

Конденсаторные микрофоны

ПРИМЕНЕНИЕ:

- Лабораторные эталонные микрофоны
- Калибровка микрофонов звукового давления и микрофонов свободного звукового поля методом взаимности
- Измерения в камерах связи

ОСОБЕННОСТИ:

- Точно определенные интегральные передние полости для калибровки, осуществляемой с помощью акустической камеры связи
- Малая утечка водорода из передней полости

Микрофоны 4160 и 4180 являются высококачественными конденсаторными микрофонами, предназначенными для применения в качестве лабораторных эталонов и для лабораторных измерений, осуществляемых с помощью акустической камеры связи, когда нужны высокая точность и долговременная стабильность.

Установленный в качестве лабораторного эталона однодвоймовый конденсаторный микрофон 4160 применяется в области средних и низких частот.

Изготавливаемый и выпускаемый фирмой Брюль и Кьер полудвоймовый конденсаторный микрофон 4180 удовлетворяет требованиям к лабораторному эталону, рассчитанному на применение при калибровке в широком частотном диапазоне.

Оба микрофона сконструированы для измерений в камерах связи и их можно применять с камерами связи, наполненными воздухом или другим газом, так как оба они отличаются очень малой утечкой газа из передней полости.

Микрофоны 4160 и 4180 нуждаются в применении внешнего источника поляризованного напряжения и работают с поляризационным напряжением + 200 В. Отдельные микрофоны снабжаются индивидуальными паспортами, содержащими опорные данные и результаты калибровки по давлению.

Микрофоны 4160 и 4180 являются высокостабильными конденсаторными микрофонами, рассчитанными на применение как в качестве лабораторных эталонов, так и при высокоточных измерениях в акустических камерах связи.

Используемый уже некоторое время в упомянутых областях применения конденсаторный микрофон 4160 удо-

Линейные частотные характеристики чувствительности по звуковому давлению до

4160: 8 кГц

4180: 20 кГц

Точно определенная эксплуатационная характеристика

Долговременная стабильность параметров, гарантируемая процессом искусственного старения

Малая чувствительность к изменениям условий окружающей среды

Характеристики в соответствии со стандартами:

4160: АНИС С1.12-1967, АНИС С1.10-1966 (и новые издания), МЭК 327 и 402

4180: тип М, конфигурация 26, по предложенному новому изданию АНИС С 1.12-1967

влетворяет требованиям рекомендаций МЭК 327 и 402 и стандартов АНИС С1.12-1967 и АНИС С1.10-1966. Установленный в качестве высокоточного эталона конденсаторный микрофон 4160 применяется в области низких и средних частот и на низких уровнях звукового давления.

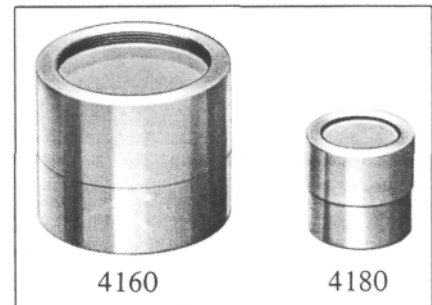
Полудвоймовый конденсаторный микрофон 4180 фирмы Брюль и Кьер удовлетворяет требованиям, предъявляемым к эталонному микрофону для широкого частотного диапазона и для работы на более высоких уровнях звукового давления.

Микрофон 4180 разработан в соответствии с новейшими проектами стандартов, относящихся к полудвоймовым лабораторным микрофонам.

Конденсаторные микрофоны 4160 и 4180 поставляются в ящике из красного дерева и снабжаются индивидуальными паспортами, содержащими калибровочные данные.

Описание

Высококачественная конструкция микрофонов 4160 и 4180 гарантирует их высокую надежность в отношении условий окружающей среды и долговременную стабильность их параметров. Конструкция конденсаторных микрофонов 4160 и 4180 идентична конструкции других изготавливаемых и выпускаемых фирмой Брюль и Кьер конденсаторных микрофонов. Однако, микрофоны 4160 и 4180 отличаются точно определенными полостями, способствующими точному креплению камеры связи. Передняя полость микрофона 4180 имеет малую глубину - всего 0,5 мм.



Частотная характеристика

Разработанные для применения при калибровке по давлению конденсаторные микрофоны 4160 и 4180 имеют линейные частотные характеристики чувствительности по звуковому давлению (см. рис. 1).

Конденсаторный микрофон 4160 имеет линейную характеристику до 8 кГц, а конденсаторный микрофон 4180 до 40 кГц (с уменьшенной чувствительностью).

Нижний предел частоты

Частотная характеристика чувствительности по звуковому давлению конденсаторных микрофонов 4160 и 4180 не ограничена на низких частотах, так как по определению чувствительности по давлению отверстие для выравнивания статического давления находится вне исследуемого звукового поля. Однако, при применении этих микрофонов с отверстием для выравнивания статического давления внутри исследуемого звукового поля, например, при исследованиях в свободном звуковом поле, их чувствительность на низких частотах уменьшается. Нижний предел частоты (-3 дБ), определенный акустическим сопротивлением устройства для выра-

вн/тания статического давления, находится в диапазонах от 1 до 2 Гц (микрофон 4160) и от 1 до 3 Гц (микрофон 4180).

Применение в свободном или диффузном звуковом поле

Конденсаторный микрофон 4180 можно применять в свободном и диффузном звуковых полях. Нарушение исследуемого звукового поля меньше, чем при применении однодвоймового микрофона, а чувствительность полудвоймового микрофона в меньшей степени зависит от угла падения звуковых волн.

Динамический диапазон

Нижний предел рабочего динамического диапазона микрофонной системы определяется тепловым шумом мембраны микрофона и электрическим шумом предусилителя. Динамический диапазон конденсаторного микрофона 4160, соединенного с предусилителем 2645, находится в пределах от 11 дБ(А) до 146 дБ (искажение 3%). Динамический диапазон конденсаторного микрофона 4180 с предусилителем 2645 простирается от 21 дБ(А) до 160 дБ (искажение 3%).

Кратковременная стабильность

Кратковременное воздействие окружающей среды, например, изменения температуры и давления, лишь мало влияет на чувствительность микрофонов 4160 и 4180.

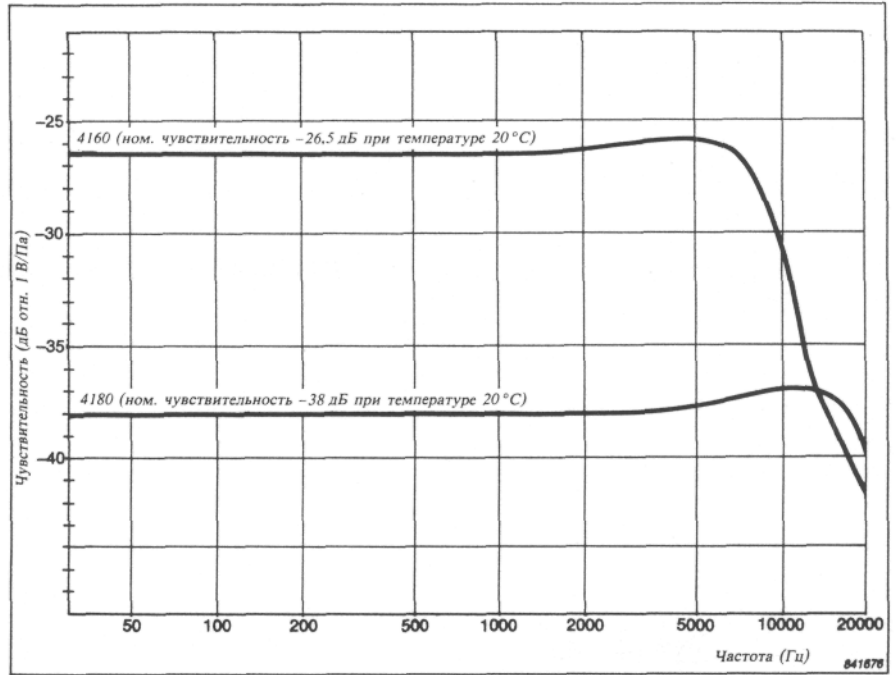


Рис. 1. Номинальные кривые амплитудно частотной характеристики по звуковому давлению конденсаторных микрофонов 4160 и 4180

Исключение больших изменений натяжения мембраны и расстояния между мембраной и задним электродом, обусловливаемых тепловым растяжением, является результатом тщательного термического согласования тепловых параметров материалов микрофонов. Малые обратимые измене-

ния чувствительности в результате изменений температуры показаны на рис. 3. Несмотря на небольшое влияние температуры на чувствительность, лабораторные эталонные микрофоны рекомендуется хранить в условиях неизменной или изменяющейся мало температуры.

Микрофоны фирмы Брюль и Кьер отличаются долговременной стабильностью. По оценке их чувствительность изменится меньше чем на 1 дБ в течение 400 – 1000 лет. Экспериментальное подтверждение этой оценки затруднительно, так как годовое изменение чувствительности не поддается обнаружению при применении современных методов калибровки. Однако, непосредственные измерения исключают возможность больших отклонений от определенной стабильности. Кривые, показанные ниже, иллюстрируют результаты измерений чувствительности однодвоймовых лабораторных микрофонов, осуществленных в лаборатории фирмы Брюль и Кьер в течение 17 лет. Кривые иллюстрируют, что учитывая возможность экспериментальных ошибок, в течение времени измерений чувствительность микрофонов не изменилась. Уменьшение разброса с 1977 г. можно объяснить применением нового калибровочного прибора и изменением методики измерения. Результаты измерений соответствуют определенной долговременной стабильности микрофонов.

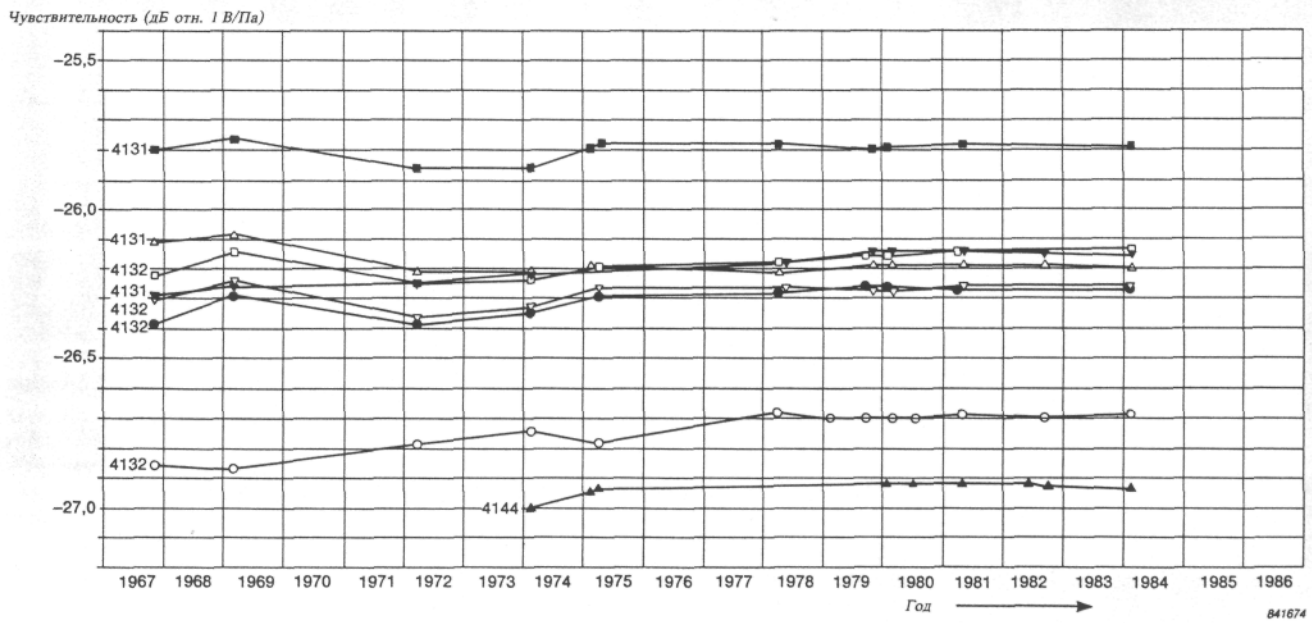


Рис. 2. Результаты измерений чувствительности однодвоймовых лабораторных эталонных микрофонов, осуществленные в лаборатории фирмы Брюль и Кьер с 1967 до 1984 г. Обозначение микрофонов указано рядом с соответствующей кривой

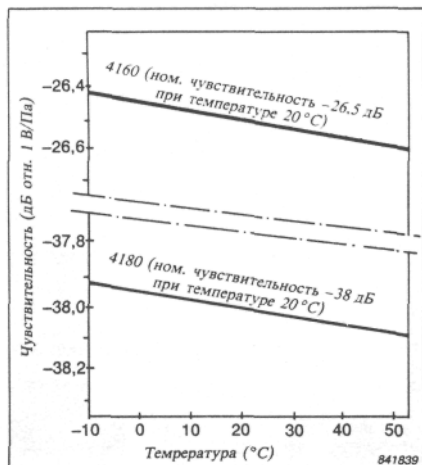


Рис. 3. Влияние температуры на чувствительность микрофона (на частоте 250 Гц)

Изменения давления окружающей среды обуславливают изменения жесткости воздуха. Однако, жесткость микрофонов 4160 и 4180 главным образом является результатом механической жесткости и ввиду этого влияние небольших изменений статического давления доведено до минимума (см. рис. 4). В отсутствие конденсации изменения относительной влажности имеют лишь малое влияние на чувствительность микрофонов 4160 и 4180 по причине малых изменений жесткости воздуха, содержащегося внутри корпуса этих микрофонов. Влияние изменений относительной влажности типично меньше, чем 0,0025 дБ (микрофон 4160) и 0,0008 дБ (микрофон 4180) в полном диапазоне относительной влажности.

Долговременная стабильность

Лабораторные эталонные микрофоны должны обладать высокой стабильностью в течение длительного времени. Изменения чувствительности с временем обусловлены уменьшением силы натяжения мембраны или изменениями расстояния между мембраной и задним электродом.

Отличная долговременная стабильность микрофонов 4160 и 4180 является результатом тщательной разработки и многолетнего практического опыта. Отдельные мембраны подвергаются микроскопической проверке с целью обнаружения возможных недостатков, имеющих вредное влияние на надежность микрофона или на его долговременную стабильность. Специальный процесс искусственного старения в условиях повышенной температуры после окончательного натяжения мембраны способствует повышению долговременной стабильности параметров микрофонов 4160 и 4180.

При комнатной температуре предполагается долговременная стабильность чувствительности микрофонов 4160 и 4180, выражаемая изменением < 1 дБ за интервал времени порядка

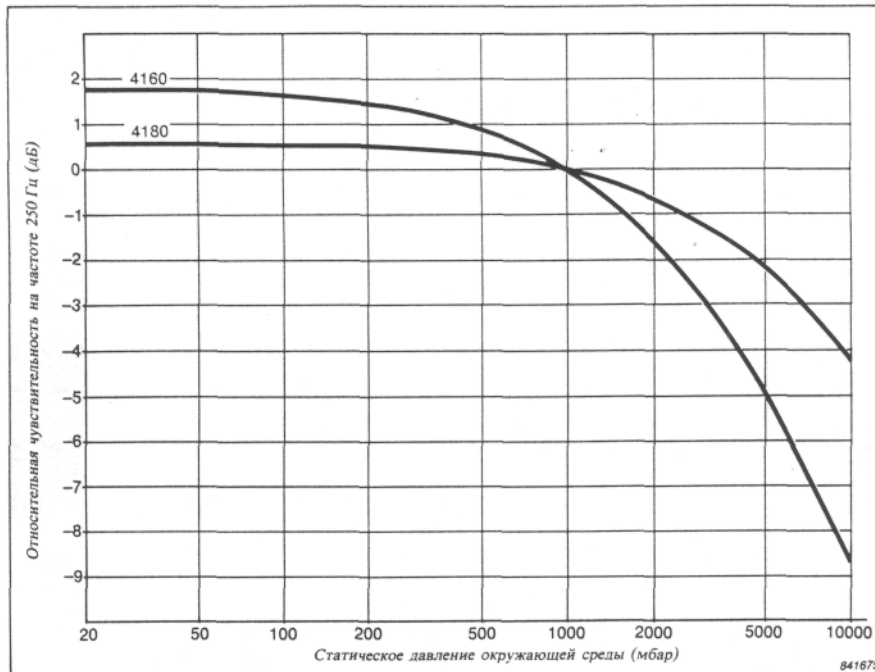


Рис. 4. Влияние давления окружающей среды на чувствительность микрофона (на частоте 250 Гц)

нескольких сот лет. Определение долговременной стабильности осуществляется путем экстраполяции результатов измерений стабильности мембраны при повышенных температурах (см. рис. 5). Предполагаемую долговременную стабильность микрофонов 4160 и 4180 подтверждают действительные измерения, осуществленные на лабораторных микрофонах в лабораториях фирмы Брюль и Кьер в течение нескольких лет (см. рис. 2).

Измерения в камерах связи

Верхние поверхности микрофонов 4160 и 4180, предназначенные для установки в камеры связи, сконструированы так, что вся поверхность мембраны может находиться внутри камеры связи. Применение камеры связи, диаметр которой соответствует диаметру мембраны микрофона, способствует достижению оптимальных условий для распространения плоских волн и подавлению возбуждения поперечных волн на более высоких частотах.

Утечка водорода

Измерения в камерах связи часто осуществляются при наполнении камеры другим газом чем воздух, например, водородом. Для увеличения пригодного времени измерения необходимо, чтобы утечка газа из полости была очень малой. В конструкции микрофонов 4160 и 4180 особое внимание уделено вопросу утечки водорода. Утечка водорода из микрофонов 4160 и 4180 слишком мала и обеспечивает адекватное время измерения в камерах связи.

Калибровка

При точной и удобной калибровке лабораторных эталонных микрофонов

4160 и 4180 можно применять микрофонный калибровочный прибор 4143 фирмы Брюль и Кьер. Предусмотренный кольцевой переходник UA 0825 можно навинчивать на полудюймовые микрофоны 4133, 4134 и 4147 фирмы Брюль и Кьер с целью согласования их верхних поверхностей с верхней поверхностью конденсаторного микрофона 4180. С целью согласования верхних поверхностей однодюймовых микрофонов 4144 и 4145 фирмы Брюль и Кьер с верхней поверхностью конденсаторного микрофона 4160 предусмотрен кольцевой переходник DB0111.

Предусилители

Предусилители 2645 и 2639 фирмы Брюль и Кьер можно применять с конденсаторными микрофонами 4160 и 4180. Для соединения упомянутых предусилителей с конденсаторным микрофоном 4160 предусмотрен переходник UA 0786. Предусилитель 2645 предназначен для проверки микрофонов методом замещения напряжения.

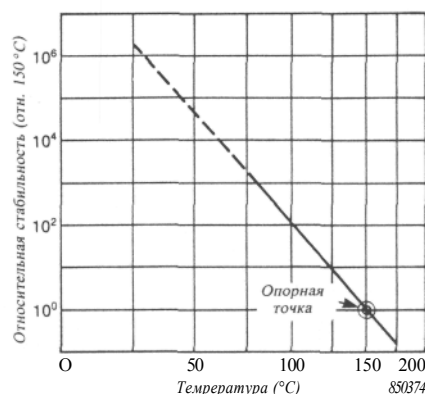


Рис. 5. Относительная стабильность натяжения мембраны в функции температуры

Конденсаторный микрофон 4160

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ РАЗОМКНУТОЙ

ЦЕПИ* (250 Гц):
-26,5 дБ ± 1 дБ отн. 1 В/Па. 47 мВ/Па

ПОЛЯРИЗАЦИОННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ:
+ 200 В

ЧАСТОТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА* (звуковое давление):
До 8 кГц ± 1 дБ (отн. 250 Гц)

УСТРОЙСТВО ВЫРАВНИВАНИЯ СТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ:
Отверстие сзади корпуса

НИЖНИЙ ПРЕДЕЛ ЧАСТОТЫ* (-3 дБ):
1 Гц - 2 Гц (отверстие для выравнивания статического давления внутри исследуемого звукового поля)

ПОСТОЯННАЯ ВРЕМЕНИ УСТРОЙСТВА ВЫРАВНИВАНИЯ СТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ:
Диапазон: от 0.16 до 0.08 с

РЕЗОНАНСНАЯ ЧАСТОТА МЕМБРАНЫ (сдвиг фазы 90°):
8,5 кГц (ном.)

СОПРОТИВЛЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ (при отн. влажности 85%):
> 10⁵ Ом

ЕМКОСТЬ ПОЛЯРИЗОВАННОГО МИКРОФОНА* (частота 250 Гц):
55 ± 3 пФ

ТЕПЛОВОЙ ШУМ:
0,6 x 10⁶ Па/Гц
9,5 дБ (А), 10 дБ (лин.)

ВЕРХНИЙ ПРЕДЕЛ РАБОЧЕГО ДИНАМИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА (искажение 3%):
146 дБ УЗД (частота 100 Гц, нагрузка 0.5 пФ)

ПРЕДЕЛ СТОЙКОСТИ:
160 дБ УЗД (пиковое значение)

ЭКВИВАЛЕНТНЫЙ ОБЪЕМ ВОЗДУХА (мембрана, частота 250 Гц):
148 ± 30 мм³

РАБОЧИЙ ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ДИАПАЗОН:
До 50°C (для применения в качестве лабораторного эталона рекомендуется хранение при неизменной температуре)

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ (частота 250 Гц):
-0.003 дБ/°С (ном.) (-10 - + 50°C)

КОЭФФИЦИЕНТ СТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ (частота 250 Гц):
-0.0016 дБ/мбар (ном.)

КОЭФФИЦИЕНТ ВЛАЖНОСТИ (частота 250 Гц):
0.0025 дБ/100% отн. влажности (по причине изменений жесткости воздуха)

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ:
45 x 10⁻² Па/м · с^{mm2}. 67 дБ при 1 м · с^{m2} (ускорение в осевом направлении на частотах < 1 кГц)

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ:
4 - 24 дБ. ном. 18 дБ УЗД (напряженность 80 А/м, частота 50 Гц)

ДОЛГОВРЕМЕННАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ (при температуре 20°C):
< 1 дБ/1000 лет

УТЕЧКА ВОДОРОДА ИЗ ПЕРЕДНЕЙ ПОЛОСТИ:
ЛГо < 0,05%/мин в камере связи объемом 20 см³ - без буферов

РАЗМЕРЫ:
Диаметр: 23,77 мм (с защитной сеткой и без сетки)
Длина: 19,35 мм (с защитной сеткой)
19 мм (без защитной сетки)

Диаметр передней полости: 18,6 мм (среднее значение)
Глубина передней плоскости: 1,95 мм
Резьба для крепления предусилителя: 23,11 60 UNS

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ

ПРИНАДЛЕЖНОСТИ:

Микрофонный калибровочный прибор.....4143
Пистонфон.....4220
Предусилитель.....2645
Переходник.....UA 0786
Предусилитель.....2639
Переходник.....DB 0375
Переходник для камеры связи.....DB0111
Защитная сетка.....DD 0168

Технические данные при температуре 23 °С, давлении 1013 мбар и относительной влажности 50%. пока не указано другое.

h11n1v,1/валы

Конденсаторный микрофон 4180

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ РАЗОМКНУТОЙ

ЦЕПИ* (250 Гц):
-38 дБ ± 1.5 дБ отн. 1 В/Па. 12.5 мВ/Па

ПОЛЯРИЗАЦИОННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ:
+ 200 В

ЧАСТОТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА* (звуковое давление):
До 10 кГц: ± 1 дБ
До 20 кГц: ± 1.5 дБ (отн. 250 Гц)

УСТРОЙСТВО ВЫРАВНИВАНИЯ СТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ:
Отверстие сбоку корпуса

НИЖНИЙ ПРЕДЕЛ ЧАСТОТЫ* (-3 дБ):
1 Гц - 3 Гц (отверстие для выравнивания статического давления внутри исследуемого звукового поля)

ПОСТОЯННАЯ ВРЕМЕНИ УСТРОЙСТВА ВЫРАВНИВАНИЯ СТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ:
Диапазон: от 0.16 до 0.053 с

РЕЗОНАНСНАЯ ЧАСТОТА МЕМБРАНЫ (сдвиг фазы 90°):
23 кГц (ном.)

СОПРОТИВЛЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ (при отн. влажности 85%):
> 10⁵ Ом

ЕМКОСТЬ ПОЛЯРИЗОВАННОГО МИКРОФОНА* (частота 250 Гц):
37,5 пФ (ном.)

ТЕПЛОВОЙ ШУМ:
1.3 x Ю^6 Па/уГц

18 дБ (А)
21.5 дБ (лин.)

ВЕРХНИЙ ПРЕДЕЛ РАБОЧЕГО ДИНАМИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА (искажение 3%):
160 дБ УЗД (частота 100 Гц, нагрузка 0.5 пФ)

ПРЕДЕЛ СТОЙКОСТИ:
174 дБ УЗД (пиковое значение)

ЭКВИВАЛЕНТНЫЙ ОБЪЕМ ВОЗДУХА (мембрана, частота 250 Гц):
9.3 мм⁻¹ (ном.)

РАБОЧИЙ ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ДИАПАЗОН:
До 50° С (для применения в качестве лабораторного эталона рекомендуется хранение при неизменной температуре)

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ (частота 250 Гц):
-0,002 дБ/С (ном.) (-10 - + 50°C)

КОЭФФИЦИЕНТ СТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ (частота 250 Гц):
-0,0007 дБ/мбар (ном.)

КОЭФФИЦИЕНТ ВЛАЖНОСТИ (частота 250 Гц):
0,0008 дБ/100% отн. влажности (по причине изменений жесткости воздуха)

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ:
36 x 10⁻² Па/м · с^{m2}, 65 дБ при 1 м · с^{m2} (ускорение в осевом направлении на частотах < 1 кГц)

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ:

6 - 3 4 дБ, ном. 20 дБ УЗД (напряженность 80 А/м, частота 50 Гц)

ДОЛГОВРЕМЕННАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ (при температуре 20°C):
< дБ/400 лет

УТЕЧКА ВОДОРОДА ИЗ ПЕРЕДНЕЙ ПОЛОСТИ:
ДГо < 0,3%/мин в камере связи объемом 3 см³ без буферов

РАЗМЕРЫ:
Диаметр (верхняя часть): 13,2 мм
Диаметр (нижняя часть): 12,7 мм
Длина: 12 мм
Диаметр передней полости: 9,3 мм
Глубина передней полости: 0,5 мм
Резьба для крепления предусилителя: 11,7-60 UNS

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ

ПРИНАДЛЕЖНОСТИ:

Микрофонный калибровочный прибор.....4143
Пистонфон.....4220
Предусилитель.....2645
Предусилитель.....2639
Кольцевой переходник для камеры связи.....DB 0825
Защитный колпак.....DD 0371

Технические данные при температуре 23 °С, давлении 1013 мбар и относительной влажности 50%. пока не указано другое.

калиброванные данные

* Индивидуал!