

Выполненным исследованием установлено, что жесткое сопряжение свай с ростверком повышает в ряде случаев несущую способность свай малого сечения по прочности более чем в два раза по сравнению со свободным сопряжением. Таким образом, жесткое сопряжение свай с ростверком следует применять в случаях, когда свободное сопряжение не может обеспечить достаточность несущей способности свай на эксплуатационные нагрузки.

Список литературы

- 1 **Бикметов, Р. М.** Применение фундаментов из свай малого сечения / Р. М. Бикметов, О. Л. Денисов // 68-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ : материалы конф., Уфа, 18–20 апр. 2017 г. – Кн. 2. – Уфа : Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2017. – С. 189–191. – EDN YZDXMH.
- 2 **Кравцов, В. Н.** Свай малого поперечного сечения для фундаментов малоэтажных зданий, упрочнения грунтов и их расчет / В. Н. Кравцов, П. В. Лапатын // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. – 2016. – № 16. – С. 102–107. – EDN YKQRNH.
- 3 **Мирсаяпов, И. Т.** Экспериментально-теоретические исследования работы армированных грунтовых массивов / И. Т. Мирсаяпов, А. О. Попов // Известия КГЛСУ. – 2008. – № 2 (10). – С. 75–80.
- 4 СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003. – М. : Минстрой России, 2019. – 118 с.
- 5 СП 24.13330.2021. Свайные фундаменты. СНиП 2.02.03-85. – М. : Российский институт стандартизации, 2022. – 121 с.

УДК 728

ВИБРОЗАЩИТА И ВИБРОИЗОЛЯЦИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ: МЕТОДЫ, МАТЕРИАЛЫ И НОРМАТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

М. Р. ЗВЯГИНЦЕВ

*Научный руководитель – Е. Н. Леонидова (ст. преп.)
Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова, Российская Федерация*

Вибрация как нежелательное физическое воздействие оказывает существенное влияние на долговечность строительных конструкций, сохранность внутренней отделки и, что самое важное, на здоровье и комфорт проживающих людей. В условиях интенсивной урбанизации и роста транспортных потоков проблема вибрационного воздействия на жилые здания приобретает особую остроту.

Актуальность проблемы подкрепляется действующими нормативами. ГОСТ 31361-2007 «Здания жилые многоквартирные. Требования к обеспечению безопасности при вибрационных воздействиях» устанавливает предельно допустимые уровни вибрации, которые не должны превышать для обеспечения комфортного проживания. Кроме того, СНиП 23-03-2003 «Защита строительных конструкций от коррозии» (в части общих требований к долговечности) и другие строительные нормы косвенно регулируют необходимость защиты от динамических нагрузок.

Цель данной статьи – провести систематизацию знаний о современных методах и материалах, применяемых для виброзащиты и виброизоляции жилых зданий, а также проанализировать их соответствие действующей нормативной базе.

Источники вибрации, воздействующие на жилые здания, можно классифицировать по их происхождению:

1 Транспортная вибрация: наиболее распространенный и часто самый интенсивный источник. Она делится:

- на железнодорожную вибрацию: характеризуется низкими частотами (1–10 Гц) и значительной протяженностью волнового фронта. Интенсивность сильно зависит от скорости движения, типа рельсового состава и состояния пути;

- автомобильную вибрацию: состоит из более широкого спектра частот (до 50 Гц), интенсивность которого зависит от состояния дорожного полотна, массы и скорости транспортных средств.

2 Вибрация от инженерного оборудования зданий: внутренние источники создают локализованные проблемы, которые могут передаваться на весь каркас здания:

- насосные станции, системы вентиляции и кондиционирования (HVAC): часто генерируют вибрацию в диапазоне средних и высоких частот (10–100 Гц), особенно при дисбалансе роторов или износе подшипников;

- лифтовое оборудование: создает импульсные и стационарные вибрации в момент пуска, торможения и движения кабины.

3 Промышленная вибрация: возникает при работе близлежащих производственных предприятий (прессы, молоты, компрессоры). Эти вибрации, как правило, имеют высокую интенсивность и требуют специализированных защитных мер.

Количественная оценка воздействия: для оценки вредного воздействия используются стандартизированные параметры. Основным параметром, коррелирующим с дискомфортом человека, является виброскорость в заданном частотном диапазоне. Виброускорение чаще используется при оценке динамических нагрузок на конструктивные элементы. Нормативы (ГОСТ 31361-2007) устанавливают допустимые уровни этих параметров в зависимости от времени суток и функционального назначения помещений.

Методы борьбы с вибрацией делятся на две основные группы: изоляция источника и изоляция приемника (здания).

Виброизоляция источников вибрации (изоляция источника): этот метод наиболее эффективен, поскольку прерывает путь распространения вибрации до того, как она войдет в несущие конструкции.

Установка оборудования на виброизоляторы: насосы, компрессоры, чиллеры и прочие агрегаты монтируются на специальные опоры – пружинные, резиновые или пневматические. Выбор изолятора зависит от массы агрегата и частоты его работы. Цель – добиться высокой частоты собственного колебания изолятора, значительно меньшей, чем рабочая частота оборудования.

Виброизоляция зданий (изоляция приемника): применяется, когда источники вибрации являются внешними (транспорт, производство) или когда изоляция источника невозможна.

Виброизолирующие прокладки в фундаментах (плавающие фундаменты): в случае нового строительства при расположении на виброопасных грунтах фундамент здания может быть отделен от грунта слоем высокоэффективных упругих материалов (часто многослойных конструкций).

Виброразвязка в каркасе: в существующих зданиях может применяться частичная развязка несущих элементов или полов (например, «плавающий пол»).

Вибродемпфирование конструкций: демпфирование не устраняет источник, но уменьшает амплитуду колебаний уже возникшей вибрации за счет рассеивания энергии колебаний в тепло.

Нанесение демпфирующих материалов: нанесение вязкоупругих мастик или специальных многослойных панелей на стены, перекрытия или фасадные элементы.

Активные системы виброзащиты: это наиболее передовая, но и наиболее дорогая технология. Системы используют датчики для измерения вибрации и исполнительные механизмы (актуаторы), которые генерируют встречную вибрацию, гасящую исходную (принцип активного шумоподавления, перенесенный на конструктивные элементы).

Эффективность методов напрямую зависит от свойств используемых материалов:

1 Эластомеры (резина, полиуретан): наиболее распространенные материалы для виброизоляторов. Их эффективность (коэффициент вибропередачи) зависит от твердости и способности к деформации. Полиуретаны обладают высокой масло- и атмосферостойкостью.

2 Металлические пружины: используются там, где требуются большие деформации и способность выдерживать высокие статические нагрузки. Часто комбинируются с резиновыми прокладками для демпфирования высокочастотных остаточных колебаний.

3 Пневматические виброизоляторы: содержат сжатый воздух, что позволяет очень точно регулировать жесткость системы и достигать исключительно

низких частот собственных колебаний, обеспечивая высокую эффективность изоляции.

4 Специальные вибродемпфирующие мастики и покрытия: эти материалы работают за счет внутреннего трения. Стандарты, такие как ISO 6721-3:1994, регламентируют методику измерения механических потерь (тангенса угла потерь) этих материалов, которая определяет их демпфирующую способность.

Виброизоляция жилого дома вблизи железнодорожной магистрали: в проектах, реализуемых вблизи активных ЖД-путей (например, в крупных городах), применяют комплексный подход. На этапе проектирования закладывается «плита на упругих опорах» (подземная часть фундамента). На уровне цоколя часто используют разрыв конструктивных связей между стенами первого этажа и вышележащими этажами. Внутри квартир, особенно на нижних этажах, устраивают «плавающие полы» с использованием минеральной ваты высокой плотности или специальных полимерных плит в качестве упругого слоя.

Виброзащита от оборудования в многоэтажном здании: в высотных офисно-жилых комплексах основное внимание уделяется оборудованию, расположенному на крыше (машинные отделения лифтов, вентиляционные установки). Здесь критична изоляция на уровне машинных этажей. Оборудование устанавливается на комбинацию пружинных и резинометаллических опор. Особое внимание уделяется развязке трубопроводов и воздуховодов, которые часто служат «акустическими мостами», передающими вибрацию на конструктив. Для этого используются гибкие вставки и компенсаторы.

Виброзащита и виброизоляция жилых зданий – это не просто инженерная задача, а необходимое условие для обеспечения энергоэффективности, долговечности и, главное, здоровья населения.

Оценка эффективности методов показывает, что наибольшую отдачу дает комбинация мер: изоляция наиболее мощных источников в сочетании с демпфированием наиболее уязвимых конструкций. Применение современных эластомеров и пневматических систем позволяет достигать коэффициентов виброизоляции, необходимых для выполнения требований ГОСТ 31361-2007.

Перспективы развития технологий связаны с внедрением более «умных» материалов, способных менять свои свойства в зависимости от частоты и амплитуды вибрации, а также с развитием активных систем, которые могут динамически компенсировать меняющиеся нагрузки (например, при изменении трафика).

Ключевым требованием для успешной реализации является комплексный подход: проектировщик, строитель и эксплуатирующая организация должны совместно учитывать потенциальные вибрационные нагрузки на этапе выбора участка и на этапе подбора оборудования.

Список литературы

1 Гельфонд, А. Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений / А. Л. Гельфонд. – М. : Архитектура-С, 2006.

2 Родяшина, К. Е. Архитектурно-художественные аспекты капитального ремонта жилых домов массовых серий / К. Е. Родяшина // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2016. – № 10. – С. 89–94.

3 Колесникова, Л. И. Историко-архитектурное наследие объектов юго-восточной железной дороги на территории Белгородской области / Л. И. Колесникова, Я. А. Немцева // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2019. – № 12. – С. 65–76.

4 Радоуцкий, В. Ю. Характеристика звукоизоляционных строительных материалов / В. Ю. Радоуцкий, В. Н. Шульженко // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2016. – № 4. – С. 64–66.

5 Черныш, А. С. Влияние динамической нагрузки на прочностные характеристики глинистых грунтов и устойчивость земляного полотна / А. С. Черныш // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2016. – № 6. – С. 64–67.

УДК 69

АКТУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Д. С. ЗЕМЛИН

Научный руководитель – А. А. Карамышев (ст. преп.)

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Строительство остаётся одной из наиболее сложных и трудоёмких сфер мировой экономики. Современные технологии значительно превышают возможности человека, сокращая сроки выполнения работ и автоматизируя множество процессов. Однако даже при активном использовании технологических решений полностью избавиться от трудностей, возникающих в ходе строительной деятельности, не удастся.

С учётом большого числа объектов, возведённых не только в Беларуси, но и в других странах, выявлен широкий спектр проблем, проявляющихся от стадии проектирования до ввода сооружения в эксплуатацию.

Эти проблемы можно объединить в 3 основные группы:

- 1) проблемы на стадии подготовки проекта;
- 2) проблемы на стадии реализации проекта;
- 3) проблемы закрытия работ и контроля исполнителей [1].

Проблемы этапа подготовки проекта.

Сюда относятся трудности, возникающие ещё до начала непосредственно строительных работ.