

УЗ-УСТРОЙСТВО

ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ГНОЙНЫХ ПОЛОСТНЫХ РАН

В. Несов, В. Соломаха, В. Юдин

Лечение гнойных полостных ран сопряжено с большими трудностями из-за высокой устойчивости возбудителей инфекции к антибактериальным средствам и возможных сопутствующих заболеваний больного – сахарного диабета, злокачественных опухолей, анемии, иммунодефицита и др., ухудшающих заживление. Традиционные методы лечения предусматривают удаление гноя из тканей и последующее поэтапное заживление. Один из этапов должен способствовать уничтожению микробов за счет усиления фагоцитарной активности клеток крови. Но при нарушении у больного этих свойств клеток крови для косвенной активизации фагоцитоза и механического разрушения микробов целесообразно использовать ультразвук.

Существующие медицинские УЗ-приборы, генерирующие сигнал в диапазоне 20–60 кГц (например, УРСК-7Н-18 с рабочей частотой 26,5 кГц), пока находят ограниченное применение, поскольку излучатели имеют жесткую конструкцию и реализуют однонаправленную диаграмму интенсивности излучения. Они могут воздействовать на зону воспаления тканей только чрезкожно или в местах, доступных для излучателей, т.е. на близлежащие органы и ткани, для которых форма излучателей адаптирована. Сложные раневые полостные образования приходится облучать по частям, что, естественно, снижает эффективность лечения. Кроме того, воздействие низкочастотным ультразвуком дает хорошие результаты только при высокой интенсивности излучения, когда в зоне излучения возникает эффект кавитации, а это приводит к разрушению не только микроорганизмов, но и собственно тканевых структур. (Международный комитет по применению ультразвука в медицине установил предельно допустимый порог воздействия на ткани человека $2,0 \text{ Вт/см}^2$).

В созданном в ООО "Медэл" УЗ-устройстве лечения гнойных полостных ран удалось устранить эти проблемы [1,2]. Во-первых, рабочая частота УЗ-колебаний лежит в диапазоне 250–300 кГц, что позволяет снизить интенсивность облучения до $0,8 \text{ Вт/см}^2$, исклю-



чить тем самым кавитационный эффект и создать щадящий режим воздействия на раневую ткань. Во-вторых, режим импульсного облучения оптимизирован, благодаря чему устройство можно применять при острых фазах патологического процесса, защищая при этом тканевые структуры от перегрева. Скважность импульсной последовательности равна 4. Использованные схемотехнические решения позволяют стабилизировать акустическую мощность на излучателе (рис. 1 и 2). В-третьих, излучатель – гибкий модуль длиной 180 мм и диаметром 16 мм – генерирует объемное, равномерное по интенсивности излучение, способное за один лечебный сеанс обработать весь орган или полость независимо от их конфигурации. Модуль может проникать в глубоко расположенные и имеющие по отношению к дренирующему каналу сложные наружные ходы раневые полости или к пространственно недоступным органам (например, к поджелудочной железе), обеспечивая при этом оптимальный акустический контакт с ними.

Синусоидальные колебания задающего генератора и НЧ-импульсы генератора модулирующих колебаний поступают на входы модулятора, на выходе которого формируются "пачки" УЗ-импульсов. Эти сигналы усиливаются в усилителе мощности до необходимого уровня, определяемого напряжением задания $U_{зд}$, и через датчик регулируемого сигнала поступают на излучатель, где преобразуются в акустические сигналы. Напряжение на выходе датчика регулируемого сигнала через формирователь обратной связи подается на вход усилителя рассогласования регулято-

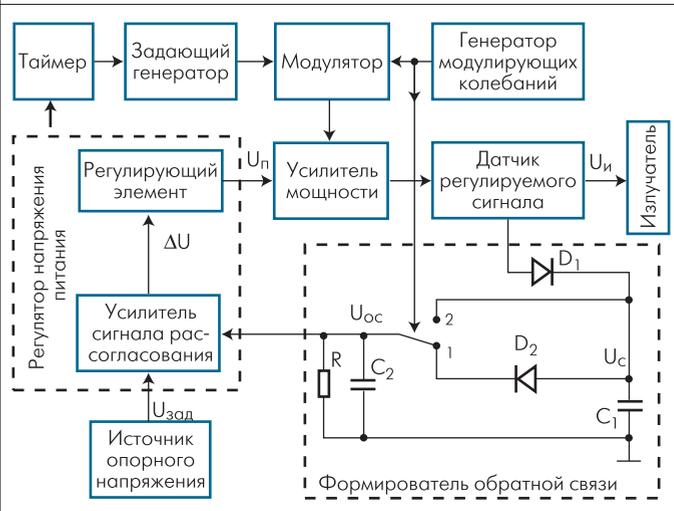


Рис. 1. Функциональная схема устройства

ра напряжения, на второй вход которого от источника опорного напряжения подается напряжение задания. Регулирующий элемент изменяет напряжение питания усилителя мощности таким образом, чтобы сигнал $U_{и}$ на входе излучателя оставался постоянным. Время экспозиции задается таймером, управляющим работой задающего генератора.

Важную роль в установке играет формирователь обратной связи, обеспечивающий стабилизацию акустической мощности. Если не предпринять специальных мер, то в нерабочем интервале $t_1 - t_2$ сигнал обратной связи $U_{ос}$ будет равен нулю и регулирующий элемент установит максимальное значение напряжения питания усилителя мощности, и в начале рабочего периода t_2 сигнал $U_{и}$ на входе излучателя будет максимальным. Это может вызвать значительное увеличение акустической мощности (существенно больше 2 Вт/см^2), что в УЗ-терапии недопустимо.

Для устранения нежелательных всплесков $U_{и}$ в формирователь обратной связи введен ключ, управляющий модулирующими импульсами. В момент окончания рабочего периода t_1 (см. рис.2а) ключ при подаче сигнала генератора модулирующих колебаний переходит в положение 2, и с выхода неинвертирующего усилителя снимается сигнал $U_{ос}$. При этом величина сигнала U_c на конденсаторе C_1 не изменяется, поскольку он отключен от всех разрядных цепей, а входное сопротивление неинвертирующего усилителя велико. Таким образом, при единичном коэффициенте усиления усилителя напряжение питания усилителя мощности в нерабочий период $t_1 - t_2$ также остается неизменным. В момент начала рабочего периода t_2 по сигналу генератора модулирующих колебаний ключ возвращается в положение 1. В этот момент возможны только небольшие всплески сигнала питания пьезопреобразователя $U_{и}$, вызванные инерционностью регулятора. При коэффициенте усиления усилителя, превышающем единицу, всплески $U_{и}$ легко убрать. Тогда в нерабочий период $t_1 - t_2$ сигнал $U_{ос}$ превысит $U_{зад}$ и напряжение питания усилителя мощности будет меньше, чем в конце предыдущего рабочего периода t_1 . В момент начала рабочего периода t_2 ключ возвращается в положение 1, разделительный диод D_2 запирается и остается в этом состоянии до тех пор, пока напряжение на конденсаторе C_2 , равное напряжению $U_{ос}$, плавно не уменьшится в результате его разряда через резистор R до величины напряжения U_c на запоминающем конденсаторе C_1 . При этом напряжение питания усилителя мощности и, соответственно, сигнал $U_{и}$ на входе излучателя плавно увеличиваются до заданного значения (см. рис.2б), после чего разделительный диод D_2 открывается. В результате при коэффициенте усиления неинвертирующего усилителя больше единицы осуществляется "мягкий пуск" импульсного режима работы излучателя.

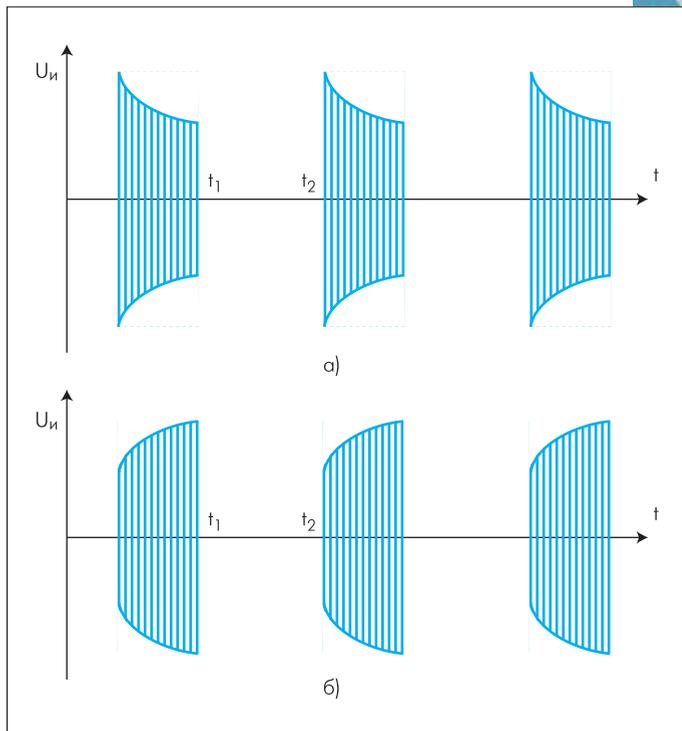


Рис.2. Эпюры сигналов на входе излучателя при:
а) единичном коэффициенте усиления,
б) коэффициенте усиления, превышающем единицу

Конструктивно устройство выполнено в виде малогабаритного настольного электронного блока и соединенного с ним УЗ-излучателя. Электронный блок смонтирован в корпусе из ударопрочного полистирола. Органы управления блока расположены за влагонепроницаемой гибкой пленочной лицевой панелью. По электробезопасности прибор относится к устройствам с повышенной электроизоляцией и не требует защитного заземления. Элементы излучателя (18 пьезокерамических шайб) равномерно распределены внутри гибкой поливинилхлоридной трубки. Для повышения КПД излучателя внутренняя полость модуля заполнена диэлектрической жидкостью.

Клинические испытания УЗ-устройства показали более сильное очищающее действие среднечастотного ультразвука в сравнении с низкочастотным [3]. Из 86 больных с гнойными заболеваниями тканей различной локализации 46 не подвергались УЗ-воздействию. Срок лечения этих больных составил в среднем 32,2 койко-дней, сроки лечения больных УЗ-излучением – 16,6 койко-дней.

Устройство защищено патентами РФ.

Представляем авторов статьи

Соломах Валентин Николаевич. Кандидат технических наук, директор ООО "Медел". Окончил Рязанский радиотехнический институт. *Контактный телефон (0912) 440-661*

Несов Виктор Анатольевич. Кандидат технических наук, старший научный сотрудник ООО "Медел". Окончил Рязанский радиотехнический институт.

Юдин Владимир Александрович. Доктор медицинских наук, профессор. Зам. главного врача городской клинической больницы №11 г. Рязани. Президент Рязанской ассоциации хирургов. *Контактный телефон (0912) 366-657.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 2003362С1 РФ. Способ лечения гнойных полостных ран ультразвуком и устройство для его осуществления/ В.А. Юдин, В.Н. Двойнин, В.И. Цыганок, Е.В. Готов. Оpubл. 30.11.93. Бюл. №43-44.
2. Пат. 2159645 РФ. Устройство для ультразвуковой терапии/ Н.П. Корнев, В.А. Несов, В.Н. Соломах, В.А. Юдин. Оpubл. 27.11.2000. Бюл. № 33.
3. Юдин В.А. и др. Комплексное лечение перитонии с применением ультразвука среднего и низкочастотного диапазонов. – Тезисы докладов конференции "Осложнение в абдоминальной хирургии". – Липецк, 1999, 9–10 сентября, с. 23-24.