

Общество с ограниченной ответственностью
«КВАЗАР»



АНАЛИЗАТОРЫ КОРРОЗИОННОЙ АКТИВНОСТИ ГРУНТА АКАГ

Руководство по эксплуатации

Паспорт

СОДЕРЖАНИЕ

1	Технические характеристики	3
2	Состав изделия и комплект поставки	4
3	Устройство и принцип работы.....	6
4	Маркировка и пломбирование	11
5	Упаковка	12
6	Меры безопасности	12
7	Подготовка к работе.....	12
8	Порядок работы.....	14
9	Техническое обслуживание.....	17
10	Поверка	17
11	Хранение, транспортирование.....	18
12	Утилизация	18
13	Гарантии изготовителя.....	18
14	Свидетельство о приемке.....	19
	Приложение А Перечень документов, на которые даны ссылки в настоящем руководстве ...	21

Анализаторы коррозионной активности грунта АКАГ (именуемые в дальнейшем анализаторы) предназначены для измерений удельного электрического сопротивления и средней плотности катодного тока различных типов грунтов в местах укладки подземных сооружений, в частности стальных трубопроводов, согласно ГОСТ 9.602-2016.

Анализатор измеряет удельное электрическое 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.

Анализатор обладает широким диапазоном измерений. Выполнение измерительных процедур анализа проб грунта анализатором осуществляется автоматически.

Анализатор коррозионной активности грунта АКАГ выполнен согласно ТУ 4081-037-12719185-2013.

1 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 1

Параметр	Значение
Значения погрешностей соответствуют погрешностям работы анализатора при температуре воздуха от плюс 10 до плюс 45 °С при относительной влажности воздуха не более 80% (без учета дополнительной погрешности геометрии электродных ячеек) после предварительного прогрева во включенном состоянии не менее, мин.	5
Диапазон измерений удельного сопротивления грунта, Ом•м	от 5 до 999,9
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений удельного сопротивления, %	$\pm(2,01+0,01 \cdot (\rho_K/\rho_X-1))$
Продолжительность измерения удельного сопротивления, с, не более	11
Диапазон измерений средней плотности катодного тока, мА/м ²	от 5 до 499,9
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности катодного тока, %	$\pm(3,02+0,02 \cdot (i_K/i_X-1))$
Продолжительность измерения средней плотности катодного тока, мин, не более	40
Режим ускоренных измерений ПКТ за время не более, мин	10
Входное сопротивление анализатора при измерении напряжений составляет не менее, МОм	1
Параметры электрического питания: - напряжение питания от сети переменного тока, В - частота питающей сети переменного тока, Гц - напряжение питания от внешнего источника постоянного тока, В	от 210 до 230 от 50 до 60 от 9 до 15
Средний потребляемый ток составляет не более, мА	60
Потребляемая мощность анализаторов не более, Вт	1
Время непрерывной работы, ч, не менее	8
Габаритные размеры анализатора, мм, не более	200x80x140
Масса анализатора, кг, не более	0,7
Объем ячейки для измерений удельного электрического сопротивления, дм ³ , не более	0,23
Объем ячейки для измерений средней плотности катодного тока, дм ³ , не более	0,5
Примечание: ρ_K – максимальное значение предела измерений, Ом•м; ρ_X – измеренное значение, Ом•м; i_K – максимальное значение предела измерений, мА/м ² ; i_X – измеренное значение, мА/м ² .	

1) Анализатор отображает в цифровом виде значение измеренного удельного

электрического сопротивления (УС), мгновенные и средние значения потенциалов электродов сравнения относительно рабочих, мгновенные и средние значения плотности катодного тока (ПКТ) на каждой измерительной ячейке.

2) Результаты последних измерений автоматически сохраняются в энергонезависимой памяти.

3) Анализатор предназначен для эксплуатации внутри лабораторных закрытых помещений с рабочей температурой от плюс 10 до плюс 45 °С при относительной влажности воздуха не более 80%.

2 СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Комплект поставки анализатора должен соответствовать таблице 2.

Таблица 2 – Комплект поставки

Поз.	Наименование	Обозначение	Количество
1	Анализатор	АКАГ	1 шт.
2	Ячейка для измерений удельного электрического сопротивления грунта	УС	1 шт.
3	Стальные пластинчатые электроды для измерений электрического сопротивления грунта	-	2 шт.
4	Уплотнитель грунта с направляющими	-	1 шт.
5	Ячейка для измерений плотности катодного тока	ПКТ	3 шт.
6	Крышка ячейки для измерений плотности катодного тока	-	3 шт.
7	Стальной пластинчатый электрод для измерений средней плотности катодного тока	-	6 шт.
8	Штекер с проводами и двумя зажимами для измерений удельного электрического сопротивления грунта	«R»	1 шт.
9	Штыревой медный электрод	-	2 шт.
10	Штекер с проводами и гнездом подключения электрода сравнения для измерений плотности катодного тока	«J»	3 шт.
11	Эквивалент нагрузки для измерений удельного электрического сопротивления грунта	«R»	1 шт.
12	Эквивалент нагрузки для измерений плотности катодного тока	«J»	1 шт.
13	Электрод сравнения	ЭСр-10103	3 шт.
14	Блок питания	-	1 шт.
15	Футляр	-	1 шт.
16	Руководство по эксплуатации, паспорт		1 экз.
17	Методика поверки (копия)	МП 17-221-2019	1 экз.

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

Состав изделия представлен на рисунке 1.

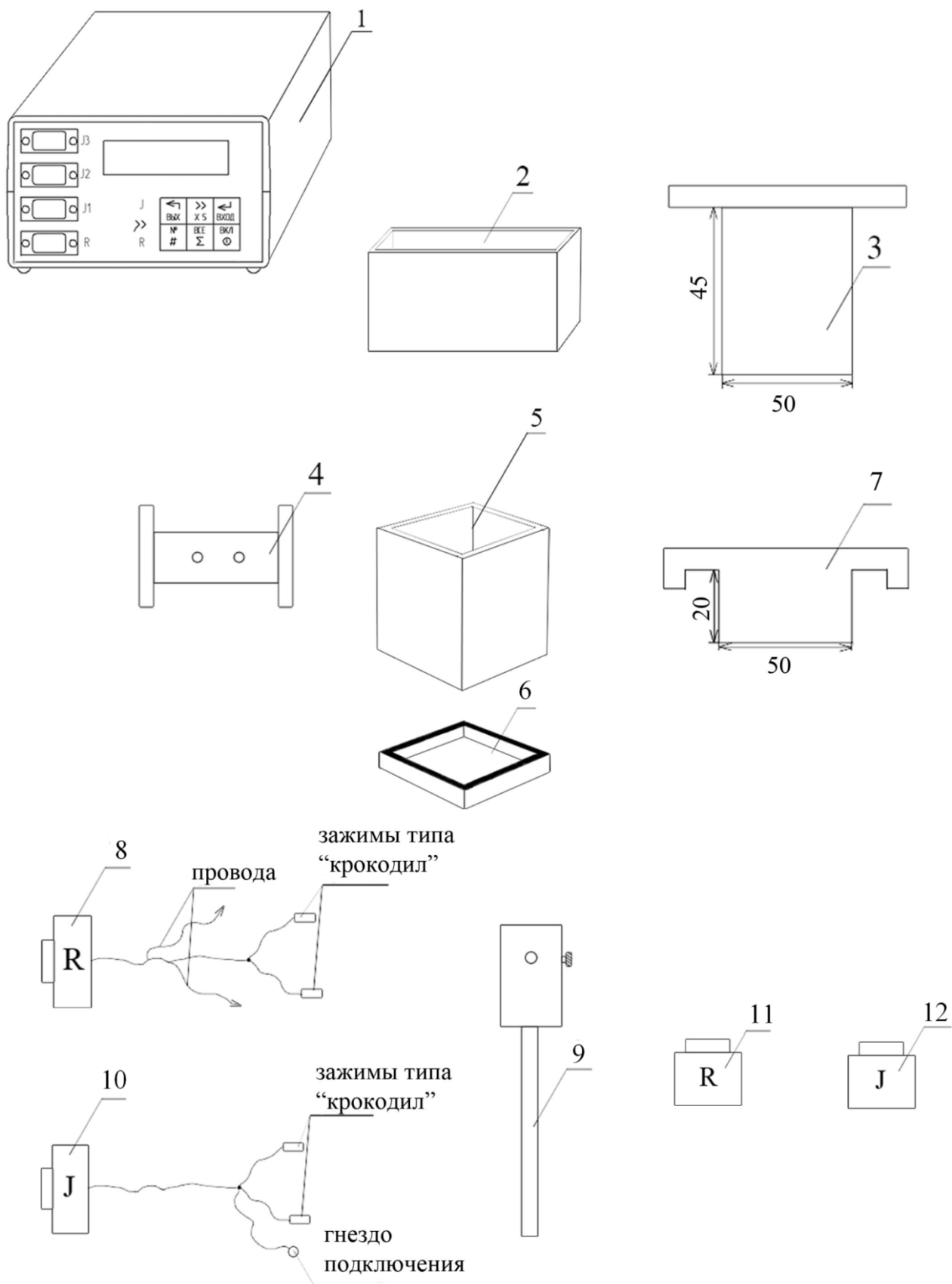


Рисунок1- Состав изделия

3 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

Анализатор осуществляет измерения удельного электрического сопротивления грунта (УС) и плотности катодного тока (ПКТ) согласно ГОСТ 9.602-2016. Электрическая схема и устройство измерительной ячейки для определения УС приведена на рисунке 2.

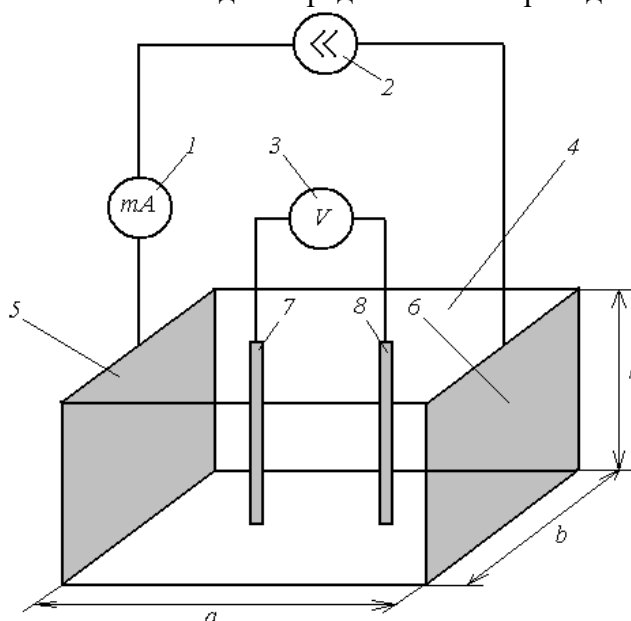


Рисунок 2- Электрическая схема и устройство измерительной ячейки для определения удельного электрического сопротивления грунта

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:

$$\rho = U/I(S/L), \quad (1)$$

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 анализаторе 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 анализатором автоматически при каждом измерении.

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

$$\rho \text{ (Ом*м)} = 0.045(m) \cdot R(\text{Ом}). \quad (2)$$

Электрическая схема и устройство измерительной ячейки для определения плотности катодного тока приведена на рисунке 3.

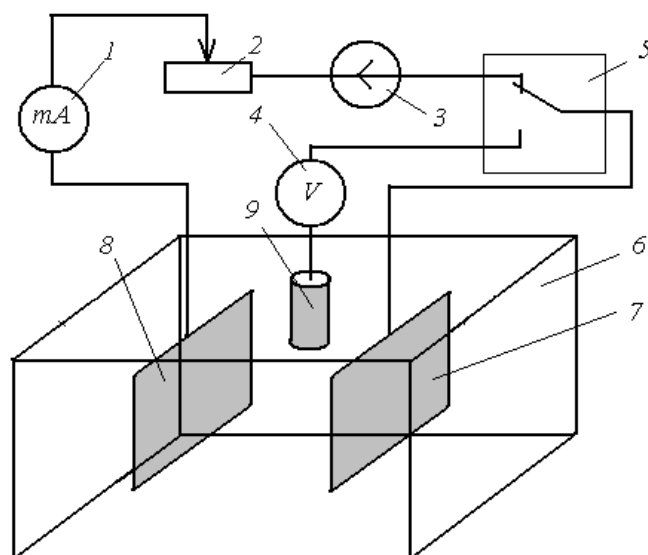


Рисунок 3 - Электрическая схема и устройство измерительной ячейки для определения плотности катодного тока

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 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 отрицательнее потенциала коррозии 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

$$j = I / S, \quad (3)$$

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

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

$$j \text{ (мА/м}^2\text{)} = I \text{ (мкА)}. \quad (4)$$

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. Анализатор позволяет производить измерения одновременно для трех ячеек 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 анализатор осуществляет автоматически на основании значения среднего тока во всех трех ячейках и принимает решение о времени проведения измерений, как это описано в упомянутом ГОСТе.

3.1 Анализатор

Конструктивно анализатор выполнен в пластиковом прямоугольном корпусе.

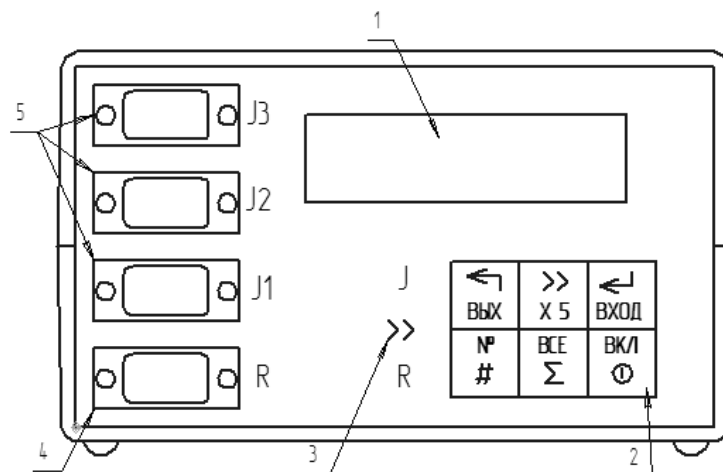


Рисунок4 - Передняя панель анализатора

1 - символьный 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.

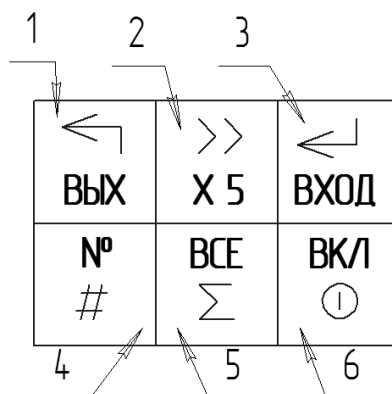


Рисунок5 - Панель кнопок анализатора

1 - кнопка выхода из режима измерения или смены режима индикации (УС, 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 анализатора.

На задней панели анализатора расположено стандартное гнездо питания (5.1/2.5 мм) для сетевого адаптера постоянного тока (9÷15) В.

Анализатор имеет встроенное программное обеспечение АКAGK (далее - ПО), которое предназначено для преобразования и обработки полученных данных. Идентификационные данные метрологически значимой части ПО представлены в таблице 3. ПО защищено от преднамеренных изменений с помощью программных средств. Уровень защиты программного обеспечения «средний» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 3 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	AKAGK
Номер версии (идентификационный номер) ПО	-
Цифровой идентификатор ПО	AA1980E1
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC32

3.2 Ячейки для грунта с электродами

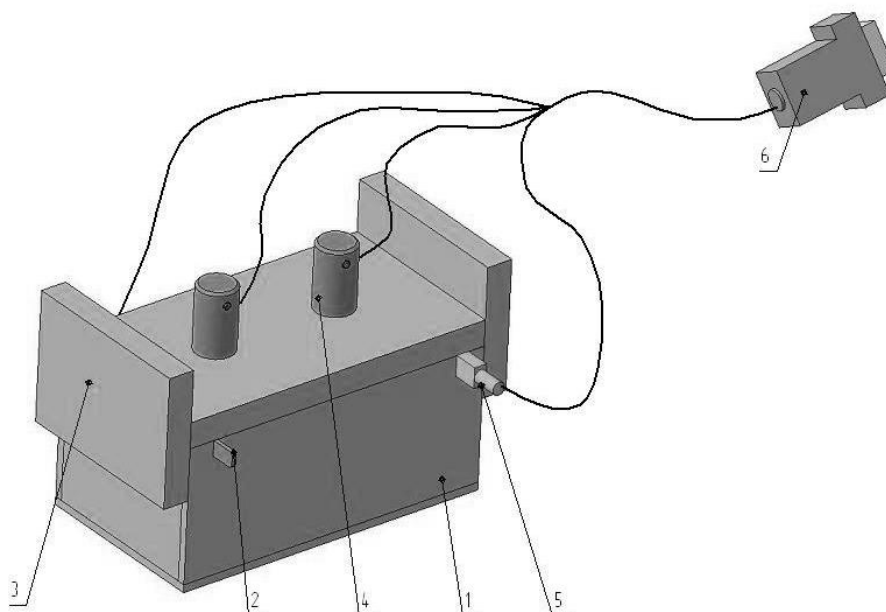


Рисунок 6 - Ячейка для измерения удельного электрического сопротивления грунта в сборе

1 - контейнер ячейки; 2 - пластинчатые электроды (50x45 мм); 3 - уплотнитель грунта; 4 - электроды стержневые; 5 – зажим «крокодил»; 6 - штекер разъема «R».

Ячейка для определения УС представляет собой пластиковый контейнер с внутренними размерами 100x51x45 мм и объемом 0.23 дм³ (рисунок 6). Перед засыпкой грунта в ячейку вставляются пластинчатые Т-образные электроды с рабочей (неизолированной) 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 вровень с верхним краем стенок контейнера.

Далее уплотнитель устанавливается на поверхности контейнера. В отверстия платформы уплотнителя до самого дна ячейки вертикально вставляются два стержневых электрода, к которым прикреплены провода кабеля с маркировкой «R».

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

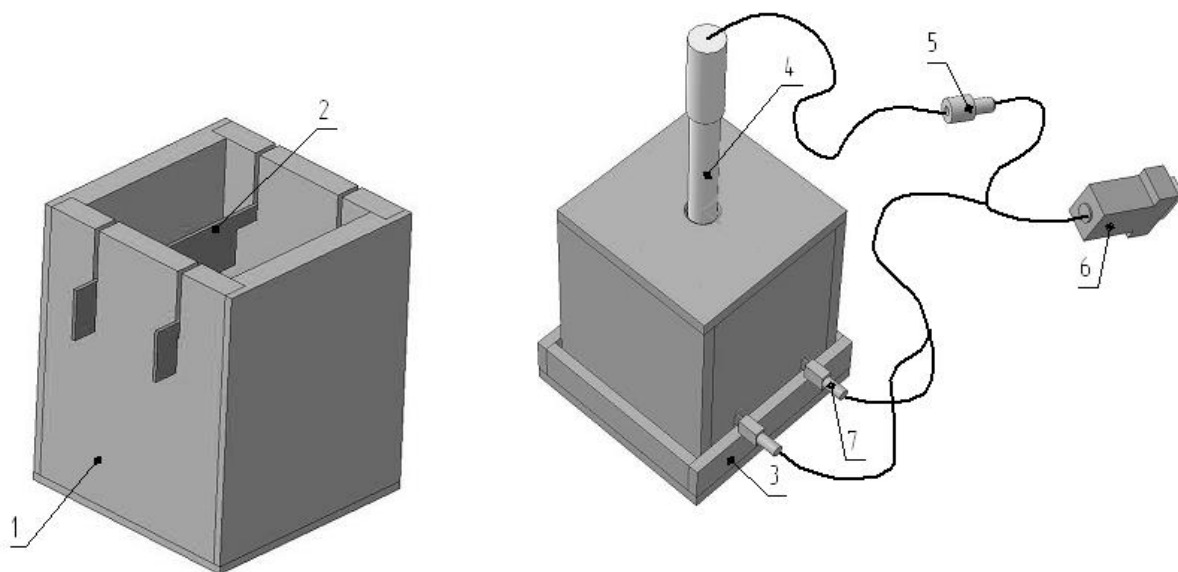


Рисунок 7 - Ячейка для измерения ПКТ
(слева вид со стороны дна, справа вид сверху)

1 - контейнер ячейки; 2 - пластинчатые электроды (50х20 мм); 3 - крышка (дно); 4 – электрод сравнения; 5 - гнездо со штекером, 6- штекер разъема «J»; 7 – зажимы «крокодил».

Каждая из трех ячеек ПКТ представляет собой пластиковый контейнер с внутренними размерами 100х70х70 мм объемом 0.49 дм³ с крышкой (рисунок 7). 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 вниз).

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 таком положении контейнер набивается грунтом. Грунт послойно, тщательно утрамбовывают, до уровня начала прорезей в боковых стенках контейнера. Эти прорези служат направляющими и ограничителями для пластинчатых стальных электродов.

Пластинчатые электроды ячеек ПКТ имеют Т-образные формы с рабочей (неизолированной) поверхностью 50х20 мм. Рабочие поверхности пластинчатых электродов при их установке обращают внутрь контейнера («лицом» друг к другу).

Каждый пластинчатый электрод в верхней его части имеет по два контактных выступа. При расположении пластинчатого электрода в перевернутом контейнере ячейки контактные выступы помещаются в прорези в боковых стенках контейнера. При этом рабочая площадка 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 утрамбовывается до самого края контейнера.

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

Для трамбовки и выравнивания грунта можно использовать уплотнитель из комплекта ячейки УС (рисунок 6).

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 поясок в центре электрода сравнения сдвигается и открывается доступ воздуха в боковое отверстие на колбе электрода сравнения. Электрод вдавливается в грунт через отверстие в верхней части контейнера на глубину примерно 15 мм. Штекер электрода сравнения вставляется в круглое гнездо на кабеле с маркировкой «J». К ножевым (плоским) контактам каждого пластинчатого электрода подключаются по одному зажиму «крокодил» кабеля. Электроды каждой ячейки присоединяются к контактам одного и того же кабеля.

4 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

4.1 На АКАГ имеется этикетка, расположенная на задней поверхности корпуса, содержащая следующую информацию:

- наименование и адрес завода-изготовителя,
- порядковый номер прибора по системе нумерации изготовителя,

4.2 Маркировка футляра содержит:

- обозначение типа прибора и условное наименование;
- заводской номер (по системе нумерации предприятия-изготовителя - год и месяц выпуска);
- товарный знак предприятия изготовителя;
- обозначение настоящих технических условий

4.3 Маркировка тары содержит:

- товарный знак предприятия изготовителя.
- манипуляционные знаки:



- «Хрупкое. Осторожно» ГОСТ 14192-96,



- «Беречь от влаги» ГОСТ 14192-96,



- «Верх» ГОСТ 14192-96,



- «Не штабелировать» ГОСТ 14192-96,

- масса брутто и нетто;
- получатель;

4.4 Пломбирование АКАГ производится деталями пломбирования согласно ГОСТ 18680-73.

4.5 Винтовые соединения нижней части корпуса АКАГ пломбируются пломбировочной мастикой №5 по ГОСТ 18680-73. Мasticой заполняют места пломбирования и вдавливают клеймо.

5 УПАКОВКА

4.6 АКАГ размещен в футляре, который выполнен в соответствии с конструкторской документацией предприятия-изготовителя.

4.7 Руководство по эксплуатации герметично упаковано в полиэтиленовый пакет согласно ГОСТ 23170-78.

6 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

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

7 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

7.1 Подключение

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

7.2 Проверка

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

Сразу после включения анализатор переходит в режим 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 свечением индикатора рядом со значком “R” (для УС) или «J» (для ПКТ). Для проверки работы анализатора необходимо использовать эквиваленты нагрузки из комплекта анализатора.

Для начала измерения к входным разъемам анализатора присоединяются ячейки с грунтом (или их эквиваленты в режиме проверки), кнопкой «ВЫХ» выбирается нужный режим работы и нажимается кнопка «ВХОД». После нажатия кнопки «ВХОД» анализатор 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» (анализатор вернется в режим индикации, а результаты измерения не сохраняются).

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

7.2.1 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 , O m * m	4 5 , 1
--------------------	----------------

Для проверки работы анализатора необходимо использовать эквивалент нагрузки (с маркировкой “R”) из комплекта поставки. Он собран на резисторах обычной

десятипроцентной точности и служит только для проверки работоспособности анализатора, но не для калибровки. Эквивалент нагрузки подключается к гнезду разъема «R» анализатора.

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 отсутствии 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 анализатор автоматически подбирает величину поляризующего тока и диапазон измерения (выводится надпись «режим»).

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 анализатор подает звуковой сигнал, 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» 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 сопротивление 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.

7.2.2 Проверка в режиме определения плотности катодного тока ПКТ

Для проверки анализатора в режиме плотности катодного тока ПКТ с помощью эквивалента нагрузки следует сначала выбрать данный режим кнопкой «ВЫХ».

В режиме индикации ПКТ слева сверху отображается символ режима «J», номер выбранной ячейки и размерность единиц измерения. Сверху справа выводится запомненное значение плотности катодного тока 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 , m A / m 2	2 4 0 , 1
E 1 , m V	4 6 0

Для проверки работы анализатора используют 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 анализатора.

Эквивалент нагрузки подключается к гнездам разъема «J1», «J2» или «J3», анализатора.

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 напряжения 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 на величину 100 мВ. В момент измерения потенциала ток поляризации кратковременно прерывается схемой анализатора. 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 анализатором непрерывно, а решение о характере изменения тока принимается через каждые 5 мин. При определении характера изменения ПКТ анализатор 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 окончании измерения ПКТ анализатор подает звуковой сигнал и возвращается в режим индикации с отображением полученных результатов.

Максимальная величина плотности катодного тока составляет 499 мА/м². Величина **499.9** единиц являются признаком переполнения анализатора.

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 «>>».

Методика проведения измерений основывается на ГОСТ 9.602-2016.

8 ПОРЯДОК РАБОТЫ

8.1 Определение удельного электрического сопротивления грунта

Подготовьте грунт в достаточном объеме (объем измерительной ячейки равен 0.25 дм³). 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 ÷ 200)м на расстоянии (0,5 ÷ 0,7) м от боковой стенки трубы. Для пробы берут (1,5 ÷ 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 герметично закрывающуюся емкость.

Отобранные пробы грунтов смачивают. Песчаные смачивают до полного влагонасыщения, а глинистые - 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 шлифовальной шкуркой зернистостью до 40, обезжиривают ацетоном и промывают дистиллированной водой.

В ячейку для измерения УС с установленными пластинчатыми электродами укладывают грунт, послойно трамбуя его до высоты верхнего края пластин электродов. Рабочие (неизолированные) поверхности пластинчатых электродов должны быть обращены внутрь ячейки (навстречу друг другу).

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

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

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

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

Чтобы начать новое измерение следует нажать на кнопку «**ВХОД**». Переход анализатора 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) анализатор подает звуковой сигнал и возвращается в режим индикации. Светодиод режима перестает мигать.

На индикатор выводится сохраненный результат последнего измерения.

8.2 Определение плотности катодного тока

Подготовьте грунт в объеме примерно 2 дм^3 для проведения измерений одновременно в трех ячейках. 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:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100\% \quad (5)$$

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, трамбуя послойно для максимального уплотнения, используя приспособление для трамбовки и выравнивания грунта из комплекта анализатора.

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. анализатор позволяет одновременно проводить измерения во всех трех ячейках. Возможно, использовать произвольное количество ячеек в одном измерении (одна, две или три).

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

Анализатор соединяется с сетевым адаптером и включается кнопкой «ВКЛ».

Кнопкой «ВЫХ» анализатор переводится в режим индикации ПКТ (символ «J» на индикаторе и светодиоде режима). На индикатор выводятся 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 «х5», 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 «х5». Включение режима ускоренных измерений отмечается миганием светодиода с символом «>>».

Переход анализатора 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 анализатор определяет потенциал коррозии для стали в исследуемом грунте. На индикаторе отображается (снизу справа) текущее значение потенциала электродов сравнения в единицах мВ. Номер ячейки, отображенной на индикаторе, выводится за символом «J».

J 1 , m A / m 2
E 1 , m V 5 0 2 1 2 : 2 8

По истечении первых 15 минут анализатор запоминает значения потенциала коррозии для каждой ячейки и автоматически подбирает такой ток поляризации, который вызывает смещение электрода сравнения от потенциала коррозии 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 анализатор 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. Анализатор 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 анализатором составляет не более 40 мин.

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

- низкая коррозионная агрессивность – удельное сопротивление грунта свыше 50 Ом*м и плотность катодного тока менее 50 мА/м²;
- средняя - удельное сопротивление грунта от 20 до 50 Ом*м и плотность катодного тока от 50 до 200 мА/м²;
- высокая - удельное сопротивление грунта до 20 Ом*м и плотность катодного тока свыше 200 мА/м².

9 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Обслуживание анализатора заключается в уходе за поверхностью анализатора (по необходимости).

Перед очисткой анализатор отсоединяется от сетевого блока питания.

Для очистки поверхностей используется мягкая ткань, увлажненная мыльным раствором, при этом следует избегать прямого попадания влаги внутрь корпуса анализатора.

Не допускается использование при чистке анализатора сильных растворителей (спирт, бензин, толуол, ацетон).

11.1 Общие указания.

Техническое обслуживание производит инженер или техник, ознакомившийся с содержанием настоящего документа в помещении с нормальными климатическими условиями.

11.2 Порядок технического обслуживания.

11.2.1 Ежеквартальное техническое обслуживание (ТО1)

ТО1 заключается в:

- профилактическом внешнем осмотре анализатора на отсутствие видимых повреждений конструктивных элементов и их загрязнения,
- проверке его работоспособности,
- контроле разряда и заряда по мере необходимости аккумулятора.

11.2.2 Ежегодное техническое обслуживание (ТО2)

Ежегодное техническое обслуживание производится по регламенту, а также после длительного хранения на складе (более 6 мес.) перед началом работ и после текущего ремонта.

Для проведения ТО2 должны использоваться стандартные аттестованные контрольно-измерительные приборы. Примерный список необходимых приборов:

- 1- осциллограф универсальный С1-68;
- 2- прибор комбинированный Ц4354;
- 3- милливольтметр переменного тока В6-9;
- 4- шунт 75ШС (75 мВ, 50А);
- 5- сопротивление 10 ± 0.1 Ом мощностью не менее 10 Вт;
- 6- частотомер ЧЗ-38.

В состав ТО2 входят мероприятия по ТО1, далее проводят проверку работоспособности, измеряя контрольные значения параметров анализатора.

10 ПОВЕРКА

Поверка осуществляется по документу МП 17-221-2019 «ГСИ. Анализаторы коррозионной активности грунта АКАГ. Методика поверки», утвержденному ФГУП «УНИИМ» в апреле 2019 г.

Основные средства поверки:

- Рабочий эталон единицы силы постоянного электрического тока 2 разряда по Приказу Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091 в диапазоне значений от 0 до 1 мА (калибратор электрических сигналов СА 100, рег. № ФИФ 19612-03).

- Рабочий эталон единицы электрического сопротивления 3 разряда по Приказу Росстандарта от 15.02.2016 г. № 146 в диапазоне значений от 0,1 до 122222,1 Ом (магазин электрического сопротивления Р4830, рег. № ФИФ 4614-74).

- Рабочий эталон 3 разряда единицы электрического сопротивления в диапазоне значений от $1 \cdot 10^5$ до $2 \cdot 10^5$ Ом (магазин сопротивления Р40105, рег. № ФИФ 9381-83).

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

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

11 ХРАНЕНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Допускается транспортировка анализатора в транспортной таре всеми видами транспорта в закрытых отсеках при температуре окружающей среды от минус 10 до плюс 50 °С и относительной влажности окружающего воздуха до 98 %.

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

Анализатор должен храниться в складском помещении при температуре от плюс 5 до плюс 50 °С и относительной влажности воздуха не более 80 % при отсутствии в воздухе химически агрессивных веществ.

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

После транспортировки или хранения анализатора производится внешний осмотр и опробование анализатора, согласно методике калибровки настоящего руководства.

12 УТИЛИЗАЦИЯ

Прибор не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды после окончания срока эксплуатации и подлежит утилизации по технологии, принятой на предприятии, эксплуатирующем данное изделие.

13 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. Аксакова 59, оф.707, 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.

14 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

14.1. Контроль параметров изделия:

Параметр	Значение по паспорту	Значение по факту
Значения погрешностей соответствуют погрешностям работы анализатора при температуре воздуха от плюс 10 до плюс 45 °С при относительной влажности воздуха не более 80% (без учета дополнительной погрешности геометрии электродных ячеек) после предварительного прогрева во включенном состоянии не менее, мин.	5	
Диапазон измерений удельного сопротивления грунта, Ом•м	от 5 до 999,9	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений удельного сопротивления, %	$\pm (2,01+0,01 \cdot (\rho_k/\rho_x-1))$	
Продолжительность анализа УС грунта не более, с.	11	
Диапазон измерений средней плотности катодного тока, мА/м ²	от 5 до 499,9	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности катодного тока, %	$\pm (3,02+0,02 \cdot (i_k/i_x-1))$	
Продолжительность анализа плотности катодного тока с учетом предварительной выдержки электрода сравнения не более, мин	40	
Режим ускоренных измерений ПКТ за время не более, мин	10	
Входное сопротивление анализатора при измерении напряжений составляет не менее, МОм	1	
Питание от внешнего источника с диапазоном напряжений, В	от 9 до 15	
Потребляемый ток, мА, не более	60	
Время непрерывной работы, ч, не менее	8	

Технические данные проверены и соответствуют ТУ 4081-037-12719185-2013.

Регулировщик: _____ (_____)

подпись

14.2. Контроль комплектности изделия:

Наименование	Количество по паспорту	Количество факт.
Анализатор	1 шт.	
Ячейка для измерений удельного электрического сопротивления грунта	1 шт.	
Стальные пластинчатые электроды для измерений электрического сопротивления грунта	2 шт.	
Уплотнитель грунта с направляющими	1 шт.	
Ячейка для измерений плотности катодного тока	3 шт.	
Крышка ячейки для измерений плотности катодного тока	3 шт.	
Стальной пластинчатый электрод для измерений плотности катодного тока	6 шт.	
Штекер с проводами и двумя зажимами для измерений удельного электрического сопротивления грунта	1 шт.	
Штыревой медный электрод	2 шт.	
Штекер с проводами и гнездом подключения электрода сравнения для измерений плотности катодного тока	3 шт.	
Эквивалент нагрузки для измерений удельного электрического сопротивления грунта	1 шт.	
Эквивалент нагрузки для измерений плотности катодного тока	1 шт.	
Электрод сравнения	3 шт.	
Блок питания	1 шт.	
Футляр	1 шт.	
Руководство по эксплуатации, паспорт	1 экз.	
Методика поверки (копия)	1 экз.	

Состав изделия и комплект поставки соответствуют паспорту.

Укомплектовано: _____ (_____)
подпись

Анализатор коррозионной активности грунта АКАГ
заводской номер _____
изготовлен, принят и признан годным для эксплуатации.

Дата отгрузки: _____
ДД – ММ – ГГГГ

ОТК _____
М.П.

Приложение А

Перечень документов, на которые даны ссылки в настоящем руководстве:

ГОСТ 9.602-2016. «Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные»

ГОСТ 14192-96. «Маркировка грузов»

ГОСТ 18680-73. «Детали пломбирования»