

Leszek DULAK*
Politechnika Śląska

WPLYW IZOLACJI CIEPLNEJ NA WŁAŚCIWOŚCI AKUSTYCZNE ŚCIAN WYKONANYCH Z BLOCzków SILIKATOWYCH

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych zrealizowanych przez autora. Ich celem było określenie wpływu rodzaju i grubości izolacji termicznej występującej w ścianie warstwowej na zmianę jej podstawowych parametrów akustycznych. Uzyskane wyniki badań odniesiono do wymagań stawianych przez polskie normy i ustawodawstwo i na tej podstawie zakwalifikowano jako spełniające lub nie warunki ochrony przed hałasem.

INFLUENCE OF THERMAL ISOLATION ON ACOUSTIC PROPRIETIES OF WALLS EXECUTED FROM SILICATE BLOCKS

Summary. In this paper introduced results of laboratory research realized by author. Their aim was qualification of influence of kind and thicknesses of thermal isolation in stratified wall on change her acoustic parameters. Received results of researches referred to Polish norms and legislation and on this base classified as realizing or not conditions of protection before noise.

1. Wprowadzenie

Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [1], stanowi punkt wyjścia do oceny i ochrony obiektów przed nadmiernym oddziaływaniem hałasu. Hałas środowiskowy stanowi jeden z głównych problemów, z jakimi spotyka się projektant, chcąc sprostać wymogom ww. ustawy i polskim normom [2], [3]. Kluczową rolę w ochronie użytkownika obiektu mieszkalnego przed hałasem środowiskowym odgrywa przegroda rozdzielająca pomieszczenia w budynku od środowiska zewnętrznego. Stopień tłumienia

* Opiekun naukowy: Dr hab. Tadeusz Zakrzewski, prof. Politechniki Śląskiej

dźwięków przez przegrody budowlane stosowane w obiektach budowlanych zależy od wielu różnych czynników, takich jak:

- izolacyjność akustyczna elementów wbudowanych w przegrodę zewnętrzną (okna, drzwi, kratki wentylacyjne itp.),
- w przypadku ścian wielowarstwowych, rodzaj i grubość materiałów stanowiących izolację termiczną,
- boczna izolacyjność od dźwięków powietrznych,
- jakość wykonania robót budowlanych,
- rodzaj widma hałasu zewnętrznego.

Większość z ww. czynników została sprecyzowana poprzez określone normy i wytyczne w zakresie ich poprawnego doboru i daje się w odpowiedni sposób zinterpretować i przewidzieć. Jednak wpływ warstwy izolacji termicznej na parametry akustyczne całej przegrody nie jest w wystarczający sposób rozpoznany doświadczalnie. Przyczynia się do tego kilka powodów. Również brak jest uniwersalnych metod obliczeniowych ujmujących większość występujących w praktyce przypadków. Złożoność problemu izolacyjności akustycznej oraz różnorodność technologii i rozwiązań materiałowych utrudniają przeprowadzenie badań, których wyniki mogłyby zostać uznane za reprezentatywne dla większej grupy przypadków i zastosowań.

Z tego względu na wybranej grupie wyrobów silikatowych przeprowadzono ocenę wpływu wariantowych rozwiązań ochrony cieplnej na izolacyjność akustyczną przegród zewnętrznych.

2. Wymagania stawiane ścianom zewnętrznym

Wymaganą izolacyjność akustyczną ścian zewnętrznych z oknami i stropodachów uzależnia się od rodzaju źródła hałasu zewnętrznego i miarodajnego poziomu dźwięku A , występującego w odległości 2 m od fasady budynku na poziomie rozpatrywanego fragmentu przegrody. Im większy poziom dźwięku, tym wyższe wymagania (tablica 5 normy [3]). Wymagania odnosi się do wskaźników oceny R'_{A1} lub R'_{A2} , zależnie od widma hałasu zewnętrznego. Hałasom pochodzącym od: źródeł bytowych, ruchu kolejowego ze średnią i dużą prędkością, ruchu na drodze z prędkościami powyżej 80 km/h, samolotów odrzutowych w małej odległości, zakładów przemysłowych, emitujących hałas nisko- i średnio-

częstotliwościowy przypisuje się widmo nr 1 i wskaźnik widmowy C. Pozostałym, widmo nr 2 i wskaźnik widmowy C_r.

Wskaźniki oceny izolacyjności akustycznej właściwej należy określać wg poniższej zasady:

$$R_{A1} = R_w + C, \quad dB \quad (1)$$

$$R_{A2} = R_w + C_{tr}, \quad dB \quad (2)$$

gdzie:

R_w – ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej wg [4] C_{tr} i C – widmowe wskaźniki adaptacyjne wg [4].

Dla przegród zewnętrznych bez okien wymagania przedstawione w tabelicy 5 wyżej cytowanej normy zwiększa się o 10 dB.

Przy wyznaczaniu wymaganej izolacyjności akustycznej elementów budowlanych przeznaczonych do wykonania przegród zewnętrznych dopuszcza się pominięcie wpływu bocznego przenoszenia dźwięku na izolacyjność akustyczną tych przegród w budynku:

$$R'A1 = RA1 \text{ (na podstawie pkt. 8 normy [3])} \quad (3)$$

$$R'A2 = RA2 \text{ (na podstawie pkt. 8 normy [3])} \quad (4)$$

Dobierając rozwiązania zewnętrznych przegród budowlanych lub ich części na podstawie wskaźników uzyskanych w badaniach laboratoryjnych wzorców tych przegród, zaleca się przyjmować w projektowaniu wartości wskaźników skorygowane (zmniejszone) o 2 dB.

3. Procedura pomiarowo-obliczeniowa

Badania laboratoryjne izolacyjności akustycznej przegród budowlanych przeprowadzono w pogłosowych komorach sprzężonych, wyznaczając następujące wielkości wyjściowe:

- czas pogłosu w komorze odbiorczej,
- równoważną powierzchnię pochłaniającą komory odbiorczej,
- poziom ciśnienia akustycznego w komorze nadawczej,
- poziom ciśnienia akustycznego w komorze odbiorczej,

W oparciu o zmierzone wielkości pomiarowe wyznaczone zostały charakterystyki izolacyjności akustycznej właściwej od dźwięków powietrznych R, a następnie przez porównanie charakterystyk doświadczalnych z charakterystyką normową wyznaczono jednoliczbowe ważne wskaźniki izolacyjności akustycznej właściwej R_w oraz wskaźniki oceny izolacyjności akustycznej właściwej R_{A1} i R_{A2}. Uzyskane w ten sposób wartości

otrzymanych wskaźników oceny izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej R_{A1} i R_{A2} zestawiono w tabeli 1.

4. Ogólna charakterystyka techniczna przebadanych ścian z elementów silikatowych


Badaniom poddano ścianę grubości 250 mm z bloków silikatowych 6WFD, drażonych, murowanych na wpust i wypust z wypełnieniem spoin poziomych i pionowych, zaprawą klejową. Do ściany z bloczków dokładano kolejno warstwy izolacji termicznej z wełny mineralnej lamelowej lub styropianu grubości 10 lub 15 cm, mocowane za pomocą „placzków” z zaprawy klejowej i zabezpieczonych zaprawą klejową z siatką jak w systemach dociepleń. Na dwie z przebadanych przegród położono warstwę tynku mineralnego. Łącznie przebadano siedem różnych próbek.

5. Wyniki badań i ich interpretacja

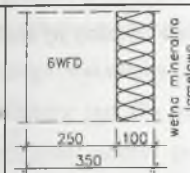
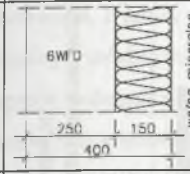
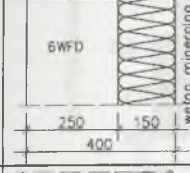
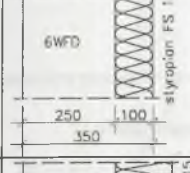
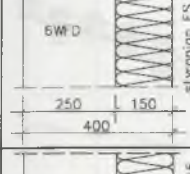
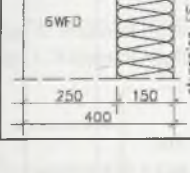
Schematy przebadanych przegród i wartości parametrów akustycznych przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Podstawowe dane dotyczące próbek oraz wyniki pomiarów izolacyjności akustycznej

Lp.	Szkic i opis próbki	Symbol próbki	U W/m ² K	Jednoliczbowy ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej i przybliżone wskaźniki oceny izolacyjności akustycznej właściwej, dB		
				R_w	R'_{A1}	R'_{A2}
1.		6wfd	1,92	53	52	46

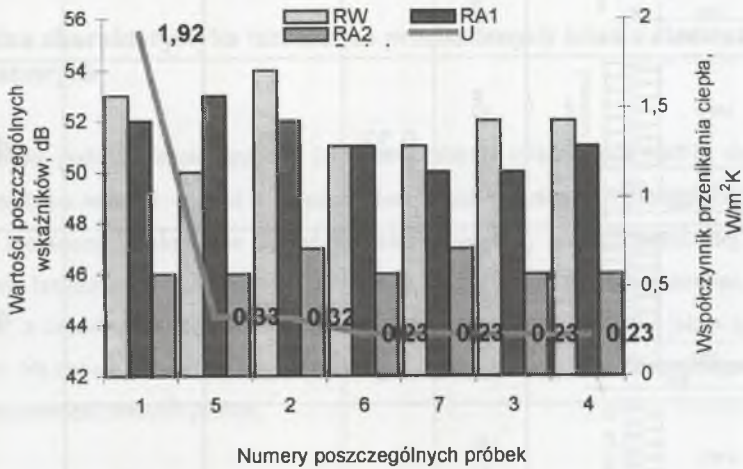
cd. tabeli 1

2.		6wfd+10w	0,32	54	53	46
3.		6wfd+15w	0,23	52	52	47
4.		6wfd+15w+t	0,23	52	51	46
5.		6wfd+10s	0,33	50	50	47
6.		6wfd+15s	0,23	51	50	46
7.		6wfd+15s+t	0,23	51	51	46

Na rys. 1 przedstawiono izolacyjność akustyczną wyrażoną we wskaźnikach R_w , R_{A1} i R_{A2} oraz współczynnik przenikania ciepła U przebadanych przegród. Na podstawie otrzymanych wyników trudno jest się doszukać (jak można to było przewidzieć) bezpośredniego związku pomiędzy tymi parametrami. Należy stwierdzić jednak, że warstwy izolacji termicznej mają wpływ na parametry akustyczne przegrody.

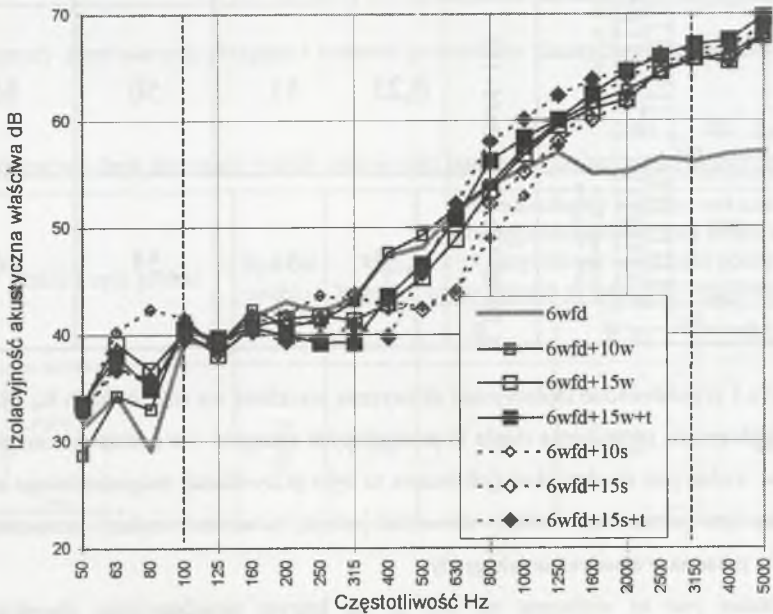
Wyraźnie jest to widoczne na rys. 2, na którym przedstawiono charakterystyki izolacyjności właściwej w funkcji częstotliwości dla poszczególnych ścian. Generalnie,

niezależnie od rodzaju wykonanej adaptacji termicznej obserwuje się wzrost izolacyjności akustycznej właściwej dla niskich i wysokich częstotliwości, natomiast wyraźny jej spadek w szerokim zakresie częstotliwości średnich od 100 do 1000 Hz.



Rys. 1. Wartości poszczególnych wskaźników R_w , R_{A1} i R_{A2} w zestawieniu ze współczynnikiem przenikania ciepła U

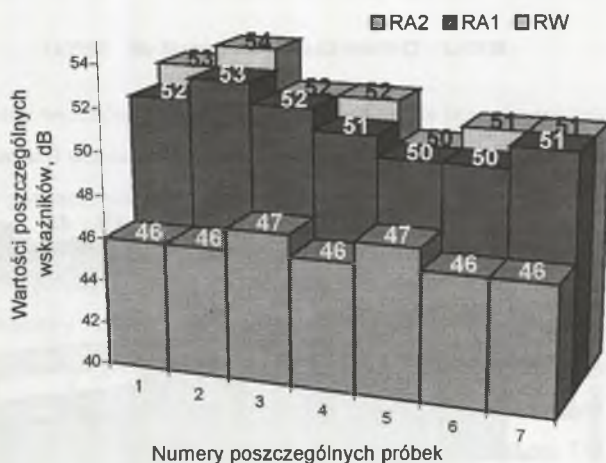
Fig. 1. Values of coefficients R_w , R_{A1} i R_{A2} in composition with thermal transmittance U



Rys. 2. Izolacyjność akustyczna właściwa od dźwięków powietrznych

Fig. 2. Airborne sound insulation

Na rys. 3 przedstawiono otrzymane wskaźniki akustyczne. Spadek izolacyjności w paśmie częstotliwości średnich przekłada się bezpośrednio na zmniejszenie wartości jednoczłowego ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej R_w (nawet o 3 dB), który to wskaźnik wyznaczany jest dla zakresu częstotliwości 100÷3150 Hz. Inaczej wygląda sytuacja dla wskaźników oceny izolacyjności R_{A1} i R_{A2} . Wynika to ze zwiększonego zakresu częstotliwości, z jakim mamy do czynienia przy wyznaczaniu tych wartości (50÷5000 Hz) i szczególnym uwzględnieniu niskich częstotliwości w przypadku wskaźnika R_{A2} . Obserwuje się spadek wskaźnika R_{A1} , lecz tylko dla adaptacji ze styropianu i jednej próbki z wełną mineralną oraz minimalny wzrost wskaźnika R_{A2} , dla próbek nr 3 i 5.



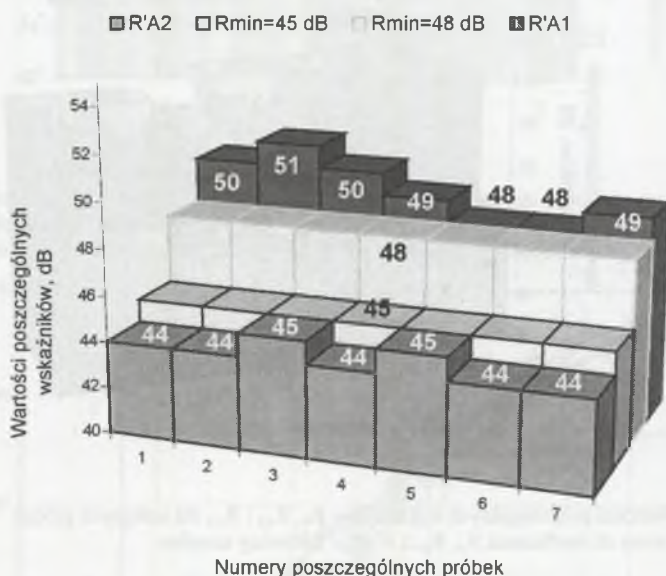
Rys. 3. Wartości poszczególnych wskaźników R_w , R_{A1} i R_{A2} dla kolejnych próbek
 Fig. 3. Values of coefficients R_w , R_{A1} i R_{A2} for following samples

6. Porównanie otrzymanych wyników z wymaganiami normy

Celem stwierdzenia, czy dodanie warstwy izolacji termicznej ma bezpośredni wpływ na zakwalifikowanie danej próbki lub nie, jako spełniającej zadania ochrony akustycznej porównano otrzymane wyniki wskaźników oceny izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych z wymaganiami normy [3]. Zgodnie z jej zaleceniami izolacyjność akustyczna ścian zewnętrznych bez okien i stropodachów, wyrażona za pomocą wskaźnika oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej R'_{A1} i R'_{A2} powinna być większa o 10 dB

od wartości podanych w tablicy 5 ww. normy. Do porównań przyjęto wartość graniczną równą 38 dB i zgodnie z powyższą procedurą zwiększono ją do 48 dB. Jest to minimum wymagane przy poziomie miarodajnego poziomu dźwięku A wynoszącego od 71 do 75 dB w dzień i od 61 do 65 dB w nocy, dla przegród zewnętrznych w pokojach budynków mieszkalnych. Przyjęty poziom hałasu występuje bardzo często w praktyce pomiarowej, jeżeli budynek mieszkalny zlokalizowany jest w pobliżu ciągów komunikacyjnych.

Na rys. 4 przedstawiono porównanie wymagań normowych z otrzymanymi wynikami izolacyjności. Z jego analizy wyraźnie widać, że w przypadku występowania widma hałasu nr 2, o założonym poziomie, niezależnie od rodzaju docieplenia, analizowana ściana nie spełnia wymogów izolacyjności akustycznej. Niedobory wskaźników oceny wahają się od 3 do 4 dB.



Rys. 4. Porównanie wyznaczonych wartości wskaźników R'_{A1} i R'_{A2} z minimum, wymaganym dla ściany pełnej ($R_{min}=48$ dB) i ściany z oknami o powierzchni nie przekraczającej 50 % całej powierzchni przegrody ($R_{min}=45$ dB)

Fig. 4. Comparison appointed coefficients R_w , R_{A1} i R_{A2} from minimum, required for facades ($R_{min}=48$ dB) and facades with windows about area not exceeding 50 % of all area ($R_{min}=45$ dB)

W przypadku dominacji widma nr 1 sprawa przedstawia się korzystniej, natomiast obserwujemy, że dla adaptacji ze styropianu o grubości 10 i 15 cm wymagania normy spełnione są w minimalnym stopniu.

Przeanalizowana sytuacja dotyczyła przegrody bez okien. Częściej spotykamy jednak w praktyce budowlanej połączenie ściany z oknem. W takim przypadku, jeżeli powierzchnia okna nie stanowi więcej niż 50% powierzchni przegrody, minimalną wartość wskaźnika oceny odczytujemy z tablicy 6 normy [3]. Dla założeń przyjętych wcześniej (poziomu dźwięku A wynoszącego od 71 do 75 dB w dzień i od 61 do 65 dB w nocy) wynosi ona dla pełnej części ściany 45 dB. Dla tak analizowanego przypadku (rys. 4) dla widma nr 1 spełnione będą wymagania dla wszystkich próbek. W przypadku dominacji widma nr 2 tylko dla docieplenia z 15 cm wełny oraz 10 cm styropianu.

7. Wnioski

- Na podstawie wyników badań stwierdzono, że istnieje bezpośredni związek pomiędzy warstwą izolacji termicznej w przegrodzie warstwowej a izolacyjnością akustyczną od dźwięków powietrznych przegrody jako całości.
- Zależność ta nie daje się określić w sposób prosty ze względu na złożoność mechanizmu propagacji energii akustycznej w przegrodzie wielowarstwowej.
- Wpływ warstwy izolacji termicznej na wskaźnik R_{A2} jest nieznaczny i jej zastosowanie nie pogarsza właściwości akustycznych ściany z bloczków silikatowych.
- W przypadku hałasu o widmie zbliżonym do widma nr 1 najlepsze rezultaty, pod kątem akustyki, daje izolacja z wełny mineralnej o grubości 10 cm. Dla tak wykonanej warstwy obserwuje się nieznaczny wzrost wartości wskaźnika R_{A1} . W przypadku docieplenia ze styropianu niezależnie od jego grubości odnotowano spadek wartości wskaźnika R_{A1} .
- Pomiędzy wynikami badań wykonanymi na próbkach z tynkiem mineralnym i bez niego istnieją jednodocybelowe różnice. Sugeruje to, iż podejście stosowane podczas pomiarów, bagatelizujące rolę tej warstwy, jako nie mającej wpływu na wynik końcowy, nie jest słuszne.
- Przeprowadzone badania potwierdziły opinię [8], że ocena akustyczna dodatkowych ustrojów izolacyjnych wykonywanych na przegrodach jest niezbędna (tym bardziej że wiele systemów ociepleń budynków jest promowanych również jako izolacje akustyczne).

LITERATURA

1. Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. DzU 1999 r. Nr 15 poz. 140.02.
2. PN-87/B-02151/02 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach.
3. PN-B-02151-1999 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych. Wymagania.
4. PN-EN ISO 717-1 Akustyka. Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Izolacyjność od dźwięków powietrznych.
5. PN-EN 20140-3:1999 Akustyka. Pomiary laboratoryjne izolacyjności od dźwięków powietrznych, elementów budowlanych.
6. Sadowski J.: Akustyka w urbanistyce, budownictwie i architekturze. Arkady, Warszawa 1971.
7. Nurzyński J.: Wpływ parametrów technicznych na właściwości akustyczne jednoramowych okien, wykonanych z profili z PCV. Autoreferat rozprawy doktorskiej. Warszawa 2001.
8. Szudrowicz B.: Ocena akustyczna wyrobów budowlanych w procedurze aprobacyjnej. Prace ITB. Kwartalnik nr 2-3. Warszawa 1995. str. 18÷19.
9. Zakrzewski T.: Akustyka budowlana. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice 1997

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Piotr Klemm

Abstract

In article introduced results of laboratory measurement of airborne sound insulation of facades, realized by author. Their aim was qualification of influence of kind and thicknesses of thermal isolation in stratified wall on change her acoustic parameters. The research surveyed in this paper proved relation between additional layers of thermal isolation and airborne sound insulation.