

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИИ»
(ФГУП «СНИИМ»)



**НАБОР РАБОЧИХ ЭТАЛОНОВ ИНДУКТИВНОСТИ И
ДОБРОТНОСТИ 1-го РАЗРЯДА LQ-2408**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
СНИИМ.3-2408-17 РЭ**

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора по метрологии
и качеству ФГУП «СНИИМ»

 Е.С. Коптев
«14» 08 2017 г.

г. Новосибирск
2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Назначение	4
2 Метрологические и технические характеристики	4
3 Комплектность поставки.....	8
4 Устройство	8
5 Маркирование и пломбирование	11
6 Тара и упаковка.....	12
7 Общие указания по эксплуатации.....	12
8 Порядок работы	12
9 Методика поверки эталонов	13
10 Правила хранения и транспортирования	18
11 Гарантийные обязательства.....	18

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) содержит сведения о технических данных и конструкции набора рабочих эталонов индуктивности и добротности 1-го разряда LQ-2408, состоящего из эталонов двух модификаций: LQ-2408-2 и LQ-2408-3.

Внешний вид набора рабочих эталонов индуктивности и добротности LQ-2408 представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 - Внешний вид набора рабочих эталонов

1 Назначение

1.1 Набор рабочих эталонов индуктивности и добротности 1-го разряда LQ-2408 (далее – эталоны) воспроизводит ряд значений индуктивности и электрической добротности в диапазоне частот от 100 Гц до 1 МГц.

Эталон предназначен для передачи значений индуктивности и добротности рабочим эталонам 2-го разряда и для поверки и калибровки прецизионных измерителей LCR-параметров.

1.2 Эталон может применяться в метрологических организациях, в лабораториях научно-исследовательских институтов и на предприятиях электро-радиопромышленности.

1.3 Условия применения эталона

1.3.1 Нормальные условия применения:

- температура окружающего воздуха, °С.....от 19 до 21;
- относительная влажность, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа..... от 84 до 106.

1.3.2 Рабочие условия применения:

- температура окружающего воздуха, °С.....от 15 до 25;
- относительная влажность, %не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.

2 Метрологические и технические характеристики

2.1 Метрологические характеристики

2.1.1 Номинальные значения индуктивности эталона соответствуют значениям: (1; 5; 10; 50; 100; 500) мкГн; (1; 5; 10; 50; 100) мГн; (1; 10; 100; 1000; 10000) Гн.

2.1.2 Отклонения индуктивности (L) эталона от номинальных значений не превышают:

для L= (от 1 до 50) мкГн: $\pm 0,5\%$ на частоте 10 кГц;

для L= (от 100 мкГн до 1 Гн): $\pm 0,2\%$ на частоте 1 кГц;

для L= (от 10 до 10000) Гн: $\pm 0,2\%$ на частоте 100 Гц.

Данные частоты выбраны на основании предварительных испытаний эталона. Было установлено, что характер изменений индуктивности и добротности эталона на данных частотах соответствует изменениям значений индуктивности и добротности эталона на близких частотах.

2.1.3 Эталон поверяется на частотах, указанных в таблице 1.

Частоты аттестации выбраны с учетом собственных резонансных частот эталонов и требований потребителей. На мерах с большим номинальным значением индуктивности низкая собственная резонансная частота и выше мера не является работоспособной. Меры с низким номинальным значением индуктивности не работоспособны на низких частотах. Потребителям необходимы данные частоты аттестации в связи с дальнейшим использованием эталонов для поверки и калибровки измерителей параметров RLC.

Таблица 1 - Частоты поверки эталонов по индуктивности и добротности

Модификация эталона	Номинальное значение индуктивности	Частота аттестации, кГц							
		0,100	0,120	1,0	10	30	100	300	1000
LQ-2408-3	10000 Гн	L; Q	L; Q	-	-	-	-	-	-
LQ-2408-3	1000 Гн	L; Q	L; Q	-	-	-	-	-	-
LQ-2408-3	100 Гн	L; Q	L; Q	L; Q	-	-	-	-	-
LQ-2408-3	10 Гн	L; Q	L; Q	L; Q	L; Q	-	-	-	-
LQ-2408-3	1 Гн	-	-	L; Q	L; Q	-	-	-	-
LQ-2408-2	100 мГн	-	-	L	L; Q	L; Q	-	-	-
LQ-2408-2	50 мГн	-	-	L	L; Q	L; Q	-	-	-
LQ-2408-2	10 мГн	-	-	L	L; Q	L; Q	L; Q	-	-
LQ-2408-2	5 мГн	-	-	L	L; Q	L; Q	L; Q	-	-
LQ-2408-2	1 мГн	-	-	L	L; Q	L; Q	L; Q	L; Q	-
LQ-2408-2	500 мкГн	-	-	L	L	L; Q	L; Q	L; Q	-
LQ-2408-2	100 мкГн	-	-	L	L	L	L; Q	L; Q	L; Q
LQ-2408-2	50 мкГн	-	-	-	L	L	L	L	L
LQ-2408-2	10 мкГн	-	-	-	L	L	L	L	L
LQ-2408-2	5 мкГн	-	-	-	L	L	L	L	L
LQ-2408-2	1 мкГн	-	-	-	L	L	L	L	L

Примечания:

1 Знаком «L; Q» отмечены частоты, при которых проводится поверка эталонов по индуктивности и добротности, а знаком «L» - поверка только по индуктивности.

2 Величина прикладываемого напряжения к эталону - 1 В.

3 По согласованию с заказчиком эталоны могут быть поверены на других промежуточных частотах в пределах рабочего диапазона частот.

2.1.4 Пределы допускаемой основной относительной погрешности действительных значений индуктивности эталонов δ_L на рабочих частотах не превышают величин, указанных в таблице 2.

Таблица 2 - Пределы допускаемой погрешности значений индуктивности

Номинальное значение индуктивности	Предел допускаемой основной относительной погрешности, $\pm \delta_L$, %, при частотах, кГц							
	0,100	0,120	1,0	10	30	100	300	1000
10000 Гн	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-
1000 Гн	0,03	0,03	-	-	-	-	-	-
100 Гн	0,03	0,03	0,03	-	-	-	-	-
10 Гн	0,03	0,03	0,03	0,06	-	-	-	-
1 Гн	-	-	0,03	0,06	-	-	-	-
100 мГн	-	-	0,03	0,06	0,06	-	-	-
50 мГн	-	-	0,03	0,06	0,06	-	-	-
10 мГн	-	-	0,03	0,06	0,06	0,1	-	-
5 мГн	-	-	0,03	0,06	0,1	0,1	-	-
1 мГн	-	-	0,03	0,06	0,1	0,1	0,1	-
500 мкГн	-	-	0,03	0,06	0,1	0,1	0,1	-
100 мкГн	-	-	0,03	0,06	0,1	0,1	0,1	0,1
50 мкГн	-	-	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
10 мкГн	-	-	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
5 мкГн	-	-	-	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2
1 мкГн	-	-	-	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2

2.1.5 Годовая нестабильность индуктивности эталонов не более 0,7 от погрешности, указанной в таблице 2.

2.1.6 Пределы допускаемой основной относительной погрешности действительных значений добротности эталонов δ_Q не превышают следующих значений:

$$\delta_Q = \pm 0,04(1 + Q_x) \%, \text{ при } L \geq 1 \text{ Гн};$$

$$\delta_Q = \pm (1 + 0,01 Q_x) \%, \text{ при } L < 1 \text{ Гн}.$$

2.1.7 Пределы допускаемой дополнительной погрешности индуктивности и добротности эталонов от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур на 1 °С не превышают величин, указанных в таблице 3.

Таблица 3 - Пределы допускаемой дополнительной погрешности индуктивности и добротности эталонов от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур на 1 °С

Номинальное значение индуктивности мер	Дополнительные погрешности на 1 °С, %	
	L	Q
1-10000 Гн	0,01	0,01
1 мкГн - 1 Гн	0,01	0,5

2.2 Технические характеристики

2.2.1 Габаритные размеры:

- укладочного ящика, не более, мм550x450x270;
- диаметр эталонов LQ-2408-2, не более, мм.....85;
- диаметр эталонов LQ-2408-3, не более, мм.....120;
- высота эталонов, не более, мм.....145.

2.2.2 Масса набора эталонов в укладочном ящике, не более, кг.....11.

2.2.3 Масса эталона LQ-2408-3, не более, кг.....1.

2.3 Средний срок службы эталонов не менее, лет20.

3 Комплектность поставки

3.1 Комплектность поставки указана в таблицах 4, 5.

Таблица 4 – Комплект поставки эталонов с заводскими номерами 4, 5

Наименование	Обозначение	Количество
Рабочие эталоны индуктивности и добротности LQ-2408-2	1 мкГн	1 шт.
-	5 мкГн	1 шт.
-	10 мкГн	1 шт.
-	50 мкГн	1 шт.
-	100 мкГн	1 шт.
-	500 мкГн	1 шт.
-	1 мГн	1 шт.
-	5 мГн	1 шт.
-	10 мГн	1 шт.
-	50 мГн	1 шт.
-	100 мГн	1 шт.
Многозначный рабочий эталон индуктивности и добротности LQ-2408-3	1-10-100-1000-10000 Гн	1 шт.
Ящик укладочный	-	1 шт.
Руководство по эксплуатации	СНИИМ.3-2408-17 РЭ	1 экз.

Таблица 5 – Комплект поставки эталонов с заводскими номерами 3, 6, 7, 8, 9

Наименование	Обозначение	Количество
Многозначный рабочий эталон индуктивности и добротности LQ-2408-3	1-10-100-1000-10000 Гн	1 шт.
Ящик укладочный	-	1 шт.
Руководство по эксплуатации	СНИИМ.3-2408-17РЭ	1 экз.

4 УСТРОЙСТВО

4.1 Конструктивно эталоны выполнены в виде двух модификаций: однозначный эталон LQ-2408-2 (представлен на рисунке 2) и многозначный эталон LQ-2408-3 (представлен на рисунке 3).

4.2 Однозначные эталоны LQ-2408-2 – это катушки индуктивности в виде многовитковых соленоидов, имеющие двухзажимное подключение. Для эталонов с номинальными значениями от 1 мкГн до 10 мкГн применены цилиндрические каркасы с нарезкой. Для эталонов от 50 мкГн до 100 мГн применены секционированные каркасы.

4.2.1 Каркасы катушек изготовлены из фенопласта Э4-100-30 ГОСТ 5.1958-76 и прошли долговременную естественную стабилизацию.

4.2.2 Все катушки с секционированными каркасами имеют обмотки из многожильного провода типа литцендрат. Катушки с цилиндрическими каркасами с нарезкой намотаны одножильным медным проводом.

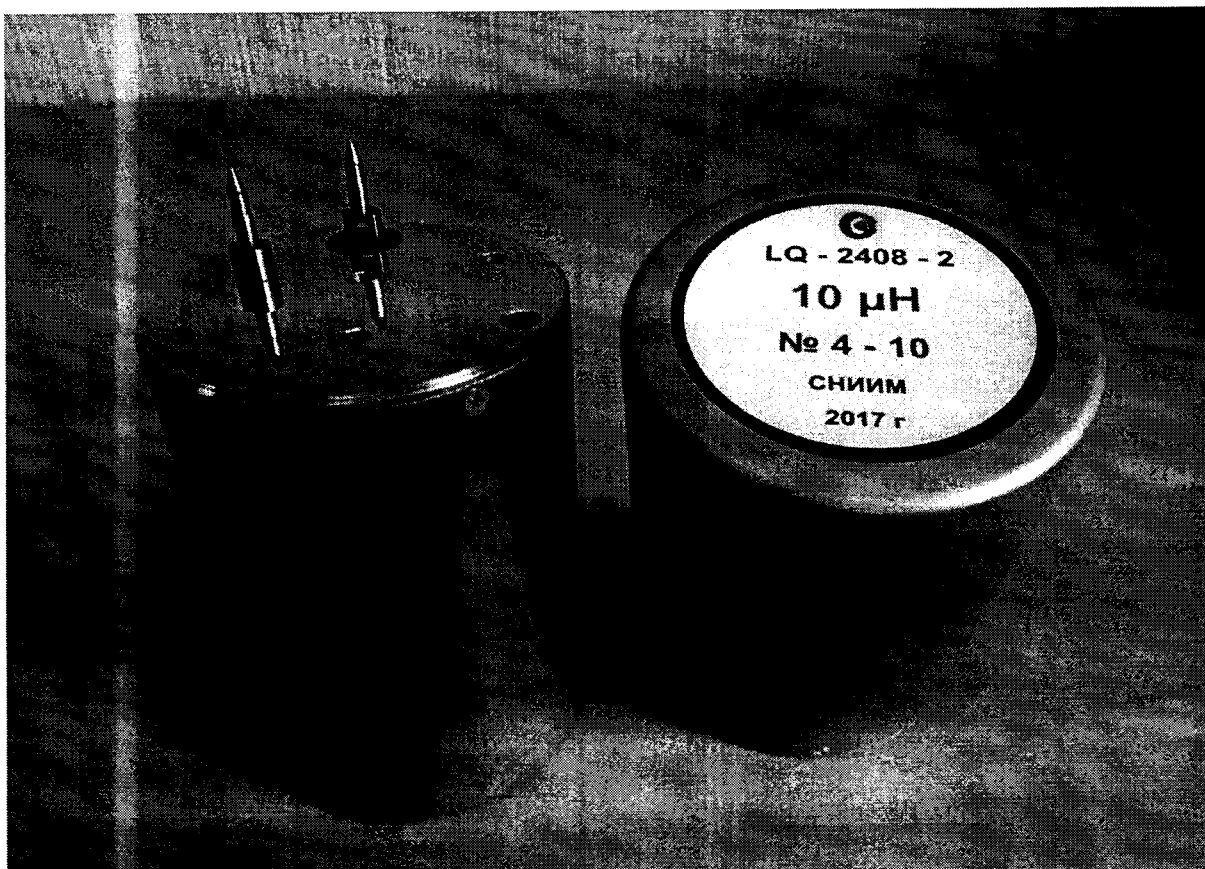


Рисунок 2 - Общий вид эталона LQ-2408-2



Рисунок 3 - Общий вид эталона LQ-2408-3

4.3 В качестве несущего элемента всех эталонов служат массивные дюралюминиевые основания. Катушки крепятся на основании с внутренней стороны при помощи винтов.

4.4 В основании эталона, в изолирующей втулке, укреплен один контакт штыревого вида. Второй контакт ввинчивается в одно из отверстий основания. При этом могут быть получены следующие межцентровые расстояния между контактами: 20; 25,4; 30 и 46 мм.

4.5 Эталоны LQ-2408-2 имеют цилиндрические экраны, выполненные из алюминиевого сплава.

4.6 Для защиты от действия влаги и повышения стабильности многослойные обмотки эталонов LQ-2408-2 пропитаны церезином, однослойные – полистирольным клеем. Кроме того, между основанием и экраном имеется резиновое уплотнительное кольцо, что обеспечивает герметизацию эталона в целом.

4.7 Контакты эталонов сделаны в виде цельных неразрезанных штырей без пружинящих элементов, что существенно повышает технический ресурс работы эталонов.

4.8 Эталон LQ-2408-3 – это многозначный эталон на 5 десятичных значений индуктивности от 1 Гн до 10000 Гн, имеющий трехзажимное подключение. Измеряемая цепь эталона представляет собой индуктивный эквивалент в виде многоэлементной резистивно-емкостной T-образной цепи.

4.9 Подключение эталона LQ-2408-3 выполняется через одноименно обозначенные коаксиальные разъемы, установленные на боковой поверхности экранированного цилиндрического корпуса.

5 Маркирование и пломбирование

5.1 На верхней поверхности эталонов нанесены следующие данные:

- а) обозначение эталона;
- б) номинальное значение эталона;
- в) номер эталона;
- г) товарный знак;
- д) изготовитель;
- е) год выпуска.

5.2 Маркировка укладочного ящика наносится на шильдик, который крепится к крышке и содержит следующие данные:

- а) наименование и обозначение эталонов;
- б) заводской номер набора;

- в) товарный знак;
- г) изготовитель;
- е) год выпуска.

5.3 Эталон пломбируется клеймом изготовителя или клеймом поверочной лаборатории. Схема пломбировки эталона от несанкционированного доступа, обозначение места нанесения знака поверки представлено на рисунке 4.

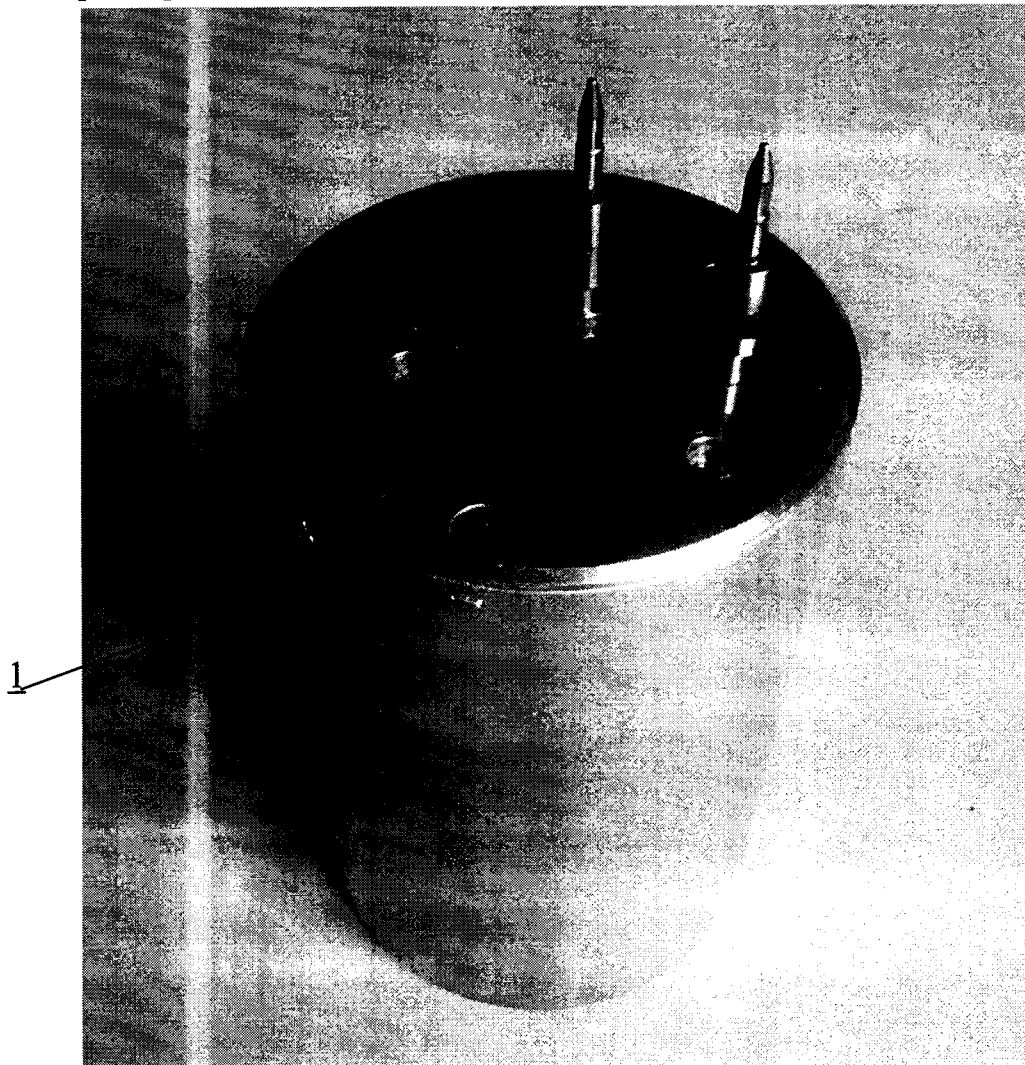


Рисунок 4 - Схема пломбировки от несанкционированного доступа, обозначение места нанесения знака поверки

1 – Место нанесения знака поверки

6 Тара и упаковка

6.1 Для хранения и перевозки эталоны помещаются в ящик укладочный, обеспечивающий механическую сохранность и защиту от неблагоприятных климатических воздействий.

6.2 При транспортировании эталонов на большие расстояния ящик укладочный может помещаться в упаковочный ящик (транспортную тару).

7 Общие указания по эксплуатации

7.1 Прежде чем приступить к эксплуатации эталонов, необходимо провести внешний осмотр и проверку комплектности согласно таблице 3.

7.2 Проверить при внешнем осмотре отсутствие механических повреждений на экранах и клеммах эталонов.

7.3 Если эталоны находились в климатических условиях, отличающихся от рабочих, следует выдержать их в течении 24 часов в укладочном ящике при условиях, близких к нормальным.

7.4 При работе с эталонами следует соблюдать осторожность, избегать удары, толчки, воздействие резких перепадов температур, исключить наличие паров кислот, щелочей и других химических соединений, вызывающих окисление контактных поверхностей.

7.5 Загрязненные контакты по мере необходимости очищать техническим спиртом по ГОСТ Р 51999-2002.

8 Порядок работы

8.1 Достаньте из укладочного ящика эталон необходимого номинального значения.

8.2 Совместите контакты эталона LQ-2408-2 с устройством (адаптером) для подключения к клеммам поверяемого прибора и вставьте в клеммы до упора, чтобы участок контакта меры с диаметром 4 мм полностью вошел в клемму. Не допускайте перекосов при установке мер в клеммы прибора.

8.3 Многозначный эталон LQ-2408-3 соединяют с поверяемым прибором коаксиальными кабелями малой длины, с коаксиальными разъемами, совместимыми с разъемами эталона и прибора. В случае 4-х проводного подключения однополярные токовые и потенциальные кабели соединяют на эталоне с помощью коаксиального тройника (СР-50-95 ФВ).

8.4 Операции поверки проводят согласно руководству по эксплуатации поверяемого прибора.

8.5 Поверка прибора при температурах, отличных от нормальной, требует корректировки значений индуктивности и добротности эталонов, по формулам (1), (2).

$$L_x = L_H [1 + K_L (T_x - T_H)] \quad (1),$$

$$Q_x = Q_n[1 + K_Q(T_x - T_n)] \quad (2),$$

где L_x, Q_x – значения индуктивности и добротности эталонов при текущих значениях температуры (T_x);

L_n, Q_n – значения индуктивности и добротности эталонов при нормальной температуре аттестации (T_n);

K_L, K_Q – температурные коэффициенты индуктивности и добротности эталонов, сообщаемые в приложениях к свидетельству о поверке эталонов.

При корректировке значений по индуктивности требуется точность измерения температуры $T_x \pm 1$ °С.

При корректировке значений по добротности требуется точность измерения температуры $T_x \pm 0,5$ °С.

8.6 После выполнения измерений установите эталон в гнездо ящика укладочного.

9 Методика поверки эталонов

Межповерочный интервал – 1 год.

Методика поверки распространяется на первичную и периодическую поверку эталонов.

9.1 Операции поверки

- 1) Внешний осмотр.
- 2) Опробование.
- 3) Определение метрологических характеристик.
- 4) Определение температурных коэффициентов добротности и индуктивности (проводится только при первичной поверке эталонов).

9.2 Средства поверки

При проведении поверки должны быть использованы средства поверки, указанные в таблице 6.

9.3 Требования безопасности

9.3.1 При проведении поверки эталонов должны соблюдаться требования ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.007.3-75, ГОСТ 12.3.019-80, «Правил эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденных Главгосэнергонадзором.

9.3.2 Безопасность работы с эталонами обеспечивается подачей напряжения с измерительного прибора, не превышающего 1 В.

9.4 Условия проведения поверки

9.4.1 При проведении поверки эталонов должны соблюдаться нормальные условия применения согласно п.1.3.1

Таблица 6 – Основные средства поверки

Наименование	Метрологические характеристики
1 Вторичный эталон единицы индуктивности по ГОСТ Р 8.732-2011.	$L = \text{от } 1 \text{ мкГн до } 1 \text{ Гн};$ $\delta = \text{от } \pm 0,005 \text{ до } \pm 0,25 \text{ } \%;$ $f = \text{от } 0,1 \text{ до } 100 \text{ кГц}$
2 Мост переменного тока P5083. Регистрационный №10321-85.	$L = \text{от } 1 \text{ мкГн до } 10^4 \text{ Гн};$ $C = \text{от } 10^{-12} \text{ до } 10^{-6} \text{ Ф};$ $\delta_{L,C}^* = \text{от } \pm 0,005 \text{ до } \pm 0,1 \text{ } \%;$ $f = \text{от } 0,1 \text{ до } 100 \text{ кГц}$
3 Рабочий эталон единицы электрической емкости 1 разряда по ГОСТ 8.371-80.	$C = \text{от } 10^{-12} \text{ до } 10^{-6} \text{ Ф};$ $\delta_C = \text{от } \pm 0,01 \text{ до } \pm 0,2 \text{ } \%;$ $f = \text{от } 0,1 \text{ до } 100 \text{ кГц}$
4 Вторичный рабочий эталон единицы электрической добротности по ГОСТ Р 8.868-2014	$f = \text{от } 10 \text{ до } 1000 \text{ кГц};$ $Q = \text{от } 15 \text{ до } 250;$ $\delta = \pm [(\text{от } 0,03 \text{ до } 0,2) + 0,002Q] \%$
5 Мультиметр 3458А ф. "Keysight Technologies Microwave Products (M) Sdn.Bhd.". Регистрационный №25900-03.	В режиме измерения сопротивления: $R = \text{от } 10 \text{ Ом до } 1 \text{ ГОм};$ $\delta_R = \text{от } \pm 0,001 \text{ до } \pm 0,5 \text{ } \%$
6 Анализатор импеданса прецизионный серии WK6500 ф. Wayne Kerr Electronics Ltd. Регистрационный №60119-15.	$R = \text{от } 10^{-5} \text{ до } 2 \cdot 10^9 \text{ Ом};$ $C = \text{от } 10^{-15} \text{ до } 1 \text{ Ф};$ $L = \text{от } 10^{-10} \text{ до } 2 \cdot 10^3 \text{ Гн};$ $\delta_{R,C,L} = \pm 0,05 \text{ } \%;$ $f = \text{от } 20 \text{ Гц до } 30 \text{ МГц}$
7 Термометр TESTO 110. Регистрационный №38574-13.	$T = \text{от минус } 50 \text{ до } 150 \text{ } ^\circ\text{C};$ $\delta = \pm 0,2 \text{ } ^\circ\text{C}$
8 Климатическая камера «Тепло-Холод» БСК-60/100-65КТХ	$T = \text{от минус } 60 \text{ до } 100 \text{ } ^\circ\text{C};$ $\Delta T = \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
* Реализуется в режиме калибровки	

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

9.5 Подготовка к поверке

9.5.1 Перед началом поверки эталоны следует выдержать в нормальных условиях применения в течение не менее 8 часов.

9.5.2 Средства поверки подготавливают к работе согласно указаниям, приведенным в соответствующих эксплуатационных документах.

9.5.3 Контактные поверхности клемм эталонов и средств поверки необходимо очистить техническим спиртом по ГОСТ Р 51999-2002.

9.6 Проведение поверки

9.6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие эталонов следующим требованиям:

- полнота комплектности;
- отсутствие механических повреждений;
- исправность разъемов и клемм;
- четкость маркировки;
- наличие неповрежденного клейма поверяющей организации на нижней поверхности доньшка.

Эталоны, не удовлетворяющие этим требованиям, бракуются.

9.6.2 Опробование

Процедура опробования сводится к оценке взаимодействия эталонов с образцовыми приборами для их аттестации.

Эталон, подключенный к измерительному прибору через присоединительное устройство (адаптер), должен идентифицироваться этой аппаратурой как индуктивность, что показывает электрическую целостность эталона, правильность подключения и работоспособность адаптера и измерительного прибора.

9.6.3 Определение метрологических характеристик

9.6.3.1 К основным метрологическим характеристикам рабочих эталонов LQ-2408 относятся действительные значения индуктивности и

добротности эталонов на заданных рабочих частотах (п. 2.1.3, таблица 1) и в заданных температурных условиях (п.1.3).

Частоты поверки выбраны с учетом собственных резонансных частот эталонов и требований потребителей. На мерах с большим номинальным значением индуктивности низкая собственная резонансная частота и выше мера не является работоспособной. Меры с низким номинальным значением индуктивности не работоспособны на низких частотах. Потребителям необходимы данные частоты аттестации в связи с дальнейшим использованием эталонов для поверки и калибровки измерителей параметров RLC.

9.6.3.2 Поверка многозначного рабочего эталона LQ-2408-3 проводится поэлементно. Для этого необходимо освободить контакты конденсатора резистивно-емкостной цепочки R_1 , R_2 , C путем снятия защитного изолирующего основания из оргстекла.

Подготовить мост переменного тока P5083 к работе в режиме «калибровка», используя соответствующий рабочий эталон емкости из состава P597, $C=1$ мкФ.

Подключить контакты конденсатора C эталона к откалиброванному мосту P5083 и провести измерения.

Резисторы Т-цепочки R_1 и R_2 эталона измерить на мультиметре 3458А в 4-х проводном режиме измерения сопротивления. Одну клемму на мультиметре подключить к изолированному контакту конденсатора, а другую клемму на мультиметре поочередно подключают к каждому из 10-ти центральных контактов коаксиальных клемм, расположенных на боковой поверхности эталона.

Значения индуктивности и добротности эталона LQ-2408-3 для последовательной схемы замещения рассчитываются по формулам (3) и (4).

$$L_X = R_1 \cdot R_2 \cdot C \quad (3),$$

$$Q_X = \frac{2\pi f \cdot R_1 \cdot R_2 \cdot C}{R_1 + R_2} \quad (4).$$

Результаты расчета по формулам 3 и 4 заносятся в протокол поверки эталона. Расчетные значения индуктивности эталонов LQ-2408-3 должны соответствовать требованиям п.2.1.2.

9.6.3.3 Поверка 2-х зажимных эталонов LQ-2408-2 по индуктивности

На частотах от 1 до 10 кГц исходными средствами поверки являются вторичный эталон единицы индуктивности по ГОСТ Р 8.732-2011 и мост переменного тока P5083. На частотах более

10 кГц применяется анализатор импеданса прецизионный WK6500 в режиме прямых измерений индуктивности. Измеренные значения заносятся в протокол поверки эталонов, при этом отклонения индуктивности от номинальных значений не должны превышать требований п.2.1.2.

9.6.3.4 Поверка 2-х зажимных эталонов LQ-2408-2 по добротности на частотах от 30 до 1000 кГц выполняется на вторичном рабочем эталоне единицы электрической добротности ГОСТ Р 8.868-2014.

Добротность измеряется косвенным методом, исходя из определения параметра добротности как отношения реактивной проводимости ωC_X к активной проводимости G_X при параллельной схеме замещения.

Добротность эталонов LQ-2408-2 рассчитывается по формуле (5):

$$Q_X = \frac{\omega C_X}{G_X} \cdot (1 + \alpha), \quad (5),$$

где $\alpha = Q_X \cdot \operatorname{tg} \delta_X$ – поправка за счет потерь конденсаторов, применяемых при измерении;

ωC_X , G_X – измеренные значения реактивной и активной проводимости при параллельной схеме замещения.

9.6.4 Определение температурных коэффициентов индуктивности K_L и добротности K_Q эталонов

Определение температурных коэффициентов индуктивности K_L и добротности K_Q эталонов LQ-2408 проводится при первичной поверке эталонов.

Коэффициенты K_L и K_Q необходимы для корректировки измеренных значений при температурах, отличных от нормальной.

Для определения коэффициентов K_L и K_Q эталоны помещают в камеру тепла и холода типа БСК-60/100-65КТХ, в которой установлены нормальные условия применения. Эталоны выдерживают 2 часа и, с помощью анализатора импеданса прецизионного WK6500, измеряют значения индуктивности и добротности эталонов при нормальной температуре. Осуществляют нагрев эталонов в камере до 35°C и выдерживают в течение 2-х часов. После этого измеряют индуктивность и добротность эталонов при этой температуре. Коэффициенты K_L и K_Q (K) рассчитываются по формуле (6):

$$K = \frac{\Delta X}{X} \cdot \frac{1}{\Delta T}, \quad (6)$$

где X – измеряемый параметр (индуктивность или добротность),
 ΔX – изменение параметра,

ΔT – разность температур.

Полученные значения K_L и K_Q сообщаются в свидетельствах о поверке эталонов.

9.7 Оформление результатов поверки

По результатам поверки оформляется Свидетельство о поверке и протокол поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

10 Правила хранения и транспортирования

10.1 Эталоны должны храниться в укладочном ящике в сухом отапливаемом помещении при температуре окружающего воздуха от 10 °С до 30 °С и относительной влажности не выше 80 % при отсутствии в воздухе вредных примесей, вызывающих коррозию.

10.2 Транспортирование эталонов должно проводиться при температуре окружающего воздуха от минус 20 °С до плюс 35 °С в закрытых транспортных средствах любого вида в укладочном ящике. При транспортировании самолетом укладочный ящик с эталонами должен быть размещен в отапливаемом герметизированном отсеке, согласно требованиям ГОСТ 22261-94.

10.3 При транспортировании кроме сопроводительной документации, предусмотренной ГОСТ 9181-74, в укладочный ящик должны быть вложены следующие документы:

- руководство по эксплуатации;
- свидетельство о поверке;
- протокол поверки.

11 Гарантийные обязательства

11.1 Изготовитель гарантирует соответствие набора рабочих эталонов LQ-2408 настоящему руководству по эксплуатации СНИИМ.3-2408-17 РЭ при соблюдении условий эксплуатации, хранения и транспортирования.

11.2 Гарантийный срок хранения – 12 месяцев со дня изготовления эталонов. Ввод эталонов в эксплуатацию во время гарантийного срока хранения прекращает его течение.

