ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 9.611— 2025

Единая система защиты от коррозии и старения

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА. ПРОТЕКТОРЫ МАГНИЕВЫЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Общие технические условия

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Ассоциацией содействия в реализации инновационных программ в области противокоррозионной защиты и технической диагностики «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 24 июля 2025 г. № 791-ст

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 (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

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 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 3
4 Классификация и условное обозначение 4
5 Основные показатели и характеристики 5
6 Требования безопасности 9
7 Требования охраны окружающей среды 9
8 Правила приемки 9
9 Методы испытаний 11
10 Транспортирование и хранение 24
11 Указания по монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию и утилизации 24
12 Гарантии изготовителя 24
Приложение А (рекомендуемое) Перечень средств измерений 26

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Единая система защиты от коррозии и старения

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА. ПРОТЕКТОРЫ МАГНИЕВЫЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Общие технические условия

Unified system of corrosion and ageing protection. Electrochemical protection. Magnesium protectors for the protection metal structures. General specification

Дата введения — 2026—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на протекторы из магниевых сплавов (далее — протекторы), применяемые в системах электрохимической защиты от коррозии подземных металлических сооружений и вспомогательного оборудования, а также внутренних поверхностей металлических емкостей (резервуаров).

Настоящий стандарт не распространяется на протекторы, применяемые для катодной защиты судов и других плавучих средств, морских, подводных, причальных и портовых гидротехнических сооружений.

Настоящий стандарт устанавливает общие технические характеристики к протекторам, 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 9.108 Единая система защиты от коррозии и старения. Электрохимическая защита. Термины и определения

ГОСТ 9.306 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Обозначения

ГОСТ 9.602—2016 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ 12.1.004 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

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

ГОСТ 12.1.044 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения

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

ГОСТ 12.3.027 Работы литейные. Требования безопасности

ГОСТ 15.309 Система разработки и постановки продукции на производство. Испытания и приемка выпускаемой продукции. Основные положения

ГОСТ 103 Прокат сортовой стальной горячекатаный полосовой. Сортамент

Издание официальное

ГОСТ 125 Вяжущие гипсовые. Технические условия

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

ГОСТ 380 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки

ГОСТ 804 Магний первичный в чушках. Технические условия

ГОСТ 851.10 Магний первичный. Спектральный метод определения кремния, железа, никеля, алюминия, меди, марганца и титана

ГОСТ 2333 Проволока стальная. Типы

ГОСТ 2590 Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент

ГОСТ 3647 Материалы шлифовальные. Классификация. Зернистость и зерновой состав. Методы контроля

ГОСТ 3776 Реактивы. Хрома (VI) оксид. Технические условия

ГОСТ 4523 Реактивы. Магний сернокислый 7-водный. Технические условия

ГОСТ 6318 Натрий сернокислый технический. Технические условия

ГОСТ 7502 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 7728 Сплавы магниевые. Методы спектрального анализа

ГОСТ 8734 Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные. Сортамент

ГОСТ 10354 Пленка полиэтиленовая. Технические условия

ГОСТ 13837 Динамометры общего назначения. 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 23216—78 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний

ГОСТ 24297 Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля

ГОСТ 25726 Клейма ручные буквенные и цифровые. Типы и основные размеры

ГОСТ 26251 Протекторы для защиты от коррозии. Технические условия

ГОСТ 28177 Глины формовочные бентонитовые. Общие технические условия

ГОСТ 30630.0.0—99 Методы испытаний на стойкость к внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Общие требования

ГОСТ 30630.1.2 Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие вибрации

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 30631—99 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации

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

ГОСТ Р 15.301—2016 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство

ГОСТ Р 51371 Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие ударов

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

ГОСТ Р 58144 Вода дистиллированная. Технические условия

ГОСТ Р 58284—2018 Нефтяная и газовая промышленность. Морские промысловые объекты и трубопроводы. Общие требования к защите от коррозии

СП 245.1325800 Защита от коррозии линейных объектов и сооружений в нефтегазовом комплексе. Правила производства и приемки работ

СП 424.1325800 Трубопроводы магистральные и промысловые для нефти и газа. Производство работ по противокоррозионной защите средствами электрохимзащиты и контроль выполнения работ

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) 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 целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 9.108, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **протектор:** Изделие, изготовленное из протекторного сплава, применяемое для электрохимической защиты от коррозии и имеющее более отрицательный потенциал, чем у защищаемого металлического сооружения.

3.1.2 **сплав:** Материал, состоящий из двух и более химических элементов, из которых хотя бы один является металлом.

3.1.3 **протекторный сплав:** Сплав, предназначенный для изготовления протекторов различных типоразмеров.

3.1.4 **пассивация протектора:** Уменьшение скорости растворения протектора вследствие торможения анодной реакции ионизации металла при образовании на его поверхности продуктов растворения сплава.

3.1.5 **рабочий потенциал протектора:** Электродный потенциал протектора, включенного в гальваническую цепь, в которой протекает защитный или испытательный ток.

3.1.6 **электродный (собственный) потенциал:** Разность электрических потенциалов между металлом и электродом сравнения в объеме электролита.

3.1.7 **фактическая токоотдача:** Количество электричества, образующегося при анодном растворении единицы массы протектора.

3.1.8 **система электрохимической защиты;** система ЭХЗ: Комплекс оборудования, обеспечивающий электрохимическую защиту сооружения от коррозии.

3.1.9 **хлорсеребряный электрод сравнения:** Электрод сравнения, представляющий собой серебряный стержень с нанесенным слоем хлорида серебра, размещенный в насыщенном растворе хлористого калия.

3.1.10 **вспомогательное оборудование:** Оборудование, представляющее металлические конструкции/приспособления с площадью контакта с коррозионной средой не более 100 $см^2$, предназначенное для контроля и измерения параметров электрохимической защиты.

Примечание — К вспомогательному оборудованию относятся датчики потенциалов, устройства контроля скорости коррозии и т. п.

3.1.11 **активатор протектора:** Однородная смесь, предназначенная для обеспечения равномерного растворения протектора и уменьшения его сопротивления растеканию тока.

3.1.12

катодная защита: Электрохимическая защита металла, осуществляемая катодной поляризацией от внешнего источника тока или путем соединения с металлом, имеющим более отрицательный потенциал, чем у защищаемого металла.

[ГОСТ 9.106—2021, статья 99]

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

КД — конструкторская документация;

КИ — квалификационные испытания;

КПД — коэффициент полезного действия;

НД — нормативные документы;

ОТК — отдел технического контроля;

ПИ — периодические испытания;

ПКИ — покупные комплектующие изделия;

ПСИ — приемо-сдаточные испытания;

ТИ — типовые испытания;

ТД — техническая документация;

ТУ — технические условия;

ХСЭ — хлорсеребряный электрод сравнения.

4 Классификация и условное обозначение

4.1 Назначение протекторов

4.1.1 Протекторы предназначены для электрохимической защиты подземных металлических сооружений и вспомогательного оборудования, а также внутренних поверхностей металлических емкостей (резервуаров).

4.1.2 Протекторы предназначены для смещения потенциала защищаемого сооружения в область, при которой будет обеспечиваться катодная защита.

4.2 Классификация

4.2.1 По назначению протекторы должны быть выполнены:

- для защиты подземных металлических сооружений и вспомогательного оборудования в грунте;
- для защиты внутренних поверхностей металлических емкостей (резервуаров).

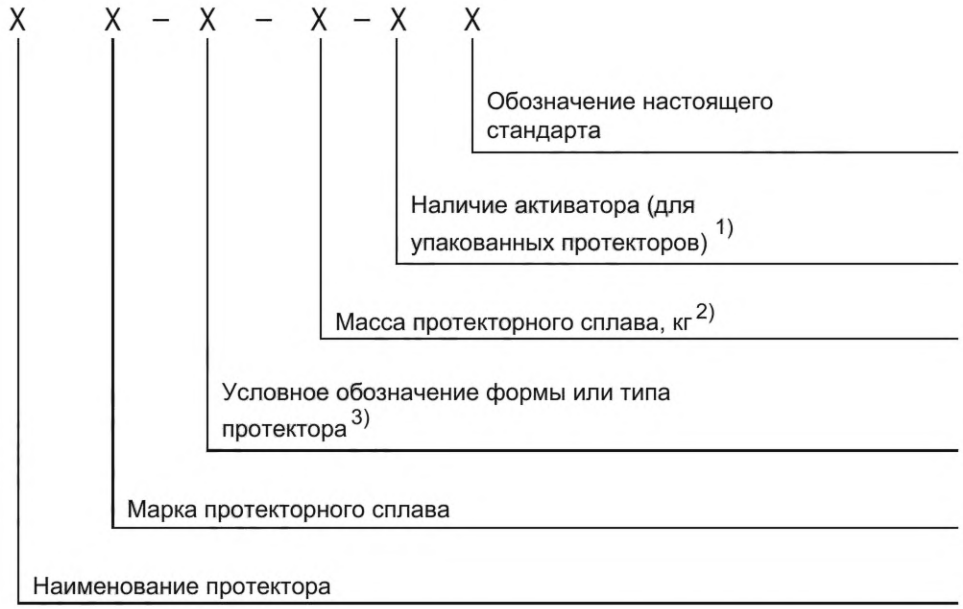
4.2.2 По типоразмерам и конструкциям протекторы могут быть выполнены в виде отливок различной геометрической формы, например, трапециевидной, цилиндрической или иметь иную форму в соответствии с ГОСТ 26251 и КД изготовителя.

4.2.3 По наличию активатора:

- без активатора;
- в комплекте с активатором (упакованный протектор).

4.3 Условное обозначение

Рекомендуемая схема условного обозначения протекторов:



Пример условного обозначения магниевого протектора из сплава МП1 трапециевидной формы (Т), массой 20 кг, упакованного (У) в комплекте с активатором по настоящему стандарту:

Магниевый протектор МП1-Т-20-У ГОСТ Р 9.611—2025

Пример условного обозначения магниевого протектора из сплава МП1 для защиты вспомогательного оборудования (ВО) по настоящему стандарту:

Магниевый протектор МП1-ВО ГОСТ Р 9.611—2025

Пример условного обозначения магниевого протектора из сплава МП1 для внутренней защиты емкостей/резервуаров (Р), массой 20 кг по настоящему стандарту:

Магниевый протектор МП1-Р-20 ГОСТ Р 9.611—2025

5 Основные показатели и характеристики

5.1 Протекторы должны соответствовать настоящему стандарту и комплекту КД изготовителя.

5.2 Во время эксплуатации рабочий потенциал протектора не должен изменяться в положительную сторону более чем на 100 мВ.

5.3 При отключении от защищаемого сооружения протектор не должен пассивироваться и при повторном подключении должен восстанавливать прежнюю силу защитного тока в течение не более одних суток.

5.4 Конструктивные требования

5.4.1 Конструкция протекторов должна соответствовать настоящему стандарту, а также КД изготовителя.

5.4.2 Магниевые протекторы, применяемые для защиты сооружений, должны состоять из следующих элементов:

- рабочего элемента (протекторного сплава);
- стального сердечника (арматуры);
- контактного узла;
- соединительного кабеля.

---

1) При отсутствии активатора не указывают.

2) Допускается не указывать массу протектора, предназначенного для защиты вспомогательного оборудования.

3) Условное обозначение формы или типа протектора в соответствии с документацией изготовителя.

Также в состав упакованных протекторов могут входить:

- влагопроницаемый мешок;
- активатор.

5.4.3 Протекторы, применяемые для защиты внутренней поверхности емкостей/резервуаров, должны состоять из следующих элементов:

- рабочего элемента (протекторного сплава);
- стального сердечника (арматуры или стальной трубы).

5.4.4 Рабочий элемент протекторов должен быть изготовлен методом литья, обеспечивающим заданный химический состав сплава, массу и размеры протектора.

5.4.5 Рабочая поверхность протекторов должна быть визуально чистой, однородного металлического (серебристого) оттенка, без посторонних включений. На поверхности протектора недопустимы:

- трещины, шлаковые включения;
- поры размером более 3 мм, либо, занимающие суммарно площадь более 10 %;
- наплывы или местные утяжки с перепадом рельефа более 10 мм;
- раковины диаметром более 3 мм и глубиной более 2 мм;
- флюсовые включения в виде серых разводов и потеков с размером более 5 мм;
- не очищенные следы пригара, окалины;
- иные дефекты, выводящие размеры отливки протектора за допустимые пределы, установленные КД изготовителя.

5.4.6 Внутренняя макроструктура отливки должна быть визуально однородной без посторонних включений, заворотов корочек (плен) металла.

Излом протектора должен иметь равномерную структуру зерна, однородную по цвету.

В изломах протектора не должны присутствовать:

- шлаки, окисные пленки и другие инородные включения с линейными размерами более 5 мм в количестве более 3 шт. на 10 $см^2$ поверхности излома;
- визуально различимые несплошности прилегания металла к закладной арматуре;
- рыхлые субстанции желтого цвета или цвета, отличного от цвета излома самого металла.

5.4.7 Предельные отклонения размеров протекторов должны соответствовать ГОСТ 26251. Предельные отклонения массы протекторного сплава (без активатора, стального сердечника, контактного узла и соединительного кабеля) от номинального значения должны составлять –0/+10 %. Предельное отклонение массы активатора от номинального значения должно составлять ±10 %.

5.4.8 В магниевых протекторных сплавах максимальное содержание загрязняющих примесей, выраженное в процентах (по массе), не должно превышать следующих значений:

- железо — 0,003;
- медь — 0,004;
- кремний — 0,04;
- никель — 0,001.

Максимальное содержание остальных примесных компонентов не должно превышать 0,2 % по каждому компоненту.

5.4.9 Для изготовления арматуры протекторов рекомендуется применять: полосовой прокат по ГОСТ 103, проволоку по ГОСТ 2333, круглый прокат по ГОСТ 2590, трубы по ГОСТ 8734 из стали марки Ст3сп по ГОСТ 380. Арматура должна иметь покрытие Ц15, Ц15хр по ГОСТ 9.306.

5.4.10 Стальной сердечник (арматура или стальная труба) должен надежно соединяться с рабочим элементом протектора, обеспечивая надежный электрический контакт, который не должен разрушаться в процессе транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

Размеры стального сердечника (арматуры) должны обеспечивать равномерное растворение протектора во время эксплуатации.

Выступающие за пределы рабочего элемента протектора участки контактной арматуры должны быть изолированы.

5.4.11 Протекторы, применяемые для защиты подземных металлических сооружений, должны иметь соединительный кабель с двойной изоляцией, состоящий из многопроволочных медных жил общим сечением не менее 6 $мм^2$.

Протекторы, предназначенные для защиты вспомогательного оборудования, должны иметь соединительный кабель с двойной изоляцией и многопроволочной медной жилой сечением не менее 0,75 $мм^2$.

Климатическое исполнение соединительного кабеля должно быть УХЛ 3 по ГОСТ 15150 при температуре эксплуатации от минус 60 °С до плюс 40 °С.

5.4.12 Соединительный кабель должен соответствовать требованиям ГОСТ 31996, а также следующим требованиям:

- иметь изоляцию наружной оболочки и оболочки токопроводящей жилы из полимерных материалов, химически стойких к воздействию продуктов реакции (в том числе, соединений хлора), образующихся при анодном растворении в разных условиях эксплуатации: в естественном влажном грунте (в грунтовом природном электролите) или в пресной воде, имеющих различные кислотные или щелочные химические свойства (pH);
- не иметь трещин, вмятин, пузырей и других дефектов на поверхности наружной оболочки.

5.4.13 Контактный узел рабочего элемента с токопроводящей жилой соединительного кабеля должен быть выполнен с изолированием в заводских условиях.

5.4.14 Переходное электрическое сопротивление контактного узла протектора должно быть не более 0,05 Ом.

5.4.15 Сопротивление изоляции контактного узла в воздушной среде при нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150 должно быть не менее 100 МОм при испытательном напряжении 500 В.

5.4.16 Механическая прочность соединения соединительного кабеля с рабочим элементом протектора должна быть такой, чтобы обеспечивать устойчивость к статической механической нагрузке на разрыв (разрывному усилию), составляющей не менее двукратной полной массы протектора (без активатора) в сборе с арматурой и соединительным кабелем, но не менее 200 Н. Механическая прочность соединения соединительного кабеля с рабочим элементом протектора, предназначенного для защиты вспомогательного оборудования, должна быть не менее 50 Н.

5.4.17 Электрохимические параметры протекторов должны соответствовать таблице 1.

Таблица 1 — Основные электрохимические параметры протекторов

Основа протектора	Собственный потенциал протекторного сплава относительно ХСЭ, В, не более	Рабочий потенциал протекторного сплава относительно ХСЭ, В, не более	Фактическая токоотдача, А · ч/кг, не менее	КПД, %, не менее
Протекторный магниевый сплав	Минус 1,4	Минус 1,3	1350*	60
* Фактическая токоотдача указана при испытательном токе 0,1 мА/см^2 (см. 9.13).				

5.4.18 В случае необходимости снижения сопротивления растеканию тока протекторы, применяемые для защиты от коррозии подземных металлических сооружений, могут поставляться в упаковке с активирующей засыпкой (активатором).

5.4.19 Активатор должен представлять собой однородную смесь, состоящую из бентонитовой глины по ГОСТ 28177, гипса по ГОСТ 125, сернокислого натрия по ГОСТ 6318 или сернокислого магния по ГОСТ 4523.

5.4.20 Удельное электрическое сопротивление активатора должно быть не более 1,6 Ом · м.

5.4.21 В качестве активатора не допускается использовать коксовую мелочь.

5.5 Требования к сырью, материалам, покупным изделиям

5.5.1 Все материалы и комплектующие изделия, применяемые для производства протекторов, должны соответствовать действующим национальным и/или межгосударственным стандартам, а также КД на производимую продукцию.

5.5.2 Применяемые ПКИ и материалы должны соответствовать требованиям действующих национальных и/или межгосударственных стандартов, ТУ изготовителя и иметь сопроводительный документ, подтверждающий качество материала и/или приемку ПКИ службой (отделом) ОТК изготовителя.

5.5.3 Входной контроль комплектующих и материалов протекторов следует проводить для каждой партии в соответствии с требованиями ГОСТ 24297.

5.5.4 Рекомендуемая чистота магния для изготовления магниевых протекторных сплавов — не менее Мг95 по ГОСТ 804.

При использовании магния чистоты Мг90 или Мг80 необходимо проводить рафинирование до содержания примесей в протекторных сплавах, указанного в 5.4.8.

5.6 Комплектность

5.6.1 В комплект поставки протекторов без активатора должны входить:

- протектор с кабельным выводом (для протекторов, устанавливаемых в грунт);
- руководство по эксплуатации или паспорт;
- номерной сертификат качества (паспорт качества) изготовителя, оформленный на конкретную партию с указанием номеров плавок, химического состава, наименования и количества протекторов.

5.6.2 В комплект поставки протекторов с активатором (упакованных) должны входить:

- протектор с кабельным выводом, упакованным во влагопроницаемый мешок с активатором;
- руководство по эксплуатации или паспорт;
- номерной сертификат качества (паспорт качества) изготовителя, оформленный на конкретную партию с указанием номеров плавок, химического состава, наименования и количества протекторов.

5.7 Маркировка

5.7.1 На рабочей поверхности каждого протектора должна быть нанесена четкая маркировка с указанием следующих данных:

- товарный знак изготовителя;
- наименование (условное обозначение) протектора;
- марка протекторного сплава;
- номер плавки;
- масса протекторного сплава протектора;
- дата изготовления (месяц, год).

Маркировка должна быть выполнена при литье. Допускается отдельные цифры и буквы маркировки наносить ударным способом клеймами по ГОСТ 25726.

5.7.2 На каждый протектор должна крепиться этикетка с указанием следующих данных:

- товарный знак изготовителя;
- адрес изготовителя, телефон, факс;
- e-mail организации;
- наименование (условное обозначение) протектора;
- марка протекторного сплава;
- номер плавки;
- марка и длина кабеля;
- масса нетто (масса протектора без упаковки) и брутто (масса протектора с упаковкой) протектора;
- дата изготовления (месяц, год).

Допускается крепить бирку (этикетку) на соединительный кабель.

5.7.3 Транспортная маркировка должна быть выполнена в соответствии с ГОСТ 14192 с нанесением манипуляционных знаков: № 1 «Хрупкое. Осторожно», № 11 «Верх» и № 3 «Беречь от влаги».

5.8 Упаковка

5.8.1 Упаковка протекторов в транспортную упаковку должна обеспечивать сохранность протекторов в условиях хранения и транспортирования в соответствии с ГОСТ 23216.

5.8.2 Для сохранности во время транспортирования и хранения каждый протектор с активатором должен упаковываться в индивидуальный полиэтиленовый мешок по ГОСТ 10354. Изолированный кабель протектора должен быть смотан в бухту и уложен в транспортную упаковку вместе с протектором. Допускается размещение нескольких упакованных протекторов в одной транспортной упаковке.

5.8.3 Для протекторов, выпускаемых без активатора, предусматривается только транспортная упаковка. Изолированный кабель протекторов должен быть смотан в бухту и уложен вместе с протектором в транспортную упаковку.

5.8.4 Протекторы не должны свободно перемещаться в транспортной упаковке в процессе транспортирования.

5.8.5 Сопроводительная техническая документация (паспорта, инструкции, сертификаты) должна поставляться в отдельной влагонепроницаемой упаковке.

6 Требования безопасности

6.1 По пожарной безопасности протекторы и материалы, применяемые для их изготовления, должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.004 и относиться к трудногорючим или негорючим материалам по ГОСТ 12.1.044.

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

6.3 Изготовители отливок из протекторных сплавов должны выполнять требования ГОСТ 12.3.027.

6.4 При проведении погрузочно-разгрузочных работ должны соблюдаться общие требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.009.

6.5 Не допускается использовать протекторы в качестве защитного заземления электроустановок.

7 Требования охраны окружающей среды

7.1 Все виды протекторов должны быть безопасными в экологическом отношении, не должны наносить вред окружающей среде, здоровью человека при испытаниях, хранении, транспортировании и эксплуатации.

7.2 По окончании эксплуатации протекторов специальная утилизация не требуется.

8 Правила приемки

8.1 Общие правила

8.1.1 При освоении производства (постановке на производство) протекторов изготовителем должны проводиться КИ согласно ГОСТ Р 15.301—2016 (раздел 8) для определения готовности изготовителя к промышленному производству протекторов.

Количество образцов протекторов для КИ устанавливает изготовитель и указывает в программе и методике КИ или в КД изготовителя.

Результаты КИ протекторов оформляют актом, подписанным и утвержденным в установленном изготовителем порядке. К акту должен прилагаться протокол КИ.

Протекторы считают выдержавшими КИ, если их характеристики соответствуют требованиям настоящего стандарта и КД изготовителя в объеме КИ.

8.1.2 При установившемся производстве протекторов должны проводиться следующие испытания согласно ГОСТ 15.309:

- приемо-сдаточные (ПСИ);
- периодические (ПИ);
- типовые (ТИ).

8.1.3 ПСИ протекторов должны проводиться изготовителем с целью проверки соответствия изготовленных протекторов требованиям настоящего стандарта и КД изготовителя.

ПСИ подлежат протекторы в количестве не менее 3 % от выпущенной партии, но не менее 3 шт.

8.1.4 ПИ проводят не реже чем один раз в пять лет на образцах, прошедших ПСИ в объеме, установленном в таблице 2.

По требованию заказчика допускается проводить электрохимические испытания по пункту 12 таблицы 2 с периодичностью не реже одного раза в год с оформлением протокола.

8.1.5 ТИ проводят в случае изменений, которые могут повлиять на технические характеристики или безопасность протекторов (смена поставщика сырья, изменение технологии изготовления и т. д.). Для ТИ изготовитель разрабатывает отдельную программу испытаний, в которой указывает подлежащие контролю показатели и количество подлежащих испытанию образцов.

Таблица 2 — Виды и методы испытаний протекторов

Контролируемый параметр/показатель технические требования	Структурный элемент стандарта, содержащий		Вид испытания		
	метод испытания		ПСИ	ПИ	ТИ
1 Внешний вид и конструкция протекторов	5.4.1—5.4.5	9.2	+	+	+
2 Габаритные размеры	5.4.7	9.3	+	+	+
3 Масса	5.4.7	9.4	+	+	+
4 Комплектность	5.5.1, 5.5.2, 5.5.4, 5.6	9.5	+	+	+
5 Маркировка	5.7	9.6	+	+	+
6 Упаковка	5.8	9.7	+	+	+
7 Химический состав сплава протекторов	5.4.8	9.8	+	+	+
8 Удельное электрическое сопротивление активатора протекторов	5.4.20, 5.4.21	9.9	+	+	+
9 Переходное электрическое сопротивление контактного узла	5.4.14	9.10	+	+	+
10 Сопротивление изоляции контактного узла	5.4.15	9.11	+	+	+
11 Механическая прочность узла крепления кабеля	5.4.16	9.12	–	+	+
12 Значения рабочего потенциала, фактической токоотдачи и КПД	5.4.17	9.13	–	+	+
13 Склонность к пассивации	5.2, 5.3	9.14	–	+	+
14 Собственные потенциалы протекторных сплавов	5.4.17, таблица 1	9.15	–	–	+
15 Наличие газовых пустот в протекторном сплаве и прилегание сплава к арматуре	5.4.6	9.16	–	+	+
16 Воздействие верхнего значения температуры окружающей среды при эксплуатации	10.2, 10.6	9.17	–	+	+
17 Воздействие нижнего значения температуры окружающей среды при эксплуатации	11.4	9.18	–	+	+
18 Воздействие нижнего значения температуры окружающей среды при транспортировании и хранении	10.2, 10.3, 10.6	9.19	–	+	+
19 Стойкость к воздействию внешних механических факторов при эксплуатации	11.3	9.20	–	+	+
20 Устойчивость в упаковке к воздействию механических факторов при транспортировании	10.2	9.21	–	+	+

9 Методы испытаний

9.1 При проведении испытаний применяют средства измерений, прошедшие метрологическую поверку в установленном порядке. Квалификация персонала, проводящего испытания, должна определяться изготовителем с учетом ГОСТ 12.3.009.

9.2 Внешний вид

Проверку соответствия внешнего вида и конструкции протекторов проводят сличением с действующей КД и сертификатами качества. Контроль качества протекторов по внешнему виду проводят визуально без использования оптических средств при рассеянном естественном или искусственном освещении.

Протектор считают выдержавшим испытания, если внешний вид и конструкция соответствуют требованиям 5.4.1—5.4.5.

9.3 Габаритные размеры

Проверку габаритных размеров протекторов проводят с использованием штангенциркуля ШЦ 1-300-0,05 (или аналогичного) по ГОСТ 166 и измерительной рулетки по ГОСТ 7502. Протектор считают выдержавшим испытания, если габаритные размеры соответствуют требованиям 5.4.7.

9.4 Масса протектора

Проверку массы протекторного сплава протекторов (без активатора, стального сердечника, контактного узла и соединительного кабеля) проводят взвешиванием на весах по ГОСТ Р 53228 класса точности не ниже II при массе протекторов до 1 кг. При массе протекторов более 1 кг допускается использовать весы класса точности III. Протектор считают выдержавшим испытания, если масса протектора соответствует требованиям 5.4.7.

9.5 Комплектность

Проверку комплектности протекторов проводят визуально, сличением фактически предъявленного комплекта поставки протекторов с указанным в настоящем стандарте и/или КД, представленной изготовителем. Протектор считают выдержавшим испытания, если комплектность соответствует указанной в 5.5.1, 5.5.2, 5.5.4, 5.6.

9.6 Маркировка

Проверку маркировки протекторов проводят визуально на соответствие требованиям настоящего стандарта и КД изготовителя.

На упаковку должна быть нанесена информационно-предупреждающая транспортная маркировка согласно ГОСТ 14192, настоящему стандарту и КД изготовителя.

Протектор считают выдержавшим испытания, если маркировка соответствует требованиям 5.7.

9.7 Упаковка

Проверку протекторов без активатора, упакованных протекторов с активатором или группы протекторов в транспортной упаковке проводят визуально сличением фактической упаковки с указанной в ГОСТ 23216, настоящем стандарте и КД изготовителя.

Эксплуатационная документация на протекторы (паспорт, руководство по эксплуатации или объединенный документ и другие документы) должна быть упакована в дополнительную влагозащищенную упаковку и при поставке вложена в упаковку протектора. Упаковка (транспортная упаковка) протекторов должна соответствовать указанной в настоящем стандарте и КД изготовителя. Протектор считают выдержавшим испытания, если упаковка соответствует требованиям 5.8.

9.8 Химический состав протектора

Проверку химического состава протектора осуществляют атомно-эмиссионным методом спектрального анализа по ГОСТ 851.10, ГОСТ 7728 или по методикам, аттестованным государственными специализированными организациями, аккредитованными на право проведения аттестации методик испытаний и методов измерений.

Материал сплава протектора считают выдержавшим проверку, если его химический состав соответствует составу, определенному изготовителем протектора, а количество примесей соответствует требованиям 5.4.8.

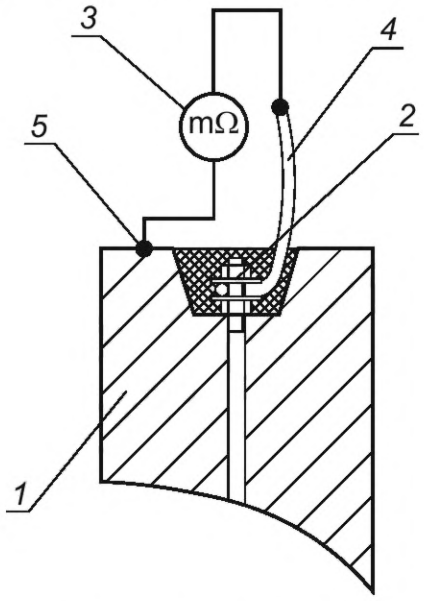
9.9 Удельное электрическое сопротивление активатора

Проверку удельного электрического сопротивления активатора протекторов определяют лабораторным методом согласно ГОСТ 9.602—2016 (раздел А.2). Отобранную пробу активатора смачивают дистиллированной водой до полного насыщения (не менее 20 % по массе).

Значение удельного электрического сопротивления активатора не должно превышать значения, указанного в 5.4.20.

9.10 Переходное электрическое сопротивление контактного узла

Проверку переходного электрического сопротивления контактного узла проводят с помощью миллиомметра. Измерение проводят между поверхностью протектора вблизи контактного узла и токопроводящей жилой соединительного кабеля, не присоединенного к контактному узлу. Схема измерения переходного электрического сопротивления контактного узла представлена на рисунке 1.



1 — рабочий элемент протектора; *2* — контактный узел; *3* — миллиомметр; *4* — соединительный кабель протектора; *5* — места подключения контактов миллиомметра

Рисунок 1 — Схема измерения переходного электрического сопротивления контактного узла

Переходное электрическое сопротивление контактного узла $R_{\text{каб.узла}}$, Ом, вычисляют по формуле

$$R_{\text{каб.узла}} = R_{\text{изм}} - \rho \cdot \frac{L}{S}, \quad (1)$$

где $R_{\text{изм}}$ — сопротивление, измеренное миллиомметром, Ом;

ρ — удельное электрическое сопротивление меди, равное 0,0175 (Ом · мм^2)/м;

L — длина соединительного кабеля, м;

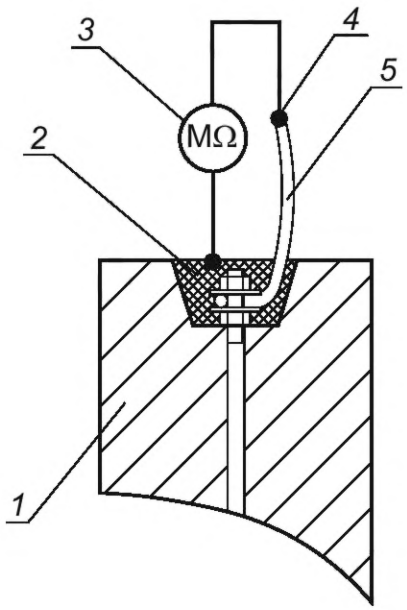
S — сечение соединительного кабеля, мм^2.

Переходное электрическое сопротивление контактного узла протектора должно соответствовать требованиям 5.4.14.

9.11 Электрическое сопротивление изоляции контактного узла

Проверку электрического сопротивления изоляции контактного узла проводят с помощью мегаомметра при испытательном напряжении 500 В. Перед измерением проводят визуальный осмотр изо-

ляции контактного узла на наличие повреждений. Измерение проводят между токопроводящей жилой соединительного кабеля, не присоединенного к контактному узлу, и изоляцией контактного узла не менее чем в пяти точках, расположенных по периметру контактного узла. Расстояние между протектором и точкой измерения должно быть не менее 10 мм. Схема измерения сопротивления контактного узла представлена на рисунке 2.



1 — рабочий элемент протектора; *2* — изоляция контактного узла; *3* — мегаомметр; *4* — места подключения контактов мегаомметра; *5* — соединительный кабель

Рисунок 2 — Схема измерения электрического сопротивления изоляции контактного узла

Протектор считают выдержавшим испытание, если сопротивление его изоляции соответствует требованиям 5.4.15.

9.12 Механическая прочность узла крепления кабеля

9.12.1 Проверку механической прочности узла крепления кабеля протектора (без активатора) проводят на стационарном приспособлении одним из двух способов.

9.12.2 Первый способ

К кабелю протектора прикрепляют груз, создающий установленную нагрузку (усилие на разрыв) в осевом направлении.

Усилие на разрыв F, Н, вычисляют по формуле

$$F = 2mg, \quad (2)$$

где m — масса протектора с контактным узлом и соединительным кабелем (без активатора) кг;

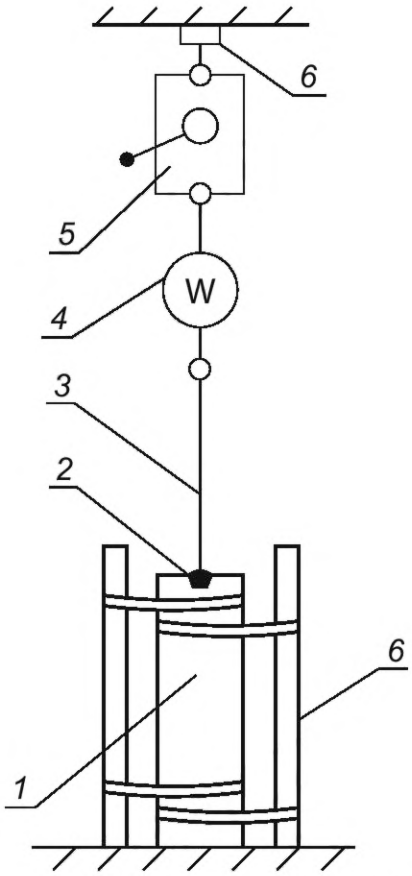
g — ускорение свободного падения, составляющее (округленно) 9,8 м/с^2.

Груз без рывков опускают вниз. В нагруженном состоянии узел крепления кабеля протектора оставляют на 10 мин, по прошествии которых груз снимают.

Узел крепления соединительного кабеля к рабочему элементу (контактному сердечнику) протектора должен выдерживать указанное усилие на разрыв.

9.12.3 Второй способ

Протектор закрепляют на испытательном стенде в вертикальном (см. рисунок 3) или горизонтальном положении, в зависимости от конструкции испытательного стенда.



1 — рабочий элемент протектора; *2* — контактный узел; *3* — соединительный кабель; *4* — динамометр; *5* — нагрузочное устройство; *6* — испытательный стенд

Рисунок 3 — Схема установки для поверки механической прочности соединения соединительного кабеля с рабочим элементом протектора на испытательном стенде (закрепление в вертикальном положении)

Используя нагрузочное устройство, постепенно создают механическую нагрузку на разрыв до значения, указанного в ТУ изготовителя, но не ниже установленного в настоящем стандарте (см. 5.4.16). Усилие, создаваемое нагрузочным устройством, контролируют динамометром класса точности 2 по ГОСТ 13837. После достижения значения механической нагрузки, указанной в ТУ, дальнейшее увеличение прекращают. Затем протектор под действием механической нагрузки выдерживают 10 мин, после чего плавно снижают нагрузку до полного прекращения механического воздействия.

9.12.4 В процессе испытания любым из вышеуказанных способов контролируют наличие признаков отрыва соединительного кабеля, появление трещин и/или разрывов по всей длине кабеля и изоляции контактного узла.

По окончании испытания осуществляют визуальный осмотр узла крепления кабеля и самого кабеля, а также выполняют проверку переходного сопротивления электрического контакта соединительного кабеля с рабочим элементом протектора. Деформация и механические повреждения контактного узла, участка его герметизации, а также самого кабеля, обнаруженные при визуальном осмотре, не допускаются.

9.12.5 Механическая прочность контактного узла протектора должна соответствовать требованиям 5.4.16.

9.13 Рабочий потенциал, фактическая токоотдача и КПД

9.13.1 Сущность методов

Рабочий потенциал материала протектора определяют относительно ХСЭ при анодной поляризации испытательным током в выбранном промежутке времени. Используют ХСЭ по ГОСТ 17792.

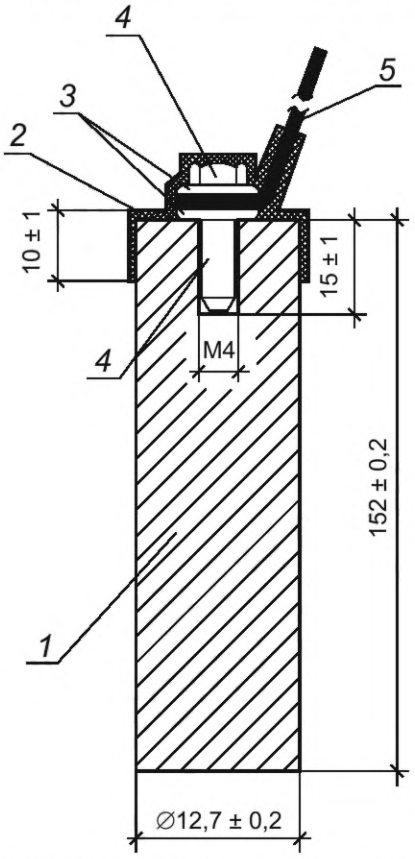
Фактическую токоотдачу материала протектора определяют как отношение количества электричества, прошедшего в цепи, к убыли массы испытуемого образца, произошедшей за время испытания.

КПД определяют как отношение фактической токоотдачи к теоретической.

9.13.2 Образцы для испытаний

9.13.2.1 Количество испытуемых одновременно образцов должно быть не менее трех для каждого типа протекторного сплава. При этом для каждого типа испытуемого сплава должен быть предусмотрен один контрольный образец, идентичный испытуемым по химическому составу, форме, геометрическим размерам, состоянию и обработке поверхности. Конструкция и размеры испытуемых образцов должны соответствовать рисунку 4.

9.13.2.2 Изготовленные образцы должны иметь четкую маркировку, различимую на всех стадиях проведения испытаний. Допускается наносить маркировку на медный провод в виде бирки, отметки и т. п.



1 — рабочий элемент протектора; *2* — изолируемая поверхность; *3* — шайба; *4* — стальная шпилька (болт М4); *5* — изолированный провод

Рисунок 4 — Конструкция и рекомендуемые размеры образцов для измерения рабочего потенциала, фактической токоотдачи и КПД

9.13.3 Общие требования к испытаниям

Основные параметры испытаний электрохимических свойств протекторных сплавов указаны в таблице 3.

Таблица 3 — Основные параметры испытаний электрохимических свойств протекторных сплавов

Форма и размеры образца	Плотность анодного тока,[1] мА/см^2	Число образцов, шт.	Продолжительность испытания, сут	Примечание
Цилиндр с внутренней резьбой М4[2]: - диаметр (12,7 ± 0,2) мм; - высота (152,0 ± 0,2) мм	0,10 ± 0,02	4[3]	14 (+1 ч)	Площадь катода $S_k/S_a \geq 10$[4]

[1] Плотность анодного тока вычисляют исходя из начальной площади рабочей поверхности образцов.

[2] Для испытаний предпочтительно использовать образцы, полученные литьем в форму с последующей легкой механической обработкой поверхности (удаление литников и т. п.). При механической обработке необходимо избегать сильного нагрева образцов (температура нагрева образцов должна быть не более 150 °С).

[3] Три образца — для проведения испытаний, один образец — в качестве контрольного.

[4] S_k — площадь катода; S_a — площадь образца протектора.

9.13.4 Требования к испытательному оборудованию и материалам

9.13.4.1 Испытательная установка должна включать в себя:

- источник питания, способный обеспечить в цепи поддержание постоянного тока необходимой силы;
- прибор для регистрации количества электричества (регистрирующий вольтметр, установленный на резисторе или регистрирующий миллиамперметр);
- средства измерений силы тока и напряжения;
- испытательные емкости с электролитами;
- катоды.

9.13.4.2 Емкости для размещения образцов протектора

Емкости для размещения испытательных образцов протектора должны обладать достаточной вместимостью для помещения в них необходимого количества электролита (см. 9.13.4.4). Емкости должны быть выполнены из химически стойкого и инертного по отношению к электролиту материала с учетом изменения его состава в процессе испытания (например, полимерного или стеклянного).

9.13.4.3 Катоды

В каждой емкости размещают катод из углеродистой стали, поверхность которого должна быть зачищена до металлического блеска и обезжирена спиртом. Площадь катодов должна соответствовать таблице 3.

Катоды должны иметь изолированный от электролита контактный узел и кабельный вывод.

Необходимо обеспечить отсутствие металлического контакта между катодом и испытуемым образцом на протяжении всего испытания.

9.13.4.4 Требования к электролиту

Электролит готовят растворением химических реактивов со степенью чистоты не ниже «ч. д. а.» в дистиллированной воде.

Взвешивание химических реактивов следует осуществлять на весах с погрешностью не более 0,1 г или не более 1 % (отн.) (выбирают меньшее из двух).

Состав электролита для испытаний магниевых протекторных сплавов, приведен в таблице 4.

Таблица 4 — Химический состав электролита

Наименование компонента	Химическая формула компонента	Концентрация, г/дм^3
Кальций сернокислый 2-водный по НД и ТД	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	5,0
Магния гидроксид НД и ТД	$Mg(OH)_2$	0,1
Дистиллированная вода по ГОСТ Р 58144	H_2O	Основа

Для испытаний протекторных сплавов количество электролита на каждый образец должно составлять не менее 20 дм^3.

9.13.4.5 Контактное соединение проводов должно быть выполнено с применением специальных приспособлений (клеммники, зажимы).

9.13.4.6 Перечень средств измерений, используемых в испытаниях, приведен в приложении А.

9.13.5 Подготовка образцов протекторного сплава к испытаниям

9.13.5.1 Рабочую поверхность образцов рекомендуется подвергнуть абразивной обработке с использованием наждачной бумаги зернистостью М20 по ГОСТ 3647. Затем образцы следует промыть проточной водопроводной водой, обезжирить спиртом и поместить в сушильный шкаф на 15 мин при температуре (120 ± 10) °С. После сушки образцы охлаждают, помещая их в эксикатор с осушителем на 1 ч.

9.13.5.2 Определение массы образцов

Массу образцов определяют без учета массы медного кабеля, шайбы, гайки, изоляционного покрытия (см. рисунок 4). Образцы взвешивают на весах классом точности не менее II по ГОСТ Р 53228 с ценой деления шкалы 0,001 г.

После взвешивания образцы протекторного сплава помещают в эксикатор и накрывают крышкой, где хранят до последующих стадий испытаний.

Контрольные образцы хранятся в эксикаторе до завершающей стадии испытаний.

9.13.5.3 Изоляция нерабочей поверхности образцов и контактных узлов

Контактные узлы и нерабочая поверхность испытуемых образцов должны быть надежно изолированы диэлектрическим материалом, обеспечивающим высокую адгезионную прочность и влагонепроницаемость на весь период испытаний. Выбор используемых материалов для изоляции рекомендуется осуществлять с учетом трудоемкости их удаления с поверхности образцов после окончания испытаний.

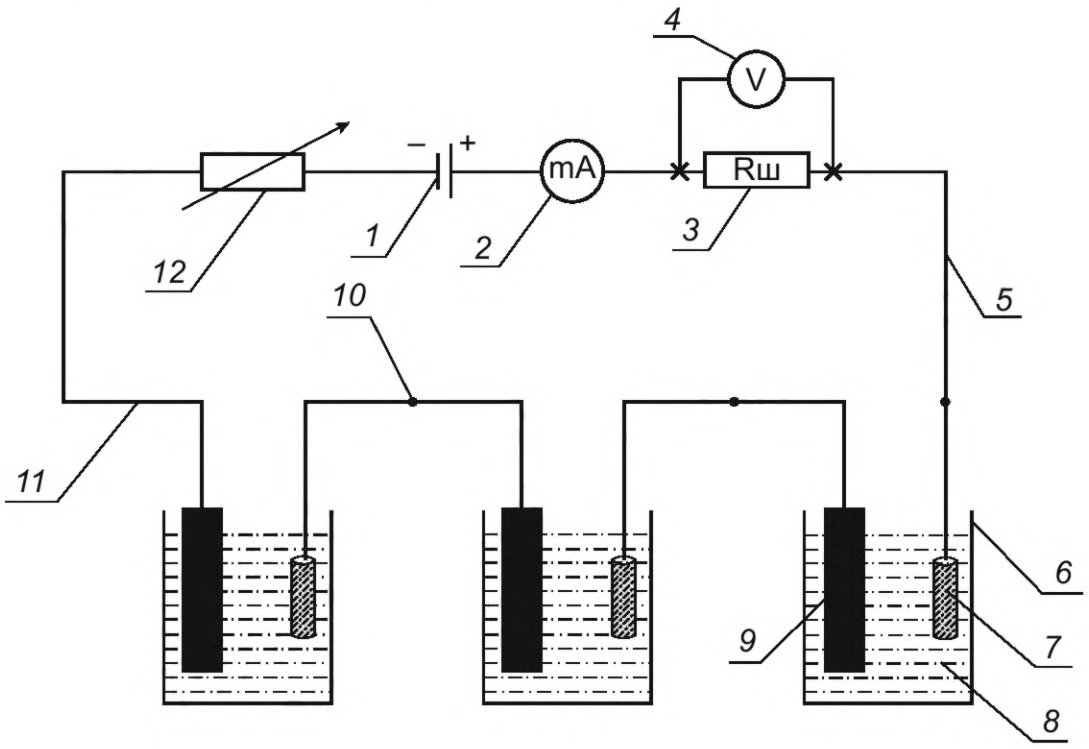
В качестве изоляционного материала могут быть использованы битум, мастика, лента из эластичного полимерного материала и т. п.

При использовании в качестве изоляционного материала битума рекомендуется принимать меры, предотвращающие отслоение покрытия.

9.13.6 Проведение испытаний

9.13.6.1 Испытания проводят при нормальных климатических условиях, установленных в ГОСТ 15150, при температуре (25 ± 10) °С.

9.13.6.2 Схема испытательной цепи представлена на рисунке 5.



1 — источник питания (ИП); *2* — миллиамперметр; *3* — шунт (резистор); *4* — регистратор напряжения (вольтметр); *5* — провод от положительной клеммы ИП; *6* — емкость; *7* — образец протекторного сплава; *8* — электролит; *9* — катод из углеродистой стали; *10* — места подключения положительной клеммы вольтметра при измерении рабочего потенциала *11* — провод от катода к минусовой клемме ИП; *12* — резистор для регулирования силы тока в цепи

Рисунок 5 — Схема испытательной цепи для определения рабочего потенциала, фактической токоотдачи и КПД протектора

Расстояние от нижней точки образцов до дна емкости должно быть не менее 30 мм. Наименьшее расстояние между испытуемым образцом и стальным катодом должно быть не менее 40 мм.

9.13.6.3 После приведения экспериментальной установки в полную готовность образцы (с кабельными выводами, изолированными контактными узлами и нерабочей поверхностью) помещают в электролит, в рабочем журнале фиксируют начальное значение потенциала образцов протекторов и температуру электролита в каждой емкости. Включают источник питания и устанавливают необходимую силу тока в цепи.

9.13.6.4 Контроль параметров в ходе испытаний

В ходе испытаний следует контролировать силу тока в цепи. Периодичность контроля представлена в таблице 5. При отклонении силы тока более чем на 1 % от номинального значения выполняют корректировку силы тока в цепи до требуемого значения.

Таблица 5 — Периодичность контроля параметров при испытании

Продолжительность испытания, сут	Периодичность контроля, не менее		
	силы тока в цепи	температуры электролита, рабочего потенциала	напряжения на шунте*
14 (+1 ч)	4 раза в сутки	4 раза в сутки	1 раз в 30 с
* Контроль напряжения на шунте осуществляется автоматически.			

9.13.6.5 Необходимо осуществлять визуальный контроль внешнего вида поверхности образцов в электролите, прозрачности электролита, наличия и количества продуктов коррозии. Наиболее значимые результаты наблюдений такие как изменение прозрачности электролита, температуру, силу тока в цепи, значения рабочих потенциалов, необходимо записывать в лабораторный журнал, в том числе, прилагая фотоснимки, подтверждающие наблюдения. Допускается осуществлять видеозапись наблюдаемых процессов.

9.13.6.6 При измерении рабочего потенциала необходимо минимизировать омическую составляющую за счет приближения капилляра ХСЭ на расстояние не более 1 мм от рабочей поверхности образца протекторного сплава.

9.13.7 Завершающая стадия испытаний

9.13.7.1 По истечении установленной продолжительности испытаний выполняют заключительное измерение параметров в соответствии с таблицей 3. Затем источник питания отключают, а цепь разрывают, отсоединив один из проводников от клеммы источника питания.

9.13.7.2 Образцы выдерживают в электролите в течение 1 ч без поляризации, после чего измеряют потенциалы образцов.

9.13.7.3 Образцы извлекают из электролита, фотографируют, удаляют изоляционное покрытие, не повреждая поверхность образца.

9.13.7.4 От образцов отсоединяют проводник и контактный узел.

9.13.7.5 Для удаления битумных покрытий рекомендуется применять соответствующие органические растворители (уайтспирит, растворитель 646, бензин и т. п.), облегчающие процесс очистки поверхности образцов.

9.13.7.6 Следует предусмотреть мероприятия по обеспечению идентификации образцов при последующем определении убыли массы.

9.13.7.7 С образцов удаляют продукты коррозии методом травления. Контрольные образцы также подлежат травлению. Убыль массы контрольных образцов и погрешности измерения их массы должны быть учтены при дальнейших расчетах фактической токоотдачи и погрешности ее определения.

Рекомендуемый состав травильного раствора и режим травления для химического удаления продуктов коррозии приведены в таблице 6.

Таблица 6 — Состав травильного раствора и режим травления образцов

Состав травильного раствора*	Продолжительность травления, с	Температура, °С
Оксид хрома (VI) (CrO_3) по ГОСТ 3776, раствор в дистиллированной воде концентрацией 250 г/дм^3	240 ± 15	От 20 до 25
* Раствор содержит высокотоксичный компонент. Все работы с раствором следует проводить в вытяжном шкафу с использованием средств индивидуальной защиты.		

9.13.7.8 После удаления продуктов коррозии образцы промывают проточной водой, обезжиривают поверхность спиртом и высушивают при температуре (120 ± 10) °С в течение 15 мин.

9.13.7.9 После извлечения из сушильного шкафа образцы охлаждают, выдерживая в эксикаторе с осушителем не менее 1 ч при комнатной температуре, а затем взвешивают с точностью до 0,001 г. Результаты записывают в лабораторный журнал.

9.13.8 Обработка результатов

9.13.8.1 Изменение массы образцов

Изменение (убыль) массы i-го испытуемого образца протектора Δm_i, вычисляют по формуле

$$\Delta m_i = |m_{0i} - m_i|, \quad (3)$$

где m_{0i} — начальная масса i-го образца, г;

m_i — масса i-го образца после испытаний и травления, г;

i — индекс, обозначающий номер образца (1, 2, …) (для показателей контрольных образцов используют нижний индекс «k»).

9.13.8.2 Фактическая токоотдача

Фактическую токоотдачу $Q_ф$, А · ч/кг, вычисляют для каждого испытуемого образца по формуле

$$Q_ф = \frac{C}{\Delta m_i - \Delta m_k} \cdot 1000, \quad (4)$$

где C — общее количество электричества, прошедшее в цепи за время проведения испытаний, А · ч;

Δm_i — убыль массы i-го испытуемого образца г;

Δm_k — убыль массы контрольного образца в ходе удаления продуктов коррозии, г (если используют несколько контрольных образцов для одного типа сплава, в формулу в качестве Δm_k подставляют среднее значение).

9.13.8.3 Общее количество электричества C, А · ч, вычисляют по формуле

$$C = \frac{\sum_{j=1}^{n} \frac{U_j}{R_ш} \cdot 30}{3600}, \quad (5)$$

где U_j — j-е показание регистратора напряжения на шунте, В;

$R_ш$ — сопротивление шунта, Ом;

n — число измерений.

9.13.8.4 Значение рабочего потенциала $U_{раб}$, В, вычисляют по формуле

$$U_{раб} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(\sum_{j=1}^{m} U^i_{раб\,j}\right)}{n \cdot m}, \quad (6)$$

где $U^i_{раб\,j}$ — j-е значение рабочего потенциала на i-м образце, В;

n — количество образцов;

m — число измерений на каждом образце.

9.13.8.5 КПД каждого образца КПД$_i$, %, вычисляют по формуле

$$КПД_i = \frac{Q_{ф i}}{Q_т} \cdot 100, \quad (7)$$

где $Q_{ф i}$ — фактическая токоотдача i-го образца, А · ч/кг;

$Q_т$ — теоретическая токоотдача по ГОСТ 26251 (2200 А · ч/кг).

Среднее значение $КПД_{ср}$ вычисляют по формуле

$$КПД_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} КПД_i}{n}, \quad (8)$$

где $КПД_i$ — значение КПД i-го образца;

n — число образцов.

9.13.8.6 Значения рабочего потенциала, фактической токоотдачи и КПД должны соответствовать 5.4.17.

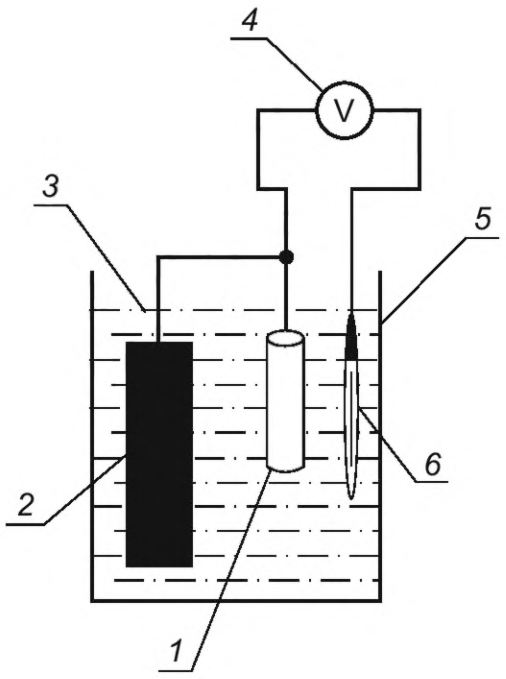
9.14 Склонность к пассивации

9.14.1 Склонность протекторного сплава к пассивации оценивают по изменению рабочего потенциала при гальваническом контакте протектора со стальным образцом.

9.14.2 Размеры испытуемого образца должны соответствовать рисунку 4, площадь катода должна соответствовать таблице 3. Количество испытуемых образцов должно быть не менее трех. Подготовку образцов проводят по 9.13.5.1.

9.14.3 Состав электролита указан в таблице 4. Требуемое количество электролита — не менее 20 $дм^3$.

9.14.4 Схема испытательной цепи приведена на рисунке 6.



1 — образец протекторного сплава; *2* — катод из углеродистой стали; *3* — электролит; *4* — вольтметр; *5* — емкость; *6* — ХСЭ

Рисунок 6 — Схема испытательной цепи при определении склонности протектора к пассивации

9.14.5 В ходе испытаний через установленные промежутки времени контролируют рабочий потенциал и температуру электролита в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7 — Периодичность контроля параметров испытаний при проверке склонности к пассивации

Продолжительность испытания, сут	Периодичность контроля, не реже	
	Измерение рабочего потенциала	Измерение температуры электролита
3	3 раза в сутки	

9.14.6 По истечении трех суток испытания, в течение которых измеряли потенциал протекторного сплава, оценивают склонность протектора к пассивации.

Испытуемый сплав не склонен к пассивации, если значения потенциалов в течение всего времени испытаний не изменялись в положительную сторону более чем на 100 мВ.

9.15 Собственный потенциал протекторного сплава

9.15.1 Общие положения

9.15.1.1 Проверку собственного потенциала протекторного сплава проводят в лаборатории на стадии ТИ.

9.15.1.2 Собственный потенциал протекторного сплава определяют относительно ХСЭ.

9.15.1.3 Испытания проводят при нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150.

9.15.2 Образцы для испытаний

Размеры испытуемого образца должны соответствовать рисунку 4, площадь катода должна соответствовать указанной в таблице 3. Количество испытуемых образцов должно быть не менее трех. Подготовку образцов проводят по 9.13.5.1.

9.15.3 Оборудование, аппаратура и материалы

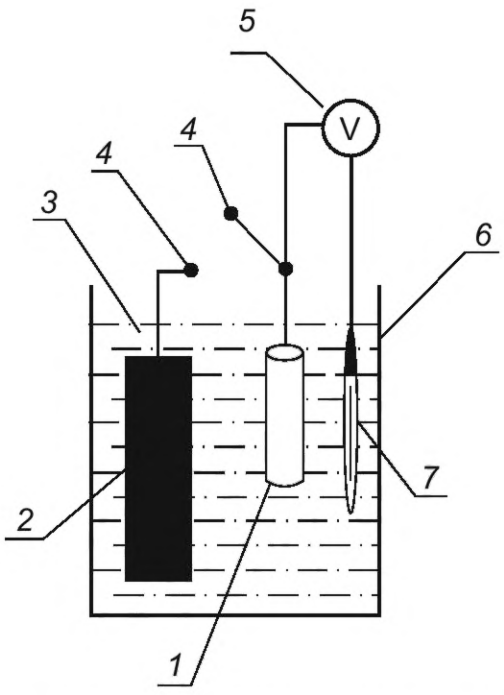
9.15.3.1 Испытательное оборудование должно включать в себя:

- средство измерения напряжения (вольтметр);
- ХСЭ;
- катоды из углеродистой стали (площадь катода должна быть больше площади образца протекторного сплава в 10 раз);
- испытательные емкости с электролитом.

9.15.3.2 Испытательные емкости должны обладать достаточной вместимостью электролита и быть выполнены из химически стойкого и инертного по отношению к электролиту материала с учетом изменения его состава в ходе испытаний (например, полимерного). Объем емкостей должен составлять не менее 20 дм^3.

9.15.3.3 Требования к приготовлению электролита — по 9.13.4.4. Состав электролита для испытаний должен соответствовать составу, приведенному в таблице 4.

9.15.3.4 Схема испытательной установки представлена на рисунке 7.



1 — образец протекторного сплава; *2* — катод из углеродистой стали; *3* — электролит; *4* — электрический ключ; *5* — вольтметр; *6* — емкость; *7* — ХСЭ

Рисунок 7 — Схема испытательной цепи для определения собственного потенциала протекторного сплава

9.15.4 Проведение испытаний

9.15.4.1 Образцы (с кабельными выводами) помещают в емкость с электролитом, где проводят измерения собственного потенциала образца протектора относительно ХСЭ через определенные промежутки времени, указанные в таблице 8.

9.15.4.2 Образцы протекторного сплава соединяют электрическим ключом с катодом из углеродистой стали на 10 с, далее размыкают цепь между образцом протекторного сплава и катодом, выдерживают 60 с и проводят измерение собственного потенциала. Предыдущие действия повторяют последовательно, замыкая электрический ключ на 20 и 40 с.

9.15.4.3 При измерении собственного потенциала необходимо минимизировать омическую составляющую за счет приближения капилляра электрода сравнения на расстояние не более 1 мм от рабочей поверхности образца протекторного сплава.

Таблица 8 — Периодичность контроля параметров при испытаниях определения собственного потенциала

Продолжительность испытания, сут	Периодичность контроля, не реже	
	Измерение потенциала	Температура электролита
14 (+1 ч)	3 раза в сутки	

9.15.5 Обработка результатов

Значение собственного потенциала протекторного сплава $U_{соб}$, В, вычисляют по формуле

$$U_{соб} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(\sum_{j=1}^{m} U^{i}_{соб\,j}\right)}{n \cdot m}, \qquad (9)$$

где $U^{i}_{соб\,j}$ — j-е значение собственного потенциал на i-м образце, В;

n — количество образцов;

m — число измерений на каждом образце.

9.16 Наличие газовых пустот в протекторном сплаве и прилегание сплава к арматуре

Контроль заполненных газом пустот в протекторном сплаве и прилегание сплава к арматуре проводят по ГОСТ Р 58284—2018 (приложение А).

Протектор считают выдержавшим испытания, если внутренняя макроструктура соответствует требованиям 5.4.6.

9.17 Воздействие верхнего значения температуры окружающей среды при эксплуатации

9.17.1 Проверку протекторов на воздействие верхнего значения температуры окружающей среды при эксплуатации, проводят по ГОСТ 30630.2.1 (метод 201-1.1) с целью проверки стабильности параметров и внешнего вида протекторов в условиях воздействия верхнего значения температуры окружающей среды.

9.17.2 Испытание протекторов проводят в камере тепла при верхнем значении температуры окружающей среды, указанном в КД изготовителя.

9.17.3 Время выдержки протекторов в камере тепла, если оно не указано в КД изготовителя протектора, устанавливают в зависимости от массы протекторов в соответствии с ГОСТ 30630.0.0—99 (подраздел 7.8).

9.17.4 После завершения испытания проводят проверку переходного электрического сопротивления контактного узла по 9.10 и визуальный осмотр протектора на отсутствие внешних механических повреждений.

9.17.5 Протектор считают выдержавшим испытание, если после испытания при внешнем осмотре не обнаружены механические повреждения и переходное электрическое сопротивление контактного узла соединительного кабеля соответствует требованию, указанному в 5.4.14.

9.18 Воздействие нижнего значения температуры окружающей среды при эксплуатации

9.18.1 Испытание протекторов на воздействие нижнего значения температуры окружающей среды при эксплуатации проводят по ГОСТ 30630.2.1 (метод 203-1) с целью проверки способности протекторов сохранять параметры и внешний вид, заявленные изготовителем, в условиях воздействия нижнего значения рабочей температуры окружающей среды.

9.18.2 Испытание протекторов проводят в камере холода при нижнем значении температуры окружающей среды, указанном в КД изготовителя.

9.18.3 Время выдержки протекторов в камере холода указывают в КД изготовителя или устанавливают в зависимости от массы протекторов в соответствии с ГОСТ 30630.0.0—99 (подраздел 7.8).

9.18.4 После испытаний на воздействие нижнего значения температуры образец выдерживают при нормальных климатических условиях в течение времени, указанного в КД изготовителя или установленного в зависимости от массы протекторов в соответствии с ГОСТ 30630.0.0—99 (подраздел 7.8). После этого измеряют переходное электрическое сопротивление контактного узла по 9.10 и проводят визуальный осмотр образца. Протектор считают выдержавшим испытание, если после испытания при внешнем осмотре не обнаружены механические повреждения и переходное электрическое сопротивление контактного узла соединительного кабеля соответствует требованию, указанному в 5.4.14.

9.19 Воздействие нижнего значения температуры окружающей среды при транспортировании и хранении

9.19.1 Испытание протекторов на воздействие нижнего значения температуры окружающей среды при транспортировании и хранении проводят по ГОСТ 30630.2.1 (метод 204-1) с целью проверки стабильности параметров и внешнего вида протекторов при воздействии нижнего значения температуры воздуха в условиях хранения испытуемых образцов, установленных в КД изготовителя.

9.19.2 Испытание проводят в случае, если нижнее значение температуры окружающей среды при транспортировании и хранении ниже нижнего значения рабочей температуры окружающей среды (при эксплуатации).

9.19.3 Испытание протекторов проводят в камере холода при нижнем значении температуры окружающей среды при хранении, указанном в КД изготовителя.

9.19.4 Время выдержки протекторов в камере холода указывают в КД изготовителя или устанавливают в зависимости от массы протекторов в соответствии с ГОСТ 30630.0.0—99 (подраздел 7.8).

9.19.5 После испытаний на воздействие нижнего значения температуры образец выдерживают при нормальных климатических условиях в течение времени, указанного в КД изготовителя или установленного в зависимости от массы протекторов в соответствии с ГОСТ 30630.0.0—99 (подраздел 7.8). После этого измеряют переходное электрическое сопротивление контактного узла по 9.10 и проводят визуальный осмотр образца.

9.20 Вибропрочность

9.20.1 Испытания на вибропрочность проводят с целью проверки стойкости конструкции протекторов к воздействию вибрации и сохранения установленных параметров после воздействия вибрации.

9.20.2 Испытания протекторов проводят по ГОСТ 30630.1.2 методом качающейся частоты (метод 103.1.1) или методом фиксированных частот (метод 103.2.1).

9.20.3 Испытания осуществляют с использованием вибрационного стенда при жестком креплении протекторов в эксплуатационном положении.

9.20.4 Протекторы испытывают при вертикальном воздействии вибрационных нагрузок в диапазоне частот 10—35 Гц, при максимальной амплитуде ускорения 1,5 g и амплитуде перемещения 0,5 мм. Степень жесткости при испытании — 1 по ГОСТ 30631—99 (пункт 4.3).

9.20.5 Испытание проводят в следующей последовательности:

- размещают протекторы в эксплуатационном положении и надежно закрепляют на вибрационном стенде;
- включают вибрационный стенд и проводят испытание в установленном диапазоне частот, при заданном ускорении и амплитуде перемещения, в течение заданного времени, соответствующего длительному воздействию вибрации;
- по завершении времени воздействия вибрации отключают вибрационный стенд;
- проводят внешний осмотр протекторов, контролируя при этом сохранение целостности конструкции и отсутствие механических повреждений;
- измеряют переходное электрическое сопротивление контактного узла протектора по 9.10.

9.20.6 Протектор считают выдержавшим испытание, если после испытания при внешнем осмотре не обнаружены механические повреждения и переходное электрическое сопротивление контактного узла соединительного кабеля соответствует требованию, указанному в 5.4.14.

9.21 Ударная прочность

9.21.1 Проверку устойчивости протекторов к механическим воздействиям при транспортировании проводят по ГОСТ Р 51371 (метод 104-1) или путем перевозки образцов в упаковке на автомашинах в условиях транспортирования Ж в соответствии с ГОСТ 23216—78 (подпункты 5.2.4.1, 5.2.4.4, 5.2.4.5).

9.21.2 После испытаний или перевозки образцов проводят визуальный осмотр упаковки и составных частей протекторов на отсутствие механических повреждений.

9.21.3 Протектор считают выдержавшим испытание, если при внешнем осмотре после испытания не обнаружены механические повреждения.

10 Транспортирование и хранение

10.1 Условия транспортирования протекторов в части стойкости к воздействию механических факторов должны соответствовать группе Ж по ГОСТ 23216 и обеспечивать сохранность протекторов и их технических характеристик в процессе транспортирования.

10.2 Условия транспортирования протекторов в части устойчивости к воздействию климатических факторов должны соответствовать условиям 5(ОЖ4) или 8(ОЖ3) по ГОСТ 15150 в диапазоне температур окружающего воздуха от минус 50 °С до плюс 50 °С.

10.3 При поставках протекторов в макроклиматические районы с холодным климатом (ХЛ) или транспортировании через макроклиматические районы с холодным климатом протекторы должны выдерживать условия транспортирования при временном понижении температуры окружающего воздуха до минус 60 °С.

10.4 Погрузочно-разгрузочные работы необходимо осуществлять в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.009.

10.5 Протекторы допускается транспортировать всеми видами транспорта (автомобильным, железнодорожным, водным и воздушным).

10.6 Условия хранения протекторов должны соответствовать условиям 5(ОЖ4) или 8(ОЖ3) по ГОСТ 15150 в диапазоне температур окружающего воздуха от минус 50 °С до плюс 50 °С.

11 Указания по монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию и утилизации

11.1 При монтаже и вводе в эксплуатацию протекторов необходимо руководствоваться инструкциями изготовителя и требованиями СП 245.1325800 и СП 424.1325800.

11.2 Указания по эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и утилизации должны быть приведены в эксплуатационной документации протекторов.

11.3 Протекторы по стойкости к воздействию внешних механических факторов при эксплуатации должны соответствовать группе условий эксплуатации М1 по ГОСТ 30631.

11.4 Протекторы по стойкости к воздействию внешних климатических факторов при эксплуатации должны соответствовать группе О, категории размещения 5 по ГОСТ 15150 при диапазоне температур окружающей среды от минус 10 °С до плюс 35 °С. Диапазон рабочих температур — от 0 °С до 35 °С.

12 Гарантии изготовителя

12.1 Гарантийный срок службы протекторов в режимах и условиях, установленных настоящим стандартом, должен составлять не менее 36 мес со дня ввода в эксплуатацию и не менее 48 мес с даты изготовления изделия.

12.2 Срок хранения протекторов должен составлять не менее 24 мес с даты приемки ОТК изготовителя.

12.3 Срок эксплуатации протекторов должен составлять не менее 10 лет.

12.4 К гарантийным случаям не относятся случаи выхода протекторов из строя:

- при нарушении требований НД, регламентирующих правила выбора и установки, инструкций по монтажу и эксплуатации;

- эксплуатации протекторов в условиях окружающей среды, отличных от указанных в паспорте и руководстве по эксплуатации.

12.5 По истечении гарантийного срока хранения перед монтажом необходимо проводить проверку протекторов на выборке объемом 10 % изделий из партии на соответствие требованиям настоящего стандарта к внешнему виду, массе и размерам.

Приложение А
(рекомендуемое)

Перечень средств измерений

Таблица А.1 — Перечень средств измерений, применяемых в методах испытаний протекторов

Наименование средства измерения	Измеряемый параметр	Допустимая погрешность	Примечание
Штангенциркуль	Линейные размеры	0,1 мм	—
Измерительная рулетка	Линейные размеры	1 мм	—
Мегаомметр	Сопротивление изоляции	5 %	Испытательное напряжение не менее 500 В
Миллиомметр	Переходное сопротивление контактного узла	±0,5 %	—
Камера тепла, холода, влажности	Климатические параметры	Температура: ±1 °С; влажность: ±3 %	Диапазон температур от минус 60 °С до плюс 60 °С; относительная влажность до 98 % при температуре 25 °С
Динамометр	Механическая прочность контактного узла	Класс точности 2	До 1000 Н
Электронные весы	Масса изделия	±1 % (отн.)	—
Вибрационная установка	Механические характеристики	—	Синусоидальная вибрация. Диапазон частот от 10 до 35 Гц. Максимальная амплитуда ускорения 1,5 g. Степень жесткости 1
Источник тока	—	±1 %	Выходной ток до 50 мА. Выходное напряжение до 30 В
Измерительный шунт (резистор)	Контроль силы тока в цепи	±0,5 %	Номиналы: 1 Ом, мощность не менее 1 Вт; 10 Ом, мощность не менее 10 Вт
Регистратор напряжений	Падение напряжения на шунте	±0,003 В	±1 В/±10 В, дискретность сохранения измерений не менее одного раза в 30 с
Вольтметр	Потенциал	—	Входное сопротивление не менее 10 МОм
ХСЭ	Потенциал	±1 мВ	—
Лабораторные весы	Масса образцов протекторов	0,1 мг	Класс точности II

Окончание таблицы А.1

Наименование средства измерения	Измеряемый параметр	Допустимая погрешность	Примечание
Секундомер	Продолжительность травления образцов	—	—
Термометр	Температура растворов, воздуха	1 °С	До 120 °С
Миллиамперметр	Сила тока в цепи	1 %	—
Сушильный шкаф	—	—	120 °С—130 °С
Емкости вместимостью 20 $дм^3$	—	—	3 шт.
Мерные стаканы	Объемы кислот, жидких реактивов	±1 $см^3$ (для объема до 100 $см^3$); ±10 $см^3$ (для объема 1000 $см^3$)	—

Примечание — Допускается проводить испытания и проверки, используя другие средства и оборудование, которые обеспечивают необходимую точность измерений.

УДК 620.197.05:006.354 ОКС 77.060

Ключевые слова: электрохимическая защита, протекторы магниевые, общие технические условия, методы испытаний

Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 25.07.2025. Подписано в печать 31.07.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,16.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru