



**ZMIANY IMPEDANCJI AKUSTYCZNEJ I WSPÓŁCZYNNIKA
POCHŁANIANIA REZONATORÓW HELMHOLTZA Z SZYJKĄ
Z DWÓCH PŁYTEK Z OTWORAMI - ZALEŻNOŚĆ
OD KONFIGURACJI GEOMETRYCZNEJ**

**Acoustic Impedance and Absorption Coefficient Variations of Helmholtz Resonators
of Two Plates with Orifices Inlet Neck - Dependence on Geometrical Configuration**

M. Birnbach, A. Śliwiński, S. Zachara

Instytut Fizyki Doświadczalnej, Uniwersytet Gdański,
ul. Wita Stwosza 57, 80-952 Gdańsk,
fizas@univ.gda.pl

STRESZCZENIE

Przeprowadzono badania eksperymentalne akustycznych charakterystyk modeli rezonatorów Helmholtza z szyjką wlotową o dwóch płytkach z otworami stosując metodykę pomiarową rury Kundta. Zbadano kilka wariantów modeli w zależności od geometrii wlotu (liczby otworów, ich średnicy i odległości między płytkami).

Zmiana impedancji akustycznej i współczynnika pochłaniania w zależności od geometrii wlotu rezonatora badana w naszej poprzedniej pracy wykazała regularną zależność od odległości między płytkami jak również nie tak regularną od rozmiaru, liczby i rozmieszczenia otworów.

W tej pracy przedstawiamy przykładowe wyniki dotyczące zależności własności rezonatorów od konfiguracji otworów i ich wzajemnego rozmieszczenia w płytkach. Ta konfiguracja równoległe z odległością między płytkami odgrywa ważną rolę w znalezieniu optymalnych parametrów pożądaných dla uzyskania odpowiednich warunków impedancji i pochłaniania rezonatorów.

1. Wstęp

Własności akustyczne rezonatorów Helmholtza z szyjką wlotową o zmodyfikowanej geometrii przez zastosowanie dwóch płytek z otworami w różnej wzajemnej konfiguracji geometrycznej (zmienny odstęp między płytkami oraz różne rozmieszczenie otworów) były przedmiotem eksperymentalnych modelowych badań prowadzonych przez autorów od kilku lat [1-2] celem poszerzenia aktywnego pasma częstotliwości rezonatorów dla zastosowań w absorbcyjnych układach panelowych w zakresie małych częstotliwości (150 - 350 Hz) przeznaczonych do wykorzystania w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym [3-6]. Wybrane wyniki pomiarów zmian współczynnika pochłaniania w zależności od geometrycznej modyfikacji szyjki rezonatorów zostały opublikowane w pracy [1]. Ostatnio w pracy [2] przedstawiono zmiany impedancji akustycznej od odległości pomiędzy płytkami rezonatora przy takiej modyfikacji geometrycznej wlotu rezonatora. W pracy tej

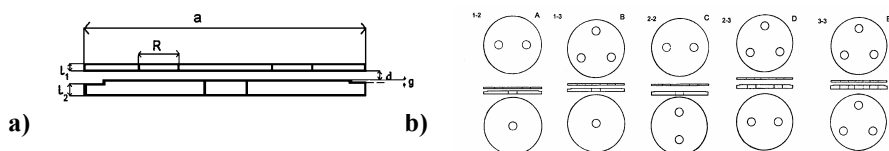
stwierdzono, że oprócz istotnej roli odległości między płytkami zmiany impedancji oraz współczynnika pochłaniania rezonatora bardzo zależą od wzajemnej konfiguracji otworów w płytkach (ilości otworów, ich średnicy i rozmieszczenia). W tej pracy przedstawiamy dalsze wyniki pomiarów zależności impedancji akustycznej i współczynnika pochłaniania badanych rezonatorów dla kilku konfiguracji geometrycznych szyjki wykonanej z dwóch równoległych płytek z otworami zamykających wlot rezonatora.

2. METODYKA POMIAROWA

W celu wyznaczenia impedancji akustycznej i współczynnika pochłaniania modeli rezonatorów zastosowano standardową metodę pomiarową akustycznej rury impedancyjnej (rury Kundta) [7,8]. Badany rezonator stanowił układ montowany na zakończeniu rury jako wnęka odgradzona (zamknięta) szyjką stanowiącą dwie równoległe płytki z odpowiednimi otworami. Głębokość wnęki rezonatora wynosiła około 0,01 m i była bliska jego średnicy równej średnicy rury impedancyjnej. Dokładniejszy opis warunków eksperymentalnych jak również podstaw i definicji wielkości oraz obiektów mierzonych został przedstawiony w pracach [1,2].

3. BADANE KONFIGURACJE SZYJEK REZONATORÓW

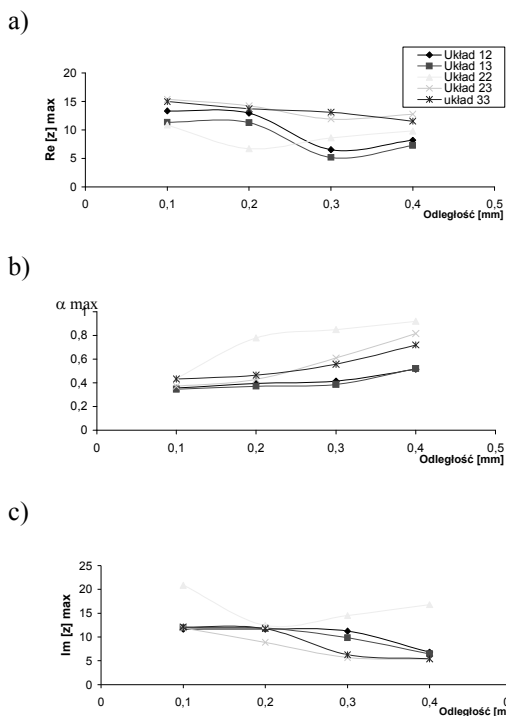
Szyjkę rezonatora stanowiły dwie wzajemnie równoległe okrągłe płytki o średnicy a (rys.1a) i grubości odpowiednio l_1 i $l_2 + g$, przy czym g jest uskokiem, na którym opierały się pierścienie dystansujące umożliwiające dokładną regulację odległości d pomiędzy płytkami [2]. Odległość d zmieniano w granicach 0,0001 - 0,0005 m. Na rys. 1b przedstawiono 5 podobnych konfiguracji wlotów (szyjek) badanych układów o różnej liczbie otworów i różnym ich wzajemnym ułożeniu według następujących oznaczeń: A 1-2, B 1-3, C 2-2, D 2-3 oraz E 3-3, gdzie pierwsza cyfra oznacza liczbę otworów w dolnej płytce a druga w górnej, odpowiednio.



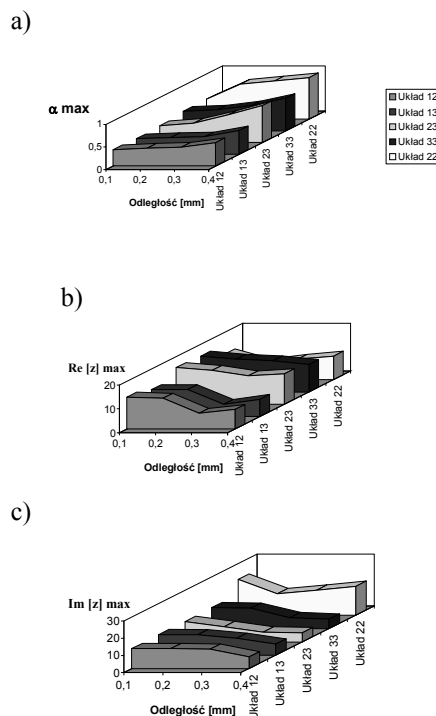
Rys. 1. Schemat dwu płytkowej szyjki (zamknięcia rezonatora) (a) oraz warianty wzajemnej konfiguracji otworów górnej i dolnej płytki (b)

4. WYNIKI POMIARÓW

Na rys. 2 przedstawione są zależności współczynnika pochłaniania α_{max} , (a) części rzeczywistej $Re[z]$, (b) i części urojonej $Im[z]$, (c) impedancji, odpowiednio od odległości d między płytkami dla 5 różnych badanych konfiguracji (rys. 1). Z wykresów widać, że dla konfiguracji C 2-2 wystąpiły największe wartości maksimum pochłaniania (a), którym odpowiadają najmniejsze wartości impedancji (b),(c).



Rys. 2. Zależności α_{max} , (a) $Re[z]$, (b) oraz $Im[z]$, (c) od odległości między płytkami dla różnych konfiguracji otworów.



Rys. 3. Zależności przestrzenne α_{max} , (a) oraz $Im[z]$, (c) od odległości między płytkami dla różnych konfiguracji otworów.

Zależności α_{max} , $Re[z]$ i $Im[z]$ są także przedstawione na przestrzennych wykresach na rys. 3 (a), (b), (c) w zależności od odległości d pomiędzy płytkami dla różnych konfiguracji. Jak pokazano w pracy [2] obserwowany wzrost absorpcji (widoczny na przedstawianych tutaj wykresach) występuje tylko do osiągnięcia pewnej wartości nasycenia a dla znacznie większych odległości absorpcja znów maleje.

5. DYSKUSJA I WNIOSKI

Przedstawione w tej pracy wyniki są dalszą (w uzupełnieniu do pracy [2]) ilustracją bardzo wyraźnej, chociaż bez określonej regularności, zależności akustycznych własności badanych rezonatorów od konfiguracji geometrycznych elementów modyfikowanej dwu płytkowej szyjki. Osiągnięte przypadkowo duże wartości współczynnika pochłaniania α_{\max} i odpowiadające im małe wartości składowych impedancji akustycznej $\text{Re}[z]$ i $\text{Im}[z]$ dla konfiguracji C 2-2 dają istotną wskazówkę, że pewne konfiguracje geometryczne są bardziej optymalne niż inne. Należy więc w konkretnych przypadkach praktycznych poszukiwać optymalnych konfiguracji pamiętając jednocześnie, że istnieje regularna zależność od odstepu między płytkami [2], która polega na tym, że dla bardzo małych odległości (rzędu $d = 0.0001$ m [2]) absorpcja akustyczna jest mała (impedancja duża), przy wzroście odległości następuje stopniowy wzrost aktywności szyjki aż do maksymalnego nasycenia wartości współczynnika absorpcji przy odstepie optymalnym (na przykład $d = 0.0005$ m dla konfiguracji C 2-2); odstęp ten jest różny dla różnych konfiguracji. Zmiany konfiguracji przesuwają także częstotliwość rezonansową i poszerzają lub zawężają absorpcyjne pasmo rezonatora. Jak pokazały nasze poprzednie badania [1,2] a także prace Radenberga [9] i Fuchsa [10] zmiany geometrii wlotu (szyjki) do rezonatora mogą w dość szerokim zakresie modyfikować własności akustyczne rezonatorów Helmholtza a także złożonych z nich układów panelowych o specyficznych zastosowaniach praktycznych [3-6].

LITERATURA

1. J. KOZAKIEWICZ, A. ŚLIWIŃSKI, S. ZACHARA, *Absorbing properties variations of Helmholtz resonators by modification of their geometrical parameters*, Proc. Noise Control'01, pp. 269-275, Kielce 2001.
2. M. BIRNBACH, A. ŚLIWIŃSKI, S. ZACHARA, *Acoustic impedance variations of Helmholtz resonators of two plates with orifices inlet neck against the distance between the plates*, arch. acoust., 29 (2004) 1-8.
3. J. CZUCHAJ, A. ŚLIWIŃSKI, K. ŚRODECKI, *Acoustical systems (panels) for industrial noise protection in very high higienic requirements*, Proc. Noise Control'98, pp. 443-446, Krynica, 1998.
4. J. CZUCHAJ, A. ŚLIWIŃSKI, K. ŚRODECKI, S. ZACHARA, *Rezonansowe elementy dźwiękochłonne dostosowane do warunków wysokich wymagań higienicznych*, 47 OSA'2000, Rzeszów -Jawor, pp 455-462.
5. J. CZUCHAJ, A. ŚLIWIŃSKI, K. ŚRODECKI, *Noise sources and acoustic properties of workrooms in the plants of food-processing and pharmaceutical industry*, Appl. Acoust. **62**, 1141-1156 (2001).
6. J. CZUCHAJ, A. ŚLIWIŃSKI, K. ŚRODECKI, S. ZACHARA, *Ochrona przed hałasem w warunkach wysokich wymagań higienicznych w zakładach pracy przemysłu spożywczego i farmaceutycznego*, Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, pp. 1-51, Gdańsk, 2000.
7. ISO Standard 10534-1, *Determination of sound absorption coefficient and acoustic impedance in impedance tube*, Pr. PN, Warszawa 1999.
8. *B&K Standing wave apparatus*, Type 4002, B.&K. Techn. Review, September, 1969.
9. R. T. RADENBERG, *A Helmholtz resonator with a lateral elongated orifice*, Acustica, **86**, 77-82 (2000).
10. H.V. FUCHS, *Helmholtz resonators revisited*, Acustica, **86**, 581-583 (2000).