**ЗАЩИТА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ ДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕТРОПОЕЗДОВ**

**М.А. Дашевский**, д-р техн. наук

(ООО «ВИБРОСЕЙСМОЗАЩИТА»)

**В.В.** Моторин, канд. техн. наук

(ООО «ВИБРОСЕЙСМОЗАЩИТА»)

**Д.К.** Сизов, канд. техн. наук

(ООО «ВИБРОСЕЙСМОЗАЩИТА»)

**С.Н.** Шутовский С.Н., ГИП ООО «ВИБРОСЕЙСМОЗАЩИТА

**Аннотация:** В докладе рассмотрена проблема обеспечения безопасности жизни и здоровья людей при воздействии техногенных вибраций. Выделяются проблемы в области городской сейсмики и приводится мнения автора

**Ключевые слова:** виброэкология, поезда метрополитена, виброзащита зданий, верхнее строение пути**,** полушпала, оболочка, измерения, спектральный метод, виброизоляторы, эффективность, долговечность.

**1**.**Суть проблемы**. Промышленная сейсмика, техногенная вибрация, виброэкология городской среды – всё это названия одного и того же явления – жизни человека в современном городе, по научному – в мегаполисе, в условиях интенсивного строительства трасс метрополитена, в том числе в районах плотной жилой застройки.. Обеспечить достойное существование человека в условиях круглосуточного вибрационного давления, то есть, его виброзащита – одна из приоритетных задач, требующих не экстренного решения (как после очередного землетрясения), а постоянной целенаправленной работы.

**2.Одна из основных проблем городской сейсмики** – защита людей от техногенной вибрации, вызываемой в зданиях при движении самого «агрессивного» вида рельсового транспрта - поездов в тоннелях метрополитена неглубокого заложения. Вот её составные части:

* Как определить (измерить) параметры вибрации с позиции человека, живущего или находящегося в таких помещениях во время работы или отдыха, и подвергающегося действию вибрации: спектральным методом по СКЗ максимумов, или коррелированным или эквивалентно – коррелированным методами, дающими сглаженную оценку явления;
* Как эффективно и экономично защитить эти здания и помещения от вибрации, излучаемой колеблющимся тоннелем при проходе поезда, особенно через стыки;
* Как виброизолировать источник вибрации – верхнее строение пути.
* Как обеспечить мониторинг, обоснование методики оценки долговечности защитных устройств и их эффективную замену в случае выхола из строя.
* Как примирить интересы бизнеса и затратность защитных мероприятий.

На все эти вопросы есть разные точки зрения, которые желательно обсудить на форуме.

**3.Точка зрения автора, основанная на практическом опыте.**

* Измерения проводятся только спектральным методом, уровень вибрации оценивается по СКЗ максимумов: Спектральный метод, в отличие от коррелированного и эквивалентного, позволяет выявить в реальном спектре воздействия частоты, близкие собственным частотам конструктивных элементов защищаемых зданий и, тем самым, прогнозировать уровень вибрации в строящемся здании и оценить реальную эффективность рекомендуемой системы виброзащиты.
* В зданиях, в том числе исторических, как проектируемых, так, по возможности, и уже существующих, применяется виброзащита с помощью заменяемых резинометаллических виброизоляторов. Многослойные виброизоляторы, представляющие собой пластины – сэндвичи из резинового слоя толщиной 30 – 40 мм, армированного металлическим ипластинами толщиной 4 мм, с собственными частотами (в нагруженном состоянии) 10.5 – 11,0 Гц и несущей способностью 0,15 - 20 MN собираются в блоки из 2 – 5 пластин в соответствии с требуемой эффективностью, и после возведения здания устанавливаются на опорных плитах в Т-образные проёмы в вибрационном шве отрезки. Последовательным напряжением домкратами виброизоляторы равномерно нагружаются на 70,100 и 120% от расчетной нагрузки и прокладками фиксируются в напряженном состоянии. На последнем этапе, вследствие разгрузки соседних виброизоляторов, здание вывешивается, отрывается от опорных прокладок в виброшве, после чего эти прокладки извлекаются. Здание виброизолировано, так как опирается только на виброизоляторы
* виброизоляция верхнего строения пути (ВСП) выполняется в виде пути на полушпалах, помещенных в сборные ребристые резиновые оболочки. Оболочка вместе с полушпалой устанавливается в короб из стеклофибробетона и представляет собой опорный элемент с разновысокими выступами и установленные по бокам полушпалы ребристые пластины с выступами на обратной стороне, обжимаемыми путевым бетоном. При прохождении обычных поездов работают только крайние выступы, а при расчетной нагрузке включается в работу средний выступ, увеличивая жесткость системы. Предельное смещение – не более 5 мм. Собственная частота системы при прохождении поезда – 12 – 13 Гц, Эффективность в октаве 31,5 Гц – до 16 дБ.
* все методики мониторинга, гарантии долговечности и возможности замены должны быть нормированы в виде городских или федеральных ТУ и утверждены на федеральном уровне; Долговечность резиновых и резино-металлических виброизоляторов подтверждена УКИ (по ГОСТ) с соответствующими динамическими испытаниями до и после срарения.. За расчетные 100 лет эффективность снижается на 4-5 дБ.
* Стоимость виброзащиты составляет не более 4-5% СМР; для организаций, следующих в своей деятельности вышеизложенным требованиям, должны представляться налоговые преференции при возведении виброзащищённых жилых комплексов, а нарушителям должны вменяться ощутимые штрафы.

***Литература***

1. *Дашевский М.А.* Инженерный метод нелинейного расчёта резинометаллических виброизоляторов для зданий. – Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. Москва. 2006, № 6 с.37-41.
2. *Дашевский М.А.,* *Ковальчук О.А., Мондрус В.Л.* Влияние поездного состава метрополитена на поведение крупнопанельных зданий повышенной этажности. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений (ССБС). Москва. 2004, №3.
3. *M.A. Dashevskij, V.V. Motorin, E.M. Mironov, T.G. Samojlenko*. Engineering Design of Rubber Pads Ageing Properties: Theory and Experiment. Constitutive Models for Rubber III. London, 2003, pp. 147-153.
4. Прогноз уровней вибрации зданий от движения поездов метополитена / М. А. Дашевский, В. Л. Мондрус // Промышленное и гражданское стр-во. – 2013, с.52-54
5. *Дашевский М.А., Моторин В.В., Мамажанов М.В.* Виброзащита крупнопанельных зданий. «Строительные материалы, оборудование, технологии. ХХI век», №10 (69), 2004г.
6. *М.А.Дашевский, В.В.Моторин.* Эфффективная конструкция виброзащитного верхнего строения пути метрополитена. «Тоннели и метрополитены», 2015 год, №2, стр. 28 – 33
7. *Дашевский М.А., Моторин В.В., Акимова И.В.* "Формирование напряженного состояния виброизолируемого здания в процессе монтажа резинометаллических виброизоляторов", "Вестник МГСУ" 2015г. №12.

**VIBROPROTECTION OF BUILDINGS NEAR UNDERGROUHD RAILWAYS**

**Annotation.** The complex of problems of urban vibroecology is considered, including: forecasting the level of vibration in buildings located near metro lines, calculating vibration insulators, designing and implimentation the vibroprotection of buildings, determining the durability of vibroprotection and vibroinsulation of the source of vibration - the upper structure of the track.

**Keywords:** vibroecology, metro trains, vibroprotection of buildings, upper railway halftie construction, rubber cover, spectral measuring method, efficiency, durability.

**M.A. Dashevskij**, Dr. Sci,

**V.V. Motorin**, Phd

**D.K. Sizov**., Phd

**S.N. Shutovskij**, project manager