

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Директор – главный конструктор
НКТБ «ПЬЕЗОПРИБОР» ЮФУ


А.А. Панич
« 20 » 04 2018 г.

Первый заместитель
генерального директора
ФБУ «Росздравкиб»


В.А. Романов
2018 г.

АППАРАТУРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ
ПАРАМЕТРОВ ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТОВ
«ЦЕНЗУРКА-МА2.1»


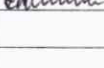
Методика поверки

68.100.00.00.000 МП

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Содержание

1	Операции поверки	4
2	Средства поверки	5
3	Требования безопасности	6
4	Условия поверки.....	7
5	Подготовка к поверке.....	8
6	Проведение поверки.....	9
6.1	Внешний осмотр	9
6.2	Опробование. Поверка программного обеспечения	9
6.3	Определение метрологических характеристик	10
7	Оформление результатов.....	19
8	Сокращения и обозначения	20
	Приложение А (обязательное). Формы таблиц результатов измерений	21
	Приложение Б (обязательное). Эквиваленты пьезоэлементов ЭПЭ-1201, ЭПЭ-1202, ЭПЭ-1203	24
	Приложение В (обязательное). Наборы РС цепей НРЕЦ-1741, НРЕЦ-1742	25

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
					68.100.00.00.000 МП	Лит.	Лист	Листов
Изн. № подл.					Аппаратура для контроля параметров пьезоэлементов "Цензурка-МА2.1" Методика поверки	2	27	
	Разраб.	Согомонян				НКТБ «Пьезоприбор» ЮФУ		
	Пров.	Милославский						
	Н. контр.	Примакова						
	УТВ.							

Настоящая методика поверки распространяется на аппаратуру для контроля параметров пьезоэлементов «Цензурка-МА2.1» 68.100.00.00.000 (в дальнейшем аппаратура) и устанавливает методику ее первичной и периодической поверки.

Аппаратура подлежит первичной поверке при выпуске из производства или ремонта, а также периодической поверке.

Межповерочный интервал – 24 месяца.

Инв. № подл.	Подп. и дата		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	68.100.00.00.000 МП	Лист
	Изм	Лист					№ докум.

1 Операции поверки

При проведении поверки должны быть выполнены операции, перечень которых приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций проводимых при периодической поверке аппаратуры

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	6.1	Да	Нет
2 Опробование. Проверка программного обеспечения	6.3.5	Да	Да
3 Проверка диапазона рабочих частот и основной относительной погрешности установки частоты	6.3.1	Да	Да
4 Проверка диапазона и основной абсолютной погрешности измерения электрической емкости и тангенса угла диэлектрических потерь на низкой частоте	6.3.2	Да	Да
5 Проверка основной относительной погрешности измерения частоты резонанса и частоты антирезонанса	6.3.3	Да	Да
6 Проверка диапазона и основной относительной погрешности измерения сопротивления на частоте резонанса	6.3.4	Да	Да
7 Проверка времени непрерывной работы	6.3.6	Да	Нет

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

68.100.00.00.000 МП

Лист
4

2 Средства поверки

Для проведения поверки рекомендуются следующие средства измерений, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств измерений, применяемых при первичной и периодической поверке аппаратуры

Рекомендуемые средства измерений и испытаний		Основные характеристики средств измерений	Пункт методики поверки
Наименование	Тип		
1 Частотомер электронно-счетный вычислительный	ЧЗ-63/1	Основная относительная погрешность измерения частоты – не хуже 0,01%	6.3.1
2 Измеритель импеданса	ИМ3570	Основная относительная погрешность измерения импеданса – не хуже 0,08%; точность установки частоты – не менее 4 Гц; Измерение импеданса при напряжении постоянной амплитуды 150...200 мВ	6.3.2, 6.3.3, 6.3.4
3 Эквиваленты пьезоэлементов (Приложение Б настоящей методики)	ЭПЭ-1201, ЭПЭ-1202, ЭПЭ-1203		6.3.3
4 Набор RC цепей (Приложение В настоящей методики)	НРЕЦ-1741, НРЕЦ-1742		6.3.2, 6.3.4
5 Мегаомметр	Е6-24		6.2.1
<p>Примечания</p> <p>1 При поверке аппаратуры допускается использование других средств измерений, обеспечивающих соотношение абсолютного значения основной погрешности средства измерения и поверяемой аппаратуры 1/3 для поверяемого значения. Все средства измерений должны быть поверены в соответствии с требованиями ГОСТ 8.002-86</p> <p>2 Параметры элементов эквивалентов пьезоэлементов, наборов RC цепей, должны быть предварительно измерены анализатором импеданса и занесены в протокол</p> <p>3 Поверку аппаратуры, используемой для измерений в более узком диапазоне частот (или для измерений меньшего числа параметров) допускается производить в этом диапазоне частот (и только для требуемых параметров)</p>			

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

68.100.00.00.000 МП

Лист
5

4 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ±10
- относительная влажность воздуха, % 65 ±20
- атмосферное давление, мм рт. ст. 630 – 795
- напряжение питающей сети, В 220 ±22
- частота питающей сети, Гц 50 ±1

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
					68.100.00.00.000 МП					Лист
					Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	7

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 Внешний осмотр проводят в следующей последовательности:

- установить соответствие комплектности аппаратуры требованиям паспорта (68.100.00.00.000 ПС);
- проверить четкость нанесения маркировки и ее соответствие руководству по эксплуатации (68.100.00.00.000 РЭ);
- проверить отсутствие на корпусе, разъемах и клеммах аппаратуры механических повреждений.

6.1.2 Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если:

- комплектность аппаратуры соответствует требованиям паспорта (68.100.00.00.000 ПС);
- маркировка на корпусе аппаратуры соответствует руководству по эксплуатации (68.100.00.00.000 РЭ);
- на корпусе, разъемах и клеммах аппаратуры отсутствуют механические повреждения.

6.2 Опробование. Проверка программного обеспечения

6.2.1 Перед опробованием необходимо проверить сопротивление изоляции цепей питания аппаратуры. Для этого:

- отключить сетевой кабель аппаратуры от сети 220В 50 Гц, закоротить перемычкой клеммы его вилки и подключить ко входу мегаомметра (п.5 таблица 2). Вторую клемму входа мегаомметра соединить с корпусом аппаратуры;
- включить тумблер «СЕТЬ ВКЛ» на аппаратуре;
- измерить сопротивление изоляции между короткозамкнутыми клеммами и корпусом (клеммой заземления) аппаратуры.

Результаты считаются положительными, если сопротивление изоляции не менее 20 Мом.

6.2.2 Для опробования подготовить аппаратуру к использованию в соответствии с п. 3.2 (68.100.00.00.000 РЭ) и включить для самопрогрева в течении 15 минут.

6.2.3 Опробование проводят путем выполнения контроля аппаратных средств согласно п.3.3 (68.100.00.00.000 РЭ).

Результаты считаются положительными, если в окне «Контроль аппаратных средств» напротив каждого теста стоит значение «ОК».

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	68.100.00.00.000 МП	Лист
						9
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

6.2.4 Провести проверку программного обеспечения. Для этого сначала определите название и версию программного обеспечения путем нажатия на экранную кнопку «О программе» раздела «Контроль технического состояния». В ответ выдаётся строка, содержащая следующую информацию: «наименование программного обеспечения, версия, дата». Затем произвести проверку защиты метрологически значимой части программного обеспечения от преднамеренных изменений следующим образом:

- нажать на экранную кнопку «О программе» раздела «Контроль технического состояния»
- в появившемся окне нажать экранную кнопку «Контрольная сумма»
- считывают появившуюся контрольную сумму метрологически значимой части программного обеспечения. Контрольная сумма должна совпадать со значением, указанным производителем.

Результаты поверки программного обеспечения занести в таблицу А0.

6.3 Определение метрологических характеристик

6.3.1 Проверка диапазона рабочих частот и основной относительной погрешности установки частоты

6.3.1.1 Подключить вход частотомера (п. 1 таблица 2) к разъему «ВХОД+» аппаратуры с помощью соединительного кабеля из комплекта частотомера (разъемы СР-50-74ПВ на концах кабеля). Закрыть (если оно было открыто) специальное программное обеспечение аппаратуры в соответствии с п. 3.3.4 (68.100.00.00.000 РЭ).

6.3.1.2 Запустить вспомогательную программу SigGen.exe, (находится на поставляемом дистрибутиве специального программного обеспечения).

6.3.1.3 В появившемся окне, в поле «Required F, kHz» установить частоту 1 кГц и нажать кнопку «Start».

6.3.1.4 Измерить частоту сигнала с помощью частотомера^{*1)}. Занести полученный результат в таблицу А1 (Приложение А).

6.3.1.5 Повторить действия по п. 6.3.1.3 и 6.3.1.4 пять раз. Вычислить среднее значение измеренной частотомером частоты. Вычислить относительную погрешность установки частоты δf по формуле:

$$\delta f = \frac{f_{изм} - f_{уст}}{f_{уст}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где $f_{изм}$ - среднее значение измеренной частотомером частоты;

$f_{уст}$ - установленная в поле «Required F, kHz» частота.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	68.100.00.00.000 МП	Лист
						10
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

6.3.1.6 Повторить действия по пунктам 6.3.1.3-6.3.1.5 для частот 0,1 кГц, 0,5 кГц, 50 кГц, 100 кГц, 300 кГц, 500 кГц, 600 кГц, 700 кГц и 800 кГц.

Результат считается положительным, если относительная погрешность установки частоты для частот 1 кГц - 800 кГц не более $\pm 0,1\%$, а для частот 0,1 кГц, 0,5 кГц - не более $\pm 1\%$.

Закреть вспомогательную программу SigGen.exe.

6.3.1.7 Запустить специальное программное обеспечение аппаратуры п. 3.3.2 (68.100.00.00.000 РЭ). Подключить измерительный кабель 68.100.06.00.000 к разъему «ВХОД+» аппаратуры. Выполнить компенсацию этого кабеля. Для этого:

*1) Примечание: сигнал на измерительном входе аппаратуры сохраняется в течение 10 секунд после команды на запуск. Если измерение не удалось произвести, то необходимо повторно дать команду на запуск.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	68.100.00.00.000 МП	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

- в появившемся окне «Выбор действия» выбрать режим «Простые измерения» (без сохранения в базе данных);
- нажать радиокнопку «Настройки оборудования...»;
- выполнить процедуры «Компенсация разомкнутого» и «Компенсация замкнутого», следуя инструкциям во всплывающих окнах.

6.3.2 Проверка диапазона и основной абсолютной погрешности измерения электрической емкости и тангенса угла диэлектрических потерь на низкой частоте

6.3.2.1 Подключить выводы цепи №1 набора НРЕЦ-1741 (рисунок Б.4) ко входу анализатора импеданса IM3570 в соответствии с рисунком 1). Далее:

- перевести анализатор в режим работы измерителя «LCR» (нажав радиокнопку «MODE» на экране анализатора);
- установить частоту измерения 1 кГц (нажав радиокнопку «SET»);
- измерить электрическую емкость и тангенс угла диэлектрических потерь;
- занести полученные данные в таблицу А2 в качестве $C_{обр}$ и $tg\delta_{обр}$.

Вычислить предел основной допустимой абсолютной погрешности измерения емкости $\Delta C_{n.o.}$ и тангенса $\Delta tg\delta_{n.o.}$ по формулам:

$$\Delta C_{n.o.} = 1 \text{ пФ} + 5 \cdot 10^{-3} \cdot C_{обр} \quad (2)$$

$$\Delta tg\delta_{n.o.} = 2 \cdot 10^{-3} + 5 \cdot 10^{-3} tg\delta_{обр} \quad (3)$$

Результаты занести в таблицу А2 (Приложение А).

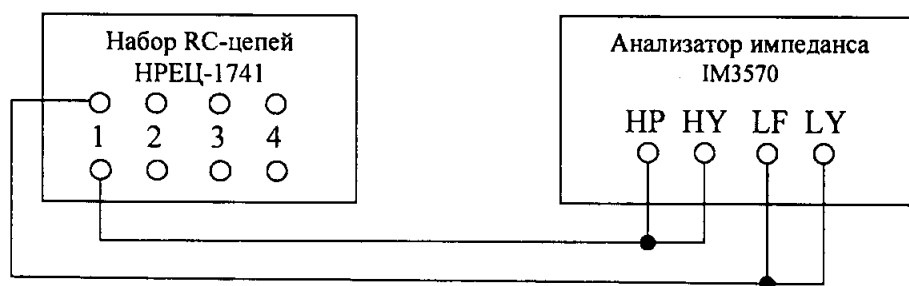


Рисунок 1 – Блок-схема измерения RC цепи анализатором импеданса IM3570

6.3.2.2 Подключить выводы цепи №1 набора НРЕЦ-1741 с помощью кабеля измерительного 68.100.06.00.000 ко входу аппаратуры в соответствии с рисунком 2).

Инв. № подл.	Подп. и дата
	Взам. инв. №
	Инв. № дубл.
	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

68.100.00.00.000 МП

Лист
12

В поле «Настройки оборудования установить параметры измерений «На фиксированной частоте»:

- частота: $F = 1 \text{ кГц}$;
- нагрузочный резистор: $R = 30 \text{ кОм}$;
- длина выборки: $N = 64 \text{ К}$.

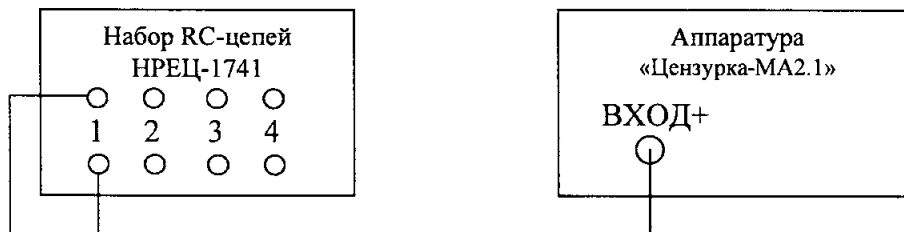


Рисунок 2 – Блок-схема измерения RC цепи аппаратурой «Цензурка-МА2.1»

Провести измерения десять раз. Результаты измерений емкости C_o и тангенса угла диэлектрических потерь $tg\delta$ отображаются в соответствующих столбцах таблицы результатов измерений.

Вычислите их среднеарифметические значения и занести полученные данные в таблицу А2 в качестве C_{cp} и $tg\delta_{cp}$.

Вычислить основную абсолютную погрешность измерения емкости $\Delta C_{изм}$ и тангенса угла диэлектрических потерь $\Delta tg\delta_{изм}$ по формулам:

$$\Delta C_{изм} = |C_{изм} - C_{обр}| \quad (4)$$

$$\Delta tg\delta_{изм} = |tg\delta_{изм} - tg\delta_{обр}| \quad (5)$$

Результаты занести в таблицу А2. Повторить измерения этого пункта для сигнала частотой 0,1 кГц.

6.3.2.3 Повторить действия по п. 6.3.2.1 и 6.3.2.2 для цепей № 2, 3, 4 набора RC цепей НРЕЦ-1741*2).

*2) Примечание: при измерениях 3 и 4 RC цепей из набора RC цепей НРЕЦ-1741 обеспечить минимальную паразитную емкость соединяющих проводников, а при необходимости учитывать эту емкость, вычитая ее из показаний прибора.

Инт. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Интв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

68.100.00.00.000 МП

Лист
13

Результаты поверки считаются положительными, если основная абсолютная погрешность измерения емкости и тангенса угла диэлектрических потерь меньше или равна предельно допустимому значению основной абсолютной погрешности измерения:

$$\Delta C \leq \Delta C_{n.d.} \quad (6)$$

$$\Delta \operatorname{tg} \delta \leq \operatorname{tg} \delta_{n.d.} \quad (7)$$

6.3.3 Проверка основной относительной погрешности измерения частот резонанса и антирезонанса

6.3.3.1 Подключить эквивалент пьезоэлемента ЭПЭ-1201 к анализатору импеданса в соответствии с рисунком 3.

Настроить анализатор импеданса на измерение частотной характеристики модуля полной проводимости Y :

- диапазон частот - диапазон грубого поиска максимума и минимума и таблицы А3 (для ЭПЭ-1201 5-8 кГц ориентировочно);
- число точек в диапазоне частот - 50;
- закон распределения точек в полосе частот - линейный;
- измерительный сигнал - напряжение постоянной амплитуды 150...200 мВ.

Провести измерения. Грубая частота резонанса $f_{r_{cp}}$ соответствуют максимуму модуля проводимости в заданном частотном диапазоне, а грубая частота антирезонанса $f_{a_{cp}}$ - минимуму. Занести полученные данные в таблицу А3. Рассчитать диапазоны частот точного поиска максимума и минимума проводимости, как это указано в таблице А3. Занести полученные данные в соответствующие столбцы таблицы А3.

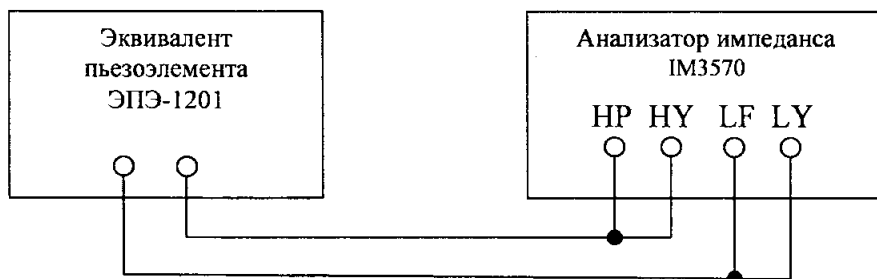


Рисунок 3 – Блок-схема измерения параметров эквивалента пьезоэлемента анализатором импеданса ИМ3570

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

68.100.00.00.000 МП

Лист
14

Задать анализатору импеданса диапазон частот точного поиска максимума модуля проводимости в соответствии со значениями из таблицы 2.

Провести измерения. Точная частота резонанса $f_{r_{обр}}$ соответствует максимуму модуля проводимости в заданном частотном диапазоне. Занести найденное значение $f_{r_{обр}}$ в таблицу А3.

Задать анализатору импеданса диапазон частот точного поиска минимума модуля проводимости в соответствии со значениями из таблицы А3.

Провести измерения. Точная частота резонанса $f_{a_{обр}}$ соответствует минимуму модуля проводимости в заданном частотном диапазоне. Занести найденное значение $f_{a_{обр}}$ в таблицу А3.

6.3.3.2 Подключить эквивалент пьезоэлемента ЭПЭ-1201 ко входу аппаратуры с помощью кабеля измерительного 68.100.06.00.000 соответствии с рисунком 4.

Запустить специальное программное обеспечение аппаратуры.

В появившемся окне выбрать «Простые измерения» (без сохранения в базе данных).

Нажать радиокнопку «Настройки оборудования...» п. 3.3.5 (68.100.00.00.000 РЭ).

Выполнить компенсацию параметров кабеля измерительного (при необходимости) нажимая «Компенсация разомкнутого» и «Компенсация замкнутого».

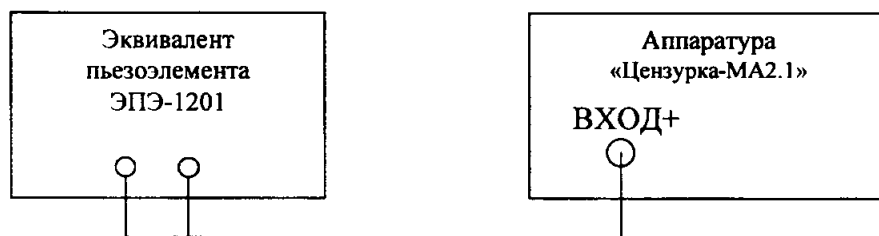


Рисунок 4 – Блок-схема измерения параметров эквивалента пьезоэлемента аппаратурой «Цензурка-МА2.1»

Инв. № подл.	Подп. и дата
	Взам. инв. №
	Инв. № дубл.
	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

68.100.00.00.000 МП

Лист
15

Установить следующие параметры измерений «В полосе частот»:

- диапазон частот F_{min} - F_{max} - в соответствии с диапазоном грубого поиска максимума и минимума из таблицы А3 (для ЭПЭ-1201 5-8 кГц);
- нагрузочное сопротивление - $R = 400 \text{ Ом}$;
- длина выборки: $N=64 \text{ К}$.

Провести измерения пять раз. Результаты измерений частот резонанса f_r и антирезонанса f_a отображаются в соответствующих графах в таблице результатов измерений (п.3.3.5 68.100.00.00.000 РЭ).

Вычислить их среднеарифметическое значение и занести в таблицу А3 в качестве $f_{r_{cp}}$ и $f_{a_{cp}}$.

Вычислить относительную погрешность измерения частоты резонанса по формуле:

$$\delta f_r = \frac{f_{r_{cp}} - f_{r_{обр}}}{f_{r_{обр}}} \cdot 100\% \quad (8)$$

и антирезонанса по формуле:

$$\delta f_a = \frac{f_{a_{cp}} - f_{a_{обр}}}{f_{a_{обр}}} \cdot 100\% \quad (9)$$

Результаты поверки считаются положительными, если δf_r не превышает 0,2%, а δf_a не превышает 0,5%.

Повторить действия по пп. 6.3.3.1 - 6.3.3.2 с эквивалентами пьезоэлементов ЭПЭ-1202 (диапазон 40-48 кГц) и ЭПЭ-1203 (диапазон 725-760 кГц).

6.3.4 Проверка диапазона и основной относительной погрешности измерения сопротивления на частоте резонанса

6.3.4.1 Подключить выводы цепи №1 набора RC-цепей НРЕЦ-1742 ко входу анализатора импеданса в соответствии с рисунком 5. Далее:

- перевести анализатор в режим измерения RLC;
- выбрать параллельную схему замещения;
- установить частоту измерения 1 кГц;
- измерить активное сопротивление.

Занести полученные данные в таблицу А4 в качестве $R_{обр}$.

Повторить измерения для частот 0,1 кГц, 50 кГц и 800 кГц и также занести данные в таблицу А4.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

68.100.00.00.000 МП

Лист
16

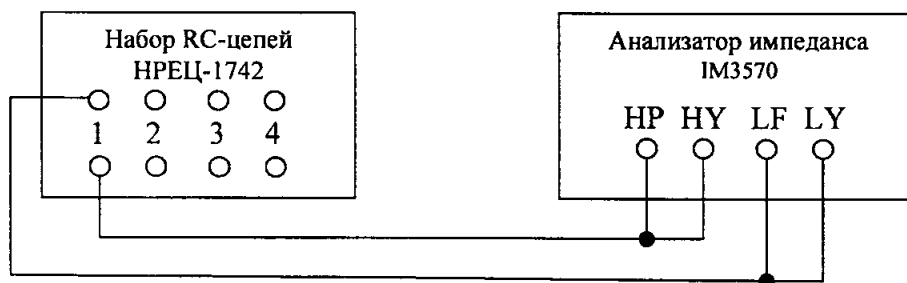


Рисунок 5 – Блок-схема измерения RC цепи анализатором импеданса IM3570

6.3.4.2 Подключить выводы цепи №1 набора RC-цепей НРЕЦ-1742 ко входу аппаратуры с помощью кабеля измерительного 68.100.06.00.000 соответствии с рисунком 6.

В поле «Настройки оборудования...» п. 3.3.5 (68.100.00.00.000 РЭ) установить параметры измерений «На фиксированной частоте»:

- частота: $F=1$ кГц;
- нагрузочный резистор: $R=400$ Ом;
- длина выборки: $N=64$ К.

Нажать кнопку «Подробности измерений...».

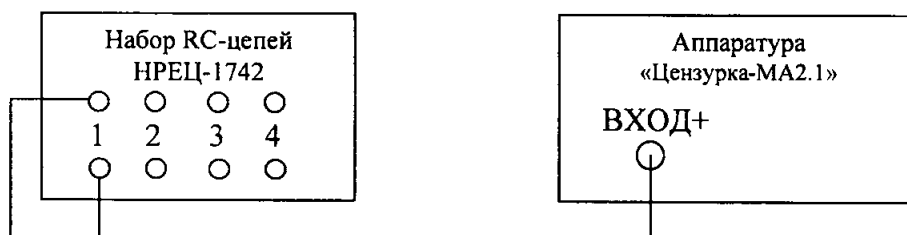


Рисунок 6 – Блок-схема измерения RC цепи аппаратурой «Цензурка-МА2.1»

Провести измерения 10 раз. Результаты измерений отображаются в текстовом блоке, расположенном в нижней половине окна «Подробности измерений...» в строке, начинающейся текстом «R, кОм».

Повторить измерения для частот 0,1 кГц, 50 кГц и 800 кГц.

Вычислите их среднеарифметические значения и занести полученные данные в таблицу А4 в качестве R_{cp} .

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

68.100.00.00.000 МП

Лист
17

6.3.4.3 Повторить действия по п.п. 6.3.4.1 - 6.3.4.2 для цепей № 2,3,4 набора РС-цепей НРЕЦ-1742.

Вычислить относительную погрешность измерения сопротивления δR на частоте резонанса по формуле:

$$\delta R = \frac{R_{cp} - R_{обр}}{R_{обр}} \cdot 100\% \quad (10)$$

Результаты поверки считаются положительными, если относительная погрешность измерения сопротивления на частоте резонанса не более 10%.

6.3.5 Проверка времени непрерывной работы

Включить аппаратуру

Через 4 часа выполнить операции по пп. 6.3.2 - 6.3.4.

Через 8 часов выполнить операции по пп. 6.3.2 - 6.3.4.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	68.100.00.00.000 МП	Лист
						18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

8 Сокращения и обозначения

C_o – электрическая емкость пьезоэлемента;

f_r – частота резонанса;

f_a – частота антирезонанса;

R_r – сопротивление пьезоэлемента на частоте резонанса (динамическое);

$tg\delta$ – тангенс угла диэлектрических потерь;

$\Delta C \delta_C$ - абсолютная погрешность измерения емкости;

$\Delta tg\delta \delta_{tg\delta}$ - абсолютная погрешность измерения тангенса угла

диэлектрических потерь;

$\delta f_r \delta f_r$ - относительная погрешность измерения частоты резонанса;

$\delta f_a \delta f_a$ - относительная погрешность измерения частоты антирезонанса;

$\delta R \delta_{Rd}$ - относительная погрешность измерения сопротивления

пьезоэлемента на частоте резонанса;

СИ - средства измерения.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	68.100.00.00.000 МП	Лист
						20
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Формы таблиц результатов измерений

Таблица А0 - Результаты определения контрольной суммы программного обеспечения

Указана производителем		Определена при поверке	
---------------------------	--	---------------------------	--

Таблица А1 - Результаты определения погрешности установки частоты

Частота, кГц	Показания частотомера					Среднее значение	Погрешность
0,1							
0,5							
1							
50							
100							
300							
500							
600							
700							
800							

Таблица А2 - Результаты определения погрешности измерения электрической емкости и тангенса угла диэлектрических потерь

RC цепь	C _{обр.} , пФ	ΔC _{n.д.} , пФ	C _{ср.} , пФ	ΔC, пФ	tgδ _{обр.} , %	Δtgδ _{n.д.} , %	tgδ _{ср.} , %	Δtgδ, %
	1000 Гц							
№1								
№2								
№3								
№4								
	100 Гц							
№1								
№2								
№3								
№4								

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

68.100.00.00.000 МП

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица А3 - Результаты определения погрешности измерения частот резонанса F_{res} и антирезонанса F_{ares} .

Эквивалент	Диапазон частот грубого поиска максимума и минимума, кГц	Грубая частота максимума, $f_{гр}$, кГц	Грубая частота минимума, $f_{агр}$, кГц	Диапазон частот точного поиска максимума, $f_{гр} \pm 0,5\%$, кГц	Частота точного максимума, $f_{обр}$, кГц	Диапазон частот точного поиска минимума, $f_{агр} \pm 0,5$	Частота точного минимума, $f_{аобр}$, кГц	Измерение $f_{ср}$, кГц	Измерение $f_{аср}$, кГц	Погрешность измерения частоты резонанса, $\delta f_r, \%$	Погрешность измерения частоты антирезонанса, $\delta f_a, \%$
ЭПЭ-1201											
ЭПЭ-1202											
ЭПЭ-1203											

68.100.00.00.000 МП

Таблица А4 - Результаты определения погрешности измерения
сопротивления на частоте резонанса

$R_{обр}, \text{ Ом}$	$f, \text{ кГц}$	R										Rd
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	1											
	0,1											
	50											
	800											
	1											
	0,1											
	50											
	800											
	1											
	0,1											
	50											
	800											
	1											
	0,1											
	50											
	800											

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

68.100.00.00.000 МП

Лист
23

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

Эквиваленты пьезоэлементов ЭПЭ-1201, ЭПЭ-1202, ЭПЭ-1203

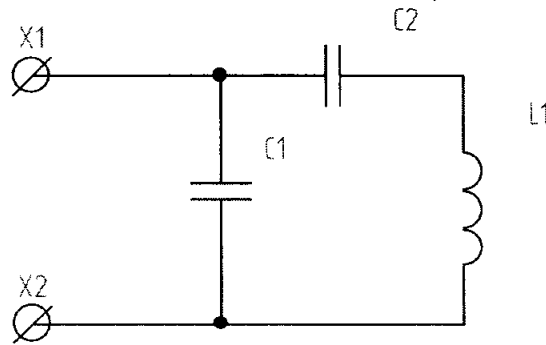


Рисунок Б.1 - Схемы электрические эквивалентов пьезоэлементов ЭПЭ-1201, ЭПЭ-1202, ЭПЭ-1203

Таблица Б.1 - Перечни элементов эквивалентов пьезоэлементов ЭПЭ-1201, ЭПЭ-1202, ЭПЭ-1203

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Эквивалент ЭПЭ-1201</u>			
C1	Конденсатор К71-7-250В-0,1 мкФ-1%	1	
C2	Конденсатор К71-7-250В-0,05 мкФ-1%	1	
L1	Дроссель RLB0914-15мГ-10%	1	
<u>Эквивалент ЭПЭ-1202</u>			
C1	Конденсатор К71-7-250В-5000 пФ-1%	1	
C2	Конденсатор К71-7-250В-1000 пФ-1%	1	
L1	Дроссель RLB0914-15 мГ-10%	1	
<u>Эквивалент ЭПЭ-1203</u>			
C1	Конденсатор КС 250В-91 пФ-1%	1	
C2	Конденсатор К71-7-250В-3300 пФ-1%	1	
L1	Дроссель ДМ-0,1-500 мкГ-10%	1	

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

68.100.00.00.000 МП

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

Наборы RC цепей НРЕЦ-1741, НРЕЦ-1742

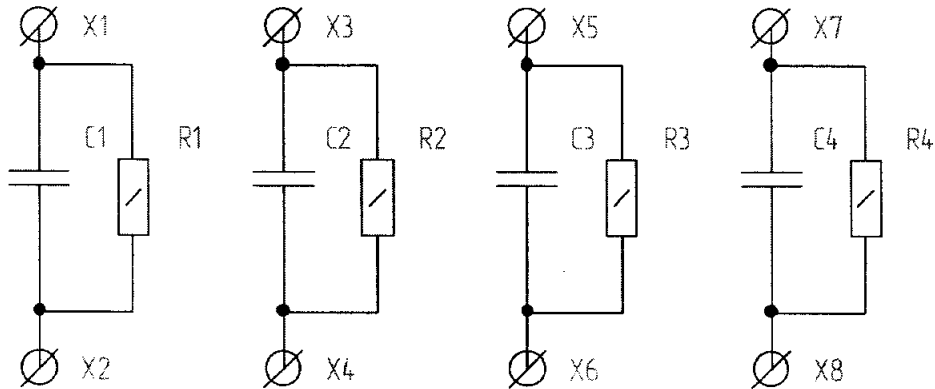


Рисунок В.1 - Схемы электрические наборов RC цепей НРЕЦ-1741, НРЕЦ-1742

Таблица В.1 - Перечни элементов наборов RC цепей НРЕЦ-1741, НРЕЦ-1742

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
1	2	3	4
	<u>Набор RC цепей НРЕЦ-1741</u>		
	<u>RC цепей №1</u>		
C1	Конденсатор К71-7-250В-0,1 мкФ-1%	1	
R1	Резистор МЛТ-0,25-51 кОм-5%	1	
	<u>RC цепей №2</u>		
C2	Конденсатор К71-7-250В-5000 пФ-1%	1	
R2	Резистор МЛТ-0,25-1 МОм-5%	1	
	<u>RC цепей №3</u>		
C3	Конденсатор К10-17-130 пФ-5%	1	
R3	Резистор С2-33-0,25-10 МОм-5%	1	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

68.100.00.00.000 МП

Лист
25

Продолжение таблицы В.1

	<u>РС цепей №4</u>		
C4	Конденсатор К10-17-10 пФ-5%	1	
R4	Резистор С2-33-0,25-56 МОм-5%	1	Отсутствует
	<u>Набор РС цепей НРЕЦ-1742</u>		
	<u>РС цепей №1</u>		
C1	Конденсатор К10-17-510 пФ-5%	1	
R1	Резистор МЛТ-0,25-10 Ом-5%	1	
	<u>РС цепей №2</u>		
C2	Конденсатор К10-17-510 пФ-5%	1	
R2	Резистор МЛТ-0,25-100 Ом-5%	1	
	<u>РС цепей №3</u>		
C3	Конденсатор К10-17-510 пФ-5%	1	
R3	Резистор МЛТ-0,25-1 кОм-5%	1	
	<u>РС цепей №4</u>		
C4			Отсутствует
R4	Резистор МЛТ-0,25-5,1 кОм-5%	1	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

68.100.00.00.000 МП

Лист
26

