

# ЗВУКОИЗОЛАЦИЯ В ЖИЛИЩА

Инж. Стойчо Христов, инж. Ивайло Христов

Звукоизолацията в жилищните сгради е сериозен проблем, тъй като в по-голямата част от тях не са взети необходимите мерки при строителството, а след пускане в експлоатация са необходими значително повече средства за подобряване на звукоизолацията на вече съществуваща конструкция.

Нека най-напред да разграничим две понятия, които много често се бъркат. Става дума за *звукопоглъщане* и *звукоизолация*.

Първото - *звукопоглъщането* - означава свойството на дадена повърхност да не позволи на енергията на звуковата вълна да се отрази и да се върне в същото помещение. Най-често това става, като тя се превърне в друг вид енергия - най-често топлинна. Но от гледна точка на теорията един отворен прозорец също представлява идеален поглъстител, защото цялата паднала върху него енергия се извежда от разглежданото помещение и никаква част от нея не се връща обратно. Този метод, разбира се, не се прилага в помещенията, защото отваря пътя на външните шумове, но откритите театри и стадиони представляват пример, как това явление може да се използва в акустиката.

*Звукоизолацията* представлява свойството на една преграда да не пропусне енергията на звуковата вълна да премине от другата страна.

Сега да разгледаме понятието „шум” и видовете шум. Шумът от гледна точка на дразнещото въздействие представлява нежелан звук. Съгласно тази дефиниция, шум може да бъде и любимата ви песен, ако съседът я пуска през нощта, когато трябва да спите.

В зависимост от механизмът на възникване и предаване, шумът бива въздушен, ударен и структурен.

*Въздушен* е шумът, който се създава от източник, несвързан с конструкцията на сградата. Той се разпространява по въздуха. Типичен пример е шумът от самолетите, но такъв е и говор и пеене, звук от музикална уредба, ако озвучителните тела нямат твърда връзка със стените или пода и др.

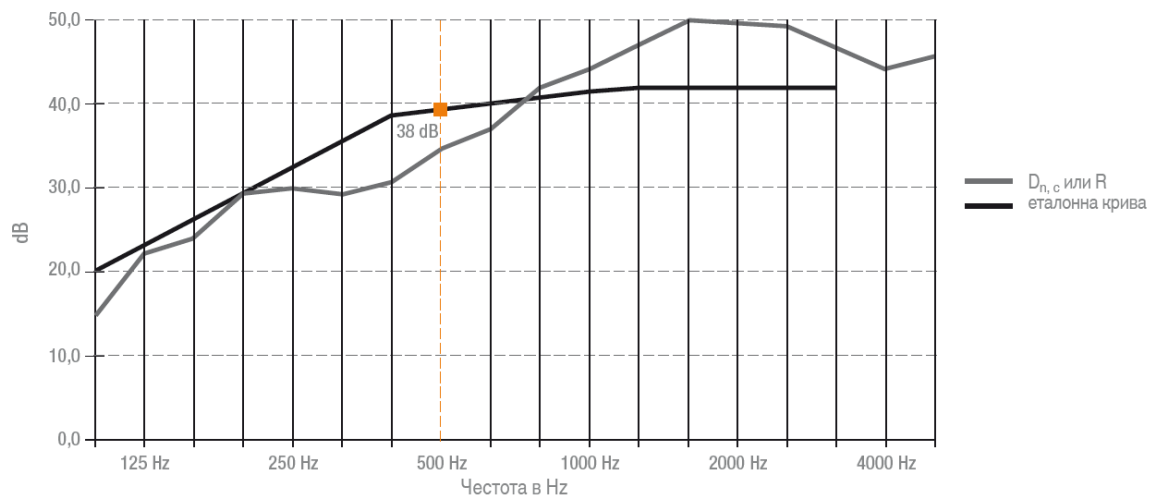
Основните показатели за звукоизолация от въздушен шум са:

$R$  – индекс на изолация от въздушен шум, измерен в лабораторни условия. Той се измерва по честоти (за стандартната поредица).

$R'$  - индекс на действителната изолация от въздушен шум в реални условия. Също се дава по честоти.

$R_w$  – Претеглен индекс на изолация от въздушен шум - едноцифрена стойност. Представлява стойността при 500 Hz на крива за сравнение, преместена по определена методика съгласно БДС EN ISO 717-1.

На фигура 1 е показан пример за реално измерен индекс на звукоизолация  $R$  и привеждането му към стандартен претеглен индекс  $R_w$ . Точната процедура, по която се извършва привеждането е подробно описана в по-горе упоменатия стандарт.



Фигура 1 - измерен индекс на звукоизолация R и еталонна крива  $R_w=38dB$

Колкото са по-големи тези индекси, толкова по-добра е звукоизолацията.

За отчитането на субективното възприятие на типични характерни звукови спектри се използват корекционни коефициенти C или  $C_{tr}$ . Типични източници на шум и съответстващите им корекционни коефициенти съгласно БДС EN ISO 717-1 са показани в таблица 1.

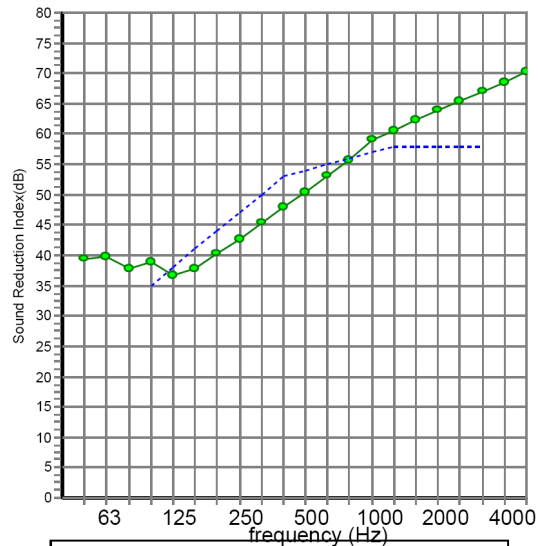
Вид източник на шум	Спектрален корекционен коефициент
Битов шум Играещи деца ЖП транспорт със средна и висока скорост Движение по магистрала със скорост над 80 км/час Реактивен въздушен транспорт от близко разстояние Промислени предприятия, излъчващи средно и високочестотен шум	C
Улично движение в града ЖП транспорт с малка скорост Витлови самолети Реактивни самолети на голямо разстояние Дискомузика Промислени предприятия, излъчващи ниско и средночестотен шум	$C_{tr}$

Таблица 1 - корекционни коефициенти за типични звукови източници съгласно БДС EN ISO 717-1

След класифициране на източника на шум стойността на коефициента се изважда от предварително изчислената стойност на  $R_w$ .

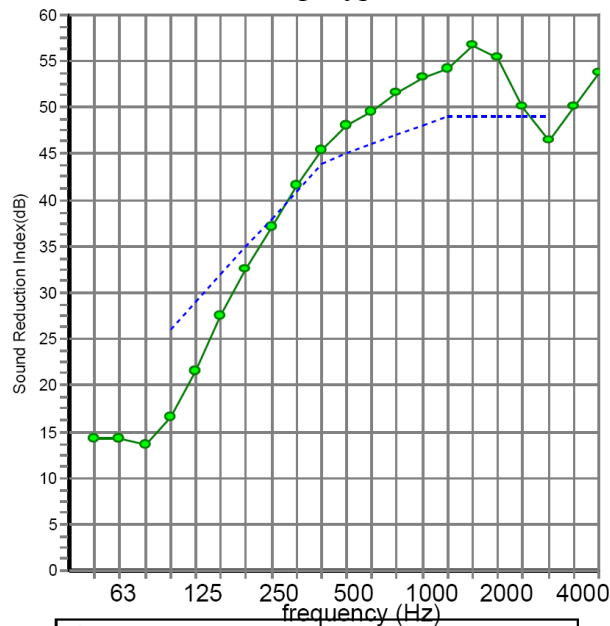
Изолацията от въздушен шум за стени се постига по два основни начина - чрез еднослойни или чрез многослойни конструкции. Еднослойна е конструкцията, състояща се от еднороден слой или плътно прилепнал към него втори слой (например, стена и мазилка). Звукоизолацията на такива прегради зависи от масата им. В областта

на ниските звукоизолацията е по-слаба, като има една честота, наречена „честота на вълновото съвпадение”, при която е минимална. Законът на масата гласи, че при увеличаване на масата два пъти, звукоизолацията се подобрява два пъти или с 6 dB. За пример на фигура 2 е дадена честотната характеристика на тухлена стена с дебелина 200 мм.



Фигура 2 - звукоизолация на тухлена стена 200мм

Многослойни са конструкциите, които се състоят от два или повече несвързани помежду си слоя. При тях звукоизолацията е на базата на система маса-гъвкавост-маса, при което се получава механичен еквивалент на нискочестотен филтър. Колкото по-ниска е честотата на настройка на този филтър, толкова по-добра е звукоизолацията при средните и високи честоти. За ниските честоти тази система се държи като еднослойна конструкция с маса, равна на общите маса на слоевете, със своята собствена честота на вълново съвпадение. Честотната характеристика на една такава преградна стена, изградена от два слоя гипсокартон по 12,5 мм (маси) и въздушен слой 100 мм между тях (гъвкавост) е показана на фигура 3.



Фигура 3 - звукоизолация на преградна стена с два слоя гипсокартон 12,5мм

С повишаването на честотата в характеристиката на звукоизолацията се получават последователни минимуми и максимуми. Периодичното влошаване на звукоизолацията се обяснява с резонансите на въздушния слой между елементите на конструкцията.

То може да бъде намалено чрез поставянето на звукопоглъщащ материал във въздушната междина.

*Ударен шум* възниква при удари с твърд предмет по междуетажните плочи. Например, ходене, танци и др. Този звук се разпространява по конструкцията на сградата и много трудно се изолира. Борбата с него се води с помощта на покрития на пода и плаващи подове.

Основните показатели за звукоизолация от ударен шум са:

$L_n$  приведено ниво на звуковото налягане от ударен шум.

$L_{n,w}$  Приведено оценено ниво на звуково налягане от ударен шум. Също се получава при сравняване със стандартна крива.

Приведеното ниво се изчислява по аналогичен на въздушния шум метод описан в стандарта с една разлика. Тук зависимостта е обратна - на по-малко ниво на звуковото налягане от ударен шум отговаря по-добра звукоизолация.

*Структурен шум* е шумът, създаван от източници, свързани с конструкцията на сградата и създаващи вибрации. Тези вибрации се разпространяват по конструкцията и се излъчват като звук в голям брой помещения. Например, шумът от асансьорната уредба, помпата на парното, вентилационни уредби и др. Борбата с него е най-ефективна когато се води в мястото на възникване чрез виброизолиращи тампони, меки връзки на въздуховодите и др.

Нормативните документи, които третират шума са на първо място, законът за защита от шум в околната среда от 2006 г., и наредба № 06/6 за показателите за шум в околната среда, отчитащи степента на дискомфорт през различните части на денонощието от 2006 г. Показателите за шум са:

1. Дневно ниво на шума  $L_{ден}$  ( $L_{day}$ ) – А-претеглено еквивалентно ниво на шума за дълъг период от време, отнесено към всички дневни периоди на годината. Определя се съгласно БДС ISO 1996-2.
2. Вечерно ниво на шума  $L_{вечер}$  ( $L_{evening}$ ) А-претеглено еквивалентно ниво на шума за дълъг период от време, отнесено към всички вечерни периоди на годината.
3. Нощно ниво на шума  $L_{нощ}$  ( $L_{night}$ ) А-претеглено еквивалентно ниво на шума за дълъг период от време, отнесено към всички нощни периоди на годината.
4. Денонощно ниво на шума  $L_{24}$  ( $L_{den}$ ). Определя се от стойностите на  $L_{ден}$ ,  $L_{вечер}$  и  $L_{нощ}$  по специална формула.

В наредбата са дадени таблиците за гранични стойности на показателите за шум. Извадка от данните е показана в таблици 2,3 и 4 по-долу.

№	Предназначение на помещенията	Еквивалентно ниво на шума в dВ/А		
		ден	вечер	нощ
1	Стаи в лечебни заведения и санаториуми, операционни зали.	30	30	30
2	Жилищни стаи, спални помещения в детските заведения и общежития, почивни станции, хотелски стаи	35	35	30
3	Лекарски кабинети в лечебни заведения и санаториуми, зали за конференции, зрителни зали на театри и кинозали.	40	40	35
4	Класни стаи и аудитории в учебни заведения, заведения за научноизследователска дейност, читални.	40	40	40
5	Работни помещения в административни сгради.	50	50	50
6	Кафе-сладкарници, столове, фойета на театри и кинозали, клубове, бръснаро-фризьорски и козметични салони, ресторанти.	55	55	55
7	Търговски зали на магазини, зали за пътници в гари	60	60	60

Таблица 2 - Гранични стойности на нивата на шума в помещения на жилищни и обществени сгради

Забележки:

1. При въздействие на тонален или импулсен шум поправката е -5dВ/А и се отнася за помещенията от т.1 до т.5;
2. Тонален звук е този, при който се чува звук с определена честота (тон);
3. Импулсен е този шум, който се възприема като отделни удари и се състои от един или няколко импулса на звуковата енергия, като продължителността на всеки импулс е по-малка от 1 s.

№	Територии и устройствени зони в урбанизираните територии и извън тях.	Еквивалентно ниво на шума в dВ/А		
		ден	вечер	нощ
1	Жилищни зони и територии	55	50	45
2	Централни градски части	60	55	50
3	Територии, подложени на въздействието на интензивен автомобилен трафик	60	55	50
4	Територии, подложени на въздействието на релсов ЖП и трамваен транспорт	65	60	55
5	Територии, подложени на въздействието на авиационен шум	65	65	55
6	Производствено-складови територии и зони	70	70	70
7	Зони за обществен и индивидуален отдих	45	40	35
8	Зони за лечебни заведения и санаториуми	45	35	35
9	Зони за научно-изследователска и учебна дейност	45	40	35
10	Тихи зони извън агломерациите	40	35	35

Таблица 3 - Гранични стойности на нивата на шума в различните територии и устройствени зони в урбанизираните територии и извън тях

Забележка: Граничната стойност на максималното ниво на шума при прелитане на летателно средство над определена територия е 85 dB/A.

Съгласно нормите за проектиране на защита от шум и наредба №4 за защита от шум на територията на населените места, нормативните изисквания за индексите на звукоизолация на външни заграждащи конструкции в зависимост от нивата на външен шум и вида на помещенията са показани в таблица 4.

№ По ред	Вид на помещенията	R' <sub>w</sub> при ниво на външния шум L <sub>Аекв.</sub> , в dB						
		До 55	50 до 60	50 до 60	50 до 60	50 до 60	50 до 60	50 до 60
1	Стаи (кабинети, болнични стаи, манипулационни и др.п.) в болнични заведения и амбулаторно-поликлинични заведения.	35	35	40	45	50	-	-1)
2	Жилищни помещения в жилища, хотели, мотели и заведения за социални грижи, учебни помещения, стаи за обитаване (занимални и спални) в детски заведения, заседателни зали, читални, зали с общо многоцелево предназначение и др.	30	30	35	40	45	50	-1)
3	Работни помещения в административни сгради, обслужващи сгради към промишлени предприятия, сгради на проектантски организации, бюра и офиси.	-	30	30	35	40	45	50

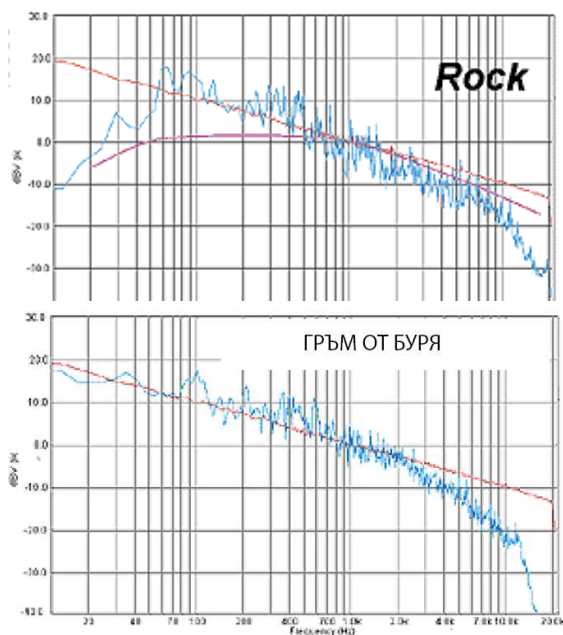
Таблица 4- нива на външен шум в зависимост от вида на помещението

Съответно, нормативните стойности на индексите на звукоизолация от въздушен шум на стени, подове и врати и за изолация от ударен шум на подове в сгради и помещения са дадени в таблица 5.

№ По ред	Видове сгради и помещения и наименование и местоположение на ограждащите елементи в сградата	Индекс на звукоизолация от:	
		Въздушен шум $R_w$ в dB > или =	Ударен шум $L_{nw}$ в dB < или =
<b>Жилищни сгради</b>			
1.	Подове	54	53
1.1.	Подове на използвани тавански помещения и тераси с разположени под тях жилища	53	53
1.2.	Подове на жилища с разположени под тях проходи, гаражи и др.п.	55	53
1.3.	Подове на жилища с разположени под тях сутерени, коридори, стълбища	52	53
1.4.	Подове на бани и тоалетни без подова канализация	54	53
2.	Стълбища и стълбищни площадки	-	58
3.	Преградни стени в жилища	40	-
4.	Стени между жилища и стълбища, между жилища и помещения за обслужващи дейности и между жилищни и санитарни помещения	53	-
5.	Стени между жилища и общи коридори и общи преддверия	52	-
6.	Стени на проходи, гаражи и други спомагателни и обслужващи помещения	55	-
7.	Врати, които водят от общи коридори, преддверия или стълбищни площадки в коридори и антрета в жилища и работни помещения	27	-
8.	Врати, които водят от общи коридори, преддверия и стълбищни площадки непосредствено в жилищни помещения	37	-
<b>Еднофамилни къщи и къщи при свързано застрояване</b>			
9.	Подове	-	48
10.	Стълбища и стълбищни площадки	-	53
11.	Преградни стени между сгради	57	-

*Таблица 5 - минимално допустими индекси на звукоизолация от въздушен и ударен шум в сгради и помещения*

## Звукоизолация при музика и домашно кино.



Характерно за музиката и особено на домашното кино е наличието на по-голямо ниво в нискочестотната част на спектъра.

На фигурата<sup>1)</sup> е даден средностатистическият спектър на рок-музиката и стандартната спектрална крива на DIN.

Спектърът на една гръмотевица, която е често срещан звуков ефект във филмите, е даден на следващата фигура. Вижда се, че той е много широк в нискочестотната си част и честотната лента на възпроизведения от апаратурата за домашно кино звук зависи само от нейните възможности. По тази причина изолирането на такъв вид звук е почти невъзможно и изисква както солидни мерки по част звукоизолация, така и

планиране на местоположението на помещението.

Помещенията, предназначени за слушане на музика и гледане на домашно кино трябва да бъдат така разположени, че да не граничат със спални помещения, а озвучителните тела, излъчващи нискочестотната част на спектъра трябва да бъдат поставени на остриета за минимално предаване на вибрации към пода. Поставянето на предстенна обшивка с два слоя гипсокартон на стените, окачен звукоизолиращ таван и плаващ под до голяма степен ще намалят дразнещото влияние на шума, но в никакъв случай шумът няма да изчезне напълно; напротив - той ще бъде с  $X$  децибела по-ниско ниво от първоначалното. Осъзнаването на последното твърдение е съществено за формиране на очакванията и предотвратяване на разочарованието от крайния ефект на звукоизолационните мерки. Това са скъпи мероприятия, но добрите отношения със съседите са по-скъпи.

<sup>1)</sup> Илюстрациите са взети от статията „Спектърът на музикалния сигнал - Какъв е в той в действителност?“ автор Андрей Елютин. Източник - интернет.