Закрытое акционерное общество
"НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИНТРОСКОПИИ
МНПО "С П Е К Т Р"

«УТВЕРЖДАЮ»
Раздел 7 «Методика калибровки»
Руководитель ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС»
_____ В.Н. Яншин
«____» _____ 2009 г.

# ДЕФЕКТОСКОП ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ «КРОНА-12»

## РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Иа2.778.043 РЭ

Москва

# СОДЕРЖАНИЕ

1 Описание и работа дефектоскопа ..... 4
1.1 Назначение дефектоскопа ..... 4
1.2 Технические характеристики ..... 5
1.3 Состав дефектоскопа ..... 8
1.4 Устройство и принцип работы дефектоскопа ..... 9
1.5 Маркировка и пломбирование ..... 18
1.6 Упаковка ..... 19
2 Указание мер безопасности ..... 19
3 Подготовка дефектоскопа к работе ..... 20
4 Порядок работы ..... 23
5 Перечень возможных неисправностей в процессе использования дефектоскопа и рекомендации по их устранению ..... 25
6 Техническое обслуживание дефектоскопа ..... 26
7. МЕТОДИКА КАЛИБРОВКИ ..... 27
7.1 Общие положения ..... 27
7.2 Операции калибровки ..... 27
7.3 Средства калибровки ..... 27
7.4 Условия калибровки и подготовка к ней ..... 28
7.5 Проведение калибровки ..... 29
7.5.1 Внешний осмотр ..... 29
7.5.2 Определение предела допускаемого значения основной погрешности измерения испытательного напряжения и величины напряжения питания ..... 29
7.6 Оформление результатов калибровки ..... 32

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения устройства и принципа действия дефектоскопа электроискрового «Крона-12» (в дальнейшем — дефектоскоп) и его составных частей. Руководство по эксплуатации содержит сведения об использовании дефектоскопа по назначению, техническому обслуживанию, текущему ремонту, методике калибровки, хранению, транспортированию и утилизации.

Обозначение дефектоскопа при его заказе и в документации другой продукции, в которой он может быть применен:

«Дефектоскоп электроискровой "Крона-12"
Иа2.778.043 ТУ».

## 1 Описание и работа дефектоскопа

### *1.1 Назначение дефектоскопа*

**1.1.1** Дефектоскоп электроискровой "Крона-12" предназначен для контроля сплошности полимерных, эпоксидных, эмалевых и битумных защитных (изоляционных) покрытий магистральных трубопроводов в процессе их строительства и эксплуатации, а также для контроля целостности изоляционного покрытия труб и других изделий в процессе их изготовления и эксплуатации.

**1.1.2** Дефектоскоп обеспечивает выявление локальных сквозных дефектов изоляционных покрытий трубопроводов с сухой поверхностью.

**1.1.3** Дефектоскоп позволяет осуществить сплошной контроль полимерных, эпоксидных и эмалевых защитных покрытий трубопроводов диаметром от 219 до 1420 мм и выборочный контроль защитных покрытий трубопроводов полимерных и других изделий любого диаметра.

**1.1.4** В дефектоскопе использован электроискровой метод контроля.

**1.1.5** Дефектоскоп рассчитан для работы при:

- температуре окружающего воздуха, °С - от минус 30 до плюс 50;
- относительной влажности при температуре +25°С, % - 98;
- атмосферном давлении, кПа - от 84,0 до 106,7.

По устойчивости к механическим воздействиям дефектоскоп рассчитан на работу при вибрациях с частотой от 10 до 55 Гц и амплитудой смещения 0,15 мм.

### *1.2 Технические характеристики*

**1.2.1** Дефектоскоп обеспечивает преобразование напряжения источника питания в высокое испытательное напряжение импульсной формы между высоковольтным выводом и гнездом заземлителя при подключении трансформатора высоковольтного ВТ-1, имеющее значение амплитуды в соответствии с данными, указанными в таблице 1.1, при этом:

**1.2.1.1** Предел допускаемой основной абсолютной погрешности, не более:

$$\Delta U_{доп} = \pm(0{,}1U + 0{,}25), \qquad (1.1)$$

где U – величина контролируемого высокого напряжения, кВ.

Таблица 1.1

| Регулировка испытательного напряжения производится плавно | Амплитуда напряжения на эквивалентной нагрузке сопротивлением (3±0,15) МОм и емкостью С пФ, кВ | | Ток, потребляемый от аккумулятора при эквивалентной нагрузке сопротивлением (3±0,15) МОм и емкостью 1000пФ, А, не более |
|---|---|---|---|
| | С=20±5 | С=1000±75 | |
| | 1…40±4,25 | 1…12±1,45 | 0,5 |

**1.2.2** Дефектоскоп обеспечивает выявление сквозных отверстий (дефектов) диаметром не менее 0,6±0,2 мм в защитных (изоляционных) покрытиях толщиной от 0,2±0,15 до 9,0±0,5 мм при скорости перемещения щупа не более 0,25+0,025 м/с.

**1.2.3** Дефектоскоп обеспечивает цифровую индикацию испытательного напряжения на выводе трансформатора высоковольтного ВТ-1.

**1.2.4** Параметры импульсов испытательного напряжения дефектоскопа при замыкании вывода трансформатора высоковольтного ВТ-1 на провод заземления через сопротивление 1 Ом имеют следующие значения:

- амплитуда – не более 500 мВ;

- длительность импульса на уровне 0,1 от амплитудного значения - не более 0,6 мс;
- частота следования импульсов – 16±1 Гц.

**1.2.5** Дефектоскоп обеспечивает при образовании электрического пробоя в цепи между высоковольтным выводом и гнездом заземлителя звуковую и световую сигнализации.

**1.2.6** Дефектоскоп обеспечивает формирование светового предупреждающего сигнала желтого цвета при напряжении аккумуляторной батареи ниже 11,2 В и красного цвета при напряжении аккумуляторной батареи ниже 10,2 В.

**1.2.7** Дефектоскоп устойчив к воздействию:

- температуры окружающего воздуха, °С - от минус 30 до плюс 50;
- относительной влажности при температуре +25°С, % - 98

**1.2.8** Электрическое питание дефектоскопа осуществляется:

- от внутреннего автономного источника питания постоянного тока (аккумуляторная батарея) напряжением 12В;
- от внешнего источника питания постоянного тока (аккумуляторная батарея) напряжением 12В через разъем на правой стороне блока электронного.

В качестве автономного источника питания используется одна аккумуляторная батарея напряжением 12 В емкостью не менее 4,5 Ач.

**1.2.9** Зарядное устройство (ЗУ) обеспечивает заряд аккумуляторной батареи до напряжения 13,7±0,1 В.

**1.2.10** Дефектоскоп обеспечивает непрерывную работу в течение не менее 8 ч. при использовании полностью заряженного автономного источника питания.

**1.2.11** Время установления рабочего режима с момента включения дефектоскопа– не более 1 мин.

**1.2.12** По устойчивости к механическим воздействиям дефектоскоп устойчив к воздействию вибрации в диапазоне частот от 10 до 55 Гц и амплитудой смещения 0,15 мм.

**1.2.13** Дефектоскоп в упаковке для транспортирования выдерживает воздействие:

- температуры окружающего воздуха, °С - от минус 50 до плюс 50;
- относительной влажности при температуре +35°С, % - 95±3%.

**1.2.14** Дефектоскоп в упаковке для транспортирования устойчив к следующим механико-динамическим нагрузкам:

- воздействие транспортной тряски в течение 2 ч с ускорением 10 м/с$^2$ при частоте ударов 100…120 в минуту или 15000 ударов с тем же ускорением.

**1.2.15** Дефектоскоп защищен от попадания внутрь твердых тел (пыли) и воды. Степень защиты по ГОСТ 14254-96:

- высоковольтного трансформатора – IP40;
- блока электронного – IP20;
- зарядного устройства (ЗУ) – IP20

**1.2.16** Уровень радиопомех, создаваемых дефектоскопом в режиме поиска дефектов, не превышает значений, установленных в ГОСТ Р 51318.14.1 – 2006 и ГОСТ Р 51317.6.4 - 2009.

**1.2.17** Дефектоскоп сохраняет работоспособность при воздействии на него электромагнитных помех по ГОСТ Р 51317.6.1 - 2006. Критерий качества функционирования – А.

**1.2.18** ***Надежность***

**1.2.18.1** Дефектоскоп по ГОСТ 27.003- 90 - изделие конкретного назначения вида 1, многократного циклического применения, отказы которого не приводят к последствиям катастрофического характера, стареющее и изнашиваемое одновременно, восстанавливаемое, ремонтируемое обезличенным способом, контролируемое перед применением.

**1.2.18.2** Средняя наработка на отказ дефектоскопа – не менее 12500 ч.

**1.2.18.3** Среднее время восстановления работоспособного состояния дефектоскопа – не более 8 ч.

**1.2.18.4** Полный средний срок службы дефектоскопа – не менее 8 лет.

**1.2.19 Габаритные размеры, мм, не более:**

-блока электронного - 200 х 158 х 91;
-зарядного устройства (ЗУ) - 40 х 30 х 150;
-трансформатора высоковольтного ВТ-1 - 410 х ∅90.

**1.2.20 Масса, кг, не более:**

-блока электронного - 2,5;
-зарядного устройства (ЗУ) - 0,2;
-трансформатора высоковольтного ВТ-1 - 1.5.

### *1.3 Состав дефектоскопа*

1.3.1 Состав дефектоскопа соответствует таблице 1.2.

Таблица 1.2

| Обозначение документа | Наименование и условное обозначение | Кол-во, шт/экз. | Примечание |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | Сумка<br>Чемодан<br>Зарядное устройство<br>Заземлитель<br>Блок электронный<br>Щупы для сплошного контроля:<br>0 – 400 мм; 1 – 650 мм;<br>2 – 735 мм; 3 – 840 мм;<br>4 – 980 мм.<br>Щупы для локального контроля<br>Трансформатор высоковольтный ВТ-1<br>Штырь<br>Удлинитель щупа<br>Держатель<br>Втулка<br>Ниппель<br>Магнит | 1<br>1<br>1<br>1<br>1<br>5<br><br><br><br>3<br><br>1<br><br>1<br>1<br>1<br>1<br>4<br>1 | |
| Иа2.778.043 ПС | Дефектоскоп электроискровой "Крона-12". Паспорт | 1 | |
| Иа2.778.043 РЭ | Дефектоскоп электроискровой "Крона-12". Руководство по эксплуатации | 1 | |
| ЗУ | Зарядное устройство. Техническое описание и инструкция по эксплуатации | 1 | |

### *1.4 Устройство и принцип работы дефектоскопа*

**1.4.1** Принцип работы дефектоскопа основан на электрическом пробое воздушных промежутков между касающимся поверхности изоляционного покрытия трубопровода щупом, подключенным к одному полюсу источника высокого напряжения, и самим трубопроводом, подключенным к другому полюсу указанного источника высокого напряжения непосредственно или через грунт при помощи заземлителя.

Величина электрического напряжения между щупом и трубопроводом устанавливается такой, чтобы обеспечивался электрический пробой воздушных промежутков в местах нарушения сплошности изоляционного покрытия трубопровода и исключался электрический пробой самого изоляционного покрытия.

**1.4.2** Дефектоскоп состоит из следующих основных узлов (см. рис.1.1):

блока 1 электронного, трансформатора 2 высоковольтного (ВТ-1), удлинителя щупа 3, держателя 4, щупа 5 для сплошного контроля, заземлителя 6, штыря 7, магнита 8, щупа 9 для локального контроля.

**1.4.3** Блок 1 электронный предназначен для:

- формирования и управления импульсным напряжением, подаваемым на трансформатор 2 высоковольтный для получения испытательного напряжения;
- индикации величины испытательного напряжения, прикладываемого к щупу в процессе контроля, в киловольтах (кВ);
- выдачи звуковых и световых сигналов одновременно при обнаружении дефекта в изоляции трубопровода;
- выдачи светового сигнала о разряде аккумуляторной батареи.

Рекомендуемые значения испытательного напряжения:

- при контроле полимерных покрытий ≈ 3,5 кВ/мм;
- при контроле битумных покрытий ≈ 4,0 кВ/мм;

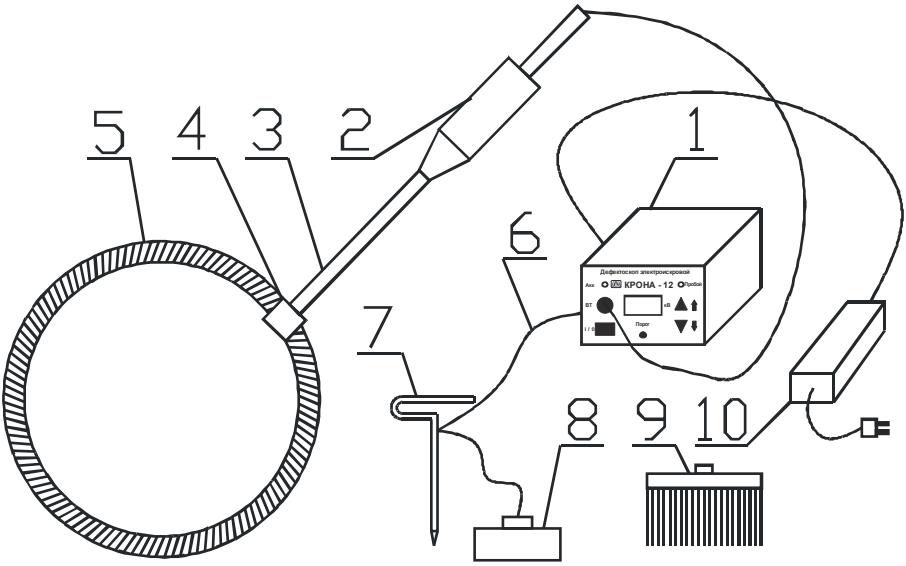


*Рис. 1.1 Общий вид дефектоскопа "Крона-12"*

*1 – блок электронный, 2 –трансформатор высоковольтный (ВТ-1), 3 – удлинитель щупа, 4 – держатель, 5 – щуп для сплошного контроля, 6 – заземлитель, 7 – штырь, 8 – магнит,*
*9 – щуп для локального контроля, 10 – зарядное устройство.*

**1.4.4** Трансформатор 2 высоковольтный ВТ-1 служит для получения высоковольтного испытательного напряжения величиной до 40 кВ, подаваемого на щуп.

**1.4.5** Щупы (см. таблицу 1.3) предназначены для подведения электрического напряжения к поверхности изоляционного покрытия трубопроводов. Для удобства работы имеется удлинитель щупа 3, представляющий собой стальной стержень Ø10 мм длиной 500 мм. Держатель 4 нужен для соединения наконечников щупов 5 выбранной длины и удлинителя щупа 3. Штырь 7 необходим для образования соединения заземлителя 6 с землей, а та, в свою очередь, должна быть соединена с корпусом трубы. Магнит 8 соединяет заземлитель 6 с трубой.

Щупы 5 для сплошного контроля представляют собой цилиндрические пружины длиной от 0,4 до 0,98 м и диаметром 35 мм, выполненные из стальной проволоки диаметром 3 мм. Щупы 9 для локального

контроля представляют собой щетки из отрезков проволоки, укрепленных в держателях шириной 100 и 300 мм, а также Т-образный щуп, представляющий собой отрезок проволоки диаметром 3 мм.

Каждому диаметру трубопровода соответствует свой типоразмер щупа для сплошного контроля (см. таблицу 1.3).

При осуществлении сплошного контроля трубопроводов диаметром более 325 мм применяется комбинированный щуп (в дальнейшем - также щуп для сплошного контроля), который набирается из основных щупов для сплошного контроля, соединением пружин между собой ниппелем (см. рис. 1.2). Примеры набора щупов показаны на рисунке 1.2.

Таблица 1.3 Щупы для сплошного контроля

| Диаметр трубопровода, мм | Длина окружности трубопровода, мм | Типоразмер щупа для сплошного контроля | Длина пружины, мм | Примечание |
|---|---|---|---|---|
| - | - | 0 | 400 | Основные щупы* |
| 219 | 688 | 1 | 650 | |
| 245 | 769 | 2 | 735 | |
| 273 | 857 | 3 | 840 | |
| 325 | 1020 | 4 | 980 | |
| 355,6 | 1102 | 0+1 | 1050 | Комбинированные щупы |
| 377 | 1183 | 0+2 | 1135 | |
| 426 | 1338 | 0+3 | 1240 | |
| 530 | 1664 | 2+3 | 1575 | |
| 630 | 1978 | 3+4 | 1820 | |
| 720 | 2260 | 0+1+4 | 2030 | |
| 820 | 2575 | 1+2+4 | 2365 | |
| 1020 | 3203 | 0+2+3+4 | 2955 | |
| 1220 | 3831 | 0+1+2+3+4 | 3605 | |
| 1420 | 4459 | 0+1+2+3+4 | 3605 | |
| *Типоразмер основного щупа – это цифра условного обозначения, нанесенная на торцах наконечников щупов. | | | | |

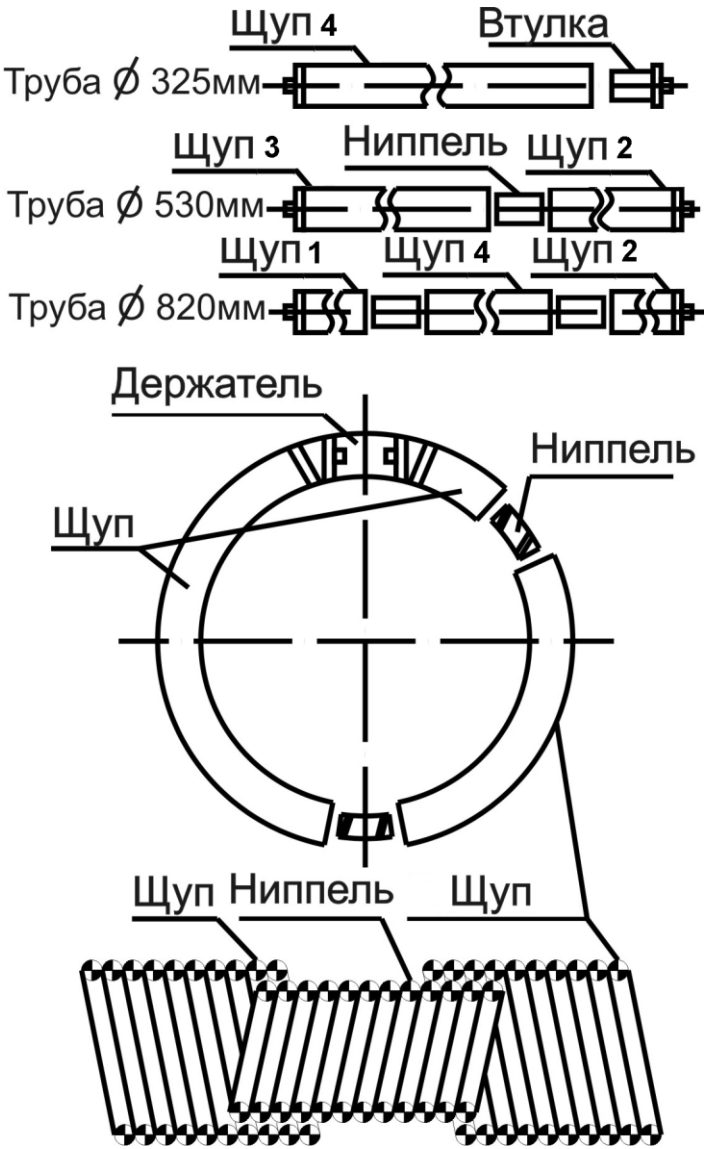


*Рис. 1.2 Пример набора щупов для сплошного контроля*

**1.4.6** Заземлитель 6 дефектоскопа служит для образования электрической цепи между нулевым выводом БУК и контролируемым объектом. При отсутствии доступа к стенке трубопровода кабель заземлителя должен быть заземлен путем углубления штыря заземлителя в землю. Трубопровод при этом должен быть заземлен.

**1.4.7** Зарядное устройство ЗУ 10 предназначено для заряда аккумуляторной батареи от сети 220 В, 50 Гц.

**1.4.8** Структурная схема дефектоскопа представлена на рисунке 1.3.

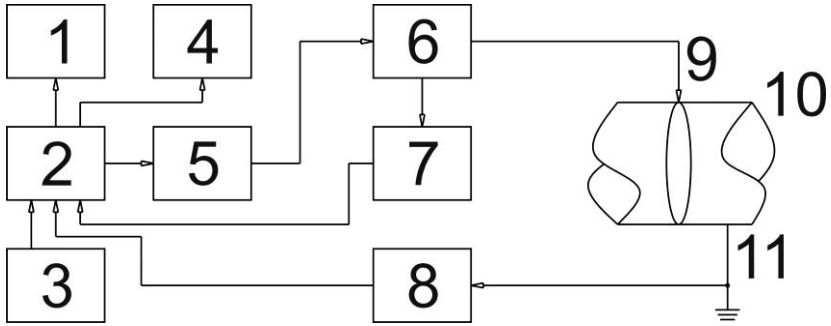


*Рис. 1.3 Структурная схема дефектоскопа*

*1 – блок индикации; 2 – блок управления выходным напряжением; 3 – батарея аккумуляторная; 4 – блок звуковой и световой сигнализации; 5 - блок преобразования постоянного напряжения в высокое импульсное с регулятором напряжения; 6 - трансформатор высоковольтный;7 - делитель напряжения; 8 - детектор искрового пробоя;9 - испытательный электрод (щуп);10 – контролируемый объект; 11 - заземлитель*

Дефектоскоп состоит из следующих функциональных узлов:
- блока 1 индикации;
- блока 2 управления выходным напряжением;
- батареи аккумуляторной 3;
- блока 4 звуковой и световой сигнализации;

- блока 5 преобразования постоянного напряжения в высокое импульсное с регулятором напряжения;
- трансформатора 6 высоковольтного ВТ-1;
- делителя напряжения 7;
- детектора 8 искрового пробоя;
- электрода (щупа) 9 испытательного;
- заземлителя 11.

Блок 1 индикации предназначен для отображения выходного напряжения.

Блок 2 управления выходным напряжением предназначен для управления работой дефектоскопа и выдачи соответствующей информации на блок индикации.

Батарея 3 аккумуляторная служит для питания дефектоскопа.

Блок 4 звуковой и световой сигнализации предназначен для световой индикации разряда аккумуляторной батареи, а также для световой и звуковой индикаторы пробоя.

Блок 5 преобразования постоянного напряжения в высокое импульсное с регулятором напряжения предназначен для преобразования напряжения питания в повышенное, импульсное, которое затем подается на трансформатор 6 высоковольтный, предназначенный для формирования высокого испытательного напряжения.

Делитель 7 напряжения служит для выработки измерительного напряжения, которое поступает в БУК для индикации испытательного напряжения.

Детектор 8 искрового предназначен для формирования сигналов о наличии пробоев, которые затем преобразуются в световые и звуковые сигналы.

Испытательный электрод (щуп) 9 (для сплошного контроля выполнен в виде эластичных пружин длиной от 0,4 до 0,98 м, диаметром 35 мм из проволоки диаметром 3 мм, для выборочного контроля – из отрезка проволоки диаметром 3 мм) предназначен для подведения испытательного электрического напряжения к поверхности изоляционного покрытия трубопроводов.

Заземлитель 11 служит для образования электрической цепи между блоком электронным и контролируемым объектом 10.

**1.4.8** Внешний вид передней панели блока электронного показан на рис. 1.4.

На передней панели блока электронного расположены органы управления и индикации.

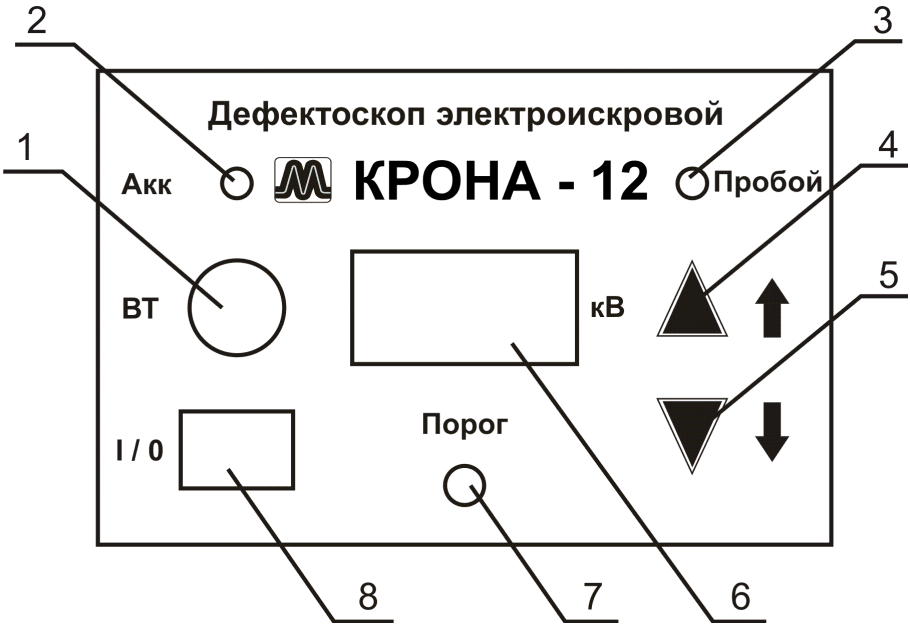


*Рис. 1.4 Внешний вид передней панели блока электронного.*

1. *разъем* **«ВТ»** *для подключения трансформатора высоковольтного ВТ-1;*
2. *световой индикатор* **«Акк»** *включения дефектоскопа и контроля напряжения питания;*
3. *световой индикатор дефекта* **«Пробой»***;*
4. *кнопка* **«⇧»** *увеличения испытательного напряжения;*
5. *кнопка* **«⇩»** *уменьшения испытательного напряжения;*

6. *цифровой индикатор испытательного напряжения на выходе трансформатора высоковольтного ВТ-1;*
7. *ручка настройки порога срабатывания световой и звуковой сигнализации дефекта* **«Порог»***;*
8. *переключатель* «**I/0**» *включения и выключения блока электронного.*

Переключателем «**I/0**» включается блок электронный, при этом загорается зеленый светодиод **«Акк»**. При уменьшении напряжения питания до 11,2 В цвет светодиода **«Акк»** меняется с зеленого на желтый, предупреждающий о разряде аккумулятора и необходимости его подзарядки. При дальнейшем уменьшении напряжения питания светодиод **«Акк»** загорается красным цветом, сигнализирующем о невозможности дальнейшей работы до зарядки аккумулятора.

На индикаторе отображается испытательное напряжение на выходе ВТ-1 (0 - 40 кВ).

Светодиод «**Пробой**» загорается синим цветом при появлении искрового пробоя между щупом и объектом контроля, одновременно зазвучит тональная сирена внутри блока электронного.

Ручка регулировки порога срабатывания световой и звуковой сигнализации дефекта **«Порог»** предназначена для устранения эффекта утечки заряда во избежание ложного срабатывания сигнализации.

Разъем «**ВТ**» необходим для подключения трансформатора высоковольтного ВТ-1.

С правой стороны корпуса БУК (рис. 1.5) расположены:

1. Разъем **«Внешний акк.»** для подключения внешнего источника питания;
2. Клемма "⏚" для подключения заземлителя.

С левой стороны корпуса установлен разъем **«Заряд»** для подключения зарядного устройства (рис. 1.6).

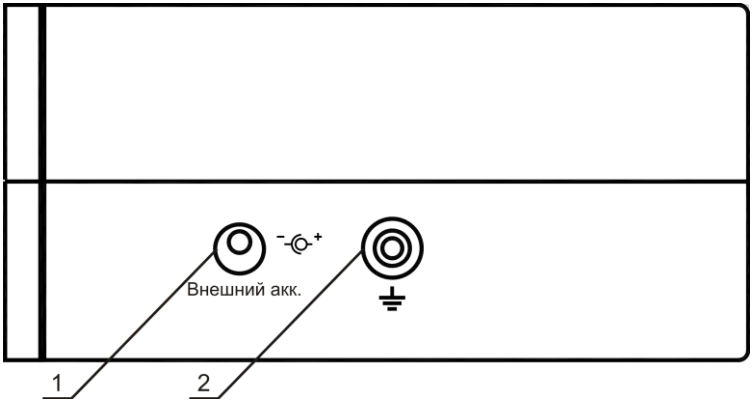


*Рис. 1.5 Вид блока электронного с правой стороны.*

1. *- разъем "**Внешний акк.**" для подключения внешнего источника питания;*
2. *- клемма для подключения заземлителя.*

| |
|---|
| *1. "⏚"* |

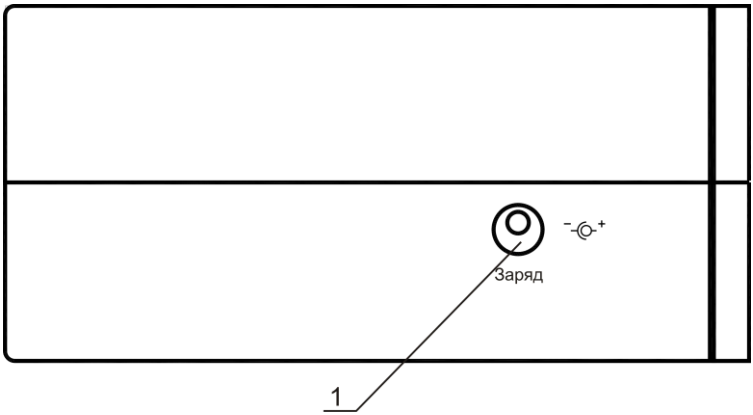


*Рис. 1.6 Вид блока электронного с левой стороны.*

1. *- разъем "**Заряд**" для подключения ЗУ*

Корпус ВТ-1 изготовлен из ударопрочного пластика, внутри которого установлена катушка зажигания и резистор делителя напряжения.

Щупы для сплошного контроля выполнены в виде пружин, длиной от 0,4 до 0,98 м, диаметром 35 мм из проволоки диаметром 3 мм, щупы для выборочного контроля - из отрезков проволоки, укрепленных в виде держателя шириной 100 и 300 мм и отрезка проволоки диаметром 3 мм.

Заземлитель представляет собой электрический проводник, подключенный одним концом к клемме на правой стороне блока электронного, а другим - к трубопроводу непосредственно или через грунт.

Кабель заземлителя заканчивается с одной стороны однополюсным штепселем, с другой стороны к кабелю может подсоединяться либо магнит, либо штырь.

### *1.5 Маркировка и пломбирование*

**1.5.1** Маркировка этикетки на нижней поверхности электронного блока содержит:

-товарный знак и сокращенное наименование предприятия-изготовителя;

- знак добровольной сертификации ;

-тип изделия «КРОНА-12»;

-заводской номер;

-дату выпуска;

-надпись «СДЕЛАНО В РОССИИ».

**1.5.2** Маркировка высоковольтного трансформатора ВТ-1 содержит:

-условное обозначение высоковольтного трансформатора (ВТ-1);

-обозначение знака " " по ГОСТ 12.4.026-76;

-заводской номер высоковольтного трансформатора.

**1.5.3** Маркировка этикетки на верхней крышке чемодана содержит:

-товарный знак и сокращенное наименование предприятия-изготовителя;

-знак добровольной сертификации ;

-наименование изделия «ДЕФЕКТОСКОП ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ» и тип изделия «КРОНА-12»;

-надпись «Сделано в России».

**1.5.4** Пломбирование дефектоскопа осуществляется саморазрушающейся пломбой.

### *1.6 Упаковка*

**1.6.1** Упаковка дефектоскопа – герметичный ударопрочный полипропиленовый чемодан.

## *2 Указание мер безопасности*

**2.1** ***Запрещается*** включать дефектоскоп в режиме формирования испытательного напряжения выше 25 кВ без нагрузки высоковольтного трансформатора на контролируемый объект, т.к. это может привести к пробою высоковольтного трансформатора и выходу его из строя.

**2.2** ***Запрещается*** осуществлять искровой разряд непрерывно длительностью больше 30 с.

**2.3** Опасными факторами при производстве и эксплуатации дефектоскопа согласно классификации ГОСТ 12.0.003-74 является повышенное значение напряжения в электрических цепях дефектоскопа, замыкание которых может произойти через тело человека.

**2.4** При эксплуатации дефектоскопа необходимо иметь ввиду, что к металлическому наконечнику высоковольтного трансформатора ВТ-1 при работе прикладывается напряжение до 40 кВ, поэтому прикосновение к наконечнику и прилегающей к нему зоне, отмеченной красной полосой на корпусе высоковольтного трансформатора ВТ-1, запрещено. На корпусах высоковольтных трансформаторов, формирующих указанное напряжение, нанесен знак "".

**2.5** При контроле изоляции кабель заземлителя должен быть прижат к зачищенной металлической поверхности трубопровода при помощи магнита.

При отсутствии доступа к металлической поверхности трубопровода кабель заземлителя должен быть заземлен путем углубления штыря в землю. Трубопровод при этом должен быть заземлен.

**2.6** Щупы дефектоскопа должны располагаться на объектах контроля или испытательном оборудовании таким образом, чтобы исключалась возможность случайного прикосновения к ним при работе дефектоскопа.

При эксплуатации дефектоскопа на строительных площадках должны приниматься меры по предотвращению непреднамеренного доступа людей в зону контроля.

**2.7** Работы по наладке, проверке, испытаниям и ремонту дефектоскопа должны проводиться с соблюдением следующих требований:

-рабочие места должны быть обособлены и ограждены от непреднамеренного доступа к ним посторонних лиц;

-к работе с дефектоскопом должны допускаться лица, тщательно ознакомленные с особенностями и работой дефектоскопа, с источниками опасности, имеющимися при работе с ним;

-работа с дефектоскопом должна проводиться под постоянным надзором страхующего сотрудника.

**2.1.8** Работы по наладке и испытаниям дефектоскопа, связанные с получением электроискрового разряда и проверкой электрической прочности и сопротивления изоляции узлов дефектоскопа, должны проводиться с применением диэлектрических перчаток и ковриков.

**2.1.9** Эксплуатация дефектоскопа должна производиться с применением диэлектрических перчаток и бот.

**ВНИМАНИЕ.** Запрещается применение дефектоскопа на производствах категорий А, Б, В и Е согласно строительным нормам и правилам СНиП 2.09.02-85, которые являются взрыво- и пожароопасными.

## *3 Подготовка дефектоскопа к работе*

**3.1** Извлечь дефектоскоп из чемодана и проверить его внешний вид, состояние органов управления и комплектность входящих в его состав принадлежностей.

Перед включением после транспортирования необходимо выдержать дефектоскоп в нормальных условиях применения не менее 2 ч.

**3.1.1** Проверить состояние аккумуляторной батареи, для этого включить питание дефектоскопа, установив переключатель "**I/0**" в положение "**I**", при этом загорается светодиод **«Акк».** Если цвет светодиода желтый или красный, то требуется подзарядка аккумуляторной батареи с помощью зарядного устройства, входящего в состав дефектоскопа.

Зарядку аккумуляторной батареи необходимо проводить при температуре окружающего воздуха не ниже +15°С и не выше +25 °С в местах, защищенных от воздействии вибрации.

Аккумуляторная батарея рассчитана на многоразовую работу в режиме "разряд-заряд" и обеспечивает не менее 500 зарядно-разрядных циклов.

Заряд аккумуляторной батареи производится при выключенном дефектоскопе (переключатель "**I/0**" находится в положении "**0**") следующим образом:

- подключить кабельный разъем ЗУ к разъему **«Заряд»**, расположенному с левой стороны корпуса блока электронного;

- включить вилку шнура питания ЗУ в розетку питающей сети с напряжением 220 В ±10% и частотой 50±1 Гц.

По окончании цикла заряда на ЗУ загорается индикатор окончания заряда, - мигающий зеленый светодиод. Аккумуляторная батарея может находиться подключенной к блоку длительное время после окончания заряда. Длительность цикла заряда полной разряженной аккумуляторной батареи – до 5 ч.

После окончания заряда аккумуляторную батарею отключить от зарядного устройства, а зарядное устройство – от питающей сети.

**3.1.2** При работе с внешним источником питания, необходимо подсоединить его через разъем **«Внешний акк.»** на правой стороне блока электронного.

**3.1.3** Ввернуть наконечник высоковольтного трансформатора ВТ-1 в резьбовое отверстие держателя кольцевого щупа, либо в аналогичное отверстие держателя щупа для проведения выборочного контроля.

При затрудненном доступе к трубопроводу наконечник высоковольтного трансформатора может быть удлинен за счет входящего в комплект поставки дефектоскопа удлинителя щупа, вворачиваемого одним концом в наконечник, а другим - в держатель щупа.

**3.1.4** Подключить высоковольтный трансформатор ВТ-1 к блоку электронному с помощью соединительного кабеля, вставив до упора кабельный разъем в приборный разъем **«ВТ»,** расположенный на лицевой панели блока электронного. При этом цветная точка на кабельной части

разъема должна быть обращена в сторону цветной точки на приборной части разъема.

**3.1.5** Подключить заземлитель к клемме " ⏚" с правой стороны блока электронного;

**3.1.6** При необходимости проведения сплошного контроля изоляционного покрытия трубопровода необходимо подобрать требующийся щуп из поставляемого с дефектоскопом комплекта щупов для сплошного контроля.

Выбор щупов для сплошного контроля производится в соответствие с таблицей 1.3.

**3.1.7** При установке кольцевого щупа на трубопроводе большого диаметра рекомендуется временно прикрепить к наконечнику щупа шнур длиной 2 - 3 м с закрепленным на конце грузом, перебросить его через трубопровод, а затем протянуть щуп под трубопроводом. Затем следует открепить шнур от щупа и зафиксировать наконечники щупа в держателе.

**3.1.8** Заземлитель развернуть на всю длину вдоль контролируемого трубопровода от места начала контроля в направлении перемещения щупа. Затем прикрепить к наконечнику кабеля заземлителя магнит (если имеется доступ к оголенному от изоляции участку трубопровода), либо штырь.

Произвести электрическое подсоединение заземлителя к контролируемому трубопроводу непосредственно при помощи магнита, либо через грунт путем заглубления в него штыря вблизи трубопровода. (В последнем случае трубопровод должен быть заземлен).

При непосредственном подсоединении заземлителя к трубопроводу последний должен быть зачищен до металлического блеска в месте контакта с магнитом.

**3.1.9** Надеть диэлектрические перчатки, взять в руку рукоятку высоковольтного трансформатора и включить другой рукой дефектоскоп, установив переключатель "**I/0**" в положение "**I**". При этом должен засветиться светодиод **«Акк»**. Выдержать блок электронный 1 минуту.

**3.1.10** Перед началом работы необходимо настроить чувствительность дефектоскопа. Настройка чувствительности должна производиться на отрезке трубы с изоляционным покрытием, аналогичным контролируемому и имеющему известные естественные или искусственные нарушения сплошности в виде сквозных отверстии диаметром от

0,6 до 2 мм, расположенных в местах с наибольшей толщиной изоляционного покрытия. С помощью ручки регулировки порога срабатывания световой и звуковой сигнализации дефекта **«Порог»** необходимо добиться срабатывания звуковой и световой сигнализаций дефектоскопа при нахождении контролируемого щупа на дефектном участке изоляционного покрытия.

### *4 Порядок работы*

**4.1** Установить на цифровом индикаторе величину необходимого испытательного напряжения с помощью кнопок **«⇧»** и **«⇩»**. Кнопки **«⇧»** и **«⇩»** имеют двойную функцию: при однократном нажатии происходит незначительное приращение величины испытательного напряжения; при удержании кнопки величина испытательного напряжения изменяется автоматически.

Через 5 секунд после установки величины испытательного напряжения цифровой индикатор гаснет. Для проверки величины установленного испытательного напряжения необходимо включить отображение величины испытательного напряжения на цифровом индикаторе однократным нажатием на кнопку **«⇧»** или **«⇩»**. Для изменения величины испытательного напряжения необходимо включить отображение испытательного напряжения на цифровом индикаторе однократным нажатием на кнопку **«⇧»** или **«⇩»**, а затем установить величину необходимого испытательного напряжения с помощью кнопок **«⇧»** и **«⇩»**.

После установки испытательного напряжения производится контроль сплошности покрытия посредством перемещения щупа по изоляционному покрытию трубопровода.

При обнаружении дефекта срабатывают световая и звуковая индикации: загорается светодиод **«Пробой»** на лицевой панели, на цифровом индикаторе включается отображение величины испытательного напряжения, внутри прибора звучит тональная сирена.

**4.2** Скорость перемещения щупа во избежание пропуска дефектов не должна превышать 0,25 м/с. При нормальном функционировании дефектоскопа в местах нарушения сплошности изоляционного покрытия трубопровода возникает электрический пробой воздуха между щупом и трубопроводом, который сопровождается световой и звуковой индикациями.

Уточнение места положения и протяженности дефекта, обнаруженного в изоляционном покрытии, следует производить перемещая щуп в прямом и обратном направлениях.

Ввиду ограниченной длины заземлителя в процессе контроля изоляционного покрытия трубопроводов необходимо периодически производить перестановку заземляющего штыря (магнита) вдоль трубопровода. При этой операции дефектоскоп должен быть отключен, т.е. переключатель «**I/0**» блока электронного должен быть в положении «**0**».

При включении дефектоскопа на высоковольтном трансформаторе ВТ-1 формируется минимальное испытательное напряжение. При необходимости установления значения испытательного напряжения, которое было установлено до выключения дефектоскопа, необходимо проделать следующие операции:

- перед выключением дефектоскопа для запоминания величины испытательного напряжения необходимо одновременно нажать на кнопки «⇧» и «⇩». Подтверждением запоминания величины испытательного напряжения служит звуковой сигнал.

- включение дефектоскопа переключателем "**I/0**" необходимо производить при нажатой кнопке «⇧». После включения на высоковольтном трансформаторе ВТ-1 формируется запомненное значение напряжения.

**4.3** В результате сплошного контроля изоляционного покрытия трубопровода с помощью кольцевых щупов в общем случае определяются его кольцевые участки с нарушением сплошности покрытия.

При необходимости более точного определения места расположения дефекта следует провести дополнительный контроль дефектного кольцевого участка покрытия при помощи щупа для выборочного контроля.

Для этого необходимо отключить дефектоскоп, установив переключатель "**I/0**" в положение "**0**", подсоединить к нему вместо кольцевого щупа щуп для выборочного контроля, включить дефектоскоп, установив переключатель "**I/0**" в положение "**I**", отрегулировать величину испытательного напряжения и провести контроль дефектного участка посредством перемещения щупа по покрытию.

**4.4** Обнаруженные в процессе контроля дефектные участки изоляционного покрытия трубопровода должны отмечаться для последующего ремонта.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ!** Производить ремонт изоляционного покрытия на расстоянии менее 5 м от места расположения контролирующего щупа включенного дефектоскопа.

**4.5** По окончании работы выключить питание дефектоскопа, установив переключатель "**I/0**" в положение "**0**". Отсоединить заземлитель от блока электронного, отсоединить высоковольтный трансформатор ВТ-1 от зажима щупа и от блока электронного, для этого необходимо обхватить пальцами зону разъема с насечкой и потянуть за него, постепенно наращивая усилие и удерживая при этом блок электронный второй рукой, до расчленения разъема, высвободить наконечники кольцевого щупа из зажима и снять его с трубопровода. Все части дефектоскопа протереть от пыли и влаги сухой ветошью и уложить в сумку и чемодан.

## *5 Перечень возможных неисправностей в процессе использования дефектоскопа и рекомендации по их устранению*

Перечень возможных неисправностей в процессе использования дефектоскопа и рекомендации по их устранению приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

| Наименование неисправностей и их внешние проявления | Вероятная причина | Метод устранения |
|---|---|---|
| 1. При включении питания БУК отсутствует световая сигнализация | Разряжен аккумулятор | Зарядить аккумулятор |
| 2. Нет высокого напряжения на щупе | Неисправен кабель, соединяющий высоковольтный трансформатор с БУК | Устранить обрыв в кабеле |
| 3. Аккумулятор быстро разряжается после зарядки | Емкость аккумулятора недостаточна | Заменить аккумулятор |

## 6 Техническое обслуживание дефектоскопа

**6.1** В процессе эксплуатации дефектоскопа необходимо перед работой проводить внешний осмотр его составных частей.

При внешнем осмотре необходимо:

- проверить отсутствие влаги на поверхности блока управления и контроля и высоковольтного трансформатора;
- проверить отсутствие грязи на поверхности щупа, а также на всех блоках и узлах дефектоскопа;
- проверить отсутствие трещин и других повреждений в изоляционных оболочках и покрытиях всех частей дефектоскопа. В случае обнаружения повреждений деталей дефектоскопа, необходимо эти детали заменить.

Работа с дефектоскопом при наличии повреждений в изоляционных покрытиях и его частей НЕ ДОПУСКАЕТСЯ.

**6.2** Перед началом работы, периодически в процессе её проведения, а также в конце ее необходимо проверять функционирование дефектоскопа. Эта проверка должна производиться на отрезке трубы с изоляционным покрытием, аналогичным контролируемому и имеющему известные естественные или искусственные нарушения сплошности в виде сквозных отверстии диаметром от 0,6 до 2 мм, расположенных в местах с наибольшей толщиной изоляционного покрытия. Результаты проверки следует считать положительными, если при нахождении контролируемого щупа на дефектном участке изоляционного покрытия происходит срабатывание звуковой и световой сигнализаций дефектоскопа.

При обнаружении нарушения функционирования дефектоскопа в процессе указанной проверки результаты контроля изоляционного покрытия трубопроводов, проведенных после предыдущей проверки дефектоскопа, считать недействительными.

Допускается проверку дефектоскопа производить на пороговых дефектах изоляционного покрытия контролируемого трубопровода.

# 7. МЕТОДИКА КАЛИБРОВКИ

## 7.1 Общие положения

**7.1.1** Настоящие методические указания распространяются на дефектоскоп "Крона-12" (далее по тексту – дефектоскоп) и устанавливают методы и средства его первичной и периодической калибровок.

**7.1.2** Первичная калибровка дефектоскопа проводится при выпуске его из производства.

**7.1.3** Периодическая калибровка дефектоскопа проводится не реже одного раза в год и после ремонта.

**7.1.4** Калибровка производится организациями, получившими в установленном порядке право проведения работ по калибровке.

## 7.2 Операции калибровки

**7.2.1** При проведении калибровки должны выполняться операции, указанные в таблице 7.1.

Таблица 7.1

| Наименование операции | Обязательность проведения операций при калибровке | |
|---|---|---|
| | первичной | периодической |
| Внешний осмотр | Да | Да |
| Определение предела допускаемой основной абсолютной погрешности измерения испытательного напряжения | Да | Да |

**7.2.2** Нормативное время калибровки — не более 8 часов.

## 7.3 Средства калибровки

**7.3.1** При проведении калибровки должны применяться средства измерений, указанные в таблице 7.2. Допускается применение других средств, метрологические характеристики которых не хуже указанных в табл. 7.2.

Таблица 7.2

| Наименование и тип средства измерений | Основные характеристики | Пункт методических указаний |
|---|---|---|
| Осциллограф универсальный С1–68 | Полоса пропускания от 0 до 1 MHz, погрешность 4%. Входное сопротивление 1,0 МОм, погрешность 2%, при входной емкости 50 пФ, погрешность 10%. Длительность импульсов от 2мкс до 16 с при размахе от 1 мВ до 300В | 7.5.2 |
| Делитель напряжения ДН-1000 | Сопротивление 3 МОм, емкость 20 пФ и 1000 пФ; отношение (коэффициент деления) 1:1000 | 7.5.2 |
| Источник постоянного тока Б5-21 | Стабилизированное выпрямленное напряжение от 0 до 30В при токе нагрузки до 10А | 7.5.2 |

**7.3.2** Используемые средства калибровки должны иметь действующие свидетельства о метрологической аттестации или поверке (калибровке).

### 7.4 Условия калибровки и подготовка к ней

**7.4.1** При проведении калибровки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С – 20±5;
- относительная влажность воздуха, % – от 45 до 80;
- атмосферное давление, кПа – от 84,0 до 106,7;

**7.4.2** Положение блоков измерения при калибровке – горизонтальное. Допускаемое отклонение - ±2°.

**7.4.3** При калибровке дефектоскоп должен быть удален от любых источников электромагнитного поля на расстояние не менее 1,5 м.

**7.4.4** При проведении калибровки дефектоскоп и средства калибровки необходимо распаковать и выдержать в условиях по п.7.4.1 не менее 2 ч.

**7.4.5** При проведении калибровки должны соблюдаться требования эксплуатационной документации.

## 7.5 Проведение калибровки

### 7.5.1 Внешний осмотр

**7.5.1.1** При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие дефектоскопа следующим требованиям:

- комплектность согласно разделу 1.3 данного РЭ;
- отсутствие явных механических повреждений дефектоскопа и его составных частей, влияющих на работу дефектоскопа;
- наличие маркировки и пломб.

**7.5.1.2** При проведении внешнего осмотра дефектоскопа должно быть установлено:

- надежность крепления деталей и блоков верхней панели и самой панели к корпусу;
- отсутствие механических повреждений кнопок, переключателя, ручки, кабеля и вилки разъема;
- отчетливая видимость всех надписей на блоке электронном и трансформаторе высоковольтном ВТ-1.

### 7.5.2 Проверка диапазона и погрешности измерений испытательного напряжения.

**7.5.2.1** Для проведения проверки собрать схему в соответствии с рис. 7.1: между высоковольтным выводом трансформатора ВТ-1 и разъемом "⏚" для подключения заземлителя подключить делитель напряжения ДН-1000 с суммарным сопротивлением (3 ± 0,15) Мом и коэффициентом деления 1:1000 и емкостной нагрузкой 20 пФ или 1000 пФ в соответствии с данными таблицы 1.1.

Делитель напряжения ДН-1000 для измерения импульсного напряжения состоит из 40 шт. МЛТ-2-75 кОм±5% и 1шт. МЛТ-2-3,0кОм±5%.

Емкостные нагрузки: на 20 пФ, состоят из 34 шт. К15-5-1.6 кВ - 680 пФ; на 1000 пФ состоит из 15 шт. К15-5-5-3 кВ - 1 500 пФ.

Для делителей резисторы и конденсаторы должны быть включены последовательно и располагаться вдоль одной прямой линии, при этом расстояние между соседними элементами должно быть не менее 5 мм. Допускается применение типов и номиналов резисторов и конденсаторов, обеспечивающих выполнение требований указанных выше, при этом отношение $R_{\Sigma}$ /$R_{вых}$ должно быть равно 1000, а величина расстояния между крайними элементами должна быть не менее 300 мм.

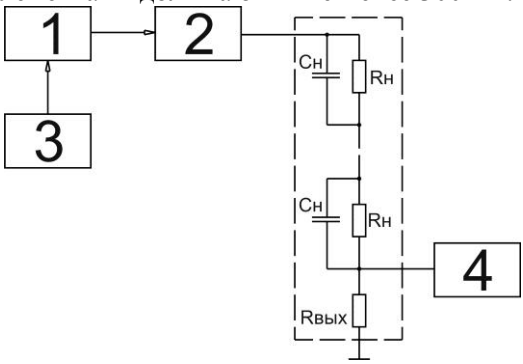


*Рис.7.1 Схема для калибровки дефектоскопа*

*1 - блок электронный;2 –трансформатор высоковольный ВТ-1;*
*3 - источник постоянного тока Б5-21;*
*4 - осциллограф С1–68;*

$R_{\Sigma} = R_н + R_{вых}$ - *суммарное сопротивление делителя напряжения;*
$R_{вых}$ - *выходное сопротивление;*
$C_н$ - *эквивалентная емкостная нагрузка.*

Подключить высоковольтный трансформатор ВТ-1 к блоку электронному с помощью соединительного кабеля, вставив до упора кабельный разъем в приборный разъем **«ВТ»,** расположенный на лицевой панели БУК. При этом цветная точка на кабельной части разъема должна быть обращена в сторону цветной точки на приборной части разъема.

Подключить заземлитель к клемме " ⏚" на правой стороне блока электронного. К выходному сопротивлению делителя напряжения ДН-1000 $R_{вых}$ = 3кОм подключить осциллограф. Блок электронный запитать от источника постоянного тока Б5-21, подав с него напряжение 12 В на

разъем «Внешний акк.» блока электронного. Включить питание дефектоскопа, установив переключатель "**I/0**" в положение "**I**", при этом загорается светодиод «Акк», на высоковольтном выводе трансформатора будет сформировано испытательное напряжение, величина которого индицируется на индикаторе;

**7.5.2.3** Определить погрешность измерения испытательного напряжения для 10 различных значений испытательного напряжения, равномерно распределенных по диапазону регулировки напряжения, включая его начало и конец, при емкостных нагрузках 20 пФ и 1000 пФ, для этого:

**7.5.2.3.1** С помощью кнопок «⇧» и «⇩» установить на индикаторе блока электронного требуемое значение испытательного напряжения $U_{инд}$.

**7.5.2.3.2** По осциллографу осуществить измерение положительного значения амплитуды напряжения $U_{изм}$.

**7.5.2.3.3** Определить величину испытательного напряжения U, кВ по формуле:

$$U = (R_{\Sigma}/R_{вых})U_{изм}=1000\ U_{изм}, \qquad (7.1)$$

где $R_{\Sigma}$ - суммарное (общее) сопротивление делителя напряжения, МОм;

$R_{вых}$- выходное сопротивление делителя напряжений, кОм;

$U_{изм}$ - значение амплитуды положительного импульсного напряжения на выходе делителя, измеренное по осциллографу, В.

**7.5.2.3.4** Определить погрешность измерения $\Delta$, кВ по формуле

$$\Delta = \left| U_{инд} - U \right|, \qquad (7.2)$$

где $U_{инд}$ – напряжение на индикаторе БУК.

**7.5.2.3.5** Определить предел допускаемой основной абсолютной погрешности измерения испытательного напряжения, рассчитанный по формуле:

$$\Delta U_{доп} = \pm(0{,}1U + 0{,}25), \qquad (7.3)$$

где U – величина контролируемого высокого напряжения, кВ.

**7.5.2.4** Повторить испытания по методике по п. 7.5.2.3 для всех 10-ти значений испытательного напряжения при емкостных нагрузках 20 пФ и 1000 пФ.

Дефектоскоп признается непригодным для дальнейшей эксплуатации, если хотя бы для одного измерения погрешность измерения $\Delta$

превышает величину предела допускаемой основной абсолютной погрешности $\Delta U_{доп}$.

### 7.6 Оформление результатов калибровки

**7.6.1** Результаты калибровки дефектоскопа вносятся в протокол, форма которого приведена в Приложении.

**7.6.2** Дефектоскоп, прошедший проверку с положительными результатами, признается годным к обращению и применению.

**7.6.3** Положительные результаты калибровки дефектоскопа при выпуске из производства или после ремонта, а также при периодической калибровке оформить путем выдачи сертификата о калибровке по форме, утвержденной в установленном порядке.

**7.6.4** Дефектоскоп, не прошедший калибровку по любому из пунктов настоящей методики, в обращение не допускается и на него оформляется извещение о непригодности и изъятии из обращения и эксплуатации в установленном порядке.

2.2

Приложение

**ПРОТОКОЛ**
**калибровки дефектоскопа электроискрового "Крона-12"**

"___" _____ 20 г.

Дефектоскоп электроискровой "Крона-12"

Заводской № _____

Принадлежит _____

Дата выпуска _____

Результаты калибровки приведены в таблицах 7.2 и 7.3:

Емкостная нагрузка 20 пФ.

Таблица 7.2

| Напряжение на индикаторе блока электронного $U_{инд}$, кВ | Испытательное напряжение U, кВ | Погрешность измерения $\Delta$, кВ | Допускаемая основная абсолютная погрешность $\Delta U_{доп}$, кВ |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Емкостная нагрузка 1000 пФ.

Таблица 7.3

| Напряжение на индикаторе блока электронного $U_{инд}$, кВ | Испытательное напряжение U, кВ | Погрешность измерения $\Delta$, кВ | Допускаемая основная абсолютная погрешность $\Delta U_{доп}$, кВ |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Заключение

Дефектоскоп электроискровой "Крона-12" заводской № _____ (не)прошел калибровку и (не)допускается к использованию по назначению.

М.ш. Калибровщик _____

Дата _____