

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
МИНИСТЕРСТВА ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное унитарное предприятие
"Информационный центр по автомобильным дорогам"**

Применение шумозащитных экранов на автомобильных дорогах США



Обзорная Информация

Автомобильные дороги и мосты

5 - 2005

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ
2. ОСНОВЫ АКУСТИКИ
- 2.1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВУКА
- 2.2. СНИЖЕНИЕ ЗВУКА ШУМОЗАЩИТНЫМИ ЭКРАНАМИ
- 2.3. АКУСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭКРАНОВ
3. ТИПЫ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ
- 3.1. ШУМОЗАЩИТНЫЕ ЭКРАНЫ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ОСНОВАНИИ
- 3.2. ШУМОЗАЩИТНЫЕ ЭКРАНЫ НА ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЯХ
4. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ И ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ
- 4.1. БЕТОН
- 4.2. КИРПИЧНАЯ, КАМЕННАЯ И БЛОЧНАЯ КЛАДКА
- 4.3. МЕТАЛЛЫ
- 4.4. ДРЕВЕСИНА
- 4.5. ПРОЗРАЧНЫЕ ПАНЕЛИ
- 4.6. ПЛАСТМАССЫ
- 4.7. РЕЦИКЛИРОВАННАЯ РЕЗИНА
- 4.8. КОМПОЗИТЫ
5. ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЭКРАНА
6. ЭСТЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ
- 6.1. ШУМОЗАЩИТНЫЙ ЭКРАН И ПРИЛЕГАЮЩАЯ МЕСТНОСТЬ
- 6.2. СОЗДАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ЛАНДШАФТА
- 6.3. ОСВЕЩЕНИЕ, ЗНАКИ И ДРУГИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОБУСТРОЙСТВА ДОРОГИ
7. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ
- 7.1. РЕМОНТ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ
- 7.2. РЕМОНТОПРИГОДНОСТЬ И ЗАМЕНЯЕМОСТЬ ДЕТАЛЕЙ ЭКРАНА
- 7.3. ДОСТУП К КОНСТРУКЦИИ ЭКРАНА
- 7.4. ИЗНОС И УХУДШЕНИЕ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ ЭКРАНА
- 7.5. СБОР ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ
- 7.6. СКЛАДИРОВАНИЕ СНЕГА
- 7.7. ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ОТДЕЛЬНЫМИ ТИПАМИ ЭКРАНОВ
- ЗАКЛЮЧЕНИЕ
- СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

В данном выпуске обзорной информации приведены основные сведения по конструкциям и материалам шумозащитных экранов, некоторые особенности их устройства и эксплуатации, рассмотрены дополнительные требования, выдвигаемые при проектировании экранов в США.

При составлении обзора использовалось «Руководство FHWA по устройству шумозащитных экранов», в котором учитываются как акустические, так и неакустические проблемы, связанные с устройством шумозащитных экранов вдоль автомобильных дорог.

Материал представляет интерес для проектных дорожно-строительных и дорожно-эксплуатационных организаций.

Обзор подготовил

канд. техн. наук Г.И. Евгеньев

*(Федеральная служба
по надзору в сфере транспорта)*

1. ВВЕДЕНИЕ

Вопрос ограничения воздействия шума в России в последние годы решается в основном за счет применения различных методов шумозащиты: устройства шумозащитных экранов, улучшений свойств их покрытий, введения дополнительных мер - озеленения, устройства звукоизолирующих окон. Однако опыт показывает, что проблема шумозащитных конструкций должна рассматриваться комплексно - не только с точки зрения снижения акустического дискомфорта, но и учитывать технические и экономические аспекты, вопросы их содержания, вплоть до учета эстетического восприятия. При этом многие вопросы остаются «скрытыми» в процессе проектирования и проявляются много позднее, зачастую под воздействием случайных факторов. Очевидно, что для своевременного выявления этих проблем необходимо обладать сведениями по мировому опыту.

Управление исследований и специальных программ Министерства транспорта США, Отдел акустики Национального центра транспортных систем (Центр им. Джона А. Волпа) при поддержке Отдела окружающей среды Федерального дорожного агентства (FHWA) разработали новый вариант «Руководства FHWA по устройству шумозащитных экранов», которое включает:

- основные принципы проектирования шумозащитных экранов, которые соответствуют окружающей среде и выполняют свои функции с приемлемыми затратами в период эксплуатации;
- обзор современных концепций, проектных решений, материалов и методов строительства для инженера-дорожника, проектировщика и местного жителя-непрофессионала в дорожном строительстве.

Руководство может также использоваться в других областях, например, при устройстве шумозащитных конструкций вдоль железных дорог или от других источников, которые не связаны с автомобильными дорогами и транспортом вообще.

Невозможно учесть весь спектр новых конструкций и материалов, появляющихся на рынке, поэтому приведенные описания не должны рассматриваться как исчерпывающие, а справочные материалы не должны ограничивать творчества проектировщика, изготовителя конструкций или подрядчика-строителя. Любая новая теория, проект, материал или методика должны оцениваться на основе общих принципов долговечности, безопасности и функциональных возможностей.

2. ОСНОВЫ АКУСТИКИ

2.1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВУКА

Шум от движения транспортных средств в основном возникает от трех источников: выхлопных труб, двигателей транспортных средств и шин, взаимодействующих с дорожным покрытием. Каждый из этих источников производит **звуковую энергию**, которая, в свою очередь, является источником движущихся и вибрирующих звуковых волн - колебаний атмосферного давления. Эти звуковые колебания давления обычно выражаются в **давлении звука** и измеряются в микроньютонах на 1 м² (мкН/м²) или микропаскалях (мкПа).

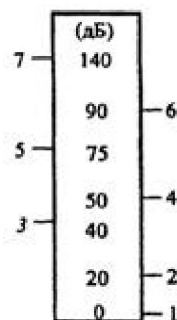


Рис. 1. Шкала уровней звука:

1 - предел слышимости; 2 - шелест листьев; 3 - «спальный» район ночью; 4 - ресторан без музыки; 5 - непрерывный транспортный поток на расстоянии 30 м; 6 - реактивный самолет на высоте 300 м; 7 - болевой порог

Обычно давление звука находится в пределах от 20 до 200 млн. мкПа. Из-за такого разброса давление звука измеряется по логарифмической шкале (рис. 1). На этой шкале значение 0 дБ равно уровню звукового давления (SPL) 20 мкПа и соответствует порогу слуха для большинства людей. Значение 140 дБ равно SPL 2×10^8 мкПа и является порогом болевого ощущения для большинства людей.

Чтобы выразить энергию звука или давление звука в SPL или дБ, используется следующее уравнение:

$$SPL \text{ (дБ)} = 10 \cdot \lg(p/p_{ref})^2,$$

где p - давление звука;

p_{ref} - давление звука, равное 20 мкПа.

Обратным расчетом энергия звука связана с SPL следующим образом:

$$(p/p_{ref})^2 = 10^{(SPL/10)}.$$

Так как децибелы рассчитываются по логарифмической шкале, они не могут быть объединены простым сложением. Например, если проезд одиночного транспортного средства производит SPL 60 дБ на расстоянии 15 м от шоссе, то проезд двух идентичных транспортных средств не создает SPL 120 дБ, а составляет 63 дБ. Чтобы объединить децибелы, они должны сначала быть преобразованы в энергию, затем сложены или вычтены и повторно преобразованы. Для определения приближенных значений изменения уровня звука в децибелах с точностью ± 1 дБ можно использовать данные табл. 1.

Таблица 1

Приближенные значения приращения уровня звука

При отличии двух значений уровня звука, дБ	Приращение к наибольшему значению уровня звука, дБ	Пример
0 - 1	3	50 + 51 = 54

2 - 3	2	$62 + 65 = 67$
4 - 9	1	$65 + 71 = 72$
10 или более	0	$55 + 65 = 65$

Таблица может также использоваться для расчета сумм значений более двух источников/

Следующая характеристика звука - **амплитуда, или громкость**. Источники звука производят звуковую энергию, которая, в свою очередь, образует микроколебания атмосферного давления. При этом окружающие источники - атомы или молекулы - временно смещаются от своих нормальных конфигураций, образуя возмущение, которое перемещается от источника звука в виде волн с равными интервалами. Для простоты волны могут быть приближенно выражены синусоидой. «Высота» синусоиды является ее **амплитудой**, а расстояние между повторяющимися волнами - **длиной волны (λ)**. Амплитуда определяет силу, или **громкость** звуковой волны.

Еще одна характеристика звука - его **частота, или тональность**, измеренная в Гц, или периодах колебаний в секунду. Частота определяется как **число циклов повторения в секунду**, или число длин волны, которые прошли через стационарную точку за 1 с.

Большинство людей могут слышать в диапазоне частот от 10 до 20000 Гц. Однако человеческое ухо неодинаково чувствительно ко всем частотам. Принимая это во внимание, большая часть шума, связанного с транспортными средствами, измеряется с использованием «**А-нагрузки**», учитывающей звуки между 1000 и 6300 Гц, для приближения к модели реакции человеческого уха на шум.

2.2. СНИЖЕНИЕ ЗВУКА ШУМОЗАЩИТНЫМИ ЭКРАНАМИ

Шумозащитные экраны снижают транспортный шум за счет поглощения, изменения длины волны, отражения, или дифракции.

Дифракция, или огибание звуковыми волнами препятствия, может происходить и по верху экрана, и вокруг него. Из-за природы звуковых волн дифракция не изменяет все частоты равномерно. Высокие частоты (более короткие волны) дифрагируют в меньшей степени; в то время как более низкие частоты (более длинные волны) дифрагируют глубже в «теневую» зону позади экрана. Поэтому экран более эффективен для уменьшения волн звука с высокой частотой по сравнению с волнами звука с более низкими частотами (рис. 2).

Важный аспект дифракции - разность длины (d) между траекторией от источника через вершину экрана до приемника и прямого пути от источника к приемнику при отсутствии между ними препятствий.

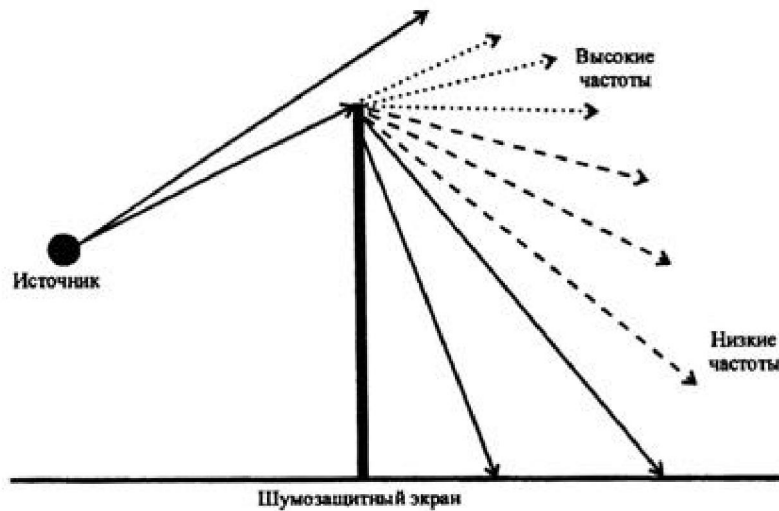


Рис. 2. Явление дифракции вокруг шумозащитного экрана

Разность длин траекторий используется для определения **числа Френеля** ($N0$), которое является безразмерным значением, используемым для прогноза ослабления звука, шумозащитным экраном, расположенным между источником и приемником. Число Френеля определяется следующим образом:

$$N0 = \pm 2 \frac{\delta_0}{\lambda} = \pm 2 \frac{f \delta_0}{c},$$

где $N0$ - число Френеля;

$\pm$ - «плюс» в случае, если линия распространения звука между источником и приемником более низкая, чем точка дифракции и «минус», когда линия распространения выше, чем точка дифракции;

δ_0 - разность длин траекторий, м;

λ - длина звуковой волны, излучаемая источником, м;

f - частота звука, излучаемого источником, Гц;

c - скорость звука, м/с.

Если увеличиваются разность длин траекторий и число Френеля, то усиливается потенциал экрана.

Количество звука, которое передает экран, может быть описано показателем **«потери звукопередачи»** (TL). Измерения для определения TL (дБ) должны быть сделаны в соответствии со стандартом ASTM E413-87 «Классификация уровней звукового воздействия».

TL определяется по следующей формуле:

$$TL = 10 \log_{10} [10^{(SPL_S/10)} / 10^{(SPL_R/10)}],$$

где SPL_S - уровень звукового давления на стороне источника, дБ;

SPL_R - уровень звукового давления на стороне приемника, дБ.

Для шумозащитных экранов вдоль дорог любым звуком, который передается через экран, можно пренебрегать, так как он будет слабее исходного звука по меньшей мере на 20 дБ (А).

Как эмпирическое правило можно принять, что любая конструкция, имеющая плотность по поверхности 20 кг/м^2 или больше, обеспечивает затухание звука по крайней мере на 20 дБ (А). Такой показатель адекватен общему снижению уровня шума на 10 дБ (А) из-за дифракции. При этом показатель плотности поверхности, равный 20 кг/м^2 , может быть достигнут за счет использования легких и более толстых или более тяжелых и тонких конструкций; Чем больше плотность материала, тем более тонкий слой может использоваться. TL также зависит от жесткости материала экрана и частоты звука от источника.

В большинстве случаев максимальное снижение шума, которое может быть достигнуто экраном, составляет 20 дБ (А) для стен и 23 дБ (А) для берм.

Некоторые системы экранов разработаны с отверстиями для сброса воды. При этом следует учитывать, что:

- маленькое (до 20 см в поперечнике) отверстие в шумозащитном экране дает приращение шума в пределах 1 дБ (А);
- отверстия должны иметь надлежащую защиту в виде решеток или стержней, чтобы ограничить вход мелких животных;

Существуют и другие показатели характеристик звукопередачи материала, один из них - **класс звукопередачи** (STC). STC - балльная оценка, по которой определяют, насколько кривая соответствует значениям TL, измеренным для частотных полос одной трети октавы между 125 и 4000 Гц. Сумма отклонений не должна превышать 32 дБ, при единичном отклонении - не более 8 дБ. Значение STC является значением TL при 500 Гц. Недостаток STC заключается в том, что этот показатель разработан для оценки снижения шума для частот, характерных для бытовых и офисных помещений, а не для более низких частот шума от движений транспортных средств. Для частот транспортного шума STC обычно на 5 - 10 дБ (А) больше, чем TL, и используется только для приближенных оценок.

2.3. АКУСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭКРАНОВ

Проектировать экран следует с целью снижения не только шума, но и его безопасности и технического обслуживания.

Акустическими целями проекта являются степень ослабления шума экраном (IL). IL определяется как разность между уровнем звука в данном приемнике до установки экрана и уровнем звука в том же самом приемнике после устройства экрана. Как правило, IL в 5 дБ (А) может ожидаться для приемников, чья линия приема звука (визирования) по отношению к дороге блокирована экраном. Общее эмпирическое правило - каждый дополнительный 1 м высоты экрана выше линии визирования обеспечивает дополнительное ослабление шума на 1,5 дБ (А).

Должным образом спроектированные шумозащитные экраны должны достигать IL около 10 дБ (А), что эквивалентно снижению в 2 раза восприятия шума для первой линии домов позади экрана. Для зданий, не находящихся непосредственно позади экрана, снижение шума может составлять от 3 до 5 дБ (А), что едва ощущается человеческим ухом (табл. 2).

Соотношение между требованиями к снижению шума экраном и сложностью получения этого снижения

Снижение шума экраном, дБ (А)	Сложность достижения	Снижение энергии звука, %	Субъективное снижение слышимости
На 5	Просто	68	Заметное
На 10	Достижимо	90	Половина слышимости
На 15	Очень сложно	97	Треть слышимости
На 20	Почти невозможно	99	Четверть слышимости

Шумозащитный экран должен быть достаточно высоким и длинным, чтобы только малая часть звуковой волны дифрагировала вокруг него.

Если экран недостаточно длинен, для зданий, находящихся ближе к его концам, снижение шума составит менее 5 дБ (А). Эмпирическое правило - экран должен иметь такую длину, чтобы расстояние между приемником и концом экрана было в 4 раза больше длины перпендикуляра от приемника до экрана (рис. 3). Другой вариант этого правила состоит в том, что угол между перпендикуляром от приемника до экрана и линией от приемника до конца экрана должен составлять не менее 80° .

Иногда для данной местности и геометрии проезжей части нет места, чтобы разместить экран надлежащей длины. В этих случаях проектировщики экрана могут предложить построить экран с концами, загнутыми внутрь.

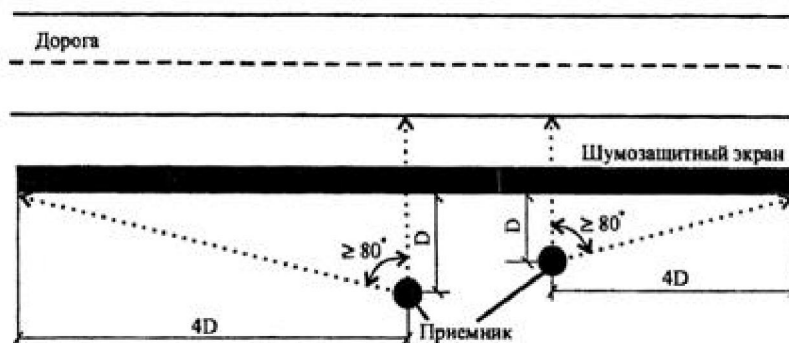


Рис. 3. Общее требование к размещению экрана
(*D* - расстояние от приемника до экрана)

Шумозащитные экраны, установленные вдоль дорог, обычно имеют вид стены, насыпи или их комбинации. Каждый вид обладает своими преимуществами и недостатками. Решение о выборе в качестве шумозащитного экрана стены или насыпи должно быть принято с учетом доступности территории, вида материала, его стоимости, эстетики и удобств для населения. С акустической точки зрения, при прочих равных условиях, экранирующая способность насыпи на 1 - 3 дБ (А) выше, чем для стены.

Этому способствуют несколько факторов. Во-первых, плоская вершина насыпи преломляет звуковые волны дважды, что приводит к более длинной разности хода и, таким образом, к большему ослаблению звука. Во-вторых, поверхность насыпи, по существу, относится к покрытой растительностью акустически мягкой поверхности с боковыми откосами, что также дает дополнительное ослабление шума. Однако насыпь значительно шире стены (под насыпь требуется большая площадь), а снижение шума на 1 - 3 дБ (А) в лучшем случае только едва ощущается человеческим ухом, поэтому акустическое преимущество насыпи не гарантирует ее экономическую целесообразность.

Экран без дополнительной обработки звукопоглощающим материалом может считаться звукоотражающим. Отражающий экран с одной стороны дороги может приводить к отражению некоторого количества звуковой энергии назад, на противоположную сторону дороги.

Обычно жители чувствуют усиление звука после того, как отражающий экран установлен на противоположной стороне дороги, хотя теоретически и практически доказано, что усиление звука в таких случаях не превышает 1 - 2 дБ (А). Это незаметно, но на противоположной стороне дороги люди могут чувствовать изменение качества звука, так как характеристика отраженного звука может отличаться от источника из-за изменения частот.

Вдоль дорог могут устанавливаться также параллельные экраны - два экрана, расположенные на противоположных сторонах дороги. В этом случае следует оценить возможность снижения эффективности каждого экрана из-за многократных отражений звуковых волн.

Такое снижение эффективности может составлять от 2 до 6 дБ (А), т.е. отдельно стоящий экран с эффективным снижением уровня шума на 10 дБ (А) может снижать уровень шума только на 4 - 8 дБ (А), если другой экран помещен параллельно рассматриваемому на противоположной стороне дороги.

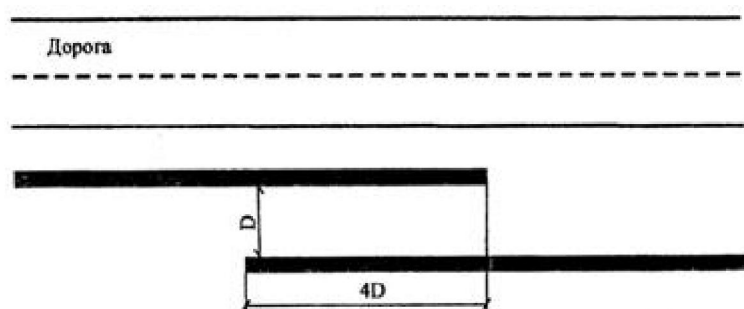
Проблемы, вызванные отражающими экранами, могут быть решены при использовании одного метода или комбинации следующих трех методов.

Первый метод. Для параллельных экранов необходимо, чтобы расстояние между ними в 10 раз превосходило их среднюю высоту. Соотношение 10:1 (w/h) значительно ослабит ухудшение их деятельности. Это может привести к уменьшению числа отражений звуковой волны между экранами и к ослаблению отраженного звука из-за рассеивания и поглощения звука в атмосфере.

Второй метод. На одну или обе стороны экрана наносится звукопоглощающий материал. Решение об использовании звукопоглощающего покрытия принимается с учетом экономических соображений, так как стоимость шумопоглощающего материала (вместе с работами), наносимого на экран во время строительства или после введения экрана в эксплуатацию, в США составляет от 75 до 118 \$/м². При средней стоимости базового варианта 97 \$/м², например, для экрана высотой 3,6 м это повлечет увеличение затрат на 0,4 млн. долл. на 1 км длины экрана.

Третий метод. Один или оба экрана устраиваются с наклоном в сторону от дороги. Исследования показали, что угол в 7° практически восстанавливает эффективность шумозащитных экранов. Однако для этого один экран должен располагаться выше другого.

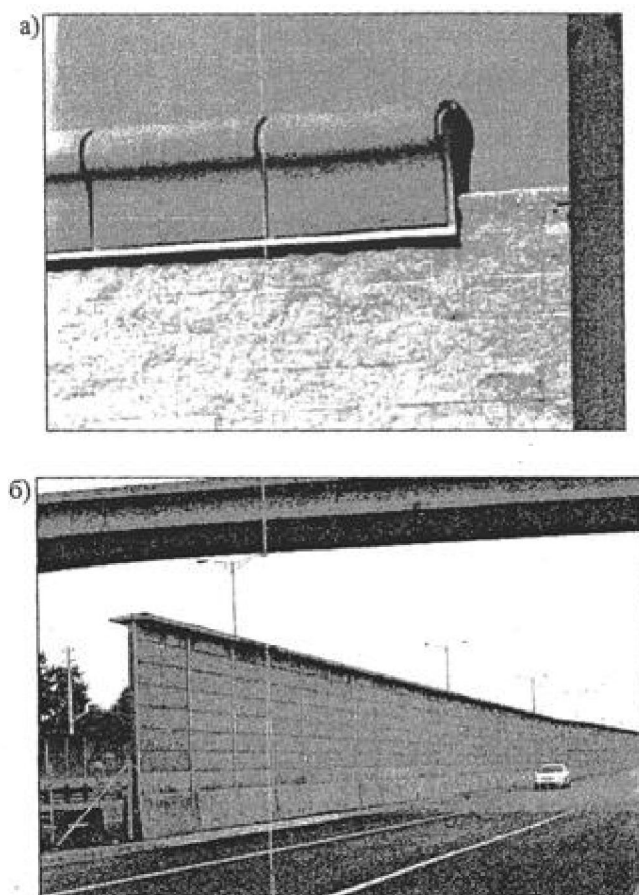
Экраны, которые перекрывают друг друга по длине, обычно создаются для обеспечения доступа для технического обслуживания, движения пешеходов и обеспечения безопасности. Общее эмпирическое правило - соотношение между длиной участка перекрытия и расстоянием между экранами должно быть 4:1, чтобы обеспечить незначительное ухудшение акустических характеристик экрана (рис. 4). Если соотношение 4:1 невозможно выполнить, необходимо рассмотреть условия нанесения шумопоглощающего покрытия на поверхность экрана.



*Рис. 4. Перекрывающиеся шумозащитные экраны
(D - расстояние между шумозащитными экранами)*

Экран, состоящий из железобетонных панелей и имеющий в плане вид зигзага или соединенных трапеций, удобен с точки зрения строительства, так как при этом не требуется возведение сложного фундамента. Этот тип экрана может также лучше визуальнo восприниматься пользователями дорог. Однако такая конфигурация не дает существенных дополнительных выгод для снижения уровня шума.

Исследования показали, что экран с Т-образным профилем вершины (рис. 5) обеспечивает снижение уровня шума, сопоставимое с более высоким плоским экраном, когда разность их высот равна ширине вершины Т-профиля. Когда эти два экрана имеют одинаковую высоту, экран с Т-профилем вершины показал дополнительное снижение уровня шума на 2,5 дБ (А). Y- и стреловидный профили также работают лучше, чем прямые верхние части, однако их эффективность снижения шума меньше по сравнению с Т-профилем.



*Рис. 5. Профиль верха экрана:
а- цилиндрический; б - Т-образный*

Цилиндрические, грушевидные, изогнутые и зубчатые вершины экранов не продемонстрировали преимуществ по сравнению с гладкими традиционными.

3. ТИПЫ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ

Ниже приведены сведения о различиях между двумя основными типами шумозащитных экранов и особенности, характерные для каждого типа. К основным типам шумозащитных экранов можно отнести:

- экраны на естественном основании;

- экраны на искусственных сооружениях.

3.1. ШУМОЗАЩИТНЫЕ ЭКРАНЫ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ОСНОВАНИИ

Установленные на грунте экраны представляют собой конструкции, смонтированные на грунтовом основании. Ниже рассмотрены три типа таких конструкций:

- шумозащитные насыпи;
- шумозащитные стены;
- комбинированные конструкции, состоящие из насыпей и стен.

Шумозащитные экраны, изготовленные из природных грунтов, таких, как грунт, камень, скала, в натуральном виде называются *шумозащитными насыпями* (рис. 6). Они устраиваются из местных или привозных материалов. Шумозащитные насыпи обычно занимают большую площадь по сравнению с экранами стенового типа, так как откосы насыпей должны обеспечивать достаточную устойчивость конструкции. Для большинства насыпей уклоны откосов принимаются 2:1 (на 2 м по горизонтали, 1 м по вертикали), в некоторых случаях используют уклон 1,5:1. Для насыпей, отсыпанных из скальных материалов (без дополнительного закрепления), допускается уклон 1:1. Верх насыпи может иметь минимальную ширину, исходя из условий устойчивости откосов, или быть плоским. Если насыпь имеет плоский верх, то площадь для всей конструкции возрастает, при этом легче проводить работы по содержанию, в дальнейшем можно нарастить насыпь без увеличения площади основания и использовать ее для посадки деревьев, установки экрана стенового типа, а также в качестве границы полосы отвода.

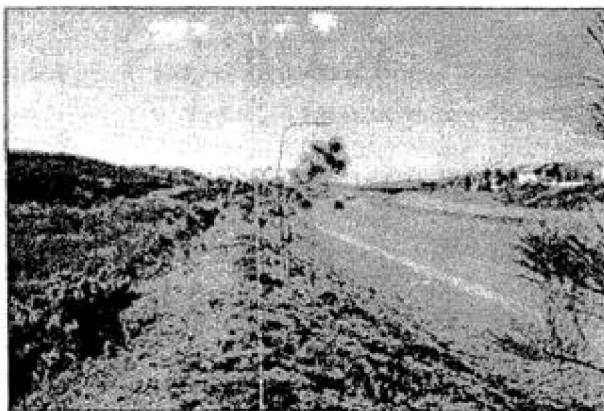


Рис. 6. Шумозащитная насыпь

Другие факторы, учитываемые при выборе насыпи как шумозащитной конструкции, следующие:

- требования к площади полосы отвода: уместается ли насыпь в существующую полосу отвода или необходимо ее расширение?
- размещение насыпи относительно границы полосы отвода: будет ли вся насыпь расположена в полосе отвода, за ее пределами или граница будет проходить по насыпи?
- визуальное восприятие насыпи со стороны дороги и прилегающей территории: будет ли насыпь выглядеть опасной для пользователей дорогой или жителей небольших домов, расположенных за ней?

- нужно ли сносить здания или вырубать деревья для устройства насыпи?
- требования эксплуатации и доступности: будет ли насыпь оставлена в естественном виде или облагораживаться и если да, то кем?
- устройство дренажа: какие дополнительные конструкции необходимы для предотвращения стока ливневых вод с насыпи на проезжую часть и подпора грунтовых вод?

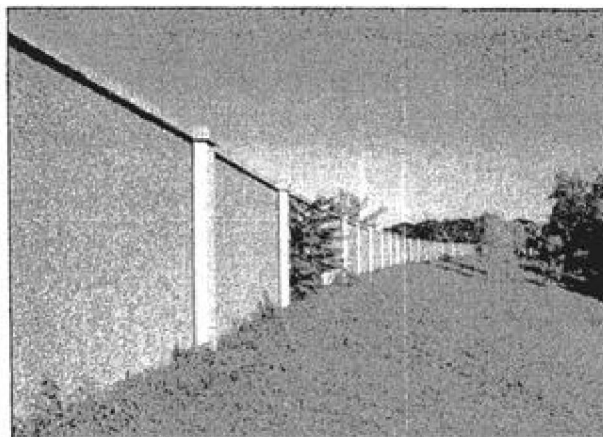


Рис. 7. Шумозащитная стена с панелями между стойками

Большинство конструкций **шумозащитных стен** (рис. 7) являются привозными, т.е. все конструкции изготавливаются на заводе, затем доставляются на место монтажа и собираются (за исключением монолитных конструкций). Ниже рассмотрены следующие типы шумозащитных стен:

- панели, размещенные между стойками;
- стены из камня и блоков;
- самонесущие шумозащитные стены (из предварительно напряженного железобетона, габионов);
- панели, вкопанные в грунт;
- монолитные бетонные стены.

Панели, размещенные между стойками: основными элементами таких конструкций являются опоры, фундаменты, панели и связи панелей с опорами.

Тип закрепления стоек обычно определяется проектной организацией с учетом несущей способности. Чаще всего применяются:

- железобетонные фундаменты с выпусками арматуры или болтами из фундамента - такие конструкции могут иметь вид бетонного цилиндра (кессона), ленточных фундаментов или стоек;
- железобетонные фундаменты с частично заглубленными стойками в армированный или неармированный монолит, заглубление осуществляется при изготовлении фундамента на месте с фиксацией стоек на период набора бетоном необходимой прочности;
- неармированные бетонные фундаменты с заглублением стоек на всю глубину (не доходя примерно 30 см до нижней плоскости фундамента);

- деревянные стойки, устанавливаемые в цилиндрические отверстия с засыпкой свободного пространства крупным щебнем.

Панели экранов или их компоненты обычно изготавливаются на заводе и транспортируются на место производства работ, размер и конфигурация панелей определяются проектом. За исключением конструкций с деревянными опорами и некоторых изделий, тип панелей мало зависит от типа опор. Например, стальные опоры могут использоваться для бетонных, деревянных и стальных панелей. Панели могут быть разделены на две основные категории - на всю высоту пролета (рис. 8) и сборные, укладываемые одна на другую.

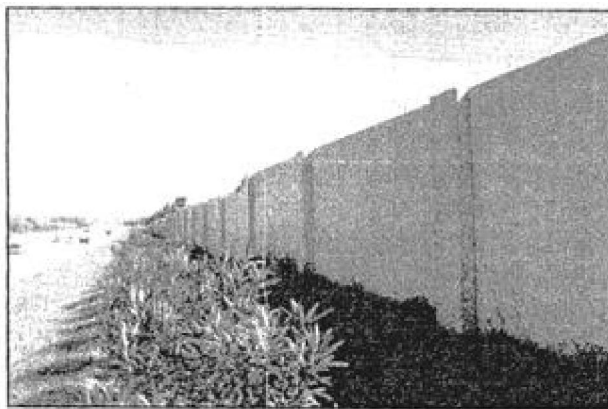


Рис. 8. Панель на всю высоту пролета

При выборе типа панели необходимо учитывать следующие факторы.

- Расстояние между опорами. Большее расстояние между опорами экономически выгоднее, но при этом может возникнуть необходимость установки сборных панелей. Длинные узкие панели обычно менее подвержены деформациям. Такие деформации значимы для межпанельных швов и стыков, связей между панелями и визуального восприятия.

- Требования к перевозке. В связи с ограничениями перевозимых по автомобильным дорогам грузов по высоте, крупноразмерные панели, монтируемые вертикально, следует транспортировать в горизонтальном положении, а на месте - поднимать их, что приводит к возникновению значительных боковых нагрузок.

- Ограничения по весу и размерам. Некоторые сборные конструкции могут иметь ограничения по весу и размерам.

- Акустические особенности. При устройстве шумозащитных экранов с применением сборных панелей особое внимание следует уделять изоляции горизонтальных швов между панелями.

- Эстетические соображения. Сборные панели по своей конструкции образуют горизонтальные швы, при заделке которых необходимо учитывать не только технические аспекты, но и эстетику (рис. 9). Горизонтальные швы панелей могут улучшать эстетическое восприятие шумозащитного экрана.

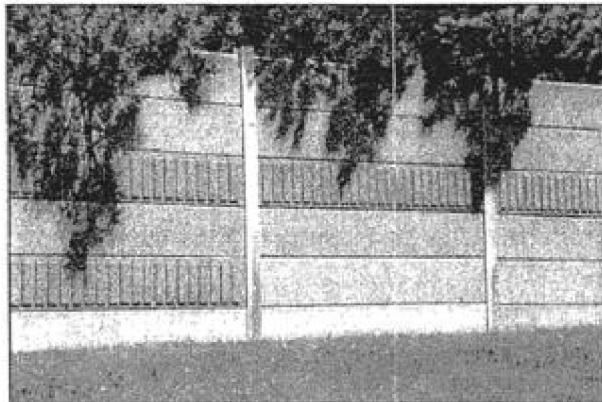


Рис. 9. Стойки и сборные панели малой высоты

- Особенности монтажа. Для монтажа бетонных панелей требуется грузоподъемное оборудование, особенно для панелей из тяжелого бетона. В некоторых случаях (например, если в экран должен быть «врезан» пешеходный переход или мост) возникают сложности при монтаже конструкций. С другой стороны, использование крупноразмерных панелей требует меньшего числа подъемов и монтажных операций и снижает количество швов и стыков.

- Удобство в эксплуатации. Необходимо учитывать возможность замены элемента экрана в случае его повреждения. Даже при незначительном повреждении крупноразмерной панели требуется ее замена, в то время как для более узких панелей расходы на замену будут значительно меньше. Вновь монтируемый элемент по материалу, цвету, текстуре для крупноразмерных панелей должен быть аналогичен заменяемому, в то время как для узких панелей допустимо некоторое разнообразие. Следует учитывать, что при операциях демонтажа-монтажа возможно дополнительное повреждение элементов.

- Связь панели и опор. Для связи панели с опорой существует несколько различных способов. При выборе метода связи наиболее значимы конструктивные и акустические соображения, особенно при использовании разнородных материалов, таких, как сталь, алюминий, пластмасса, стекло и др. Стык панели с опорой не должен ухудшать акустические характеристики экрана, поэтому панели должны плотно прилегать к опоре по всей площади поверхности.

Любой изоляционный материал должен обеспечить плотный стык на расчетный срок службы конструкции. Стык должен обеспечивать минимизацию повреждений, которые могут возникнуть при вибрации, незначительных толчках и смещениях панели или опоры.

Наиболее важные технические особенности, относящиеся к стыкам, приведены ниже.

Постоянная нагрузка от панели обычно трансформируется на стыке в точечную нагрузку на фундамент или на верх каждой опоры, если панель навешивается на нее. Передача нагрузки на привариваемые, навешиваемые на свободные петли или фиксируемые болтами панели различна.

Ветровая нагрузка - даже если расположение панели относительно господствующих ветров способствует равномерному распределению нагрузки на обе опоры, расчет должен производиться для полной нагрузки на одну опору.

Наклонные опоры и панели применяются в случаях, когда вертикальные стены не могут обеспечить требуемую шумозащиту. Этот тип экранов обычно изготавливается из предварительно напряженных железобетонных элементов, однако известны и наклонные экраны из дерева.

Так как угол отклонения таких экранов обычно около 10° , сторона, обращенная к жилому сектору, не мешает людям. С эстетической точки зрения переход от вертикальных стен к наклонным оказывает благоприятное впечатление.

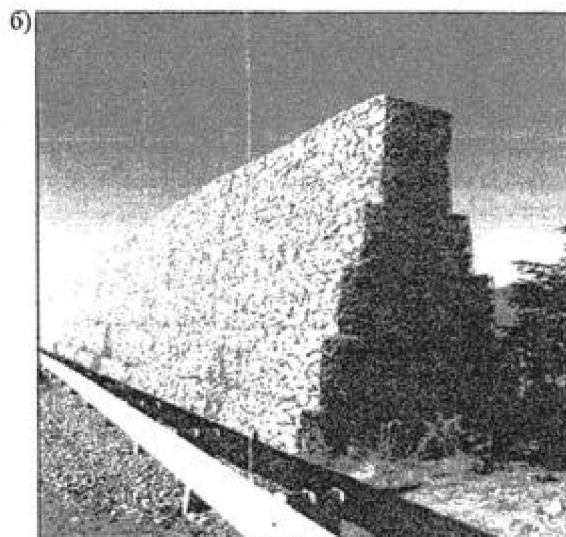
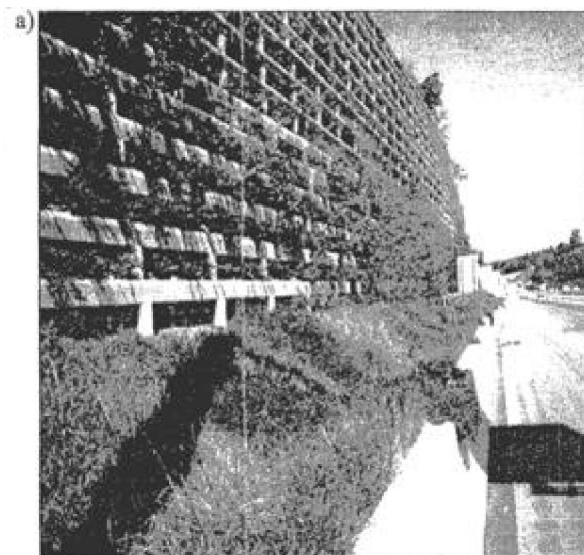
Стены из камня и блоков устраиваются на ленточном фундаменте. В некоторых случаях экраны такого типа кладутся на балки, опирающиеся на фундаменты стоек опор.

Самонесущие шумозащитные стены не имеют промежуточных опор и делятся на три основных типа:

- из готовых бетонных элементов;
- из элементов решетчатого типа с посадкой растений;
- кладка из габионов.

Экраны из готовых бетонных блоков обычно собираются в виде ломаной зигзагообразной стены или в виде трапеций.

Экраны из элементов решетчатого типа с посадкой растений обычно изготавливаются из материалов со стабильной структурой типа бетона или пластика, с ячейками, которые заполняются грунтом с растениями (рис. 10,а). Для таких экранов чаще всего используются ленточные бетонные фундаменты. В зависимости от конструкции и вида растений экраны могут опираться и непосредственно на грунт. При устройстве данных экраном следует обращать особое внимание на возможности соответствующего ухода за растительностью и замены или ремонта отдельных элементов.



*Рис. 10. Самонесущие шумозащитные стены:
с растениями в бетонных ячейках; б - из габионов*

Кладка из габионов (рис. 10,б) устраивается из крупного дробленого щебня, уложенного на жесткую сетку. Из эстетических соображений сетка может изготавливаться из пластика различных цветов. Сетки укладываются одна на другую в виде стены, имеющей в разрезе пирамидальный профиль. Габионные экраны обычно устраиваются на хорошо дренирующих уплотненных грунтах. Структура такого экрана достаточно гибкая, чтобы выдерживать незначительные деформации основания. В некоторых случаях такие экраны могут служить сеткой для декоративных растений.

Панели, вкопанные в грунт и изготовленные из железобетона или древесины, вкапываются в грунт без устройства фундамента. В таких системах наземная часть панелей соответствует расчетной высоте экрана, стыковка панелей - «паз в выступ». Это позволяет получать различный в плане профиль экрана, однако из-за неравномерной просадки грунта верх экрана может выглядеть неровным. Просадки грунта могут приводить к раскрытию стыков, а также к отклонению отдельных панелей от вертикали.

В некоторых случаях бывает необходимо и целесообразно засыпать часть шумозащитного экрана грунтом со стороны жилых застроек или проезжей части. Такие конструкции хорошо работают при расположении экранов вблизи оползающих склонов или в выемках.

В данном случае производится монтаж панелей экрана на обычный фундамент с обратной засыпкой одной стороны на высоту до 50 см от уровня земли. При этом следует провести тщательный анализ системы, чтобы убедиться, что панели, опоры и стыки могут выдержать дополнительную постоянную нагрузку от досыпаемого грунта. Дренаж стен следует устраивать так, чтобы избежать подпора воды, переувлажнения грунта обратной засыпки и заиливания дренажных отверстий. Другие типы шумозащитных экранов (из бетонных блоков, самонесущих и др.) также могут рассматриваться для обратной засыпки, но только после анализа указанных выше факторов. Комбинация подпорных стен и шумозащитных экранов обычно требует большей глубины обратной засыпки, данный вопрос выделен в отдельную разновидность и рассмотрен ниже.

Монолитные железобетонные шумозащитные конструкции устраиваются непосредственно на месте (рис. 11). Их строительство включает выемку грунта для фундамента, монтаж опалубки, установку арматуры, укладку бетона, уплотнение и отделку. За исключением некоторых элементов фундамента, такие системы значительно отличаются от шумозащитных сборных конструкций стенового типа с точки зрения строительства, архитектуры, эстетики и методов контроля качества.

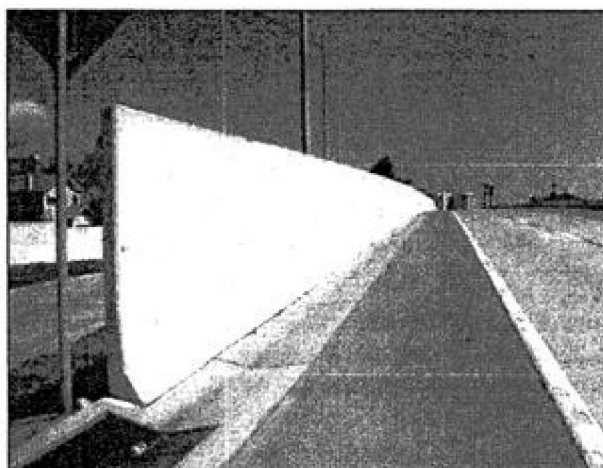


Рис. 11. Монолитный железобетонный шумозащитный экран

Многие эффективные шумозащитные экраны получаются путем применения в нижней части насыпи из грунта с размещением на ее верху дополнительной стенки (рис. 12). Для таких комбинированных шумозащитных экранов необходимо учитывать следующие факторы.

- Нагрузка на насыпь и реакция грунта насыпи зависят от пролета стены. Грунт насыпи отличается от обычных грунтов. Такие факторы, как внутреннее трение и нагрузки на грунт насыпи, должны рассматриваться особенно тщательно, например, должны учитываться площадь между фундаментом стены и откосами насыпи во избежание возникновения срезающих нагрузок.

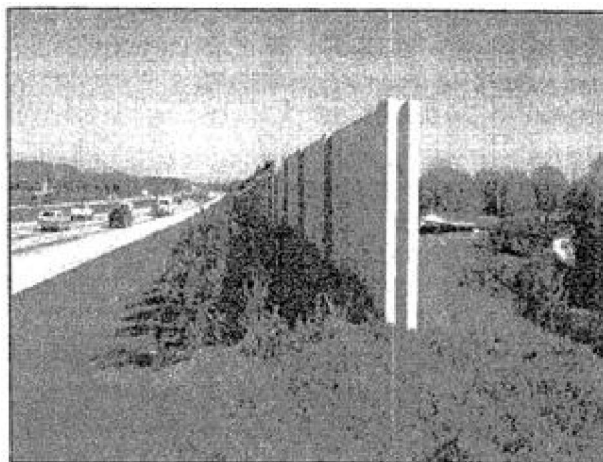


Рис. 12. Комбинация шумозащитной насыпи и экрана

- Площадь плоской вершины насыпи должна обеспечивать стабильность основания стены. Для этого минимальная ширина площадки по верху насыпи должна быть не менее 2 м. Это позволит избежать эрозии откосов.

3.2. ШУМОЗАЩИТНЫЕ ЭКРАНЫ НА ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Методы установки экранов на существующих и новых мостах несколько отличаются. На последних такие экраны запроектированы заранее.

Конструкции экранов достаточно близки, и их можно разделить на следующие категории:

Шумозащитные экраны на парапетах. Такие экраны обычно крепятся на высокопрочных болтах или заглубляются в вершину парапета. На новом сооружении такие болты часто устанавливаются в формы до заливки бетонной смеси. В существующих парапетах болты могут быть закреплены механически или приклеены. Получение ровной или криволинейной поверхности верха экрана возможно, если каждая панель выполнена под определенное место, особенно при нестабильных отметках верха парапета.

Вставляемые в парапет элементы. Этот метод должен рассматриваться только для новых мостов. Элементы шумозащитного экрана вставляются в специальные пазы, устраиваемые при изготовлении парапетного ограждения.

Элементы, монтируемые на внешней стороне парапета. Этот метод подходит для существующих и новых мостов. Панели экрана обычно присоединяются к внешней стороне парапета одним из четырех методов.

- *Механический крепеж* состоит из конусообразной самозаклинивающейся гайки, которая вставляется в специально выполненное в парапете отверстие. При вворачивании болта гайка

раздвигается и заклинивается в отверстии, обеспечивая прочное закрепление. Эта система используется для бетонных парапетов и не может применяться в местах, где такое крепление будет подвергнуто постоянным колебаниям от движения транспортных средств и ветровой нагрузки.

- **Химическое закрепление** обычно осуществляется двухкомпонентным эпоксидным клеем, заливаемым в просверленные или заранее отформованные отверстия в бетонной стене и затем смешивающегося при проворачивании болта в отверстии. Этот метод более пригоден для старых мостов и участков, где крепеж подвергается колебаниям.

- **Крепеж болтами через сквозные отверстия в парапете** проводят длинными болтами, которые вставлены в сквозные отверстия, просверленные в стенках парапета. Этот метод исключает большинство проблем, связанных с долговечностью крепежа, однако при его осуществлении могут разрушаться существующие конструкции и может снизиться несущая способность парапета.

- **Анкерные болты** менее распространены, хотя эта система закрепления является наиболее эффективной и наименее разрушительной из всех методов. При этом могут возникнуть некоторые трудности в соблюдении допусков на расположение болтов при укладке бетонной смеси.

Безопорные панели. Такие системы устанавливаются на скрытые опоры или монтируются вообще без опор и обычно располагаются:

- **на вершине парапета:** панели (из относительно легких материалов) прикреплены болтами к двум параллельным стальным уголкам, вмонтированным в верх парапета;

- **на внешней стороне парапета:** панели прикрепляются анкерными болтами к парапету или через него; в этом случае необходимо предусмотреть меры обеспечения акустической герметичности и точности стыковки смежных панелей.

Шумозащитные экраны из каменной кладки устраиваются способом, подобным установке их на земле за исключением того, что в них монтируются анкерные выпуски для крепления к парапету железобетонного моста. Стена шумозащитного экрана может быть усилена за счет вставки арматурных стержней и заполнения бетонной смесью пустот блоков.

Экраны, изготавливаемые вместе с парапетной стенкой. Этот тип шумозащитного экрана может применяться на участках, где необходимы относительно низкие экраны, или в местах, где имеются ограничения по установке любых других типов экранов.

Экраны, устанавливаемые на параллельной парапету дополнительной конструкции. Этот тип шумозащитного экрана менее распространен, чем другие. Устройство параллельной конструкции особенно подходит для старых или ослабленных мостов, конструкции которых не способны выдержать нагрузки от шумозащитного экрана.

Размещение шумозащитного экрана на существующем мосту увеличивает напряжения, вызываемые дополнительной статической и вращательной нагрузками, на которые мост, возможно, не был рассчитан. Это может привести к необходимости усиления конструкций моста. Дополнительно следует рассмотреть возможность снижения веса конструкций экрана за счет применения материала с меньшей плотностью или снижения высоты экрана. Помимо очевидных дополнительных затрат на проведение таких работ следует учитывать также затраты на:

- содержание экрана;
- безопасность движения транспортных средств на мосту и под ним;

- доступность участков, требующих модификации;
- колебания моста в результате движения транспортных средств;
- колебания моста от строительных работ;
- возможные воздействия на окружающую среду.

Влияние шумозащитных экранов на прочностные характеристики нового моста. При увеличении дополнительных затрат появляется возможность запроектировать шумозащитный экран как неотъемлемую часть общей конструкции моста, что позволит решить большинство проблем, характерных для существующих мостов.

Возможность механических повреждений шумозащитного экрана. Близость шумозащитного экрана к проезжей части моста обычно делает его значительно более подверженным повреждениям, которые могут возникнуть в результате ударов транспортными средствами, осколками камней, частями транспортных средств для снегоочистки или распределения противогололедных материалов в зимний период.

При рассмотрении вопроса безопасности шумозащитного экрана в случае его падения или аварийного разрушения должны учитываться:

- расстояние до смежных землепользователей и виды землепользования;
- местонахождение шумозащитного экрана на мосту;
- дополнительные крепежные детали для фиксации конструкций экрана;
- масса, тип и количество элементов частей шумозащитного экрана;
- любые механизмы и приспособления (внутренние или внешние по отношению к конструкции экрана), предназначенные для сохранности элементов.

Другие проблемы, связанные с безопасностью. Близость установленных на мостах шумозащитных экранов к транспортному потоку вызвала проблемы, связанные с расстоянием от крайней правой полосы движения до экрана, затенением от экрана, которое увеличивает риск обледенения проезжей части и неблагоприятное влияние на освещенность.

Эксплуатационные особенности. Скопление снега и ограничения в его складировании, сложности для работы бригад по эксплуатации и осмотру конструкций мостов и обслуживанию шумозащитного экрана, включая мойку, ремонт повреждений, покраску и т.д., подлежат учету на всех стадиях проектирования и строительства. Эти проблемы, кроме осмотров мостов, относятся и к установленным на грунте конструкциям. При этом должны учитываться стесненные условия работы и близость движущихся транспортных средств.

Шумозащитные экраны на подпорных стенках. Подпорные стенки обычно устанавливаются, чтобы предохранить проезжую часть от оползания или заплывания грунтом на участках, где она проходит в выемке или полувыемке. В таких случаях возможно устройство шумозащитного экрана как части подпорной стенки или как элемента обустройства, находящегося от нее в непосредственной близости. Хотя требуемая высота экрана может обеспечиваться за счет размещения бермы позади подпорной стенки, это может изменить нагрузки на подпорную стенку. Поэтому шумозащитный экран обычно создается на или около подпорной стенки.

Необходимая высота шумозащитного экрана может быть достигнута следующими способами:

- увеличением высоты подпорной стенки;
- установлением одной из шумозащитных стен панельного типа или сборной из блоков, кирпичной или каменной на вершине подпорной стенки;
- закреплением элементов шумозащитного экрана к сторонам подпорной стенки, используя методы соединения шумозащитных экранов с мостами;
- независимо от того, является ли подпорная стенка новой или существующей, она должна выдерживать дополнительные статические нагрузки и нагрузки кручения от шумозащитного экрана, размещенного на ней.

Шумозащитный экран позади подпорной стенки. При расположении экрана позади подпорной стенки следует учитывать передачу нагрузки (статической и кручения) на грунт позади подпорной стенки и непосредственно на ее основание. По сравнению с экраном, устанавливаемым на вершине подпорной стенки, такое размещение экрана создает проблемы, связанные с образованием области между экраном и фасадом подпорной стенки, которые включают:

- обслуживание и создание искусственного ландшафта;
- проложение дренажа;
- безопасность эксплуатации.

Шумозащитный экран на или позади установленной на грунте подпорной стенки. Существуют случаи, когда проезжая часть проходит по подрезанному склону, который защищается противооползневыми системами, чтобы закрепить и (или) сохранить грунтовую массу позади стены. В этом типе подпорной стенки «сохраненная» грунтовая масса - это поддерживающая среда подпорной стенки. В то время как некоторые виды подпорных стен обычно включают бетонные конструкции различной формы, конструкции экрана не являются несущими и не способны выдерживать нагрузку. Ниже рассмотрены два типичных метода преодоления этих ограничений:

- шумозащитный экран со смещением, который расположен не встык к подпорной стенке, а находится на некотором расстоянии от фасада подпорной стенки;
- независимое основание - опоры кессонного типа - устанавливается в исходном грунте до устройства защиты склона от оползания или обратной засыпки.

При этом система защиты склона от оползней должна обходить места установки фундамента шумозащитного экрана. По этой методике шумозащитные экраны могут быть размещены несколько ближе к подпорной стенке, но тем не менее должен выполняться тщательный анализ величины нагрузки.

Шумозащитный экран в комбинации с предварительно смонтированной подпорной стенкой или позади нее. Существует большое количество проектных решений подпорных стен из бетонных, металлических и пластмассовых компонентов. Шумозащитные экраны не могут монтироваться непосредственно на вершине таких систем. При их устройстве необходимо учитывать те же факторы, что и в случае размещения экрана позади подпорных стен.

4. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ И ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ

4.1. БЕТОН

Бетон - один из наиболее широко распространенных конструкционных материалов (рис. 13). С известным приближением, бетон - это затвердевшая смесь минерального вяжущего (чаще всего портландцемента), крупных и мелких заполнителей, воды и добавок, изменяющих скорость твердения, количество вовлеченного воздуха, прочность, удобоукладываемость и пористость. Для монолитных конструкций бетонная смесь обычно доставляется на место производства работ автомобилем-миксером, для незначительных объемов допускается приготовление ее на месте. Сборные изделия изготавливаются на заводах железобетонных изделий.

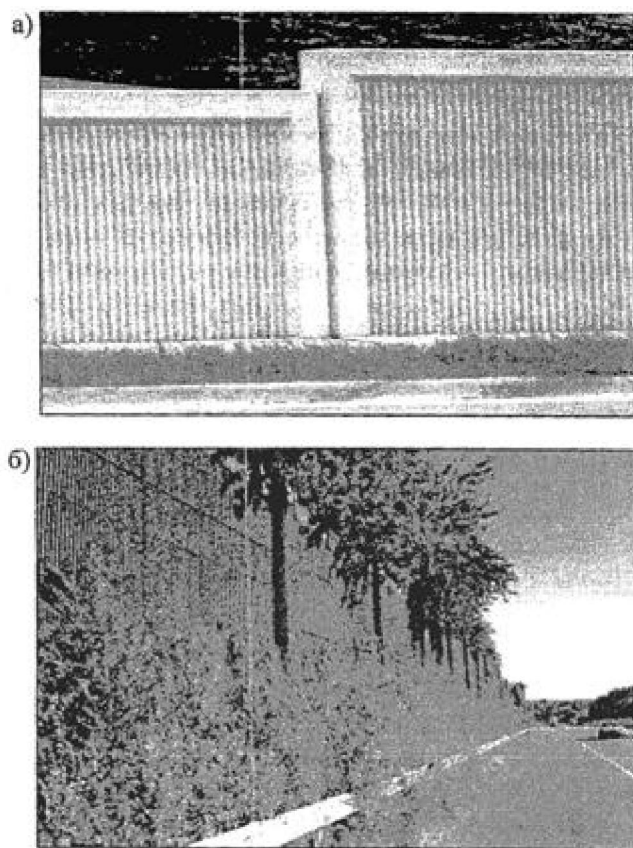


Рис. 13. Разновидности (а, б) бетонных шумозащитных экранов

Почти половина шумозащитных экранов в Северной Америке в настоящее время изготавливаются из бетона. Бетонные конструкции (сборные или монолитные) при правильном изготовлении и применении являются одними из наиболее долговечных материалов для многих дорожных конструкций, включая шумозащитные экраны. Этот материал способен противостоять высоким и низким температурам, солнечному свету, влажности и соли. Обычно окрашивается поверхность железобетонных изделий или вводятся пигменты в бетонную смесь перед формованием, при этом окраска сохраняется длительное время.

Кроме того, бетон пригоден почти для всех методов монтажа, включая опоры, заглубление, ленточные фундаменты, на вершинах насыпей и подпорных стенок. Монолитные бетонные стены

обычно используются на мостах и подпорных стенках из-за их гибкости в устройстве, высокой прочности конструкции и устойчивости к разрушению при ударе транспортного средства.

Существуют два основных типа бетонной смеси - вибропрессованные и литые. Смеси в основном состоят из заполнителя, портландцемента и воды. Основная разница между этими смесями - количество используемой воды.

Литой бетон бывает монолитным и формованным (вибрированным). Литая бетонная смесь представляет собой смесь с содержанием достаточного количества воды, чтобы обеспечить надлежащую химическую реакцию между всеми компонентами смеси и сформировать достаточно сильное их сцепление между собой. Бетонную смесь следует оставить в опалубке приблизительно на 8 ч. Литая бетонная смесь лучше заполняет опалубку, чем вибропрессованная, и позволяет получать сложные формы опалубки. Этот вид смеси может использоваться как для устройства монолитных конструкций, так и для сборных.

Вибропрессованная бетонная смесь содержит значительно меньшее количество воды, по сравнению с литой смесью достаточное только для того, чтобы позволить материалу сохранить форму после уплотнения. Это дает возможность немедленно снять опалубку после формования. Цемент в изделии гидратируется при пропаривании или выдерживании в нормальных условиях. Такие смеси не подходят для панелей со сложной поверхностью. Этот тип бетона обычно имеет более высокие прочностные показатели, чем литой бетон.

Высота сборных панелей составляет около 4,5 м из-за ограничений при перевозке. Минимальная толщина непосредственно связана с толщиной защитного слоя бетона, требуемого для арматуры или закладных деталей, и составляет около 100 мм плюс дополнительные 25 мм на создание поверхностной текстуры.

Минимальная толщина монолитных конструкций приблизительно равна 150 - 200 мм из-за необходимости уложить и уплотнить бетонную смесь вокруг арматурных стержней.

Преимущества сборных конструкций. Сборные панели могут быть быстро смонтированы при наличии соответствующего оборудования. При этом минимизируются временные ограничения движения транспортных средств. С другой стороны, при применении подъемного крана и панелевоза, которые необходимы при монтаже панелей, иногда требуется закрытие полосы движения.

Повторное использование сборных панелей. Сборные бетонные стены могут быть демонтированы и использованы для временных конструкций и стационарных шумозащитных экранов.

Преимущества монолитных конструкций. Изготовление конструкций на месте обычно выполняется для того, чтобы минимизировать транспортные расходы, когда завод ЖБИ находится на значительном расстоянии. Сборные конструкции почти всегда имеют более высокий уровень качества при производстве, обработке и транспортировании, чем уровень, который может быть достигнут при монолитном строительстве. В итоге в конструкциях монолитного типа будет проявляться больше недостатков, что влечет за собой более высокий уровень контроля качества.

Учет региональных различий. Железобетонные изделия подходят для любых климатических условий. Однако характеристики бетона должны меняться в зависимости от региона. Например, для северных регионов соле- и морозостойкость бетона будет одним из определяющих факторов. В регионах с теплым климатом более важен коэффициент линейного расширения бетона.

Контроль качества. Для всех испытаний важно отобрать образцы, которые действительно будут представлять свойства готовых изделий или материалов, используемых при получении бетонной смеси.

Подвижность бетонной смеси (только для литых смесей): Это испытание определяет удобоукладываемость бетонной смеси и является основным показателем количества воды в смеси.

Содержание воздуха (только для литых смесей). Этот показатель характеризует долговечность бетона, который может часто подвергаться замораживанию и оттаиванию.

Предел прочности при сжатии. Это испытание определяет максимальный предел прочности при сжатии образцов бетона.

Определение пористости (для вибропрессованного бетона). При этом испытании определяют форму и размер пустот в образцах бетона.

Морозостойкость в растворе солей. Это испытание позволяет до некоторой степени определить стойкость бетона к воздействию растворов противогололедных солей и одновременному попеременному замораживанию-оттаиванию.

Плотность. По плотности бетона можно судить о степени уплотнения, которому бетонная смесь была подвергнута в форме: Чем более плотное изделие, тем лучше качество бетона (при прочих равных условиях).

Водопоглощение. В результате этого испытания можно определить количество воды, которое образец может поглощать за данный период времени. Чем больше водопоглощение, тем ниже его качество.

Минимальная толщина защитного слоя. Изготовители должны гарантировать, что минимальная толщина защитного слоя бетона выдерживается во время формования. Защитный слой бетона над арматурой служит для предотвращения или замедления скорости проникания соли с водой к металлу арматуры, что может привести к коррозии и последующему разрушению поверхности бетона наряду с ухудшением его структурных свойств.

Габариты и допуски. Сборные или монолитные железобетонные изделия должны быть проверены на соответствие размеров проектным.

Внешний вид. Сборные и монолитные железобетонные конструкции должны быть визуально обследованы с целью определения любых необычных и нежелательных особенностей, которые могут повлиять на прочность, долговечность и соответствие назначению стены шумозащитного экрана, типа раковин, царапин, трещин и лакун.

Однородность по цвету. Однородность цвета панелей достаточно трудно достичь, однако это важный эстетический показатель. Чтобы гарантировать цветовую совместимость нескольких панелей, более эффективной может быть окраска поверхности, чем использование пигментов в бетонной смеси.

4.2. КИРПИЧНАЯ, КАМЕННАЯ И БЛОЧНАЯ КЛАДКА

Кирпич производится из смеси глины и песка, которая формуется и помещается в печи для сушки и обжига, чтобы увеличить прочность и долговечность кирпича. Кирпич может быть различных размеров, но чаще всего в США он имеет размеры 70×95×200 мм. Блоки для кладки изготавливаются из вибропрессованного бетона. Эти блоки также могут иметь любые размеры, но

чаще всего выпускаются толщиной от 200 до 300 мм, высотой от 200 до 250 мм, длиной от 355 до 460 мм.

Кирпичные и блочные стены (рис. 14) укладываются вручную или в виде заранее смонтированных панелей. В некоторых случаях кирпич используется как вставка на блоке каменной кладки или монолитных стенах.

Все кирпичные и блочные стены возводятся на непрерывном ленточном бетонном фундаменте. Стена должна быть закреплена арматурными стержнями. Также необходимы вертикальные и горизонтальные арматурные стержни непосредственно в стене, чтобы обеспечить прочность конструкции. Заранее смонтированные панели обычно имеют соответствующие выпуски арматуры и закладные детали.

Бетонные блоки менее пригодны для северных регионов, где они подвергаются частому воздействию противогололедных реагентов.

Предел прочности при сжатии. Кирпичи, бетонные блоки, а также бетон фундамента и опор должны быть проверены на прочность при сжатии как конструктивные элементы системы.

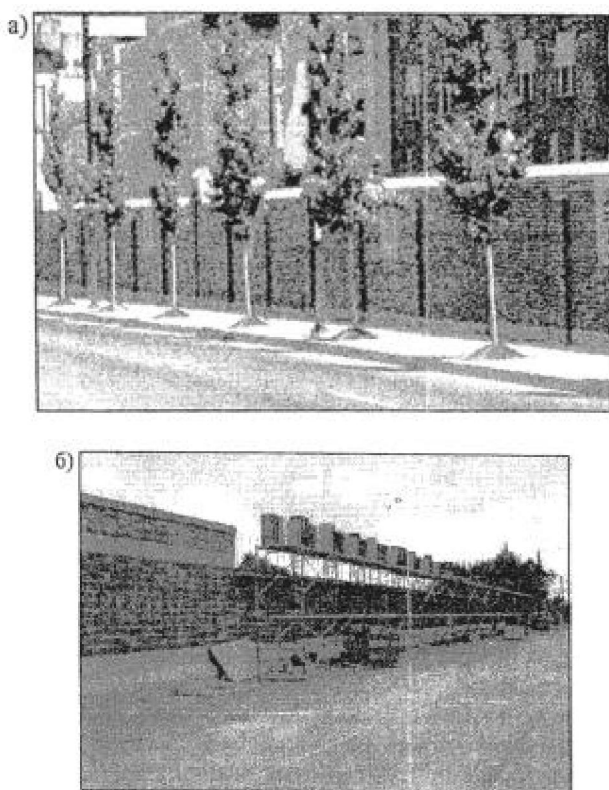


Рис 14. Шумозащитный экран:

а - кирпичный; б - блочный

Габаритные размеры. Для бетонных блоков и кирпичей, отправляемых на поддонах, необходимо проверить только габариты одной единицы на поддоне.

Кладочный раствор, используемый в большинстве шумозащитных экранов из бетонных блоков, - неотъемлемая часть конструкции, по сути дела он противостоит боковым нагрузкам на стену. Поэтому *качество кладочного раствора* также должно проверяться.

4.3. МЕТАЛЛЫ

Наиболее часто используются сталь, алюминий, нержавеющая сталь.

Сталь. Сталь - наиболее дешевый и широко используемый в строительстве металл (рис. 15,а). Большинство стальных панелей, опор и горизонтальных перехватов представлены покрытыми полихлорвиниловыми пастами, порошками, эмалевыми красками или материалом гальванизации; облицованы нержавеющей сталью.

Алюминий. Легкий металл, обычно получаемый из бокситов и покрываемый порошковой оцинковкой (*не аналог оцинкованным покрытиям*), эмалевыми красками или анодирован (рис. 15,б).

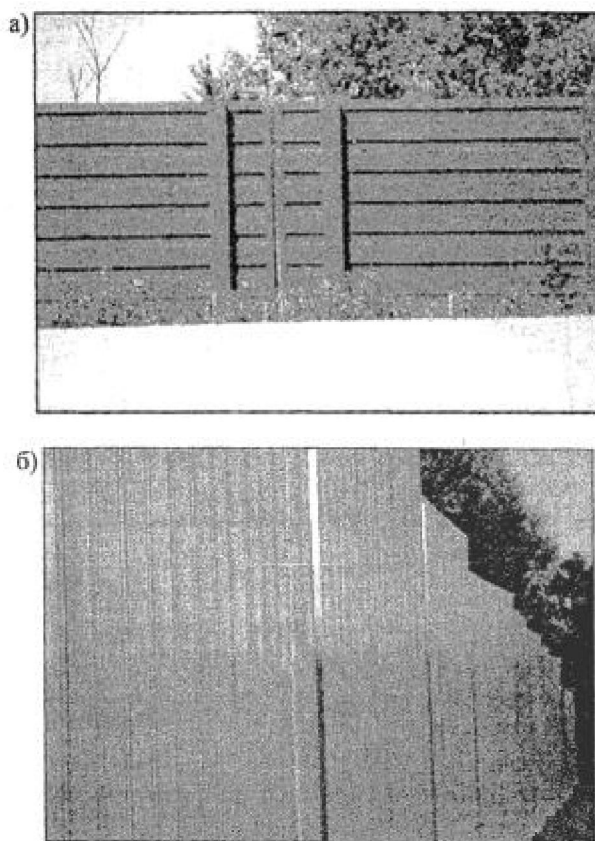


Рис 15. Шумозащитный экран:
а - стальной; б – алюминиевый

Нержавеющая сталь - долговечный и не поддающийся коррозии сплав железа, углерода, никеля и хрома. Так как этот материал практически не поддается коррозии, его поверхность не защищается.

Металлические панели по сравнению с бетонными имеют преимущество в массе на 1 м^2 , которое делает их особенно полезными для вертикального расположения шумозащитных элементов, установки на существующих подпорных стенках или мостовых сооружениях.

Металл может использоваться в любой местности. Нержавеющая сталь применяется чаще всего, когда ржавые панели из обычной стали могут окрасить смежный бетон.

Несовместимость различных металлов. Следует обратить внимание на то, чтобы различные металлы, которые входят в контакт друг с другом, не оказывали взаимного неблагоприятного воздействия. Это особенно важно для алюминия и стали. Алюминий действует подобно цинку в материале гальванизации, где становится растворимым элементом и распадается в течение короткого периода времени.

Звукоизоляционная способность. Большинство металлических защитных покрытий не соответствуют минимальным требованиям по звукоизоляции. Однако, добавляя гофрированные элементы или нервюры к профилю материала панелей, можно улучшить их акустические свойства.

Внешний вид. Иногда металлические стены создают впечатление индустриального ландшафта, который может быть нежелательным.

Наращивание. Горизонтальные связи в комбинации с горизонтально установленными гофрированными или гофрированными металлическими панелями обеспечивают возможность поднятия стены.

Отраженный свет. Металлические экраны характеризуются свойством отражения света фар и солнца. Эта проблема рассмотрена более подробно ниже.

Электропроводность. Все металлы электропроводны, поэтому следует избегать установки металлических стен шумозащитного экрана около силовых кабелей, если все металлические компоненты не могут быть должным образом заизолированы.

Толщина конструкции. Металлические панели шумозащитного экрана обычно очень тонкие, что делает их восприимчивыми к повреждениям в результате внешних воздействий. Необходимо учитывать все эти факторы при выборе толщины панели, прочности конструкции, которая может быть достигнута путем гофрирования и увеличения расстояния от проезжей части.

Контроль качества металлических панелей

Размеры профиля, габариты и толщина. Любое отклонение от указанных в проекте значений изменит прочность конструкции, ее долговечность или акустические свойства.

Толщина слоя оцинковки, окраски, металлизации или пластика должна гарантировать долговечность.

Ускоренные испытания на стойкость к воздействию погодных условий. В результате этого испытания можно судить о том, как покрытие противостоит влажности, высоким температурам и резкому световому режиму. Для испытания обычно используются небольшие образцы, которые подвергаются воздействию водного аэрозоля и усиленного ультрафиолетового облучения при повышенных температурах (приблизительно 63°C). Хотя ускоренные методы не дают истинных представлений о фактических условиях эксплуатации, они обеспечивают сравнение свойств материалов и прогноз долговечности материала при реальных климатических условиях.

Коррозионная стойкость. Определяется эффективность защитных покрытий по предотвращению коррозии металлических поверхностей, на которые они наносятся. Традиционный метод испытаний - подвергнуть образец металла с нанесенным покрытием попеременному или совместному воздействию соли и влаги.

Прочность конструкции. Отдельные тонкие листы металла не могут сопротивляться ветровым нагрузкам, которым подвергаются панели шумозащитного экрана. Поэтому панели, изготовленные из этого типа материала, необходимо подвергнуть некоторому предварительному напряжению прежде, чем они будут использованы в экране.

Свойства металла. Хрупкость, твердость и предел прочности металла должны быть проверены соответствующими стандартными методами испытаний. Все металлические панели должны сопровождаться сертификатами изготовителя.

4.4. ДРЕВЕСИНА

Большинство деревянных шумозащитных экранов изготавливается из клееной фанеры (рис. 16), древесины и клееных конструкций (рис. 17).

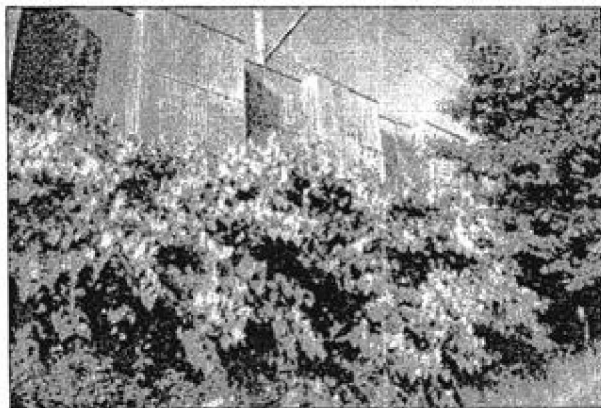


Рис. 16. Шумозащитный экран из фанеры

Для шумозащитных экранов могут использоваться различные породы древесины, но это не подразумевает, что все пригодны в одинаковой степени. Некоторые виды древесины, например сосна, хорошо подходят для пропитки под давлением. Для ели может быть трудно получить глубокое, однородное проникание защитной пропитки.

Панели могут устанавливаться непосредственно на месте или частично собираться на заводе или полигоне с помощью гвоздей. Некоторые деревянные барьеры могут быть легко демонтированы, если необходима реконструкция дороги. Эти материалы хорошо гармонируют с естественным или жилым фоном и не являются проводниками электричества.

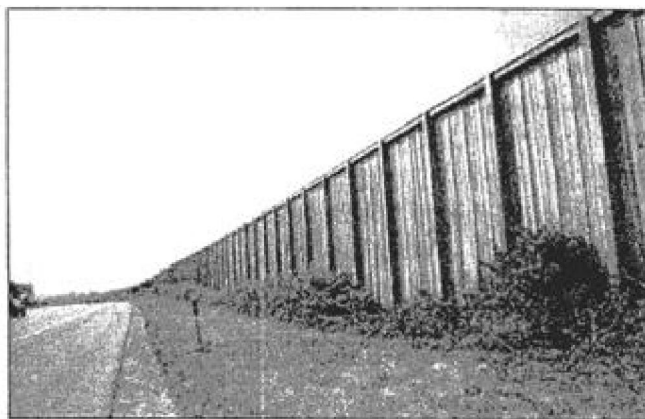


Рис. 17. Клееные опоры и шумозащитный экран из досок

При установке деревянных стен шумозащитного экрана на разделительных и боковых ограничительных экранах необходимо упитывать возможность потери их устойчивости.

Огнестойкость. Деревянные стены шумозащитного экрана горят при тех же самых условиях, что и любой другой деревянный забор. Дым и газы, которые выделяются при горении обработанной древесины, являются ядовитыми. Зола от ее сжигания может попадать в окружающую почву и воду.

Деформирование и усушка. Лесоматериалы обладают сменностью к усадке и имеют тенденцию деформироваться и образовывать открытые трещины между соединениями, особенно, если они должным образом не высушены перед обработкой. Чем толще конструкция, тем более вероятна ее деформация.

Выступы и обшивка пазов досками. Чтобы предотвратить образование промежутков между досками при высыхании или деформации, в рабочем проекте для деревянных стен должны предусматриваться более глубокие выступы и пазы, чем для конструкций внутри зданий.

Материалы для пропитки. Большинство пород древесины быстро разрушается при контакте с влажностью. Чтобы предотвратить это явление, обычно древесина пропитывается предохраняющими химическими растворами под давлением, такими, как:

- АСС - кислый хромат меди;
- АСА - арсенат меди-аммония - ярко-зеленый водорастворимый химикат;
- ССА - арсенат хрома-меди - зеленый водорастворимый химикат, не рекомендуется для обработки ели;
- Penta (пентахлорфенол) - подается в виде пара или в смеси с нефтяными маслами; это соединение хорошо пропитывает древесину, оставляя видимой ее текстуру на облицовке стены;
- Creosote (креозот) - каменноугольный деготь темно-коричневого цвета.

Клеи для склеивания слоистых опор и досок. Из-за химического состава клеев не все изделия подходят для обработки водорастворимыми пропитками, для них рекомендуется использовать нефтяной Penta.

Крепежные детали. Деревянный шумозащитный экран может монтироваться на зажимах, гвоздях, болтах или винтах различного типа, выполненных из некорродирующего металла - нержавеющей стали или алюминия. Однако алюминий и сталь, как известно, неблагоприятно взаимодействуют с некоторыми типами реагентов, использующихся для обработки древесины; стальные гвозди также восприимчивы к этому типу химического воздействия.

Деревянные опоры. Большие опоры подвергаются раскалыванию, гниению или повреждаются насекомыми. Поэтому они должны быть выдержаны достаточное время прежде, чем подвергнуться обработке под давлением. Кроме того, торец опор должен быть пропилен, что обеспечит более глубокое проникание антисептического раствора в древесину.

Цвет. Начальный цвет деревянных экранов зависит от типа выбранной обработки. Со временем он обесцветится до коричневого или серого цвета. Водорастворимые пропитки первоначально дают равномерный зеленый цвет с некоторым выцветанием. Восстановленные поврежденные секции будут заметны, если доски для ремонта приобретены не во время строительства и не выдержаны на открытом воздухе.

Сорт древесины. Выбор хорошего сорта древесины не гарантирует, что все ее части будут достаточно прямыми, чтобы соответствовать требованиям для деревянных экранов. Поэтому важно визуально проверить сорт используемой древесины и отбраковать любые части, которые деформированы, раздроблены или имеют чрезмерное количество сучков или других дефектов.

Усадка. Правильно отобранная древесина не гарантирует, что изделия никогда не будут «стягиваться», особенно, если древесина должным образом высушена перед пропиткой. Поэтому все деревянные компоненты, особенно больших размеров, должны быть проверены на допуски по размерам.

Проницаемость. В результате этого испытания можно определить глубину проникания пропитки в древесину. Проницаемость может меняться в зависимости от разновидности древесины.

Влажность. Количество влаги в древесине определяется неразрушающим методом и должно проводиться для всех крупных деталей, так как именно они при деформировании и расколе могут оказать серьезное воздействие на готовый экран.

4.5. ПРОЗРАЧНЫЕ ПАНЕЛИ

Шумозащитный экран может выполняться из стекла или прозрачной пластмассы типа плексигласа, Butacite, Surlyn, Lexan или акрила (рис. 18). Стекланные панели обычно состоят из отдельных отпущенных или слоистых листов закаленного стекла. Пластмассы и стекло могут окрашиваться, протравливаться или иметь морозный узор. Закаливание стекла - это процесс термообработки, в результате которого оно становится более прочным за счет устранения центров кристаллизации. Когда такое стекло разрушается, образуются мелкие гранулированные кусочки размером не более 12 мм. Они менее опасные, чем длинные ножеподобные куски от разрушения обычного незакаленного стекла. Стекланные панели могут также быть слоистыми. Этот тип стеклнной панели изготавливается путем прижатия к листу закаленного стекла с двух сторон прозрачного эластичного защитного покрытия. Когда такая панель разрушается, стекло разбивается на маленькие гранулированные части, которые остаются в защитном покрытии.

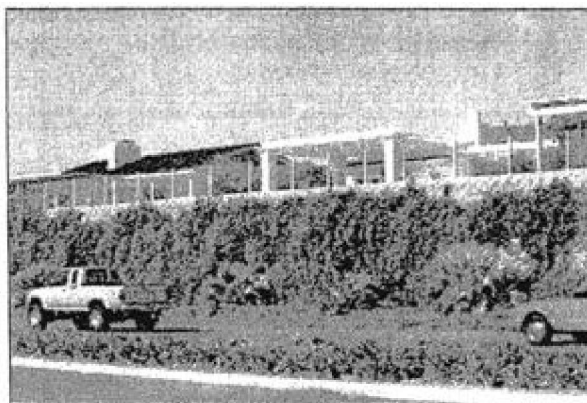


Рис. 18. Прозрачный шумозащитный экран

Прозрачные материалы - идеальный путь сокращения или устранения негативного визуального восприятия шумозащитного экрана.

Прозрачные барьеры монтируются для того, чтобы предотвратить препятствие обзору для:

- пользователей дороги;
- местных жителей;
- работников объектов придорожного сервиса.

Так как стоимость прозрачных экранов может в 20 раз превышать стоимость экрана из обычного бетона или стальных панелей, решение использовать прозрачные шумозащитные экраны требует тщательного рассмотрения.

Другие причины для их использования состоят в том, чтобы улучшить безопасность дорожного движения, где непрозрачные стены шумозащитного экрана неблагоприятно воздействуют на видимость и равномерность освещенности покрытия.

Прозрачные шумозащитные экраны кардинально отличаются от большинства других типов материалов, обычно используемых для панелей шумозащитного экрана.

Пластмассовые панели наиболее подвержены вандализму (рис. 19), их пачкают краской, наносят повреждения ножами, камнями, металлическими предметами.

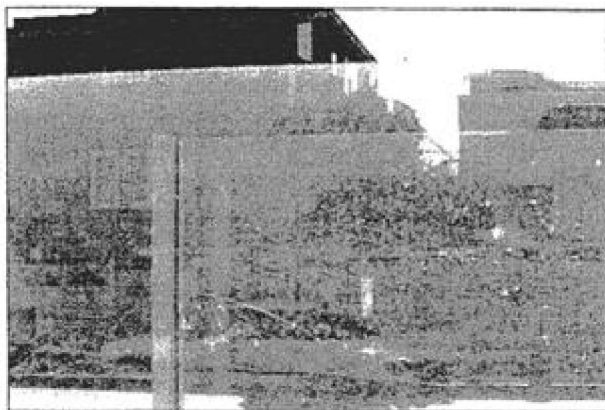


Рис. 19. Царапины на прозрачном экране, нанесенные ножом

В зависимости от типа материала, используемого для панелей (стекло, пластмасса и т.д.) и их размеров, метод установки может меняться. Методы, применяемые при монтаже панелей из этих типов материалов, должны способствовать снятию напряжения, чтобы устранить возможность ломки панелей или выпадения их между опорами.

Чтобы увеличить прозрачность панелей, следует использовать больше размерные детали и снизить число кронштейнов и опор. Панели из прозрачной пластмассы можно изготавливать длиной более 5 м, из закаленного и слоистого стекла - меньшего размера. Пространственные связи ограничивают максимальные габариты листовых стекол. Их толщина может быть увеличена для улучшения звукоизоляции, но при этом возрастут вес и стоимость. Размер панелей ограничен.

Во избежание трещинообразования от теплового напряжения все грани прозрачных панелей должны быть гладкими и не иметь дефектов. Это особенно важно, если грани непрямолинейны.

Некоторые виды прозрачной пластмассы чувствительны к ультрафиолету. Если их подвергнуть воздействию солнечного света в течение длительного периода времени без защиты стабилизирующими добавками или покрытиями, то пластмасса потемнеет и изменит цвет, становясь полупрозрачной или даже непрозрачной. Акриловые защитные покрытия менее чувствительны к солнечному свету и остаются прозрачными в течение длительного периода.

На стекло солнечный свет не действует. Слоистый материал может быть чувствителен к ультрафиолетовому излучению.

Пластмассовые изделия относительно стойки к разрушению, а стеклянные, даже когда стекло закалено и (или) слоистое, склонны к разрушению при потере устойчивости.

Отраженный свет. Все прозрачные экраны отражают свет фар от встречных машин, а также лучи солнца в вечерние часы.

Повреждение от внешних воздействий. Эти типы панелей более восприимчивы к повреждению от попадающих на них предметов (в том числе песка, твердой пыли и металлических частиц), чем другие типы материалов.

В зависимости от размера и типа выбранного материала стоимость прозрачного экрана может быть в 10 - 20 раз больше других материалов. Однако в некоторых областях страны, где использование прозрачных экранов особенно распространено, затраты могут быть намного ниже и даже сопоставимы с другими материалами, применяемыми для панелей шумозащитных экранов.

Очистка. Чтобы поддержать прозрачность таких панелей, их необходимо регулярно мыть. Если стена или отдельные панели наклонны, это препятствует естественному процессу чистки во время дождя обратной стороны панели (где скапливаются загрязнения), которая не всегда может быть доступна для очистки, а в некоторых случаях чистка может быть невыполнима вообще. Эта проблема должна учитываться при выборе материала экрана, тем более, если прозрачный шумозащитный экран был выбран с целью улучшения видимости на повороте или возле примыкания.

Ремонт. Поврежденные панели не могут быть восстановлены, их следует заменять.

Размеры панелей, профилей должны соответствовать указанным в проекте во избежание снижения прочности конструкции, долговечности и акустических свойств экрана. Так как прозрачные материалы (стеклянные или пластмассовые) обладают хрупкостью, необходимо осуществлять строгий контроль на допуски для металлических изделий и герметиков, чтобы избежать точек напряжения, которые могут привести к перелому материала или его деформированию. Если в местах соединения оставлено слишком много свободного места, панель может отделиться от опор в результате сжатия под действием низких температур и (или) колебаний, вызванных вибрацией или ветром.

4.6. ПЛАСТМАССЫ

Имеются несколько типов пластмасс, используемых в качестве материала для экрана, включая полиэтилен, поливинилхлорид PVC, стекловолокно (рис. 20).

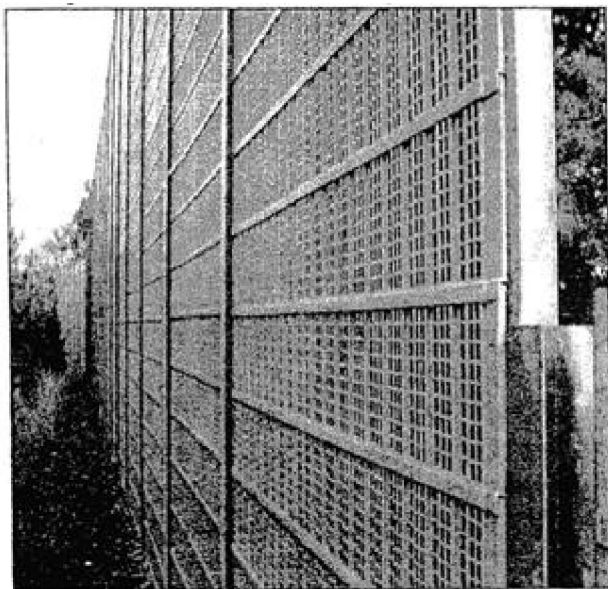


Рис. 20. Пластмассовый шумозащитный экран

Уникальные особенности пластмассовых изделий - их формуемость. Этот материал может работать как любой материал шумозащитных экранов. Его легкость облегчает монтаж. Кроме того, большинство этих изделий подлежит восстановлению или повторной переработке.

Пластмассовые панели шумозащитного экрана могут быть установлены почти в любой ситуации.

Пожароопасность. Пластмассовые стены подвержены горению в большей степени, чем другие материалы. Дым и выделения, которые могут образовываться в процессе их горения, являются ядовитыми. Зола от сожженного материала также ядовита, и следует не допускать попадание ее в окружающую почву и воду.

Усадка. Некоторые пластмассовые изделия имеют значительную усадку и могут образовывать открытые трещины между панелями или быть восприимчивыми к ускоренной ползучести и деформации.

Чувствительность к ультрафиолетовому свету. Некоторые пластмассы чувствительны к ультрафиолету и под его действием быстро теряют цвет, внешний вид и прочность. Замедлить процесс старения можно путем введения добавок для ультрафиолетовой защиты в состав пластмассы во время прессования.

Для большинства пластмасс характерна *ползучесть*, она должна учитываться при проектировании с целью снижения напряжений, которые возникают в пластмассовых компонентах при воздействии на них извне. Пластмассовые панели подвержены вандализму.

Хотя наиболее широко используемые пластмассовые изделия относительно стойки к разрушению, со временем их устойчивость снижается, они становятся более ломкими и могут разрушиться при наезде транспортного средства. Поврежденные панели не подлежат ремонту. Их секции необходимо заменять, что способствует увеличению стоимости ремонта.

В зависимости от текстуры поверхности панели могут отражать свет фар автомобилей и лучи солнца в вечернее время.

Существует ряд стандартных методов испытаний пластмассовых изделий. Каждый из них обычно применяется только к определенному виду пластмасс.

Профиль панели, размер и толщина должны быть проверены, так как любое отклонение от технических данных проекта повлияет на прочность конструкции, долговечность и акустические свойства шумозащитного экрана.

4.7. РЕЦИКЛИРОВАННАЯ РЕЗИНА

Проблема использования резины изношенных шин в конструкциях дорог исследуется много лет во всем мире. Рециклированная резина может применяться для изготовления широкой номенклатуры изделий (рис. 21). Основное количество материала поступает от переработки использованных автомобильных шин. Имеются два других источника: отходы от производства автомобильных шин и шлам от полировки резиновых изделий.

Резина характеризуется высокой воспламеняемостью, при ее горении образуется плотный дым. Если шумозащитный экран, изготовленный из этого материала, загорелся в результате поджога травы, случайности или вандализма, ускоренное распространение пламени и плотный дым могут снизить безопасность движения и привести к экологическим и юридическим проблемам.

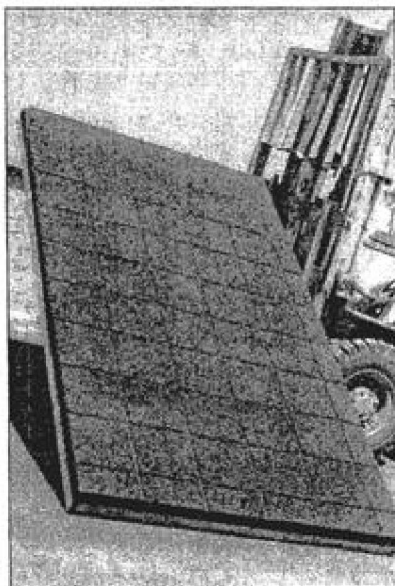


Рис. 21. Шумозащитный экран из рециклированной резины

Рециклированная резина в обычных условиях не ядовита. Однако за счет добавления связок, замедлителей старения, красок она может становиться токсичной. Как правило, сведений о составе и количестве добавок, улучшающих эксплуатационные свойства резины, изготовитель не дает.

Резиновый материал не имеет достаточной жесткости, чтобы его можно было рассматривать как несущий элемент шумозащитного экрана. Поэтому адекватную жесткость должны обеспечивать соединительные детали, или резиновый материал должен быть прочно прикреплен к ребрам жесткости.

Связки. Резина и некоторые связки через какое-то время могут окисляться, а также быть восприимчивыми к определенным химикатам или нефтепродуктам.

Покртия. Материал покрытия резины имеет различный срок службы. Он также подвержен преждевременному окислению, особенно когда используется совместно с некоторыми красителями. Если поверхности панелей шумозащитного экрана проектируются как абсорбирующие звук, то такие материалы могут снижать шум.

Повторное использование. Повторное использование резины возможно за счет введения специальных добавок, которые способны изменить физические свойства панели так, чтобы они могли выполнять эффективную, безопасную и длительную работу шумозащитного экрана.

Замедлители горения. Для замедления горения резины используются антипирены. Допустимая норма распространения пламени и дыма при горении обработанной антипиренами резины не должна быть больше, чем древесины типа сосны.

Токсичность. При применении резины для изготовления панелей шумозащитного экрана необходимо с помощью специальных методов определять ее токсичность.

Прочность конструкции панелей должна быть проверена при их испытании нагрузкой.

Чтобы оптимизировать сцепление между резиновыми частицами крошки, необходимо гарантировать, что резиновая крошка регенерирована с поверхности. Используемые связки должны быть устойчивы к ультрафиолету при длительном экспонировании.

Материал покрытия экранов должен испытываться в климатической камере для испытаний покрытий металлов с целью определения его долговечности. Акустическая эффективность таких покрытий определяется после нанесения на панели.

4.8. КОМПОЗИТЫ

Композитные материалы шумозащитного экрана могут состоять из двух или более первичных материалов, типа фанеры со стекловолокнуистой оболочкой, или древесной стружки, смешанной с бетонной смесью и уложенной слоями на исходную конструкцию.

Объединение нескольких исходных материалов может привести к изменению их свойств, которые должны быть исследованы полностью прежде, чем композиты будут использованы при устройстве экрана.

Огнестойкость. Некоторые композиты могут гореть, повреждаться при воздействии высокой температуры. Дым, зола и выделения, которые возникают от горящих материалов, могут быть ядовитыми.

Усадка. Норма усадки исходных материалов значительно различается и может приводить к нестабильности размеров и образованию открытых трещин на стыках панелей, ускоренной ползучести, деформированию или расслаиванию.

Воздействие ультрафиолета. Некоторые изделия очень чувствительны к ультрафиолету и имеют тенденцию к быстрой потере цвета, внешнего вида и прочности. Чтобы избежать этого, следует вводить добавки для защиты от ультрафиолета в материал во время его изготовления.

Ползучесть. Если пластмасса является частью композита, то ползучесть должна рассматриваться как важный фактор при проектировании экрана, с учетом нагрузок, которым могут быть подвергнуты пластмассовые компоненты.

Потеря устойчивости. Широко применяемые композиты относительно стойкие, но по истечении какого-то времени их устойчивость снижается, они становятся ломкими и могут разрушаться при физическом воздействии. Поврежденные панели обычно не ремонтируются, а подлежат замене.

Прочность конструкции. Некоторые компоненты в комбинированных плитах, которые нужно рассматривать как конструктивные элементы панели шумозащитного экрана, не имеют достаточной жесткости. Сцепление компонентов экрана должно обеспечивать необходимую жесткость, чтобы панели могли противостоять ветровой нагрузке. Наружная поверхность панелей должна быть прочно прикреплена к жесткой опоре, ядру или опалубке.

Связки и клеи. Некоторые связки окисляются с течением времени. Они могут быть восприимчивы к различным химикатам или нефтепродуктам, что увеличивает возможность преждевременного разрушения панелей.

Покрытия. Защитные покрытия экранов также могут окисляться, особенно когда используются совместно с некоторыми красителями. Если панели шумозащитного экрана выполнены из звукопоглощающего материала, защитные покрытия могут забивать поверхностные поры, снижая таким образом коэффициент абсорбции звука.

Повторное использование композитных материалов. Это возможно за счет введения различных добавок, необходимых для изменения физических свойств панели так, чтобы она могла соответствовать требованиям эффективной, безопасной и долговечной работы шумозащитного экрана.

Безопасность. Рассмотрение проблем безопасности типа нарушения устойчивости следует осуществлять, когда панели устанавливаются на искусственных сооружениях или разделительных полосах.

Проверка качества. По некоторым композитам не имеется достаточного объема данных, чтобы можно было спрогнозировать их долговечность, безопасность и акустические характеристики. Поэтому проведение испытаний для этих типов материалов наиболее важно, чем для всех других. Имеется большое количество стандартных методов испытаний, каждый из которых предназначен только для узкого круга материалов. В данном обзоре не приводятся их список или подробные методики. Приведенные ниже характеристики свойственны для всех композитных материалов.

Габаритные размеры. Должны быть проверены профиль панели, размер и толщина, так как любое отклонение от требований проекта снизит прочность конструкции, долговечность и акустические свойства системы шумозащитного экрана.

Антипирены. Чтобы гарантировать, что имеющийся или добавленный антипирен является приемлемым, минимальная допустимая норма распространения пламени и дыма не должна быть больше, чем для сосны.

Токсичность. Во избежание ущерба для окружающей среды и опасности для здоровья необходимо проводить испытания на токсичность материала панели шумозащитного экрана.

Прочность конструкции. Прочность конструкции панели должна быть проверена путем нагружения готового изделия.

Сцепление. Чтобы оптимизировать сцепление между соединениями, необходимо гарантировать, что первичные материалы и применяемые связки устойчивы к длительному воздействию ультрафиолета и для материалов используются надлежащие связки.

Покрытия. Панели с защитным или декоративным покрытием должны быть подвергнуты испытанию в климатической камере, чтобы определить долговечность покрытия.

Коэффициент снижения шума. Если панели покрыты защитным слоем, коэффициент снижения шума должен быть проверен после нанесения покрытия.

Морозосолеустойкость. Это испытание - комбинация двух испытаний. В процессе его определяют устойчивость материала к противогололедным реагентам и к циклам попеременного замораживания-оттаивания.

5. ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЭКРАНА

Огромное количество типов текстур поверхности шумозащитного экрана (рис. 22) может использоваться проектировщиками. Во многих случаях такие обработки могут применяться к нескольким элементам систем экрана (например, опорам, панелям и т.д.). Различные обработки поверхности экрана могут быть получены при комбинациях обработок отдельных элементов экрана. Цель данного подраздела не состоит в том, чтобы указать все возможные комбинации обработки, а рассмотреть доступные типы фактуры поверхности.

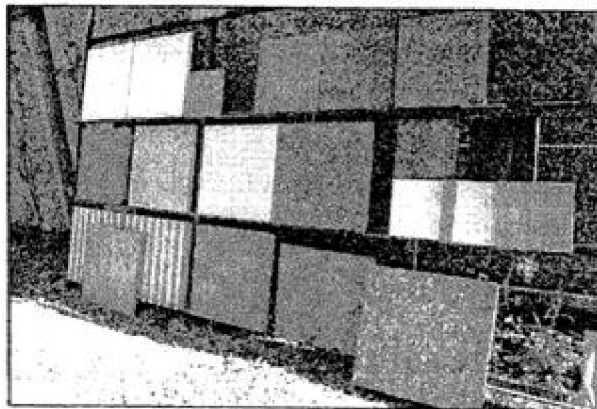


Рис 22. Типы текстур поверхности шумозащитного экрана

Бетон

Гладкая поверхность. Такая поверхность образуется при заглаживании свежесформованной бетонной смеси. Верхняя сторона сборных панелей в горизонтальной форме заглаживается до гладкой текстуры. Получение гладкой поверхности на нижней стороне такой панели или с обеих сторон вертикально формованной панели требует отделки после распалубки, включая заполнение лакун, и заключительного затирания бетона жестким раствором с высоким содержанием цемента.

Вскрытый заполнитель (рис. 23). В данном случае поверхность получается в зависимости от типа, цвета и гранулометрического состава заполнителя. Необходимо гарантировать, что заполнитель, отобранный для вскрытия, отвечает требованиям по прочности, размерам, форме и т.д. Он также должен быть достаточно качественным, чтобы в нем не содержалось железной руды, которая способствует появлению ржавчины на панелях шумозащитного экрана. До укладки бетонной смеси в форму, на ее дно распыляется замедлитель твердения бетона. После тепловлажностной обработки поверхность обрабатывается металлическими щетками и струей воды, в результате чего на ней образуется текстура вскрытой фактуры. Поверхность вскрытого заполнителя легче получать на нижней плоскости панели. На верхней стороне панели этот процесс более трудоемкий, так как связан с укладкой на свежесформованную поверхность бумаги, пропитанной замедлителем твердения, или дополнительной наброской заполнителя после формования с последующим притапливанием и вибрированием. Создание качественной вскрытой фактуры требует большого опыта и высокого уровня контроля качества.

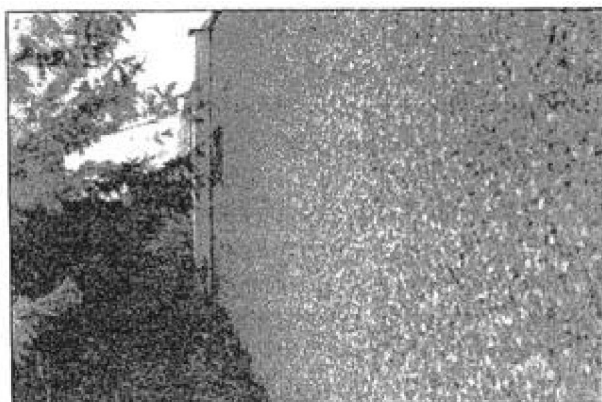


Рис. 23. Вскрытый заполнитель бетона

Вкладыши. Большое разнообразие поверхностей может быть получено при помощи вкладышей - листов материала (обычно гибкого материала типа резины, а также из древесины, металла и т.д.), которые были изготовлены или впрессованы в железобетонную панель с одной стороной, содержащей желательную «форму» поверхности. Такие листы могут использоваться многократно. Поверхность с вкладышем в форме чаще всего получается при формовании «лицом вниз», но может наноситься и на обе стороны панели при формовании в вертикальном положении. Имеется

оборудование, способное к вдавливанию соответствующего штампа в верхнюю сторону панели, таким образом, одинаковая текстура может получаться с обеих сторон и при горизонтальном формовании.

В некоторых случаях соединение вкладышей может произойти на середине панелей. Чтобы избежать неприглядных линий стыка, которые могут прервать фактуру поверхности, вкладыши должны тщательно стыковаться. Так как вкладыши создают неровные поверхности, следует избегать остроугольных граней на текстуре панелей. Это особенно важно, если бетон будет окрашен, так как зазубренные грани могут легко обломиться, выставляя наружу области непрокрашенного бетона.

Отделка под «шубу» или другие виды поверхности. Эти типы обработок применимы к верхней стороне сборных панелей (рис. 24). Они могут иметь различный вид в зависимости от ручной или механической «затирки» поверхности.



Рис. 24. Отделка поверхности сборной панели под «шубу» в заводских условиях

Отпечатанный рисунок. Он может создаться с помощью специальных методов, нажимая или отпечатывая оттиск по верхней плоскости горизонтально формируемой панели. Эти методы использовались (совместно с окрашиванием поверхностного слоя цемента), чтобы создать вид кирпичной поверхности. Такая обработка более трудоемкая по сравнению с другими вышеуказанными. Любой процесс штамповки также требует, чтобы заполнитель в панели находился достаточно глубоко.

Вставки. Специальные и уникальные эстетические обработки поверхности шумозащитных экранов могут быть получены при помощи различных вставок. Такие вставки обычно сборные, они могут изготавливаться отдельно от железобетонной панели и быть вставлены в панели при формовании, а также установлены в соответствующий паз при сборке форм. В любом случае необходимо обеспечение сцепления дополнительного приспособления между вставкой и панелью шумозащитного экрана. Обычно такие сцепления выполняются механическими приспособлениями (с помощью стоек или анкеров), но может использоваться химический метод.

Фанера. Фанера является особым материалом для обработки бетонной поверхности шумозащитного экрана. Чаще она применяется по эстетическим соображениям, хотя некоторые виды фанеры могут использоваться, чтобы поверхность абсорбировала звук. Основная проблема применения фанеры связана с обеспечением ее сцепления с бетоном.

Штукатурка. Это последний слой покрытия из вяжущего материала, который может быть текстурирован различными методами. Этот слой распределяется непосредственно на бетон шумозащитного экрана без дополнительной связи. Качество поверхности шумозащитного экрана является основным фактором, обеспечивающим сцепление для штукатурки.

Вскрытый заполнитель. По сравнению с разнообразием текстур вскрытого заполнителя для железобетонной панели такие обработки для блоков применяются реже из-за ограниченного размера заполнителя, используемого в массовом производстве бетонных блоков.

Вкладыши. Их использование редко и ограничено.

Фанера. Может применяться для бетонного блока так же, как и для железобетонных панелей.

«Рваный камень». Обычный вид грубой, текстурированной поверхности бетонного блока - блок как бы «сломан» пополам (рис. 25).

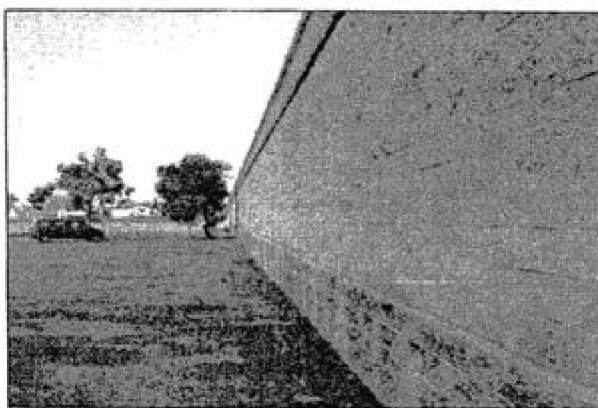


Рис. 25. Блочная кладка «рваный камень»

Штукатурка. Штукатурка может применяться так же, как и для железобетонных панелей.

Кирпич

Тип кирпича. При строительстве шумозащитных экранов применяется несколько типов кирпичей: обычный стандартный по размеру кирпич, в том числе фасадный, с резким рисунком, кирпич в стиле сырца. Кирпичи могут использоваться для облицовки бетона и стен из бетонных блоков. Кладку можно вести горизонтальными рядами по горизонтальным рядам кирпичной кладки или бетонированием, а также путем устройства торцовых стен, укладывая кирпич «вперехлест», чтобы гарантировать монолитность системы.

Тип кладочного раствора. Для сцепления кирпичей применяются различные цвета и типы кладочного раствора.

Металл

Механическая штамповка. Большинство текстур, созданных для металлических шумозащитных экранов, получают с помощью формы-пресса для рулонных лент и аналогичных устройств. Возможно использование различных стилей и форм с каждой стороны шумозащитного экрана (на основе двусторонних панелей), обработка поверхности в основном одинакова с обеих сторон.

Прессованные поверхности. Менее глубокие текстуры металлических панелей также могут быть получены путем прессования.

Древесина

Ориентация досок. Различные визуальные эффекты могут быть получены путем расположения деревянных досок (в горизонтальном, вертикальном, диагональном направлениях), используемых

в строительстве шумозащитного экрана (рис. 26). Доски различной ширины и толщины также могут создавать интересные визуальные эффекты.

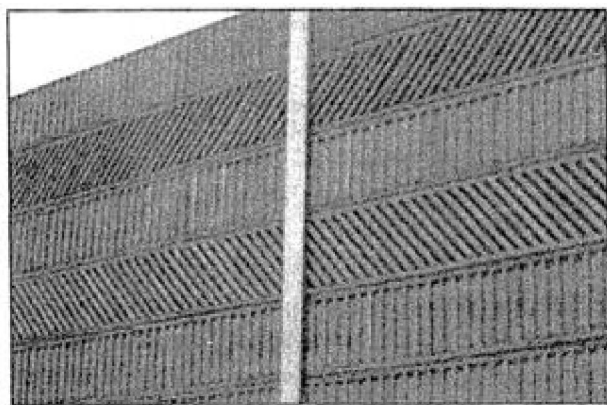


Рис. 26. Вариант обшивки экрана деревянными досками

Доски. Так же, как для предварительного монтажа панелей на земле (до их прикрепления к опорам), доски могут собираться в виде обшивки панелей из других материалов и древесины.

Чистота обработки древесины. Выбор отделки может также создавать желательную фактуру поверхности.

Нахлест. Возможна обшивка экранов слоистыми панелями со специфической ориентацией составляющих элементов внахлест (рис. 27). Такие системы обычно одинаковые с обеих сторон экрана.

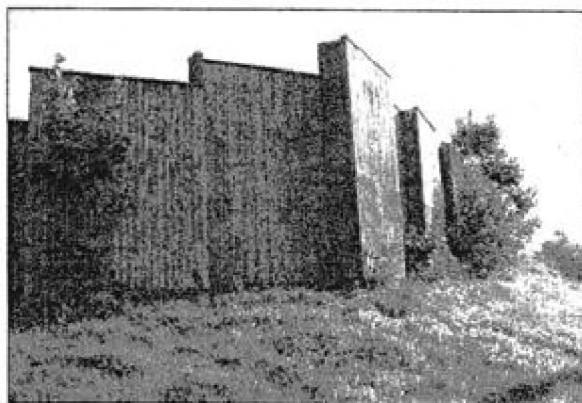


Рис. 27. Обшивка экрана внахлест слоистыми панелями

Тип и ориентация опор. При строительстве шумозащитных экранов используются деревянные опоры различных форм и размеров. Чаще всего применяются круглые, квадратные, прямоугольные секции. Открытые или закрытые опоры могут создавать различную текстуру и штриховку.

Прозрачные материалы и пластмассы

Выбор поверхностной текстуры экрана зависит только от эстетических аспектов (рис. 28). Текстура поверхности пластмассовых панелей в основном ограничена видами, которые могут быть получены при литьевом процессе.

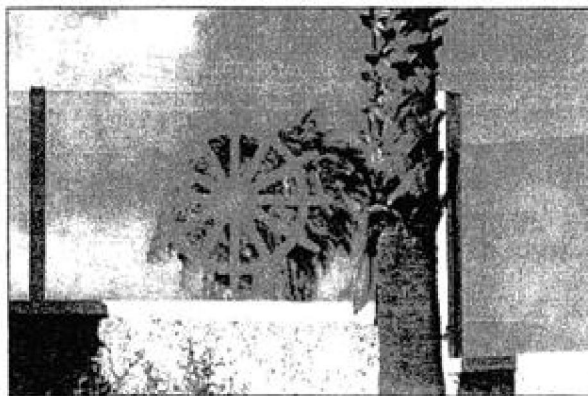


Рис. 28. Прозрачный экран с нанесенным рисунком по трафарету

Резина

Размеры и вид экранов, изготовленных из регенерированных резиновых материалов, ограничены параметрами прессования. На фактуру поверхности таких панелей также влияют плотность и пористость резины (рис. 29).

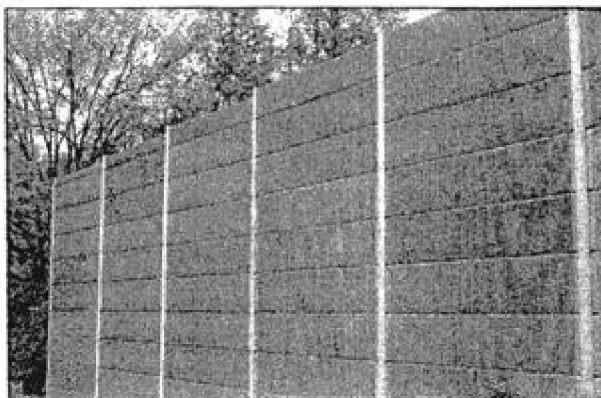


Рис. 29. Поверхность экрана из резины

Композиты

Возможности обработки текстуры комбинированной плиты зависят от удобоформуемости и связности компонентов, из которых изготавливают внешнюю сторону экрана.

Другие материалы

«Растительные» стены. Текстуры таких стен ограничены тем, что может быть выражено различной растительностью в пределах системы стены.

Торкрет-бетон. Текстура торкрет-бетона успешно используется для шумозащитных экранов более 25 лет. Метод торкретирования заключается в устройстве забора из металлической сетки, прикрепленной к металлическим столбам небольшого диаметра, на которую наносится торкрет-бетон. Затем образовавшаяся стена штукатурится.

Выбор текстуры поверхности зависит от многих факторов, таких, как эстетические требования для обеих сторон экрана, строительные проблемы, обслуживание и тип материала экрана. Формы с вкладышем для обеих сторон экрана затрудняют горизонтальную отливку бетона в формы и требуют использования вертикально изготовленных элементов или монолитных экранов. Трудности по установке полносборных панелей вертикально (размещение таких панелей ограничено из-за воздушных проводов или других факторов) могут влиять на выбор типа экрана, материала и фактуры поверхности.

Желательный цвет шумозащитных экранов достигается за счет естественного цвета используемого материала шумозащитного экрана (возможно, усиленного прозрачным покрытием) или применения краски, окраски, окрашенного покрытия или пигмента, добавленных к материалу шумозащитного экрана.

Для придания бетону однородного цвета применяется его поверхностная окраска, которая более эффективна, чем использование составных цветов или пигментов в смеси. Поверхностная окраска позволяет скрывать мелкие дефекты.

Экран, сложенный из кирпича, имеет цвет этого материала.

Цвет на металлических панелях обычно получается путем окраски или нанесения на поверхность защитных покрытий. Часто элементы экрана (особенно опоры) изготавливаются с защитной оцинковкой. В этом случае опоры можно не красить. На металлические экраны краска может наноситься при изготовлении панелей на заводе методом обжиговой эмали, напыления покрытий, полихлорвиниловой пасты или эмульсии или нанесением защитного слоя путем электростатического спекания порошка.

Древесина может быть окрашена широкой гаммой естественных цветов. Выбирая древесину из-за цвета, следует учитывать и другие ее свойства. Хотя выбранная древесина может иметь желательный естественный цвет, ее качества, связанные с долговечностью, деформированием, сопротивлением гниению могут быть нежелательны. Для большинства пород древесины применяются прозрачные и окрашенные антисептические обработки. Тип обработки или окраски должен выбираться с учетом сорта дерева, материала деталей, используемых при сборке экрана. В результате химической реакции между стальными гвоздями и некоторыми консервантами древесины происходит их коррозия, поэтому следует применять гвозди из нержавеющей стали. Важно высушить древесину перед применением любой краски, защитные материалы нельзя использовать, если экран влажный.

Цвет пластмассы, стекловолокна, акриловых волокон в основном получается за счет пигментации эмульгаторов, используемых в процессе прессования элементов экрана. Для защиты на них может быть нанесено покрытие, препятствующее образованию царапин.

Рециклированная резина не может быть окрашена по объему. Ее следует закрыть другим материалом (обычно дорогим пенополиуретановым покрытием), чтобы получить желательный цвет.

Окраска композитной плиты зависит от материалов, из которых получена внешняя поверхность экрана. При этом особое внимание должно быть уделено совместимости материалов экрана (включая клеи, крепеж и т.д.) и покрытия, чтобы избежать любых возможностей повреждения в результате химических реакций.

Цвет стен с растениями может быть получен путем выбора соответствующих растений (в зависимости от сезона).

В настоящее время предлагается множество материалов, которые могут обеспечить различную степень защиты против надписей на стенах. Более темные цветные барьеры и барьеры, покрытые растительностью или виноградными лозами, оказывают большую сопротивляемость к нанесению надписей на экранах по сравнению со светлыми цветами, необработанными или гладкими поверхностями. Покрытый надписями незащищенный бетон или поверхность каменной кладки могут быть испорчены из-за проникания краски надписей на стенах в бетон, даже если надписи удалены. Покрытия «Антинадпись» на стенах, как предполагается, предотвращают такое проникание и делают удаление их более легким. Такие покрытия могут быть прозрачными или окрашенными. Прозрачные покрытия обычно применяются на поверхностях типа вскрытого

заполнителя или кирпича, где источник цвета экрана непосредственно находится в естественном материале. В некоторых случаях такие покрытия, нанесенные на поверхность вскрытого заполнителя, могут углублять цвет камня. Покрытия краской обычно используются на естественной поверхности бетона. Наносятся они распылением, хотя также могут применяться другие способы окраски, особенно в областях, где избыток лака при распылении опасен. Покрытия «Антинадпись» на стенах могут быть постоянными или временными.

Постоянный тип обработки обеспечивает многократное удаление надписей на стенах промывкой водой и моющими средствами под давлением. Такие покрытия в своем составе содержат уретан или водоэмульсионные краски и наносятся обычно в два-три слоя.

Временный тип обработки полностью или частично удаляется вместе с надписями в процессе очистки. Некоторые временные покрытия выдерживают несколько обработок прежде, чем их нужно будет обновить. Такие типы покрытий обычно однослойные, на основе водоэмульсионных красок или воска. Они менее дороги, чем постоянные покрытия, но требуют повторного нанесения через одну или несколько очисток от надписей.

В дополнение к обеспечению желательного цвета шумозащитного экрана окраска может обеспечивать некоторую степень защиты против царапин или отдельных повреждений. Краска для этих целей может быть на масляной основе или водоэмульсионной, последняя более широко используется для бетона.

Если экран предназначен для отражения звука, то любой тип покрытия не должен ухудшать акустические свойства. Например, покрытие абсорбирующей пористой поверхности краской или уретановым покрытием для борьбы с надписями на стенах может закрыть лакуны, которые обеспечивают абсорбирующие характеристики экрана. В этом случае лучше использовать водоэмульсионную краску. Перед применением любого покрытия на звукопоглощающей поверхности рекомендуется проводить согласование с изготовителем экрана и поставщиком материала покрытия.

При использовании защитных покрытий на шумозащитных экранах должны учитываться вопросы охраны окружающей среды. Как правило, покрытия и краски должны храниться, производиться и применяться в строгом соответствии с рекомендациями изготовителя. Уретановые покрытия требуют особого внимания из-за высокого содержания летучих органических соединений (VOC) и сильного запаха. Водоэмульсионные и другие ранее разработанные покрытия по сравнению с ними характеризуются небольшим содержанием VOC и незначительной токсичностью. При нанесении красок, особенно аэрозолей, требуется учитывать случаи, когда экраны находятся на близком расстоянии от мест жительства или источников воды.

6. ЭСТЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ

Эстетика - проблема, которая должна приниматься во внимание всеми специалистами, привлеченными к проектированию и строительству шумозащитного экрана. Это свойство часто столь же важно, как и защита от шума, обеспечиваемая экраном, и зависит от характера и вкусов наблюдателя. Будет ли поверхность шероховатой, наклонной, однородной или неравномерной по высоте, цветной, прямой, изогнутой или имеющей поверхностную обработку зависит от проектировщика и принимается на основе политики и процедур строительства, режима ввода в эксплуатацию и других факторов, которые рассматриваются в процессе принятия решения,

связанном с эстетикой экрана. Общий вид шумозащитных экранов должен всегда рассматриваться с эстетической точки зрения.

6.1. ШУМОЗАЩИТНЫЙ ЭКРАН И ПРИЛЕГАЮЩАЯ МЕСТНОСТЬ

В проектировании шумозащитных экранов существует два основных подхода к вопросам, связанным с эстетикой. Одна точка зрения состоит в том, что необходимо спроектировать шумозащитный экран с учетом эстетических характеристик таким способом, чтобы он сливался с окружающей средой и не нарушал ее, насколько это возможно, другая - что шумозащитный экран должен быть ориентиром в окружающей среде. Ни один из подходов не должен рассматриваться как единственно правильный. Они оба успешно использовались и даже объединялись в одном и том же проекте. Некоторые эстетические элементы проекта должны оцениваться и рассматриваться отдельно в зависимости от того, с какой стороны экрана находится наблюдатель.

Экран может быть установлен на одинаковом расстоянии от проезжей части с постоянной высотой, однако это случается редко из-за особенностей рельефа. Для получения эстетически приемлемого размещения экрана проектировщики включают изменения высоты и смещения в плане в проект. Такие изменения должны быть сделаны в пределах ограничений и допусков компонентов системы экрана. Совместные изменения горизонтальной и вертикальной геометрии могут создавать условия, которые неочевидны для проектировщика шумозащитного экрана, если экран не рассматривается под различными углами зрения. Такие условия могут возникать в областях, где экран меняет свою высоту (рис. 30). Подобное размещение экрана может отражать звуковые волны к участку, который экран должен защитить (рис. 31). Хотя такой ситуации полностью избежать невозможно, ее распознавание может помочь в исправлении неблагоприятного воздействия за счет размещения обладающего абсорбционными свойствами по отношению к звуку материала на отражающей задней стороне экрана.



Рис. 30. Изменение высоты размещения экрана из-за рельефа местности

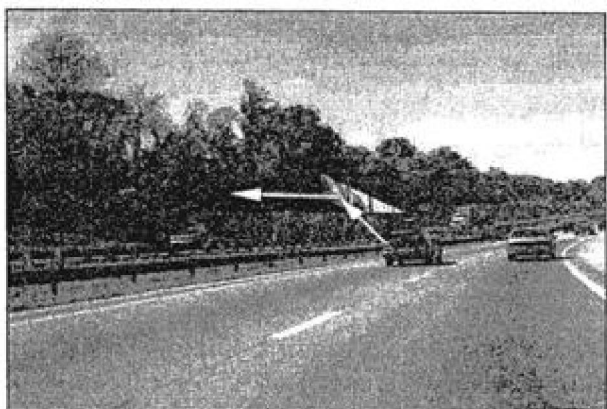


Рис. 31. Возможное отражение звука от боковых частей панелей

В зависимости от типа используемой системы экрана изменения по уклону могут быть выполнены различными способами. Такие смещения часто происходят за счет изменения шага панелей.

Однородный вид экрана можно обеспечить, проектируя его с участками, которые меняют высоту на одинаковое значение. Нерегулярное изменение высоты можно обеспечить, применяя случайную высоту. Чтобы избежать необходимости изготовления и монтажа прямоугольных панелей и по эстетическим причинам, изменения по высоте делаются на стыке по опорам. При резком перепаде высот следует предусмотреть возможность изменения отметки основания, чтобы не заглублять в грунт большое число панелей.

Особое внимание должно быть обращено на экраны, которые повторяют изменение вертикальных отметок и плана трассы. Это снижает эстетический вид экранов.

Специальное эстетическое оформление экрана может осуществляться в зонах культурного и (или) исторического значения. Часто такие работы включают специальные вставки, фактуру, рисунки, которые отражают исторический и (или) культурный характер местности.

Вид со стороны дороги. Восприятие шумозащитных экранов пользователями транспортных средств, движущихся по проезжей части, заметно отличается от восприятия экрана местными жителями. Из транспортного средства длинная протяженность и широкий угол обзора экрана могут быть охвачены взглядом за очень короткий промежуток времени. Мелкие элементы менее заметны. Экран наиболее часто замечается водителем с низких углов, а его полная форма и вид становятся более очевидными на расстоянии (рис. 32,а). Проблемы, связанные с видом шумозащитного экрана со стороны водителя, усложнены тем, что экран видится с различных точек водителями, движущимися в одном направлении, по сравнению с водителями, движущимися навстречу.

Цвет экрана, воспринимаемый водителем, становится главным визуальным элементом. В зависимости от специфических принципов проектирования выбранный цвет может заставить обратить внимание на экран или замаскировать его под окружающий ландшафт. На участках, где деревья и естественная растительность формируют фон для экрана, нейтральные тона цвета земли могут сделать экран менее навязчивым, в то время как легкие яркие цвета могут выделить конструкцию. Когда экран рассматривается на фоне неба, цветные экраны могут быть менее навязчивыми для восприятия.

Текстура экрана должна иметь глубокие тени и быть способной к созданию экранирующих эффектов в пределах рассматриваемого участка.

Чтобы экран не утомлял глаз водителя, его можно изготавливать из чередующихся по цвету и текстуре панелей или красить отдельные панели различным цветом.

Форма шумозащитного экрана определяется его горизонтальной (вид сверху) и вертикальной (вид сбоку) конфигурацией. Изменение конфигурации шумозащитного экрана в горизонтальном или вертикальном направлении может иметь значительные или малозаметные значения для его эстетики. Экраны могут быть разработаны так, чтобы «петлять» (в плане) и следовать за существующими отметками грунта, создавая таким образом визуально интересные конфигурации. Такая гибкость позволяет обходить препятствия (проходы, деревья, примыкания и т.д.), которые иначе должны быть перемещены или удалены.

Наиболее заметная часть шумозащитного экрана - его вершина, особенно, когда она рассматривается на фоне однородного цвета неба или контрастного цветового фона. По этой причине вершине экрана следует уделять особое внимание. В чертежах, обычно применяемых проектировщиками, разрабатывающими конечную акустическую вершину экрана и конфигурацию

в планах, технических требованиях и при составлении смет, вершина экрана часто дается на чертежах под прямым углом к экрану (обычно с дороги) и с увеличенным горизонтальным масштабом. В то же время фактическая конфигурация (вид водителем с дороги) может не соответствовать намерениям проектировщика. Истинная конфигурация может быть принята только при уверенности, что она правильно будет восприниматься водителями, движущимися в обоих направлениях. Компьютерное моделирование существенно помогает в такой работе.

Восприятие шумозащитных экранов жителями населенных пунктов наиболее часто вызывает нарекания. Из-за потенциальной близости таких экранов к жилым строениям высота экрана по отношению к расстоянию от наблюдателя - фактор, требующий дополнительного рассмотрения. Появление экрана, блокирующего видимость, создающего нежелательные затененные зоны, препятствующего естественным потокам воздуха и (или) блокирующего панораму, должно быть учтено в процессе проектирования. Мелкие подробные элементы и текстура экрана более заметны и поэтому более очевидны с этой точки зрения. Визуальное преобладание шумозащитного экрана около жилья воспринимается как приемлемое, когда экран находится на расстоянии от наблюдателя в 2 - 4 раза большем, чем высота экрана. Дополнительное создание искусственного ландшафта на жилой стороне также может помочь улучшить визуальное восприятие экрана (рис. 32).

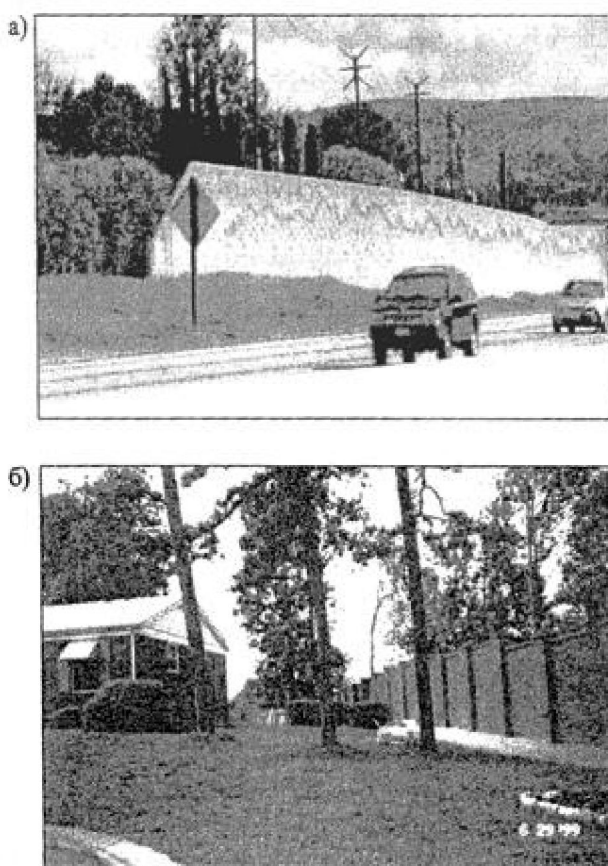


Рис. 32. Вид экрана:

а - со стороны дороги; б - со стороны населенного пункта

Цвет экрана, рассматриваемого со стороны населенного пункта, - главный визуальный элемент. Детали текстуры экранов значимы при рассмотрении малоподвижным наблюдателем с обратной его стороны. В то время как глубокая текстура может обеспечить желательное разнообразие, текстуры меньшей глубины могут успешно использоваться там, где экран находится относительно близко к наблюдателю. Текстура может быть главным элементом, позволяющим подчеркнуть эстетику экрана, если она соответственно скоординирована с цветом и элементами рисунка.

Изменения размеров в плане и по высоте экрана, наклон, смещение могут быть существенны с точки зрения местных жителей. Это особенно значимо для таких изменений, как ступенчатая конфигурация вершины экрана или изменений в плане, происходящих в середине экрана. Планирование таких изменений может в некоторых случаях минимизировать неблагоприятные визуальные воздействия. Так как обратная сторона экранов обычно рассматривается с постоянной позиции и часто по перпендикуляру, потребность рассматривать экран при малых углах не так важна для жителей, как для водителей.

6.2. СОЗДАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ЛАНДШАФТА

При создании искусственного ландшафта около шумозащитных экранов необходимо учитывать его совместимость с существующим ландшафтом, а также является ли шумозащитное сооружение сплошной стеной, бермой, комбинированной стеной и бермой или экраном. Там, где возможно, следует отдавать предпочтение сохранению существующей растительности. Предлагается проводить консультацию с ландшафтным архитектором или другим хорошо осведомленным экспертом, чтобы обозначить важные с точки зрения ландшафта деревья и растительность с целью принятия мер по их сохранению во время строительства экрана. Исходя из этого, важно рассмотреть интегрирование трассы дороги и стены с существующей топографией и учесть эти особенности при выборе типа материала шумозащитного экрана, опор и размера используемых компонентов. Вертикальная конфигурация экрана также должна учитывать влияние этих факторов.

В областях, где существующий ландшафт скуден или не имеет эстетической ценности, желательно рассмотреть возможность дополнения или замены растительности. Такие дополнения могут быть в форме деревьев, кустарника, виноградных лоз, помещенных около экрана.

Если существует пространство со стороны дороги, то его можно использовать для высадки растений. Тип растительности, способной к росту на таких участках, зависит от его ширины, типа грунта, ирригации (естественной или искусственной), освещенности и климатических условий. Даже узкое пространство между шумозащитным экраном и ограждением может поддерживать рост виноградной лозы. Такая обработка также может смягчить вид экрана и скрадывать его высоту.

6.3. ОСВЕЩЕНИЕ, ЗНАКИ И ДРУГИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОБУСТРОЙСТВА ДОРОГИ

Если на участках дороги требуется создание шумозащитных экранов, используются разнообразные методы для устройства освещения и установки дорожных знаков. В одних случаях в монолитных шумозащитных экранах оставляют выемки для различных систем, в других случаях стены смещают или создают вставки для размещения сервисных элементов типа трансформаторов и релейных блоков. Опоры для крупногабаритных и мелких знаков, а также других элементов типа телефонов-автоматов закрепляются непосредственно на фасаде стен шумозащитного экрана. При установке таких элементов на экранах необходимо учитывать возникающие дополнительные вертикальные и горизонтальные нагрузки.

В дорожно-климатических зонах, где возможно образование льда и снега, размещение экранов должно осуществляться на достаточном расстоянии от проезжей части для облегчения работ по снегоочистке и борьбе с гололедом, а также для того, чтобы на экран не действовали нагрузки от складываемого в валы снега. Кроме того, в зависимости от расположения и высоты экрана тень от него может попадать на проезжую часть, что снижает эффективность плавления снега и льда солнечным светом. Эти факторы должны учитываться в процессе проектирования шумозащитных экранов.

7. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ

Продолжительность срока службы шумозащитного экрана зависит от многих факторов, в том числе от типа материала экрана, структуры его поверхности, цвета, конструкции. Климатические факторы и условия размещения экрана относительно дороги также оказывают влияние на их долговечность. Многие из этих вопросов были рассмотрены выше, однако существует ряд моментов, которые требуют дополнительного освещения.

7.1. РЕМОНТ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ

Шумозащитные экраны повреждаются на отдельных участках в результате ошибок строителей; дефектов, которые появляются намного позже после того, как экран был установлен; ударов транспортных средств или других металлических частиц, а также старения. Причины и срочность ремонта могут изменяться в зависимости от серьезности и степени повреждения и политики управляющей организации. Оценка необходимости ремонта производится с учетом следующих факторов.

1. Безопасность. Достаточно серьезный ущерб, в результате чего нарушена сплошность экрана или его составные части были установлены вновь, но таким образом, что создают препятствие и (или) опасность для транспортных средств или пешеходов.
2. Долговечность. Повреждение, достаточно серьезное для того, чтобы снизить срок службы некоторых или всех компонентов шумозащитного экрана.
3. Эффективность. Повреждение, значительно снижающее акустическую эффективность шумозащитного экрана, или в случае, если экран является ограждением.
4. Эстетика. Повреждение, создающее неприглядный вид.

7.2. РЕМОНТОПРИГОДНОСТЬ И ЗАМЕНЯЕМОСТЬ ДЕТАЛЕЙ ЭКРАНА

Очень часто требуется замена элементов экрана. Если компоненты - стандартные изделия типа стальных швеллеров для опор, то произвести их несложно, а если они выполнены по заказу для отдельного проекта, то замену осуществить очень трудно.

Чтобы решить эту проблему, некоторые агентства обязали подрядчика (изготовителя) поставлять дополнительные компоненты организациям, ответственным за обслуживание экранов. Как правило, дополнительно требуется 10% заменяемых частей. Недостаток такой практики заключается в том, что в ответственной за обслуживание организации после нескольких лет эксплуатации шумозащитных экранов скапливается большое количество запасных деталей, которые, возможно, никогда не будут использованы.

Проблема замены элементов становится более сложной, когда компоненты изготавливаются по индивидуальному проекту. В этом случае создание запаса деталей для замены обязательно.

7.3. ДОСТУП К КОНСТРУКЦИИ ЭКРАНА

Размещение шумозащитного экрана обычно осуществляется после акустических исследований, которые направлены на нахождение местоположения, блокирующего линию между источником шума и реципиентами. Такое местоположение не всегда может быть доступным со строительной или эксплуатационной точки зрения. Проблемы доступа должны рассматриваться на этапе проектирования совместно с акустическими, строительными, материаловедческими и эксплуатационными требованиями.

7.4. ИЗНОС И УХУДШЕНИЕ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ ЭКРАНА

Все материалы шумозащитного экрана через какое-то время изнашиваются. Скорость и степень износа зависят от типа материала, близости расположения от проезжей части, стойкости к противогололедным реагентам, климата и ряда других факторов. Типичные повреждения, связанные с износом материала экрана, следующие.

- Коррозия металла, обычно вызываемая чрезмерной влажностью и применением в зимний период противогололедных реагентов, медленно разрушает металл или проникает через защитное покрытие. При текущем ремонте можно удалить ржавчину и перекрасить конструкцию краской с повышенным содержанием цинка. В случае конденсирования влаги на деталях экрана необходимо внести изменения в проект для устранения этого явления. Если оставить все без изменений, металлические компоненты экрана будут продолжать ржаветь до полного их разрушения и тогда потребуются их замена.

- В некоторых случаях и в определенных климатических условиях поверхность экранов никогда полностью не может высохнуть или для этого требуется длительный период времени, в течение которого должна стоять сухая погода. В таких областях уже на этапе проектирования следует применять такие конструкции и материалы экрана, а также обработку его поверхности, которые могут минимизировать такие состояния и быть способными к регулярной очистке.

- Ухудшение свойств от ультрафиолетового воздействия солнечного света. Наиболее часто возникает неравномерное изменение цвета шумозащитного экрана. Рассмотрение вопроса ультрафиолетового воздействия особенно важно для прозрачных экранов.

- Потеря окраски и цвета покрытия обычно происходит в результате пескоструйной очистки или воздействия грязи и твердых частиц, поднимаемых воздушными потоками от быстро движущихся транспортных средств.

Повреждение окраски или покрытия является эстетической проблемой. Если такое покрытие или окраска обеспечивают защиту материала, то это относится к проблеме долговечности материала экрана.

При текущем ремонте необходимо удалить поврежденный материал с поверхности экрана и перекрасить его.

- Изменение размеров чаще всего происходит в деревянных шумозащитных экранах, но иногда - в металлических и железобетонных панелях.

Основной причиной этого для древесины считается чрезмерная влажность и несоответствующая обработка. В результате возникают трещины в шумозащитном экране. Если ширина раскрытия трещины небольшая, ремонт может быть выполнен путем шпаклевания. При значительных дефектах детали следует заменить.

Для защитного покрытия металла изменение размеров происходит из-за разного коэффициента линейного расширения и выявляется только после эксплуатации при различной температуре. Это - недостаток проекта, который обычно воздействует только на эстетику экрана и редко ухудшает показатели безопасности, долговечности и акустических характеристик.

Изменения размеров в горизонтальных железобетонных панелях наиболее значимы. Панели, монтируемые с вертикальным стыком, также деформируются, но изменение их размеров обычно не заметно.

7.5. СБОР ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

В проекте экрана должны быть предусмотрены места сбора твердых отходов, способность экрана аккумулировать отходы и работы ответственной организации по уборке. Обычно листья, части растений и другие твердые отходы скапливаются около экрана в области «мертвой зоны».

7.6. СКЛАДИРОВАНИЕ СНЕГА

Когда шумозащитные экраны установлены слишком близко к проезжей части, они затрудняют складирование на обочине снега в зимний период. Если снег скапливается на полосах движения, он создает препятствие для движущихся транспортных средств и его необходимо убрать с помощью снегопогрузчиков и вывезти автомобилями-самосвалами. Близость работы уборочной техники от шумозащитного экрана может повлечь за собой повреждение конструкции экрана.

В зависимости от высоты экрана, близости его расположения к проезжей части и направления преобладающего ветра могут возникать наносы снега поперек проезжей части. Наносы создают не только проблемы безопасности для транспортных средств, но и трудности для снегоочистки. На стадии проектирования на дорогах с более широкой проезжей частью следует увеличивать высоту экрана или менять его угол отклонения от вертикали.

7.7. ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ОТДЕЛЬНЫМИ ТИПАМИ ЭКРАНОВ

Для специальных или уникальных типов шумозащитных экранов на стадии проектирования необходимо предусмотреть особые условия обслуживания. Экраны «зигзагообразной» конфигурации, «карманы» или разрывы создают сложности при эксплуатации. Экраны с большими выступами или фигурные верхние части экрана могут осложнять естественную очистку дождевой водой. Шумозащитные экраны, расположенные позади подпорной стенки, необходимо защищать специальными ограждениями, чтобы предотвратить несанкционированный доступ. Экраны, установленные на мостах, могут препятствовать доступу к обслуживанию коммуникаций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленном обзоре приведены материалы и конструкции, используемые в США, Канаде при устройстве и эксплуатации шумозащитных экранов. В настоящее время в нашей стране используются близкие по характеристикам конструкции, однако некоторые параметры, учитываемые в США, нашими проектировщиками и строителями не рассматриваются в должной мере.

К таким параметрам можно отнести эстетические, особенно вид со стороны землепользователей, расстояние перекрытия и размещения экранов, требования к безопасности

(характер разрушения при наезде транспортных средств), обеспечение доступа, проблемы вандализма и ряд других вопросов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Highway Noise Barriers: Performance, Maintenance and Safety (Video). - Cambridge, MA: John A. Volpe National Transportation Systems Center, 1996. - October.
2. Lee Cynthia S.Y., Gregg G. Fleming. Measurement of Highway-Related Noise: Report No. FHWA-PD-96-046 and DOT-VNTSC-FHWA-96-5. - Cambridge, MA: John A. Volpe National Transportation Systems Center, 1996. - May.
3. Acoustics-Attenuation of Sound During Propagation Outdoors. Part 1. Calculation of the Absorption of Sound By the Atmosphere: ISO 9613-1:1993. - Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 1993.
4. Hendriks R.W. Field Evaluation of Acoustical Performance of Parallel Highway Noise Barriers Along Route 99 in Sacramento, California: Report No. FHWA/CA/TL-91/01. - Sacramento, C A: California Department of Transportation, 1991. - January.
5. Summary of Noise Barriers Constructed By December 31, 1995. - Washington, DC: U.S. Department of Transportation, 1996. - December.
6. Fleming G.G., Rickley E.J. Performance Evaluation of Experimental Highway Noise Barriers: Report No. FHWA-RD-94-093. - Cambridge, MA: John A. Volpe National Transportation Systems Center, 1994. - April.
7. Fujiwara K., Futura N. Sound Shielding Efficiency of a Barrier with a Cylinder at the Edge // Noise Control Engineering Journal. - 1991. - Vol. 37. - № 1.
8. Jones Keith, Rudolf Hendriks. Traffic Noise Analysis Protocol - For New Highway Construction and Reconstruction Projects. Sacramento. - CA: California Department of Transportation, 1998. - October.
9. Pedersen Soren, Harvey S. Knauer, Cynthia S.Y. Lee, Gregg G. Fleming. FHWA Highway Noise Barrier Design CD-ROM. - Cambridge, MA: John A. Volpe National Transportation Systems Center, 2000. - February.
10. New-Product Evaluation Procedures. NCHRP Synthesis of Highway Practice. - Washington, D.C: Transportation Research Board, 1982. - June.
11. Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials: ASTM Standard E84-98el. - Philadelphia, PA: American Society of Testing and Materials, 1998.
12. Standard Practice for Operating Light-Exposure Apparatus (Xenon-Arc Type) With and Without Water for Exposure of Nonmetallic Materials: ASTM Standard G26-96. - Philadelphia, PA: American Society of Testing and Materials, 1996.
13. Standard Test Method for Calculation of Color Differences From Instrumentally Measured Color Coordinates: ASTM Standard D2244-93. - Philadelphia, PA: American Society of Testing and Materials, 1993.

14. Standard for Noise Barriers on Roadways. CAN/CSA Standard Z107.9-00. - Ontario, Canada: CSA International, 2000.

15. Hendriks Rudolf. Technical Noise Supplement-A Technical Supplement to the Traffic Noise Analysis Protocol. - Sacramento, CA: California Department of Transportation, 1998. - October.

16. Simpson Myles A. Noise Barrier Design Handbook: Report No. FHWA-RD-76-58. - Arlington, VA: Bolt Beranek and Newman, Inc., 1976. - February.

<http://proconstruct.ru/articles/>