

УДК 534.7

Шишкова Катерина Андріївна

магістрант кафедри акустики та акустоелектроніки

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Шишкова Екатерина Андреевна

магістрант кафедры акустики и акустоэлектроники

Национального технического университета Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Shishkova Katerina

Master of the Department of Acoustics and Acoustoelectronics of the

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ПРО ОДИН ІЗ ВАРІАНТІВ МЕТОДИКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ДАТЧИКІВ

***Анотація.** У роботі розглянуто один із варіантів експериментальних досліджень ультразвукових датчиків, а саме знаходження поздовжньої роздільної здатності.*

***Ключові слова:** ультразвуковий датчик, поздовжня роздільна здатність.*

Вступ. Для виявлення патології в будь-якій системі організму існує цілий ряд взаємодоповнюючих методів, проте ультразвуковий метод визнається провідним в діагностиці м'язової травми [1, 2]. До появи МРТ-візуалізації УЗД дуже широко використовувалося в діагностиці пошкодження м'язів, проте у міру підвищення доступності МРТ це

дослідження стало застосовуватися рідше . Проте за останнє десятиліття розвиток технології з високою роздільною здатністю дозволило більш точно оцінити м'язову архітектоніку саме при УЗД, так як його роздільна здатність перевищує таку навіть МРТ-досліджень [1, 2]. Хоча МРТ діагностика м'язової травми досить широко представлена в літературі [3], УЗД в даний час має цілий ряд істотних переваг [1, 2], а саме: можливість проведення динамічного дослідження і інвазійних втручань в режимі реального часу, швидкість виконання, відносно низька вартість. Крім того, при УЗД добре візуалізується структура м'язової тканини навколо пошкодженої ділянки, яка на тлі набряку часто не диференціюється при МРТ .

Загальні положення. *Метою роботи* є розгляд одного із можливих варіантів методики експериментального дослідження ультразвукових датчиків . Вибір датчика і техніка локації - одне з основних умов якісного обстеження. Скелетні м'язи розташовуються поверхнево, тому для діагностики використовуються лінійні датчики з частотою 6-12 МГц. Хоча лінійні датчики мають більш широке поле огляду, ніж конвексні цього недостатньо при діагностиці огрядних людей чи пацієнтів з добре розвиненою мускулатурою, особливо в ділянці сідниць або проксимальних відділах стегна.

Робоча частота є важливою характеристикою датчика. Використання датчика з високою частотою (понад 12 МГц) призводить до зменшення глибини дослідження. Тому ще однією не менш важливою характеристикою датчика є поздовжня роздільна здатність.

Поздовжня роздільна здатність Δr у напрямку розповсюдження хвилі визначає мінімально можливу відстань між двома відбивачами, що знаходяться у напрямку розповсюдження імпульсу ультразвукових коливань , при цьому ехосигнал від цих відбивачів приймається перетворювачем. Значення повздовжньої роздільної здатності повинно бути не гірше

$$\alpha_H = \frac{4c_H}{f} \cdot 10^{-3},$$

де f - номінальне значення частоти перетворювача в МГц;

c_H - швидкість розповсюдження ультразвукових коливань ($c_H = 1540 м$)

Вимірювальний стенд До складу вимірювального стенду входять наступні вимірювальні пристрої (рис.1):

1. Генератор імпульсів Г5-15;
2. Ультразвуковий дефектоскоп ДУК-66;
3. Осцилограф С1-65;
4. Імерсійна ванна з дистильованою водою ,габаритними розмірами не менше ніж 160x160x200 мм;
5. Координатний пристрій з досліджуванним перетворювачем;
6. Юстувальний столик;
7. Еталонний відбивач.

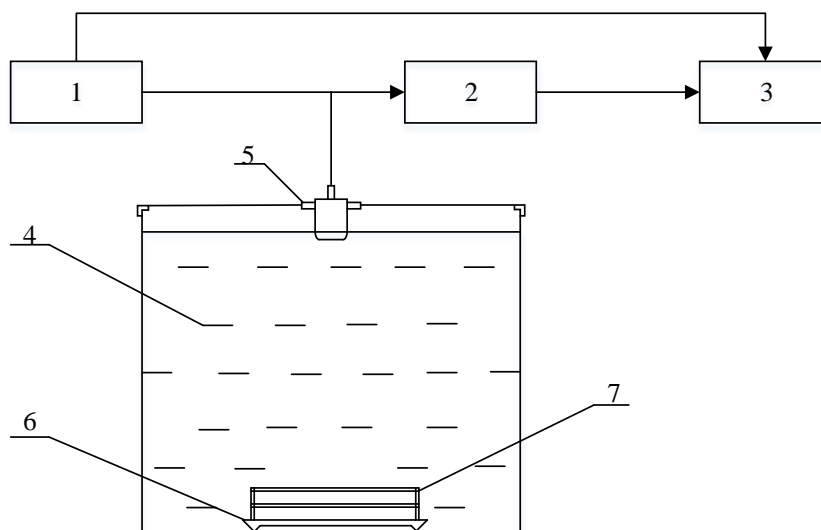


Рис. 1. Функціональна схема вимірювального стенду

Генератор імпульсів 1 забезпечує збудження коливань досліджуваного перетворювача на резонансній частоті коротким відео-імпульсом тривалістю 0,1-0,2 мкс, амплітудою 100-120 В.

Ультразвуковий дефектоскоп 2 забезпечує підсилення відбитих від еталонного відбивача ультразвукових імпульсів до амплітуди ,що є

необхідною для спостереження їх на екрані осцилографа і захисту його від перенавантаження від зондуючого сигналу.

Осцилограф 3 слугує для визначення амплітуди відбитих ехо-сигналів і визначення часового інтервалу між ними.

Імерсійна ванна 4 ,габаритні розміри якої не менше ніж 160x160x200 мм наповнюється дистильованою водою . Ванна слугує звукопроводом з нормованим значенням швидкості розповсюдження ультразвуку.

Координатний прилад 5 призначений для регулювання положення досліджуваного перетворювача і встановлення його в положення ,котре забезпечує приймання ехо-сигналу, що відбився від еталонного відбивачі з максимальною амплітудою.

Юстувальний столик 6 служить для установки еталонного відбивача в горизонтальній площині.

Еталонний відбивач 7 призначений для визначення роздільної здатності перетворювача у вертикальному та горизонтальному площинах.

У якості об'єкта досліджень обрано ультразвуковий перетворювач з робочою частотою 3,5 МГц.

Вимоги до проведення експерименту

1. Вимірювання поздовжньої роздільної здатності повинно проводитись для кожного каналу окремо і для перетворювача в цілому.

2. Вимірювання повинні проводитися при температурі оточуючого середовища $(20\pm 5)^{\circ}\text{C}$, при цьому похибка визначення роздільної здатності за рахунок змінення швидкості розповсюдження ультразвукових хвиль в дистильованій воді не повинна перевищувати $\pm 1\%$.

3. В якості відбивачів використовують дротові відбивачі, які представляють собою два відрізки мідного дроту діаметром 0,12мм ,які натягнуті між боковими стінками і відстань між якими повинна бути не менш ніж 150 мм.

4. Дослідження роздільної здатності повинні проводитися при температурі навколишнього середовища $(20 \pm 5)C^0$, при цьому погрішність визначення роздільної здатності за рахунок зміни швидкості розповсюдження ультразвуку в дистильованій воді не перевищує $\pm 1\%$.

Методика проведення вимірів

1. Вимірювальні прилади з'єднати по схемі представлений на рис.1 .
2. Багатоелементний перетворювач закріпити в тримачі координатного пристрою та встановити його так ,щоб його робоча поверхня була опущена у воду на глибину 1-2 мм та знаходилася від юстованого столику на відстані 110-120 мм.
3. На генераторі встановити амплітуду відео-імпульсу 100-120 В, а тривалість 0,1-0,2 мкс.
4. Змінюючи положення перетворювача в необхідних рамках відносно координатних вісей ,закріпити його в положення , при якому амплітуда сигналу відбитого від поверхні юстувального столику ,котрий виставлений заздалегідь горизонтально, являється максимальною.
5. Перемістити перетворювач за допомогою координатного пристрою в горизонтальній площині так, щоб отримати максимальну амплітуду сигналу відбитого від двох дротових відбивачів діаметром 0,12мм ,котрі знаходяться на відстані між їх центрами -1,7 мм та розташовані на юстувальному столику.
6. Атенюатор дефектоскопа встановити в положення ,при якому ехо-сигнал від дротових відбивачів спостерігається не спотвореним на екрані осцилографа.
7. Повздовжня роздільна здатність каналу вважається задовільною ,якщо мінімальне значення амплітуди між двома максимумами складає не більше 0,7 амплітуди меншого ехо-сигналу.

8. Аналогічні вимірювання проводити для всіх каналів перетворювача.

Висновки. В ході експерименту було визначено, що повздовжня роздільність датчику з номінальною робочою частотою 3,5 МГц складає 1,6 мм. Отримані результати задовольняють вимоги пред'явлені до лінійних ультразвукових медичних скануючих приладів, а саме – роздільна здатність останніх повинна бути в межах від 1,6 мм до 1,8 мм.

Література

1. Van Holsbeeck M, Introcasco J. Musculoskeletal ultra sound, 2nd ed. St Louis: Mosby; 2001.
2. Grimm A., Prell T., Decard B. et al. Muscle ultrasonography as an additional diagnostic tool for the diagnosis of amyotrophic lateral sclerosis / Clin Neurophysiol 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2014.06.052>
3. Fleckenstein J. L., Shellock F. G. Exertional muscle injuries: magnetic resonance imaging evaluation. Top Magn Reson Imaging 1991;3(4):50-70.