



УДК 699.844

В. В. ДЫМЧЕНКО, канд. техн. наук, доц. кафедры архитектуры;
П. А. ГРЕБНЕВ, канд. техн. наук, доц. кафедры архитектуры, нач. научного центра «Новое строительство»; **В. Н. БОБЫЛЕВ**, чл.-корр. РААСН, проф. кафедры архитектуры; **Д. В. МОНИЧ**, д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой архитектуры; **С. В. БАРЧУКОВ**, магистрант кафедры архитектуры

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩИХ СВОЙСТВ МЕЖДУЭТАЖНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ УДАРНОГО ШУМА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет».

Россия, 603952, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65.

Тел.: (831) 430-19-57; эл. почта: megagrover@yandex.ru

Ключевые слова: ударный шум, звукоизоляция перекрытий, «плавающий» пол, подвесной потолок.

Представлены результаты натурных экспериментальных исследований изоляции ударного шума междуэтажными перекрытиями в жилом доме с несущим железобетонным монолитным каркасом. Исследованы перекрытия с применением подвесного потолка и «плавающего» пола в различных сочетаниях. Выполнен сравнительный анализ результатов экспериментальных исследований и теоретических расчетов по стандартному методу.

Введение

Акустический комфорт в помещениях жилых зданий является одним из основных критериев качества жизни людей. Требования по защите помещений от воздушного шума и от ударного шума являются обязательными в соответствии с ФЗ № 384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (см. статью 24).

При выборе конструктивного решения междуэтажного перекрытия необходимо обеспечить выполнение требований СП 51.13330 «Защита от шума» одновременно по изоляции от воздушного шума и от ударного шума (см. табл. 2). Практика современного строительства показывает, что наибольшую сложность представляет выполнение нормативных требований по изоляции ударного шума. Это вызвано следующими основными причинами: 1) недостаточной точностью существующих расчетных методов, позволяющих прогнозировать изоляцию ударного шума перекрытий; 2) относительно небольшой номенклатурой конструктивных решений полов, обеспечивающих нормативные требования по изоляции ударного шума; 3) требованиями заказчика строительства (или капитального ремонта) здания по увеличению высоты помещений, что приводит к использованию упрощенных конструкций полов, не обеспечивающих нормативные требования по изоляции ударного шума.

Все исследования в рассматриваемой области строительной акустики можно разделить на следующие основные группы: 1) измерения и оценка, нормирование изоляции ударного шума [1–3]; 2) анализ существующих методик расчета изоляции ударного шума [4]; 3) анализ эффективности применения современных



упругих материалов в качестве звукоизоляционных слоев в конструкциях полов [5–10]. Необходимо отметить, что наибольший вклад в исследования и разработку нормативной документации в России по изоляции ударного шума перекрытиями вносят сотрудники ФГБУ «НИИ строительной физики РААСН» (г. Москва).

1. Экспериментальные натурные исследования

Сотрудниками кафедры архитектуры ННГАСУ проведен комплекс экспериментальных натурных исследований изоляции ударного шума междуэтажными перекрытиями жилого здания. В качестве объекта исследования был выбран жилой дом с монолитным железобетонным несущим каркасом. Исследуемые конструкции – междуэтажные монолитные перекрытия сплошного сечения толщиной 180 мм, плотностью 2400 кг/м^3 с подвесным звукоизолирующим потолком и «плавающим» полом. Площадь всех исследуемых перекрытий составляла 16 м^2 ($5,0 \text{ м} \times 3,2 \text{ м}$).

Определение фактической звукоизоляции исследуемых конструкций междуэтажных перекрытий проведено в жилых комнатах, расположенных смежно по вертикали по стандартной методике ГОСТ 27296–2012. На поверхности пола вышерасположенной комнаты устанавливалась стандартная ударная машина, она являлась помещением высокого уровня (ПВУ). В нижерасположенной комнате устанавливались измерительные микрофоны, она являлась помещением низкого уровня (ПНУ).

Исследуемые конструкции перекрытий имеют одинаковую несущую часть и отличаются добавлением конструкций звукоизолирующего потолка и плавающего пола:

1) конструкция № 1 – железобетонная плита перекрытия сплошного сечения толщиной 180 мм, плотность материала 2400 кг/м^3 ;

2) конструкция № 2 – конструкция № 1 с добавлением подвесного потолка ПНУ. Общая толщина подвесного потолка составляла 55 мм, выполнен в виде каркасно-обшивной облицовки (два гипсоволокнистых листа толщиной по 12,5 мм, расположенных на отnose 27 мм от поверхности потолка, с заполнением воздушного промежутка минераловатными матами);

3) конструкция № 3 – конструкция № 2 с добавлением в ПВУ конструкции пола на звукоизоляционном слое («плавающий» пол). Общая толщина пола составляла 100 мм, выполнен в виде армированной стяжки из ЦПР толщиной 40 мм, уложенных по упругому слою из минераловатных плит плотностью 110 кг/м^3 . Чистовое покрытие пола выполнено в виде ламината толщиной 6 мм, уложенного по упругой подложке толщиной 3,5 мм;

4) конструкция № 4 – конструкция № 1 с добавлением в ПВУ конструкции пола на звукоизоляционном слое («плавающий» пол). Параметры пола соответствовали параметрам, описанным выше для конструкции № 3.

На рисунке приведены результаты экспериментальных натурных исследований изоляции ударного шума вышеописанными междуэтажными перекрытиями. Получены частотные характеристики фактических приведенных уровней шума под исследуемыми перекрытиями в нормируемом диапазоне частот ($f = 100\text{--}3150 \text{ Гц}$).

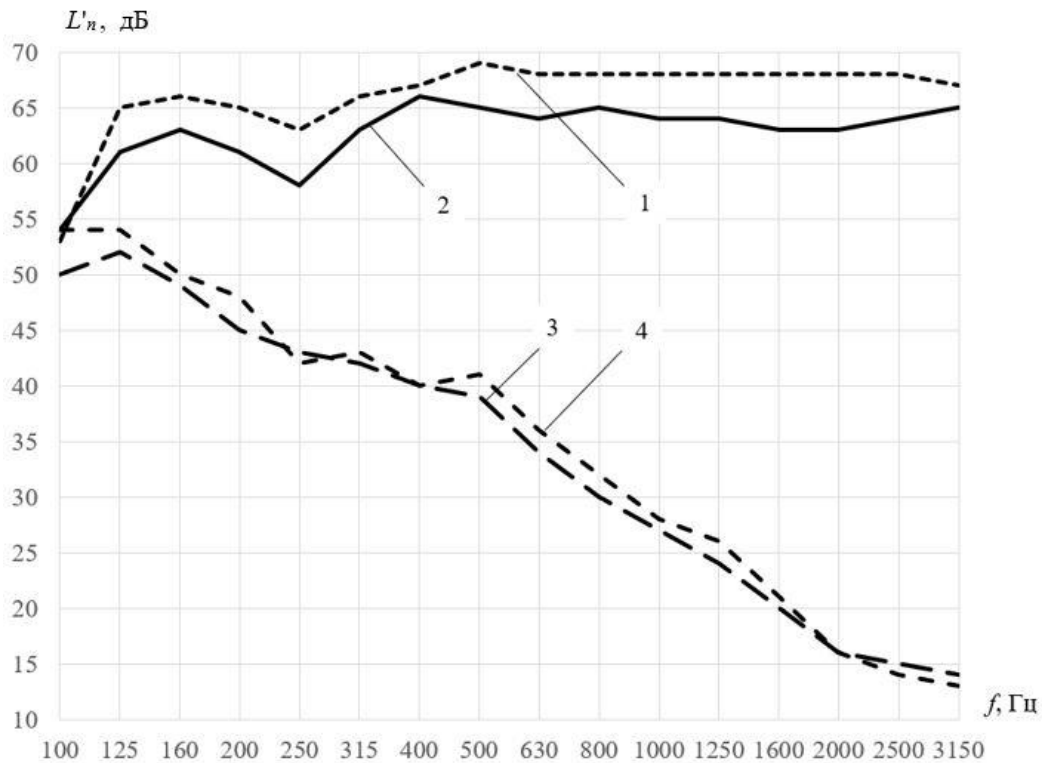


Рисунок. Экспериментальные частотные характеристики фактических приведенных уровней ударного шума под исследуемыми перекрытиями: 1 – для конструкции № 1; 2 – для конструкции № 2; 3 – для конструкции № 3; 4 – для конструкции № 4

В соответствии с экспериментально определенными частотными характеристиками фактических приведенных уровней ударного шума под исследуемыми междуэтажными перекрытиями по методике СП 51.13330 «Защита от шума» были определены фактические индексы приведенных уровней ударного шума:

- для конструкции № 1 – $L'_{nw0} = 74$ дБ;
- для конструкции № 2 – $L'_{nw} = 70$ дБ;
- для конструкции № 3 – $L'_{nw} = 40$ дБ;
- для конструкции № 4 – $L'_{nw} = 42$ дБ.

Анализируя представленные данные, можно сделать следующие выводы:

1) сравнение кривых 1–4 показывает, что наибольшее снижение приведенных уровней ударного шума во всем нормируемом диапазоне частот обеспечивает конструкция № 3, которая сочетает в себе подвесной потолок в ПНУ и «плавающий» пол в ПВУ;

2) в диапазоне низких частот, на частоте $f = 100$ Гц снижение приведенных уровней ударного шума обеспечивается только при совместном применении подвесного потолка в ПНУ и «плавающего» пола в ПВУ (конструкция № 3);

3) сравнение кривых 2 и 4 показывает, что применение «плавающего» пола в ПВУ (без подвесного потолка в ПНУ) имеет намного большую эффективность в диапазоне частот $f \geq 125$ Гц, чем применение подвесного потолка в ПНУ (без «плавающего» пола в ПВУ);

4) сравнение фактических индексов приведенных уровней ударного шума под перекрытиями (L'_{nw}) с требуемыми значениями СП 51.13330 «Защита от



шума» ($L_{nw \text{ треб}}$) показывает, что нормативным требованиям для перекрытий между помещениями жилых квартир (см. п. 1, табл. 2) удовлетворяют только конструкции № 3 и № 4.

2. Теоретические расчеты

Теоретические расчеты индексов приведенного уровня ударного шума под исследуемыми междуэтажными перекрытиями проведены по стандартной методике СП 275.1325800 «Конструкции ограждающие жилых и общественных зданий. Правила проектирования звукоизоляции» (п. 9.12).

Частота собственных колебаний «плавающего» пола определялась по формуле:

$$f_0 = 0,16 \sqrt{\frac{E_d}{dm_2}}, \quad (1)$$

где E_d – динамический модуль упругости материала звукоизоляционного слоя, Па; m_2 – поверхностная плотность конструкции пола выше звукоизоляционного слоя (суммарно все слои), кг/м²; d – толщина звукоизоляционного слоя в обжатом состоянии (суммарно учитывается собственный вес конструкции пола выше звукоизоляционного слоя и полезная нагрузка на пол в помещении здания), м.

Ниже приведены результаты теоретических расчетов индексов приведенных уровней ударного шума под исследуемыми междуэтажными перекрытиями:

- для конструкции № 1 – $L_{mw0} = 76$ дБ;
- для конструкции № 2 – $L_{mw} = 74$ дБ;
- для конструкции № 3 – $L_{mw} = 51$ дБ;
- для конструкции № 4 – $L_{mw} = 52$ дБ.

3. Сравнение результатов экспериментальных натуральных исследований с теоретическими расчетами

Сравнение результатов экспериментальных натуральных исследований с теоретическими расчетами индексов приведенных уровней ударного шума под исследуемыми междуэтажными перекрытиями показывает значительную разницу между ними:

- для конструкции № 1 – $\Delta L_{mw0} = 2$ дБ;
- для конструкции № 2 – $\Delta L_{mw} = 4$ дБ;
- для конструкции № 3 – $\Delta L_{mw} = 11$ дБ;
- для конструкции № 4 – $\Delta L_{mw} = 10$ дБ.

Анализируя представленные результаты, можно сделать следующие выводы:

1) для всех четырех исследуемых конструкций результаты теоретических расчетов превышают результаты экспериментальных натуральных исследований. Это показывает, что использование стандартной методики не допускает завышения расчетных значений изоляции ударного шума по отношению к фактическим значениям;

2) разница между теоретическими и экспериментальными значениями для исходной железобетонной плиты перекрытия ($\Delta L_{mw0} = 2$ дБ) значительно меньше, чем для конструкций с подвесным потолком и «плавающим» полом ($\Delta L_{mw} = 4$ – 11 дБ).

Заключение

Проведенные исследования подтвердили высокую эффективность по снижению ударного шума конструкциями «плавающих» полов. Это объясняется тем, что воздействие ударного шума происходит непосредственно на конструкцию «плавающего» пола, что обеспечивает значительное снижение



передачи звуковых колебаний косвенными путями по смежным ограждающим конструкциям (колонны несущего каркаса, наружные стены, внутренние перегородки). Применение только подвесного потолка в нижерасположенном помещении (без конструкции «плавающего» пола) имеет низкую эффективность, т.к. звуковые колебания передаются косвенными путями без существенных потерь.

Сравнительный анализ результатов экспериментальных и теоретических исследований показал необходимость совершенствования методов расчета изоляции ударного шума междуэтажными перекрытиями. Существующие методы не позволяют учесть многие конструктивные особенности звукоизолирующих ограждений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шубин, И. Л. Звукоизоляция ограждающих конструкций в многоэтажных зданиях. Требования и методы обеспечения / И. Л. Шубин, В. А. Аистов, М. А. Пороженко // Строительные материалы. – 2019. – № 3. – С. 33–43.
2. Цукерников, И. Е. Измерение и оценка звукоизоляции строительных изделий / И. Е. Цукерников, И. Л. Шубин, Т. О. Невенчанная // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2020. – № 6. – С. 19–21.
3. Пороженко, М. А. Изоляция ударного шума ограждающими конструкциями здания / М. А. Пороженко // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2018. – № 6. – С. 34–35.
4. Рогалев, А. М. Оценка сходимости действующих методик расчета изоляции ударного шума плавающих полов с результатами измерений / А. М. Рогалев // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2025. – № 6. – С. 29–33.
5. Герасимов, А. И., Васильев, М. Д., Светлоруссова, А. М. Потери акустической энергии при прохождении звуковой волны через пористо-волоконный материал / А. И. Герасимов, М. Д. Васильев, А. М. Светлоруссова // Noise Theory and Practice. – 2019. – Том 5. – № 4. – С. 46–52.
6. Крышов, С. И. Зависимость изоляции ударного шума от состава конструктивных слоев напольного покрытия / С. И. Крышов, Д. Е. Котельников, О. В. Градова // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2021. – № 6. – С. 16–17.
7. Градова, О. В. Улучшение изоляции ударного шума упругими прокладками в конструкциях плавающих полов / О. В. Градова, А. М. Рогалев // Строительные материалы. – 2024. – № 6. – С. 26–29.
8. Рогалев, А. М. Рациональный выбор звукоизоляционного материала из каменной ваты в конструкциях плавающих полов / А. М. Рогалев // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2024. – № 4. – С. 18–26.
9. Белолипецкая, В. А. Особенности применения различных звукоизолирующих материалов в монолитном строительстве / В. А. Белолипецкая, А. М. Кривошапов, Л. М. Весова / Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 5. – С. 493–501.
10. Редько, Ю. Б. Влияние упруго-пластичной прокладки на звукоизоляцию перекрытия / Ю. Б. Редько // Кровельные и изоляционные материалы. – 2018. – № 1. – С. 14–17.



DYMCHENKO Vladimir Viktorovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of architecture; GREBNEV Pavel Alekseevich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of architecture, head of the Scientific Center "New Construction"; BOBYLEV Vladimir Nikolaevich, corresponding member of RAACS, professor of the chair of architecture; MONICH Dmitriy Viktorovich, doctor of technical sciences, associate professor, head of the chair of architecture; BARCHUKOV Sergey Vladimirovich, master degree student of the chair of architecture

RESEARCH OF SOUNDPROOFING PROPERTIES OF FLOORS CONSTRUCTION EXPOSED TO IMPACT NOISE

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering.

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603952, Russia.

Tel.: (831) 430-19-57; e-mail: megagrover@yandex.ru

Key words: impact noise, soundproofing of floors, “floating” floors, suspended ceilings.

The article presents the results of a full-scale experimental study of impact noise insulation by interfloor slabs in a residential building with a monolithic reinforced concrete frame. The study examined slabs using a suspended ceiling and a “floating” floor in various combinations. A comparative analysis of the experimental results and theoretical calculations using a standard method is performed.

REFERENCES

1. Shubin I. L., Aistov V. A., Porozhenko M. A. *Zvukoizolyatsiya ograzhdayushchikh konstruksii v mnogoetazhnykh zdaniyakh. Trebovaniya i metody obespecheniya* [Sound insulation of enclosing structures in multi-story buildings. Requirements and methods of ensuring]. *Stroitelnye materialy* [Building materials]. Moscow, 2019, № 3, P. 33–43.
2. Tsukernikov I. E., Shubin I. L., Nevenchannaya T. O. *Izmerenie i otsenka zvukoizolyatsii stroitelnykh izdelii* [Measurement and evaluation of sound insulation of building products]. *BST: Byulleten stroitelnoy tekhniki* [Construction Equipment Bulletin]. Moscow, 2020, № 6, P. 19–21.
3. Porozhenko M. A. *Izolyatsiya udarnogo shuma ograzhdayushchimi konstruksiyami zdaniya* [Impact noise insulation by building enclosing structures]. *BST: Byulleten stroitelnoy tekhniki* [Construction Equipment Bulletin]. Moscow, 2018, № 6, P. 34–35.
4. Rogalev A. M. *Otsenka skhodimosti deistvuyushchikh metodik rascheta izolyatsii udarnogo shuma plavayushchikh polov s rezultatami izmerenii* [Evaluation of the convergence of current methods for calculating the impact noise insulation of floating floors with the measurement results]. *BST: Byulleten stroitelnoy tekhniki* [Construction Equipment Bulletin]. Moscow, 2025, № 6, P. 29–33.
5. Gerasimov A. I., Vasil'ev M. D., Svetlorussova A. M. *Poteri akusticheskoi ehnergii pri prokhozhenii zvukovoi volny cherez poristo-voloknistyi material* [Losses of acoustic energy when a sound wave passes through a porous-fibrous material]. *Noise Theory and Practice*. Sankt-Peterburg, 2019, Vol. 5, № 4, P. 46–52.
6. Kryshov S. I., Kotelnikov D. E., Gradova O. V. *Zavisimost izolyatsii udarnogo shuma ot sostava konstruktivnykh sloev napolnogo pokrytiya* [Dependence of impact noise insulation on the composition of the structural layers of the floor covering]. *BST: Byulleten stroitelnoy tekhniki* [Construction Equipment Bulletin]. Moscow, 2021, № 6, P. 16–17.
7. Gradova O. V., Rogalev A. M. *Uluchshenie izolyatsii udarnogo shuma uprugimi prokladkami v konstruksiyakh plavayushchikh polov* [Improving impact noise insulation with



elastic pads in floating floor structures]. *Stroitelnye materialy* [Building materials]. Moscow, 2024, № 6, P. 26–29.

8. Rogalev A. M. Ratsionalny vybor zvukoizolyatsionnogo materiala iz kamennoi vaty v konstruktsiyakh plavayushchikh polov [Rational choice of soundproofing material made of stone wool in floating floor structures]. *Privolzhskiy nauchny zhurnal* [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhny Novgorod, 2024, № 4, P. 18–26.

9. Belolipetskaya V. A., Krivoshchapov A. M., Vesova L. M. Osobennosti primeneniya razlichnykh zvukoizoliruyushchikh materialov v monolitnom stroitelstve [Features of the use of various soundproofing materials in monolithic construction]. *Inzhenernyi vestnik Dona* [Engineering Bulletin of the Don]. Rostov-on-Don, 2022, № 5, P. 493–501.

10. Redko Yu. B. Vliyanie uprugo-plastichnoy prokladki na zvukoizolyatsiyu perekrytiya [The influence of elastic-plastic gasket on sound insulation of the ceiling]. *Krovelnye i izolyatsionnye materialy* [Roofing and insulation materials]. Moscow, 2018, № 1, P. 14–17.

© **В. В. Дымченко, П. А. Гребнев, В. Н. Бобылев, Д. В. Мониц, С. В. Барчуков, 2025**

Получено: 11.11.2025 г.