КОРРОЗИМЕТР УНИВЕРСАЛЬНЫЙ

«ЭКСПЕРТ-004»

Руководство по эксплуатации

**КТЖГ.421590 РЭ**



**МОСКВА 2020**

Оглавление

[1.НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ 3](#_Toc49268242)

[2. КОНСТРУКЦИЯ ПРИБОРА И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 4](#_Toc49268243)

[3. КОМПЛЕКТНОСТЬ 6](#_Toc49268244)

[4 ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ 7](#_Toc49268245)

[5. ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ КОРРОЗИМЕТРА 7](#_Toc49268246)

[6. ПОДГОТОВКА ИД К ИЗМЕРЕНИЯМ 8](#_Toc49268247)

[7. РАБОТА С КОРРОЗИМЕТРОМ 9](#_Toc49268248)

[8. ИЗМЕРЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ (Ecor) 14](#_Toc49268249)

[9. ИЗМЕРЕНИЕ ТОКА 14](#_Toc49268250)

[10. ИЗМЕРЕНИЯ КОРРОЗИОННО-ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ КОММУТАТОРА К-004ТС 15](#_Toc49268251)

[11. ТАБЛИЦА ПЕРЕСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОРРОЗИИ ДЛЯ СТАЛИ Ст3 В РАЗЛИЧНЫХ ЕДИНИЦАХ ИЗМЕРЕНИЯ 17](#_Toc49268252)

[12. ПРИМЕРНАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРРОЗИМЕТРА 18](#_Toc49268253)

[13. УПАКОВКА, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ 18](#_Toc49268254)

[14. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ 19](#_Toc49268255)

# 1.НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящее руководство по эксплуатации (далее - РЭ) предназначено для ознакомления с устройством, принципом действия и правилами эксплуатации универсального коррозиметра «ЭКСПЕРТ – 004» (далее по тексту– коррозиметр).

1.2. Коррозиметр обеспечивает автоматическое определение показателей равномерной, питтинговой коррозии, а также потенциала коррозии металлов, сплавов и покрытий в жидких электропроводных средах, параметров процессов травления металлов, защитных свойств анодных, хроматных и других конверсионных покрытий и осуществление ряда других коррозионно-электрохимических методик. Проведение измерений возможно и на готовых изделиях, в том числе крупногабаритных (при использовании специальных приспособлений и методик измерений, не приведенных в настоящем Руководстве).

1.3. Преимущества коррозиметра - высокая чувствительность, широкие диапазоны измерений, сочетание нескольких методик получения основных коррозионных параметров в одном приборе, малые габариты, комбинированное питание — от аккумулятора 12В или от сети переменного тока с адаптером, что обеспечивает возможность работы как в полевых, так и в лабораторных условиях, автоматическое измерение коррозионных показателей в течение длительного времени в отсутствие оператора, введение значений поправочных коэффициентов и площади образцов, проведение непрерывной или периодической регистрации и обработки получаемых данных на персональных компьютерах, наличие подсветки индикатора, позволяющей работать при пониженной освещенности.

Коррозиметр может использоваться для контроля коррозии металлов, сплавов, покрытий, определения коррозионной агрессивности природных и сточных вод, технологических растворов и пищевой продукции, экспресс-оценки эффективности защитных мероприятий на предприятиях нефтяной, газовой, химической, пищевой, металлургической промышленности, энергетики, машино- и приборостроения, коммунального хозяйства, а также в научно-исследовательских и учебных учреждениях, органах контроля, инспекции и надзора. Коррозиметр может быть использован в лабораторных и полевых условиях.

1.4. Для определения показателя общей коррозии металлов используется высокочувствительный усовершенствованный метод поляризационного сопротивления с автоматической компенсацией начальной разности потенциалов электродов, что позволяет определять коррозионные характеристики металлов с оксидными и конверсионными пленками. Предусмотрены возможности введения величин амплитуды поляризующего импульса от -2000 до +2000 мВ, времени поляризации от 1с до 32500с, значений площади, материала электродов, поправочных коэффициентов. В память ИП введены названия металлов, из которых могут быть изготовлены ИД и по каждому из них сохраняются введенные значения коэффициента для расчета показателей скорости общей и питтинговой коррозии. Для определения показателя питтинговой коррозии (Р) используется метод амперометрии нулевого сопротивления с применением прецизионного микроамперметра. В этом режиме внешняя поляризация электродов не производится. Принцип метода измерения показателя питтинговой коррозии состоит в следующем. Склонность металлов к локальной коррозии определяется как плотность тока, протекающего между двумя короткозамкнутыми одинаковыми электродами в условиях самопроизвольного протекания коррозионного процесса, пересчитываемая в единицы глубинного показателя питтинговой коррозии (мкм/год). Для определения потенциала коррозии (окислительно-восстановительного потенциала) — в приборе используется цифровой милливольтметр с высоким входным сопротивлением и стандартный хлорид-серебряный электрод сравнения (поставляется по заказу).

# 2. КОНСТРУКЦИЯ ПРИБОРА И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1.КОНСТРУКЦИЯ ПРИБОРА

Конструктивно коррозиметр состоит из измерительного преобразователя (ИП) и набора первичных преобразователей: двух- и трехэлектродного измерительных датчиков (в дальнейшем – ИД).

Наиболее широкое распространение получили ИД с двумя электродами, т.к. они наиболее просты и с достаточной точностью обеспечивают измерение показателей коррозии в большинстве проводящих технологических жидкостей.

Двухэлектродные ИД могут быть использованы для получения достоверных данных о коррозионных повреждениях без применения корректировочных кривых в тех случаях, когда произведение удельного электрического сопротивления раствора (Ом\*см) на ожидаемую скорость общей коррозии (**Кп**)(мкм/год) не превышает 250000. В диапазоне 250000-600000 для зондов с двумя электродами необходимо использовать корректировочные кривые.

Примеры использования двухэлектродных датчиков приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Примеры использования двухэлектродных датчиков

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип водной среды | Удельное электрическое сопротивление ( ρ\* Ом\*см) | Глубинный показатель  коррозии (КП, мкм/год) | Произведение  ( ρ\* КП)\*10-3 |
| Охлаждающая вода | 1000 | 25 | 25 |
| Умягченная вода ТЭЦ | 2500 | 13 | 32,5 |
| Конденсат | 200000 | 3 | 600 |
| Подпиточная вода | 10000 | 60 | 600 |
| Рассол | 10 | 1250 | 12,5 |

Трехэлектродные датчики предназначены для эксплуатации в средах с низкой электропроводностью – умягченной, деионизированной воде или конденсате в тех случаях, когда произведение удельного электрического сопротивления раствора (Ом\*см) на ожидаемую скорость общей коррозии **Кп**(мкм/год) превышает 600000.

Примеры использования трехэлектродных датчиков приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2.

Примеры использования трехэлектродных датчиков

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип водной среды | Уд. электрическое сопротивление  (ρ\*Ом\*см) | КП, мкм/год | Произведение  ( ρ\* КП) )\*10-3 |
| Умягченная вода | 10000 | 75 | 750 |
| Конденсат | 500000 | 8 | 4000 |
| Деионизованная вода | 500000 | 25 | 12500 |

Коррозиметр не может использоваться в случаях, когда произведение удельного электрического сопротивления раствора (Ом\*см) на ожидаемую скорость общей коррозии КП (мкм/год) менее 25 или превышает 12500000.

ИП коррозиметра выполнен на основе микропроцессора с автономным питанием и представлением результатов измерений на ЖК- дисплее.

Питание коррозиметра автономное от встроенного аккумулятора напряжением 6В. Ток потребления не более 100 мА. Время непрерывной работы полностью заряженного аккумулятора до полной разрядки при отключенной подсветке дисплея не менее 30 часов (в ходе эксплуатации может снижаться вследствие падения емкости аккумулятора). Зарядка аккумулятора осуществляться от однофазной сети переменного напряжения (220 +22/-33) В и частотой (50±1) Гц через внешнее зарядное устройство напряжением 12 В, поставляемое в комплекте с прибором. Время полной зарядки аккумулятора не менее 5 часов. Допускается зарядка аккумулятора во время проведения измерений.

Коррозиметр имеет унифицированный выходной канал информационного обмена, содержащий полную информацию об измеряемых параметрах в цифровом коде интерфейса RS232 и разъем для подключения ИД.

Коррозиметр совместим с различными типами коррозионных датчиков, в том числе зарубежных фирм, и электродами сравнения.

2.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Режимы измерения: ……………………………………..двух-трехэлектродный

Диапазоны измерений:

показателей общей (**Кп)**и питтинговой коррозии **(Р)** ….0,001—75 000мкм/год\*

электродных потенциалов **(Еcor)** …………………………+/- 2000 мВ (0,001 мВ)

силы постоянного тока (**I**)………………………………... +/- 10000 мкА (0,001 мкА).

Продолжительность непрерывной работы, ч…………….не менее 8

Время установки рабочего режима, мин…………………не более 5

\**при использовании электродов площадью 7,8 см2 и величине поляризующего импульса 20 мВ (при 2хэлектродной схеме измерений), или 10мВ (при 3хэлектродной схеме).*

Габаритные размеры ИП, не более, мм: 200 ×110 × 60

Масса ИП, не более, кг:……………………0,95

Габаритные размеры ИД, не более, мм…. 30 × 120

Масса ИД, не более, кг:……………………0,5

Средний срок службы ИП не менее, лет.....8

# 3. КОМПЛЕКТНОСТЬ

3.1. Базовый комплект поставки коррозиметра соответствует таблице 3.1.

Таблица 3.1.

Базовый комплект поставки коррозиметра

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование | Габаритные размеры  мм, не более | Масса  кг, не более | Кол-во, шт |
| 1 | ИП коррозиметра «ЭКСПЕРТ-004»  *КТЖГ.421590.100* | 200 ×110 × 60 | 0,95 | 1 |
| 2 | Тест-проба | 70х40х30 | 0,20 | 1 |
| 3 | ИД двухэлектродный ДТФ-2\* | 30 × 120 | 0,20 | 1 |
| 4 | ИД трехэлектродный ДТФ-3\* | 30 × 120 | 0,20 | 1 |
| 5 | Блок питания | 55х90х90 | 0,20 | 1 |
| 6 | Руководство по эксплуатации |  |  | 1 |
| 7 | Кабель RS232 | 1 м |  | 1 |
| 8 | ПО |  |  |  |

***\**** *Площадь электрода ИД - 7,8см2*

3.2. По отдельному заказу поставляются дополнительные принадлежности согласно таблице 3.2:

Таблица 3.2.

Дополнительные принадлежности к коррозиметру

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование оборудования и комплектующих изделий | Габаритные размеры  мм, не более | Масса  кг, не более |
| 1 | Коммутатор электронный к коррозиметру "Эксперт-004" для подключения от 2 до 8 датчиков К-004 КТЖГ.421590.110 | 180х155х50 | 0,46 |
| 2 | ИД для проточной ячейки (с наружной резьбой 3/4") ДК-2 или ДК-3 | 30 × 100 | 0,20 |
| 3 | Ячейка проточная для 1-го ИД ДК-2 или ДК-3 | 35 × 150×100 | 0,40 |
| 4 | Ячейка проточная для 3-х датчиков ДК-2 или ДК-3 | 35 × 450×100 | 0,80 |
| 5 | ИД ДТФ-2 | 30 × 120 | 0,20 |
| 6 | ИД ДТФ-3 | 30 × 120 | 0,20 |
| 7 | ИД ДК-2 | 30 × 120 | 0,50 |
| 8 | ИД ДК-3 | 30 × 120 | 0,50 |
| 9 | Электроды стальные Ст3 | 6 × 40 | 0,10 |

*\* используется для одновременной работы с несколькими датчиками (от 2-х до 8-ми)*

*Примечание: по специальному заказу изготавливаются ИД для конкретных условий применения коррозиметра.*

# 4 ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ

4.1. При эксплуатации коррозиметра необходимо соблюдать следующие рабочие условия применения:

- рабочие температуры окружающей среды, оС :

ИП….………………………………….……............ +5…+40;

ИД……………………………………………….…-40…..+120;

- относительная влажность воздуха при 25 оС, % не более 90;

- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) 84,0…106,7 (630…800);

- напряжение и частота напряжения питания при

использовании зарядного устройства, В / Гц (220+22/-33) / (50 ± 1);

- вибрация, тряска, удары, внешние источники магнитных

и электрических полей, влияющих на работу прибора отсутствуют.

4.2. Не допускаются механические воздействия (удары, сдавливание, падение с высоты, воздействие абразивными материалами и др.), способные повредить корпус ИП, разъемы, дисплей, ИД. Запрещается разбирать ИП.

4.3. В помещении, где работает или хранится коррозиметр, не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

4.4. Не допускается попадание на поверхность и внутрь корпуса ИП, разъемы и дисплей воды или других жидкостей.

# 5. ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ КОРРОЗИМЕТРА

5.1. Присоединить **тест-пробу** к разъему «**датчик**» на задней панели **ИП**.

5.2.Включить прибор нажатием клавиши **ВКЛ** на сенсорной панели **ИП** , после чего на 5с появится следующее информационное сообщение

**ЭКОНИКС-ЭКСПЕРТ**

**ЭКСПЕРТ-004**

Номер версии ПО

5.3. Далее автоматически появляется сообщение, где символ  обозначает степень заряда аккумулятора



**Выбор режима**

**Коррозиметр**

5.4. Нажать клавиши **Ф1**, затем **ВВОД и** перемещая темную командную строку клавишами **←** и **→** перейти в раздел «**Параметры**». Войти в раздел **«Параметры»**  нажатием клавиши **ВВОД**. На дисплее появится сообщение

**S= 7,8 см2**

**T1=10c T2=30c**

**T3=10c T4=240 с**

**2x[20мВ] Fe (Al,Co(1.000))**

Перемещая курсор стрелками ← и →, нажатием кнопок **ЧИСЛ** (ввести следующие параметры: **S= 7,8 см2, T1=10c, T2=30c , T3=20,T4=240с, 2х** (измерения по двухэлектродной схеме. Если установлено **3х**-нажать кнопку 2 для появления символа **2х**), материал электродов **Fe (II).** Далее нажать кнопку **ОТМ**, стрелками **←** и **→** (или нажатием кнопки (**1**)) перейти в режим «**Коррозия Кп (1)**» и нажать кнопку **ИЗМ**.

Полученное значение Кп должно составлять \_\_\_\_±\_\_\_ мкм/год в соответствии с указанной в руководстве, что свидетельствует о правильной работе коррозиметра и целостности соединительных проводов.

# 6. ПОДГОТОВКА ИД К ИЗМЕРЕНИЯМ

6.1. Поверхность цилиндрических электродов для коррозионных испытаний предварительно шлифуют и полируют до 8-9 класса, причем для каждого материала электрода используют новую наждачную бумагу. Поверхность электродов при накручивании на резьбовые шпильки ИД необходимо предохранять от механических повреждений (плоскогубцы использовать не рекомендуется), для закручивания и раскручивания электродов можно использовать мягкую пластиковую трубку. Электроды должны плотно прилегать к тефлоновой поверхности ИД во избежание протекания щелевой коррозии. Торцы электродов, а при работе в сильноагрессивных средах – и верхнюю металлическую часть ИД, перед испытаниями рекомендуется покрывать слоем изолирующего материала – кислотостойким лаком, силиконовой резиной и т.п. (в зависимости от агрессивности и температуры среды). Для проведения коррозионных измерений на каждый из двух- или трехэлектродных ИД - навинчивают соответственно по два или три одинаковых цилиндрических электрода (длина 40, диаметр 6 мм, резьба М3 глубиной 12 мм) из стали или другого металлического материала (латуни, меди, чугуна, алюминия и т.п.). Площадь электрода при таких его габаритах составляет **7,8 см2**. Перед испытаниями электроды обезжиривают этиловым спиртом, сушат и помещают в лабораторную или технологическую емкость, содержащую коррозионную среду. Электроды в процессе испытаний должны быть полностью погружены в жидкость (ниже ватерлинии).

Следует иметь в виду, что материалы и площадь электродов всегда одинаковы (за исключением применения специальных методик, не описанных в настоящем руководстве), хотя по принципу измерений один из них является рабочим, другой – вспомогательным, третий – сравнения (аналогично измерениям с помощью потенциостатов). Эти наименования электродов также использованы в настоящем руководстве при пояснении особенностей работы с прибором.

6.2. Рекомендуется в аналогичных условиях испытывать плоские (или цилиндрические) образцы для гравиметрических, а также микроскопических испытаний, оценки питтингостойкости и изменения внешнего вида образцов.

6.3. Двух- или трехэлектродный ИДсо стальными или иными электродами помещают в коррозионную среду на определенное время для получения стабильных показаний. Время стабилизации показаний коррозиметра зависит от коррозионной агрессивности среды, скорости потока, температуры, материала электродов и выполняемых задач. Для стальных электродов в условиях эксплуатации теплосетей или водопроводов оно может составлять до 6-12 ч, в растворах сильных кислот – всего несколько десятков секунд.

6.4. Подключают ИД с помощью соединительного кабеляк выходу ИП.

6.5. Конкретные особенности ИД приведены в инструкциях к ИД.

# 7. РАБОТА С КОРРОЗИМЕТРОМ

7.1.ВКЛЮЧЕНИЕ КОРРОЗИМЕТРА

Включите коррозиметр (п.5.2, 5.3) **и клавишами Ф2,** **ВВОД** перейдите в основное меню.

На дисплее ссновного меню имеет следующий вид:

**Авт. коррозиметр**

**[ ]Коррозия Кп  (1)**

**[ ]Питтинг Рп  (2)**

**[ ]Поляризация Еcorп  (3)**

**[ ] Ток I  (6)**

**Параметры (Ф1)**

**Блокнот (Ф2)**

**Автомат. изм**

7.2.ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕРЕНИЯ КОРРОЗИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Выберите раздел **«Параметры»** перемещением темной командной строки (курсора) клавишами **←** и **→** или нажатием клавиши **Ф1**, после чего нажмите клавишу **ВВОД** . На дисплее появится сообщение

**S= 7,8 см2**

**T1=10c T2=30c**

**T3=20c T4=240c**

**2x[20мВ] Fe (Al,Co(1.000))**

где:

**S= XX см2** —площадь электрода;

**T1-ХХХХХ с,** время паузы перед измерениями коррозионных показателей(обычно вводится 10с), после которой при измерении **Кп** производится автоматическая компенсация начальной разности потенциалов рабочего и вспомогательного электрода (для 2-хэлектродных датчиков) и рабочего и сравнения –для 3хэлектродных датчиков;

**T2- ХХХХХ с,** заданная продолжительность проведения единичных измерений **Кп**, **Р, Еcor** , **I** в ручном и автоматическом режимах (выбрать 30с);

**T3- ХХХХХ с** (от 1 до 32500с), время паузы между последовательными измерениями величин **Кп**, **Р, Еcor** , **I** в автоматическом режиме в одном пакете (выбрать 20с);

**T4- ХХХХХ с** (от 1 до 32500с)**,** время паузы между измерениями пакетов **Кп**, **Р, Еcor** , **I** в автоматическом режиме (при измерениях в нейтральных водных средах выбрать 240-3600с в зависимости от необходимой периодичности автоматической записи результатов измерений в оперативную память коррозиметра).

**2х (3х) (10-20 мВ) –** тип электродной системы (двух- или трехэлектродная), амплитуда поляризующего импульса (по умолчанию- 20 мВ для 2х, 10 мВ- для 3х)

**Fe (1.000)** — материал электродови коэффициент материала электродов.

Стрелками ← и →, нажатием клавиши «**ЧИСЛ»** и **ВВОД** установите параметры коррозионных измерений в зависимости от типа ИД, площади электродов, характера коррозионного процесса: **S= 7,8 см2** (или иную**,** указаннуюв базовой комплектации, или при использовании нестандартных ИД), **T1=10c, T2=30c , T3=20,T4=240-540с** (оптимальный режим измерений коррозионных показателей в большинстве нейтральных водных сред), **2х** или **3х** (двух-или трехэлектродный режим измерений устанавливается нажатием клавиши 2), материал электродов −**Fe (II)** длявсех углеродистых и нержавеющих сталей, или другой материал выбирается нажатием клавишей 1 и 3 . При использовании в качестве электродов сплавов, отсутствующих в таблице 5, рассчитайте коэффициент данного сплава по приведенным в ней формулам и введите его согласно п.п. 7.4 под символом редко используемого металла. Далее нажмите кнопку **ОТМ** и перейдите в основное меню.

7.3.ИЗМЕРЕНИЕ КОРРОЗИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В РУЧНОМ РЕЖИМЕ

В основном меню (п.7.1) выберите **нужный** режим работы коррозиметра, перемещая темную командную строку клавишами **←** и **→** , или нажмите соответствующие клавиши с цифровым обозначением:

—**Измерение скорости общей коррозии (клавиша 1-«Коррозия Кп» )**

**—Измерение питтинга (клавиша 2-«Питтинг Р»)**

**—Измерение поляризации (клавиша 3 –«Поляризация Еcor»**

—**Измерение тока (клавиша 6 –«Ток I»).**

Нажмите кнопку **ИЗМ**. По истечении времени **T1 + T2,** значения которых установлены в режиме **ПАРАМЕТРЫ** (п. 7.2), на дисплее появится измеренное значение выбранного параметра – **Кп**, **Р, Еcor** или **I.**

Запишите результат измерений в заранее приготовленную таблицу.Далее проводите измерения через одинаковые промежутки времени (через 5-10 мин в течение 1-го часа выдержки ИД в коррозионной среде, далее через 20-30 мин в течение нескольких часов, и 1 раз в час при испытаниях в течение 1-2 суток, при более продолжительных испытаниях достаточно проводить измерения 3-5 раз в сутки).

7.4. ВВОД КОЭФФИЦИЕНТА МАТЕРИАЛА ЭЛЕКТРОДОВ

Значения коэффициентов металлов, использующихся для автоматического расчета коррозионных показателей, представляют собой отношение электрохимического эквивалента и плотности металлов и сплавов по отношению к соответствующим величинам для железа. Данные приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Значения коэффициентов металлов, использующихся для автоматического расчета коррозионных показателей

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Металл  или сплав | Символ | Атомная масса | Уд. масса, ρ,  г/см3 | Электро-хим. эквива-лент  металла, q, г/А\*ч | Отно-шение  q/ρ | Коэфф.  материала электрода  q/ρ(Me)  q/ρ(Fe) |
| 1 | Железо | Fe (II) | 55,847 | 7,87 | 1,042 | 0,13240 | 1,00000 |
| 2 | Алюминий | Al(III) | 26.9815 | 2,699 | 0,335 | 0,12412 | 0,93746 |
| 3 | Cеребро | Ag (I) | 107,8682 | 10,50 | 4,025 | 0,38333 | 2,89524 |
| 4 | Золото | Au(I)  Au (III) | 196,9665 | 19,3 | 7,349  2,449 | 0,38077  0,12689 | 2,87591  0,95838 |
| 5 | Кобальт | Co(II) | 58,9332 | 8,84 | 0,733 | 0,08292 | 0,62628 |
| 6 | Хром | Cr (III)  Cr (VI) | 51,9961 | 7,1 | 0,323  0,646 | 0,04549  0,09098 | 0,34358  0,68716 |
| 7 | Медь | Cu(II)  Cu(I) | 63,546 | 8,93 | 1,186  2,372 | 0,1328  0,26562 | 1,00309  2,00619 |
| 8 | Индий | In(III) | 114,82 | 7,31 | 1,428 | 0,19535 | 1,47545 |
| 9 | Магний | Mg(II) | 24,31 | 1,74 | 0,454 | 0,26091 | 1,97062 |
| 10 | Марганец | Mn(II) | 54,93805 | 7,44 | 1,023 | 0,13750 | 1,03852 |
| 11 | Молибден | Mo(II)  Mo(VI) | 95,94 | 10,22 | 1,789  0,597 | 0,17505  0,05841 | 1,32213  0,44071 |
| 12 | Никель | Ni(II) | 58,69 | 8,91 | 1,095 | 0,12289 | 0,92817 |
| 13 | Свинец | Pb(II) | 207,2 | 11,336 | 3,870 | 0,34139 | 2,57847 |
| 14 | Палладий | Pd(II) | 106,42 | 12,02 | 1,985 | 0,16514 | 1,24728 |
| 15 | Платина | Pt(II) | 195,08 | 21,45 | 3,639 | 0,16965 | 1,28134 |
| 16 | Рутений | Ru(II) | 101,07 | 12,4 | 1,886 | 0,15209 | 1,14872 |
| 17 | Родий | Rh(II) | 102.90550 | 12,44 | 1,919 | 0,15426 | 1,16511 |
| 18 | Олово | Sn(II) | 118,710 | 7,29 | 2,214 | 0,30371 | 2,29389 |
| 19 | Тантал | Ta(V) | 180,9479 | 16,6 | 1,350 | 0,08133 | 0,61427 |
| 20 | Технеций | Tc(IV)  Tc(VII) | 97,9072 | 11,49 | 0,913  0,522 | 0,07946  0,04543 | 0,60015  0,34313 |
| 21 | Титан | Ti(IV) | 47,88 | 4,505 | 0,447 | 0,09922 | 0,74939 |
| 22 | Уран | U(IV)  U(II) | 238,0289 | 19,04 | 2,22  4,44 | 0,11659  0,2332 | 0,88059  1,7613 |
| 23 | Ванадий | V (V) | 50,9415 | 5,96 | 0,380 | 0,06376 | 0,48157 |
| 24 | Вольфрам | W(II)  W(VI) | 183,85 | 19,32 | 3,430  1,143 | 0,17754  0,05916 | 1,34094  0,44698 |
| 25 | Висмут | Bi (III) | 208,9804 | 9,80 | 2,598 | 0,265 | 2,0015 |
| 26 | Цинк | Zn(II) | 65,39 | 7,14 | 1,220 | 0,17087 | 1,29056 |

Для ввода других величин коэффициентов в зависимости от типа материала электродов и коррозионной среды, в режиме установки параметров (п.7.2) подведите курсор к символу материала, нажмите клавишу **ЧИСЛ,** после чего введитезначение коэффициента и нажмите клавишу **ВВОД**. На дисплее рядом с символом материала электрода появится величина текущего значения коэффициента.

7.5. ИЗМЕРЕНИЕ КОРРОЗИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

В автоматическом режиме через заданные промежутки времени можно измерять значение одного или одновременно двух и более параметров с последующей записью данных в память коррозиметра (электронный блокнот).

В основном меню (п.7.1) перемещением курсора и нажатием клавиши **ВВОД** установите символ **[v]** в скобках перед выбранным параметром:

**[v]Коррозия Кп  (1)**

**[v]Питтинг Р  (2)**

**[v]Поляризация Еcorп  (3)**

**[v] Ток I  (6)**

*Для отмены символ* ***[v]*** *в скобках нажмите кнопку* ***ВВОД*** *повторно*.

Клавишами ← и → перейдите к команде «Автоматическое измерение» (**Автомат. изм.**) и 2 раза нажмите клавишу **ВВОД** (для очистки блокнота). С этого момента начнется автоматическое измерение и запись в память коррозиметра (блокнот) пакетов показателей **Кп, Р, Еcor, I** (в любом сочетании или по отдельности) с периодичностью **Т4**. При этом на дисплее будут отображаться текущие значения измеряемых параметров: **U**-текущее значение поляризации электродов (мВ); **I** - текущее значение тока (мкА). Также отображаются текущие и заданные (в скобках) значения **Т1 Т2 Т3 Т4** . **Nр**-число пакетов измеренных коррозионных показателей. D-значение последнего измеренного показателя (**Кп, Р, Еcor, I**).

Для выхода из автоматического режима измерения показателей нажмите клавишу **ОТМ**.

Для записи результатов измерений перейдите к команде **«Блокнот»** перемещением курсора клавишами ← и → или нажмите клавишу **Ф2**, нажмите клавишу **ВВОД**. При этом на дисплее появятся номер пакета измерений и результаты соответствующего измерения (начиная с первого).

Перемещением курсора клавишами**←** и **→** можно просматривать и записывать результаты других измерений. Текущее время измерения для каждого пакета показателей рассчитывается путем умножения текущего номера пакета **N** (**X**) на сумму **Т1+Т2+Т3+Т4** . Для передачи результатов измерений показателей, записанных в блокноте на компьютер, соедините выход **RS 232** коррозиметра с **COM**-портом компьютера с помощью кабеля интерфейса **RS 232**. При отсутствии на компьютере **COM**-порта необходимо использовать переходник **USB-COM**. Передача данных измерений на компьютер осуществляется после открытия программы обработки измерений **EXP2PR** нажатием клавиши **Ф2**.

Для выхода из режима просмотра блокнота нажмите клавишу **ОТМ**.

# 8. ИЗМЕРЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ (Ecor)

Для измерения величины электродного потенциала рабочего электрода ИД используют только двухэлектродный ИД и электрод сравнения (хлоридсеребряный или иной аналогичный).

К разъему «**СР**» на задней панеле ИП присоедините электрод сравнения и поместите его вместе с ИД в коррозионную среду.

Установите в основном меню клавишами **←** и **→** или нажатием клавиши (3) режим **«Поляризация»** и нажмите клавишу **ИЗМ.**

На дисплее ИП появится сообщение:

**Поляризация**

**3х XXXX мВ**

и индицируется измеряемая разность потенциалов между рабочим электродом ИД и электродом сравнения. Выбор диапазона измерения производится автоматически*.*

Выбор электродной системы (**2х** – двухэлектродная система, **3х** - трехэлектродная система) можно выполнить в режиме «Параметры» (п.7.2) или процессе измерения клавишей **2.**

Выход из режима по клавише **ОТМ.**

# 9. ИЗМЕРЕНИЕ ТОКА

В этом режиме коррозиметр можно использовать в качестве высокочувствительного микроамперметра для измерения токов 0,001-10000 мкА (при задании напряжения от внешнего источника или коррозиметра).

Установите в основном меню режима **«Ток I»** и нажмите **«ИЗМ».** На дисплее появится сообщение:

**2х Ток [ 5 ]**

**0.000 мкА**

Выбор электродной системы осуществляется клавишей **2,** выбор диапазона измерения токов [1-5] осуществляется автоматически или клавишами **←** и **→**.

Включение и отключение режима измерения тока – нажатием клавиши **6**.

# 10. ИЗМЕРЕНИЯ КОРРОЗИОННО-ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ КОММУТАТОРА К-004ТС

10.1. Подготовьте ИД к измерениям согласно п.6 настоящего РЭ и инструкции на ИД. Подключите к разъемам на задней стенке коммутатора от двух до восьми разъемов ИД в соответствии с их маркировкой.

10.2.Подключите к разъему на передней стенке коммутатора К-004ТС с надписью «**КОРРРОЗИМЕТР**» широкий разъем (15 pin) соединительного кабеля коммутатора, малый разьем кабеля (15 pin) подключить к гнезду **«датчик»** ИП.

10.3. Включите коррозиметр согласно настоящему РЭ (п.7.1).

Нажатием клавиши «**ВВОД**» перейдите в основное меню:

**Авт. Коррозиметр**

**[v]Коррозия Кп  (1)**

**[v]Питтинг Рп  (2)**

**[v]Поляризация Еcorп  (3)**

**[v] Ток I  (6)**

**N1 Параметры (Ф1)**

**К1 Блокнот (Ф2)**

**Автомат. изм**

10.4.Введите номер ИД (символ **N 1**), подведя курсор (темную строку) нажатием клавишами **←** и **→** к строке дисплея

**N1 Параметры (Ф1)**

Номера ИД вводят нажатием клавишей 1 и 3 с красными стрелками согласно п. 7.5 РЭ.

10.5. Установите параметры коррозионно-электрохимических измерений для первого ИД, подключенного к коммутатору, согласно п. 7.5 РЭ.

В автоматическом режиме может измеряться величина одного параметра, либо одновременно двух и более параметров – через заданные промежутки времени с последующей записью данных в памяти ИП (блокноте).

10.6. Аналогично п.п. 10.4 -10.5 установить параметры измерений для ИД **N 2-8**. Параметры измерений могут быть как одинаковыми для всех ИД, подключенных к коммутатору, так и выбираться различными для каждого ИД в соответствии с условиями коррозионных испытаний.

При использовании автоматического коммутатора для коррозионно-электрохимических измерений на нескольких ИД, назначение операций, производимых за промежутки времени **Т1, Т2,**  остается аналогичным одноканальным автоматическим измерениям без коммутатора. Отличия имеются только для промежутков времени **T3** и **Т4**: по истечении интервала времени **T3** для последнего измеряемого параметра в пакете **Кп**, **Р, Еcor** ,или **I** для текущего ИД, сразу же начинается измерение **Кп**, **Р, Еcor** ,или **I** для следующих ИД в соответствии с произведенными для них установками, а по окончании первого цикла измерений коррозионно-электрохимических показателей на всех ИД от **N 1** до **N 8,** через интервал времени **T4** (от 1 до 32500 с), вновь начинается измерение заданных показателей **Кп**, **Р, Еcor** , или  **I** для первого и последующих ИД.

10.7. По окончании установки параметров измерений для всех ИД, подключенных к коммутатору, клавишами ← и → перейдите к команде «Автоматическое измерение» (**Автомат. изм.**) и 2 раза нажмите клавишу **ВВОД** (для очистки блокнота). Зафиксируйте время начала измерений с помощью секундомера. С этого момента начнется последовательное автоматическое измерение и запись в памяти УК (блокноте) N пакетов показателей **Кп, Р, Еcor, I** (в любом сочетании или по отдельности) для каждого ИД, начиная с первого. При этом на дисплее будут отображаться текущие значения измеряемых параметров для данного ИД, как указано в п.7.5 РЭ, а также символы **К1-К8**, который обозначает номер ИД (информационного канала, в соответствии с которым производится запись данных) и число циклов последовательных измерений **Nр 1… 2000** пакетов параметров показателей **Кп**, **Р, Еcor** ,или **I ,** измеряемых через интервал времени **T4** (от 1 до 32500 с) для всех установленных ИД:

Время работы

прибора

Заряд аккумулятора

Величина текущей поляризации ИД

**Коррозия 7:52**

**U= -20, 3 мВ К6**

**I= - 19,074 мкА**

**T1= 0 (10)**

**T2=30**

**T3=20**

**T4=240**

**N= 5 D= 78,260**

Измеряемый показатель

Внешний ток ИД

Номер ИД (информационного канала)

Текущие и установленные (в скобках) значения **Т1, Т2, Т3** и **Т4**

Величина последнего измеренного показателя **(Кп**, **Р, Еcor** ,или **I)**

Число измеренных пакетов (Nр) показателей **Кп**, **Р, Еcor** ,или **I)** для К датчиков (ИД)

10.8. По окончании измерений для выхода из автоматического режима измерения коррозионно-электрохимических показателей нажмите клавишу **ОТМ**. Для записи результатов измерений для первого ИД в основном меню УК должен быть установлен символ текущего информационного канала **К1.**

Перейдите к команде **«Блокнот»** перемещением курсора клавишами ← и → , нажмите клавишу **ВВОД** или нажмите клавишу **Ф2**.При этом на дисплее появятся номер пакета измерений **Nр=1 (2000),** номер информационного канала, соответствующий номеру текущего ИД (для ИД №1 – **К1**) и результаты соответствующих измерений для ИД №1.

**Nр=1 (2000)**

**K1**

**К=78,36 мкм**

**Р=0,672 мкм**

**Е=-625,7 мВ**

**I = 23,56 мкА**

**I**

Перемещением курсора клавишами **←** и **→** можно просматривать и записывать результаты других измерений показателей для данного ИД. Просмотр результатов измерений последующих ИД осуществляется путем переключения номера информационного канала **К1-К8** нажатием клавиш 1 и 3 (с красными стрелками).

10.9.Для передачи результатов измерений на компьютер, записанных в блокноте, соедините выход **RS 232** ИП с **COM**-портом компьютера с помощью кабеля интерфейса **RS 232**. При отсутствии на компьютере **COM**-порта необходимо использовать переходник **USB-COM**. Передача данных измерений на компьютер осуществляется после открытия программы обработки измерений **EXP2PR** , установления номера СОМ-порта, и нажатия клавиши **Ф2**. в режиме «Блокнот».

Результаты измерений передаются в виде таблиц и далее копируются в стандартные программы обработки данных, например, Excel. Операции считывания и копирования данных из оперативной памяти коррозиметра осуществляются из «Блокнота» последовательно для каждого ИД.

Для выхода из режима просмотра «Блокнота» нажмите клавишу **ОТМ**.

10.10. Для проверки работоспособности коммутатора с использованием ТЕСТ-ПРОБЫ подключите тест-пробу к гнезду **N1** на задней стенке коммутатора К-004ТС, установите параметры измерений согласно п.5 и измерьте величину Кп для ИД **N1,** значение которойдолжно составлять \_\_\_\_±\_\_\_ мкм/год, что свидетельствует о правильной работе универсального коррозиметра, целостности соединительных проводов и коммутатора К-004ТС. Аналогично проведите последовательную проверку работоспособности для всех гнезд на задней панели коммутатора. При этом величины **Т3** и **Т4** для сокращения времени проверки можно установить равными 5 с.

# 11. ТАБЛИЦА ПЕРЕСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОРРОЗИИ ДЛЯ СТАЛИ Ст3 В РАЗЛИЧНЫХ ЕДИНИЦАХ ИЗМЕРЕНИЯ

Для того, чтобы провести пересчет показаний коррозиметра (мкм/год) необходимо умножить полученные при измерении величины на соответствующий множитель из таблицы 11.1. Например, для стали в коррозионной среде были получены величины показателей сплошной коррозии соответственно 25 мкм/год, что составит 25\*0,001=0,025 мм/год, 25\*0,00089=0,02225 г/м2\*ч, 25\*0,0214=0,535 г/м2\*сут.

Таблица 11.1.

Пересчет показателей коррозии для стали СТ3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Металл | Коррозионные показатели | | | |
| К1, мкм/год | К2, мм/год | К3, г/м2\*ч | К4, г/м2\*сут |
| Множитель для пересчета показаний коррозиметра из мкм/год в другие единицы | | | |
| Сталь Ст.3 | 1 = | 0,001 = | 0,00089 = | 0,0214 |

# 12. ПРИМЕРНАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРРОЗИМЕТРА

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Общая коррозия**  **(мкм/год)** | **Питтинг**  **(мкм/год)** | **Заключение** |
| Высокая(250) | Низкий (25) | Равномерная коррозия  почти без питтинга |
| Средняя (125) | Средний (125) | Практически равномерная  коррозия с небольшим питтингом. |
| Низкая (25) | Высокий (250) | Сильный питтинг при  небольшой скорости общей коррозии |

# 13. УПАКОВКА, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

13.1. Коррозиметр упаковывается в тару предприятия-изготовителя.

13.2. Транспортирование коррозиметра в упаковочной таре производится в закрытом транспорте любого вида в условиях, не превышающих предельные заданные значения:

- температура окружающего воздуха от минус 25 до плюс 55 оС;

- относительная влажность окружающего воздуха до 95% при 25 оС;

- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) 84 -106 (630-800);

- транспортная тряска:

число ударов в минуту 80 - 120;

максимальное ускорение, м/с2 30;

продолжительность воздействия, ч 1.

13.3. После транспортирования и хранения при температуре ниже 0 оС необходимо выдержать ИП при рабочих условиях применения (см. п. 4.1) не менее 8 часов.

13.4. Хранение коррозиметра до введения в эксплуатацию производится в упаковочной таре предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха от +5 до +40 оС и относительной влажности не более 90% (при 25 оС). В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

# 14. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Коррозиметр универсальный «ЭКСПЕРТ-004» заводской №\_\_\_\_\_\_\_\_\_ соответствует ТУ 4215-006-52722949-04 и признан годным к эксплуатации.

Дата изготовления «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_г.

Отметка ОТК\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

М.П.

**15. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА**

15.1. Гарантийный срок эксплуатации коррозиметра составляет 18 месяцев со дня продажи (при соблюдении условия п. 15.2). ИД являются расходным материалом и гарантийному обслуживанию не подлежат

15.2. Гарантийный срок хранения коррозиметра составляет 6 месяцев с дня выпуска из производства.

15.3. Безвозмездный ремонт коррозиметра в течение гарантийного срока эксплуатации производится предприятием-изготовителем.

15.4. Гарантия не распространяется на приборы, получившие повреждения вследствие нарушения пользователем правил эксплуатации (раздел № 4), транспортирования и хранения (раздел № 13).

15.5. При ремонте прибора в течение гарантийного срока эксплуатации гарантия продлевается на время, затраченное предприятием-изготовителем на устранение неисправности.

15.6. При неисправности коррозиметра в период гарантийного срока потребитель должен составить акт с указанием признаков неисправностей. Акт с указанием точного адреса и контактным номером телефона потребителя направляется предприятию изготовителю/