

Терапевтичні ультразвукові апарати

Основні положення. Механічні коливання з частотою більше 20 кГц називають ультразвуком.

Для отримання ультразвуку частотою близько 800 - • 3000 кГц, що використовується в медицині, використовують п'єзоелектричні перетворювачі, в основі роботи яких лежить здатність пластинок з кристалів кварцу, турмаліну, п'єзокераміки та інших матеріалів змінювати свої параметри під дією електричного струму. Тобто в приладах використовують зворотній п'єзоелектричний ефект. Такі перетворювачі знайшли застосування в апаратах для ультразвукової діагностики і терапії.

У перспективі для отримання ультразвуку будуть застосовуватися широкосмугові випромінювачі. Перевагою таких випромінювачів є створення більш однорідного поля ультразвуку, оскільки при використанні вузькосмугових випромінювачів ультразвукове поле неоднорідне. Це значний недолік при застосуванні в медицині, оскільки в деяких місцях тканини інтенсивність ультразвуку може перевищити допустимі норми, ніж може спричинити за собою небажані наслідки.

Принцип отримання ультразвуку.

Якщо до торцевих поверхонь пластинки з п'єзокристалу докласти змінну електричну напругу, то товщина її буде по черзі збільшуватися і зменшуватися відповідно до частоти змінного струму. При цьому при зменшенні товщини пластини в прилеглих шарах навколишнього середовища буде виникати розрідження, а при збільшенні – згущення частинок середовища. В результаті періодичної зміни товщини пластинки в середовищі виникає ультразвукова хвиля, що розповсюджується в напрямку, перпендикулярному поверхні пластинки. Є 2 способи отримання ультразвуку.

1. Магніострикційний (отримують ультразвук до 200кГц). Магніострикція - це зміна форми та об'єму феромагнетика (залізо, його сплави з нікелем) при поміщенні його в змінне магнітне поле. Змінне магнітне поле - це поле, вектор магнітної індукції якого змінюється в часі за гармонійним законом, тобто зміна зазначеного параметра характеризується певною частотою. Це поле діє як змушуюча сила, яка змушує стрижень із заліза стискуватися і розтягуватися в залежності від зміни величини магнітної індукції в часі. Частота стиснень і розтягувань буде визначатися частотою змінного магнітного поля. При цьому в повітрі у кінців стрижня виникають деформації стиснення які розповсюджуються у вигляді УЗ - хвиль.

Збільшення амплітуди УЗ-хвиль домагаються шляхом підбору такої частоти змінного магнітного поля, при якій спостерігається резонанс між власними і вимушеними коливаннями стрижня.

2. Зворотний п'єзоелектричний ефект (отримують ультразвук більше 200кГц). П'єзоелектрики – речовини кристалічної будови, що мають п'єзоелектричну вісь, тобто напрям, в якому вони легко деформуються (кварц, сегнетова сіль, титанат барію і ін) Коли такі речовини поміщають в змінне електричне поле (по гармонійному закону коливається напруженість електричного поля), п'єзоелектрики починають стискуватися і розтягуватися вздовж п'єзоелектричної осі з частотою змінного електричного поля. При цьому навколо кристала виникають механічні обурення - деформації стиснення і розрядження, які розповсюджуються у вигляді УЗ-хвиль. У досягненні потрібної амплітуди грають роль резонансні явища.

Ефект названий зворотним, оскільки історично раніше був відкритий прямий п'єзоелектричний ефект – явище виникнення змінного електричного поля при деформації п'єзоелектриків.

Наявність прямого та зворотного п'єзоелектричного ефекту дуже важливо для роботи УЗ-діагностичних приладів. Для того щоб направити УЗ-хвилю на тіло пацієнта, необхідно отримати її, що роблять з допомогою зворотного п'єзоелектричного ефекту. Для того щоб зареєструвати і візуалізувати відображену УЗ-хвилю, треба її перетворити на електричне поле, чого досягають за допомогою прямого п'єзоелектричного ефекту.

Характеристики ультразвукових коливань

Розглянемо ультразвукові коливання, як хвилі, які являють собою періодичне чередування зон стиснення і розрідження частинок пружного середовища, які несуть енергію, які змінюються в часі, що і зображено на (рис.1.1).

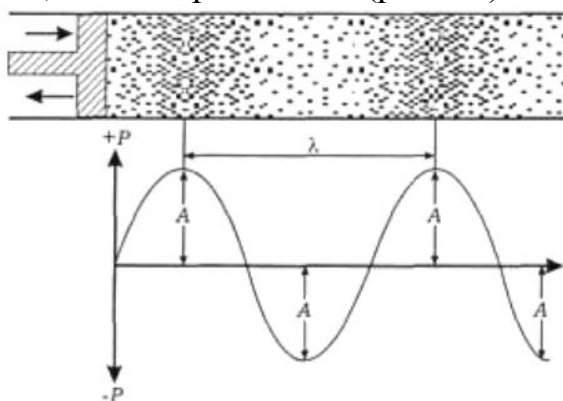


Рис. 1.1 Ультразвукова хвиля

Основні характеристики ультразвуку: частота ν , циклічна частота ω та, період T ($T=1/\nu$), швидкість v (с), довжина хвилі λ ($\lambda = v/\nu$), амплітуда A , інтенсивність I . Для плоскої хвилі інтенсивність ультразвуку

$$I = 2\pi^2 \rho c \nu^2 A^2 = P^2 / (2\rho c),$$

$$P_{max} = 2\pi^2 \rho \nu A$$

де ρ — густина середовища, P - акустичний тиск

Швидкість розповсюдження хвилі – швидкість звуку c пов'язана з довжиною хвилі, періодом коливання T і частотою f наступним співвідношенням:

$$\lambda = cT = c / f$$

Швидкість звуку c залежить від властивостей середовища. Для газів вона визначається формулою

$$c = \sqrt{\nu p / \rho} = \sqrt{\nu RT / M},$$

де ν – показник адиабати; ρ – густина середовища; p – тиск; R – універсальна газова стала; T – абсолютна температура; M – молекулярна маса.

Для рідини (мається на увазі вода та водні розчини при невеликих концентраціях, тисках і температурах):

$$c = \sqrt{1 / (\rho \beta_{ad})},$$

де β_{ad} – адиабатичне стиснення.

Для органічних рідин з урахуванням факторів, що характеризують взаємодію молекул,

$$c = \sqrt{\frac{\nu RT}{M - b\beta_{ad}} \left(\frac{\frac{1}{3}M}{M - \rho\beta_{ad}} - 2 \right)}$$

Розповсюдження ультразвукових хвиль пов'язано з переносом енергії. Густина енергії звукової хвилі, яка припадає на одиницю об'єму середовища, може бути виражена як

$$E_e = \rho v^2 / 2 = 2\pi^2 \rho f^2 A^2.$$

Енергію ультразвукових хвиль, що проходять крізь одиницю площі за одиницю часу, прийнято характеризувати інтенсивністю ультразвукових коливань. Коли хвиля падає перпендикулярно поверхні і хвиля плоска, то інтенсивність ультразвуку

$$I = 2\pi^2 \rho c f^2 A^2 = p^2 / (2\rho c).$$

Швидкість поширення ультразвуку в м'яких біологічних тканинах змінюється в межах від 1450 до 1650 м / с, в залежності від природи і концентрації речовин в одиниці об'єму тканини. Швидкість ультразвуку в кістковій тканині приблизно 3500 м/с, в повітрі - 330 м/с, воді - 1500 м/с.

При розповсюдженні УЗ відбуваються втрати енергії на нагрів частинок середовища. Інтенсивність УЗ зменшується за експонентним законом. Інтенсивність ультразвуку зменшується із збільшенням відстані від джерела випромінювання. У медицині прийнято виділяти три діапазону інтенсивності: 0,05 - 0,6 Вт/см² низький рівень; 0,6 - 1,2 Вт/см² – середній рівень; понад 1,2 Вт/см² – високий рівень.

Поглинання енергії збільшується з частотою коливань, відповідно зменшується глибина проникнення. На частоті 880 кГц глибина проникнення ультразвукової енергії в м'язової тканини приблизно дорівнює 50мм, в жировій - приблизно 100мм, у кістки – 3 мм. Малі втрати енергії в шарах жирової тканини і, отже, незначний їх нагрівання при достатньому проникненні енергії в м'язи забезпечують добрі умови для терапевтичного застосування. Одним з параметрів ультразвуку є коефіцієнт поглинання. Він залежить від властивостей середовища, у якій поширюється ультразвукова хвиля і зовнішніх умов (температури, тиску, частоти ультразвуку). Із збільшенням частоти ультразвукових коливань ультразвук сильніше поглинається. У наслідок цього для впливу на внутрішні органи і тканини в фізіотерапії використовують ультразвук 800 - 900кГц, на зовнішні частоту ультразвуку підвищують до 2,5 - 3 МГц .

З частотою ультразвукових коливань пов'язана довжина ультразвукової хвилі. Довжина ультразвукових хвиль, що застосовується у фізіотерапії не перевищує 16 мм. Завдяки малій довжині хвилі ультразвук може випромінюватися у вигляді спрямованого променя або фокусуватися з допомогою спеціальних лінз. Практичне застосування сфокусованого ультразвуку визначається в основному двома особливостями: можливістю локалізації впливу і концентрацією енергії на невеликі за площею ділянки тканини.

Граничною інтенсивністю біологічної дії ультразвуку є така інтенсивність, нижче якої не виникає зміна проникності клітинних мембран, а отже, не запускаються регуляційні і репаративні процеси в клітинах, спрямовані на ліквідацію наслідків, викликаних цими змінами. Цей поріг становить 0,01 Вт/см². [5]

УЗ хвилі в однорідному середовищі розповсюджуються майже прямолінійно, легко фокусуються, відбиваються від межі розподілу середовищ, їм властива дифракція та інтерференція. Відбиття, переломлення, поглинання УЗ визначається акусти-

чним опором середовища, частотою коливань та кутом падіння. Так як УЗ активно поглинається повітрям та відбивається від межі повітря-тканина, то впливати приходить через спеціальні контактні середовища. Зі збільшенням частоти УЗК збільшується їх поглинання середовищем та зменшується глибина проникнення. Кількість поглинання залежить і від типу тканин (провідність) найбільше поглинають кістки, найменше м'язові та жирові тканини.

Глибина проникнення – відстань, при проходженні якої інтенсивність УЗК хвилі зменшується в 2e раз (7,3). В середньому вона складає 4-5 см, мах. – 5-6 см для апаратів з частотою 880 кГц, а для апаратів з частотою 2640 кГц – до 1-2 см. Ультразвук високої частоти та інтенсивністю 0,05-1 Вт/см² використовується для лікування паталогічних процесів, що знаходяться на глибині до 3 см. Щоб збільшити глибину проникнення УЗ в тканини хворого використовують УЗ низької частоти 22 та 44 Гц. Максимально енергія поглинається на межі розподілу різних тканин. При паталогічних процесах поглинання УЗ змінюється.

Терапевтична дія УЗ залежить від частоти УЗ коливань, часу впливу та стану організму.

В механізмі дії УЗ основне значення мають: тепловий, механічний та фізико-хімічний фактори.

Тепловий фактор пов'язаний з процесами теплоутворення при поглинанні УЗ в тканинах людини. Величина поглинання залежить від типу тканини та від частоти УЗ коливань. Тепловий вплив збільшує швидкість протікання обмінних процесів, покращує крово – та лімфоциркуляцію, збільшує еластичність тканин. При прогріванні м'язових тканин кровотік збільшується в 2-3 рази (пов'язано з розширенням судин). Це збільшує надходження кисню в тканини.

Механічний фактор виникає за рахунок змінного акустичного тиску на проявляється як „мікромасаж” на клітинному рівні. При цьому відбувається збільшення проникності мембран клітин, за рахунок чого полегшується процес транспорту речовин через мембрану, а також підсилення проникності речовин в клітину та орган.

Фізико-хімічний фактор пов'язаний з тим, що знакоміні пружні коливання викликають в тканинах механічний резонанс, в результаті прискорюється рух та коливання молекул, активізуються фізико-хімічні та біохімічні процеси в тканинах.

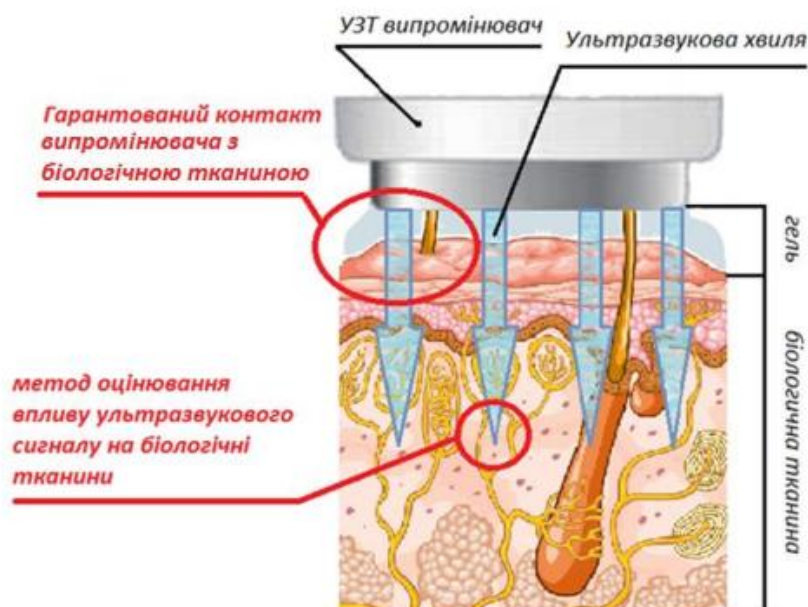


Рис.1.2. Схема впливу ультразвуку на біологічні тканини

Лікувальний вплив

У лікувальних цілях ультразвук почали застосовувати в кінці двадцятих років нашого століття. У вітчизняну медичну практику ультразвукову терапію ввів В.І. Онохрієнко (1934).

Існує кілька методик впливу ультразвуком. Розрізняють прямий або безпосередній і непрямий або підводний вплив. У першому випадку відбувається безпосередній контакт вібратора зі шкірою, у другому - посередники між вібратором і шкірою є вода. Кожна з цих методик може бути рухомого (лабільною) і нерухомою (стабільною). Вплив ультразвуку буває прямим або непрямим. У першому випадку він впливає безпосередньо на даний орган або тканину, у другому - на пошкоджений орган через відповідні рефлекторні зони.

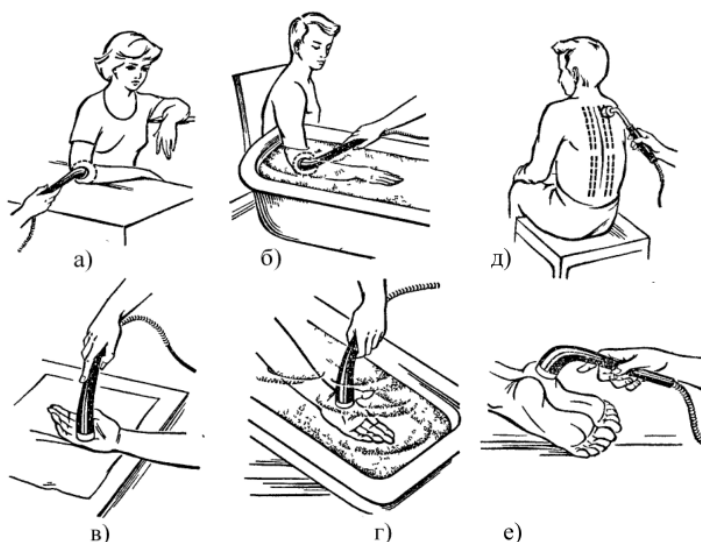


Рис. 1.3 Різні методики впливу УЗК

При рухомій методиці інтенсивність $0,5 - 1,5 \text{ Вт / см}^2$, при нерухомій - $0,05 - 0,3 \text{ Вт / см}^2$.

Широке поширення набуло застосування ультразвуку в поєднанні з деякими лікарськими засобами у вигляді емульсії, яка одночасно є контактним середовищем. Цей метод отримав назву ультрафонофореза.

Ультразвук в фізіотерапії використовується головним чином при лікуванні пошкоджених м'язів і тканин, для прискорення заживання ран, для розсмоктування набряків, для розм'якшення рубців, при патології кісток та порушеннях кровообігу. Також пацієнти констатують зменшення болю при тепловому впливі на пошкоджені ділянки. Отримані добрі результати при лікуванні хворих радикулітом, травматичними ураженнями нервів, невритах та інших захворюваннях нервової системи, захворюваннями жіночих статевих органів, гайморитах, ринітах, хронічних тонзилітах. Під дією УЗ нормалізується діяльність серцево-судинної системи, зовнішнього дихання та інше.

УЗ прилади працюють в неперервному або імпульсному режимах (4, 8, 12 мс). Імпульсні режими головним чином використовують при нетеплових ефектах. Більшість апаратів мають можливість працювати в 1 або 2 імпульсних режимах. Найчастіше використовуються режими (сигнал : пауза) 2:2, 2:8 мс. Всі прилади мають таймер для встановлення тривалості процедури, світлову індикацію потужності (від $0,05$ до $1,5 \text{ Вт}$). При перевірці апарату обов'язкове використання фланелевих рукавиць для захисту рук від вібрацій.

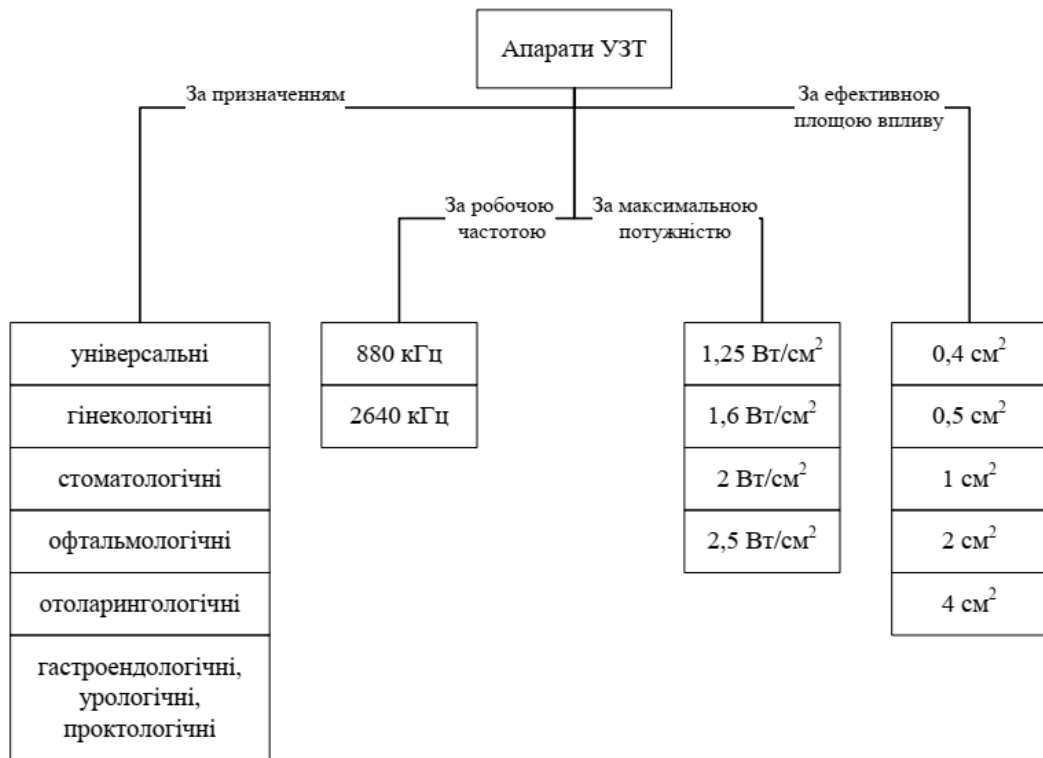


Рис. 1.4 Узагальнена класифікація приладів УЗТ

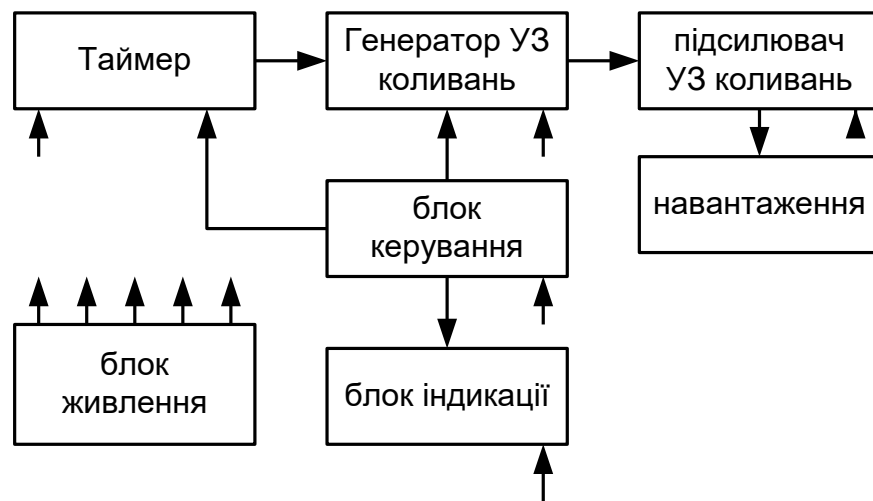


Рис. 1.5. Узагальнена структурна схема УЗ апарату.

Генератор забезпечує генерування в 4 частотах. Вихідний струм генератора малий, то потрібен підсилювач. Індикатор показує інтенсивність випромінювання, робочу частоту, час процедури. В блоці керування проводиться вибір режиму роботи, інтенсивності, та часу. Крім цього апарати мають комплект УЗ вібраторів призначений для формування УЗ хвиль в заданому діапазоні довжин хвиль та комплект насадок призначених для підведення УЗК до ділянки впливу.

Незважаючи на різноманіття УЗ перетворювачів, в більшість з них входять одні й ті ж компоненти. Головка, схематично показана в розрізі на рис. 3.4, складається з циліндричного металевого корпусу 4, на основі 1 якого розміщено п'єзоелектричний перетворювач - пластина 6. Пластина тримається за допомогою тримача 3 і пружини 7. Під власником завжди є тонкий прошарок повітря, тому в бік ручки ультразвуку не випромінює.

Амплітуда коливань пластини, а, отже, інтенсивність ультразвукової хвилі, що розповсюджується від передньої поверхні перетворювача, будуть максимальні при

збігу власної резонансної частоти пластинки з частотою генератора. Ця умова виконується, якщо товщина пластинки дорівнює непарному числу півхвиль (при частоті 880 кГц товщина кварцової пластинки, що дорівнює одній напівхвилі, становить близько 3,26 мм).

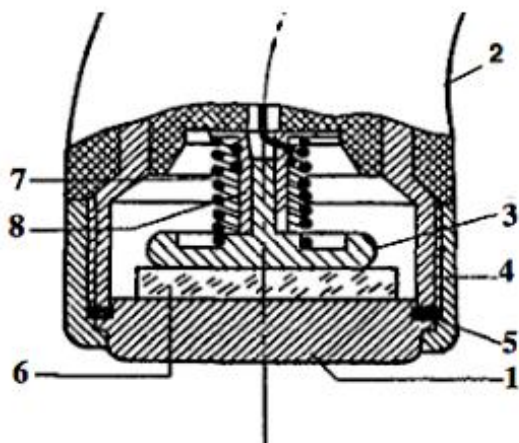


Рис.3.4. Схема випромінювача для ультразвукової терапії:
1 - основа; 2 - ручка; 3 - тримач; 4 - металевий корпус; 5 - накидна гайка; 6 - п'єзопластина; 7 - пружина; 8 - втулка.

Основа 1 кріпиться до корпусу головки за допомогою накидної гайки 5. Для того, щоб ультразвукова хвиля проходила через основу (резонатор) без ослаблення, товщина його повинна складати ціле число півхвиль (зазвичай, одну чи дві).

Корпус головки укріплений в ручці 2, за допомогою якої її тримають під час процедури. Усередині ручки проходить провід живлення від генератора. Провід через втулку 8 з'єднаний з тримачем 3, який має електричний контакт з перетворювачем. Другим електродом служить корпус голівки, до якого приєднується кабель живлення.

На сьогоднішній день в ультразвукових терапевтичних апаратах широке застосування отримали п'єзоперетворювачі з кераміки титанату барію. Кераміка титаната барію представляє собою спечені при високій температурі дрібні кристали, що мають полікристалічну структуру. Перевагою її в порівнянні з кварцом є дешевизна і менша величина напруги, необхідна для збудження ультразвукових коливань (напруга на кварцовою платівці при частоті 880 кГц і інтенсивності 2 Вт/см² перевищує 1500 В, напруга ж на платівці з кераміки титанату барію при тій же інтенсивності не більше 100 В). Це дозволяє спростити конструкцію і схему апарату, зокрема, застосувати для живлення головки гнучкий низьковольтний кабель.

Випромінювачі позначаються шифром: ИУТ-0,88-1-3, ИУТ-0,88-4-4 і т.д., який розшифровується як «излучатель ультразвуковой терапевтический». Цифри шифру вказують частоту ультразвукових коливань в МГц, площа головки випромінювача, номер клавіші на апараті для його включення. Мінімальний розмір і конструктивні особливості випромінювачів дозволяють використовувати їх не тільки для зовнішнього, але і для порожнинних впливів (урологія, гінекологія, стоматологія, офтальмологія і ін.).

Майже у всіх терапевтичних УЗ апаратах формування УЗ хвилі основане на принципі п'єзоелектричного ефекту, який полягає в тому, що деякі кристали змінюють свою форму під дією змінного синусоїдального струму – стискають свою форму на протязі одного півперіоду та повертають в другий. (зворотній п'єзоелектричний ефект).

Промисловість випускає вітчизняну УЗ апаратуру яка працює на 3 частотах: низькі – 22, 44 Гц, середні – 880 Гц, високі – 2640 Гц.

Апаратурні засоби „Барвінок”

Основні модифікації апарату:

«БАРВІНОК-Г», (гінекологічний), «БАРВІНОК-У» (урологічний), «БАРВІНОК-Ф» (фізіотерапевтичний), «БАРВІНОК-М» (універсальний), «БАРВІНОК-К» (косметологічний) и «БАРВІНОК-МУЗ» (магнітоультразвуковий). Модифікації відрізняються варіантами насадок .

Технічні характеристики апарата «БАРВІНОК»

Частота ультразвукових коливань 22 или 44 кГц

Амплітуда ультразвукових коливань 2 или 5 мкм

Режим роботи імпульсний

Періодичність слідування імпульсів . 2 с — випромінення, 5 с - пауза

Кількість ультразвукових вібраторів 1 или 2

Кількість змінних насадок 2~7

Час процедури от 10 с до 99 мин

До другої і третьої групи ультразвукових терапевтичних апаратів, що працюють на частоті 880 кГц і 2640 кГц, відносяться апарати серії "МІТ ~ 1" і ЛОР різних модифікацій.



Апарат для комбінованої рефлексотерапії «МІТ-1» (рис. 7)

Призначений для лікування пацієнтів з використанням різних методів впливу, а саме: високочастотним і низькочастотним ультразвуком; імпульсним магнітним полем, лазерами з різною довжиною хвилі і тепловим потоком як самостійно, так і в різних комбінаціях. Апарат дозволяє проводити дію на біологічно активні точки і рефлексогенні зони людини.

Технічні характеристики

Частота ультразвукових коливань 2640 кГц

Інтенсивність ультразвукових коливань 0,2-1 Вт/см²

Режим роботи імпульсний

Частота УЗ імпульсів..... 0,5-10 Гц

Тривалість ультразвукових імпульсів..... 50 мс

Максимальна індукція магнітного поля 30 мТл

Тривалість імпульсу магнітного поля от 10 мс

Частота імпульсів.....0,5-10 Гц.



Ультразвуковий терапевтичний портативний апарат «УТП-3»

Призначений для використання в дерматологічній практиці. Апарат дозволяє проводити ефективне лікування поверхневих шарів тканини без пошкодження внутрішніх, завдяки застосуванню ультразвуку частотою 2950 кГц.

Апарат «УТП-3» є генератором високої частоти, що містить кварцовий п'єзоелектричний перетворювач, який перетворює електричні коливання високої частоти в ультразвукові.

Технічна характеристика.

Апарат живиться від мережі змінного струму напругою 127/220 В

Потужність, споживана апаратом, 165 ВА.

Максимальна потужність ультразвуку при випромінюванні в воду $12 \pm 1,2$ Вт.

Активна площа ультразвукового випромінювача 4 см^2 .

Апарат працює як в безперервному, так і в імпульсному режимі при тривалості імпульсів 10 мс.

Ультразвуковий стаціонарний апарат «УТС-1»

Призначений для лікування ультразвуком різних захворювань: радикуліту, невралгії, фурункульозу і ін. Лікування за допомогою цього апарату є поки єдиним ефективним засобом лікування виразкової хвороби шлунку.

Технічні характеристики

Апарат живиться від мережі змінного струму напругою 127/220 В.

Потужність, споживана апаратом з мережі, 280 ВА.

Максимальна потужність ультразвуку при випромінюванні в воду 20 Вт.

Активна площа ультразвукового випромінювача 10 см^2 .

Частота ультразвукових коливань 880 кГц.

Апарат працює як в безперервному, так і в імпульсному режимі при трьох тривалості імпульсів 10, 4 і 2 мс.

Частота проходження імпульсів 50 Гц.

Переносний «Ультразвук Т-5»

Призначений для лікування в умовах лікувальних установ і вдома.

Технічні характеристики

Робоча частота генератора апарату $880 \text{ кГц} \pm 1\%$ -

Апарат укомплектований двома випромінювачами з площею 4 і 1 см^2 .

Максимальна потужність ультразвуку при випромінюванні в воді; при роботі з випромінювачем ультразвуку з активною площею 4 см^2 і інтенсивності 2 Вт/см^2 - 8 Вт ; при роботі з випромінювачем ультразвуку з активною площею 1 см^2 і інтенсивністю 1 Вт/см^2 - 1 Вт (кнопки інтенсивності $1,5$ і 2 Вт/см^2 не використовуються).

Регулювання віддається апаратом потужності ступінчаста (10 ступенів).

Апарат може працювати як в безперервному режимі, так і в імпульсному, при тривалості імпульсів 10 і 4 мс.

Частота повторення імпульсів - 50 імп/сек. Форма імпульсів близька до прямокутної.

Потужність, споживана апаратом від мережі, не більше 130 ВА.

Габаритні розміри 334x325x155 мм.

Вага не більше 8 кг.

Апарат «Ультразвук Т-5» являє собою генератор високої частоти, що живить п'єзоелектричний перетворювач, що випромінює ультразвукові коливання. Він складається з генератора високої частоти, генератора модулюють імпульсів, стабілізатора потужності ультразвукових коливань, елементів управління та живлення.



УЗТ-1

Призначений для лікування акушерсько-гінекологічних захворювань, використовується в стоматології, дерматології.

Апарат має електронний блок на два змінних випромінювачі.

Електронний блок апарату призначений для отримання напруги збудження УЗВ в неперервному та імпульсному режимах роботи. В неперервному режимі напруга представляє собою гармонійні коливання з частотою 0,88 МГц, в імпульсному – послідовність ВЧ імпульсів з такою частотою та тривалістю 2, 4, та 20 мс і періодом слідування 20 мс.

Колівання УЗ частоти генеруються в автогенераторі 1 та через модулятор 2 подаються на вхід буферного каскаду 3, призначеного для послаблення впливу наступних каскадів на параметри генеруемого сигналу. В імпульсному режимі модуляція відбувається шляхом подачі на вхід модулятора 2 імпульсів додатної полярності з виходу імпульсного генератора 7. В неперервному режимі на вхід модулятора подається постійна напруга, що відповідає логічній одиниці. В коло буферного каскаду 3 ввімкнено регулятор інтенсивності, з виходу якого сигнал подається на вхід підсилювача 4, де підсилюється до рівня необхідного для нормальної роботи вихідного підсилювача 5, який призначений для підсилення потужності сигналу до потрібного значення, щоб отримати задану інтенсивність УЗ випромінювання.

Узгодження вихідного підсилювача з випромінювачем та фільтрація використовується за допомогою фільтрів.

Автогенератор призначений для отримання коливань частотою 0,88 МГц. частота генератора стабілізована кварцом.

Модулятор призначений для виконання імпульсної модуляції УЗ коливань.

Модулюючи імпульси генеруються в імпульсному генераторі. Модулюючи імпульси тривалістю 2, 4 см генеруються в очікую чому мультівібраторі, а тривалі-

стю 10 мс формуються з синусоїдальної напруги живлення за допомогою обстригача.

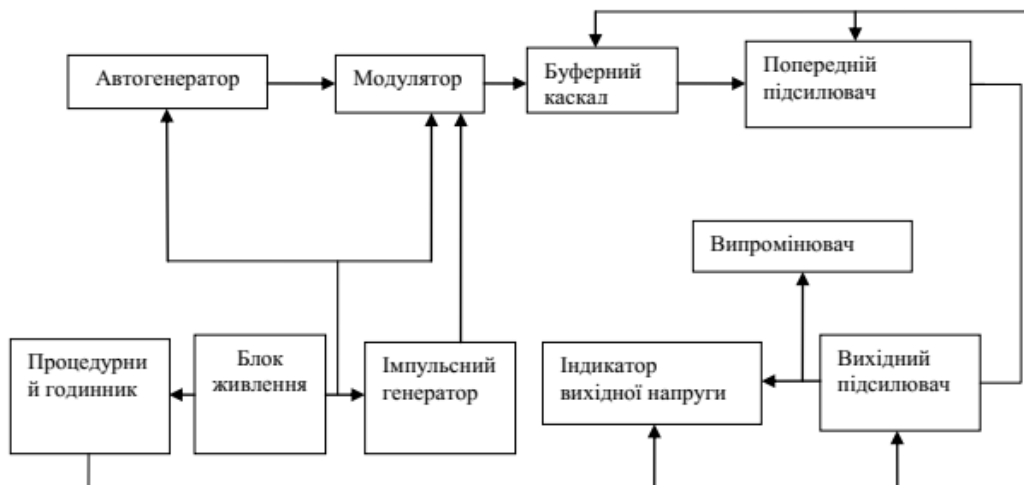


Рис. 1.7 Схема апарату УЗТ 1.01 Ф

технічні характеристики

Коливання частотою 0,88 МГц,

ефективна площа випромінювачів – 1,2 см².

Працює в неперервному та імпульсному режимах працює 220 В, 50 Гц.

потужність споживання - 50 Вт.



Модифікації апарату УЗТ:

1-но частотний УЗТ-1.01Ф - генерація УЗ-коливань тільки на одній частоті - 0,88 МГц - аналог УЗТ-1.07Ф - який знятий виробництва

1-но частотний УЗТ-3.01Ф - генерація УЗ-коливань теж тільки на одній частоті - 2,64 МГц

2-х частотний УЗТ-1.3.01Ф - генерація УЗ-коливань на обох частотах 0,88 і 2,64 МГц

Узагальнені технічні характеристики апаратів УЗТ «Мед ТеКо»

Частота УЗ-коливань* (МГц) 0,88±0,009 та/або 2,64±0,03

Режим роботи генератора УЗ-коливань безперервний і імпульсний

Частота проходження імпульсів (Гц) 50

Номінальна тривалість імпульсів модуляції (мс) 2, 4 і 10±%

Встановлюються значення таймера (хв) 2, 4, 6, 8, 10 і 12±5%

Час встановлення робочого режиму не більше (хв) 1

Напруга живлення (В) 220

Частота живлення (Гц) 50

Споживана потужність не більше (В·А) 50

Маса не більше (кг) 3

Габаритні розміри без урахування з'єднувальних кабелів (мм) 100x260x215

Термін служби не менше (років) 5

*частота ультразвукових коливань залежить від модифікації (виконання) апарату УЗТ



Основне призначення УЗТ апаратів

Фізіотерапевтичні апарати ультразвукової терапії призначені для генерування ультразвукових механічних коливань (УЗ-коливань) і впливу ними на локальні ділянки тіла з лікувальною і профілактичною метою.

Ультразвукові апарати УЗТ забезпечують такі лікувальні ефекти: протизапальний, катаболічний, спазмолітичний, дефіброзуючий, бактерицидний.

Показання до застосування

Показання до застосування апаратів ультразвукової терапії: запальні та дегенеративно-дистрофічні захворювання суглобів з вираженим больовим синдромом (артрит, артроз, ревматоїдний артрит, періартрит, епикондиліт); наслідки травм і пошкоджень кістково-м'язової системи; запальні захворювання периферичних нервів (неврит і невралгія, радикуліт); захворювання внутрішніх органів (хронічний бронхіт, плеврит, дискінезія жовчовивідних шляхів); хвороби сечостатевої системи (аднексит, ерозії шийки матки, простатит); захворювання ЛОР-органів, очей, порожнини рота, склеродермія, трофічні виразки.

Протипоказання

Протипоказання при використанні апаратів УЗТ: злоякісні новоутворення, туберкульоз легень в активній фазі, ішемічна хвороба серця, стенокардія напруги ІІІ ФК, гіпотонія, вегетосудинні дисфункції, вагітність ранніх строків (при впливі на нижню третину живота), тромбофлебіт.

УЗ-хвилі малої і середньої інтенсивності (відповідно 1,5 Вт на кв. см. та 3 Вт на кв. см) викликають в живих організмах позитивні ефекти, стимулюють перебіг нормальних фізіологічних процесів. Це основа використання УЗ у фізіотерапії. УЗ поліпшує проникність клітинних мембран, активізує всі види транспорту через мембрану, впливає на швидкість протікання біохімічних реакцій.

Збільшення інтенсивності УЗ-хвилі призводить до руйнуючої його дії на клітини. Це використовується для стерилізації медичних приміщень шляхом знищення ультразвуком вірусів і клітин бактерій і грибків. УЗ високої інтенсивності широко використовується у хірургії. Деякі операції проводяться за допомогою ультразвукового скальпеля. Вони безболісні, супроводжуються малими кровотечами, рани швидко загоюються, у тому числі внаслідок стерилізації рани УЗ.

Ще одним варіантом терапевтичного впливу ультразвукових коливань є **ультрафонофорез** – поєднаний метод, при якому на тканини діють ультразвуком і вводять з його допомогою лікувальні речовини (як медикаменти, так і природного походження). Проведення речовин під дією ультразвуку зумовлено підвищенням проникності епідермісу та шкірних залоз, клітинних мембран і стінок судин для речо-

вин невеликої молекулярної маси, особливо іонів мінералів бішофіту. Зручність ультрафонофорезу медикаментів та природних речовин:

- лікувальна речовина при введенні ультразвуком не руйнується;
- синергізм дії ультразвуку та лікувальної речовини.

Інші сфери застосування ультразвуку

Існує дві основні області використання ультразвуку в хірургії:

Інструментальна хірургія. Накладення ультразвуку на операційні інструменти (пилки, леза та ін).

Локальні руйнування. Фокусований ультразвук здатний проникати глибоко в тканини, знищуючи різні утворення.

Інструментальна хірургія

Принцип дії ультразвукових інструментів

Робоча частина ультразвукового хірургічного ножа має традиційну форму леза скальпеля, з'єданого хвилеводом з магнітострикційним або п'єзокерамічним перетворювачем. Робоча частина може мати і іншу форму відповідно до вимог виконуваної операції. Амплітуда коливань ріжучої кромки в залежності від поставленого завдання може бути змінена від 1 до 350 мкм, а частота вибирається в діапазоні від 20 до 100 кГц. Як відомо, тертя спокою більше, ніж тертя ковзання, тому тертя між двома поверхнями зменшується, якщо одна з них здійснює коливальні рухи. Саме тому робота з ультразвуковими інструментами вимагає від хірурга менших зусиль.

Характер руйнування тканин під дією ультразвукового хірургічного інструменту залежить від будови його робочої частини, амплітуди і напрямки коливань. Залежить він і від вязкопружних властивостей і однорідності тканини.

При розтині м'яких тканин ультразвуковим ножом, лезо якого здійснює поздовжні ультразвукові коливання, взаємодіє з тканиною лише кромка леза, забезпечуючи процес мікрорізання, істотно підсилює ріжучі властивості інструменту. Крім того, у кромки леза коливається інструменту виділяється теплота, локально підвищує температуру тканини і обумовлює гемостатичний ефект в результаті термокоагуляція крові.

Так, застосування ультразвукового скальпеля, амплітуда коливань кромки якого лежить в інтервалі 15 ... 20 мкм при частоті 44 кГц, в 6-8 разів зменшує кровотечу під час дрібних і середніх судин, в 4-6 разів знижує зусилля різання, а також істотно полегшує строго пошаровий розподіл шкіри, підшкірної жирової клітковини і хряща. Очевидно, що якщо на інструмент накладені лише поздовжні коливання, то його вплив на стінки каналу мінімальний.

Для руйнування деяких патологічних утворень використовують спеціальні хвилеводи - дезінтегратори, робочий кінець яких крім поздовжніх робить і поперечні коливання. Такі інструменти мають істотний вплив на навколишні тканини і в міру введення інструменту руйнують їх.

Ультразвукові інструменти мають явні переваги перед електро- або кріохірургічними, так як не прилипають до тканини і поверхні ранового каналу і не утворюють додаткових травм. Ультразвуковий скальпель не поступається в ряді випадків і лазерному хірургічному інструменту, так як, відчуваючи опір тканини при операції, хірург краще контролює процес її розсічення.

Залежно від поставленого завдання ультразвукові інструменти можуть мати самі різні розміри і форму.

Слід зазначити, що при використанні ультразвукового хірургічного інструменту поряд з гемостатическим ефектом спостерігаються також аналгетичний і бактерицидний і / або бактеріостатичний ефекти.

Ультразвукові коливання викликають інтенсивні мікротечення рідини поблизу інструменту, очищають його поверхню. Крім того, збільшуючи проникність мембран клітин хвороботворних бактерій по відношенню до дезінфікуючій речовини, ультразвук підвищує ефективність його дії, що дозволяє в 10-100 разів знизити концентрацію цієї речовини в розчині.

Ультразвукові інструменти відрізняються за своїм призначенням, амплітуді коливань хвиль і іншим характеристикам. Основними вважаються:

Скальпель (хірургічний ніж). Він допомагає розшаровувати м'які тканини, відокремлюючи патологічні утворення і структури від нормальних. Як правило, це інструмент застосовується при:

Пластичних операціях

Видалення різноманітних пухлин

Висічення рубців

Розтині вогнищ запалення

Це дуже ефективний інструмент, що дозволяє здійснювати вищезазначені дії з мінімальним стресом для пацієнта і з застосування мінімальних зусиль з боку лікаря.

Пила. Цей інструмент має ріжучу кромку, на якій розташовуються зуби (крок - 1 мм). Пила використовується для:

Розсічення кісток, особливо розташованих у важкодоступних для хірурга місцях, поряд з кровоносними судинами та нервами

Трепанації черепа

Ламінектомії

Розсічення кісток, ребер, грудини, ключиць, стоп, кистей, лицевого відділу черепа

Ультразвукова пила не пошкоджує решту частини тканин, не нагріває, не припікає і не розминає їх. Після використання цього інструменту перебудова кісткових трансплантатів і утворення кісткової мозолі здійснюються в рази швидше, ніж після використання звичайних приладів. Використання ультразвукових пил забезпечує дуже високу точність моделювання трансплантатів.

Ультразвуковий апарат для "зварювання" кісток. Цей апарат дозволяє:

Дуже швидко і точно з'єднувати строми фрагментів

Здійснювати процеси "зварювання" колагенових волокон різних фрагментів

В дуже короткі терміни полімеризувати мономери

Здійснювати практично миттєвий дифузію мономерів

Апарат, з накладеним на нього ультразвуку, дозволяє хірургам здійснювати всі вищеперелічені процеси у багато разів швидше, що скорочує витрати на операції, мінімізує працю медиків, зменшує терміни одужання пацієнтів.

Крім цих трьох інструментів існують цілі хірургічні комплекси. Вони дозволяють впливати тільки на тверді тканини, залишаючи м'які недоторканими і, відповідно, не завдаючи їм ніяких пошкоджень.

Також за допомогою апаратів, з накладеним на них ультразвуком, можна "склеювати" судини, видаляти тромби, видаляти катаракту очі і виробляти інші оперативні дії.

Виклик локальних руйнувань

Відкриття цього способу застосування ультразвуку в хірургії дозволило проводити деякі операції без жодного порушення цілісності живих тканин. Хвилі фокусується в одному місці (наприклад, на пухлини), поступово знищуючи патологічне утворення. Процес видалення виводиться на зображення томографа, що дозволяє лікарю повністю стежити за операцією.

Такі операції повністю виключають пошкодження живих тканин, утворення кісткових сколів/уламків, знищення кровоносних судин і пошкодження нервів. Ультразвук дозволяє значно знижувати травматичність хірургічних процедур. При цьому час, витрачений на операцію і відновлення, скорочується.

Літотрипсія - методика руйнування каменів в нирках і жовчному міхурі за допомогою спрямованої дії УЗ хвиль великої інтенсивності.

Також ультразвук отримав широке застосування в стоматології (зняття зубного каменю), офтальмології та косметології.

На наступній парі розглянемо застосування ультразвуку в діагностиці.