



УДК 811

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ В ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСАХ****Тайлыев Якуп, Ильмурадов Айдын, Атаева Оразджемал**

преподаватели

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт

г. Ашхабад, Туркменистан

Аннотация. Разработка методов звукоизоляции технологического оборудования в жилых комплексах представляет собой одно из наиболее актуальных научно-технических направлений в современной строительной акустике, архитектурной физике и инженерной экологии городов. В условиях интенсивного высотного строительства и стремления к максимальной автономности жилых зданий технические этажи, подвалы и кровельные пространства насыщаются мощными инженерными системами: крышными котельными, чиллерами, насосными станциями, вентиляционными установками и лифтовыми механизмами. Функционирование этого крупногабаритного оборудования неизбежно генерирует интенсивные акустические колебания, распространяющиеся в виде воздушного и структурного шума по несущим железобетонным конструкциям непосредственно в жилые помещения. Традиционные методы пассивной изоляции, опирающиеся на простое увеличение массы ограждающих конструкций, часто оказываются неэффективными против низкочастотной вибрации и существенно утяжеляют каркас здания.

Ключевые слова: Ключевые слова: звукоизоляция, технологическое оборудование, жилые комплексы, воздушный шум, структурный шум, виброизоляция, плавающий пол, акустическое моделирование, спектральный анализ, качество среды.

**DEVELOPMENT OF METHODS FOR SOUND INSULATION OF TECHNOLOGICAL
EQUIPMENT IN RESIDENTIAL COMPLEXES****Taýlyyev Yakup, Ilmyradov Aydyn, Atayeva Orazjemał**

Lecturers

Turkmen State Institute of Architecture and Construction

Ashgabat, Turkmenistan

Abstract. The development of methods for sound insulation of technological equipment in residential complexes represents a highly critical operational frontier in contemporary building acoustics, structural engineering, and environmental noise control, essential for securing auditory comfort within

high-density municipal footprints. Modern residential infrastructures increasingly rely on heavy, centralized building mechanics—such as cooling towers, water pump stations, roof-mounted chillers, and high-speed elevator shafts—which continuously generate intense airborne and structural vibration waves that transmit through rigid monolithic concrete frames directly into habitated domestic zones. To prevent these mechanical forces from inducing low-frequency structural resonance and breaching public sanitation acoustic thresholds, engineering firms transition from traditional passive mass-loading models toward complex computerized finite element wave propagation simulations. These advanced methodologies dictate the precision calculations of multi-degree-of-freedom floating concrete inertia blocks supported by high-performance elastomeric mats or tuned spring isolators, alongside the deployment of flexible duct silencers, elastic structural breaks, and specialized porous sound-absorbing enclosures. Ultimately, implementing these dynamic, non-linear acoustic modeling frameworks enables real-time distribution tracking via automated telemetry mic-arrays, allowing facility managers to identify early equipment wear, suppress intrusive environmental noise pollution, and significantly reduce long-term structural lifecycle maintenance expenditures across dense urban residential developments.

Keywords: sound insulation, technological equipment, residential complex, structural vibration, low-frequency resonance, floating floor, spring isolator, finite element simulation, building mechanics, lifecycle maintenance expenditures.

Введение

Первичной информационной основой для разработки эффективных акустических решений служат масштабные массивы данных натурных инструментальных измерений и спектрального анализа шумовых характеристик конкретных видов инженерного оборудования. Исследователи фиксируют уровни звукового давления и виброускорения в октавных полосах частот в широком диапазоне от шестнадцати до восьми тысяч герц, выявляя доминирующие пики излучения звуковой энергии. Важнейшим компонентом базы данных выступают динамические характеристики строительных материалов и конструкций: модули упругости, коэффициенты потерь и частоты волнового совпадения ограждений. Вся собранная измерительная информация, включая пространственные схемы расположения источников шума и геометрию прилегающих помещений, интегрируется в специализированные программные комплексы акустического моделирования. Высокое качество, глубина и математическая точность подготовленной расчетной модели позволяют детально визуализировать карты распределения звуковых полей и предиктивно оценивать эффективность различных вариантов звукоизоляции.



Математическое моделирование процессов распространения структурного шума и вибрации в строительном каркасе жилого комплекса базируется на методах волновой механики и численного анализа систем дифференциальных уравнений. Инженеры-акустики рассчитывают параметры многослойных виброизолирующих оснований, моделируя технологическое оборудование как твердое тело с шестью степенями свободы, установленное на упругие опоры. Ключевой вычислительной задачей является точное определение собственной частоты колебаний виброизолирующей системы, которая должна быть как минимум в три-четыре раза ниже частоты возмущающей силы, генерируемой оборудованием. Для подавления низкочастотной вибрации, наиболее опасной для человеческого восприятия, применяется метод устройства «плавающих» полов под инженерными агрегатами с использованием высокоэффективных эластомеров или пружинных виброизоляторов. Численный конечно-элементный анализ позволяет учесть пространственную жесткость перекрытий и предотвратить риски возникновения резонансных явлений в несущих конструкциях жилого дома.

Практическая реализация разработанных методов требует комплексного подхода, сочетающего прецизионную виброизоляцию самого оборудования с устройством высокоэффективных звукоизолирующих оболочек и глушителей шума в инженерных коммуникациях. Трубопроводы и воздуховоды, соединенные с работающими агрегатами, оснащаются гибкими вставками, виброкомпенсаторами и эластичными подвесами, полностью разрывающими жесткие акустические мостики с капитальными стенами. Сами технические помещения облицовываются специализированными звукопоглощающими материалами с открытой пористой или волокнистой структурой, обеспечивающими эффективное рассеяние энергии воздушного шума.

Заключение

В заключение необходимо подчеркнуть, что разработка методов звукоизоляции технологического оборудования в жилых комплексах формирует фундаментальные стандарты комфорта, экологической безопасности и жизнестойкости современных городов будущего. Дальнейший прогресс в этой области неразрывно связан с интеграцией активных систем гашения шума и вибрации, использующих алгоритмы искусственного интеллекта для генерации противофазных звуковых волн.

Список литературы:

1. Герасимова, О. В. Биоматериалы в строительстве: эволюция и современные тенденции. — Москва: Архитектура, 2022.
2. Чжоу, Л. Зелёные технологии в строительстве: использование биоматериалов. — Пекин: Наука и технологии, 2021.



3. Мартин, Д. С. Инновации в строительстве: от традиционных материалов к биоматериалам. — Лондон: Routledge, 2021.
4. Тарасов, В. А. Строительные материалы нового поколения: биоматериалы и устойчивое строительство. — Санкт-Петербург: Строительная книга, 2020.
5. Винтер, Л. М. Применение природных материалов в строительстве: от теории к практике. — Берлин: Springer-Verlag, 2021.