

Jacek Nurzyński*

ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ IZOLACYJNOŚCI AKUSTYCZNEJ OKIEN Z POLICHLORKU WINYLU NALEŻĄCYCH DO RÓŻNYCH SYSTEMÓW ORAZ POCHODZĄCYCH OD RÓŻNYCH PRODUCENTÓW

Ruch komunikacyjny jest głównym źródłem hałasu, który wpływa na warunki akustyczne panujące we wnętrzu pomieszczeń w budynku. Izolacyjność akustyczna okna ma zasadnicze znaczenie w ochronie przed hałasem dobiegającym z zewnątrz. W artykule przedstawiono analizę wyników badań laboratoryjnych okien z PVC, które były prowadzone w ciągu ostatnich lat. Brano pod uwagę okna oszklone standardowym zestawem. Zaobserwowano znaczne różnice właściwości akustycznych takich okien. Praca badawcza, w której analizowano zebrane dane pomiarowe, pozwoliła wskazać prawdopodobne przyczyny zróżnicowania izolacyjności akustycznej okien wykonanych z profili z polichlorku winylu należących do różnych systemów i wykonanych przez różnych producentów.

1. Wprowadzenie

W ciągu ostatnich kilku lat przeprowadzono w Zakładzie Akustyki ITB badania izolacyjności akustycznej znacznej liczby okien jednoramowych z polichlorku winylu należących do różnych systemów konstrukcyjnych, które były wykonane przez różnych producentów. Zaobserwowano wyraźne różnice we właściwościach akustycznych okien, pomimo że były one oszklone takim samym standardowym zestawem 4/16/4. Wskaźniki izolacyjności akustycznej właściwej R_w uzyskiwane przez okna oszklone taką szybą osiągały wartości w granicach (32–39) dB, podczas gdy sama szyba zespolona 4/16/4, zgodnie z wynikami badań wykonanych na normowej próbce o wymiarach (1230 × 1480) mm, charakteryzuje się wskaźnikiem $R_w = 32$ dB. Można więc wnioskować, że izolacyjność akustyczna okien nie jest prostą wypadkową izolacyjności ramy i izolacyjności oszklenia określonej dla próbki szyby o jednym standardowym rozmiarze. W związku z poczynionymi obserwacjami przeprowadzono bardziej szczegółową analizę dotychczasowych wyników badań izolacyjności akustycznej okien wykonanych z profili z polichlorku winylu.

* dr inż. – adiunkt w ITB

2. Ogólna charakterystyka konstrukcyjna analizowanych okien z polichloroku winylu

Z akustycznego punktu widzenia okno jest przegrodą niejednorodną, złożoną z elementów o zróżnicowanych właściwościach akustycznych. Niezależnie od konstrukcji i typu okna można w nim wyróżnić trzy podstawowe elementy składowe: ramę, oszklenie i układ uszczelek przylgowych. Technologia produkcji jednoramowych okien z profili PVC pozwala na wykonywanie okien różnego typu. W zależności od wymiarów, podziału na skrzydła i typu okna różny jest udział powierzchni poszczególnych części składowych w całkowitej powierzchni okna.

Istnieje kilkadziesiąt systemów oferujących zestawy profili służących do wykonywania ościeżnic, ram skrzydeł, słupków, ślemon, rygli i innych elementów konstrukcji okna. Okna jednego systemu są wykonywane przez różnych producentów, których liczba w przypadku niektórych systemów sięga kilkuset.

Uszczelki przylgowe, które służą do uszczelnienia na obwodzie styku skrzydła z ościeżnicą, są zwykle wykonane z kauczuku syntetycznego EPDM. Ich przekroje mają kształt płaskiego bądź załamanego języka, albo zamkniętego lub otwartego profilu o przekroju zbliżonym kształtem do litery „O”. Uszczelnione są zwykle dwie przyłgi, wewnętrzna i zewnętrzna (system uszczelnienia AD), lub wewnętrzna i środkowa (MD). W niektórych przypadkach stosuje się jednocześnie wszystkie trzy uszczelki, tj. zewnętrzną, wewnętrzną i środkową. Okna, które są przeznaczone do stosowania w budynkach bez wentylacji mechanicznej, są rozszczelniane ze względu na konieczność zachowania wymagań w zakresie odpowiedniej wartości współczynnika infiltracji powietrza.

Oszklenie nie jest związane z danym systemem profili, jest wykonywane odrębnie odpowiednio do wymiarów skrzydła okiennego. W analizowanych oknach zastosowano szybę zespoloną jednokomorową złożoną z dwóch pojedynczych szyb o grubości 4 mm sklejonych na obwodzie za pośrednictwem ramki zapewniającej dystans pomiędzy szybami składowymi wynoszący 16 mm. Zamknięta szybami przestrzeń była wypełniona suchym powietrzem. Zastosowane szyby zespolone miały kształt prostokąta o różnej wielkości i różnych proporcjach wymiarów geometrycznych. W jednym oknie – zależnie od zastosowanych skrzydeł – mogły występować szyby o różnych rozmiarach.

3. Parametry określające izolacyjność akustyczną okna

Duża część wyników analizowanych w ramach podjętej pracy pochodzi z okresu, w którym badania akustyczne były wykonywane w zakresie (100–3150) Hz. Badania nowsze prowadzono w pasmach (100–5000) Hz, jednak w celu zachowania jednorodności przy zestawieniu wyników uwzględniano zakres ograniczony do 3150 Hz.

Początkowo wymagania stawiane właściwościom akustycznym okna były wyrażone przez minimalną wartość ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej R_w , zależną od strefy uciążliwości akustycznej, w jakiej znajdował się konkretny rozpatrywany obiekt, oraz od funkcji pomieszczenia. Obecnie obowiązuje w Polsce

nowa PN-B-02151-3:1999, w której wymagania są wyrażone w postaci minimalnych wartości nowych wskaźników:

$$R_{A1} = R_w + C \quad \text{dB}$$

$$R_{A2} = R_w + C_{tr} \quad \text{dB}$$

W analizie uwzględniono wartości wszystkich wskaźników jednoliczbowych, a także charakterystyki izolacyjności w funkcji częstotliwości. W przypadku przegród zewnętrznych, a więc również okien, podstawowym kryterium oceny jest obecnie wskaźnik R_{A2} .

4. Przegląd dotychczasowych wyników badań akustycznych okien

4.1. Wprowadzenie

Poddano analizie wyniki badań izolacyjności akustycznej okien przeprowadzonych w latach 1994–2000 w laboratorium ITB na zlecenie różnych podmiotów gospodarczych. Badania te wykonano w celu określenia właściwości akustycznych okien danego systemu oraz w celu sprawdzenia, czy okna pochodzące od określonego producenta charakteryzują się parametrami akustycznymi ustalonymi dla danego systemu. Wszystkie badania były przeprowadzone na tym samym stanowisku, przy zastosowaniu takiej samej procedury pomiarowej i aparatury obsługiwanej przez ten sam zespół. Wszystkie okna były montowane w taki sam sposób przez tę samą ekipę montażową. Te same egzemplarze okien były przedmiotem badań prowadzonych w innych zakładach ITB, gdzie określono inne charakterystyczne dla nich parametry, takie jak odporność na działanie siły skupionej, szczelność na wodę opadową, cechy wytrzymałościowe naroży ramy, odporność na działanie parcia wiatru, współczynnik infiltracji powietrza itp. Było zatem możliwe uzyskanie pełnej charakterystyki technicznej analizowanych okien. Szczególnie cenną informację stanowił określony dla każdego z okien współczynnik infiltracji powietrza.

Przeprowadzono przegląd i analizę wyników badań dotyczących trzech zasadniczych zbiorów obejmujących okna z polichlorku winylu oszklone jednakowym standardowym zestawem 4/16/4. Badania wykonano zarówno w stanie pełnej szczelności okien, jak też po rozszczelnieniu, w stopniu pozwalającym na uzyskanie odpowiedniej wartości współczynnika infiltracji powietrza (w każdym zbiorze można więc wyróżnić dwie grupy wyników: wyniki uzyskane w przypadku okien nierozszczelnionych, oraz wyniki uzyskane w przypadku tych samych okien po ich rozszczelnieniu). W pierwszym zbiorze (A) poddano analizie wyniki (312 wyników) uzyskane po zbadaniu 156 okien należących do 27 różnych systemów. W zbiorze drugim (B) zebrano wyniki dotyczące okien mających takie same wymiary – okien jednoskrzydłowych stałych i otwieranych oraz okien dwudzielnych (60 okien). Trzeci zbiór (C) obejmował okna dwurzędowe o jednakowych wymiarach, należące do tego samego systemu, lecz pochodzące od różnych producentów. W zbiorze C znalazły się 162 okna (324 wyniki) należące do czterech analizowanych odrębnie systemów.

4.2. Analiza wyników badań okien należących do różnych systemów – zbiór A

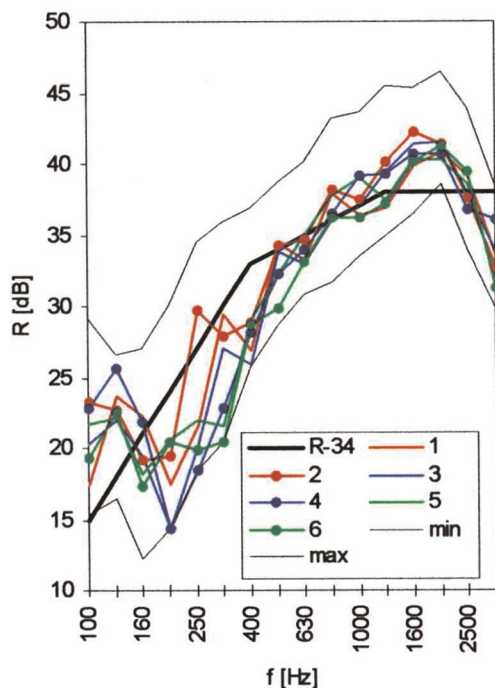
W analizowanej grupie 156 okien z jednakowym oszkleniem, reprezentujących 27 różnych systemów, były okna trzech typów, mające w obrębie każdego typu jednakowe wymiary:

okna dwudzielne (DD) 1465 × 1435 mm

okna dwurzędowe (DR) 1465 × 2195 mm

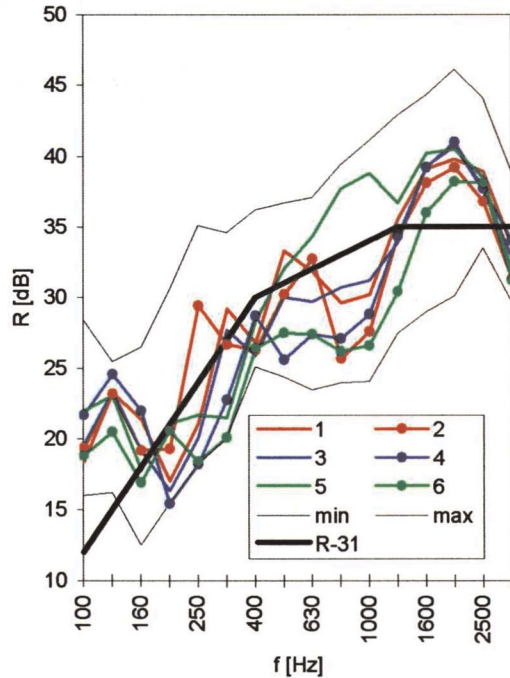
drzwi balkonowe (DB) 865 × 2195 mm

Na wykresach zestawiono charakterystyki izolacyjności akustycznej właściwej każdego systemu, pokazane na tle obwiedni określającej obszar, w jakim znajdowały się wszystkie wartości izolacyjności uzyskane przez różne okna w ramach całego zbioru A. Taki sposób graficznego przedstawienia wyników pozwala na umiejscowienie krzywych izolacyjności okien należących do danego systemu w odniesieniu do wartości minimalnych i maksymalnych występujących w obrębie całej analizowanej grupy. Zestawienie miało na celu zebranie danych na temat różnic izolacyjności występujących w ramach poszczególnych systemów oraz różnic między systemami. Przykładowe zestawienie wyników dotyczących okien nierozszczelnionych należących do systemu nr 1 pokazano na rysunku 1, a dotyczących tych samych okien po ich rozszczelnieniu – na rysunku 2. Kolejne próbki okien zostały oznaczone numerami (1–6). W obrębie jednego systemu badano po dwa okna danego typu (DD, DR, DB); wyniki wyraźnie się różnicują – układają się parami, zależnie od typu okna. Naniesiona na rysunkach krzywa wzorcowa wskazuje, który zakres częstotliwości decyduje o uzyskiwanej wartości wskaźnika R_w . Analogiczne zestawienia wykonano w przypadku pozostałych 26 systemów.



Rys. 1. Okna nierozszczelnione systemu nr 1 oszklone szybą 4/16/4 – wyniki badań izolacyjności akustycznej właściwej (oznaczenia numerami – patrz opis w tekście)

Fig. 1. Results of sound insulation measurements. Windows with full air-tightness belonging to system No 1, glazing 4/16/4. Numbers represent respective samples



Rys. 2. Okna rozszczelnione systemu nr 1 oszklone szybą 4/16/4 – wyniki badań izolacyjności akustycznej właściwej (oznaczenia numerami – patrz opis w tekście)
 Fig. 2. Results of sound insulation measurements. Windows with reduced air-tightness belonging to system No 1, glazing 4/16/4. Numbers represent respective samples

Okna nierozszczelnione

Pomimo że badane próbki okien były oszklone taką samą szybą zespoloną, można zaobserwować znaczne zróżnicowanie wartości jednoliczbowych wskaźników izolacyjności akustycznej właściwej. Podstawowe dane obliczone dla wszystkich analizowanych przypadków zestawiono w tabelicy 1.

Tablica 1. Okna nierozszczelnione z oszkleniem szybą 4/16/4 należące do różnych systemów. Wielkości średnie, minimalne i maksymalne wskaźników uzyskane dla 156 okien
 Table 1. Windows with full air-tightness belonging to different systems, glazing 4/16/4. Average, minimum and maximum values of single number quantities obtained for 156 windows

	R_w , dB	R_{A1} , dB	R_{A2} , dB	C , dB	C_{tr} , dB
min	32	31	27	-3	-7
max	39	37	33	-1	-3
średnia	35,8	33,8	30,3	-2	-5,3

Rozrzut wartości wskaźników jednoliczbowych osiąga zatem (6–7) dB. Średnie wartości widmowych wskaźników adaptacyjnych wynoszą po zaokrągleniu (C ; C_{tr}) = (-2; -5) dB.

Na podstawie zebranych danych przeprowadzono ocenę właściwości akustycznych okien należących do poszczególnych systemów (rozpatrywano okna o jednakowym

oszkleniu, rozmiarach i typie). Średnie wartości wskaźników jednoczłonowych uzyskane w przypadku poszczególnych systemów mieszczą się w granicach $R_w = (33,5-37,2)$ dB, $R_{A1} = (31,7-35,1)$ dB i $R_{A2} = (28,3-31,7)$ dB. Zaobserwowane zróżnicowanie właściwości akustycznych okien dotyczy zatem nie tylko pojedynczych próbek, lecz także całych badanych systemów okien, co może wskazywać na istnienie cech konstrukcyjnych charakterystycznych dla danego systemu, które mają wpływ na izolacyjność akustyczną. Na podstawie przeprowadzonej analizy określono systemy, które pod względem akustycznym można opisowo ocenić jako dobre oraz słabe.

Okna rozszczelnione

Wszystkie omawiane wcześniej okna były badane ponownie po ich rozszczelnieniu w stopniu pozwalającym na uzyskanie odpowiedniej wartości współczynnika infiltracji powietrza zawartej w granicach $a = (0,5-0,8)$ m³/m·h·daPa^{2/3}. Zmniejszenie szczelności było uzyskiwane w różny sposób, najczęściej przez labiryntowe wycięcie uszczelek na odcinku obejmującym kilka procent całkowitej długości przyłgi. Wielkość wycięcia była dobierana indywidualnie w sposób empiryczny. Okna z wyciętymi fragmentami uszczelek spełniały wszystkie pozostałe wymagania techniczne, w tym w zakresie szczelności na wodę. Podstawowe dane obliczone dla wszystkich analizowanych wyników uzyskanych dla okien rozszczelnionych, oszklonych szybą zespoloną 4/16/4 zestawiono w tabelicy 2.

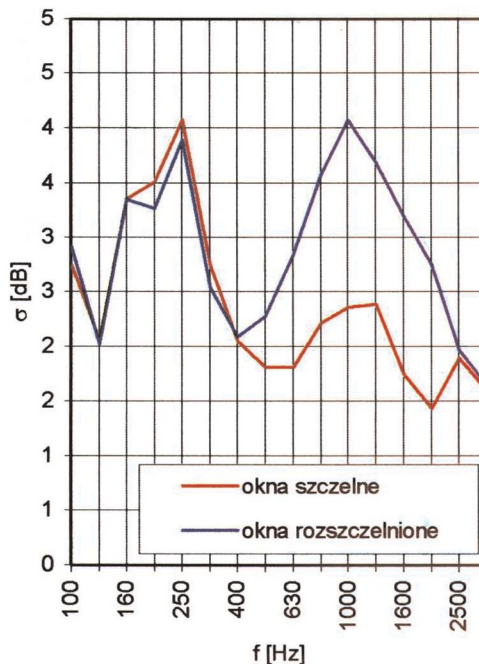
Tablica 2. Okna rozszczelnione z oszkleniem szybą 4/16/4 należące do różnych systemów. Wielkości średnie, minimalne i maksymalne wskaźników uzyskane dla 156 okien
Table 2. Windows with reduced air-tightness belonging to different systems, glazing 4/16/4. Average, minimum and maximum values of single number quantities obtained for 156 windows

	R_w , dB	R_{A1} , dB	R_{A2} , dB	C , dB	C_{tr} , dB
min	28	26	24	-3	-7
max	38	36	33	-1	-3
średnia	33,1	31,7	28,9	-1,4	-4,2

Rozrzuty wartości jednoczłonowych wskaźników izolacyjności akustycznej osiągają (9–10) dB. Średnie wartości widmowych wskaźników adaptacyjnych (C ; C_{tr}) badanych okien oszklonych szybą 4/16/4 wynoszą (-1, -4) dB. Rozszczelnienie okien miało ujemny wpływ na ich właściwości akustyczne; wpływ ten był zróżnicowany zarówno przy rozpatrywaniu zjawiska w funkcji częstotliwości, jak i w ramach różnych systemów okien i różnych sposobów rozszczelnienia. Rozszczelnienie powoduje zwykle wyraźne zmniejszenie izolacyjności akustycznej właściwej okna zwłaszcza w zakresie (500–1600) Hz.

Na rysunku 3 pokazano wykres odchylenia standardowego obliczonego dla analizowanych wyników badań. W przypadku okien rozszczelnionych jego wartość wzrasta zarówno w zakresie niskich częstotliwości (tak jak to miało miejsce przy oknach nierozszczelnionych), jak też w zakresie (500–2000) Hz, gdzie uwidacznia się wpływ zastosowanego w badanych oknach sposobu rozszczelnienia.

Rys. 3. Odchylenie standardowe w wynikach pomiarów izolacyjności akustycznej właściwej 156 próbek okien z oszkleniem 4/16/4
 Fig. 3. Standard deviation of sound insulation values calculated from 156 measurement results obtained for windows with 4/16/4 glazing

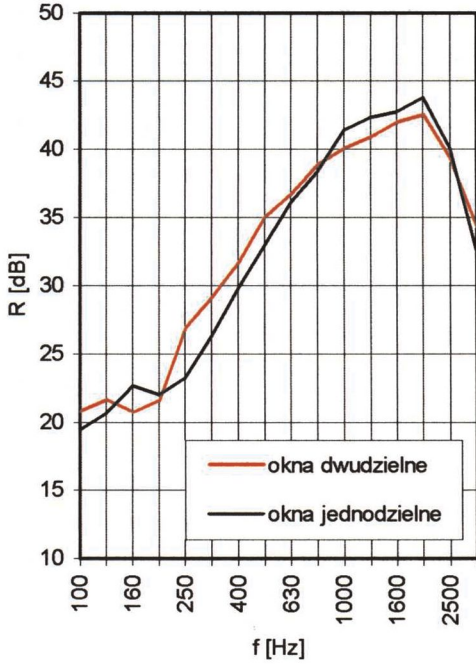


4.3. Analiza wyników badań okien jednoskrzydłowych stałych i otwieranych – zbiór B

Do analizy włączono wyniki badań okien jednoskrzydłowych otwieranych (JD) i stałych (ST) o wymiarach takich samych, jak w przypadku okien dwudzielnych (DD), tj. 1465×1435 mm. Zestawiono dwa podzbiory okien o takiej samej powierzchni:

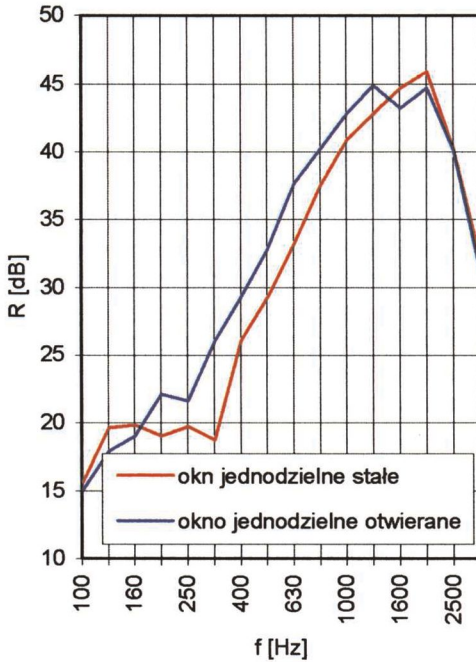
- okna jednoskrzydłowe i dwuskrzydłowe,
- okna jednoskrzydłowe otwierane i stałe.

W ramach pierwszego podzbioru było możliwe przeanalizowanie, jak wpływa zróżnicowany kształt skrzydeł na izolacyjność okna. Zestawiono uśrednione wartości jednolitej właściwości izolacyjności akustycznej właściwej okien dwudzielnych i jednodzielnych otwieranych 13 systemów. W większości przypadków okna jednodzielne charakteryzowały się wyraźnie mniejszymi wartościami wskaźników izolacyjności akustycznej niż okna dwudzielne. Całkowita powierzchnia badanych okien jednodzielnych i dwudzielnych była taka sama, a udział ramy w tej powierzchni w obu przypadkach różnił się zaledwie o 10%, co nie uzasadnia zaobserwowanych różnic izolacyjności. Wyniki wskazują na wpływ podziału okna na skrzydła i wynikającej stąd powierzchni i kształtu oszklenia na izolacyjność akustyczną całego okna. Z porównania wykresów izolacyjności okien jednodzielnych i dwudzielnych tego samego systemu wynika, że okna dwudzielne uzyskują zwykle większą izolacyjność w zakresie średnich częstotliwości (patrz rys. 4).



Rys. 4. Uśrednione charakterystyki izolacyjności akustycznej właściwej okien dwudzielnych i jednodzielnych nierozszczelnionych (oszklenie 4/16/4)

Fig. 4. Averaged values of sound insulation obtained for single and double-sash windows with full air-tightness, glazing /16/4



Rys. 5. Porównanie wykresów izolacyjności akustycznej właściwej okna stałego i otwieranego (oszklenie 4/16/4)

Fig. 5. Comparison of sound insulation curves of fixed and operable single sash window

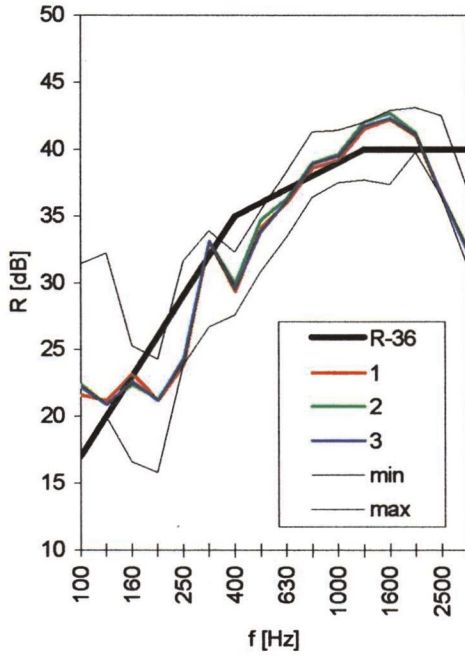
Z analizy drugiego podzbioru danych wynika, że okna stałe uzyskują wyraźnie mniejsze wartości wskaźników jednoliczbowych niż okna otwierane. Można przyjąć, że średnio w przypadku okien otwieranych wartości wskaźników (R_w , R_{A1} , R_{A2}) są większe odpowiednio o (2; 1,5; 1,5) dB niż w przypadku okien stałych mających takie same wymiary. Badane okna jednodzielne otwierane i stałe miały taki sam kształt i powierzchnię, a udział ramy w tej powierzchni był w obu przypadkach bardzo podobny i nie stanowi uzasadnienia występujących różnic w izolacyjności akustycznej. Jedyna istotna różnica polegała na tym, że skrzydła okien stałych były sztywno zamocowane w murze otworu badawczego, natomiast skrzydła okien otwieranych – osadzone za pośrednictwem elastycznej uszczelki przylgowej w ościeżnicy. Wskazuje to na istnienie wpływu sposobu oparcia skrzydła okiennego za pośrednictwem uszczelki przylgowej na właściwości akustyczne całego okna. Porównanie przykładowych wykresów izolacyjności akustycznej uzyskanych dla mających takie same wymiary i oszklenie okien jednodzielnego stałego i otwieranego dostarczonych przez jednego producenta pokazano na rysunku 5. Występująca tendencja jest charakterystyczna dla większości zbadanych przypadków.

4.4. Analiza wyników badań okien dwurzędowych należących do tych samych systemów, lecz pochodzących od różnych producentów – zbiór C

Zbiór C zawiera cztery podzbiory, z których każdy obejmuje okna dwurzędowe danego systemu (jednego z czterech rozpatrywanych), pochodzące od różnych producentów. Wszystkie okna zbioru C mają takie same wymiary i są oszklone takim samym standardowym zestawem 4/16/4. Różnice, jakie występowały w uzyskanych charakterystykach izolacyjności akustycznej właściwej, wynikają zatem tylko z różnic w wykonaniu okien w rozmaitych zakładach produkcyjnych. W zbiorze C uwzględniono cztery systemy (oznaczone w zbiorze ogólnym jako 1, 10, 16 i 22). W ramach każdego z systemów porównano:

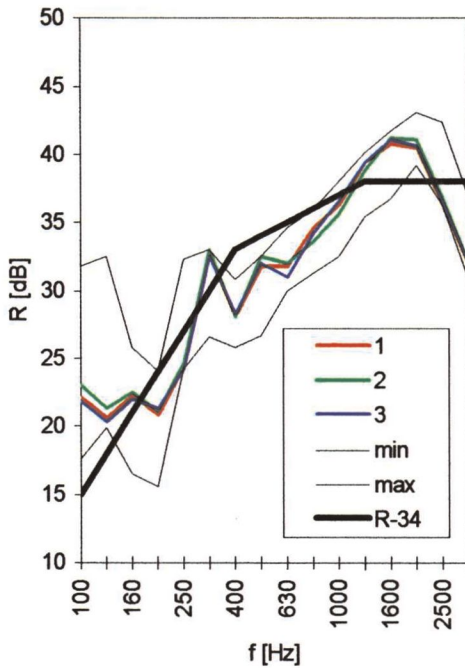
- izolacyjność akustyczną trzech egzemplarzy okna dwudzielnego o jednakowych wymiarach (1465 x 2195) mm oszklonych standardową szybą zespoloną 4/16/4, pochodzących od jednego producenta,
- uśrednioną izolacyjność akustyczną takich samych okien pochodzących od różnych producentów.

Przykładowe wyniki badań trzech egzemplarzy okien nierozszczelnionych pobranych od jednego producenta pokazano na rysunku 6, a tych samych okien rozszczelnionych na rysunku 7. Okna są oznaczone kolejnymi numerami 1, 2, 3. Wyniki przedstawiono na tle obwiedni uzyskanych dla okien danego systemu pochodzących od różnych producentów. W sumie poddano analizie 162 okna o dwóch stopniach szczelności. Charakterystyki izolacyjności akustycznej uzyskane w przypadku okien dwurzędowych określonego systemu pochodzących od jednego producenta wykazują bardzo dobrą zgodność. Natomiast zupełnie inny obraz wyłania się przy analizie wyników badań okien tego samego systemu pochodzących od różnych producentów. Odpowiednie zestawienie przedstawiono w tablicy 3.



Rys. 6. Okna dwurzędowe nierozszczelnione systemu nr 1 pochodzące od producenta nr 1, oszklenie 4/16/4

Fig. 6. Results of sound insulation measurements. Bipartite windows with full air-tightness belonging to system No 1, taken from producer No 1, glazing 4/16/4



Rys. 7. Okna dwurzędowe rozszczelnione systemu nr 1 pochodzące od producenta nr 1, oszklenie 4/16/4

Fig. 7. Results of sound insulation measurements. Bipartite windows with reduced air-tightness belonging to system No 1, taken from producer No 1, glazing 4/16/4

Tablica 3. Okna dwurzędowe nierozszczelnione tego samego systemu z oszkleniem 4/16/4 wykonane przez różnych producentów; wielkości średnie, minimalne i maksymalne wskaźników jednoliczbowych dla poszczególnych systemów

Table 3. Bipartite windows with full air-tightness belonging to the same system taken from different producers, glazing 4/16/4. Average, minimum and maximum values of single number quantities obtained for particular systems

Nr systemu (liczba próbek)		Okna nierozszczelnione			Okna rozszczelnione		
		R_w	R_{A1}	R_{A2}	R_w	R_{A1}	R_{A2}
		dB					
1 (36)	średnia	36	34	31	34	33	30
	min	35	33	29	33	31	28
	max	37	36	34	35	34	32
10 (45)	średnia	36	34	31	34	33	30
	min	34	33	29	32	30	27
	max	39	37	34	39	37	34
16 (30)	średnia	36	34	31	34	32	30
	min	35	31	27	33	31	28
	max	37	36	34	36	35	33
22 (54)	średnia	35	33	30	34	32	29
	min	32	29	24	31	29	24
	max	37	35	32	37	35	31

Zakres, w jakim zmieniają się jednoliczbowe wskaźniki izolacyjności uzyskane w obrębie jednego systemu w przypadku takich samych okien dwurzędowych z jednakowym oszkleniem, lecz pochodzących od różnych producentów, jest bardzo duży – różnice osiągają (2–8) dB, przy czym w przypadku okien nierozszczelnionych największe rozrzuty występują przy wartości wskaźnika R_{A2} . W obrębie jednej grupy wszystkie okna były wykonane z takich samych elementów, typowych dla danego systemu. Wyniki wskazują zatem na istnienie czynników związanych z procesem produkcji, które wpływają na parametry akustyczne okna.

Powstaje pytanie o przyczyny powodujące tak znaczne zróżnicowanie parametrów akustycznych charakteryzujących okna jednego systemu. Do cech, na które można wpływać w procesie produkcji, należą:

- sztywność zamocowania szyby w ramie skrzydła, na obwodzie i w miejscach punktowego podparcia, która jest zależna od siły docisku uszczelki osadczącej, wymiarów i położenia szyby w stosunku do wymiarów skrzydła, w jakim jest osadzona (dotyczy to miejsca, w którym uszczelka osadcząca „uchwyci” szybę na krawędzi), rozmieszczenia i siły docisku podkładek klinujących,

- sztywność oparcia skrzydła na profilu ościeżnicy za pośrednictwem obwodowych uszczeltek przylgowych,
- regulacja okuć (nie zaobserwowano wpływu typu okuć),
- rzeczywista szczelność okna z pełnymi uszczelkami i po rozszczelnieniu,
- sposób poprowadzenia uszczelki, zwłaszcza w narożach i w miejscu kolizji z okuciami, wpływający na lokalne nieszczelności,
- obecność i sposób mocowania metalowych profili wzmacniających kształtowniki PVC,
- dokładność wykonania.

Wszystkie wymienione cechy są trudne do zdefiniowania w sensie ilościowym. Są związane z zastosowaną technologią produkcji, urządzeniami i procedurami, czy wręcz przyzwyczajeniami i sposobem pracy montażystów.

5. Uwagi końcowe

- Przegląd dotychczasowych wyników badań izolacyjności akustycznej okien ujawnił bardzo duże zróżnicowanie wartości wskaźników jednoliczbowych uzyskiwanych w przypadku okien o takim samym oszkleniu, co prowadzi do przypuszczenia, że na izolacyjność akustyczną okna jako całości mają wpływ czynniki, które nie były dotychczas brane pod uwagę. Zaobserwowane zróżnicowanie właściwości akustycznych okien dotyczy nie tylko pojedynczych próbek, lecz także całych badanych systemów okien. Może to wskazywać na istnienie cech konstrukcyjnych charakterystycznych dla danego systemu, które mają wpływ na właściwości akustyczne okien.

- W zestawieniach charakterystyk izolacyjności akustycznej okien należących do tego samego systemu jest widoczne, że przebieg krzywych wyraźnie się różnicuje zależnie od typu okna (krzywe układają się parami, ponieważ były badane po dwie pary okien dwudzielnych, dwurzędowych i drzwi balkonowych).

- Okna dwudzielne charakteryzują się zwykle większymi wartościami wskaźników izolacyjności akustycznej od okien jednodzielnych o takich samych wymiarach. Wyniki wskazują na wpływ podziału okna na skrzydła i wynikający stąd wpływ powierzchni oraz kształtu oszklenia na izolacyjność akustyczną całego wyrobu.

- Okna jednodzielne otwierane uzyskują większe wartości wskaźników izolacyjności akustycznej niż okna stałe o takich samych wymiarach. Taka tendencja może wskazywać na istnienie wpływu sposobu oparcia skrzydła okiennego za pośrednictwem uszczeltek przylgowych na właściwości akustyczne całego okna.

- Wartości współczynników infiltracji powietrza rozpatrywanych okien nierozszczelnionych mieszczą się w przedziale (0–0,2) m³/m·h·dPa^{2/3}. Zestawienie tych wartości z parametrami akustycznymi okien pozwala stwierdzić, że przy zmieniających się w tak małym zakresie wartościach współczynnika infiltracji powietrza nie można stwierdzić ścisłej zależności pomiędzy konkretną wartością tego współczynnika a izolacyjnością akustyczną okna.

- Rozszczelnienie okna zwykle powoduje wyraźne zmniejszenie izolacyjności akustycznej właściwej, zwłaszcza w zakresie (500–1600) Hz. Efekt ten nie jest jednakowy we wszystkich przypadkach – wartość spadku izolacyjności zależy przede wszystkim od sposobu rozszczelnienia okna oraz od jego indywidualnych cech konstrukcyjnych.

- Bardzo dobra zgodność przebiegu krzywych izolacyjności akustycznej właściwej uzyskiwanych w przypadku takich samych okien pochodzących od jednego producenta świadczy o jednorodności produkcji i braku przypadkowości w obserwowanych tendencjach. Świadczy też o powtarzalności warunków montażu – każda badana próbka była bowiem odrębnie instalowana w otworze pomiarowym przez tę samą ekipę montażową. Jest to bardzo ważne stwierdzenie, potwierdzające wiarygodność przeprowadzonej analizy.

- Takie same okna należące do jednego systemu, lecz pochodzące od różnych producentów, mają natomiast zróżnicowane właściwości akustyczne; zaobserwowane różnice we wskaźnikach jednoliczbowych są znaczne i wynoszą (2–8) dB. Na izolacyjność okien mogą zatem wpływać czynniki związane z procesem produkcyjnym.

THE ANALYSIS OF RESULTS OF ACOUSTIC TESTS CARRIED OUT ON WINDOWS MADE OF PVC SECTION BELONGING TO DIFFERENT SYSTEMS AND TAKEN FROM DIFFERENT MANUFACTURERS

Summary

Traffic is the main source of noise that affects the acoustic quality of building. Hence the sound insulation of windows is of great importance when talking about protection against external noise. Analysis of results of acoustic laboratory tests taken on PVC windows during last few years is presented. Windows with the same standard glazing are considered. Significant differences in acoustic performances of such windows can be observed. Research work based on collected data indicated the possible reasons of such spread in sound insulation obtained for windows made of PVC sections belonging to different systems and taken from different producers.

Praca wpłynęła do Redakcji 12 IV 2002