ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71381— 2024

РЕЗОНАТОРЫ КВАРЦЕВЫЕ

Методы измерения ослабления нежелательных резонансов

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Российский научно-исследовательский институт «Электронстандарт» (АО «РНИИ «Электронстандарт»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 303 «Электронная компонентная база, материалы и оборудование»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 мая 2024 г. № 597-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РЕЗОНАТОРЫ КВАРЦЕВЫЕ

Методы измерения ослабления нежелательных резонансов

Quartz resonators. Methods for measuring attenuation of unwanted resonances

Дата введения — 2025—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на кварцевые резонаторы (далее — резонаторы) в диапазоне частот 0,1—100 МГц и устанавливает метод измерения ослабления нежелательных резонансов по отношению к основному.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 8.568 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения

ГОСТ Р 57438 Приборы пьезоэлектрические. Термины и определения

ГОСТ Р 71286 Приборы пьезоэлектрические и фильтры электромеханические. Общие требования при измерении параметров

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 57438.

4 Общие положения

4.1 Измерение ослабления нежелательных резонансов основано на измерении уровней затуханий основного и нежелательных резонансов резонатора, возбуждаемого в пассивной мостовой схеме.

4.2 Общие требования при измерениях и требования безопасности — по ГОСТ Р 71286.

4.3 Метод экспресс-оценки частотности резонаторов в диапазоне частот 5—100 МГц приведен в приложении А.

Издание официальное

5 Требования к средствам измерения и оборудованию

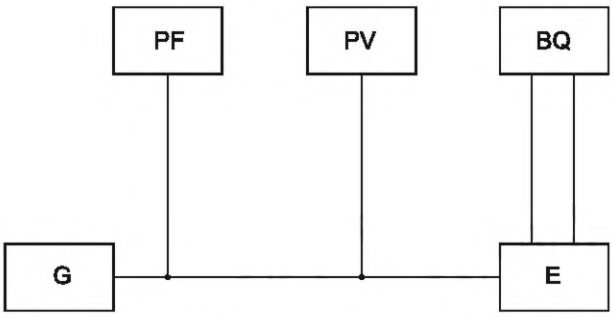
5.1 Применяемые средства измерений должны быть поверены или откалиброваны в соответствии с нормативными документами, устанавливающими порядок и методы поверки конкретных средств измерений.

Испытательное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с ГОСТ Р 8.568. Диапазон измерений, типы и точность средств измерений, а также характеристики испытательного оборудования и состав вспомогательных устройств устанавливают в ТУ.

5.2 При измерении ослабления нежелательных резонансов применяют следующие средства измерения и вспомогательные устройства:

- генератор измерительный;
- частотомер электронно-счетный;
- вольтметр;
- анализатор моночастотности кварцевых резонаторов.

Структурная схема измерения ослабления нежелательных резонансов по отношению к основному приведена на рисунке 1 для измерения затуханий свыше 20 дБ, на рисунке 2 — для измерения затуханий от 0 до 100 дБ.



G — измерительный генератор; PF — электронно-счетный частотомер; PV — вольтметр; BQ — резонатор; E — анализатор моночастотности кварцевых резонаторов с постоянным уровнем напряжения на входе измерительного моста

Рисунок 1 — Структурная схема измерения ослабления нежелательных резонансов для затуханий свыше 20 дБ



PF — электронно-счетный частотомер; BQ — резонатор; E — анализатор моночастотности кварцевых резонаторов с постоянным уровнем напряжения на резонаторе в измерительном мосте

Рисунок 2 — Структурная схема измерения ослабления нежелательных резонансов для затуханий от 0 до 100 дБ

Примечание — Допускается исключать из структурной схемы соединения приборов отдельные элементы или дополнять схему отдельными элементами.

5.3 Электронно-счетный частотомер должен обеспечивать:

- диапазон частот 0,1—100 МГц;
- погрешность измерения частоты в пределах $\pm 2{,}5 \cdot 10^{-6}$.

5.4 Измерительный генератор должен обеспечивать:

- диапазон частот 0,1—100 МГц;
- нестабильность частоты за 15 мин не более $\pm 2 \cdot 10^{-4}$;
- нестабильность выходного уровня за 15 мин не более ±0,3 дБ;
- подавление паразитных составляющих и шумов в полосе ±10 % от установленной частоты не менее 80 дБ;
- коэффициент 3-й и высших гармоник не более 1 %.

5.5 Вольтметр должен обеспечивать:

- диапазон частот 0,1—100 МГц;
- пределы измерения напряжений 0,1—3,0 В;
- погрешность измерения не более ±4 %.

5.6 Анализатор моночастотности кварцевых резонаторов с постоянным уровнем напряжения на входе измерительного моста должен обеспечивать:

- диапазон частот 0,1—100 МГц;
- погрешность измерения уровней затухания в динамическом диапазоне до 60 дБ должна быть не более ±2,5 дБ.

5.7 Анализатор моночастотности кварцевых резонаторов с постоянным уровнем напряжения на резонаторе в измерительном мосте должен обеспечивать:

- диапазон частот 0,1—100 МГц;
- погрешность измерения уровней затухания в динамических диапазонах:

от 0 до 20 дБ — не более ±1 дБ;
св. 20 до 60 дБ — не более ±2 дБ;
св. 60 до 100 дБ — не более ±3 дБ.

6 Подготовка и проведение измерений

6.1 Структурная схема измерения ослабления нежелательных резонансов для затуханий приведена на рисунках 1 и 2.

6.2 Требования к приборам установлены в 5.3—5.7.

6.3 Подготавливают средства измерения и вспомогательные устройства к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

6.4 Подключают резонатор к анализатору моночастотности кварцевых резонаторов (далее — анализатор моночастотности), устанавливают частоту генератора по частотомеру на 2 % — 5 % ниже номинальной частоты резонатора и балансированием плеч моста в анализаторе моночастотности добиваются максимально возможной компенсации статической емкости C_0.

6.5 На входе моста анализатора моночастотности по вольтметру устанавливают напряжение в соответствии с руководством по эксплуатации.

6.6 Визуально просматривают на экране электронно-лучевой трубки анализатора моночастотности частотную характеристику резонатора в полосе частот, установленной в нормативных документах (НД) на резонаторы конкретных типов, и по показаниям анализатора моночастотности определяют уровни затуханий на основном (a_1) и нежелательных резонансах ($a_н$).

7 Обработка результатов измерений

Ослабление нежелательных резонансов по отношению к основному $a_о$ определяют по формуле

$$a_о = a_н - a_1, \quad (1)$$

где a_1, $a_н$ — измерение значений уровней затухания при основном и нежелательном резонансах, дБ (определяют в соответствии с руководством по эксплуатации на анализатор моночастотности).

Примечание — По измеренным значениям уровней затуханий, при необходимости, можно определить значения динамических сопротивлений резонатора при нежелательных резонансах в соответствии с руководством по эксплуатации на анализатор моночастотности.

8 Погрешность измерений

8.1 Границы интервала, в котором с вероятностью 0,95 находится погрешность измерения ослабления нежелательных резонансов по отношению к основному, не превышают значений:

- при измерениях по структурной схеме, которая приведена на рисунке 1:

±3 дБ в диапазоне частот 0,1—10 МГц;
± 4 дБ в диапазоне частот 10—100 МГц;

- при измерениях по структурной схеме, которая приведена на рисунке 2:

±1,0 дБ при a_1 = 0 — 20 дБ и $a_н$ = 0 — 20 дБ;

±1,5 дБ при a_1 = 0 — 20 дБ и $a_н$ = 20 — 40 дБ;

±2,0 дБ при a_1 = 0 — 20 дБ и $a_н$ = 40 — 60 дБ;

±3,0 дБ при a_1 = 0 — 20 дБ и $a_н$ = 60 и более;

±1,0 дБ при a_1 = 20 — 40 дБ и $a_н$ = 20 — 40 дБ;

±2,0 дБ при a_1 = 20 — 40 дБ и $a_н$ = 40 — 60 дБ;

±3,0 дБ при a_1 = 20 — 40 дБ и $a_н$ = 60 дБ и более.

8.2 Для более точного определения погрешности при измерениях ослабления нежелательных резонансов по отношению к основному рассчитывают по формулам, приведенным в приложении Б.

Примеры расчета показателей точности измерений приведены в приложении В.

Приложение А
(обязательное)

Метод экспресс-оценки моночастотности резонаторов в диапазоне частот 5—100 МГц

А.1 Общие положения

Метод экспресс-оценки моночастотности резонаторов основан на измерении амплитуды амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) резонаторов при их возбуждении на основном и нежелательном резонансах при линейном свипировании частоты.

А.2 Требования к средствам измерения и вспомогательным устройствам

А.2.1 При экспресс-оценке моночастотности резонаторов применяют следующие средства измерения и вспомогательные устройства:

- частотомер электронно-счетный;
- анализатор амплитудно-частотных кварцевых резонаторов.

А.2.2 Структурная схема метода экспресс-оценки моночастотности резонаторов приведена на рисунке А.1.



PF — электронно-счетный частотомер; BQ — резонатор; E — анализатор амплитудно-частотных характеристик кварцевых резонаторов

Рисунок А.1 — Структурная схема метода экспресс-оценки моночастотности резонаторов

А.2.3 Электронно-счетный частотомер должен обеспечивать:

- диапазон частот 5—100 МГц;
- погрешность измерения частоты в пределах $\pm 2 \cdot 10^{-6}$.

А.2.4 Анализатор амплитудно-частотных характеристик кварцевых резонаторов должен обеспечивать:

- диапазон частот 5—100 МГц;
- полосу свипирования ±(0 — 1,5) % от несущей частоты;
- динамический диапазон измерений до 20 дБ;
- неравномерность уровня выходного напряжения в полосе свипирования не более ±0,2 дБ;
- длительность периода развертки не менее 100 мс;
- погрешность измерения не более 30 %.

А.2.5 Применяемые средства измерений должны быть поверены или откалиброваны в соответствии с НД, устанавливающими порядок и методы поверки конкретных средств измерений.

Испытательное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с ГОСТ Р 8.568. Диапазон измерений, типы и точность средств измерений, а также характеристики испытательного оборудования и состав вспомогательных устройств устанавливают в ТУ.

А.3 Подготовка и проведение измерений

А.3.1 Структурная схема метода экспресс-оценки моночастотности резонаторов приведена на рисунке А.1.

А.3.2 Требования к приборам установлены в А.2.3 — А.2.5.

А.3.3 Подготавливают средства измерений и вспомогательные устройства в соответствии с эксплуатационной документацией.

А.3.4 Задают частоту и полосу свипирования в соответствии с полосой частот, установленной в стандартах или ТУ на резонаторы конкретных типов, устанавливают максимальную чувствительность анализатора.

А.3.5 Сужают полосу свипирования симметрично по обе стороны от частоты при основном резонансе до $10\Delta f$ (где Δf — половина полосы пропускания АЧХ основного резонанса), компенсируют статическую емкость C_0, устанавливают амплитуду АЧХ (A_1), равную высоте масштабной сетке электронно-лучевой трубки (ЭЛТ), проводят измерение частоты при основном резонансе.

А.3.6 Перестраивая частоту генератора, смещают изображение АЧХ при нежелательном резонансе в центр экрана ЭЛТ, компенсируют статическую емкость C_0, измеряют амплитуду АЧХ ($A_н$) и частоту при нежелательном резонансе.

А.4 Обработка результатов измерений

Ослабление нежелательного резонанса по отношению к основному $a_о$ определяют по формуле

$$a_о = 20 \lg \frac{A_1}{A_н}, \quad (А.1)$$

где A_1, $A_н$ — измеренные в делениях масштабной сетки значения амплитуд АЧХ при основном и нежелательном резонансах.

А.5 Погрешность измерений

Погрешность измерения ослабления нежелательных резонансов по отношению к основному находится в интервале ±30 % с установленной вероятностью 0,95.

Приложение Б
(справочное)

Определение погрешности измерения ослабления нежелательных резонансов по отношению к основному и динамических сопротивлений при нежелательных резонансах

При необходимости более точного определения погрешности измерения ослабления нежелательных резонансов по отношению к основному и динамических сопротивлений при нежелательных резонансах рассчитывают по формулам (Б.1) — (Б.4).

Границы интервала, в котором с установленной вероятностью находится погрешность измерения ослабления нежелательных резонансов по отношению к основному, $\Delta a_о$ на установке, структурная схема которой приведена на рисунке 1, определяют по формуле

$$\Delta a_о = \frac{K_\Sigma}{3}\sqrt{\Delta a_1^2 + \Delta a_н^2 + \Delta\varepsilon^2 + 2\Delta u^2}, \quad (Б.1)$$

где K — коэффициент, значение которого в зависимости от установленной вероятности выбирают по таблице Б.1.

Таблица Б.1

P	0,95	0,99	0,997
K_Σ	1,96	2,58	3,0

Δa_1, $\Delta a_н$ — погрешности измерения затухания на основном и нежелательном резонансе;

Δu — нестабильность выходного уровня генератора за время измерения;

$\Delta\varepsilon$ — погрешность из-за неточности настройки частоты генератора, вычисляемая по формуле

$$\Delta\varepsilon = 10\lg\left(1 + 4\cdot Q^2\cdot\varepsilon^2\right), \quad (Б.2)$$

где Q — добротность резонатора при основном резонансе;

ε — относительная расстройка частоты генератора.

Границы интервала, в котором с вероятностью 0,95 находится погрешность определения динамических сопротивлений при нежелательных резонансах $\delta_{R_н}$, определяют по формулам (Б.3) и (Б.4):

при измерениях на установке, структурная схема которой приведена на рисунке 1:

$$\delta_{R_н} = \pm\frac{10^{\frac{\Delta a_н}{20}} - 1}{1 - \frac{1}{10^{\frac{a_н}{20}}}}\cdot 100\ \%; \quad (Б.3)$$

при измерениях на установке, структурная схема которой приведена на рисунке 2:

$$\delta_{R_н} = \pm\left(10^{\frac{\Delta a_н}{20}} - 1\right)\cdot 100\ \%. \quad (Б.4)$$

Примеры расчета показателей точности измерений приведены в приложении В.

Приложение В
(справочное)

Примеры расчета погрешности измерений

Измерения проводят по структурной схеме, которая приведена на рисунке 1.

Данные для расчета: установлена вероятность $P = 0,95$; $\Delta a_1 = \Delta a_н = \pm 2,5$ дБ;

$Q = 3 \cdot 10^5$; $\varepsilon = 5 \cdot 10^{-7}$; $\Delta u = \pm 0,1$ дБ; $f = 75$ МГц; измеренные данные $a_1 = 35$ дБ; $a_н = 50$ дБ.

Границы интервала, в котором с вероятностью 0,95 находится погрешность измерения ослабления нежелательных резонансов по отношению к основному, определяют по формулам (Б.1), (Б.2).

$$\Delta\varepsilon = 10\lg[1 + 4 \cdot (3 \cdot 10^5)^2 \cdot (5 \cdot 10^{-7})^2] = 10\lg(1 + 9 \cdot 10^{-2}) = 0,39 \text{ дБ}.$$

$$\Delta a_o = \pm\frac{1,96}{3}\sqrt{2,5^2 + 2,5^2 + 0,39^2 + 2 \cdot 0,1^2} = \pm 2,3 \text{ дБ}.$$

Границы интервала, в котором с вероятностью 0,95 находится погрешность определения динамических сопротивлений при нежелательных резонансах, при измерениях по структурной схеме, которая приведена на рисунке 1, определяют по формуле (Б.3):

$$\delta_{R_н} = \pm\frac{10^{\frac{2,5}{20}} - 1}{1 - \frac{1}{10^{\frac{50}{20}}}} \cdot 100\ \% = \pm 33\ \%.$$

УДК 621.372.412:006.354 ОКС 31.140

Ключевые слова: кварцевые резонаторы, методы измерения ослабления нежелательных резонансов

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 14.05.2024. Подписано в печать 20.05.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,15.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru