

Звук – колебательное волнообразное движение частиц упругой среды. Т.е. то, что мы слышим, - это колебательное волнообразное давление молекул воздуха на наше внутреннее ухо. Сама природа звука, отражённая в его определении, говорит нам о том, что звук отсутствует в вакууме, в остальном мире – воздух, вода, бетон, наше тело... - звук обязательно присутствует. Это означает, что мы живём в звуковых волнах и лишь определённые из них считаем «нежелательным звуком» - шумом.

Шум – один из видов звука, его часто называют нежелательным звуком.

Шум мешает нашей концентрации, способен привести к бессоннице и нарастанию общей усталости организма. Поэтому человечество, производя шум, стремится максимально его изолировать.

ВОСПРИЯТИЕ ШУМА

Звуковые волны воспринимаются разными людьми – по-разному: кому-то мешает шум машины за окном, а для кого-то эти звуки приятны - возвращение домой или, утром, семейный выезд на пикник. Такое субъективное восприятие отражает всю сложность материи звука. Настолько же сложна и его изоляция, которая возможна только при тщательном выборе материалов против соответствующего проявления звука.

РАЗЛИЧИЯ В ВОЗДЕЙСТВИИ ШУМА

Два звука с одинаковым уровнем давления на наши барабанные перепонки могут восприниматься нами абсолютно по-разному. Журчание горного ручья или шум небольшого водопада соответствуют по своей силе звуку оживлённой автострады. Отличие в том, что природный шум воды будет действовать на нас успокаивающе или даже ободряюще, в то время как гул моторов мы воспримем как серьёзную помеху.



рис.1 Шум рельсового транспорта мы воспринимаем как серьёзную нагрузку, в то время как шум ручья действует успокаивающе.



рис.2. Жилой дом на Белевюштрассе, г.Мури, кантон Ааргау, Берн, Швейцария.

О ЗВУКЕ, С КОТОРЫМ БОРЕМСЯ

ДЕЦИБЕЛЫ

Когда Грэхэм Белл изобрёл телефон, он и не думал, как часто люди в XXI столетии будут употреблять его имя: уровень звукового давления, которое напрямую связано с громкостью звука измеряется в белах, и означает 10-кратное изменение интенсивности звука. Эта единица очень большая, поэтому на практике применяется её 1/10 часть – децибел. Точное определение величины мы опускаем, потому что некоторые полагают, что децибелы придумали, чтобы свести их с ума. Отметим лишь, что децибелы – величина не абсолютная как *вольт* или *ватт*, а относительная как *проценты*. Децибел показывает насколько данный звук громче другого.

Русское обозначение единицы «децибел» — «дБ» (неправильно: дб, Дб), международное — «dB». 0дБ – порог слышимости. Самый слабый звук, который способен различить человек с нормальным слухом соответствует звуковому давлению 20мкПа на частоте 1кГц. Увеличение уровня звукового давления в 2 раза соответствует увеличению на 10дБ.

ВОСПРИЯТИЕ ШУМА

Сегодня люди применяют основательную базу знаний и технологии, чтобы редуцировать шумовые нагрузки с помощью звукоизолирующего остекления. Улучшение звукоизоляции в 2дБ человеческое ухо не воспримет. Гораздо значительно воспримется снижение шума на 6-9дБ, а снижение на 10дБ мы воспримем как снижение шума в 2 раза.

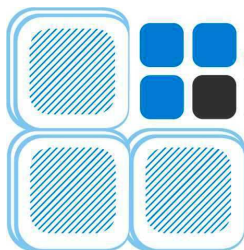
восприятие шума при снижении уровня звукового давления

дБ	восприятие	улучшение	нормативы EN
0-2	нет	нет	
3-5	есть	незначительное улучшение	
6-10	хорошее	ощутимое улучшение	звукоизоляционные мероприятия, значение > 5дБ
11-20	хорошее	большое, убедительное улучшение	
> 20	хорошее	очень большое и очень значительное улучшение	

ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ

В плане звукоизоляции окно функционирует как фильтр, пропускающий лишь определённые части: высокочастотные звуковые волны, как правило, отсекаются остеклением лучше, чем низкочастотные. В этой связи шум, слышимый через закрытое окно, звучит как «глухой» звук. Это связано с разной длиной звуковой волны – от нескольких метров (низкочастотные, длинные волны), которые никакое остекление не остановит, до нескольких сантиметров или миллиметров (высокочастотные, короткие волны), которые могут быть поглощены шириной (при совпадении ширины) и массой остекления.

Целью звукоизолирующих мероприятий должен быть охват возможно большего спектра звуковых частот.



ВОСПРИЯТИЕ ЗВУКА

дБ(А)	характеристика	источники звука
0	порог слышимости	
5	почти не слышно	
10	почти не слышно	дыхание человека
15	едва слышно	шелест листвы
20	едва слышно	шепот человека (1м)
25	тихо	шепот человека (1м)
	<i>(СНиП 23-03-2003 - жилые помещения А, ночью с 23:00 до 07:00)</i>	
30	тихо	тиканье настенных часов
	<i>(СНиП 23-03-2003 - жилые помещения Б, ночью с 23:00 до 07:00)</i>	
35	тихо	
	<i>(СНиП 23-03-2003 - жилые помещения А, днём с 07:00 до 23:00)</i>	
40	довольно слышно	обычная речь
	<i>(СНиП 23-03-2003 - жилые помещения Б, днём с 7:00 до 23:00)</i>	
45	довольно слышно	речь группы
	<i>(СНиП 23-03-2003 - норма для офисов категории А)</i>	
50	отчётливо слышно	беседа, умеренная музыка, офис-техника
	<i>(СНиП 23-03-2003 - норма для офисов категории Б)</i>	
55	отчётливо слышно	
	<i>(СНиП 23-03-2003 - кафе, рестораны, театры категории Б)</i>	
60	шумно	общение, автомобиль (15м)
	<i>(СНиП 23-03-2003 - норма для залов общественных помещений)</i>	
65	шумно	громкий разговор (1м)
70	шумно	мотоцикл, газонокосилка, шумный офис
75	шумно	крик, смех (1м)
80	очень шумно	крик, мотоцикл с глушителем, громкое радио, автомобиль (V=50км/ч, S=1м)
	<i>(СНиП 23-03-2003 - норма для производственных помещений)</i>	
85	очень шумно	громкий крик, мотоцикл с глушителем
90	очень шумно	громкие крики, тяжёлый грузовик, автомобиль (V=100км/ч, S=1м), жд-вагон (7м)
95	очень шумно	вагон метро (внутри вагона или 7м снаружи)
100	чрезмерно шумно	оркестр, метро (прерывисто), гром
105	чрезмерно шумно	самолёт 80-х годов
110	чрезмерно шумно	вертолёт
115	чрезмерно шумно	пескоструйный аппарат (1м)
120	почти невыносимо	отбойный молоток (1м)
125	почти невыносимо	
130	болевого порог	самолёт на старте
135	контузия	
140	контузия	звук взлетающего реактивного самолёта
145	контузия	старт ракеты
150	контузия, травмы	
155	контузия, травмы	
160	шок, травмы	ударная волна от сверхзвукового самолёта

При уровнях звука свыше 160 децибел возможен разрыв барабанных перепонки и лёгких,
200 - смерть.

свыше

ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ, КАК ИНВЕСТИЦИЯ В БУДУЩЕЕ

В связи с ростом населения и технологической нагрузки (транспорт, техника, инструменты) значение мероприятий по звукоизоляции возрастает с каждым днём. В объектах, рассчитанных на долгий срок службы, становится выгодным провести все необходимые мероприятия по защите пользователей и потребителей объектов от излишнего шума. Борьба с шумом стоит денег и часто больших, потому что требуется уменьшать уже существующий шум: переделать готовую машину или установку часто оказывается вдвое дороже, чем предусмотреть соответствующие меры по снижению шума еще в техническом проекте. Именно поэтому европейские нормы предписывают приоритеты по борьбе с шумом - всё рационально:

1. сами возможные источники шума должны проектироваться из расчёта минимизации шума;
2. если не удаётся исключить шум или достаточно его минимизировать, необходимо создать условия, препятствующие его распространению.

На примере уличного шума приоритеты будут выглядеть следующим образом:

1. разработка новых бесшумных моторов,
2. снижение шума деталей автомобилей,
3. снижение шума трения шин и дорожного покрытия,
4. ограничение скорости транспорта вблизи зданий,
5. устройство защитных акустических экранов,
6. уплотнение изоляционными материалами всех щелей, стыков и конструкций здания (фундамент, стены, крыша, узлы),
7. (!) установка звукоизоляционных окон,
8. специальный монтаж таких окон с применением звукоизоляционных материалов и технологий установки и заделки швов,
9. при недостаточности – элементы интерьера также смогут приглушить остатки звука (тяжёлые шторы, ковры, мебель).



рис.3 Звукоизолирующая стена на автобане

Как видим, в борьбе с шумом изоляционные окна стоят не на первом месте. Тем не менее, специалисты рассчитывают, что в ближайшее время именно на звукоизоляционные окна в одной лишь Швейцарии будут израсходованы несколько сотен миллионов франков. В Украине, интегрированной в свободный рынок, этот факт говорит об экономической актуальности звукоизоляционного остекления.













рис.4 Жилой дом на Белевюштрассе, г.Мури, кантон Ааргау, Берн, Швейцария.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ

Хорошее изолирующее от шума окно – результат взаимодействия различных компонентов. Самый слабый компонент звукоизоляции остекления определит в целом его свойство.

Это правило действительно как для стеклопакета и профилей, так и для уплотнителей между ними и между профилями. А итоговым фактором влияния будет тщательный и профессиональный монтаж окна с последующими мероприятиями по заделке монтажных швов и устройству откосов. В этой связи европейские нормы определяют значения звукоизоляции для всего окна в смонтированном состоянии, а не отдельно его компонентов. Обычное современное окно с 1-камерным стеклопакетом относится ко II классу звукоизоляции.

класс звукоизоляции	плотность транспортного потока	удаление дома от дороги	звукоизоляция установленного окна
I	 улица 1500 ам/день	 12 - 30 м	28 - 29 дБ
II	 улица 1500 ам/день	 5 - 12 м	30 - 34 дБ
III	 трасса 30000 ам/день	 80 - 150 м	35 - 39 дБ
IV	 трасса 30000 ам/день	 30 - 80 м	40 - 44 дБ
V	 автобан 50000 ам/день	 40 - 70 м	45 - 49 дБ

КАК ПОВЛИЯТЬ НА ЗВУКОИЗОЛЯЦИЮ ОКНА

Принципиально звукоизоляция окна будет зависеть от плотности этой строительной конструкции. Современные оконные конструкции в этом плане подходят более чем достаточно.

Шаг №1 – выбор профилей окна.

Чем тяжелее и шире конструкционный материал (5 изоляционных камер профиля и выше, 70мм монтажная глубина и выше) – тем больше эффект. Сам по себе пвх – не достаточно тяжёлый материал, но воздушные камеры в нём послужат не только теплу, а стальной армир, не касающийся стенок пвх-профиля добавит устойчивости конструкции и, главное для звукоизоляции, – массу.

Шаг №2 – количество и качество уплотнителей.

Как уже отмечалось, стандартное исполнение современного окна достаточно для стандартной звукоизоляции. Но в некоторых системах вместо стандартных двух контуров уплотнителей, можно располагать тремя – и тепло, и дополнительный контур уплотнения от звука с улицы.

Шаг №3 – масштабный.

Раз уж 70% окна приходится на стеклопакет – значит, и звукоизоляцию всей системы будет определять именно он. Здесь – подробнее.

Вес стекла.

Основной закон звукоизоляции гласит: «Масса поглощает звук», - т.е. для борьбы со звуком нужна масса, способная гасить колебания. Увеличим массу стекла, через увеличение его толщины:

1 м² стекла толщиной 1 мм весит 2,5кг., соответственно

4мм весит 2,5кг x 4 = 10кг,

6мм = 15кг,

8мм = 20кг и т.д.

Увеличение массы стекла в 2 раза даст дополнительные 2-ЗдБ(А) изоляции.

Расстояние между стёклами.

И здесь за принцип можно взять простое правило звукоизоляции: «Чем больше расстояние между слоями изоляции, тем больше звукоизоляция». К сожалению, на пути реализации этого правила станут технологические ограничения изготовления стеклопакетов, и монтажной глубины профилей. Доступная сегодня монтажная глубина стеклопакетов в соответствии пвх-профилям – 24, 32, 40, 44мм. Ещё одно ограничение – увеличение расстояния между стёклами приводит к увеличению конвекции газа внутри пакета и, как результат, снижение теплоизоляционных свойств.

Асимметрия.

Любое звукоизолирующее остекление должно иметь асимметричную конструкцию, т.е. толщина внешнего и внутреннего стёкол должна различаться. Благодаря этому, снижается частота собственного колебания стеклопакета. Кроме того, на определённых час-

тотах проявятся антирезонансные свойства такого пакета – разная толщина стёкол будет противодействовать наложению волн друг на друга. Этот метод даст дополнительно ок.3,5дБ(А) изоляции.

Эластичность стёкол.

Чем эластичнее будет стекло, тем выше его изолирующие качества. Связанные стекла (триплекс) с промежуточными слоями из специальной прозрачной смолы или pvb-плёнки прекрасно демпфируют часть волн, что позволяет значительно увеличить эффект звукоизоляции.

Каждый слой (0,38мм) pvb-плёнки даёт дополнительно 1дБ(А) изоляции. В комбинации «триплекс» получаем еще 3-5 дБ(А) в копилку изоляции звука.

Шаг №4 – финал.

Важность финала в том и состоит, что он определяет победителя. Потратив средства и время на изготовление дорогой звукоизолирующей конструкции можно не получить должного результата, если строители не имеют соответствующей квалификации или опыта работ. Плотность стыков в строительстве важна, т.к. именно здесь образуются мостики холода, здесь возможно прохождение звуковой волны и даже её усиление или, напротив, её глушение, отражение.

Технологии сегодня кроме своих возможностей имеют и ограничения. Сегодня в отрасли не существует идеального продукта, сочетающего в себе все мыслимые качества, например: соответствие размеров профилей, стёкол и дистанционеров, соответствие фурнитуры выбранному весу, прозрачность, отсутствие визуальных искажений, энергосбережение, декоративные элементы, стоимость – и всё это в одном! В таких случаях определяющим должен быть здоровый компромисс.

Источники:

СНиП II-12-77 шумоизоляция

СНиП 23-03-2003 Защита от шума

DIN 4109

SIAS 181 Schallschutz

www.glastroesch.ch/

www.pilkington.com/

www.yourglass.com/configurator/

<http://www.fensterberater.de/Page473N.htm#FeSchsch>

<http://www.atlasokon.com.ua/shum.htm>

<http://ru.wikipedia.org>

<http://www.vegalab.ru>