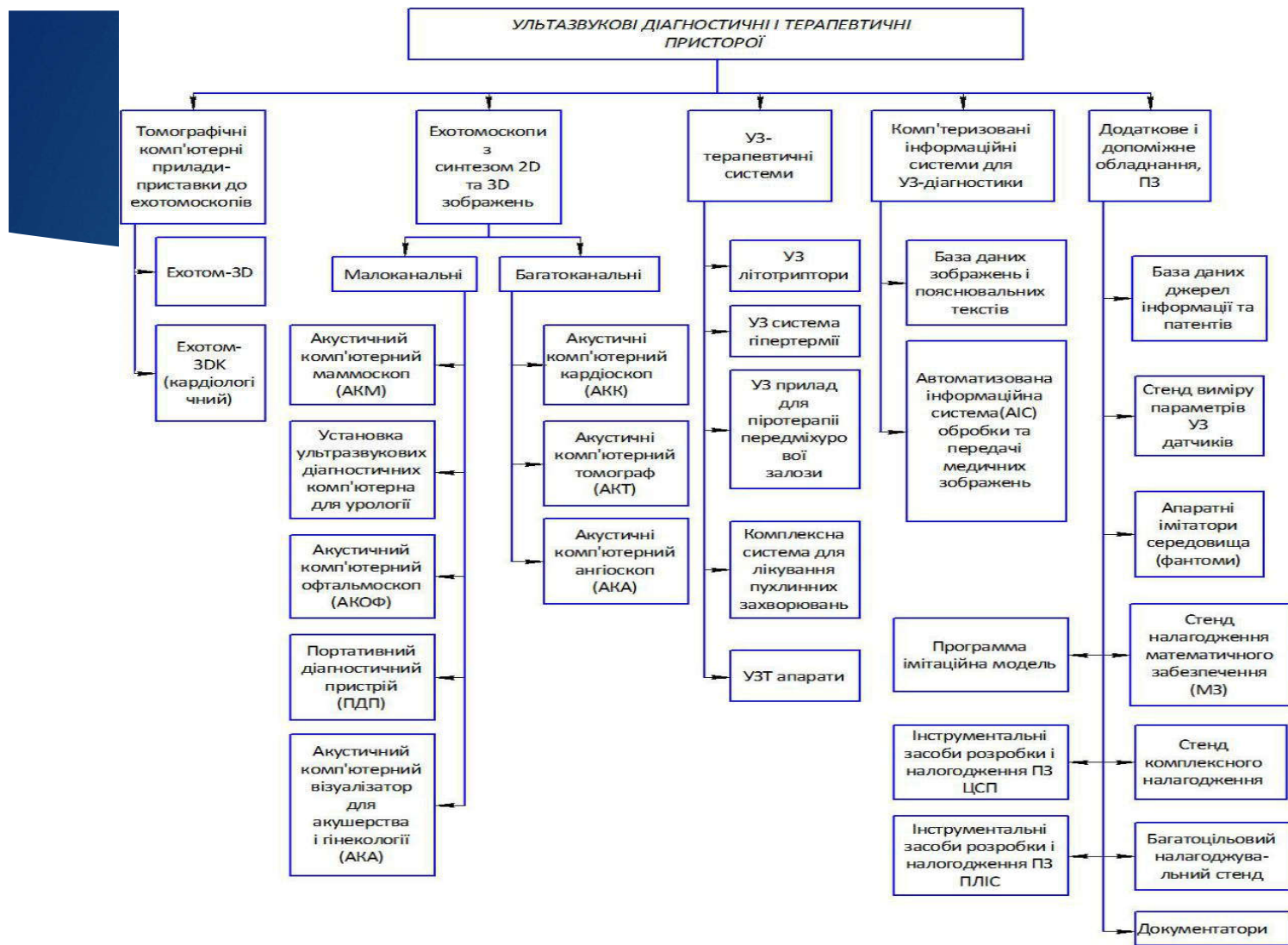
Мета роботи – на основі аналізу методів та засобів діагностики і лікування захворювань зубів обрати найбільш ефективний метод лікування та вказати метод лікування і привести конкретні рекомендації.

Наукова новизна роботи полягає в наступному:

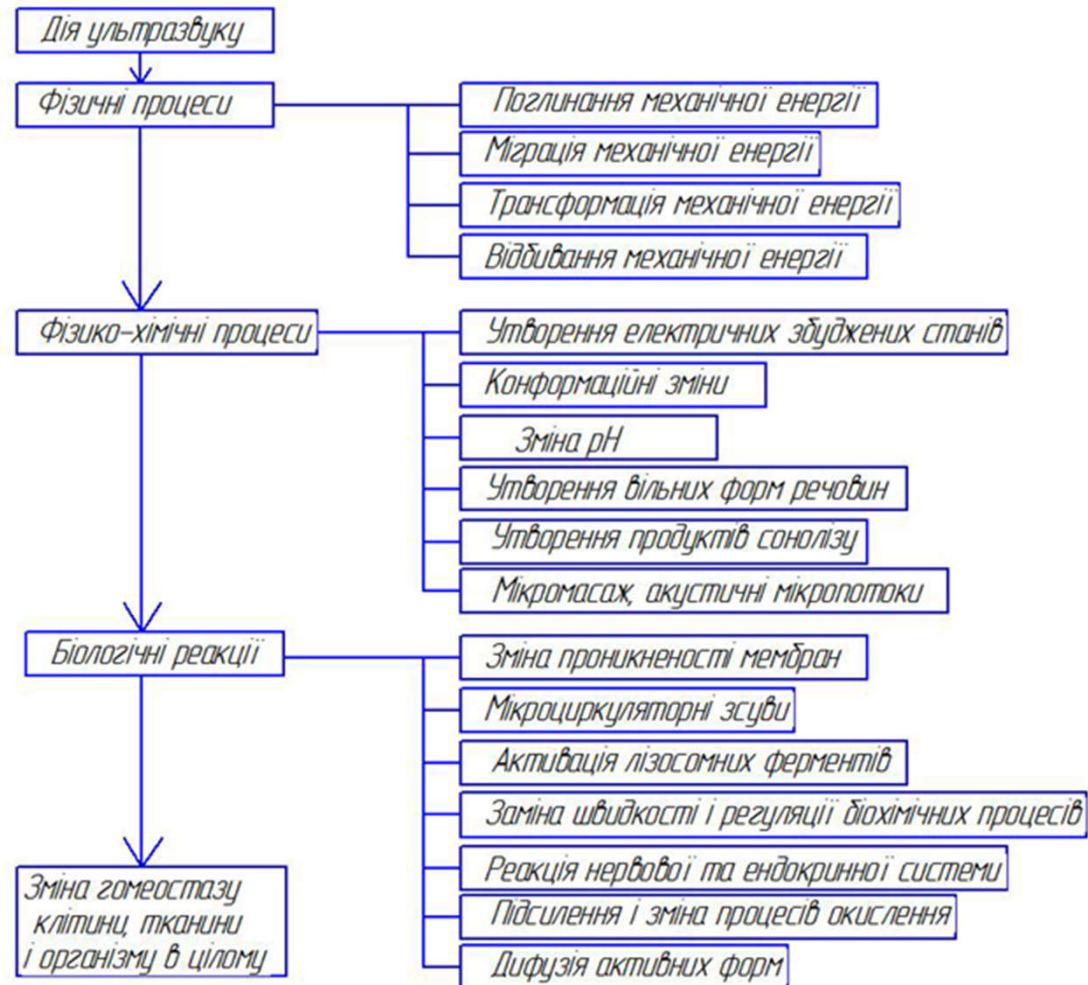
- створено методику оцінювання методів і засобів лікування захворювань зубів;
- на основі запропонованої методики визначено найбільш ефективний метод лікування захворювань зубів;

Практична корисність дисертаційної роботи є такою:

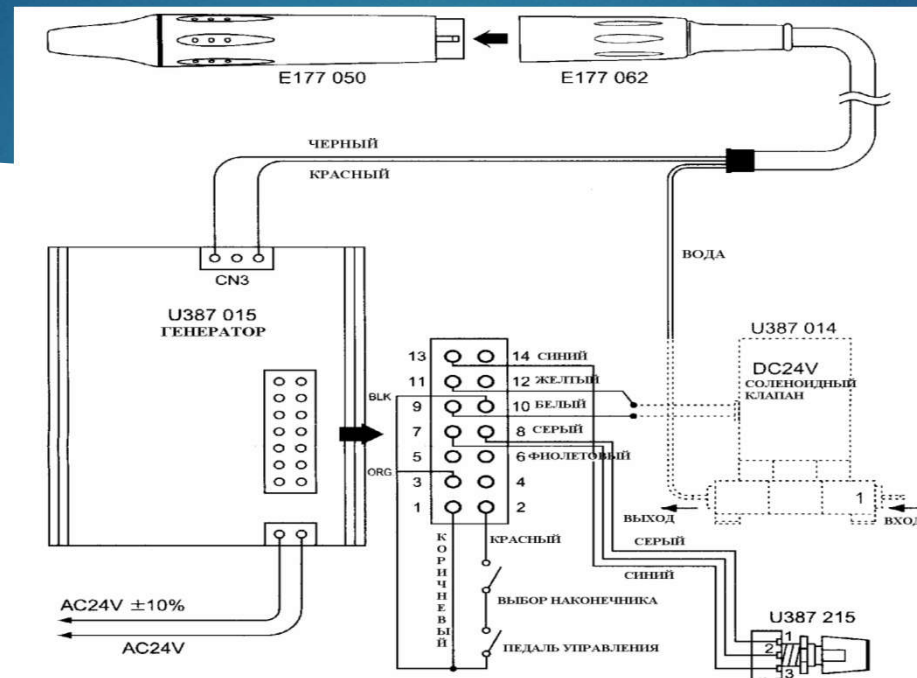
- виконано порівняльний аналіз методів та засобів лікування захворювань зубів;
- надано методичні рекомендації з використання системи для лікування захворювання зубів;
- запропоновано конструкцію ультразвукової стоматологічної системи



**Класифікація УЗ
діагностичних і терапевтичних
пристроїв, допоміжних і
додаткових засобів**



Дія ультразвуку на організм людини



Функціональна схема ультразвукової система для стоматологічних процедур

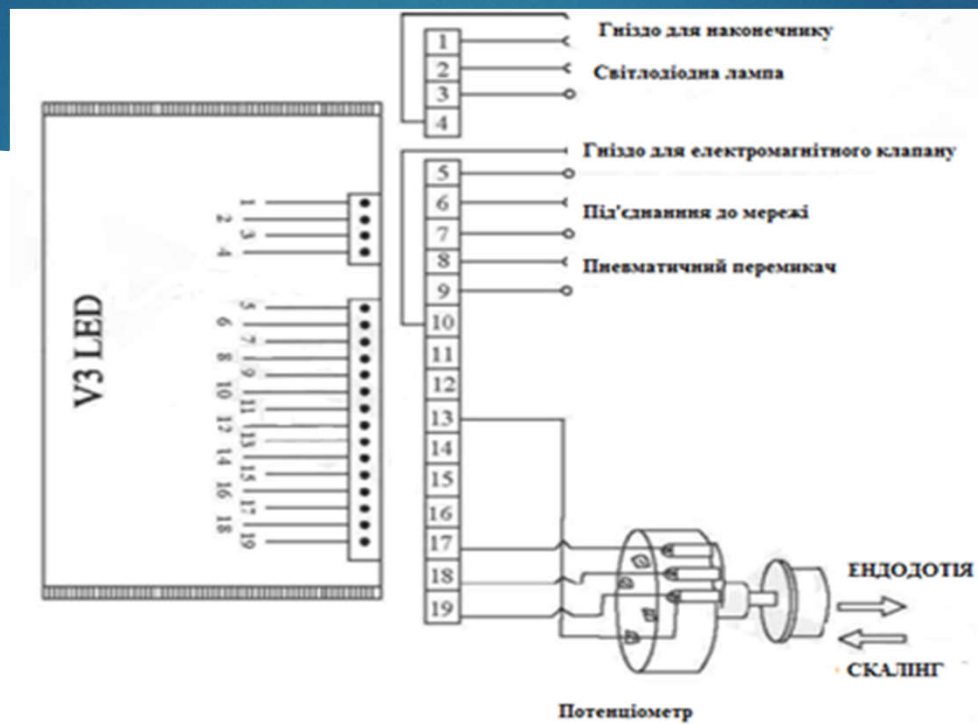
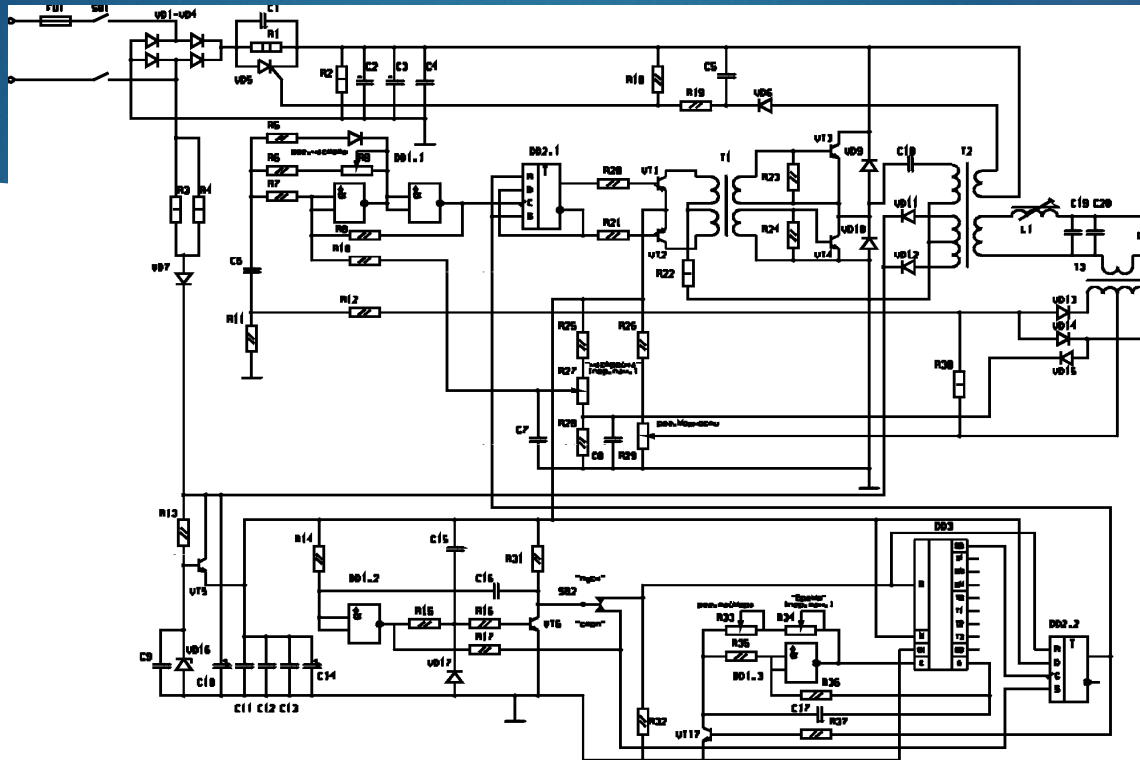
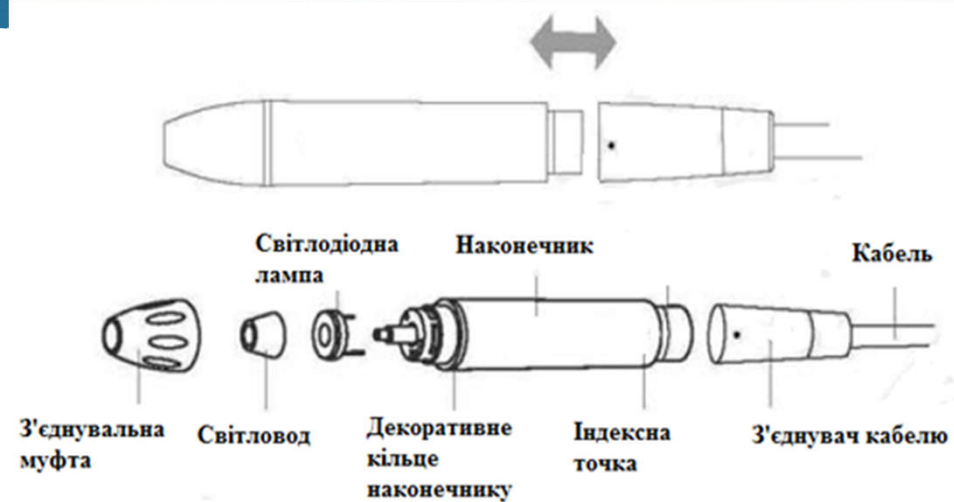


Схема підключення ультразвукової стоматологічної системи



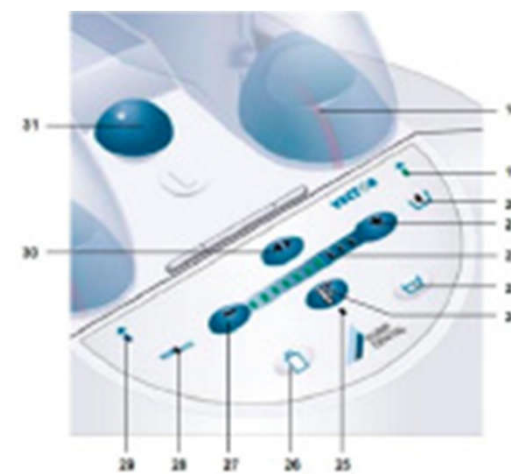
Електрична схема ультразвукової системи з генератором для збудження частоти, і підстроюванням частоти



Основні елементи наконечнику для ультразвукової стоматологічної системи



Структурна схема генератора ультразвукових коливань



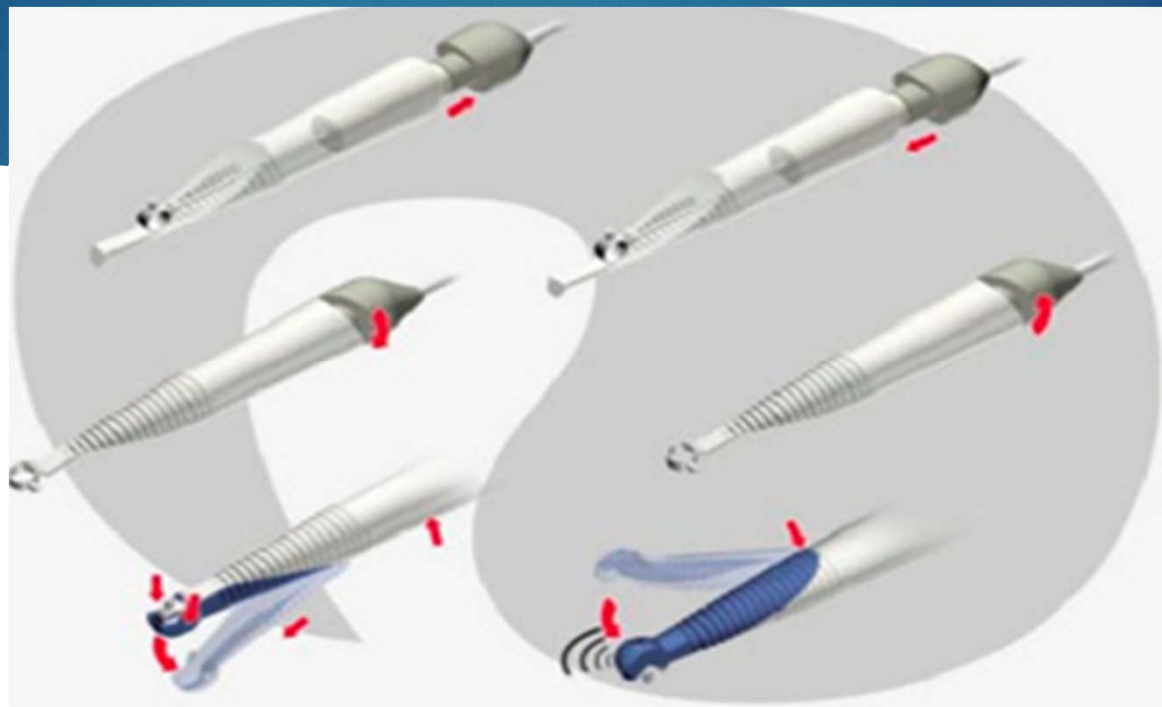
Складові частини ультразвукова система для стоматологічних процедур.



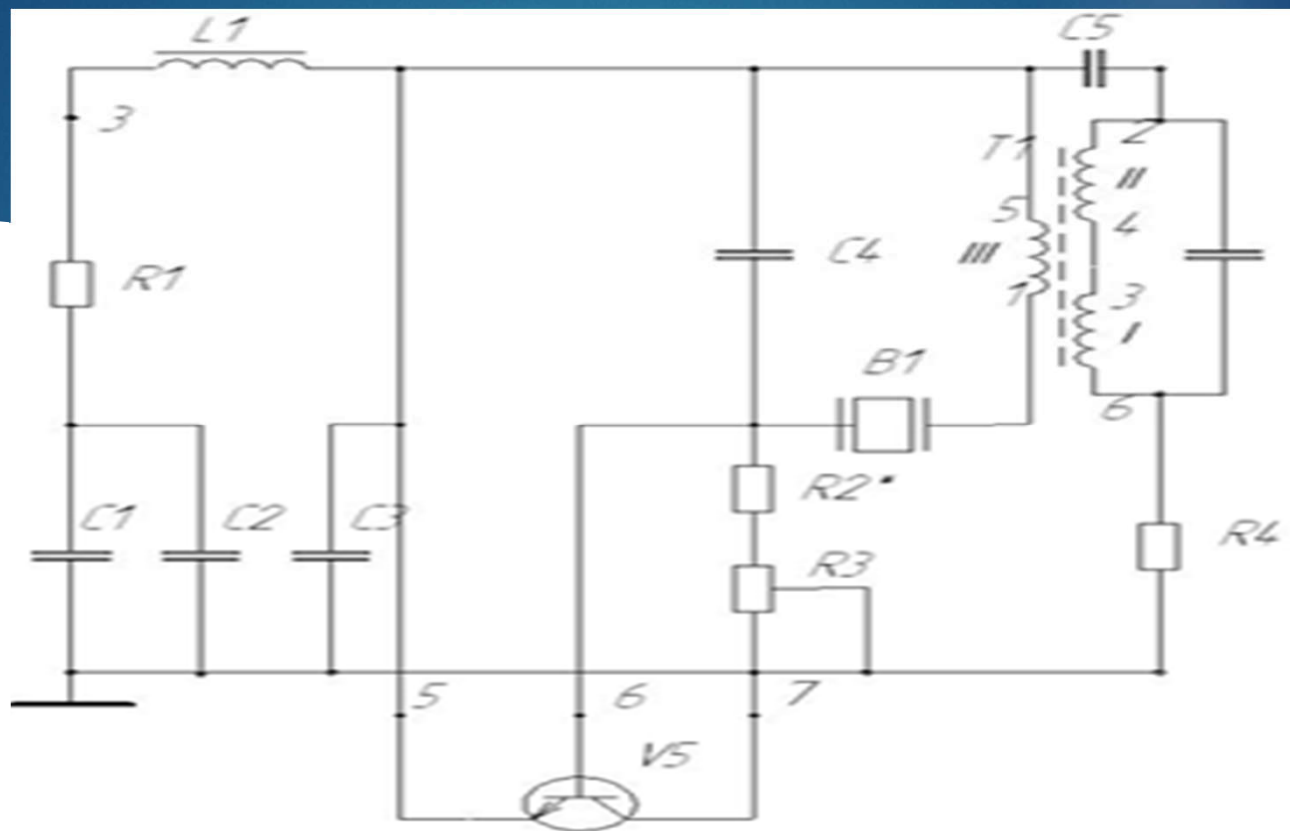
Аксессуары для ультразвуковой стоматологической системы



Вид насадок.



Наконечник ультразвукової системи для стоматологічних процедур



Принципова електрична схема генератора ультразвукової стоматологічної системи.

ВИСНОВОК

В ході виконання магістерської роботи для досягнення мети було виконано

1. Аналіз стану хірургічного лікування в стоматології;
2. Проведено патентний пошук за темою дисертації та постановка задач дисертаційних досліджень.
3. Наведено області застосування ультразвуку в стоматологічній практиці.
4. Надано функціональну схему ультразвукової хірургічної системи.
5. Приведено електричну принципову схему системи.
6. Виконано розрахунок конструктивних параметрів засобів стоматологічної ультразвукової хірургічної системи.
7. Виконано дослідження ефективності застосування ультразвукової системи при виконанні лікувальних процедур.
8. Надано режими та алгоритми роботи ультразвукової хірургічної системи.
9. Надано рекомендації з застосування хірургічної системи в стоматологічній практиці.
10. Розроблено стартап-проект реалізації ультразвукової хірургічної системи в стоматології.

Практична апробація. Основні положення та результати роботи доповідалися та обговорювалися на:

1. XII Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування», з публікацією статті в матеріалах конференції за темою дисертаційної роботи.
2. XIV Науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні» з публікацією статті в матеріалах конференції за темою дисертаційної роботи.

Кінець

19

Дякую за увагу.