

Характер распространения акустического шума при изменении вида подстилающей поверхности: лабораторная оценка

А.А. Сорокова¹, Т.Д. Хромулина², Т.С. Шеронова³

¹АО «Альфа Банк»

602266, г. Муром, ул. Московская, 101

²Муромский филиал ООО «Владимиртеплогаз»

602263, г. Муром, ул. Первомайская, 110А

³АО «Муромский стрелочный завод»

602264, г. Муром, ул. Стахановская, 22а.

Анализ осуществлён по результатам экспериментов с акустическим экраном, проводившихся в актовом зале института. Оценивался уровень звукового давления акустического сигнала, отражённого от экрана. При проведении эксперимента использовался сложный шумоподобный сигнал. Полученные результаты могут рассматриваться, скорее, как качественная оценка влияния типа подстилающей поверхности, однако позволяют сделать вывод о том, что изменение вклада отражений от земли в распространяющийся сигнал может быть существенным.

Целью данной работы является оценка влияния характера подстилающей поверхности по трассе распространения на затухание акустического шума.

Затухание из-за влияния земли в основном определяется влиянием подстилающей поверхности вблизи источника и приёмника шума. При этом выделяют три зоны:

а) зону источника длиной до $30h_s$ и максимальным значением, равным расстоянию до приёмника d_p (h_s - высота точечного источника шума над землёй);

б) зону приёмника длиной до $30h_r$ и максимальным значением, равным d_p (h_r - высота приёмника над землёй);

в) среднюю зону. Если

$$d_p < (30h_s + 30h_r), \quad (1)$$

то зоны источника и приёмника частично перекрываются, и средняя зона отсутствует.

Согласно такой схеме затухание из-за влияния земли не зависит от длины средней зоны, но в большой степени зависит от характеристик поверхности земли в зонах источника и приёмника.

Акустические характеристики поверхности земли в зонах учитывают коэффициентом отражения G от поверхности земли. Различают три категории поверхностей земли по звукоотражению:

а) твёрдую поверхность с низкой пористостью. Для твёрдой поверхности $G=0$.

б) пористую поверхность типа земли с травой. Для пористой поверхности $G=1$;

в) смешанную поверхность с разными участками. В этом случае G принимает значения от 0 до 1 пропорционально сочетанию площадей участков.

Для определения затухания из-за влияния земли в заданной октавной полосе частот рассчитывают: затухание A_s в зоне источника при заданном показателе поверхности земли G_s ; затухание A_r в зоне приёмника с показателем поверхности G_r ; затухание A_m в средней зоне с показателем поверхности G_m .

Общее затухание из-за влияния земли в заданной октавной полосе частот определяют по формуле

$$A_{gr} = A_s + A_r + A_m. \quad (2)$$

Расчёт проводится по методике, изложенной в [1].

Анализ влияния подстилающей поверхности на изменение коэффициента затухания может быть осуществлён по некоторым результатам эксперимента, заключающегося в исследовании характеристик шумопоглощения шумозащитного экрана. Эксперимент проводился в Актовом зале Муромского института ВлГУ.

Акустический экран располагался на расстоянии 3 м от сцены на постаменте (основании). Высота экрана - 2,5 метра от уровня постамента, длина – 10 метров. Акустические системы (АС) в количестве 4 штук, выполнявшие функции источника сигнала, располагались в глубине сцены на расстоянии 7 метров от экрана с выстраиванием «в ряд», высота основного излучателя АС над уровнем сцены – 0,6 метра [2].

Микрофон располагался на расстоянии 1,5 м от экрана, для фиксации его положения использовалась микрофонная стойка.

В процессе испытаний шумозащитного экрана оценивалась способность к шумопоглощению в зоне перед экраном. В связи с этим микрофон располагался таким образом, чтобы фиксировать сигнал, отражённый от экрана. Измерения проводились в соответствии с [3]. В качестве контрольно-измерительного средства использовался шумомер I класса АССИСТЕНТ с микрофоном МК265.

В качестве акустического сигнала использовался шумоподобный сигнал (типа «белого шума»), который с выхода ПК подавался на вход усилителя. Для обеспечения максимально возможной равномерности АЧХ исходного сигнала была проведена предварительная коррекция с использованием имеющегося в ПК стандартного графического многополосного эквалайзера.

Измерения УЗД отражённого сигнала осуществлялись для случая твёрдой ($G=0$) и пористой поверхности ($G=1$). Пористая поверхность моделировалась применением поролоновых листов, которыми покрывалась вся поверхность между АС и экраном.

Поскольку в данном случае акустический сигнал проходит путь длиной в 7 м до экрана и 1,5 м от экрана до микрофона, общая длина трассы $d_p=8,5$ м. Исходя из $h_s=0,6$ м получаем, что протяжённость зоны приёмника должна составлять $30h_s=30*0,6=18$ м. Если учитывать высоту расположения приёмника (микрофона) $h_r=1,5$ м, то ожидаемая протяжённость зоны приёмника - $30h_r=45$ м. Таким образом, поскольку соблюдается условие соотношения (1) –

$$30h_s + 30h_r=18+45=63>8,5,$$

зоны источника и приёмника перекрываются, и средняя зона отсутствует. А поскольку d_p существенно меньше и $30h_s$, и $30h_r$, можно рассматривать влияние подстилающей поверхности только в зоне источника или приёмника. Таким образом, фактически речь можно вести о рассмотрении соотношения (2) в виде

$$A_{gr} = A_s.$$

Для получения более полной картины контроль осуществлялся в третьоктавных диапазонах в линейном режиме измерения. В каждой из точек фиксировалось пять групп значений уровня звукового давления (УЗД) на каждой из среднезвешенных частот (от 25 до 20000 Гц).

Результатом, характеризующим изменение уровня сигнала за счёт изменения характера подстилающей поверхности, является разность ΔA_s данных по первому ($G=0$) и второму ($G\approx 1$) вариантам. Поскольку речь идёт именно о разности значений,

полученных при абсолютно одинаковых прочих условиях, получение такой относительной оценки обеспечивает взаимную компенсацию всех факторов влияния, кроме изменения вида подстилающей поверхности. Т.е. можно говорить о том, выделено следствие влияния именно подстилающей поверхности.

Изменение УЗД отражённого сигнала при замене твёрдой поверхности на пористую показано на рис. 1. Положительное значение означает уменьшение величины отражённого шума, отрицательное – увеличение.

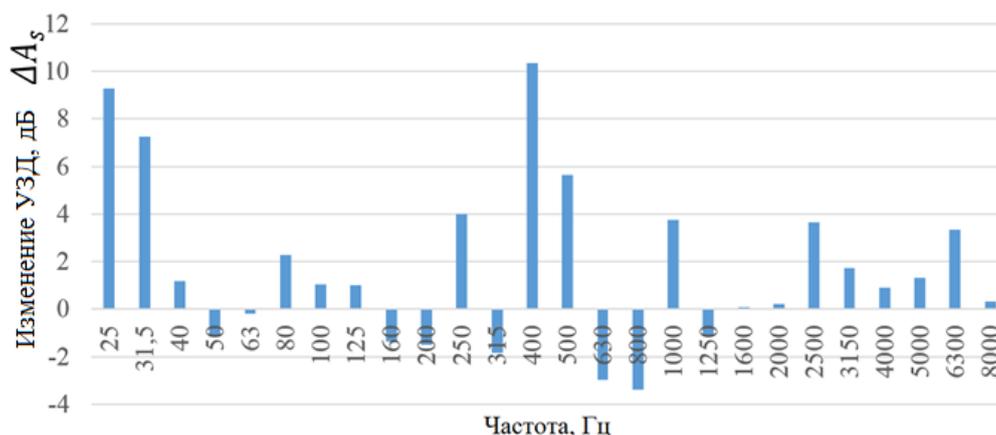


Рис.1 – Изменение УЗД отражённого сигнала при замене твёрдой поверхности на пористую

Из полученных результатов можно сделать вывод: в основном замена подстилающей поверхности с твёрдой на пористую уменьшает уровень A_{gr} . При этом следует отметить, что в некоторых случаях (частоты 150; 160; 200; 315; 630; 800 и 1250 Гц) имеет место пусть и не самое существенное, но усиление шума.

Разумеется, следует сделать поправку на некоторую условность проведённых испытаний, что позволяет говорить не об абсолютных количественных результатах, а о качественных. Кроме того, невелико расстояние между источником и приёмником сигнала.

И тем не менее, можно сделать вывод о том, что количественные показатели, представленные в работе, в целом правильно отражают характер влияния типа подстилающей поверхности на затухание акустического сигнала при распространении его по трассе. Кроме того, очевидно, что количественный анализ должен проводиться по каждому из октавных или долеоктавных диапазонов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-38-00909.

Литература

1. ГОСТ 31295.2-2005 (ИСО 9613-2:1996) Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета / Инженерная и санитарная акустика. Сборник нормативно-методических документов. В 2 томах. Том 1. –СПб.: Компания «Интеграл», 2008. –С.622-655.
2. Туманов М.А., Хромулина Т.Д., Булкин В.В. Анализ характера распространения звуковых волн в актовом зале Муромского института ВлГУ / Методы и устройства передачи и обработки информации, Вып.20, 2018. –С. 43-48.
3. ГОСТ 23337-2014. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий / Инженерная и санитарная акустика. Сборник нормативно-методических документов. В 2 томах. Том 1. –СПб.: Компания «Интеграл», 2008. –С.355-384.