

**Общество с ограниченной ответственностью
«Акустические технологии»**



**Звукоизоляция в жилых зданиях
Проблемы и пути решения**

Разработали: Бянкин Д.В., Шумкин М.В., Малыгин А.В.

Генеральный директор

А. Г. Аверкин

Начальник лаборатории

Д. В. Бянкин

г. Новосибирск, 2009

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	2
ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ	4
2. ПРОБЛЕМЫ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ И ПУТИ РЕШЕНИЯ.....	6
2.1. ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ УДАРНОГО ШУМА	6
2.1.1. Звукоизоляция ударного шума межквартирных перекрытий, проникающего из вышерасположенных квартир	6
2.1.2. Звукоизоляция ударного шума, проникающего из нижерасположенных административных и культурно-массовых помещений.....	9
2.2. ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ ВОЗДУШНОГО ШУМА	10
2.2.1. Звукоизоляция воздушного шума межквартирных перекрытий и перекрытий между офисами и жилыми помещениями	10
2.2.2. Звукоизоляция воздушного шума перекрытий между квартирами и ниже расположенными помещениями магазинов, кафе, спортзалов	11
2.2.3. Звукоизоляция воздушного шума межквартирных перегородок.....	14
2.3. ЗАЩИТА ОТ ВНЕШНЕГО ШУМА	20
2.4. ЗАЩИТА ОТ СТРУКТУРНОГО ШУМА	22
ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	30

ВВЕДЕНИЕ

Современный жилой дом представляет собой конгломерат помещений различного назначения. Заказчики-застройщики помимо самих жилых квартир стараются предусмотреть встроенные магазины, помещения соцкультбыта, подземную автостоянку. Кроме того, покупателя привлекают квартиры в домах, максимально приближенные к транспортным магистралям метро, автотранспорта, трамвайных линий, торговым центрам.

Однако все из выше перечисленных «благ» являются источниками шума - воздушного, ударного и структурного. Строители стремятся привлечь покупателей высокими потолками, большими площадями, часто забывая об акустическом комфорте. Перегородки и межквартирные стены имеют недостаточный индекс изоляции воздушного шума, плиты перекрытия не обеспечивают достаточную изоляцию от ударного шума. В результате жильцы слышат бытовой шум соседей: громкую речь, телевизора, звук передвигаемых стульев и шлёпанье банных тапочек, т.е. звуки, которые нормативная звукоизоляция устраняет полностью.

С воздушным и ударным шумом можно бороться эффективно и просто с помощью классических строительных технологий, основанных на остеклении окон и лоджий современными блоками со стеклопакетами, устройстве многослойных стен и полов на упругом основании. Структурный шум - гораздо более сложная проблема. Самый простой пример: шум лифтовой лебёдки прекрасно слышен не только в помещениях верхнего этажа, но и в квартирах, расположенных на более низких этажах. Такая же ситуация с мощными вентиляционными и холодильными установками, имеющими место в магазинах и офисах; а также насосами встроенных ИТП.

Наиболее ярко проблема звукоизоляции выражена в жилых квартирах, расположенных над магазинами, ресторанами, кафе, клубами игровых автоматов и т.п. учреждениями, размещающимися, как правило, на нижних этажах жилых зданий. Это связано с тем, что при проектировании нового жилья или реконструкции старого вопросы звукоизоляции или не решаются совсем, или решаются, но не на должном уровне.

Шум, как любой вредный фактор, подлежит жесткому нормированию и контролю. Основополагающими документами в области строительной акустики являются:

- Федеральный Закон РФ № 52 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», предписывающий необходимость создания в среде обитания постоянного акустического комфорта;
- Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.2.1002-00 "Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям", санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки», численно описывающие шум;
- Строительные нормы и правила СНиП-23-03-2003 «Защита от шума», устанавливающие обязательные требования при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий.

На сегодняшний день вопросы звукоизоляции очень актуальны. Связано это, в первую очередь, элементарным желанием человека ощущать себя комфортно и на работе и, особенно, дома. Поэтому в строительных нормах и правилах СНиП 23-03-2003 «Защита от шума» требования к зданиям предъявляются в зависимости от категории комфортности:

- категория А – высококомфортные условия;
- категория Б – комфортные условия;
- категория В – предельно допустимые условия.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

1.1. Виды шумов:

- Воздушный – звуковые колебания, распространяющиеся в воздухе;
- Ударный – звуковые колебания, возникающие при механическом воздействии на строительную конструкцию (пол или перекрытие);
- Структурный (вибрация) - звуковые колебания, распространяющиеся в материале конструкции.

1.2. Источники шумов:

Таблица 1.1. Источники шумов и пути распространения

Вид шума	Источник	Характер шума	Пути распространения
Воздушный	Речь людей	Непостоянный	<ul style="list-style-type: none"> • непосредственно через поры и неплотности в сопряжениях различных ограждений; • через колебания, возникающие в конструкциях под воздействием звуковых волн; • косвенным путём через обходные пути, т.е. наиболее слабые в звуковом отношении участки ограждающих строительных конструкций.
	Музыка	Непостоянный	
	Бытовые приборы	Постоянный	
	Вентиляция	Постоянный	Через окна
	Транспорт	Непостоянный	Через окна
Ударный	Передвижение людей	Непостоянный	По ограждающим конструкциям перекрытий и примыкающим к ним перегородкам через колебания, возникающие под воздействием удара. Передача ударного шума возможна не только сверху вниз, но и снизу вверх.
	Передвижение мебели	Непостоянный	
	Падение воды на дно ванны	Постоянный	
Структурный	Лифт	Постоянный, импульсный (тормоз)	По строительным конструкциям аналогично передаче ударного, поскольку вибрация – ударное воздействие циклическое действия.
	ИТП	Постоянный тональный	
	Вентиляция	Постоянный тональный	

1.3. Основные строительно-акустические методы защиты от шума:

- Звукоизоляция ограждающих конструкций - свойство строительных конструкций задерживать часть энергии падающих на них звуковых волн, отражая или преобразовывая в энергию собственных колебаний.
- Звукопоглощение – свойство строительных конструкций поглощать, преобразовывая энергию падающих звуковых волн в тепловую.
- Виброизоляция - свойство строительных конструкций задерживать часть энергии вибрации, отражая или преобразовывая в энергию собственных колебаний.

1.4. Нормируемые акустические параметры при сдаче готового жилья:

1.4.1. Допустимые уровни шума, измеряемые по ГОСТ 23337-78 на соответствие требованиям СанПиН 2.1.2.1002-00 и СН 2.2.4/2.1.8.562-96:

- 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. Для ориентировочной оценки допускается использовать уровни звука L_a , дБА;
- Допустимыми уровнями непостоянного шума являются эквивалентные (по энергии) уровни звука $L_{Aэкв}$, дБА, и максимальные уровни звука $L_{Aмакс}$, дБА. Оценка непостоянного шума на соответствие допустимым уровням должна проводиться одновременно по эквивалентному и максимальному уровням звука.

Превышение одного из показателей должно рассматриваться как несоответствие санитарным нормам.

1.4.2. Звукоизоляция ограждающих конструкций, измеряемая по ГОСТ 27296-87 на соответствие требованиям СНиП 23-03-2003:

- Индекс изоляции воздушного шума внутренними ограждающими конструкциями R_w , дБ;
- Индекс приведенного уровня ударного шума L_{nw} , дБ.

Несоответствие одного из показателей должно рассматриваться как несоответствие строительным нормам.

2. ПРОБЛЕМЫ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

2.1. ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ УДАРНОГО ШУМА

Основной проблемой современных жилых зданий является ударный шум, т.е. шум под перекрытием, возникающий в результате ударного воздействия на перекрытие сверху. Упрощённо индексом приведённого уровня ударного шума считается уровень звука под плитой перекрытия, на которую сверху воздействует стандартная ударная машина, следовательно, чем меньше значение L_{nw} , тем выше звукоизоляция ударного шума!

Если источник ударного шума находится под жилой квартирой (магазин, кафе, офис) СНиП 23-03-2003 также предъявляет требования по звукоизоляции ударного шума. В этом случае стандартная ударная машина размещается внизу, в шумном помещении, измерения звука производят в жилой квартире.

2.1.1. Звукоизоляция ударного шума межквартирных перекрытий, проникающего из вышерасположенных квартир

Железобетонные перекрытия - пустотные и монолитные дают индекс приведённого уровня ударного шума (шум под перекрытием) L_{nw} 73-86дБ вместо нормативных 58дБ для категории Б, т.е. не выполняют нормы на 15-28 дБ. Учитывая, что децибел - приведённая логарифмическая величина, то данный дефицит фактически означает, что звукоизоляция хуже на 150-300%, т.к. для человеческого восприятия 8-10дБ – это увеличение звука в 2 раза.

Таблица 2.1. Характеристики ударной звукоизоляции типовых перекрытий:

Вид перекрытия	Вид пола	Индекс приведённого уровня ударного шума L_{nw} , дБ	Норматив категории Б СНиП 23-03-2003, дБ	Дефицит ударной звукоизоляции ΔL_{nw} , дБ
Пустотная ЖБ плита 220мм	Цементно-песчаная стяжка 60мм	80	58	22
Пустотная ЖБ плита 220мм	Цементно-песчаная стяжка 60мм, линолеум на вспененной основе 3мм	63	58	5
Сборная ЖБ плита 160мм	Цементно-песчаная стяжка 30мм	78	58	20
Сборная ЖБ плита 160мм	Цементно-песчаная стяжка 30мм, линолеум на вспененной основе 3мм	61	58	3
Монолитная ЖБ плита 200мм	Цементно-песчаная стяжка 60мм	76	58	18
Монолитная ЖБ плита 200мм	Цементно-песчаная стяжка 60мм, линолеум на вспененной основе 3мм	59	58	1

Как видно из таблицы 2.1. некоторые покрытия пола, такие как линолеум, ковровлин, ламинат на подложке частично устраняют дефицит звукоизоляции,

Немаловажен также факт «утаптывания» данных покрытий – уже через год нормальной эксплуатации линолеумы и ковровины теряют 3-5дБ ударной звукоизоляции.

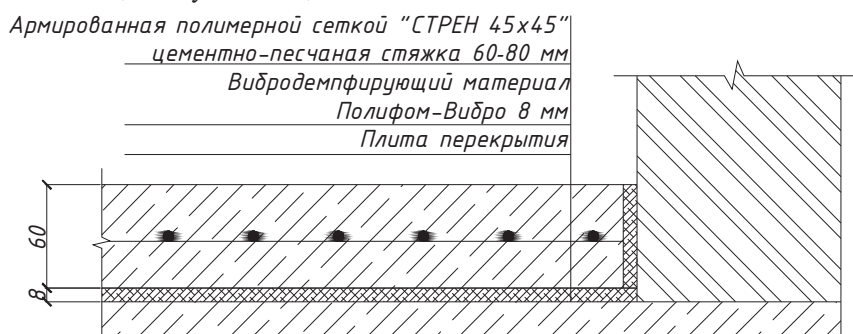
Наиболее эффективным способом решения этой проблемы являются «плавающая» стяжка, то есть пол на звукоизоляционном слое, не имеющий жёстких связей (звуковых мостиков) с несущей частью перекрытия, стен и другими конструкциями здания. В качестве звукоизоляционной подложки традиционно применялись мягкая ДВП, песок, керамзит. Однако сейчас производители ДВП переориентировались на производство твёрдой мебельной ДВП; слой песка или керамзита, обеспечивающий нормы, должен быть порядка 50-150мм, что значительно утяжеляет конструкцию перекрытия и уменьшает высоту помещений. Кроме того, данные материалы требуют устройства надёжной гидроизоляции для исключения протекания цементного молочка.

Строители и проектировщики часто применяют в качестве звукоизоляционного слоя лёгкие бетоны (газобетоны, пенобетоны, полистиролбетоны), мотивируя свой выбор низкой плотностью этих материалов. Это грубая ошибка, поскольку главными параметрами упругого звукоизоляционного слоя являются низкий модуль упругости и сжатие материала под нагрузкой.

Современная технология устройства «плавающих» полов подразумевает использование подложек на основе химически сшитых полиэтиленов толщиной 8-10 мм («Полифом-Вибро»), дающих 21-23 дБ дополнительной изоляции ударного шума, на основе стекловолоконных холстов толщиной 4мм («Шуманет-100») - 23-27дБ. Эти материалы имеют модуль упругости в сотни раз меньше песка и керамзита. Выбор упругой прокладки определяется расчётом. Очень важно помнить, что применение тонких прокладок не увеличивает воздушную звукоизоляцию. Цементно-песчаная стяжка выполняется толщиной 40-80 мм, армированная сеткой или фиброволокном для обеспечения требуемой трещиностойкости.

Сегодня самой эффективной и доступной конструкцией плавающего пола для устранения дефицита ударной звукоизоляции межквартирных перекрытий считается фибростяжка толщиной 60-70 мм на слое «Полифом-Вибро» толщиной 8мм. «Полифом-вибро» выпускается в виде плит и рулонов, материал пластифицирован, что гарантирует удобную укладку материала. Пристенная лента выполняется из материала прокладки. Фибростяжка имеет очень низкое водо-твёрдое отношение, смесь полусухая, что исключает проникновение цементного молочка в стыки вибропрокладки, следовательно, исключает необходимость использования скотча для гидроизоляции шва. Кроме того, фибростяжка имеет высокую прочность (при отношении цемент/песок = ¼ не ниже М150), высокую скорость набора прочности (М75 после 3-х суток твердения, М100 после 7-ми дней), хорошую трещиностойкость.

Рис.2.1. «Плавающая» звукоизоляционная стяжка



В случае монтажа деревянных покрытий для увеличения ударной звукоизоляции необходимо под лаги и примыкания покрытия к стенам устанавливать вибропрокладки на основе стеклохолста («Вибростек-М») толщиной 3 мм для

важного для этих конструкций. Площадь лаг при этом должна быть не менее 20% площади комнаты. Для устранения эффекта усиления ударного шума тонкой облицовкой между лаг укладываются шумопоглощающие плиты «Шуманет-СК» или «Шуманет-БМ» толщиной 50мм.

Рис.2.2. Звукоизоляционный пол на лагах

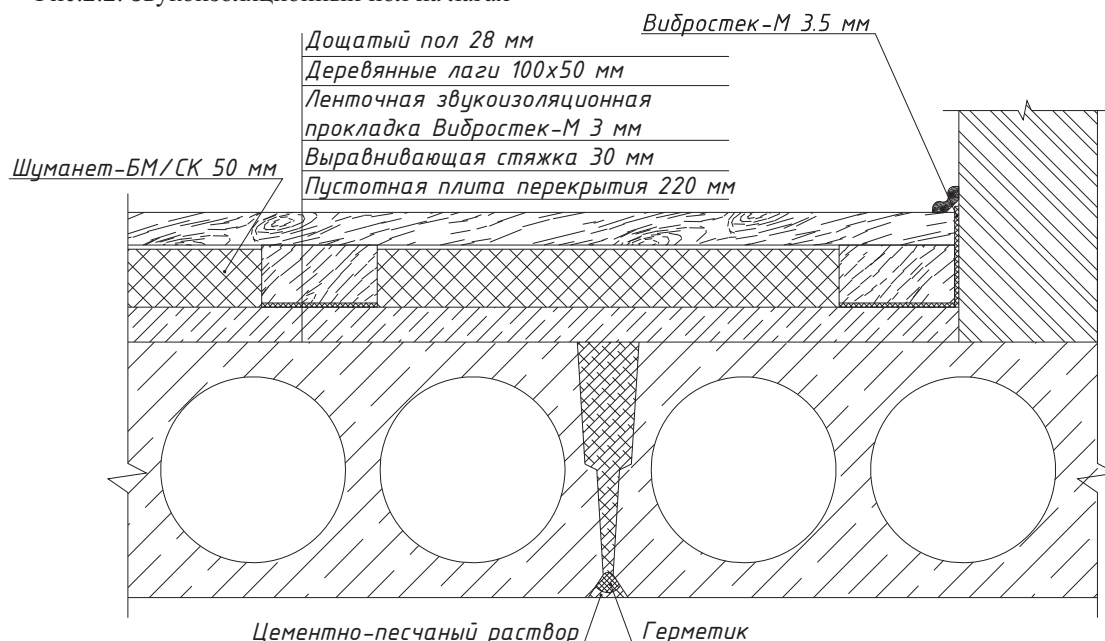


Таблица 2.2. Характеристика конструкций перекрытий с дополнительной ударной звукоизоляцией.

Вид перекрытия	Вид пола	Индекс приведённого уровня ударного шума L_{nw} , дБ	Норматив категории Б СНиП 23-03-2003, дБ	Дефицит ударной звукоизоляции ΔL_{nw} , дБ
Пустотная ЖБ плита 220мм	Выравнивающая стяжка 30мм, пол из рейки толщиной 28мм на лагах 100х50, уложенных с шагом 500мм по лентам «Вибростек-М» 3мм, пространство между лагами заполнено плитами «Шуманет»	58	58	нет
Монолитная ЖБ плита 200мм	Выравнивающая стяжка 30мм, пол из рейки толщиной 28мм на лагах 100х50, уложенных с шагом 500мм по лентам «Вибростек-М» 3мм, пространство между лагами заполнено плитами «Шуманет»	55	58	нет
Пустотная ЖБ плита 220мм	Цементно-песчаная стяжка 60мм на слое «Полифом-вибро» толщиной 8мм	57	58	нет
Пустотная ЖБ плита 220мм	Цементно-песчаная стяжка 60мм на слое «Шуманет-100 супер» 4мм	57	58	нет
Сборная ЖБ плита 160мм	Цементно-песчаная стяжка 60мм на слое «Полифом-вибро» толщиной 8мм	56	58	нет
Монолитная ЖБ плита 200мм	Цементно-песчаная стяжка 60мм на слое «Полифом-вибро» толщиной 8мм	54	58	нет

Пол на упругом основании пригоден для любых видов финишных покрытий, поскольку после проектного сжатия упругой прокладки под весом стяжки или деревянного пола дополнительное сжатие под бытовой нагрузкой составляет не более 2-5% от толщины прокладки, т.е. 0,08-0,5мм.

2.1.2. Звукоизоляция ударного шума, проникающего из нижерасположенных административных и культурно-массовых помещений

Как уже отмечалось в п.1. ударный шум может проникать в жилые помещения из расположенных под квартирой помещений офисов, магазинов, кафе и т.п. заведений. Связано это в первую очередь с использованием в данных помещениях напольной керамической плитки, паркета и других жёстких материалов. Поскольку данный шум распространяется в виде вибрации по ограждающим конструкциям, то от воздушной звукоизоляции плиты перекрытия снижение шума в квартире не зависит. СНиП 23-03-2003 нормирует и этот вид ударной звукоизоляции.

В помещениях офисов, магазинов, кафе и т.п. устройство «плавающих» стяжек необходимо. Поскольку в помещениях первых этажей остро стоит вопрос теплоизоляции полов от грунта/подвала, то можно выполнить ударную звукоизоляцию и теплоизоляцию одной и той же конструкцией.

В качестве таких эффективных конструкций могут использоваться:

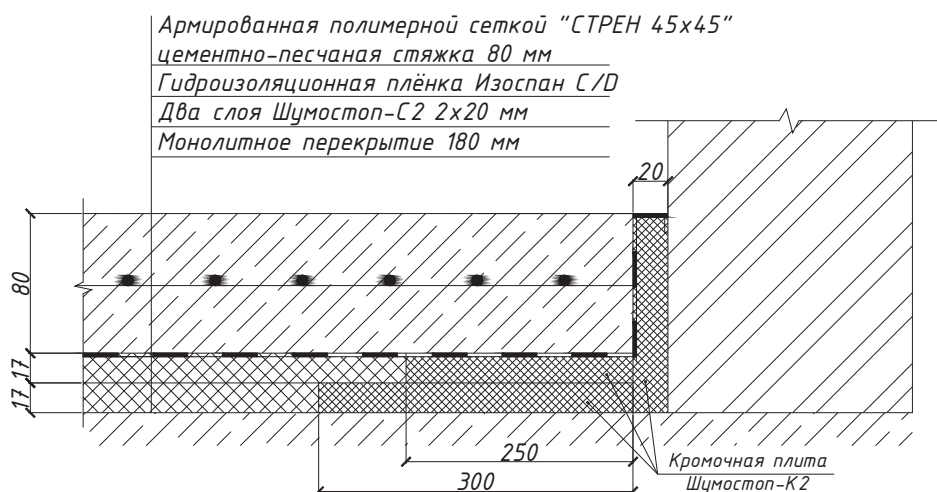
Таблица 2.3. Конструкции эффективных тепло- и звукоизоляционных полов для офиса.

№ п/п	Конструкция пола	Теплозвукоизоляционный эффект
1.1	Стекловолоконная звукоизоляционная плита «Шумостоп-С2» 20мм, закрытая гидроизоляционной плёнкой Изоспан Д, пристенная лента из «Шумостоп-С2», армированная цементная стяжка 70-100мм	Дополнительная теплозащита $\Delta R=0,6^{\circ}\text{C}/\text{Вт}^*\text{м}$, Дополнительная ударная звукоизоляция $\Delta L_{\text{nw}}=29\text{дБ}$
1.2	Стекловолоконная звукоизоляционная плита «Шумостоп-С2» 40мм, закрытая гидроизоляционной плёнкой Изоспан Д, пристенная лента из «Шумостоп-С2», армированная цементная стяжка 70-100мм	Дополнительная теплозащита $\Delta R=1,2^{\circ}\text{C}/\text{Вт}^*\text{м}$, Дополнительная ударная звукоизоляция $\Delta L_{\text{nw}}=35\text{дБ}$
2.1	«Полифом-вибро» 20мм, пристенная лента из «Полифом-вибро», армированная цементная стяжка 70-100мм	Дополнительная теплозащита $\Delta R=0,8^{\circ}\text{C}/\text{Вт}^*\text{м}$, Дополнительная ударная звукоизоляция $\Delta L_{\text{nw}}=24\text{дБ}$,
2.2	«Полифом-вибро» 30мм, пристенная лента из «Полифом-вибро», армированная цементная стяжка 70-100мм	Дополнительная теплозащита $\Delta R=1,2^{\circ}\text{C}/\text{Вт}^*\text{м}$, Дополнительная ударная звукоизоляция $\Delta L_{\text{nw}}=28\text{дБ}$
3.1	Экструдированный пенопласт 40мм, пристенная лента из «Полифом-вибро», армированная цементная стяжка 70-100мм	Дополнительная теплозащита $\Delta R=0,9^{\circ}\text{C}/\text{Вт}^*\text{м}$, Дополнительная ударная звукоизоляция $\Delta L_{\text{nw}}=7\text{дБ}$
3.2	Экструдированный пенопласт 40мм, пристенная лента из «Полифом-вибро», «Шуманет-100», армированная цементная стяжка 70-100мм	Дополнительная теплозащита $\Delta R=1,8^{\circ}\text{C}/\text{Вт}^*\text{м}$, Дополнительная ударная звукоизоляция $\Delta L_{\text{nw}}=10\text{дБ}$
4.1	Керамзитовый гравий 80мм, закрытый гидроизоляционной плёнкой Изоспан Д, пристенная лента из «Полифом-вибро», «Шуманет-100», армированная цементная стяжка 70-100мм	Дополнительная теплозащита $\Delta R=0,6^{\circ}\text{C}/\text{Вт}^*\text{м}$, Дополнительная ударная звукоизоляция $\Delta L_{\text{nw}}=10\text{дБ}$
4.2	Керамзитовый гравий 150мм, закрытый гидроизоляционной плёнкой Изоспан Д, пристенная лента из «Полифом-вибро», «Шуманет-100», армированная цементная стяжка 70-100мм	Дополнительная теплозащита $\Delta R=1,2^{\circ}\text{C}/\text{Вт}^*\text{м}$, Дополнительная ударная звукоизоляция $\Delta L_{\text{nw}}=14\text{дБ}$

Из таблицы 2.3. видно, что для придания теплоизоляционному полу свойств ударной звукоизоляции достаточно отсечь примыкание стяжки к ограждающим конструкциям и, как в случае с керамзитом, исключить проникновение цементного молочка из раствора в гравий. А звукоизоляционные стяжки сами по себе имеют очень высокий коэффициент теплозащиты.

Учитывая требования СНиП 23-03-2003 для полов офисов достаточно устройства полов с $\Delta L_{nw}=5-10$ дБ, для полов магазинов, кафе, спортзалов - $\Delta L_{nw}=15-20$ дБ.

Рис. 2.3. Теплозвукоизоляционный пол офиса на основе стекловолоконных плит «Шумостоп-С2» и «Шумостоп-К2» толщиной 40мм



2.2. ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ ВОЗДУШНОГО ШУМА

Упрощённо индексом изоляции воздушного шума считается разница уровней звука между помещением с источником звука и защищаемым помещением, следовательно, чем больше значение R_w , тем выше звукоизоляция воздушного шума.

Под звукоизоляцией воздушного шума понимается способность строительной конструкции задерживать часть энергии падающих на неё звуковых волн. Физически этот процесс выглядит следующим образом: звуковая волна (она же - воздушный шум), падает на конструкцию, частично отражается; прошедшая в толщу материала волна вызывает колебания конструкции (структурный шум). Если в состав конструкции входит шумопоглощающий материал, то часть энергии звука преобразовывается в тепловую энергию.

Чем массивнее конструкция, тем больше коэффициент отражения r , тем быстрее происходит процесс затухания собственных колебаний (коэффициент рассеивания δ). Чем толще и эффективнее звукопоглотитель, тем больше энергии звука трансформируется в тепловую (коэффициент поглощения α).

2.2.1. Звукоизоляция воздушного шума межквартирных перекрытий и перекрытий между офисами и жилыми помещениями

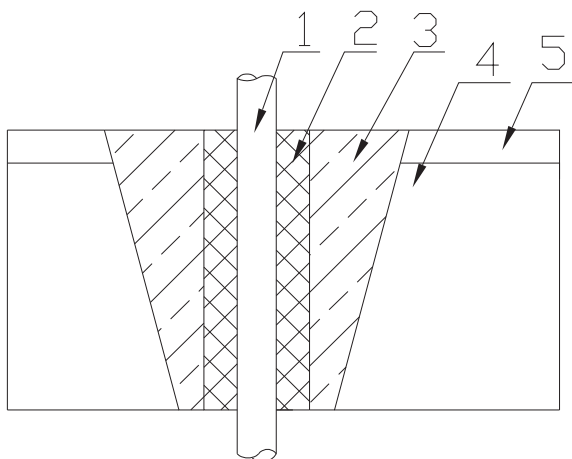
Железобетонные перекрытия - пустотные 220мм и монолитные 160мм имеют индекс изоляции воздушного шума R_w 52-54дБ при нормативе категории Б 52дБ, т.е. не

требуют дополнительной звукоизоляции. Единственным важным мероприятием по обеспечению нормативной звукоизоляции в построечных условиях являются обеспечение качественной сборки перекрытия из плит, заполнение межплитных швов раствором на полную глубину и грамотная заделка технологических отверстий для прохода стояков и электрики. Выполнение элементарных норм технологии строительного производства исключает возникновение проблем звукоизоляции межквартирных перекрытий. Устройство дополнительной звукоизоляции имеет место только в случае строительства дома категории А и применении вышеперечисленных перекрытий. В этом случае рекомендуется устройство монолитных перекрытий толщиной 200мм, либо устройство подвесных потолков из ГКЛ в 2 слоя.

Перекрытия между квартирами и ниже расположенными офисами должны иметь звукоизоляцию воздушного шума $R_w = 50\text{дБ}$, поскольку офисы не работают в ночное время. Проблемы звукоизоляции в этом случае лежат в области ударной звукоизоляции и изоляции структурного шума вентиляции, кондиционирования и прочих инженерных систем.

Рис.2.4. Заделка технологических отверстий в плитах перекрытий

1 – труба; 2 – вставка из вспененного полипропилена толщиной 1-2 мм; 3 – раствор; 4 – плита перекрытия; 5 – стяжка.



2.2.2. Звукоизоляция воздушного шума перекрытий между квартирами и ниже расположенными помещениями магазинов, кафе, спортзалов

К подобным перекрытиям требования звукоизоляции значительно жёстче, например, перекрытия между квартирами и ниже расположенными магазинами должны иметь звукоизоляцию воздушного шума $R_w = 57\text{дБ}$, перекрытия между квартирами и ниже расположенными кафе, спортзалами, ресторанами и т.п. должны иметь звукоизоляцию воздушного шума $R_w = 60\text{дБ}$. Поскольку железобетонные перекрытия только отражают звуковую энергию, то получение дополнительной звукоизоляции только за счёт их утолщения крайне нецелесообразно, т.к. для увеличения R_w монолитной плиты с 53дБ до 60дБ необходимо изменить её толщину от 160мм до 340мм! (В строительной звукоизоляции 6дБ достигаются двухкратным увеличением массы.)

Таким образом, наиболее эффективным изолятором воздушного шума является строительная конструкция, в которой чередуются слои плотных звукоотражающих и лёгких звукопоглощающих материалов. Для исключения передачи собственных колебаний (структурного шума) соседним конструкциям *косвенным путём*, жёсткие примыкания должны быть выполнены через виброизоляционные прокладки.

Увеличение звукоизоляции воздушного шума достигается устройством «плавающих полов», представляющие собой цементно-песчаную армированную стяжку толщиной 60-80мм по шумопоглощающим стекловолоконным плитам «Шумостоп-С2»

толщиной 20 или 40мм с устройством упругих прокладок из «Шумостоп-С2» по периметру помещения. Пример подобной конструкции представлен на рис. 2.5.

Рис. 2.5. Звукоизоляционный пол квартиры над магазином на основе стекловолоконных плит «Шумостоп-С2» и «Шумостоп К-2» толщиной 40мм

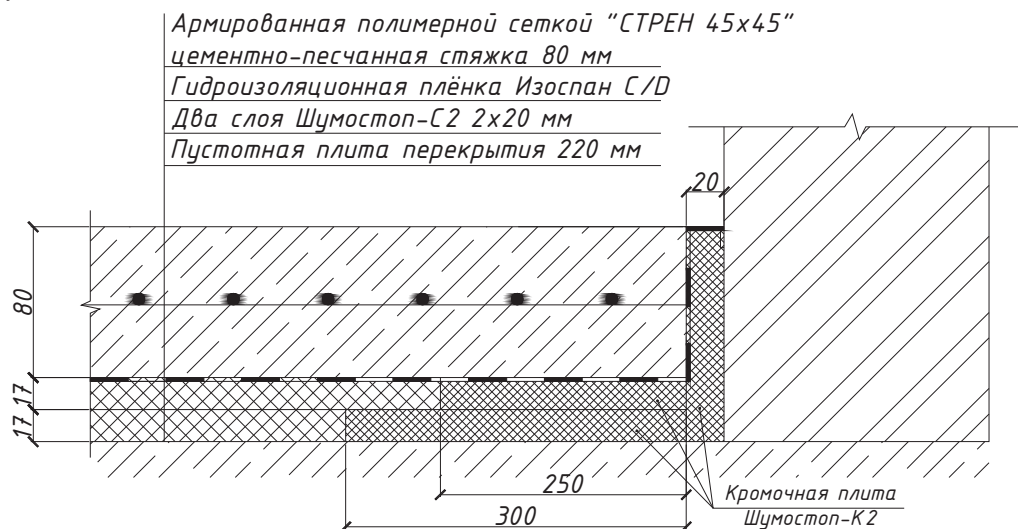
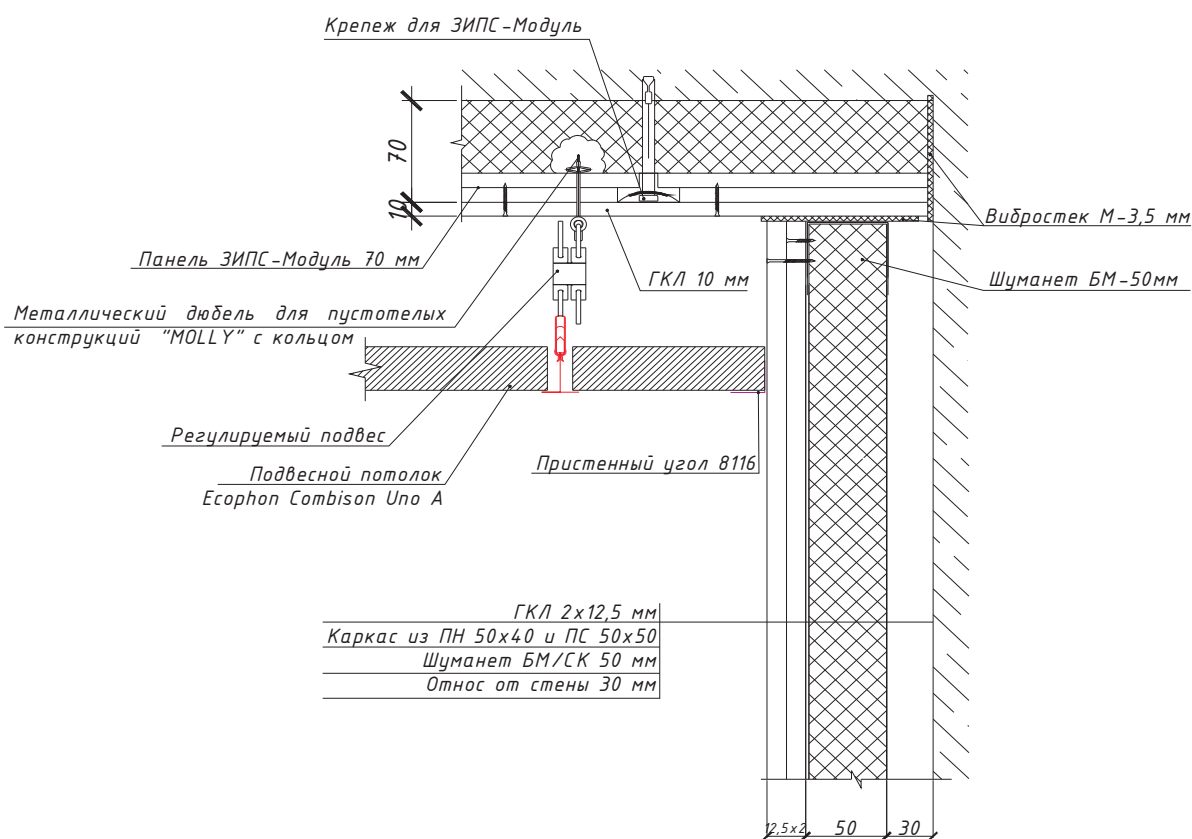


Таблица 2.4. Конструкции дополнительной звукоизоляции плит перекрытий

Тип исходного перекрытия	Исходный индекс изоляции воздуха, R_{w0} , дБ	Тип дополнительной звукоизоляционной конструкции	Индекс изоляции воздушного шума конструкции, R_w , дБ	Область применения
ЖБ пустотная плита 220мм	53	«Шумостоп-С2» 40мм, гидроизоляция Изоспан Д, прокладки по периметру из «Шумостоп-С2», армированная стяжка 60-80мм	58	Перекрытие между квартирой и магазином
ЖБ пустотная плита 220мм	53	Выравнивающая стяжка 30мм, пол из рейки толщиной 28мм на лагах 100x50, уложенных с шагом 500мм по лентам «Вибростек-М» 3мм, пространство между лагами заполнено плитами «Шуманет-БМ» 100мм	58	Перекрытие между квартирой и магазином
ЖБ монолитная плита 160мм	53	«Шумостоп-С2» 40мм, гидроизоляция Изоспан Д, прокладки по периметру из «Шумостоп-С2», армированная стяжка 60-80мм	58	Перекрытие между квартирой и магазином
ЖБ монолитная плита 200мм	56	«Шумостоп-С2» 40мм, гидроизоляция Изоспан Д, прокладки по периметру из «Шумостоп-С2», армированная стяжка 60-80мм	60	Перекрытие между квартирой и кафе, рестораном, спортзалом
ЖБ монолитная плита 160мм	53	«Шумостоп-100 супер» 4мм, армированная стяжка 40-60мм, облицовка потолков звукоизоляционной системой ЗИПС-Модуль 80мм	64	Перекрытие между квартирой и кафе, рестораном, спортзалом
ЖБ монолитная плита 200мм	56	Выравнивающая стяжка 30мм, пол из рейки толщиной 28мм на лагах 100x50, уложенных с шагом 500мм по лентам «Вибростек-М» 3мм, пространство между лагами заполнено плитами «Шуманет-БМ» 100мм	60	Перекрытие между квартирой и кафе, рестораном, спортзалом

Практика показывает, что решение звукоизоляции устройством звукоизоляционных полов даёт больший эффект, нежели применение звукоизоляционных потолков, рекомендованных нормами СНиП, поскольку внутри этих конструкций размещается большая часть инженерных магистралей, некоторые из которых (вентиляция, кондиционирование) сами являются источниками структурного шума (вибрации). Более того, звукоизоляционные потолки снабжаются люками для обслуживания инженерных коммуникаций, которые значительно снижают их звукоизоляционные свойства. Например, звукоизоляционный потолок на основе ГКЛ в 2 слоя и «Шуманета-БМ», выполненный на «плавающем» металлическом каркасе имеет индекс дополнительной звукоизоляции $R_w=5-8$ дБ. Применение звукоизоляционных облицовок наиболее эффективно использовать при шумоизоляции стен и перегородок.

Рис. 2.6. Комбинированная звукоизоляция с использованием панелей ЗИПС, гипсокартонных облицовок и акустических потолков

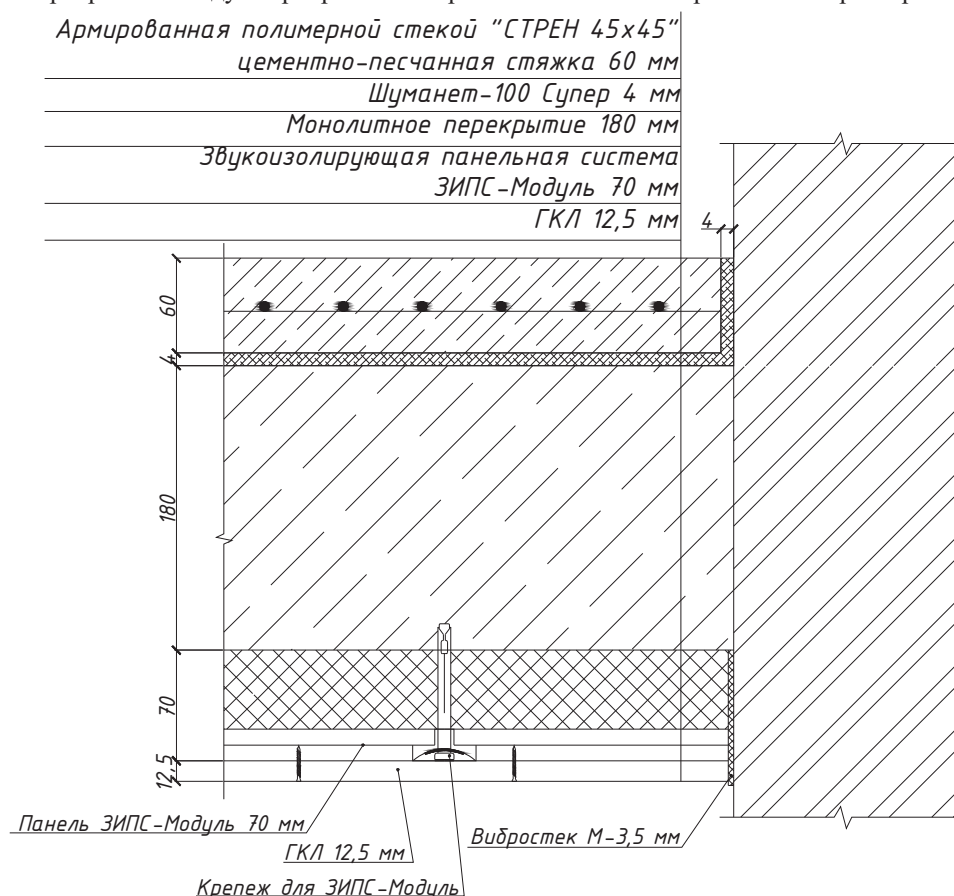


Значительное увеличение звукоизоляции перекрытия со стороны шумных помещений, расположенных под жилыми квартирами, возможно только при применении звукоизоляционных плит, прижатых к поверхности потолка (плиты ЗИПС толщиной 50-140мм с $R_w=7-15$ дБ). В этом случае инженерные коммуникации размещаются под ними и могут быть закрыты потолками кассетного, реечного или натяжного типов (потолки «Албес», «Escophon», «Armstrong», «Clipso» и т.п.). Если подвесные потолки имеют значительный коэффициент звукопоглощения $\alpha_w=0,8$ и более (например «Escophon» серии Tal толщиной 30мм, серии Master толщиной 40мм), то при значительном отnose (200мм и более) они имеют довольно ощутимый индекс дополнительной звукоизоляции $R_w=2-4$ дБ, более того, существуют звукоизоляционные и звукопоглощающие плиты «Escophon» серии Combison толщиной 35-55мм, дающие при отnose 200мм и более индекс дополнительной звукоизоляции $R_w=4-6$ дБ.

В любом случае, ни один подвесной потолок не может служить единственным мероприятием по увеличению звукоизоляции перекрытия, если речь идёт о спортзале,

кафе или ресторане. Он может рассматриваться как дополнительное мероприятие по шумозащите к звукоизоляционным полам или облицовке плитами ЗИПС.

Рис. 2.7. Перекрытие между квартирой и нижерасположенными спортзалом или рестораном



2.2.3. Звукоизоляция воздушного шума межквартирных перегородок

Проблема недостаточной звукоизоляции межквартирных перегородок значительно обострилась с приходом на строительный рынок конструкционно-теплоизоляционных лёгких бетонов (газо-, пено- и полистиролбетонов).

С конструктивной точки зрения перегородки можно разделить на два класса: однослойные и многослойные.

2.2.3.1. Однослойные конструкции

Подразумевают использование какого-либо плотного строительного материала на жестком связующем (растворе). Это могут быть кирпичные, гипсолитовые, керамзитобетонные и даже железобетонные перегородки, где бетон играет роль и конструктивного материала, и связующего.

Звукоизоляционные характеристики подобных конструкций определяются, прежде всего, их массой и улучшаются примерно на 6 дБ при двукратном увеличении массы стены. Пористость материала перегородки также играет роль в обеспечении ее звукоизоляционных качеств. Однако, как показывает практика, выигрыша за счет повышения пористости материала получить практически не удастся из-за более существенных потерь звукоизоляции при соответственно уменьшающейся при этом поверхностной плотности такого материала.

Таблица 2.5. Звукоизоляция типовых однослойных межквартирных перегородок

Вид перегородки	Толщина, мм	Поверхностная масса, кг/м ²	Индекс изоляции воздушного шума R_w , дБ	Норматив категории Б СНиП 23-03-2003, дБ	Дефицит воздушной звукоизоляции и ΔR_w , дБ
Кирпичная 1600кг/м ³	250	400	53	52	нет
Газобетонная 600кг/м ³	200	120	45	52	7
Газобетонная 600кг/м ³	300	180	52	52	нет
Бетонная 2400кг/м ³	160	390	53	52	нет
Керамзитобетонная 1200кг/м ³	200	240	52	52	нет
Гипсобетонная 900кг/м ³	180	162	48	52	4
Пенополистиролбетон 500кг/м ³	200	100	44	52	8

Из таблицы видно, что перегородки из легкобетонных блоков с малым весом 1 м² при толщинах до 200 мм имеют значительный дефицит звукоизоляции (40-120%), т.е. их применение в жилищном строительстве недопустимо без дополнительных мероприятий по звукоизоляции недопустимо.

2.2.3.2. Многослойные перегородки.

Как следует из названия, состоят из нескольких (минимум двух) чередующихся слоев жестких (плотных) и мягких (легких) строительных материалов. Плотные материалы (гипсокартон, кирпич, металл) проявляют здесь **звукоизоляционные свойства**, и работают аналогично однослойным перегородкам: звукоизоляция тем выше, чем больше поверхностная плотность материала. Материалы легкого слоя выполняют **звукопоглощающую функцию**, т. е. структура материала должна быть такой, чтобы при прохождении сквозь нее звуковых колебаний последние ослаблялись за счет трения воздуха в порах материала. Следует отметить низкую эффективность применения в звукоизоляционных перегородках таких материалов, как газобетон, пенобетон, пенопласт, пенополиуретан или пробка. Это связано с тем, что для хороших звукоизоляционных материалов они имеют недостаточную плотность, а для причисления их к классу звукопоглощающих материалов - слишком низкое поглощение из-за отсутствия возможности продувания воздухом. Иногда в качестве звукопоглощающего слоя используется непосредственно воздушная прослойка не менее 40 мм.

Таблице 2.6. представлены сравнительные характеристики многослойных и однослойных перегородок.

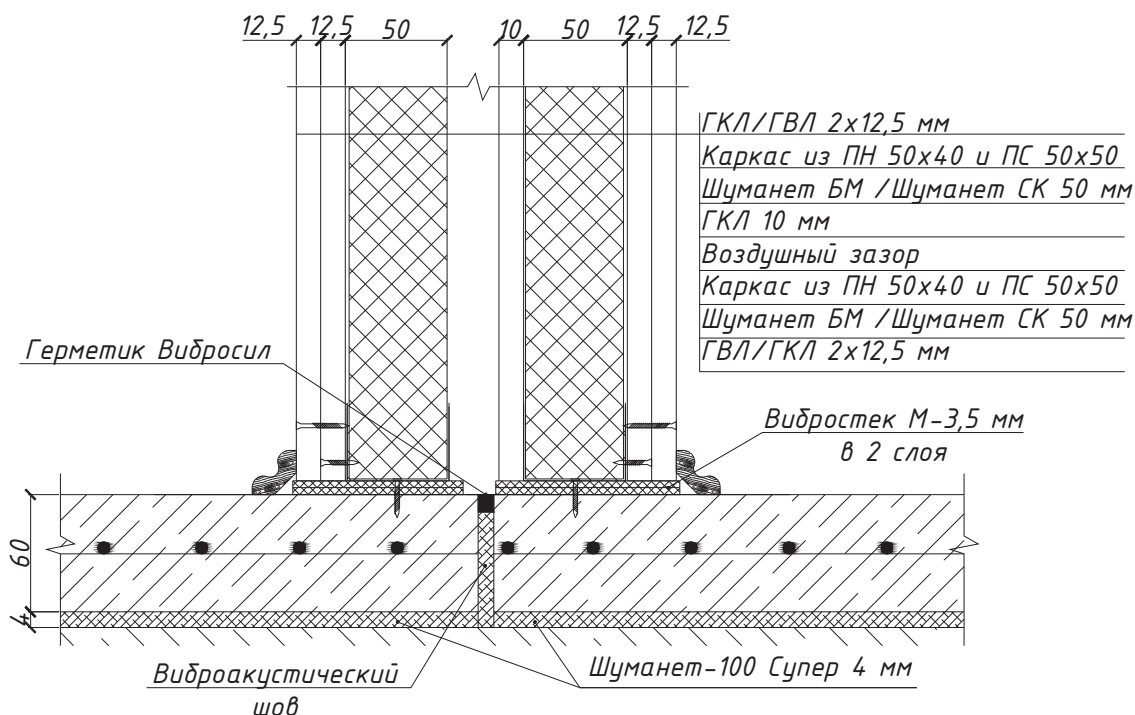
Вид материалов для перегородки	Общая толщина, мм	Поверхностная масса, кг/м ²	Индекс изоляции воздушного шума R_w , дБ	Норматив категории Б СНиП 23-03-2003, дБ	Дефицит воздушной звукоизоляции и ΔR_w , дБ
Кирпич 120мм	120	192	47	52	5
Газобетон 100мм	100	60	37	52	15
Кирпич 120мм + воздух 40мм + газобетон 100мм	260	252	48	52	4
Газобетон 100мм воздух 40мм + газобетон 100мм	270	390	46	52	6
Кирпич 120мм + воздух 40мм + кирпич 120мм	280	400	60	52	нет
Керамзитобетон 90мм + воздух 40мм + керамзитобетон 90мм	220	160	54	52	нет

Как видно из таблицы, хорошую звукоизоляцию имеют перегородки, в которых наружными слоями являются массивные слои с плотностью 900 кг/м^3 и выше.

Звукоизолирующая способность трехслойных вариантов многослойных перегородок зависит от большего числа факторов, чем звукоизоляция однослойной перегородки. Увеличение плотности материала жестких слоев, увеличение расстояния между крайними слоями (т. е. увеличение общей толщины перегородки) и заполнение внутреннего пространства слоями специального звукопоглотителя (именно поглотителя, а не утеплителя) — вот основные пути достижения необходимой звукоизоляции. Для реализации всего потенциала многослойных конструкций должно выполняться требование послойного прохождения звука через толщу перегородки. Проще говоря, в идеале звуковая волна должна последовательно пройти сначала только через первый жесткий слой, затем только через мягкий, затем только через второй жесткий слой и т. д.

Одним из вариантов многослойных перегородок являются перегородки из ГКЛ/ГВЛ на металлическом каркасе. Обладая незначительной поверхностной массой (30-80 кг) они имеют индекс изоляции воздушного шума $R_w=45-65 \text{ дБ}$. В таких перегородках сочетается эффективная работа упругих тяжелых слоев ГКЛ/ГВЛ и внутреннего слоя эффективного звукопоглотителя. Если решить вопрос вандалостойкости, например, устройством перегородки на двух отдельных каркасах с установкой внутри антивандальной сетки или кирпичной перегородки, то это идеальная конструкция межквартирной перегородки (рис. 2.8)

Рис. 2.8. Звукоизоляционная перегородка на отдельных каркасах



2.2.3.3. Причины снижения звукоизоляционных характеристик перегородок

Одной из типичных причин снижения звукоизоляции перегородок всех видов являются банальные щели и отверстия в конструкциях. Наличие небольшой сквозной трещины в углу межквартирной стены вполне достаточно, чтобы не напрягая слух, слышать разговор соседей. Для того чтобы перестать различать слова, необходимо лишь хорошо заделать такую щель раствором.

При этом хотелось бы развеять миф о хороших звукоизоляционных свойствах монтажной пены. Благодаря удобству ее применения возникает искушение «запенить»

ненужное отверстие или образовавшуюся щель. Однако звукоизоляционные свойства монтажной пены очень слабые, несмотря на ее пористость (а скорее благодаря последней). Поэтому заделанные таким образом отверстие или щель продолжают вполне успешно излучать звук, пусть и с небольшими потерями. Для устранения щелей и отверстий рекомендуется использовать акриловые или силиконовые герметики, тем более что последние обладают хорошей эластичностью — важной особенностью материала для заделки всякого рода трещин.

Кроме того, при монтаже межквартирных перегородок огромное значение имеет соблюдение технологии. Не допускается пустошовка при кладке кирпича или блоков, сквозные отверстия (например, под розетки), стыки сборных железобетонных перегородок должны быть заполнены раствором на полную глубину. Слой штукатурки толщиной 25мм с обеих сторон добавляет 1дБ кирпичным перегородкам, 2дБ легким бетонным, шпатлёвка или затирка эффекта звукоизоляции не даёт. Наличие несквозных отверстий под электрику во всех случаях даёт потерю звукоизоляции.

2.2.3.4. Увеличение звукоизоляции существующих перегородок

В случае недостаточной звукоизоляции перегородок необходимо рассмотреть вышеперечисленные « типовые » причины и устранить их. Если это сделать по каким-либо причинам невозможно, единственно верным решением является установка дополнительной каркасной облицовки или применение готовых панелей дополнительной звукоизоляции ЗИПС, применяемых как для облицовки потолка, так и стен. Конструкция панелей представлена на рис.2.9.

Для того чтобы увеличить звукоизоляцию легкой перегородки (например, из газобетона) на $R_w = 10$ дБ, необходимо параллельно ей установить дополнительную каркасную перегородку. Гипсоволокнистые листы толщиной 12мм монтируются в два слоя со стороны защищаемого помещения на каркасе из П-образных металлических профилей шириной 100мм. Внутреннее пространство заполняется двумя слоями звукопоглощающей ваты «Шуманет-БМ» толщиной 50 мм каждый. При этом направляющий профиль монтируется только к полу, потолку и боковым стенам через упругую прокладку «Вибростек» с отступом от существующей стены около 10мм, чтобы избежать соприкосновения с ней элементов каркаса (стоечных профилей). Общая толщина дополнительной звукоизоляционной конструкции составляет около 135мм.

Те же $R_w = 10$ дБ могут быть получены путем монтажа на защищаемую стену панелей дополнительной звукоизоляции ЗИПС-Модуль толщиной 70мм с последующей отделкой листом ГКЛ 9,5мм. Панель ЗИПС — это готовая к применению сэндвич-панель (многослойная конструкция), где чередуются звукоизоляционные (листы ГВЛ) и звукопоглощающие (сверхтонкое стекловолокно или минвата) слои. Толщина звукоизолирующей панели и количество слоев может изменяться в зависимости от требований конкретной акустической задачи (от 40 до 130мм). Единственным условием применимости панелей ЗИПС в данном случае является достаточная несущая способность исходной перегородки.

Одним из главных достоинств панелей ЗИПС является исключение путей косвенной передачи звука на панель, и тем самым, увеличение ее дополнительной звукоизоляции. Крайне редко возникают ситуации, когда только одна общая для двух помещений стена излучает шум. Как правило, вместе с ней шум также переизлучают все боковые стены, перекрытия пола и потолка. Конечно, интенсивность звука на них может быть несколько меньше, однако именно к ним монтируются (пусть даже и через упругую прокладку) направляющие профили дополнительной каркасной перегородки из ГВЛ. Панели ЗИПС не имеют жестких связей по контуру, поэтому они эффективны не только в отношении шума, проходящего через стену, на которой они закреплены, но и шума, передающегося от боковых стен и перекрытий.

Рис. 2.9. Звукоизоляционная панель ЗИПС

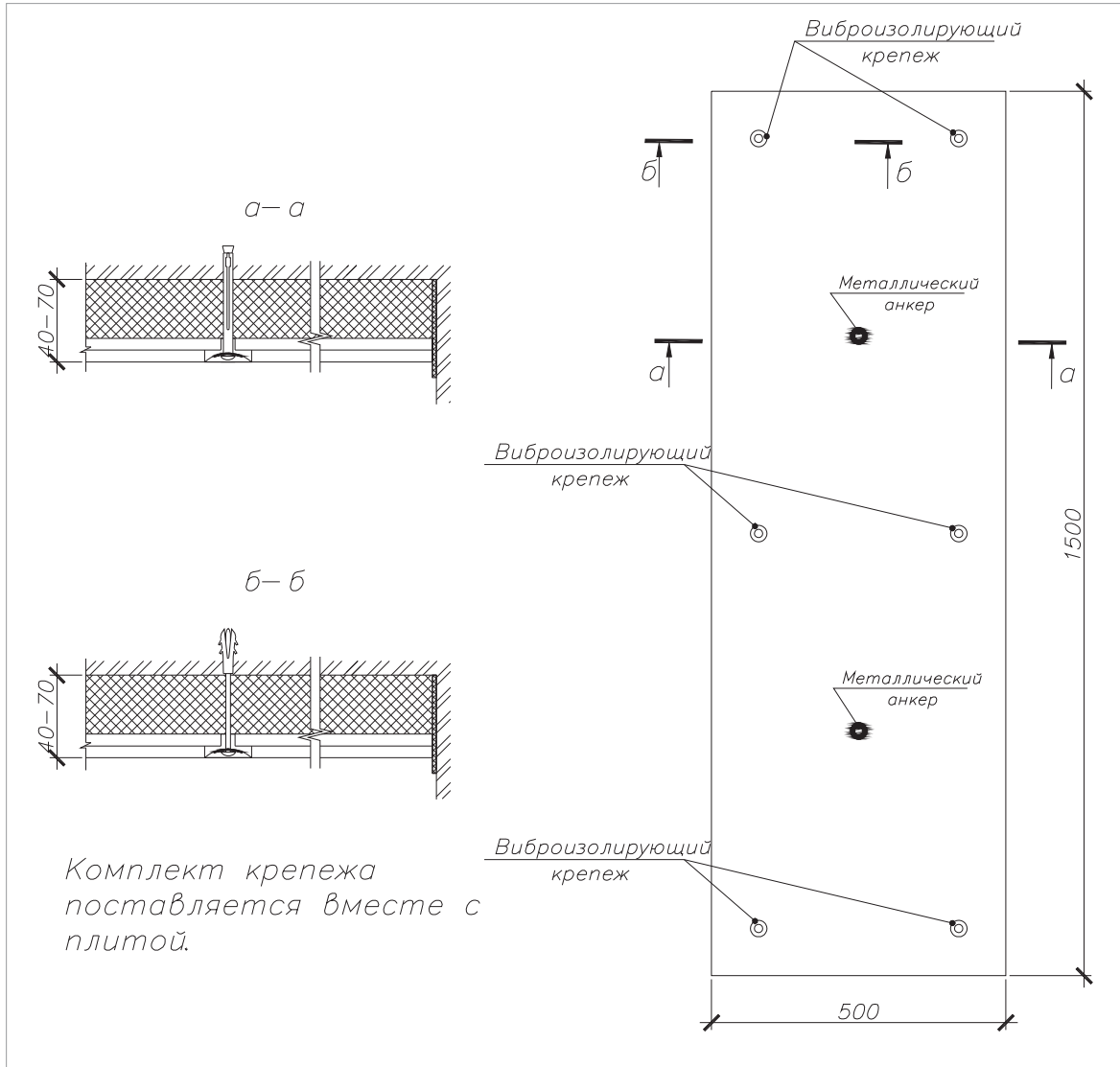
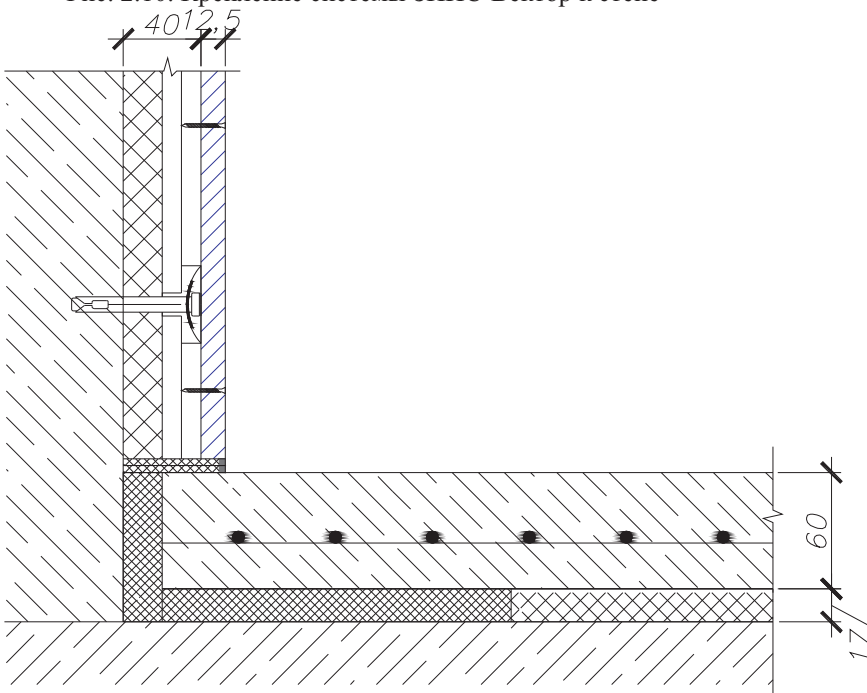
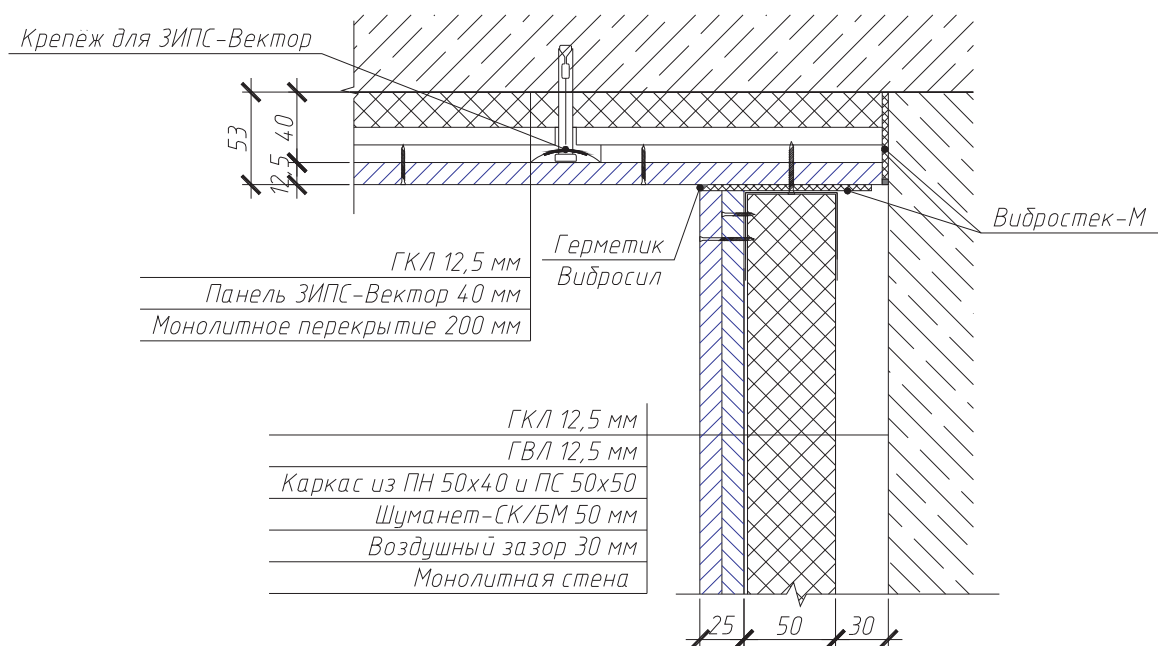


Рис. 2.10. Крепление системы ЗИПС-Вектор к стене



В случае необходимости увеличения звукоизоляции однослойной перегородки (кирпичной стены и т. п.), панели ЗИПС также являются одним из самых эффективных средств дополнительной изоляции. Комбинация массивной однослойной стены и легкой многослойной облицовки также позволяет решить проблему звукоизоляции от источников звука с мощными низкочастотными составляющими. В этом случае кирпичная стена определяет уровень звукоизоляции на низких частотах, где решающее значение имеет только масса преграды, а на средних и высоких частотах в дело вступает панель дополнительной изоляции ЗИПС.

Рис. 2.11. Звукоизоляционная облицовка стен на основе листов ГКЛ



Все вышесказанное справедливо и в отношении дополнительной каркасной облицовки (рис.2.11), но ее эффективность при прочих равных условиях оказывается существенно ниже из-за перечисленных недостатков.

Таблица 2.7. Дополнительные звукоизоляционные конструкции

Исходная перегородка	Вид и толщина дополнительной звукоизоляции	Индекс дополнительной изоляции воздушного шума $\Delta R_{w\text{доп}}$, дБ	Суммарный индекс изоляции воздушного шума R_w , дБ	Норматив категории Б СНиП 23-03-2003, дБ	Дефицит воздушной звукоизоляции ΔR_w , дБ
Кирпич 120мм	ЗИПС 40мм + ГКЛ 9,5мм (49,5мм)	7	55	52	нет
Газобетон 200мм	ЗИПС 70мм + ГКЛ 9,5мм (79,5мм)	11	56	52	нет
Гипсобетонный блок 90мм	ЗИПС 70мм + ГКЛ 9,5мм (79,5мм)	11	55	52	нет
Кирпич 120мм	ГВЛ 25мм на каркасе + Шуманет-БМ 50мм (95мм)	6	53	52	нет
Газобетон 200мм	ГВЛ 25мм на каркасе + Шуманет-БМ 100мм (135мм)	10	55	52	нет
Гипсобетонный блок 90мм	ГВЛ 25мм на каркасе + Шуманет-БМ 100мм (135мм)	10	53	52	нет

2.3. ЗАЩИТА ОТ ВНЕШНЕГО ШУМА

В современном градостроительстве зашумленность селитебных территорий – один из наиболее неблагоприятных факторов окружающей среды. Промышленные предприятия, предприятия торговли, развлекательные центры и другие объекты, располагаемые в черте городской застройки, – источники интенсивного шума. Городской транспорт и железнодорожные магистрали, проходящие в черте города, аэропорты создают постоянный шумовой фон.

Таким образом, внешний шум в жилых квартирах можно разделить на два основных типа:

- 1) транспортный шум, т.е. шум, создаваемый транспортными потоками;
- 2) шум, являющийся результатом деятельности предприятий торговли, культурно-развлекательных центров и т.д. – шум систем вентиляции и кондиционирования, шум от площадок разгрузки товаров (дебаркадеров) и т.п.

Возрастающее шумовое загрязнение является особенностью современного рынка. Во-первых, жилые дома возводятся в непосредственной близости к транспортным магистралям. Это обусловлено как недостатком земли под жилищное домостроение, так и желанием инвесторов разместить дома ближе к транспортным развязкам, что, безусловно, делает подобного рода жильё более привлекательным для потенциальных покупателей.

Во-вторых, в непосредственной близости с жилыми домами возводятся торговые и развлекательные центры. В результате этого часто нарушаются санитарно-защитные зоны, и предприятия с большим количеством работающего оборудования становятся одним из источников внешнего шума на территории жилой застройки. Размещение площадок для разгрузки товара (дебаркадеров) со стороны жилых домов, устройство внешних блоков систем охлаждения холодильного оборудования на крыше торгового центра могут стать причинами повышенных уровней звука в жилых квартирах близлежащих домов.

При разработке проектов данных объектов требуется расчет ожидаемых уровней звука в жилых квартирах, подверженных воздействию внешнего шума, и оценка их на соответствие требованиям Санитарных норм СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» и Санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.1.2.1002-00 «Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям».

В случае превышения нормативных показателей необходима разработка мероприятий по защите от внешнего шума, например, расчет и установка эффективных акустических экранов, установка шумозащитных окон, застекление лоджий.

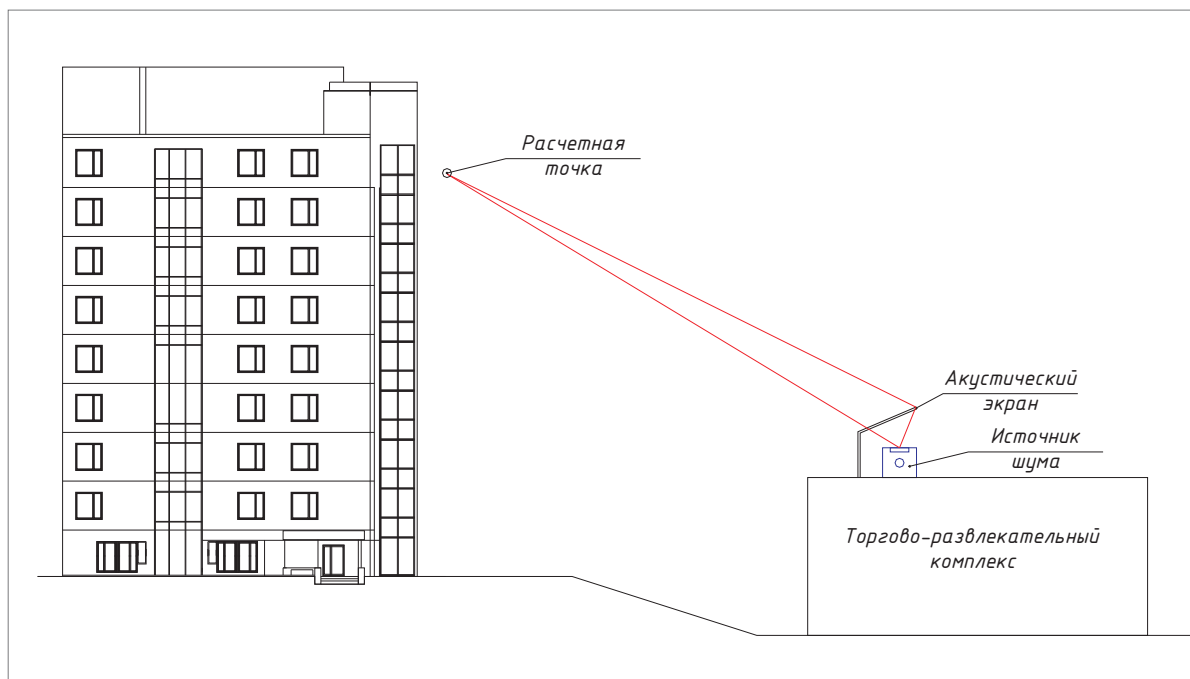
Наиболее эффективное мероприятие – установка акустических экранов. Эффективность экрана тем больше, чем больше перекрывается путь прямого распространения звука, поэтому располагать экраны нужно как можно ближе к источнику шума (см. рис. 2.12, 2.13). Акустические экраны находят все большее применение в части защиты от железнодорожного шума, шума автомагистралей и шума, создаваемого наружными блоками систем вентиляции и кондиционирования и другим инженерно-технологическим оборудованием. Они могут быть выполнены из специализированных сэндвич-панелей или органического стекла.

Если установка экрана невозможна либо его эффективности недостаточно для снижения уровней звука в защищаемых квартирах до нормативных показателей, необходимо увеличивать звукоизоляцию внешних ограждающих конструкций. С этой целью устанавливают шумозащитные окна и застекляют лоджии.

Главная идея шумозащитных окон – обеспечить доступ свежего воздуха без ухудшения шумозащитных свойств конструкции. Для этого окно не должно открываться даже в режим проветривания, т.к. в этом случае потеря изоляции внешнего шума оценивается в 15дБ. Приток воздуха в помещения квартиры в шумозащитных окнах осуществляется через приточные клапаны, устанавливаемые в переплете окна или в

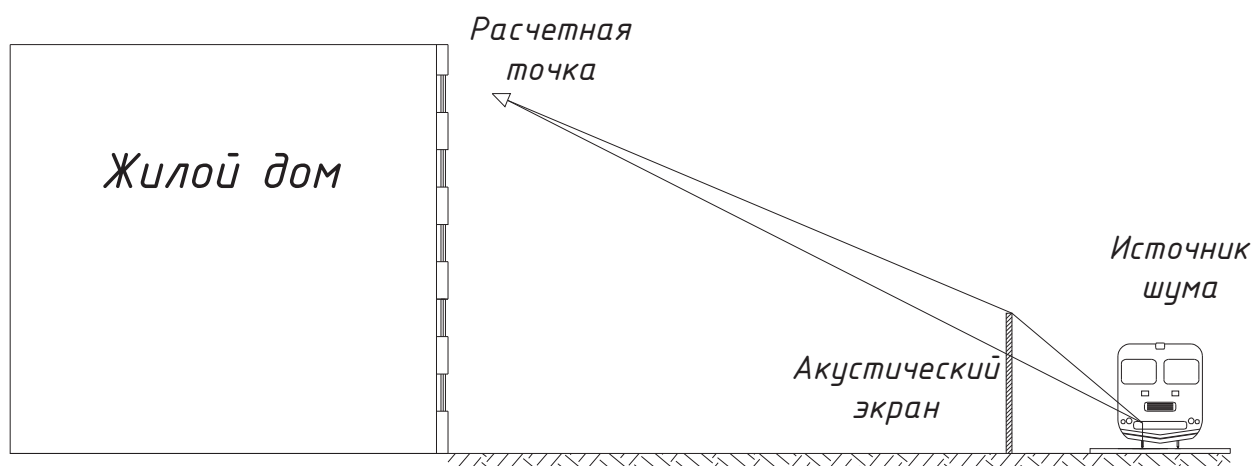
наружной стене. Основная и, пока что, неразрешимая проблема применения подобных окон в Сибири – замерзание конденсата в приточном канале.

Рис. 2.12. Акустический экран на кровле торгового центра



Наилучшее решение – остекление лоджий, более того, все жилые помещения, выходящие на шумные транспортные магистрали, должны быть оборудованы лоджиями или глухо остеклёнными балконами.

Рис. 2.13. Акустический экран рядом с железной дорогой



2.4. ЗАЩИТА ОТ СТРУКТУРНОГО ШУМА

В современных жилых и общественных зданиях устанавливают разнообразное инженерное, сантехническое и технологическое оборудование, при проектировании которого необходимо учитывать, что оно возбуждает вибрацию ограждающих и других конструкций зданий и шум в помещениях. Инженерное оборудование: системы вентиляции и кондиционирования воздуха, водоснабжения и отопления, лифты, трансформаторы. Сантехническое: запорная, распределительная и регулирующая арматура, сливные бачки. К технологическому относится оборудование предприятий торговли продовольственными товарами и общественного питания, предприятий коммунального, бытового обслуживания и другое.

Шум, создаваемый оборудованием, распространяется:

- 1) посредством передачи колебаний по конструкциям здания;
- 2) по воздуху (через щели и отверстия в конструкциях, по каналам, через щели вокруг дверей, окон, водопроводных труб);
- 3) через ограждения (стены, перегородки, перекрытия), которые под действием переменного давления падающей на них звуковой волны совершают колебательные движения (подобно мембране).

Опыт показывает, что передача по конструкциям здания является основным путем распространения механического шума в жилые помещения. Передача через ограждающие конструкции в большинстве случаев не имеет существенного значения, если их звукоизоляция соответствует нормам, предусмотренным СНиП для жилых зданий.

Подтверждению этому служат многочисленные примеры снижения шума от работы оборудования до нормы. Это достигается без усиления звукоизолирующей способности ограждающих конструкций, только за счет устранения передачи колебаний (вибрации) по конструкциям. Лишь в относительно редких случаях шум от оборудования может передаваться через перекрытия и стены, если их звукоизолирующая способность от воздушного шума недостаточна.

Для устранения шума от оборудования используются следующие способы:

- 1) уменьшение шума в источнике, т.е. снижение уровней шума и вибрации, излучаемых механизмом;
- 2) устранение передачи вибраций по конструкциям здания (виброизоляция);
- 3) устранение передачи шума по каналам;
- 4) увеличение звукоизолирующей способности ограждающих конструкций.

Нередко при выборе способов устранения шума допускаются ошибки, которые приводят к тому, что желаемого успеха достичь не удается. Наиболее частой из них является стремление использовать для этой цели только усиление звукоизолирующей способности перегородок, стен и перекрытий. Однако этот способ не может обеспечить требуемого снижения шума без устранения передачи вибраций по конструкциям.

Довольно широко распространено мнение, что снизить шум от работы оборудования, передающийся в жилые помещения, можно путем облицовки стен и потолков помещений, где расположены источники шума, звукопоглощающими материалами. Это мнение ошибочно, так как звукопоглощающие облицовки в этом случае снижают шум только в самом помещении, где установлены механизмы, но практически не устраняют передачи шума в соседние помещения.

Имеются две группы средств снижения шума и вибрации от оборудования в жилых и общественных зданиях – в источнике возникновения и на пути распространения. Необходимо правильно сочетать эти средства.

При проектировании зданий снижение шума и вибрации в источнике возникновения обеспечивают применением малошумного оборудования и выбором правильного (расчетного) режима его работы.

Снижение шума и вибрации на пути распространения достигается комплексом строительно-акустических мероприятий: архитектурно-планировочных и акустических. Архитектурно-планировочные – планировка помещений и конструкций зданий, при которой источники шума максимально удалены от помещений с наименьшими допустимыми уровнями шума и граничат с такими, где наименее жесткие требования к допустимым уровням шума.

Акустические мероприятия – это вибро- и звукоизоляция оборудования, применение звукопоглощающих конструкций в помещениях с источниками шума, а также в изолируемых, установка глушителей, шума в системах вентиляции и другие.

Выбор комплекса средств снижения шума и вибрации зависит от характера их возникновения и распространения и обосновывается акустическим расчетом, в котором определяются ожидаемые уровни шума в изолируемом помещении, требуемое их снижение и необходимые для этого мероприятия.

2.4.1. Шумоизоляция лифтовых машинных отделений

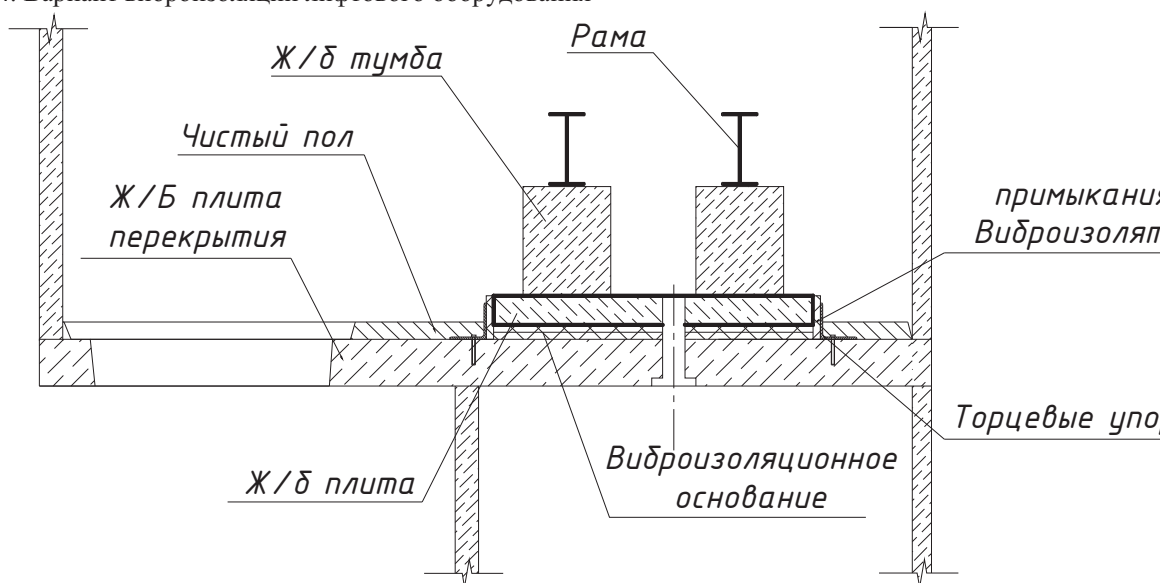
Шум при работе лифтовых установок возникает (преимущественно структурный) при работе мотора с лебедкой и редуктором, движении кабины в шахте, открывании дверей, работе электромагнитного тормоза и панелей управления. Для снижения шума лифтовые шахты следует располагать так, чтобы они не примыкали к стенам гостиничных номеров (должны иметь отдельную лифтовую шахту).

Для устранения шума от оборудования используются следующие способы:

- 1) уменьшение шума в источнике, т.е. снижение уровня шума, излучаемого механизмом;
- 2) устранение передачи вибраций по конструкциям здания (виброизоляция);
- 3) устранение передачи шума по каналам;
- 4) увеличение звукоизолирующей способности ограждающих конструкций.

Применение лифтовых комплексов без машинного отделения (лебёдки закреплены непосредственно на кабину) вообще исключает передачу вибрации на несущие конструкции.

Рис. 2.14. Вариант виброизоляции лифтового оборудования



При наличии машинного отделения для снижения структурного шума лебедка с электродвигателем должна быть виброизолирована. Современные электродвигатели

имеют собственные частоты в районе 1500 об/мин (25 Гц). Вибрации такой частоты сами по себе являются практически не слышимыми человеческим ухом (они могут ощущать только как сотрясения), но, воздействуя на отдельные детали машины подобно ударам, они вызывают вибрации звуковых частот. Эти вибрации и являются источником шума.

Кроме звука самой лебёдки значительный шум может производиться при работе электрического щита управления, высоковольтные реле которого является источником импульсного шума и вибрации. Рекомендуется крепление щита не к стене машинного помещения, а к полу с помощью опорной рамы, установленной на виброизоляторах.

Для снижения шума от пассажирской кабины, перемещающейся по направляющим лифтового колодца, необходимо в местах стыковки тубингов до устройства растворного замка предусмотреть прокладку из полужёсткой минераловатной плиты, чтобы исключить создание цементного звукового мостика между тубингом и стеной.

2.4.2. Шумоизоляция инженерных магистралей и механического оборудования ЦТП, ИТП

При установке насосов в технических помещениях возникает воздушный шум который проникает через ограждающие конструкции ЦТП или ИТП, а также структурный шум, который распространяется по трубам и конструкциям. Воздушный шум ЦТП гасится в воздухе, не достигая жилых домов, воздушный шум ИТП останавливается конструкциями перекрытий.

Структурный шум по конструкциям и трубопроводам проникает в жилые квартиры. Для защиты от структурного шума необходимо исключить все жесткие связи оборудования и трубопроводов с ограждающими конструкциями, насосы необходимо виброизолировать (установить на независимый фундамент с виброизоляторами, поставить гибкие вставки на трубопроводах, устранить жесткое крепление последних к стенам, перекрытию). При условии качественного выполнения виброизоляции и обеспечении необходимой звукоизоляции, уровни шума в жилых квартирах не превышают допустимых норм.

Опыт показывает, что передача по трубам и конструкциям здания является основным путем распространения структурного шума в жилые помещения.

Для устранения структурного шума используются следующие способы:

- устройство независимого виброизолированного фундамента для оборудования;
- устранение жестких связей труб с ограждающими конструкциями ЦТП и жилых домов;
- устранение передачи вибраций по конструкциям здания (виброизоляция);
- устранение передачи шума по трубам путем обмотки труб;
- устройство гибких вставок.

2.4.2.1. Виброизоляция насосов.

Для снижения структурного шума насосы должны быть виброизолированы. Современные насосы имеют собственные частоты в районе 1500 об/мин (25 Гц). Вибрации такой частоты сами по себе являются практически не слышимыми человеческим ухом (они могут ощущать только как сотрясения), но, воздействуя на отдельные детали машины подобно ударам, они вызывают вибрации звуковых частот. Эти вибрации и являются источником шума.

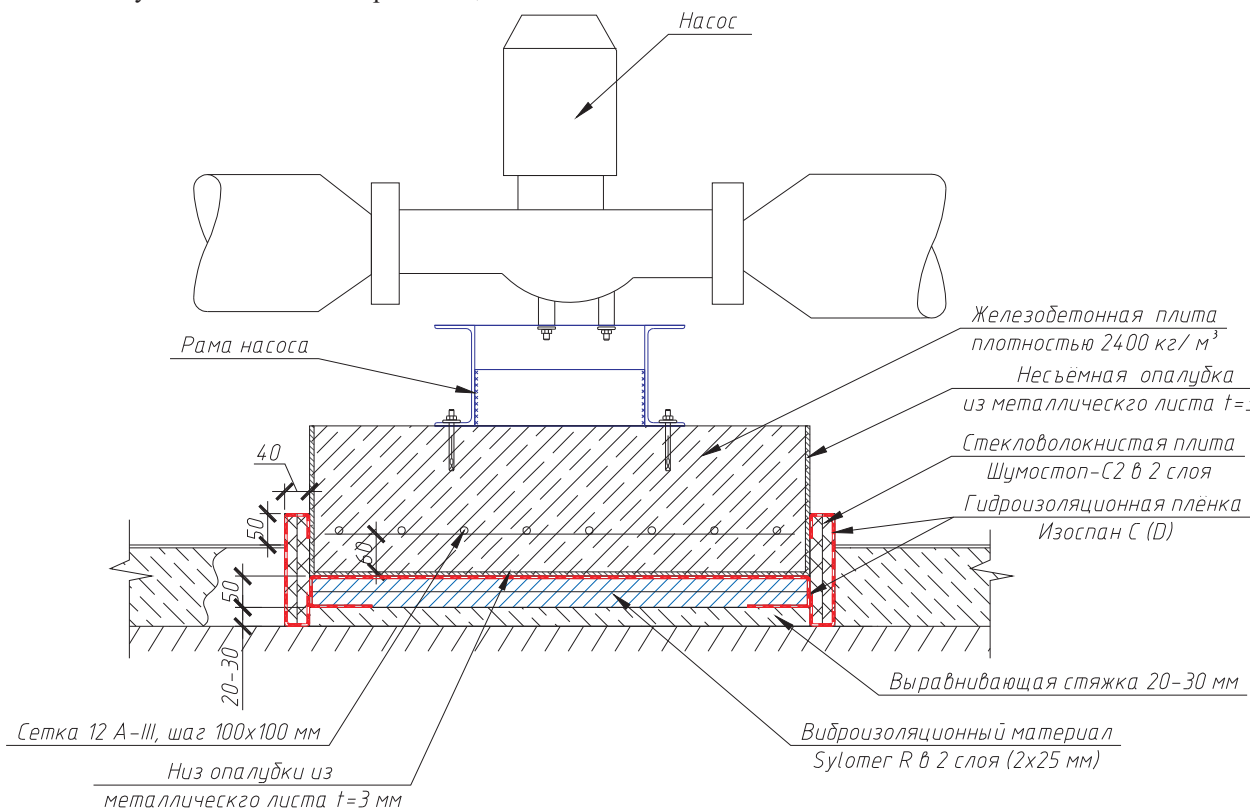
Металлическая рама, на которую крепятся насосы, устанавливается на независимый виброизолированный фундамент.

Виброизоляционный слой выполняется из стекловолоконистых плит «Шумостоп-С2» или полиуретанового эластомера SYLOMER R. Перед укладкой стекловолоконистые

плиты оборачиваются в прочную гидроизоляционную плёнку (Изоспан-Д, Изоспан-С и их аналоги). Смачивание виброизоляции цементным раствором недопустимо.

Фундаменты выливаются из бетона или мелкозернистого пескобетона с обязательным армированием металлической сеткой в нижнем поясе для обеспечения трещиностойкости в процессе усушки и дальнейшей эксплуатации под нагрузкой.

Рисунок 2.15. Схема виброизоляции насосов



Расчёт виброизоляции заключается в определении толщины и марки виброизолятора, массы и линейных размеров фундамента. Неправильно подобранная виброизоляционная схема может не только не устранить проблему, но и привести к повреждению механизмов.

2.4.2.2. Виброизоляция трубопроводов

Для виброизоляции трубопровода от перекрытия рекомендуется установка гильзы из трубчатого утеплителя на основе вспененного полиэтилена «Полифом Дакт Г1» (рис. 2.16)

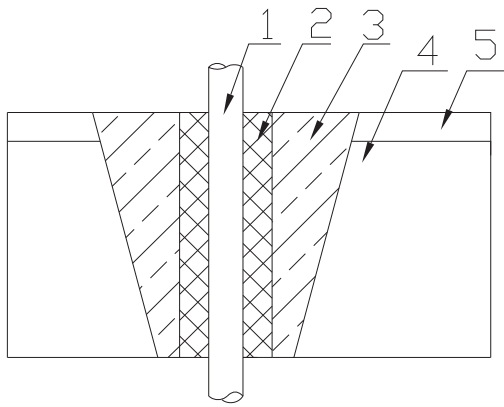


Рис.2.16. Виброизоляция трубопровода в месте прохода через перекрытие.

- 1 – труба;
- 2 – вставка из вспененного полипропилена толщиной 1-2 мм;
- 3 – раствор;
- 4 – плита перекрытия;
- 5 – стяжка.

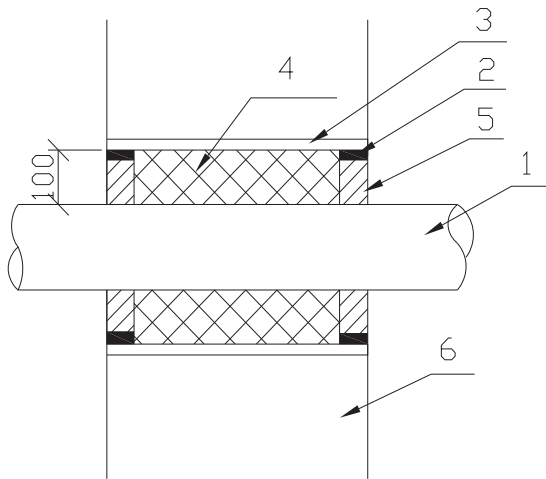


Рис.2.17. Виброизоляция магистральных трубопроводов в месте прохода через ограждения.

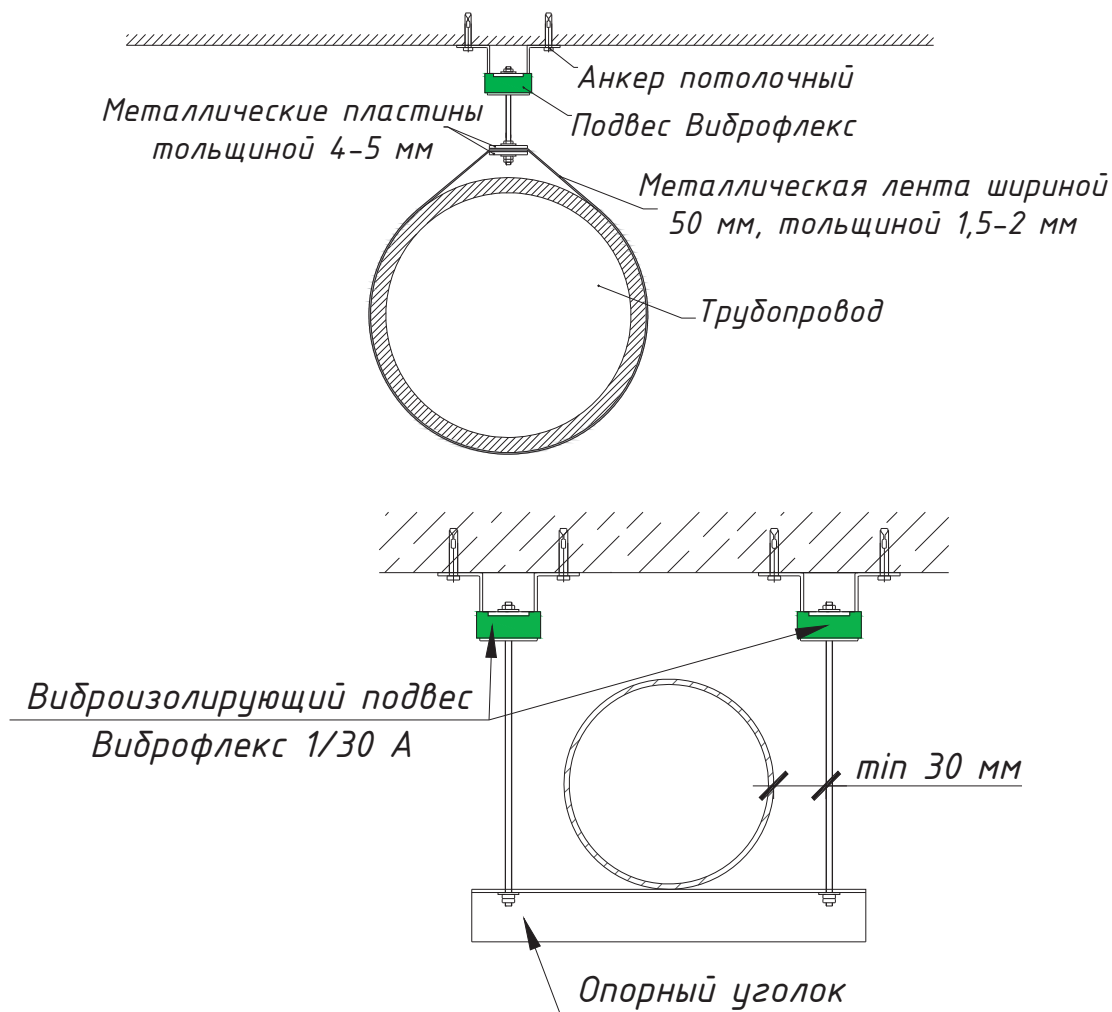
- 1 – труба;
- 2 – герметик;
- 3 – гильза;
- 4 – виброизолятор;
- 5 – крышка из эластичного материала или мастика
- 6 – ограждающая конструкция.

Вход магистральных трубопроводов (рис.2.17) через несущую стену также виброизолируется с помощью вибропрокладок существенной толщины (?100мм). Большая толщина виброизолятора определяется низкочастотными колебаниями напорного насоса ЦТП. Жёсткий упор рекомендуется крепить к виброизолированному основанию. Наиболее эффективна в этом случае «плавающая» бетонная армированная подготовка, уложенная на вибропрокладку и не имеющая жёстких связей со стенами и основанием.

Крепление магистральных трубопроводов к перекрытиям необходимо осуществлять с помощью специальных виброподвесов (рис 2.18).

Для устранения жесткого закрепления стоечных элементов опорной конструкции к стенам и подпорок для труб к полу выполняется виброразвязка с помощью прокладок Sylomer. Жесткие потолочные подвесы трубопроводов заменяются виброизолирующими подвесами ВИБРОФЛЕКС 1/30А.

Рисунок 2.18. Схемы виброизоляционного крепления трубопроводов к перекрытию



Для устранения передачи воздушного шума, излучаемого трубами, магистрали трубопроводов шумоизолировать по примеру рис. 2.19-2.20. Трубы необходимо обмотать звукопоглощающим материалом или заключить в звукоизоляционный короб.

Рисунок 2.19. Схема шумоизоляции трубопроводов

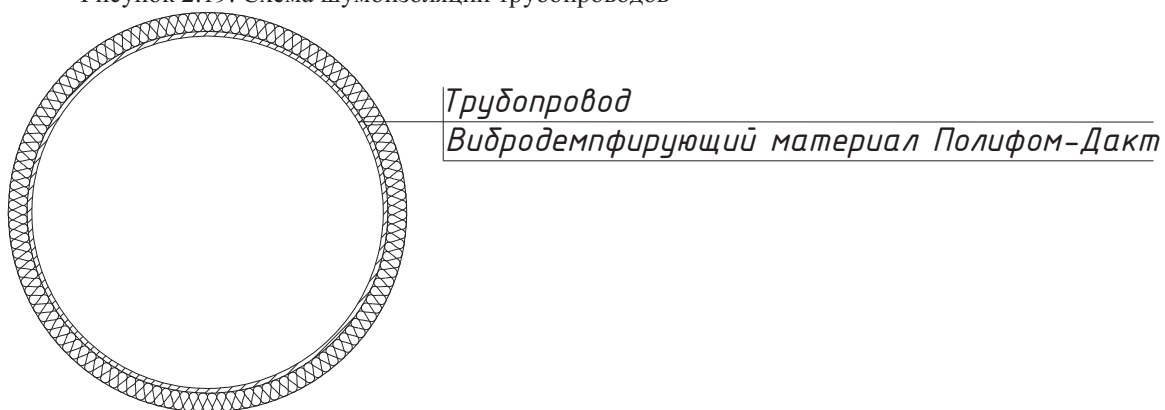
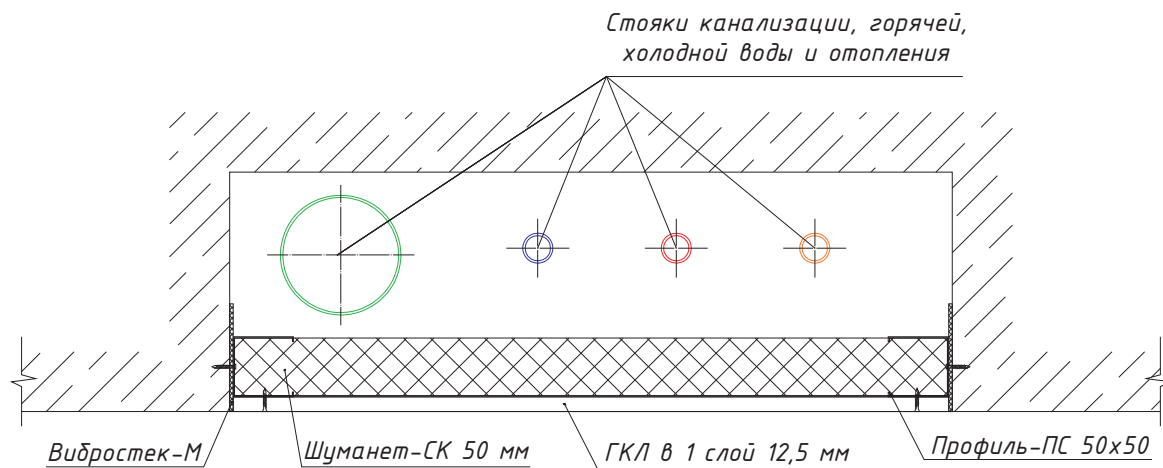


Рисунок 2.20. Узел звукоизоляционного короба для стояков канализации, водоснабжения и отопления в жилых квартирах



2.4.3. Шумоизоляция инженерных магистралей и механического оборудования вентиляции и кондиционирования

Проблема передачи шума от работы вентиляционного оборудования всегда возникает при наличии офисов, магазинов, спортзалов и т.п. помещений нежилого назначения под жилыми квартирами. В последнее время появились жилые дома с установленными на чердачных этажах климатическими установками, производящими холодный воздух.

По примеру лифтовых и ИТП, инженерное оборудование вентиляции и кондиционирования является источником мощной вибрации, передаваемой ограждающими конструкциями в жилые квартиры и являющейся причиной многих конфликтов и проблем.

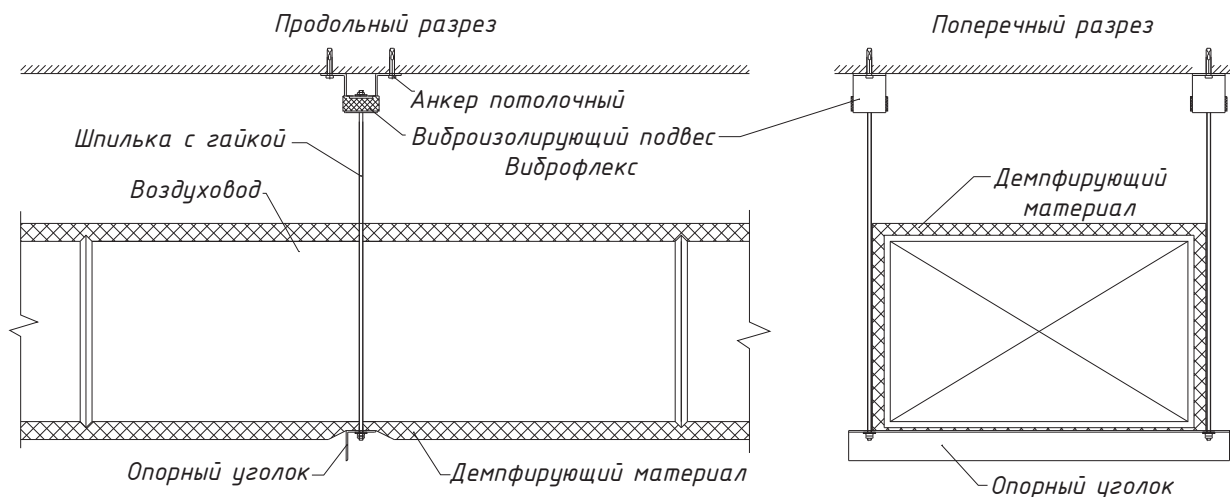
Снижение шума и вибрации на пути распространения достигается комплексом строительно-акустических мероприятий – это вибро- и звукоизоляция оборудования, применение звукопоглощающих конструкций в изолируемых помещениях и в помещениях с источниками, установка глушителей шума в системах вентиляции и другие.

Для защиты от шума воздуховодов необходимо применять абсорбционные глушители, которые подбираются в зависимости от размеров воздуховодов, допускаемой скорости воздушного потока и располагаемого места для установки глушителя. Шумоглушители необходимо устанавливать как на стороне нагнетания, так и на стороне всасывания.

Если применение шумоглушителей невозможно, то воздуховод изнутри следует обклеить звукопоглощающими плитами Ecorphon Gedina. Плиты изготовлены из стекловолокна высокой плотности. На лицевую поверхность нанесено микропористое покрытие Akutex T, которое предотвращает эмиссию частиц. Материал имеет гигиенический сертификат и рекомендован Swedish Asthma and Allergy Association (Шведской ассоциацией по борьбе с астмой и аллергией), и по стандарту ISO относится к категории 6/М3.5 по стерильности помещений.

Для устранения структурного шума необходимо исключить жесткие связи воздуховодов и вентиляционного оборудования с ограждающими конструкциями. Места прохода воздуховодов через ограждающие конструкции необходимо залить виброакустическим герметиком «Вибросил» на всю глубину прохода (жесткая заделка раствором не допускается), воздуховод обмотать негорючим демпфирующим материалом (ISOTEK KIM-AL или Полифом–Дакт Г1), крепление воздуховодов осуществлять через виброизолирующие подвесы – Виброфлекс.

Рис. 2.21. Узел крепления воздуховодов на виброизолирующих подвесах



Цементно-песчаный армированный пол в помещениях, где установлено вентиляционное оборудование, должен быть выполнен по слою вибродемпфирующего материала. В качестве вибродемпфирующего материала применяются:

- Стекловолоконные плиты Шумостоп-С2 толщиной 20-40мм;
- Полиуретановая резина.

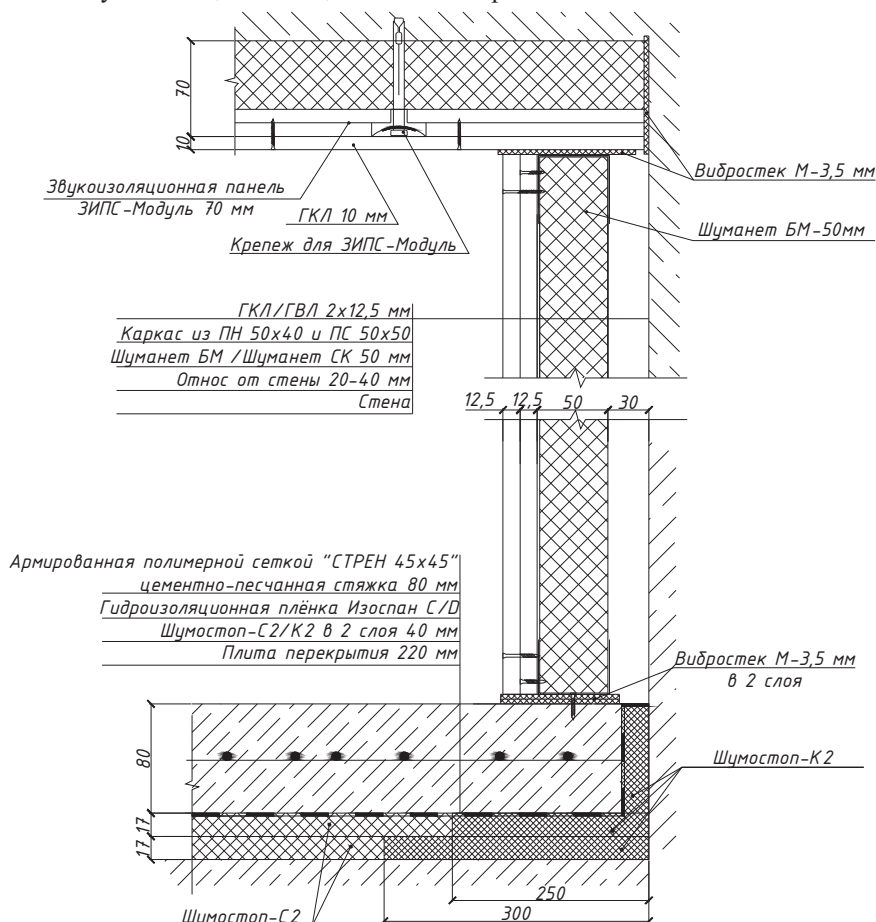
Выбор материала для упругого слоя и его толщина определяется требованиями к помещению, видом основания, массой цементно-песчаного пола, рамы и вентиляционного оборудования, а также частотой вращения двигателя. Если в венткамере предусмотрена установка нескольких агрегатов, кардинально отличающихся по характеристикам (весу, частоте вращения двигателя, габаритам), то предполагается устройство нескольких независимых плавающих полов. В отдельных случаях, при применении массивных агрегатов, оборудованных низкочастотными двигателями необходимо устройство независимых от основного пола виброизолированных фундаментов ленточного или столбчатого типа. Увеличение виброизоляции на 6-10дБ приводит к снижению уровней шума в смежных помещениях на 3-5дБ.

Во всех случаях при применении упругого слоя цементно-песчаный пол не должен иметь жёстких связей со стенами, примыкание выполняется через слой вибродемпфирующего материала.

Помимо виброизоляционного пола необходимо увеличить индекс изоляции воздушного шума ограждающих перекрытий. На потолке монтируется звукоизолирующая панельная система ЗИПС-Модуль, на стенах - дополнительная звукоизоляционная облицовка из ГКЛ, устраняющая передачу шума косвенным путём.

В общем случае виброзвукоизоляционные конструкции венткамер выполняются по примеру, указанному на рис. 2.22.

Рисунок. 2.22. Звукоизоляция помещения венткамеры.



ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по защите от шума и вибраций жилых и общественных зданий. Под ред. Заборова В. И. – Киев: изд. «Будивэльнык», 1989
2. Защита от шума. Строительные нормы и правила СНиП 23-03-2003.- М.:Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (Госстрой России), 2004.- 32с.
3. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий. Свод правил СП 23-103-2003.- М.:Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (Госстрой России), 2004.- 34с
4. Защита от шума в строительстве. Звукоизоляция ограждающих конструкций. Методы измерения. Государственный стандарт ГОСТ 27296-87 (СТ СЭВ 4866-84).- М.:Государственный строительный комитет СССР, 1988.-20с.
5. Звукоизоляция и звукопоглощение: Учебн.пособие для студентов вузов/ Л.Г.Осипов, В.Н.Бобылев, Л.А.Борисов и др.; Под редакцией Г.Л.Осипова, В.Н.Бобылева.-М.: ООО «Издательство АСТ»: ООО «Издательство Астрель», 2004. – 450с.
6. Справочник по технической акустике. Пер. с нем./Под ред. М. Хекла и Х.А. Мюллера. – Л.: Судостроение, 1980. – 440., ил. 329. – ИСБН.
7. Щевьев Ю.П. Физические основы архитектурно-строительной акустики. Учебное пособие. С.-П.: Издательство СПГУКиТ, 2000
8. Крейтан В. Г. Обеспечение звукоизоляции при конструировании жилых зданий. – Стройиздат, 1980. – 173 с., ил.
9. Внутренние санитарно-технические устройства в. 3 ч. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование. Кн. 1./В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин и др.–4-е изд., перераб и доп.–М.:Стройиздат, 1992. – 319 с.: ил. – (справочник проектировщика).



Группа компаний

г.Новосибирск, ул. Тульская, 90/2, 2 этаж

Тел./факс: +7 (383) 346-39-05, 354-01-49

E-mail: info@sibamt.ru

г.Красноярск, ул. Взлётная, 5 (стр. 1), 5 этаж, офис 512

Тел./факс: +7 (391) 277-333-7

E-mail: info_kr@sibamt.ru

www.sibamt.ru