
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р
9.605-
2021

Единая система защиты от коррозии и старения
Электрохимическая защита
ЭЛЕКТРОДЫ СРАВНЕНИЯ
Общие технические условия

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2021

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Ассоциацией содействия в реализации инновационных программ в области противокоррозионной защиты и технической диагностики «СОПКОР» (СРО «СОПКОР»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 214 «Защита изделий и материалов от коррозии, старения и биоповреждений»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от _____ № _____

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)

© Стандартиформ, оформление, 2021

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1	Область применения
2	Нормативные ссылки.....
3	Термины, определения и сокращения.....
4	Классификация
5	Технические требования.....
5.1	Основные показатели и характеристики.....
5.2	Требования к сырью, материалам, покупным изделиям.....
5.3	Комплектность.....
5.4	Маркировка.....
5.5	Упаковка.....
6	Требования безопасности и охраны окружающей среды
7	Правила приемки.....
8	Методы контроля.....
9	Транспортирование и хранение.....
10	Указания по эксплуатации
11	Гарантии изготовителя.....
Приложение А	(обязательное) Определение значения собственного потенциала переносных и стационарных электродов сравнения.....
Приложение Б	(рекомендуемое) Определение стабильности собственного потенциала переносных и стационарных электродов сравнения во времени.....
Приложение В	(рекомендуемое) Определение времени выхода на рабочий режим стационарного электрода сравнения длительного действия после изменения режима поляризации вспомогательного электрода.....
Приложение Г	(рекомендуемое) Определение величины переходного сопротивления электрода сравнения.....
Приложение Д	(рекомендуемое) Определение работоспособности электрода сравнения длительного действия при избыточном наружном давлении.....
Приложение Е	(рекомендуемое) Определение работоспособности стационарных электродов сравнения при циклическом воздействии отрицательных температур.....
	Библиография.....

Единая система защиты от коррозии и старения**Электрохимическая защита****ЭЛЕКТРОДЫ СРАВНЕНИЯ****Общие технические условия**

Unified system of corrosion and ageing protection. Electrochemical protection.

Reference electrode. General specifications

Дата введения — — —

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на электроды сравнения, применяемые в промышленности в системах контроля эффективности систем электрохимической защиты.

Настоящий стандарт устанавливает общие технические требования к электродам сравнения, применяемым в промышленности, а также методы и средства, необходимые для проведения испытаний с целью подтверждения соответствия их технических и эксплуатационных характеристик.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 12.1.007 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.3.009 Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности

ГОСТ 17.1.1.04 Охрана природы. Гидросфера. Классификация подземных вод по целям водопользования

ГОСТ 26.020 Шрифты для средств измерений и автоматизации. Начертания и основные размеры

ГОСТ 166 (ИСО 3599—76) Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 427 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ Р 9.6 —2021

ГОСТ 4233 Реактивы. Натрий хлористый. Технические условия

ГОСТ 4234 Реактивы. Калий хлористый. Технические условия

ГОСТ 7502 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 14192 Маркировка грузов

ГОСТ 15150 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 17792 Электрод сравнения хлорсеребряный насыщенный образцовый 2-го разряда

ГОСТ 19710 Этиленгликоль. Технические условия

ГОСТ 22483 (IEC 60228:2004) Жилы токопроводящие для кабелей, проводов и шнуров

ГОСТ 23216 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний

ГОСТ 24297 Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля

ГОСТ 30630.2.1 Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на устойчивость к воздействию температуры

ГОСТ 31996 Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кВ. Общие технические условия

ГОСТ Р 2.601 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы

ГОСТ Р 8.568 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения

ГОСТ Р 15.301 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство

ГОСТ Р 27.403 Надежность в технике. Планы испытаний для контроля вероятности безотказной работы

ГОСТ Р 51372 Методы ускоренных испытаний на долговечность и сохраняемость при воздействии агрессивных и других специальных сред для технических изделий, материалов и систем материалов. Общие положения

ГОСТ Р 51908 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части условий хранения и транспортирования

ГОСТ Р 53228 Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил можно проверить в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **изготовитель:** Юридическое или физическое лицо, представляющее изготовленную продукцию и имеющее на нее юридические права.

3.1.2 **электрод сравнения:** Устройство с устойчивым и воспроизводимым потенциалом, которое может быть использовано для измерения других электродных потенциалов.

3.1.3 **электрохимическая защита:** Защита металла от коррозии, осуществляемая поляризацией от внешнего источника тока или путем соединения с металлом (протектором), имеющим более отрицательный или более положительный потенциал, чем у защищаемого металла.

3.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

КД – конструкторская документация;

ЭС – электрод сравнения;

ЛЭС – лабораторный электрод сравнения;

НД – нормативный документ;

ПЭС – переносной электрод сравнения;

СЭСДД – стационарный электрод сравнения длительного действия;

ТУ – технические условия.

4 Классификация

4.1 Классификация по области применения электродов сравнения приведена в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Классификация по области применения

Область применения	Классификация по области применения
Лабораторные	ЛЭС
Промышленные переносные	ПЭС
Промышленные стационарные	СЭСДД

4.2 Классификация по типу электродов сравнения, обусловленная используемыми материалами для электрохимической пары «металл – электролит» приведена в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Классификация по типу электродов сравнения

Тип электрода сравнения	Классификация по типу
Медносульфатные (Cu/Cu ²⁺)	ЭМС (Cu)
Хлорсеребряные (Ag/Ag ⁺)	ЭХС (Ag)
Цинковые (Zn)	ЭЦН (Zn)
Иные типы	И (*)
* Указывают материал рабочего электрода, контактирующий с заполнителем или окружающей средой.	

4.3 Для идентификации электродов сравнения, производимых разными изготовителями, с учетом классификационных признаков в проектной, закупочной и эксплуатационной документации условное обозначение электродов сравнения должно содержать:

- полное или сокращенное фирменное наименование изготовителя;
- условное наименование продукции, устанавливаемое изготовителем;
- обозначение НД, в соответствии с которым изготовлено изделие.

Пример условного обозначения электрода сравнения медносульфатного, изготовленного по настоящему стандарту:

ЭМС по ГОСТ Р 9.XXX

5 Технические требования

5.1 Основные показатели и характеристики

5.1.1 Общие показатели и характеристики

5.1.1.1 Электроды сравнения разрабатывают и изготавливают в соответствии с требованиями настоящего стандарта по нормативным документам, утвержденным в установленном порядке.

5.1.1.2 Электроды сравнения в общем случае должны состоять из следующих основных составных элементов:

- корпуса;
- рабочего электрода;
- кабельного вывода;

- контактного узла кабеля с рабочим электродом.

5.1.1.3 В зависимости от индивидуального исполнения электроды сравнения могут содержать:

- корпус или двойной корпус, обеспечивающий ионный обмен с окружающей средой;

- влагоудерживающую засыпку (оболочку);

- наполнитель корпуса (электролит);

- вспомогательный электрод;

- другие устройства.

5.1.1.4 СЭСДД должны обеспечивать стабильность собственного потенциала при эксплуатации и длительном контакте с окружающей средой (грунтом), в условиях воздействия внешних механических и климатических факторов в течение всего установленного срока службы.

5.1.1.5 Внешний вид и конструкция электродов сравнения должны соответствовать КД изготовителя.

5.1.1.6 Габаритные размеры и масса электродов сравнения должны соответствовать КД изготовителя.

5.1.2 Требования к лабораторным электродам сравнения

5.1.2.1 ЛЭС, применяющиеся при электрохимических лабораторных испытаниях и исследованиях, а также использующиеся в качестве образцовых электродов сравнения при испытаниях ПЭС и СЭСДД, должны соответствовать требованиям ГОСТ 17792.

5.1.2.2 Номинальное значение собственного потенциала образцового хлорсеребряного ЛЭС относительно нормального водородного электрода (н. в. э) при температуре окружающей среды 20 °С должно находиться в пределах от 0,1995 до 0,2045 В.

5.1.3 Требования к промышленным переносным электродам сравнения

5.1.3.1 Потенциал ПЭС относительно образцового хлорсеребряного ЛЭС в технической воде по ГОСТ 17.1.1.04 при температуре 20 °С должен составлять:

- (118 ± 10) мВ – для медносульфатного электрода;

- (0 ± 4) мВ – для хлорсеребряного электрода;

- минус (970 ± 15) мВ – для цинкового электрода.

5.1.3.2 Нестабильность потенциала ПЭС, характеризующаяся изменением во времени собственного потенциала электрода относительно начального значения за период 8 ч, должна быть не более ±5 мВ.

5.1.3.3 Для ПЭС, применяемых при проведении коррозионных обследований, разность потенциалов между электродами не должна превышать 5 мВ.

5.1.3.4 Переходное сопротивление растеканию ПЭС в диапазоне рабочих температур не должно превышать 6 кОм.

5.1.3.5 Диапазон рабочих температур для ПЭС должен быть не менее от минус 5 °С до плюс 45 °С.

5.1.4 Требования к промышленным стационарным электродам сравнения длительного действия

5.1.4.1 Допустимый диапазон потенциалов СЭСДД различных типов относительно образцового хлорсеребряного ЛЭС, заполненного хлористым калием (KCl) по ГОСТ 4234, и состав испытательных сред, в которых следует проводить измерение потенциалов СЭСДД, указан в таблице 3.

Таблица 3 – Потенциалы СЭСДД в испытательных средах

Тип СЭСДД	Потенциал относительно образцового хлорсеребряного ЛЭС, мВ	Разность потенциалов между электродами, изготовленными в одной партии, мВ*, не более,	Испытательная среда, состав
Медносульфатный Cu/Cu ²⁺	100 ± 20	15	Вода техническая по ГОСТ 17.1.1.04
Хлорсеребряный Ag/Ag ⁺	5 ± 6	6	3 %-ный раствор NaCl**
Цинковый Zn	970 ± 15	15	3 %-ный раствор NaCl**

Окончание таблицы 3

Тип СЭСДД	Потенциал относительно образцового хлорсеребряного ЛЭС, мВ	Разность потенциалов между электродами, изготовленными в одной партии, мВ*, не более,	Испытательная среда, состав
Иные типы электродов***	$\varphi^{*4} \pm 10$	15	Вода техническая по ГОСТ 17.1.1.04 или 3 %-ный раствор NaCl *5
<p>* Указано допустимое отклонение собственного потенциала электрода от потенциала, нормируемого изготовителем в ТУ на СЭСДД.</p> <p>** Реактив NaCl не хуже чем марка чистый (ч.) по ГОСТ 4233.</p> <p>*** Для применения в системах дистанционного коррозионного мониторинга.</p> <p>*4 φ – величина собственного потенциала, указанная изготовителем в ТУ на СЭСДД.</p> <p>*5 В зависимости от области применения СЭСДД, указанного в ТУ на СЭСДД.</p>			

5.1.4.2 Стабильность собственного потенциала СЭСДД в испытательных средах во времени указана в таблице 4.

Т а б л и ц а 4 – Стабильность во времени собственного потенциала СЭСДД в испытательных средах

Тип СЭСДД	Допустимое изменение собственного потенциала СЭСДД, мВ, не более	
	за 30 суток	за 90 суток
Медносульфатный Cu/Cu ²⁺	15	30
Хлорсеребряный Ag/Ag ⁺	3	7,5
Цинковый Zn	15	30
Иные типы электродов	15	30

Приемочным критерием для СЭСДД является обеспечение обоих показателей.

5.1.4.3 СЭСДД после необходимых подготовительных мероприятий, которые должны быть указаны изготовителем в руководстве по эксплуатации, должен быть приведен в рабочее состояние и готов к использованию для измерений потенциала в течение времени не более 3 сут после завершения монтажа.

Готовностью СЭСДД к использованию для измерений потенциала следует считать соответствие установившегося значения потенциала СЭСДД значениям, указанных в таблице 3.

5.1.4.4 Применение на подземных сооружениях иных типов СЭСДД, приведенных в таблице 3, возможно только в системах дистанционного коррозионного мониторинга, при этом в паспорте на электрод сравнения должен быть указан потенциал электрода сравнения относительно хлорсеребряного ЛЭС с допустимым отклонением в пределах ± 10 мВ.

5.1.4.5 Переходное сопротивление СЭСДД на тридцатые сутки выдержки электрода в испытательной среде в диапазоне рабочих температур должно составлять не более 6 кОм.

5.1.4.6 Для СЭСДД, предназначенных для применения в морских условиях, изготовитель в паспорте на электрод сравнения должен указать максимальную глубину размещения электрода сравнения (максимальное рабочее наружное давление), при котором электрод сравнения сохраняет свою работоспособность.

5.1.4.7 Конструкция и технические характеристики СЭСДД должны соответствовать категории размещения 5 по ГОСТ 15150 в условиях воздействия рабочей температуры окружающей среды от минус 5 °С до плюс 45 °С и относительной влажности до 100 % (при температуре окружающей среды 35 °С).

5.1.4.8 При снижении температуры окружающей среды до минус 20 °С СЭСДД не должен необратимо выходить из строя и после возвращения температуры в рабочий диапазон электрод сравнения должен восстановить работоспособность и технические характеристики, указанные в таблице 3 и 5.1.4.5.

5.1.4.9 При циклическом воздействии температур от минус 20 °С до плюс 45 °С (не менее пяти циклов), корпус и отдельные элементы СЭСДД не должны иметь трещин или других повреждений, нарушающих герметичность электрода сравнения.

5.1.4.10 Для предотвращения выхода из строя СЭСДД при воздействии отрицательных температур, допускается вводить добавки, влияющих на температуру замерзания рабочего электролита в корпусе электрода сравнения, например, этиленгликоль по ГОСТ 19710. При наличии указанных добавок электрохимические характеристики СЭСДД должны соответствовать нормируемым показателям таблиц 3 и 4.

5.1.4.11 СЭСДД после изменения поляризации сооружения (стального электрода) должен обеспечивать измерение потенциала сооружения с погрешностью ± 10 мВ по прошествии 10 мин с момента изменения поляризации.

5.1.4.12 Нормативный срок эксплуатации СЭСДД должен составлять не менее пяти лет с момента установки.

5.1.4.13 Назначенный срок хранения СЭСДД должен составлять не менее 24 мес с момента изготовления электрода.

5.1.5 Требования к кабельному выводу и контактному узлу переносных и стационарных электродов сравнения длительного действия

5.1.5.1 Материал оболочки кабельного вывода от электрода сравнения должен соответствовать условиям эксплуатации ПЭС или СЭСДД, быть устойчивым к воздействию окружающей среды.

5.1.5.2 Длина кабельного вывода электрода сравнения в стандартном исполнении должна быть не менее:

- 1,5 м – для ПЭС;
- 5 м – для СЭСДД, устанавливаемых на подземных сооружениях;
- 1 м – для СЭСДД, устанавливаемых на морских объектах.

Длина кабельного вывода при изготовлении электродов сравнения определяется требованием потребителя при заказе. Допускается изготавливать ПЭС без кабельного вывода, но с клеммой на корпусе для подключения измерительного прибора.

5.1.5.3 Провод (кабель) от электрода сравнения следует выбирать с учетом необходимости обеспечения его надежности в условиях эксплуатации, и он должен соответствовать требованиям ГОСТ 31996, по климатическим условиям эксплуатации – ГОСТ 15150, а также следующим требованиям:

- содержать токопроводящую медную многопроволочную жилу сечением не менее 0,75 мм²;
- класс токопроводящей жилы по ГОСТ 22483 должен быть не ниже чем 3-й для ПЭС и 2-й для СЭСДД;
- не иметь трещин, вмятин, пузырей и других дефектов на поверхности оболочки.

5.1.5.4 Для СЭСДД место соединения токопроводящей жилы провода (кабеля) с рабочим электродом (контактный узел) должно быть надежно изолировано от воздействия внешней среды и исключать проникновение грунтового электролита в процессе эксплуатации электрода сравнения.

5.1.5.5 Крепление кабеля к рабочему электроду ПЭС и СЭСДД, включая контактный узел и герметизирующий элемент с корпусом электрода сравнения, должно выдерживать усилие на разрыв не менее 20-кратной собственной массы электрода сравнения.

5.2 Требования к сырью, материалам, покупным изделиям

5.2.1 Применяемые для изготовления электродов сравнения покупные изделия и материалы должны быть устойчивыми к воздействию окружающей природной среды при транспортировании, хранении, строительстве и эксплуатации изделия.

5.2.2 Применяемые покупные изделия и материалы должны иметь сопроводительный документ, подтверждающий качество материала и/или приемку покупных изделий службой (отделом) технического контроля изготовителя.

5.2.3 Рабочий элемент вспомогательного электрода (при условии комплектации электрода сравнения) должен быть изготовлен из углеродистой стали и иметь площадь рабочей поверхности в стандартном исполнении 6,25 или 1,00 см². Допускается по требованию потребителя исполнение рабочей поверхности другой площади. Длина кабельного вывода от вспомогательного электрода должна соответствовать длине кабельного вывода электрода сравнения.

5.2.4 Материалы и комплектующие должны соответствовать установленным требованиям изготовителя и иметь сопроводительные документы о качестве (паспорта и/или сертификаты), подтверждающие их качество.

5.2.5 Изготовитель электродов сравнения должен проводить входной контроль (верификацию) используемых покупных изделий и материалов согласно ГОСТ 24297.

5.3 Комплектность

5.3.1 В комплект поставки электродов сравнения должны входить:

- электрод сравнения с кабельным выводом;
- эксплуатационные документы по ГОСТ Р 2.601 (руководство по эксплуатации, паспорт или объединенный документ).

5.3.2 В комплект поставки с электродом сравнения по требованию потребителя могут быть включены:

- вспомогательный электрод, если он отсутствует в конструкции СЭСДД;
- наполнитель (электролит) корпуса электрода сравнения;
- внешняя оболочка электрода с материалом, снижающим потерю электролита из корпуса электрода сравнения;
- другие устройства.

5.4 Маркировка

5.4.1 Электрод сравнения должен иметь маркировку (этикетку), нанесенную непосредственно на корпус электрода или прикрепленную к корпусу (кабелю) со следующей информацией:

- товарного знака и/или наименования предприятия-изготовителя;

- наименования и/или условного обозначения электрода сравнения;
- заводского (серийного) номера;
- даты изготовления;
- обозначения ТУ;
- соответствия настоящему стандарту.

5.4.2 Маркировочные надписи должны быть выполнены способом, принятым изготовителем и обеспечивать хорошую разборчивость и читаемость в течение всего срока хранения, а также: для ЛЭС и ПЭС – в течение всего срока службы, для СЭСДД – до установки электрода сравнения на объекте (размещения в грунте).

5.4.3 Следует использовать шрифт для маркировки Пр3 или Пр41 по ГОСТ 26.020.

5.5 Упаковка

5.5.1 Каждый электрод сравнения должен быть уложен во внутреннюю упаковку типа ВУ-IIА по ГОСТ 23216.

5.5.2 Провод (кабель) электрода сравнения должен быть смотан в бухту и уложен в транспортную упаковку (тару) вместе с электродом сравнения.

5.5.3 Эксплуатационная документация должна быть упакована по ГОСТ 23216 в пакет из полиэтиленовой пленки и вложена в транспортную упаковку (тару) вместе с электродом сравнения.

5.5.4 На упаковочную тару должны быть нанесены манипуляционные знаки по ГОСТ 14192: № 1 «Хрупкое. Осторожно», № 11 «Верх» и № 18 «Не кантовать».

6 Требования безопасности и охраны окружающей среды

6.1 Технические и эксплуатационные документы на электроды сравнения должны содержать экологические требования (требования экологичности), а также правила их хранения, эксплуатации и утилизации.

6.2 Материалы, используемые для изготовления электродов сравнения при соблюдении режимов их изготовления и хранения не должны выделять вредных продуктов в концентрациях, опасных для организма человека, и по степени воздействия должны относиться к четвертому классу опасности по ГОСТ 12.1.007 (малоопасные вещества).

6.3 Производство электродов сравнения не должно наносить вреда персоналу, занятому в производстве, и окружающей природной среде и должно соответствовать [1].

6.4 При проведении испытаний, эксплуатации, хранении, транспортировании, а также при утилизации электродов сравнения должны быть приняты меры по предотвращению неблагоприятного воздействия на окружающую среду и здоровье человека.

7 Правила приемки

7.1 Для контроля качества и приемки электродов сравнения на предприятии-изготовителе осуществляют следующие основные категории испытаний:

- квалификационные;
- приемо-сдаточные;
- периодические.

Правила проведения испытаний и приемки электродов сравнения должны соответствовать требованиям настоящего стандарта.

7.2 Квалификационные испытания проводят в соответствии с ГОСТ Р 15.301 при разработке и постановке на производство новых конструкций электродов сравнения. Количество образцов электродов сравнения для квалификационных испытаний должно быть не менее 3 шт.

7.3 Приемо-сдаточным испытаниям подлежат электроды сравнения из одной партии в объеме не менее 5 % от выпущенной партии, но не менее 3 шт.

7.4 Типовой перечень приемо-сдаточных испытаний электродов сравнения приведен в таблице 5.

7.5 Периодические испытания проводят раз в пять лет в объеме, установленном в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень квалификационных, приемо-сдаточных и периодических испытаний электродов сравнения

Наименование испытания	Структурные элементы настоящего стандарта		Виды испытаний		
	Технические требования	Метод контроля	приемо-сдаточные	периодические	квалификационные
Испытания при нормальных климатических условиях					
1 Проверка внешнего вида и конструкции электродов сравнения	5.1.1.2, 5.1.1.3, 5.1.1.5, 5.1.5.1 – 5.1.5.4	8.1	+	–	+
2 Проверка габаритных размеров и длины кабеля	5.1.1.6, 5.1.5.2, 5.2.3	8.2	–	+	+
3 Проверка массы	5.1.1.6	8.3	–	+	+
4 Проверка комплектности	5.3.1, 5.3.2	8.4	+	–	+
5 Проверка маркировки электродов сравнения	5.4.1 – 5.4.3	8.5	+	–	+
6 Проверка упаковки	5.5.1 – 5.5.4	8.6	+	–	+
7 Проверка нанесения манипуляционных знаков на упаковку	5.5.4	8.7	+	–	+
8 Проверка требований к кабельному выводу и проводу (кабелю)	5.1.5.1, 5.1.5.3	8.8	+	–	+
9 Проверка качества контактного узла	5.1.5.4	8.9	–	+	+
10 Проверка механической прочности узла крепления кабеля	5.1.5.5	8.10	–	+	+

Продолжение таблицы 5

Наименование испытания	Структурные элементы настоящего стандарта		Виды испытаний		
	Технические требования	Метод контроля	приемо-сдаточные	периодические	квалификационные
11 Проверка характеристик ЛЭС	5.1.2.1, 5.1.2.2	8.11	+	–	+
12 Проверка значения собственного потенциала ПЭС и СЭСДД относительно ЛЭС	5.1.3.1, 5.1.4.1	8.12	–	+	+
13 Проверка стабильности собственного потенциала ПЭС и СЭСДД во времени	5.1.3.2, 5.1.4.2	8.13	–	+	+
14 Проверка разности потенциалов между электродами ПЭС и СЭСДД	5.1.3.3, 5.1.4.1	8.14	–	+	+
15 Проверка скорости (времени) выхода на рабочий режим СЭСДД после изменения режима поляризации вспомогательного электрода (датчика потенциалов)	5.1.4.11	8.15	–	+	+
16 Проверка переходного сопротивления ПЭС и СЭСДД	5.1.3.4, 5.1.4.5	8.16	–	+	+
17 Проверка величины максимального наружного рабочего давления (для морских электродов сравнения)	5.1.4.6	8.17	–	+	+
18 Проверка требований к вспомогательному электроду	5.2.3	8.18	–	–	+
19 Проверка долговечности СЭСДД	5.1.4.12, 7.8	8.19	–	–	–

Наименование испытания	Структурные элементы настоящего стандарта		Виды испытаний		
	Технические требования	Метод контроля	прямо-сдаточные	периодические	квалификационные
Испытания при воздействии внешних климатических факторов					
20 Проверка устойчивости электродов сравнения к воздействию рабочих температур окружающей среды при эксплуатации	5.1.3.5, 5.1.4.7	8.20	–	+	+
21 Проверка работоспособности СЭСДД при циклическом воздействии отрицательных температур	5.1.4.8, 5.1.4.9	8.21	–	+	+
22 Проверка устойчивости электродов сравнения к воздействию температуры окружающей среды при транспортировании и хранении	9.4, 9.5	8.22	–	–	+
<p>Примечания</p> <p>1 Знак «+» означает, что данный вид испытания обязательно применяется.</p> <p>2 Знак «–» означает, что данный вид испытания не применяется.</p>					

7.6 При изменении конструкции, технологии изготовления и/или материалов ЭС, если эти изменения могут повлиять на технические и эксплуатационные характеристики, проводят типовые испытания. Объем дополнительных испытаний выбирают в зависимости от характера изменений из перечня квалификационных испытаний.

7.7 Электроды сравнения считаются выдержавшими испытания, если их характеристики соответствуют требованиям настоящего стандарта и ТУ изготовителя.

7.8 При установившемся производстве электродов сравнения следует проводить испытания на надежность (долговечность) согласно ГОСТ Р 51372 и [2].

Испытания на надежность являются отдельным видом испытаний.

Испытания на надежность проводит изготовитель, начиная с первого года промышленного выпуска электродов сравнения. Допускается испытания на надежность проводить в рамках опытно-промышленной эксплуатации электродов сравнения.

7.9 Общие требования к подготовке испытаний приведены в 7.9.1 – 7.9.4.

7.9.1 Испытания электродов сравнения проводят в закрытом отапливаемом в зимний период помещении, в нормальных климатических условиях согласно ГОСТ 15150, если другие условия не указаны при изложении конкретных методов контроля:

- температура окружающей среды (25 ± 10) °С;
- относительная влажность воздуха от 45 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (630 – 800 мм рт.ст.).

7.9.2 Испытательная лаборатория должна быть оборудована распределительным устройством электропитания от промышленной сети частотой 50 Гц с номинальным напряжением питания 220/230 В для питания средств измерения, вспомогательного и технологического оборудования, для которого требуется электропитание.

7.9.3 Перед началом испытаний доставленные на место проведения испытаний электроды сравнения выдерживают в помещении в нормальных климатических условиях в течение не менее 24 ч.

7.9.4 Применяемое при испытаниях электродов сравнения испытательное оборудование должно быть аттестовано согласно ГОСТ Р 8.568. Средства измерений должны быть поверены или калиброваны в установленном порядке.

8 Методы контроля

8.1 Проверку соответствия требованиям к конструкции и внешнему виду электродов сравнения (см. показатель 1 таблицы 5) проводят визуально путем внешнего осмотра и сличения изготовленных электродов сравнения с требованиями настоящего стандарта, ТУ и КД изготовителя.

При внешнем осмотре проверяют соответствие электродов сравнения КД и отсутствие механических повреждений.

8.2 Проверку габаритных размеров электродов сравнения и кабельного ввода (см. показатель 2 таблицы 5) проводят прямым (непосредственным) измерением размеров измерительным инструментом: измерительной линейкой по ГОСТ 427 и/или штангенциркулем по ГОСТ 166, и сравнением с указанными размерами в КД изготовителя.

Габаритные размеры электродов сравнения должны соответствовать указанным в КД на конкретный тип электрода сравнения.

8.3 Массу электродов сравнения (см. показатель 3 таблицы 5) проверяют взвешиванием на весах высокого класса точности (II) по ГОСТ Р 53228.

Масса электродов сравнения должна соответствовать указанной в КД на конкретный тип электрода сравнения.

8.4 Комплектность электродов сравнения (см. показатель 4 таблицы 5) проверяют визуально сличением фактически предъявленного комплекта поставки с указанным в настоящем стандарте и в ТУ на конкретный тип электрода сравнения.

Комплектность электродов сравнения должна соответствовать указанной в настоящем стандарте и в ТУ на конкретный тип электрода сравнения.

8.5 Проверку маркировки электродов сравнения (см. показатель 5 таблицы 5) проводят визуально, сличением фактической маркировки с указанной в требованиях настоящего стандарта, ТУ и КД изготовителя.

Маркировка электродов сравнения должна соответствовать указанной в требованиях настоящего стандарта, ТУ и КД изготовителя на конкретный тип электрода сравнения.

8.6 Проверку транспортной упаковки (тары) электродов сравнения (см. показатель 6 таблицы 5) проводят визуально, сличением фактической упаковки с указанной в требованиях настоящего стандарта, ТУ и КД изготовителя.

Транспортная упаковка (тара) электродов сравнения должна соответствовать указанной в требованиях настоящего стандарта, ТУ и КД изготовителя на конкретный тип электрода сравнения.

8.7 Проверку маркировки транспортной упаковки (тары) электродов сравнения (см. показатель 7 таблицы 5) проводят визуально, сличением фактической маркировки упаковки с указанной в требованиях настоящего стандарта, ТУ и КД изготовителя.

Маркировка, нанесенная на транспортную упаковку электродов сравнения должна соответствовать указанной в требованиях настоящего стандарта, ТУ и КД изготовителя на конкретный тип электрода сравнения.

8.8 Проверку конструкции кабельного вывода (см. показатель 8 таблицы 5) проводят визуально сличением конструкции кабельного вывода с указанной в требованиях настоящего стандарта, ТУ и КД изготовителя.

Проверку типа используемого провода (кабеля) проводят визуально сличением с маркировкой и/или сопроводительными документами на провод (кабель).

Проверку состояния оболочки провода (кабеля) проводят визуально.

Конструкция кабельного вывода, тип и состояние оболочки провода (кабеля) должны соответствовать требованиям, указанным в требованиях настоящего стандарта и в ТУ изготовителя.

8.9 Проверку требований к контактному узлу электродов сравнения (см. показатель 9 таблицы 5) проводят визуально путем внешнего осмотра и сличения конструкции контактного узла с требованиями настоящего стандарта, ТУ и КД изготовителя. Визуальный осмотр осуществляют по окончании всего комплекса испытаний электродов сравнения и проводят при механическом вскрытии наружной изоляции контактного узла и герметика (заполнителя), при котором обеспечивается контроль наличия влаги внутри контактного узла, вплоть до места соединения электрода и кабеля.

Контактный узел должен соответствовать требованиям, указанным в настоящем стандарте, ТУ и КД изготовителя. Под наружной изоляцией контактного узла наличие свободной влаги не допускается.

8.10 Проверку механической прочности соединения провода (кабеля) в контактном узле электрода сравнения на выдерживаемую статическую механическую нагрузку на разрыв (разрывное усилие) (см. показатель 10 таблицы 5) проводят в следующей последовательности:

- испытуемый электрод сравнения устанавливают кабелем вниз в стационарном приспособлении, фиксирующем его положение и препятствующем его продольному перемещению при воздействии усилия на кабель;

- к кабелю, на расстоянии не менее 200 мм от контактного узла, прикрепляют груз с нормированной массой, создающий расчетную гравитационную нагрузку, составляющую не менее двадцатикратной массы электрода сравнения (без учета массы кабеля);

- груз без рывков отпускают вниз и оставляют на 10 мин в нагруженном состоянии, по прошествии которых груз снимают.

По окончании испытаний должен быть осуществлен визуальный осмотр контактного узла и самого кабеля. Не допускается деформация контактного узла,

трещины корпуса и участка герметизации, а также нарушение оболочки самого кабеля. Не допускается отрыв токопроводящей жилы кабеля от внутренних элементов конструкции электрода сравнения, который проверяют проверкой собственного потенциала электрода сравнения по методике 8.12.

8.11 Проверку характеристик ЛЭС (см. показатель 11 таблицы 5) осуществляют сличением паспорта на электрод сравнения (сертификата качества) и оценкой соответствия требованиям настоящего стандарта.

8.12 Проверку значения собственного потенциала ПЭС и СЭСДД (см. показатель 12 таблицы 5) проводят измерением собственного потенциала по отношению к ЛЭС по методике, приведенной в приложении А.

Значение потенциала проверяемого электрода сравнения ПЭС при температуре окружающей среды 20 °С должно соответствовать указанному в 5.1.3.1.

Значение потенциала проверяемого электрода сравнения СЭСДД при температуре окружающей среды 20 °С должно соответствовать указанному в таблице 3.

При температуре испытательной среды отличной от 20 °С используют формулу (А.1) (приложение А) для расчета значения потенциала проверяемого электрода.

8.13 Проверку стабильности собственного потенциала ПЭС и СЭСДД во времени (см. показатель 13 таблицы 5) проводят по методике, приведенной в приложении Б.

Стабильность собственного потенциала электродов сравнения должна составлять:

- для ПЭС согласно указанной в 5.1.3.2;
- для СЭСДД согласно указанной в 5.1.4.2.

8.14 Проверку разности потенциалов между электродами сравнения, представленных на испытания (см. показатель 14 таблицы 5), проводят по методике, приведенной в приложении А.

Последовательно измеряют значения собственного потенциала для каждого проверяемого электрода сравнения из представленной партии и вычисляют разность потенциалов между электродами.

Разность потенциалов между электродами сравнения должна быть не более:

- указанной в 5.1.3.3 – для ПЭС,
- указанной в таблице 3 – для СЭСДД.

8.15 Проверку скорости (времени) выхода на рабочий режим СЭСДД после изменения режима поляризации вспомогательного электрода (датчика потенциалов) (см. показатель 15 таблицы 5) проводят по методике, приведенной в приложении В.

Время выхода на рабочий режим должно составлять не более 10 мин после изменения режима поляризации контролируемого объекта (вспомогательного электрода).

8.16 Проверку переходного сопротивления электрода сравнения (см. показатель 16 таблицы 5) проводят по методике, приведенной в приложении Г.

Величина переходного сопротивления испытуемого электрода сравнения должна соответствовать требованиям 5.1.3.4 и 5.1.4.5.

8.17 Проверку работоспособности электрода сравнения длительного действия при избыточном наружном давлении (см. показатель 17 таблицы 5) проводят по методике, приведенной в приложении Д.

Величина максимального наружного рабочего давления, подтвержденная при испытаниях, должна быть не менее указанной изготовителем в паспорте на изделие.

8.18 Проверку требований к вспомогательному электроду, входящему в конструкцию электрода сравнения или поставляемого отдельно от электрода сравнения (см. показатель 18 таблицы 5) проводят визуально путем внешнего осмотра и сличения изготовленных электродов сравнения с требованиями настоящего стандарта, ТУ и КД изготовителя.

При внешнем осмотре проверяют соответствие вспомогательного электрода КД изготовителя и отсутствие механических повреждений.

Проверку площади поверхности вспомогательного электрода проводят прямым измерением размеров штангенциркулем по ГОСТ 166. Далее проводят вычисление площади поверхности рабочей стороны вспомогательного электрода и сравнение с указанными размерами и площадью поверхности в КД изготовителя.

Проверку длины кабеля вспомогательного электрода проводят прямым измерением размеров измерительной линейкой по ГОСТ 427 или измерительной рулеткой по ГОСТ 7502.

Площадь рабочей поверхности и длина кабеля должны соответствовать требованиям 5.2.3.

8.19 Испытания электродов сравнения на долговечность (см. показатель 19 таблицы 5) проводят путем обработки данных о долговечности на основе статистических данных, полученных с мест эксплуатации по ГОСТ Р 51372, в том числе опытно-промышленной эксплуатации, согласно [2].

Параметры плана контроля при испытании на долговечность выбирают по ГОСТ Р 27.403, исходя из планируемой продолжительности испытаний и вероятности долговечной работы 0,9.

Расчет результатов испытаний на долговечность проводят согласно [2].

8.20 Испытания электродов сравнения на стойкость к внешним климатическим воздействиям при эксплуатации (см. показатель 20 таблицы 5)

8.20.1 Испытание электродов сравнения на воздействие верхнего значения рабочей температуры окружающей среды при эксплуатации проводят методом 201-2.1.1 по ГОСТ 30630.2.1.

8.20.2 Испытание электродов сравнения на воздействие нижнего значения рабочей температуры окружающей среды при эксплуатации проводят методом 203-2.2 по ГОСТ 30630.2.1.

8.20.3 Электроды сравнения считают выдержавшими испытание, если в процессе испытания при внешнем осмотре не обнаружены механические повреждения корпуса, мембран и других составных частей электродов сравнения, нарушения герметичности (протечек электролита) и значение собственного потенциала соответствует требованию, указанному в настоящем стандарте и в ТУ изготовителя.

8.21 Испытание электродов сравнения на циклическое воздействие отрицательных температур окружающей среды при эксплуатации (см. показатель 21 таблицы 5) проводят по методике, приведенной в приложении Е.

Электроды сравнения считают выдержавшими испытание, если в процессе испытания при внешнем осмотре не обнаружены механические повреждения корпуса, мембран и других составных частей электродов сравнения, нарушения герметичности (протечек электролита) и значение собственного потенциала соответствует требованию, указанному в настоящем стандарте и в ТУ изготовителя.

8.22 Испытания электродов сравнения на стойкость к внешним климатическим воздействиям при транспортировании и хранении (см. показатель 22 таблицы 5)

8.22.1 Испытание электродов сравнения на воздействие верхнего значения температуры окружающей среды при транспортировании и хранении проводят методом 202-1 по ГОСТ 30630.2.1.

8.22.2 Испытание электродов сравнения на воздействие нижнего значения температуры окружающей среды при транспортировании и хранении проводят методом 204-1 по ГОСТ 30630.2.1.

8.22.3 Электроды сравнения считают выдержавшим испытание, если в процессе испытания при внешнем осмотре не обнаружены механические повреждения

упаковки, корпуса, мембран и других составных частей электродов сравнения, нарушения герметичности (протечек электролита) и значение собственного потенциала соответствует требованию, указанному в настоящем стандарте и в ТУ изготовителя.

9 Транспортирование и хранение

9.1 Условия транспортирования электродов сравнения в части воздействия механических факторов должны соответствовать условиям С по ГОСТ 23216 и ГОСТР 51908, и обеспечивать сохранность электродов сравнения в процессе транспортирования и их технические характеристики.

9.2 Условия транспортирования электродов сравнения должны обеспечивать недопустимость их механического повреждения.

9.3 Электроды сравнения следует транспортировать закрытым автомобильным, железнодорожным, водным транспортом, исключая прямое попадание атмосферных осадков (воды, снега).

9.4 Условия транспортирования электродов сравнения в части воздействия климатических факторов должны соответствовать условиям 5 (ОЖ4) по ГОСТ 15150.

9.5 Условия хранения электродов сравнения в части воздействия климатических факторов должны соответствовать условиям 2 (С) по ГОСТ 15150 в помещениях, исключающих прямое попадание атмосферных осадков (воды, снега).

9.6 Срок хранения СЭСДД с момента изготовления электродов сравнения необходимо устанавливать в ТУ изготовителя.

9.7 Погрузочно-разгрузочные работы при транспортировании и хранении электродов сравнения необходимо осуществлять в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.009.

9.8 При проведении погрузочно-разгрузочных работ электродов сравнения ударные нагрузки не допускаются.

10 Указания по эксплуатации

10.1 Указания по эксплуатации электродов сравнения должны быть приведены в эксплуатационной документации.

10.2 Надежная работа электродов сравнения следует соблюдением условий эксплуатации. Применение электродов сравнения в режимах и условиях, не предусмотренных эксплуатационной документацией, запрещается.

10.3 Доставку электродов сравнения к месту установки необходимо осуществлять в упаковке изготовителя.

10.4 Распаковку электродов сравнения необходимо осуществлять методами, исключающими их повреждение и нарушение маркировки.

10.5 Монтаж и эксплуатацию электродов сравнения необходимо осуществлять в соответствии с утвержденной нормативной и руководящей документацией [3].

10.6 Перед установкой и вводом в эксплуатацию необходимо провести внешний осмотр электродов сравнения на отсутствие механических повреждений, протечек электролита и проверить комплектность поставки.

10.7 Электроды сравнения после проведения необходимых предварительных мероприятий, указанных в руководстве по эксплуатации, должны быть готовы к использованию перед установкой в грунт.

10.8 Электроды сравнения СЭСДД следует устанавливать в грунт на глубину укладки подземного металлического (стального) трубопровода (сооружения) с выводом проводников в контрольно-измерительный пункт или в ковер в соответствии с [3].

11 Гарантии изготовителя

11.1 Изготовитель должен гарантировать соответствие электродов сравнения требованиям настоящего стандарта и ТУ на электроды сравнения конкретных типов при соблюдении поставщиком и потребителем условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации, установленных настоящим стандартом и ТУ изготовителя.

11.2 Гарантийный срок эксплуатации электродов сравнения, поставляемых потребителям в Российской Федерации и страны Таможенного союза, должен быть не менее трех лет со дня ввода электродов сравнения в эксплуатацию, но не более четырех лет со дня передачи (отгрузки) электродов потребителям при условии хранения электродов сравнения в упаковке изготовителя, в условиях в соответствии с настоящим разделом и ТУ изготовителя.

11.3 В случае выхода электродов сравнения из строя в течение гарантийного срока, при условии соблюдения поставщиком и потребителем правил

транспортирования, хранения и эксплуатации, изготовитель должен осуществлять их бесплатный ремонт или замену.

Приложение А
(обязательное)

**Определение значения собственного потенциала переносных и
стационарных электродов сравнения**

А.1 Испытание заключается в проверке собственного потенциала электрода сравнения в течение времени экспозиции образцов в испытательной среде.

А.2 Требования к образцам

А.2.1 Образцами для испытаний являются переносные или стационарные электроды сравнения, изготовленные в одной партии изделий.

А.2.2 Количество параллельных образцов для заданных условий испытаний должно быть не менее трех.

А.3 Средства контроля и вспомогательные устройства:

- испытательная емкость, выполненная из диэлектрического материала, емкостью не менее 10 л;

- электрод сравнения хлорсеребряный насыщенный образцовый 2-го разряда по ГОСТ 17792;

- милливольтметр с входным сопротивлением не менее 10 МОм и погрешностью не более 0,5 мВ;

- термометр от 0 °С до 50 °С;

- часы-секундомер электронный.

А.4 Подготовка к проведению испытания

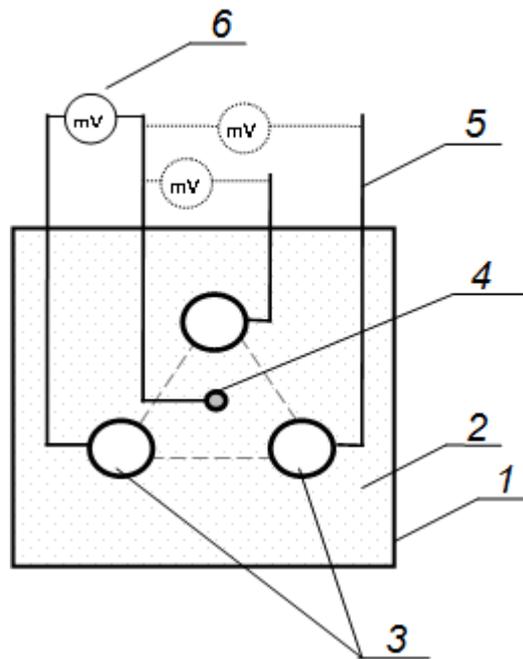
А.4.1 Испытуемые образцы СЭСДД помещают в испытательную емкость до полного погружения корпуса и контактного узла коммутационного кабеля в испытательную среду, состав которой указан в 5.1.3.1 и 5.1.4.1 в зависимости от типа электрода сравнения. ПЭС допускается размещать в испытательной емкости без полного погружения контактного узла кабеля. В емкости образцы располагают на равном удалении друг от друга (от 300 до 700 мм) в соответствии со схемой, представленной на рисунке А.1.

А.4.2 Измеряют температуру испытательной среды.

А.4.3 Выдерживают образцы в испытательной среде в течение периода времени, регламентированного изготовителем, но не более 0,5 ч для ПЭС и не более 72 ч для СЭСДД.

А.4.4 По истечении времени предварительной выдержки в испытательную емкость погружают ЛЭС, относительно которого проводят измерения потенциала каждого испытуемого образца, согласно схеме, представленной на рисунке А.1. На каждом образце проводят не менее трех измерений с интервалом между измерениями не менее 1 мин.

Электрод сравнения считают выдержавшим испытание, если средняя арифметическая величина потенциала испытуемых электродов находится в диапазоне, указанном в таблице 3.



1 – диэлектрический контейнер; 2 – испытательная среда; 3 –испытываемые электроды сравнения; 4 – лабораторный (контрольный) электрод; 5 – кабельный вывод от электрода; 6 – милливольтметр

Рисунок А.1 – Схема измерений разности потенциалов между электродами сравнения

А.5 Обработка результатов испытания

При испытаниях СЭСДД при температуре испытательной среды отличной от 20 °С, должна быть сделана температурная поправка результатов измерений к потенциалу при 20 °С, E_{20} , мВ, по формуле

$$E_{20} = E_T - (K \cdot (T - 20)), \quad (\text{A.1})$$

где E_T – потенциал, измеренный при температуре T , мВ;

K – температурный коэффициент¹;

T – текущая измеренная температура испытательной среды, °С.

А.6 По результатам испытаний составляют протокол, который должен содержать следующие сведения:

- дату проведения испытания;
- наименование испытываемых электродов сравнения;
- сведения о предприятии-изготовителе;
- наименование (состав) испытательной среды;
- температуру испытания, °С;
- тип и собственный потенциал лабораторного электрода сравнения;

¹ При измерении медносульфатного электрода относительно хлорсеребряного электрода $K \approx 0,445$.

ГОСТ Р 9.6 —2021

- результаты измерений потенциала испытываемых электродов сравнения;
- среднюю арифметическую величину потенциала для каждого из испытываемых электродов сравнения.

Приложение Б
(рекомендуемое)

Определение стабильности собственного потенциала переносных и стационарных электродов сравнения во времени

Б.1 Испытание заключается в проверке величины собственного потенциала электрода сравнения в течение длительного времени экспозиции образцов в испытательной среде.

Б.2 Требования к образцам

Б.2.1 Образцами для испытаний являются переносные или стационарные электроды сравнения, изготовленные в одной партии изделий.

Б.2.2 Количество параллельных образцов для заданных условий испытаний должно быть не менее трех.

Б.3 Средства контроля при испытаниях, порядок проведения и обработки результатов измерений при испытаниях соответствует указанным в приложении А (А.3 – А.5).

Б.4 Длительность проведения испытаний образцов составляет:

- не менее 12 ч – для переносных электродов сравнения;
- не менее 125 сут – для стационарных электродов.

Б.5 Периодическое измерение собственного потенциала электродов сравнения следует проводить:

- с интервалом не более 1 ч – для переносных электродов сравнения;
- не реже 1 раза за 3 сут – для стационарных электродов сравнения.

Б.6 Электрод сравнения считают выдержавшим испытание, если потенциал испытуемых электродов находится в диапазоне:

- указанном в 5.1.3.2 – для переносных электродов сравнения;
- указанном в 5.1.4.2 – для стационарных электродов сравнения.

Б.7 По результатам испытаний составляют протокол, который должен содержать следующие сведения:

- даты начала и окончания испытания;
- наименование испытуемых электродов сравнения;
- сведения о предприятии-изготовителе;
- наименование (состав) испытательной среды;
- тип и собственный потенциал лабораторного электрода сравнения;
- диаграмму изменения потенциала испытуемых электродов сравнения в процессе экспозиции, с указанием минимальной и максимальной величины потенциалов за все время испытаний.

Приложение В
(рекомендуемое)

Определение времени выхода на рабочий режим стационарного электрода сравнения длительного действия после изменения режима поляризации вспомогательного электрода

В.1 Испытание заключается в проверке скорости выхода на рабочий режим СЭСДД при изменении режима поляризации вспомогательного электрода.

В.2 Требования к образцам

Образцом для испытаний является стационарный электрод сравнения, один из отобранных для испытаний на стабильность собственного потенциала.

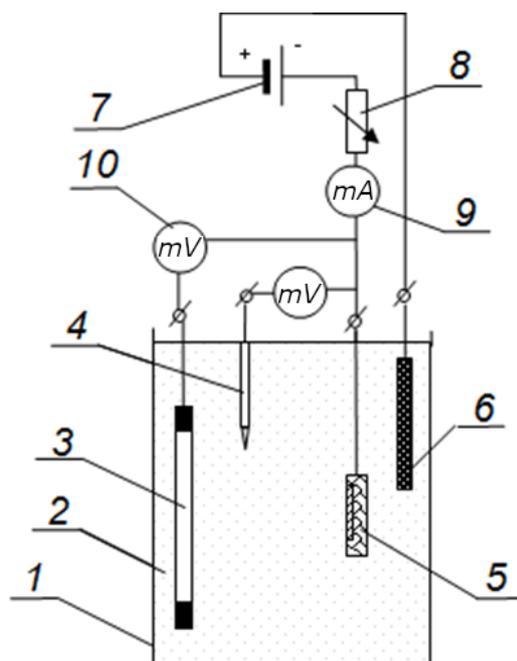
В.3 Средства контроля и вспомогательные устройства:

- испытательная емкость, выполненная из диэлектрического материала, емкостью не менее 5 л;
- электрод сравнения хлорсеребряный насыщенный образцовый 2-го разряда по ГОСТ 17792;
- милливольтметр с входным сопротивлением не менее 10 МОм и погрешностью не более 0,5 мВ;
- миллиамперметр до 1000 мА, погрешность не более 1 %;
- источник постоянного тока, выходной ток – не менее 1 А;
- резистор, регулируемый до 100 Ом;
- рабочий электрод – нержавеющая сталь, не менее 20 x 50 мм;
- вспомогательный электрод – углеродистая сталь, площадь рабочей поверхности не менее 1 см².

В.4 Подготовка к проведению испытания

В.4.1 Испытуемый образец помещают в испытательную емкость до уровня полного погружения части корпуса, обеспечивающей ионный обмен электрода с внешней средой, состав которой должен соответствовать указанному в 5.1.4.1 в зависимости от типа электрода сравнения.

В.4.2 В емкость помещают вспомогательный, рабочий и электрод сравнения и подключают к электрической цепи в соответствии со схемой, представленной на рисунке В.1. Схема размещения электродов должна быть симметричная – электроды следует размещать по воображаемой окружности с расположением в точках 0°, 90°, 180° и 270°.



1 – диэлектрическая емкость; 2 – испытательная среда; 3 – испытуемый электрод сравнения; 4 – лабораторный электрод сравнения; 5 – вспомогательный электрод (катод); 6 – рабочий электрод (анод); 7 – источник тока; 8 – регулирующий резистор; 9 – миллиамперметр; 10 – милливольтметр

Рисунок В.1 – Схема измерений при проверке скорости выхода на рабочий режим СЭСДД при изменении режима поляризации вспомогательного электрода

В.4.3 После выдержки электродов сравнения в течение 5 мин в испытательной среде проводят поочередно измерения милливольтметром 10 естественного потенциала вспомогательного электрода 5 относительно испытуемого электрода сравнения 3 и лабораторного электрода сравнения 4.

В.4.4 Включают источник тока 7 и регулировочным резистором 8 смещают потенциал вспомогательного электрода на 50 – 100 мВ в отрицательную сторону, контролируя смещение относительно лабораторного электрода 4. Стабилизируют поляризацию и после выдержки в течение 1 мин измеряют в течение 10 мин потенциал вспомогательного электрода 5 относительно испытуемого электрода 3 и лабораторного электрода 4 с периодичностью раз в минуту.

В.4.5 Повторяют операцию В.4.4 при изменении тока поляризации вспомогательного электрода в диапазоне смещения потенциалов на 150 – 200 и 250 – 300 мВ в отрицательную сторону.

В.5 Обработка результатов испытания

В.5.1 Для оценки скорости времени выхода на рабочий режим испытуемого СЭСДД следует сопоставить результаты проведенных измерений. При сохранении на всех этапах поляризации вспомогательного электрода разности потенциалов, измеренных относительно

ГОСТ Р 9.6 —2021

испытуемого электрода и лабораторного электрода в диапазоне ± 10 мВ, испытуемый электрод признается прошедшим испытание.

В.5.2 В случае, если по истечении 10 мин поляризации вспомогательного электрода, измеренный потенциал относительно СЭСДД отличается более чем на 10 мВ от потенциала измеренного относительно лабораторного электрода (без учета начальной разности потенциалов электродов), СЭСДД бракуется.

В.6 По результатам испытаний составляют протокол, который должен содержать следующие сведения:

- дату проведения испытания;
- наименование испытуемых электродов сравнения;
- сведения о предприятии-изготовителе;
- наименование (состав) испытательной среды;
- величину тока поляризации и величину смещения потенциала вспомогательного электрода, относительно ЛЭС и СЭСДД.

Приложение Г
(рекомендуемое)

**Определение величины переходного сопротивления электрода
сравнения**

Г.1 Испытание заключается в проверке величины электрического сопротивления электрода сравнения в 3 %-ном водном растворе NaCl.

Г.2 Требования к образцам

Г.2.1 Образцами для испытаний являются переносные или стационарные электроды сравнения, изготовленные в одной партии.

Г.2.2 Количество параллельных образцов для заданных условий испытаний должно быть не менее трех.

Г.3 Средства контроля и вспомогательные устройства:

- испытательная емкость, выполненная из диэлектрического материала, емкостью не менее 5 л;

- измеритель сопротивления заземления на переменном токе (50 – 500 Гц) типа ИС-20, Ф4103-М1, Актаком АТК-5307, АК ИП-8701 или аналогичный;

- вспомогательный электрод – нержавеющая сталь, площадь рабочей поверхности (60 ± 10) см².

Г.4 Подготовка к проведению испытания

Г.4.1 Рабочую поверхность вспомогательного электрода перед испытаниями следует обезжирить органическим растворителем или спиртом.

Г.4.2 Испытуемый электрод сравнения должен пройти необходимую предварительную подготовку к работе согласно указаниям, в руководстве по эксплуатации изготовителя.

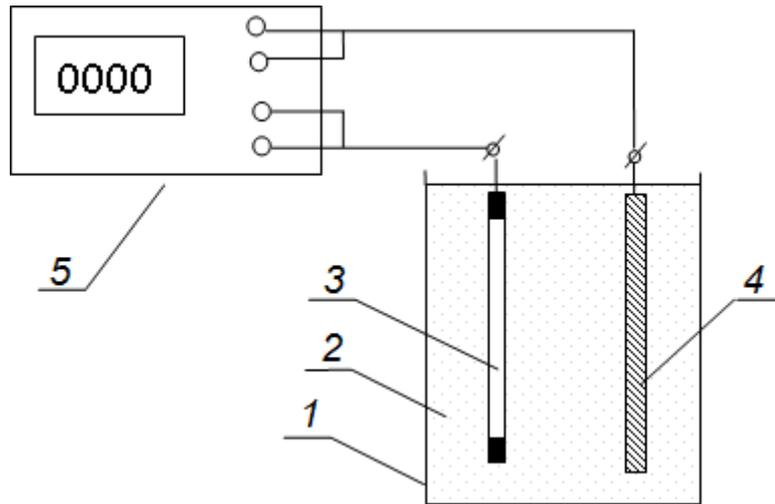
Г.4.3 Корпус испытуемого образца полостью помещают в испытательную емкость, заполненную 3 %-ным водным раствором NaCl. Параллельно оси корпуса электрода на расстоянии (100 ± 10) мм от него размещают вспомогательный электрод.

Г.4.4 Собирают электрическую схему в соответствии с рисунком Г.1.

Г.4.5 После выдержки электродов в электролите в течение 1 мин, выполняют измерения переходного сопротивления испытуемого электрода согласно руководству к измерительному прибору. Измерения повторяют пять раз.

Г.5 Обработка результатов испытания

Г.5.1 Электрод сравнения считают выдержавшим испытание, если средняя арифметическая величина измеренного сопротивления испытуемого электрода удовлетворяет требованиям 5.1.3.4 и 5.1.4.5.



1 – диэлектрическая емкость; 2 – испытательная среда; 3 –испытуемый электрод сравнения; 4 – вспомогательный электрод; 5 – измеритель сопротивления заземления

Рисунок Г.1 – Схема измерений переходного сопротивления электрода сравнения

Г.6 По результатам испытаний составляют протокол, который должен содержать следующие сведения:

- дату проведения испытания;
- наименование испытуемых электродов сравнения;
- сведения о предприятии-изготовителе;
- измеренные величины сопротивлений и средние арифметические величины сопротивления каждого испытуемого электрода.

Приложение Д
(рекомендуемое)

**Определение работоспособности электрода сравнения
длительного действия при избыточном наружном давлении**

Д.1 Испытание заключается в проверке работоспособности электродов сравнения при действии избыточного наружного давления.

Д.2 Требования к образцам

Д.2.1 Образцами для испытаний являются стационарные электроды сравнения длительного действия, предназначенные для применения в морских условиях на глубинах более 10 м и изготовленные в одной партии изделий.

Д.2.2 Количество параллельных образцов для заданных условий испытаний должно быть не менее трех.

Д.3 Средства контроля и вспомогательные устройства:

- испытательная герметичная металлическая емкость с впускным и выпускным штуцерами, предназначенная для проведения испытаний под избыточным гидростатическим давлением;

- электрод сравнения хлорсеребряный насыщенный образцовый 2-го разряда по ГОСТ 17792;

- милливольтметр с входным сопротивлением не менее 10 МОм и погрешностью не более 0,5 мВ;

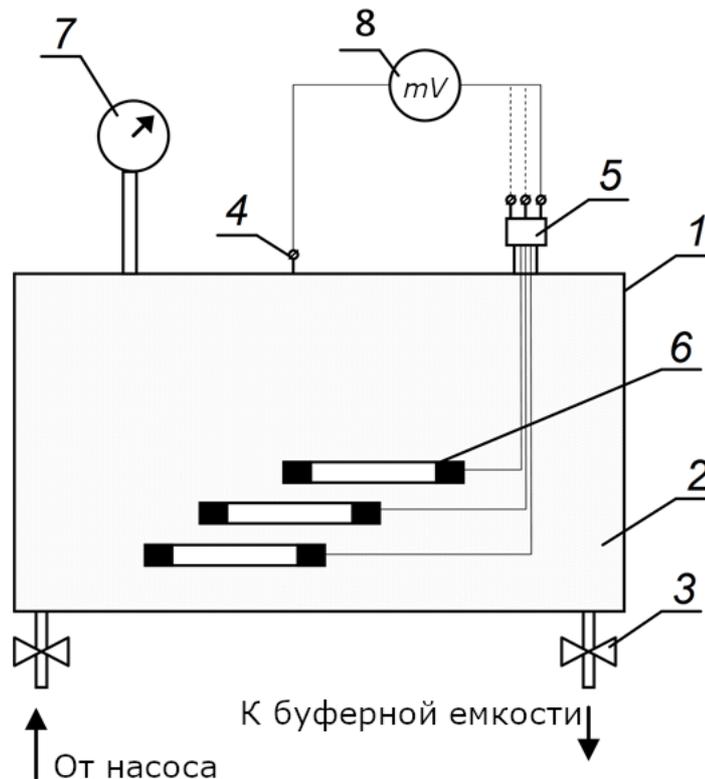
- манометр, погрешность не более 1 %.

Д.4 Подготовка к проведению испытания

Д.4.1 Перед испытанием контролируют собственный потенциал СЭСДД относительно лабораторного электрода сравнения (испытательная среда – 3 %-ный водный раствор NaCl) по методике, приведенной в приложении А.

Д.4.2 Испытуемые электроды в количестве 3 шт помещают в герметичную стальную камеру, имеющую штуцера для подачи и слива 3 % водного раствора NaCl, манометр для контроля внутреннего давления и герметичный ввод для электрической коммутации проводников от СЭСДД.

Д.4.3 С внешней стороны герметичной камеры к проводникам от испытуемых СЭСДД подключают милливольтметр для измерения потенциала электродов относительно стенки камеры согласно схеме, соответствующей представленной на рисунке Д.1.



1 – испытательная герметичная камера; 2 – испытательная среда; 3 – штуцер подачи/слива жидкости; 4 – электрический контакт с камерой; 5 – герметичный электрический ввод; 6 –испытываемый электрод; 7 – манометр; 8 – милливольтметр

Рисунок Д.1 – Схема измерений для проверки работоспособности СЭСДД при избыточном наружном давлении От насоса

Д.4.4 Измерения потенциала стальной камеры, заполненной электролитом, проводятся последовательно относительно каждого испытываемого СЭСДД при атмосферном давлении и избыточном давлении, нагнетаемом насосом при заполнении объема камеры электролитом. Избыточное испытательное давление в камере $\{P_{\text{исп}}, \text{кПа}\}$ вычисляют по формуле

$$P_{\text{исп}} = f \cdot P_{\text{раб}}, \quad (\text{Д.1})$$

где $P_{\text{раб}}$ – рабочее давление, на которое рассчитана эксплуатация СЭСДД (приведена в паспорте на изделие), кПа;

f – коэффициент запаса, $f = 1,15$.

Д.4.5 Испытания предусматривают пять циклов нагнетания/сброса давления в диапазоне от испытательного до атмосферного давления. Созданное испытательное давление в камере при каждом цикле должно поддерживаться на период проведения измерений потенциала стенки относительно каждого электрода.

Д.5 Обработка результатов испытания

Д.5.1 Электрод сравнения считают выдержавшим испытание, если при испытаниях подтверждены следующие характеристики:

- отклонение измеренного потенциала стенки камеры относительно каждого СЭСДД при избыточном давлении должно быть не более диапазона погрешностей, установленного в таблице 3;

- результаты измерения собственного потенциала СЭСДД относительно образцового хлорсеребряного электрода сравнения до и после испытаний должны не превышать диапазона погрешностей, установленного в таблице 3.

Д.6 По результатам испытаний составляют протокол, который должен содержать следующие сведения:

- дата проведения испытания;
- наименование испытуемых электродов сравнения;
- сведения о предприятии-изготовителе;
- величина максимального избыточного давления, при котором подтверждена работоспособность СЭСДД;
- измеренные величины потенциала стенки камеры и разности потенциалов, испытуемых СЭСДД и образцового электрода сравнения.

Приложение Е
(рекомендуемое)

**Определение работоспособности стационарных электродов
сравнения при циклическом воздействии отрицательных
температур**

Е.1 Испытание заключается в проверке работоспособности электродов сравнения при циклическом воздействии отрицательных температур.

Е.2 Требования к образцам

Е.2.1 Образцами для испытаний являются стационарные электроды сравнения длительного действия, прошедшие комплекс испытаний по методикам, приведенным в приложениях А – Г.

Е.2.2 Количество параллельных образцов для заданных условий испытаний должно быть не менее трех.

Е.3 Средства контроля и вспомогательные устройства:

- климатическая (морозильная) камера до минус 30 °С;
- электрод сравнения хлорсеребряный насыщенный образцовый 2-го разряда по ГОСТ 17792;
- милливольтметр с входным сопротивлением не менее 10 МОм и погрешностью не более 0,5 мВ.

Е.4 Подготовка к проведению испытания

Е.4.1 Перед испытаниями контролируют собственный потенциал СЭСДД относительно лабораторного электрода сравнения по методике, приведенной в приложении А.

Е.4.2 Испытуемые электроды в количестве 3 шт. помещают в морозильную камеру с температурой минус 20 °С и выдерживают при указанной температуре в течение 24 ч. Для электродов сравнения, предназначенных для морских условий эксплуатации, нижний предел испытательной температуры может быть снижен до минус 5 °С.

Е.4.3 По истечении 24 ч заморозки, электроды сравнения достают и выдерживают при комнатной температуре 20 °С – 25 °С в течение не менее 24 ч. Принудительный подогрев СЭСДД и/или разморозка электрода в жидкости – не допускается.

Е.4.4 Повторяют операции Е.4.2 и Е.4.3, последовательно. Общее число циклов «заморозки – разморозки» должно составлять пять циклов.

Е.4.5 По окончании испытаний проводят визуальный осмотр корпуса электрода на предмет наличия трещин и сколов, приводящих к разгерметизации электрода и потечам электролита СЭСДД. При наличии указанных повреждений электрод бракуется. Допускается изменение геометрии корпуса электрода при сохранении его герметичности.

Е.4.6 На СЭСДД после циклической выдержки при отрицательных температурах проводят контрольное измерение собственного потенциала СЭСДД относительно

лабораторного электрода сравнения. Измерение потенциала СЭСДД проводят после выдержки в течение 2 ч в испытательной среде (см. таблицу 3).

Е.5 Обработка результатов испытания

Е.5.1 Электрод сравнения считают выдержавшим испытание, если при испытаниях подтверждены следующие характеристики:

- отсутствуют механические (температурные) повреждения корпуса электрода сравнения и следы подтеков электролита из корпуса;

- величина собственного потенциала СЭСДД относительно лабораторного хлорсеребряного электрода сравнения до и после испытаний соответствуют показателям, указанным в таблице 3.

Е.6 По результатам испытаний составляют протокол, который должен содержать следующие сведения:

- дату проведения испытания;
- наименование испытуемых электродов сравнения;
- сведения о предприятии-изготовителе;
- результаты визуального контроля корпуса электродов;
- измеренные величины собственного потенциала относительно лабораторного образцового электрода сравнения.

Протокол испытаний должен быть подписан сотрудником, проводившим испытания, и руководителем испытательной лаборатории (испытательного центра) или их полномочным представителем.

Библиография

- [1] СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий.
- [2] РД 50-690—89 Методические указания. Надежность в технике. Методы оценки показателей надежности по экспериментальным данным.
- [3] СП 424.1325800.2018 Трубопроводы магистральные и промысловые для нефти и газа. Производство работ по противокоррозионной защите средствами электрохимзащиты и контроль выполнения работ

УДК: 67.06: 006.354

ОКС 29.130.20

ОКПД2 28.99.39.190

Ключевые слова: электрохимическая защита, электроды сравнения, общие технические условия, методы испытаний

Руководитель организации-
разработчика:

Ассоциация содействия в реализации
инновационных программ в области
противокоррозионной защиты и
технической диагностики «СОПКОР»

Н.Г. Петров