

УДК 691

В.И.РИМШИН, д-р техн. наук, Ю.О.КУСТИКОВА

Московский институт коммунального хозяйства и строительства

(Российская Федерация)

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ В ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ

Одним из наиболее эффективных и в то же время относительно недорогих средств защиты жилой застройки и селитебных территорий от промышленного и транспортного шума являются акустические экраны. Акустические экраны позволяют сократить размеры санитарно-защитных зон по фактору шума вокруг энергетических объектов и повысить эффективность использования дефицитной городской территории, позволяя вести строительство жилых и общественных зданий в тех местах, которые без экранов были бы непригодны под строительство ввиду чрезмерного превышения санитарных норм по шуму.

Акустический экран представляет собой достаточно протяженное препятствие на пути распространения звуковых лучей от источника шума до защищаемого от шума объекта. В общем случае в качестве акустического экрана могут служить придорожные, подпорные, ограждающие и специальные защитные стенки; искусственные и естественные элементы рельефа местности – валы из грунта, насыпи, холмы, откосы выемок, террас, оврагов; шумозащитные здания и сооружения типа галерей, тоннелей; здания нежилого назначения, в помещениях которых допускаются уровни звука свыше 45 дБА (здания предприятий коммунально-бытового обслуживания населения, торговли, общественного питания и т.п.). Кроме того, возможны экраны в виде комбинации вышеуказанных типов (например, вертикальная стенка на насыпи).

В условиях стесненной городской застройки наиболее перспективными являются экраны в виде вертикальных стенок различного поперечного профиля, устанавливаемые около шумных объектов энергетических предприятий. В загородных условиях должны максимально применяться экраны в виде выемок, насыпей, земляных кавальеров, а также использоваться особенности естественного рельефа местности.

Назначение акустического экрана состоит в создании зоны акустической тени за ним, при этом форма, размеры и материал экрана могут варьироваться в широких пределах. Для создания эффекта экранирования защищаемые объекты должны располагаться ниже границы звуковой тени (при рассмотрении вертикальной проекции), т.е. ниже продолжения прямой линии, соединяющей акустический центр источника шума с вершиной экрана. Однако, учитывая, что размеры экрана обычно сравнимы с длиной волны на низких частотах, что приводит к

проникновению части звуковой энергии, в первую очередь за счет дифракции, в теньевую область, следует отметить, что акустическая тень не является зоной "абсолютной тишины", а граница звуковой тени обычно размыта и может рассматриваться в виде линии лишь условно.

Под акустической эффективностью экрана понимают разницу уровней звукового давления в дБ или уровней звука в дБА в расчетной точке до и после установки экрана. Эффективность экрана зависит от многих факторов, характеризующих как сам экран, так и источник шума и параметры окружающей среды.

Экраны можно разделить на две большие группы – тонкие и толстые экраны. Свободно стоящие экраны-стенки, а также различные плоские заграждения являются примерами тонкого экрана. Здания, земляные насыпи, валы и т.п. с широким плоским ребром наверху могут служить примерами толстых экранов. Дифракция звука на ребре тонкого экрана представлена на рис.1.

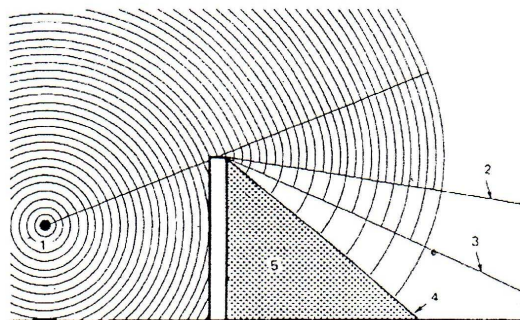


Рис.1 – Дифракция на ребре тонкого плоского акустического экрана:

1 – источник шума; 2 – высокочастотный участок; 3 – среднечастотный участок; 4 – низкочастотный участок; 5 – зона акустической тени.

Толстые экраны характеризуются дифракционными явлениями на двух ребрах экрана (рис.2). Обычно экран считается безусловно толстым (для всех компонентов звуковой волны во всем частотном диапазоне), если ширина его верхнего ребра превышает 3 м. Если ширина верхнего ребра менее чем 3 м, экран считается тонким для звуковых компонентов с длиной волны более чем 1/5 ширины этого ребра, в противном случае он должен рассматриваться как толстый экран.

Наиболее значимым и универсальным фактором, определяющим эффективность экрана является угол дифракции θ , связывающий высоту экрана с его расположением относительно системы "источник – приемник" (рис.3).

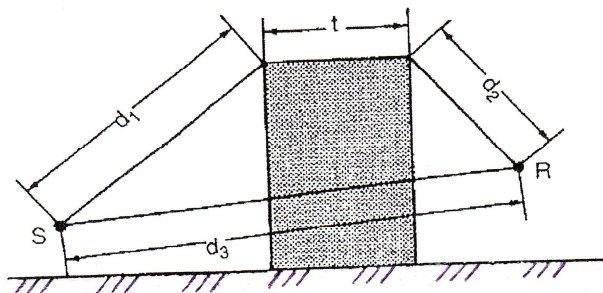


Рис.2 – Дифракция на обоих ребрах широкого экрана:

d_1 – расстояние от источника до первого ребра дифракции; d_2 – расстояние от второго ребра дифракции до расчетной точки; d_3 – расстояние от источника шума до расчетной точки; S – источник шума; R – расчетная точка; t – расстояние между двумя ребрами.

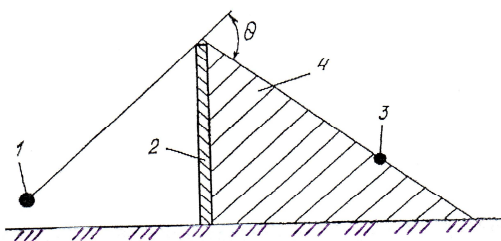


Рис.3 – Схема акустического экрана (АЭ):

1 – источник шума; 2 – АЭ; 3 – РТ; 4 – зона акустической тени за АЭ;
 θ – угол дифракции.

Угол дифракции может быть увеличен увеличением высоты акустического экрана и уменьшением расстояния от источника шума до акустического экрана и от расчетной точки до акустического экрана, а также увеличением ширины свободного ребра экрана. Чем больше угол дифракции, тем больше разность хода звуковых волн, а следовательно, тем больше и акустическая эффективность экрана.

Эффективность акустического экрана может быть увеличена за счет применения для обработки поверхностей экрана материалов с высоким звукопоглощением или специальных дополнительных элементов в конструкции акустического экрана, закрепляемых на его верхнем ребре и служащих для увеличения рассеивания и поглощения дифрагирующей звуковой волны. Однако эти увеличения имеют место, если высота акустического экрана превышает уровень прямой ли-

нии, соединяющей источник шума и расчетную точку, так как в противном случае акустический экран перестает выполнять свою роль, и шум беспрепятственно проникает в защищаемую область. Размещение звукопоглощения на акустическом экране имеет два преимущества: во-первых, это приводит к снижению доли дифрагирующего звука (увеличению зоны звуковой тени), и, во-вторых, способствует минимизации отражения звука от экрана.

В качестве звукопоглощающих средств, используемых для увеличения эффективности экрана, обычно применяются различные пористые материалы или резонаторы. Эффективность пористых материалов, как правило, выше на более высоких частотах, а резонаторы имеют максимальное звукопоглощение вблизи их резонансной частоты, которую, например, для трансформаторов ТЭЦ следует выбирать на низких частотах, особенно в области 100-250 Гц. Теоретические и экспериментальные исследования показывают, что эффективность дополнительных использования звукопоглощающих материалов тем не менее зависит от угла дифракции θ . Причем, когда источник или расчетная точка расположены достаточно близко от экрана (угол дифракции достаточно велик), эффект звукопоглощающей облицовки, как правило, составляет 2 и при существенном приближении экрана к приемнику может достигать до 10 дБ.

Для оценки эффективности акустических экранов следует рассматривать различные типы источников шума. На расстояниях, значительно превышающих эффективный размер источника шума, большинство источников может быть аппроксимировано локальным точечным источником шума. Однако, очень часто акустические экраны расположены близко от источника шума, в этом случае источники могут рассматриваться как протяженные, особенно крупногабаритное оборудование ТЭЦ, РТС, котельных, а также мощные силовые трансформаторы, градирни, дымососы, трубы и т.п. В случае, если источником шума является авто- или железная дорога, подходящая к энергопредприятию, по которой передвигаются протяженные объекты (длинные грузовые автомобили, поезда), то должно приниматься к рассмотрению наличие множественных отражений между экраном и движущимся протяженным объектом, что в свою очередь, определяет характер снижения шума акустическим экраном и вызывает необходимость применения звукопоглощающей облицовки экрана.

Спектральные характеристики источников шума также очень важны. Большинство методов расчета экранов разработано для некоторой доминантной октавной полосы частот или вычисления проводятся в дБА. Однако существуют также методы расчета эффективно-

сти акустического экрана в октавных или $1/3$ октавных полосах частот. Следует отметить, что на низких частотах акустическая эффективность экранов невысока, так как длина звуковой волны становится соизмеримой с высотой экрана или даже превышает ее, что создает благоприятные условия для проникания шума за экран.

Для получения более точных значений эффективности акустического экрана должны обязательно учитываться атмосферные условия. Распространение звуковой волны в направлении от земли и при встречном ветре и солнечной погоде, не оказывает существенного влияния на эффективность экрана. С другой стороны, распространение звука к земле, связанное с попутным ветром, а также инверсные перепады температуры, часто наблюдаемые ночью, приводят к снижению эффективности экрана. Степень влияния атмосферных явлений на величину снижения шума акустическим экраном зависит от скорости ветра, частоты звука и расстояния до приемника. Особенно важно учитывать отражение звука от поверхности земли.

Эффективность экранов, применяемых для защиты от шума энергетических предприятий, в значительной степени зависит от наличия звукоотражения от поверхности земли и может регулироваться введением дополнительного звукопоглощения или изменением параметров экрана (например, увеличением его высоты).

Учитывая, что при использовании легких экранов существенное влияние на эффективность экранирования оказывает звукопроводимость материала экрана, рекомендуется выбирать для изготовления экрана материалы, характеризующиеся поверхностной массой не менее 100 н/м. Необходимо также избегать наличия отверстий, щелей в конструкции экрана и между нижней частью экрана и землей (основанием на земле), так как такие отверстия и щели заметно снижают эффективность экрана.

1.Бондаренко В.М., Римшин В.И. Примеры расчета железобетонных и каменных конструкций. – М. Высш. шк., 2006.

2.Обследование и испытание зданий и сооружений / Под ред. В.И. Римшина. – М. Высш. шк., 2007.

3.Римшин В.И., Котельников Д.Н., Кустикова Ю.О. Элементы механики разрушения железобетона в зоне контакта при усилении городских инженерных сооружений // III Междунар. науч.-практ. конф. «Развитие современных городов и реформа жилищно-коммунального хозяйства». – М.: МИКХиС, 2005. – С.380-382.

4.ISO 9613-2. Акустика – снижение шума на пути распространения в окружающей среде. Ч.2. Основной метод расчета.

Получено 09.04.2007