

ARTYKUŁY – REPORTS

**Jacek Nurzyński\***

## **PRZESZKLONE PRZEGRODY BUDOWLANE I ICH IZOLACYJNOŚĆ AKUSTYCZNA**

Przeszkłone przegrody, podobnie jak inne elementy budowlane, powinny się charakteryzować odpowiednią izolacyjnością akustyczną. Istniejące w tym zakresie wymagania są w Polsce obowiązujące. W artykule przedstawiono krótką charakterystykę właściwości akustycznych oszklenia, czynniki wpływające na uzyskiwaną przez nie izolacyjność akustyczną oraz kryteria oceny właściwości akustycznych przegród budowlanych.

### **1. Wprowadzenie**

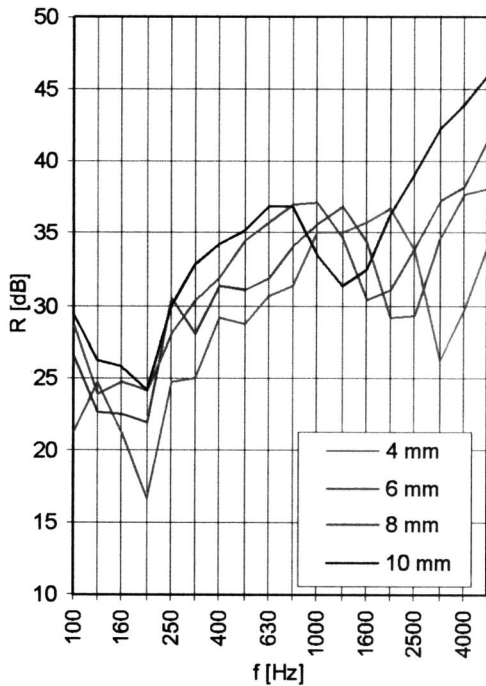
Szko jest materiałem bardzo chętnie stosowanym we współczesnym budownictwie. Obecnie jest tak rozpowszechnione, że często nawet nie dostrzegamy jego obecności w budynku. W wielu przypadkach szkła nie można zastąpić innym materiałem, zwłaszcza gdy przegroda budowlana powinna zapewnić odpowiednie oświetlenie wnętrza i kontakt wzrokowy z otoczeniem, stanowiąc jednocześnie skuteczną izolację od czynników atmosferycznych. Elementy szklane pełnią również rolę izolacji akustycznej, chroniąc nas przed hałasem dobiegającym z zewnątrz lub z sąsiedniego pomieszczenia. Właściwości akustyczne oszklenia nie są postrzegane jako jego podstawowa cecha, jednak wobec nieustannie rosnącej liczby źródeł hałasu wzbudzają coraz większe zainteresowanie inwestorów, projektantów, a zwłaszcza użytkowników różnego typu obiektów budowlanych.

### **2. Kryteria oceny izolacyjności akustycznej**

Izolacyjność akustyczna właściwa szyb i szyb zespolonych jest określana na podstawie badań laboratoryjnych prowadzonych na standardowych próbkach o wymiarach (1230 × 1480) mm. Pomiaru są wykonywane w poszczególnych pasmach tercjowych w zakresie (100–5000) Hz, w wyniku czego uzyskujemy charakterystykę izolacyjności akustycznej badanej szyby w funkcji częstotliwości. Na rysunku 1 pokazano przykładowe charakterystyki pojedynczych szyb o grubości najczęściej stosowanej w budownictwie, wartej w granicach od 4 mm do 10 mm. Można zaobserwować zróżnicowanie przebie-

\* dr inż. – adiunkt w ITB

gu krzywych, a szczególnie charakterystyczne jest wyraźne obniżenie izolacyjności w przypadku częstotliwości koincydencji zmieniającej się zależnie od grubości szyby; w rozpatrywanych przykładach w zakresie od 1250 Hz do 3150 Hz. Dynamika zmian izolacyjności akustycznej szyb w funkcji częstotliwości jest znaczna, najmniejsze wartości są uzyskiwane w pasmach niskich, co jest zresztą typowe dla wszystkich przegród budowlanych.



Rys. 1. Izolacyjność akustyczna właściwa pojedynczych szyb o różnej grubości  
Fig. 1. The sound insulation of panes with different thickness

dnie z normą [2]. Wskaźniki  $C$  ( $C_{tr}$ ) są obliczane z uwzględnieniem dwóch normowych wykresów reprezentujących dwie grupy źródeł hałasu, obejmujące hałas komunikacyjny, przemysłowy i bytowy. Wskaźniki  $R_A$  są miarą zmniejszenia poziomu dźwięku  $A$  przez przegrodę w zależności od charakterystyki widmowej źródła hałasu. Zastosowanie nowych wskaźników pozwala na dokładniejsze określenie właściwości akustycznych przegrody w stosunku do różnych źródeł.

Podstawowym wskaźnikiem służącym do oceny izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych przegród wewnętrznych jest obecnie wskaźnik  $R_{A1}$  ( $R_{A2}$  należy stosować tylko w przypadku sąsiedztwa pomieszczeń chronionych pod względem akustycznym z pomieszczeniami technicznymi, sklepami, punktami usługowymi itp., o ile widmo

Charakterystyka izolacyjności akustycznej daje pełną informację o właściwościach akustycznych przegrody, jednak jako kryterium oceny jest stosowana bardzo rzadko, tylko przy specjalnych wymaganiach (np. okna o specjalnym przeznaczeniu, sale kinowe, studia itp.). Ocena właściwości akustycznych jest dokonywana za pomocą jednoliczbowych wskaźników obliczanych na podstawie zmierzony charakterystyki. Rozróżniamy wskaźniki służące do oceny izolacyjności od dźwięków powietrznych (np.  $R_w$ ,  $R_{A1}$  i  $R_{A2}$ ) oraz stosowane tylko w przypadku stropów wskaźniki pozwalające na ocenę ich izolacyjności od dźwięków uderzeniowych (np.  $L_{n,w}$ ,  $\Delta L_w$ ).

Niedawna nowelizacja normy [1] wprowadziła zmiany, które wpływają na sposób określania wymaganych właściwości akustycznych przegród budowlanych i ich elementów. Zasadnicza różnica polega na zastosowaniu nowych wskaźników izolacyjności akustycznej  $R_{A1}$  i  $R_{A2}$ , które zastąpiły stosowany dotychczas wskaźnik  $R_w$ . Wskaźniki  $R_{A1}$  i  $R_{A2}$  stanowią sumę wskaźnika  $R_w$  i widmowego wskaźnika adaptacyjnego  $C$  lub  $C_{tr}$  określonego zgo-

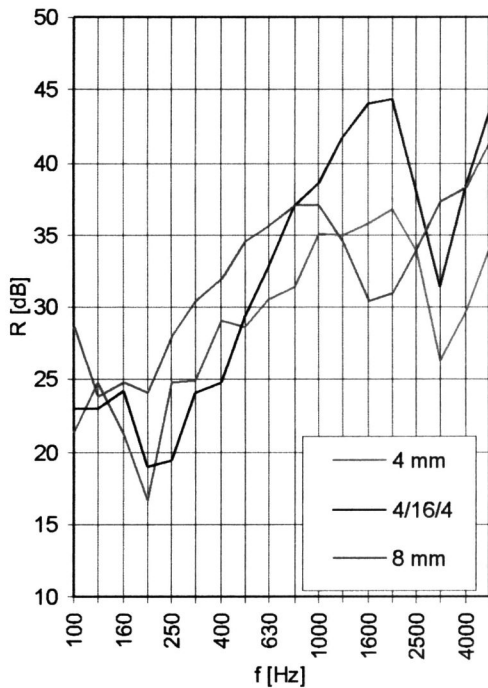
hałas w tym pomieszczeniu jest zbliżone do widma przypisanego w normie [2] wskaźnikowi  $C_{tr}$ ). Do oceny właściwości akustycznych przegród zewnętrznych (zwykle mających za zadanie ochronę przed hałasem komunikacyjnym) jest stosowany głównie wskaźnik  $R_{A2}$ , jednak istnieją przypadki, w których należy stosować wskaźnik  $R_{A1}$ .

### 3. Czynniki wpływające na właściwości akustyczne elementów oszklonych

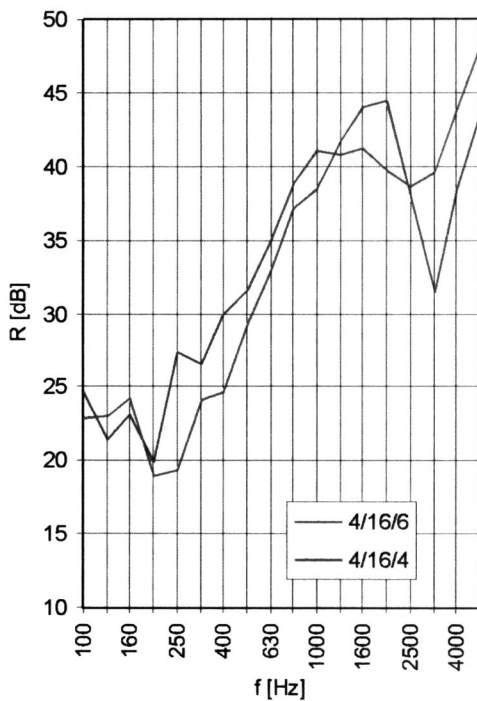
W przypadku pojedynczych szyb jednorodnych lepsze właściwości akustyczne uzyskują szyby mające większą grubość, co można zaobserwować na rysunku 1. Jednoliczbowe wskaźniki izolacyjności akustycznej szyb o grubości zmieniającej się w zakresie od 4 mm do 10 mm, których charakterystyki pokazano na rysunku 1, mieszczą się w granicach  $R_w = (31-35)$  dB,  $R_{A1} = (29-34)$  dB i  $R_{A2} = (28-32)$  dB. Pewien wzrost izolacyjności bez zwiększania grubości (ciężaru) szyby można osiągnąć stosując szyby warstwowe laminowane lub klejone żywicą. Uzyskany efekt jest zależny od zastosowanego rozwiązania, zwykle w przypadku szyby warstwowej spadek izolacyjności akustycznej w rejonie częstotliwości koincydencji jest łagodniejszy, a jednoliczbowe wskaźniki osiągają wartości wyższe o około 2 dB w porównaniu z szybą jednorodną o takiej samej grubości.

Cechy pojedynczych szyb mają wpływ na właściwości akustyczne zbudowanej z nich szyby zespolonej. Szyby zespolone (stosowane najczęściej jako elementy przegród zewnętrznych) składają się z dwóch lub trzech pojedynczych szyb połączonych na obwodzie za pośrednictwem dystansujących je ramek, a o ich budowie decydują głównie względy termiczne. Na rysunku 2 porównano wykresy izolacyjności akustycznej szyby 4-milimetrowej i stosowanej standardowo w oknach szyby zespolonej 4/16/4. W obu przypadkach częstotliwość koincydencji znajduje się w pasmie 3150 Hz. Wyraźny wzrost izolacyjności akustycznej szyby zespolonej w porównaniu z szybą pojedynczą występuje jedynie powyżej 800 Hz – ma to jednak niewielki wpływ na wartość wskaźnika  $R_w$  (wynoszącego odpowiednio 32 dB i 31 dB), a także na pozostałe wskaźniki jednoliczbowe  $R_{A1}$  i  $R_{A2}$ . Na rysunku naniesiono również charakterystykę szyby jednorodnej o grubości 8 mm. Warto zauważyć, że wskaźniki uzyskane przez szybę 4/16/4 są o (2–3) dB mniejsze od wskaźników charakteryzujących mającą taką samą masę powierzchniową szybę 8-milimetrową.

Decydujące znaczenie dla właściwości akustycznych szyby zespolonej ma zastosowany układ szyb składowych. Bardziej korzystne są rozwiązania niesymetryczne, tj. takie, w których występują szyby o różnej grubości. Ilustrujący tę zależność przykład pokazano na rysunku 3, gdzie niewielkie zwiększenie grubości jednej z szyb przyniosło istotny wzrost wartości wszystkich wskaźników. Korzystne jest również zastosowanie w zestawie szyby warstwowej, która powoduje wzrost izolacyjności głównie w pasmach średnich i wysokich. Pewien wpływ na właściwości akustyczne oszklenia ma odległość między szybami składowymi. W szybie zespolonej ta odległość zmienia się w niewielkim zakresie i przy wypełnieniu przestrzeni między szybami powietrzem zwiększanie odległości nie przynosi istotnych zmian izolacyjności. Znaczące różnice można zaobserwować w przypadku zastosowania jako wypełnienia gazu ciężkiego  $SF_6$ : różnice w wartościach wskaźników jednoliczbowych przy odległości zmieniającej się w granicach od 12 mm do 24 mm osiągają około 2 dB.



Rys. 2. Izolacyjność akustyczna właściwa pojedynczej szyby 4-milimetrowej i 8-milimetrowej oraz szyby zespolonej 4/16/4  
 Fig. 2. The sound insulation of single 4 mm and 8 mm panes in comparison with 4/16/4 glazing unit



Rys. 3. Porównanie charakterystyk izolacyjności akustycznej właściwej szyb zespolonych 4/16/4 i 4/16/6  
 Fig. 3. The comparison of sound insulation spectra of 4/16/4 and 4/16/6 units

Omawiane dotychczas czynniki wpływające na właściwości akustyczne oszkleń były związane z jego budową. Istnieje też druga grupa czynników, wynikających z zastosowania oszkleń w konkretnym elemencie budowlanym, mającym konkretne wymiary. Wynikający z tych wymiarów kształt szyby, jej proporcje i pole powierzchni mają również istotne znaczenie dla uzyskiwanych parametrów akustycznych. Szyby o kształcie zbliżonym do kwadratu mogą się charakteryzować gorszą izolacyjnością akustyczną od szyb mających postać wydłużonego prostokąta. Elementy o mniejszym polu powierzchni mają zwykle lepszą izolacyjność od elementów dużych o takiej samej budowie i układzie warstw.

Istotny jest również sposób zamocowania oszkleń i związane z nim warunki brzegowe – sztywniejsze oparcie szyby zwykle wpływa niekorzystnie na jej właściwości akustyczne w pewnym zakresie częstotliwości.

W niektórych przypadkach o izolacyjności akustycznej przegrody budowlanej decyduje nie zastosowane w niej oszkleń, lecz inne elementy konstrukcyjne niezbędne do jego osadzenia. W przypadku okien, ścian kurtynowych, wewnętrznych ścian działowych itp. mogą wystąpić sytuacje, w których izolacyjność ramy, ościeżnicy, rygli lub innych elementów będzie decydowała o właściwościach akustycznych całego ustroju.

Innym istotnym czynnikiem, który nie jest związany bezpośrednio z oszkleń i jego budową, jest szczelność całego układu. Ma to szczególne znaczenie w przypadku okien, w których jest wymagane zapewnienie odpowiedniej wartości współczynnika infiltracji powietrza, nawet gdy okna zastosowane w obiektach pozostają zamknięte. Istnieją różne metody rozszczelniania okien stosowane w celu spełnienia tego wymagania, jednak rozszczelnienie powoduje zwykle pogorszenie właściwości akustycznych okna w pasmach od 500 Hz do 2000 Hz i decyduje o uzyskiwanych wartościach wskaźników izolacyjności, zwłaszcza przy zastosowaniu szyb o dobrych parametrach akustycznych.

## 4. Podsumowanie

Zagadnienia związane z izolacyjnością akustyczną szyb, szyb zespolonych i elementów budowlanych wykonanych z ich zastosowaniem są bardzo rozległe; w artykule zaledwie zasygnalizowano niektóre problemy. Odpowiednie kształtowanie parametrów akustycznych tego typu przegród jest konieczne w celu zapewnienia prawidłowego klimatu akustycznego we wnętrzu pomieszczeń usytuowanych w różnego typu obiektach. Należy pamiętać, że wymagania stawiane izolacyjności akustycznej przegród w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej są obligatoryjne, a normy określające te wymagania zostały wprowadzone na listę norm przeznaczonych do obowiązkowego stosowania. Wymagania te dotyczą zarówno przegród wewnętrznych oddzielających sąsiadujące pomieszczenia o różnym przeznaczeniu, jak też ścian zewnętrznych wykonywanych w obiektach pełniących różne funkcje zlokalizowanych w różnych strefach zagrożenia hałasem.

## Bibliografia

- [1] PN-B-02151-3:1999 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność elementów budowlanych. Wymagania

- [2] PN-EN ISO 717-1: 1999 Akustyka. Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Izolacyjność od dźwięków powietrznych
- [3] Nurzyński J.: Czynniki wpływające na izolacyjność akustyczną okien jednoramowych z PCV. Materiały XXVII Zimowej Szkoły Zwalczania Zagrożeń Wibroakustycznych, Gliwice – Ustroń, 22–27 II 1999. Polskie Towarzystwo Akustyczne Oddział Górnośląski, Instytut Fizyki PŚ, Gliwice 1999, s. 195–202
- [4] Szudrowicz B., Nurzyński J.: Właściwości akustyczne okien jednoramowych w świetle badań Zakładu Akustyki ITB. XLIII Konferencja Naukowa „Problemy naukowo-badawcze budownictwa” Poznań – Krynica 1997; t. 6, Materiały budowlane. Fizyka budowli. Politechnika Poznańska, Poznań 1997, s. 191–198
- [5] Szudrowicz B.: Właściwości akustyczne szyb zespolonych, *Świat Szkła*, 4, 1997

## BUILDING PARTITIONS WITH GLAZING AND THEIR SOUND INSULATION

### Summary

Partitions with glazing, as well as another building elements, should obtain proper sound insulation. In accordance with Polish regulations requirements existing in this area are compulsory. The paper presents short description of acoustic performance of glazing. The factors that influence its sound insulation are also discussed together with the criteria of assessment of building partitions acoustic properties.

*Praca wpłynęła do Redakcji 24 VII 2001*