

*А.М. Макаров, В.А. Дидицкий**

ОБ ЭФФЕКТЕ ОБЪЕМНОГО ЗВУКОПОГЛОЩЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Известно, что находящиеся в производственных помещениях технологическое оборудование и другие рассеивающие звук предметы в определенных частотных полосах шума значительно увеличивают свою акустическую эффективность и работают как объемные звукопоглотители [1]. Показатель эффективности объемного звукопоглотителя $\gamma = \alpha_1/\alpha_0$ зависит от соотношения его поперечного размера R и длины падающей звуковой волны λ , где α_0 – коэффициент звукопоглощения материала звукопоглотителя; α_1 – объемный коэффициент звукопоглощения, учитывающий процессы дифракции звука на объемном элементе (рис. 1).

Видно, что в области частот, где $R/2\lambda < 1$, величина $\gamma \approx 2$, т.е. эффективность звукопоглощения объемного звукопоглотителя возрастает вдвое по сравнению с звукопоглощением его поверхности. В области частот, где отношение $R/2\lambda \gg 1$, поверхность поглотителя работает как обычный звукопоглощающий материал ($\gamma \approx 1$). Таким образом, рассеивающие звук предметы можно рассматривать как объемные звукопоглотители, звукопоглощение которых возрастает в 1,5 – 2 раза по

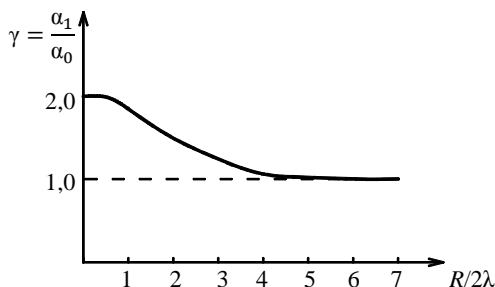


Рис. 1. Зависимость эффективности поглотителя от соотношения его наибольшего размера и длины падающей звуковой волны

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ГОУ ВПО ТГТУ В.И. Леденева.

сравнению с коэффициентами звукопоглощения их поверхностей в частотных диапазонах, где выполняется условие $R/2\lambda < 1$. Для проверки данного утверждения были проведены специальные экспериментальные и теоретические исследования. Анализ эффекта повышения звукопоглощения выполнен путем сравнения расчетных и экспериментальных данных.

Исследования выполнены для трех модельных помещений с различными пропорциями: соразмерного – $3,73 \times 1,3 \times 0,97(h)$ м; длинного – $3,73 \times 1,3 \times 0,58(h)$ м; плоского – $3,73 \times 1,3 \times 0,32(h)$ м. Измерения производились при наличии в помещениях 23 рассеивателя размерами $0,25 \times 0,12 \times 0,09$ м и $0,25 \times 0,12 \times 0,18$ м. Рассеиватели во всех случаях были покрыты звукопоглощающим материалом с коэффициентом звукопоглощения $\alpha_0 = 0,23$. Исследования производились в октавной полосе частот с $f_{cp} = 4000$ Гц. Схема расположения рассеивателей и точек измерения приведена на рис. 2. Расчеты выполнялись методом прослеживания лучей с использованием специально разработанной программы [2]. Коэффициенты звукопоглощения стен $\alpha_{ст}$ равнялись 0,03, пола $\alpha_{пол}$ – 0,05, потолка $\alpha_{пот}$ – 0,07. При моделировании процесса распространения звука прослеживались пути 10 000 равномерно излученных в пространство помещения порций энергии. В качестве примера на рис. 3 приведены результаты экспериментов и расчетов в модельном помещении с рассеивателями размерами $0,25 \times 0,12 \times 0,18$ м.

Видно, что результаты расчетов, выполненных при коэффициенте звукопоглощения рассеивателей равном $\alpha_0 = 0,23$, имеют значительные расхождения с результатами экспериментов. Это свидетельствует о том, что реальное звукопоглощение рассеивателей значительно выше, чем звукопоглощение их поверхностей. Результаты расчетов хорошо согласуются с экспериментами в случае принятия коэффициента

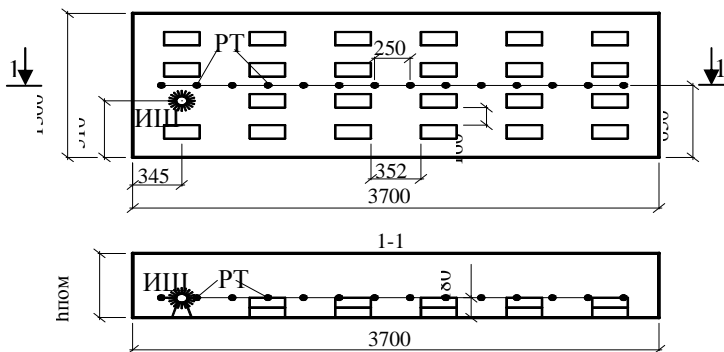


Рис. 2. Схема размещения рассеивателей, источника шума и расчетных точек в модельном помещении

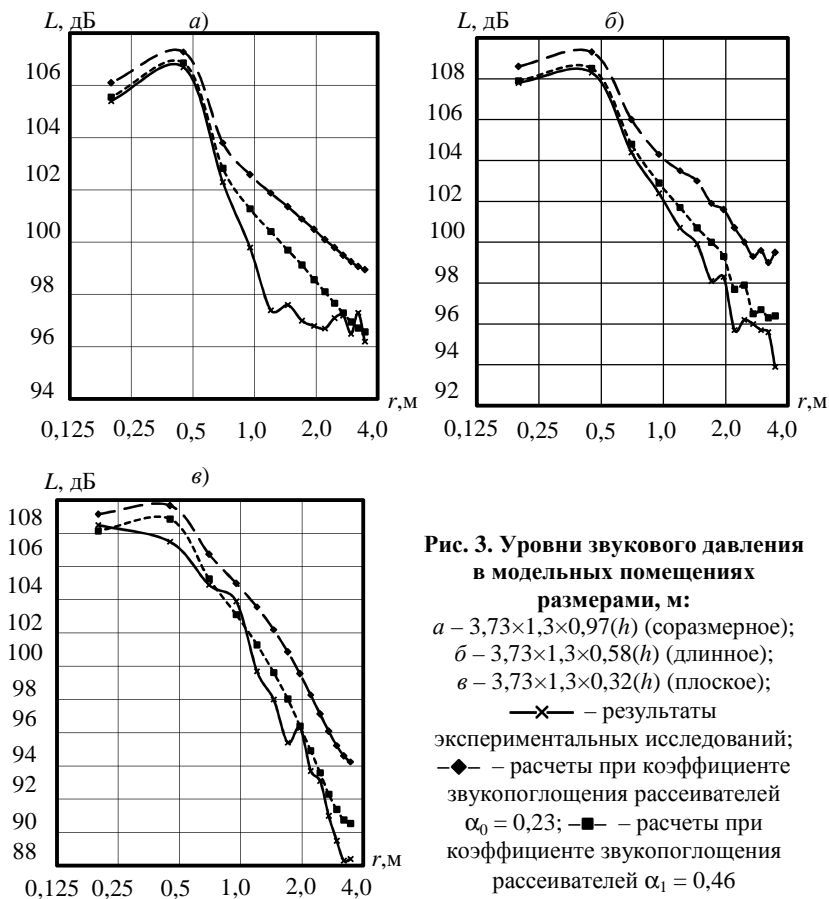


Рис. 3. Уровни звукового давления в модельных помещениях размерами, м:

a – $3,73 \times 1,3 \times 0,97$ (h) (соразмерное);

б – $3,73 \times 1,3 \times 0,58$ (h) (длинное);

в – $3,73 \times 1,3 \times 0,32$ (h) (плоское);

—x— — результаты экспериментальных исследований;
 —◆— — расчеты при коэффициенте звукопоглощения рассеивателей $\alpha_0 = 0,23$; —■— — расчеты при коэффициенте звукопоглощения рассеивателей $\alpha_1 = 0,46$

звукопоглощения рассеивателей $\alpha_1 = 0,46$. Данное обстоятельство свидетельствует о том, что рассеиватели на частоте 4000 Гц работают как объемные звукопоглотители (см. рис. 1).

Выполненные нами другие серии исследований показывают, что эффект объемного звукопоглощения наиболее существенно проявляется в диапазоне низких и средних частот. Это обстоятельство необходимо учитывать при оценке шумового режима и эффективности шумозащитных мероприятий в производственных помещениях с большим количеством равномерно распределенного по объему оборудования (механические, металлообрабатывающие цехи и др.)

Исследования выполнены в научно-образовательной лаборатории «Защита зданий от негативных воздействий» НОЦ «ГГТУ – НИИСФ

РААСН». На основе полученных результатов в настоящее время готовятся методические рекомендации проектировщикам, работающим в области борьбы с шумом на промышленных предприятиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Звукопоглощающие и звукоизоляционные материалы / Е.Я. Юдин, Г.Л. Осипов, Е.Н. Федосеева, И.П. Блохина, Р.Д. Кисенишская ; под ред. Е.Я. Юдина. – М. : Стройиздат, 1966. – 250 с.
2. Леденев, В.И. Расчет энергетических параметров шумовых полей в производственных помещениях сложной формы с технологическим оборудованием / В.И. Леденев, А.М. Макаров // Научный вестник ВГАСУ. – Воронеж, 2008. – № 2 (10). – С. 94 – 101.

Кафедра «Городское строительство и автомобильные дороги» ГОУ ВПО ТГТУ