



УДК 699.844

А. М. РОГАЛЕВ, ведущий инженер, аспирант

РАЦИОНАЛЬНЫЙ ВЫБОР ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ИЗ КАМЕННОЙ ВАТЫ В КОНСТРУКЦИЯХ ПЛАВАЮЩИХ ПОЛОВ

ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук»

Россия, 127238, г. Москва, Локомотивный пр., д. 21. Тел.: (985) 250-03-90;
эл. почта: amrogalev@yandex.ru

Ключевые слова: звукоизоляция, плавающий пол, упругие прокладки, улучшение изоляции ударного шума, перекрытие.

Представлены результаты экспериментальных лабораторных исследований по оценке улучшения изоляции ударного шума конструкциями плавающих полов с использованием упругих прокладок из каменной ваты на основе габбро-базальтовых пород в составе цементно-песчаных стяжек различной массивности. Определены наиболее рациональные сочетания параметров упругого слоя из минераловатных плит и поверхностной плотности стяжки.

Индекс приведенного уровня ударного шума L_w – важнейший параметр изоляции ударного шума междуэтажными перекрытиями, нормируемый СП 51.13330.2011 «Защита от шума, актуализированная редакция СНиП 23-03-2003» и необходимый для проектирования современных комфортных и безопасных для здоровья внутренней среды зданий.

Результаты измерений индекса приведенного уровня ударного шума на вводимых в эксплуатацию зданиях свидетельствуют о несоответствии требованиям норм примерно четвертой части испытанных конструкций. При этом индекс приведенного ударного шума соответствующих требованиям конструкций часто близок к нормативному значению, что демонстрирует отсутствие «звукоизоляционного запаса» [1].

Расчет индекса изоляции ударного шума проводится по методике СП 275.1325800.2016 «Конструкции ограждающие жилых и общественных зданий. Правила проектирования звукоизоляции».

Наиболее распространенным и эффективным решением повышения изоляции ударного шума междуэтажными перекрытиями является применение конструкции плавающего пола [2]. Значительное влияние на приведенный уровень ударного шума конструкций плавающих полов оказывают сочетание упругой прокладки и массива стяжки [3]. Оптимальный подбор сочетания элементов конструкции плавающего пола является немаловажной задачей для проектировщика [4, 5].

В рамках выполнения научно-технической работы по теме «Исследование влияния акустических и динамических характеристик упругого прокладочного слоя в конструкциях плавающих полов на их звукоизолирующие свойства в зависимости от массива стяжки с целью оптимизации проектных решений конструкций полов» сотрудниками сектора «Акустические материалы и конструкции» НИИСФ РААСН была проведена серия экспериментальных



исследований по оценке звукоизоляционных свойств конструкций плавающих полов в составе различного типа упругих звукоизоляционных прокладок и цементно-песчаных стяжек разной поверхностной плотности.

Цель исследования – получение экспериментальных данных для разработки рекомендаций по проектированию конструкций плавающих полов с подбором оптимальных сочетаний звукоизоляционных материалов и массива стяжки.

Настоящая статья посвящена описанию результатов экспериментальных лабораторных исследований по оценке улучшения изоляции ударного шума конструкциями плавающих полов с использованием упругих прокладок из каменной ваты на основе габбро-базальтовых пород.

Описание методики измерений

Исследования по определению улучшения изоляции ударного шума проводились согласно методике ГОСТ 27296–2012 «Здания и сооружения. Методы измерения звукоизоляции ограждающих конструкций».

Испытания осуществлялись в акустических реверберационных камерах НИИСФ РААСН. Объектами испытаний являлись звукоизоляционные упругие прокладки плавающих полов в составе конструкций с цементно-песчаными стяжками различной поверхностной плотности.

В качестве исследуемых упругих прокладок представлены плиты из каменной ваты на основе габбро-базальтовых пород различной толщины и плотности.

В качестве цементно-песчаных стяжек использовались три фрагмента плит с толщинами 35, 60 и 120 мм, и с поверхностными плотностями 60, 115 и 227 кг/м² соответственно.

Значения величин снижения приведенного уровня ударного шума определялись экспериментально и представляли собой разность уровней ударного шума, возникающего под перекрытием при работе стандартной ударной машины, устанавливаемой вначале непосредственно на плите перекрытия, а затем на исследуемом фрагменте «сборного» пола. «Сборные» полы состояли из исследуемого материала упругой прокладки и цементно-песчаной стяжки.

Конструкции из исследуемых образцов звукоизоляционных упругих прокладок с фрагментами цементно-песчаных стяжек различной массы (размерами 1,0×1,0 м) укладывались в трех положениях на плите перекрытия (рис. 1).

Для определения приведенного уровня ударного шума под плитой перекрытия без конструкции пола ударную машину устанавливали в тех же точках. Приведенные уровни ударного шума под плитой перекрытия без покрытия пола и с покрытием определялись по соответствующим частотным характеристикам в третьоктавных полосах частот.

В качестве источника ударного шума использовалась стандартная ударная машина УМ-10. В качестве анализатора – шумомер-анализатор спектра ОКТАВА, модель Экофизика-110А (измерение уровня звука – класс 1 по ГОСТ Р 53188.1–2019; октавный, 1/3-октавный и 1/12-октавный анализ) с микрофоном конденсаторным свободного поля 1/2” ВМК-205 (номинальная чувствительность 50 мВ/Па, диапазон измерения 22-139 дБА, 27-139 дБС, 31-139 дБZ).

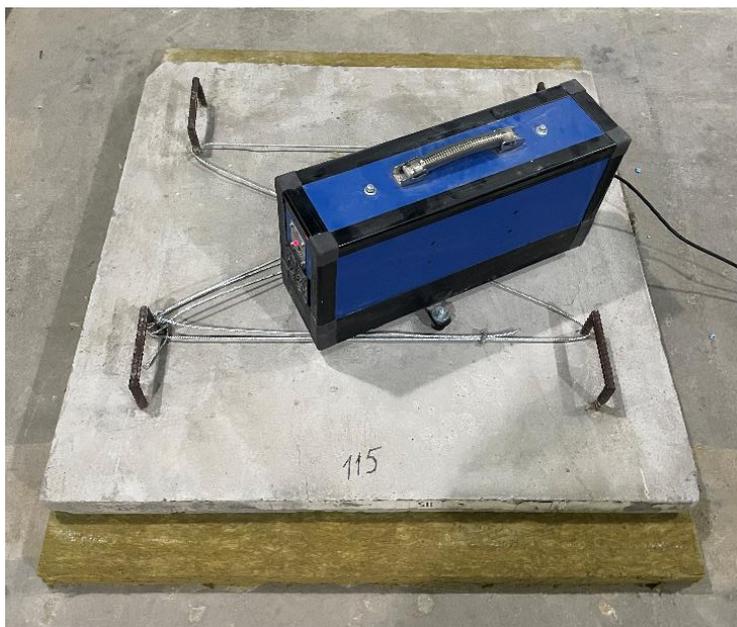


Рис. 1. Одно из положений ударной машины на конструкции пола

Результаты экспериментальных исследований

В табл. 1 и на рис. 2 представлены рассчитанные по результатам экспериментальных исследований индексы улучшения изоляции ударного шума упругими прокладками в виде плит из каменной ваты на основе габбро-базальтовых пород в конструкциях плавающих полов (при толщинах прокладок 25, 50, 100 мм, плотности 110, 115, 135, 150 кг/м³) под цементно-песчаными стяжками поверхностной плотности 60, 115 и 227 кг/м².

Таблица 1

Результаты исследований улучшения изоляции ударного шума упругими прокладками под цементно-песчаными стяжками различной массивности

Номер	Материал упругой прокладки	Индексы улучшения изоляции ударного шума, дБ, при поверхностной плотности стяжки		
		60 кг/м ²	115 кг/м ²	227 кг/м ²
1	Плиты из каменной ваты на основе габбро-базальтовых пород, толщиной 100 мм, $\rho = 135 \text{ кг/м}^3$	28	31	34
2	Плиты из каменной ваты на основе габбро-базальтовых пород, толщиной 50 мм, $\rho = 135 \text{ кг/м}^3$	28	32	33
3	Плиты из каменной ваты на основе габбро-базальтовых пород, толщиной 25 мм, $\rho = 150 \text{ кг/м}^3$	22	30	29
4	Плиты из каменной ваты на основе габбро-базальтовых пород, толщиной 100 мм, $\rho = 110 \text{ кг/м}^3$	31	36	37
5	Плиты из каменной ваты на основе габбро-базальтовых пород, толщиной 50 мм, $\rho = 110 \text{ кг/м}^3$	31	36	36
6	Плиты из каменной ваты на основе габбро-базальтовых пород, толщиной 25 мм, $\rho = 115 \text{ кг/м}^3$	28	34	36



Рис. 2. Индексы улучшения изоляции ударного шума упругими прокладками в конструкциях плавающих полов со стяжками поверхностной плотностью 60, 115 и 227 кг/м²

Представленные в табл. 1 и на рис. 2 результаты экспериментальных исследований показывают, что увеличение массива стяжки с 60 до 115 кг/м² и толщины соответственно с 35 до 60 мм дает прибавку от 3 до 8 дБ к индексу улучшения изоляции ударного шума. При этом последующее удвоение массива стяжки со 115 до 227 кг/м² и толщины с 60 до 120 соответственно показали среднеарифметическую прибавку 1 дБ.

С целью оценки влияния толщины и плотности материалов упругих прокладок на звукоизоляционные характеристики конструкций плавающих полов были построены графики зависимостей полученных индексов улучшения изоляции ударного шума от физико-технических параметров материалов.

На рис. 3 представлены полученные по итогам испытаний зависимости улучшения изоляции ударного шума конструкций плавающих полов от толщины и плотности упругих прокладок в виде плит из каменной ваты на основе габбро-базальтовых пород и массивности стяжек.

Анализ зависимости улучшения изоляции ударного шума упругими прокладками из каменной ваты на основе габбро-базальтовых пород от толщины показывает, что увеличение толщины упругого слоя с 25 до 50 мм дает прибавку к индексу улучшения от 0 до 6 дБ в зависимости от плотности плит из каменной ваты и величины нагрузки в виде цементно-песчаной стяжки.

Разница между индексами улучшения изоляции ударного шума упругими прокладками из каменной ваты с толщинами 50 и 100 мм составила от -1 до 1 дБ со среднеарифметическим значением для всех плотностей плит из каменной ваты и массивов стяжки.

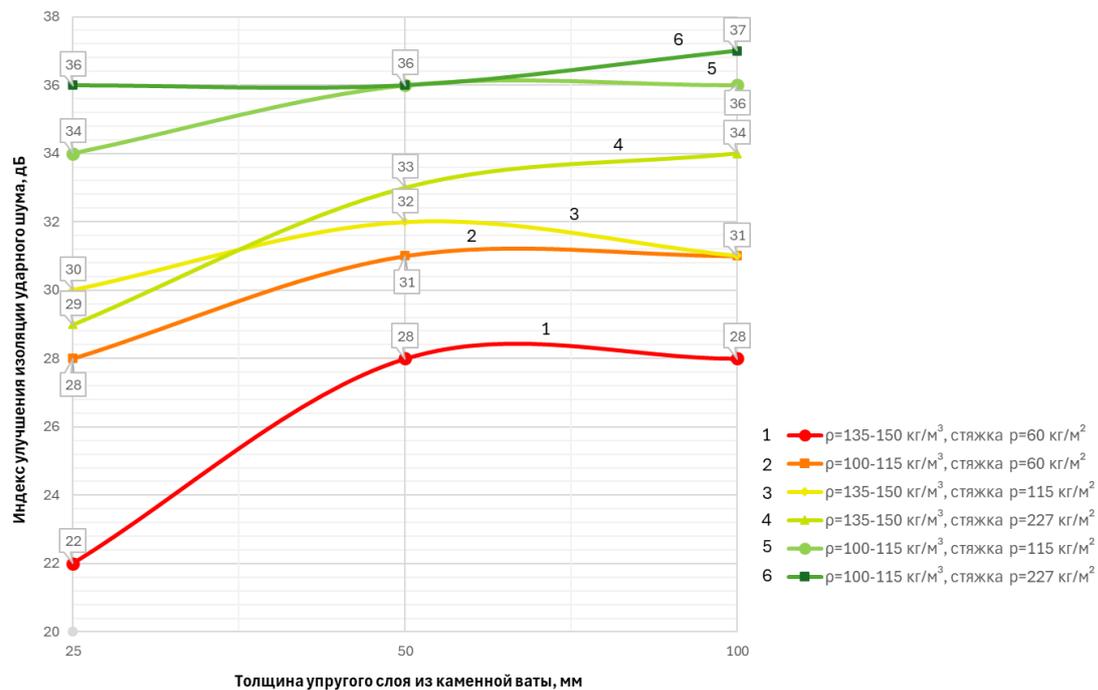


Рис. 3. Зависимости улучшения изоляции ударного шума упругими прокладками от толщины и плотности каменной ваты и поверхностной плотности стяжек

Для всех комбинаций толщин упругого слоя и массивов стяжек наилучшие значения показывают минераловатные плиты с меньшей плотностью $100-115 \text{ кг/м}^3$ в сравнении с плотностями упругого слоя $135-150 \text{ кг/м}^3$. При толщине упругого слоя 25 мм разница индексов улучшения между двумя диапазонами плотностей плит из каменной ваты в зависимости от величины нагрузки составила от 4 до 7 дБ, при толщине 50 мм – от 3 до 4 дБ, при 100 мм – от 3 до 5 дБ.

Заметно также, что в конструкциях с толщиной упругого слоя из каменной ваты 25 мм и повышенной плотностью $135-150 \text{ кг/м}^3$ индекс улучшения изоляции ударного шума на 1 дБ выше при поверхностной плотности стяжки 115 кг/м^2 в сравнении со стяжкой 227 кг/м^2 , при этом при толщинах 50 и 100 мм индекс выше со стяжкой 227 кг/м^2 на 1 и 3 дБ соответственно в сравнении с массивом стяжки 115 кг/м^2 .

Наибольшие значения индексов улучшения изоляции ударного шума показали конструкции с упругими прокладками из каменной ваты плотностью $100-115 \text{ кг/м}^3$ и массивом цементно-песчаной стяжки 115 и 227 кг/м^2 в диапазоне от 34 до 37 дБ с одинаковым значением 36 дБ при толщине каменной ваты 50 мм и с разницей в 1 и 2 дБ при толщинах 100 и 25 мм соответственно.

На рис. 4 представлены частотные характеристики улучшения изоляции ударного шума упругими прокладками из каменной ваты на основе габбро-базальтовых пород толщиной 25 мм, $\rho = 150 \text{ кг/м}^3$ в конструкциях плавающих полов с цементно-песчаными стяжками различной массивности.

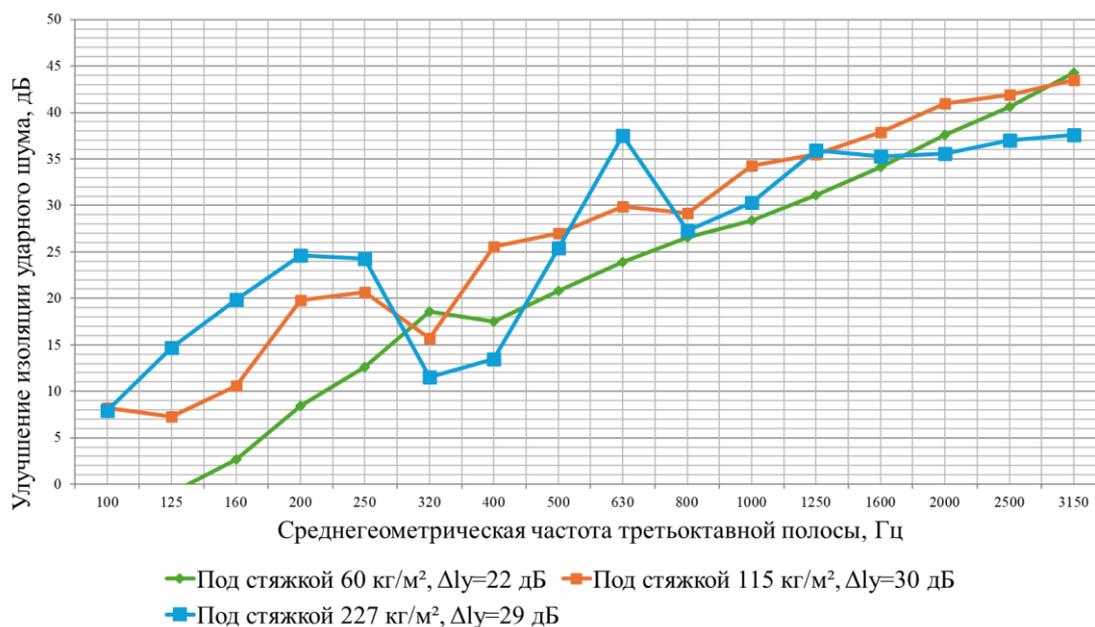


Рис. 4. Частотные характеристики улучшения изоляции ударного шума конструкциями плавающих полов с плитами из каменной ваты на основе габбро-базальтовых пород, толщиной 25 мм

На рис. 5–7 приведены графики частотных характеристик улучшения изоляции ударного шума упругими прокладками из каменной ваты толщиной 25 мм с плотностью 150 кг/м³ и 115 кг/м³.



Рис. 5. Частотные характеристики улучшения изоляции ударного шума плитами из каменной ваты толщиной 25 мм разных плотностей при стяжке $\rho = 60 \text{ кг/м}^2$



Рис. 6. Частотные характеристики улучшения изоляции ударного шума плитами из каменной ваты толщиной 25 мм разных плотностей при стяжке $\rho = 115 \text{ кг/м}^2$



Рис. 7. Частотные характеристики улучшения изоляции ударного шума плитами из каменной ваты толщиной 25 мм разных плотностей при стяжке $\rho = 227 \text{ кг/м}^2$

Заклучение

По результатам экспериментальных исследований установлено:

1. Увеличение массы стяжки с 60 до 115 кг/м^2 и толщины соответственно с 35 до 60 мм в конструкциях плавающих полов с упругим слоем в виде плит из каменной ваты на основе габбро-базальтовых дает существенную прибавку к



изоляции ударного шума междуэтажных перекрытий. При этом дальнейшее увеличение массивности стяжки не показывает существенного прироста. В связи с чем проектирование конструкций плавающих полов с цементно-песчаной стяжкой с поверхностной плотностью более $100\text{--}120\text{ кг/м}^2$ является нецелесообразным как со строительно-акустической, так и с экономической точки зрения.

2. Наибольшую эффективность среди испытанных материалов показали конструкции с упругим слоем в виде плит из каменной ваты плотности $100\text{--}115\text{ кг/м}^3$ в сравнении с плитами плотности $135\text{--}150\text{ кг/м}^3$.

3. Применение плит из каменной ваты толщиной более 50 мм в качестве упругого слоя в конструкциях плавающих полов с точки зрения улучшения изоляции ударного шума также нецелесообразно.

Таким образом, при проектировании конструкций плавающего пола с точки зрения изоляции ударного шума наиболее рациональным является сочетание упругого слоя из минераловатных плит плотностью $100\text{--}115\text{ кг/м}^3$, толщиной 25–50 мм с цементно-песчаной стяжкой с поверхностной плотностью $100\text{--}120\text{ кг/м}^2$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крышов, С. И. Проблемы звукоизоляции междуэтажных перекрытий в панельных зданиях и применение закона массы / С. И. Крышов, Д. Е. Котельников, О. В. Градова. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 2021. – № 6. – С. 30–32.

2. Градова, О. В. Улучшение изоляции ударного шума упругими прокладками в конструкциях плавающих полов / О. В. Градова, А. М. Рогалев. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 2024. – № 6. – С. 26–29.

3. Герасимов, А. И. Потери акустической энергии при прохождении звуковой волны через пористо-волокнистый материал / А. И. Герасимов, М. Д. Васильев, А. М. Светлоруссова. – Текст : непосредственный // Noise Theory and Practice. – 2019. – Т. 5, № 4(18). – С. 46–52.

4. Крышов, С. И. Зависимость изоляции ударного шума от состава конструктивных слоев напольного покрытия / С. И. Крышов, Д. Е. Котельников, О. В. Градова. – Текст : непосредственный // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2021. – № 6 (1042). – С. 16–17.

5. Шубин, И. Л. Звукоизоляция ограждающих конструкций в многоэтажных зданиях. Требования и методы обеспечения / И. Л. Шубин, В. А. Аистов, М. А. Пороженко. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 2019. – № 3. – С. 33–43.

ROGALEV Aleksey Mikhailovich, leading engineer, postgraduate student

RATIONAL CHOICE OF SOUND INSULATION MATERIAL MADE OF STONE WOOL IN FLOATING FLOOR STRUCTURES

Scientific-Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences (RAACS)

21, Lokomotivny Proezd, Moscow, 127238, Russia. Tel.: +7 (985) 250-03-90;

e-mail: amrogalev@yandex.ru

Key words: sound insulation, floating floor, elastic gaskets, impact noise insulation improvement, overlap.



The article presents the results of experimental laboratory studies to assess the improvement of shock noise insulation by floating floor structures using elastic pads made of stone wool based on gabbro-basalt rocks as part of cement-sand screeds of various massiveness. The most rational combinations of parameters of the elastic layer of mineral wool slabs and the surface density of the screed are determined.

REFERENCES

1. Kryshov S. I., Kotelnikov D. E., Gradova O. V. Problemy zvukoizolyatsii mezhduetazhnykh perekrytiy v panelnykh zdaniyakh i primeneniye zakona massy [Problems of sound insulation of floor-to-floor ceilings in panel buildings and the application of the law of mass] *Stroitelnye materialy* [Construction Materials]. 2021. № 6. P. 30–32.
2. Gradova O. V., Rogalev A. M. Uslughenie izolyatsii udarnogo shuma uprugimi prokladkami v konstruktsiyakh plavayushchikh polov [Improved shock noise insulation with elastic gaskets in floating floor structures]. *Stroitelnye materialy* [Construction Materials]. 2024, № 6. P. 26–29.
3. Gerasimov A. I., Vasilyev M. D., Svetlorussova A. M. Poteri akusticheskoy energii pri prokhozhenii zvukovoy volny cherez poristo-voloknistyy material [Acoustic energy losses during the passage of a sound wave through a porous fibrous material]. *Noise Theory and Practice*. 2019, Vol. 5, № 4 (18). P. 46–52.
4. Kryshov S. I., Kotelnikov D. E., Gradova O. V. Zavisimost izolyatsii udarnogo shuma ot sostava konstruktivnykh sloyev napolnogo pokrytiya [Dependence of shock noise insulation on the composition of the structural layers of the floor covering]. *Byulleten stroitelnoy tekhniki* [Bulletin of Construction Machinery]. 2021, № 6(1042). P. 16–17.
5. Shubin I. L., Aistov V. A., Porozhenko M. A. Zvukoizolyatsiya ograzhdayushchikh konstruktivnykh v mnogokvartirnykh zdaniyakh. Trebovaniya i metody obespecheniya [Sound insulation of enclosing structures in multi-storey buildings. Requirements and methods of provision]. *Stroitelnye materialy* [Construction Materials]. 2019, № 3. P. 33–43.

© А. М. Рогалев, 2024

Получено: 12.09.2024 г.