

IZOLAȚIA SONORĂ A BLOCURILOR DE FERESTRE.

Autor: Gorețcaia A.
Conducător științific: Todos P.
Universitatea Tehnică a Moldovei

În prezent, blocurile de ferestre din PVC sunt cele mai des utilizate elementele de construcție. Ferestrele din material plastic atrag atenția cumpărătorilor cu caracteristici de calitate reclamante și cu aspectul estetic plăcut. Zgomot de fond intens prezintă cauza principală a stresurilor și suprasarcinilor nervoase ale locuitorilor. În dorința de a scăpa de aceste lucruri negative, oamenii aleg ferestre din material PVC cu geam termopan. Din acest motiv, cerința principală la alegerea blocurilor de ferestre cu geam termopan este -fonoizolația. Lucrarea dată cercetează principiile generale de proiectare a modelelor de blocuri de ferestre cu geam termopan în dependența de nivelul de zgomot și gradul de fonoizolare.

Cuvinte cheie: geam termopan, construcții, poluarea sonoră, izolare fonică

1. Sursele de zgomot și indicii de izolație fonică

În rezolvarea problemei de reducere a zgomotului în încăperea trebuie să fie luate în considerare zgomote externe și interne (care sunt generate în interiorul spațiului). În clădiri comerciale, principala sursă de zgomot este echipamentul de producție. Gradul de fonoizolare a încăperii de la zgomotul provenit din exterior ar trebui să fie ales astfel încât să reducă zgomotului exterior până la nivelul zgomotului intern. Consolidarea în continuare a izolației fonice nu duce la creșterea confortului acustic în încăpere. În practica de construcții, zidurile exterioare ale clădirilor locative sunt suficient de masive și, de regulă, posedă o bună izolare fonică. Din acest motiv problema reducerii impactului sonor se estimează cu necesitatea îmbunătățirii izolației fonice a ferestrelor.

Proprietăți fonoizolante a construcțiilor de protecție sunt evaluate după valoarea indicatorului de izolare fonică, care este egal cu diferența dintre nivelurile de sunet înainte și după trecerea lui prin construcție: $R = L_1 - L_2$. Trebuie remarcat faptul, că indicele de izolare fonică a diferitor construcții depinde de frecvența sunetului. Mai jos, în figura 1 în calitate de exemplu este prezentată dependența indicelui de izolare fonică a geamurilor unicamerale de frecvența și grosimea foii de sticlă.

După cum se poate observa din figura 1, sunetele de înaltă frecvență sunt absorbite mai bine de pereți decât de geamuri unicamerale. Evident, în domeniul de frecvențe apropiate de frecvențe de rezonanță a construcțiilor (în cazul zgomotului provocat de trafic rutier sunt valorile de frecvență joasă), se urmărește o scădere brusca a indicelui de izolare fonică. Zgomote provocate de diferite surse au compoziții spectrale diferite, și, prin urmare, indicele sumar de fonoizolare la una și aceeași construcție va fi diferit. Cei mai frecvent sunt utilizați indicii de izolare fonică:

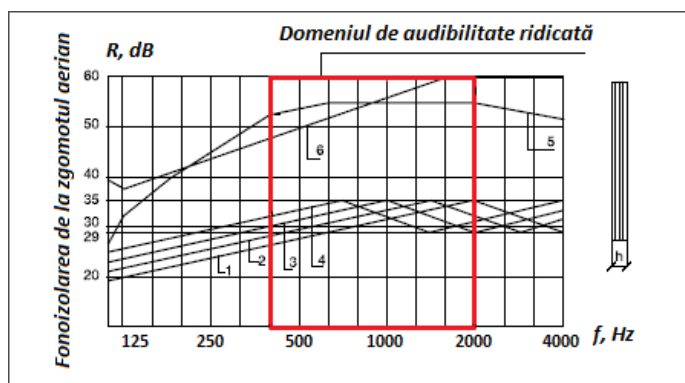


Figura 1. Caracteristici de frecvențe a izolației zgomotului aerian cu geamuri termopane unicamerale

- R_w - indicele de izolare fonică a zgomotului aerian, măsurat în raportul cu spectrul de etalon al zgomotului alb (zgomot cu densitatea permanentă a spectrului);
la diferite grosimi a sticlelor h :
1— $h = 3 \text{ mm}$, $m = 7.5 \text{ kg/m}^2$; 2— $h = 4 \text{ mm}$, $m = 10 \text{ kg/m}^2$;
3— $h = 6 \text{ mm}$, $m = 15 \text{ kg/m}^2$; 4— $h = 8 \text{ mm}$, $m = 20 \text{ kg/m}^2$,
5 — curba normativă a izolației aeriene,
6 — zidărie din cărămidă $r = 1900 \text{ kg/m}^3$, $h = 250 \text{ mm}$, $m = 475 \text{ kg/m}^2$;
- $R_w + C$ — indice de fonoizolare a zgomotului tipic de frecvențe medii;

• $R_W + C_{tr}$ - indice de fonoizolare a zgomotului tipic de trafic, măsurat în raport cu spectrul tipic a zgomotului rutier (zgomot de frecvențe joase).

În literatura tehnică de specialitate se utilizează un indice similar, notat R_{Atran} . În Fig. 2 sunt prezentate exemple de spectre de zgomot provocate de diferite surse a transportului auto, cu scopul de a identifica nivelul de rezonanță la frecvențe joase.

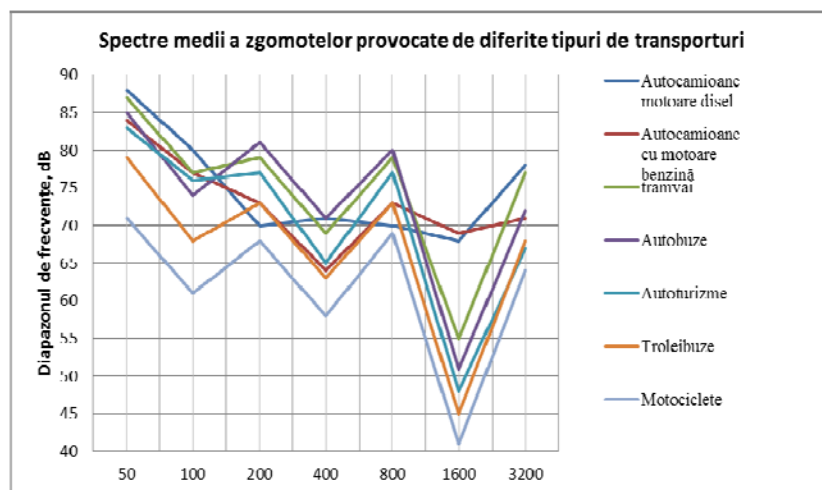


Fig.2 Spectre medii a zgomotelor provocate de diferite tipuri de autotrasporturi:

- 1 — autocamioane motoare diesel
 2 — autocamioane cu motoare pe benzină
 3 — tramvai; 4 — autobuze; 5 — autoturizme
 6 — troleibuse; 7 — motociclete

În conformitate cu ISO 717-1 [6], proprietățile acustice ale elementelor de construcție ar trebui să fie indicate sub forma unui indice standardizat care combină acești trei indicatori, și să fie scris, după cum urmează: $R_W(C; C_{tr})$.

Unde, C și C_{tr} sunt doi coeficienți de corecție, care sunt adăugate la valoarea R_W , și, respectiv, $R_W + C$ sau $R_W + C_{tr}$.

Tabelul 1 arată care indici ar trebui folosiți pentru a evalua eficacitatea de izolare, în funcție de sursa de zgomot. Zgomotul traficului auto este situat în zona frecvențelor joase. Deoarece zgomotele de joase frecvențe se absorb mai rău de către construcții,

Indicele $R_W + C_{tr}$ este întotdeauna mai mic decât R_W (amendamentul- C_{tr} negativ).

Metode de determinare a indicilor de fonoizolare sunt stipulate în documentele normative internaționale și naționale, și anume: ISO 717-1 [6], ISO 140 [7], СП 23-103-2003 [4] и СНиП 23-03-2003 [5].

Tabelul 1

Tipuri de zgomot în dependența de sursă

Sursa de zgomot	$R_W + C$	$R_W + C_{tr}$
Jocul copiilor	+	
Zgomot de uz casnic (conversații, muzica, radio, TV)	+	
Disco		+
Zgomot de autostrada (> 80 km / h)	+	
Zgomot de trafic urban		+
Transportul feroviar de viteză înaltă	+	
Transportul feroviar de viteză lentă		+
Avionul reactiv. Zbor apropiat	+	
Avionul reactiv. Zbor îndepărtat		+
Avioane cu turbine		+

2. Proprietățile de izolare fonică a geamurilor termopane

În primul rând, remarcăm faptul că indicele de fonoizolare a ferestrelor deschise practic este egal cu zero. Indicele de fonoizolare a ferestrei deschise la 10%, este mai puțin de 10 dB [4]. Pentru a asigura o ventilație naturală în condițiile zgomotului sunt utilizate modele speciale de design a ramelor de ferestre, dotate cu o aerisire-amortizoare de zgomot. Părțile translucide ocupă de la 70 pînă la 90% a suprafeței de ferestruță. Respectiv, izolația fonică a ferestrei depinde de proiectarea geamurilor termopane, și anume de tipul, numărul și grosimea sticlelor, dimensiunile golurilor dintre panouri, tipul gazului de umplere.

Tabelul 2 reprezintă datele privind influența asupra indicelui de fonoizolare de la zgomotul a traficului auto. Următorii factori care influențează indicele de fonoizolare: grosimea sticlelor, asimetria sticlelor, folosirea sticlei multistrat (sticlă laminată-triplex), precum și folosirea sticlei laminate cu folie specială de izolare fonică PVB. Această folie are o absorbție acustică ridicată la frecvențe joase, și prin urmare, este bine adaptată pentru protecția de la zgomotului de trafic. În prezent, pe piața europeană este prezentată un singur brand de așa tip de sticlă - Stratophone (marcă comercială a sticlelor multi-strate și fonoizolatoare și este produsă de AGC (Asahi Glass Company).

Tabelul 2

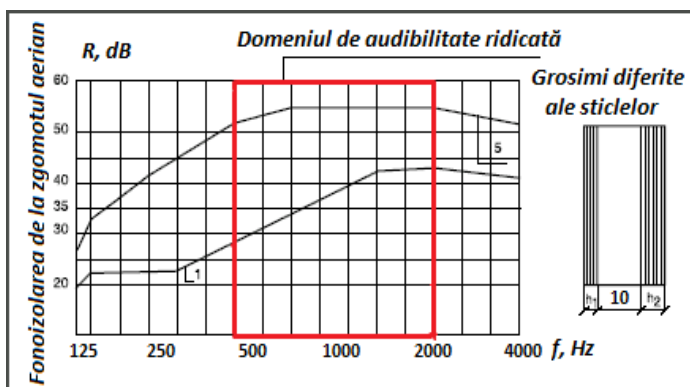
Influența parametrilor termopanelor asupra fonoizolației

Parametrul de comparație	Grosimea geamului / formula	$R_w + C_{tr}$, dB
Influența grosimei sticlei la fonoizolația	4 mm	26
	6mm	28
Compararea indicilor de fonoizolare a float sticlei, sticlei cu multistraturi și sticlei multistrate fonoizolatoare	6mm	28
	Stratobel 33.2 (gr.6.76mm)	29
	Stratophone 33.2 (gr.6.76mm)	33
Compararea indicilor de fonoizolare a geamului unicameral, a geamului simetric și geamului asimetric	Float 4mm	26
	4mm/12/4mm(simetric)	26
	4mm/12/6mm(asimetric)	30
Compararea indicilor de fonoizolare a termopanelor cu decalaj aerian diferit	6mm/12/6mm	28
	6mm/20/6mm	30
Compararea indicilor de fonoizolare a termopanului simplu multistrat și termopanului multistrat fonoizolant	Stratobel 88.2 (16.76mm) /15/ Stratobel 66.2 (12.76mm)	41
	Stratophone 88.2 (16.76mm) /15/ Stratophone 66.2 (12.76mm)	47

După cum se poate observa din aceste date, creșterea grosimei foi de sticlă duce la o creștere a indicelui de izolare fonică. Sticlă laminată cu folie PVB este mai mult fonoizolantă decât cea floată (sticla simplă).

Publicitatea a convins consumatorul că **orice termopan** este un mijloc magic de protecție de la zgomotul extern, că un termopan "standard" unicameral cu sticle de aceeași grosime, nu este mai bun decât chiar un termopan cu o singură sticlă în ceea ce privește reducerea zgomotului. Motivul este faptul că creșterea greutății și numărului de straturi de sticle fonoabsorbante în comparația cu un geam obișnuit, se compensează cu apariția frecvenței suplimentare de rezonanță, care corespunde oscilațiilor termopanului și oscilațiilor frecvențelor de rezonanță a ambelor sticle.

Orice scurgere sau fisură reduce semnificativ caracteristicile acustice ale geamurilor. Blocuri de ferestre din



masă plastică PVC cu geam termopan, de regulă, posedă cu fonoizolare mai bună decât ferestrele tradiționale. Utilizarea blocurilor de ferestre cu termopane asimetric

(cu sticle de diferite grosimi) asigură îmbunătățirea semnificativă a fonoizolației (Fig. 3).

Creșterea grosimei stratului de aer în termopan, de asemenea, dă un efect pozitiv la creșterea izolației fonice. Cei mai buni indicatori de fonoizolare dețin geamurile termopane asimetric cu două sticle de protecție sonoră.

Fig.3 Caracteristică de frecvență a izolației zgomotului aerian cu termopane duble și grosimi diferite h_1 și h_2 .

Grosimea stratului aerian $d=10\text{mm}$:

1 — $h_1 = 4\text{ mm}$ ($m = 10\text{ kg/m}^2$), $h_2 = 6\text{ mm}$ ($m = 15\text{ kg/m}^2$);

5 — curba normativă de izolare a zgomotului aerian.

3. Dependența nivelului sonor de la indexul de izolație fonică

Nivelul de zgomot generat de surse externe depinde de următorii factori: nivelul de zgomot la fațada clădirii, de indicele de izolare fonica a geamurilor și de suprafața lor, precum și de forma încăperii locative și posibilității de absorbția a undelor sonore de elementele de interiorul. Nivelul de zgomot intern se calculează folosind software specializat. Cu toate acestea, nivelul poate fi determinat și aproximativ, folosind metodica din EN 12354-3:2000 [8]. Ca un exemplu, vom calcula nivelul de zgomot, penetrat în sala cu volum de 50 de m³ de la autostrada orașului, cu un bloc de fereastră cu geam termopan dublu, care iese pe fasada clădirii construită din cărămidă.

Caracteristicile acustice ale elementelor clădirii sunt prezentate în tabelul 4.

Tabelul 4

Caracteristicile elementelor de construcție

Element de construcție	Indexul de fonoizolație de zgomotului auto	Suprafața elementului, m ²
Pereți din cărămidă	51	6
Geam termopan	26/39	3,2
Rama	37	1,4
Sigiliu cercevei închise	60	6.3
Sigiliu cercevei deschise	45	8.4

Au fost evaluate două variante. În prima variantă presupunem, că în fereastră sunt montate termopane standard 4mm/12/4mm cu indicele de fonoizolare $R_w+C_{tr}=26$ dB. În varianta a două calcule au fost efectuate pentru ferestrele cu geam termopan fonoizolant Stratophone: 8 mm/15/Stratophone 66.2, $R_w+C_{tr}=39$ dB.

Nivelul de zgomot în exteriorul clădirii luăm în conformitate cu tabelul 2 din standard: $L = 70$ fon.

Nivelul zgomotului provocat de trafic auto va fi egal:

- Pentru geam termopan standard — ($R_w+C_{tr}=26$ dB) - $L=0,8$ son,
- Pentru geam termopan fonoizolant — ($R_w+C_{tr}=39$ dB) - $L=0,4$ son;

În cazul al doilea nivelul de zgomot în încăpere este de 2 ori mai mic.

1.4 Principii generale de proiectare a geamurilor cu protecție sonoră

Determinăm principiile de bază de proiectare a geamurilor pentru îndeplinirea cerințelor de protecție contra zgomotului:

1. Orice scurgere sau fisură reduce semnificativ caracteristicile acustice ale geamurilor.
Calitatea de montaj este un factor foarte important.
2. În încăperile zgomotoase cu scopul de aerisire este de dorit de a utiliza ferestrele cu geam termopan cu supape fonoizolante.
3. Ferestrele asimetrice "absorb" zgomotul mult mai bun decât cele simetrice.
4. Cu cât mai mare este decalaj dinte camere de sticle - cu atât mai bună este și izolarea fonică (în conformitate cu standardul respectiv).
5. Sticla de dimensiuni mai mare de 6 mm absoarbă zgomot mai bine decât sticlă subțire de 4mm, cea laminată (multistrată) - mai bine decât floată, iar sticla cu folie specială PVB - cu mult mai bine decât cele laminate.

BIBLIOGRAFIA

1. Радзишевский А. Ю. «Основы аналогового и цифрового звука». — М.: Издательский дом «Вильямс», 2006 г.
2. Иофе В. К., Янпольский А. А. «Расчетные графики и таблицы по электроакустике». — Л., 1954 г.
3. Осипов Л. Г., Бобылев В. Н., Борисов Л. А. и др. «Звукоизоляция и звукопоглощение». — М.: «Издательство АСТ», «Издательство Астрель», 2004 г.
4. СП 23-103-2003 «Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий».
5. СНиП 23-03-2003 «Защита от шума».
6. ISO 717-1 «Acoustics — Rating of sound insulation in buildings and of building elements. Part 1: Airborne sound insulation».
7. ISO 140 Acoustics — Measurement of sound insulation in buildings and of building elements.
8. EN 12354-3:2000 Building acoustics — Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements — Part 3: Airborne sound insulation against outdoor sound.