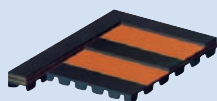
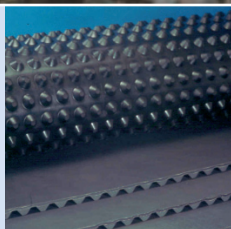


# Виброизоляционные маты USM<sup>®</sup> для рельсовых путей



*Маты для рельсовых путей – уменьшение  
вибрации и структурного шума*

# Введение

В основном движение поездов вызывает шум и вибрацию за счет:

- отклонения колес от формы окружности
- выбоин на колесах
- волнистости рельсов
- угона рельсового пути
- пересечения крестовин и стрелочных переводов
- неоднородности земляного полотна

Вызванная таким образом вибрация может раздражать горожан и негативно влиять на конструкции и работу оборудования, имеющего другой диапазон частоты (см. рис. 1).

В связи с плотной застройкой территории рядом с железнодорожными путями и возрастающей потребностью в защите жителей и организаций рельсовые пути в черте города требуется оснащать соответствующей системой защиты от вибрации и шума. Без такой защиты жилая территория и здания, примыкающие к железнодорожным линиям, могут понижаться в цене.

Будущая городская застройка вдоль рельсовых путей должна учитываться с самого начала стадии предпроектирования железнодорожной линии.

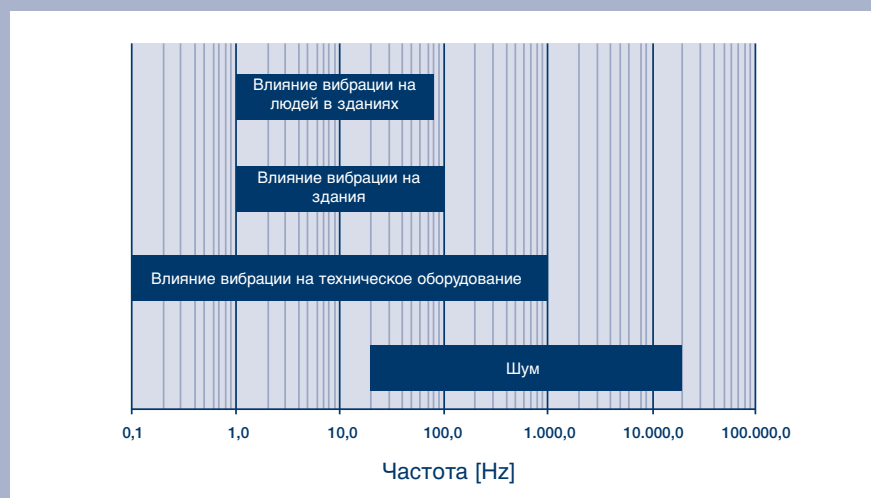
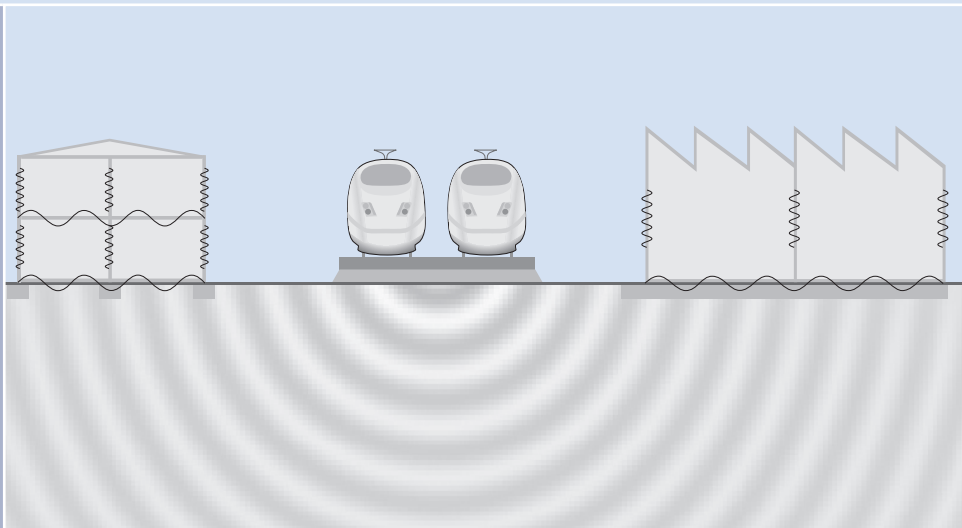


Рис. 1: Диапазоны частот и их влияние на людей, постройки и оборудование.

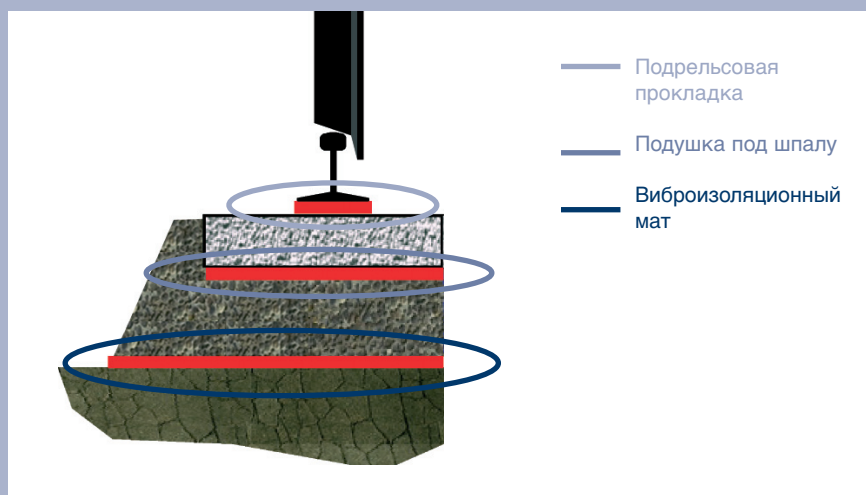


Рис.2: Расположение эластичных элементов в верхнем строении пути.

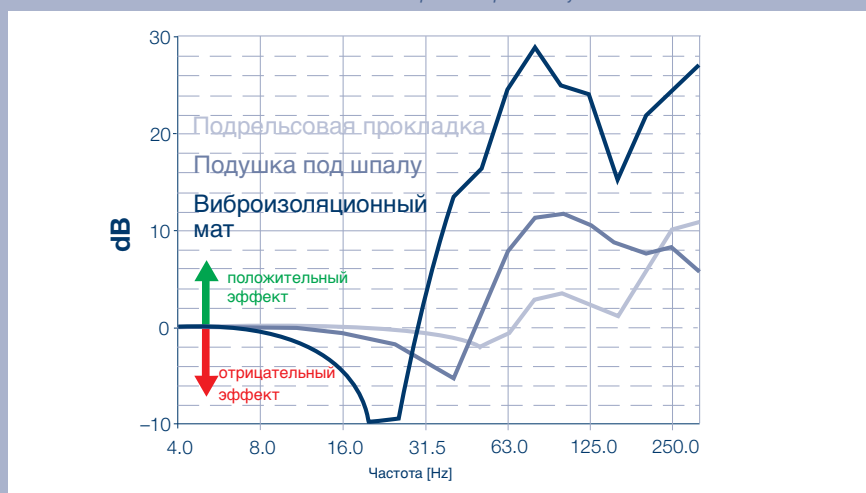


Рис. 3: Снижение уровня шума в верхнем строении пути за счет применения различных эластичных элементов.

Уже на этом этапе меры по защите от вибрации и шума должны быть частью проекторочного процесса. В то время как модернизация уже существующих конструкций намного более сложна и дорогостояща. Эффективная защита от вибрации и структурного шума достигается с помощью применения специально подобранных эластичных компонентов. Виброизоляционные маты USM® для рельсовых путей или балластные маты - прекрасно зарекомендовавшие себя эластомерные элементы, сделанные одновременно из высококачественного натурального каучука и синтетических резин. Маты используются в качестве высокоэффективной и долговечной защитной системы, поскольку снижают распространение шума и вибрации, вызванных движением поездов, и обеспечивают более однородные свойства верхнего строения пути.

На рис. 2 схематично показано поперечное сечение строения путей и возможное расположение эластичных элементов. Рис. 3 демонстрирует для выборочных случаев эффективность (вносимые потери) различных методов шумопонижения. Как правило, чем дальше средство подавления шума расположено от зоны контакта колес с рельсами, тем оно эффективнее. Увеличение массы над эластичным слоем приводит к снижению собственной частоты системы.

# Проектные решения

Согласно федеральным нормам, таким как «DIN 4150 – Вибрация в гражданском строительстве», проектировщик определяет требуемые предельные величины (например, допустимую скорость вибрации как функцию частоты), которые не должны быть превышены в конструкциях, защищаемых от шума и вибрации. Прогностические расчеты по движению поездов на новой линии без понижающих шум мер показывают, насколько предельные величины превышаются. Следует учитывать конструктивные особенности прилегающих зданий. Требования относительно мер по подавлению шума зависят от степени превышения предельных величин, а также от диапазона частот.

На рис. 4 схематично приведено сравнение понижающего эффекта виброизоляционных матов USM® для балластированного пути и облегченной системы масса-пружина в зависимости от типа пола прилегающего здания.

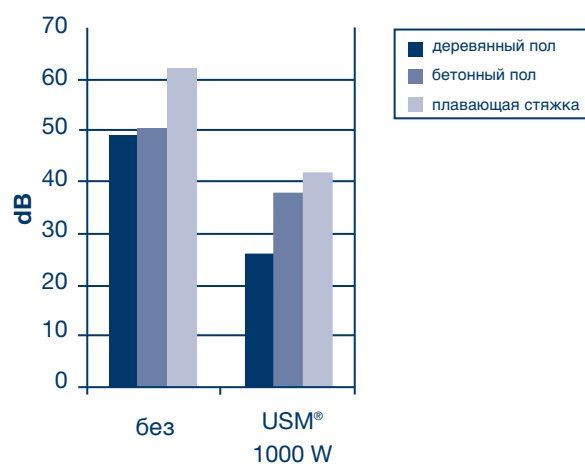


Рис. 4: Эффект от матов для рельсовых путей или балластных матов для различных типов пола.

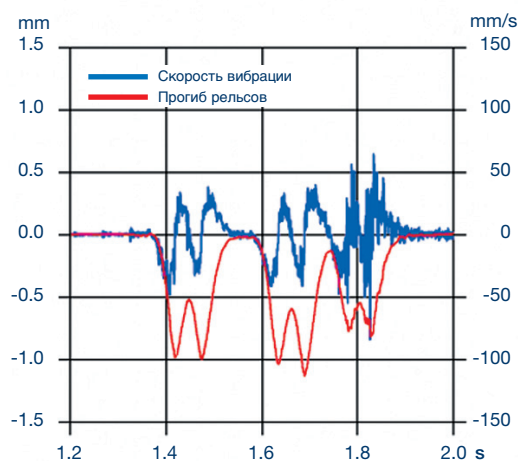


Рис. 5: Замеренные скорость вибрации и прогиб рельсов вследствие проходящего поезда.



При выборе наиболее подходящего метода гашения нужно учитывать всю систему рельсовое транспортное средство – рельсовые пути. Без детального знания условий неправильный выбор эластичных элементов может привести к неудовлетворительным результатам, которые потом невозможно исправить, а также к повышению уровня распространения шума. Следует взять в расчет следующие влияния:

- Характеристики рельсового транспортного средства
- Скорость поездов
- Тип строения пути
- Характеристики подстилающего грунта и основания
- Требуемая собственная частота системы

## Критерии выбора

# Области применения

Виброизоляционные маты USM® для рельсовых путей или балластные маты в основном применяются в несущем подстилающем слое таких конструкций как:

- тоннели
- мосты
- железнодорожные эстакады (рис. 6-9)

На балластированных бетонных мостах или других участках пути с бетонным основанием должны всегда использоваться виброизоляционные маты USM®, так чтобы балласт был защищен. Кроме того, на стальных мостах виброизоляционные маты необходимы также для снижения уровня распространения шума.

Виброизоляционные маты USM® подходят для всех видов рельсовых путей.



Рис. 6: Виброизоляционные маты USM® в тоннеле до балластирования.



Рис. 7: Виброизоляционные маты USM® на бетонном мосту до балластирования.



Рис. 8: Виброизоляционные маты USM®, уложенные под бетон на ж/д эстакаде.



Рис. 9: Виброизоляционные маты USM® в рельсовых путях на мосту.

Применение виброизоляционных матов под балластом не только понижает уровень распространения шума и вибрации, но и обладает другими преимуществами, такими как:

- Снижение износа балласта (передаваемая путям энергия трансформируется эластичным матом, что предотвращает повреждение балласта)
- Повышение долгосрочной устойчивости пути
- Снижение динамических сил в точке контакта колес
- Уменьшение напряжения на путях и в подвижном составе
- Возможное сокращение высоты балласта (благоприятно в случае моста, т.к. снижает собственный вес)
- Более низкие затраты на содержание пути
- Замены материалов не требуется благодаря высокой износостойкости
- Прогнозируемый срок службы мин. 60 лет (= срок эксплуатации ж/д полотна)

## Балластированные пути

# Рельсовая система плавающих плит

## Feste Fahrbahn

В последние несколько лет были разработаны и построены различные рельсовые системы плавающих плит – как альтернатива традиционному балластированному пути – особенно на высокоскоростных магистралях. Основное преимущество безбалластных путей заключается в низких затратах на содержание. Недостаток составляет высокая жесткость путей, которая может приводить к распространению шума и вибрации, особенно при установке на мосту (рис. 10).

Виброизоляционные маты укладываются под бетон и служат в качестве несъемной опалубки. Такой тип конструкции называется «облегченной» системой масса-пружина (рис. 11). Добавление в строение пути эластичных элементов повышает упругость, что существенно снижает уровень распространения шума и вибрации. В дополнение к этому, указанные выше преимущества работают аналогично.



Рис. 10: Вантовый мост через реку Пинейрос в Сан-Паулу (Бразилия).



Рис. 11: Оголенная «облегченная» система масса-пружина с виброизоляционными матами USM®.

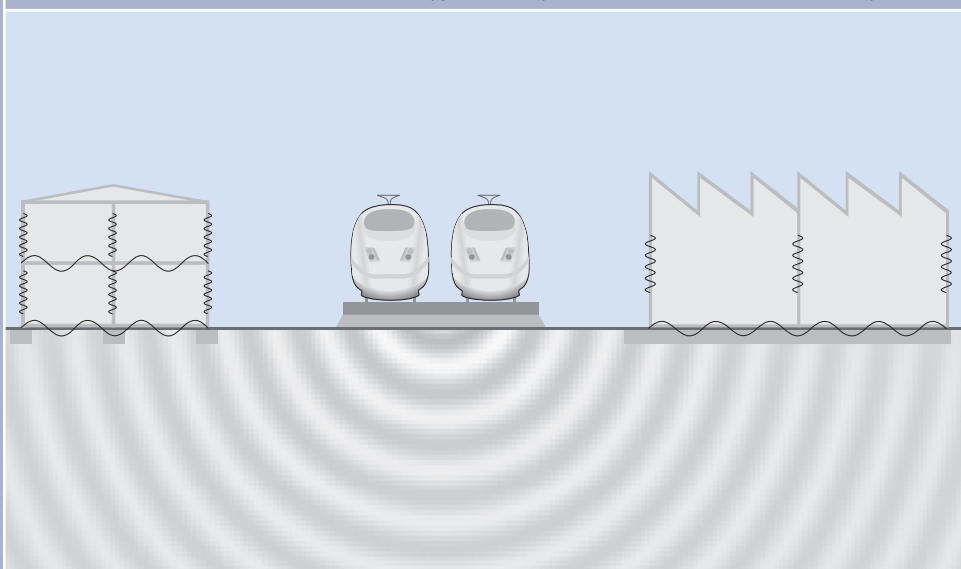




Рис. 12: «Облегченная» система масса-пружина с виброизоляционными матами USM® для дорог.

Если требуется еще большее снижения уровня шума, или если по запросу клиента эластичные элементы должны быть заменяемы, можно использовать, так называемую, «тяжелую» систему масса-пружина. Тяжелый бетонный компонент (с балластом или без) устанавливается на единичные эластичные опоры. Более подробную информацию можно найти в нашем буклете по продукции «Эластомерные опоры для систем масса-пружина».

Здания, прилегающие к железнодорожным путям, подвергаются воздействию вибрации от проходящих поездов. Эффективное решения для таких сооружений обеспечивается применением эластомерных матов. Они могут быть установлены, если у здания есть подвал, между нижним этажом и стенами подвала или, например, между жестким подвальным перекрытием и плитой фундамента. В последнем случае стены подвального помещения, как правило, тоже требуется покрыть упругими матами, для того чтобы обеспечить адекватное снижение уровня вибрации для конструкции.



## Системы масса-пружина и здания на эластичных основаниях

# Ассортимент продукции

## Общая информация

Виброизоляционные маты USM® для рельсовых путей или балластные маты с успехом применяются по всему миру с 1977г. Более 700 000 м<sup>2</sup> были подогнаны и уложены в рамках различных проектов в более чем 100 городах мира. Благодаря чрезвычайно широкому ассортименту нашей продукции практически для любой проблемы с вибрацией может быть найдено индивидуальное решение.

С помощью специально разработанной прогностической программы, определяющей вносимые потери, сотрудники «Calenberg Ingenieure» могут дать оптимальные рекомендации по продукции для конкретного проекта – данная программа доказала свою эффективность в предоставлении реалистичных результатов. При необходимости оказываются услуги по выполнению соответствующих расчетов. Помимо инженерно-технической поддержки, может быть предоставлено обучение персонала стройплощадки, а также шеф-монтаж продукции на месте.

## Характеристики виброизоляционных матов USM®

- Высокая степень изоляции от структурного шума и вибрации
- Снижение напряжения и износа пути и деталей подвижного состава
- Снижение волнистости рельсов
- Низкое динамическое отверждение
- Превосходные электроизоляционные свойства
- Адаптивность к различным применениям

- Превосходная устойчивость к изнашиванию и эрозии
- Расчетный срок эксплуатации 60 лет

Ассортимент виброизоляционных матов USM® состоит из трех различных типов матов с отличающимися характеристиками и жесткостью (см. рис. 13) и хорошо подходит для применения в трамвайных путях, подземных коммуникациях, метрополитене, пригородных линиях и железнодорожных магистралях.

Тип мата	Ширина [mm]	Вес [kg/m <sup>2</sup> ]	Толщина [mm]	Модуль неподвижного слоя [N/mm <sup>3</sup> ]*
USM® G-1015	1500	14,5	15	0,100
USM® G-1023	1500	16,5	23	0,060
USM® G-1027	1500	18,0	27	0,030
USM® G-1032	1500	19,5	32	0,024
USM® 1000 W	1536	15,5	30	0,016
USM® 2020	1536	15,5	27	0,020
USM® 2025	1536	15,5	27	0,025
USM® 2030	1536	15,5	27	0,030
USM® 3000	1536	15,5	27	0,043
USM® 4010	1554	11,0	14	0,100
USM® 4015	1554	11,0	14	0,150

Рис. 13: Технические характеристики виброизоляционных матов.  
\*Секущий модуль между 0,02 N/mm<sup>2</sup> и 0,10 N/mm<sup>2</sup>

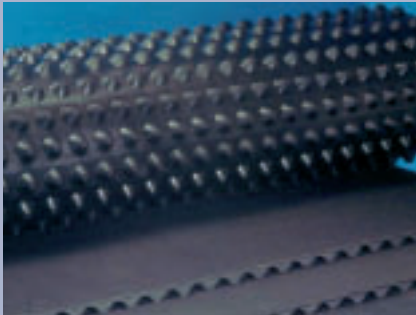


Рис. 14: Серия USM® 1000, 2000, 3000.



Рис. 15: Серия USM® G-1000.

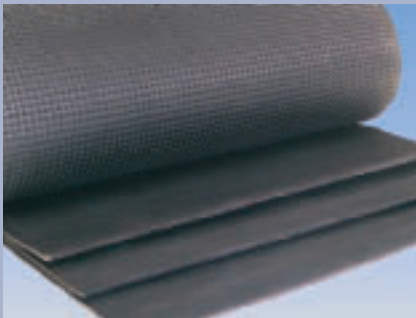


Рис. 16: Серия USM® 4000.

### Серия USM® 1000, 2000, 3000

Характерными для матов этого типа являются усеченные конусообразные пружинные элементы, расположенные на нижней стороне мата. Эта особая черта обеспечивает:

- Дренаж под матом
- Соответствующую вентиляцию для предотвращения скопления под матом конденсата

### Серия USM® G-1000

Маты этого типа имеют демпфирующий слой, состоящий из гранул связанной резины, и с обеих сторон покрыты абразивостойким защитным слоем хлоропрена. Данный слой служит защитой демпфирующего слоя от возможных механических повреждений от, например, острых углов балласта.

### Серия USM® 4000

Данный профилированный тип виброизоляционных матов был специально разработан для применения на высокоскоростных железнодорожных линиях.

Виброизоляционные маты USM® для рельсовых путей или балластные маты соответствуют технической спецификации TL 91 80 71 Deutsche Bahn AG и прошли испытания по немецким стандартам DIN 45673, части 5 и 7.

Они подвергаются нормативному контролю качества, что гарантирует постоянство характеристик мата. Вся продукция изготавливается в соответствии с системой управления качеством DIN EN ISO 9001.

Виброизоляционные маты USM® прошли испытания и получили допуски в следующих институтах экспертизы:

- Тех. ун-т, Мюнхен
- Тех. ун-т, Берлин
- Тех. ун-т, Дрезден
- Федеральный институт исследования и испытаний материалов, BAM, Берлин
- Лаборатория по исследованию материалов, Штутгарт
- Высший AG
- Ин-т текстильного конструирования и исследований окружающей среды, Гревен
- Mueller-BBM, Мюнхен

Акты испытаний, как и перечни технических характеристик предоставляются по запросу.

## Свидетельства соответствия

На рис. 17 и 18 показано зависимое от частоты снижение скоростей вибрации при использовании виброизоляционных матов USM® G-1023 или USM® 1000 W по сравнению с традиционным балластированным путем без упругих виброизоляционных матов.

Виброизоляционные маты «Calenberg» защищены международными патентами. USM® является зарегистрированным товарным знаком «Calenberg Ingenieure GmbH».

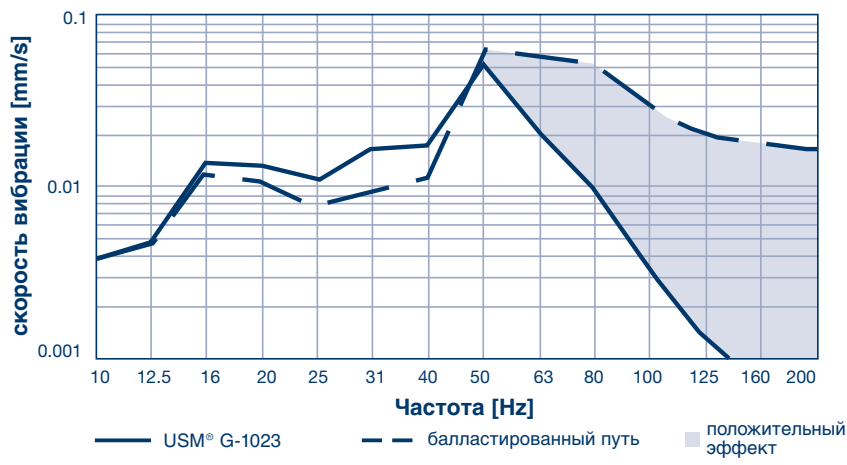


Рис. 17: Эффект от USM® G-1023.

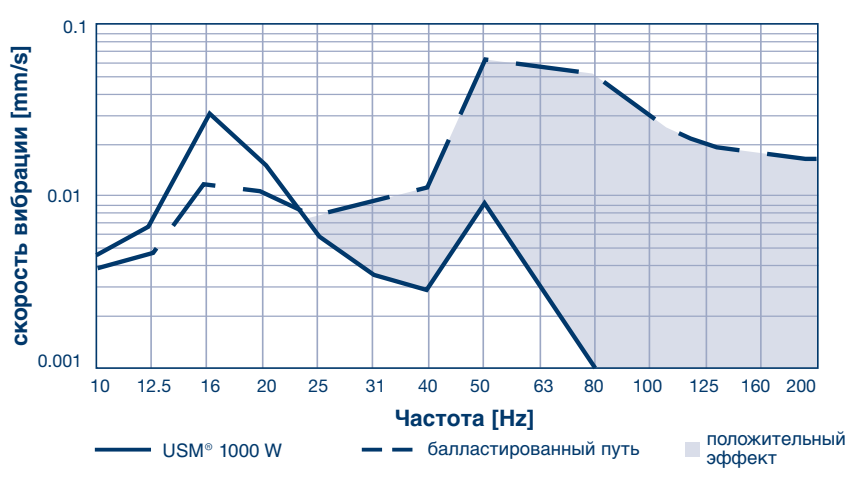


Рис. 18: Эффект от USM® 1000 W.

Содержание настоящего буклета является результатом многолетних исследований и обобщения практического опыта. Вся информация предоставляется добросовестно; однако она не является гарантией определенных свойств, а также не освобождает пользователя от необходимости проведения собственной проверки для обеспечения защиты прав третьих лиц. Любая ответственность за ущерб, вне зависимости от его природы и законного обоснования, проистекающий из даваемых в настоящем буклете рекомендаций, исключается. Вышесказанное не относится к ситуациям, в которых наша компания, наши официальные представители или руководство будут признаны виновными в умышленных действиях или грубой небрежности. Простая неосторожность, повлекшая за собой урон, ответственности не подразумевает. Данное исключение ответственности распространяется также на сферу личной ответственности наших официальных представителей и сотрудников, и других лиц, нанятых для выполнения наших обязательств.

**Calenberg Ingenieure GmbH**  
Am Knübel 2-4  
D-31020 Salzhemmendorf / Germany  
Phone +49 (0) 51 53/94 00-0  
Fax +49 (0) 51 53/94 00-49  
info@calenberg-ingenieure.de  
http://www.calenberg-ingenieure.de