

Streszczenie

Wyznaczanie natężenia dźwięku na podstawie synchronizowanych przebiegów ciśnienia akustycznego

autor: mgr inż. Michał Raczyński

promotor: dr hab. inż. Witold Mickiewicz, prof. ZUT

Metody natężeniowe (czyli bazujące na pomiarze natężenia dźwięku) są atrakcyjną alternatywą dla najpowszechniej obecnie stosowanych w akustyce metod ciśnieniowych (opierających się na pomiarze ciśnienia akustycznego). Wykorzystując wektorowy charakter natężenia dźwięku, pozwalają one bezpośrednio obserwować rozptył energii akustycznej wokół źródeł. W wielu przypadkach daje to o wiele pełniejszą informację o mechanizmie generacji dźwięku i jego propagacji niż sam tylko pomiar wielkości skalarnej jaką jest ciśnienie akustyczne. Niestety, pomiar natężenia dźwięku wymaga użycia specjalistycznych przyrządów pomiarowych (np. sond typu *PP*). Kluczowym elementem takiej sondy jest para mikrofonów o wyjątkowo zbieżnych charakterystykach częstotliwościowych (szczególnie fazowych), co wpływa na ich wysoką cenę. Z tego powodu metody natężeniowe nie rozpropagowały się w szerszym gronie akustyków. W niniejszej pracy podjęto próbę zbadania właściwości i podania potencjalnych zastosowań alternatywnej metody pomiaru natężenia dźwięku nie wymagającej użycia kosztownych sond natężeniowych. Jest to zmodyfikowana wersja sondy *PP*, ale używająca tylko jednego mikrofonu. Pomiar jest wykonywany dwukrotnie, umieszczając mikrofon w pozycjach odpowiadających położeniom mikrofonów w sondzie *PP*. Wyznaczenie natężenia dźwięku na podstawie zarejestrowanych sygnałów jest możliwe dzięki ich synchronizacji. Może ona przebiegać w różny sposób. Już na etapie samego pomiaru (synchronizacja bezpośrednia) bądź po jego dokonaniu wykorzystując dodatkowy sygnał odniesienia (synchronizacja pośrednia). Takie podejście (użycie tylko jednego mikrofonu), ma w założeniu całkowicie wyeliminować błąd wynikający z braku zbieżności charakterystyk częstotliwościowych mikrofonów w sondzie *PP*. Dzięki temu można wykorzystać do pomiaru zwykły mikrofon ciśnieniowy. Oczywiście badane sygnały muszą wykazywać cechy okresowości, co ogranicza zastosowanie proponowanej metody.

We wstępnej części pracy dokonano systematyzacji pojęć związanych z polem akustycznym. Następnie przeprowadzono przegląd obecnie stosowanych metod pomiaru natężenia dźwięku. Zaprezentowano także metody kompensacji błędu wynikającego z niezgodności charakterystyk fazowych mikrofonów w sondzie *PP*.

W części badawczej przedstawiono pomiary dokonane zaproponowaną metodą. Przeprowadzono je dla kilku rzeczywistych źródeł dźwięku i różnych kanałów sygnału odniesienia służącego do dokonania synchronizacji. Następnie, bazując na otrzymanych wynikach, poddano analizie błędy występujące w proponowanej metodzie pomiarowej. Opisano błąd związany z charakterem mierzonego sygnału i stworzono jego model matematyczny. W efekcie zostały określone granice zastosowań proponowanej metody (w odmianie z synchronizacją pośrednią). Zaproponowano skuteczną metodę minimalizacji

błędu wynikającego ze skończonej rozdzielczości synchronizacji będącej skutkiem dyskretyzacji sygnałów odniesienia.

W dalszej części pracy przedstawiono autorski system pomiarowy pozwalający na wizualizację wektorowych pól akustycznych przy pomocy proponowanej metody pomiarowej (tym razem w wersji z synchronizacją bezpośrednią). W przedstawionym rozwiązaniu wykorzystano bezpośrednią synchronizację akwizycji i generacji danych pomiarowych. Zaprezentowano wyniki pomiaru rozptywu energii akustycznej wokół aktywnego zestawu głośnikowego.

Całość pracy kończy się podsumowaniem, w którym zawarto perspektywy dalszego rozwoju zaproponowanej metody pomiarowej.

Słowa kluczowe: natężenie dźwięku, sonda *PP*, energia akustyczna, wizualizacja wektorowych pól akustycznych, sondy natężeniowe, *phase mismatch error*