

ложена между соседними жилыми помещениями, а остальная часть прикрыта, например, санитарно-техническими блоками (рис. 12). В этом случае только первая часть панели подвержена воздействию звукового поля, а вторая служит виброгасящей массой, принимая на себя часть энергии звуковых колебаний первой части панели. Потери звуковой энергии в ограждении увеличиваются в связи с ее оттоком в часть панели, не подверженную воздействию звукового поля. В результате этого индекс изоляции воздушного шума возрастает пропорционально логарифму отношения полной площади панели ( $F$ ) к ее площади, подверженной воздействию звукового поля ( $F_1$ ):  $\Delta I_a = 10 \lg(F/F_1)$ . Это тот самый «пластировочный эффект», который позволяет обеспечить требуемую звукоизоляцию перекрытия из панелей толщиной 16 см, если жилая комната занимает только часть панели (см. выше).

Уменьшение расхода бетона в межквартирных стенах может быть достигнуто, как и в перекрытиях, применением панелей с круглыми пустотами, в том числе заполненными сыпучими материалами. По результатам испытаний в домах серий 4570/63 и 4570-73/75 стены из панелей толщиной 19 см с приведенной толщиной бетона 11 см и заполнением их пустот керамзитом или песком имели индексы  $I_a^*$  соответственно 51 и 52,5 дБ, а из панелей толщиной 21 см с приведенной толщиной бетона 13 см без заполнения пустот — 51,5 дБ и с заполнением пустот керамзитом — 53 дБ.

В случае применения межквартирных стен из бетонов на пористых заполнителях резерв улучшения звукоизоляции заключается в возможности технологическими приемами увеличить модуль упругости бетона при заданной его плотности. При этом достигается увеличение индекса изоляции воздушного шума  $\Delta I_a = 11,5 \lg(E_2/E_1)$ , где  $E_1$  и  $E_2$  — значения модуля упругости бетона до и после осуществления технологических мер по его усилению.

Совершенно новый прием улучшения звукоизоляционных свойств акустически однородных бетонных плит — их конструкирование из двух или более участков в плане, в которых бетон имеет разные отношения модуля упругости к плотности. От этого отношения зависит длина изгибных волн в плите. Плита, у которой на разных участках длина изгибных волн на рассматриваемой часто-

те различная, не может подвергаться пространственно-частотному резонансу по всей своей поверхности. Когда такой резонанс возникает на одном из участков панели, на других он невозможен: эти участки колеблются значительно меньше и сдерживают колебания первого, что приводит к уменьшению прохождения звука, т. е. к улучшению звукоизоляции. Стены из панелей такого типа, испытанные в доме серии 111-89 в г. Чапаевске, имели индекс  $I_a^*$  на 2 дБ больше, чем аналогичные панели, у которых отношение модуля упругости к плотности бетона практически одинаково по всей их площади.

Рассмотренные методы и приемы позволяют уменьшать материалосность внутренних конструкций жилых домов, надежно сохраняя требуемую звукоизоляцию.

#### Контроль звукоизоляции

Как показано в предыдущих разделах, важное условие повсеместного обеспечения требуемой звукоизоляции в жилых домах — должное качество строительных работ, от которых зависит это эксплуатационное свойство. О том, что инструментальный контроль звукоизоляции в сдаваемых домах — наиболее надежный способ решения этой проблемы, свидетельствует опыт ряда стран, например ФРГ и Швеции, где такой контроль широко используется многие годы (в Швеции более 20 лет). При неудовлетворительной звукоизоляции в сдаваемом доме строившая его фирма-подрядчик обязана выявить причины обнаруженных дефектов и устранить их. Жесткость контроля привела к тому, что строители предпочитают гарантировать отсутствие дефектов звукоизоляции и применяют конструкции, узлы и детали, которые надежно (с запасом) обеспечивают действующие требования по звукоизоляции. Об этом свидетельствуют, в частности, результаты обследования, приведенные на рис. 3. В 100% домов, обследованных в Швеции, индексы изоляции воздушного шума стенами и перекрытиями были больше 50 дБ и в среднем составляли 54 дБ (нормируемые значения: 50 дБ — для межквартирных стен, 51 дБ — для перекрытий и 53 дБ — для стен между сблокированными одноквартирными домами).

В нашей стране инструментальный контроль звуко-

изоляции в сдаваемых в эксплуатацию домах не проводится, хотя официальная методика контроля была введена в действие в 1977 г. [11]. Это объясняется, в частности, сложностью измерений, дефицитностью используемой аппаратуры, необходимостью организации специальной службы контроля. В этих условиях большой интерес представляет метод, позволяющий контролировать ослабленные участки конструкций, в которых возможно сильное проникание звука через сквозные отверстия, щели, трещины [12]. Мы уже говорили, что именно такие ослабленные участки — основная причина понижения фактической звукоизоляции в жилых домах. Метод основан на использовании акустического щупа — обычного шумометра с выносным микрофоном, снабженным насадкой с эластичными краями. В одном из помещений, разделенных испытываемой конструкцией, воспроизводят белый шум (содержащий звуки всех слышимых частот — от 20 до 20 000 Гц) — он может быть записан на магнитофоне. В другом помещении микрофон с насадкой прикладывают к поверхности конструкции — сначала в месте возможного ее ослабления, а потом в 20 см от него, где ослабления нет. Насадка, прижатая к поверхности конструкции, образует камеру объемом около 30 см<sup>3</sup>, в которой измеряется уровень звука. Если разность полученных в двух положениях микрофона уровней звука равна или больше 6 дБ, это значит, что имеет место такое сильное проникание звука, которое вызывает заметное снижение звукоизоляции (на 1 дБ или больше).

Этот метод контроля, первоначально отработанный в лабораторных условиях, позволяет не только установить сильное проникание звука, но и оценить ширину раскрытия трещины или щели (по значению разности уровней звука в двух положениях микрофона), что, в свою очередь, позволяет рассчитать уменьшение индекса изоляции воздушного шума, вызванное прониканием звука через щель.

Рассмотренный метод дает возможность при помощи простой аппаратуры контролировать важнейшие узлы и детали конструкций, от которых в значительной мере зависит звукоизоляция. В настоящее время шумометры широко выпускаются промышленностью, они имеются в городских и районных санитарно-эпидемиологических станциях. Метод может быть использован как службой

архитектурно-строительного контроля, так и заводскими или построочными лабораториями.

В нормы целесообразно включить требование о контроле участков конструкций с ослаблением звукоизоляции в зданиях, сдаваемых в эксплуатацию. Эта мера может значительно улучшить фактическую звукоизоляцию в жилых домах до внедрения системы ее полного инструментального контроля.

## ЗАЩИТА ОТ ШУМОВ ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Меры по защите жилища от шумов инженерного оборудования можно разделить на четыре группы:

уменьшение шума в источнике (применение малошумного оборудования);

приемы установки и крепления оборудования, эффективно уменьшающие передачу его колебаний на конструкции здания;

приемы объемно-планировочного решения здания, обеспечивающие наибольшее удаление источников шума от жилых помещений;

конструктивные приемы, способствующие уменьшению передачи структурного шума и изоляции воздушного шума от инженерного оборудования.

Постараемся проследить возможности и реальный вклад каждой из указанных групп мер в защиту от шума различных видов инженерного оборудования. Начнем с наиболее распространенного в жилых домах оборудования — систем водоснабжения и водяного отопления.

Первый приближенный к жилищу источник шума в этих системах — центральный тепловой пункт (ЦТП). Это, как правило, отдельно стоящее здание, в котором расположены насосы водоснабжения и отопления. Звуковая мощность насосов отечественного производства весьма велика — они создают в помещении ЦТП уровни звука, превышающие 90 дБА. Сопоставление с лучшими зарубежными образцами говорит о больших, пока еще не реализованных возможностях снижения шума этого оборудования в источнике.

Из ЦТП шум передается в жилые помещения по воздуху и по трубопроводам. Чтобы достаточно снизить воздушную передачу звука, помещения ЦТП необходимо

оборудовать глушителями шума в системе их вентиляции, звукопоглощающей облицовкой потолка и стен, хорошо уплотненными и достаточно массивными дверями и воротами и располагать помещения ЦТП не ближе 25 м от жилых домов [13].

Трубопроводы, идущие от ЦТП, в доме также становятся источниками шума, причем их звуковая мощность зависит как от передачи звука от насосов по стенкам труб и по воде, так и от генерации шума в водяном потоке при пульсации давления, образовании завихрений и полостей при резких поворотах и изменениях сечения труб. Для снижения шумности этих источников необходимо:

правильно назначать расстояния между опорами труб (в зависимости от их диаметра), чтобы избежать резонансов в слышимом диапазоне частот;

устанавливать в водяном потоке глушители шума, работающие по принципу глушителя на выхлопной трубе автомобиля;

выбирать наиболее «мягкие» режимы работы систем (с возможно меньшими давлением и скоростью воды);

избегать резких изменений направления и сечения водяного потока.

Все эти меры вполне осуществимы, хотя и требуют некоторых дополнительных единовременных затрат.

Чтобы уменьшить передачу шума от магистральных трубопроводов конструкциям дома, в месте их ввода в здание нужно устраивать скользящие опоры, избегая жесткой связи труб со стеной. Например, труба может быть подвешена при помощи гибких манжет из резинового листа к замоноличенной в стене стальной гильзе, внутри которой труба проходит. Внутри дома опоры этих труб нужно устанавливать на грунт, отделяя их зазором от пола подвала и других конструкций.

В самом доме основные источники шума рассматриваемых систем расположены в санитарных узлах квартир (ванна, умывальник и унитаз со смывным бачком) и в кухнях (мойка). Шумы в них возникают при движении жидкости по трубам, фасонным деталям, смесителям, вентилям, при истечении жидкости из кранов, душевых сеток и удалении ее через сливные отверстия, сифоны и т. п., а также при ее падении на дно и стеки приборов, либо на слой содержащейся в них воды.

Приходится отметить, что возможности снижения

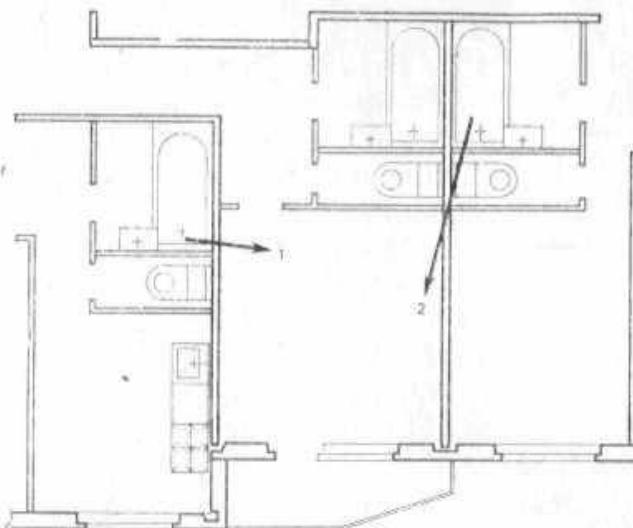


Рис. 13. Взаимное расположение жилых комнат и санитарных узлов соседних квартир:  
1 — прямой путь передачи шума;  
2 — путь передачи шума по диагонали

шума в источнике путем соответствующего конструирования сантехнических приборов и других элементов сетей водоснабжения и водяного отопления пока используются недостаточно. В стандартах и технических условиях на большинство из них отсутствуют требования к шумовым характеристикам.

Передача сантехнических шумов конструкциям здания может быть уменьшена также путем отказа от жесткой установки приборов и труб. Для этого нужно крепить их к конструкции, используя эластичные вибропоглощающие прокладки, гильзы, уплотнители швов и т. п. Однако реализация этой возможности пока крайне затруднена, так как промышленность не выпускает указанных деталей и материалов для применения в жилых домах.

Таким образом, основными приемами снижения шумов от сантехнического оборудования соседних квартир в настоящее время стали планировочные и конструктивные приемы. Наиболее надежные результаты дает отделение жилых комнат от санитарного узла и кухни соседней квартиры такими же помещениями своей квартиры. Другими словами, с точки зрения защиты от этих шумов оптимальной считается такая планировка, при которой санитарные узлы и кухни соседних квартир граничат друг с другом.

Однако во многих типовых проектах жилых домов третьего поколения применены планировочные решения, при которых жилая комната одной квартиры граничит

с кухней или санитарным узлом другой квартиры прямо или по диагонали (рис. 13). Были проведены специальные исследования в домах-представителях серии 111-121 в Воскресенске, 111-83 — в Таганроге, 111-90 — в Смоленске, 111-91 — в Липецке и И-60 — в Тольятти с такими планировочными решениями [14]. Измерения уровня шума, проникающего в жилую комнату одной квартиры при работе сантехнического оборудования другой, показали следующее.

Наиболее мощным источником шума является ванна при ее наполнении или опорожнении, на втором месте — шум при наполнении или опорожнении смывного бачка унитаза. Уровни звука в жилой комнате, вызванные наполнением или опорожнением ванны, на 6—8 дБА превышают допустимое значение независимо от того, передается ли шум по прямой или по диагонали. Пользование умывальниками и мойками не вызывает превышения допустимого уровня шума. Однако это относится к приборам с исправными кранами. Известно, что износ прокладки клапана в кране приводит к резкому — многократному — усилению шума.

Для устранения повышенного шума в исследованных домах был использован такой конструктивный прием. Оборудование санитарного узла было отделено от межквартирной стены дополнительной бетонной стенкой с воздушным зазором между ними. Измерения показали достаточность этой меры: уровень шума в жилых помещениях при работе сантехнического оборудования соседней квартиры стал ниже допустимого.

В результате рассматриваемого исследования проекты, предназначенные для дальнейшего массового применения, были соответственно исправлены.

Перейдем теперь к лифтовому оборудованию. Источниками шума при работе лифта являются шахта и машинное отделение. В шахте шумы возникают при движении кабины и противовеса по направляющим, при работе поэтажных переключателей, открывании и закрывании дверей. В машинном отделении источниками шума и вибрации служат лебедка и щит управления с реле и переключателями.

В отношении шумности лифтовое оборудование, выпускаемое нашей промышленностью, к сожалению, уступает зарубежным образцам. Например, уровни звука, измеренные в машинных отделениях лифтов отечествен-

ного производства, составили в среднем 77 и 85 дБА, а лифтов финской фирмы «Коне» — 70 и 76 дБА (соответственно в установленном и переходном режимах работы). Измерения были выполнены в Нижнекамске, в одинаковых домах серии 111-84. Измерения в машинных отделениях наших лифтов в других городах и других домах дают подобные результаты: 76 и 83 дБА — дом серии 141-СВ в Свердловске, 77 и 86 дБА — дом серии 111-121 в Подольске.

Действующие стандарты и технические условия на лифты недостаточно побуждают промышленность снижать шумность лебедок, а требования к шумности движущихся элементов, размещенных в шахте лифта, в них вовсе отсутствуют. Поэтому снижение шума в источнике пока остается для лифтов слабо используемым резервом.

Кроме качества заводских агрегатов, узлов и изделий, на шумность лифта жилого дома влияет также качество его монтажа. Измерения показывают, что ухудшение качества монтажа может увеличить шумность в шахте лифта на 4—6 дБА. Этого можно избежать, контролируя фактическую шумность лифта в сдаваемых домах с помощью шумомера.

Важное условие правильной установки главного шумящего агрегата лифта — лебедки, позволяющее эффективно уменьшать передачу ее колебаний конструкциям дома, — применение амортизационной системы с достаточно массивной амортизационной плитой и пружинно-резиновыми амортизаторами. Для упрощения конструкции амортизационную плиту часто заменяют стальной рамой намного меньшей массы и применяют резиновые амортизаторы, что приводит к значительному увеличению передачи колебаний элементам дома. Не допускать таких замен — вполне по силам проектировщикам и строителям. Значительно сложнее обстоит дело с изоляцией шахты лифта от колебаний расположенного в ней оборудования, так как избежать жестких связей между ними пока невозможно. Поэтому для защиты от шумов, главным источником которых является шахта лифта, на первый план снова выходят планировочные и конструктивные приемы.

Строительные нормы и правила запрещают располагать шахту лифта смежно с жилой комнатой. Однако это требование СНиПа подвергается различным толко-

заниям. Например, его считают выполненным, если шахта лифта отделена от стены жилой комнаты воздушным зазором и не имеет с ней жестких связей. Но выполнимо ли последнее условие? В 16-этажном доме серии II-60 в Тольятти пассажирский и грузопассажирский лифты расположены в самостоятельной стоящей шахте, стенка которой из кирпичной кладки, заполняющей стальной каркас, отделена от стены жилой комнаты зазором 2 см. При одновременном движении двух лифтов уровень звука в жилой комнате превышает допустимый в среднем на 12 дБА. Очевидно, что примененный конструктивный прием не дал ожидаемого результата — жесткие связи устранить не удалось.

В домах серии 141-СВ, построенных в Свердловске, лифтовая шахта расположена в середине лифто-лестничного узла и отделена от жилой комнаты либо лифтовым холлом, либо лестничной клеткой. Превышение допустимого уровня шума в жилых комнатах составило 4—10 дБА. Причина этого — интенсивная передача колебаний от шахты по конструкциям, связывающим ее со стеной жилой комнаты (по плитам перекрытия холла и лестничным площадкам).

Устранение жестких связей между лифтовой шахтой и другими конструкциями дома — задача, практически трудно выполнимая (в связи с отсутствием предназначенных для этого специальных материалов и изделий). Например, зазор между шахтой и стеной или полом лифтового холла необходимо заглушить уплотнителем, который должен одновременно быть виброзолирующим, следовать за возможными изменениями ширины зазора, выдерживать механические нагрузки, быть долговечным и т. д. Кустарное, «по месту», выполнение такого элемента из подручных материалов не дает желаемого эффекта, в первую очередь не обеспечивает отсутствия жестких связей.

Поэтому наиболее надежным средством снижения шумов от лифта в настоящее время стали планировочные приемы. Измерения в ряде домов серий 111-121 и 111-90, где жилые комнаты отделены от лифто-лестничного узла вспомогательными помещениями квартиры, показали, что эта мера достаточна для уменьшения уровня лифтового шума до допустимых величин. По данным измерений, в домах серии 111-121 в Подольске уровень звука в жилой комнате был на 6—

10 дБА ниже, чем в кухне, которая граничит с лифто-лестничным узлом.

Приведем дополнительный довод против расположения жилых комнат смежно с лифто-лестничным узлом. Комнаты, граничащие с лестничной клеткой, недостаточно изолированы от возникающих в ней ударных шумов. Измерения в домах серий 111-91 и 111-83 показали, что изоляция ударного шума в этом случае может быть на 3—7 дБ меньше требуемой.

Помещения машинных отделений лифтов, возвышающиеся над крышей, стали «принудительной» архитектурной чертой жилого дома, от которой архитекторы хотели бы избавиться. Этого можно достигнуть, разместив машинное отделение в уровне верхнего этажа. Если жилые комнаты отделены от лифтового узла вспомогательными помещениями квартиры, то такое изменение не ухудшает акустические условия в них. Это показали измерения в домах серии 111-121 с обычным и измененным расположением машинного отделения (в Подольске и Жуковском).

Среди другого шумного инженерного оборудования жилого дома — мусоропроводы, поэтажные распределительные электрощиты. Располагать их нужно так, чтобы они не граничили с жилыми комнатами. В месте прохода через перекрытие ствол мусоропровода должен быть отделен от него зазором, заполненным эластичным, виброзолирующим материалом. Предпочтительны достаточно массивные конструкции ствола мусоропровода (из бетона). В приемных клапанах должны устанавливаться эластичные уплотнители, смягчающие удар при их закрывании. Приемный бункер и лоток должны быть отделены от конструкций дома виброзолирующими прокладками [13].

Что касается оборудования предприятий (торговли, общественного питания, бытового обслуживания), располагаемых во встроенных и пристроенных помещениях жилых домов, то оно весьма разнообразно по номенклатуре и шумовым характеристикам. Во многих случаях акустическая мощность этого оборудования весьма велика. Поэтому такое оборудование может размещаться в пристроенных и встроенных помещениях жилых домов только на основе специально выполненных проектов, учитывающих необходимость снижения шума, распространяющегося как по воздуху, так и по конст-

рукциям здания. СНиПом предусмотрена повышенная изоляция воздушного шума конструкциями, отделяющими названные помещения от квартир (см. раздел «Шумы, проникающие в жилище, и их ограничение»). При проектировании этих конструкций необходимо учитывать влияние косвенной передачи звука по фланговым конструкциям [15].

Для достаточного уменьшения передачи структурного шума от оборудования рассматриваемых предприятий рекомендуем использовать следующие приемы:

устанавливать наиболее шумное оборудование на самостоятельные, отделенные от других конструкций дома, основания;

применять эффективные амортизационные системы; исключить жесткие связи между оборудованием и его элементами (трубопроводами, кабельными проводками и т. п.) с конструкциями дома.

Вентиляционные системы предприятий торговли, общественного питания и т. д. в необходимых случаях должны быть снабжены глушителями шума.

## ЗАЩИТА ОТ ВНЕШНИХ ШУМОВ

Внешний источник шума часто представляет собой весьма сложную совокупность многих «элементарных» источников, число и положение которых может меняться во времени. Например, транспортная магистраль или улица — это так называемый линейный источник шума, звуковая мощность которого определяется звуковой мощностью движущихся по ней автомобилей, автобусов, троллейбусов; их числом за единицу времени и режимом движения; типом и состоянием дорожного покрытия, наличием уклона и др. Не менее сложны и такие источники шума, как железнодорожный узел, аэропорт, промышленные предприятия. Снижение их шумности — задача комплексная, очень сложная, решению которой препятствует рост интенсивности транспортных перевозок, пассажиропотоков, мощности предприятий и др. Фактически наблюдается увеличение шумности таких источников. Так, уровни городского шума в Москве и других крупных городах страны повышаются примерно на 1 дБ в год [16].

Круг мер по защите жилища от внешних шумов еще

шире, чем при защите его от шумов инженерного оборудования. В него входят:

меры по снижению шума в источнике, включая меры технического, административно-правового и организационного характера;

градостроительные приемы снижения шума;

объемно-планировочные и конструктивные приемы защиты жилых помещений от шума.

Меры по снижению звуковой мощности внешних источников шума принимаются вне сферы жилищно-гражданского строительства, поэтому мы их рассматривать не будем.

Градостроительные меры защиты от шума — это большой комплекс разнообразных приемов, которые нужно применять на самых ранних этапах проектирования городов, поселков, микрорайонов и др. Прежде всего это рациональное взаимное расположение жилой застройки и основных источников шума: разграничение жилой и промышленной зон, создание объездных дорог для транзитного транспорта, размещение аэропорта и выбор направлений трасс пролета самолетов вне зон перспективного роста жилой застройки и т. д. Разрывы (или расстояния) между этими зонами, объектами должны быть достаточными, чтобы уменьшить шум до допустимого предела. В ряде рассмотренных источников шумы достигают очень высокого уровня, поэтому и расстояния от них до жилища могут быть весьма значительными. Например, уровень звука при взлете самолета Ту-134 или Ил-62 у взлетной полосы превышает 100 дБА. Чтобы снизить его до 70 дБА, нужно удалиться от трассы взлета по нормали не менее чем на 2,5 км, а вдоль нее, от точки начала разбега, — на 35 км [16].

Следующий прием — формирование примагистральной застройки, которая обеспечивала бы акустический комфорт в возможно большем числе квартир и на возможно большей части внутридворовой территории. Тут начинают с прогноза шумности будущих транспортных магистралей, крупных улиц, составляют карту шума улично-дорожной сети будущего города, района. Ожидаемые уровни звука определяют на основе оценки интенсивности движения транспорта, его качественного состава (соотношение грузовых и легковых машин и т. д.). Зная уровни звука на улице, рассчитывают их значения у фасадов зданий и внутри квартала. При

Этом учитывают закономерности распространения шума в городской среде: снижение уровня звука с увеличением расстояния от источника, затухание звука в воздухе, его поглощение поверхностью земли с различным покровным слоем и зелеными насаждениями, способность отражаться от препятствий и огибать их в результате дифракции звуковых волн.

Если расчетные значения уровня звука у фасадов дома и на внутривартальной территории (в зонах отдыха, на площадках дошкольных учреждений и школ) превышают допустимые, то это свидетельствует о необходимости дополнительных градостроительных мер для защиты от шума. Мы говорим здесь о внутривартальных территориях потому, что зоны отдыха, как и летние помещения квартир (балконы, лоджии, террасы) — неотъемлемая часть жилища. Возможность спокойного сна малыша, отдыха престарелого или больного человека на открытом воздухе — важная характеристика качества жилища.

Сначала рассмотрим меры, позволяющие снизить шум у фасадов зданий, наиболее близко расположенных к транспортной магистрали.

1. Увеличение расстояния от транспортного потока до фасада, увеличение ширины улицы или расстояния от нее до жилых домов. Снижение шума от транспортного потока на каждые 4 дБА требует удвоения расстояния. Например, при первоначальном расчете расстояние от транспортного потока составляет 20 м, уровень звука нужно снизить на 8 дБА. Это требует увеличения расстояния в 4 раза, т. е. до 80 м.

2. Размещение полос зеленых насаждений между проезжей частью и застройкой. Посадки приобретают шумозащитные свойства, если деревья имеют высоту не менее 5—8 м, кроны их плотно смыкаются между собой, а пространство под кронами заполнено кустарником. Если деревья посажены в шахматном порядке, полосой, имеющей ширину 10—15 м, то шум уменьшается на 4—5 дБА, а при ширине полосы 16—20 м — на 5—8 дБА. Чтобы снизить шум на 12 дБА, нужно посадить деревья в три ряда (полоса шириной 30 м).

3. Размещение на пути шума так называемых экранов — специальных сооружений: шумозащитных стенок, насыпей, зданий, не требующих защиты от шума, и т. п. Размещение транспортной магистрали в выемке также

создает экранирующий эффект. Эффективность экрана зависит от его высоты, протяженности, расстояния от источника шума и высоты застройки, которую нужно защищать. Снижение шума тем больше, чем больше разность между путем, который проходит звук от источника к жителю в обход экрана, и путем, который он проходил бы без экрана. В зоне прямой видимости источника шума эффективность экрана равна нулю. Но и в зоне «акустической тени» защитные свойства экрана снижаются в результате огибания его звуком. Необходимо иметь в виду, что если вдоль магистрали размещаются достаточно высокие здания, то для защиты их верхних этажей экраны малоэффективны.

Осуществление перечисленных градостроительных приемов по защите жилища от шума требует дополнительной городской территории, денежных средств на строительство и эксплуатацию искусственных сооружений. Оно может усложнить транспортные развязки и прокладку инженерных коммуникаций, потребовать устройства дополнительных пешеходных мостиков или подземных переходов и т. д. Например, заглубление автотрассы на 4 м, устройство насыпи высотой 3,5 м, озеленение насыпи и зоны разрыва шириной около 40 м удорожает стоимость микрорайонных, районных и городских инженерных сетей на 12%, а стоимость дома в застройке — на 3% [17]. Поэтому выбор способов защиты от транспортного шума должен вестись на основе вариантического проектирования с технико-экономической оценкой его результатов.

Альтернативой градостроительным приемам служат объемно-планировочные и конструктивные способы защиты от шума — создание так называемых шумозащищенных зданий (не исключено и параллельное использование тех и других приемов).

Объемно-планировочные приемы защиты от шума при создании шумозащищенных зданий заключаются в том, что на фасад, ориентированный в сторону транспортной магистрали, выводятся подсобные помещения квартир и внеквартирные коммуникации. В квартирах с тремя и большим числом комнат допускается ориентировать на этот фасад также одну общую комнату без спального места. Таким образом, в шумозащенном доме все спальни ориентированы на «тихий» фасад. Применение таких планировочных решений тоже увеличивает