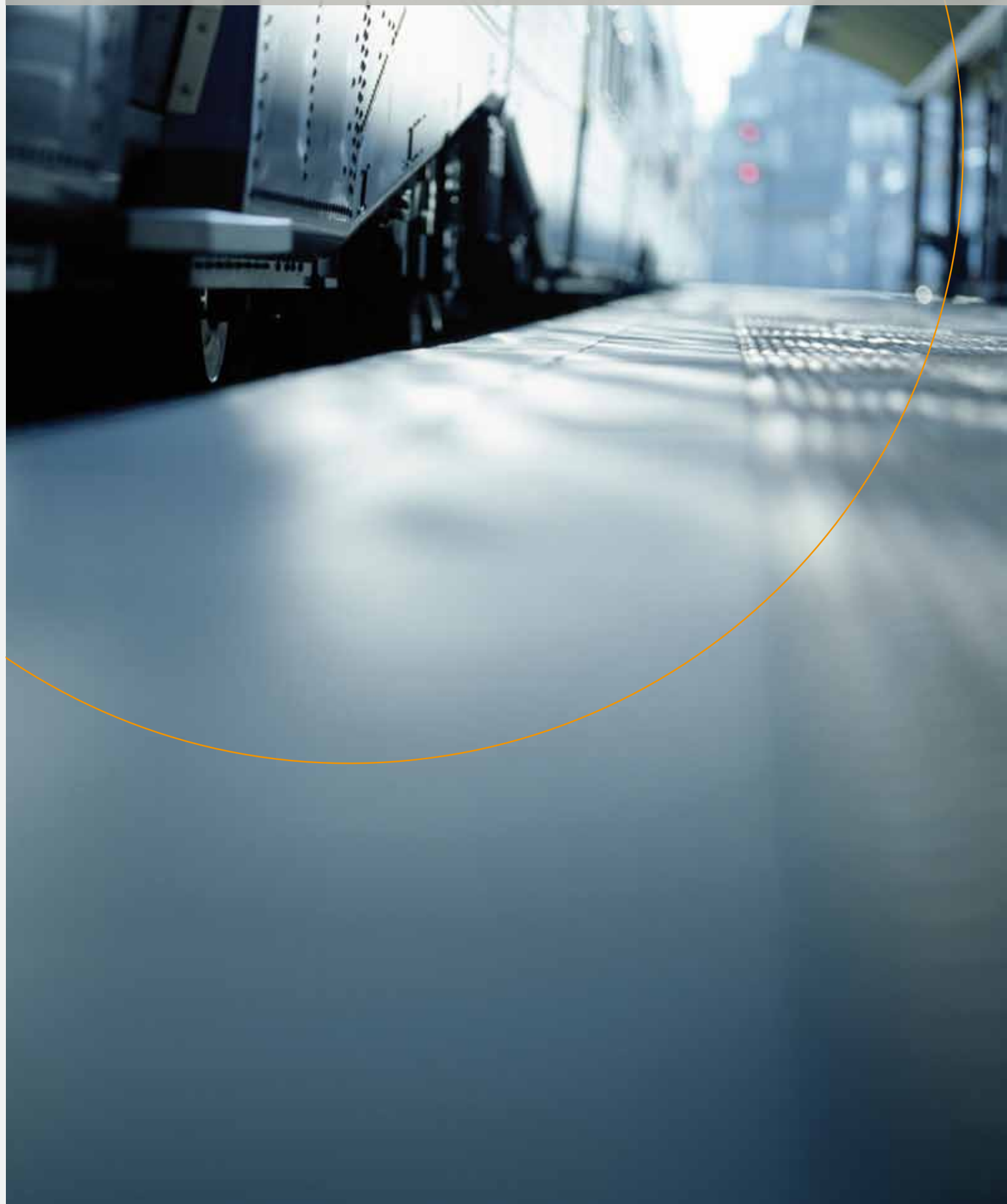


Система масса-пружина



1 | Механический шум и его последствия



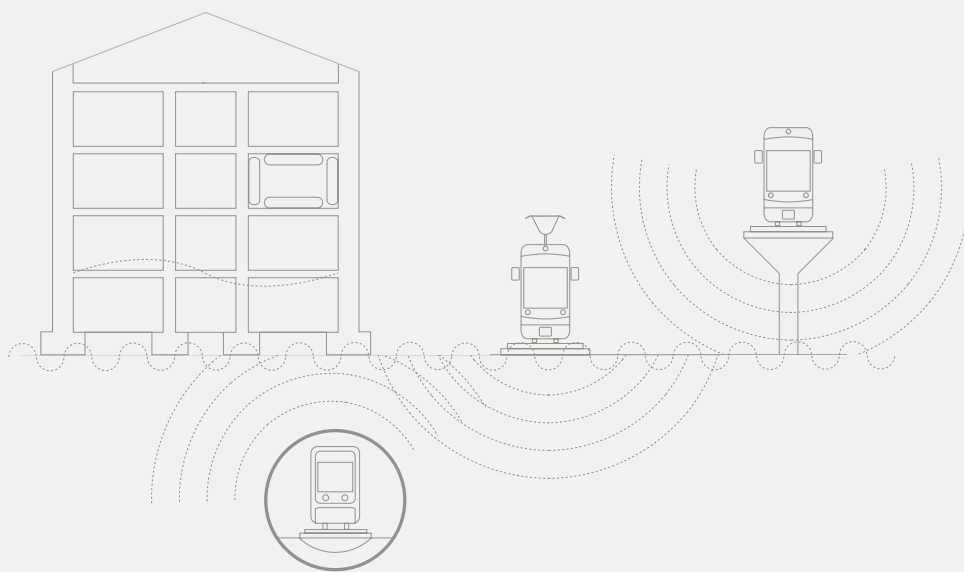


Сюда приходит покой

Уличный транспорт и поезда из-за высоких скоростей движения и воздействия собственного веса вызывают механический шум. Этот шум распространяется в грунте и вызывает вибрации в расположенных в ближайших окрестностях зданиях, а также измерительных приборах или механизмах.

Здания, приборы и механизмы сами также являются системами, способными к вибрациям. Возбуждение вибраций при движении поездов или автотранспорта дополнительно усиливается структурой самих объектов. Механические вибрации и обусловленный ими вторичный воздушный звук, то есть, шум при длительном воздействии вреден для здоровья человека. К тому же, вибрации

оказывают отрицательное влияние на функционирование механизмов и приборов. Следствием этого могут быть ограничения и негативное воздействие на качество и производительность. При избыточной механической нагрузке на структуру здания, кроме этого, возникает опасность повреждения конструкционного материала, такие как осадки и трещины.



2 | Высокоэффективная защита от механического шума

Эффективность на десятилетия

Эмиссии механического шума можно уменьшить в месте его возникновения с помощью различных мер, в зависимости от требований. Системы масса-пружина повсюду применяются в тех случаях, когда к защите от механического шума предъявляются самые высокие требования. Материалы Sylomer® и Syldyn® в качестве уникальных упругих

опор применяются по всему миру. Они обеспечивают требуемую эффективность на протяжении десятилетий. Испытанные материалы вместе с техническим ноу-хау фирмы Getzner в настоящее время считаются стандартным высокотехнологичным решением для систем масса - пружина.





ПРЕИМУЩЕСТВА ОПОР ИЗ МАТЕРИАЛОВ SYLOMER® UND SYLODYN®

- надежная, однородная и длительная упругость
- возможно воздействие кратковременных, даже экстремальных перегрузок
- непосредственно по ним возможно движение тяжелых транспортных средств
- низкие затраты на строительные работы за счет легкого и быстрого монтажа
- разнообразные строительные формы вследствие варьирования плотности, толщины и площади материала
- высокая экономичность по причине долговременной стабильности
- минимизированные затраты на техническое обслуживание

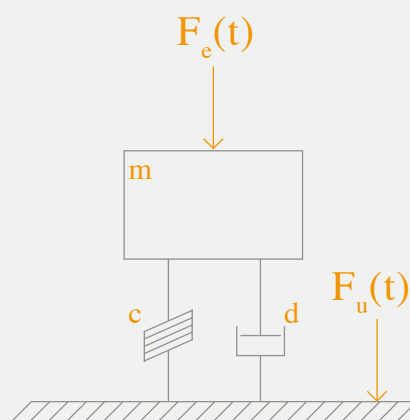
Для применения в качестве высокоупругой опоры в системе масса – пружина Sylomer® и Sylodyn® являются идеальными материалами для любых видов конструкций.

3 | Принцип действия системы масса-пружина

Эффективно
изолировать вибрации

Целью виброизоляции является динамическая расстыковка надземной части здания от его окружения и таким образом снизить передачу вибраций и механического шума.

Эта расстыковка осуществляется путем создания системы, способной к перемещениям. Если вмонтировать пружинящий слой, обладающий длительной упругостью, то изоляция производится непосредственной в месте эмиссии. Таким образом, обеспечивается условие, что сила основания $F_u(t)$ меньше силы возбудителя вибраций $F_e(t)$. Тем самым уменьшаются вибрации, которые вызываются силами, передаваемыми от основания.

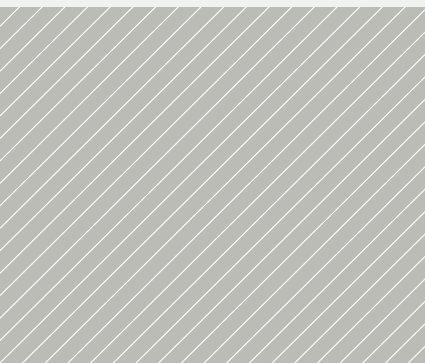


Принцип действия надземного сооружения на упругой опоре можно хорошо описать на примере эквивалентной системы, так называемой колебательной системы с одной массой. Многие проблемы вибрации можно приблизительно рассматривать с помощью этой простой физической модели. Если масса надземного сооружения при кратковременном воздействии внешней силы $F_e(t)$ выводится из равновесия, то эта масса выполняет колебания с собственной частотой f_0 .

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{c}{m}}$$

c = динамическая жесткость пружины

m = масса надземного сооружения + неподрессоренная масса экипажа



Насколько быстро затухает амплитуда этого колебания, зависит от демпфирования пружины. У материалов Sylomer® и Syldyn® демпфирование зависит от коэффициента потерь.

Для оценки системы масса – пружина нужно определить ее амплитудно-частотную характеристику (передаточную функцию). Она описывает соотношение амплитуд в зависимости от частоты f или в зависимости от соотношения частот между силой основания $F_0(t)$ и силой возбудителя $F_e(t)$ при изоляции источника.

При изоляции вибраций есть два диапа-

зона: диапазон **усиления** и диапазон **изоляции**.

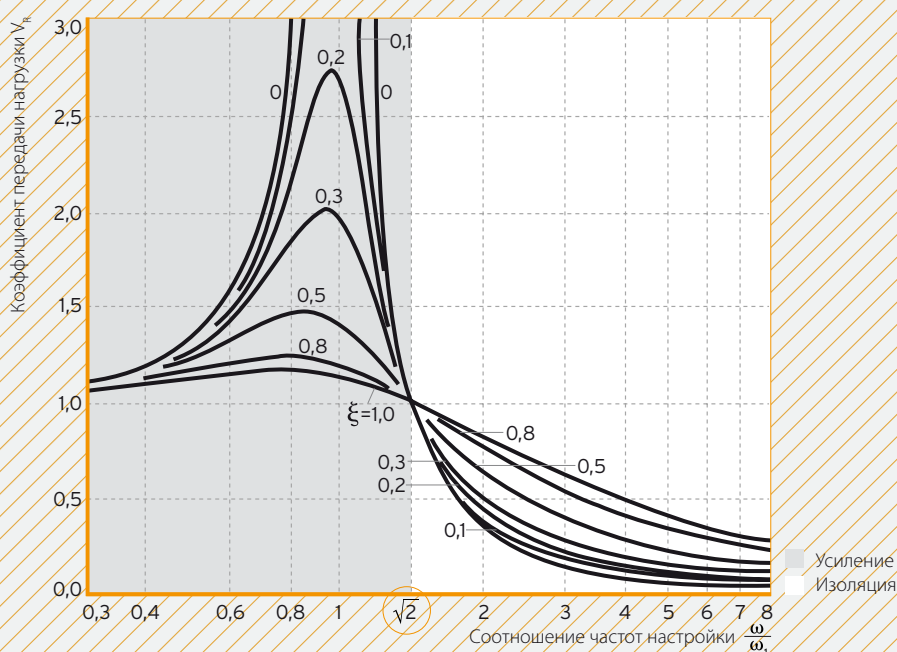
Усиление возникает только в том случае, если частота возбуждения совпадает с собственной частотой упругой опоры или имеет место широкополосное возбуждение.

Изоляция начинается с частоты, которая соответствует $2 \cdot f_0$. Из амплитудно-частотной характеристики видно, что усиление при собственной частоте изоляции f_0 сокращается с увеличением степени демпфирования, в то время как степень изоляции с увеличением демпфи-

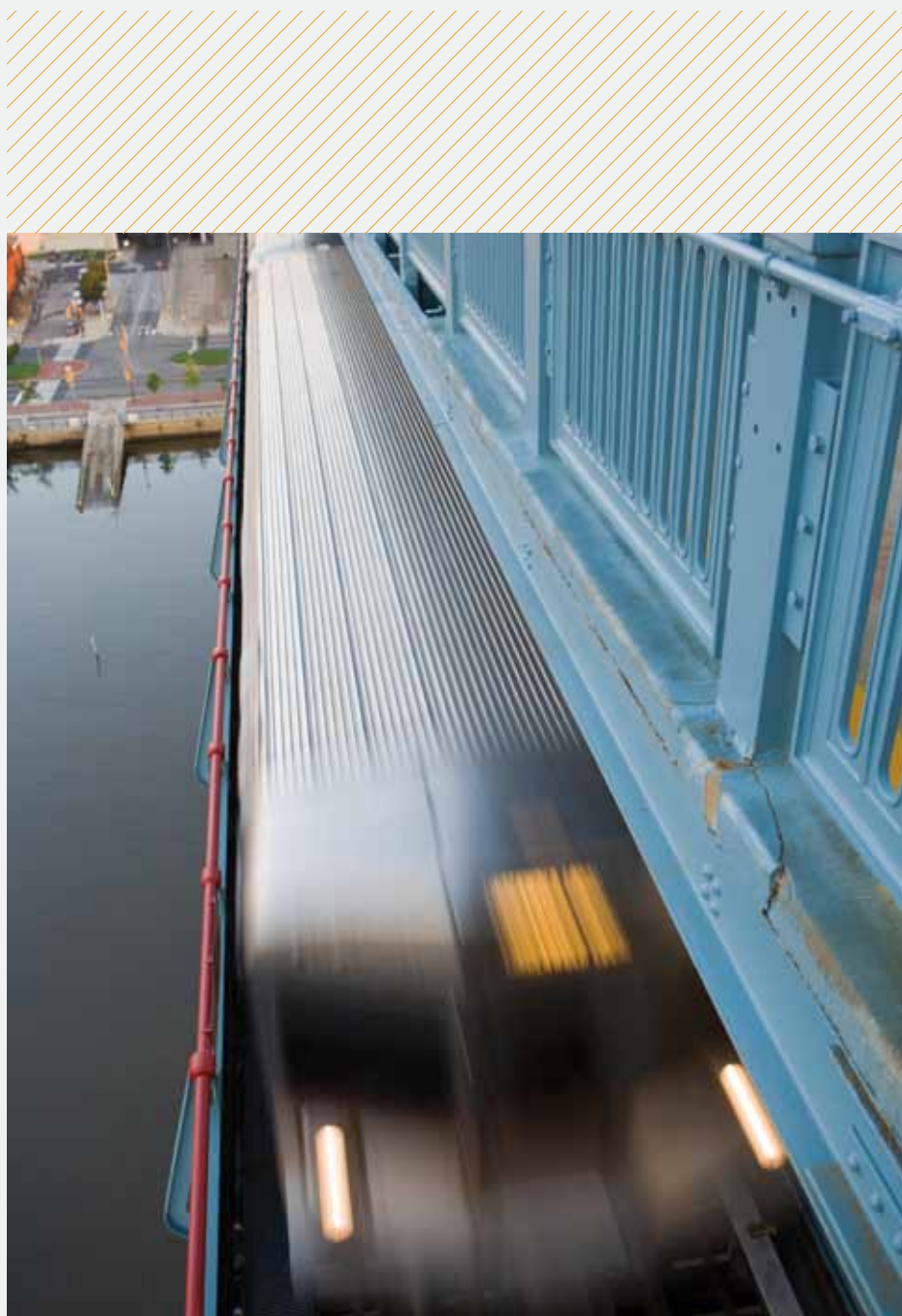
рования становится меньше.

Для свойств пружины системы масса-пружина это означает, что она должна иметь как можно меньшее соотношение динамической и статической жесткости. Динамическая жесткость опоры, кроме того, должна лишь незначительно изменяться при изменении частоты и нагрузки.

Определение параметров системы масса – пружина является для инженеров задачей поиска оптимального решения. Решение этой задачи в виде научно обоснованного и специализированного ноу-хау предлагает фирма Getzner со своими партнерами предлагает уже в течение многих лет. Правда, на принцип действия системы масса – пружина могут оказывать сильное влияние воды под корытом массы и в системе. Поэтому при сооружении системы масса-пружина необходимо обеспечить достаточный и долговечный дренаж.



4 | Конструктивные варианты



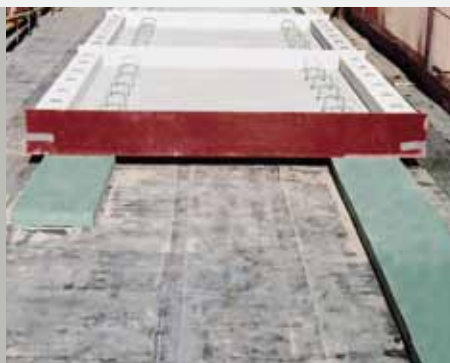
За последние десятилетия европейским железными дорогами было разработано множество различных видов конструкций систем масса – пружина. Так существуют конструкции из монолитного бетона или из готовых блоков, комбинации из того и другого, с щебеночным балластом или без него.

При расчете упругих опор систем масса-пружина выбранный тип конструкции также является определяющим фактором для функциональности и экономичности всей системы.

Выбрано ли конструктивное исполнение с полноплоскостными, полосовыми или точечными опорами – Getzner своим ноу-хау всегда обеспечивает технически безупречные, экономически стабильные и функционирующие решения.



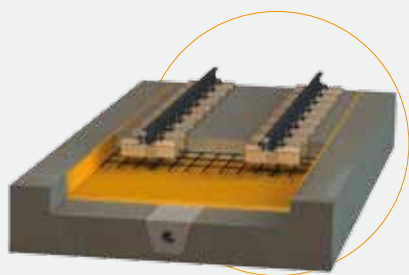
полноплоскостная опора



ленточная опора



точечная опора

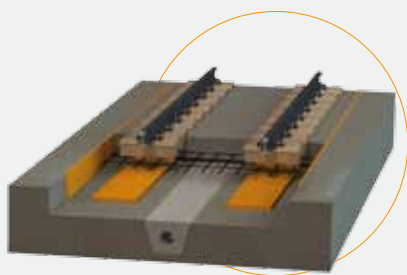


Полноплоскостная опора

С помощью полноплоскостной упругой опоры, в зависимости от случая применения, реализуются собственные частоты в диапазоне между 14 и 25 Гц. Это соответствует достижению показателей демпфирования механического шума до 30 дБ в сверхкритическом диапазоне частот.

Достоинства полноплоскостной опоры фирмы Getzner в строительном аспекте заключаются в следующем:

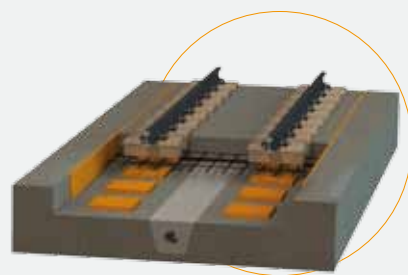
- простоте, скорости исполнения и экономичности конструкции
- минимальной опасности возникновения строительных дефектов
- перераспределении нагрузки в основание на большой площади
- демпфировании структурных вибраций несущих конструкций рельсовых путей
- малом количестве стыков при укладке
- высокой горизонтальной стабильности всей системы
- экономичности системы в целом



Ленточная опора

Ленточные опоры применяются преимущественно в системах масса – пружина, конструкция которых выполнена из готовых деталей или комбинации готовых деталей и монолитного бетона. Возникающие при движении поездов горизонтальные силы – как в направлении движения (силы торможения и тяги), так и в поперечном направлении к оси движения (например, центробежные силы, боковые нагрузки вследствие неправильного положения рельсовых нитей) хорошо сдерживаются за счет относительно большой площади опор.

С помощью ленточных опор при приемлемых экономических затратах можно достигнуть более низких согласованных частот верхнего строения пути (8 – 15 Гц), по сравнению с полноплоскостными опорами. В целом при использовании ленточных опор можно добиться более высокого демпфирования механического шума.



Точечные опоры

Выбранная конструкция несущих плит или балластных корыт рельсовых путей определяет форму точечных опор. В большинстве случаев это несущие плиты из монолитного бетона, которые после отверждения бетона поднимают. Упругие опоры вставляются под плиту через специальные отверстия.

Так как при движении поездов возникают горизонтальные силы, при определении параметров точечных опор относительно их маленькой площади в большинстве случаев нужно учитывать передачу этих сил. Для того, чтобы ограничить горизонтальные силы соответственно заданным показателям, на практике применяется оптимальное значение величин «модуль сдвига», «толщина опоры» и «площадь опоры».

Самые низкие согласованные частоты можно получить при использовании точечных опор (5 – 12 Гц). Опоры этой формы обеспечивают самые высокие требования по изоляции механического шума. С помощью системы такого типа можно свободно добиться демпфирования механического шума более 30 дБ.

5 | Конструктивное исполнение переходных участков

Для плавного перехода

Зоны перехода к соседним формам верхнего строения пути (верхнее строение с щебеночным балластом, безбалластное железнодорожное полотно) должны проектироваться очень тщательно, чтобы в рельсовом пути не возникло длительно сохраняющихся дефектных мест. При использовании систем масса-пружина всегда возникают зоны перехода, так как в отличие от обычных видов верхнего строения, они влекут за собой прогибы большей величины. Вследствие температурных колебаний и ослабления бетона зоны перехода подвергаются воздействию

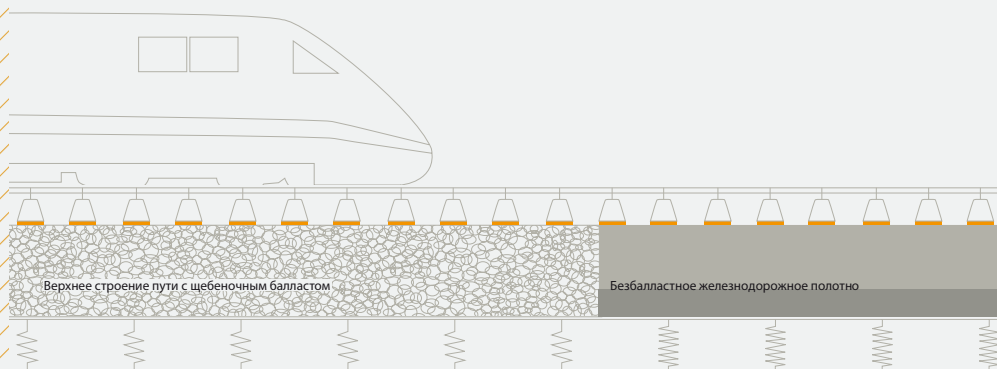
дополнительных нагрузок. Getzner и здесь предлагает компетентные решения.

Требуемой жесткости в конструкциях переходных участков можно добиться, например, путем:

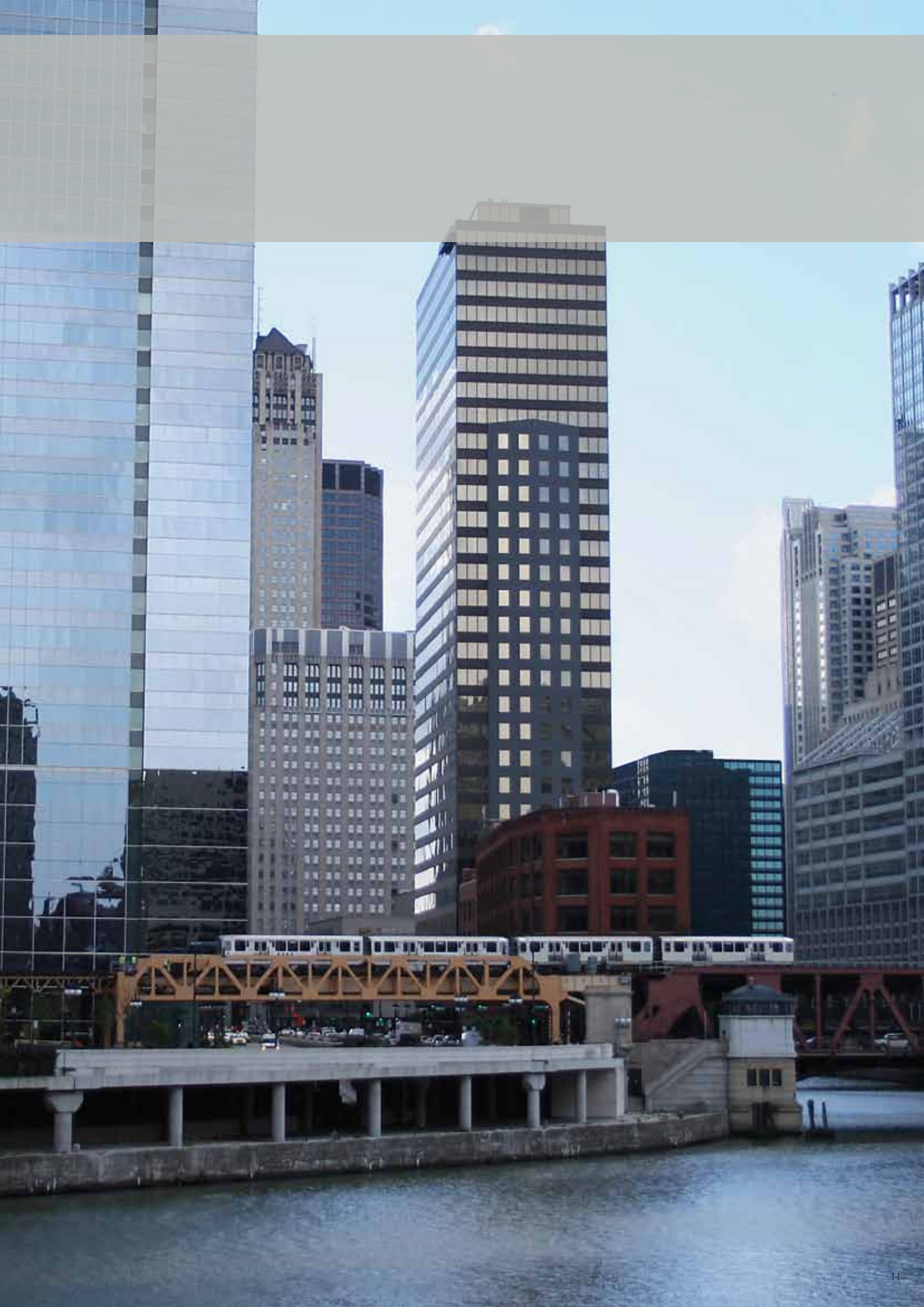
- более частой установки опоры
- изменения жесткости материала опоры
- встраивания специальных креплений рельсов
- встраивания подшпальных опор

При проектировании следует учитывать, что слишком высокие силы могут вызвать

избыточную нагрузку на рельсовые скрепления. С помощью метода конечных элементов (FE-метод) фирма Getzner рассчитывает и моделирует все факторы для оптимального конструктивного решения в зонах перехода.



Переход или система масса-пружина и безбалластное железнодорожное полотно с упругими подшпальными опорами.



6 | Конструктивные дефекты при строительстве

Наш опыт даст вам надежность

Строительные или конструкционные дефекты, а также неправильное или небрежное исполнение деталей в отдельных случаях влияют на реальные свойства систем масса – пружина.

ПРИМЕРАМИ ЭТОГО ЯВЛЯЮТСЯ:

- недостаточный или отсутствующий дренаж приводит к „эффекту штампа“ в системе
- в полноплоскостных системах: отсутствующие, неподходящие или слишком жесткие боковые маты
- дефектная изоляция кабельных шахт, дренажных отверстий и других соединений
- неподходящий материал опор или несоблюдение определенной минимальной толщины опор
- большое количество стыков при укладке
- неквалифицированный, небрежный монтаж материала опор
- конструктивное оформление, такое как длина плиты железнодорожного полотна или конструкция арматуры, недостаточное распределение нагрузки по эластомеру.



Недостатки исполнения системы масса-пружина впоследствии поддаются устранению только при огромных затратах. В зависимости от серьезности недостатков, в некоторых случаях даже требуется перестраивать все заново.

7 | Требования к эластомерной опоре



Универсальная и надежная

Уже на протяжении более четырех десятилетий материалы Sylomer® und Sylodyn® применяются в верхнем строении пути в качестве эффективной защиты от вибраций и механического шума.

Материалы фирмы Getzner способствуют защите искусственных сооружений, улучшают стабильность рельсовых путей, уменьшают динамическую нагрузку на щебеночный балласт, а вместе с тем и затраты на техническое обслуживание. Даже через 30 лет и более конструкции из материалов Sylomer® und Sylodyn® продолжают эффективно работать, что доказано исследованиями: при испытаниях вынутых образцов эластомеры даже через многие годы эксплуатации не проявляют признаков усталости.

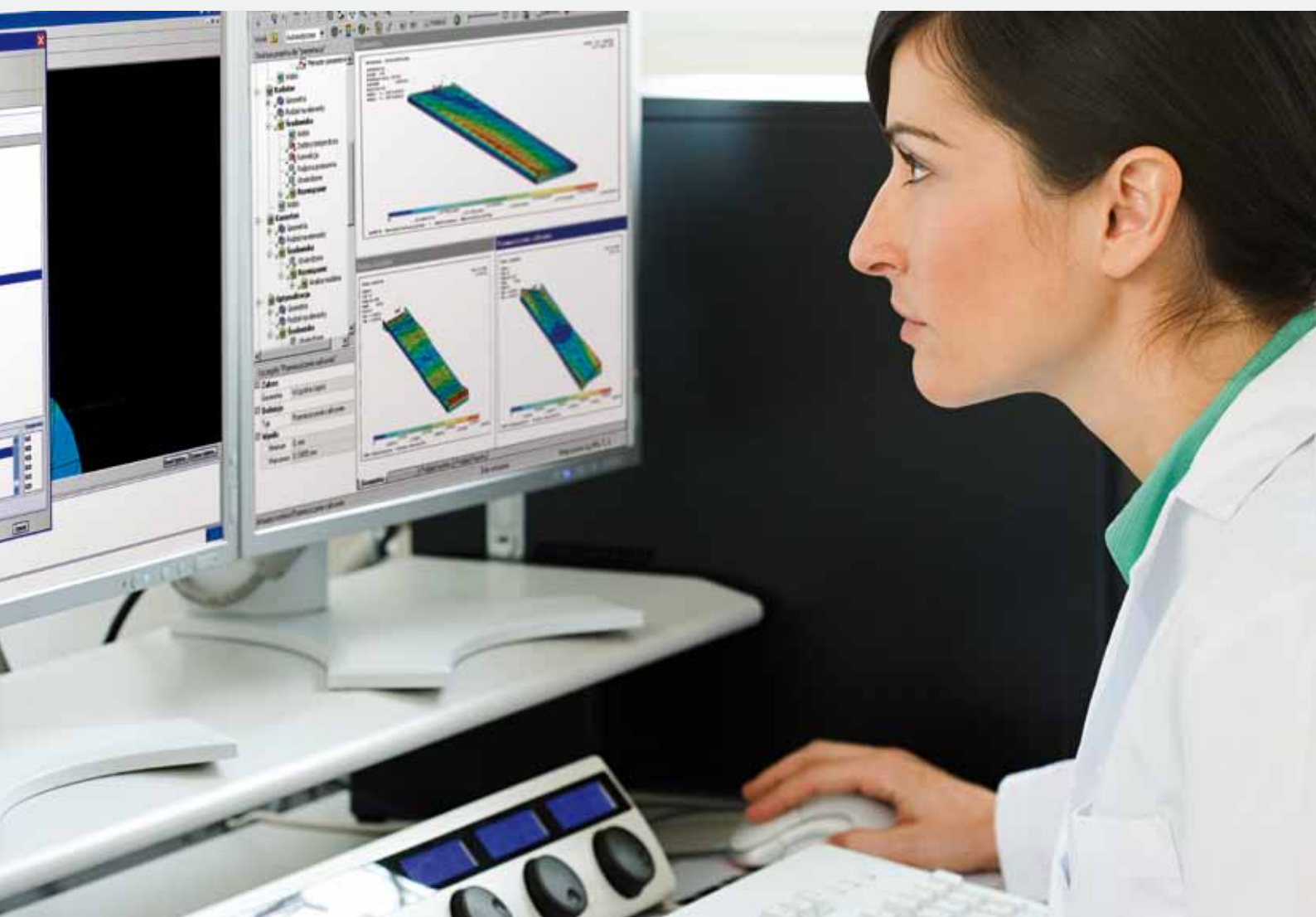
В особенности при использовании неполноплоскостных опор очень важно точно определять требования к материалу и контролю качества опор с учетом специфики проекта.

Стандарт DIN 45673-7, механические вибрации – Упругие элементы надземной части рельсовых путей – Часть 7: Лабораторные испытания упругих элементов систем масса – пружина дают дополнительные сведения о пригодности к применению и об испытании статико-динамических жесткостей.

Условия для функционирующих и долговечных систем масса - пружина:

- Для определения требуемых специфических свойств опор нужно провести испытания на статическую и динамическую жесткость.
- Путем испытаний на усталостную прочность при многократных деформациях минимум в три миллиона циклов проверяется изменение специфических свойств опоры под воздействием эксплуатационных нагрузок.
- Необходимо проверить также изменение свойств опоры под влиянием факторов окружающей среды (например, вода, озон, масла, химикаты).
- Далее проверяют, насколько изменяется геометрия опоры за счет ползучести материала под воздействием эксплуатационной нагрузки и окружающей среды.
- Качество опор тщательно контролируется уже перед монтажом.

8 | Расчет по методу конечных элементов





РАСЧЕТ ПО МЕТОДУ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДАЕТ СЛЕДУЮЩИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:

- несущая способность опорной плиты
- статическая деформация под воздействием собственного веса
- формы свободных колебаний
- собственные частоты
- показатели жесткости
- динамическая нагрузка и колебательные перемещения
- поведение системы при определенном возбуждении (моделирование)
- прогнозирование динамических характеристик системы при различных параметрах системы
- требуемые модификации для желаемых динамических характеристик

Знать, что вы получите

Для анализа системы всегда нужно разработать физическую эквивалентную систему, состоящую из совокупности масс, жесткостей и коэффициентов демпфирования. Самым известным системным анализом является расчет по методу конечных элементов.

При виброизоляции в большинстве случаев исходят из того, что виброизолируемый объект (опорная плита железнодорожного полотна) и основание являются абсолютно твердыми телами. Цель этого предположения – численно определить влияние виброизоляции. Если же хотят определить напряженно-деформированное состояние элементов и общие характеристики системы, то вводят в модель дальнейшие степени свободы, релевантные для данной системы и проводят анализ с помощью расчета по методу конечных элементов.

Требования к конструкциям постоянно возрастают. Фирма Getzner как компетентный партнер предлагает полный комплекс услуг для оказания поддержки проектировщикам и инженерным бюро.

9 | 9 Инструкции по монтажу





Изоляция системы масса –
пружина напротив канализационного
трубопровода

Подготовительные мероприятия

ВеПри прокладке важно обратить внимание на то, чтобы опоры из материалов Sylomer® или Sylodyn® полностью расстыковывали будущую опорную плиту и ее окружение. Мостики вибрации снижают качество виброизоляции. Также необходимо обеспечить дренаж системы.

Поэтому основание должно быть ровным, и на нем не должно быть острых грней или предметов с острыми кромками. Если полностью это условие выполнить невозможно, то опору можно защитить, например нетканым полотном, проложенным между основанием и матом. Хорошо зарекомендовал себя защитный слой из бетона. В особенности, отдельные опоры нужно устанавливать стабильно и в точно определенном положении. Это условие поможет выполнить соответствующий каркас со стальной рамой.

В техническом решении с полноплоскостной опорой в некоторых случаях целесообразно применение арматуры. При этом необходимо обеспечить достаточное распределение нагрузки от арматуры на маты из материала Sylomer® или Sylodyn®. Соответствующие опоры (деревянные или пластиковые плиты) препятствуют превышению контактных напряжений или прогибов.

Доставка

Getzner поставяет материалы непосредственно на стройплощадку: маты для боковых поверхностей, ленточные и отдельные опоры на палетах, маты, настилаемые на грунт или горизонтальное основание, - в виде скатанных в рулон полотен стандартной шириной 1,50 м. В зависимости от геометрии и условий монтажа, Getzner выполняет раскрой матов уже на заводе и таким образом обеспечивает быструю и экономичную укладку.

Маты для горизонтальной укладки можно укладывать как в продольном, так и в поперечном направлении к оси рельсового пути. При этом важно, чтобы количество стыков было как можно меньше. Остальные стыки заклеивают клейкой лентой для предотвращения попадания цементного молока и возникновения мостиков вибрации.

Укладка

При раскрое рулонов фирма Getzner всегда обращает внимание на общий вес. Поэтому укладку матов в любое время без проблем может выполнять бригада из двух человек. Таким образом, производительность укладки достигает свыше 500 м² на человека в день. Ленточные и отдельные опоры может устанавливать даже один человек. Излишнюю длину или углы матов укладчик может обрезать с помощью одноразового ножа.

По желанию заказчика Getzner составляет профессиональные монтажные планы и предоставляет квалифицированного специалиста для шеф-монтажа, чтобы гарантировать квалифицированную укладку.

10 | Реализованные объекты в разных странах мира



Токио, железная дорога пригородного сообщения

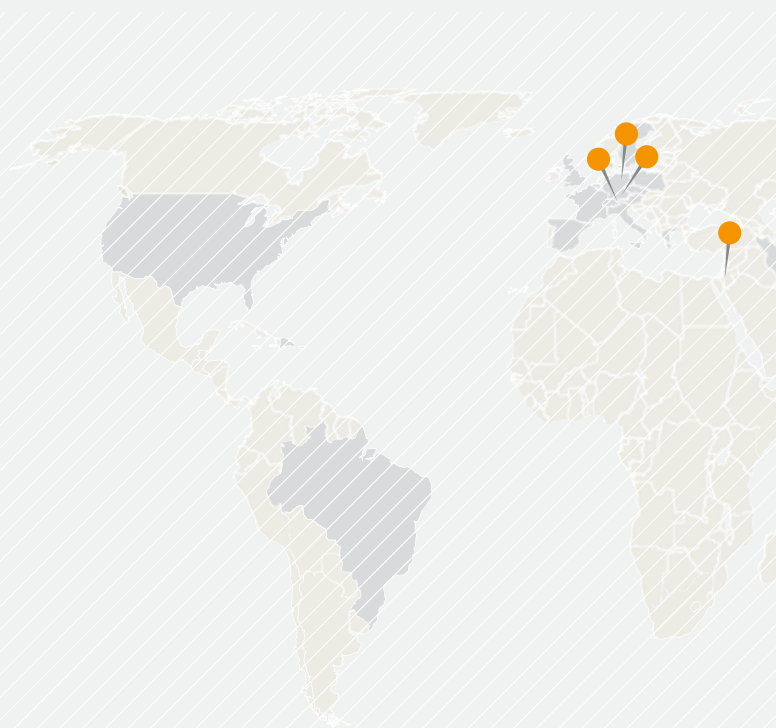
Технические решения фирмы Getzner, а также ее специалисты работают по всему миру. Нашими пятью региональными филиалами мы представлены на всех важнейших географических пространствах. Через наших многочисленных партнеров-дистрибьюторов мы обслуживаем почти все значительные рынки мира.

ФИЛИАЛЫ В СЛЕДУЮЩИХ ГОРОДАХ:

- Бюрс, Австрия
- Берлин, Германия
- Грюнвальд под Мюнхеном, Германия
- Амман, Иордания
- Токио, Япония
- Пуна, Индия
- Китай, Пекин

ПАРТНЕРЫ-ДИСТРИБЬЮТОРЫ В СТРАНАХ:

- | | | |
|------------------|---------------------|---------------|
| – Аргентина | – Италия | – Сингапур |
| – Австралия | – Япония | – Словения |
| – Египет | – Иордания | – Испания |
| – Бельгия | – Ливан | – Южная Корея |
| – Бразилия | – Нидерланды | – Сирия |
| – Китай | – Норвегия | – Тайвань |
| – Дания | – Палестина | – Чехия |
| – Финляндия | – Португалия | – Турция |
| – Франция | – Румыния | – Венгрия |
| – Греция | – Саудовская Аравия | – США |
| – Великобритания | – Швеция | – Россия |
| – Индия | – Швейцария | |
| – Ирак | | |





Милан, трамвай

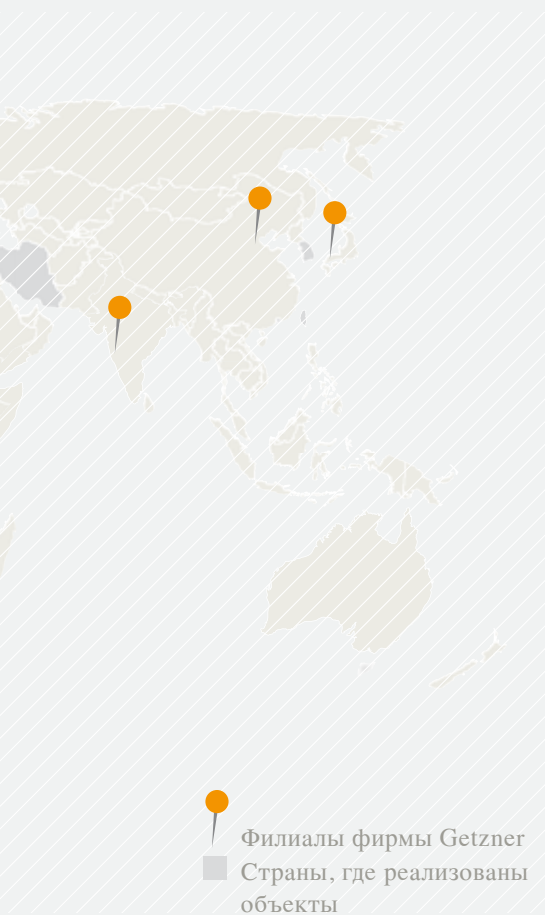


Ноттингем, трамвай



Мюнхен, метрополитен

Проекты, реализованные фирмой Getzner, говорят сами за себя. Вот некоторые из списка реализованных объектов в секторе железных дорог:



Железнодорожные магистрали

Некоторые из проектов:

- Подъезд с севера к перевалу Бреннер
Римский тоннель, тоннель Цаммер, тоннель Арльберг, тоннель Новый Лайнци, тоннель Зиттенберг (Австрийские железные дороги - ÖBB)
- Городской тоннель в Лейпциге
Старый тоннель в Майнце
Новый тоннель в Майнце
Тоннель Тиргартен, Берлин (дорога север-юг), Вокзал Лерт, мост Ампербрюке, дорога, связывающая с аэропортом Кельн/Бонн, тоннель Зигауэн, тоннель Ауди Ингольштадт, Железные дороги Германии (DB AG)
- NEAT: тоннель Цюрихберг, тоннель Циммерберг (SBB)
- Рим – Фиумичино, Удине – Тарвис, Милан – Саронно, Катания (FS)
- Channel Tunnel Rail Link (Network Rail)
- Брюссель (SNCB)

Трамвайные линии

- | | |
|---------------|--------------------|
| – Аугсбург | – Мешхед |
| – Барселона | – Монпелье |
| – Берлин | – Мюнхен |
| – Берн | – Нант |
| – Бордо | – Ницца |
| – Брест | – Ноттингем |
| – Константина | – Орлеан |
| – Эссен | – Париж – Сен-Дени |
| – Флоренция | – Париж – Т1 |
| – Женева | – Прага |
| – Гетеборг | – Рим |
| – Грац | – Руан |
| – Гренобль | – Санто-Доминго |
| – Исфахан | – Севилья |
| – Ле Ман | – Шираз |
| – Линц | – Страсбург |
| – Лион | – Штуттгарт |
| – Мадрид | – Тенерифа |
| – Милан | – Валенсия |
| – Марсель | – Вена |

Метрополитен/железные дороги местного сообщения

- | | |
|----------------|-------------|
| – Афины | – Краков |
| – Аугсбург | – Милан |
| – Берлин | – Мюнхен |
| – Бохум | – Нью-Йорк |
| – Буэнос Айрэс | – Нюрнберг |
| – Дортмунд | – Сан-Пауло |
| – Дюссельдорф | – Вена |
| – Гонконг | – Цюрих |
| – Инчхон | |

Представительство Getzner в России

«Acoustic Group»

МОСКВА

115054, г. Москва, ул. Новокузнецкая, д. 33/2, офис 21
Тел./факс: +7 (495) 785-10-80
sales@acoustic.ru

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

197342, г. Санкт-Петербург, наб. Черной речки, д.41,
Деловой квартал "Прогресс Сити", корп. 11, офис 316
Тел./факс: +7 (812) 644-43-40, +7 (905) 225-08-80
spb@acoustic.ru

КАЗАНЬ

420107, г. Казань, ул. Спартаковская, 2В,
Бизнес-центр "Сакура", офис 310
Тел.: +7 (843) 570-43-00
volga@acoustic.ru

КАЗАХСТАН

050060, Республика Казахстан, г. Алматы,
ул. Жарокова, д. 285А, 5 этаж, офис 502
тел./факс +7 (727) 337-97-62
almaty@acoustic.ru

www.acoustic.ru
www.getzner.com

