

УДК 534-6

## КЛАССИФИКАЦИЯ ИНФРАЗВУКОВЫХ ВОЛН В МЕДИЦИНЕ

Е.И. ЛЕЩЕВИЧ, П.В. КАМЛАЧ, А.В. ЧУРАКОВ, С.И. МАДВЕЙКО

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
(г. Минск, Республика Беларусь)*

**Аннотация.** В статье рассмотрены инфразвуковые акустические колебания и их положительное влияние на состояние человеческого организма. Суть метода инфразвуковой терапии заключается в том, что издаваемый акустический импульс преобразуется в низкочастотные звуковые волны и проникает беспрепятственно в глубокие ткани, не нанося вреда здоровью.

**Ключевые слова:** акустические колебания, инфразвуковые волны, нервная система, болевые синдромы, физиотерапия, нервные болезни

## CLASSIFICATION OF INFRASOUND WAVES IN MEDICINE

E.I. LIASHCHEVICH, P.V. KAMLACH, A.V. CHURAKOV, S.I. MADVEYKO

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics (Minsk, Republic of Belarus)*

**Abstract.** The article considers infrasonic acoustic vibrations and their positive impact on the state of the human body. The essence of the method of infrasound therapy lies in the fact that the emitted acoustic impulse is converted into low-frequency sound waves and penetrates freely into deep tissues without harming health.

**Keywords:** acoustic vibrations, infrasonic waves, nervous system, pain syndromes, physiotherapy, nervous diseases.

### Введение

Из общетехнической и медицинской литературы известно воздействие инфразвука на сознание и психику человека. При корректно подобранных дозах инфразвукового облучения медицина получает ещё одно физиотерапевтическое средство для депрессирования ряда заболеваний. Инфразвук воздействует на ткани и органы независимо от их электропроводности или магнитных свойств и обладает высокой проникающей способностью [1]. Кроме того, инфразвук помимо периферийных органов воздействует на центральную нервную систему, в высокой степени активизируя защитные механизмы организма.

### Влияние инфразвука на биологическую ткань

Инфразвуковая терапия (ИЗТ) позволяет не только избавить пациента от болевого синдрома, но и во многих случаях дает возможность устранить саму причину болезни. Необходимый технический результат основан на кратковременном воздействии на поражённый участок инфразвуковой волны определённой частоты. В результате кратковременного воздействия высокоэнергетической волновой вибрации снимается: болевой синдром, отёк и спазм мышц, улучшается кровообращение в месте воздействия [2]. Происходит, разрыхление солевых отложений и фиброзных очагов. Параллельно с этим включается активный механизм обновления поражённых тканей.

Частота инфразвука не превышает 16 Гц. ИЗТ используют в сферах медицины, связанных с лечением костно-мышечной системы, ее применяют в физиотерапевтических процедурах, реабилитации спортсменов после травм, при восстановлении репродуктивной функции мужчин, а также в лечении расстройств и травм у животных. Эта методика позволяет бороться с болью и восстанавливать мобильность суставов.

**Таблица 1.** Диапазон резонансных частот отдельных органов

Зона воздействия	Диапазон частот, Гц
голова	5-16 Гц
глаза	19 Гц
вестибулярный аппарат	0.5-13 Гц
сердце	4-6 Гц
желудок	2-3 Гц
кишечник	2-4 Гц
почки	6-8 Гц
руки	2-5 Гц

При процедуре ИЗТ не повреждаются кожные и слизистые оболочки, поэтому для ее проведения не требуется анестезия. Главной действующей стороной является инфразвук, который беспрепятственно проникает через кожу, сухожилия, связки, мышечные ткани и биологические жидкости [3]: если где-то существует напряжение, инфразвук расслабляет структуру и избавляет ее от боли. Инфразвуковая волна тормозит свое движение в хрящах и костях, при этом она рождает дополнительную энергию, которая удаляет нездоровые и противоестественные разрастания в организме – к примеру, нарушения структуры костной ткани в области позвоночника.

Однако следует помнить, что при положительных результатах воздействия инфразвука, имеется ряд противопоказаний в его использовании ИЗТ [4]. В частности, ИЗТ противопоказана при острых инфекциях, нарушениях свертываемости крови, эпилепсии, хронической почечной и печеночной недостаточности, болезни эндокринной системы, беременности.

В современной медицине ИЗТ проводится с помощью аппаратов, использующих различные типы волн: радиальные волны, фокусированные волны, планарные волны.

Каждый из трех типов распределения волны имеет свои характеристики волнового фронта и профиля распределения энергии, во многом обусловленные конструкциями и видами преобразователей соответствующих аппаратов и представляющие собой волны давления или ударные волны со специфическим набором диапазонов количественных характеристик крутизны фронтов, давлений, профилей распределения энергий.

Радиальная волна – это расфокусированная волна давления, расходясь из источника широким потоком во все стороны, и чем-то напоминая воду, льющуюся из душа. Характеристики радиальной волны давления: пологий фронт (нарастание давления на краю фронта в области повышенного давления происходит в миллисекундном диапазоне), небольшие относительно фокусированной ударной волны генерируемой терапевтическими аппаратами УВТ - давления перед и за фронтом и соответственно высокие потери энергии в первых 5 мм ткани при вхождении в тело, равномерное распределение от источника ударной волны во все стороны, малая плотность потока энергии на единицу площади, в десятки раз меньшая, чем у фокусированной волны.

Фокусированная ударная волна названа так, потому что ее фронты фокусируются в определенной точке. Характеристики фокусированной ударной волны – наличие так называемого фокусного пятна, имеющего сильный контраст плотности энергии на единицу площади относительно областей вне фокусного пятна. Данное пятно формируется с помощью рефлекторно-отражательных и линзовых систем фокусировки и имеет у наиболее распространенных аппаратов фокусное расстояние от нескольких миллиметров до 8-10 см. Фронт характеризуется большой крутизной, с почти мгновенным нарастанием давления, за период расположенный вероятно в наносекундном диапазоне или даже более коротком (при большой сложности измерить на практике с помощью датчиков из-за очень короткого периода нарастания давления), что привело к тому, что ударные волны начали называть волнами разрыва или разрывными фронтами. Величины положительного и отрицательного давления при прохождении фронта в десятки раз выше, чем у аппаратов, генерирующих радиальные волны давления. Величина в области отрицательного давления обычно меньше в 10-20 раз, чем положительного.

Планарная ударная волна - имеет похожие значения характеристик на те, которые у фокусированной, но не имеет фокусного пятна, а распространяется параллельно или с небольшой фокусировкой или рассеянием широким потоком.

Соответственно разные типы распределения волны имеет свои характеристики волнового фронта и профиля распределения энергии, во многом обусловленные конструкциями и видами преобразователей соответствующих аппаратов. На сегодняшний день виды аппаратов по типу генерации волн делятся на пьезоэлектрические, электромагнитные, электрогидравлические и пневматические. Пьезоэлектрические аппараты УВТ содержат в аппликаторе до нескольких сотен пьезоэлементов, напаянных на параболическую пластину, задающую направление для фокусирования волновых фронтов формируемых пьезоэлементами в определенной области – фокусном пятне. Таким образом, одновременно излучая ударную волну небольшого давления, они все вместе создают давления в пике около 100 Мп. Пример такого аппарата – модель Piezowave от компании Richard Wolf.

Электромагнитные аппараты УВТ содержат в своей конструкции электромагнитную катушку. Аппликатор такого аппарата представляет собой постоянный магнит, в котором свободно перемещается электромагнитная катушка, к которой прикреплен стальной диффузор (мембрана). Как только высокое напряжение подается на катушку, создается сильное электромагнитное поле, которое перемещает катушку вместе с диффузором. Вода, в которой находится диффузор, выполняет две функции: охлаждающую (при вибрации мембраны выделяется много тепла), передаточную (передачу механической энергии). Как в случае с пьезокристаллами, параболическая форма головки фокусирует создаваемые волны в одной точке. Так же в головке данного типа используются специальные водяные линзы для выравнивания волны в одну точку. Пример такого аппарата – модель Duolith SD-1 от компании Storz Medical.

Электрогидравлический тип аппаратов УВТ характеризуется тем что ударные волны возникают электрическим пробоем тока (15 - 30 кВ) между двумя электродами, расположенными в параллели содином рефлекторе. Пробой между электродами происходит в водной среде и ударная волна, отражаясь от поверхности рефлектора, определенным образом фокусируется или параллельно отражается и проходит в тело в виде широкого параллельного или несколько фокусированного/расфокусированного фронта. Высокие значения напряжения обеспечиваются силовыми конденсаторами. Пример такого аппарата – модель Dermagold (Urogold, Orthogold, Orthowave) 100/180/280 от компании MTS (Германия/США)

### **Заключение**

В данной работе рассмотрена биофизика воздействия инфразвука на биологические ткани человека. Приведен краткий обзор инфразвуковых волн и их характеристик, а также оборудования, принцип работы которого основан на методе ударно-волновой терапии. Отмечен положительный эффект воздействия инфразвука на биологические ткани человека. При соблюдении определенных условий и методик воздействия инфразвуком, метод может быть безопасным и эффективным способом физиотерапии и реабилитации.

### **Список литературы**

1. Сокол Г. И. «Особенности акустических процессов в инфразвуковом диапазоне частот». — Днепропетровск: Проминь, 2000. — 143 с.
2. Боечко И. В., Фрайман Б. Я. Колебания сосудистой стенки при действии инфразвука. Воронеж, 1983 г., стр. 1-8. Рукопись депонирована во ВНИИМИ 16.09.83. №Д-6783.
3. Фрайман Б. Я., Безруков В. Е. Условия, при которых осуществляется прямое действие инфразвука на стенку кровеносного сосуда. Воронеж, 1983 г. стр. 1-13. Рукопись депонирована во ВНИИТИ 13.01.83г. № 6748-83
4. Жуков А. И., Иванников А. Н., Фрайман Б. Я. О необходимости изучения пространственной структуры звукового поля при оценке действия низкочастотного шума. «Борьба с шумом и звуковой вибрацией», Москва, 1989 г., стр 53-59.