

ПРИМЕНЕНИЕ ИЗГИБНЫХ ПЬЕЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ МЕДИЦИНСКОГО ИНСТРУМЕНТА

Мовчанюк А. В., к.т.н., доцент; Фесич В. П.;

Сушко И. А., к.т.н., доцент

*Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

Ультразвуковая очистка медицинского инструмента под воздействием ультразвуковой кавитации является эффективным средством предстерилизационной обработки. Очистка осуществляется в емкостях из кавитационностойкого материала – ультразвуковых ваннах. На днище ванны закрепляются ультразвуковые пьезопреобразователи. Такая конструкция ванны исключает использование в качестве технологических емкостей пластиковых контейнеров для медицинского инструмента – введение ультразвуковых колебаний через верхний слой технологической жидкости является малоэффективным. Снижение эффективности связано с тем, что ультразвуковые пьезопреобразователи Ланжевена, наиболее часто применяемые в ультразвуковой очистке, имеют узкую диаграмму направленности и кавитационная область сосредотачивается на оси преобразователя. Отметим, что ультразвуковые ванны, выполненные из металла, лишены этого недостатка за счет изгибных колебаний, совершаемых днищем ванны.

Одним из путей решения проблемы пред стерилизационной очистки медицинского инструмента в пластиковых контейнерах может стать использование ультразвуковых пьезопреобразователей с излучающей поверхностью в виде круглых или прямоугольных тонких пластин, совершающих изгибные колебания (рис. 1). Пластина погружается в технологическую жидкость, как показано на рис. 2. Нижняя часть контейнера заполняется обрабатываемым медицинским инструментом.

Возбуждать изгибные колебания излучающих пластин целесообразно пьезопреобразователем пакетного типа, снабженного трансформатором



Рисунок 1. Пьезопреобразователи с излучающей поверхностью в виде пластин

скорости. Осесимметричное закрепление пластины к торцу трансформатора скорости позволяет минимизировать возникновение не осесимметричных колебаний пластин, а так же увеличить амплитуду колебаний, а следовательно, интен-

сивность ультразвуковых колебаний, вводимых в жидкость.

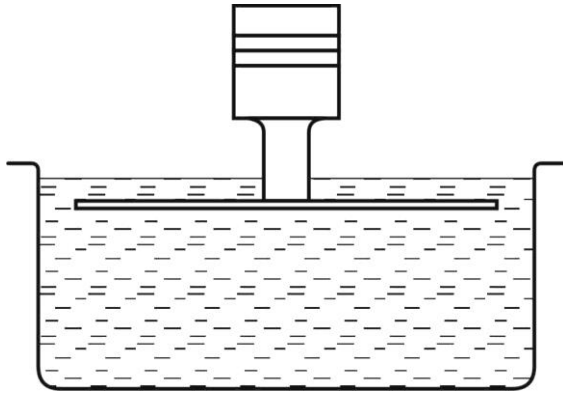


Рисунок 2. Пьезопреобразователь с излучающей пластиной в пластиковом контейнере

На сегодняшний день методики расчета пьезопреобразователей с трансформатором скорости хорошо известны [1]. Они позволяют по заданной рабочей частоте и амплитуде колебаний рабочей поверхности излучателя или интенсивность ультразвука на рабочей поверхности получить геометрические размеры составных частей пьезопреобразователя. Так

же известны выражения, позволяющие по известной толщине h , радиусу a , модулю Юнга E , коэффициенту Пуассона σ рассчитать частоту свободных колебаний пластины колебаний [2]. Например, для круглой пластины частота колебаний составит:

$$f_{m,n} \approx \frac{\pi h}{2a^2} \left(n + \frac{m}{2} \right)^2 \sqrt{\frac{E}{3\rho(1-\sigma^2)}}.$$

Однако все расчетные соотношения не учитывают влияния жидкости, в особенности при несимметричном нагружении верхней и нижней частей пластины. Присоединенная масса пластины изменяет резонансную частоту пьезопреобразователя. Однако, как показала практика, при вынужденных колебаниях возможно возбуждение пьезопреобразователя с закрепленной пластиной в окрестностях выбранной рабочей частоты.

Для проверки было изготовлено несколько с пьезопреобразователей с различной формой излучающей поверхности. После измерения резонансных частот [3], было установлено, что при расчетной частоте пьезопреобразователя в 22 кГц при погружении в рабочую жидкость рабочая частота изменялась на 2 кГц и мало зависела при колебаниях верхнего слоя жидкости в пределах от 5мм. до 20 мм. Для возбуждения в жидкости ультразвуковых колебаний высокой

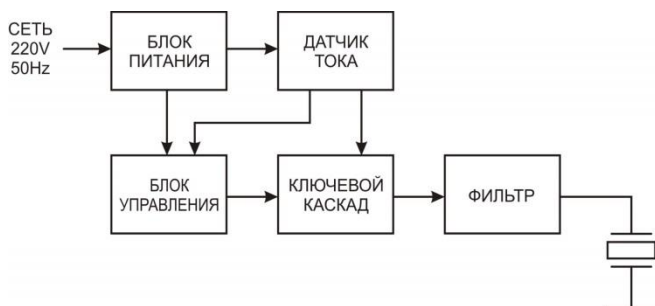


Рисунок 3. Структурная схема ультразвукового генератора для пьезопреобразователя на изгибных колебаниях

интенсивности, по рекомендациям [4], был разработан ультразвуковой генератор (рис. 3). Для регулировки амплитуды колебаний пластины была использована ШИМ, а в качестве поддержания резонансного режима работы выбран критерий максимальной мощ-

НОСТИ.

В результате экспериментов методами эрозионных тестов было установлено, что кавитационная область располагается как над, так и под излучающей поверхностью пластины. В результате можно предположить, что предложенный метод будет менее эффективным в сравнении с классическим введением ультразвука через днище ванны. Однако, для озвучивания того же объема потребуется меньшее количество пьезопреобразователей.

Перечень источников

1. Донской А.В. Ультразвуковые электротехнологические установки / Донской А.В., Келлер О.К., Кратыш Г.С./ 2-е изд., перераб. и доп.– Ленинград. : Энергоиздат. Ленинград. отд-ние., 1982. – 208с.
2. Лепендин Л.Ф. Акустика: Учеб. Пособие для втузов / Л.Ф. Лепендин / Москва: Высш. Школа, 1978. – 448с.
3. Мовчанюк А.В. Інженерна методика визначення параметрів схеми заміщення п'єзоперетворювача / А.В Мовчанюк, В.П. Фесіч, І.М. Кирпатенко, О.Ф. Луговський // Вісник НУТУ «КП». Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – К. – 2006. – № 33. – с . 58 – 56.
4. Мовчанюк А.В. Выбор критерия поддержания резонансного режима работы пьезопреобразователя / А.В. Мовчанюк, Р.В. Антипенко, А.О. Семинский// Вісник НУТУ «КП». Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – К. – 2010. – № 43. – с . 60 – 64.

Анотація

Представлені конструкції п'єзоперетворювачів з випромінюючою поверхнею у вигляді тонких пластин для використання в перед стерилізаційному очищенні медичного інструменту. Представлена схема введення ультразвуку в рідину в разі використання в якості технологічної ванни пластикового контейнера. Показано, що при згинальних коливаннях випромінюючої поверхні для підтримки резонансного режиму роботи доцільно використовувати критерій максимальної потужності.

Ключові слова: очищення медичного інструменту, п'єзоперетворювач, згинні коливання пластин.

Аннотация

Представлены конструкции пьезопреобразователей с излучающей поверхностью в виде тонких пластин для использования в предстерилизационной очистке медицинского инструмента. Представлена схема введения ультразвука в жидкость в случае использования в качестве технологической ванны пластикового контейнера. Показано, что при изгибных колебаниях излучающей поверхности для поддержания резонансного режима работы целесообразно использовать критерий максимальной мощности.

Ключевые слова: очистка медицинского инструмента, пьезопреобразователь, изгибные колебания пластин.

Abstract

Piezoelectric transducers with a radiating surface in the form of thin plates for use in cleaning medical instruments presterilization are designed. Scheme for introducing the ultrasound into the liquid in case of using a plastic container as processing bath is presented. It is shown that the bending vibration of the radiating surface to maintain the resonant mode is advisable to use the maximum capacity criterion.

Keywords: cleaning of medical instruments, piezoelectric transducer, flexural vibrations of plates.