ostec
группа компаний

будущее
создается

Акустические безэховые и реверберационные камеры

Измерения и испытания

Шумоподавление и виброизоляция

iac acoustics

2016

СОДЕРЖАНИЕ

Средства для акустических измерений и испытаний.
Безэховые акустические камеры 1

Клиновидные поглотители Metadyne® 4

Сравнение клиновидных и плоских поглотителей 11

Специализированные двери для акустических испытаний 12

Реверберационные камеры 14

Восстановление и ввод в эксплуатацию акустических камер 15

Оборудование для виброизоляции IAC Acoustics 17

Вибрация и виброизоляция. Технические и практические аспекты 24

Примеры успешно завершенных проектов 28

Опыт и возможности IAC Acoustics

С 1949 года компания IAC Acoustics разработала и создала тысячи установок, готовых решений под ключ для акустических испытаний, включая несколько сотен безэховых и реверберационных камер.

На сегодняшний день существует широчайший диапазон применения технических средств и материалов для определения различных характеристик — от простых требований по контролю качества до тщательно разработанных высокоточных акустических измерений и испытаний на сверхвысоких уровнях шума.

Инженеры-конструкторы и специалисты по научным исследованиям IAC, обладая богатым опытом, привносят значительный вклад в разработку и подбор безэховых и реверберационных камер. Они готовы решать самые сложные и нестандартные технические задачи.

Что такое безэховая камера?

Безэховая камера может считаться аналогичной точному инструменту для акустических измерений, обеспечивающему среду со свободным полем без шумовых помех или отражения звуковой волны.

В идеальном свободном звуковом поле работает закон обратной квадратичной зависимости. Это значит, что уровень звукового давления, создаваемый сферически излучающим источником звука, снижается на 6 дБ при каждом двукратном увеличении расстояния (удаления) от источника.

Для существования свободного поля с превосходными характеристиками закона обратной квадратичной зависимости границы помещения должны обладать коэффициентом звукопоглощения максимально близким к единице на всех углах падения звуковой волны. На практике это, как правило, не совсем так, и предполагаются отклонения от закона обратной квадратичной зависимости.

Таблица 1 подчёркивает максимально допустимые отклонения от закона обратной квадратичной зависимости, установленные в стандарте ГОСТ 31273 (ISO 3745), который утверждает, что «безэховое помещение обеспечивает предпочтительную среду для измерений с минимальной погрешностью».

Тип помещения	1/3-октавная полоса со среднегеометрической частотой, Гц	Допустимая разность, дБ
Полностью безэховая (свободное поле)	←630 800–5 000 →6 300	± 1,5 ± 1,0 ± 1,5
Полубезэховая (моделированное свободное поле)	←630 800–5 000 →6 300	± 2,5 ± 2,0 ± 3,0

Таблица 1 — Максимально допустимая разность между измеренными и теоретическими уровнями

Конструкция безэховых камер

Для надлежащего функционирования безэховых камер применяется ряд акустических, механических, электрических и аэродинамических решений. Они включают в себя некоторые или все из нижеуказанных позиций:

- Выбор класса «безэховости»
- Частота среза
- Внутренний акустический уровень шума
- Уровень подавления шума
- Виброизоляция
- Системы вентиляции с шумоподавлением
- Звукоизолирующие двери — функционирование и выбор размера
- Внутренние полы — кабели и/или настилы
- Осветительные и электрические системы
- Общие решения строительного проектирования
- Требования к радиочастотному экранированию

Характеристики шумо- и виброизоляции

Правильно сконструированная камера должна обеспечивать хорошую звукоизоляцию от внешнего шума таким образом, чтобы образующийся внутренний шум не влиял на точность и результат акустических измерений. Необходимый уровень изоляции достигается с помощью специальных модульных стен. Количество стен определяется требуемым звукоподавлением внутри камеры относительно внешних источников шума. Передача шума может осуществляться как по воздуху, так и по конструкции (по структуре).Для обеспечения наилучших результатов безэховые камеры должны представлять собой отдельные конструкции, изолированные от любых капитальных стен здания и его фундамента.

Безэховые клинья

Один из наиболее зарекомендовавших себя методов свободного поля заключается в придании звукопоглощающему материалу клиновидной формы и размещения данного материала на внутренние поверхности (пол, потолок, стены) безэховой камеры.

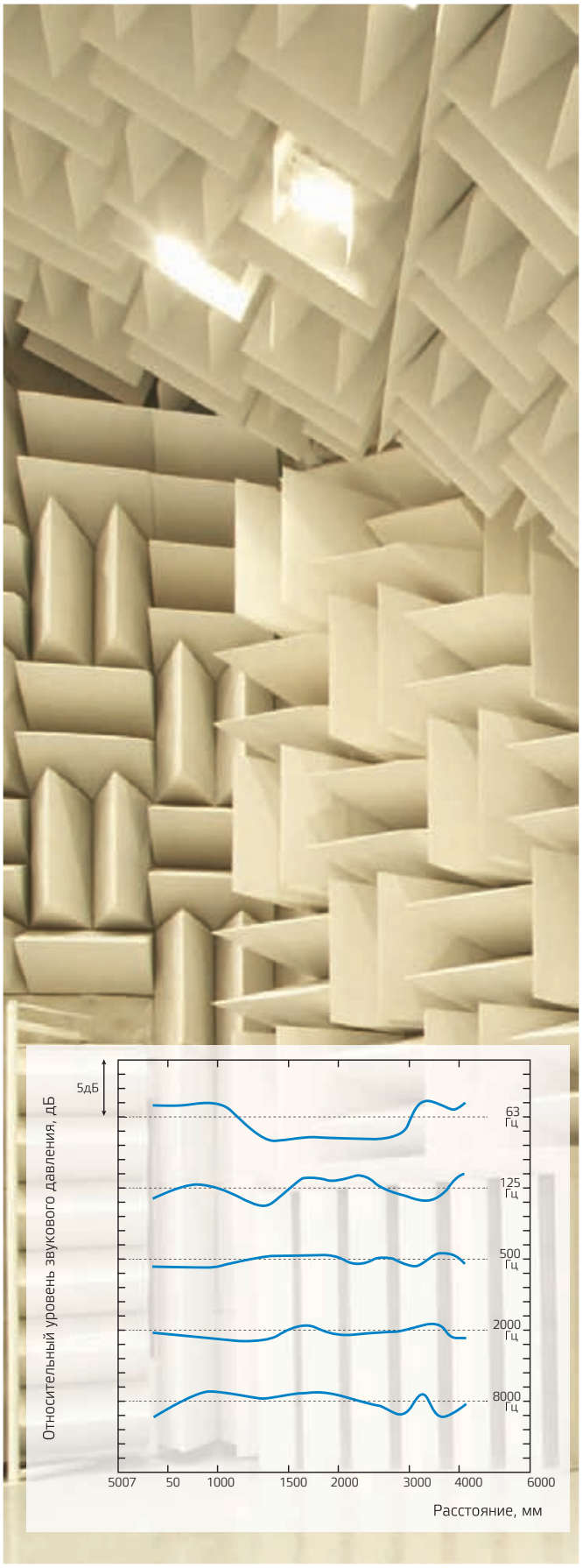
Клиновидная геометрическая форма обеспечивает плавное изменение акустического сопротивления среды передачи, гарантируя поглощение звуковых волн материалом, и сведение к минимальному значению отражения звука от поверхности безэховой камеры.

Эффективность поглощения зависит от геометрической формы и используемых материалов.

Нижняя граница частотного диапазона, при которой поглощение является эффективным (частота среза), обратно пропорциональна глубине (длине) звукопоглощающих клиньев. Разработанная IAC импедансная труба используется для крайне важной регулировки размеров клина до завершения этапа разработки и создания каждого клиновидного поглотителя.

В связи с изменениями характеристик материала меры статистического контроля качества применяются во время создания клина для обеспечения установленных акустических значений.

Клиновидные поглотители IAC Metadyne®



Беззэховые и полубеззэховые камеры, в которых применяются поглотители Metadyne® для испытаний и проведения измерений были выбраны ведущими мировыми компаниями благодаря множеству уникальных преимуществ по сравнению с камерами, создаваемыми с использованием других материалов, таких как стекловолокно или пены.

Клинья Metadyne® были разработаны IAC в качестве решения ряда проблем, связанных с использованием 100 % пены или стекловолокна. IAC стала первым производителем, который обеспечил акустические характеристики высочайшего стандарта с широким диапазоном клиньев, полностью установленных в перфорированные металлические кожухи.

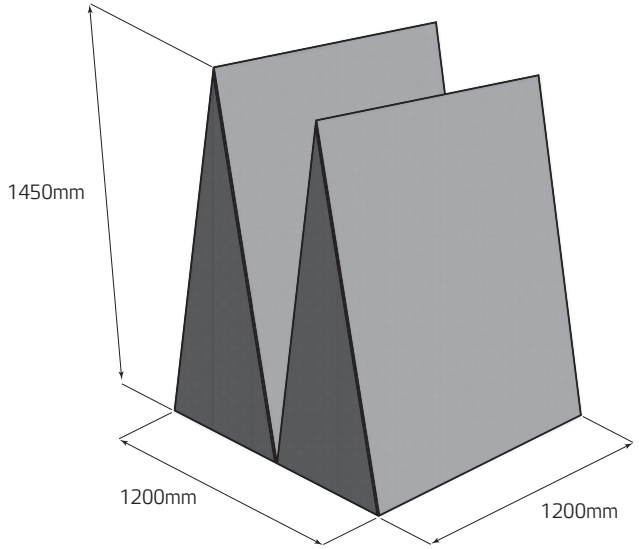
Клинья Metadyne® идеально подходят для крупных устройств и продукции, требующей измерения на низких частотах. Прочная конструкция клиньев и их долговечность дают преимущества лабораториям, работающим с тяжёлым оборудованием и/или воспламеняющимися материалами.

Все клинья Metadyne® производятся на заводах IAC по всему миру в соответствии самыми жесткими стандартами. Это значит, что унифицированная обработка может быть выполнена на крупных мировых проектах, а также обеспечивается акустическая характеристика каждого клина.

Возможности и преимущества клиновидных поглотителей Metadyne® обеспечивают:

- Гарантированную акустическую характеристику с очень низкими частотами среза
- Соответствие международным стандартам по испытаниям, включая ISO 3745, ISO 3744, ISO 26101
- Превосходную огнестойкость и ударопрочность
- Повышенную долговечность и более длительный срок службы, в отличие от любого другого типа клина
- Лёгкость очистки для поддержания «нового» внешнего вида на протяжении срока эксплуатации
- Благоприятную для здоровья и безопасную рабочую среду для технического персонала
- Разнообразные заказные варианты лакокрасочных покрытий для обеспечения соответствия корпоративным цветам

Клиновидный поглотитель Metadyne® 50 Гц



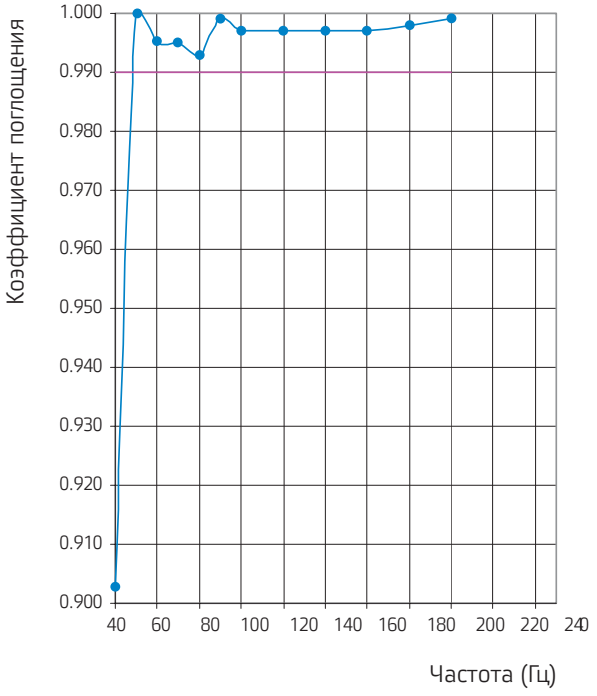
Протокол испытания клиновидного поглотителя IAC Metadyne® 50 Гц

Номер протокола испытания: 04036–119
Размер модуля: 1 200 мм x 1 200 мм x 1 450 мм

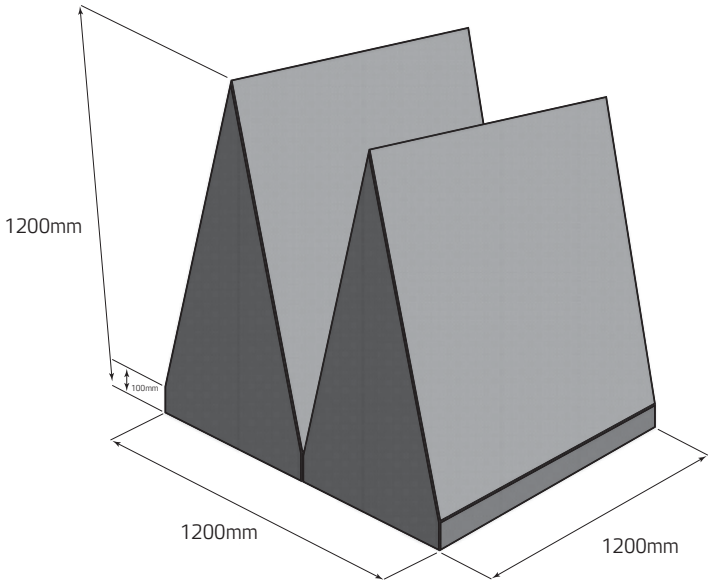
Испытание проведено в соответствии с ISO 10534–1:1996 Акустика — Определение коэффициента звукопоглощения и импеданса — Часть 1: Метод с использованием коэффициента стоячей волны.

Частота среза согласно ISO 10534: 50 Гц

Частота, Гц	Коэффициент звукопоглощения
40	0,903
50	1,000
60	0,995
70	0,995
80	0,993
90	0,999
100	0,997
120	0,997
140	0,997
160	0,997
180	0,998
200	0,999



Клиновидный поглотитель IAC Metadyne® 63 Гц



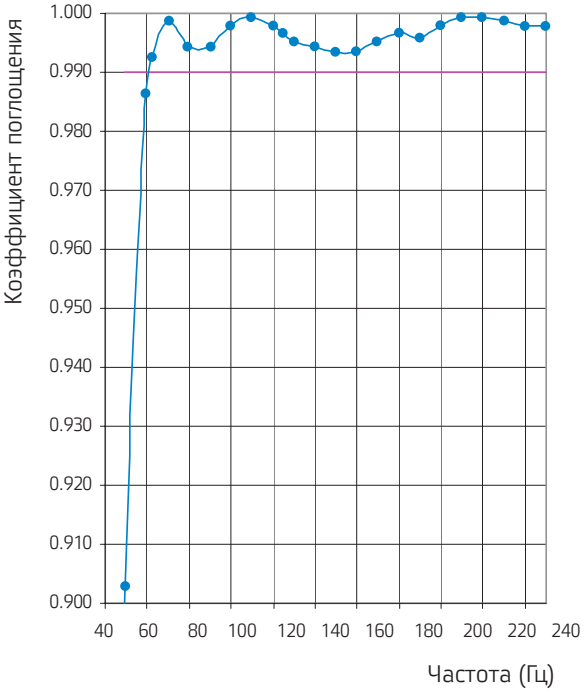
Потокол испытания клиновидного поглотителя IAC Metadyne® 63 Гц

Номер протокола испытания: 020508–3
Размер модуля: 1 200 мм x 1 200 мм x 1 200 мм

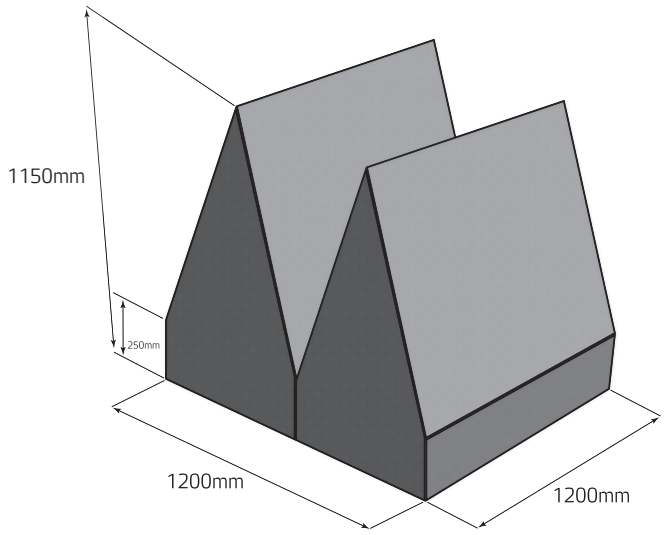
Испытание проведено в соответствии с ISO 10534–1:1996 Акустика — Определение коэффициента звукопоглощения и импеданса — Часть 1: Метод с использованием коэффициента стоячей волны.

Частота среза согласно ISO 10534: 63 Гц

Частота, Гц	Коэффициент звукопоглощения
40	0,726
50	0,903
63	0,993
80	0,994
100	0,998
125	0,997
160	0,994
200	0,998
250	0,998



Клиновидный поглотитель IAC Metadyne® 70 Гц



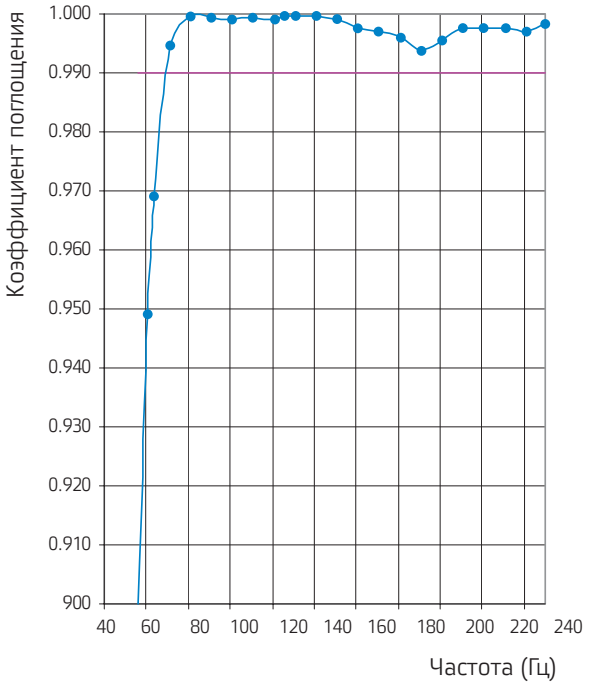
Протокол испытания клиновидного поглотителя IAC Metadyne® 70 Гц

Номер протокола испытания: 160408–1
Размер модуля: 1 200 мм x 1 200 мм x 1 150 мм

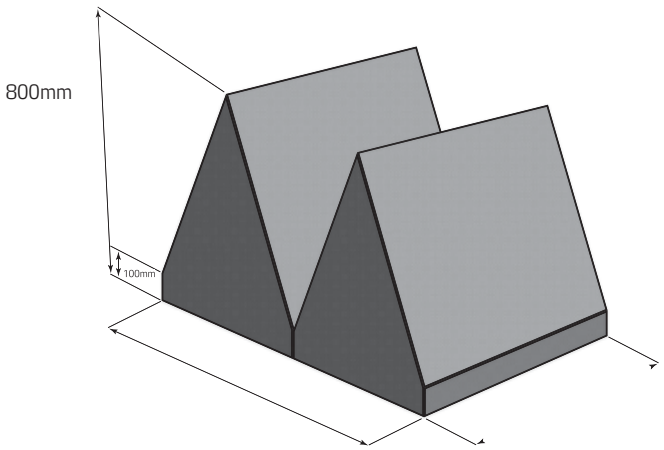
Испытание проведено в соответствии с ISO 10534–1:1996 Акустика — Определение коэффициента звукопоглощения и импеданса — Часть 1: Метод с использованием коэффициента стоячей волны.

Частота среза согласно ISO 10534: 70 Гц

Частота, Гц	Коэффициент звукопоглощения
40	0,721
50	0,838
63	0,969
80	0,999
100	0,999
125	0,999
160	0,997
200	0,995
250	0,998



Клиновидный поглотитель IAC Metadyne® 100 Гц



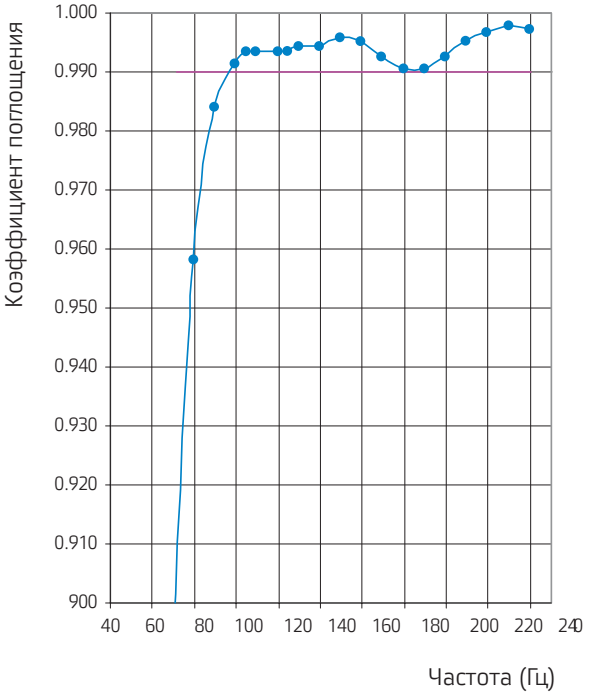
Протокол испытания клиновидного поглотителя IAC Metadyne® 100 Гц

Номер протокола испытания: 290808
Размер модуля: 1 000 мм x 1 000 мм x 800 мм

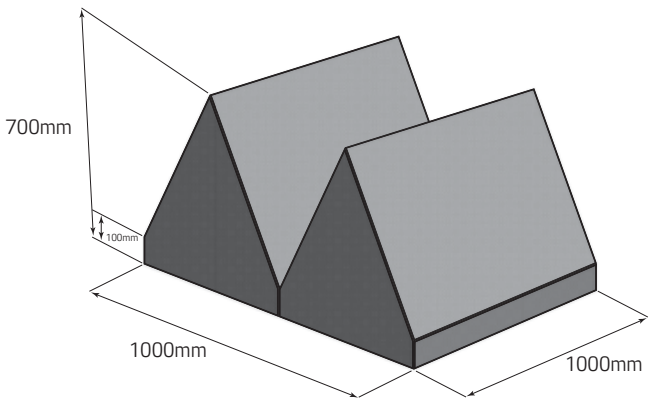
Испытание проведено в соответствии с ISO 10534–1:1996 Акустика — Определение коэффициента звукопоглощения и импеданса — Часть 1: Метод с использованием коэффициента стоячей волны.

Частота среза согласно ISO 10534: 100 Гц

Частота, Гц	Коэффициент звукопогло-щения
80	0,958
100	0,992
125	0,994
160	0,995
200	0,993



Клиновидный поглотитель IAC Metadyne® 125 Гц



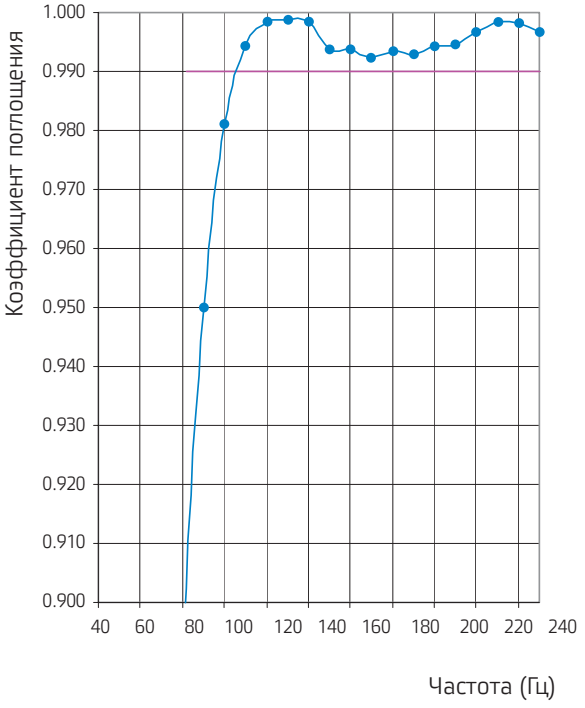
Протокол испытания клиновидного поглотителя IAC Metadyne® 125 Гц

Номер протокола испытания: 160408-1
Размер модуля: 1 000 мм x 1 000 мм x 700 мм

Испытание проведено в соответствии с ISO 10534–1:1996 Акустика — Определение коэффициента звукопоглощения и импеданса — Часть 1: Метод с использованием коэффициента стоячей волны.

Частота среза согласно ISO 10534: 125 Гц

Частота, Гц	Коэффициент звукопоглощения
80	0,893
100	0,981
125	0,998
160	0,994
200	0,995
250	0,997



Испытание клиновидных поглотителей

Если безэховая камера должна соответствовать критериям свободного поля согласно ISO 3745, облицовка стенки должна обладать коэффициентом поглощения при нормальном падении Đ минимум 0,99 при испытании (поглощение плоской волны). Частота среза края является наименьшей частотой, при которой такой критерий удовлетворяется. IAC имеет строгий режим проверки, гарантирующий, что все безэховые клинья сконструированы и проверены в полном объёме в импедансной трубе.

Конструктивные особенности импедансной трубы

- Конструкция импедансной трубы выполнена с использованием рекомендаций, указанных в ISO 10534–1 «Акустика — Определение коэффициента звукопоглощения и импеданса в импедансных трубах — Часть 1 Метод с использованием коэффициента стоячей волны», и ASTM C 384–98
- Стенки, выполнены из 20 мм листа с бетоном толщиной 140 мм и воздушным зазором 100 мм для обеспечения минимальных потерь, а также повышения точности измерений
- Длина трубы ограничивает минимальную частоту измерения (40 Гц), а её размеры поперечного сечения ограничивают верхнюю граничную частоту (264 Гц)
- Поперечное сечение трубы является достаточно большим для испытания полноразмерных клиньев

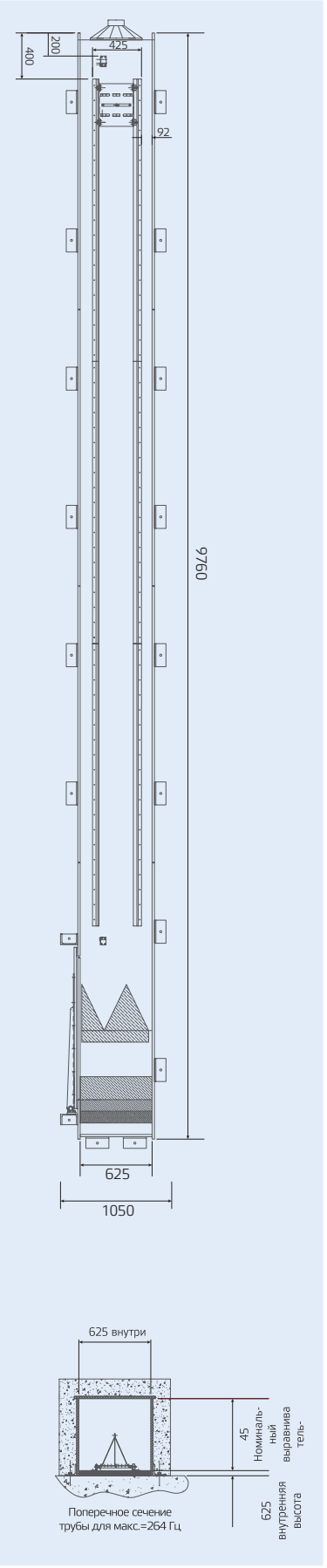
Базовая теория

Оборудование является довольно простым; единственными необходимыми измерениями являются уровни звукового давления во множественных позициях вдоль трубы. Для каждой представляющей интерес частоты источник звука выдаёт чистый тон, который создаёт стоячую волну в трубе, а установленный передвижной микрофон автоматически распределяет такое звуковое поле и измеряет уровень звукового давления в каждой точке, регистрируя максимальные и минимальные значения.
Коэффициент поглощения определяется по соотношению максимального и минимального уровня звукового давления в трубе.

Испытание клиновидных поглотителей в реверберационной камере

В дополнение к методу с использованием импедансной трубы безэховые поглотители IAC также проходят испытания в независимых лабораториях на соответствие ISO 354, «Измерение звукопоглощения в реверберационной камере». Выполняя такие дополнительные испытания, IAC гарантирует, что каждая конструкция клина демонстрирует превосходные характеристики поглощения при частотах выше верхнего предела импедансной трубы.

Подтверждение соответствия звукопоглощения камеры до монтажа является лучшим методом обеспечения гарантированной эффективности функционирования камеры.



Сбор данных

Собственная система IAC фиксирует все данные и управляет всеми последующими обработками данных, обеспечивая воспроизводимые результаты в простом и удобном виде. Фиксации данных вручную может быть недостаточно.

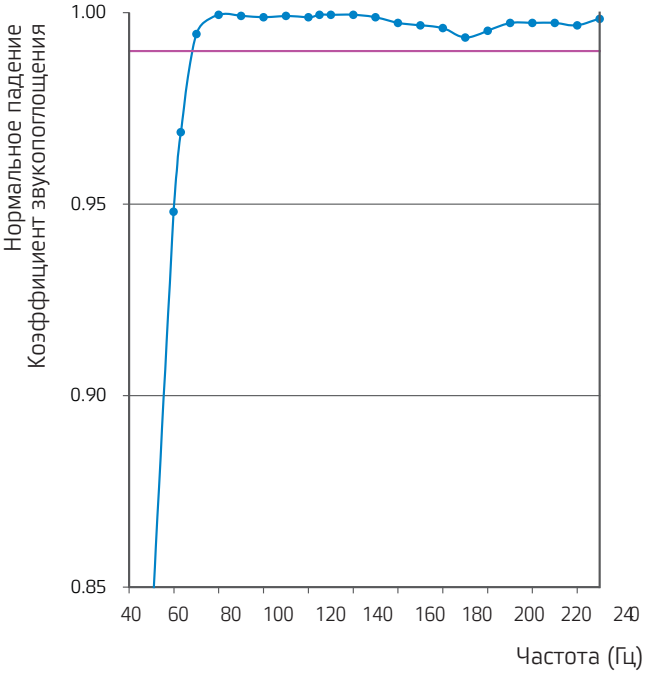
Типовое изображение системы сбора данных IAC для испытания в импедансной трубе эффективной по времени; фактически, испытание отдельного поглотителя занимает менее 30 минут. Такой метод быстрого испытания позволяет IAC вносить изменения в профиль клиновидных поглотителей и оптимизировать конфигурацию материала.

Результаты испытаний поглотителей

Клиновидный поглотитель считается подходящим, если результаты соответствуют коэффициенту звукопоглощения при нормальном падении более 0,99 с необходимой частотой среза и выше.

Справа приведен пример результатов измерений для поглотителя с частотой среза 70 Гц.

Программное обеспечение позволяет проводить испытание отдельной частоты в пределах трубы.



Сравнение клиновидных и плоских поглотителей

С помощью плоских звукопоглощающих панелей также можно создать в полубезэховых камерах свободное звуковое поле. Такие панели, как правило, используются, если пространство ограничено, так как они занимают меньше места, в отличие от камеры с покрытием из клиновидных форм. Плоский безэховый диапазон поглощения IAC Planarchoic™ может быть настроен для работы с определёнными частотами, также как и диапазон с клиньями Metadyne®. Несмотря на то, что камеры, покрытые Planarchoic™, обладают преимуществом в виде увеличения доступной площади помещения, площадь свободного поля является ограниченной (что видно на схеме справа).

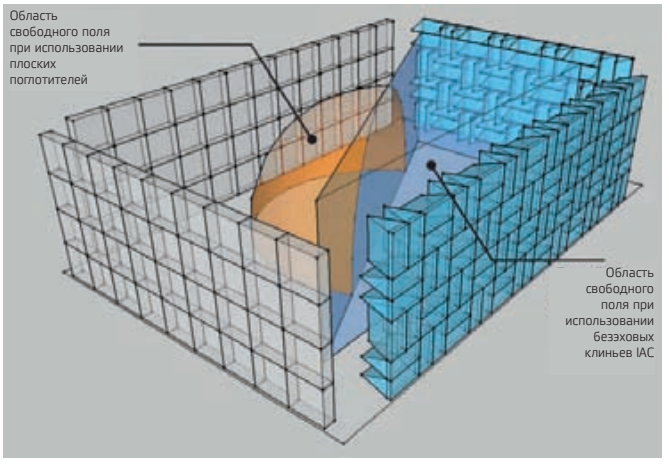
Камеры со свободным полем Planarchoic™ всегда являются полубезэховыми. Как правило, они большие по размеру, могут устанавливаться на жесткой поверхности при отсутствии структурно передаваемой вибрации и шума. Камеры Planarchoic™ подходят для измерения звуков автомобилей, трансформаторов и прочего промышленного оборудования, не требующего очень точных измерений.

Особое внимание следует уделять отношению объёма камеры Planarchoic™ к размерам объекта испытания для обеспечения свободного звукового поля за счёт сокращенного пространства для выполнения целесообразных измерений.

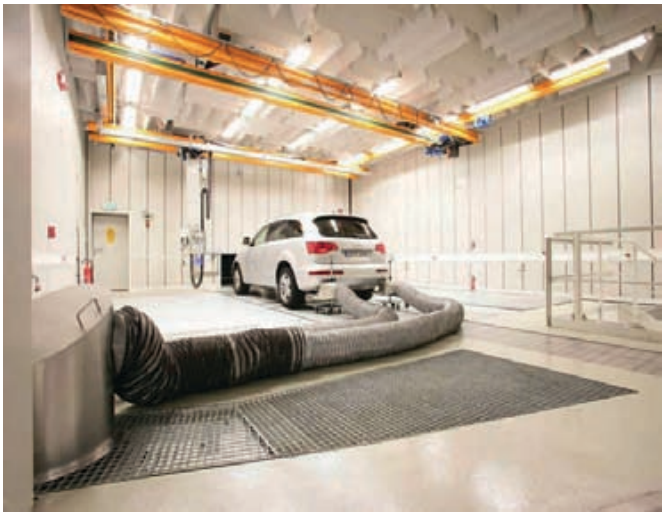
Хотя плоские поверхности способны отражать меньше звуковых волн, но, несмотря на акустическую обработку, их эффективность, как правило, не столь высока, как у клиновидных поглотителей.

Поэтому все прецизионные акустические измерения зависят от правильно подобранного материала. Для разработки и исследований, как правило, нужна высокая точность, и в большинстве случаев необходимо использовать клиновидные поглотители.

Все камеры IAC с клиновидными поглотителями сертифицированы в соответствии с ISO 3745 в части, касающейся определения точных уровней акустической мощности (Класс 1). Камеры с плоскими поглотителями, установленными на поверхностях, как правило, соответствуют требованиям ISO 3744, который распространяется на неточные измерения уровней акустической мощности (Класс 2).



Область свободного звукового поля внутри полубезэховой камеры при сравнении поверхностей, покрытых плоскими поглотителями и клиньями.



Полубезэховая камера с плоскими поглотителями на стенах и с клиньями на крыше для увеличения эффективности поглощения

Технология высокоэффективных звукоизолирующих дверей IAC Noise-Lock®

IAC является ведущим поставщиком высокоэффективных звукоизолирующих дверей с более чем пятидесятилетним опытом в области конструирования и производства дверей. IAC предлагает широкий диапазон стандартных моделей, либо может спроектировать и изготовить двери в соответствии с особыми требованиями заказчика.

Свыше 1 000 000 звукоизолирующих дверных блоков IAC было установлено в промышленных и коммерческих зданиях во всём мире. Они используются во многих областях, дополнительно к установкам акустических испытаний, и обеспечивают высокоэффективное решение в ситуациях, при которых звук должен оставаться или выходить из помещения или здания.

Все двери и рамы IAC Noise-lock® имеют конструкцию, акустически совместимую с помещениями в части, касающейся потери при передаче звука. Петли могут быть выполнены в виде кулачка с быстрым подъёмом или поворотными на одном уровне, в зависимости от требований, тогда как двойные магнитные уплотнители обеспечивают акустические характеристики. Пороговые компрессионные уплотнения могут предоставляться с порогом или без него.

Звукоизолирующие двери IAC Noise-lock® для безэховых сооружений

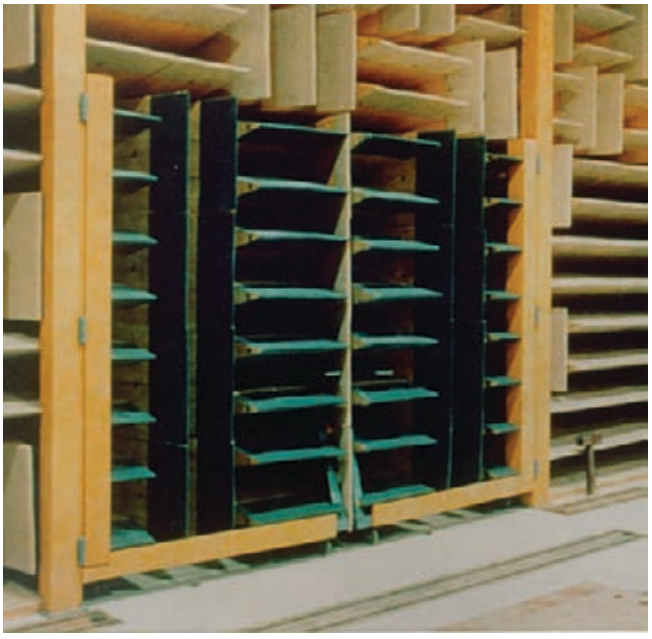
Специализированные двери требуются для безэховых сооружений для поддержания одинакового уровня поглощения, как у прочих стен и поверхностей.

Клиновидные поглотители могут устанавливаться непосредственно на внутреннюю поверхность звукоизолирующих дверей Noise-lock®, либо может использоваться отдельная компоновка в виде «корзины».

Клиновидные корзинчатые двери IAC

Для обеспечения поглощающего клиновидного покрытия на всех стенах, на входах в безэховое сооружение могут отдельно использоваться корзинчатые двери, либо такие двери могут применяться в сочетании с комплектом высокоэффективных звукоизолирующих дверей IAC Noise-lock®.

В зависимости от доступного пространства и типа используемого клина, IAC может предложить экономичное решение для установки корзинчатых дверей в любой ситуации.



Реверберационные камеры

Что представляет собой реверберационная камера?
Реверберационную камеру можно считать противоположностью безэховой камеры, поскольку её границы отражают, а не поглощают энергию звука.
Реверберационные камеры предназначены для определения выходной акустической мощности источников звука, потери при передаче, вносимой потери глушителей, чувствительности микрофонов и выборочных коэффициентов поглощения падения материалов. Они также используются при испытаниях на высоких уровнях звукового давления MIL-STD 810 воздушных судов, космических аппаратов и другого оборудования.

Цель реверберационной камеры заключается в создании среды для акустических измерений с высокой степенью рассеивания, определяемой в качестве акустического поля, в котором акустическая энергия протекает равномерно во всех направлениях.

Реверберационная камера должна обеспечивать звукоизоляцию от посторонних шумов и среду, в которой нужно контролировать температуру, давление и влажность.

IAC установила множество зарекомендовавших себя реверберационых камер в различных конфигурациях. Обладая более чем 60-летним опытом, IAC является пионером и ведущей компанией в области проектирования, конструирования и ввода в эксплуатацию модульных реверберационных камер.

Конструкция реверберационных камер

Для надлежащего функционирования реверберационной камеры особое внимание необходимо уделять ряду факторов, включающих в себя:

- Стандарт или метод испытания
- Внутренний объём
- Размеры помещения по отношению к размеру объекта испытания
- Внутреннее рабочее пространство
- Соответствующий минимальный частотный диапазон
- Внутренний акустический уровень внешнего шума
- Снижение уровня шума
- Виброизоляция
- Системы вентиляции с шумоподавлением
- Двери и проход
- Осветительные и электрические системы
- Общие конструктивные требования

Стандартные комплектации

Реверберационные камеры IAC производятся полностью оснащёнными указанными ниже средствами:

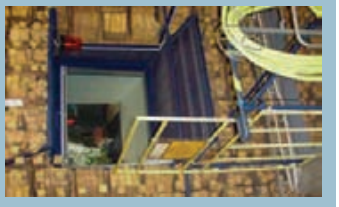
- Конструкция с панелями IAC Hardliner™
- Конструкция с двойной/одинарной стенкой и потолком
- Система вентиляции IAC, соединённая с магистралью подачи воздуха в здание
- Внутреннее освещение и энергоснабжение
- Звукоизолирующая дверь IAC Noise-lock® стандартного размера
- Полные сертификационные и пуско-наладочные испытания

Опции

- Автономная система подачи/вентиляции воздуха
- Дополнительная/крупногабаритная дверь
- Проходные панели с различными типами соединений
- Пневматические подвески или другие типы виброизоляции
- Радиочастотное экранирование
- Поворотные лопатки и/или диффузоры

Ниже представлен пример проекта автомобилей Volvo, в котором полубезэховая камера была полностью отремонтирована компанией IAC с использованием новых поглощающих материалов, звукопоглощающих дверей и глушителей для вентиляционных систем.

До



После

Восстановление

В течение последних двух десятилетий произошёл прорыв в акустических испытаниях, проводимых производителями автомобилей, поставщиками компонентов, инженерно-конструкторскими институтами и образовательными учреждениями вместе с быстрым ростом в создании новых средств акустических испытаний.

Многие более старые конструкции стали изношенными. Они могут включать в себя материалы, которые в настоящее время считаются неподходящими и опасными. IAC может обеспечить вашей конструкции весьма важную модернизацию, соответствующую текущим стандартам и использующую современные материалы повышенной надёжности и технологии. Все изделия IAC проходят строгие испытания, а новые материалы обеспечивают «корпоративный стиль» и высокую эстетичность для удовлетворения отдельных требований каждого заказчика.

Продукты модернизации включают в себя:

- Геодезическую съёмку и проектирование
- Извлечение существующей камеры
- Сменные клинья
- Сменные двери
- Сменную вентиляцию
- Сменное освещение и электрическое оборудование

Отремонтированная безэховая проходная камера с пенным и клиновидным поглотителем IAC Metadyne®

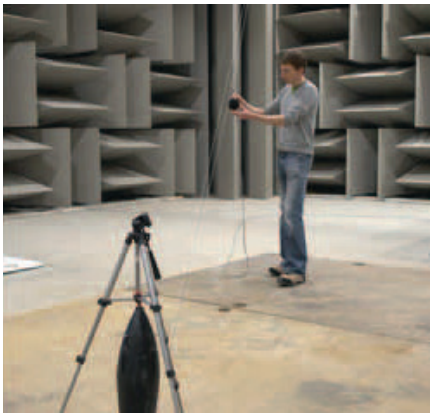
Испытание сооружения и окончательный ввод в эксплуатацию

IAC предлагает комплексную услугу по вводу в эксплуатацию всех установок акустических испытаний для обеспечения соблюдения критериев эффективности и определения точной частоты среза.

IAC была представлена рабочей группе Международной организации по стандартизации для разработки стандартизированного метода испытания безэховых и полубезэховых камер. Новый стандарт (ISO 26101 — Акустика — Методы испытаний для квалификации окружающих свободных полей) обеспечивает метод испытания, применимый ко всем средам со свободными полями, в качестве альтернативы методу, указанному в Приложении ISO 3745, которое, прежде всего, распространяется на безэховые камеры, рассчитанные на измерение уровня звукового давления.

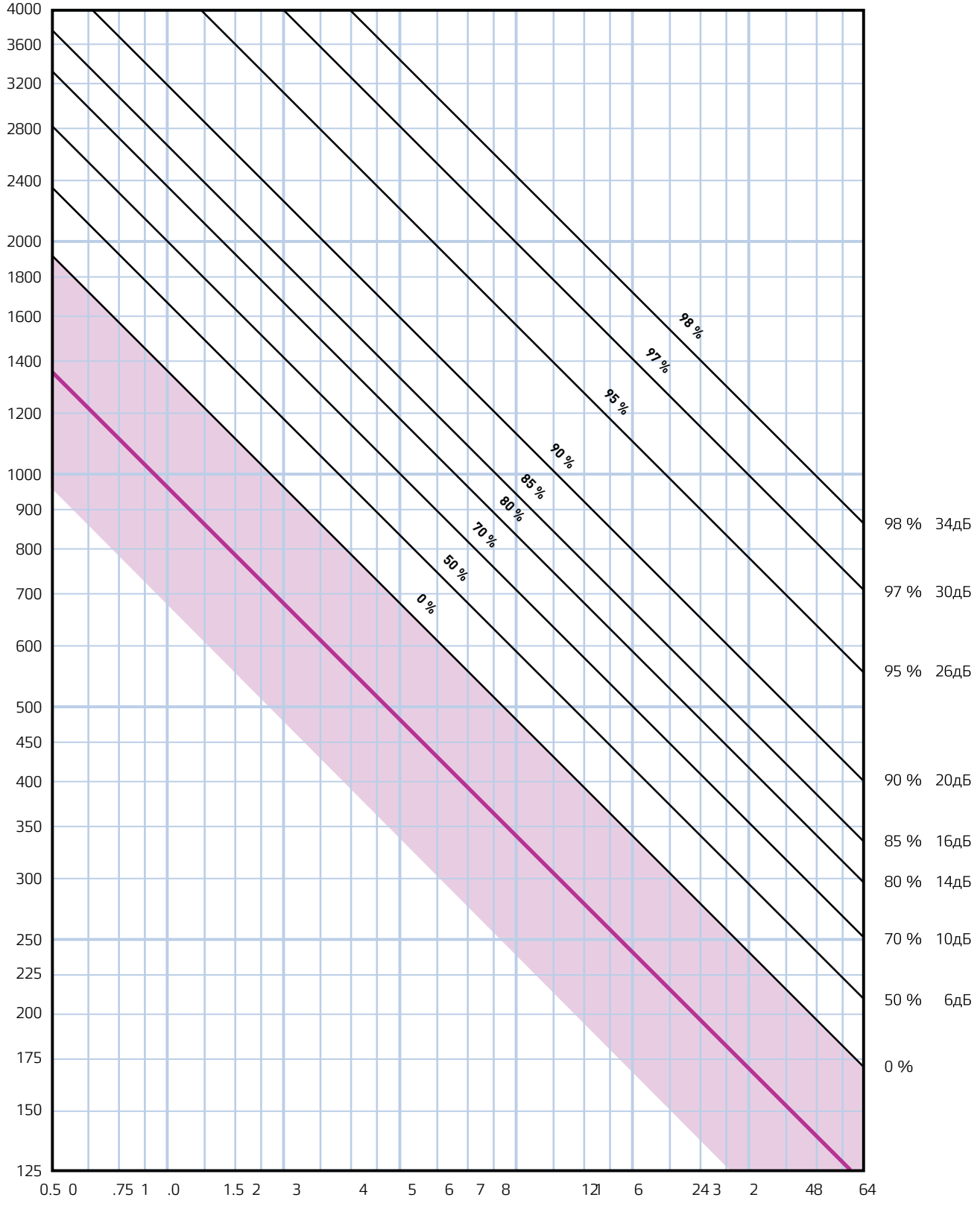
При вводе в эксплуатацию сооружения IAC определяет эффективность камеры, выполняя измерения уровня звукового давления в качестве функции расстояния от источника звука, расположенного в центре камеры, и сравнивая их с соответствующими значениями, прогнозируемыми законом обратной квадратичной зависимости.

В дополнение к вводу в эксплуатацию испытательного стенда IAC также проводит измерения уровней окружающего шума (включая систему вентиляции) и потери передачи, времени реверберации и динамометрического шума. В составе процедуры ввода в эксплуатацию IAC также полностью испытывает и проводит пуско-наладку системы вентиляции сооружения, включая балансировку расхода воздуха.



Технологии и оборудование для виброизоляции IAC Acoustics

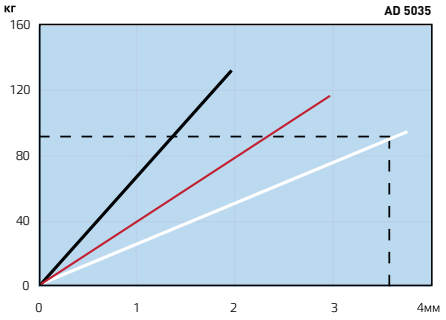
Диаграмма скорости, отклонения и изоляции

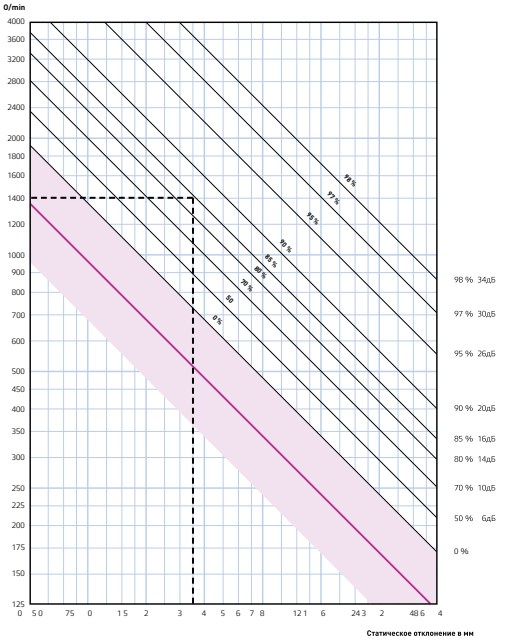


Рассчитайте свою виброизоляцию

Пример 1

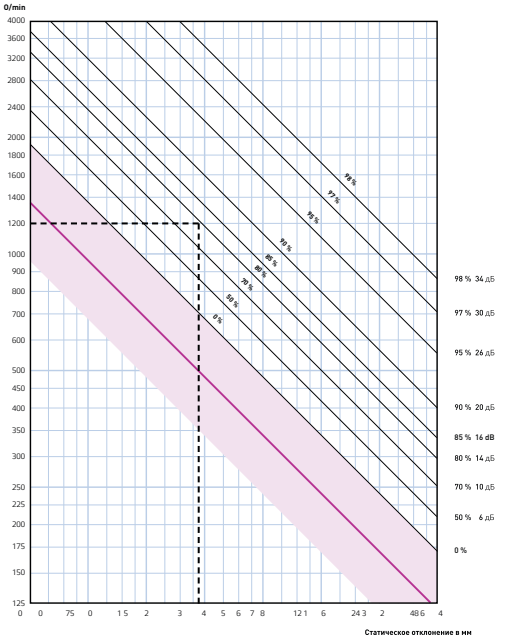
Вентилятор, установленный на стальной раме общим весом 360 кг. Вентилятор работает со скоростью 1 400 об./мин, при этом необходимая степень изоляции составляет 85 %. Согласно диаграмме справа, это потребует статического отклонения в 3,5 мм.
В этом случае подойдёт типовой виброизолятор AD. При установленном вентиляторе на 4 виброизоляторах нагрузка на каждый из них составляет 90 кг с отклонением 3,5 мм. На данном графике показано, что в таком случае могут использоваться 4 поглотителя AD 5035 WHITE.

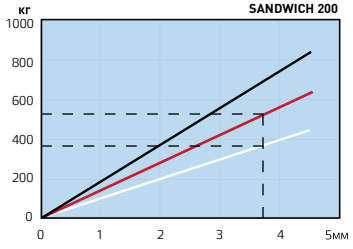


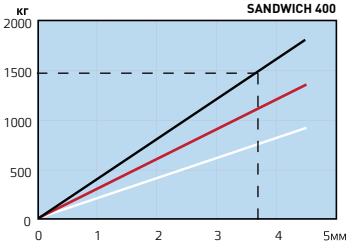


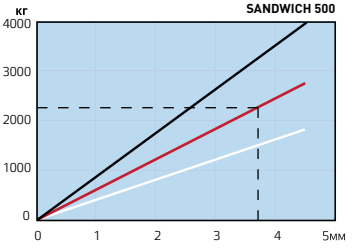
Пример 2

Двигатель весом 640 кг, работающий с частотой вращения 2 800 об./мин, приводит в движение машину весом 2 210 кг с частотой вращения 1 200 об./мин. Задача состоит в снижении количества силы, передаваемой на 20 % силы, вызывающей воздействие.
Двигатель и машина зафиксированы на основной раме массой 1 680 кг, что в итоге даёт массу 4 530 кг.
Основная рама имеет 4 опорных точки, и можно рассчитать, что нагрузка на каждую точку составляет 350 кг, 520 кг, 2 200 кг и 1 460 кг соответственно.
В соответствии с нижеприведённым графиком, степень изоляции в 80 % (которая соответствует 20 % разрушающего усилия) при 1 200 об./мин (конструкция должна соответствовать устройству с минимальными об./мин, как указано выше) требует отклонения в 3,7 мм. Поскольку нагрузка распределяется неравномерно, необходимо использовать различные виброизоляторы. На следующем графике приведено описание креплений VIKAS SANDWICH и показано, что в такой ситуации допускается использование одного WHITE (БЕЛЫЙ) 200, одного RED (КРАСНЫЙ) 200, одного BLACK (ЧЁРНЫЙ) 400 и одного RED (КРАСНЫЙ) 500 изоляторов.









Основные виды виброизоляторов IAC Acoustics

Цилиндрические виброизоляторы: AD, RAD

Цилиндрические виброизоляторы: SDA, SDB, SDC, SDD, SDE

Машинные изоляторы: ADF, ADM, ADP, RADF, RADM, RADP

Резиновые амортизаторы: GB

Полиэфируретановые (PUR) амортизаторы: PB

Резиновые турельные виброизоляторы: FA

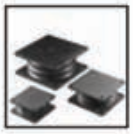
Резиновые турельные виброизоляторы: SD 4343

Резиновые турельные виброизоляторы: FAV

Круглые конусные виброизоляторы: DRD

Круглые конусные виброизоляторы: DSD

Многослойные виброизоляторы: Vikas 100-700



Многослойные виброизоляторы: VIKASH

Резинометаллические рельсы: GMS

Невыпадающие виброизоляторы: CMH

Невыпадающие виброизоляторы: BRB

Невыпадающие виброизоляторы: CML

Невыпадающие виброизоляторы: BSB

Морские виброизоляторы: малые, средние, большие, сверхбольшие

Морские виброизоляторы: VS, VM, VB

Морские виброизоляторы: VS, VM (AISI 316)

Невыпадающие виброизоляторы: VL, VX

Невыпадающие виброизоляторы: CMD

Невыпадающие виброизоляторы: MD

Гидроопоры

Невыпадающие виброизоляторы: CHM

Рамные виброизоляторы: SCH

Рамные виброизоляторы: SCB

Гибкие втулки: VP

Гибкие втулки: GE

Конические виброизоляторы: конус

Конические опоры: AT

Виброизоляторы с открытой пружиной: FDA, FDA1, FDA2, FDA3, FDA4, FDA5, FDA6, FDA9

Пружинные виброизоляторы: SM, SMD, SM2 & SMD2

Сейсмические пружинные виброизоляторы: S4

Ограниченные пружинные виброизоляторы: VRA1, VRA2, VRA4

Сейсмические пружинные виброизоляторы: SSM, SSM2

Корпусные виброизоляторы: Rahbek

Настенные и потолочные крюки: VTOE, VTN

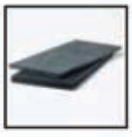
Потолочный крюк Vikas: LOH-VB

Потолочные и настенные виброизоляторы Vikas: CH2

Подвесной пружинный виброизолятор: HHD

Потолочные крюки: CH1

Рифлёные резиновые подушки: RG8



Подушки Vikas Mafund: MF

Область использования	Турельный виброизолятор	Многослойный виброизолятор	Машинный виброизолятор	Невыпадающий виброизолятор	Виброизолятор с открытой пружиной	Противоударные виброизоляторы	Резиновый амортизатор	Гибкая втулка	Инструментальные виброизоляторы			Различные виброизоляторы			Резиновые подушки
									SCH	DRD	Rabek	MD	DSD	Крюки	
Трубопроводные фитинги	X									X	X			X	
Здания							X							X	X
Электродвигатели	X		X	X		X			X						
Двигатели внутреннего сгорания				X		X						X	X		
Генераторы	X			X		X						X	X		
Бытовые приборы									X	X	X				
Офисное оборудование	X								X	X	X		X		
Компрессоры	X	X	X	X	X	X							X		
Дробилки		X		X	X								X		X
Охлаждающие установки	X	X	X	X	X	X			X	X	X		X		
Гибкие соединения							X	X							
Мобильное оборудование		X		X		X	X	X							X
Кромкообрезные станки			X	X									X		X
Прессы			X	X		X							X		X
Насосы	X	X	X	X	X	X			X			X	X		
Трубопроводы		X				X									
Дыропробивные станки			X	X		X							X		X
Печатные машины			X	X		X									
Пилорамы	X		X	X											
Прокатные станы		X													X
Потолки				X										X	
Вентиляторы	X	X	X	X	X				X	X		X	X		X
Станочные системы	X	X	X	X								X	X	X	X

Вибрация и виброизоляция

Введение

С каждым годом растет спрос на снижение шума, издаваемого станками и машинным оборудованием. Использование виброизоляторов является важной частью снижения шума и вибрации, излучаемых промышленными и морскими установками, а также механическим оборудованием, расположенным в офисах, жилых помещениях, студиях, театрах, аудиториях, школах и университетах, больницах и исследовательских лабораториях, а также других местах, где важен низкий уровень шума.

Механическая вибрация жёстко установленного оборудования может передаваться на опорную конструкцию, а также на большие расстояния в виде шума по зданию или конструкции.

Цель виброизоляции заключается в снижении передачи вибрации на опорную конструкцию, при этом правильно спроектированная виброизоляционная система может сокращать вибрации более чем на 95 %.

Эластично установленное оборудование будет иметь как минимум одну естественную частоту (частоты), при которой оно будет колебаться естественным образом. При совпадении распределяющейся и естественной частот происходит усиление вибраций. Следовательно, лучшая виброизоляция обеспечивается, когда распределяющаяся частота значительно выше естественной частоты.

Большая часть механического оборудования может быть эффективно изолирована при условии, если система виброизоляции выбрана в соответствии с простыми процедурами проектирования.

Типы резины

Резина доступна в широком диапазоне различных типов, каждый из которых имеет определённые свойства.

Виброизоляторы IAC Acoustics, как правило, производятся с использованием одного из указанных ниже типов резины. Другие типы резины предоставляются по требованию.

Свойства материала

Гибкость
Для максимального извлечения пользы из свойств резины IAC производит виброизоляторы различного уровня гибкости:

Мягкий	(белая)	гибкость	45 ± 5	Sh
Средняя	(красная)	гибкость	55 ± 5	Sh
Жёсткая	(чёрная)	гибкость	65 ± 5	Sh

Sh. твёрдость по Шору

Поскольку резина не может сжиматься, действие пружины может быть обеспечено, только если резина, находящаяся под давлением, способна расширяться.

Степень сжатия резины определяется по её размеру, форме и гибкости. Гибкость указывает на устойчивость резины к изменениям в форме при нахождении под давлением. Резина может выдерживать высокие нагрузки давления со способностью сжатия порядка 20 % от её ширины ненагруженного профиля.

Боковое давление или «деформация сдвига» обычно может составлять от 10 до 15 % нагрузки давления. Однако не следует забывать, что резина не подвергается усилию на растяжение, поскольку в таком случае срок службы резины будет значительно снижен.

Свойства резины	Натуральный каучук	Неопрен
Адгезионная способность металла	Превосходная	Превосходная
Сжатие	Хорошее	Допустимое
Внутреннее поглощение	Превосходное	Хорошее
Макс. температура работы	70 ºC	100 ºC
Маслостойкость	Плохая	Хорошая
Озоностойкость	Плохая	Хорошая
Стойкость к воздействию солнечного света	Плохая	Очень хорошая
Теплостойкость	Допустимая	Хорошая

Вибрация и виброизоляция

Требования

Нижеуказанное описание процедуры проектирования является удобной и детализированной методикой, но при этом не должно рассматриваться в качестве полного руководства. Тем не менее, ее достаточно для решения подавляющего большинства трудностей, связанных с проектированием в случае, когда:

- Виброизоляторы значительно мягче основания и опор машины.
- Сила вибрации поступает почти через центр тяжести.
- Расстояние между виброизолятором больше вертикального расстояния между уровнем виброизолятора и центром тяжести.
- Проектирование не нацелено непосредственно на степень изоляции, которая ниже 70 %.

Очень низкие скорости вращения требуют очень высокой степени деформации для достижения высокой степени изоляции. Однако поскольку высокая степень деформации может приводить к позиционной нестабильности, общее решение заключается в выборе виброизолятора, который является настолько жёстким, что резонансная частота становится выше частоты воздействия.

Это обеспечивает нулевую изоляцию применительно к основной частоте, однако ударные и высокочастотные вибрации поглощаются в значительной степени, что часто приводит к неправильной интерпретации процесса.

Опорная промежуточная или базовая рама

Поскольку конструкция машин состоит из нескольких устройств, их следует устанавливать на одну опорную промежуточную или базовую раму. В таком случае виброизоляторы устанавливаются между рамой и фундаментом. Если отдельные устройства обладают разным числом вращения, следует выбирать изоляцию в соответствии с наименьшим числом оборотов.

Тяжёлая опорная промежуточная или базовая рама, которая значительно увеличивает общий вес машины, оказывается стабилизированной при правильном расположении. Однако если сила вибрации выше и/или число оборотов является низким, в таком случае рекомендуется добавить дополнительную массу в указанном ниже порядке размерности (где «м» соответствует массе машины в кг):

Необходимое число оборотов	Вес избыточной массы (кг)
<800	1,5–2,0 x м
800–1 200	1,0–1,5 x м
>1 200	0,0–1,0 x м

Бетонное основание

Предположительная правильная виброизоляция может полностью потерять эффективность, если основание будет иметь недостаточную массу или жёсткость. В нижеуказанной таблице представлены соответствующие значения величины массы машины, которая может размещаться на бетонном слое определённой толщины. Если слой располагается непосредственно на земле, масса может быть увеличена вдвое.

Толщина бетонного слоя (мм)	Макс. допустимая масса машины (кг)
150	1 000
200	2 000
300	5 000
400	8 000
600	10 000

Гибкие соединения

При установке машины на виброизоляторы необходимо проверять, чтобы вибрации не передавались по жёстким, негибким соединениям. На стыках труб должны быть установлены гибкие соединительные звенья (такие как резиновые шланги или компенсаторы). Кабели также должны быть гибкими, а осевые соединения должны быть оснащены гибкими муфтами.

Ударные воздействия

При выборе виброизолятора для мобильных установок в разработке также должны учитываться ударные воздействия, то есть, виброизоляторы, в дополнение к массе машины и силе вибраций, должны быть способными выдерживать ударные воздействия. Рекомендуется рассчитывать дополнительно от 50 до 100 % для выдерживания удара. Дополнительно рекомендуется использовать виброизолятор с «невыпадающей» конструкцией, такой как CMH, CML, морские виброизоляторы, MD, CHM и конусы.

Установка виброизоляторов

В идеальном варианте виброизоляторы должны располагаться симметрично вокруг центра тяжести и в соответствии с одинаковой компоновкой.

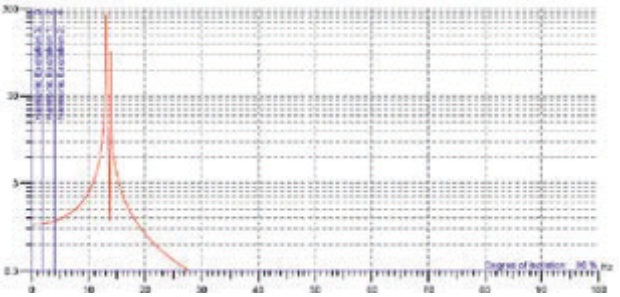
Если нагрузка на виброизоляторы является неравномерной, изоляторы необходимо выбирать так, чтобы степень деформации оставалась одинаковой во всех точках.

С чисто практической точки зрения установка виброизоляторов на одном горизонтальном уровне вокруг центра тяжести может быть затруднительной. В таком случае расстояние между виброизоляторами должно быть больше горизонтального расстояния между виброизоляторами и центром тяжести.

Технический и практический аспекты

Расчёт виброизоляции может быть довольно сложным и зачастую требует использования различных усовершенствованных инструментов, которые, как правило, не используются при простом выборе изолятора. IAC Acoustics обладает собственными знаниями и также использует инструменты и программное обеспечение для поиска решений комплексных установок, требующих вибро- и противоударной изоляции, когда простого выбора недостаточно. Мы помогли многим клиентам в тонкой настройке новых продуктов, выполняя сложнейшие расчеты и проектирование по снижению уровня вибрации, которая охватывает:

- Разработку специальных опор
- Усовершенствованные расчёты 6DoF (степени подвижности)
- Контроль с помощью измерений вибрации
- Проекты с установкой под ключ, при которых мы используем собственных обученных монтажников, специализирующихся на ослабление шума, передаваемого по конструкциям зданий
- Усовершенствование существующих систем



Мы способны реализовать почти любой проект, в котором присутствуют вибрационные и противоударные технические расчёты, а также взаимодействуем с ведущими партнёрами, консультантами по акустике и архитекторами. Как правило, когда требуется анализ методом конечных элементов или крупномасштабные измерения, технически грамотный специалист играет важнейшую роль ввиду сложности работы.

Ниже представлены несколько примеров специальных проектов, в которых принимала участие IAC Acoustics. Они включают в себя виброизоляцию оснований от 20 до 500 тонн и даже усовершенствованные элементы с вязкостным демпфированием. Такие типовые области применения требуют использования высококачественной продукции и высокого уровня документации.

Пример 1. Шумоподавление в зданиях с помощью виброизоляции может быть обеспечено с помощью:

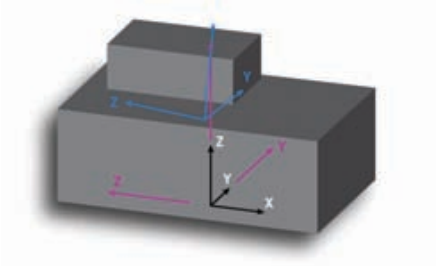
- Отливки на месте плавающего пола
- Пассивной изоляции строительных элементов
- Установки машин на инерционных основаниях
- Изолирования лестничных пролётов для демпфирования шума шагов
- Расчётов всех разнообразных систем

Пример 2. Демпер с настроенной массой в стальной секции пешеходного моста

Такой специально выполненный демпфер сочетает в себе пружинную и вязкостную демпфирующую систему.

Виброизоляция мусоропровода

Насосная станция, установленная на противоударных демпферах



Пример 3. Модель большого бетонного основания с 2-тактным дизельным двигателем

Виброизоляционная система состоит из 144 резиновых подушек типа VIKAFOAM25810 (дополнительные сведения представлены в отдельном каталоге VIKAFOAM), установленных под основанием.

Изоляция бетонного основания была обеспечена путем установки резиновых подушек по всей площади пола при выемке грунта под основание. Затем бетон был закачан в отверстие, а основание было отлито непосредственно на резиновых подушках.

Объём выполненных работ:

- Динамический анализ
- Расчёт частот собственных колебаний и визуализация форм колебаний
- Кривые коэффициентов передачи
- Поставка резиновых подушек согласно расчётам

Точки статического смещения							
Наимено вание	Кас.	X (мм)	Y (мм)	Z (мм)	Phix (º)	Phiy (º)	Phiz (º)
Машина		0,039	0,007	1,326	0,000	0,001	0

Собственные частоты	1	2	3
Fe (Гц)	10,328	13,070	13,914
ом(рад/с)	64,894	82,123	87,424
X M	0,000	0,000	0,000
Y M	0,000	0,000	0,000
Z M	0,023	1,000	1,000
Phix M	1,000	0,003	0,002
Phiy M	0,000	0,324	0,108
Phiz M	0,037	0,000	0,000

За последние годы IAC Acoustics выполнила больше проектов, требующих проектных виброизоляционных решений для больших оснований.

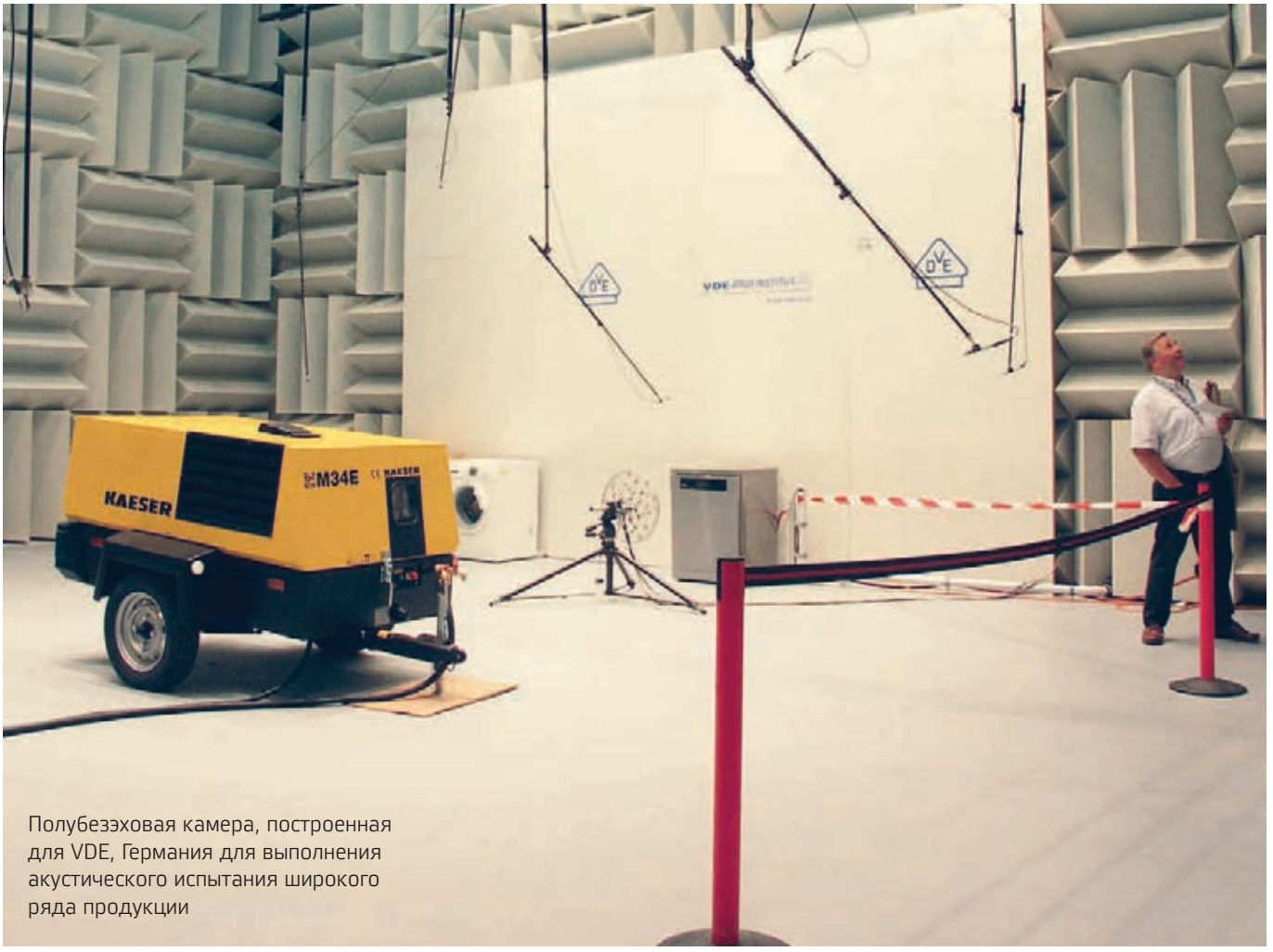
Акцентированное внимание на контроле звука в зданиях, расположенных рядом с транспортными системами, означает повышенную потребность в виброизоляции зданий от внешнего и внутреннего шумов. Для этого зачастую используются полиэфируретановые продукты VIKAFOAM (для получения дополнительных сведений см. отдельный каталог VIKAFOAM), которые выполнены со стандартными размерами 500 x 2 000 мм.

Примеры установок

Противоударная изоляция морского маяка (вид сбоку)

Виброизоляция стенда для испытаний клапанов

Примеры успешно завершенных проектов



Полубезэховая камера, построенная для VDE, Германия для выполнения акустического испытания широкого ряда продукции

Акустическое испытание для промышленных производителей готового оборудования

IAC осуществляет поставки крупнейшим в мире брендам с различными видами установок для акустических испытаний. От компьютерных компонентов до крупных дизельных двигателей и генераторов - IAC может предлагать решение по обеспечению сертифицированной установки для проведения акустических измерений и испытаний. От поставки комплектов поглотителей до комплексной установки под ключ IAC может обеспечивать экономичное решение согласно вашим требованиям к испытаниям.

Типы предлагаемых установок

Предлагаемые типовые установки представляют собой безэховые испытательные камеры или реверберационные камеры, преимущественно используемые для сертифицирования продукции и выполнения научных исследований. В дополнение к обеспечению более крупными установками IAC также может предоставлять компактные безэховые камеры для испытания малых устройств и компонентов для электронной промышленности.

IAC является крупнейшим в мире поставщиком сертифицированных установок для акустических испытаний

Обслуживание под ключ IAC

В дополнение к ряду испытательных установок под ключ для автомобильного сектора IAC также предоставляет комплексные установки поставщикам готового оборудования, включая все гражданские и строительные работы плюс поставка любого специализированного дополнительного оборудования, которое может потребоваться.

Камеры под ключ IAC

При необходимости, либо если клиенту необходимо комплексное решение IAC совместно с компанией «Остек-Электро» предоставляет установку под ключ, включая все строительные работы.

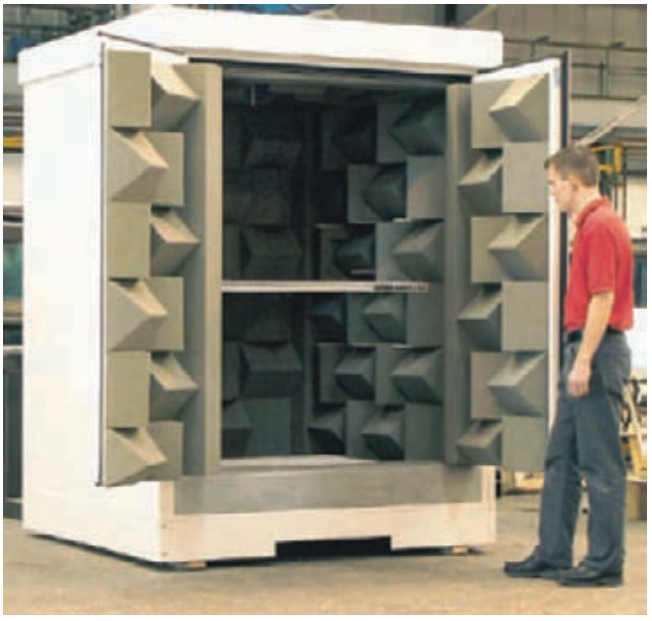
Выбор в пользу обслуживания IAC под ключ не только сводит к минимуму риски, но также обеспечивает включение в установку наиболее подходящего акустического пакета и выполнение требований наилучшего стандарта.

Для крупных камер, рассчитанных на размещение двигателей, таких как дизель-генераторы, IAC проектирует заказную механическую и электрическую систему для обеспечения прохождения соответствующего количества воздуха в камеру и удаления всех токсичных газов в атмосферу.

Мини безэховые камеры IAC Microdyne®

Мини безэховые камеры IAC обеспечивают компактную, экономичную безэховую среду для испытаний, в которой производители малых устройств и компонентов могут точно измерять шумовые излучения своей продукции.

- Проектируемые по заказу и производимые согласно практически любому размеру/спецификации
- Высокоэффективные — с типовой частотой среза в размере 300 Гц
- Малозатратные (по сравнению с «встраиваемыми» камерами)
- Полностью собранные, готовые к использованию
- Идеально подходящие для разработки продукции и контроля качества
- Сотни установок, используемых во всём мире
- Также имеются более крупные безэховые и полубезэховые испытательные камеры
- Прошедшие регистрацию по контролю качества согласно BS EN ISO 9001



Мини безэховые камеры Microdyne® проектируются и изготавливаются IAC для размещения определенных изделий и методов испытаний для отдельных заказчиков. Размер устройства рассчитывается с учётом того, где оно будет использоваться. Опциональные функции также включают в себя:

- Одно- или двустворчатые звукоизолирующие двери
- Решётчатые полки и подвесы для крепления объекта испытания
- Углубления в стенах для кабелей, проводов и т. д. в любом выбранном положении
- Разнообразие цветов для вспененных клиньев и наружной отделки

Типовые области применения

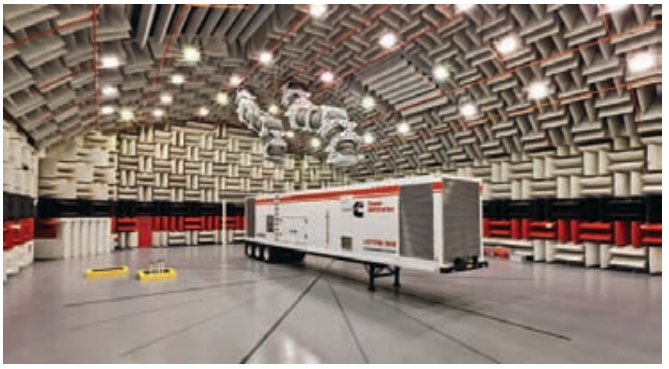
Мини безэховые камеры IAC превосходно подходят для испытания и разработки широкого диапазона продукции, включая:

- Оборудование Telecoms, в том числе, мобильные телефоны
- Колонки и другие аудио/визуальные устройства
- Малые бытовые электроприборы
- Малые двигатели и вентиляторы
- Компьютерные дисководы
- Медицинские инструменты
- Автомобильные компоненты

Пример минибезэховой камеры Microdyne® во время использования программного обеспечения

Проект IAC — Cummins Power Generation

- Проект под ключ
- Полубезэховая камера
- Срез 50 Гц (основная камера)
- Соответствует требованиям ISO 3745
- Бесшумная система обработки воздуха IAC Quiet-Vent® передаёт воздух со скоростью 105 м3/с
- Срез 150 Гц (малая камера)



Cummins Power Generation является дочерним предприятием Cummins Inc. с штаб-квартирами в Фридли, Миннесота. «Установка для акустических испытаний», которая является крупнейшей в мире, состоит из двух отдельных полубезэховых камер, помещения управления и участка подготовки.

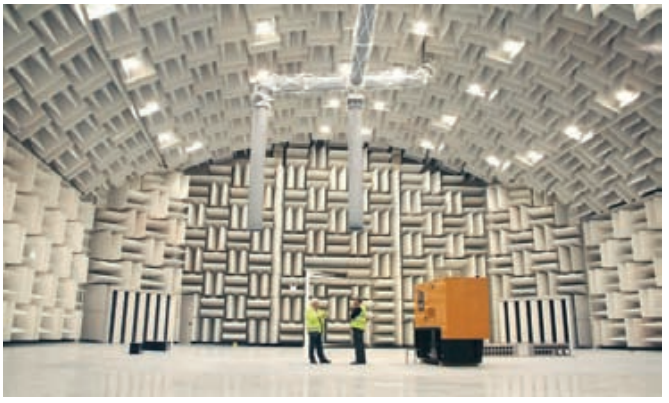
Новая установка была построена для выполнения точных акустических измерений вокруг комплектов генераторов всех размеров. Способность выполнять точные измерения обеспечила Cummins возможность точно определять источники шума вокруг генераторной установки и в конечном итоге разрабатывать более тихие системы для генераторов в будущем. До момента постройки нового здания площадью 23 000 квадратных футов акустическое испытание было проведено вне помещения; при этом воспроизводимое испытание стало затруднительным, а также вызвало нежелательный шум на расположенных рядом объектах. Новые полубезэховые камеры не только придают акустическую точность пространству для испытаний, но также обеспечивают сохранение шума в здании. Это значит, что испытание может проводиться в течение более длительных периодов с увеличением производительности.

В качестве поставщика под ключ IAC несла ответственность за все аспекты проектирования и строительства. IAC охватывала все механические, электрические, акустические и гражданские аспекты работы и использовала весь большой опыт IAC в широком диапазоне областей применения, включая акустические жалюзи, шумоглушители Quiet-vent®, акустические панели Noishield™, установки подготовки воздуха, клинья Metadyne® и звукоизолирующие двери Noise-lock®.

Со способностью испытания крупных генераторных установок, которые производят до 3,3 МВт электричества, а также с возможностью расширения для обработки генераторных установок до 4,4 МВт в будущем, IAC очень тесно сотрудничала с Cummins по проектированию установки обработки воздуха и механической установки. Система, которая включает в себя устройства акустической обработки звука IAC, камеры и трубчатые шумоглушители, обеспечивает подачу воздуха до 105 м3 в секунду при поступлении в основную камеру и из неё. Передвижение такого объёма заглушенного воздуха стало реальным затруднением, однако в настоящее время, после установки, управление всей системой может осуществляться одним оператором с помощью разработанной IAC системы управления.

Проект IAC — FG Wilson

- Полубезэховая камера под ключ
- Частота среза 25 Гц
- Реверберационная камера 100 Гц
- Соответствует требованиям ISO 3745
- Соответствует требованиям ISO 3741
- Бесшумная система обработки воздуха IAC Quiet-vent® перемещает 100 м3/с воздуха



IAC построила одну из крупнейших когда-либо созданных компанией безэховых установок для испытания дизель-генераторов. Безэховая камера обеспечивает современную установку для испытания двигателей для FG Wilson в Северной Ирландии, входящей в состав всемирно известной Caterpillar Group.

FG Wilson является одним из крупнейших производителей дизельных и газовых генераторов в мире. Новая установка, заявленная Инженерным центром передовых технологий, содействует в производстве и научно-исследовательском деле на площадке, при этом генераторные установки предназначены как для европейского, так и для американского рынков.

Расположенная прямо в сердце местного сообщества в Ларне, предыдущая «бесшумная круговая» испытательная установка компании на открытом воздухе вызывала шумовую помеху. Новая установка практически устраняет все воздействие окружающей среды, сдерживая шум, а также обеспечивает превосходную «воспроизводимую» среду для испытания звука, исключая ветер и климатические помехи.

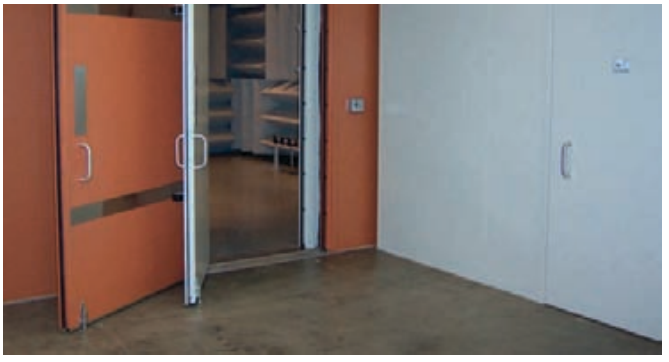
Срок реализации проекта составил лишь 12 месяцев; в него вошли два компонента: полубезэховая камера, рассчитанная под срез 60 Гц и 40 Гц для соответствия требованиям нормативов Соединённого Королевства и США, и также реверберационная камера с частотой среза 100 Гц.

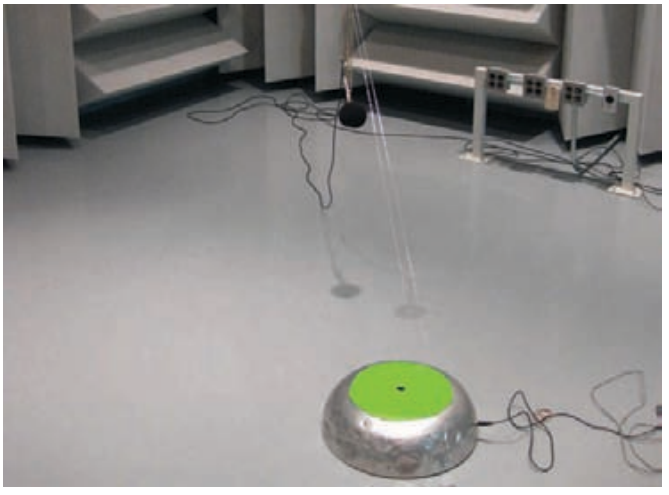
Площадка соответствует всем международным требованиям, ISO 3744, ISO 3745 и стандарту ЕС по маркировке CE.

Торжественное открытие Инженерного центра передовых технологий проводилось под руководством Марка Суини, Исполнительного директора FG Wilson. Экономическая важность площадки была настолько высока, что на церемонии также присутствовала Анджела Смит, министр по предпринимательству, торговле и инвестициям, а также Билл Ронер, Вице-президент энергетического подразделения Caterpillar и Джон Лесли, председатель совета директоров Invest Northern Ireland.

Научно-исследовательский объект AMD

- Полубезэховая камера
- Частота среза 100 Гц
- Уровень внешнего шума внутри камеры ≤10 дБ(А)
- Конструкция с двумя стенками
- Высокие акустические характеристики, так как площадка находится очень близко от Международного аэропорта Остин Бергстром, где ежедневно воздушные суда поднимаются над площадкой
- Камера, используемая для испытания компьютерных охлаждающих вентиляторов



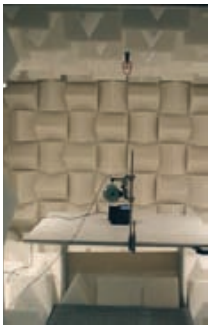


Инженерный центр передовых технологий FG Wilson

- Полубезэховая камера, соответствующая требованиям ISO 3745 с частотой среза 25 Гц
- Низкочастотные клинья Metadyne®
- Бетонная реверберационная камера с «асимметричной стенкой» объёмом 275 м3, соответствующая требованиям ISO 3741, с частотой среза 100 Гц
- Сертифицированная для испытания согласно EN2000/14 и SL2001/1701
- Четыре акустические установки кондиционирования воздуха (AHU) IAC обеспечивают подачу 100 м3/с посредством угловых вентиляционных воздуховодов
- Воздушный поток может контролироваться для подачи охлаждающего воздуха в любом положении
- Отвод тепла (до 3,6 МВт), удаляемое через бесшумный выпускной канал верхнего уровня и шумоглушитель с одного конца здания
- Установленная на крыше спаренная вытяжная система удаляет вредные газы

Научно-исследовательсткая установка Microsoft

- 2 мини безэховые камеры
- 2 полностью безэховые камеры, каждая с частотой среза 250 Гц и одинаковыми акустическими характеристиками
- Соответствует требованиям ISO 3745
- Клинья из огнестойкого пеноматериала
- Полностью безэховые камеры включают в себя встроенные регулируемые по высоте столы для объектов испытаний, защиту из проволочной клетки на дверях и индивидуально изготовленные вырезы для системы пожарной безопасности



Установка для акустических испытаний Rank Xerox

- Соответствует требованиям ISO 3745
- Полубезэховая камера с частотой среза 100 Гц
- Клиновидные поглотители Metadyne®
- Внутреннее пространство для испытаний размером 200 м^3 (между верхушками клиньев)
- Используется для испытания офисного оборудования
- Уровень внутреннего шума NR10
- Проект под ключ

Акустическое испытание для образовательных и передовых исследований в области науки

В дополнение к тому, что IAC является крупнейшим в мире поставщиком решений по борьбе с шумами, она также уникальна благодаря своей способности в части предоставления ряда лучших установок акустических испытаний колледжам, университетам и исследовательским группам во всём мире. Специализированные образовательные учреждения, в которых проводятся передовые исследования, требуют высочайших акустических спецификаций для своих установок. Решения компании IAC стали наиболее предпочтительными для нескольких лидирующих мировых компаний.

Типовая конструкция

Беззэховые камеры, используемые исследовательскими учреждениями, как правило, выполнены из модульных акустических панелей IAC согласно конфигурации камер Schedule 40 (одинарная стенка) или 60 (двойная стенка) Microdyne

IAC предоставляет безэховые камеры с чистым тоном для исследовательских учреждений

Клиенты IAC

IAC работала со следующими организациями в части, касающейся установок для акустических испытаний с высокими техническими характеристиками:

- Институт исследований звуковых и вибрационных колебаний (ISVR) в Университете Саутгемптона
- Национальная физическая лаборатория (NPL)
- Университет Солфорда
- Университет Маккуори
- CEM
- Имперский колледж Лондона
- Оксфордский Университет
- Университетский колледж Лондона (UCL)
- SATRA Technology

Камеры Schedule 60 Microdyne®

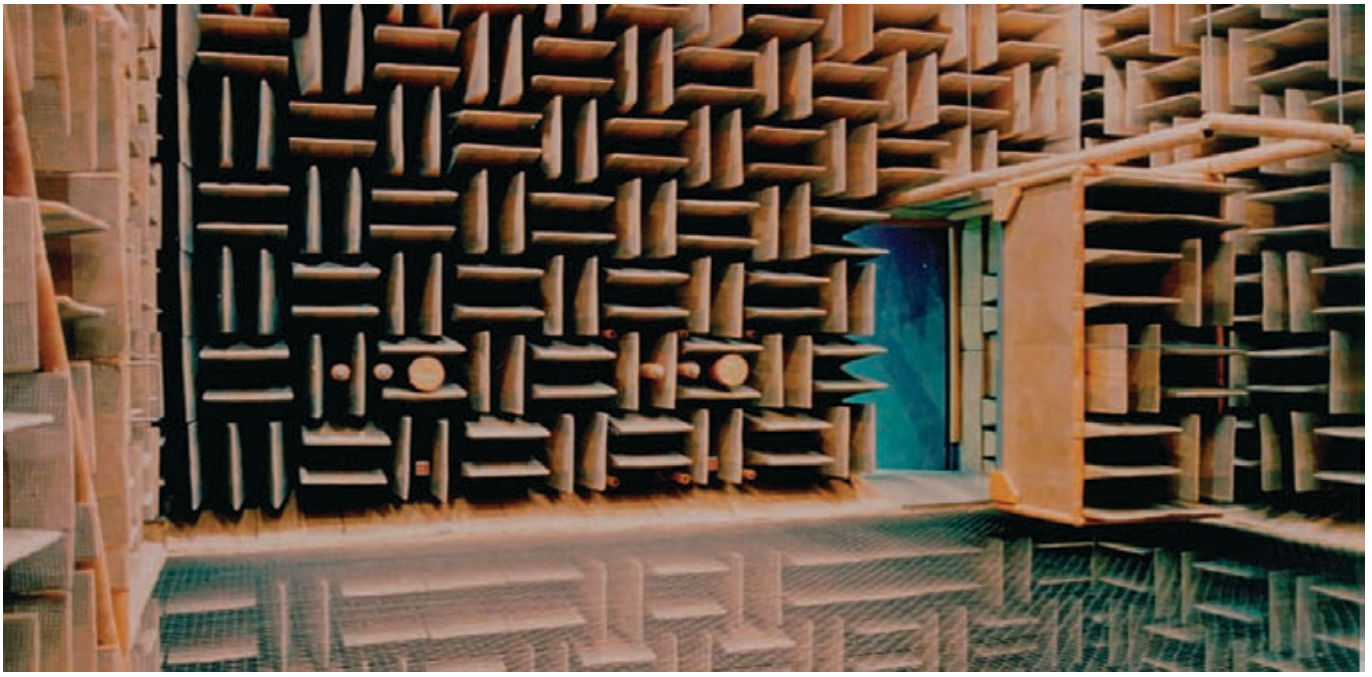
Безэховое помещение IAC Microdyne® Schedule 60 предназначено для физика или инженера по исследованиям, который должен выполнять точные измерения звука в свободном звуковом поле. Помещения Schedule 60 обеспечивают высокие характеристики потери при передаче звука (TL) и имеют внутреннее пространство, полностью облицованное клиновидными поглотителями для соответствия этим требованиям.

Для максимальной звукоизоляции помещения IAC Schedule 60 спроектированы в виде комнаты в комнате с установленными сертифицированными компонентами IAC Noise-lock® и Moduline™. Внутреннее помещение разработано на основе виброизоляционной системы, созданной с учетом особого веса и частоты среза комнаты.

Камеры Schedule 40 Microdyne®

Камеры Schedule 40 предназначены для областей применения и мест расположения, в которых характеристики шумоподавления конструкции с одинарной стенкой и потолком обеспечивают соответствующую звукоизоляцию.

Конструкция с одной стенкой приводит к меньшим общим наружным размерам и особенно подходит для установки в менее шумных местах. Во всех других случаях Schedule 40 аналогична серии Schedule 60 с одинаковыми доступными стандартными возможностями и опциями.



Стандартные комплектации

Безэховые помещения Microdyne® включают в себя следующие стандартные конструкции:

- Клиновидные поглотители (вспененные, стекловолоконные или IAC Metadyne®) с необходимыми низкими частотами среза
- Конструкция с двойной или одинарной стенкой и потолком
- Стандартная вентиляционная система IAC в паре с питающей сетью здания
- Освещение (внутреннее) с минимальным акустическим отражением
- Трубчатые кабельные порты
- Внутренняя не отражающая система перекрытий кабеля над напольными клиньями с расположенной ниже нейлоновой защитной сеткой
- Напольная система IAC Acousti-flote™ с виброизоляторами
- Одна клиновидная звукоизолирующая дверь IAC Noise-lock®

Опции

- Напольная решётка для камер, предназначенных для установки тяжёлых предметов
- Дополнительные или увеличенные звукоизолирующие двери Noise-lock®
- Панели доступа для оборудования и испытательных отверстий
- Двойной пол Acousti-flote™ для безэховых помещений Schedule 60
- Пневматические подвески, пружины или другие типы виброизоляторов
- Независимая вентиляционная система
- Радиочастотное экранирование

Полы

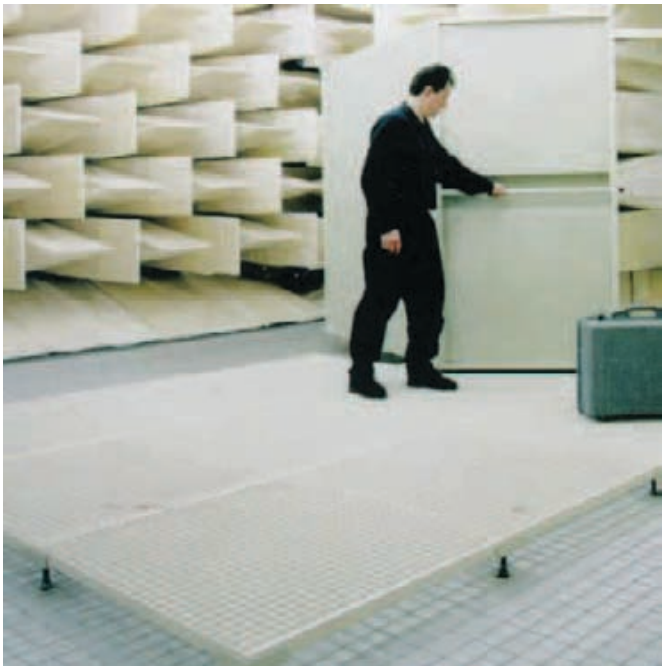
Полностью безэховые камеры вызывают затруднения, когда людям необходимо войти в установку, чтобы разместить объекты испытаний. IAC разработала ряд напольных решений для сведения к минимуму отражений звуковой волны. В типовых установках используется решётчатая система для максимального увеличения поглощающей способности напольных клиньев. IAC также использует ряд тросовых полов для поддержки людей и тяжёлых объектов испытаний. Применительно к установкам с очень высокими характеристиками IAC разработала ряд убирающихся полов, которые при использовании полностью удаляют любые отражающие поверхности для обеспечения наиболее точных измерений.

Тросовые полы

Полностью безэховые камеры IAC, как правило, оснащаются натяжным тросовым полом, расположенным примерно в 100 мм над краями напольных клиньев. Под данным тросовым полом располагается нейлоновый выступ, служащий для предотвращения попадания загрязнений и мелкого мусора.

Тросовый пол состоит из троса из нержавеющей стали, переплетенного в виде перекрещивающейся матрицы с шагом 50 мм. Каждый трос натянут от стального кольца на балке со звукоизоляцией с помощью стяжных муфт с одной стороны и цилиндрической пружины — с другой. Это гарантирует, что пол является прочным при равномерной деформации и неизменных характеристиках пружины.

Пример полностью безэховой камеры Microdyne® с решётчатым полом для ISVR в Саутгемптоне



Пример полностью безэховой камеры Microdyne® с тросовым полом и дополнительной платформой для Deutcshe Telekom

Типовые области применения точных камер

Типовые области применения ряда высокоточных безэховых и полубезэховых камер IAC включают в себя следующее:

Калибровка микрофона

- Основная калибровка, метод взаимности свободного поля
- Вторичная калибровка с помощью метода замены
- Частотная характеристика и направленность

Калибровка измерителя уровня звука

- Оценка образца
- Частотная характеристика
- Направленность

Психоакустическое испытание

- Испытание звукового восприятия, как правило, используется в ходе проектирования и разработки продукции
- Пример проведенного исследования представлен Stable Micro Systems Ltd в Национальной физической лаборатории Соединённого Королевства, где испытания проводились на «хрупкости» печенья и его воздействии на человеческое восприятие вкуса

Испытание сенсорной депривации

- Используется для военных и образовательных исследований

Разработка и проектирование громкоговорителя

- Измерения выходной акустической мощности
- Технологический проект громкоговорителя
- Искажение и частотная характеристика

Акустическая наука

- Проекты докторов наук
- Ультразвуковое исследование
- Виртуальная акустика — создание имитаций звука концертных залов, городских улиц и других пространств

Маркировка/сертификация CE

- Перед продажей все машины должны проходить выходную проверку акустической мощности
- Испытание игрушек для обеспечения их пригодности для детского слуха
- Такие устройства как средства защиты органов слуха должны проходить испытания в безэховой камере для измерения их эффективности

Исследование слуха

- Аудиометрия свободного поля
- Испытание кохлеарного импланта

Группа компаний Остек
Акустические безэховые и реверберационные камеры.
Измерения и испытания.
Шумоподавление и виброизоляция.

121467, Российская Федерация
г. Москва, ул. Молдавская 5/2
телефон: +7 (495) 788-44-44
факс: +7 (495) 788-44-42
e-mail: info@ostec-group.ru
www.ostec-electro.ru

Узнайте больше
на нашем интернет-сайте