

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАСТРОЕК УЛЬТРАЗВУКОВОГО СКАНЕРА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗЛУЧЕНИЯ

© 2020 г. Анжелика Денисовна Широбокова^{1*}

Научный руководитель – О.П. Богдан¹

¹ – ИЖГТУ имени М. Т. Калашников, Ижевск

*- shirobokova_1996@bk.ru

Ультразвук (УЗ) относительно недавно появился в медицине, тем не менее, он активно развивается, и его используют практически во всех ее областях, а именно в диагностике и терапии [1]. Он позволяет быстро в режиме реального времени получить информацию о здоровье пациента. Согласно ГОСТ ИЕС 61157 – 2013 [2] при различных вариациях настроек датчика сканера и режимах его излучения допустимы максимально возможные уровни следующих величин: для $I_{ob} < 20$ мВт/см², для $p < 1$ МПа, для $I_{spta} < 100$ мВт/см² [2].

Цель данной работы заключается в исследовании влияния вариации настроек сканера на его выходную интенсивность излучения.

Сущность метода, заключается в измерении временных характеристик и амплитуды сигнала с поверхности УЗ датчика сканера EDAN U50 при помощи осциллографа с подключенным к нему приемником из пьезопленки PVDF LDT0-028K. Регистрируем сигнал с поверхности датчика сканера контактным способом, затем зная чувствительность приемника по уровню интенсивности S_I (1) и измеренное электрическое напряжение $U_{эл}$, высчитываем значение максимальной интенсивности импульса I_{SPTP} по формуле (2) [3, 4]:

$$S_I = \frac{Q^2 d_{33}^2 d_n^2 (2z_1 K^2)}{(\varepsilon^2 \varepsilon_0^2)}, \quad (1)$$

где $z = \rho c$ – акустическое сопротивление среды, $c = 1960$ м/с – скорость УЗ волны в пьезопленке из PVDF LDT0-028K, ρ – плотность пьезопленки; $d_n = 28$ мкм – толщина пьезоэлемента; $\varepsilon = 12$ – абсолютная диэлектрическая проницаемость; $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – электрическая постоянная; Q – добротность пьезоэлектрического приемника; K – коэффициент потерь на границах раздела сред; $d_{33} = 20 \cdot 10^{-12}$ Кл/м – пьезомодуль. Значения чувствительности приемника по уровню интенсивности получились следующими: для $f = 2,5$ МГц $62,5 \cdot 10^{-6}$ (Вт/м)², для $f = 3,5$ МГц $65,6 \cdot 10^{-6}$ (Вт/м)², для $f = 4,5$ МГц $65,7 \cdot 10^{-6}$ (Вт/м)².

$$I_{SPTP} = \frac{U_{эл}^2}{S_I} \quad (2)$$

Для расчета интенсивности в пространстве использовали выражение(3):

$$I_{SPPA} = 6I_{SPTP} \quad (3)$$

Для определения средней во времени интенсивности I_{SPTP} выполняем усреднение I_{SPTP} за время, равное периоду повторения импульсов T_n ($T_{1..4}$) по формуле (4):

$$I_{SPTA} = I_{SPPA} \frac{\tau_u}{T_n}, \quad (4)$$

где τ_i – длительность импульса, мкс.

Поскольку исследуемый УЗ сканер излучает УЗ волну пачками импульсов, то при расчётах необходимо делать усреднение, тогда формула (4) примет следующий вид [3, 4]:

Для количества фокусов 1 интенсивность излучения I_{SPTA} находим по формуле (5):

$$I_{SPTA} = I_{SPPA}(\tau/T_1)(\tau_p/T_{pps}). \quad (5)$$

Для количества фокусов 2 интенсивность излучения I_{SPTA} находим по формуле (6):

$$I_{SPTA} = I_{SPPA}(\tau/T_1)(\tau_p/T_{pps})(T_1/T_2). \quad (6)$$

Для количества фокусов 3 интенсивность излучения I_{SPTA} находим по формуле (7):

$$I_{SPTA} = I_{SPPA}(\tau/T_1)(\tau_p/T_{pps})((T_1 + T_2)/T_3). \quad (7)$$

Для количества фокусов 4 интенсивность излучения I_{SPTA} находим по формуле (8):

$$I_{SPTA} = I_{SPPA}(\tau/T_1)(\tau_p/T_{pps})((T_1 + T_2 + T_3)/T_4). \quad (8)$$

Измерения проводили для конвексного датчика сканера в В-режиме при варьировании следующих настроек: частоты УЗ излучения, количества фокусов, количества фокус позиций, установленной глубины обзора (RGD). Полученные результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты измерения интенсивности УЗ излучения I_{SPTA} с поверхности датчика УЗ сканера

Кол-во фокусов	RGD, мм									Количество фокус позиций								
	5			15			25			0			7			15		
	$f, \text{МГц}$									$f, \text{МГц}$								
	2,5	3,5	4,5	2,5	3,5	4,5	2,5	3,5	4,5	2,5	3,5	4,5	2,5	3,5	4,5	2,5	3,5	4,5
1	75	182	165	76	118	93	54	81	48	56	64	53	73	73	73	83	80	48
2	31	63	55	28	49	30	15	27	16	15	33	15	16	23	21	18	28	22
3	66	93	85	45	105	63	33	60	35	33	49	46	33	44	42	39	45	35
4	54	98	99	53	65	70	44	83	48	39	74	70	45	68	56	56	53	43

Из полученных результатов можно сделать вывод, что на интенсивность излучения влияют такие параметры как, частота излучения, количество фокусов, установленная глубина обзора и количество фокус позиций, их вариация может значительно изменить значения интенсивности УЗ излучения, а также привести к превышению ее предельно допустимого значения, согласно ГОСТ ИЕС 61157-2013 предельно допустимое значение интенсивности равно 100 мВт/см^2 .

ЛИТЕРАТУРА

1. Хилл. К. Ультразвук в медицине. Физические основы применения. Москва: Изд-во Физматлит, 2008. 544 с.
2. ГОСТ ИЕС 61157–2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Изделия медицинские электрические. Приборы ультразвуковые диагностические. Требования к представлению параметров акустического выхода в технической документации. Введ. 01.01.2016. Москва: Изд-во Стандартиформ, 2014. 32 с.
3. Богдан О.П., Широбокова А.Д., Гуляева А.С., Халтурина Т.А. Исследование влияния глубины обзора на уровень интенсивности ультразвукового излучения // Сборник материалов XV Всероссийской научно-технической конференции. 2019. С. 86 – 93.
4. Bogdan O.P., Muravieva O.B., Gulyaeva Y.S., Shirobokova A.D. Study of the effect of ultrasound scanner settings on the level of radiation intensity by the reciprocity method // Journal of physics: Conference series 2019.C. 12022.