

TU – ĆWICZENIE3

KOMENTARZE

1. Przygotowanie do zajęć.

- a. Na zajęcia należy przygotować się ze skryptu Golanowki, Gudra „*Podstawy techniki ultradźwięków*”, rozdział 6, str. 51 - 58.
- b. Proponuję zabrać własny laptop (jeden na grupę wystarczy), żeby na bieżąco zapisywać wyniki – oszczędzi to Państwu ich przepisywania oraz ułatwi obliczenia i edycję.

2. Układ pomiarowy.

- a. Waga elektroniczna
 - i. Najlepiej przeprowadzić kalibrację wagi przed przystąpieniem do pomiarów. W tym celu, przy wyłączonej reszcie sprzętu pomiarowego, nacisnąć przycisk `cal` na panelu wagi i poczekać na zakończenie procesu kalibracji. Zapewni to dokładny pomiar i zapobiegnie auto-kalibracji (i, co za tym idzie, resetu zera) wagi w trakcie wykonywania ćwiczenia.
- b. Częstościomierz
- c. Przystawka pomiarowa
 - i. Za pomocą tej przystawki odczytać należy moc elektryczną dostarczaną do głowicy. Zakres miernika (3W) determinują wybrane wartości zakresu napięcia (30V) i natężenia prądu (0,1A).
- d. Generator mocy wysokich częstotliwości
 - i. Skala częstotliwości na pokrętle jest orientacyjna – do pomiarów używać proszę częstościomierza.
 - ii. Proszę **nie przekraczać napięcia 17V** – doprowadzić to może do zniszczenia balastu.
- e. Głowica
 - i. Przetwornik ma średnicę **38mm**

3. Zadania laboratoryjne:

- a. Głównym zadaniem jest przeprowadzenie pomiarów mocy akustycznej i elektrycznej głowicy przy różnych częstotliwościach i napięciach
- b. Proszę zacząć od wyliczenia i udzielenie odpowiedzi na następujące pytania:
 - i. Jak daleko od głowicy powinien być umieszczony reflektor? W polu bliskim czy dalekim? W jakiej części tego pola? Dlaczego? (proszę skonsultować się z wykresami dołączonymi do instrukcji). Do tej części należy wyliczyć zakres pola bliskiego.

$$r = \frac{d^2}{4\lambda} = \frac{d^2 \cdot f}{4 \cdot c_{woda}}, \text{ gdzie } d - \text{średnica przetwornika (38mm), } \lambda - \text{długość fali, } f - \text{częstotliwość fali (przyjmijmy 340kHz), } c_{woda} - \text{prędkość fali ultradźwiękowej w wodze.}$$

We wzorze tym występuje prędkość fali ultradźwiękowej, którą należy wyliczyć na podstawie wzoru Marczaaka, a do tego celu należy zmierzyć temperaturę wody.

$$c_{woda} = \sum_{i=0}^5 k_i t^i, \text{ gdzie } t \text{ oznacza temperaturę w zakresie } 0 - 100 \text{ } ^\circ\text{C}, \text{ a } k_i$$

to współczynniki wyszczególnione w tabeli poniżej.

i	k_i [m/s]
0	1402.385
1	5.038813
2	$-5.799136 \cdot 10^{-2}$
3	$3.287156 \cdot 10^{-4}$
4	$-1.398845 \cdot 10^{-6}$
5	$2.787860 \cdot 10^{-9}$

- ii. Jak wyraża się zależność mocy akustycznej od wskazań wagi? Jaka wartość mają współczynniki tego wzoru. Do tego celu należy wyliczyć kąt padania fali ultradźwiękowej α na ekran wiedząc, iż kąt rozwarcia ekrany jest 130° . Następnie przekształcić wzór na siłę promieniowania (skrypt). Trzeba pamiętać, że siła ta to iloczyn masy (waga) i przyspieszenia ziemskiego (g). Z tego wzoru należy wyliczyć moc akustyczną i przekształcić do postaci $P_{ak} = k \cdot m$; gdzie k – jest stałym współczynnikiem wyrażonym w jednostce $\left[\frac{mW}{mg}\right]$.
- c. Skonsultować wyniki z prowadzącym.
- d. Do pomiarów w pierwszej części proszę zrobić tabelę w następującej postaci:

nr.	f	U	m	Pe (elektryczna)	Pa (akustyczna)
[-]	[kHz]	[V]	[mg]	[mW]	[mW]

- e. Następnie proszę zmierzyć charakterystykę mocy akustycznej i elektrycznej głowicy w zakresie **300-380 kHz** przy napięciu **15V**. Pomiar proszę wykonywać w odstępach częstotliwości dających zmianę wagi o **około 5mg** (chodzi tu o uzyskanie odpowiedniej liczby punktów danych, a nie o dokładne odstępy – szkoda czasu na poszukiwanie częstotliwości, która daje dokładnie 5mg zmiany. Zmiana w przedziale 4-6 mg jest wystarczająco dobra). Czas reakcji wagi na zmianę częstotliwości wynosi 6-10 sekund, proszę więc dokonywać małych zmian częstotliwości i obserwować spokojnie ich efekt.
- i. Możliwe, że pomiary wskażą, że rezonans akustyczny i elektryczny występują na różnych częstotliwościach. W takim razie proszę przyjąć, że poprawne jest wskazanie dla mocy akustycznej (waga) i skorygować w sprawozdaniu moc elektryczną. Korekcję wykonujemy tak aby rezonanse dla mocy elektrycznej znalazły się w tym samym miejscu (w tej samej częstotliwości) co rezonanse dla mocy akustycznej.
- ii. Uzyskane dane posłużą do obliczenia sprawności głowicy, jak również szerokości jej pasma, dobroci, i natężenia wysyłanej przez nią fali akustycznej.

- iii. Wyznaczamy częstotliwości rezonansowe dla mocy akustycznej w celu wykorzystania ich w drugiej części pomiarów.
- f. Do pomiarów w drugiej części proszę zrobić tabelę w następującej postaci:

	REZONANS 1			REZONANS 2			REZONANS 3		
U	Pe moc elekt	masa	Pa	Pe moc elekt	masa	Pa	Pe moc elekt	masa	Pa
[V]	[mW]	[mg]	[mW]	[mW]	[mg]	[mW]	[mW]	[mg]	[mW]

- g. Następnie zbadać zależność mocy akustycznej i elektrycznej od napięcia (zmienianego **od 16V do 1V**) przy wszystkich trzech częstotliwościach rezonansowych.
 - i. Uzyskane dane posłużą do wykreślenia dwóch charakterystyk. Pierwsza z nich to zależność mocy akustycznej od mocy elektrycznej. Druga to zależność mocy akustycznej od napięcia.

4. Sprawozdanie.

- a. Na początku prosiłbym o umieszczenie układu pomiarowego, a następnie opis wniosków i wyliczeń które zostały zrobione podczas zajęć odnośnie granicy pola bliskiego, ustawienia ekranu w stosunku do przetwornika ultradźwiękowego i zależności pozwalającej na wyliczenie mocy akustycznej.
- b. W pierwszej części pomiarów należy:
 - i. Wykreślić na jednym wykresie moc akustyczną i elektryczną przed korekcją.
 - ii. Następnie należy opisać sposób korekcji mocy elektrycznej. Należy pamiętać, że rezonanse dla mocy akustycznej i dla mocy elektrycznej muszą być dla tych samych częstotliwości.
 - iii. Drugi wykres powinien zawierać moc akustyczną i elektryczną po korekcji.
 - iv. Następnie wyznaczamy dla każdego z trzech rezonansów: sprawność, szerokość pasma, dobroć, natężenie fali ultradźwiękowej. Należy dokładnie opisać sposób wyznaczenia szerokości pasma pamiętając, że przy przeliczeniu na skalę logarymiczną mamy $10\log()$, a nie $20\log()$.
 - v. W kolejnym kroku należy wyliczyć błąd pomiarowy z metody różniczki zupełnej. Do tego celu potrzebne są niepewności mierzonych wielkości. Dla pomiaru:
 1. częstotliwości $\Delta f = 1\text{Hz}$,
 2. napięcia $\Delta U = (\text{klasa urz\adzenia}(1,5) * \text{zakres pomiar.}(20V))/100\%$,
 3. moc elektr. $\Delta P_e = (\text{klasa urz\adzenia}(1,5) * \text{zakres pomiar.}(3W))/100\%$,
 4. masa $\Delta m = 0,1\text{mg}$.
- c. W drugiej części pomiarów należy:
 - i. Narysować wykres mocy akustycznej od mocy elektrycznej,
 - ii. Narysować wykres mocy akustycznej od napięcia.
- d. Wnioski. We wnioskach należy:
 - i. Po wyliczeniu natężenia należy sprawdzić w literaturze jakie są dopuszczalne wartości natężenia przetworników w medycynie. Należy odpowiedzieć dla którego rezonansu badanego przetwornika kryteria te są spełnione, a dla który nie.

- ii. Na którym rezonansie powinien działać przetwornik zakładają, iż chcemy go wykorzystać do obrazowania biorąc pod uwagę długość impulsu, szerokość pasma, dobroć i sprawność.
- iii. Należy zinterpretować kształt i ewentualną interpretację charakterystyk z drugiej części pomiarowej.