

УДК 535.379

С.В. Кузьмин (5 курс, каф. ФЭ), Н.Т. Сударь, к.ф.м.н., доц. каф. ПФОТТ

СВОЙСТВА УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СОНОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

ABSTRACT: Features of ultrasound converters, intended for investigation of sonoluminescence biologic liquids, have been studied in this paper. It's shown that the most degree of appropriation as a source of ultrasound is a piezoelectric converter. The basic physics of piezoceramic ultrasound radiator have deeply been examined. The methods of measuring of piezoceramic elements' parameters have also been examined.

Свечение жидкостей под действием ультразвукового излучения называется сонолюминесценцией (СЛ). Экспериментально установлены следующие свойства СЛ:

1. Интенсивность свечения уменьшается при увеличении частоты ультразвука, причем, на частотах выше 2МГц СЛ не наблюдается;
2. СЛ возникает при определенной пороговой интенсивности ультразвука и возрастает пропорционально увеличению его интенсивности, но может исчезнуть если интенсивность УЗ превысит некоторую критическую величину;
3. СЛ уменьшается при увеличении внешнего давления и при возрастании температуры жидкости [1].

Параметры (интенсивность, пороговая интенсивность), характеризующие особенности СЛ жидкостей, зависят от их физико-химических свойств - поверхностного натяжения, давления насыщающих паров, вязкости, природы и концентрации растворённых в жидкости веществ и т. д. Поэтому оказывается возможным использовать СЛ для изучения процессов, сопровождающихся изменениями этих свойств. Особый интерес представляет метод ультразвукового свечения в качестве диагностического теста. Его можно использовать для идентификации патологий, сопровождающихся выбросом в кровь, мочу или лимфу различных веществ, обладающих высоким давлением насыщающих паров, изменяющих их вязкость или поверхностное натяжение, при этом в качестве диагностического параметра выступает интенсивность свечения капли исследуемой жидкости, помещённой на поверхность ультразвукового излучателя [2].

Наиболее часто генерация и прием ультразвука в медицине осуществляется с помощью различных видов пьезоэлектрических преобразователей, в которых могут возбуждаться ультразвуковые колебания различных типов [3].

Основные требования, которым должен удовлетворять источник ультразвуковых колебаний, используемый для исследований СЛ биологических жидкостей:

1. Частота колебаний УЗ должна находиться в пределах от 100 кГц до 2 МГц, желательно иметь возможность оперативной перестройки частоты;
2. Должна быть обеспечена возможность регулировки интенсивности УЗ колебаний, в пределах от десятков мВт/см² до 1 Вт/см².

Всем этим требованиям можно удовлетворить, если в качестве источника УЗ использовать пьезоэлектрические преобразователи. Все эксперименты проводились на пьезокерамическом преобразователе ЦТС-19. Наиболее информативной характеристикой пьезоэлемента является зависимость его электрического импеданса от частоты. Снималась зависимость напряжения $U_{\text{вых}}$ от частоты f (схема представлена на рисунке 1).

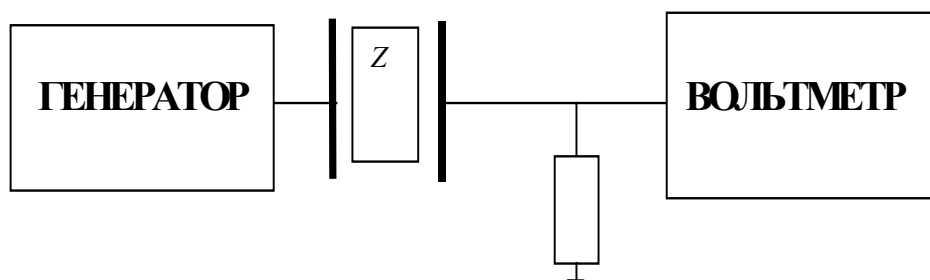


Рис. 1. Схема измерения АЧХ

Переход от этой характеристики непосредственно к импедансу осуществлялся по формуле:

$$Z = R \left(\frac{U_{вх}}{U_{вых}} - 1 \right),$$

где R — активная нагрузка, $U_{вх}$ — напряжение на входе (оно полагалось равным 1В).

Характеристики снимались для двух пьезоэлементов. Полученные зависимости представлены ниже. На рис. 2 представлена зависимость электрического импеданса пьезоэлемента от частоты. Частота колебаний ультразвука должна находиться в пределах от 100 кГц до 2 МГц. Из представленной зависимости видно, что, в связи с наличием явно выраженных максимумов, будет обеспечена возможность оперативной перестройки частоты.

Импеданс ($d = 35\text{ мм}$, $t = 12\text{ мм}$)

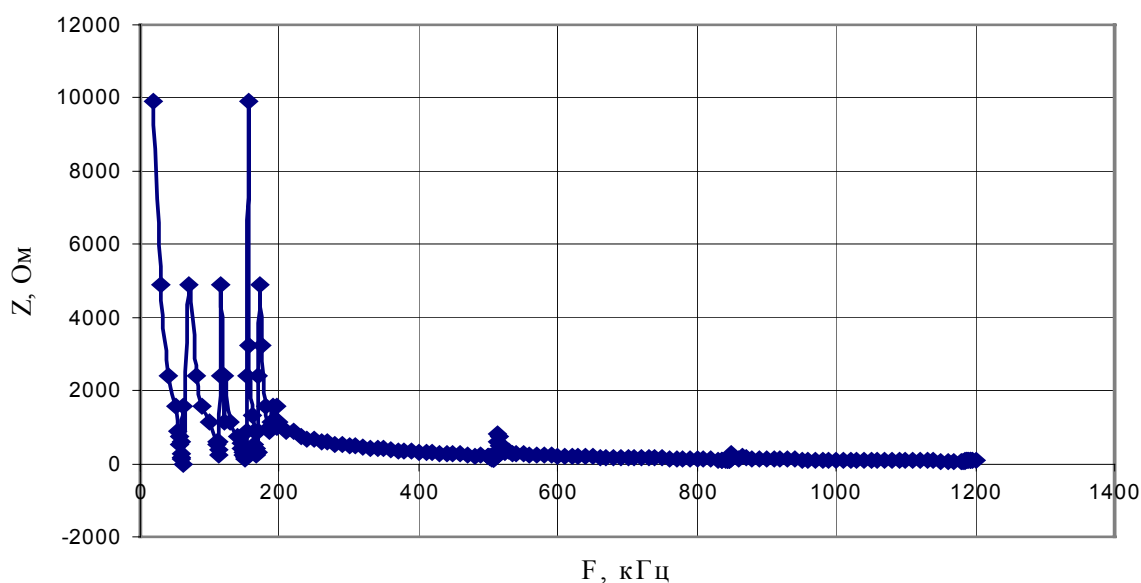


Рис. 2. Частотная зависимость электрического импеданса пьезокерамической пластинки
ЛИТЕРАТУРА:

1. Маргулис М.А. УФН. 170. 263. (2000).
2. Журавлёв А.И., Акопян В.Б. Ультразвуковое свечение. М., “Наука”. 1977, 135 с.
3. Бочарова Т.В., Степанов А.Б., Сударь Н.Т. Физические основы конструирования ультразвуковых датчиков медицинского назначения СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. 50с