

Н. А. Степанова – студент кафедры медицинской радиоэлектроники

А. И. Краснова (канд. техн. наук, доц.) – научный руководитель

ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ИМПУЛЬСНОЙ ТЕРАПИИ

Давно известно, что ультразвук, действуя на ткани, вызывает в них биологические изменения. Интерес к изучению этой проблемы обусловлен, с одной стороны, естественным опасением, связанным с возможным риском применения ультразвуковых диагностических систем для визуализации, а с другой — возможностью вызвать изменения в тканях для достижения терапевтического эффекта. На современном этапе развития медицины актуальным будет являться анализ и исследование технических методов ультразвуковой терапии, а в частности импульсной терапии.

Действие ультразвуковых колебаний на ткани организма имеет сложный механизм, в котором можно различить три основных составляющих: механическое действие, тепловое и физико-химическое.

Для получения ультразвуковых колебаний в физиотерапевтических аппаратах используют обратный пьезоэлектрический эффект, т. е. физическое явление, которое может развиваться в некоторых кристаллах (кварц, титанат бария и др.). При воздействии на такие кристаллы (пьезоэлементы) переменным током высокой частоты происходит их последовательное сжатие и расширение, что лежит в основе развития колебаний, соответствующих частоте подаваемого тока. В терапевтической практике используют ультразвук в диапазоне частот 800 – 3000 кГц.

Для лечения используют аппараты ультразвуковой терапии. Кроме них, используют и еще ряд аппаратов непрерывной и импульсной ультразвуковой терапии.

На рисунке 1 приведена структурная схема аппарата ультразвуковой терапии.

Модулятор (управляемый ключ) управляется генератором импульсов регулируемой длительности. Предварительный усилитель производит ступенчатую регулировку коэффициента усиления. Все регулировки осуществляются с помощью пульта управления с процедурными часами, которые отключают блок питания по истечении установленного времени длительности процедуры. Индикатор показывает наличие сигнала ультразвуковой частоты на выходе усилителя.

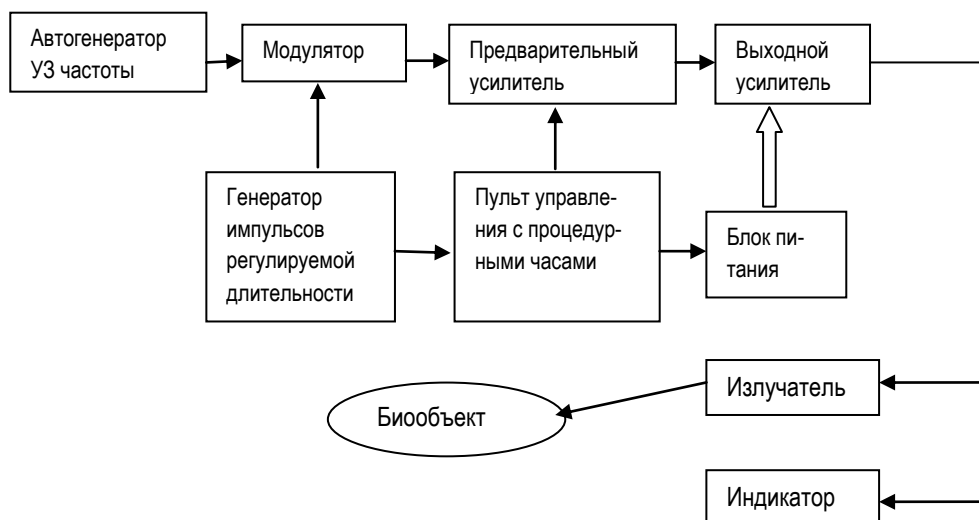


Рис. 1. Обобщенная структурная схема аппарата ультразвуковой терапии

Терапевтический ультразвук может быть условно разделен на ультразвук низких и высоких интенсивностей. Основная задача применения ультразвука низких интенсивностей – не повреждающий нагрев или какие-либо нетепловые эффекты, а также стимуляция и ускорение нормальных физиологических реакций при лечении повреждений. При более высоких интенсивностях основная цель – вызвать управляемое избирательное разрушение в тканях.

Воздействие ультразвука на ткани осуществляется обычно контактно через гель, путем приложения торцевой поверхности головки излучателя к области, подлежащей воздействию. Кроме контактного способа, применяется также воздействие (озвучивание) через воду: в ванне или с помощью наполненных водой мешочков.

При озвучивании используются различные виды ультразвука: непрерывный и пульсирующий. При этом используется контакт вибратора с больной тканью или органом прямой или не прямой. Различают метод озвучивания стабильный (стационарный) и лабильный (массаж), а также метод локального и косвенного воздействия на больной орган.

При косвенном – непрямым – озвучивании воздействуют на спинномозговые корешки, симпатический ствол, отдельные нервы и сосуды. Разновидностью косвенного озвучивания является сегментарное озвучивание. При этом проводят озвучивание межпозвоночных узлов определенной области или всех отделов спинного мозга и симпатического ствола. Как при прямом, так и при косвенном воздействии используют различные виды ультразвука: непрерывный и пульсирующий. Поток ультразвуковых волн без перерыва и скажности принято называть непрерывным ультразвуком (рис. 2, а).

Пульсирующий ультразвук представляет собой прерывистое излучение, т.е. ультразвук посылается отдельными импульсами через определенные промежутки времени – паузы (рис. 2, б, в, г); эти паузы – скажности – могут быть различны и относятся по отношению к ультразвуковой волне так же, как 1:2 (см. рис. 2, б) или 1:5 (см. рис. 2, в) или 1:10 (см. рис. 2, г).

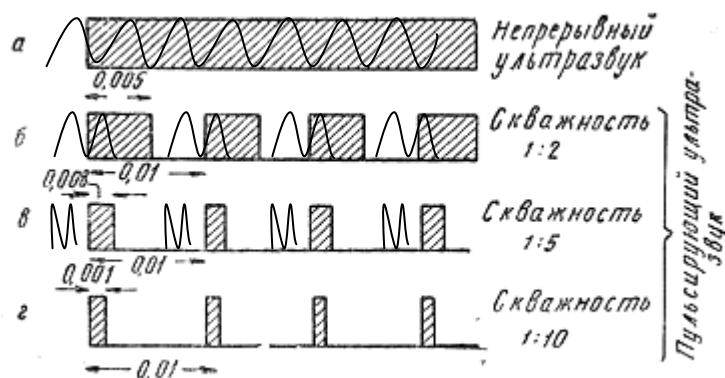


Рис. 2. Непрерывный и пульсирующий ультразвук

При одной и той же интенсивности ультразвуковых колебаний в один и тот же промежуток времени в импульсном режиме «излучается» меньше энергии, чем в непрерывном. При импульсном озвучивании возникающее в ткани тепло отводится циркулирующей кровью в большей степени, чем при непрерывном озвучивании, в результате чего термическое действие выражено меньше. Этим видом озвучивания часто пользуются при сегментарном воздействии и при озвучивании по ходу нервных стволов.

При выборе интенсивности УЗ учитывается не только характер, острота и тяжесть патологического процесса, но и методика, и локализация воздействия. При этом следует руководствоваться тем, что:

- чем острее процесс, тем меньше дозировка;
- при стабильной методике интенсивность уменьшают на 1/3 по сравнению с подвижной;
- сегментарное (паравертебрально) озвучивание проводят при интенсивности 0,2 – 0,4 Вт/см²;
- симпатические узлы и биологически активные точки озвучиваются при интенсивности 0,1 – 0,2 Вт/см²;
- при лечении глаза используют интенсивность до 0,5 Вт/см²;
- озвучивание по ходу нервных стволов проводят при интенсивности 0,1 – 0,6 Вт/см² (в зависимости от глубины расположения нерва);
- в оториноларингологии используют 0,2 – 0,4 Вт/см²;

- внутренние органы, мышечные ткани озвучивают $0,4 - 0,6 - 0,8 \text{ Вт/см}^2$;
- суставы озвучивают при интенсивности от $0,2$ до $0,8 \text{ Вт/см}^2$ в зависимости от величины мягких тканей окружающих сустав.

Таким образом, делаем вывод о том, что механизм терапевтического действия ультразвука многообразен. В результате проведенного анализа можно судить о том, что применение ультразвука в области медицины достаточно широко – косметология, стоматология, хирургия, лекарственный ультрафонофорез, физиотерапия, гинекология, урология, ортопедия.

В заключение стоит отметить, что одним из важнейших блоков ультразвуковой терапии является генератор импульсов регулируемой длительности, в котором можно улучшить характеристики, исходя из заданных параметров.