

Исследование звукопроводности перспективного строительного материала «Гофрошпон»

*О.Н. Галактионов, А.А. Кузьменков, Васильев А.С., М.В. Карпов,
А.Г. Потахин*

Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск

Аннотация: В статье приведены материалы и результаты исследования звукопроводности перспективного строительного материала «Гофрошпон». Основной задачей исследования является установление характеристик звукопроводности гофрошпона. Для этого разработана методика измерений, подготовлены образцы различных вариантов конструкции гофрошпона, разработана установка для исследования звукопроводности. Исследования показали следующие результаты: образец 2А5 показал наилучшие результаты: поглощает 4-5 дБ в низкочастотном и среднечастотном диапазонах и 23-26 дБ в высокочастотном диапазоне; худшие результаты звукопоглощения отмечены у образца 3А2, 2-4 дБ в низкочастотном диапазоне и 5-10 дБ в среднечастотном диапазоне и 10-12 дБ в высокочастотном диапазоне. Установлена следующая зависимость с увеличением пространства внутреннего гофрированного слоя материала, растет уровень звукопоглощения гофрошпона и, как следствие, снижается коэффициент звукопроводности.

Ключевые слова: древесные материалы, отделочные материалы, строительные материалы, плитные материалы, шпон, слоистая древесина.

Введение

Строительная отрасль обеспечивает не только возведение несущих и ограждающих конструкций зданий, но также формирует микроклимат в нем, обеспечивая заданный уровень комфорта, обусловленный, в частности, уровнем звукопоглощения внешних и внутренних шумов.

Звукопроводность материала – характеристика материала [1, 2], позволяющая количественно установить эффективность пропускания

материалом звуковой волны через него. Знание величины звукопроводности позволяет рассчитывать звукопоглощение строительных конструкций [3, 4] и соответственно устанавливать в жилых и производственных помещениях комфортный уровень пребывания.

Уровень звукопоглощения строительных конструкций [3, 4] определяет степень их шумоизоляции. Строительной отрасли критически важны материалы, которые отличаются низким коэффициентом звукопроводности [5] и относительно малым весом. Это позволит существенно сократить расходы на строительство, так как облегченные отделочные материалы, в частности, «Гофрошпон» (в дальнейшем – гофрошпон), будут удовлетворять потребности как эстетические (внешний вид материала), так и конструкционные (высокие показатели в звукопоглощении, низкий коэффициент теплопроводности и относительно низкая плотность материала).

Материалы рыхлые с пористой структурой или сложной конструкцией, в которых присутствуют пустоты лучше сопротивляются проникновению звуков и шумов, материалы же массивные с простой структурой лучше проводят сквозь свою конструкцию звуки и шумы. В ходе исследования поставлена задача – определить коэффициент звукопоглощения и звукопередачи для гофрошпона, которые и определяют эффективность пропускания [5, 6] звуковых волн материалом.

Основная часть

Исследования, описанные в данной работе, были проведены в рамках проекта "Исследование характеристик перспективного строительного материала «Гофрошпон» и разработка альбома типовых узлов и конструкций на его основе", поддержанного в рамках Программы поддержки НИОКР студентов, аспирантов и лиц, имеющих ученую степень, обеспечивающих

значительный вклад в инновационное развитие отраслей экономики и социальной сферы Республики Карелия, в 2024 году, финансируемой Правительством Республики Карелия (Договор №3-Г24 от 20.03.2024 между ФГБОУ ВО "Петрозаводский государственный университет" и Фондом венчурных инвестиций Республики Карелия).

Сущность метода исследования звукопроводности заключается в сравнении энергий звуковых волн «падающих» на материал и «прошедших» через материал[7]. Таким образом, устанавливается коэффициент звукопоглощения по общей формуле:

$$k_{з.п.} = \frac{E_{\text{погл}}}{E_{\text{пад}}}, \quad (1)$$

где: $k_{з.п.}$ – коэффициент звукопоглощения; $E_{\text{погл}}$ – энергия поглощенной материалом звуковой волны; $E_{\text{пад}}$ – энергия «падающей» (полная) звуковой волны.

Коэффициент звукопроводности находится по следующей формуле:

$$k_з = 1 - k_{з.п.}, \quad (2)$$

где: $k_з$ – коэффициент звукопроводности; $k_{з.п.}$ – коэффициент звукопоглощения.

Установка для исследования звукопроводности образцов гофрошпона представляет собой шумоизолирующий короб, выполненный из пенополистирола, в короб устанавливается источник звука (динамик с диапазоном частот 100 Гц – 20 кГц), в коробе на верхней грани предусмотрен паз для установки исследуемого образца, уровень шума измеряется при помощи шумомера «Мегеон» (Диапазон измерений 30-130 Дб., погрешность 1,5 Дб., диапазон частот 31,5 Гц- 8 кГц.). Схема установки для исследования звукопроводности образцов представлена на рисунке 1.

На рис 1 компоненты установки обозначены: 1 – обозначен шумомер «Мегеон»; 2 – источник звука; 3 – образец испытываемого гофрошпона, помещенный в паз для установки исследуемого образца.

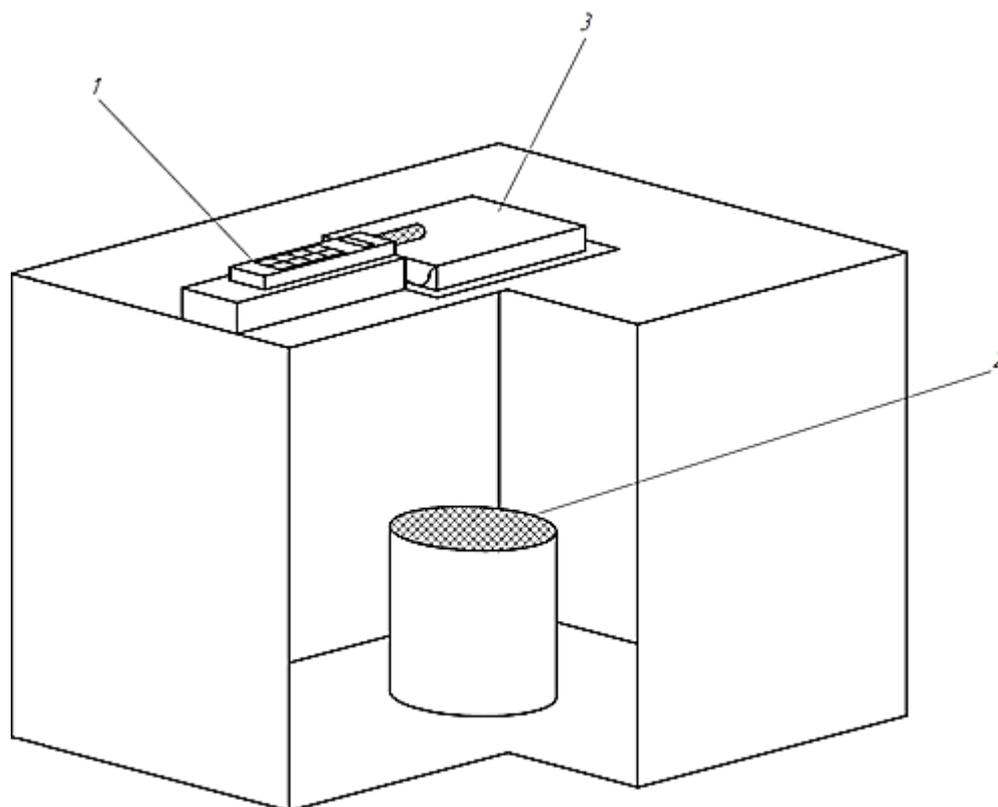


Рис.1. – Схема установки для исследования звукопроводности материала «Гофрошпон».

Начинается исследование с измерения силы звука, проходящего через открытое окно. Включается источник шума с определенной частотой [3] и шумомером замеряется энергия звуковой волны в *Дб* – это энергия «падающей» волны. После чего в паз устанавливается образец гофрошпона и замеряется энергия звуковой волны, прошедшей через материал. После окончания замеров проводится расчет характеристик поглощения по формуле (1). Затем по формуле (2) рассчитывается коэффициент звукопроводности.

В ходе исследования каждый образец проходил испытание два раза с поворотом в повторном испытании материала на 90 градусов.

На рисунке 2 представлена установка для исследования звукопроводности гофрошпона.

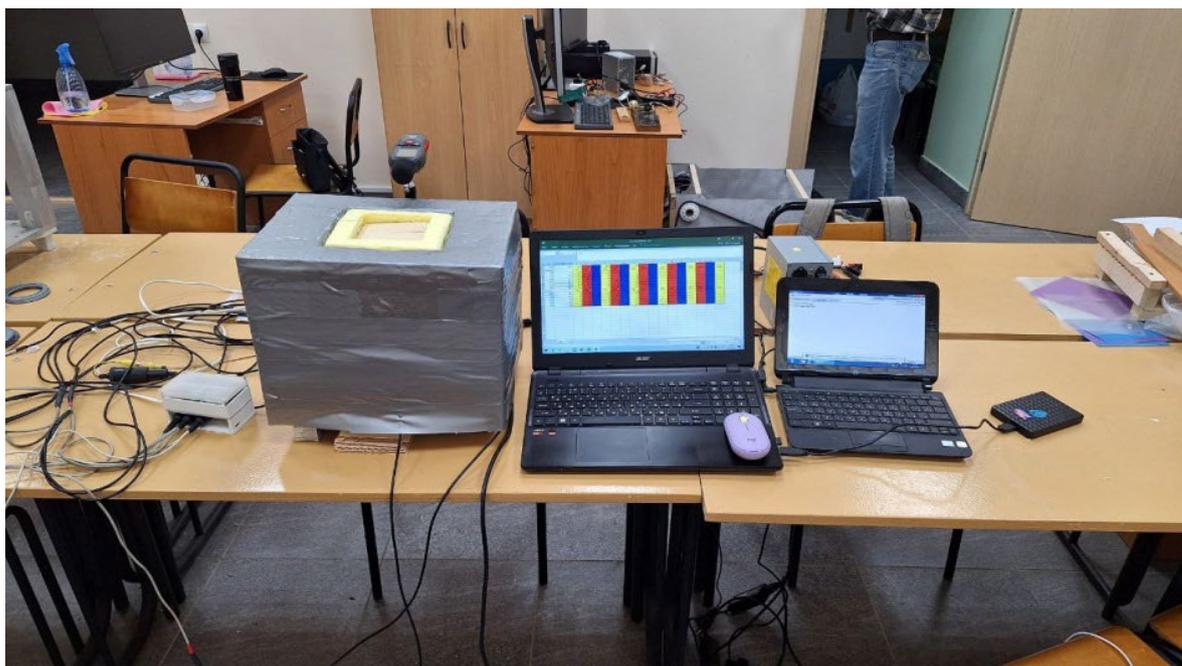


Рис.2. – Установка для исследования звукопроводности гофрошпона.

Конструктивные параметры образцов гофрошпона представлены в таблице 1.

Таблица №1

Конструктивные параметры гофрошпона

Параметр	Величина для образцов					
Кодовое наименование образца	A13	A12	2A5	1A5-1	3A3	3A2
1	2	3	4	5	6	7
Толщина шпона, мм	0,6	0,9	1,1	1	0,6	0,6
Число слоев, шт	4	4	4	5	5	3
Число гофрированных слоев, шт	2	2	2	2	2	1
Число проставок между гофрированными слоями, шт	0	0	0	1	1	0

1	2	3	4	5	6	7
Количество волн гофрированного слоя, шт	5	7	5	7	5	5
Диаметр гофры, мм	8	10	12	8	8	4
Ширина клеевой полосы, мм	2	2	2	2	2	2
Длина образца, мм	100	175	100	140	100	100
Ширина образца, мм	100	175	100	140	100	100
Толщина образца, мм	14	27	25	15	15	6

Полученные результаты в ходе исследования звукопроводности материала представлены в таблице 2.

Таблица №2

Исследования звукопроводности гофрошпона

$\nu, Гц$ $E_0, Дб$	Низкие		Средние						Высокие				
	125	375	500	750	1000	2000	3000	3990	4000	5000	6000	7000	8000
A13	81	80	77	97	83	95	95	92	91	95	87	73	78
A12	80	84	77	96	78	89	94	96	96	96	86	90	86
2A5	78	84	70	96	75	93	91	84	87	94	87	84	80
1A5-1	78	87	78	99	85	100	105	102	102	97	95	92	83
3A3	77	86	79	98	85	102	103	87	88	96	94	96	95
3A2	80	83	67	98	78	97	106	97	98	90	85	91	87
Пустое окно	84	93	78	101	89	102	112	112	110	105	103	108	106
$k_{з.п}$	0,06	0,11	0,05	0,03	0,12	0,04	0,16	0,25	0,23	0,14	0,25	0,38	0,25
k_3	0,94	0,89	0,95	0,97	0,88	0,96	0,84	0,75	0,77	0,86	0,75	0,62	0,75

В таблице 2 приведены замеры энергии звуковых волн с изоляцией образцами гофрошпона и без изоляции, а также коэффициенты звукопоглощения ($k_{з,п}$) и звукопроводности ($k_з$) в зависимости от частоты звука.

Выводы

В ходе исследований установлены коэффициенты звукопоглощения и звукопроводности гофрошпона, которые необходимы для расчета звукопоглощения строительных конструкций.

Образец 2А5 показывает наилучший результат звукопоглощения, так как в среднем поглощает 4-5 дБ в низкочастотном и среднечастотном диапазонах и 23-26 дБ в высокочастотном диапазоне. Худший результат звукопоглощения отмечается у образца 3А2, 2-4 дБ в низкочастотном диапазоне и 5-10 дБ в среднечастотном диапазоне и 10-12 дБ в высокочастотном диапазоне. Таким образом, установлена зависимость – чем больше объем пространства внутреннего гофрированного слоя гофрошпона, тем выше звукопоглощение материала, и, как следствие, ниже коэффициент звукопроводности. Таким образом, для повышения уровня звукопоглощения следует увеличивать количество гофр на единицу объема гофрошпона. Средний коэффициент звукопроводности гофрошпона в низкочастотном диапазоне составляет 0,92, в среднечастотном диапазоне – 0,89, в высокочастотном диапазоне – 0,75.

Гофрошпон наилучшим образом изолирует звуки в высокочастотном и среднечастотном диапазоне. Основные звуки, с которыми человек ежедневно сталкивается в повседневной жизни находятся в этих диапазонах [8], среднечастотный диапазон – это речь человека или звучание струнных музыкальных инструментов [9], высокочастотный диапазон – это работа строительных инструментов, скрип дверей или работа сигнализации. В

подобных условиях гофрошпон способен наилучшим образом изолировать большую часть шумов, воспринимаемых человеком ежедневно.

Литература

1. Радоуцкий В. Ю., Шульженко В. Н., Степанова М. Н. Современные звукопоглощающие материалы и конструкции // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. 2016. №6. URL: cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-zvukopogloschayuschie-materialy-i-konstruktsii.
 2. Mommertz E. Acoustics and sound insulation: principles, planning, examples. – De Gruyter, 2009. – Skard Mommertz, Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen, Germany. Birkhäuser – 112 p.
 3. Аношкин А. Н., Захаров А. Г., Городкова Н. А., Чурсин В. А. Расчетно-экспериментальные исследования резонансных многослойных звукопоглощающих конструкций // Вестник ПНИПУ. Механика. 2015. №1. URL: cyberleninka.ru/article/n/raschetno-eksperimentalnye-issledovaniya-rezonansnyh-mnogosloynyh-zvukopogloschayuschi-konstruktsiy.
 4. Bo Z., Tianning C. Calculation of sound absorption characteristics of porous sintered fiber metal // Applied Acoustics. – 2009. – V. 70. – №. 2. – P. 337-346.
 5. Герасимов А. И. Звукоизоляционные и звукопоглощающие материалы и их применение в строительстве // Academia. Архитектура и строительство. 2009. №5. URL: cyberleninka.ru/article/n/zvukoizolyatsionnye-i-zvukopogloschayuschie-materialy-i-ih-primenenie-v-stroitelstve.
 6. Постнов В.И., Вякин В.Н., Вешкин Е.А. Исследования и оптимизация выбора звукопоглощающих конструкций // Вестник СГАУ. 2011. №3-3. URL: cyberleninka.ru/article/n/issledovaniya-i-optimizatsiya-vybora-zvukopogloschayuschi-konstruktsiy.
 7. Федюк Р.С., Баранов А.В., Тимохин Р.А., Свинцов А.П. Методы определения характеристик звукопоглощения строительных материалов и
-

звукоизоляции конструкций (обзор) // Вестник ИШ ДВФУ. 2020. №4 (45).

URL: cyberleninka.ru/article/n/metody-opredeleniya-harakteristik-zvukopogloscheniya-stroitelnyh-materialov-i-zvukoizolyatsii-konstruktsiy-obzor.

8. Микита Г.И. Исследование частотной зависимости изоляции воздушного шума акустического резонатора // Academia. Архитектура и строительство. 2010. №3. URL: cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-chastotnoy-zavisimosti-izolyatsii-vozdushnogo-shuma-akusticheskogo-rezonatora.

9. Нилуфар Хўжамурод Қизи Худойкулова К теории волновых колебаний музыки, шумовые и музыкальные звуки // Science and Education. 2023. №2. URL: cyberleninka.ru/article/n/k-teorii-volnovykh-kolebaniy-muzyki-shumovye-i-muzykalnye-zvuki.

10. Васинева Марина Владимировна, Ефремова Виолетта Николаевна, Гераськина Татьяна Вадимовна Проектно-конструкторские решения для защиты населения от шума // Научный журнал КубГАУ. 2015. №109. URL: cyberleninka.ru/article/n/proektno-konstruktorskie-resheniya-dlya-zaschity-naseleniya-ot-shuma.

References

1. Radouckij V. Ju., Shul'zhenko V. N., Stepanova M. N. Vestnik BGTU imeni V. G. Shuhova. 2016. №6. URL: cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-zvukopogloschayuschie-materialy-i-konstruktsii.

2. Mommertz E. Acoustics and sound insulation: principles, planning, examples. De Gruyter, 2009. Скард Mommertz, Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen, Germany. Birkhäuser –112 p.

3. Anoshkin A. N., Zaharov A. G., Gorodkova N. A., Chursin V. A. Vestnik PNIPU. Mehanika. 2015. №1. URL: cyberleninka.ru/article/n/raschetno-eksperimentalnye-issledovaniya-rezonansnyh-mnogosloynnyh-zvukopogloschayuschiy-konstruktsiy.

4. Bo Z., Tianning C. Applied Acoustics. 2009. V. 70. №. 2. p. 337-346.



5. Gerasimov A. I. Academia. Arhitektura i stroitel'stvo. 2009. №5. URL: cyberleninka.ru/article/n/zvukoizolyatsionnye-i-zvukopogloschayuschie-materialy-i-ih-primeneniye-v-stroitelstve.
6. Postnov V.I., Vjakin V.N., Veshkin E.A. Vestnik SGAU. 2011. №3-3. URL: cyberleninka.ru/article/n/issledovaniya-i-optimizatsiya-vybora-zvukopogloschayuschih-konstruktsiy.
7. Fedjuk R.S., Baranov A.V., Timohin R.A., Svincov A.P. Vestnik ISh DVFU. 2020. №4 (45). URL: cyberleninka.ru/article/n/metody-opredeleniya-harakteristik-zvukopogloscheniya-stroitelnyh-materialov-i-zvukoizolyatsii-konstruktsiy-obzor.
8. Mikita G.I. Academia. Arhitektura i stroitel'stvo. 2010. №3. URL: cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-chastotnoy-zavisimosti-izolyatsii-vozdushnogo-shuma-akusticheskogo-rezonatora.
9. Nilufar Hıyžhamurod Kızı Hudojkulova Science and Education. 2023. №2. URL: cyberleninka.ru/article/n/k-teorii-volnovyh-kolebaniy-muzyki-shumovye-i-muzykalnye-zvuki.
10. Vasineva Marina Vladimirovna, Efremova Violetta Nikolaevna, Geras'kina Tat'jana Vadimovna Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2015. №109. URL: cyberleninka.ru/article/n/proektno-konstruktorskie-resheniya-dlya-zaschity-naseleniya-ot-shuma.

Дата поступления: 19.11.2024

Дата публикации: 2.01.2025