

УДК 691.14

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩИХ СВОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АКУСТИЧЕСКОЙ КАМЕРЫ

О.О. Латушко¹, Д.Н. Шабанов

Полоцкий государственный университет, Республика Беларусь

e-mail: ¹ o.latushko@psu.by

В статье рассматриваются акустические характеристики звукоизолирующих преград в зависимости от строительного материала на примере исследования звукоизолирующих свойств изделий из гофрированного картона.

Ключевые слова: акустика, звукопоглощение, звукоизоляция, строительные материалы, гофрированный картон.

ON THE ISSUE OF DETERMINING THE SOUND-INSULATING PROPERTIES OF BUILDING MATERIALS USING AN ACOUSTIC CHAMBER

O. Latushko¹, D. Shabanov

Polotsk State University, Republic of Belarus

e-mail: ¹ o.latushko@psu.by

The article discusses the acoustic characteristics of sound-proofing barriers depending on the building material on the example of the study of the sound-proofing properties of corrugated cardboard products.

Keywords: acoustics, sound absorption, sound insulation, building materials, corrugated cardboard, corrugated cardboard.

В современном мире человек постоянно подвергается воздействию шума. Это происходит дома, на рабочем месте, в местах отдыха, на транспорте и в других условиях. Наружные и внутренние ограждения квартир, служебных и рабочих помещений зачастую не обеспечивают требуемую шумозащиту. Поэтому обеспечение акустического комфорта в среде обитания человека является важнейшей задачей при проектировании и строительстве гражданских, жилых и промышленных зданий. Одним из наиболее эффективных средств снижения воздействия воздушного шума является устройство на пути его распространения звукоизолирующих преград в виде стен, перегородок, перекрытий, экранов и т.д.

Звукоизоляция – это способность ограждающей конструкции ослаблять энергию звуковых волн при ее прохождении через нее.

Проектирование звукоизолирующих преград следует вести на основании акустического расчета изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями. Для этого необходимо знать частотную характеристику звукоизоляции ограждающих конструкций, которую можно установить путем экспериментальных исследований в натуральных или лабораторных условиях или построить теоретическими способами [1].

Звукоизолирующие преграды, устанавливаемые на пути распространения шума, могут достаточно надежно защищать от него места пребывания человека. Известно, что чем массивнее ограждение, тем лучше оно изолирует помещение от шума, однако требование рационального расхода

вания материальных ресурсов диктует необходимость более полного использования их звукоизоляционных свойств. Поэтому современное проектирование звукоизоляции направлено на обеспечение требуемых акустических условий в помещениях за счет регулируемой звукоизоляции ограждений при минимально возможной их массе. Часто собственная звукоизоляция ограждения снижается вследствие наличия в ограждении щелей и отверстий, а также за счет передачи энергии по смежным конструкциям косвенными путями. Тем более необходимо точнее оценивать степень передачи звуковой энергии непосредственно через ограждение прямым путем [2].

Акустические характеристики звукоизолирующих преград в первую очередь зависят от выбора материала.

Акустические материалы по своему функциональному назначению подразделяются на следующие виды:

- звукопоглощающие материалы, предназначенные для гашения воздушных шумов и регулирования акустических характеристик помещений;
- звукоизоляционные материалы, применяемые в качестве прокладок под плавающими полами и в многослойных ограждающих конструкциях для изоляции ограждений от ударных и воздушных звуков;
- вибропоглощающие материалы, предназначенные для изгибных колебаний, распространяющимся по жестким (преимущественно тонким) конструкциям, для снижения излучаемого ими шума [3].

Звукопоглощающие материалы должны обладать большой пористостью и декоративностью, малой гигроскопичностью, огне- и биостойкостью.

Звукоизоляционные материалы, предназначенные для изоляции от воздушного шума, широко используются при создании различных строительных конструкций. Уменьшение уровня воздушного шума осуществляется возведением стен, перегородок, перекрытий. В общем случае, звукоизоляционная способность ограждений пропорциональна логарифму массы конструкции. Поэтому массивные конструкции обладают большей звукоизоляционной способностью от воздушного шума, чем лёгкие. Поскольку устройство тяжёлых ограждений экономически нецелесообразно, надлежащую звукоизоляцию обеспечивают возведением двух- или трёхслойных ограждений, часто с воздушными зазорами, которые рекомендуется наполнять пористыми звукопоглощающими материалами. Желательно, чтобы конструктивные слои имели различную жёсткость и герметичность, так как это способствует повышению степени звукоизоляции [5].

Акустические материалы в зависимости от назначения представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Применение акустических материалов [4]

Назначение	Применяемые материалы
Звукопоглощающие	Плиты гипсовые, минераловатные, асбестоцементные, двухслойные из ДВП с перфорированной декоративной и рельефной поверхностью; плиты минерало- и стекловатные на полимерном связующем с облицовкой из металлических и пластиковых перфорированных листовых материалов; акустические панели на основе минеральных волокон с рулонным декоративным покрытием; монолитные покрытия из акустических бетонов и растворов на пористых заполнителях и декоративных цементах.
Звукоизоляционные	Плиты мягкие ДВП, картон асбестовый; рулонные материалы (маты, прокладки) на основе минеральных волокон, натуральной пробки, пенополиэтилена, пенополистирола, пенополиуретана, полиэстера, синтепона; линолеумы на звукоизоляционной основе.

Для изучения акустических характеристик были выбраны следующие материалы – трёхслойный, с гофром А: Картон Т А ГОСТ Р 52901-2007.

При помощи этого материала были созданы опытные образцы:

1. Панель из картона гофрированного 490x490x40мм с параллельно расположенными планками и планками под углом 45° (рисунок 1, 2.)



Рисунок 1. – Панель из картона гофрированного. Вид сбоку



Рисунок 2. – Панель из листов картона гофрированного. Вид сверху

2. Панель из картона гофрированного 490x490x40мм склеенная из полосок размерами 490x40мм с поперечным расположением гофры (рисунок 3, 4.)



Рисунок 3. – Панель из картона гофрированного. Вид сбоку



Рисунок 4. – Панель из листов картона гофрированного. Вид сверху

Испытания образцов проводились в акустической камере.

Данная установка позволяет изучать распространение звуковых волн и экспериментально определять акустические характеристики различных строительных материалов. К ним можно отнести коэффициенты звукопоглощения, звукоотражения, звукопропускания, и на основании полученных данных при проведении опытов, рассчитывать индекс звукоизоляции воздушного шума [6].

Акустическая камера представляет собой деревянный корпус, изготовленный из фанеры толщиной 12 мм. Внутренняя поверхность камеры отделана звукопоглощающим материалом, для устранения паразитных пере отражений звуковых волн. С этой целью использовался войлочный материал. Для крепления исследуемого образца, в центре, поперек камеры имеется специальный паз. Плотное прилегание пластины с образцом к нему обеспечивается тремя дисковыми замками.

Для удобства транспортировки с торца камеры предусмотрены ручки. Кроме этого на крышке также имеются ручки. Все стыки в корпусе акустической камеры проклеены, для обеспечения герметичности. На крышке по периметру, с этой же целью имеется полоса из мягкой пористой резины. Для придания эксплуатационных свойств камера покрыта лаком [7].

Внешний вид акустической камеры представлен на рисунке 5.



Рисунок 5. – Внешний вид акустической камеры изнутри [6]

Для проведения экспериментов в камеру установлено звуковоспроизводящее и принимающее оборудование. В качестве источника звука используется динамическая головка мощностью 2 ватта. Для обеспечения максимального затухания вибрации источника звука с камерой динамическая головка помещена в каркас из пористого мягкого материала, основание которого имеет минимальную площадь соприкосновения с дном камеры. Вся звукоизлучаю-

щая конструкция установлена на песочную подушку [8]. Сигнал подавался на протяжении 2-х секунд.

В качестве приемника звука используется комплект оборудования EinsteinLabMate. Он состоит из микрофона и базовой станции. Микрофон устанавливается в акустическую камеру на подставку из того же материала, что и динамическая головка. Соединение с базовой станцией осуществляется посредством кабеля через отверстие в корпусе акустической камеры [6].

Комплект EinsteinLabMate, позволяет передавать данные на персональный компьютер. Программное обеспечение позволяет в режиме реального времени отображать зависимость изменения уровня звука (дБ) от времени (с) в виде графика, представленном на рисунке 6. При этом имеется выбор времени измерения и частоты дискретизации [6].

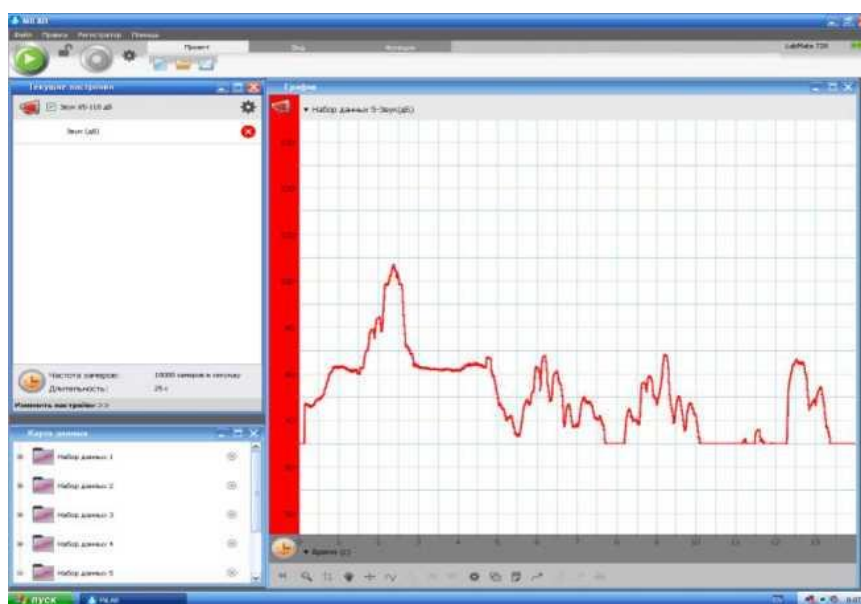


Рисунок 6. – Интерфейс программы EinsteinLabMate [6]

Нормируемыми параметрами постоянного шума являются уровни звукового давления L , дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц и уровень звука LA ($LA, экв$), дБА. Превышение одного из этих уровней считается несоответствием требованиям к допустимому уровню шума [8].

Допустимые значения октавных уровней звукового давления $L_{доп}$, дБ, уровней звука LA , дБА, эквивалентных уровней звука $LA, экв$, дБА, и максимальных уровней звука $LA, макс$, дБА, проникающего шума в помещения жилых и общественных зданий и на их территории, на рабочих местах в производственных и вспомогательных зданиях, на площадках производственных предприятий следует принимать в соответствии с таблицей 6.1. СН 2.04.01-2020[8].

Для эксперимента мы проведем сравнение уровней звукового давления $L_{доп}$, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 гц для жилых помещений жилых зданий категории А, для времени суток с 7.00 до 23.00 часов, данные значения соответствуют графика на рисунке 7.

Подготовленные образцы исследуемых материалов поочередно помещались в акустическую камеру.

После проведения эксперимента были получены следующие данные с усредненными значениями уровня шума для 2-х секундного промежутка времени в течении которого производились замеры (рисунок 8-9).

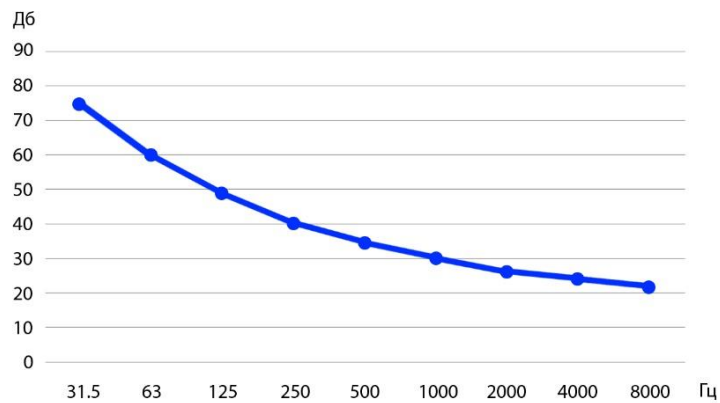


Рисунок 7. – Уровень звукового давления $L_{доп}$, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц для жилых помещений жилых зданий категории А, для времени суток с 7.00 до 23.00 часов

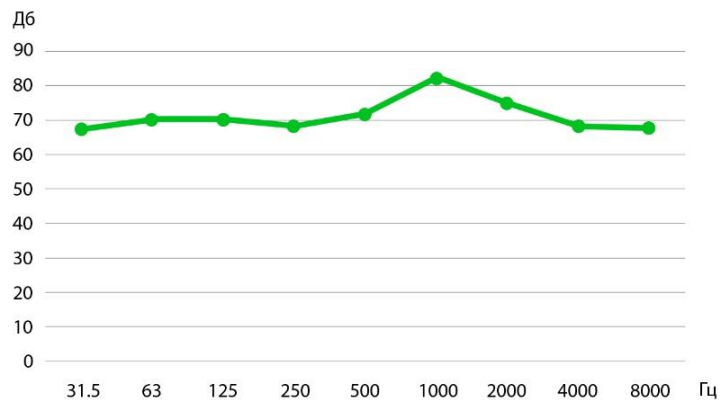


Рисунок 8. – Средние значения уровня шума в дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц для панели из картона гофрированного 490х490х40мм с параллельно расположенными планками и планками под углом 45°

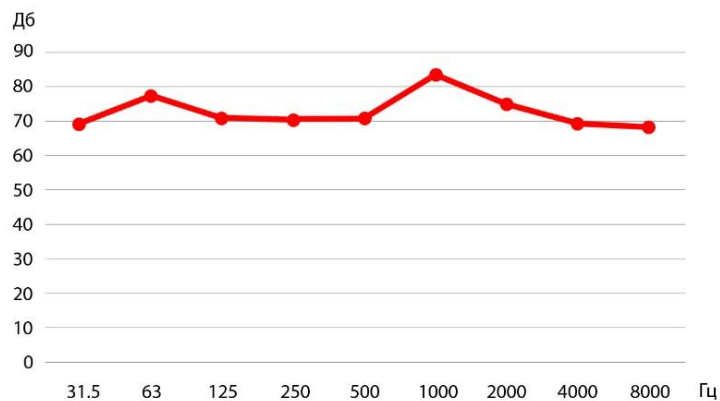


Рисунок 9. – Средние значения уровня шума в дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц для панели из картона гофрированного 490х490х40мм склеенная из полосок размерами 490х40мм с поперечным расположением гофры

Как видно из сводного графика на рисунке 10 испытываемые образцы не соответствуют нормируемым параметрами постоянного шума, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц для жилых помещений жилых зданий категории А, для времени суток с 7.00 до 23.00 часов, практически на всех частотах кроме 31.5 Гц.

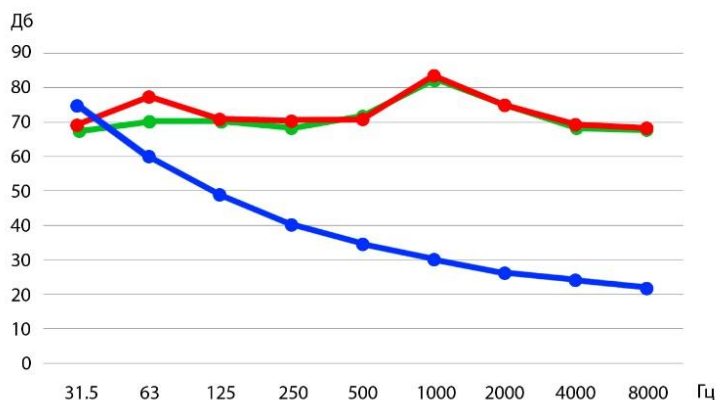


Рисунок 10. – Сравнение значений уровня шума в Дб в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц для панели из картона гофрированного 490х490х40мм с параллельно расположенными планками и планками под углом 45°, для панели из картона гофрированного 490х490х40мм склеенной из полосок размерами 490х40мм с поперечным расположением гофры и нормируемым уровнем шума

ЛИТЕРАТУРА

1. Изоляция воздушного шума однослойными ограждающими конструкциями: учеб. пособие. В.Н. Бобылев, В.А. Тишков, Д.В. Монич. – Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород: ННГАСУ. – 2014. – 67 с.
2. Звукоизоляция и звукопоглощение: Учеб, пособие для студентов вузов. - Л.Г. Осипов, В.Н. Бобылев, Л.А. Борисов и др.; Под ред. Г.Л. Осипова, В.Н. Бобылева. — М.: ООО «Издательство АСТ»: ООО «Издательство Астрель», 2004. - 450. - 14 с.
3. Результаты сравнительного анализа акустических свойств строительных материалов / Смирнова Е. В., Васюткина Д. И. - Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. -2013. - №1.
4. Строительные материалы: Учеб.-метод. комплекс для студ. спец. 1-70 02 01, 1-70 04 02, 1-70 04 03 заочной и дистанционной формы обучения. - Киреева Ю.И., Лазаренко О.В. – Новополец: ПГУ. – 2005. – 384 с.
5. Оценка перспективных направлений проведения исследований в области создания новых материалов с акустическими свойствами. - С.Г. Седунов, М.П. Ступникова, К.А. Тараскин. – ФГУП «Научно-исследовательский институт прикладной акустики»; - Московская область.
6. Панин И.Р., Сачивко А.С., Боровкова Е.С., Сравнительный анализ акустических характеристик строительных материалов / Сборник научных работ студентов республики Беларусь «НИРС – 2019» - Минск, изд. центр БГУ 2020. - 147 с.
7. Хлебкович Е.А., Шуранов Д.А., Боровкова Е.С., Русецкий И.С. Измерение звукоизолирующих свойств листовых материалов с помощью акустической камеры/ Сборник научных работ студентов республики Беларусь «НИРС - 2017» - Минск, изд. центр БГУ 2018. - 146 - 147 с.
8. СН 2.04.01-2020 Защита от шума. Минск 2020. -48 с.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
III МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 29–30 апреля 2021 г.)

Текстовое электронное издание

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2021

1 – дополнительный экран – сведения об издании

УДК 72:624/628+69(082)

Одобрено и рекомендовано в качестве электронного издания
Советом инженерно-строительного факультета (протокол № 8 от 27.10.2021 г.)

Редакционная коллегия:

Д. Н. Лазовский (председатель), А. А. Бакатович, Е. Д. Лазовский,
Л. М. Парфенова, Ю. В. Вишнякова, Р. М. Платонова, Е. Г. Кремнева, А. М. Хаткевич

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ

[Электронный ресурс] : электрон. сб. ст. III междунар. науч. конф., Новополоцк, 29–30 апр. 2021 г. / Полоц. гос. ун-т ; Редкол.: Д. Н. Лазовский (председ.) [и др.]. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2021. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-779-2.

Рассмотрены вопросы архитектуры и градостроительства в современных условиях, прогрессивные методы проведения инженерных изысканий и расчета строительных конструкций. Приведены результаты исследований ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов и технологий, энергоресурсосберегающие и природоохранные инновационные решения в инженерных системах зданий и сооружений. Проанализированы организационные аспекты строительства и управления недвижимостью, проблемы высшего архитектурного и строительного образования.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей учреждений образования.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса.
Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018 г.*

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 53 53 92, e-mail: a.bakatovich@psu.by; l.parfenova@psu.by

№ госрегистрации 3671815379

ISBN 978-985-531-779-2

©Полоцкий государственный университет, 2021

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Архитектурно-строительный комплекс: Проблемы, перспективы, инновации» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
III МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 29–30 апреля 2021 г.)

Технический редактор *И. Н. Чапкевич.*

Компьютерная верстка *А. А. Прадидовой, С. Е. Рясовой.*

Компьютерный дизайн обложки *Е. А. Балабуевой.*

Подписано к использованию 16.11.2021.

Объем издания: 13 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 736.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>