

М. А. Дашевский, В. Л. Мондрус, В. В. Моторин

Концепция виброзащиты зданий и сооружений в поле строительных нормативов РФ.

Аннотация.

В первой части рассмотрена методика измерений уровня вибрации при прохождении составов рельсового транспорта. Проектирование и строительство зданий вблизи наземных и подземных трасс городского рельсового транспорта связано с проблемой защиты людей от воздействия вибрации и структурного шума, возникающих в этих зданиях и сооружениях при движении подвижного состава. Особенностью этого воздействия является его кратковременность и регулярная повторяемость в течение суток (например, 10 с при проходе состава метрополитена через створ измерений с повтором через каждые 1,5 – 3 минуты в течение 21 часа каждые сутки). Прогнозируемый уровень вибрации и зависящий от неё уровень структурного шума определяется измерениями при обследовании участка строительства или, при отсутствии на момент строительства линий рельсового транспорта, - расчетом или измерениями на существующих аналогах. При сравнении результатов прогноза с допустимыми уровнями вибрации и структурного шума, регламентируемыми санитарными нормами РФ, в каждом конкретном случае решается вопрос: **нужна или нет виброзащита зданий**. Естественно, выбор метода оценки результатов измерений из числа рекомендуемых в санитарных нормах является решающим при ответе на этот вопрос. В статье рассмотрены три рекомендуемые методики обработки результатов измерений и показано, что допустимым является только использование **спектрального** метода. Остальные два метода, основанные на получении среднего за период измерений (около 30 мин) уровня, с успехом могут быть использованы при измерениях шума и вибрации при работе любого технологического оборудования, кроме движения подвижного состава рельсового транспорта, при котором результаты такого прогноза дают заниженные результаты (вроде «средней температуры по больнице») и противоречат **принципу недопущения «значительного беспокойства»**, положенного в основу санитарных норм.

Во второй части рассмотрен конкретный метод виброзащиты зданий с использованием резино-металлических многослойных заменяемых виброизоляторов, располагаемых в проёмах, устроенных в виброшве между защищаемой и не защищаемой частями здания. Этот метод, широко применяемый в московском строительстве (построено более 40 многоэтажных зданий и сооружений) и позволяющий осуществлять застройку зданиями любой этажности городского пространства во всей зоне трасс рельсового транспорта, основан на возможности отсроченного монтажа системы виброзащиты в конце возведения здания в любое время года, в условиях замкнутого теплового контура. Обращено особое внимание на выполнении требований СНиП по обеспечению прочности, надежности и долговечности резинометаллических виброизоляторов и виброизолированных этим методом зданий при безусловном выполнении требований санитарных норм РФ.

В третьей части показано, что применение в виброизоляторах резины, то есть, материала повышенной горючести (Г4), не противоречит требованиям ФЗ-384 «О безопасности зданий и сооружений». При выгорании или выходе из строя с потерей несущей способности одного виброизолятора (пролёт проёма $L = 650$ мм) нагрузка

перераспределяется на соседние виброизоляторы (запас прочности которых $K = 1,5 - 2,0$); при выгорании нескольких или всех виброизоляторов в **проёмах** вибрационного шва высотой 200 мм

здание оседает на величину максимально возможного зазора вибрационного шва, то есть, 14 – 15 мм, с переходом на опирание бетона между проёмами на металл на участках между проёмами. Отношение осадки к пролёту $S = \Delta/L = 15/650 = 0,023$ при предельно допустимом в соответствии с ФЗ 378 $S = 1/20 = 0,05$. **Коэффициент запаса $K = 2,16$.**

Выводы по статье: 1) предложенные методы обработки результатов измерений позволяют реально решить вопрос о необходимости применения виброзащиты с учетом требований санитарных норм РФ; 2) предложенная система виброизоляции зданий с помощью резинометаллических виброизоляторов обеспечивает выполнение всех требований СНИП по прочности, надежности и долговечности; 3) конструктивное решение виброзащиты обеспечивает безусловное выполнение требований ФЗ 378 по пожарной безопасности виброизолированного здания при выгорании виброизоляторов.

1. Прогноз уровней техногенных вибрационных воздействий, передающихся по грунту на здания при движении поездов метро и железнодорожных составов.

В отличие от природных воздействий (типа сейсмических), основной особенностью техногенного вибрационного воздействия на построенные и, особенно, на вновь возводимые здания и сооружения является отсутствие фактора внезапности и непредсказуемости. Техногенные нагрузки, даже неожиданные (типа взрыва), подробно изучаются, собираются в процессе проектирования новых или реконструкции существующих зданий и уточняются путём проведения экспериментальных обследований. Поэтому сбор или экспериментальное определение техногенных динамических нагрузок является **обязательным предварительным этапом** при строительстве вблизи трасс метрополитена или железных дорог.

Основной целью проведения натурных исследований волнового поля на поверхности грунта вблизи возводимого объекта или на конструкциях существующего объекта является **достоверный ответ** (прогноз) на вопрос: **нужны или не нужны мероприятия по виброзащите** с точки зрения обеспечения требуемого законом РФ (СанПиН, СН) **вибрационного комфорта** людей, живущих или работающих в здании. Основным **критерием** такого комфорта является отсутствие **значительного беспокойства**, введенный в **п. 3.2 санитарных норм (СН РФ)** [1]. Исходя из этого критерия построены Санитарные нормы РФ, где приведены предельно допустимые числовые характеристики вибрации, с которыми сравниваются результаты прогноза. Характеристиками являются средние по ансамблю измерений значения максимальных уровней вибрации в децибелах, $L_{дБ} = 20Lg(S/S_0)$, определенные на основании спектров **среднеквадратических** значений виброускорений ($S = a$) или виброскоростей ($S = v$) поверхности грунта, уже возведенных конструкций или их аналогов, по которым можно выделить преобладающие частоты воздействия и зависимость затухания колебаний от расстояния до источника. Величины S_0 являются постоянными и приведены в СН РФ. Для получения представительного ансамбля данных желательно измерение полного спектра не менее, чем в 10 реализациях (например, 10 поездов), что позволяет дать достоверное среднее значение этих максимумов.

Особенностью динамической нагрузки при движении рельсового транспорта (в первую очередь, метрополитена) является дискретность воздействия. В среднем, воздействие 10 - вагонного состава при рейсовой скорости 72 км/час (20 м/с) и стандартной длине вагона 20 м длится 10 с, по 1с на вагон, при этом 0,5 с – это воздействие 4-х пар колёс (по два у соседних вагонов), и ещё 0,5 с – при прохождении через створ измерений пространства вагона между тележками. Далее динамическое воздействие отсутствует – до прохода следующего поезда (от 1,0 мин днём до 2,0 – 3,0 мин ночью). Этот режим – 10 с вибрации и 1 – 3 мин тишины возникает в среднем **30 раз за 1 час** и продолжается **21 час в сутки**. Перерыв – с 2.00 до 5.00 утра. При таком режиме **в качестве критерия беспокойства следует выбирать средний по ансамблю из максимумов среднеквадратических значений виброускорений или виброскоростей для каждой октавной полосы, измеренных в течение прохода поезда через створ измерений (около 10 с). Такой подход принят в большинстве нормативных документов мира [2], включая и Россию (СН РФ, спектральный метод)**. Принимать за уровень вибрации некое осредненное её значение за период 30 мин – все равно, что судить о температуре пациента по средней температуре по больнице.

К достоинствам **спектрального метода** относится и возможность учесть индивидуальные динамические характеристики конструкций здания, которые существенно влияют на коррекцию вибрационного и акустического полей в помещениях. В первую очередь, это собственные частоты колебаний его конструктивных элементов – перекрытий, стен, колонн и т.п. При практически сплошном спектре воздействия в диапазоне 20 – 60 Гц (наиболее энергонесущая часть спектра, [3]) всегда найдётся конструктивный элемент, собственная частота колебаний которого будет близка одной из частот этой части спектра. Многократные обследования колебаний перекрытий зданий при прохождении составов метрополитена показали, что при прохождении конкретного поезда перекрытия разных размеров и конфигурации колеблются со своими собственными частотами, «вытаскивая» их из спектра воздействия, то есть, при проходе поезда **колебания локальных конструкций здания** носят ярко выраженный **резонансный** характер. Поскольку зачастую при проведении обследования здание только проектируется, а иногда и трасса метрополитена тоже находится в стадии проектирования, при разработке прогноза, зная типовые спектры воздействия и резонансные частоты элементов конструкций, можно даже на ранних стадиях рассмотрения проблемы сделать надежный прогноз уровня вибрации в здании в период эксплуатации и здания, и линии метро, то есть, достоверно ответить на главный вопрос: **«нужна виброзащита здания или не нужна»**. В том случае, если обследование участка строительства производится на стадии проектирования зданий либо трассы метрополитена, на основании многочисленных обследований был сформулирован оценочный подход к учету изменения динамического воздействия, измеряемого на грунте, динамическими свойствами конструкции здания. Предполагается, что при практически сплошном спектре воздействия в диапазоне частот 20 – 70 Гц в конструкции здания всегда найдутся элементы с частотами собственных колебаний, близких к имеющимся в спектре колебаний грунта. Принимая (на основании многочисленных опытных замеров), что уровень вибрации массивного цоколя с фундаментной плитой в 3,5 - 4 раза меньше уровня вибрации, измеренного на грунте, а уровень резонансной вибрации перекрытий в 5 – 6 раз больше уровня вибрации цоколя, можно заключить, что уровень вибрации перекрытий будет в среднем в 1,5 раза (на 3,5 дБ)

выше уровня, измеренного на грунте. Эта добавка (3,5 дБ) повторяется во многих зарубежных нормах [2] и стала практически общепринятой.

Два других, рекомендуемых СН РФ метода оценки уровня вибрации в помещениях, **интегральный метод** и **эквивалентный интегральный метод**, дающие осреднённый за 30 мин одного измерения, а затем и осредненный по ансамблю таких 30-минутных измерений, уровень вибрации, вполне пригодны для его прогноза в общественных или производственных помещениях с постоянно - переменной работой большого количества источников, например, вентиляторов, ткацких, печатных или металлорежущих станков, прессов и т.п. Однако при прогнозе или оценке уровня вибрации, возникающей в зданиях во время прохождения поездов, в частности, метрополитена, **эти методы обработки результатов, как объяснено выше, дают существенно заниженные значения, не соответствующие основному требованию СН РФ (недопущение «значительного беспокойства»)**. Поэтому оба метода принципиально непригодны для разработки прогноза, используемого при оценке необходимости виброзащитных мероприятий.

2. Технология виброзащиты зданий от динамического воздействия подземного и наземного рельсового транспорта с использованием заменяемых многослойных резино-металлических виброизоляторов и с учетом требований СНиП РФ по прочности, эффективности, долговечности и надежности.

Существует два метода защиты зданий и сооружений от вибрации: **активный**, применяемый к источнику вибрации и называемый **виброизоляцией в источнике**, и **пассивный**, применяемый в здании, подвергающемся воздействию вибрации, и называемый **виброзащитой**. **Виброизоляция в источнике** в статье не рассматривается, так как была подробно рассмотрена в работах [3 - 6].

Наиболее эффективная, долговечная и заменяемая система **виброзащиты** зданий состоит в установке их на многослойные резинометаллические заменяемые виброизоляторы, размещённые в вибрационном шве, отделяющем защищаемую часть здания от незащищаемой (фундамент, подземные гаражи, компрессорные, насосные и т.п. технологические помещения). Система предполагает **монтаж виброизоляторов после возведения здания, в период отделочных работ и включения теплового контура, что позволяет не прерывать процесс строительства и исключить влияние внешних температур**. Виброизоляторы размещаются в Т-образных проёмах, «полка» и «ножка» которых разделены вибрационным швом [7-9]. На первой стадии возводится фундаментная конструкция, верхняя часть которой заканчивается «гребенкой» из «ножек» Т-образных проёмов и поверхностью вибрационного шва между ними. На второй стадии в опорных местах шва между «полками» проёмов укладываются извлекаемые после монтажа металлические листы (2х10 мм), устанавливается опалубка «полок» и бетонируются стены с проёмами. Если предусмотрены колонны или пилоны, то вибрационный шов с опорными извлекаемыми металлическими листами устраивается в их верхней части, между перекрытием первого этажа и капиталью или утолщением пилон. В «полках» проёмов на металлических плитах размещаются многослойные виброизоляторы. Здание готово к началу монтажа, не связанного со строительными

работами в здании. Виброизоляторы, в соответствии с картой монтажа, сжимаются с помощью переставляемых домкратов, размещаемых в «ножках» проёмов, и фиксируются в сжатом состоянии. Последовательное напряжение силовых виброизоляторов в течение нескольких циклов обеспечивает равномерность отрыва здания от незащищаемой части и передачу всех нагрузок на фундамент только через виброизоляторы.

В процессе монтажа усилием виброизоляторов здание отжимается от опорных листов и вывешивается на размещенных в проёмах виброизоляторах, а металлические листы извлекаются из шва, чем обеспечивается опирание здания только на виброизоляторы. В предусмотренных между виброизоляторами дополнительных проёмах устанавливаются включающие резинометаллические прокладки горизонтальные упоры, через которые горизонтальные нагрузки (ветер, распор) передаются на фундамент. Зона контакта с грунтом по вертикальным боковым поверхностям защищаемой части также оборудуется и виброзащитой в виде системы перфорированных резиновых элементов, утопленных в слое теплоизоляции между конструкцией и подпорной стенкой с гидроизоляцией. На этом монтаж системы виброзащиты заканчивается.

Рассмотрим, на основании каких мероприятий и свойств описанной выше системы виброзащиты обеспечиваются требования СНиП РФ по прочности, надежности и долговечности защищаемого здания и требуемая по СН РФ эффективность защиты.

Прочность и долговечность. Набор конструкций виброизоляторов в виде многослойных резино-металлических пластин с несущей способностью от 0,15 до 2,00 МН и способ их монтажа были проверены расчётом и экспериментом и запатентованы [10-14]. Долговечность пластин составляет не менее 100 лет со снижением эффективности на 4 дБ в конце срока старения – по результатам УКИ по ГОСТ при расчетной деформации $S = \Delta/H_0$ - $\Delta = 0,2$.

Эффективность. Определённая по результатам расчетов и экспериментов статическая и динамическая жесткость пластин учитывает эффект старения, поэтому при назначении расчетной эффективности требуемая по СН РФ эффективность увеличивается на 4 дБ. Надёжная виброзащита от динамического воздействия поездов метрополитена и железной дороги обеспечивается её большой эффективностью (при 3-х слоях - до 32 дБ в октавной полосе 31,5 Гц), что полностью гарантирует выполнение требований Санитарных норм РФ для зданий любого назначения и приближения к трассе.

Надежность. Система виброзащиты является заменяемой. Любой виброизолятор без нарушения работы системы в целом может быть заменен в течение 1 часа. С этой целью заменяемый виброизолятор поджимается домкратом, фиксаторы его напряженного состояния (пластины на опорах под плитой) извлекаются, плита опускается в начальное положение и виброизолятор извлекается. Установка нового виброизолятора производится в обратном порядке, т.е., как при монтаже. Процесс проверен при монтаже в здании, где он был необходим в связи с технологической и конструктивной особенностями здания.

Устойчивость. При расчетах на общую устойчивость новым является учёт работы силовых элементов виброзащиты, расположенных в вибрационном шве, то есть, системы нелинейных пружин типа винклеровского основания, на котором стоит защищаемая часть здания. Задачи общей устойчивости при неравномерных осадках и горизонтально - крутящих нагрузках типа ветровой решаются в обычной постановке строительной механики, в предположении, что при расчете моментов отпора ансамбля виброизоляторов статическая и динамическая жесткость виброизоляторов должна рассматриваться в

линейной постановке, но для **нелинейных** пружин в нагруженном состоянии. Характеристики виброизоляторов рассчитываются для всего диапазона нагрузок, начиная с момента начала монтажа и до его окончания. Особенностью расчетов уровня вибрации при действии ветра с точки зрения **санитарных норм (СН РФ)** является **необходимость преобразования нагрузки по СНиП** (нормированной для расчетов на прочность с расчетной вероятностью 1 раз в 5 лет) в нагрузку для воздействия в ночной период для человека, то есть, с расчетной вероятностью 1 раз в течение 8 часов. Эта нагрузка меньше нагрузки по СНиП приблизительно в 95 раз.

3. Обеспечение пожарной безопасности виброизолированных зданий в соответствии с нормами РФ.

Обеспечение пожаробезопасности виброизолированных зданий рассматривается ниже вне связи с комплексом мероприятий по обеспечению пожаробезопасности обычного здания, хотя и основано на требованиях ФЗ-384 "О безопасности зданий и сооружений" [15].

Конструктивная реализация правил пожарной безопасности вследствие специфики виброзащиты распадается на два направления: локальная безопасность при возгорании отдельного виброизолятора, например, при возгорании машины в гараже. В этом случае применение локальных мероприятий (щиты на проёмах, покрытые соответствующими обмазками, нащельники на участках вибрационного шва с прокладками диабазовой «ваты» и т.п.) позволяет избежать порчи виброизолятора и локализации возгорания. Однако с точки зрения обеспечения пожарной безопасности здания эти мероприятия явно недостаточны. В соответствии с техническими условиями на виброизоляторы (ТУ2532-029-05766882-2001) для резинового компонента (резина марки ИРП 7-30-14-102) «температурный интервал работоспособности виброизоляторов расположен в пределах от минус 40⁰ С до плюс 60⁰ С», что соответствует мировым стандартам в этой области.

Но резина, как материал, относится к **сильно горючим** (категория Г4) и при температуре в помещении $T \geq 350^{\circ}\text{C}$ вообще необратимо теряет свою структуру. Поэтому **защитить виброизолятор при большом пожаре, с температурой более 1000⁰ С, практически невозможно**. Человечество пока не создало негорючей резины, пригодной по своим эластомерным качествам для использования в виброзащите. Учитывая неизбежное при пожаре выгорание резины в виброизоляторе и в соответствии с требованиями ФЗ-384 "О безопасности зданий и сооружений", **необходимо** даже при полном выгорании одного или группы виброизоляторов **обеспечить** немедленное **автоматическое включение эффективных средств пожаротушения**. **Конструктивные особенности системы виброзащиты позволяют обеспечить прочность** (в том числе по второму состоянию), **надежность, долговечность и безопасность** (в том числе **пожарную**): в качестве способа защиты сооружения, в котором устанавливаются резинометаллические виброизоляторы, были постулированы **2 обязательных принципа: заменяемость виброизоляторов в процессе эксплуатации (1) и независимость живучести здания от выгорания резины в виброизоляторах (2)**.

1. Как уже упоминалось выше, заменяемость виброизоляторов применяется не только при восстановлении системы виброзащиты после форс-мажорного выхода её из строя, но и неоднократно применялся при монтаже, когда необходимо вынуть виброизолятор из проёма с целью извлечения прокладки из шва, а потом поставить виброизолятор на место.

Процесс протекает в последовательности, обратной сжатию виброизолятора при монтаже, а после замены – так же, как при монтаже. Время замены составляет 40-60 минут.

2. Независимость указанных выше прочностных и иных параметров здания от выгорания виброизоляторов обеспечивается в процессе подъёма здания раскрытием вибрационного шва на 4-5 мм и **извлечением, по окончании монтажа, одной из двух опорных прокладок, установленных в шве.** После этой операции зазор в шве составляет 14 ~ 15 мм. При эксплуатации здания происходит уменьшение этой величины до ~ 10 мм вследствие затухающей с течением времени ползучести резины (до 20% от первоначальной величины сжатия 20 мм). Когда в вывешенном на виброизоляторах здании возникает **локальное возгорание**, при выгорании виброизолятора воспринимавшееся им усилие перераспределяется на соседние, негоревшие виброизоляторы, которые дополнительно сжимаются. В случае большого пожара просвет в виброшве по обе стороны проёма (14 – 15 мм) закрывается по мере выгорания виброизоляторов, и тогда здание опускается на опорные участки между проемами, а нагрузка от ранее виброизолированной части здания передаётся на невиброизолированную часть конструкции, как это было до монтажа виброизоляторов. Предельно возможная величина изгибно-сдвиговых вертикальных перемещений определяется величиной зазора в виброшве и составляет 10 - 15 мм.

В соответствии с ФЗ 384, п.8, **«Предельное состояние конструкции в виде потери несущей способности (R) происходит вследствие возникновения предельных деформаций, значения которых приведены в приложении А (обязательном): для изгибаемых конструкций (примечание: в нашем случае изгибаемых со сдвигом) следует считать, что предельное состояние наступило, если прогиб достиг величины $L/20$, где L – пролёт в см, или скорость роста деформаций достигла $(L/9000)^2$ см/мин».** Поскольку процесс горения не носит взрывной характер, а имеет место достаточно медленное возгорание резины вследствие её разогревания до 350° , реальным является первый критерий - **по величине прогиба.** Если принять, что минимальным пролётом при закрытии шва является суммарная длина проёма (650 мм), то предельно допустимый прогиб $\Delta = L/20 = 650/20 = 32,5$ мм, а возможный прогиб, равный замкнутому зазору в шве, составляет 15 мм. **Коэффициент запаса $K = 32,5/15 = 2,16$.** Таким образом, полностью и с большим запасом **обеспечено соблюдение основного требования п.8 ФЗ - 384 по второму предельному состоянию (по деформациям) при полном выгорании виброизолятора.**

При выгорании группы виброизоляторов величина предельного прогиба, равная величине зазора, остаётся прежней, а величина пролёта растёт, увеличивая, тем самым, величину допустимого прогиба и, следовательно, величину коэффициента запаса.

Таким образом, требования ФЗ-384 выполнены. Поэтому при огнезащите виброизоляторов и виброшва можно (как и рекомендуется в проектах по применению рассматриваемой системы виброзащиты) ограничиться локальной защитой проёмов и виброшва с применением новой эффективной плиты фирмы Тиги Кнауф». Проблемы с дымоудалением могут быть решены Генпроектировщиком в рамках общих решений по огнезащите здания. Таким образом, утверждения о том, что в случае выгорания виброизоляторов будут нарушены условия **второй группы предельных состояний**, т.е. что конструктивные элементы получат **недопустимые** перемещения (прогибы), **не**

подтверждаются приведенным выше расчетом по методике ФЗ 384, поскольку при полном выгорании одного или нескольких виброизоляторов прогиб не может превзойти ширины раскрытия виброшва (коэффициент запаса $K = 2,16$ и выше).

Что касается случая выгорания резины в горизонтальных упорах и необходимости восприятия горизонтальных усилий при действии ветра, с передачей их на нижнюю часть здания, то эта же проблема возникает и при рассмотрении устойчивости здания до монтажа виброизоляторов и горизонтальных упоров. Проблема решается, если учесть силы трения в виброшве (бетон-металл и металл-металл). При коэффициенте трения $f \approx 0,1$ усилие трения покоя составит около 10% от веса здания, что намного превосходит суммарное значение ветровой нагрузки. При этом здание «работает» как жесткозаделанное в невиброизолированной части.

Выводы и рекомендации.

1. При проведении обследований участков вблизи линий метрополитена и железных дорог с целью получения ответа на вопрос «Нужна ли защита зданий от вибрации или нет?» достоверные значения, соответствующие критерию и методике СН РФ, даёт только применение спектрального метода измерений.

2. Представленная система виброзащиты зданий с помощью многослойных заменяемых резино - металлических виброизоляторов удовлетворяет всем требованиям СНиП РФ для зданий по прочности, долговечности, надежности и СН РФ по эффективности.

3. Конструктивные особенности системы виброзащиты обеспечивают выполнение пожарных норм по ФЗ – 384 с условием установки средств локальной огнезащиты проёмов и виброшва для обеспечения сохранности виброизоляторов при местных возгораниях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы РФ СН 2.2.4./2.1.566 – 96.
2. Американские нормы «Noise and Vibration Assessment Methodology. 2007.»
3. М. А. Дашевский, В. Л. Мондрус, В. В. Моторин. Эффективная защита верхнего строения пути метрополитена. Academia. Архитектура и строительство. №4 2017 г. с. 111 – 117.
4. М. А. Дашевский, В. В. Моторин. Эффективная конструкция виброзащитного верхнего строения пути метрополитена. Метро и тоннели. №2 2015 г. с. 28 – 33.
5. М.А.Дашевский, Н.А.Антонов, М.В.Мамажанов, Е.М.Миронов, В.В.Моторин, Е.Д.Ройфман (НТЦ «Вибросейсмозащита»), В.В.Котов, А.Н.Насибов, В.Р.Савельева (АО Метрогипротранс), А.В.Жигарев (ГО – 6). Виброзащитная конструкция верхнего строения пути. «Тоннели и метрополитены», 2005 год, №4, стр. 41 - 43.
6. М. А. Дашевский, В. Л. Мондрус Прогноз уровней вибрации зданий от движения поездов метрополитена // Промышленное и гражданское стр-во. – 2013, с.52-54

7. М. А. Дашевский, В.В. Моторин, Е.М. Миронов, Ю.П. Либасов. Виброизолированный крупнопанельный жилой дом. – Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений (ССБС). . Москва. №6, 2001 г.
8. Дашевский М.А., Моторин В.В., Мамажанов М.В. Виброзащита крупнопанельных зданий. «Строительные материалы, оборудование, технологии. XXI век», №10 (69), 2004г.
9. Дашевский М.А., Глазков Д.А., Моторин В.В. Защита от транспортной вибрации. Высотные здания, 2008, №5, с. 92-97.
10. Дашевский М.А. Инженерный метод нелинейного расчёта резинометаллических виброизоляторов для зданий. – Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. Москва. 2006, №6 с.37-41.
11. М.А.Дашевский, Е.М.Миронов, Г.А.Кублицкая. Прогноз свойств резиновых виброизоляторов на основе уточненных реологических моделей. Труды ЦНИИСК. Динамика сооружений. М.1990г.
12. М.А. 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.
13. Дашевский М.А., Моторин В.В., Акимова И.В. Формирование напряженного состояния виброизолируемого здания в процессе монтажа резинометаллических виброизоляторов,. "Вестник МГСУ" 2015г. №12
14. В.Л.Мондрус, М.А.Дашевский, В.В.Моторин, Д.К. Сизов, С.К. Шутовский, Акимова И.В. Виброзащита памятника культурного наследия («Музей Личных Коллекций» ГМИИ им. А.С.Пушкина) от динамического воздействия метрополитена. Концепция, моделирование процесса монтажа и реализация виброзащиты, измерения. XXV Polish – Russian – Slovak Seminar “Theoretical Foundation of Civil Engineering 2016.
15. ФЗ-384 "О безопасности зданий и сооружений.

“..