

**БЛОК УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ РАН С АКУСТИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ**

Сагалакова К. А., Солдатов А. А., Костина М. А.

Научный руководитель: Солдатов А. И., профессор, д.т.н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: ksagal@bk.ru

**ULTRASONIC WOUND PROCESSING UNIT WITH ACOUSTIC FEEDBACK**

Sagalakova K. A., Soldatov A. A., Kostina M. A.

Scientific Supervisors: Prof., Dr. Soldatov A. I.

Tomsk Polytechnic University

Russia, Tomsk, Lenin ave., 30, 634050

E-mail: ksagal@bk.ru

*Статья посвящена разработке обратной связи для управления амплитудой колебания ультразвука при лечении инфицированных ран. При наличии большого количества патологического содержимого в раневой полости существует опасность введения (импрегнации) его глубоко в рану вместе с лекарственным раствором под действием высокоамплитудного ультразвука. Это чревато осложнением раны, даже до генерализации инфекционного процесса.*

*The article is devoted to the development of feedback to control the ultrasound oscillation amplitude during the treatment of infected wounds. In the presence of a large amount of pathological contents in the wound cavity and under the influence of high-amplitude ultrasound, there is a danger of introducing (impregnation) pathological contents mixed with drugs deeper into the wound. This can lead to the deterioration in condition of wound up to generalization of infection process.*

Широкое и бессистемное использование антибиотиков к настоящему времени привело к развитию резистентности бактериальной микрофлоры и увеличению частоты хирургической инфекции. В настоящее время ультразвук используют в терапии, хирургии, а также в диагностике различных заболеваний. В то же время можно выделить все более широкое применение энергии низкочастотного ультразвука (НЧУЗ), используемого в трех основных направлениях консервативной терапии: сварка (склеивание), наплавка (восстановление) и обработка биологических тканей [1]. Поэтому существует актуальная необходимость улучшить методы обработки биотканей с использованием энергии низкочастотного ультразвука.

Суть метода ультразвуковой обработки лекарственными растворами заключается в том, что в случае выраженной инфекции в ране, она заполняется лекарственным раствором, для обеспечения проточной циркуляции, после чего в рану вставляется волноводный инструмент и после включения ультразвука, происходит озвучивание волноводом инструментом раневой полости [2], при этом рана подвергается дезинфекции от инородных включений. В процессе ультразвуковой обработки через промежуточный лекарственный раствор проводится качественная очистка от гнойного некротического содержимого, различных инородных включений, а также происходит введение лекарственного раствора вглубь раны. Этот метод нашел широкое применение в клинической практике при лечении инфицированных ран [3].

Таким образом, образуются выраженные процессы массопереноса и массообмена, как в лекарственном растворе, так и на границе «лекарственный раствор - зараженная биоткань раневой полости». Как упоминалось ранее, это приводит к очистке раневой поверхности от гнойного некротического содержимого, раневого детрита и других инородных слоев раны, а также к интенсификации введения лекарственного вещества глубоко в ткань раневой полости. В случае поверхностных ран или травм они ограничиваются специальными раноограничителями, позволяющими создать слой жидкости над поверхностной раной.

В случае выраженных гнойно-некротических раневых процессов при наличии большого количества патологического содержимого в раневой полости существует опасность введения (импрегнации) его глубоко в рану вместе с лекарственным раствором и патологическим содержимым, смешанным с ним, под дей-

ствием высокоамплитудного ультразвука. Это чревато осложнением раны до увеличения инфекционного процесса.

Поэтому, учитывая возможные осложнения, необходимо использовать специальное устройство, позволяющее реализовать обратную акустическую связь, которая обеспечивает возможность регулировки амплитуды колебаний волновода инструмента в зависимости от уровня загрязнения раны раневым содержимым. Для этой цели была разработана структурная схема обратной связи для управления амплитудой колебаний волновода-инструмента акустического узла при осуществлении ультразвуковой обработки раны, которая показана на рисунке 1.

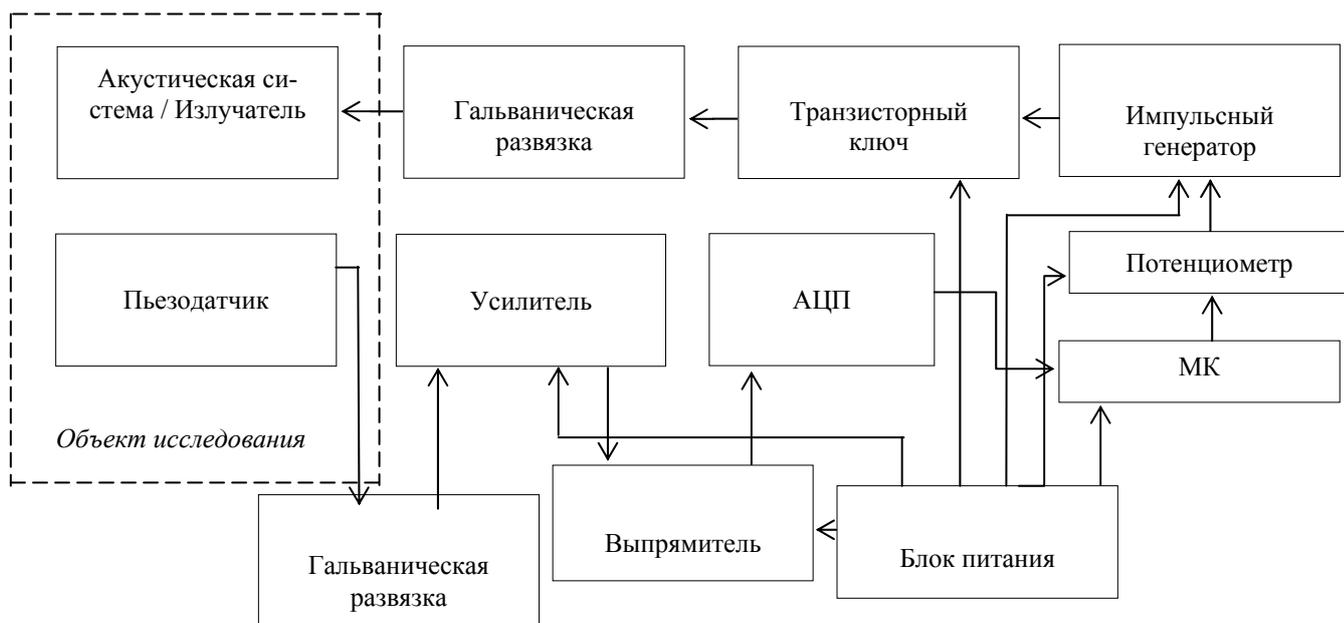


Рис. 1. Структурная схема

Генератор импульсных сигналов вырабатывает низковольтный сигнал ультразвуковой частоты, необходимой для проведения лечения раны. После этого, сигнал, проходя через транзисторный ключ и гальваническую развязку, поступает на пьезокерамические элементы ультразвуковой колебательной системы, состоящей из волновода-инструмента. Акустическая система используется для преобразования электрических колебаний частотой 25 кГц в механические, а так же для дальнейшей передачи ультразвука в технологическую зону озвучивания, где энергия ультразвуковых колебаний подводится непосредственно к объекту ультразвуковой обработки, как через промежуточную жидкую лекарственную среду, так и контактно [4].

Пьезодатчик обратной связи служит для фиксации амплитуды ультразвука, прошедшего через раневую полость с раневым содержимым. Сигналы, полученные из датчика, усиливаются, затем выпрямляются и поступают в микроконтроллер.

Микроконтроллер управляет цифровым потенциометром, который в свою очередь, регулирует амплитуду колебаний волновода-инструмента и, соответственно, к большему или меньшему энергетическому воздействию на объект ультразвуковой обработки [4].

Для проверки работоспособности разработанной схемы были проведены два эксперимента. В первом эксперименте исследовали зависимость напряжения от расстояния между излучателем и приемником без обратной связи. Результаты этого исследования приведены на рисунке 2.

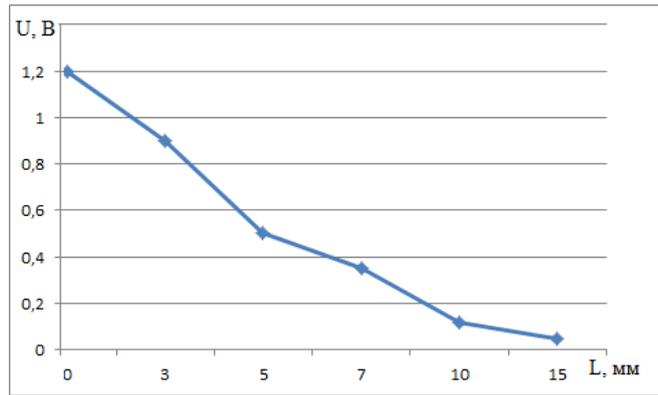


Рис. 2. График зависимости напряжения (U) от расстояния между датчиками (L)

Второй эксперимент демонстрирует работу схемы с применением обратной связи. На рисунке 3 изображен график зависимости напряжения на выходе излучателя от расстояния между датчиками с применением обратной связи.

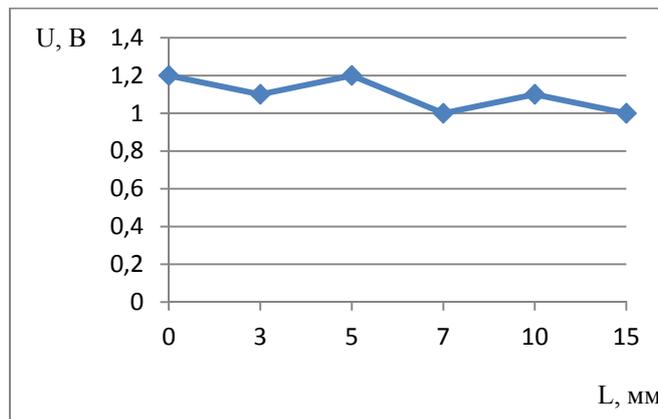


Рис. 3. График зависимости напряжения (U) от расстояния между датчиками (L) с применением обратной связи

Из полученных графиков можно сделать следующий вывод, в первом случае, то есть без применения обратной связи, чем дальше друг от друга располагаем излучатель и пьезодатчик, тем меньше напряжение принимаемого сигнала. Во втором случае, с применением обратной связи, полученный сигнал стабилизируется, как видно на рисунке 3, в зависимости от принятого сигнала происходит корректировка мощности излучения.

Исходя из этих выводов, разработанную схему можно считать пригодной для использования в этой области. В дальнейшем будут проведены эксперименты показывающие реакцию выходного сигнала на изменение плотности фантома, который выполняет роль модели раны. В качестве фантома будут использованы желатин и глицерин различной плотности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Денищук П.А. Ультразвук в хирургии. // Хирургия. – 2001. — №5. – С.42-43.