Акселерометры
Пъезоэлектирческие DeltaShear®, Uni-Gain®, DeltaTron® и специальных типов

“V” типы: 4321V, 4370V, 4371V, 4375V, 4381V, 4382V, 4383V, 4384V, 4391V, 4393V
Uni-Gain типы: 4321, 4370, 4371, 4375, 4378, 4379, 4381, 4382, 4383, 4384, 4391, 4393
Uni-Gain DeltaTron типы: 4394, 4395, 4396, 4397, 4398, 4399
Специальные типы: 4326A, 4326A-001, 4374, 8305, 8309, 8318C, 5958

ПРИМЕНЕНИЕ:

- Измерения и анализ вибраций и ударов
- Мониторинг вибрации
- Модальный и структурный анализ
- Контроль при виброиспытаниях

ОСОБЕННОСТИ:

- Приемлемые по цене типы DeltaShear “V” наилучшим образом подходят для постоянной установки
- Uni-Gain типы взаимозаменяемы
- DeltaTron типы со встроенной электроникой
- Динамический диапазон от 20 мкм/с$^{-2}$ до 1000 км/с$^{-2}$
- Частотный диапазон от долей Гц до 60 кГц (предел +10%)
- Температурный диапазон –74^0 до +250^0 С
- Низкая чувствительность к влиянию условий окружающей среды, включая изменения температуры
- Малая чувствительность к деформации основания
- Паспорта с индивидуальными данными калибровки
- Долговременно стабильные параметры в результате искусственного старения

Brüel & Kjær

Фирма Брюль и Къер предлагает широкий диапазон акселерометров, которые удовлетворяют всевозможным требованиям Заказчика. В дополнение к описанным в данном справочном пособии акселерометрам фирма Брюль и Къер выпускает акселерометры для использования в тяжелых промышленных условиях, разработанные для специального применения. Подробное описание специальных акселерометров дается в соответствующих справочных пособиях.

Чувствительный элемент акселерометров Брюль и Къер состоит из пьезоэлектрических дисков или пластинок, нагруженных и зафиксированных зажимным приспособлением. Когда акселерометр подвергается воздействию вибрации, эта масса действует на чувствительный элемент силой. Вследствие пьезоэлектрического эффекта эта сила порождает соответствующий электрический заряд.

На частотах от DC до приблизительно 1/3 резонансной частоты акселерометра ускорение сейсмической массы равно ускорению всего акселерометра. Следовательно, заряд, производимый пьезоэлектрическим элементом пропорционален ускроению механических колебаний поверхности объекта, на котором закреплен акселерометр

Выходной электрический сигнал генерируется акселерометрами, хотя акселерометры со встроенными предусилителями нуждаются в применении внешнего источника питания для измерения сигнала.

Все пьезоэлектричесие акселерометры, указанные в этом пособии, поставляются с индивидуальным паспортом и в большинстве случаев с индивидуальной кривой амплитудно-частотной характеристики. Основные данные из паспортов приведены приведены в спецификации.

“V”и Uni-Gain типы

Некоторые пьезоакселерометры описанные в данной брошюре поставляются в двух типах “V” и Uni-Gain. Акселерометры DeltaShear типа “V” имеют литеру V. Единственное отличие между этими двумя типами заключается в значении допусков чувствительности. Диапазон допусков чувствительности акселерометров Uni-Gain лежит в очень узких пределах, что позволяет проводить замену этих датчиков без проведения перекалибровки.

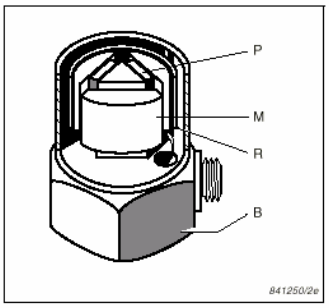


Рис 1

Конструкция акселерометров DeltaShear:
M – масса, P – пьезоэлемент, B – основание, R – стяжное кольцо

Uni-Gain чувствительность

Это выражение означает, что чувствительность акселерометра настраивается во время изготовления настраивается в пределах 2% от требуемого значения, например (в 10 дБ приращениях) 1, 3,16 или 10 пКл/мс$^{-2}$

Конструкция

Все акселерометры за исключением 4321, 4321V и 4326 измеряют ускорение в одном направлении. А указанные акселерометры измеряют ускорение по трем взаимноперпендикулярным направлениям.

За исключением трехосевого акселерометра 4326, миниатюрного акселерометра 4374, образцового акселерометра 8305 и ударного акселерометра 8309, все пьезоэлектрические акселерометры, указанные в этой брошюре, используют DeltaShear конструкцию (Рис 1). 4374 использует planar shear конструкцию. 8305 использует inverted centre mounted compression конструкцию и 8309 использует centre mounted compression конструкцию.

Пьезоэлектрические элементы большинства акселерометров изготовлены из PZ23 цирконат титанат свинца. Ударный акселерометр 8309 имеет специальный ферроэлектрический керамический элемент PZ45. Миниатюрный акселерометр 4374 и высокочувствительные акселерометры 4378 и 4379 имеют элемент из PZ27 цирконат титанат свинца

Материал корпуса всех акселерометров такой же как материал базы (указан в спецификации) за исключением 4374, корпус которого изготовлен из никель-хромового сплава.

Характеристики

Чувствительность по заряду и напряжению

Пьезоэлектрический акселерометр можно рассматривать как источник заряда или напряжения. Его чувствительность можно выразить или в единицах заряда на единицу ускорения (пКл/мс$^{-2}$) или в единицах напряжения (мВ/мс$^{-2}$)

Чувствительности, указанные в индивидуальных таблицах калибровки, были измерены на 160 Гц с ускорением 100 мс$^{-2}$. Погрешность заводской калибровки на превышает ±2% (доверительный уровень 99,9%). В этом значении погрешности учтено влияние соединительного кабеля поставляемого с акселерометром. За исключением трехосевых акселерометров 4321, 4321V, 4326A и 4326A-001 ось максимальной чувствительности всех акселерометров направлена перпендикулярно плоскости их основания. Акселерометры 4321, 4321V, 4326A и 4326A-001 имеют три взаимноперпендикулярные оси максимальной чувствительности.

Акселерометры DeltaShear

Конструкция DeltaShear включает в себя три пьезоэлектрических элемента, размещенные вокруг треугольного стержня, как показано на Рис 1. Такая конструкция позволяет получить большее отношение чувствительности к массе по отношению к другим конструкциям, достаточно высокую резонансную частоту и высокую изоляцию от воздействий температуры и напряжения базовой поверхности. Эти характеристики позволяют применять такую конструкцию как в акселерометрах общего назначения и так и в большинстве специальных акселерометров.

Рис.2 Большинство акселерометров поставляется в прочных пластиковых коробках

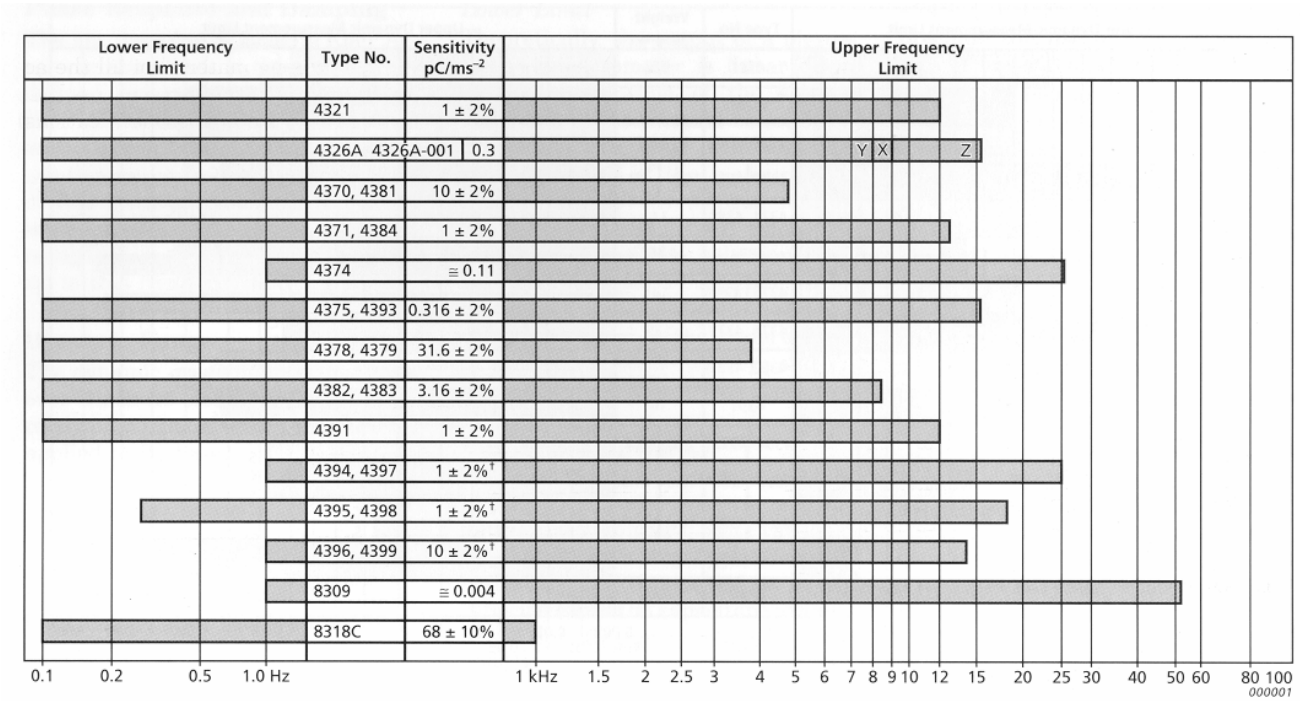


Рис.3 Значения верхнего и нижнего пределов (10%) рабочего частотного диапазона и чувствительности акселерометров. Меткой † отмечен тип DelaTron, для которого чувствительность дана в мВ/мс$^{-2}$. Частотный диапазон так же соответствует и “V” типам

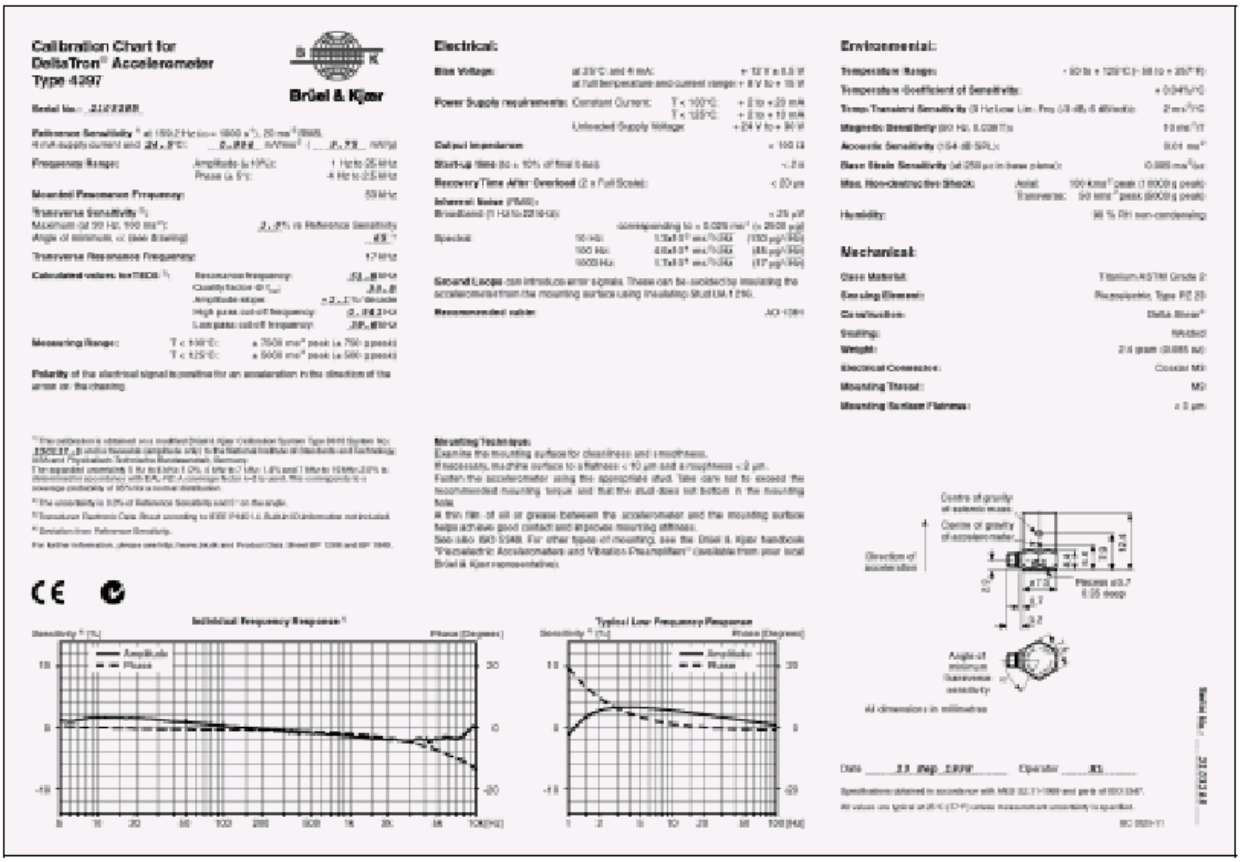


Рис. 4 Пример калибровочного паспорта, поставляемого с акселерометрами Брюль и Къер

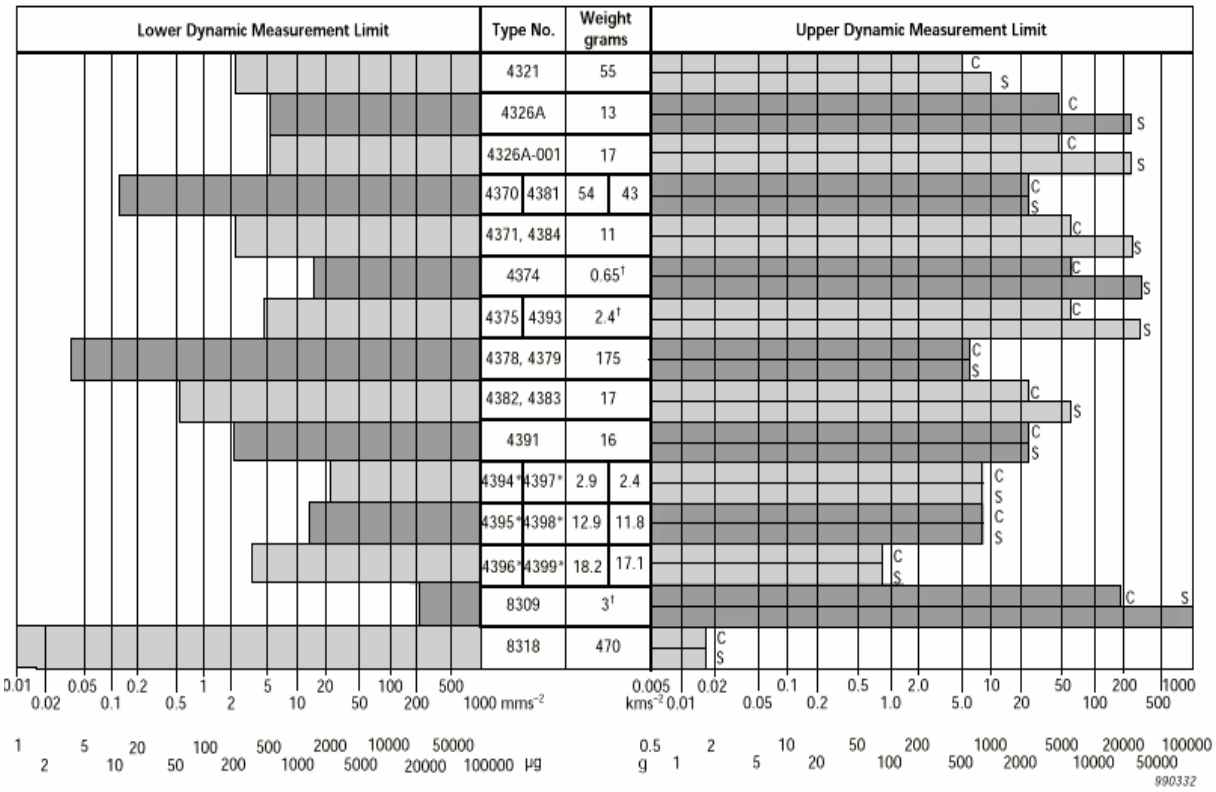


Рис.5 Значения нижнего и верхнего пределов динамического диапазона и массы акселерометров. Значения верхних пределов (C – синусоидальные механические колебания и S – механические удары) являются пиковыми значениями. Значения нижних пределов (L – Lin 1 Гц для индивидуального акселерометра +10% верхнего предела частотного диапазона) являются среднеквадратическими значениями. Динамические пределы представляют собой шум на DeltaTron или зарядовых типах плюс шум кондиционирующего усилителя тип 2692. Метка † обозначает, что вес кабеля не учтен в значении массы акселерометра. Метка * обозначает, что удар измерени в осевом направлении. Пределы так же соответствуют “V” типам.

Акселерометры DeltaTron

Акселерометры DeltaTron работают с источником постоянного тока и производят выходные сигналы в форме модуляции напряжения на линии источника питания. Типы 4394, 4395, 4396 имеют изолированную базу. Все акселерометры DeltaTron индивидуально калибруются и имеют Uni-Gain тип.

Поперечная чувствительность

Акселерометры в некоторой степени чувствительны к колебаниям в перпендикулярной к оси максимальной чувствительности плоскости. Эта поперечная чувствительность измеряется во время заводской калибровки при возбуждении механическими колебаниями с ускорением 100 м/с^2 и частотой 30 Гц и выражаются в процентах от значения чувствительности в направлении оси максимальной чувствительности.

Большинство акселерометров Uni-Gain DeltaSheare имеют идентификацию угла минимальной поперечной чувствительности.

Частотная характеристика

Приводимые среди технических данных значения верхнего предела рабочего частотного диапазона акселерометра соответствуют 30% и 22% от его резонансной частоты после монтажа на объекте и ограничивают сверху диапазон, в котором погрешность не превышает соответственно 10% и 5%. При определении верхнего предела рабочего частотного диапазона предполагается надежное крепление акселерометра к поверхности объекта.

Ненадежное крепление уменьшает резонансную частоту закрепленного акселерометра и обуславливает сужение его рабочего частотного диапазона.

Нижний предел рабочего частотного диапазона акселерометра сильно зависит от параметров используемого вместе с ним предусилителя. Влияние параметров электронной аппаратуры на нижний предел рабочего частотного диапазона подробно обсуждается в

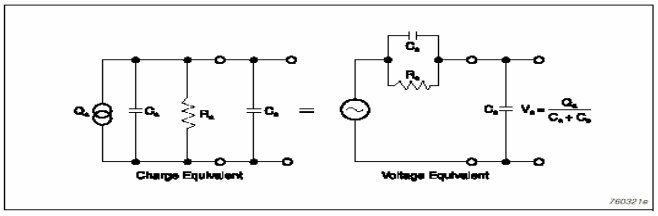


Рис.6 Эквивалентная схема пъезоэлектрического акселерометра

брошюре “Пъезоэлектрические акселерометры и предусилители”.
Все стандартные пъезоэлектрические акселерометры поставляются с индивидуальным калибровочным паспортом. За исключением типов 4374, 4326A, 4326A-001 и все V типов, в паспортах дана кривая амплитудно-частотной характеристики.
Акселерометры DeltaTron поставляются с индивидуальными кривыми АЧХ в брошюре “Пъезоэлектрические акселерометры и предусилители”.
Все стандартные пъезоэлектрические акселерометры поставляются с индивидуальным калибровочным паспортом. За исключением типов 4374, 4326A, 4326A-001 и все V типов, в паспортах дана кривая амплитудно-частотной характеристики.
Акселерометры DeltaTron поставляются с индивидуальными кривыми АЧХ.

Резонансная частота поперечных колебаний
Указанные в спецификации значения резонансной частоты поперечных колебаний определены при воздействии на закрепленные на бруске из стали или берилия акселерометры механических колебаний, создаваемых вибростолом 4290.

Фазовая характеристика и демпфирование
Малое демпфирование акселерометров Брюль и Къер способствует достижению острого резонанса и минимального искажения в частотном диапазоне, простирающимся прибл. 30% от резонансной (после монтажа на объекте) частоты. На частотах ниже упомянутого предела фазовая характеристика соответствует углу $0^0 \pm 1^0$.

Динамический диапазон
Рабочий динамический диапазон акселерометра является диапазоном, в котором амплитуда отдаваемого им электрического сигнала пропорциональна ускорению механических колебаний его основания.
Верхний предел
Как правило, чем меньше по размеру акселерометр, тем больший уровень вибрации можно измерить. Верхний предел зависит от типа измеряемой вибрации и определяется силой, приложенной на пъезоэлемент и механической прочностью элемента.

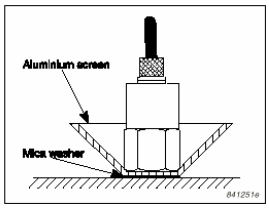


Рис. 7 Алюминиевая пластинка и слюдяная шайба, используемые с целью расширения диапазона рабочих температур

Для акселерометров со встроенными предусилителями максимальные значения механических колебаний и ударов, указанные в таблице технических параметров, являются значениями верхнего предела их рабочего динамического диапазона. Максимально допустимые при перевозке и обращении с этими акселерометрами значения ударов приведены.
Максимальные значения ударов и механической вибрации определены как вибрация, воздействующая в любом направлении, и в частотном диапазоне с верхним пределом, равным 1/3 резонансной частоты закрепленного акселерометра.
При измерении кратковременных переходных сигналов нужно учитывать обуславливаемую резонансом в области высоких частот реверберацию, т. е. Медленно затухающие паразитные колебания. В качестве практического правила можно принять, что для сохранения не превышающей 5% погрешности при эксплуатации под воздействием полусинусоидальных ударов необходимо, чтобы длительность последних превышала значение $10/f_R$, где f_R – резонансная частота, закрепленного акселерометра.
Нижний предел
Теоретически выходной сигнал пъезоэлектрического акселерометра линеен до ускорения сейсмической массы, вызванного термическим шумом, но на практике нижний предел определяют собственный шум измерительной системы и условия окружающей эти акселерометры среды. Подробная информация по выбору необходимого акселерометра, а так же информация по воздействию окружающей среды, дана брошюре, издаваемой Брюль и Къер, “Пъезоэлектрические акселерометры и усилители вибрации”.
Электрический импеданс.
На Рис. 6 показана эквивалентная схема пъезоэлектрических акселерометров без встроенного предусилителя. Поскольку сопротивление утечки имеет большое значение, акселерометры можно рассматривать как емкости и значения емкости, измеренные на частоте 160 Гц, даны в таблице технических данных акселерометров.
Акселерометры DeltaTron можно рассматривать как источники напряжения с идеальным выходным импедансом для выходного источника равным нулю. Выходной импеданс этих акселерометров определяется как максимальное сопротивление в Омах.
Чувствительность к воздействиям окружающей среды.
Температура
Все акселерометры Брюль и Къер

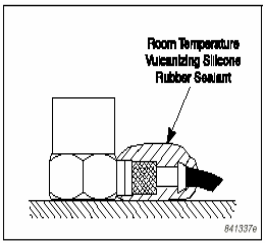


Рис.8 Уплотнение разъема при применении акселерометра в условиях повышенной влажности

рассчитаны на верхний рабочий температурный предел. Даже ниже этого температурного предела чувствительность по заряду и напряжению и электрический импеданс акселерометров изменяются в зависимости от температуры. Данные по этим изменениям даны в калибровочных паспортах на каждый акселерометр (См. Рис. 4).
Нижним температурным пределом для большинства акселерометров является – 74^0 C (-101^0 F), однако акселерометры можно применять даже при меньших температурах.
Для проведения измерений на поверхностях, имеющих очень высокие температуры, необходимо предусмотреть меры по охлаждению. На Рис. 7 показано использование пластины из теплопроводного материала и слюдяной шайбы. Такой метод позволяет применять акселерометр, имеющий верхний температурный предел 250^0 C (482^0 F), для измерений на поверхностях с температурой 350^0 C (662^0 F). Применение дополнительного охлаждения посредством потока охлаждающего воздуха позволит увеличить температуру до 450^0 C (842^0 F).
При креплении акселерометра на поверхности объекта, имеющего температуру выше чем 80^0 C и при применении изолированной шпильки YP 0150 может произойти деформации последней, что приведет к уменьшению резонансной частоты закрепленного акселерометра и уменьшение максимально допустимого ускорения ударов.
Кратковременные изменения температуры
Пъезоэелектрические акселерометры Брюль и Къер имеет небольшую чувствительность к изменению температуры. Эффект изменения чувствительности важен при проведении измерений низких уровней вибраций на низких частотах.
Чувствительность к изменению температуры определяется путем закрепления акселерометра на алюминиевом блоке, имеющем вес приблизительно в 10 раз больше веса акселерометра, и погружения комплекта в жидкость температура которой на 30^0

С (86^0 F) превышает комнатную. Записывается максимальный результирующий выходной сигнал и определяется чувствительность в м*с$^{-2}$/^{0} С с учетом определенного нижнего предела частоты (LLF). Этот выходной сигнал будет приблизительно обратно пропорционален LLF.

Влажность

Акселерометры фирмы Брюль и Кьер имеют герметично уплотненные цельносварные корпуса, или уплотненные эпоксидными смолами корпуса, что обуславливает высокую стойкость к большинству коррозийных веществ, используемых в промышленности. Использование стойких по отношению к влаге кабелей с тефлоновым покрытием и дополнительного уплотнения соединения кабеля и акселерометра как показано на Рис. 8 позволяет применять акселерометры в условиях высокой относительной влажности. Одним из таких уплотняющих материалов является материал RTV738 фирмы Dow Corning или другие подобные материалы.

Звуковое давление

Так как акселерометры Брюль и Кьер имеют низкую чувствительность к воздействию звукового давления, то в большинстве случаев ее можно пренебречь. Обычно механические колебания конструкций, вызываемые звуком, в несколько раз превышают амплитуду сигнала, присутствующего на выходе акселерометра в результате его чувствительности к звуковому давлению.

Акустическая чувствительность определяется как эквивалентное ускорение, получаемое в результате воздействия звука с уровнем звукового давления 154 дБ в частотном диапазоне от 2 до 100 Гц.

Рис.9 Система для калибровки акселерометров Тип 9610

Ядерное излучение

За исключением акселерометров со встроенными предусилителями, все акселерометры фирмы Брюль и Кьер можно использовать в условиях сильного гамма излучения (100 Гр/ч, 6 МэВ, аккумулированная доза до 20 кГр (1 Гр = 100 Рад)). Испытания показывают, что изменения чувствительности этих акселерометров не превышают 10% после такого воздействия. В таких условиях можно использовать обычные соединительные кабели, однако в условиях сильного ядерного излучения (поглощенная доза 1 кГр и выше) рекомендуется использовать специальные кабели.. В присутствии ядерного излучения доза которого превышает указанные значения или в условиях сильного нейтронного излучения рекомендуется применять промышленный акселерометр тип 8324 и специальные кабели (см. отдельные технические данные на этот акселерометр).

Деформация основания

Деформация основания может быть вызвана деформацией конструкции, на которой он закреплен. Для уменьшения эффекта, вызванного деформацией основания, следует использовать акселерометры конструкции DeltaShear.

Чувствительность к деформации основания для акселерометров фирмы Брюль и Кьер определяется путем закрепления акселерометра на консольной балке и создания деформации, равной 250 $\mu\varepsilon$, в месте крепления датчика. Чувствительность подсчитывается из результирующего выходного сигнала и выражается в м*с$^{-2}$/$\mu\varepsilon$.

Крепление

Акселерометры Брюль и Кьер могут быть установлены таким образом, чтобы ось их максимальной чувствительности располагалась в любом направлении.

Рекомендуемые методы крепления

Крепление акселерометра при помощи стальной шпильки на подготовленную в соответствии с требованиями, указанными на Рис. 10, металлическую поверхность является рекомендованным методом крепления для большинства акселерометров Брюль и Кьер. В обычных условиях минимальная глубина отверстия в 4 мм будет достаточной для закрепления установочной шпильки, но этот размер является минимальным для крепления шпильки. Оптимальный момент затяжки для стальных шпилек 10-32 UNF – 1,8 Н*м, для стальных шпилек М3 – 0,6 Н*м, для стальных шпилек М8 – 4,6 Н*м.

Этот метод используется для крепления всех акселерометров за исключением следующих типов:

Тип 4374 ввиду его малого размера нельзя закрепить при помощи шпильки. Рекомендованный метод крепления требует применения клея (QS 0007). Точность обработки поверхности, на которую будет крепиться акселерометр, должна соответствовать требования Рис. 10.

Акселерометр типа 8309 снабжен неразъемным винтом М5. Точность обработки поверхности, на которую будет крепиться акселерометр, должна соответствовать требования Рис. 10 и оптимальный момент затяжки должен быть 1,8 Н*м.

При использовании рекомендованной техники для крепления акселерометра на недостаточно гладкой поверхности, перед закреплением акселерометра следует нанести тонкий слой смазки на основание акселерометра, что так же увеличит жесткость соединения акселерометра и объекта.

Альтернативные методы крепления

Применение иных, чем рекомендованный метод крепления, может привести к снижению резонансной частоты закрепленного на объекте акселерометра.

На Рис. 11 показаны некоторые альтернативные методы крепления. В разделе Стандартные принадлежности дан список принадлежностей для крепления, которые поставляются с различными типами акселерометров. Более детально альтернативные методы крепления описываются в брошюре Брюль и Кьер “Пьезоэлектрические акселерометры и усилители вибрации”, в которой также показано влияние этих методов на амплитудно-частотную характеристику акселерометров.

Соединительные кабели

Фирма Брюль и Кьер предлагает широкий выбор кабелей для подключения к акселерометрам. На страницах 19 и 20 дан обзор различных кабелей и разъемов.

Акселерометры 4391, 4391V и 4391E требуют TNC разъемов. Тип 8318C требует TNC разъема и кабеля. Можно использовать кабель АО 0268. Тип 5958 поставляется в четырех вариантах:

- A: 10 метровый кабель с BNC разъемом
- B: кабель необходимой длины с BNC разъемом
- H: 10 метровый кабель без разъема
- V: кабель необходимой длины без разъема

Миниатюрные акселерометры типов 4374, 4375 и 4375V снабжены встроенными кабелями, имеющими минимальную длину 0,32 м и миниатюрные коаксиальные разъемы. Кроме того, поставляются удлинительные разъемы и кабель АО 0038.

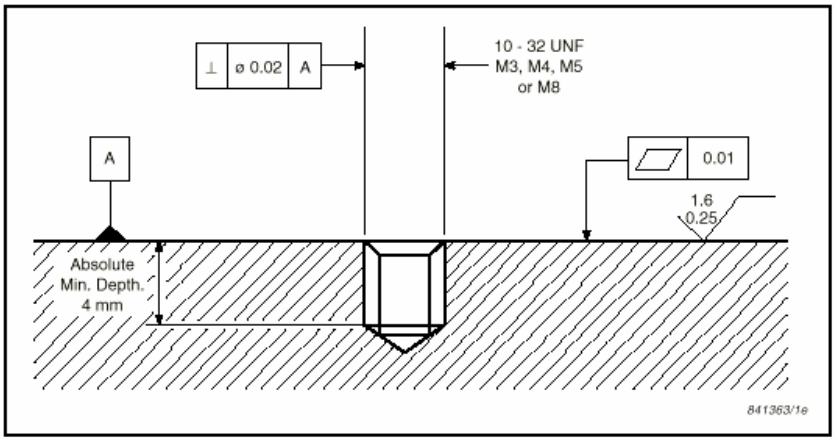


Рис.10 Рекомендованные допуски для установочных поверхностей. Размеры и символы согласно ISO 1101

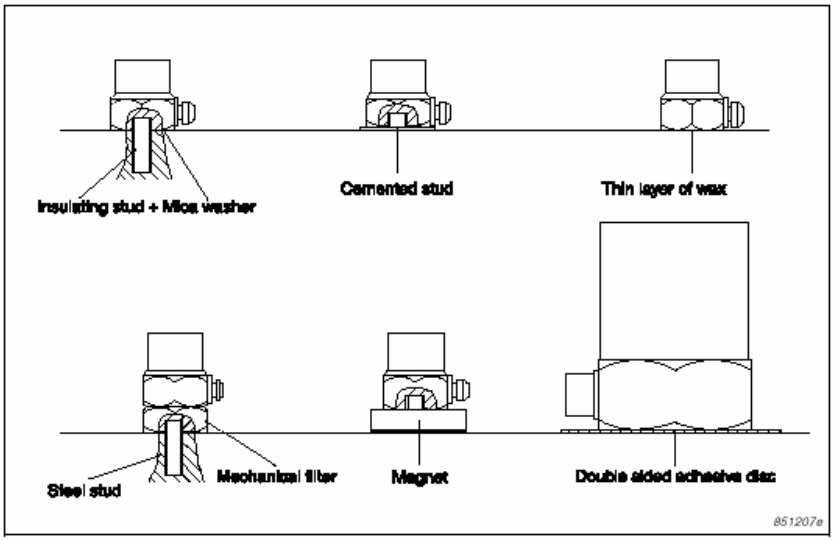


Рис. 11 Альтернативные методы крепления акселерометров

Типы 4393 и 4393V требуют использования сверх-миниатюрных разъемов. Тип 4393 поставляется со снабженным срех-миниатюрным и миниатюрным разъемами кабелем AO 0238.

Все кабели специально обработаны с учетом обеспечения минимального собственного шума, а их механические и электрические параметры проходят индивидуальные испытания и контроль в процессе производства. Все соединительные кабели рассчитаны на применение до температуры 260^0 C, за исключением кабеля AO 0268, который рассчитан на температуры до 85^0 C.

Акселерометры поставляются с кабелями имеющими двойное экранирование, чтобы снизить до минимума электромагнитную интерференцию.

В разделе Стандартные принадлежности указан список кабелей и разъемов, поставляемых с акселерометрами. Можно заказать кабели требуемой длины и разъемы (см. разделы Дополнительные принадлежности и Кабели с и без разъемов). Подробная информация по разъемам акселерометров и необходимых зазорах разъемов представлена в разделе Размеры акселерометров.

С целью эффективного уменьшения трибоэлектрического шума, настоятельно рекомендуется закреплять соединительный кабель, как показано на Рис. 12.

Предусилители и источники питания

За исключением акселерометров DeltaTron со встроенными предусилителями, выходной сигнал с зарядовых акселерометров необходимо пропускать через предусилитель. Фирма Брюль и Къер предлагает широкий выбор предусилителей с высокими рабочими характеристиками для этих целей (см. Рис. 13). Подробную информацию по этому оборудованию Вы можете получить обратившись к брошюрам, в которых указываются технические данные этих приборов.

Акселерометры DeltaTron необходимо использовать вместе с одно канальным источником питания DeltaTron WB 1372 или с 8-ми канальным источником питания тип 5963. Усилитель DeltaTron тип 2646 представляет собой миниатюрный усилитель заряда в DeltaTron.

При использовании предусилителей заряда можно использовать кабели большой длины, которые не будут оказывать влияние на изменение чувствительности комплектов акселерометр и предусилитель.

Вследствие того, что калибровка и измерения так же важны как усиление и частотный диапазон, большинство предусилителей Брюль и Къер обладают такими свойствами как:

Кондиционирование

Это свойство позволят произвести установку чувствительности непосредственно на предусилителе, что позволяет получить унифицированную чувствительность системы

Интегрирование

Автоматическое преобразование измеренного значения ускорения в скорость и/или перемещение.

Фильтры верхних и нижних частот

Дают возможность выбора различных верхних и нижних пределов рабочего диапазона частот на предусилителе для того, чтобы исключить влияние паразитных сигналов и влияние резонанса акселерометра на измерение.

Калибровка

Заводская калибровка

Акселерометры Брюль и Къер подвергаются тщательному контролю на всех этапах производства и сборки. Каждый акселерометр проходит тщательную калибровку и подвергается обширному процессу стабилизации параметров, гарантирующих их точность, надежность и стабильность при эксплуатации.

Эти данные калибровки приводятся в калибровочном паспорте, поставляемом с каждым акселерометром (См. Рис. 4).

Калибровка пьезоэлектрических акселерометров Брюль и Къер осуществляется методом сравнения с эталонным акселерометром, прошедшим калибровку в Датской лаборатории акустики (DPLA) и прошедшим регулярную калибровку в NIST (США) и PTB (Германия). Общая погрешность, получаемая методом сравнения, составляет 2% (доверительный уровень 99,9%) или 1,6% (доверительный уровень 99%), в то время как погрешность при использовании интерферометрического метода не превышает ±0,6% (доверительный уровень 99%).

Повторная калибровка

Регулярная калибровка акселерометров позволяет убедится в том, что измерения выполняются надлежащим образом, а так же в том, что акселерометр не поврежден. Для этих целей Брюль и Къер производит приборы, показанные на Рис. 14, технические данные которых изложены в соответствующих брошюрах.

Акселерометры фирмы Брюль и Къер
Размеры и технические данные акселерометров даны в конце данной брошюры. На ряду с акселерометрами общего назначения фирма производит специальные акселерометры. Особенности и параметры акселерометров изложены ниже

Акселерометры с изолированным основанием
Типы 4391, 4391V и 4391E
Промышленный акселерометр 4391V так же может выпускаться в исполнении Uni-Gain, акселерометры в этом исполнении имеют погрешность ±2%. Оба типа можно применять для измерения вибраций в большинстве случаев, они соответствуют требованиям EExia IIA T4, T5 и T6. Акселерометр тип 4391E является специальной модификацией, которая отвечает требованиям EExia I/IIC T4, T5 и T6.
Основание акселерометров 4391/V/E электрически изолированно, что позволяет предотвратить образование контуров заземления, обуславливающих помехи и искажения измеряемого вибрационного сигнала. Акселерометры тестируются на напряжение 500В, а сопротивление утечки имеет номинальное значение 50 МОм.
Соединение к другим приборам производится при помощи разъема TNC, расположенного в верхней части акселерометра. Прочный низкошумный кабель АО 0268 можно применять совместно с этим акселерометром.

Акселерометры DeltaTron
Типы 4394, 4395, 4396, 4397, 4398 и 4399
Эти акселерометры имеют хорошо зарекомендовавшую себя конструкцию и кроме того встроенный предусилитель. Этим акселерометрам необходим источник постоянного тока, для работы в качестве источника напряжения. Рабочий частотный диапазон акселерометров DeltaTron находится в переделах от 1 Гц до приблизительно половины резонансной частоты установленного акселерометра. Эти акселерометры имеют два варианта конструкции: с или без изолированной базы. Более подробная информация представлена в таблице, содержащей технические данные акселерометров.

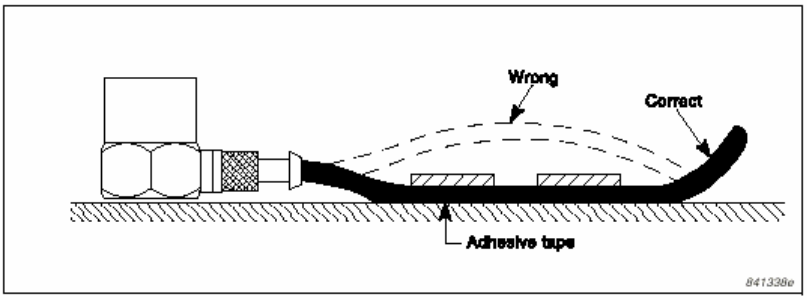


Рис. 12 Крепление кабелей

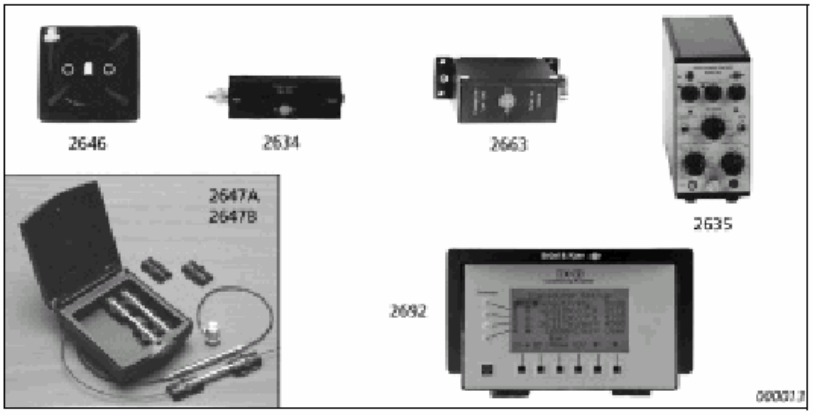
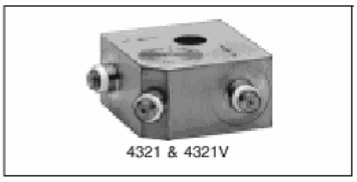


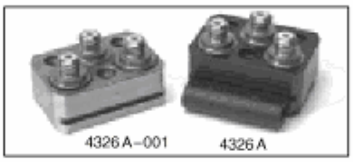
Рис. 13 Предусилители Брюль и Къер с зарядовым входом

Рис. 14 Оборудование для калибровки

Трех осевые акселерометры
Типы 4321 и 4321V
Эти акселерометры содержат три отдельных акселерометра DeltaShear в одном корпусе, что позволяет измерять вибрацию в трех взаимноперпендикулярных направлениях.



Трех осевой акселерометр
Тип 4326A и 4326A-001
Эти акселерометры имеют в своем составе три отдельных акселерометра ThetaShear в миниатюрном корпусе. Их вес и размер дают возможность применять их в местах с ограниченным доступом или устанавливать на легкие конструкции. Акселерометры 4326A и 4326A-001 имеют миниатюрный разъем 10-32 UNF, изготовленный из титана.



Акселерометр 8318С с высокой чувствительностью

Акселерометр 8318С представляет собой акселерометр DeltaShear с высокой чувствительностью равной 68 пКл/м*с$^{-2}$ ±15%.

Высокая чувствительность этого акселерометра позволяет применять его для измерения очень малых уровней вибрации в частотном диапазоне от 0,1 Гц до 1 кГц (10% предел). При применении акселерометра в измерительных системах, содержащих треть октавные или узкополосные фильтры, возможны измерения уровней вибраций до 0,00002 м/с^2. Эти акселерометры широко применяются для измерений, проводимых на таких больших объектах, как здания, мосты, корабли, а так же для сейсмических исследований.

Соединение с измерительными приборами осуществляется посредством TNC разъема. По заказу можно приобрести совместно с акселерометром 1,1 метровый спиральный кабель с разъемами TNC/TNC. Спиральный кабель может быть растянут без повреждения до длины 4 м.

Для крепления акселерометра 8318С поставляются 16 миллиметровые стальные шпильки М8 как стандартные приспособления. Также поставляются четыре самоклеящиеся пластинки DU 0079.

Миниатюрный акселерометр тип 4374

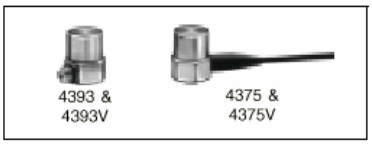
Этот акселерометр разработан для измерения вибрации очень легких конструкций, где были обнаружены высокочастотные сигналы высокого уровня, так же там, где более тяжелый датчик обуславливал бы изменения видов колебаний, что сказалось бы на точности измерений. Главными областями применения этих датчиков являются измерения, проводимые на панелях, моделях, конструкциях с недостатком свободного пространства, а так же измерения механических ударов с не слишком большими амплитудами ускорения. Тип конструкции 4374 Planar Shear, вес 0,65 г (без кабеля), частотный диапазон до 26 кГц. Акселерометр оснащен встроенным кабелем длиной от 32 до 40 см с миниатюрным коаксиальным разъемом, плоская базовая поверхность акселерометра позволяет крепить его при помощи пчелиного воска либо клея.

Миниатюрные акселерометры типов 4375, 4375V, 4393 и 4393V

Эти акселерометры применяются при измерениях, проводимых на легких конструкциях, где присутствуют сравнительно высокие по уровню высокочастотные вибрации. Сферы применения акселерометров подобны сферам применения 4374.

Акселерометры 4375, 4375V, 4393 и 4393V имеют DeltaShear конструкцию. Типы 4375 и 4393 являются Uni-Gain типами. Все акселерометры весят 2,4 г (без кабеля), и могут быть использованы в диапазоне частот до 16,5 кГц (10% предел).

Акселерометры 4375 и 4375V имеют встроенный кабель длиной от 32 до 40 см с миниатюрным коаксиальным разъемом. Типы 4393 и 4393V оснащены сверх миниатюрным коаксиальным разъемом для соединения кабеля. Акселерометры всех этих типов имеют резьбовое отверстие М3 для крепления шпильки. Акселерометры типов 4375 и 4375V предпочтительно использовать в условиях постоянного мониторинга вибраций очень легких конструкций.



Ударный акселерометр типа 8309

Акселерометр 8309 специально предназначен для измерения постоянных вибраций с большими амплитудами (до 150 км/с^2) и механических ударов (пиковые значения ускорения до 1000 км/с^2).

Акселерометр 8309 имеет специальную прочную конструкцию для того, что выдерживать постоянную вибрацию высокой амплитуды и удар. Его чувствительный элемент PZ45 специально обработан с учетом обеспечения высокой динамической и ударной стойкости и пренебрежимо малого сдвига нуля из-за накопления заряда под воздействием кратковременных механических колебаний и ударов. Акселерометр имеет неразъемный кабель длиной от 32 до 40 см, гарантирующим надежное соединение даже под воздействием ударов с большими амплитудами.

Для надежного крепления акселерометр оснащен интегрированной шпилькой М5, имеющую необходимые размеры для передачи колебаний чувствительному элементу акселерометра от испытуемого объекта.

К сведению заказчика

Акселерометры Uni-Gain фирмы Брюль и Къер могут поставляться в комплекте. Комплект акселерометра (тип акселерометра плюс литера S) состоит из одного акселерометра а так же кабеля и принадлежностей, размещаемых в ящике из красного дерева, как показано на Рис.15.

Акселерометр 8318С поставляется только в комплекте.

Рис.15 Комплект акселерометра

Стандартные принадлежности

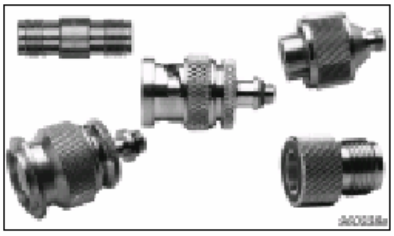
Обозначение	Стандартные принадлежности	43701/1 4381/2/3/4 4370V/1V 4381V/2V/3V/4V		4321 4321V		4326A 4326A-001	4374		4375 4375V 4393 4393V		4391 4391V 4391E		4378 4379		8318-C	8309	
	Модель S включает в себя комплект принадлежностей (UA xxxx)	UA 0078		UA 0146			UA 1079		UA 0629		UA 0844		UA 0856			UA 0415	
	В дополнение к стандартным принадлежностям (-)	-		-		-	-		-		-		-		-	-	
AO 0038	Супер-малошумный кабель AC 0005 (тефлон, 260^0 C, диаметр 2 мм, с разъемами 10-32 UNF JP 0012, длина 1,2 м	1*		3*			1		1†				1			1	
AO 0231	Супер-малошумный кабель AC 0005 (тефлон, 260^0 C, диаметр 2 мм, с разъемами 10-32 UNF и TNC , длина 3 м										1						
AO 0283	Супер-малошумный кабель AC 0205 (тефлон, 260^0 C, диаметр 1,5 мм, с разъемами 10-32 UNF и M3 , длина 1,2 м								1¥								
JJ 0032	Удлинительный соединитель для кабелей, оснащенных разъемами JP 0012						1	3	1†	3						1	3
JP 0162	Адаптер 10-32 UNF на TNC		1		3			1		1				1			1
YQ 2960	Стальная шпилька 10-32 UNF, длина 12,7 мм	1	4	1	5						1	3	1	5			
YP 0150	Изолир шпилька 10-32 UNF, длина 12,7 мм		1		1									1			
YQ 2007	Стальная шпилька M3, длина 8 мм									2							
YQ 2003	Стальная шпилька M3, длина 5 мм								1	3							
YQ 9335	Стальная шпилька M8, длина 16 мм														4		
DB 0756	Цементир шпилька 10-32 UNF, диаметр 14 мм		1		1							1					
DB 2790	Цементир шпилька 10-32 UNF, диаметр 25 мм													1			
DB 0757	Цементир шпилька M3, диаметр 8 мм									2							
UA 0642	Крепежный магнит и 2 изолир. диска DS 0553		1									1		1			
UA 1077	Малый крепежный магнит и 2 изолир. диска DS0786									1							
DV 0456	Крепежный зажим					1											
DU 0079	Липкий крепежный диск, диаметр 40 мм														4		
YO 0073	Липкий крепежный диск (25 шт), диаметр 5,5 мм							1		1							
QS 0007	Тюбик цианакрилового клея							1		1							
YJ 0216	Пчелиный воск		1		1			1		1				1	1		1
YO 0534	Изолир слюдяная пластинка, внешний диаметр 15 мм, внутренний диаметр 5 мм		1		1												
YO 0746	Изолир слюдяная пластинка, внешний диаметр 25 мм, внутренний диаметр 5 мм													5			
QA 0029	Метчик 10-32 UNF		1		1							1		1			
QA 0041	Метчик M3									1							
QA 0068	Метчик M5																1
QA 0141	Метчик M8														1		
QA 0013	Шестигранный ключ для шпилек 10-32 UNF		1		1							1		1			
QA 0042	Шестигранный ключ для шпилек M3									1							
QA 0038	Шестигранный ключ для шпилек M4				1												
QA 0121	Шестигранный ключ для шпилек M8														1		
YM 0334	Гайка M3									1							
YM 0414	Гайка 10-32 UNF		1		1									1			
YQ 0093	Стальной винт M4, длина 16 мм			1	1												
YP 0080	Щуп с острым наконечником 10-32 UNF		1														
DB 0544	Круглый наконечник для щупа																
	Индивидуальный калибровочный паспорт	1		1		1	1		1		1		1		1	1	
	Индивидуальная кривая АЧХ	1*		1*							1*		1		1		

* Только для типов, не имеющих индексы (“V”, “A” и “E” типов)
† Только тип 4375
¥ Только тип 4393

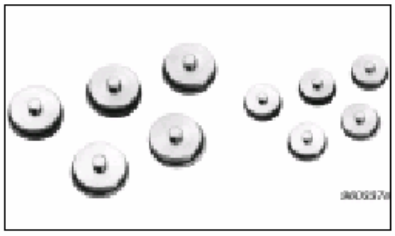
Принадлежности к акселерометрам DeltaTron

Обозначение	Стандартные принадлежности	4394		4395		4396		4397		4398		4399	
	Модель S включает в себя комплект принадлежностей (UA xxxx)	UA 1218		UA 1219		UA 1219		UA 1218		UA 1219		UA 1219	
	В дополнение к стандартным принадлежностям (-)	-		-		-		-		-		-	
AO 1381	Малошумный кабель с двумя экранами AC 0104 (тефлон, диаметр 1,6 мм, с разъемами 10-32 UNF и M3 , длина 1,2 м	1						1					
AO 1381	Малошумный кабель с двумя экранами AC 0104 (тефлон, диаметр 1,6 мм, с разъемами 10-32 UNF, длина 1,2 м			1		1				1		1	
JJ 0032	Удлинительный соединитель для кабелей, оснащенных разъемами 10-32 UNF		3		3		3		3		3		3
JP 0145	Адаптер 10-32UNF на BNC		1		1		1		1		1		1
YS 8321	Стальная шпилька M3/M3 (UA 1221 набор из 25 этих шпилек)		3										
YQ 2003	Стальная шпилька M3, длина 5 мм								3				
YQ 2960	Стальная шпилька 10-32 UNF, длина 12,7 мм				2		2				2		2
YQ 2962	Стальная шпилька 10-32 UNF, длина 7,6 мм				3		3				3		3
DB 0757	Цементир шпилька M3, диаметр 8 мм		1						1				
DB 0756	Цементир шпилька 10-32 UNF, диаметр 14 мм				1		1				1		1
YG 0150	Стальная шпилька 10-32 UNF/10-32UNF с фланцем			1	2	1	2			1	2	1	2
UA 0642	Крепежный магнит и 2 изолир. диска DS 0553				1		1				1		1
YJ 0216	Пчелиный воск		1		1		1		1		1		1
YO 0073	Липкий крепежный диск (25 шт), диаметр 5,5 мм		1						1				
QS 0007	Тюбик цианакрилового клея		1						1				
QA 0041	Метчик M3		1						1				
QA 0029	Метчик 10-32 UNF				1		1				1		1
QA 0042	Шестигранный ключ для шпилек M3		1						1				
QA 0013	Шестигранный ключ для шпилек 10-32 UNF				1		1				1		1
YM 0414	Гайка 10-32 UNF				1		1				1		1
	Индивидуальный калибровочный паспорт	1		1		1		1		1		1	
	Индивидуальная кривая АЧХ	1		1		1		1		1		1	

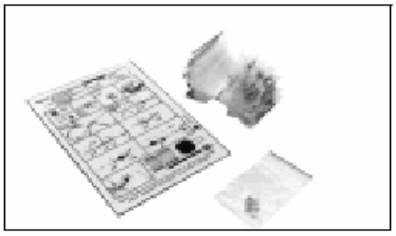
Дополнительные принадлежности



JJ0175: Удлинительный разъем для TNC/TNC кабеля **JJ0297:** 2-х пиновый адаптер TNC/10-32UNF **JP0145:** адаптер 10-32UNF/BNC **JP0162:** адаптер 10-32UNF/TNC **UA0641:** удлинительный разъем 10-32UNF/BNC для акселерометров с верхним расположением разъема

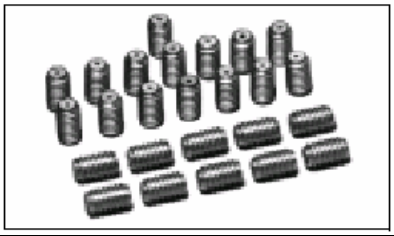


UA0643: Комплект 10-32UNF крепежных магнитов UA0642 (5 шт), диаметр 24,45 мм, включающий в себя клеящиеся PTFE диски DS0553 для электрической изоляции
UA1075: Комплект крепежных магнитов M3 UA1077 (5 шт), диаметр 10,2 мм, включающий в себя клеящиеся PTFE диски DS0786 для электрической изоляции

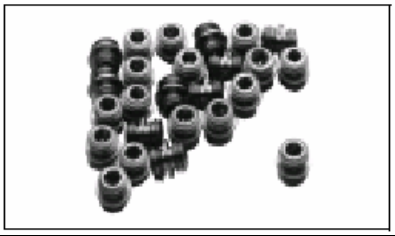


UA0130: Комплект разъемов JP0012 (25 шт) для кабелей AC0104 и AC0005
UA0730: Комплект разъемов JP0056 (25 шт) для кабеля AC0200. Для монтажа разъемов рекомендуется использовать набор монтажного инструмента QA0035

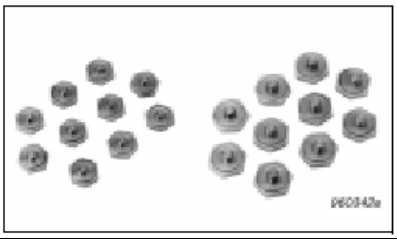
QA0035: Набор инструмента для монтажа миниатюрных разъемов на кабели акселерометров



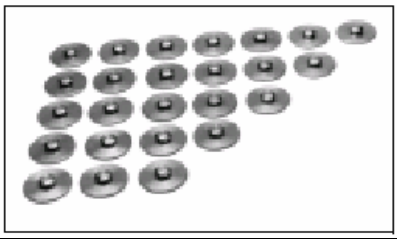
UA0186: Комплект удлинительных разъемов JJ0032 (25 шт) для кабелей с разъемами JP0012 и JP0056



UA1221: Комплект стальных шпилек M3/M3 YS8321 (25 шт)

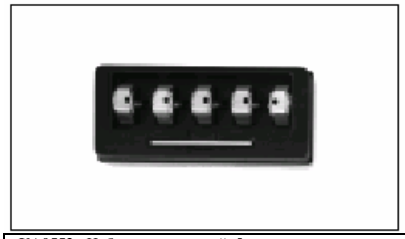


UA1192: Комплект 10 изолир шпилек UA1215 с резьбой 10-32UNF/10-32UNF
UA1193: Комплект 10 изолир шпилек UA1216 с резьбой M3/M3

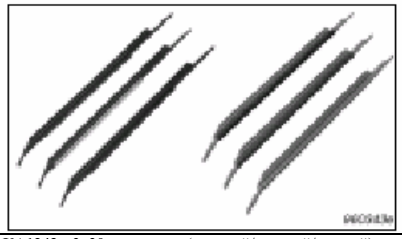


UA0866: Комплект 25 цементир шпилек DB0756 с резьбой 10-32UNF
UA0867: Комплект 25 цементир шпилек DB0757 с резьбой V3

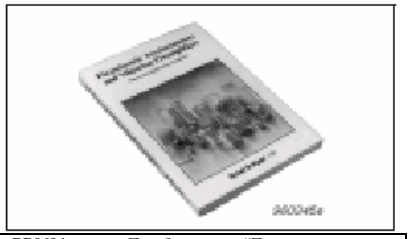
UA0125: Комплект, состоящий из: 10 изолир шпилек YP0150; 10 стальных шпилек YQ2960; 10 гаек YM0414; 10 слюдяных щайб YO0534 плюс метчик 10-32UNF и шестигранный ключ для шпилек 10-32UNF



UA0553: Набор, содержащий 5 электрически изолир механических фильтров UA0559 и стержень для сборки. Также можно заказать исполнение с резьбой M3 как WA0224 (только один элемент)



UA1243: 3x30 маркеров (красный/зеленый/желтый) для кабелей AC0205/AC0104
UA1244: 3x30 маркеров (красный/зеленый/желтый) для кабелей AC0005/AC0208



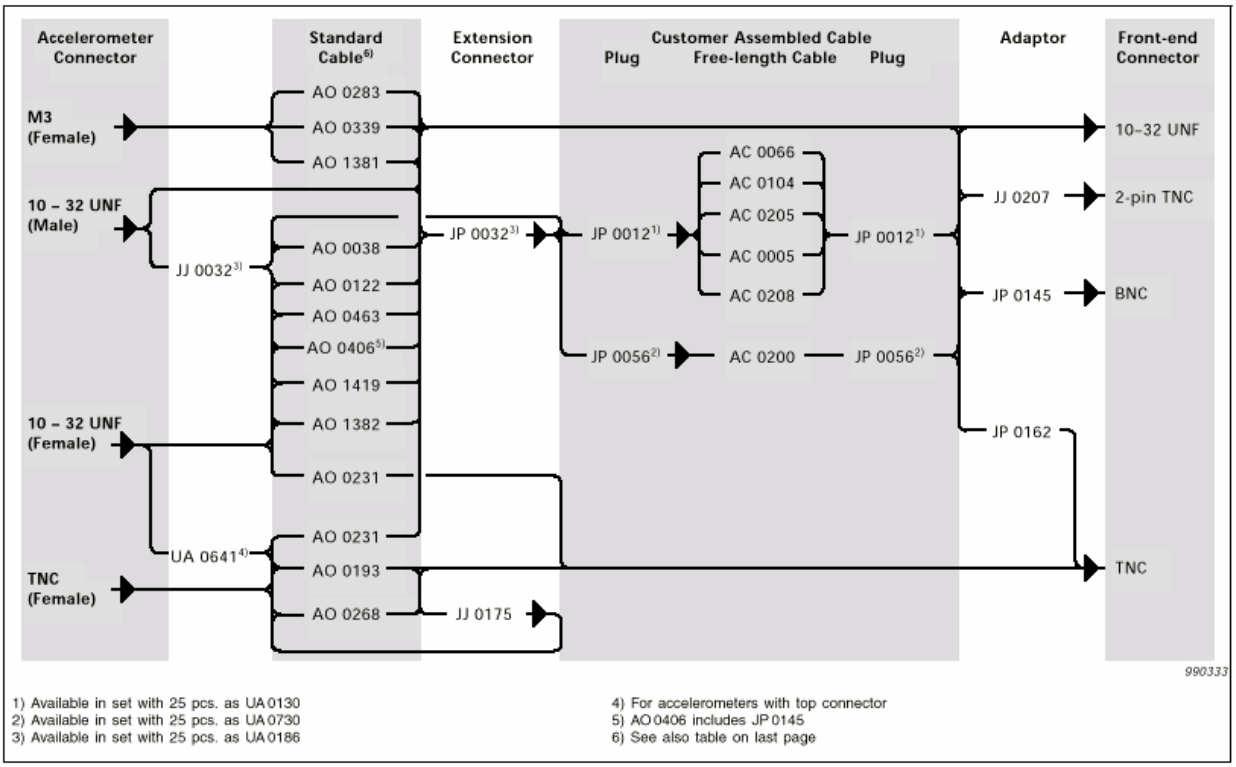
BB0694: Пособие “Пьезоэлектрические акселерометры и предусилители вибрации. Теория и Применение”

UA1408: Комплект 100 приспособлений для крепления
UA1473: Комплект 100 поворотных приспособлений для крепления
UA1474: Комплект 100 приспособлений для крепления с толстым основанием
UA1563: Комплект 5 приспособлений для крепления в условиях высоких температур

DV0460: Крепежное приспособление для калибровки

UA1480: Уровень для UA1473

Перечень применяемых кабелей в сборе

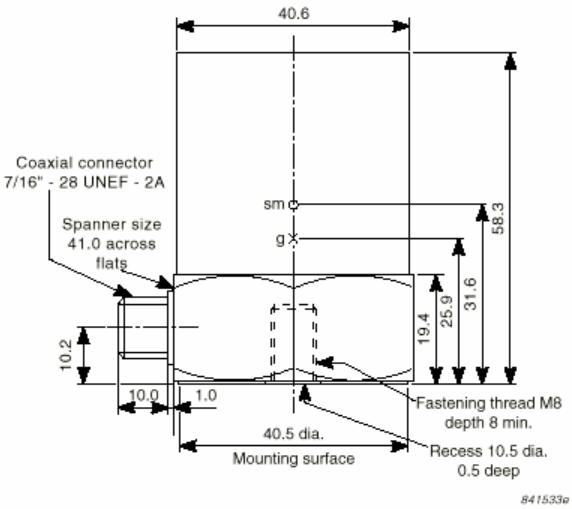


1) Available in set with 25 pcs. as UA 0130
2) Available in set with 25 pcs. as UA 0730
3) Available in set with 25 pcs. as UA 0186
4) For accelerometers with top connector
5) AO 0406 includes JP 0145
6) See also table on last page

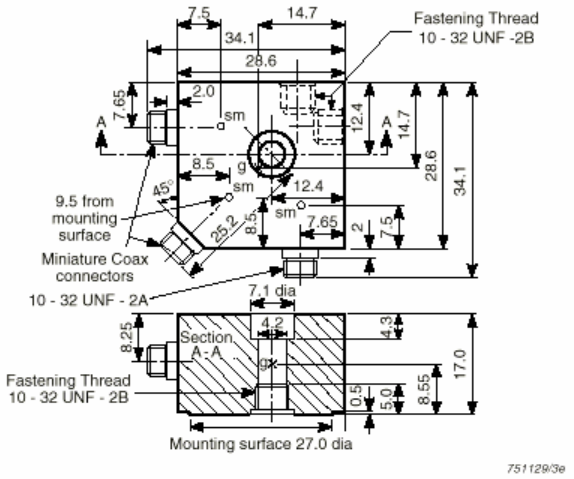
Accelerometer Dimensions

All dimensions in mm

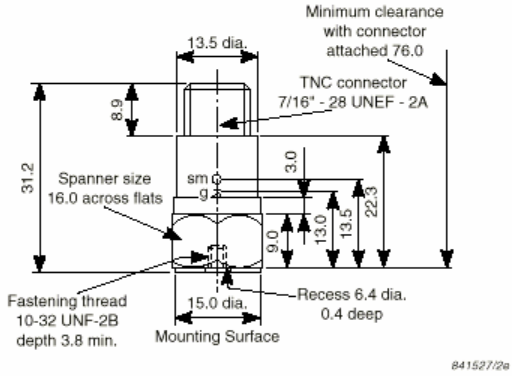
Type 8318 C



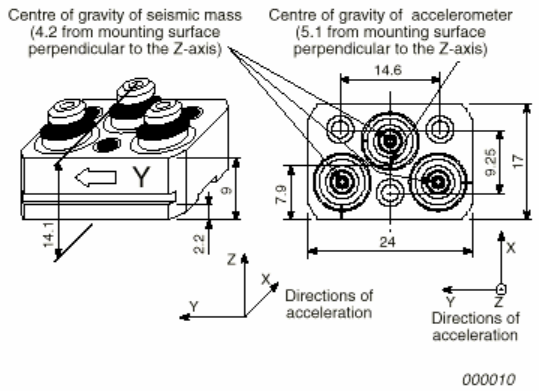
Types 4321 & 4321V



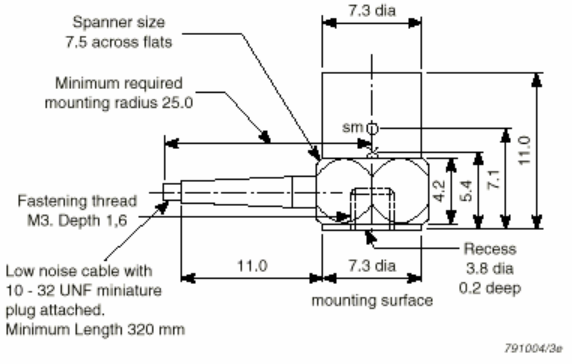
Types 4391 & 4391V



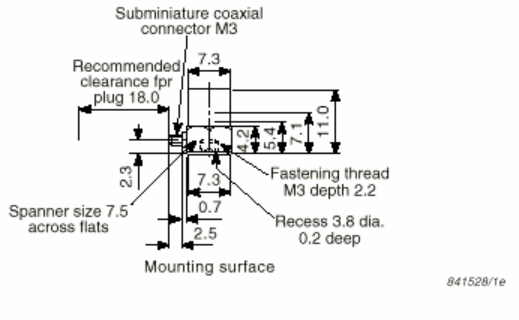
Type 4326 A



Types 4375 & 4375V



Types 4393 & 4393V

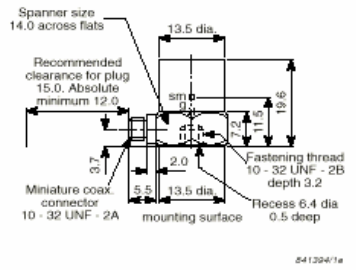


Centre of gravity: "o" seismic mass — "x" whole assembly

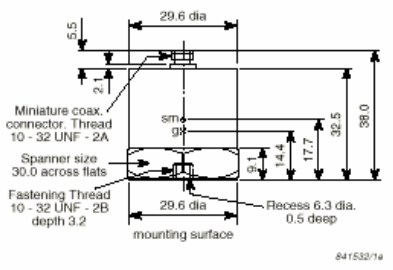
Accelerometer Dimensions

All dimensions in mm

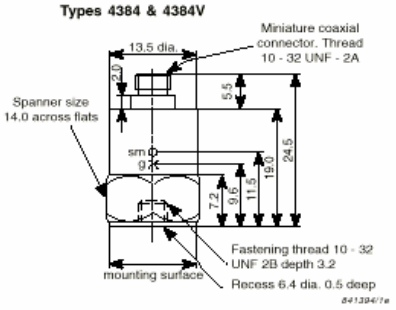
Types 4371 & 4371V



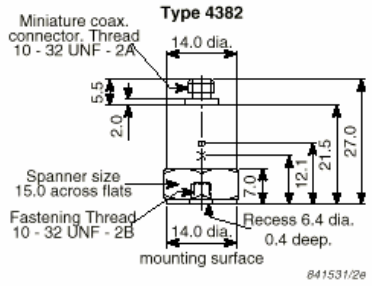
Types 4378 & 4378V



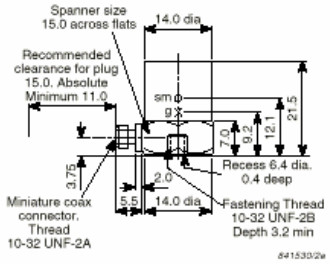
Types 4384 & 4384V



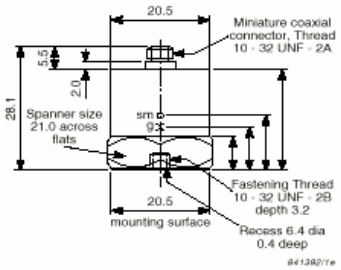
Type 4382



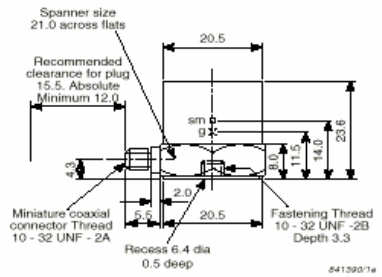
Types 4383 & 4383V



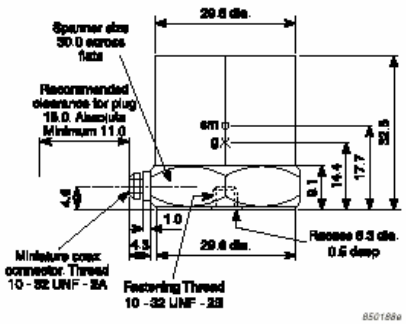
Types 4370 & 4370V



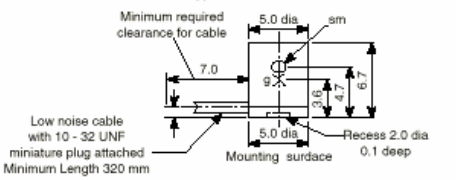
Types 4381 & 4381V



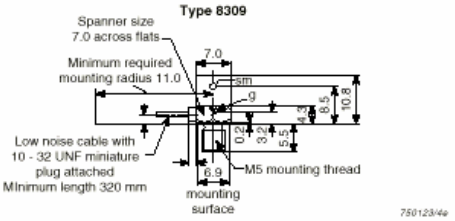
Type 4379



Type 4374

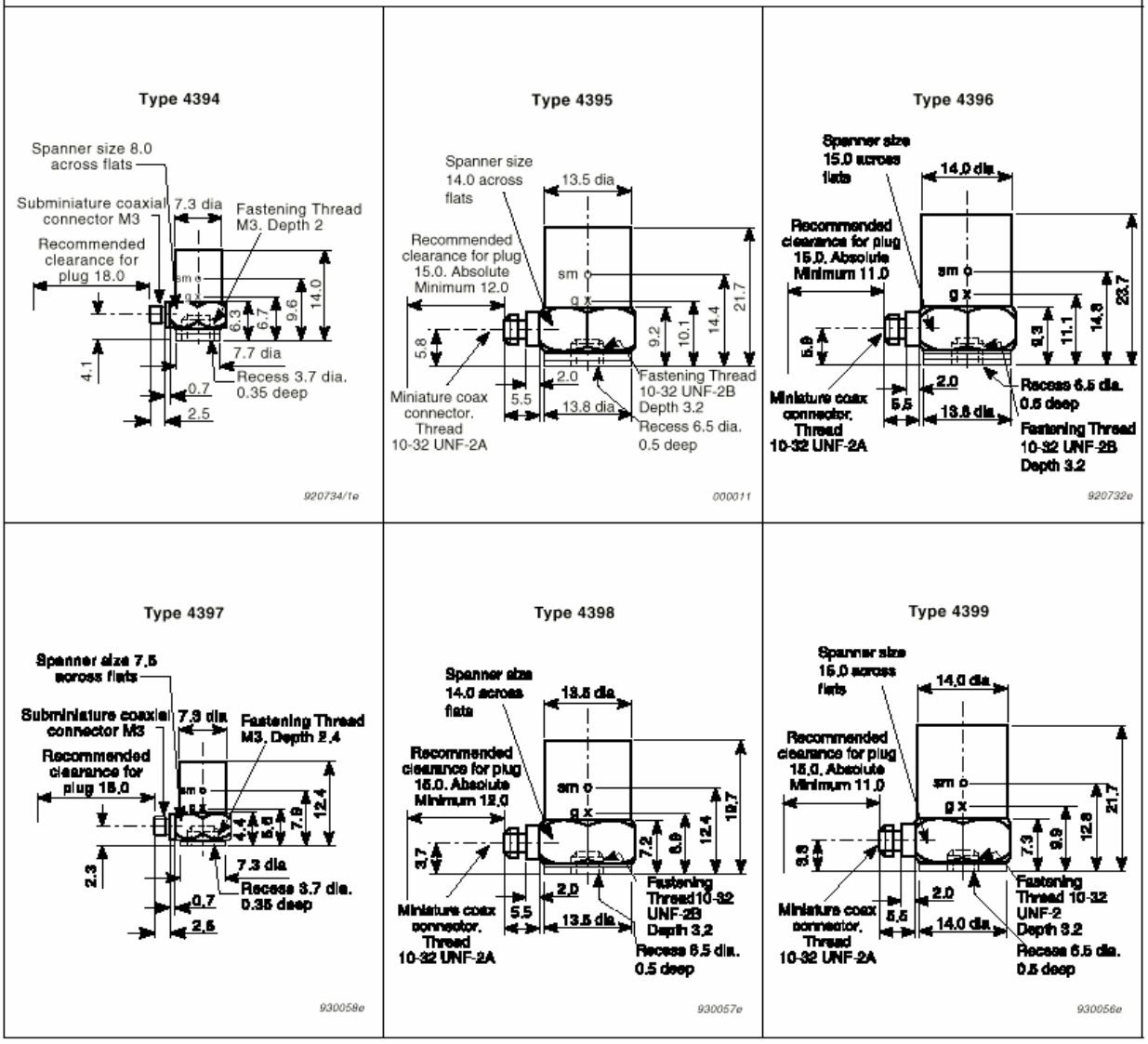


Type 8309



DeltaTron Accelerometer Dimensions

All dimensions in mm



Centre of gravity: “o” seismic mass — “x” whole assembly

СПЕЦИФИКАЦИЯ[1]

		4375 4375V 4393 4393V	4384 4384V 4371 4371V	4391 4391V	4382 4382V 4383 4383V	4370 4370V 4381 4381V	
Вес	г	2,4[10]	11	16	17	54	43
Чувствительность по заряду для Uni-Gain-DeltaShear типов[2, 5]	пКл/ м*с$^{-2}$	0,316±2%	1±2%	1±2%	3,16±2%	10±2%	
	пКл/g	3,1±2%	9,8±2%	9,8±2%	31±2%	98±2%	
Чувствительность по напряжению для Uni-Gain-DeltaShear типов[5]	мВ/м*с$^{-2}$	0,48	0,8	0,8	2,6	8	
	мВ/g	4,8	8	8	26	80	
Чувствительность по заряду для DeltaShear “V” типов	пКл/ м*с$^{-2}$	0,316±15%	1±15%	1±15%	3,16±15%	10±15%	
	пКл/g	3,1±15%	9,8±15%	9,8±15%	31±15%	98±15%	
Чувствительность по напряжению DeltaShear “V” типов	мВ/ м*с$^{-2}$	0,5	0,8	0,8	2,6	8	
	мВ/g	5	8	8	26	80	
Резонансная частота[5, 6]	кГц	55	42	40	28	16	
Рабочий частотный диапазон[5, 6, 9]	5% Гц	0,2-12000	0,2-9100	0,2-8700	0,2-6100	0,2-3500	
	10% Гц	0,1-16500	0,1-12600	0,1-12000[4]	0,1-8400	0,1-4800	
Емкость[5, 7]	пФ	650	1200	1200	1200	1200	
Макс поперечная чувствительность[1, 5, 8]	%	<4	<4	<4	<4	<4	
Резонансная частота поперечных колеб.	кГц	18	15	12	10	4	
Пъезоэлектрический материал		PZ23	PZ23	PZ23	PZ23	PZ23	
Конструкция		DeltaShear	DeltaShear	DeltaShear	DeltaShear	DeltaShear	
Чувствит к деформации основания (в плоскости основания при 250 με)	м*с$^{-2}$/με	0,005	0,02	0,005	0,01	0,003	
	g/με	0,0005	0,002	0,0005	0,001	0,0003	
Чувствит к изменениям температуры (ном знач НПЧ 3 Гц, 20 дБ/дек	м*с$^{-2}$/^{0} C	5	0,4	0,2	0,1	0,02	0,04
	g/^{0} F	0,28	0,022	0,011	0,0056	0,0011	0,0022
Магнитная чувствительность (ном знач 0,03 Тл, 50 Гц)	м*с$^{-2}$/Тл	30	4	4	1	1	
	g/кГс	0,3	0,04	0,04	0,01	0,01	
Акустическая чувствит (ном знач экв ускор. на УЗД 154 дБ, 2 – 100 Гц)	м*с$^{-2}$	0,04	0,01	0,01	0,002	0,001	
	g	0,004	0,001	0,001	0,0002	0,0001	
Мин. сопротивление утечки (20^{0} C)	ГОм	20	20	20	20	20	
Диапазон рабочих температур	^{0} C	-74 ÷ 250	-74 ÷ 250	-60 ÷ 180	-74 ÷ 250	-74 ÷ 250	
Макс. удар (± пиковое значение)	км*с$^{-2}$	250	200	20	50	20	
	g	25000	20000	2000	5000	2000	
Макс непрерывное синусоидальное ускорение (пиковое значение)	км*с$^{-2}$	50	60	20	20	20	
	g	5000	6000	2000	2000	2000	
Макс ускорение при креплении на магните (пиковое значение)	км*с$^{-2}$	-	1,5	1,2	1,2	0,6	
	g	-	150	120	120	60	
Материал основания		Титан ASTM Gr. 2	Титан ASTM Gr. 2	Титан ASTM Gr. 2	Титан ASTM Gr. 2	Сталь AISI316	Титан ASTM Gr. 2

[1] Данные получены согласно требованиям ANSI S2.11-69 и ISO/DIS 5347
[2] Чувствительность Uni-Gain типа ±2%
[3] Встроенный предусилитель. Чувствительность в μА/м*с$^{-2}$
[4] Допускаются местные резонансы до ±1,5 дБ
[5] Индивидуальные данные представлены в калибровочных паспортах для Uni-Gain типов
[6] Индивидуальные частотные кривые не поставляются с 4375, 4393, 4374, 4321 и 8309 или для типов DeltaShear® “V”
[7] Кабель поставляется как стандартная принадлежность или интегрированный кабель
[8] Ось минимальной поперечной чувствительности указана для Uni-Gain типов (за исключением 4321, 4374, 8309)
[9] Низкочастотный предел определяется предусилителем или условиями окружающей среды

Примечание: Все значения даны для температуры 25^{0} C, если только не указаны точность измерения или пределы допусков. Все пределы точности определены на 2σ (т. е. Расширенная неравномерность используя фактор покрытия равный 2)

СПЕЦИФИКАЦИЯ[1]

		4378 4379	8318-C	4374[13]	4321 4321V	4326A 4326 A–001	8309
Вес	г	175	470	0,65[10]	55	13/17	3[10]
Чувствительность по заряду для	пКл/ м*с$^{-2}$	31,6±2%	-	-	1±2%	-	-
Uni-Gain-DeltaShear типов[2], [5]	пКл/g	310±2%	-	-	9,8±2%	-	-
Чувствительность по напряжению	мВ/м*с$^{-2}$	26	-	-	0,8	-	-
для Uni-Gain-DeltaShear типов[5]	мВ/g	260	-	-	8	-	-
Чувствительность по заряду для	пКл/ м*с$^{-2}$	-	68±15%	0,11	1±15%	0,3	0,004
DeltaShear “V” типов	пКл/g	-	666±15%	1,1	9,8±15%	3	0,04
Чувствительность по напряжению	мВ/ м*с$^{-2}$	-	-	0,18	0,8	-	0,04
DeltaShear “V” типов	мВ/g	-	-	1,8	8	-	0,4
Резонансная частота[5], [6]	кГц	13	6,5	85	40	>20	180
Рабочий частотный	5% Гц	0,2-2800	10% 0,1-1000	1-18500	0,2-8700[11]	-	1-39000
диапазон[5, 6, 9]	10% Гц	0,1-3900	3 дБ 0,06-1250	1-26000	0,1-12000[11]	От 1 Гц до X: 9, Y: 8 Z: 16 кГц	1-54000
Емкость[5, 7]	пФ	1200	-	600	1200	1000	100
Макс поперечная чувствительность[1, 5, 8]	%	<4	<5	<5	<4	<5	<5
Резонансная частота поперечных колеб.	кГц	3,8	1,6	21	14	>20	28
Пьезоэлектрический материал		PZ27	PZ23	PZ27	PZ23	PZ23	PZ45
Конструкция		DeltaShear	DeltaShear	PlanarShear	DeltaShear	ThetaShear	CentreMount. Compression
Чувствит к деформации основания	м*с$^{-2}$/με	0,002	0,0003	0,005	0,02	0,01/0,005[14]	2
(в плоскости основания при 250 με)	g/με	0,0002	0,00003	0,0005	0,002	0,001/0,0005[14]	0,2
Чувствит к изменениям температуры	м*с$^{-2}$/^{0} C	0,001	0,0001	10	0,4	0,3	400
(ном знач НПЧ 3 Гц, 20 дБ/дек)	g/^{0} F	0,000056	0,0000056	0,56	0,022	0,017	22
Магнитная чувствительность	м*с$^{-2}$/Тл	0,5	1	30	4	5	20
(ном знач 0,03 Тл, 50 Гц)	g/кГс	0,005	0,01	0,3	0,04	0,05	0,2
Акустическая чувствит (ном знач экв	м*с$^{-2}$	0,001	0,001	0,1	0,01	-	4
ускор. на УЗД 154 дБ, 2 – 100 Гц)	g	0,0001	0,0001	0,01	0,001	-	0,4
Мин. сопротивление утечки (20^{0} C)	ГОм	20	-	20	20	20	20
Диапазон рабочих температур	^{0} C	-40 ÷ 250	-50 ÷ 150	-74 ÷ 250	-74 ÷ 250	-55÷175/230	-74 ÷ 180
Макс. удар	км*с$^{-2}$	5	2,5	250	10	30	1000
(± пиковое значение)	g	500	250	25000	1000	3000	100000
Макс непрерывное синусоидальное	км*с$^{-2}$	5	2,5	50	5	-	150
ускорение (пиковое значение)	g	500	250	5000	500	-	15000
Макс ускорение при креплении на	км*с$^{-2}$	0,2	-	-	0,6	-	-
магните (пиковое значение)	g	20	-	-	60	-	-
Материал основания		Нерж. сталь AISI 316	Нерж. сталь AISI 303	Бериллий[12]	Титан ASTM Gr. 2	Al/Ti корпус Ti разъемы	Нерж. сталь AISI 316

[10] Исключая кабель
[11] Резонансная частота поперечных колебаний может ограничивать рабочий частотный диапазон
[12] Опасность отравления – токсичный в тонко измельченном виде
[13] 4374 патенты США 4211951, Дания 138768, Великобритания 1522785. DeltaShear патенты Дания 1314014374, США 4211951, Дания 138768 и Великобритания 1522785. DeltaShear патент Дания 131401
[14] Крепление при помощи клеящей ленты толщиной 0,1 мм

Спецификация акселерометров DeltaTron			**Тип 4394 Тип 4397**	**Тип 4395 Тип 4398**	**Тип 4396 Тип 4399**
Чувствительность (осевая) на 4 мА	159,2 Гц, (10,2 g), 25^0 C,	мВ/ м*$с^{-2}$ (g)	1,00 (9,807)±2%		10,0 (98,07)±2%
Измерительный диапазон (пиковое значение)	температура <100^0 C	м*$с^{-2}$ (g)	±7500 (765)		±750 (76)
	температура <125^0 C	м*$с^{-2}$ (g)	±5000 (510)		±500 (51)
Частотный диапазон (±10%)		Гц	1 – 25000	0,3 – 18000	1 - 14000
Макс поперечная чувствительность		%	<4		
Постоянный ток	температура <100^0 C	мА	+2 - +20		
	температура <125^0 C	мА	+2 - +10	+2 - +20	
Напряжение питания (без нагрузки)	по полной спецификац.	В пост тока	+24 - +30		
	минимум	В пост тока	+18		
Выходное сопротивление		Ом	<100		
Напряжение сдвига	При 25^0 C, 4 мА	В	12 ±0,5		
	Полн. темпер. и токов. диапазон	В	8 - 10		
Остаточный шум	От 1 до 22000 Гц	μВ	<25	<15	<40
	Эквив. ускорение	м*$с^{-2}$ (g)	<0,025(0,0026)	<0,015(0,0015)	<0,004(0,0004)
Полярность (ускорение, направленное от базы в тело акселерометра			Положительная		
Время возврата после перегрузки в 2 раза превышающей макс уровень		μсек	<20	<15	<25
Макс неразрушающий удар (пиковое значение)	осевой	м*$с^{-2}$ (g)	100000(10200)	50000(5100)	20000(2040)
	поперечный	м*$с^{-2}$ (g)	50000(5100)	20000(2040)	10000(1020)
Диапазон рабочих температур		^{0} C	от -50 до +125 (от -58 до +257)		
Влажность			Сварной, уплотненный		
Чувствит к изменениям температуры		м*$с^{-2}/^0$ C	2	0,2	0,1
		g/^{0} F	0,11	0,011	0,0056
Магнитная чувствительность	(50 Гц, 0,038 Тл)	м*$с^{-2}$(g)/Тл	10(1)	20(2)	5(0,5)
Акустическая чувствительность	(154 дБ, SPL)	м*$с^{-2}$ (g)	0,01(0,001)	0,005(0,0005)	0,002(0,0002)
Конструкция			DeltaShear		
Пъезоэлектрический материал			PZ 23		
Материал корпуса		Титан	ASTM Gr.2		
Разъем		Коаксиальный	M3 миниатюр.	10-32 UNF	
Резьба			M3	10-32 UNF	
Момент затяжки		Н*м (фунтов*дюйм)	0,2 – 0,6 (1,8 – 5,3)	0,5 – 3,5 (4,4 – 31)	

Спецификация акселерометров DeltaTron с изолированной базой

		4394	4395	4396
Резонансная частота	кГц	52	37	28
Поперечная резонансная частота	кГц	15	13	9
Сопротивление изоляции	МОм	>10		
Чувствительность к деформации основания	м*$с^{-2}$(g)/με	0,005(0,0005)	0,01(0,001)	0,005(0,0005)
Вес	г	2,9	12,9	18,2
Высота	мм	14,0	21,7	23,7
Размер под ключ	мм	8,0	14,0	15,0

Спецификация акселерометров DeltaTron с неизолированной базой		4397	4398	4399
Резонансная частота	кГц	52	37	28
Поперечная резонансная частота	кГц	15	13	9
Чувствительность к деформации основания	м*с$^{-2}$(g)/με	0,005(0,0005)	0,01(0,001)	0,005(0,0005)
Вес	г	2,9	12,9	18,2
Высота	мм	14,0	21,7	23,7
Размер под ключ	мм	8,0	14,0	15,0

Кабели, используемые со стандартными акселерометрами

	AC 0005	**AC 0066**	**AC 0104**	**AC 0200**	**AC 0205**	**AC 0208**
Температура (^{0}C)	-75 ÷ +250	-75 ÷ +250	-50 ÷ +100	-75 ÷ +250	-75 ÷ +250	Перемещаемый: -5 ÷ +70 Фиксированный: -20 ÷ +70
Шумность	Супер малошумный	Малошумный	Малошумный	Супер малошумный	Супер малошумный	-
Материал изоляции/ Покрытие	PTFE/PFA	PTFE/PFA	PTFE/PFA	PTFE/PFA	PTFE/PFA	PE/PVC
Экран	Одинарный	Одинарный	Двойной	Двойной	Одинарный	Одинарный
Емкость (пФ/м)	106	95	105	95	100	100
Диаметр (мм)	2,0	1,0	1,6	3,2	1,5	2,0
Разъем 10-32	JP 0012	JP 0012	JP 0012	JP 0056	JP 0012	JP 0012

Образцовый акселерометр и акселерометр для подводных измерений		8305	5958[2]
Вес	г	40	44 (с 0,15 м кабелем
Чувствительность по заряду для DeltaShear “V” типов	пКл/мс$^{-2}$	0,12[4]	-
	пКл/g	1,2[4]	-
Чувствительность по току[2] для UniGain Line Drive типов	μА/мс$^{-2}$	-	1±2%[3,4]
	μА/g	-	9,8±2%[3,4]
Резонансная частота	кГц	30 (с нагр. 20 г)[4]	>35
Частотный диапазон[7]	Гц	0,2-3100(1%)[4] 0,2-4400(2%)[4]	0,3-11000(10%)
Емкость[5]	пФ	180	-
Макс попереч чувствительн.	%	<2[4, 6]	<4
Поперечный резонанс	кГц	-	14
Пьезоэлектрич. материал		Кварц	PZ23
Конструкция		Inverted Centre Mounted Comp.	Delta Shear
Чувствительность к деформации основания[1] (в плоскости основания при 250 με)	мс$^{-2}$/με	Верх: 0,01 База: 0,003	0,01
	g/με	Верх: 0,001 База: 0,0003	0,001
Чувствит к изменениям температуры[1] (номин знач НПЧ 3 Гц, 20 дБ/дек)	м*с$^{-2}$/^{0} С	0,5	1
	g/^{0} F	0,028	0,056
Магнитная чувствительность[1] (ном знач 0,03 Тл, 50 Гц)	м*с$^{-2}$/Тл	1	7
	g/кГс	0,01	0,07
Акустическая чувствит[1] (ном знач экв ускор. на УЗД 154 дБ, 2 – 100 Гц)	м*с$^{-2}$	0,008	0,01
	g	0,0008	0,001
Мин. сопротивление утечки (20^{0} С)	ГОм	1000 (10 при 200^{0} С)	-
Диапазон раб. температур	^{0} С	-74 ÷+200	-50 ÷+100
Макс. удар (± пиковое значение)[1]	км*с$^{-2}$	10	20 (осевой)
	g	1000	20000 (осев.)
Макс непрерывное синусоидальное ускорение (пиковое значение)	км*с$^{-2}$	10	-
	g	1000	-
Макс ускорение при креплении на магните (пиковое значение)	км*с$^{-2}$	1	-
	g	100	-
Материал основания		Нерж сталь AISI 316	Нерж сталь UHB 904L

[1] Данные получены согласно требованиям ANSI S2.11-69 и ISO/DIS 5347
[2] Чувствительность Uni-Gain типа ±2%
[3] Встроенный предусилитель.
[4] Индивидуальные данные представлены в калибровочных паспортах
[5] Кабель поставляется как стандартная принадлежность
[6] Ось минимальной поперечной чувствительности указана
[7] Низкочастотный предел определяется предусилителем или условиями окружающей среды

Кабели с разъемами и без разъемов			
Кабель любой длины		Тип разъема	Номер заказа
Тип	Длина (м)		
AC0005	3	10-32UNF/TNC	AO 0231
	1,2	TNC/TNC	AO 0193
	1,2	10-32UNF/10-32UNF	AO 0038
	3	10-32UNF/10-32UNF	AO0038F
	5	10-32UNF/10-32UNF	AO0038G
	10	10-32UNF/10-32UNF	AO0038H
	30	10-32UNF/10-32UNF	AO0038K
	x	10-32UNF/10-32UNF	AO0038V-AC0005-x
	30		AC0005K
	50		AC0005L
	100		AC0005M
	200		AC0005N
AC0200	3	10-32UNF/10-32UNF	AO0122
	5	10-32UNF/10-32UNF	AO0122G
	10	10-32UNF/10-32UNF	AO0122H
	30	10-32UNF/10-32UNF	AO0122K
	x	10-32UNF/10-32UNF	AO0122V-AC0200-x
	30		AC0200K
	100		AC0200M
	200		AC0200N
AC0104	1,2	M3/10-32UNF	AO1381
	1,2	10-32UNF/10-32UNF	AO1382
	3	10-32UNF/10-32UNF	AO1382F
	5	10-32UNF/10-32UNF	AO1382G
	5	10-32UNF/ 10-32UNF*	AO0406
	10	10-32UNF/10-32UNF	AO1382H
	30	10-32UNF/10-32UNF	AO1382K
	x	10-32UNF/10-32UNF	AO1382V-AC0104-x
	30		AC0104K
	100		AC0104M
AC0208	1,2	10-32UNF/10-32UNF	AO 0463
	3	10-32UNF/10-32UNF	AO0463F
	5	10-32UNF/10-32UNF	AO0463G
	10	10-32UNF/10-32UNF	AO0463H
	30	10-32UNF/10-32UNF	AO0463K
	x	10-32UNF/10-32UNF	AO0463V-AC0208-x
	200		AC0208N
AC0205	1,2	M3/10-32UNF	AO 0283
	3	M3/10-32UNF	AO0283F
	5	M3/10-32UNF	AO0283G
	10	M3/10-32UNF	AO0283H
	30	M3/10-32UNF	AO0283K
	x	M3/10-32UNF	AO0283V-AC0205-x
	30		AC0205K
	100		AC0205M
AC0066	1,2	10-32UNF/10-32UNF	AO 1419
	1,2	M3/10-32UNF	AO 0339
	x	M3/10-32UNF	AO0339V-AC0066-x
	30		AO0066K
Спирал.	1,1-4	TNC-TNC	AO 0268

* Включая адаптер JP 0415 10-32UNF/BNC

Компания Брюль и Къер оставляет за собой право изменять спецификации и списки принадлежностей без предварительного уведомления.

Компания Брюль и Къер
Головной офис: DK-2850 Нэрум, Дания. Тел. +4545800500, Факс +45458001405, http://www.bksv.com

Московское представительство фирмы Брюль и Къер: “АСМ тесты и измерения” 103287, Москва, Петровско-Разумовский пр. 29 (4 этаж). Тел (095) 212-39-03, Факс (095) 733-90-48, E-mail: asmolin@asmtm.dol.ru