

**АНАЛИЗАТОР КОРРОЗИОННОЙ АКТИВНОСТИ ГРУНТА  
АКАГ**

**Паспорт  
Техническое описание  
Инструкция по эксплуатации**

# ОГЛАВЛЕНИЕ

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА .....	3
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	3
3. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ .....	4
4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ .....	5
4.1. Прибор .....	7
4.2. Контейнер электродных ячеек. ....	8
5. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ .....	8
5.1. Меры безопасности. ....	8
5.2. Установка и подключение. ....	9
5.3. Проверка. ....	9
6. ПОРЯДОК РАБОТЫ. ....	11
6.1. Измерение удельного сопротивления грунта. ....	11
6.2. Измерение плотности катодного тока. ....	12
7. ПОВЕРКА .....	14
8. ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВКА .....	15
9. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ .....	16
10. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ .....	16
11. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПОВЕРКЕ .....	17

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА

Анализатор коррозионной активности грунта АКАГ (именуемый в дальнейшем анализатор) 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 9.602-89 и ГОСТ 9.602-2005 «Сооружения подземные и общие требования к защите от коррозии», инструкции по защите городских подземных трубопроводов от коррозии РД 153-39.4-091-01.

Анализатор предназначен для работы в полевых и лабораторных условиях. Выполнение всех измерительных процедур анализа прибором осуществляется автоматически. Диапазон рабочих температур прибора от +5 до +45 °С. Прибор определяет удельное сопротивление грунта и плотность тока катодной защиты углеродистой и низколегированной стали на основании анализа образцов грунта.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Диапазон измерения удельного сопротивления грунта, Ом*м	10-200.
2.2. Приведенная погрешность определения удельного сопротивления грунта, %, не более	2.
2.3. Продолжительность анализа удельного сопротивления грунта, с, не более	40.
2.4. Диапазон определения плотности катодного тока, мА/м <sup>2</sup>	20-250,
2.5. Относительная погрешность определения катодного тока, %, не более	5.
2.6. Входное сопротивление измерительных входов прибора, МОм, не менее	10.
2.7. Продолжительность анализа плотности катодного тока без учета предварительной выдержки электрода сравнения, мин, не более	45.
2.8. Анализатор обеспечивает измерение и индикацию уровня питающего напряжения. При снижении напряжения питания ниже уровня 4.0 В и при завершении каждого измерения. выдает звуковую сигнал.	
2.9. Анализатор отображает в цифровом виде:	
• значение измеренного удельного сопротивления грунта,	
• мгновенные значения потенциалов электродов сравнения относительно рабочих электродов их среднее значение,	
• мгновенные значения плотности катодного тока на каждой измерительной ячейке и их среднее значение.	
2.10. Анализатор автоматически сохраняет результаты последних измерений в энерго-независимой памяти.	
2.11. Питание осуществляется от четырех элементов питания типа «343» (R14, С), либо от внешнего источника постоянного тока напряжением от 9 до 25 В, рассчитанного на ток не менее 100 мА.	
2.12. Средний потребляемая прибором ток, мА, не более	50.
2.13. Время непрерывной работы от свежего комплекта батарей не менее, час	50.
2.14. Габаритные размеры прибора, мм, не более	140×80×200.
2.15. Масса прибора, кг, не более	0.4.
2.16. Габаритные размеры контейнера электродных ячеек, мм, не более	330*130*120.
2.17. Масса контейнера электродных ячеек, кг, не более	1.5.
2.18. Объем каждой из четырех измерительных ячеек, дм <sup>3</sup>	0.49.

**3. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ**

Таблица 1

Наименование	Количество
Прибор АКАГ	1
Контейнер электродных ячеек	1
Эквивалент нагрузки	1
Электрод сравнения типа Эср-10103*	3
Элементы питания типа «343» (R14,C)	4
Приспособление для укладки и выравнивания грунта	1
Сетевой адаптер	1
Паспорт, инструкция по эксплуатации и техническое описание	1
Футляр	1

\* Примечание: допускается применять любые другие двухключевые электроды сравнения с диаметром корпуса не более 12 мм.

#### 4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

Анализатор реализует способы измерения удельного сопротивления грунта и плотности катодного тока описанные в ГОСТ 9.602-89. Электрическая схема и устройство измерительной ячейки для определения удельного сопротивления грунта приведена на рис.1.

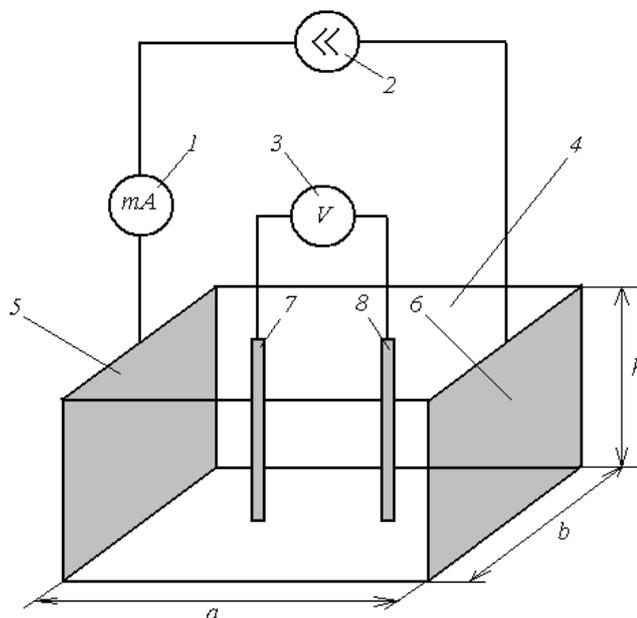


Рис.1

1 – миллиамперметр; 2 – источник тока; 3 – вольтметр; 4 – измерительная ячейка; 5, 6 – внешние поляризующие электроды, 7, 8 – внутренние измерительные электроды.

Вычисление удельного сопротивления производится по формуле:

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

Где:  $\rho$  - удельное сопротивление (Ом\*м);  $U$  – падение напряжения между измерительными электродами (В);  $I$  – ток поляризующих электродов (А);  $S$  – площадь поляризующих электродов (м<sup>2</sup>);  $L$  – расстояние между измерительными электродами (м).

Так как измерение в приборе осуществляется на постоянном токе, то перед подачей поляризующего напряжения в течение 10с производится измерение остаточного потенциала на измерительных электродах. В дальнейшем это напряжение вычитается из результата измерения. Величина падения напряжения на измерительных электродах определяется последовательно для трех значений тока поляризации. В приборе используются токи 0.2, 0.3 и 0.4 мА. Каждая ступень поляризации ячейки длится 10 секунд, в течение которых полярность тока один раз изменяется на противоположную.

Для геометрии используемой ячейки  $\rho$  (Ом\*м)= **0.098·R(Ом)**.

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

## АКАГ

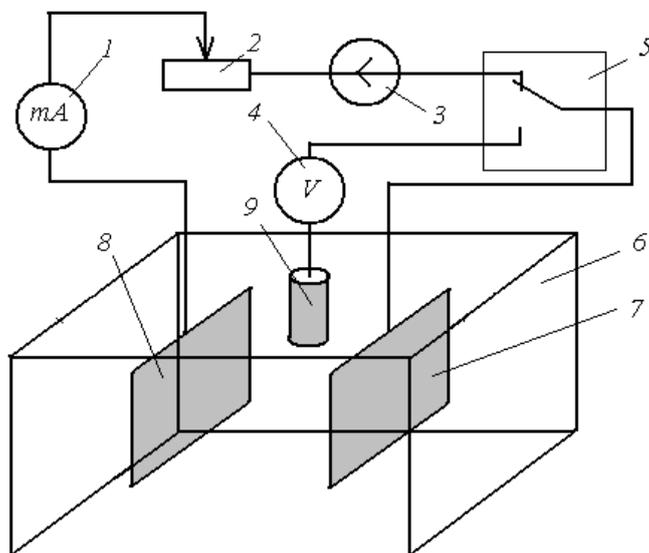


Рис.2.

1 – миллиамперметр; 2 – регулируемое сопротивление; 3 – источник напряжения; 4 – вольтметр; 5 – прерыватель тока; 6 – ячейка; 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 ровно на 100 мВ. В момент измерения потенциала ток через электроды прерывается для исключения погрешности от падения напряжения на омических сопротивлениях схемы измерения. Время измерения зависит от характера изменения и величины текущего значения тока через рабочий электрод. Ток, в свою очередь, пропорционален плотности катодного тока и зависит от геометрии ячейки.

Плотность катодного тока вычисляется по формуле

$$\mathbf{j} = \mathbf{I} / \mathbf{S},$$

где:  $\mathbf{j}$  – плотность тока ( $\text{A}/\text{m}^2$ );  $\mathbf{I}$  – ток вспомогательного электрода (A);  $\mathbf{S}$  – площадь вспомогательного электрода ( $\text{m}^2$ ).

Для геометрии используемой в анализаторе ячейки

$$\mathbf{j} (\text{mA}/\text{m}^2) = \mathbf{I} (\text{mA}).$$

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 40 мин или равняется промежутку времени, в течение которого плотность тока превысит  $200 \text{ mA}/\text{m}^2$ .

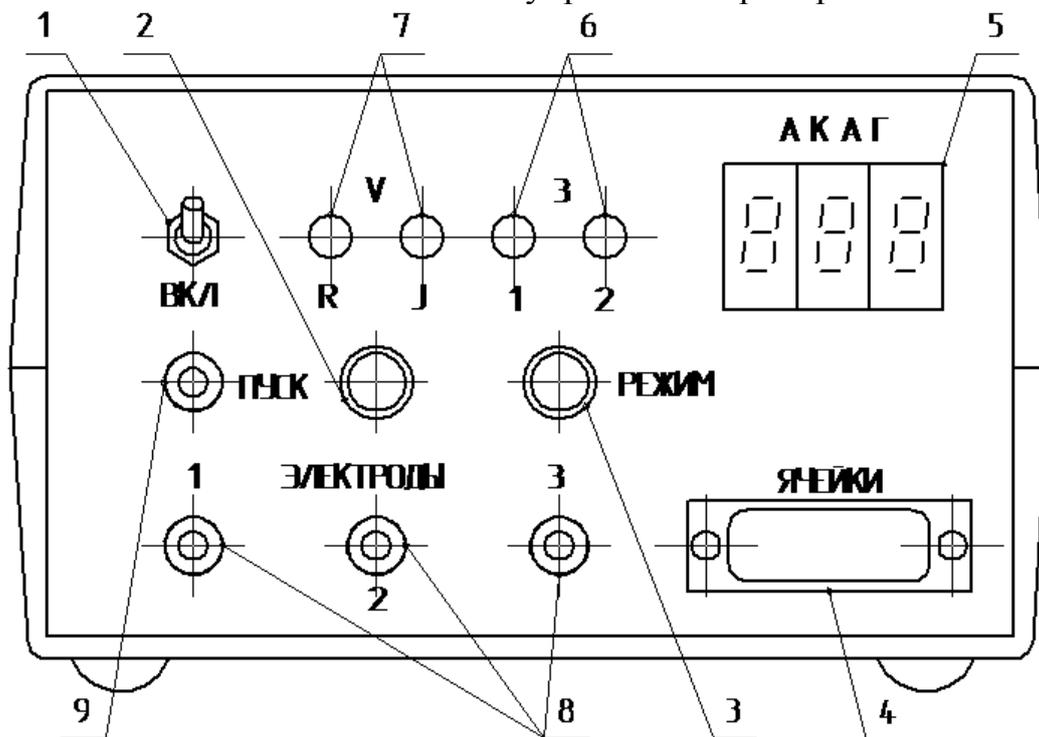
В самом неблагоприятном случае, когда ток через электроды возрастает, но не превышает порогового значения  $200 \text{ mA}/\text{m}^2$ , время измерения составляет 45 мин. Сюда не входит время выдержки электрода сравнения в грунте перед началом измерений, которое не должно быть менее 15 мин. Анализатор позволяет производить измерения одновременно на трех ячейках, 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, которое прибор вычисляет автоматически. 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.

# АКАГ

## 4.1. Прибор

Конструктивно прибор анализатора выполнен в пластиковом прямоугольном корпусе. Все органы управления и индикации расположены на передней панели корпуса прибора согласно рис.3.

Рис.3. Панель управления прибора.



1 - Выключатель питания, 2 - кнопка запуска режимов измерения и включения-выключения паузы, 3 - кнопка выбора режимов измерения и индикации, 4 - гнездо подключения контейнера электродных ячейки, 5 - цифровой индикатор, 6 - два светодиода индикации номера ячейки и номера фазы измерения, 7 - два светодиода отображения режима измерения и индикации, 8 - гнезда подключения электродов сравнения, 9 - гнезда подключения внешнего источника питания.

На задней панели прибора за крышкой расположен отсек с контейнерами для четырех элементов питания, обеспечивающих работу прибора в автономном режиме.

Назначение гнезд контактов соединителя контейнера ячеек на панели прибора.

Таблица 1

№ контак- та	Цепь
1	Первая пластина ячейки измерения удельного сопротивления.
2	Первый стержень ячейки удельного сопротивления.
3	Второй стержень ячейки удельного сопротивления.
4	Вторая пластина ячейки удельного сопротивления.
5 (12,15)	Первая пластина первой ячейки плотн.удельн. тока.
6	Первый электрод сравнения.
7	Вторая пластина первой ячейки измерения плотн. удельного тока.
15 (5,12)	Первая пластина второй ячейки плотн.удельн. тока.
14	Второй электрод сравнения.
13	Вторая пластина второй ячейки плотн. удельного тока.
12 (5,15)	Первая пластина третьей ячейки плотн. удельн. тока.
11	Третий электрод сравнения.
10	Вторая пластина третьей ячейки плотн. удельного тока.

#### 4.2. Контейнер электродных ячеек.

Контейнер ячеек представляет собой пластиковый ящик с четырьмя одинаковыми по объему отсеками. Объем каждого отсека-ячейки составляет  $0.49 \text{ дм}^3$ . Одна ячейка используется для измерения удельного сопротивления образцов грунта, а три одинаковых по конструкции служат для одновременных измерений плотности катодного тока. Ячейки для определения плотности катодного тока пронумерованы. Первая ячейка расположена рядом с ячейкой для определения удельного сопротивления, а третья с краю. Номер ячейки промаркирован на крышке контейнера. Для удобства обслуживания дно ячейки с электродами и крышка выполнены съемными. В собранном виде фиксируются замками и направляющими выступами. «Тыльная» сторона пластинчатых стальных электродов покрыта слоем изолирующего материала. В крышке ячеек для измерения плотности тока предусмотрены отверстия, куда вставляются электроды сравнения. К днищу ячейки прикреплены электроды и кабель с разъемом, который подключается к прибору анализатора во время проведения измерений. Электроды сравнения используются при измерениях плотности тока катодной защиты и соединяются с гнездами на передней панели прибора. Гнезда промаркированы и подключаются к электроду сравнения ячейки с таким же номером.

### 5. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

#### 5.1. Меры безопасности.

Прибор не использует для работы повышенных напряжений и не представляет угрозы поражения электрическим током обслуживающему персоналу. При питании прибора от сетевого адаптера следует выполнять меры предосторожности приведенные в техническом описании адаптера.

## 5.2. Установка и подключение.

Если предполагается питание прибора от батареи, то отвинчивается задняя крышка прибора и устанавливаются четыре гальванических элемента или аккумулятора в контейнер батарейного отсека.

При питании от сети в гнездо питания прибора вставляется штекер сетевого адаптера. Схема прибора анализатора имеет защиту от нарушения полярности при питании от внешнего источника питания, поэтому при неправильной полярности питания прибор просто не включится.

При верхнем положении переключателя питания 1 на рис.3. прибор включается. От свежего комплекта элементов анализатор проработает непрерывно не менее 100 часов.

## 5.3. Проверка.

После включения прибор анализатора подает короткий звуковой сигнал и переходит в режим вольтметра. Оба светодиода индикации режима 7 рис.3. при этом непрерывно горят, а на цифровых индикаторах в прерывистом режиме отображается текущая величина напряжения на батарее элементов прибора в Вольтах (десятичная точка горит после второго разряда). Контроль напряжения питания происходит непрерывно во всех режимах и при снижении входного напряжения до 4.0 В анализатор начинает выдавать короткие звуковые сигналы с периодом в 1 с.

**При напряжении питания ниже уровня 4.4 В, элементы питания следует заменить на новые.**

Каждое нажатие на кнопки «Пуск» и «Режим» в качестве подтверждения озвучивается коротким звуковым сигналом. Нажатие на кнопку 3 «Режим» вызывает циклическое изменение режимов индикации прибора. За режимом вольтметра следует «р» режим измерения и индикации удельного сопротивления- загорается светодиод 7 рис.3. Так как в памяти прибора сохраняются результаты последнего одного измерения, то на индикаторе прибора отобразится последнее запомненное значение. Индикация удельного сопротивления производится в единицах Ом\*м, десятичная точка горит после третьего знака.

Следующее нажатие кнопки «Режим» вызывает загорание светодиода «j» режима измерения и индикации удельного тока катодной защиты. На цифровом индикаторе отображается величина удельного тока в единицах мА/м<sup>2</sup> (десятичная точка расположена после третьего знака). Так как в этом режиме измерения осуществляются в трех ячейках, то для отображения номера ячейки используются светодиоды номера (6 на рис.3). Когда погашены оба светодиода (нуль) отображается среднее значение последнего измерения для всех трех ячеек. Горящий левый светодиод индуцирует цифру один (первая ячейка), правый светодиод обозначает цифру два и вторую ячейку. Оба горящих светодиода обозначает цифру три и третью ячейку. Каждое последующее нажатие кнопки «Режим» вызывает индикацию удельного тока того канала, номер которого индуцируется светодиодами 6 рис.3. После «пролистывания» нажатием на кнопку «Режим» всех номеров ячеек в режиме «j» индикация возвращается в режим индикации напряжения и так по кругу.

В режиме индикации светодиода 7 рис.3. индикации режима горят непрерывно, а когда анализатор производит измерения они мигают в такт с цифровым индикатором прибора.

Для экономии потребляемой энергии прибором при автономном питании цифры на семисегментном индикаторе загораются через 1 секунду и горят в течение 1 секунды.

Прибор осуществляет гашение «незначущих» крайних нулей индуцируемого результата. Поэтому погашенный крайний цифровой индикатор (или индикаторы) отображает нуль.

Для проверки прибора можно использовать резистивный эквивалент нагрузки из комплекта поставки анализатора. Он собран на резисторах обычной десяти процентной точности и служит только для проверки работоспособности анализатора, но не для тарирования. Эквивалент нагрузки подключается к разъему 4 рис.3. После этого кнопкой выбора режима следует зажать светодиод «р». Если теперь нажать кнопку «Пуск» то светодиод режима переходит в режим мигания, что сигнализирует что прибор находится в режиме измерения. Цифровой индикатор в течение измерения удельного сопротивления отображает текущее значение падение напряжения на измерительных электродах в единицах вольт (десятичная точка горит после первого знака). В эквиваленте нагрузки вместо измерительных электродов к анализатору подключается резистор номиналом 1.0 кОм.

Процесс измерение удельного сопротивления осуществляется в четыре фазы. Каждая фаза составляет 10 с и номер фазы измерения индуцируется светодиодами 6 на рис.3. В течение «нулевой» фазы (оба светодиода 6 рис.3. погашены) ток поляризации равен нулю и на электродах определяется остаточное напряжение, которое в последующих фазах измерения вычитается из напряжения на измерительных электродах. В последующих трех фазах (их номер отображаю светодиоды 6 рис.3.) через поляризующие электроды пропускается стабилизированный ток (0.2, 0.2 и 0.4 мА). На индикаторах отображается текущее значение падения напряжения на измерительных электродах в единицах Вольт. По окончании измерения раздается секундный звуковой сигнал и анализатор переходит в режим индикации измеренного сопротивления. Измеренная величина удельного сопротивления эквивалента нагрузки должна составлять  $98 \pm 5 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ . Если в течение измерения удельного сопротивления анализатору не удалось заставить заданные пороги поляризующего тока (обрыв измерительной цепи или очень большое сопротивление), то на индикаторе высветится цифры «255», которые являются признаком переполнения анализатора и невозможности проведения измерения в линейном режиме. Это справедливо для всех режимов измерения. Максимальное значение сопротивления, которое определяется прибором в линейном режиме измерения составляет  $244 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ .

Для проверки анализатора в режиме плотности катодного тока с помощью эквивалента нагрузки следует сначала выбрать этот режим последовательным перебором режимов индикации кнопкой «Режим», а затем нажать кнопку «Пуск». Анализ плотности катодного тока начинается с пятиминутной фазы измерения потенциала коррозии стали путем измерения напряжения на электродах сравнения. Измеренные напряжения выводятся непрерывно в единицах вольт (десятичная точка горит после первого десятичного знака) отдельно для каждой ячейки и среднее значение для всей ячейки.

Для выбора интересующей ячейки прямо во время измерения используется кнопка «Режим». При этом номер выбранной ячейки индуцируется диодами номера 6 на рис.3. и изменяется при каждом нажатии кнопки «Режим» от нуля до трех и далее по кругу. Когда оба светодиода номера ячейки погашены («нулевая» ячейка), то отображается среднее значение измеренной величины для всех трех ячеек. По умолчанию прибор после запуска измерения выбирает для индикации всегда номер первой ячейки.

При измерении на эквиваленте нагрузки для имитации потенциала электрода сравнения используется внутренний источник опорного напряжения с делителем на резисторах десятипроцентной точности. Величина потенциала должна составлять  $0.20 \pm 0.02 \text{ В}$  для всех ячеек.

По истечении пяти минут подключается ток поляризации. На индикаторе отображается текущее значение тока поляризации в ячейках в единицах  $\text{мА/м}^2$  (десятичная точка расположена после третьего знака). В «нулевой» ячейке выводится текущее среднее значение тока поляризации.

Принятие решения о времени измерения прибором осуществляется анализом измеряемой величины по среднему значению (показания в «нулевой» ячейке) по истечению каждого пятиминутного интервала времени. Текущие показания выводятся только для контроля оператором хода измерения. Время измерения определяется величиной и характером средней величины тока поляризации всех трех ячеек как описано в ГОСТ 9.602-89 (см. раздел 4 настоящего паспорта).

Резисторы имитирующие ток поляризации подобраны так, чтобы ток поляризации превышал пороговое значение  $200 \text{ мА/м}^2$  и составлял  $200 \dots 250 \text{ мА/м}^2$  для каждой ячейки. Поэтому цикл измерения на эквиваленте нагрузки в режиме измерения плотности катодного тока всегда составляет 15 мин. По завершению режима измерения прибор подает трижды звуковой сигнал и переходит в режим ожидания.

Для ускоренной проверки прибора на эквиваленте нагрузки предусмотрен экспресс - режим. В режиме экспресс анализа плотности катодного тока все измерения проводятся по тому же алгоритму, но в пять раз быстрее. Для включения экспресс анализа перед нажатием кнопки «Пуск» следует нажать и удерживать кнопку «Режим». После нажатия кнопки «Пуск» отпускается кнопка «Режим». Отключается режим экспресс измерений автоматически по окончании одного цикла измерений.

Если во время любого режима измерения (мигают диоды режима 7 на рис.3) нажать кнопку «Пуск» то прибор переходит в режим паузы. В этом режиме останавливается внутренний отсчет времени прибора, а на цифровой индикатор выводятся вместо текущих значений три прочерка. Для возвращения в режим измерения следует повторно нажать кнопку «Пуск» и прибор продолжит прерванные измерения.

Прибор автоматически сохраняет в энергонезависимой памяти значения последнего измерения для каждого режима.

Остановить начатое измерение можно выключением прибора.

## 6. ПОРЯДОК РАБОТЫ.

Методика проведения измерений основывается на ГОСТ 9.602-89 и ГОСТ 9.602-2005.

### 6.1. Оценка удельного сопротивления грунта.

6.1.1. Подготовьте грунт в объеме примерно  $1 \text{ дм}^3$  (объем каждой измерительной ячейки равен  $0.49 \text{ дм}^3$ ). 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 – 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  $200 - 300 \text{ см}^3$  и поместить в герметически закрывающую 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.

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

В ячейку для измерения сопротивления (она в контейнере одна) укладывают грунт, послойно утрамбовывая его, на высоту вровень с верхним краем ячейки. При утрамбовке следует избегать деформации внутренних измерительных электродов. Для этого в комплекте ячейки предусмотрено приспособление с ручкой и направляющими отверстиями.

6.1.3. После подготовки ячейки с грунтом контейнер ячеек соединяется своим кабелем с прибором. Так как измерения сопротивления происходят в течение одной минуты, крышкой от ячеек пользоваться не обязательно.

6.1.4. К прибору подключается сетевой источник питания через разъем 9 рис.3 или вставляется комплект элементов питания в батарейный отсек прибора. Включается питание прибора выключателем 1 рис.3 источника питания.

6.1.5. После подачи питания на прибор он подает звуковой сигнал и переходит в режим вольтметра (горят оба светодиода режима 7 рис.3) и на цифровом индикаторе в режиме мигания выводится напряжение питания в единицах вольт. Если питание осуществляется от гальванических элементов то снижение напряжения до уровня 4.4 В служит признаком разряда элементов и необходимости их замены.

6.1.6. Однократное нажатие кнопки «Режим» (сопровождается коротким подтверждающим гудком) переводит прибор в режим индикации удельного сопротивления. При этом горит не мигая светодиод «р», а на индикаторах выводится результат последнего предшествующего измерения удельного сопротивления в единицах Ом\*м.

6.1.7. Чтобы начать новое измерение удельного сопротивления следует нажать на кнопку «Пуск». Переход прибора в режим измерения обозначается прерывистым режимом свечения индикатора режима «р». Измерения удельного сопротивления осуществляются в четыре фазы, номер которых отображается в процессе измерения светодиодами 6 рис.3. На цифровом индикаторе прибора в ходе измерения удельного сопротивления выводится текущее абсолютное значение падения напряжения на измерительных стержневых электродах ячейки в единицах вольт.

6.1.8. По окончании цикла измерения через сорок секунд прибор подает один секундный сигнал и светодиод режима «р» переходит в режим постоянного свечения (режим индикации прибора), а на цифровом индикаторе появляется значение измеренной величины удельного сопротивления грунта в единицах Ом\*м.

## **6.2. Оценка плотности катодного тока.**

6.2.1. Подготовьте грунт в объеме примерно 2 дм<sup>3</sup> для проведения измерения одновременно в трех ячейках контейнера прибора. Требования к образцам аналогичны описанию подготовки измерения удельного сопротивления (см пункт 6.1.1).

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 десят-

ков 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.

6.2.2. Грунт укладывают в ячейки послойно с последовательным трамбованием слоев, добиваясь максимально возможного уплотнения. Можно использовать приспособления для утрамбовки и выравнивания грунта из комплекта прибора. Конструкция ячеек выбрана так, что верхний край уложенного грунта должен совпадать с верхним краем корпуса ячеек.

Ячейки закрывают крышкой с замками. Для установки электродов сравнения в крышке предусмотрены направляющие отверстия. Электроды сравнения устанавливают сверху ячейки в грунт, углубляя его на 1,0 – 1,5 см и соединяют штекером к гнездам кабеля контейнера ячеек. Электрод сравнения первой ячейки соединяется с гнездом на передней панели прибора под номером один, второй со вторым, третий с третьим. Сведения о подготовке и использовании электродов сравнения приведены в их паспортах.

6.2.2. Одним и тем же грунтом заполняют три ячейки, т.к. прибор позволяет параллельно проводить измерения для всех трех ячеек.

**Перед включением прибора на измерение следует выдержать электроды сравнения в грунте не менее 10 мин.**, так как сам анализатор делает выдержку перед включением поляризующего тока 5 мин.

6.2.3. Прибор подключается к источнику питания и через разъем кабеля к контейнеру измерительных ячеек. Нажатиями кнопки «Режим» последовательным перебором следует установить режим индикации плотности катодного тока (горит в непрерывном режиме один светодиод «j»). На цифровых индикаторах прибора выводится значения плотности катодного тока для последнего запомненного измерения в единицах  $\text{mA}/\text{m}^2$ . Светодиоды 6 рис.3 в режиме индикации катодного тока отображают номер текущей ячейки (первая ячейка – светодиод «1», вторая – светодиод «2», третья – горит оба светодиода). Оба погашенных светодиода («нулевая» ячейка) используются для индикации среднего значения величин для всех трех ячеек. Смена индуцируемой ячейки осуществляется последовательным нажатием кнопки «Режим». После индикации значения третьей ячейки прибор сменит режим индикации на режим вольтметра. Для возврата в режим индикации плотности катодного тока «j» используются последовательные нажатия на ту же кнопку «Режим».

6.2.4. Для начала измерения плотности тока следует в режиме индикации тока «j» при любой выбранной ячейке нажать кнопку «Пуск». При этом светодиод режима «j» переходит в режим мигания до конца режима измерения. При начале нового измерения прибор всегда переключается на индикацию первой ячейки (горит светодиод «1»). Повторное нажатие кнопки «Пуск» в режиме измерения переводит прибор в режим паузы. При этом на цифровом индикаторе отображаются три прочерка, а отсчет времени измерения прибором останавливается. Для возврата в режим прерванного измерения нужно еще один раз нажать кнопку «Пуск».

6.2.5. Измерение плотности катодного тока разбито на промежутки по пять минут. Первые пять минут прибор определяет потенциал коррозии для стали в исследуемом грунте. На индикаторе отображается текущее значение потенциала электродов сравнения в единицах Вольт. Десятичная точка в этом промежутке измерения горит по-

сле первого знака. Для смены индуцируемой ячейки прямо во время измерения плотности тока служит та же кнопка «Режим». «Нулевая» ячейка (погашены оба светодиода) используется для вывода среднего значения. В режиме измерения последовательность нажатия кнопки «Режим» приводят лишь к изменению номера индуцируемой ячейки, режим измерения не изменяется. Остановить досрочно измерения можно просто кратковременно выключив прибор. При этом в памяти прибора останутся значения последнего завершенного измерения для каждого режима измерения.

6.2.6. По прошествии первых пяти минут прибор запоминает значения потенциала коррозии для каждой ячейки и начинает пятиминутные циклы измерения плотности катодного тока до конца цикла измерения. На индикаторах при этом выводятся текущие значения плотности катодного тока в единицах  $\text{мА/м}^2$  (десятичная точка горит после третьей цифры индикатора). Номер индуцируемой ячейки определяют светодиоды номера 6 рис.3. В «нулевой» ячейке выводится среднее текущее значение. Номер ячейки можно изменять нажатиями на кнопку «Режим».

6.2.7. По окончании цикла измерения прибор выдает три секундных сигнала, запоминает последние показания тока для каждой из трех ячеек и переходит в режим индикации (светодиод режима перестает мигать). Время измерения плотности катодного тока зависит от величины и характера изменения тока во времени как описано в ГОСТе. Прибор принимает решение о времени измерения по истечении каждого пятиминутного промежутка на основании среднего значения тока для всех трех ячеек.

В «худшем» случае (средний ток растет, но не превышает порога  $200 \text{ мА/м}^2$ ) общее время измерения плотности катодного тока прибором составляет 45 мин.

6.2.8. Прибор можно использовать для работы с любым количеством ячеек. Если число ячеек менее трех, то среднее значение определяемое прибором следует игнорировать. Так как прибор для определения времени измерения использует только среднее значение величины, то при работе с числом ячеек менее трех прибор склонен завышать необходимое время измерения (в любом случае не более 45 мин.).

Оператор на основании текущих показаний ячеек может сам остановить измерения (кратковременным отключением прибора), но в этом случае прибор не запомнит значения измерений и их следует записать вручную, если необходимо. Так же как вспомогательный всегда может использоваться режим экспресс анализа (см. пункт 5.3.), когда все фазы измерения осуществляются в пять раз быстрее номинальных.

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

низкая – удельное сопротивление грунта свыше  $50 \text{ Ом*м}$  и плотность катодного тока менее  $50 \text{ мА/м}^2$ ;

средняя - удельное сопротивление грунта от  $20$  до  $50 \text{ Ом*м}$  и плотность катодного тока от  $50$  до  $200 \text{ мА/м}^2$ ;

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

## 7. ПРОВЕРКА

Начинают проверку с внешнего осмотра прибора и контейнера электродных ячеек. Должны отсутствовать явные внешние дефекты, могущие влиять на работу. Особое внимание следует обратить на целостность изоляционного покрытия «обратной» стороны всех стальных пластинчатых электродов в контейнере ячеек.

Далее следует провести проверку работоспособности прибора с эквивалентом нагрузки (из комплекта данного прибора) согласно пункту 5.3 настоящего паспорта. Работоспособность с эквивалентом нагрузки производится как для режима определения удельного сопротивления, так и для режима определения плотности катодного тока (в экспресс режиме).

Для проверки работы в режиме удельного сопротивления достаточно определить омическое сопротивление на штырях 2 и 3 разъема эквивалента нагрузки любым омметром с классом точности не менее 0.5. Полученную величину сопротивления в единицах Ом следует умножить на коэффициент 0.098 и результат округлить с точностью до единиц Ом. Полученное число не должно отличаться более чем на одну единицу от удельного сопротивления, показываемого прибором при измерении удельного сопротивления на эквиваленте нагрузки.

Определение плотности катодного тока в приборе сводится к замеру токов и напряжений с использованием тех же шунтов и делителей напряжения, что и определении удельного сопротивления. Поэтому проверка прибора в режиме замера плотности катодного тока после проверки в измерениях режиме удельного сопротивления может быть ограничена проверкой работоспособности согласно пункта 5.3 в режиме экспресс проверки плотности катодного тока с использованием эквивалента нагрузки.

Проверка контейнера электродных ячеек сводится к проверке целостности его электрического монтажа согласно таблице 1. Проверка производится любым омметром на собранном контейнере электродных ячеек. Омметр должен показывать короткое замыкание при прозвонке каждого электрода и соответствующего ему по схеме штекера гнезда разъема.

Порядок эксплуатации и поверки электродов сравнения осуществляется согласно их паспортам.

## 8. ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВКА

Анализатор должен храниться в закрытом помещении при температуре от +5 °С до +45 °С и относительной влажности воздуха не более 80 % при отсутствии агрессивных паров и газов.

При длительном хранении анализатора необходимо слить раствор электролита из электродов сравнения.

Допускается транспортировка прибора в транспортной таре всеми видами транспорта при температуре окружающей среды от +5 °С до +50 °С и относительной влажности окружающего воздуха до 98 %.

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

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

### 9. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ.

Гарантийный срок эксплуатации 1 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 изделие должно быть направлено на ремонт по адресу предприятия-изготовителя:

### 10. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Контроль параметров изделия:

Наименование параметров	По пас- порту	Факт
Приведенная погрешность определения удельного сопротивления грунта, %, не более	2	
Продолжительность анализа удельного сопротивления грунта, с, не более	40	
Относительная погрешность определения катодного тока, %, не более	5	
Входное сопротивление измерительных входов прибора, МОм, не менее	10	
Анализатор обеспечивает измерение и индикацию уровня питающего напряжения. Прибор выдает звуковую индикацию при снижении напряжения питания ниже уровня 4.0 В и при завершении каждого измерения.		

Отрегулировано \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )  
Подпись ФИО

# АКАГ

## Контроль комплектности изделия

Наименование	Количество	Факт
Прибор АКАГ	1	
Контейнер электродных ячеек	1	
Эквивалент нагрузки	1	
Электрод сравнения типа Эср-10103	3	
Элементы питания типа «343» (R14,C)	4	
Приспособление для укладки и выравнивания грунта	1	
Сетевой адаптер	1	
Паспорт, инструкция по эксплуатации и техническое описание	1	
Футляр	1	

Укомплектовано \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )  
Подпись ФИО

Анализатор коррозионной активности грунта (АКАГ) заводской номер \_\_\_\_\_  
 изготовлен, принят и признан годным для эксплуатации.

ОТК \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )  
Подпись ФИО

М.П.

Дата отгрузки « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200\_\_ г

### 11. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПОВЕРКЕ

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. Проверка выполняется в соответствии с пунктом №7 данной инструкции по эксплуатации.