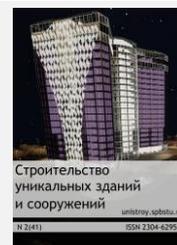




Construction of Unique Buildings and Structures



journal homepage: www.unistroy.spb.ru



Звукоизоляционная характеристика вспененного полипропилена на примере виброшумоизоляционного материала Пенотерм РеноПроф НПП ЛЭ

О.П. Шабалова¹, Д.В. Семенов², Е.Н. Гонякина³, И.А. Смирнов⁴, А.В. Корсун⁵, И.И. Пестряков⁶

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.

Информация о статье

УДК 620.1

История

Подана в редакцию 9 ноября 2015

Ключевые слова

вспененный полипропилен;
звукоизоляция;
виброшумоизоляционный материал;
межэтажное перекрытие;
ударный шум;
динамический модуль упругости;
коэффициент относительного сжатия;

АННОТАЦИЯ

Требования потребителей к условиям жилья с каждым годом возрастают, из-за чего возникает потребность в обеспечении хорошей звукоизоляции помещений. В настоящее время данную проблему решают применением виброшумоизоляционных материалов в составе многослойных напольных покрытий, которые снижают уровень ударного шума и обеспечивают необходимый акустический комфорт зданий современного города. В статье представлены результаты лабораторных исследований по определению динамических характеристик вспененного пенопропилена Пенотерм РеноПроф НПП ЛЭ толщиной 10, 6 и 5 мм компании «Пенотерм-Урал». На основе данных, полученных опытным путем, были вычислены индексы улучшения уровня ударного шума. По итогам испытаний было выявлено, что физико-механические характеристики у образца толщиной 10 мм лучше, чем у образцов толщиной 5 и 6 мм. Также был проведен сравнительный анализ полученного путём расчета индекса улучшения уровня ударного шума с показателями звукоизолирующих материалов других фирм и обнаружено, что показатели различных материалов находятся примерно в одном диапазоне, но в разной степени изменяются со временем.

Содержание

1.	Введение	79
2.	Обзор литературы	79
3.	Цели и задачи	80
4.	Экспериментальные исследования	80
5.	Определение динамического модуля упругости	80
6.	Определение коэффициента относительного сжатия	81
7.	Расчет индекса приведенного ударного шума	81
8.	Вычисление индекса снижения приведенного уровня ударного шума	82
9.	Анализ результатов и сравнение с аналогичными материалами	82
10.	Выводы	85

Контактный автор:

1. +7(911)7919901, mailolenki@mail.ru (Шабалова Ольга Петровна, студент)
2. +7(921)5965352, dsemenenko@bk.ru (Семенов Диана Вадимовна, студент)
3. +7(981)8173565, katay-syper@mail.ru (Гонякина Екатерина Николаевна, студент)
4. +7(921)8964498, ecliseice@gmail.com (Смирнов Илья Андреевич, студент)
5. +7(921)3665120, korsun_av@mail.ru (Корсун Артем Владимирович, к.т.н., доцент)
6. +7(812)5356334, iscvisola@mail.ru (Пестряков Игорь Иванович, руководитель цетра)

1. Введение

В настоящее время обеспечение хорошей звукоизоляции помещений достигается за счет использования виброшумоизоляционных материалов в составе многослойных напольных покрытий. В связи с этим, важную роль играет применение звукоизоляционных материалов и определение их корректных характеристик.

Зачастую, потребители получают квартиры в новых зданиях со свободной планировкой и устанавливают ламинат или паркетный пол. Данные покрытия схожи по звукоизоляционным характеристикам между собой и не отвечают нормативным требованиям по уровню снижения индекса ударного шума. При этом жильцы, не желая тратить деньги на звукоизоляцию собственного пола, требуют выполнить мероприятия по улучшению звукоизоляции у соседа этажом выше. В итоге, появляется необходимость выполнения специальной звукопоглощающей конструкции перекрытия [1, 2].

Данная проблема особенно актуальна в связи с возросшими требованиями потребителей к условиям жилья. Мероприятия по защите от шума (внешнего и внутреннего) обеспечивают в современном городе необходимый акустический комфорт помещений [3]. Существует большое количество строительно-акустических методов по защите гражданских и промышленных зданий от шумового воздействия [4]. Из всего перечня методов наиболее рациональным и выгодным является применение звукоизоляционных и звукопоглощающих материалов в связи с их низкой стоимостью и простотой монтажа [5-8]. Примером такого звукоизоляционного материала является продукция компании «Пенотерм-Урал», которая разработала рулонный виброшумоизоляционный материал Пенотерм PenoProf НПП ЛЭ, произведенный экструзионным методом из вспененного полипропилена с добавлением антипиренов, вспенивателя, стабилизирующих и пластифицирующих добавок. Этот материал применяется как вибродемпфирующая прокладка для улучшения шумоизоляции в конструкциях «плавающих полов». «Плавающие полы» – это полы на звукоизоляционном слое (прокладке), не имеющие жестких связей (звуковых мостиков) с несущей частью перекрытия, стенами и другими конструкциями здания [9].

2. Обзор литературы

Существует ряд проблем, связанных с применением классических монолитных перекрытий: они имеют большой удельный вес, недостаточные показатели по теплозащите и звукоизоляции, требуют трудоемкий технологический процесс съемной опалубки, использование специальной грузоподъемной техники, а также много других дополнительных трудозатрат [10]. Защита от шума в индивидуальном жилищном строительстве имеет важное значение, особенно следует отметить влияние материалов отделки внутреннего пространства на звукопоглощение и звукоотражение в целом. Для строительной акустики устройство конструкции плавающего пола – важнейший и самый эффективный способ увеличения изоляции ударного шума [11]. В статьях [12-14] говорится о необходимости улучшения изоляции от шума жилых помещений в связи с многочисленными источниками шума в густонаселенных городских районах. Это доказывает, что применение звукопоглощающих материалов в межэтажных перекрытиях актуально в наше время.

На сегодняшний день на рынке существует огромный выбор звукоизоляционных материалов. Применение их невозможно без исследований на изоляцию ударного шума. В работе [15] приведены экспериментальные исследования изоляции ударного шума с использованием подложки вспененного полиэтилена толщиной 2 мм и этафома аналогичной толщины, однако исследования вспененного полипропилена не рассматривались.

В работе А.И. Герасимова [5] показана важность применения звукоизоляционных и звукопоглощающих материалов в составе ограждающих конструкций (перекрытия, перегородки, стены) для создания комфортного акустического климата в помещениях различного назначения. В работе приведены условия для того, чтобы добиться наибольшей звукоизоляции конструкции. Также в ней определен индекс приведенного уровня ударного шума перекрытия в целом, и представлены расчеты по улучшению звукоизоляции с применением минераловатных плит «Isover» различной плотностью. Тем не менее, в данной работе не изучены звукоизолирующие свойства несшитого вспененного полипропилена.

В статье Т. Samardzloska [16] определены характеристики звукового поля для проектирования зданий с соответствующей звукоизоляцией. Также проведены натурные испытания по 18 различным типам перегородок в жилых зданиях Македонии, но не учитываются показатели звукоизоляции межэтажных перекрытий.

Тем не менее, проанализировав доступную научную литературу, обнаружено, что в настоящее время большое внимание уделяется исследованиям теплопроводности и энергоэффективности ограждающих

конструкций и межэтажных перекрытий [17-23], в отличие от исследований в области шумоизоляции и звукопоглощения с использованием звукоизолирующих материалов.

3. Цели и задачи

Целью данной работы является исследование звукоизоляционных свойств материала и получение новых экспериментальных данных для Пенотерм Penoprof НПП ЛЭ толщиной 10, 6 и 5 мм компании «Пенотерм-Урал», а также сравнение свойств Пенотерм Penoprof НПП ЛЭ с материалами того же назначения, уже зарекомендовавшими себя на рынке производства.

Для достижения поставленной цели потребовалось решение следующих задач:

- определить экспериментальным методом динамический модуль упругости E_d и коэффициент относительного сжатия ε для материала толщиной 10, 6 и 5 мм;
- рассчитать, используя полученные экспериментальным путем данные, индекс приведенного уровня ударного шума с применением данного материала;
- вычислить значения индекса снижения приведенного уровня ударного шума покрытия из полипропилена;
- проанализировать полученные данные и сравнить их с показателями аналогичных материалов.

4. Экспериментальные исследования

Для определения индекса снижения приведенного уровня ударного шума звукоизоляционного слоя необходимо сначала определить значения динамических характеристик образцов материала разной толщины – динамического модуля упругости E_d и относительного сжатия ε при нагрузке 2000 Па. Все необходимые испытания проводились в лаборатории испытательно-сертификационного центра «Высота» высотных и большепролетных зданий и сооружений.

5. Определение динамического модуля упругости

Измерения проводились по ГОСТ 16297-80 «Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний» [24] на вибростенде, устройство которого подробно описано в данном нормативном документе. Для более точного определения значения динамического модуля упругости для материала толщиной 10, 6 и 5 мм были произведены по 3 серии испытаний с последующим определением среднего арифметического значения величины. При этом количество одновременно испытываемых образцов в первых двух испытаниях было равно трём, а в третьем – шести. На вибрационный столик укладываются образцы материала под грузом. Затем, приводя вибратор в движение, устанавливается режим автоматического поддержания постоянной амплитуды. Определяется частота резонанса в процессе плавного изменения частоты колебаний вибратора, при которой амплитуда груза, установленного на испытываемом образце, становится максимальной. Затем определяем динамический модуль упругости E_d для малых знакопеременных нагрузок по формуле (1):

$$E_d = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot f^2 \cdot M \cdot h}{F}, \quad (1)$$

где f – частота резонанса, Гц;

M – масса груза, кг;

h – толщина образца, м;

F – общая площадь одновременно испытываемых образцов, м².

Из формулы (1) видно, что динамический модуль упругости E_d зависит от частоты резонанса, массы груза, толщины образца и общей площади одновременно испытываемых образцов.

Результаты испытаний приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты испытаний определения динамического модуля упругости E_d

НПП ЛЭ 10 мм					
	h, м	f, Гц	F, м ²	M, кг	E_d , Па
Испытание №1	$0,81 \cdot 10^{-2}$	19,5	$2,12 \cdot 10^{-3}$	0,473	$2,71 \cdot 10^5$
Испытание №2	$0,83 \cdot 10^{-2}$	19,0	$2,12 \cdot 10^{-3}$	0,473	$2,64 \cdot 10^5$
Испытание №3	$0,84 \cdot 10^{-2}$	17,5	$4,24 \cdot 10^{-3}$	0,828	$1,98 \cdot 10^5$
Итого:					$2,44 \cdot 10^5$
НПП ЛЭ 6 мм					

	h, м	f, Гц	F, м ²	M, кг	E _д , Па
Испытание №1	0,57·10 ⁻²	20,0	2,12·10 ⁻³	0,473	2,01·10 ⁵
Испытание №2	0,57·10 ⁻²	20,0	2,12·10 ⁻³	0,473	2,01·10 ⁵
Испытание №3	0,59·10 ⁻²	18,5	4,24·10 ⁻³	0,828	1,56·10 ⁵
Итого:					1,86·10 ⁵
НПП ЛЭ 5 мм					
	h, м	f, Гц	F, м ²	M, кг	E _д , Па
Испытание №1	0,49·10 ⁻²	20,0	2,12·10 ⁻³	0,419	1,63·10 ⁵
Испытание №2	0,49·10 ⁻²	21,0	2,12·10 ⁻³	0,449	1,80·10 ⁵
Испытание №3	0,48·10 ⁻²	18,0	4,24·10 ⁻³	0,857	1,23·10 ⁵
Итого:					1,56·10 ⁵

6. Определение коэффициента относительного сжатия

Определение коэффициента проводилось методом, описанным в ГОСТ 17177-94 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний». Метод заключается в том, чтобы определить изменение толщины образца изделия, на который воздействует длительная сжимающая удельная нагрузка [25].

Расчёт индекса снижения приведенного уровня ударного шума производился для жилых зданий, поэтому в испытаниях изменение толщины образца рассматривалось только под удельной нагрузкой 2000 Па, которая является нормируемым показателем для данного типа зданий. Схема прибора для определения сжимаемости приведена в [25]. Испытуемый образец размерами 100x100 мм устанавливается на основание и нагружается удельной нагрузкой 2000 Па. Образец выдерживается под данной нагрузкой до отсутствия изменений показаний на циферблатном индикаторе перемещений. По показаниям шкалы индикатора по завершении испытания определяется изменение толщины образца под удельной нагрузкой 2000 Па. Затем по формуле (2) вычисляется коэффициент относительного сжатия ε .

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h}, \quad (2)$$

где h – толщина изделия, мм;

Δh – изменение толщины образца под удельной нагрузкой 2000 Па.

Результаты, полученные по итогам испытаний, приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты измерения коэффициента относительного сжатия

	НПП ЛЭ 10 мм	НПП ЛЭ 6 мм	НПП ЛЭ 5 мм
Δh , мм	0,165	0,11	0,15
h , мм	9,5	5,5	4,8
ε	0,017	0,02	0,031

7. Расчет индекса приведенного ударного шума

Расчет производился по методике, описанной в [26] для перекрытия, в состав которого входят:

- железобетонная несущая плита (толщина – 18 см, плотность – 2500 кг/м³);
- звукоизоляционный слой (Пенотерм РеноПроф НПП ЛЭ толщиной 10, 6 и 5 мм в необжатом состоянии);
- гипсокартонная панель (толщина – 5 см, плотность – 1300 кг/м³);
- линолеум (толщина – 3 мм, плотность – 1100 кг/м³).

Полезная нагрузка на перекрытие составляет 2000 Па.

Для определения индекса приведенного ударного шума под междуэтажным перекрытием определяются поверхностные плотности элементов перекрытия:

$$m = \gamma \cdot h, \quad (3)$$

где γ – плотность элемента, кг/м³;

h – толщина элемента, м.

Поверхностная плотность железобетонной несущей плиты:

$$m_1 = 2500 \cdot 0,18 = 450 \text{ кг/м}^2.$$

Поверхностная плотность пола (без звукоизоляционного слоя):

$$m_2 = 1300 \cdot 0,05 + 1100 \cdot 0,03 = 68,3 \text{ кг/м}^2 = 683 \text{ Па}.$$

Тогда нагрузка на звукоизоляционный слой составляет:

$$2000 + 683 = 2683 \text{ Па}.$$

По таблице 18 [26] определяется L_{nw0} – индекс приведенного уровня ударного шума для несущей плиты перекрытия. Для несущей плиты перекрытия с поверхностной плотностью 450 кг/м^2 L_{nw0} составляет 76 дБ.

Частота колебаний пола вычисляется по формуле (4):

$$f_0 = 0,16 \cdot \sqrt{\frac{E_d}{d \cdot m_2}}, \quad (4)$$

где d – толщина звукоизоляционного слоя в обжатом состоянии, определяемая по формуле (5):

$$d = d_0(1 - \varepsilon), \quad (5)$$

где d_0 – толщина звукоизоляционного слоя в необжатом состоянии, м.

Вычислив частоту колебаний пола f_0 по формуле (4) при ранее полученных значениях E_d и ε (табл. 1, 2), определяется индекс изоляции приведенного уровня шума L_{nw} под данным междуэтажным перекрытием по таблице 17 [26]. Результаты вычислений приведены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты вычисления индекса изоляции приведенного уровня шума

	НПП ЛЭ 10 мм	НПП ЛЭ 6 мм	НПП ЛЭ 5 мм
d_0 , м	$9,5 \cdot 10^{-3}$	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$
d , м	$9,3 \cdot 10^{-3}$	$5,4 \cdot 10^{-3}$	$4,7 \cdot 10^{-3}$
f_0 , Гц	99	114	112
L_{nw} , дБ	51	55	55

8. Вычисление индекса снижения приведенного уровня ударного шума

Для вычисления индекса снижения приведенного уровня ударного шума определяется разность между индексом несущей железобетонной плиты перекрытия без использования звукоизоляционного слоя и индексом после его использования (6):

$$\Delta L_{nw} = L_{nw0} - L_{nw} \quad (6)$$

Результаты вычислений приведены в таблице 4.

Таблица 4. Результаты вычисления индекса снижения приведенного уровня ударного шума

	НПП ЛЭ 10 мм	НПП ЛЭ 6 мм	НПП ЛЭ 5 мм
L_{nw0} , дБ	76	76	76
L_{nw} , дБ	51	55	55
ΔL_{nw} , дБ	25	21	21

9. Анализ результатов и сравнение с аналогичными материалами

В результате проведенных испытаний и расчетов можно заметить, что показатели индекса снижения приведенного уровня ударного шума не отличаются у образцов толщиной 5 мм и 6 мм. Это объясняется тем, что индекс снижения приведенного уровня ударного шума имеет логарифмическую зависимость от динамического модуля упругости и толщины звукоизоляционного слоя. Согласно [27] данную зависимость в общем виде можно описать формулой:

$$\Delta L = 10 \lg \left\{ \left[\frac{\left(\frac{m_2}{m_1} + 1 \right)^2}{\left(\frac{m_2}{m_1} \right)} \right]^2 + \left(\frac{p_{mn}}{\sqrt{\left(\frac{E}{d} \right) / m_1}} \right)^2 \left[\left(\frac{p_{mn}}{\sqrt{\left(\frac{E}{d} \right) / m_1}} \right)^2 - 2 \frac{\left(\frac{m_2}{m_1} - 1 \right)}{\left(\frac{m_2}{m_1} \right)} \right] \right\}, \quad (7)$$

где ΔL – снижение уровня ударного шума при устройстве пола на упругом основании;

m_1 – поверхностная плотность пола;

m_2 – поверхностная плотность несущей плиты;

p_{mn} – частота собственных колебаний несущей плиты перекрытия;

E – динамический модуль упругости упругой прокладки;

d – толщина упругой прокладки.

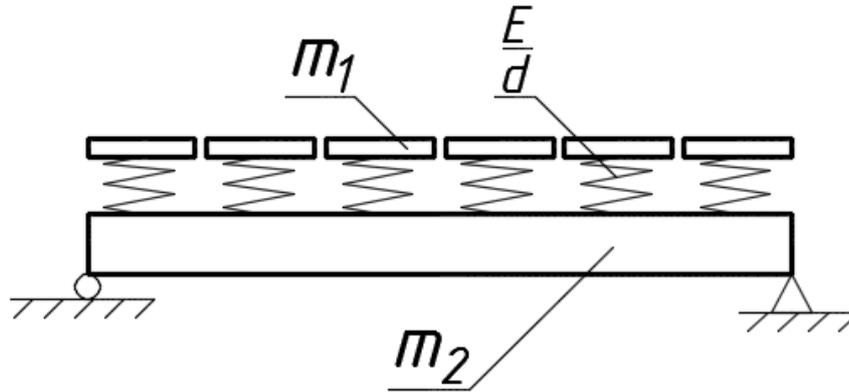


Рисунок 1. Расчётная модель перекрытия с полом на упругом основании

Весовая доля толщины прокладки имеет небольшую часть. В связи с этим, небольшая разница в толщинах не значительно повлияла на показатели индекса снижения.

Тем временем, большая разница толщин между образцами 10 мм и 6 мм (5 мм) повлияла на результаты вычислений. Таким образом, индекс снижения приведенного уровня ударного шума увеличился у образца толщиной 10 мм по сравнению с индексом снижения образцов меньшей толщины.

Для того, чтобы дать полную оценку исследуемого материала, необходимо сравнить его с другими аналогичными материалами подобного применения, такими как недорогие вспененные несшитые пенополиэтилены марок «Изолон (НПЭ)», «Изоком (ППИ)», «Пленэкс» и «Изодон».

В таблице 5 приведены результаты исследований индекса улучшения изоляции ударного шума, проведенных лабораторией архитектурной акустики и акустических материалов в январе 2012 [28].

Таблица 5. Результаты исследований индекса улучшения уровня ударного шума

Материал, заявленная толщина, мм	Индекс улучшения изоляции ударного шума, ΔL_{nw} , дБ:
Изолон НПЭ, 8 мм	24
Изоком ППИ, 8мм	26
Пленекс, 8 мм	24
Изодом, 8 мм	22

По приведенным данным можно сделать вывод, что индекс снижения ударного шума с использованием материала Пенотерм Penoprof НПП ЛЭ не значительно отличается от индексов перекрытий с использованием других аналогичных материалов.

Однако в ходе проведения лабораторных испытаний на долговечность в течении 365 дней [28], были выявлены закономерности изменения основных показателей образцов вспененных материалов во времени под нагрузкой 2000 Па. Первоначально у всех образцов были определены исходные характеристики – заявленные толщины, толщины в свободном состоянии и под нагрузками, а также их динамические характеристики.

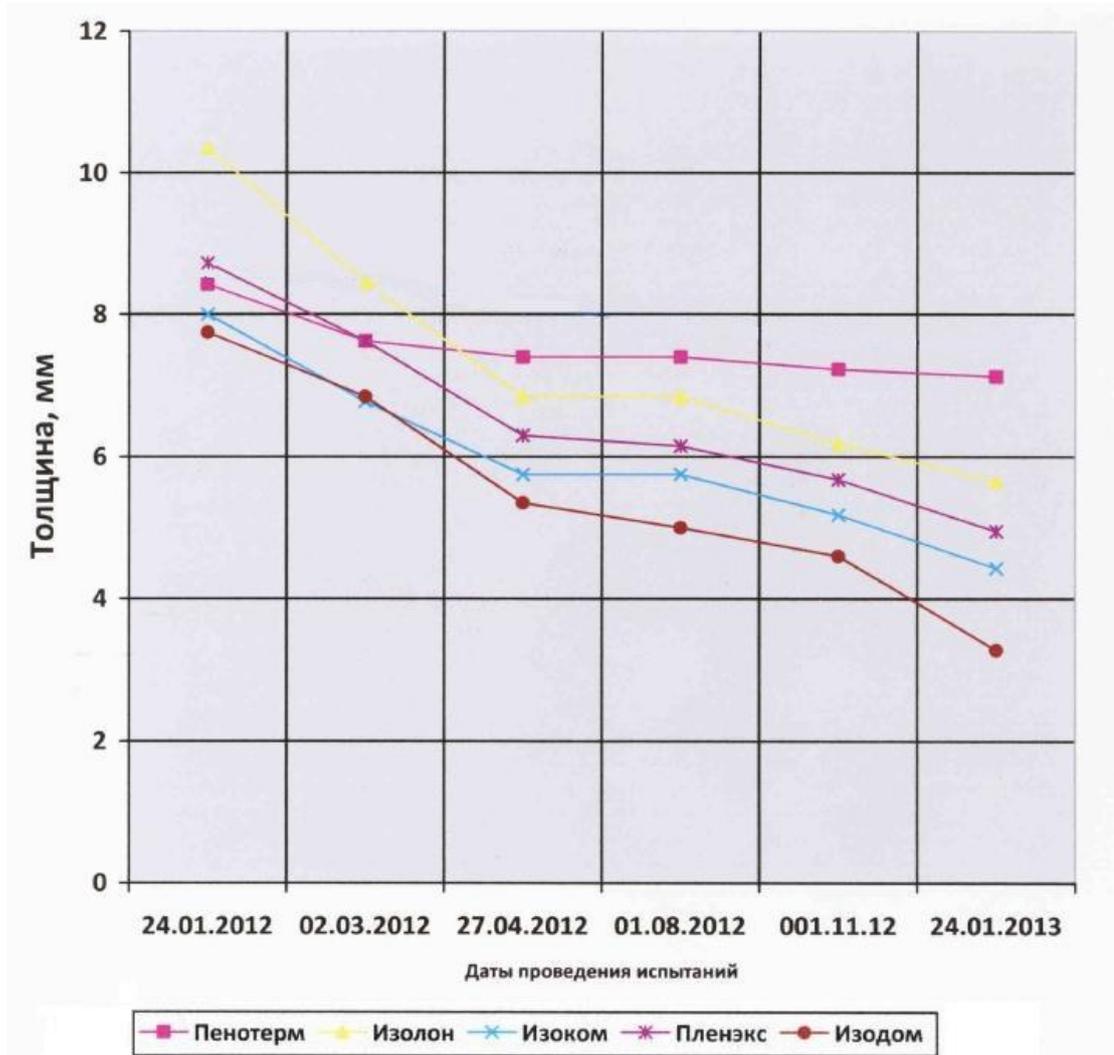


Рисунок 2. График временных характеристик изменения толщины образцов

Как видно по рисунку 2, несшитый пенополипропилен Пенотерм за 365 дней нахождения под стандартной нагрузкой 2000 Па показал наилучшие результаты, и его толщина уменьшилась всего на 15,3% (с 8,42 мм до 7,13 мм после 365 дней эксплуатации). Этот факт позволяет говорить о том, что и при более длительном нахождении под нагрузкой толщина данного материала остается стабильной. Факт изменения толщины с течением времени сказывается на индексе улучшения изоляции ударного шума. Из таблицы 6 видно, что процент снижения показателя индекса у несшитого пенополипропилен Пенотерм наименьший.

Таблица 6. Результаты длительных испытаний образцов на изменение толщины и уровня ударного шума.

Материал, заявленная толщина, мм	Толщина материала, Δh , мм:			Индекс улучшения изоляции ударного шума, ΔL_{nw} , дБ:		
	24.01.12	24.01.12 / 24.01.13	Процентное изменение, Δh , %	24.01.12	24.01.13	Процентное изменение
	В свободном состоянии	Под нагрузкой 2000 МПа		Начало испытаний	Конец испытаний	
Пенотерм, 8 мм	10,00	8,42/7,13	15,3	23	22	4,3
Изолон НПЭ, 8 мм	11,92	10,35/5,65	45,5	24	23	4,3

Изоком ППИ, 8 мм	14,1	8,0/4,43	44,6	26	22	15,4
Пленекс, 8 мм	9,37	8,72/4,95	43,2	24	21	12,5
Изодом, 8 мм	8,15	7,75/3,28	57,7	22	18,5	15,9

10. Выводы

В результате проведенных испытаний и расчетов получены новые экспериментальные данные для Пенотерм RenoProf НПП ЛЭ толщиной 10, 6 и 5 мм компании «Пенотерм-Урал». А именно:

- определен экспериментальным методом динамический модуль упругости и коэффициент относительного сжатия. Для материалов толщиной 10, 6 и 5 мм их величины составили $E_d = 2,44 \cdot 10^5$; $1,86 \cdot 10^5$ и $1,56 \cdot 10^5$ Па, а $\varepsilon = 0,017$; 0,02 и 0,031 соответственно;
- рассчитаны индексы приведенного ударного шума покрытия из полипропилена. Для материалов толщиной 10, 6 и 5 мм они равны $L_{nw} = 51,0$; 55,0 и 55,0 дБ соответственно;
- вычислены значения индекса снижения приведенного уровня ударного шума покрытия из полипропилена. Для каждой толщины в отдельности они составляют $\Delta L_{nw} = 25,0$; 21,0 и 21,0 дБ.

Полученные опытные данные свидетельствуют о том, что данный материал, в порах которого содержится воздух, обладает гибким скелетом, «гасит» энергию вибрации и удара, существенно снижая тем самым уровень ударного шума.

Из сравнительного анализа показателей индексов снижения ударного шума выявлено, что индекс материала Пенотерм RenoProf НПП ЛЭ практически не отличается от индексов других аналогичных материалов.

Тем не менее, результаты исследований НИИСФ по долговечности материала Пенотерм НПП ЛЭ оказались лучше результатов подобных материалов. Он в наименьшей степени деформируется и не теряет своих звукоизолирующих свойств со временем.

Литература

- [1]. Анжелов В.Л. Проблемы обеспечения звукоизоляции ограждений монолитных жилых и общественных зданий // *Academia. Архитектура и строительство*. 2009. №5. С. 193-195.
- [2]. Анджелов В.Л., Пороженко М.А. Оценка и нормирование звукоизоляции ограждающих конструкций зданий // *Academia. Архитектура и строительство*. 2010. №3. С. 170-174.
- [3]. Глушко Д.В., Антонова М.В., Беляева С.В. Современные средства защиты от шума, применяемые в ограждающих конструкциях // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2015. №3. С. 39-48.
- [4]. Naish D., Tan A., Demirbilek F. Simulating the effect of acoustic treatment types for residential balconies with road traffic noise. *Applied Acoustics*. 2014. Vol. 79. Pp 131–140.
- [5]. Герасимов А.И. Звукоизоляционные и звукопоглощающие материалы и их применение в строительстве // *Academia. Архитектура и строительство*. 2009. №5. С. 209-215.
- [6]. Типалин С.А., Сапрыкин Б.Ю., Шпунькин Н.Ф. Краткий обзор многослойных листовых деформируемых материалов, используемых для защиты от шума // *Известия Московского государственного технического университета МАМИ*. 2012. Т. 2. №2 (14). С. 194–199.
- [7]. Ballagh K.O. Acoustical properties of wool. *Applied acoustics*. 1996. №2. Pp. 101–120.
- [8]. Sound insulation property of PVC matrix composite material filled with cenosphere fly ash / Yao Y.F., Gao L., Yang Q.L., Zhou G., Fu Y.Q., Liu G.F. // *Gaofenzi cailiao kexue yu gongcheng/polymeric materials science and engineering*. 2009. №11. Pp. 61–64.
- [9]. СНиП 23-03-2003. Защита от шума. 2004.
- [10]. Теплова Ж.С., Виноградова Н.А. Сборно-монолитные перекрытия системы «Марко» // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2015. №8. С. 49-59.
- [11]. Боцман Л.Н., Тарасенко В.Н. Некоторые аспекты повышения звукоизоляции в индивидуальном жилищном строительстве // *Промышленное и гражданское строительство*. 2014. №8. С. 43-46.
- [12]. Zannin P. H. T., Ferreira J. A. C. In situ acoustic performance of materials used in Brazilian building construction. *Construction and Building Materials*. 2007. Vol. 21. Issue 8. Pp. 1820–1824.
- [13]. Chia-Jen Y., Kang J. Environmental impact of acoustic materials in residential buildings. *Building and Environment*. 2009. Vol. 44. Issue 10. Pp. 2166–2175.
- [14]. Citherlet S, Hand J. Assessing energy, lighting, room acoustics, occupant comfort and environmental impacts performance of building with a single simulation program. *Building and Environment*. 2002. Vol. 37. Issues 8–9. Pp. 845–856.
- [15]. Клименко В.В. Экспериментальные исследования изоляции ударного шума междуэтажными перекрытиями // *Academia. Архитектура и строительство*. 2009. №5. С. 229-230.
- [16]. Samardzloska T. Acoustic performance residential buildings (for example Macedonia). *Construction of Unique Buildings and Structures*. 2014. Vol. 6 (21). Pp. 7-16.
- [17]. Ватин Н.И., Горшков А.С., Немова Д.В. Энергоэффективность ограждающих конструкций при капитальном ремонте // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2013. №3 (8). С. 1-11.
- [18]. Avvakumov V. A., Kafidov G. A., Zlydennaya E. A. Improving the energy Efficiency of individual houses in Russia with the use of efficient Thermal Insulation. *Apriori*. 2014. Vol. 6. Pp. 1.
- [19]. Mix design for recycled aggregate thermal insulation concrete with mineral admixtures / Wang W., Zhao L., Liu Y., Li Z. // *Magazine of concrete research*. 2014. Vol. 10. Pp. 492-504.
- [20]. Теплотехнические характеристики рыхлых теплоизоляционных материалов в зависимости от влажности на примере МТЦ «Файбертекс» / Пестряков И.И., Корсун А.В., Гришина О.С., Залата Е.С., Фидрикова А.С. // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2015. №8 (35). С. 61-71.
- [21]. Корниенко С.В. Комплексная оценка энергоэффективности и тепловой защиты зданий // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2014. №11 (26). С. 34-48.
- [22]. Thermo technical calculation of enclosure structure of comprehensive school / Теплова Z.S., Solovyeva K.I., Nemova D.V., Trubina D.A., Petrosova D.V. // *Construction of Unique Buildings and Structures*. 2014. №4 (19). Pp. 97-108.

- [23]. Wall insulation measures for residential villas in Dubai: A case study in energy efficiency / Friess W. A., Rakhshan K., Hendawi T. A., Tajerzadeh S. // Energy and Buildings. 2012. Vol. 44. Pp. 26-32.
- [24]. ГОСТ 16297-80. Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний. 1988.
- [25]. ГОСТ 17177-94. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний. 1996.
- [26]. СП 23-103-2003. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий. 2004.
- [27]. Заборов В.И., Лалаев Э.М., Никольский В.Н. Звукоизоляция в жилых и общественных зданиях. М.: Стройиздат, 1979. 254 с.
- [28]. Борисов Л.А., Градов В.А. Заключение по результатам исследований лабораторией архитектурной акустики и акустических материалов. 2013.

Acoustic characteristics of foam polypropylene as an example of vibration and sound isolation material Penoterm Penoprof NPP LE

O.P. Shabalova¹, D.V. Semenenko², E.N. Gonyakina³, I.A. Smirnov⁴, A.V. Korsun⁵, I.I. Pestryakov⁶

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

ARTICLE INFO

scientific article

doi:

Article history

Received 9 November 2015

Keywords

foam polypropylene;
soundproofing;
vibration and sound isolation;
inter-floor construction;
impact noise;
sonic modulus;
compression factor;

ABSTRACT

Requirements of consumers for housing conditions increase every year because of what there is a need for ensuring the good sound insulation of rooms. Now the given problem is solved by the use of vibronoise-insulating materials as a part of multiple floor coats, which reduce the level of shock noise and provide necessary acoustic comfort for buildings of the modern city. The results of laboratory researches on definition of dynamic characteristics of a frothed penopropilen Penoterm Penoprof to NPP LE 10, 6 and 5 mm thick of the company "Penoterm-Urals" are presented in the article. Based on the data obtained by practical consideration indexes of improvement of level of shock noise were calculated. The results of the tests revealed that the physical and mechanical characteristics of the sample 10 mm in thickness better than samples with thickness 5 and 6 mm. Also was the comparative analysis obtained by calculating the index of improvement of level of shock noise with indicators of the soundproofing materials of other firms and found that the performance of different materials are roughly in the same range, but in varying degrees of change over time.

Corresponding author:

1. +7(911)7919901, mailolenki@mail.ru (Olga Petrovna Shabalova, Student)
2. +7(921)5965352, dsemenenko@bk.ru (Diana Vadimovna Semenenko, Student)
3. +7(981)8173565, katay-syper@mail.ru (Ekaterina Nikolaevna Gonyakina, Student)
4. +7(921)8964498, ecliseice@gmail.com (Ilya Andreevich Smirnov, Student)
5. +7(921)3665120, korsun_av@mail.ru (Artem Vladimirovich Korsun, Ph.D, Associate Professor)
6. +7(812)5356334, iscvisola@mail.ru (Igor Ivanovich Pestryakov, Head of the center)

References

- [1]. Anzhelov V.L. Problemy obespecheniya zvukoizolyatsii ograzhdeniy monolitnykh zhilykh i obshchestvennykh zdaniy // Academia. Arkhitektura i stroitelstvo. 2009. №5. S. 193-195.
- [2]. Anzhelov V.L., Porozhenko M.A. Otsenka i normirovaniye zvukoizolyatsii ograzhdayushchikh konstruktsiy zdaniy // Academia. Arkhitektura i stroitelstvo. 2010. №3. C. 170-174.
- [3]. Glushko D.V., Antonova M.V., Belyayeva S.V. Sovremennyye sredstva zashchity ot shuma, primenyayemye v ograzhdayushchikh konstruktsiyakh // Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy. 2015. №3. S. 39-48.
- [4]. Naish D., Tan A., Demirbilek F. Simulating the effect of acoustic treatment types for residential balconies with road traffic noise. Applied Acoustics. 2014. Vol. 79. Pp 131–140.
- [5]. Gerasimov A.I. Zvukoizolyatsionnyye i zvukopogloshchayushchiye materialy i ikh primeneniye v stroitelstve // Academia. Arkhitektura i stroitelstvo. 2009. №5. S. 209-215.
- [6]. Tipalin S.A., Saprykin B.Yu., Shpunken N.F. Kratkiy obzor mnogosloynnykh listovykh deformiruyemykh materialov, ispolzuyemykh dlya zashchity ot shuma // Izvestiya Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta MAMI. 2012. T. 2. №2 (14). S. 194–199.
- [7]. Ballagh K.O. Acoustical properties of wool. Applied acoustics. 1996. №2. Pp. 101–120.
- [8]. Sound insulation property of PVC matrix composite material filled with cenosphere fly ash / Yao Y.F., Gao L., Yang Q.L., Zhou G., Fu Y.Q., Liu G.F. // Gaofenzi cailliao kexue yu gongcheng/polymeric materials science and engineering. 2009. №11. Pp. 61–64.
- [9]. SNiP 23-03-2003. Zashchita ot shuma. 2004.
- [10]. Teplova Zh.S., Vinogradova N.A. Sborno-monolitnyye perekrytiya sistemy «Marko» // Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy. 2015. №8. S. 49-59.
- [11]. Botsman L.N., Tarasenko V.N. Nekotoryye aspekty povysheniya zvukoizolyatsii v individualnom zhilishchnom stroitelstve // Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo. 2014. №8. S. 43-46.
- [12]. Zannin P. H. T., Ferreira J. A. C. In situ acoustic performance of materials used in Brazilian building construction. Construction and Building Materials. 2007. Vol. 21. Issue 8. Pp. 1820–1824.
- [13]. Chia-Jen Y., Kang J. Environmental impact of acoustic materials in residential buildings. Building and Environment. 2009. Vol. 44. Issue 10. Pp. 2166–2175.
- [14]. Citherlet S., Hand J. Assessing energy, lighting, room acoustics, occupant comfort and environmental impacts performance of building with a single simulation program. Building and Environment. 2002. Vol. 37. Issues 8–9. Pp. 845–856.
- [15]. Klimenko V.V. Eksperimentalnyye issledovaniya izolyatsii udarnogo shuma mezhduetazhnymi perekrytiyami // Academia. Arkhitektura i stroitelstvo. 2009. №5. S. 229-230.
- [16]. Samardzloska T. Acoustic performance residential buildings (for example Macedonia). Construction of Unique Buildings and Structures. 2014. Vol. 6 (21). Pp. 7-16.
- [17]. Vatin N.I., Gorshkov A.S., Nemova D.V. Energoeffektivnost ograzhdayushchikh konstruktsiy pri kapitalnom remonte // Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy. 2013. №3 (8). S. 1-11.
- [18]. Avvakumov V. A., Kafidov G. A., Zlydennaya E. A. Improving the energy Efficiency of individual houses in Russia with the use of efficient Thermal Insulation. Apriori. 2014. Vol. 6. Pp. 1.
- [19]. Mix design for recycled aggregate thermal insulation concrete with mineral admixtures / Wang W., Zhao L., Liu Y., Li Z. // Magazine of concrete research. 2014. Vol. 10. Pp. 492-504.
- [20]. Teplotekhnicheskkiye kharakteristiki rykhlykh teploizolyatsionnykh materialov v zavisimosti ot vlazhnosti na primere MTTs «Fayberteks» / Pestryakov I.I., Korsun A.V., Grishina O.S., Zalata Ye.S., Fidikova A.S. // Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy. 2015. №8 (35). S. 61-71.
- [21]. Korniyenko S.V. Kompleksnaya otsenka energoeffektivnosti i teplovoy zashchity zdaniy // Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy. 2014. №11 (26). S. 34-48.
- [22]. Thermo technical calculation of enclosure structure of comprehensive school / Teplova Z.S., Solovyeva K.I., Nemova D.V., Trubina D.A., Petrosova D.V. // Construction of Unique Buildings and Structures. 2014. №4 (19). Pp. 97-108.
- [23]. Wall insulation measures for residential villas in Dubai: A case study in energy efficiency / Friess W. A., Rakhshan K., Hendawi T. A., Tajerzadeh S. // Energy and Buildings. 2012. Vol. 44. Pp. 26-32.
- [24]. GOST 16297-80. Materialy zvukoizolyatsionnyye i zvukopogloshchayushchiye. Metody ispytaniy. 1988.
- [25]. GOST 17177-94. Materialy i izdeliya stroitelnyye teploizolyatsionnyye. Metody ispytaniy. 1996.
- [26]. SP 23-103-2003. Proyektirovaniye zvukoizolyatsii ograzhdayushchikh konstruktsiy zhilykh i obshchestvennykh zdaniy. 2004.
- [27]. Zaborov V.I., Lalayev E.M., Nikolskiy V.N. Zvukoizolyatsiya v zhilykh i obshchestvennykh zdaniyakh. M.: Stroyizdat, 1979. 254 s.

[28]. Borisov L.A., Gradov V.A. Zaklyucheniye po rezultatam issledovaniy laboratoriyey arkhitekturnoy akustiki i akusticheskikh materialov. 2013.

Шабалова О.П., Семенов Д.В., Гонякина Е.Н., Смирнов И.А., Корсун А.В., Пестряков И.И. Звукоизоляционная характеристика вспененного полипропилена на примере виброшумоизоляционного материала Пенотерм РеноПроф НПП ЛЭ // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. №2 (41). С. 78-90.

Shabalova O.P., Semenenko D.V., Gonyakina E.N., Smirnov I.A., Korsun A.V., Pestryakov I.I. Acoustic characteristics of foam polypropylene as an example of vibration and sound isolation material Penoterm Penoprof NPP LE. Construction of Unique Buildings and Structures, 2016, 2 (41), Pp. 78-90. (rus)