

**АНАЛИЗАТОР КОРРОЗИОННОЙ
АКТИВНОСТИ ГРУНТА
АКАГ-К**

**Паспорт
Техническое описание
Руководство по эксплуатации**

**ООО «КВАЗАР»
г.Уфа**

ОГЛАВЛЕНИЕ

НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА	3
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	3
СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ	4
УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ	5
Прибор.	7
Ячейки для грунта с электродами.....	8
ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ	10
Меры безопасности	10
Подключение.....	10
Проверка	11
Проверка в режиме определения удельного сопротивления УС.....	11
Проверка в режиме определения плотности катодного тока ПКТ.....	12
ПОРЯДОК РАБОТЫ.	14
Измерение удельного сопротивления грунта УС.....	14
Измерение плотности катодного тока ПКТ	15
ПОВЕРКА.....	17
Опробование.....	17
Проверка основной погрешности.	17
Проверка погрешности в режиме определения удельного сопротивления УС.....	17
Проверка погрешности в режиме определения плотности катодного тока ПКТ. .	18
ХРАНЕНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВКА И ОБСЛУЖИВАНИЕ	19
ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ.....	20
СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ	20
СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПОВЕРКЕ.....	21

НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА

Анализатор коррозионной активности грунта АКАГ-К (именуемый в дальнейшем прибор) предназначен для качественной и количественной оценки коррозионной агрессивности грунта по отношению к стали в местах укладки подземных сооружений, в частности стальных трубопроводов, в соответствии с ГОСТ 9.602-2005 «Сооружения подземные и общие требования к защите от коррозии».

Прибор определяет удельное сопротивление грунта и среднюю плотность тока катодной защиты углеродистой и низколегированной стали на основании анализа образцов грунта помещенного в электродные ячейки. Дополнительно определяется величина защитного потенциала (потенциала коррозии) проб грунта.

Прибор обладает широким диапазоном измерений. Выполнение измерительных процедур анализа проб грунта прибором осуществляется автоматически.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Значения погрешностей соответствуют погрешностям работы прибора при температуре воздуха $(15 \div 35) \text{ }^\circ\text{C}$ при относительной влажности воздуха не более 80% (без учета дополнительной погрешности геометрии электродных ячеек) после предварительного прогрева во включенном состоянии не менее 5 мин.
 - Предел измерения удельного сопротивления грунта $999 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ с разрешением $1 \text{ Ом}\cdot\text{м}$
 - Основная погрешность определения прибором удельного сопротивления (УС) составляет не более 0.01 от измеренного значения плюс 1 единица младшего разряда (ед. мл. разр.).
 - Продолжительность анализа УС грунта не более 10с.
 - Предел определения плотности катодного тока (ПКТ) $500 \text{ мА}/\text{м}^2$ с разрешением $0.1 \text{ мА}/\text{м}^2$.
 - Основная погрешность определения ПКТ прибором не более 0.02 от измеренного значения плюс 1ед. мл. разр.
 - Определение ПКТ производится одновременно в одной, двух или трех ячейках. Продолжительность анализа плотности катодного тока с учетом предварительной выдержки электрода сравнения не более 45 мин. Прибор предусматривает режим ускоренных измерений ПКТ за время не более 10 мин.
 - Входное сопротивление прибора при измерении напряжений составляет не менее 1 МОм .
-

- Прибор отображает в цифровом виде значение измеренного УС, мгновенные и средние значения потенциалов электродов сравнения относительно рабочих, мгновенные и средние значения ПКТ на каждой измерительной ячейке.
- Результаты последних измерений автоматически сохраняются в энергонезависимой памяти.
- Питание прибора осуществляется от источника постоянного тока с напряжением (9÷15)В. Средний потребляемый ток составляет не более 60 мА. Для питания от сети переменного тока используется адаптер сети переменного тока 220В в постоянное напряжение с указанными параметрами.
- Прибор предназначен для эксплуатации внутри лабораторных закрытых помещений. Рабочая температура (5 ÷50)°С при относительной влажности воздуха не более 90%.
- Габаритные размеры прибора, мм, не более 140×80×200.
- Масса прибора, кг, не более 0.9.
- Объем ячейки для измерения УСГ, дм³ 0.23.
- Объем каждой из трех ячеек для измерения ПКТ, дм³ 0.5.

СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Таблица 1

Наименование	Количество
Прибор АКАГ-К	1
Ячейка с двумя стальными пластинчатыми электродами (50x45мм) для определения удельного сопротивления грунта УС	1
Уплотнитель грунта с направляющими	1
Ячейка с двумя стальными пластинчатыми электродами (50x20мм) и крышкой для определения плотности катодного тока ПКТ	3
Штекер с проводами, двумя штыревыми электродами и двумя клеммами для измерения УС (шильдик «R»)	1
Штекер с проводами и гнездом подключения электрода сравнения для измерения ПКТ (шильдик «J»)	3
Эквивалент нагрузки УС (штекер с шильдиком «R»)	1
Эквивалент нагрузки ПКТ (штекер с шильдиком «J»)	1
Электрод сравнения типа Эср-10103 со штекером 4 мм*	3
Блок питания сетевой с постоянным напряжением 9-12В, 0.3А (штекер DC 5.5/2.5mm)	1
Паспорт, техническое описание и руководство по эксплуатации	1
Футляр	1

- Примечание: допускается применять любые другие лабораторные электроды сравнения общего назначения с диаметром корпуса не более 12 мм.

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

Прибор реализует способы измерения удельного сопротивления грунта УС и плотности катодного тока ПКТ согласно ГОСТ 9.602-2005. Электрическая схема и устройство измерительной ячейки для определения УС приведена на рис.1.

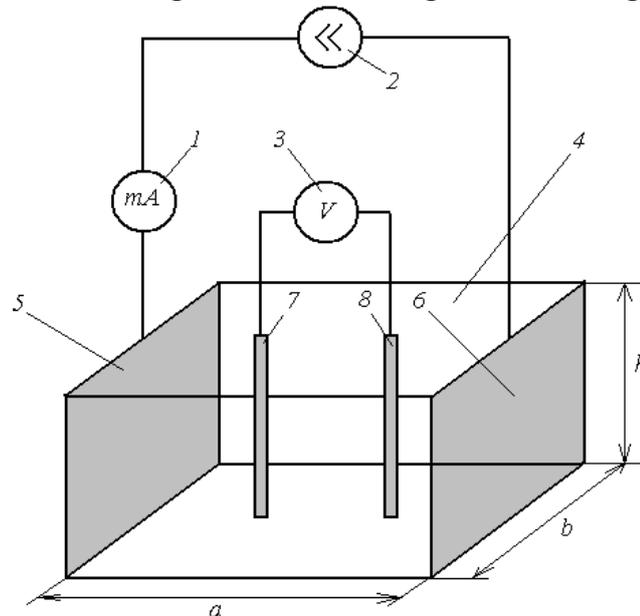


Рис.1

1 – миллиамперметр; 2 – источник постоянного тока; 3 – милливольтметр; 4 – контейнер с грунтом; 5, 6 – внешние пластинчатые поляризующие электроды, 7, 8 – внутренние измерительные стержневые электроды.

Вычисление удельного сопротивления производится по формуле:

$$\rho = U/I \cdot (S/L),$$

где: ρ - удельное сопротивление (Ом*м); U – падение напряжения между измерительными электродами (В); I – ток поляризующих электродов (А); S – площадь поляризующих электродов (м²); L – расстояние между измерительными электродами (м).

Так как измерение в приборе осуществляется на постоянном токе, то перед подачей поляризующего напряжения в течение нескольких секунд производится измерение остаточного потенциала на измерительных электродах. В дальнейшем это напряжение вычитается из результата измерения. Величина поляризующего тока и диапазон измерений выбирается прибором автоматически при каждом измерении.

Для геометрии, используемой в данном приборе ячейки, удельное сопротивление грунта связано с измеренным омическим сопротивлением через формулу:

$$\rho \text{ (Ом*м)} = 0.045 \cdot R \text{ (Ом)}.$$

Электрическая схема и устройство измерительной ячейки для определения плотности катодного тока приведена на рис.2.

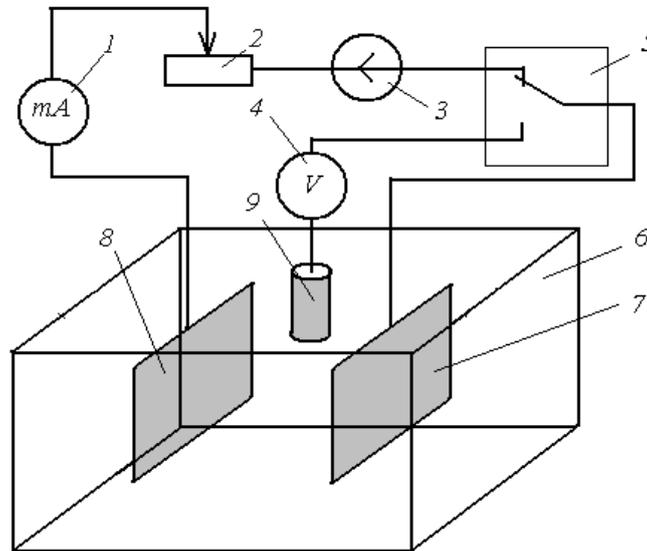


Рис.2.

1 – микроамперметр; 2 – регулируемое сопротивление; 3 – источник напряжения; 4 – милливольтметр; 5 – прерыватель тока; 6 – контейнер с грунтом ячейки; 7 – рабочий электрод; 8 – вспомогательный электрод; 9 – электрод сравнения.

Перед проведением измерений определяется потенциал электрода сравнения относительно потенциала рабочего электрода, который является потенциалом коррозии стали в данном грунте. Далее, через вспомогательный электрод пропускается ток такой величины и направления, чтобы потенциал на электроде сравнения был по модулю больше потенциала коррозии, ровно на 100 мВ. В момент измерения потенциала ток через электроды прерывается для исключения омической составляющей напряжения. Время измерения зависит от характера изменения и величины текущего значения тока через рабочий электрод, который пропорционален плотности катодного тока и зависит от геометрии ячейки.

Плотность катодного тока вычисляется по формуле:

$$j = I / S,$$

где: j – плотность тока (A/m^2); I – ток вспомогательного электрода (A); S – площадь вспомогательного электрода (m^2).

Для геометрии, используемой в приборе ячейки, плотность тока связана с током, протекающим через рабочий и вспомогательный электроды, через формулу:

$$j(\text{mA}/m^2) = I(\text{мкА}).$$

Если величина поляризующего тока постоянна или уменьшается во времени, то длительность поляризации составляет 15 мин.

Если сила тока во времени растет, то длительность поляризации составляет

до 30 мин или, тот промежуток времени, в течение которого плотность тока превысит 200 мА/м^2 (но не менее 15 мин).

Перед включением тока поляризации электроды сравнения выдерживаются в грунте не менее 15 мин. Прибор позволяет производить измерения одновременно в трех ячейках с грунтом, т.к. ГОСТ требует при определении плотности тока катодной защиты проводить не менее трех измерений одного и того же образца грунта. Результатом измерений является среднее значение из трех замеров. Анализ характера изменения плотности тока прибор осуществляет автоматически на основании значения среднего тока во всех трех ячейках и принимает решение о времени проведения измерений, как это описано в упомянутом ГОСТе.

Прибор.

Конструктивно прибор выполнен в пластиковом прямоугольном корпусе.

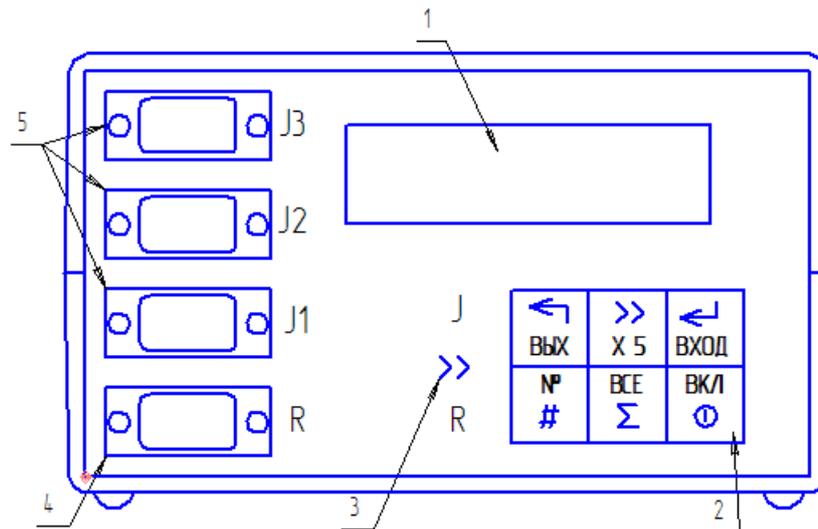
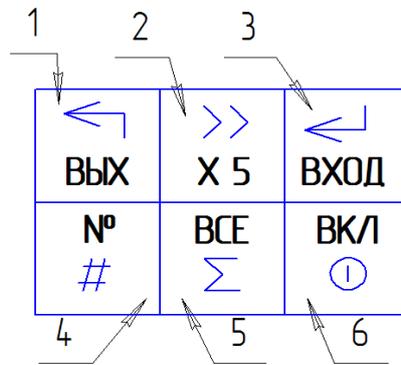


Рис.3. Передняя панель прибора.

1 - символный индикатор, 2 — панель кнопок управления и включения, 3 - символы и индикаторы режимов, 4 — гнездо подключения ячейки для определения УС, 5 - гнезда подключения ячеек с электродами сравнения для определения ПКТ.

Рис.4.Панель кнопок прибора



1 - кнопка выхода прибора из режима измерения или смены режима индикации (УС или ПКТ); 2 - кнопка переключения режима ускоренных измерений при определении ПКТ; 3 - кнопка начала режима измерения (УС или ПКТ); 4 - переключение номера отображаемой на индикаторе ячейки при индикации или измерении ПКТ; 5 - кнопка получения средних значений для трех ячеек в режиме ПКТ; 6 - кнопка включения и выключения прибора.

На задней панели прибора расположено стандартное гнездо питания (5.1/2.5 мм) для сетевого адаптера постоянного тока (9÷12 В).

Ячейки для грунта с электродами.

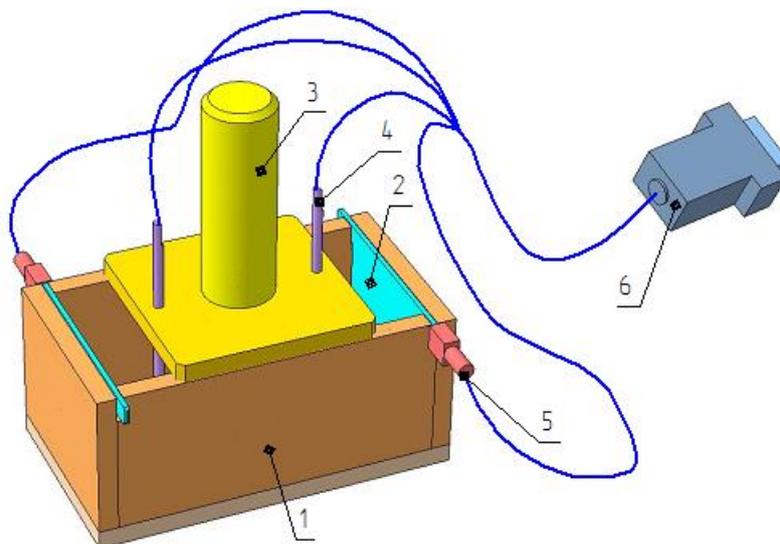


Рис.5. Ячейка для измерения УС в сборе.

1 - контейнер ячейки, 2 – пластинчатые электроды (50 * 45 мм), 3 – уплотнитель грунта с ручкой и направляющими отверстиями, 4 – электроды стержневые, 5 – клеммы, 6 – штекер разъема «R».

Ячейка для определения УС представляет собой пластиковый контейнер с внутренними размерами 100x51x45 мм и объемом 0.23 дм³ (рис.5). Перед засыпкой грунта в ячейку вставляются пластинчатые Т-образные электроды с рабочей (не изолированной) поверхностью 50x45 мм. Рабочие поверхности пластинчатых электродов должны быть обращены внутрь контейнера.

Каждый пластинчатый электрод в верхней его части имеет по два контактных выступа. При расположении пластин электродов в контейнере контактные выступы пропускаются в прорези на боковых стенках контейнера (у его торцов). Засыпаемый грунт утрамбовывается уплотнителем с ручкой вровень с верхним краем стенок контейнера.

После засыпки грунта уплотнитель грунта с ручкой устанавливается на его поверхности примерно в центре контейнера. В отверстия платформы уплотнителя втыкаются два стержневые электроды, которые припаяны к проводам кабеля с шильдиком «R». Стержневые электроды втыкаются строго вертикально и до самого дна ячейки.

Контактные выступы пластин электродов выполнены в форме ножевого (плоского) штекера. Они соединяются с двумя клеммами на кабеле для измерения УС «R».

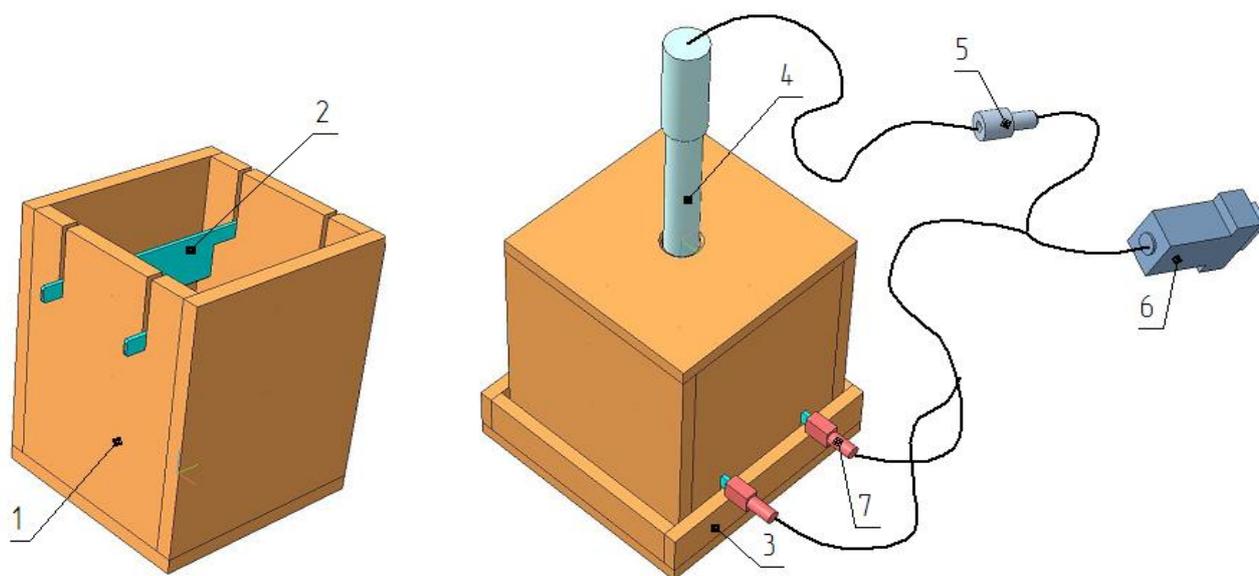


Рис.6. Ячейка для измерения ПКТ

(слева вид со стороны дна, справа вид сверху)

1 - контейнер ячейки, 2 – пластинчатые электроды (50 x 20 мм), 3 – крышка (дно), 4 – крышка (дно), 5 – гнездо со штекером, штекер разъема «J», 7 – клеммы контактные.

Каждая из трех ячеек ПКТ представляет собой пластиковый контейнер с внутренними размерами 100x70x70 мм объемом 0.49 дм³ с крышкой (рис.6). Все контейнеры, крышки и электроды одинаковы и взаимозаменяемы. С одного (верхнего) торца контейнера есть отверстие для установки электрода сравнения. Второй торец контейнера (низ) открыт и служит для засыпки грунта и установки пластин электродов. После засыпки грунта контейнер закрывается крышкой и переворачивается в рабочее положение (крышкой снизу).

Перед засыпкой грунта контейнер переворачивается отверстием для электрода сравнения вниз и устанавливается в одну из крышек. Это предотвращает возможное высыпание грунта через отверстие для электрода сравнения при переворачивании контейнера в рабочее положение. В перевернутом положении контейнер наполняется грунтом с послойной, тщательной его трамбовкой, примерно, до уровня начала прорезей в боковых стенках контейнера. Эти прорезы служат направляющими и ограничителями для пластинчатых стальных электродов.

Пластинчатые электроды ячеек ПКТ имеют Т-образную форму с рабочей (не изолированной) поверхностью 50x20 мм. Рабочие поверхности пластинчатых электродов при их установки обращают внутрь контейнера («лицом» друг к другу).

Каждый пластинчатый электрод в верхней его части имеет по два контактных выступа. При расположении пластинчатого в перевернутом контейнере ячейки контактные выступы помещаются в прорези в боковых стенках контейнера. При этом рабочая площадь электродов (ножка буквы «Т») ориентируется вниз (после переворачивания контейнера в рабочее положение они направлены вверх). Каждый пластинчатый электрод располагают в прорезях симметрично (по центру) и вдавливают в грунт до упора на всю длину прорезей. После этого грунт досыпается и трамбуется до самого края контейнера.

Особенно тщательно грунт уплотняется непосредственно вокруг пластинчатых электродов. От этого зависит стабильность измерений.

Для трамбовки и выравнивания грунта можно использовать уплотнитель с ручкой из комплекта ячейки УС (рис.5).

Ячейка с засыпанным грунтом накрывается одной из крышек, переворачивается и устанавливается в рабочее положение (крышка служит дном ячейки).

С носика электрода сравнения снимается защитный колпачок. Упругий поясok в центре электрода сравнения сдвигается и открывается доступ воздуха в боковое отверстие на колбе электрода сравнения. Электрод вдавливается в грунт через отверстие сверху контейнера на глубину примерно 15 мм. Штекер электрода сравнения вставляется в круглое гнездо на кабеле с шильдиком «J». К ножевым (плоским) контактам каждого пластинчатого электрода подключаются по одной клемме кабеля. Электроды каждой ячейки присоединяются к контактам одного и того же кабеля.

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Меры безопасности

Прибор не использует для работы повышенных напряжений и не представляет угрозы поражения электрическим током обслуживающему персоналу

Подключение

Перед включением прибор необходимо соединить с источником постоянного тока. Разъем питания расположен на задней стенке. Полярность и параметры источника питания указаны на шильдике рядом с разъемом. Включается (и отключается) прибор кнопкой «ВКЛ» на передней панели.

Проверка

После включения прибор подает короткий звуковой сигнал и переходит в режим вывода на индикатор пусковой заставки с названием. Индикатор прибора состоит из двух строк по шестнадцать символов.

Сразу после включения прибор переходит в режим индикации того режима работы, из которого он был выключен (удельное сопротивление УС или плотность катодного тока ПКТ). Переключение между режимами работы возможно только в режиме индикации и осуществляется кнопкой «ВЫХ». Выбранный режим работы отмечен свече-

нием индикатора рядом со значком «**R**» (для УС) или «**J**» (для ПКТ). Для проверки работы прибора можно использовать эквиваленты нагрузки из комплекта прибора.

Для начала измерения к входным разъемам прибора присоединяются ячейки с грунтом (или их эквиваленты в режиме проверки), кнопкой «**ВЫХ**» выбирается нужный режим работы и нажимается кнопка «**ВХОД**». После нажатия кнопки «**ВХОД**» прибор переходит в режим измерения, и светодиодный индикатор выбранного режима начинает мигать. В течение всего периода измерений справа внизу на индикаторе выводятся показания времени, прошедшего с начала измерения. Время отображается в формате «ММ:СС» (минуты: секунды). В любой момент времени измерения могут быть прерваны кнопкой «**ВЫХ**» (прибор вернется в режим индикации, а результаты измерения не сохранятся).

По окончании измерений прибор подает звуковой сигнал и автоматически возвращается в режим индикации. Данные последнего завершенного измерения сохраняются в энергонезависимой памяти прибора и могут быть прочитаны после выключения.

Проверка в режиме определения удельного сопротивления УС

В режиме индикации УС слева сверху отображается символ режима «**R**» и размерность единиц измерения. Сверху справа выводится запомненное значение удельного сопротивления грунта в Ом*м, полученное в последнем завершенном измерении.

R , Ом* м	45 , 1
------------------	---------------

Для проверки работы прибора можно использовать эквивалент нагрузки (с маркировкой «**R**») из комплекта поставки. Он собран на резисторах обычной 10-процентной точности и служит только для проверки работоспособности прибора, но не для калибровки. Эквивалент нагрузки подключается к гнезду разъема «**R**» прибора.

После нажатия кнопки «**ВХОД**» запускается процесс измерения УС, который длится около десяти секунд и проходит в три этапа.

В первые три секунды определяется остаточный потенциал на стержневых электродах ячейки грунта в отсутствие тока поляризации. Величина этого потенциала не превышает нескольких десятков милливольт и автоматически вычитается из падения напряжения на стержневых электродах ячейки при протекании поляризующего тока. На индикаторе выводится надпись «смещение», а величина потенциала выводится слева внизу в единицах милливольт.

В последующие три секунды прибор автоматически подбирает величину поляризующего тока и диапазон измерения (выводится надпись «режим»).

Собственно измерения удельного сопротивления происходят в последние три секунды. На первой строке индикатора выводится мгновенное значение удельного сопротивления. На второй строке индикатора попеременно выводится разность потенциалов между стержневыми электродами (мВ) и величина поляризующего тока (мкА), протекающего через внешние пластинчатые электроды ячейки.

По окончании измерения УС прибор подает звуковой сигнал и возвращается в режим индикации и отображает величину полученного значения.

При запущенном измерении удельного сопротивления на эквиваленте нагрузки объемное сопротивление грунта имитируется схемой резистивной нагрузки, подключаемой вместо электродов измерительной ячейки

В эквиваленте нагрузки «**R**» разность потенциалов от протекания поляризующего тока используется резистор номиналом 1.0 кОм. Измеренная величина удельного сопротивления на эквиваленте нагрузки должна составлять $45 \pm 2 \text{ Ом} \cdot \text{м}$. Коэффициент 0.045, для пересчета омического сопротивления в объемное, определяется геометрическими размерами ячейки и электродов.

Максимальная величина удельного сопротивления, определяемого анализатором, составляет $999 \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Величина **999.9** единиц являются признаком переполнения анализатора и невозможности произвести измерения в линейном режиме.

Проверка в режиме определения плотности катодного тока ПКТ

Для проверки прибора в режиме плотности катодного тока ПКТ с помощью эквивалента нагрузки следует сначала выбрать этот из режима индикации кнопкой «**ВЫХ**».

В режиме индикации ПКТ слева сверху отображается символ режима “**J**”, номер выбранной ячейки и размерность единиц измерения. Сверху справа в выводится запомненное значение плотности катодного для выбранной ячейки в $\text{мА}/\text{м}^2$, полученное в последнем завершенном измерении. На второй строчке дополнительно выводится величина потенциала коррозии в единицах мВ для той же ячейки.

J 1 , mA / m2	240 , 1
E 1 , mV	460

Для проверки работы прибора можно использовать эквивалент нагрузки с шильдиком “**J**” из комплекта поставки. Он собран на резисторах обычной 10-процентной точности и служит только для проверки работоспособности прибора. Эквивалент нагрузки подключается к гнезду разъема “**J1**”, “**J2**” или “**J3**”.

После нажатия кнопки «**ВХОД**» запускается процесс измерения ПКТ для всех трех входов одновременно. В ходе всего измерения внизу справа на индикатор выводится время минут и секунд, прошедшее с начала измерения. Процесс измерения сопровождается миганием светодиода режима «**J**» (в режиме индикации он горит непрерывно).

Для изменения номера выводимой на индикатор ячейки служит кнопка «**№**». Так как ГОСТ требует проведение трех измерений при определении плотности катодного тока, то кнопкой «**ВСЕ**» можно вывести на индикатор средние значения величин для всех трех ячеек. Средние значения выводятся только на время удержания кнопки в нажатом состоянии.

Процесс измерения ПКТ проходит в два этапа.

В течение первых 15 мин осуществляется выдержка электродов без тока поляризации и определяется стационарный потенциал коррозии рабочего электрода относительно электрода сравнения.

На первом этапе измерений на индикатор снизу слева выводится только значение напряжение на электроде сравнения в выбранной ячейке и время от начала измерения.

J 2 , mA / m2	
E 2 , mV 4 6 2	0 3 : 1 4

На втором этапе через пластинчатые электроды (рабочий и вспомогательный) каждой ячейки пропускается ток поляризации такой величины, чтобы потенциал рабочего пластинчатого электрода увеличился относительно потенциала коррозии, ровно на величину 100 мВ. В момент измерения потенциала ток поляризации кратковременно прерывается схемой прибора. Длительность второго этапа составляет не менее 15 мин (если средний ток не увеличивается за время измерения). Если ток поляризации нарастает за время измерения, то время второго этапа измерения составит максимально 30 мин. Процесс измерения и поддержания тока поляризации осуществляется прибором непрерывно, а решение о характере изменения тока принимается через каждые 5 мин. При определении характера изменения ПКТ прибор использует среднее значение для всех трех ячеек.

J 3 , mA / m2	2 3 9 , 4
E 3 , mV 5 6 2	2 7 : 1 5

По окончанию измерения ПКТ прибор подает звуковой сигнал и возвращается в режим индикации с отображением полученных результатов.

Для проверки работы прибора можно использовать эквивалент нагрузки (с маркировкой “J”) из комплекта поставки. Поведение ячейки грунта с электродами имитируется схемой резистивно-емкостной нагрузки, подключаемой вместо электродов измерительной ячейки, и внутренний источник опорного напряжения прибора.

Эквивалент нагрузки служит для проверки работоспособности прибора. Эквивалент нагрузки подключается к гнездам разъема “J1”, “J2” или “J3”, прибора.

Максимальная величина плотности катодного тока составляет 999 мА/м². Величина **999.9** единиц являются признаком переполнения (зашкаливания) прибора.

Так как измерения в режиме ПКТ длительны, то для проверки работы предусмотрен режим ускоренного измерения. Этот режим включается (и выключается) в любой момент измерения кнопкой «x5». Режим ускоренного измерения быстрее обычного в пять раз. Для индикации включения режима ускоренных измерений используется мигание светодиода с символом «>>>».

ПОРЯДОК РАБОТЫ.

Методика проведения измерений основывается на ГОСТ 9.602-2005.

Измерение удельного сопротивления грунта УС

Подготовьте грунт в достаточном объеме (объем измерительной ячейки равен 0.25 дм^3). Образцами для определения удельного сопротивления грунта служат пробы грунтов, которые отбирают в шурфах, скважинах и траншеях из слоев, расположенных на глубине прокладки сооружения с интервалами $50 \div 200$ м на расстоянии $0,5 \div 0,7$ м от боковой стенки трубы. Для пробы берут $1,5 \div 2$ кг грунта, удаляют твердые включения размером более 3 мм. Отобранную пробу помещают в полиэтиленовый пакет и снабжают паспортом, в котором указывают номер объекта и пробы, место и глубину отбора пробы.

Если уровень грунтовых вод выше глубины отбора проб, следует отобрать грунтовый электролит объемом $200 \div 300 \text{ см}^3$ и поместить в герметически закрывающуюся емкость.

Отобранную пробу песчаных грунтов смачивают до полного влагонасыщения, а глинистых – до достижения мягкопластичного состояния. Если уровень грунтовых вод ниже уровня отбора проб, смачивание проводят дистиллированной водой, а если выше – грунтовой водой.

Электроды перед каждым измерением зачищают шкуркой шлифовальной зернистостью 40 или меньше, обезжиривают ацетоном и промывают дистиллированной водой.

В ячейку для измерения УС с установленными пластинчатыми электродами укладывают грунт, послойно трамбуя его, на высоту вровень с верхним краем пластин электродов.

Устройство, порядок сборки и подключения ячеек приведен в разделе «Ячейки для грунта с электродами» настоящего руководства.

После подготовки ячейки с грунтом она соединяется своим кабелем с гнездом «R» прибора.

Прибор соединяется с сетевым адаптером (гнездо на задней стенке) и включается кнопкой «ВКЛ».

Кнопкой «**ВЫХ**» прибор переводится в режим индикации удельного сопротивления (символ «R»). На индикатор выводится результат последнего измерения.

Чтобы начать новое измерение следует нажать на кнопку «**ВХОД**». Переход прибора в режим измерения отмечается появлением на индикаторе секундомера (снизу справа), который отсчитывает время измерения. Светодиодный индикатор режима «**R**» начинает мигать. Измерения удельного сопротивления осуществляются в три фазы по три секунды.

По окончании цикла измерения (через десять секунд) прибор подает звуковой сигнал и возвращается в режим индикации. Светодиод режима перестает мигать.

На индикатор выводится запомненный результат последнего измерения.

Измерение плотности катодного тока ПКТ

Подготовьте грунт в объеме примерно 2 дм^3 для проведения измерения одновременно в трех измерениях. Требования к образцам аналогичны описанию подготовки грунта при определении удельного сопротивления.

Отобранную пробу грунта загружают во все три ячейки для измерения плотности катодного тока, **сохраняя ее естественную влажность**.

Если при хранении проб после их отбора возможно изменение естественной влажности грунта, то необходимо определять влажность отобранной пробы. Для определения влажности грунта отбирают часть пробы (массой несколько единиц или десятков граммов), и взвешивают, находя массу m_1 , затем ее высушивают при $t \leq 105^\circ\text{C}$ и снова взвешивают, находя массу m_2 . Влажность определяют по формуле:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100\%$$

Перед проведением исследования вновь определяют влажность пробы грунта. Если влажность уменьшилась, то ее доводят до естественной влажности с помощью дистиллированной воды.

Грунт укладывают в ячейки послойно с последовательной трамбовкой слоев, добиваясь максимально возможного уплотнения. Можно использовать приспособления для трамбовки и выравнивания грунта из комплекта прибора.

Устройство, порядок сборки и подключения ячеек приведен в разделе «Ячейки для грунта с электродами» настоящего руководства.

Сведения о подготовке и использовании электродов сравнения приведены в их паспортах.

Одним и тем же грунтом заполняют три ячейки, т.к. прибор позволяет одновременно проводить измерения для всех трех ячеек. Возможно, использовать произвольное количество ячеек в одном измерении (одна, две или три).

После подготовки ячеек с грунтом их электроды соединяются кабелями с шильдиком «J» с гнездами «J1», «J2», «J3» прибора. Все три входа одинаковы и нумерация условна.

Прибор соединяется с сетевым адаптером и включается кнопкой «**ВКЛ**».

Кнопкой «**ВЫХ**» прибор переводится в режим индикации ПКТ (символ «J» на индикаторе и светодиоде режима). На индикатор выводится результаты последнего измерения плотности катодного тока и потенциала коррозии для одной из трех ячеек. Для изменения номера ячейки на индикаторе служит кнопка «№». При нажатии и удержании кнопки «**ВСЕ**» на индикатор выводятся средние значения для всех трех ячеек.

Запуск нового измерения ПКТ тока осуществляется нажатием на кнопку «**ВХОД**».

Измерения можно прекратить нажатием кнопки «**ВЫХ**». Результаты не завершенного измерения не запоминаются. Если во время измерения нажать кнопку «**x5**», то измерения переводятся в ускоренный режим (быстрее в 5 раз) и могут использоваться для пробных (оценочных) измерений. Для возвращения из режима ускоренных измерений повторно нажимается кнопка «**x5**». Включение режима ускоренных измерений отмечается миганием светодиода с символом «>>>».

Переход прибора в режим измерения отмечается появлением на индикаторе секундомера (снизу справа), который отсчитывает время с начала измерения в минутах и

секундах. Светодиодный индикатор режима «J» мигает в течение всего режима измерения.

Измерение плотности катодного тока разбито на два промежутка. Первые 15 минут прибор определяет потенциал коррозии для стали в исследуемом грунте. На индикаторе отображается (снизу справа) текущее значение потенциала электродов сравнения в единицах мВ. Номер ячейки, которая отображается на индикаторе, выводится за символом «J».

J 1 , mA / m2		
E 1 , mV	5 0 2	1 2 : 2 8

По истечении первых 15 минут прибор запоминает значения потенциала коррозии для каждой ячейки и автоматически подбирает такой ток поляризации каждой ячейки, который вызывает смещение электрода сравнения от потенциала коррозии ровно на 100 мВ. На индикаторах при этом выводятся мгновенные значения плотности катодного тока в единицах mA/m^2 для выбранной ячейки. Номер индуцируемой ячейки можно выбирать нажатиями на кнопку «№».

По окончании цикла измерения прибор выдает звуковой сигнал, запоминает последние показания плотности катодного тока и потенциала коррозии для каждой из трех ячеек и возвращается в режим индикации. На индикатор выводится из памяти результат последнего измерения для одной из ячеек с возможностью просмотра каждой ячейки.

Время измерения плотности катодного тока на этапе поляризации зависит от величины и характера изменения тока во времени как это описано в ГОСТ. Прибор принимает решение о времени измерения по истечении каждого пятиминутного промежутка времени измерения на основании среднего значения для всех трех ячеек.

В «худшем» случае (средний ток растет в течение всего времени измерения) общее время измерения плотности катодного тока прибором составляет 45 мин.

Для оценки коррозионной агрессивности грунта по отношению к углеродистой и низколегированной стали используются следующие правила:

низкая коррозионная агрессивность – удельное сопротивление грунта свыше $50 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ и плотность катодного тока менее $50 \text{ mA}/\text{m}^2$;

средняя - удельное сопротивление грунта $20 \div 50 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ и плотность катодного тока $50 \div 200 \text{ mA}/\text{m}^2$;

высокая - удельное сопротивление грунта до $20 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ и плотность катодного тока свыше $200 \text{ mA}/\text{m}^2$.

ПОВЕРКА

Ежегодной Госповерке подлежит только электрод сравнения типа Эср-10103.

Поверка может осуществляться органами ведомственной метрологической службы.

Порядок эксплуатации и поверки электродов сравнения осуществляется согласно их паспортов.

Проверка прибора на работоспособность производится эксплуатирующей организацией. Поверка выполняется в соответствии с пунктом №7 данной инструкции по эксплуатации.

Опробование

Проводится после времени самопрогрева, равного 5 мин. после включения прибора. При опробовании достаточно проверить функционирование прибора по методике раздела «Проверка» настоящего руководства. Вместо ячеек с грунтом можно использовать эквиваленты нагрузки из комплекта прибора. Проверяются работоспособность символьного индикатора, реакция прибора на нажатие всех кнопок, наличие звуковых сигналов, свечение светодиодных индикаторов режимов.

Проверка основной погрешности.

Проверка погрешности в режиме определения удельного сопротивления УС.

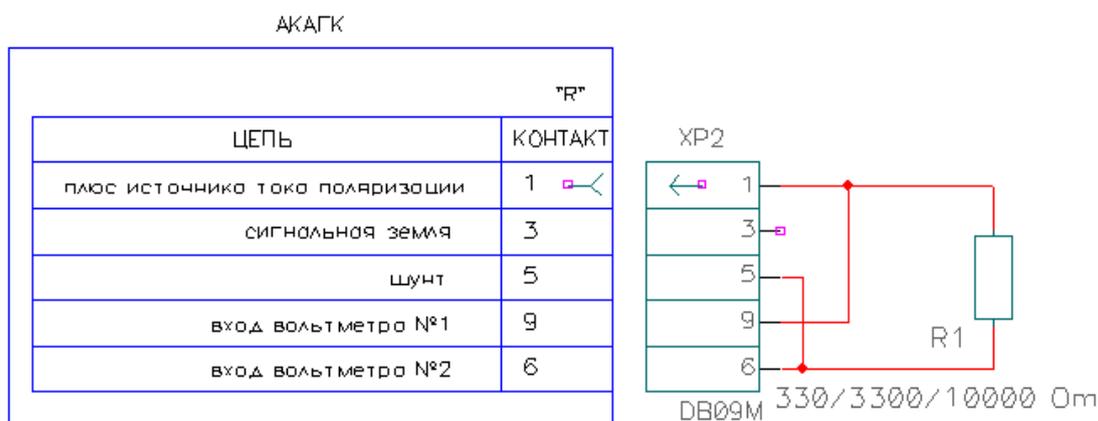


Рис.7. Схема соединений при проверке в режиме определения УС.

На схеме:

- R1 – резистор нагрузки любого типа мощностью не менее 0.125 Вт и точностью не менее 10%. В качестве нагрузки можно использовать переменный резистор или магазин сопротивлений;
- XP2 штекер разъема конструктивного типа «D-sub» DB-09M.

Для проведения проверки может быть использована схема на рис. 6. К гнездам разъема «R» прибора с помощью вилки типа DB09M подключается резистор с известным сопротивлением, как показано на схеме рисунка и проводится измерение в режиме УС. Полученная величина должна составить:

$$r(\text{Om} \cdot \text{m}) = R(\text{Om}) * 0.045,$$

где **r** – измеренная прибором величина УС; **R** – сопротивление нагрузки измеренное поверочным омметром.

Измерения погрешности производятся для трех значениях сопротивления нагрузки: $330 \pm 33 \text{ Ом}$, $3300 \pm 330 \text{ Ом}$ и $10000 \pm 1000 \text{ Ом}$.

За действительное значение УС в каждой точке принимается величина, полученная при измерении сопротивления нагрузки поверочным омметром, умноженная на коэффициент 0.045.

Абсолютная погрешность во всех точках определения прибором УС должна составить не более 0.01 от измеренного значения плюс 1 ед. мл. разряда ($0.1 \text{ Ом} \cdot \text{м}$).

Проверка погрешности в режиме определения плотности катодного тока ПКТ.

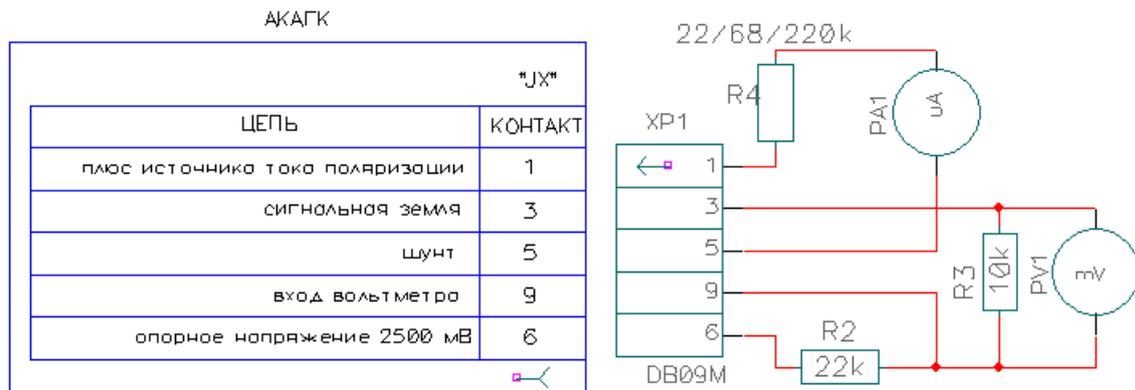


Рис.8. Схема соединений проверки в режиме ПКТ.

На схеме:

- «JX» - один из трех разъемов для определения ПКТ прибора (J1, J2, J3);
- R2, R2, R3 постоянные сопротивления любого типа мощностью не менее 0.125 Вт и точностью не менее 10%;
- PA1, PV1 поверочные приборы (микроамперметр и милливольтметр);
- XP1 штекер разъема конструктивного типа «D-sub» DB-09M.

Сначала определяется погрешность измерения потенциала коррозии. На гнездо №6 каждого разъема «J» прибора выведено напряжение внутреннего опорного источника величиной $2500 \pm 2 \text{ мВ}$, а на гнезда с номерами 3 сигнальный общий провод схемы приборы. Резисторы R2 и R3 образуют делитель напряжения с уровнем $(2500 \cdot R3) / (R3 + R2) = 580 \text{ мВ}$.

Прибор включается на режим измерения ПКТ и выбирается один из входов прибора. В первые 15 минут после начала измерений плотности прибор непрерывно производит измерения потенциала коррозии каждого канала (ток поляризации равен нулю). По истечении 15 минут, если необходимо, для продолжения проверки в режиме потенциала коррозии, измерения следует остановить и возобновить повторно (и т.д.).

Проверку производят для каждого из трех каналов. За действительное значение потенциала коррозии каждого канала принимается величина, полученная при измерении падения напряжения на резисторе R3 делителя поверочным милливольтметром.

Абсолютная погрешность при всех измерениях потенциала коррозии прибором должна составить не более 0.01 от измеренного значения плюс 1 единица младшего разряда (1 мВ).

В заключении определяют погрешность определения плотности катодного тока ПКТ для каждого из трех входов. Для получения тока в каждой из трех точек измерения последовательно с поверочным микроамперметром включаются ограничивающее сопротивление R4 с номиналами 22, 68 и 220 кОм (для каждого входа). Для начала измерения после включения прибора в режим определения ПКТ следует дождаться начала появления поляризующего тока и его стабилизации на установившемся уровне. Это происходит после 15 минут от начала измерений. Для ускорения процесса измерения можно включить прибор в режиме ускоренных измерений.

За действительное значение ПКТ в каждом измерении принимается величина, полученная при измерении тока поверочным микроамперметром в единицах микроампер. Один микроампер поляризующего тока соответствует одному А/м^2 по формуле:

$$j(\text{мА/м}^2) = I(\text{мкА}),$$

где : j – измеренная прибором величина ПКТ; I – ток поляризации, измеренные поверочным микроамперметром.

Абсолютная погрешность при всех измерениях ПКТ прибором должна составить не более 0.01 от измеренного значения плюс 1 ед. мл. разряда (0.1 мА/м^2).

Результаты измерений, полученные в ходе проверки, заносятся в протокол произвольной формы. При положительных результатах проверки выдаются «Свидетельство о проверке» установленного образца и делается отметка в руководстве по эксплуатации. При отрицательных результатах выдаются «Извещение о непригодности» установленного образца с указанием причин непригодности.

ХРАНЕНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВКА И ОБСЛУЖИВАНИЕ

Допускается транспортировка прибора в транспортной таре всеми видами транспорта в закрытых отсеках при температуре окружающей среды от $(-10 \div +50)^\circ\text{C}$ и относительной влажности окружающего воздуха до 98 %.

При транспортировке должна быть предусмотрена защита от попадания атмосферных осадков и пыли. Не допускается кантование прибора.

Прибор должен храниться в складском помещении при температуре от 5°C до $+50^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 80 % при отсутствии в воздухе химически агрессивных веществ.

При хранении или транспортировке прибора в условиях, отличающихся от рабочих, перед включением необходимо выдержать его в рабочих условиях не менее 4 часов.

После транспортировки или хранения прибора производится внешний осмотр и опробование прибора, согласно методике проверки настоящего руководства.

ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Гарантийный срок эксплуатации изделия один год со дня отгрузки в адрес потребителя при условии соблюдения правил транспортирования, хранения, эксплуатации.

При отказе в работе или неисправности в период действия гарантийных обязательств изготовитель обязуется произвести гарантийный ремонт или замену изделия, если отказ произошел по вине изготовителя. Изделие должно быть направлено на ремонт по адресу предприятия-изготовителя: РФ, РБ, 450076, г. Уфа, ул. Коммунистическая, 23, ООО «КВАЗАР», тел. (347) 2517515, 2516512.

Разработчик: УГАТУ, тел. (347) 2735134, 2735183.

Гарантии не распространяются на случаи грубого внешнего механического повреждения изделия и его комплектующих.

Срок службы 5 лет.

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Технические данные проверены и соответствуют паспортным.

Регулировщик: _____ (_____)

подпись

Состав изделия и комплект поставки соответствуют паспорту.

Укомплектовано: _____ (_____)

подпись

Анализатор коррозионной активности грунта АКАГ-К
заводской номер _____

изготовлен, принят и признан годным для эксплуатации.

Дата изготовления : _____
ДД – ММ – ГГГГ

ОТК _____
М.П.

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПРОВЕРКЕ

Проверка прибора производится один раз в два года и после каждого ремонта. Проверка выполняется в соответствии разделом ПРОВЕРКА настоящего руководства.

Положительные результаты проверки отмечаются поверителем:

прибор проверен

Поверитель _____
(подпись) (фамилия)

МП

Дата проверки _____

прибор проверен

Поверитель _____
(подпись) (фамилия)

МП

Дата проверки _____

прибор проверен

Поверитель _____
(подпись) (фамилия)

МП

Дата проверки _____

прибор проверен

Поверитель _____
(подпись) (фамилия)

МП

Дата проверки _____

прибор проверен

Поверитель _____
(подпись) (фамилия)

МП