



AKUSTYCZNE ZALETY I WADY LEKKICH ŚCIAN SZKIELETOWYCH

Acoustical advantages and shortcomings of lightweight plasterboard walls

Jacek Nurzyński

Instytut Techniki Budowlanej

J_Nurzyn@itb.pl

STRESZCZENIE

Izolacyjność akustyczna ścian szkieletowych z płyt gipsowo-kartonowych jest bardzo zróżnicowana zależnie od ich konstrukcji. Przy niewielkim ciężarze ściany tego typu mogą uzyskiwać bardzo dobre parametry akustyczne, często lepsze niż tradycyjne przegrody masywne. Wskaźnik izolacyjność akustycznej w przypadku specjalnych konstrukcji w warunkach laboratoryjnych osiąga wartości przekraczające nawet 70 dB. Jednak właściwości akustyczne ścian szkieletowych są wrażliwe na różne czynniki konstrukcyjne w znacznie większym stopniu niż tradycyjne ściany masywne. Zjawiska rezonansowe, sposób rozwiązania szczegółów, węzły i połączenia z pozostałymi elementami budynku, przenoszenie boczne, a także jakość wykonania mogą mieć decydujący wpływ na rzeczywistą izolacyjność akustyczną uzyskiwaną w konkretnym obiekcie budowlanym. Stosując lekkie ściany szkieletowe należy uwzględniać ich niewątpliwe zalety, ale również pamiętać o słabych stronach. W referacie wskazano na jakie zagadnienia należy zwrócić szczególną uwagę.

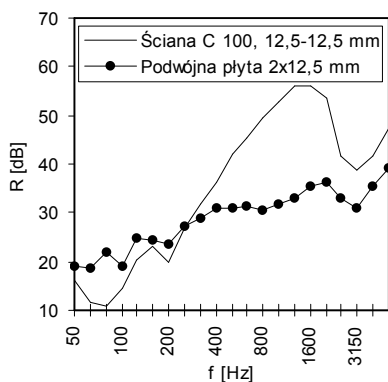
1. WPROWADZENIE

Lekkie ściany szkieletowe są najczęściej stosowane jako przegrody wewnętrzne w budynkach o charakterze biurowym, lecz także w innego rodzaju obiektach np. hotelach, szkołach, kinach itp. Coraz częściej mówi się również o możliwości szerszego wykorzystania tego typu przegród w budownictwie mieszkaniowym. Przy niewielkiej masie charakteryzują się one dobrą izolacyjnością akustyczną, która w wielu przypadkach jest znacznie lepsza niż uzyskiwana przez tradycyjne przegrody masywne. Ponadto stosując różne rozwiązania konstrukcyjne można uzyskiwać zróżnicowane właściwości akustyczne odpowiednio do wymagań obowiązujących w konkretnym obiekcie. W warunkach laboratoryjnych wskaźnik izolacyjności akustycznej ścian R_{A1} osiąga wartość od 27 dB do ponad 70 dB w przypadku specjalnych konstrukcji stosowanych np. w kinach.

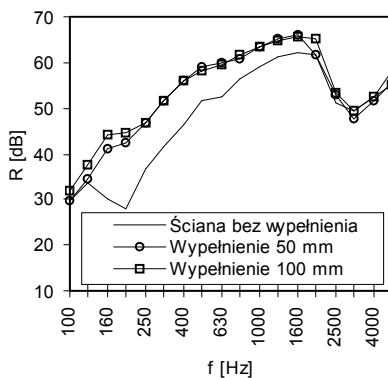
Jednak z drugiej strony przegrody te są pod względem akustycznym bardzo wrażliwe na wiele czynników, takich jak sposób rozwiązania szczegółów, połączeń, węzłów, a także na jakość wykonania i wpływ powiązania z układem pozostałych elementów budynku. Istotne znaczenie mają również różnego rodzaju zjawiska rezonansowe. Stosując tego typu przegrody należy dostrzegać ich niewątpliwe zalety, konieczne jest jednak również spojrzenie krytyczne.

2. ZJAWISKA REZONANSOWE

Konstrukcja lekkiej ściany szkieletowej jest bardzo korzystna pod względem akustycznym w zakresie średnich i wysokich częstotliwości. Jednak możliwość uzyskania wysokiej izolacyjności akustycznej w pasmach niskich częstotliwości jest ograniczona ze względu na występujący w tym zakresie rezonans. Na rys. 1 przedstawiono wykres izolacyjności akustycznej uzyskany dla podwójnej płyty gipsowo-kartonowej (2x12,5 mm) zamocowanej po jednej stronie szkieletu oraz wykres izolacyjności akustycznej ściany szkieletowej wykonanej na pojedynczym szkielecie z profili C 100, w której takie same dwie płyty o grubości 12,5 mm każda są mocowane po obu stronach szkieletu, a więc znajdują się w odległości $d = 100$ mm. W przypadku ściany jest widoczny wyraźny przyrost izolacyjności akustycznej zakresie średnich i wysokich częstotliwości, jednak w wyniku rezonansu całego układu, w zakresie częstotliwości niskich izolacyjność ściany jest mniejsza od izolacyjności płyt, z których tą ścianę wykonano.



Rys. 1. Wpływ rezonansu m-s-m na charakterystykę izolacyjności akustycznej ściany.



Rys. 2. Izolacyjność akustyczna ściany z wypełnieniem i bez wypełnienia, C 100, g-k 2x12,5 mm.

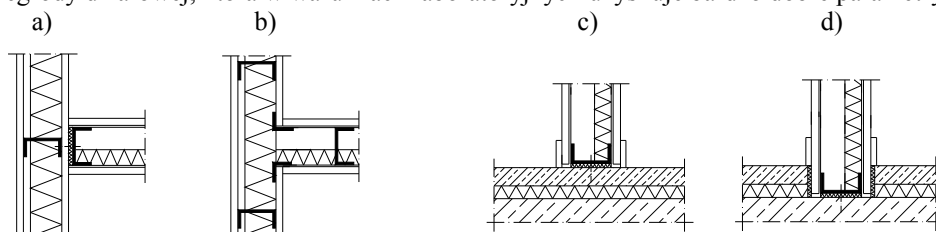
Przebieg krzywej izolacyjności akustycznej lekkich ścian szkieletowych jest zasadniczo zdeterminowany częstotliwością rezonansową, oraz częstotliwością koincydencji. Jednak mogą się ujawniać również inne, w mniejszym stopniu rozpoznane zjawiska rezonansowe. Ilustruje to rys. 1 gdzie jest widoczne wyraźne załamanie wykresu występujące powyżej częstotliwości rezonansowej. Takie charakterystyczne obniżenie izolacyjności akustycznej właściwej w rejonie 200 Hz występuje zawsze bardzo wyraźnie w przypadku ścian pustych tj. bez wypełnienia materiałem dźwiękochłonnym. Przykładowe porównanie wykresu izolacyjności ściany wykonanej na szkielecie C 100, z podwójną okładziną 2x12,5 mm, z wypełnieniem i bez wypełnienia materiałem dźwiękochłonnym pokazano na rys. 2. Obecność materiału dźwiękochłonnego w komorze pomiędzy płytami okładzinowymi niemal całkowicie wyeliminowała załamanie wykresu.

Wyraźny spadek izolacyjności akustycznej w omawianym zakresie występuje tylko przy stosowanym standardowo gęstym rozstawie wkrętów mocujących płyty gipsowo-kartonowe do szkieletu wynoszącym 250 mm. W przypadku gdy wkręty były rozstawione co 750 mm zjawisko prawie zanikało.

Obecność częstotliwości rezonansowej występującej w rejonie niskich pasm lecz powyżej rezonansu układu masa-sztynność-masa (m-s-m) została również stwierdzona w wyniku badań przeprowadzonych na przegrodach podwójnych, w których jako okładziny były zastosowane blachy stalowe o grubości 2 mm [1].

3. WYKONANIE PRZEGRODY W BUDYNKU

Szczegóły wykonania samej ściany podczas montażu, takie jak rozstaw wkrętów, ich położenie i siła docisku, usztywnienie krawędzi płyt okładzinowych, przewiązki stanowiące mostki akustyczne itp. mają wpływ na jej właściwości akustyczne [2]. Spotykany w praktyce brak wypełnienia materiałem dźwiękochłonnym może obniżyć wartość wskaźnika R_{A1} o kilkanaście decybeli w stosunku do ściany z wypełnieniem. Także zaprojektowany sposób rozwiązania połączenia ściany z innymi elementami ma istotne znaczenie. Na rys 3a i 3b pokazano dwa możliwe do zastosowania w praktyce rozwiązania szczegółu węzła stanowiącego połączenie ściany podłużnej (np. korytarza) ze ścianą poprzeczną (np. oddzielającą sąsiednie pokoje). Rozwiązanie wg rys. 3b jest znacznie bardziej korzystne pod względem akustycznym, jednak w praktyce ze względu na ułatwienia konstrukcyjne, oraz możliwość późniejszej zmiany układu ścian poprzecznych powszechnie jest stosowane rozwiązanie przedstawione na rys. 3a. Uzyskanie przy takim sposobie połączenia ścian wysokiej izolacyjności akustycznej pomieszczeń jest niemożliwe nawet przy zastosowaniu przegrody działowej, która w warunkach laboratoryjnych uzyskuje bardzo dobre parametry.



Rys 3. Szczegóły połączenia ściany szkieletowej ze ścianą podłużną i z podłogą

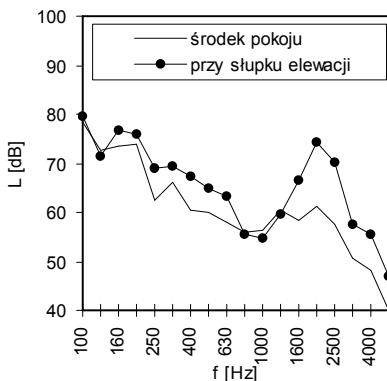
Równie znaczący jest wpływ sposobu posadowienia ściany działowej (rys. 3c i 3d). Rozwiązanie wg rys. 3d jest pod względem akustycznym korzystniejsze ponieważ całkowita dylatacja płyty podłogi uniemożliwia transmisję dźwięków powietrznych i uderzeniowych w kierunku poziomym. Rozwiązanie pokazane na (rys. 3c) jest niekorzystne, jednak jest stosowane powszechnie ze względu na łatwiejszy montaż i możliwość późniejszej zmiany położenia ściany bez ingerencji w płytę dociskową pływającej podłogi.

Neuralgiczne z punktu widzenia akustycznego jest również połączenie ściany szkieletowej ze ścianą zewnętrzną, szczególnie ze słupkiem lekkiej ściany osłonowej. Problem jest najczęściej pozostawiany do rozwiązania wykonawcy. Dopiero w trakcie realizacji obiektu stosowane są różne zabiegi mające na celu dopasowanie do siebie tych elementów mających często inną grubość. Na styku pozostają nieszczelności lub po pewnym czasie powstają spękania na granicy dwóch nieprawidłowo połączonych materiałów. Rys. 4 ilustruje efekt wywołany takim nieszczelnym połączeniem, w pobliżu słupka poziom ciśnienia akustycznego zmierzony w pomieszczeniu odbiorczym podczas badania izolacyjności akustycznej ściany w budynku raptownie wzrasta w paśmie 2000 Hz.

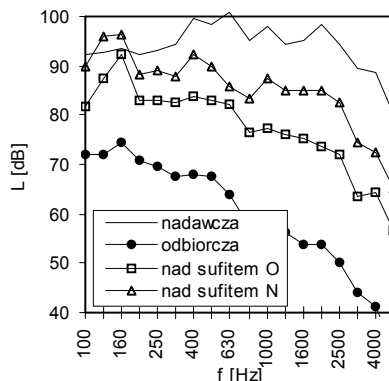
4. WPŁYW TRANSMISJI DŹWIĘKU DROGAMI BOCZNYMI

Ściany szkieletowe są zwykle stosowane w rozwiązaniach systemowych razem z podwieszonym sufitem, a w wielu przypadkach także z podniesioną podłogą. O właściwościach akustycznych całego układu może wówczas decydować izolacyjność przestrzeni nad sufitem i pod podłogą. Izolacyjność wzdłużna sufitu zależy w znacznym stopniu od rodzaju

zastosowanych płyt sufitowych. Płyty lekkie wykonane z materiałów dźwiękochłonnych mają niewielką izolacyjność akustyczną. Ilustruje to rys. 5 gdzie naniesiono charakterystyki $L(f)$ zmierzone w pokoju i w przestrzeni nad sufitem pomieszczenia nadawczego (N) i odbiorczego (O). W paśmie 160 Hz w przestrzeni nad sufitem nastąpiło nawet pewne wzmocnienie poziomu dźwięku. Istnieją możliwości poprawy izolacyjności wzdłużnej sufitu jednak są one zwykle ograniczone ze względu na prowadzoną nad sufitem instalację wentylacyjną. Jeszcze większe problemy występują w otwartych systemach wentylacyjnych, w których jest konieczne zapewnienie swobodnego przepływu powietrza nad sufitem.



Rys. 4. Wpływ nieszczelności połączenia



Rys. 5. Transmisja dźwięku nad sufitem

Na izolacyjność akustyczną uzyskiwaną pomiędzy pomieszczeniami w budynku wpływa również wzdłużna transmisja dźwięku przez podniesioną podłogę, zarówno w odniesieniu do dźwięków powietrznych jak i uderzeniowych (bez zastosowania elastycznych wykładzin podłogowych zwykle nie jest możliwe uzyskanie odpowiedniej izolacyjności akustycznej od dźwięków uderzeniowych). Izolacyjność akustyczna płyt podłogowych w zakresie dźwięków powietrznych jest zwykle znacznie większa niż ma to miejsce w przypadku płyt sufitowych. Sytuacja ta może się jednak pogorszyć jeżeli w podłodze znajdują się np. otwory wentylacyjne lub innego typu otwory technologiczne.

Lekkie ściany szkieletowe są również stosowane w budynkach o konstrukcji tradycyjnej. Ściany wypełniają wówczas całą przestrzeń pomiędzy podłogą a sufitem, zatem nie występują problemy związane z transmisją dźwięku w przestrzeni nad sufitem i pod podłogą. Jednak ze względu na brak sztywnych węzłów występuje w tym przypadku bardzo duży wpływ przenoszenia bocznego w kierunku poziomym wzdłuż przegród masywnych. Drogi boczne mogą decydować o izolacyjności akustycznej dla danego układu pomieszczeń, szczególnie wówczas gdy sama lekka przegroda działowa ma bardzo dobre właściwości akustyczne. Wpływ przenoszenia bocznego może spowodować w takim przypadku obniżenie izolacyjności akustycznej układu pomieszczeń nawet o kilkanaście decybeli.

LITERATURA

1. HONGISTO V., LINDGREN M., HELENIUS R., Sound insulation of double walls – an experimental parametric study. Acta Acustica Vol. 88 (2002) 904-923.
2. NURZYŃSKI J., Sound Insulation of Lightweight Plasterboard Walls. Proc. 17th International Congress of Acoustics. Rome 2001. Vol. 3.