ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 72182.6— 2025 (МЭК 60352-6:2022)

СОЕДИНЕНИЯ БЕЗ ПАЙКИ

Часть 6

Соединения при помощи прокалывания изоляции. Общие требования и методы испытаний

(IEC 60352-6:2022, Solderless connections — Part 6: Insulation piercing connections — General requirements, test methods and practical guidance, MOD)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Акционерным обществом «Диэлектрические кабельные системы» (АО «ДКС») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 331 «Низковольтная коммутационная аппаратура и комплектные устройства распределения, защиты, управления и сигнализации»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 октября 2025 г. № 1283-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту МЭК 60352-6:2022 «Соединения без пайки. Часть 6. Соединения при помощи прокалывания изоляции. Общие требования, методы испытаний и практическое руководство» (IEC 60352-6:2022 «Solderless connections — Part 6: Insulation piercing connections — General requirements, test methods and practical guidance», MOD) путем изменения отдельных фраз (слов, значений показателей, ссылок), которые выделены в тексте курсивом. При этом в настоящий стандарт не включена библиография примененного международного стандарта в связи с нецелесообразностью ее применения.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5)

5 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

© IEC, 2022
© 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 и определения 2
4 Требования 3
5 Предварительные условия перед базовой программой испытаний 4
6 Испытания 5
7 Методы и требования проведения испытаний 6
8 Программы испытаний 11
Приложение А (рекомендуемое) Практическое руководство 17
Приложение ДА (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта 21

Введение

Настоящий стандарт распространяется на соединения без пайки, выполненные методом прокалывания изоляции (ПИ), включает в себя требования, испытания и практическое руководство для данной технологии соединения.

В нем предусмотрены две программы испытаний:

- базовая программа, которая применяется к соединениям с прокалыванием изоляции, соответствующим всем требованиям раздела 5;

- программа испытаний на применение, которая используется в отношении соединений, выполненных прокалыванием изоляции, являющихся неотъемлемой частью компонента и уже выполняющих предварительные условия раздела 5.

В *ГОСТ Р 57328* подчеркивается необходимость минимизации воздействия продукта на окружающую среду на протяжении всего срока его службы.

ГОСТ Р МЭК 62430 содержит принципы, требования и руководство по внедрению экологически безопасного проектирования.

Необходимо учитывать, что часть материалов, рассмотренных в настоящем стандарте, могут оказывать негативное воздействие на окружающую среду.

При дальнейшем пересмотре настоящего стандарта с появлением новых более экологичных материалов менее экологичные будут исключены.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СОЕДИНЕНИЯ БЕЗ ПАЙКИ

Часть 6

Соединения при помощи прокалывания изоляции. Общие требования и методы испытаний

Solderless connections. Part 6. Insulation piercing connections. General requirements and test methods

Дата введения — 2026—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт применим к соединениям с прокалыванием изоляции, выполненным с использованием многопроволочных токопроводящих жил, мишурных, изолированных плоских и гибких токопроводящих жил для использования в электрическом и электронном оборудовании.

Информация о материалах и данные из промышленного опыта включены в дополнение к процедурам испытаний для обеспечения электрически стабильных соединений в условиях окружающей среды.

Целью настоящего стандарта является:

- определение пригодности соединений с прокалыванием изоляции при заданных механических, электрических и атмосферных условиях;
- предоставление методов сравнения результатов испытаний, когда инструменты, используемые для выполнения соединений, при их наличии, имеют различную конструкцию или механизм.

Существуют различные конструкции и материалы для используемых концевых заделок с ПИ. В настоящем стандарте указаны только основные параметры концевой заделки с ПИ, требования к рабочим характеристикам токопроводящей жилы и соединениям.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 16962.1 Изделия электротехнические. Методы испытаний на устойчивость к климатическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 22483 Жилы токопроводящие для кабелей, проводов и шнуров

ГОСТ 28381—89 Электромеханические компоненты для электронной аппаратуры. Основные методы испытаний и измерений

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов 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 стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана дати-

Издание официальное

рованная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

ИСО и МЭК ведут терминологические базы данных, используемых при стандартизации и доступных по нижеприведенным адресам:

- Электропедия МЭК: gost.e-ecolog.ru ;
- Платформа онлайн просмотра ИСО: gost.e-ecolog.ru .

3.1 **токопроводящая жила** (conductor): Часть кабеля или провода, предназначенная для прохождения электрического тока.

Примечание 1 — Токопроводящая жила может быть:

a) однопроволочной — состоящей из одного изолированного проводника;

b) многопроволочной — состоящей из ряда отдельных проволок круглого поперечного сечения без изоляции между ними, собранных вместе с помощью концентрического скручивания или собранных в пучок.

Примечание 2 — Свойства меди соответствуют *ГОСТ 22483.*

3.2 **провод** (wire): Изолированная токопроводящая жила или несколько жил с общей изоляцией, скрученных вместе, которые могут быть экранированными.

Примечание — Провод может быть:

a) одиночным — состоящим из одной изолированной жилы;

b) многожильным — состоящим из нескольких изолированных проводников.

3.3 **соединение с прокалыванием изоляции ПИ** (insulation piercing (IP) connection): Соединение без пайки, выполненное с помощью металлических выступающих элементов, которые прокалывают изоляцию и предназначены для обеспечения контакта с токопроводящей жилой путем ее деформации или проникновения в нее.

3.3.1 **корпусное соединение с ПИ для многожильного или мишурного провода** (integrated insulation piercing (IP) termination for stranded wire or tinsel wire): Соединение с прокалыванием изоляции, имеющее корпус или являющееся частью многополюсного соединителя для соединения при помощи ПИ с многопроволочной токопроводящей жилой или мишурным проводом (см. рисунок 1).

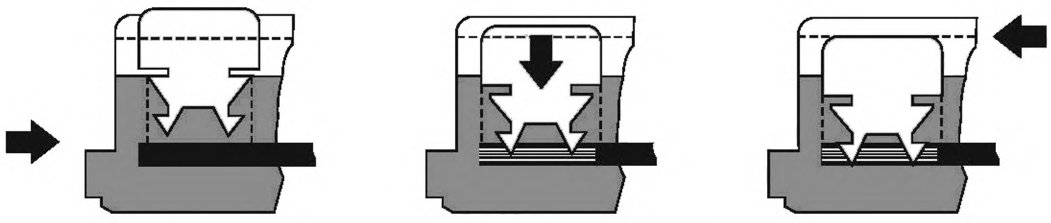


Рисунок 1 — Пример корпусного соединения с прокалыванием изоляции (показано одно соединение)

Примечание — Как правило, все соединения ПИ соединителя со встроенной заделкой ПИ выполняют за один прием.

3.3.2 **соединение ПИ для изолированной плоской токопроводящей жилы или плоского гибкого шлефа** (insulation piercing connection with insulated flat conductor or flat flexible circuitry): Соединение, прокалывающее изоляцию, образованное пиками, которые прокалывают и проникают в изолированную плоскую токопроводящую жилу или гибкий шлейф (см. рисунок 2).

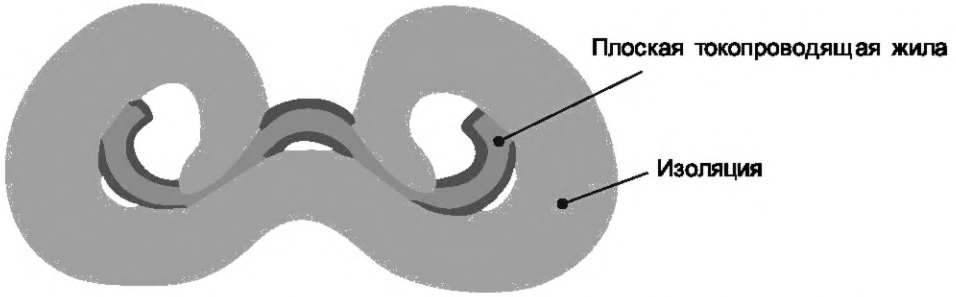


Рисунок 2 — Пример соединения с ПИ с изолированной плоской токопроводящей жилой

3.3.3 **соединение, прокалывающее изоляцию с охватом для соединения многопроволочной или мишурной жилой** (insulation piercing barrel connection with stranded wire or tinsel wire): Соединение, прокалывающее изоляцию, выполняемое с помощью копий, расположенных в конструкции, охватывающей внешний изолирующий слой токопроводящей жилы, которые прокалывают изоляцию и входят в контакт с токопроводящей жилой (см. рисунок 3).



Рисунок 3 — Пример соединения с прокалыванием изоляции в стволе с многопроволочной токопроводящей жилой

3.4 **концевое соединение с ПИ** (insulation piercing termination): Концевое соединение для подключения различных типов изолированных токопроводящих жил для установления соединения с ПИ.

3.5 **зона прокалывания изоляции** (insulation piercing zone): Часть контакта, предназначенная для прокалывания изоляции и обеспечения контакта с токопроводящей жилой.

3.6 **мишурная токопроводящая жила** (tinsel conductor): Токопроводящая жила, включающая один или несколько элементов, скрученных вместе, где каждый элемент состоит из одной или нескольких тонких металлических лент, намотанных спирально и поддерживаемых текстильной нитью.

3.7 **мишурный провод** (tinsel wire): Мишурные жилы, объединенные и покрытые общим изоляционным слоем.

4 Требования

4.1 Качество изготовления

Изготовитель соединений ПИ в виде устройства или компонента, использующего такие соединения, должен предоставить инструкцию по сборке соединений, прокалывающих изоляцию.

Приложение А (рекомендуемое) содержит практические рекомендации и может служить руководством для оценки качества изготовления.

4.2 Инструменты

Инструменты применяют и проверяют в соответствии с инструкциями, предоставленными изготовителем(ями) инструмента и/или соединителя.

Инструменты должны быть способны создавать одинаково надежные соединения с прокалыванием изоляции в течение всего срока службы.

Инструменты должны быть спроектированы с учетом предохранения от повреждения концевого соединения ПИ с токопроводящими жилами.

Ручные инструменты должны быть снабжены механизмом полного цикла.

Автоматические инструменты должны быть снабжены механизмом полного цикла или эквивалентной защитой. Инструменты оценивают при помощи испытания соединений ПИ, выполненных с помощью оцениваемых инструментов.

5 Предварительные условия перед базовой программой испытаний

5.1 Концевые соединения с прокалыванием изоляции

5.1.1 Материалы

- Металлические детали

Необходимо использовать подходящие марки меди или медного сплава, такие как медь-олово (бронза), медь-цинк (латунь) или бериллиевая медь.

- Изоляционные детали

Для встроенных соединений ПИ в соответствии с 3.3.1 материал корпуса компонента должен быть изготовлен из поликарбоната или аналогичного пластикового материала.

Для соединений ПИ в соответствии с пунктом 3.3.3 изоляция токопроводящей жилы должна быть из ПВХ или другого материала, подходящего для данного метода соединения.

5.1.2 Размеры

Качество соединения ПИ зависит от размеров прокалывающего изоляцию концевого соединения. Размеры должны подходить для многопроволочных токопроводящих жил, включая мишурные, изолированных плоских токопроводящих жил, как указано в 5.2.

5.1.3 Покрытие контактной поверхности

Контактную область заделки ПИ допускается применять без покрытия или с покрытием оловом, оловянно-свинцовым сплавом, серебром, золотом, палладием или их сплавами.

Поверхность контактной зоны должна быть свободна от загрязнений и коррозии.

5.1.4 Особенности конструкции

Заделки ПИ должны быть сконструированы таким образом, чтобы выступы, пики или острые края зоны прокалывания изоляции проникали в изоляцию изолированной токопроводящей жилы и устанавливали соединение путем проникновения или контролируемой деформации токопроводящей жилы. Зоны прокалывания изоляции и корпус заделки должны деформироваться вокруг токопроводящей жилы для гарантированного соединения.

Для корпусных соединений с ПИ в соответствии с 3.3.1 корпуса выполняют функцию направляющих для установки изолированных токопроводящих жил.

5.2 Изолированные проводники

5.2.1 Общие положения

Необходимо использовать кабельную продукцию с многопроволочными токопроводящими, мишурными, плоскими жилами.

5.2.2 Материалы

Используемые проводники должны быть из отожженной меди.

5.2.3 Размеры

5.2.3.1 Размеры для изолированных токопроводящих жил, используемых для интегрированного прокалывания изоляции заделки в соответствии с 3.3.1

Указываются в технической документации изготовителя.

5.2.3.2 Размеры для изолированных токопроводящих жил, используемых для прокалывания изоляции соединения с плоскими токопроводящими жилами или плоскими гибкими шлейфами в соответствии с 3.3.2.

Указываются в технической документации изготовителя.

5.2.3.3 Размеры изолированных токопроводящих жил, используемых для соединений с прокалыванием изоляции с многопроволочными или мишурными токопроводящих жил согласно 3.3.3

Указываются в технической документации изготовителя.

5.2.4 Покрытие поверхности

Токопроводящие жилы допускается применять без покрытия или с покрытием из олова, оловянно-свинцового сплава или серебра.

5.2.5 Изоляция

В технической документации на компоненты, использующие заделку с прокалыванием изоляции, указывают:

- толщину изоляции токопроводящих жил и
- наружные диаметры или внешние размеры токопроводящих жил, допустимые для установки.

Изоляционный материал должен обладать свойствами, отвечающими требованиям к процессу прокалывания изоляции, т.е. изоляционный материал должен легко прокалываться элементами прокалывания. Для многопроволочных или мишурных токопроводящих жил изоляция должна быть способна удерживать жилы на месте, чтобы они не смещались чрезмерно при выполнении соединения.

Для плоских токопроводящих жил изоляция между токопроводящими жилами, включая дополнительную изоляцию, образующую кабель, должна быть доступна для прокалывания прокалывающими элементами.

5.3 Соединения с прокалыванием изоляции

a) Комбинация из изолированных токопроводящих жил, инструментов для концевой заделки и соединения ПИ должна обладать совместимостью элементов.

b) Во время процесса соединения пика ПИ должна:

- прокалывать изоляцию до ее полного повреждения;
- деформировать или прокалывать токопроводящие жилы таким образом, чтобы создать электрическое соединение с токопроводящей жилой без его разрушения, например растрескивания.

c) Конструкция концевой заделки должна фиксировать положение изолированной токопроводящей жилы и зоны прокалывания.

d) Токопроводящая жила должна быть правильно расположена в концевой заделке изоляции, как указано в технической документации изготовителя. Между концевой заделкой и концом токопроводящей жилы должно быть достаточное расстояние. Минимальное значение расстояния зависит от используемой токопроводящей жилы и должно быть таким, как указано в технической документации изготовителя.

e) Если концевая заделка оснащена изоляционной опорой или зажимом, изоляцию необходимо правильно фиксировать в концевой заделке.

6 Испытания

6.1 Описание

Все испытания с соединениями ПИ проводят при их нормальном рабочем положении, например в своих корпусах (изолирующем корпусе соединителя).

Если соединительное устройство ПИ предназначено для подключения более одного концевого соединения ПИ, каждое соединение должно испытываться отдельно.

6.2 Общие положения

Существуют две схемы испытаний, которые применяют в соответствии со следующими условиями:

- соединения ПИ, соответствующие всем требованиям раздела 5, подвергают испытаниям в соответствие с подразделом 8.2;
- соединения ПИ, которые не полностью соответствуют всем требованиям раздела 5, например, выполнены с использованием токопроводящих жил и/или направляющих другого размера и/или из других материалов, подвергают испытаниям на соответствие требованиям расширенной программы испытаний согласно требованиям указанного подраздела.

6.3 Стандартные условия проведения испытаний

Все испытания проводят в стандартных условиях, как указано в *ГОСТ 28381*.

Температуру окружающей среды и относительную влажность, при которых проводят измерения, отмечают в протоколе испытаний.

В случае возникновения разногласий по поводу результатов испытания, его повторяют в соответствии с одним из контрольных условий *ГОСТ 16962.1*.

6.4 Предварительное выдерживание

Для стабилизации соединение выдерживают в стандартных условиях в течение 24 часов в соответствии с *ГОСТ 28381*.

6.5 Восстановление

Для стабилизации соединение выдерживают в стандартных условиях в течение от 1 ч до 2 ч после испытания в соответствии с *ГОСТ 28381.*

6.6 Монтаж образца

Образец для испытаний должен состоять из компонента, содержащего одно или указанное количество соединений ПИ с токопроводящими жилами, установленными в соответствии с инструкцией изготовителя в пазы для подключения каждого соединения ПИ. Проводниковые изделия, соединенные многополюсным соединителем, могут быть изготовлены из многопроволочной токопроводящей жилы или нескольких однопроволочных токопроводящих жил.

Если в ходе испытания требуется монтаж, образцы должны быть установлены обычным способом, как при эксплуатации, если не указано иное.

7 Методы и требования проведения испытаний

7.1 Общий осмотр

Испытания проводят в соответствии с испытаниями 1а и 1в *ГОСТ 28381—89* (см. *2.1* и *2.2*).

Испытание на визуальный осмотр допускается проводить с пятикратным увеличением.

Все детали проверяют на выполнение предварительных условий и требований разделов 5 и 6.

7.2 Механические испытания

7.2.1 Поперечное усилие извлечения

Испытание проводят в соответствии с испытанием 16t по *ГОСТ 28381—89* (*Метод А*, *подраздел 8.8.* или *Метод В*, *подраздел* 8.9 (по согласованию между потребителем и изготовителем).

Требование:

Прочность на разрыв соединений ПИ должна быть не менее 20 Н на токопроводящую жилу.

7.2.2 Испытание на изгиб токопроводящей жилы

Испытание проводят для определения значения выдерживаемого механического напряжения соединителя ПИ, вызванное изгибом подключенной токопроводящей жилы.

Испытуемый образец должен состоять:

- из нескольких соединений с многополюсным компонентом. Такие образцы могут включать несколько однопроволочных токопроводящих жил или многожильный плоский шлейф согласно 3.3.1 и 3.3.2 (см. рисунки 1 и 2);

- одиночной токопроводящей жилы, подключенной к одному компоненту согласно 3.3.3 (см. рисунок 3).

Испытуемый образец надежно закрепляют, чтобы токопроводящая жила или плоский шлейф свисали вдоль их продольной оси в соединении. Осевую нагрузку F прикладывают к свободному концу провода(ов) или плоского шлейфа для удержания его (их) в прямом положении.

Величина этой нагрузки должна составлять:

- 5 %—10 % от разрывной прочности токопроводящей жилы, если испытываются отдельные токопроводящие жилы;

- 10—50 Н, если испытываются плоские шлейфы. Применяемая нагрузка зависит от количества токопроводящей жил в шлейфе, диаметра токопроводящей жилы, типа и/или материала изоляции и должна быть указана в технической документации изготовителя. Нагрузку равномерно распределяют по всей токопроводящей жиле.

Примечание — Приведенная в таблице А.1 нагрузка рассчитана для различных номинальных сечений в соответствии с требованием от 5 % до 10 % прочности на растяжение, исходя из прочности на растяжение 200 Н/мм^2 для отожженных медных токопроводящих жил в соответствии с *ГОСТ 22483.*

Затем токопроводящую жилу следует перпендикулярно согнуть в обоих направлениях. Изгиб на расстояниях 1, 2 и 3 следует считать одним циклом, а на расстояниях 4, 5 и 6 — дополнительным циклом (см. рисунок 4). Угол изгиба должен составлять 30°.

Изгиб токопроводящей жилы/кабеля выполняют с использованием испытательного устройства, например, как показано на рисунках 4 и 5.

Если необходимо испытать отдельные токопроводящие жилы, подключенные к многополюсному соединителю, испытание на изгиб токопроводящей жилы проводят с несколькими отдельными токопроводящими жилами (образцами) на соединитель, количество которых указывают в технической документации изготовителя.

Образцы испытывают последовательно или одновременно, как указано в технической документации изготовителя.

Число циклов должно составлять 10.

Во время испытания на изгиб контролируют нарушение контакта в соответствии *с* испытанием 2e *ГОСТ 28381—89* (раздел 2.7).

Предельная продолжительность нарушения контакта должна составлять не более 1 мкс.

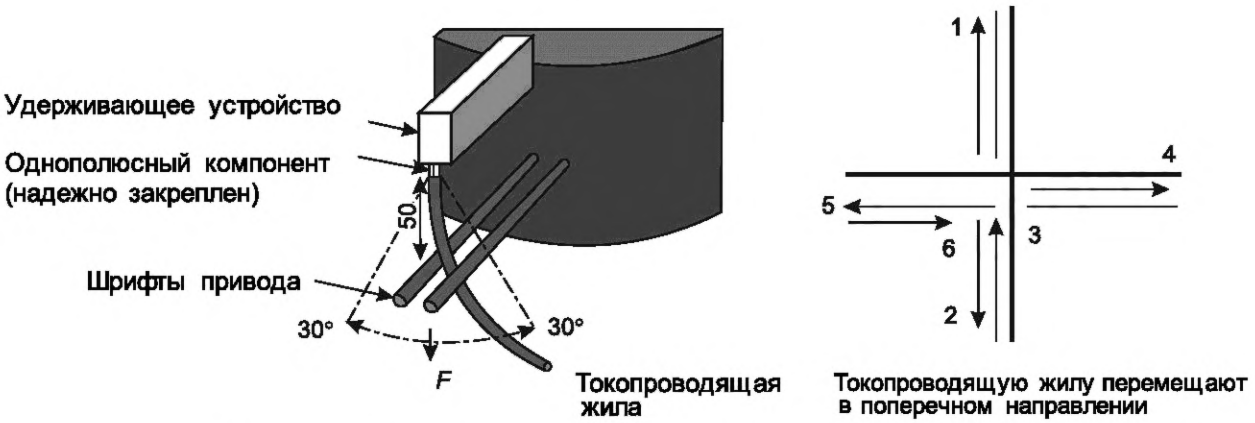


Рисунок 4 — Схема испытания на изгиб отдельной токопроводящей жилы

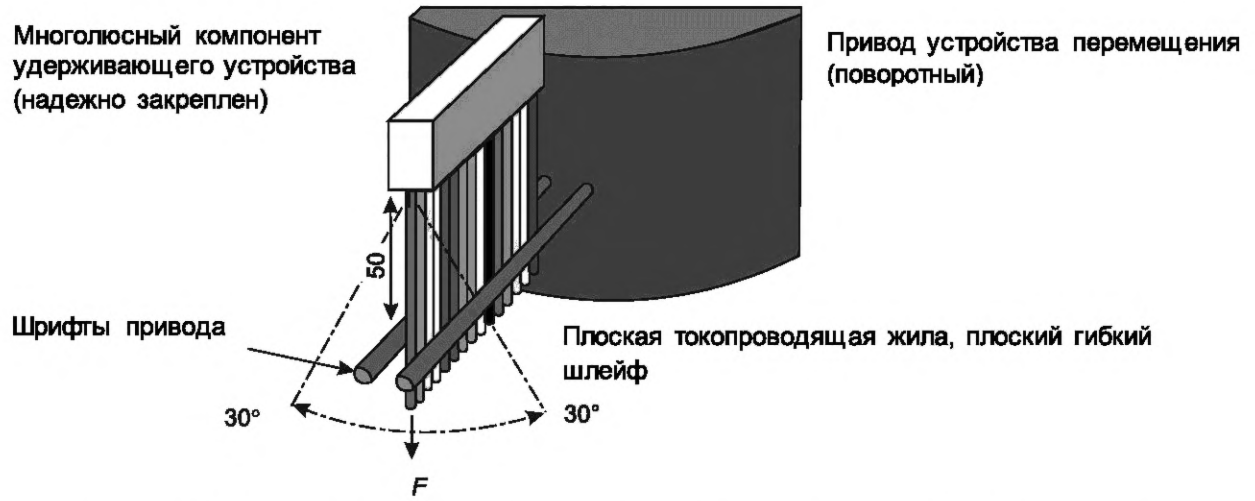


Рисунок 5 — Схема испытания на изгиб плоской токопроводящей жилы, плоского гибкого шлейфа

7.2.3 Вибрация

Испытание проводят в соответствии с испытанием 6d *ГОСТ 28381—89 (раздел 4.2).*

Образцы для испытания надежно закрепляют на вибрационном столе.

Испытательная схема для соединителя, содержащего соединения ПИ, показана на рисунке 6.

Предпочтительные значения испытательных воздействий приведены в таблице 1.

Во время испытания на вибрацию контролируют нарушение контакта в соответствии с испытанием 2e *ГОСТ 28381—89* (*раздел 2.7*).

Предельная продолжительность нарушения контакта должна составлять не более 1 мкс.

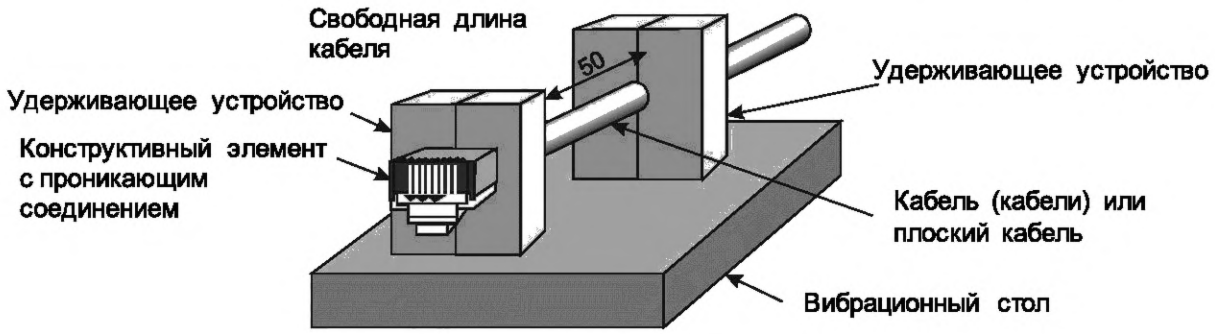


Рисунок 6 — Схема проведения испытаний, вибрация

Таблица 1 — Вибрация, значения испытательных воздействий

Диапазон частот, Гц	от 10 до 55	от 10 до 500	от 10 до 2 000
Полная продолжительность, ч	2,25	6	7,5
Амплитуда смещения ниже частоты пересечения, мм	0,35	0,35	1,5
Амплитуда ускорения выше частоты пересечения, м/с^2	—	50	200
Направления оси	3	3	3
Количество циклов развертки в каждом направлении	10	10	10

Если в технической документации не указано иное, выдерживают диапазон от 10 до 55 Гц.

7.3 Электрические испытания

7.3.1 Общие положения

В технической документации изготовителя должны быть указаны значения верхней предельной температуры (ВПТ) и нижней предельной температуры (НПТ), которые должны использоваться при следующих испытаниях.

Примечания

1 ВПТ — Максимальная заявленная изготовителем температура в соединителе ПИ — это сумма температур окружающей среды и превышения температуры вследствие прохождения тока, при которой соединитель ПИ должен оставаться работоспособным. НПТ — Минимальная температура соединителя ПИ согласно климатической категории, установленная изготовителем, при которой соединитель должен быть работоспособным.

2 Типовым способом предоставления такой информации является диаграмма снижения мощности, как определено в подразделе *3.2 ГОСТ 28381—89 (*испытание 5b*)*.

3 Токопроводящая способность соединения ПИ может состоять из одного соединения ПИ в сочетании с определенным номинальным сечением токопроводящей жилы, для которого подходит данная заделка. Однако в случае использования множественного набора соединений ПИ в компоненте, как в многополюсном соединителе, токопроводящая способность — это способность полностью подключенного и постоянно нагруженного компонента.

4 Выбор токопроводящей жилы (номинальное сечение, оболочка) может ограничить пропускную способность соединения с ПИ.

7.3.2 Контактное сопротивление

7.3.2.1 Общие положения

Испытание на контактное сопротивление проводится в соответствии с испытанием 2a согласно *подразделу 2.3 ГОСТ 28381—89* или испытанием 2b *согласно подразделу 2.4 ГОСТ 28381—89*, как указано в технической документации изготовителя.

7.3.2.2 Испытание соединений, прокалывающих изоляцию, с помощью мишурного провода, изолированных плоских токопроводящих жил или гибких шлейфов в соответствии с 3.3.1 и 3.3.2

Применяют испытательную схему, приведенную на рисунке 7.

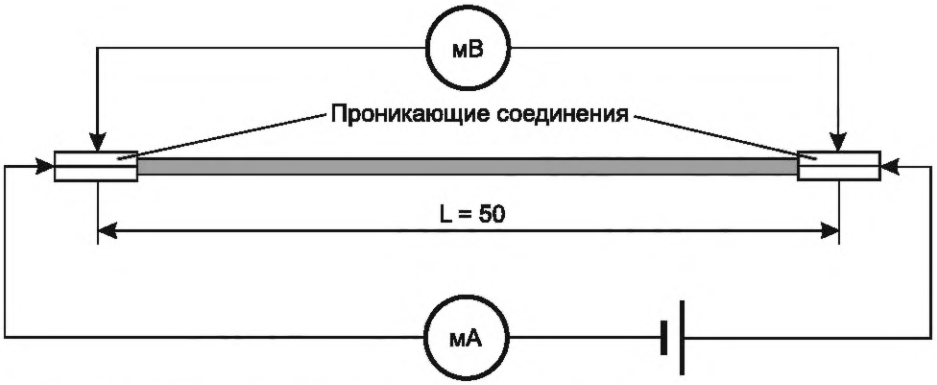


Рисунок 7 — Испытательная схема, контактное сопротивление (метод измерения для мишурного провода, плоских токопроводящих жил, плоского гибкого шлейфа)

Для обеспечения надежного контакта в обеих точках измерения требуется использовать подходящее испытательное устройство. Испытательное устройство должно гарантировать, что точки расположены на заранее определенных фиксированных расстояниях.

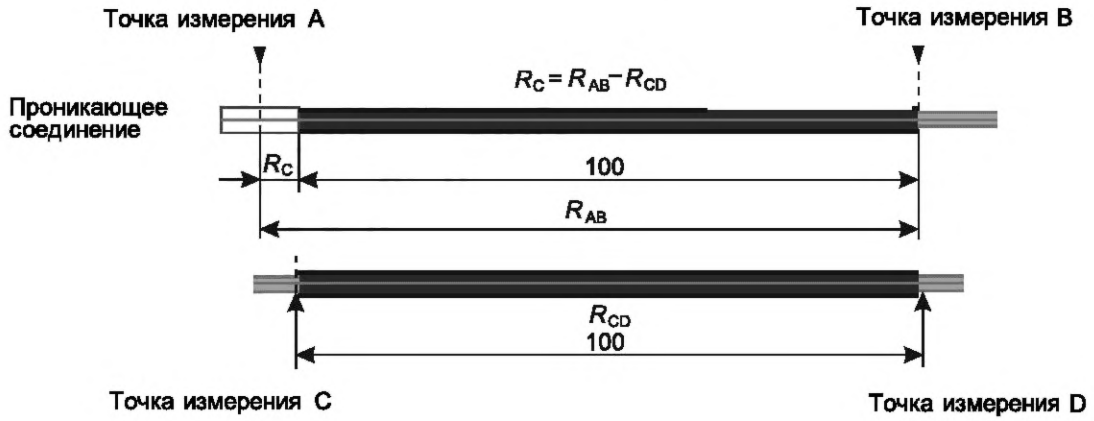
При проведении испытания 2b *по ГОСТ 28381* испытательный ток должен составлять 1 А/мм^2 номинального сечения проводника. Продолжительность приложения испытательного тока не должна вызывать чрезмерного нагрева образцов.

Начальное контактное сопротивление измеряют как контрольное значение.

Максимально допустимое изменение сопротивления указывают в технической документации изготовителя.

7.3.2.3 Испытание соединений ПИ с охватом с многожильного или мишурными провода в соответствии с 3.3.3

Применяют испытательную схему, приведенную на рисунке 8.



R_C — контактное сопротивление соединения;
R_{AB} — измеренное сопротивление между точками измерения A и B;
R_{CD} — измеренное сопротивление между точками измерения C и D

Рисунок 8 — Испытательная схема, контактное сопротивление (метод измерения для многопроволочных токопроводящих жил)

Точку измерения B выбирают как можно ближе к концу токопроводящей жилы в соединении ПИ без касания зачищенного от изоляции конца провода.

Для получения надежных воспроизводимых результатов испытаний все токопроводящие жилы соединяют во время измерения сопротивления. Расположив точку измерения D на безопасном расстоянии от соединения, допускается использовать любые средства для обеспечения надежного контакта со всеми жилами.

Для обеспечения надежного контакта во всех точках измерения допускается использовать испытательное устройство. Испытательное устройство должно обеспечивать расположение точек измерения на заранее определенных фиксированных расстояниях.

Если используются испытательные щупы, они должны иметь достаточное закругление для защиты токопроводящих жил от повреждения.

При проведении испытания 2b испытательный ток должен составлять 1 А/мм^2 номинального сечения токопроводящих жил. Продолжительность приложения испытательного тока не должна вызывать чрезмерного нагрева образцов.

Значения максимально допустимого начального сопротивления контакта, приведенные в таблице 2, не включают сопротивление, вызванное дополнительной длиной токопроводящей жилы, как показано на схеме испытаний на рисунке 8. Это дополнительное сопротивление вычитают из общего измеренного значения.

Максимально допустимое изменение сопротивления приведено в таблице 2, если оно не указано в технической документации изготовителя

Таблица 2 — Контактное сопротивление при прокалывании изоляции, максимально допустимые значения

<table>
<tr><th>Заделка с прокалыванием изоляции</th><th colspan="2">Токопроводящая жила</th><th>Максимальное начальное контактное сопротивление, мОм</th><th>Максимальное изменение сопротивления после механических, электрических или климатических испытаний, мОм</th></tr>
<tr><td>С покрытием</td><td rowspan="2">Многопроволочная токопроводящая жила</td><td>С покрытием</td><td rowspan="4">10</td><td>10</td></tr>
<tr><td>Без покрытия</td><td>Без покрытия</td><td>15</td></tr>
<tr><td>С покрытием</td><td rowspan="2">Плоская токопроводящая жила или плоский гибкий шлейф</td><td>С покрытием</td><td rowspan="2">10</td></tr>
<tr><td>Без покрытия</td><td>Без покрытия</td></tr>
</table>

7.3.3 Электрическая нагрузка и температура

Испытание проводят в соответствии с испытанием 9b по *ГОСТ 28381*. Должны соблюдаться следующие требования:

- максимальная рабочая температура: +70 °С ВПТ;
- продолжительность испытания: 1000 ч.

Значение испытательного тока должно соответствовать значениям, указанным в технической документации изготовителя.

7.4 Климатические испытания

7.4.1 Общие положения

В технической документации изготовителя должны быть указаны значения ВПТ и НПТ, которые используют в следующих испытаниях.

7.4.2 Быстрая смена температуры

Испытание проводят в соответствии с испытанием 11d по *ГОСТ 28381*. Должны соблюдаться следующие требования:

- низкая температура: T_A –40 °С НПТ;
- высокая температура: T_B +70 °С ВПТ;
- продолжительность воздействия: t_1 30 мин;
- количество циклов: 5.

7.4.3 Климатическая последовательность

Испытание проводят в соответствии с испытанием 11a *согласно подразделу 6.1 ГОСТ 28381—89*. Должны соблюдаться следующие требования:

- сухое тепло, испытательная температура: +70 °С ВПТ;
- холод, испытательная температура: –40 °С НПТ;
- влажное тепло, оставшийся цикл: 1.

7.4.4 Испытание на коррозию в потоке смешанного газа

Испытание проводят в соответствии с испытанием 11g по *ГОСТ 28381.*

Должны соблюдаться следующие требования:

Метод 1

- концентрация SO_2: (500 ± 100) ppm;
- концентрация H_2S: (100 ± 20) ppm;
- температура: (25 ± 1) °C;
- относительная влажность воздуха: (75 ± 3) %;
- продолжительность воздействия: 10 дней.

7.4.5 Испытание влажным теплом, циклическое

Испытание проводят в соответствии с испытанием 11m *по ГОСТ 28381.*

Должны соблюдаться следующие требования:

- температура испытаний: +55 °C;
- количество циклов: 2;
- вариант: 2.

8 Программы испытаний

8.1 Общие положения

8.1.1 Обзор

Если требования последовательности испытаний для соединителя, использующего эти соединения, включают все или часть требований технической документации, дублирование испытаний должно быть исключено.

Образцы изготавливают перед испытанием. Каждый образец должен состоять из соединения ПИ с одной токопроводящей жилой, вставленным в одно концевое соединение.

Испытание по 7.3.2.2 требует двухконцевых испытательных образцов (см. рисунок 7).

8.1.2 Соединения, прокалывающие изоляцию, с концевыми соединениями, подходящими для ряда номинальных сечений токопроводящих жил

При проверке соединителей ПИ предназначенных для ряда номинальных токопроводящих жил, проводят следующие испытания:

a) с количеством образцов, указанным в таблице 3, изготовленных из токопроводящих жил с имеющих минимальное сечение токопроводящих жил в пределах диапазона и дополнительно;

b) с количеством образцов, указанным в таблице 3, изготовленных с токопроводящими жилами, имеющими максимальное сечение токопроводящих жил в пределах диапазона.

8.1.3 Многополюсные соединители

При испытании многополюсных соединителей необходимое количество образцов должно быть распределено равномерно.

Перед подготовкой образцов необходимо убедиться в том, что:

a) используются соответствующие друг другу заделки и токопроводящие жилы;

b) если соединения выполняются инструментами,
   - то используется инструмент, предназначенный для соединений ПИ,
   - используется исправный инструмент;

c) оператор обучен производить соединения ПИ, соответствующие 5.3.

Таблица 3 — Количество требуемых образцов

Программа испытаний	Пункт	Для проверки прокалывания изоляции	Дополнительно требуется, когда необходимо, проверить концевые ПИ заделки, подходящие для ряда диаметров проводов
Программа базовых испытаний, 8.2	8.2.3.2, 8.2.3.3, 8.2.3.4, 8.2.3.5	80	80
Расширенная программа испытаний, 8.3	8.3.2	40	40

8.2 Базовая программа испытаний

8.2.1 Общие положения

Если применяется базовая программа испытаний (см. 6.2), то количество образцов, указанное в таблице 3, должно быть подготовлено и подвергнуто первоначальному осмотру в соответствии с 8.2.2.

8.2.2 Первичный осмотр

Все образцы подвергают визуальному осмотру с использованием испытания 1а по *ГОСТ 28381*.

8.2.3 Испытание соединений, прокалывающих изоляцию

8.2.3.1 Общие положения

80 образцов или 2 по 80 образцов в зависимости от применения.

В тех случаях, когда необходимо испытать заделки, подходящие для ряда номинальных сечений токопроводящих жил, образцы выбирают для максимального номинального сечения токопроводящей жилы и равное количество для минимального номинального сечения токопроводящих жил в пределах диапазона.

Эти образцы разделяют на четыре испытательные группы.

8.2.3.2 Группа испытаний А

20 образцов или 2 по 20 образцов в зависимости от применения, см. таблицу 4.

Таблица 4 — Программа квалификационных испытаний — группа испытаний А

Этап испытаний	Испытание			Измерение, которое необходимо выполнить		
	Название	*ГОСТ 28381*	Условия проведения испытаний	Название	*ГОСТ 28381*	Требования
AP1	Прочность на разрыв	—	7.2.1	Механическая прочность	*Испытание 16t*	7.2.1

8.2.3.3 Группа испытаний В

20 образцов или 2 по 20 образцов в зависимости от применения, см. таблицу 5.

Таблица 5 — Программа квалификационных испытаний — группа испытаний В

Этап испы-таний	Испытание			Измерение, которое необходимо выполнить		
	Название	*ГОСТ 28381*	Условия проведения испытаний	Название	*ГОСТ 28381*	Требования
BP1	—	—	—	Контактное сопротивление	*Испыта-ния 2a и 2b*	7.3.2.3, таблица 2
BP2	Изгиб токопроводящей жилы/шлейфа	—	7.2.2 10 циклов	Нарушение контакта	*Испыта-ние 2e*	7.2.2 Длительность нарушения контакта не более 1 мкс
BP3	Электрическая нагрузка и температура	*Испыта-ние 9b*	7.3.3 Макс. рабочая температура +70 °С. Продолжитель-ность 1 000 ч	—	—	—
BP4	—	—	—	Контактное сопротивление	*Испыта-ния 2a и 2b*	7.3.2.3, таблица 2

8.2.3.4 Группа испытаний С

20 образцов или 2 по 20 образцов в зависимости от применения, см. таблицу 6.

Таблица 6 — Программа квалификационных испытаний — группа испытаний C

Этап испытаний	Испытание			Измерение, которое необходимо выполнить		
	Название	*ГОСТ 28381*	Условия проведения испытаний	Название	*ГОСТ 28381*	Требования
CP1	—	—	—	Контактное сопротивление	*Испытания 2a и 2b*	7.3.2.3, таблица 2
CP2	Вибрация	*Испытание 6d*	7.2.3	Нарушение контакта	*Испытание 2e*	7.2.2 Длительность нарушения контакта не более 1 мкс
CP3	Быстрая смена температуры	*Испытание 11d*	7.4.2 НПТ −40 °C. ВПТ +70 °C. Продолжительность воздействия: 30 мин 5 циклов	—	—	—
CP4	Климатическая последовательность	*Испытание 11a*	7.4.3	—	—	—
CP4.1	Сухое тепло	*Испытание 11i*	7.4.3 ВПТ +70 °C	—	—	—
CP4.2	Холод	*Испытание 11j*	7.4.3 НПТ –40 °C	—	—	—
CP4.3	Влажное тепло, циклическое	*Испытание 11m*	7.4.3 1 цикл	—	—	—
CP5	—	—	—	Контактное сопротивление	*Испытания 2a и 2b*	7.3.2.3, таблица 2

8.2.3.5 Группа испытаний D

20 образцов или 2 по 20 образцов в зависимости от применения, см. таблицу 7.

Таблица 7 — Программа квалификационных испытаний — группа испытаний D

Этап испытаний	Испытание			Измерение, которое необходимо выполнить		
	Название	*ГОСТ 28381*	Условия проведения испытаний	Название	*ГОСТ 28381*	Требования
DP1	—	—	—	Контактное сопротивление	*Испытания 2a и 2b*	7.3.2.3, таблица 2
DP2	Испытание на коррозию в промышленной атмосфере	*Испытание 11g*	7.4.4 Метод 1. Концентрация SO_2: (500 ± 100) ppm; концентрация H_2S: (100 ± 20) ppm; температура: (25 ± 1) °C; относительная влажность воздуха: (75 ± 3) %;	—	—	—

Окончание таблицы 7

Этап испытаний	Испытание			Измерение, которое необходимо выполнить		
	Название	*ГОСТ 28381*	Условия проведения испытаний	Название	*ГОСТ 28381*	Требования
			продолжительность воздействия: 10 дней			
DP3	—	—	—	Контактное сопротивление	*Испытания 2a и 2b*	7.3.2.3, таблица 2

8.3 Программа расширенных испытаний

8.3.1 Общие положения

В случае необходимости проведения расширенной программы испытаний (см. 6.2) необходимое количество образцов, указанное в таблице 3, подготавливают и подвергают первоначальному осмотру в соответствии с 8.3.2.

8.3.2 Первичный осмотр

Все образцы подвергают визуальному осмотру с использованием испытания 1a по *ГОСТ 28381.*

8.3.3 Испытание соединений с прокалыванием изоляции

40 образцов или 2 по 40 образцов.

В тех случаях, когда заделка охватывает диапазон номинальных сечений токопроводящих жил, образцы отбирают для максимального номинального сечения токопроводящей жилы и столько же для минимального номинального сечения токопроводящей жилы в пределах этого диапазона.

После первоначальной проверки по 8.3.2 все образцы разделяют на две испытательные группы.

20 образцов или 2 по 20 образцов, в зависимости от специфики, подвергают следующим испытаниям, см. таблицу 8.

Таблица 8 — Программа квалификационных испытаний — группа испытаний 1

Этап испытаний	Испытание			Измерение, которое необходимо выполнить		
	Название	*ГОСТ 28381*	Условия проведения испытаний	Название	*ГОСТ 28381*	Требования
P1.1	—	—	—	Контактное сопротивление	*Испытания 2a и 2b*	7.3.2.3, таблица 2
P1.2	Изгиб токопроводящей жилы	—	7.2.2 10 циклов	Нарушение контакта	*Испытание 2e*	Длительность нарушения контакта не более 1 мкс
P1.3	Быстрая смена температуры	*Испытание 11d*	7.4.2 НПТ –40 °C. ВПТ +70 °C. Продолжительность воздействия: 30 мин, 5 циклов	—	—	—
P1.4	Влажное тепло, циклическое	*Испытание 11m*	7.4.5 Температура +55 °C, 2 цикла, вариант 2	—	—	—
P1.5	—	—	—	Контактное сопротивление	*Испытания 2a и 2b*	7.3.2.3, таблица 2

После первоначального осмотра по 8.3.2 оставшиеся 20 образцов или 2 по 20 образцов, в зависимости от применения, должны быть подвергнуты следующим испытаниям, см. таблицу 9.

Таблица 9 — Программа квалификационных испытаний — группа испытаний 2

Этап испытаний	Испытание			Измерение, которое необходимо выполнить		
	Название	*ГОСТ 28381*	Условия проведения испытаний	Название	*ГОСТ 28381*	Требования
P2	Механическая прочность	*Испытание 16t*	7.2.1	—	—	7.2.1, не менее 20 Н на провод

8.4 Блок-схемы

Программы испытаний, подробно описанные в 8.2 и 8.3, повторены в виде блок-схем на рисунках 9 и 10 соответственно.

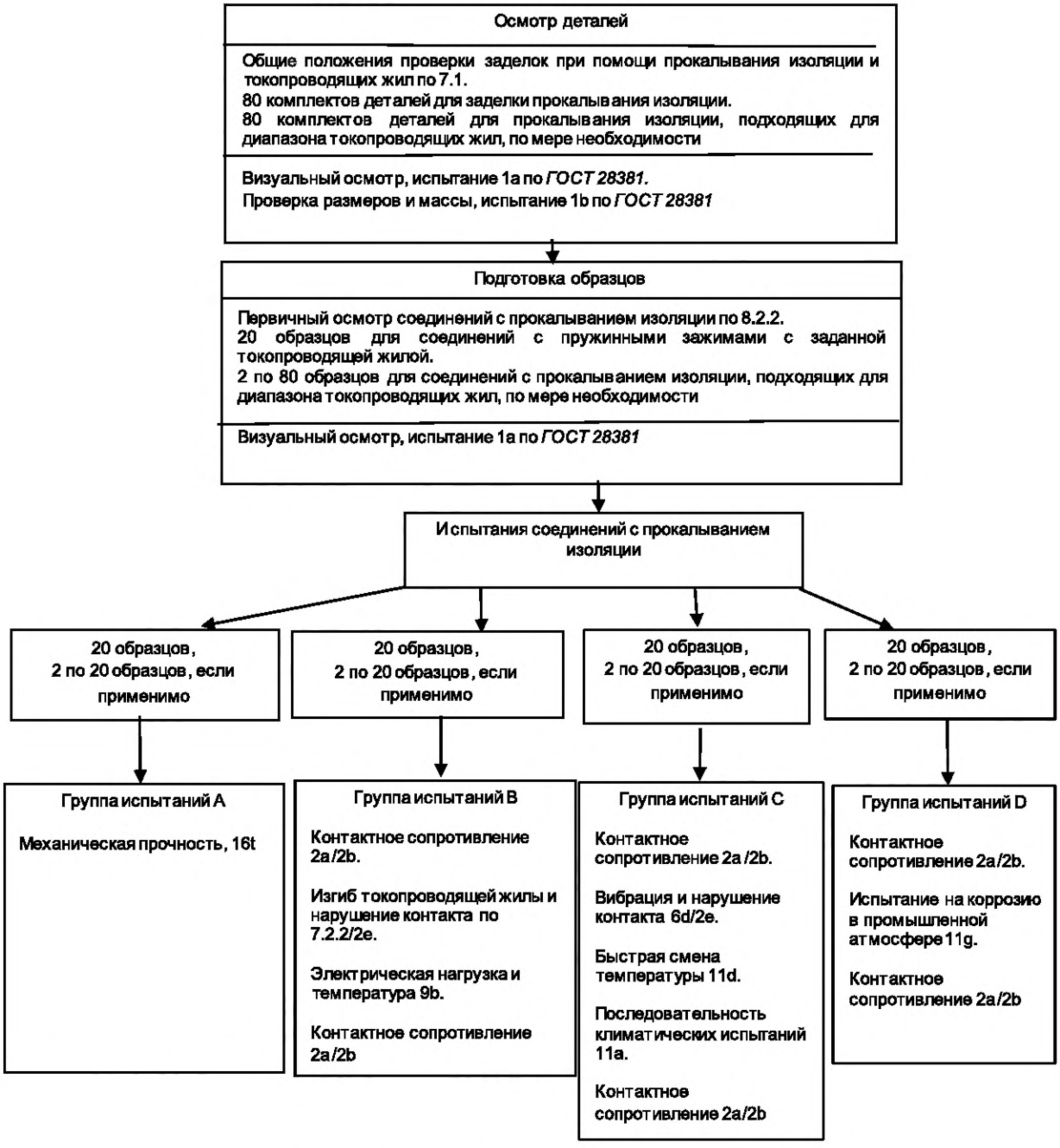


Рисунок 9 — Базовая программа испытаний (см. 8.2)

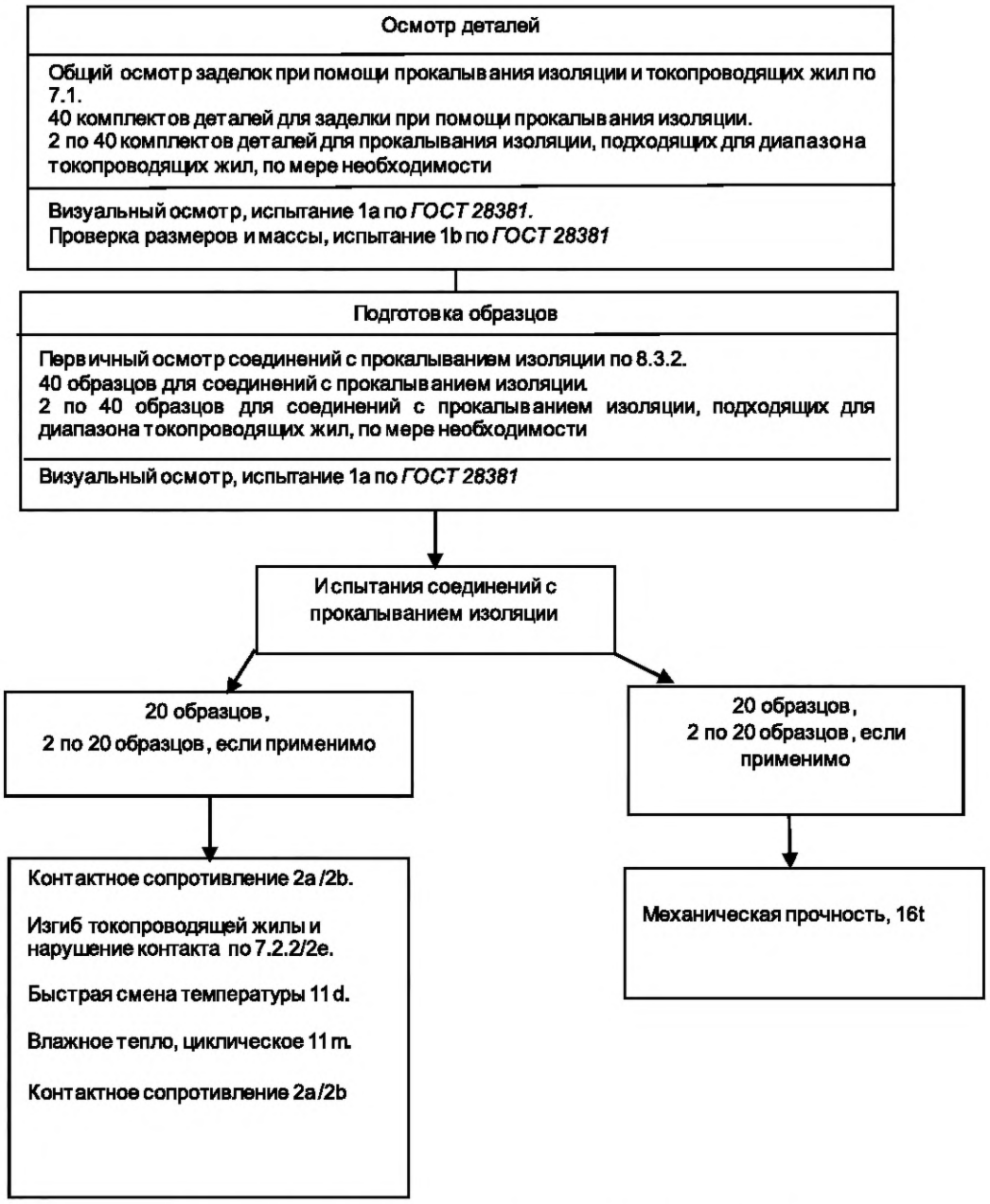


Рисунок 10 — Расширенная программа испытаний (см. 8.3)

Приложение А
(рекомендуемое)

Практическое руководство

А.1 Общие положения по концевым заделкам с ПИ

Настоящее практическое руководство распространяется на заделки ПИ, выполненные с использованием многопроволочных медных токопроводящих жил, мишурных токопроводящих жил или плоских токопроводящих жил без покрытия или с покрытием, устанавливаемых как без инструментов, так и с помощью инструментов (например ручного или механического инструмента для установки токопроводящих жил) в соответствии с технической документацией изготовителя заделки ПИ.

Токопроводящие жилы из других материалов (алюминий, сталь и т. д.) требуют особого внимания в отношении заделок ПИ и необходимых инструментов, если таковые имеются, это необходимо согласовывать между изготовителем и потребителем. Аналогичную осторожность следует соблюдать при использовании специальных оболочек токопроводящих жил (по толщине или твердости, в зависимости от их материала и состава).

Технология ПИ успешно применяется уже несколько десятилетий в телекоммуникационных и информационных технологиях, автомобильных устройствах и бытовой технике. Рост промышленного применения обусловлен развитием технологии, которая привела к появлению заделок СПИ, способных подключать как жесткие, так и гибкие проводниковые изделия, охватывать широкий диапазон номинальных сечений токопроводящих жил и прокалывать различные типы изоляции.

А.2 Токопроводящая способность

Общая площадь контакта между токопроводящей жилой и зонами ПИ концевой заделки, выполненной в соответствии с настоящим стандартом, имеет меньшую площадь, чем номинальное сечение используемой токопроводящей жилы. В связи с этим токопроводящая способность соединения ПИ может быть меньше, чем у используемой токопроводящей жилы. Качество и характеристики изоляции токопроводящей жилы влияют на стабильность соединения ПИ.

А.3 Информация об инструменте

a) Инструменты должны работать и обеспечивать надежное соединение ПИ без повреждения соединителя или токопроводящей жилы, подлежащей соединению.

b) Для достижения качественного соединения ПИ следует использовать инструмент с механизмом полного цикла.

c) Операция прокалывания изоляции должна выполняться за один этап. Следует избегать повторной обработки.

d) Съемные части инструмента, такие как матрицы и устройства позиционирования, должны быть спроектированы с учетом их установки в инструмент только правильным образом.

e) Инструменты должны быть снабжены средствами позиционирования токопроводящих жил и соединителей с изоляционными прокалывающими окончаниями во время работы.

f) Инструменты должны быть спроектированы с обеспечением выполнения только необходимой регулировки.

g) Действие инструмента должно быть таким, чтобы обеспечить все изоляционные прокалывающие окончания соединителя или прокалывающее окончание изоляции и изоляционный зажим (если таковой имеется) за одну операцию.

h) Конструкция инструмента должна гарантировать взаимозаменяемость матриц для конкретного инструмента в других инструментах этого типа. Если они не являются взаимозаменяемыми, их следует промаркировать, чтобы идентифицировать с инструментом, для которого они предназначены.

i) Конструкция инструмента должна позволять проводить калибровку матриц для оценки их износа. Метод калибровки должен соответствовать указаниям изготовителя инструмента.

А.4 Заделка

А.4.1 Общие положения

Стандартными являются следующие виды заделок ПИ:

- заделки ПИ как части многополюсного соединителя (см. примечание), см. рисунок А.1 (проводные заделки — см. рисунок 1 или пункт А.6).



Рисунок А.1 — Пример заделки ПИ как составляющая часть соединителя

- контакты с одной и несколькими заделками ПИ, см. рисунок А.2 (проводная заделка — см. рисунок 2).

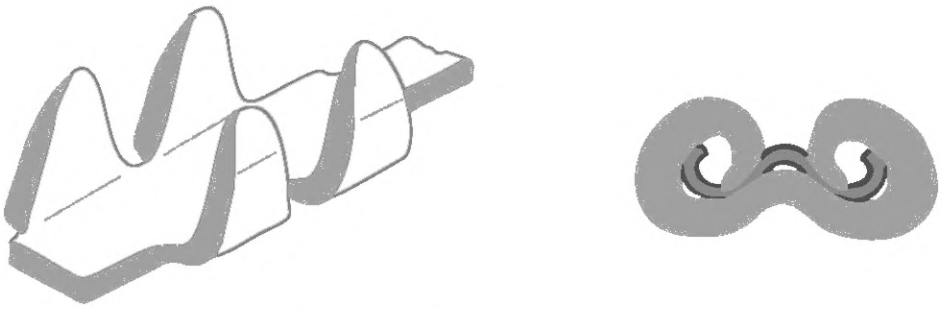


Рисунок А.2 — Пример заделки ПИ для плоской токопроводящей жилы

- контакты с заделкой ПИ с охватом, см. рисунок А.3 (кабельная заделка — см. рисунок 3 или пункт А.7).

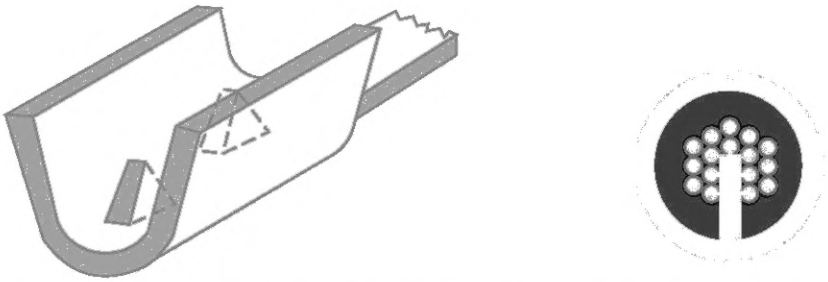


Рисунок А.3 — Пример заделки при помощи прокалывания изоляции многопроволочных токопроводящих жил

А.4.2 Материалы

Для соединений ПИ следует использовать только материалы, указанные в 5.1.1.

А.4.3 Покрытие поверхности

Используют заделки ПИ без покрытия или с покрытием материалами, указанными в 5.2.4.

А.4.4 Размеры

Промышленный опыт показал, что соответствие заделки ПИ номинальному сечению токопроводящих жил, наружного диаметра изоляции и соответствующего инструмента обеспечивает качество соединения ПИ.

А.5 Информация о токопроводящих жилах

А.5.1 Общие положения

Провода с многопроволочными токопроводящими жилами, включая мишурные, плоские токопроводящие жилы и плоские гибкие шлейфы, как правило, следует использовать для соединений ПИ (см. 5.2). Другие типы токопроводящих жил не следует использовать для соединений при помощи прокалывания изоляции.

А.5.2 Материал

Согласно 5.2.2 для соединений при помощи прокалывания изоляции используются токопроводящие жилы из отожженной меди.

А.5.3 Размеры

Следует использовать диаметры или номинальные сечения токопроводящих жил, указанные в 5.2.3.

А.5.4 Покрытие поверхности

Как правило, применяют плоские и многопроволочные токопроводящие жилы без покрытия или с покрытием, как указано в 5.2.4. Покрытая поверхность должна быть гладкой и однородной.

А.5.5 Изоляция

Минимальный и максимальный диаметр изоляции токопроводящих жил указывают в технической документации изготовителя соединения ПИ.

Изоляционный материал изготавливают из ПВХ или другого материала со свойствами, совместимыми с технологией прокалывания изоляции. Толщина стенки изоляции должна быть равномерной, а проводник должен быть хорошо отцентрирован

А.5.6 Информация по зачистке кабелей (шнуров) и токопроводящих жил

Для многополюсных соединителей ПИ обычно используют круглые, плоские или плоскоовальные кабели с оболочкой (см. рисунок А.4). Во время снятия соединителя с изоляции кабеля следует соблюдать осторожность, чтобы ее не разрезать. Изоляция не должна сползать с гибкого шлейфа (см. рисунок А.5).

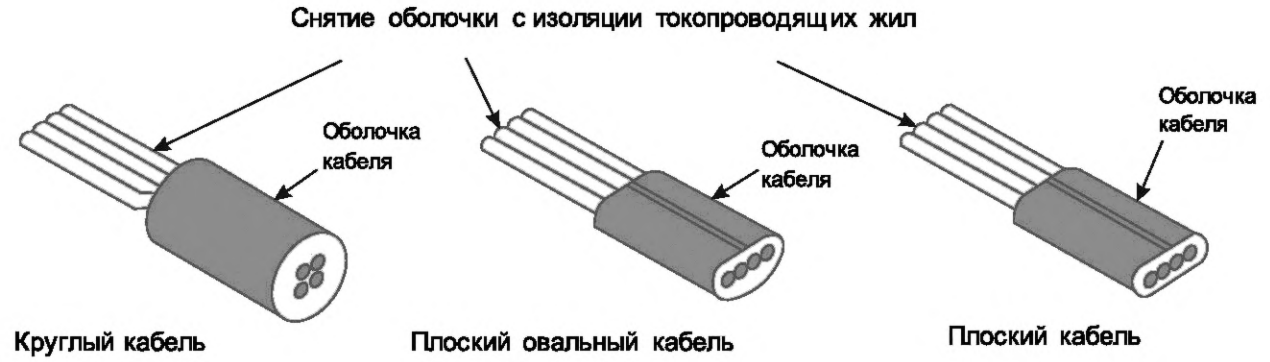


Рисунок А.4 — Примеры круглого, плоского и плоского овального кабеля в оболочке

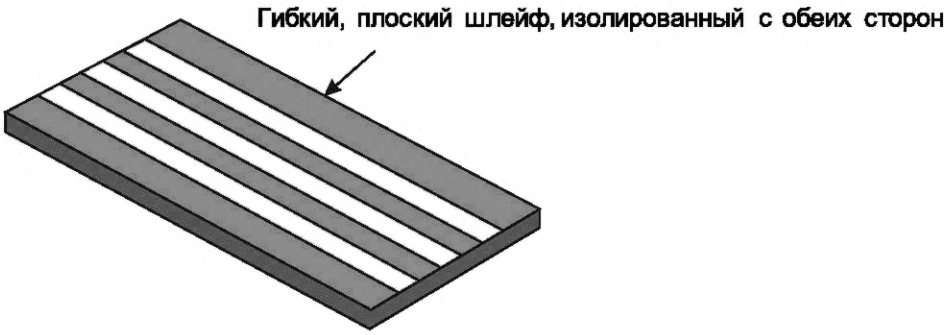


Рисунок А.5 — Пример гибкого шлейфа

А.6 Информация о подключении

а) Конструкция соединения должна позиционировать положение изолированной токопроводящей жилы и зоны прокалывания (см. рисунок А.6).

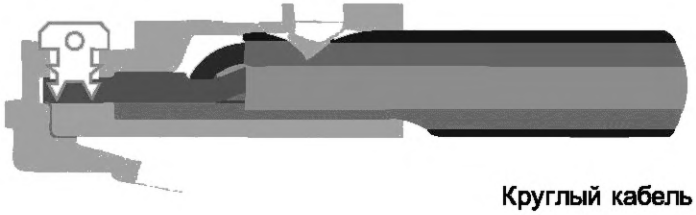


Рисунок А.6 — Пример корпусного соединения ПИ



Рисунок А.7 — Пример соединения ПИ с охватом в многопроволочных токопроводящих жилах

b) Соединения для прокалывания изоляции в многопроволочных токопроводящих жилах должны учитывать, что (см. рисунок А.7):

- каждый прокалывающий элемент должен прокалывать токопроводящую жилу так, чтобы по крайней мере одна жила находилась с каждой стороны зоны прокалывания;
- зона прокалывания может полностью проходить через токопроводящую жилу;
- охват зоны прокалывания изоляции должен полностью захватывать изоляцию. Не должно быть пустот.

А.7 Осевая нагрузка

См. таблицу А.1.

Таблица А.1 — Осевая нагрузка F

Номинальное сечение, мм^2	0,08	0,14	0,25	0,32	0,5	0,75	1,0	1,31	1,5	2,08	2,5
Многопроволочная токопроводящая жила без покрытия, Н	1,6	2,8	5,0	6,4	10,0	15,0	20,0	26,2	30,0	41,6	50,0
Многопроволочная токопроводящая жила с покрытием, Н	1,2	2,2	4,0	5,1	8,0	12,0	16,0	21,0	24,0	33,3	40,0
Примечание — Эта таблица рассчитана для различных номинальных сечений в соответствии с требованием «от 5 % до 10 % прочности на растяжение» на основе прочности на растяжение 200 Н/мм^2 для отожженных медных токопроводящих жил в соответствии с *ГОСТ 22483*.											

Приложение ДА
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта

Таблица ДА.1

Структура настоящего стандарта	Структура международного стандарта IEC 60352-6:2022
—	Библиография
Примечание — Сопоставление структуры стандартов приведено, начиная с библиографии, т. к. предыдущие разделы стандартов и их структурные элементы (за исключением предисловия) идентичны.	

УДК 621.315.682:006.354 ОКС 29.120.20

Ключевые слова: проводник, провод, интегрированное соединение с прокалыванием изоляции (IP) для многожильного провода или мишурного провода, соединение, прокалывающее изоляцию, с изолированным плоским проводником или плоского гибкого шлефа

Редактор *В.Н. Шмельков*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 29.10.2025. Подписано в печать 13.11.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,64.

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