МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

**ГОСТ IEC 60800— 2024**

# КАБЕЛИ НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ НА НОМИНАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ 300/500 В ДЛЯ ОБОГРЕВА ПОМЕЩЕНИЙ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ЛЬДА

## Общие технические требования и методы испытаний

**(IEC 60800:2021, Heating cables with a rated voltage up to and including 300/500 V for comfort heating and prevention of ice formation, IDT)**

**Издание официальное**

**Москва**
**Российский институт стандартизации**
**2024**

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

**Сведения о стандарте**

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт кабельной промышленности» (ОАО «ВНИИКП») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 046 «Кабельные изделия»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 31 июля 2024 г. № 175-П)

За принятие проголосовали:

| Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97 | Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97 | Сокращенное наименование национального органа по стандартизации |
|---|---|---|
| Армения | AM | ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения |
| Беларусь | BY | Госстандарт Республики Беларусь |
| Казахстан | KZ | Госстандарт Республики Казахстан |
| Киргизия | KG | Кыргызстандарт |
| Россия | RU | Росстандарт |
| Таджикистан | TJ | Таджикстандарт |
| Узбекистан | UZ | Узбекское агентство по техническому регулированию |

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16 октября 2024 г. № 1459-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 60800—2024 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 сентября 2025 г.*

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 60800:2021 «Кабели нагревательные на номинальное напряжение 300/500 В включительно для обогрева помещений и предотвращения образования льда» («Heating cables with a rated voltage up to and including 300/500 V for comfort heating and prevention of ice formation», IDT).

Международный стандарт разработан Техническим комитетом по стандартизации IEC/TC 20 «Электрические кабели» Международной электротехнической комиссии (IEC).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ 1.5 (подраздел 3.6).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

* Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16 октября 2024 г. 1459-ст ГОСТ Р МЭК 60800—2012 отменен с 1 сентября 2025 г.

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.*

*В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»*

© IEC, 2021
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024



В Российской Федерации 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 . . . . . 3
4 Классификация по стойкости к механическим воздействиям . . . . . 4
5 Требования к маркировке . . . . . 5
6 Требования к инструкциям по монтажу . . . . . 6
7 Общие требования к конструкции кабеля . . . . . 6
8 Испытания . . . . . 8
Приложение А (обязательное) Испытание неметаллической наружной оболочки на стойкость к воздействию погодных условий и ультрафиолетового излучения . . . . . 19
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам . . . . . 20
Библиография . . . . . 22

## Введение

Настоящий стандарт устанавливает общие технические требования и методы испытаний резистивных нагревательных кабелей, используемых для обогрева помещений и предотвращения образования льда. Некоторые технические требования и методы испытаний резистивных нагревательных кабелей установлены в национальных или международных стандартах, которые включены в настоящий стандарт.

Настоящий стандарт устанавливает методы испытаний резистивных нагревательных кабелей на стойкость к воздействию электрических, тепловых и механических факторов для подтверждения того, что при нормальных условиях эксплуатации их функционирование не представляет опасности для потребителя и окружающей среды. Соответствие этому проверяют проведением комплекса испытаний, установленных в настоящем стандарте.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

# КАБЕЛИ НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ НА НОМИНАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ 300/500 В ДЛЯ ОБОГРЕВА ПОМЕЩЕНИЙ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ЛЬДА

**Общие технические требования и методы испытаний**

Heating cables with a rated voltage up to and 300/500 V
for comfort heating and prevention of ice formation. General specification and test methods

**Дата введения — 2025—09—01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на резистивные нагревательные кабели и комплекты нагревательных кабелей, рассчитанные на невысокие температуры нагрева, такие как кабели для обогрева помещений и предотвращения образования льда (далее — кабели, комплекты кабелей, изделия соответственно), и устанавливает общие технические требования и методы испытаний. Стандарт распространяется на комплекты кабелей заводской сборки и кабели, собранные по месту монтажа, которые после монтажа представляют собой нагревательные кабели, смонтированные в соответствии с инструкциями изготовителя.

Настоящий стандарт не распространяется на кабели с неизолированными и изолированными жилами на напряжение 50 В и менее.

Настоящий стандарт распространяется на кабели и комплекты кабелей, предназначенные для систем:

- обогрева, встроенных в поверхность или расположенных под поверхностью;
- прямого или аккумулированного обогрева;
- растапливания снега и защиты крыш, водосточных желобов и труб от намерзания льда и т. д.

Требования к нагревательным кабелям с минеральной изоляцией и системам обогрева для промышленного и коммерческого применения установлены в стандартах серии IEC 62395 [1], для применения во взрывоопасных средах — в стандартах серии IEC/IEEE 60079-30 [2].

Настоящий стандарт не распространяется на кабели и комплекты кабелей, предназначенные для монтажа и эксплуатации в зонах, в которых рабочая температура оболочки кабеля более 100°С.

Цель настоящего стандарта — обеспечение безопасного функционирования кабелей и комплектов кабелей в нормальных условиях эксплуатации. Это достигается путем:

- применения кабелей соответствующих конструкций, удовлетворяющих требованиям к результатам испытаний, установленным в настоящем стандарте;
- включения в конструкцию кабелей электрических защитных элементов, таких как металлическая оплетка, концентрический повив проволок или оболочка, или другой электропроводящий материал для защиты в случае повреждения кабеля;
- эксплуатации кабелей при безопасных температурах для материалов, используемых в конструкциях кабелей, и их монтаже в соответствии с установленными национальными требованиями.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения к нему)].

**Издание официальное**

IEC 60050-461, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Part 461: Electric cables (Международный электротехнический словарь. Часть 461. Электрические кабели) (available at gost.e-ecolog.ru electropedia.org)

IEC 60228, Conductors of insulated cables (Жилы токопроводящие изолированных кабелей)

IEC 60332-1-1, Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions — Part 1-1: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable — Apparatus (Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 1-1. Испытание на нераспространение горения одиночного вертикально расположенного изолированного провода или кабеля. Испытательное оборудование)

IEC 60332-1-2, Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions — Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable — Procedure for 1 kW pre-mixed flame (Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 1-2. Испытание на нераспространение горения одиночного вертикально расположенного изолированного провода или кабеля. Проведение испытания при воздействии пламенем газовой горелки мощностью 1 кВт с предварительным смешением газов)

IEC 60364-7-701, Low-voltage electrical installations — Part 7-701: Requirements for special installations or locations — Locations containing a bath or shower (Электроустановки низковольтные. Часть 7-701. Требования к специальным установкам или местам их размещения. Помещения для ванных и душевых комнат)

IEC 60364-7-753, Low-voltage electrical installations — Part 7-753: Requirements for special installations or locations — Heating cables and embedded heating systems (Электроустановки низковольтные. Часть 7-753. Требования к специальным установкам или местам их расположения. Нагревательные кабели и встроенные системы отопления)

IEC 62230, Electric cables — Spark-test method (Кабели электрические. Электроискровой метод контроля)

IEC 60811-201, Electric and optical fibre cables — Test methods for non-metallic materials — Part 201: General tests — Measurement of insulation thickness (Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 201. Общие испытания. Измерение толщины изоляции)

IEC 60811-202, Electric and optical fibre cables — Test methods for non-metallic materials — Part 202: General tests — Measurement of thickness of non-metallic sheath (Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 202. Общие испытания. Измерение толщины неметаллической оболочки)

IEC 60811-401, Electric and optical fibre cables — Test methods for non-metallic materials — Part 401: Miscellaneous tests — Thermal ageing methods — Ageing in an air oven (Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 401. Разные испытания. Методы теплового старения. Старение в термостате)

IEC 60811-501, Electric and optical fibre cables — Test methods for non-metallic materials — Part 501: Mechanical tests — Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds (Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 501. Механические испытания. Испытания для определения механических свойств композиций изоляции и оболочек)

IEC 60811-502, Electric and optical fibre cables — Test methods for non-metallic materials — Part 502: Mechanical tests — Shrinkage test for insulations (Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 502. Механические испытания. Испытание изоляции на усадку)

IEC 60811-503, Electric and optical fibre cables — Test methods for non-metallic materials — Part 503: Mechanical tests — Shrinkage test for sheaths (Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 503. Механические испытания. Испытание оболочек на усадку)

IEC 60811-506, Electric and optical fibre cables — Test methods for non-metallic materials — Part 506: Mechanical tests — Impact test at low temperature for insulations and sheaths (Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 506. Механические испытания. Испытание изоляции и оболочек на удар при низкой температуре)

IEC 60811-507, Electric and optical fibre cables — Test methods for non-metallic materials — Part 507: Mechanical tests — Hot set test for cross-linked materials (Кабели электрические и волоконно-оптические.

Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 507. Механические испытания. Испытание на тепловую деформацию для сшитых композиций)

IEC 60811-508, Electric and optical fibre cables — Test methods for non-metallic materials — Part 508: Mechanical tests — Pressure test at high temperature for insulation and sheaths (Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 508. Механические испытания. Испытание изоляции и оболочек под давлением при высокой температуре)

IEC 60811-509, Electric and optical fibre cables — Test methods for non-metallic materials — Part 509: Mechanical tests — Test for resistance of insulations and sheaths to cracking (heat shock test) [Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 509. Механические испытания. Испытание изоляции и оболочек на стойкость к растрескиванию (испытание на тепловой удар)]

IEC 62395-1:2013, Electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications — Part 1: General and testing requirements (Системы обогрева трубопроводов, работающие на электрическом сопротивлении, для промышленного и коммерческого применения. Часть 1. Общие требования и требования к испытаниям)

ISO 4892-3:2016, Plastics — Methods of exposure to laboratory light sources — Part 3: Fluorescent UV lamps (Пластмассы. Методы экспонирования под лабораторными источниками света. Часть 3. Люминесцентные лампы ультрафиолетового излучения)

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

ISO и IEC ведут терминологические базы данных для использования в стандартизации по следующим адресам:

- Электропедия IEC, доступная на gost.e-ecolog.ru ;
- платформа онлайн-просмотра ISO, доступная на gost.e-ecolog.ru .

3.1 **броня** (armouring): Механическое упрочнение кабеля.

Примечание 1 — Броня может быть выполнена в виде одного слоя и более стальных проволок или оплетки, или оболочки из металла или другого соответствующего материала.

3.2 **холодный конец кабеля** (cold lead): Изолированная токопроводящая жила или кабель, соединяющие изолированную нагревательную токопроводящую жилу или нагревательный кабель с источником электрической энергии и не выделяющие за счет своей конструкции значительного тепла.

3.3 **соединительная муфта** (connection splice): Герметизированная муфта, соединяющая нагревательный кабель с холодным концом кабеля или идентичным нагревательным кабелем.

3.4 **заземляющий проводник** (earthing conductor): Проводник, обеспечивающий путь тока или часть пути тока между данной точкой системы или установки или оборудования и заземляющим электродом (заземлителем).

3.5 **электропроводящий экран** (electrical conductive screen): Металлический экран, концентрический повив проволок, металлическая оболочка или другое покрытие с достаточной проводимостью, соединенное с землей, которое вызывает срабатывание устройства защитного отключения (УЗО) при неисправности в процессе эксплуатации кабеля.

3.6 **концевая муфта** (end termination): Герметизированная муфта, допускающая нагрев, присоединяемая к концу нагревательного кабеля, противоположному тому, к которому подается питающее напряжение.

3.7 **комплект нагревательного кабеля заводской сборки** (factory assembled heating cable set): Комплект нагревательного кабеля, поставляемого с неотъемлемыми компонентами, установленными изготовителем в заводских условиях.

3.8 **нагревательный кабель, собранный по месту монтажа** (field assembled heating cable): Нагревательный кабель, поставляемый с неотъемлемыми компонентами, которые устанавливают на него по месту монтажа.

3.9 **нагревательный кабель** (heating cable): Кабель с электропроводящим экраном из металла или другого эквивалентного материала или без него, оболочкой или броней, предназначенный для выделения тепла в нагревательных целях.

3.10 **комплект нагревательного кабеля** (heating cable set): Нагревательный кабель, в комплект поставки которого входят холодный конец кабеля, соединительная и концевая муфты.

3.11 **нагревательная жила** (heating conductor): Часть нагревательного кабеля, в которой электрическая энергия преобразуется в тепловую энергию.

3.12 **изоляция** жилы (insulation): Материал, изолирующий каждую жилу от остальных жил кабеля или его токопроводящих частей, с потенциалом земли.

3.13 **неотъемлемые компоненты** (integral components): Компонетны кабеля, установленные в заводских условиях или по месту монтажа, такие как холодный конец кабеля, соединительная и концевая муфты, которые соответствуют общей конфигурации нагревательного кабеля и подвержены влиянию тех же условий окружающей среды, что и нагревательный кабель.

3.14 **максимальная температура оболочки** (maximum sheath temperature): Максимальная температура наружного покрытия нагревательного кабеля.

3.15 **номинальное (фактическое) напряжение** (nominal voltage): Действительное напряжение, приложенное к нагревательному кабелю в процессе эксплуатации.

3.16 **параллельный нагревательный кабель** (parallel heating cable): Нагревательный кабель, в котором нагревательные элементы, электрически соединенные параллельно, представляют собой непрерывный контур или контур, состоящий из дискретных зон, при этом плотность мощности на единицу длины остается практически неизменной при изменении длины электрической цепи.

3.17 **номинальное сопротивление** (rated resistance): Сопротивление токопроводящей жилы длиной 1 м при температуре 20 °С.

Примечание 1 — Большинство нагревательных кабелей содержат более одной токопроводящей жилы. Номинальное сопротивление измеряют для всех токопроводящих жил.

3.18 **номинальное (расчетное) напряжение** (rated voltage): Стандартное напряжение, на которое рассчитан нагревательный кабель.

Примечание 1 — Номинальное напряжение представляют сочетанием двух значений $U/U_0$ и выражают в вольтах, где:

$U_0$ — среднее квадратичное значение между любой изолированной жилой и «землей» (металлическим покрытием кабеля или окружающей средой);

$U$ — среднее квадратичное значение между любыми двумя фазными жилами многожильного кабеля или системы одножильных кабелей.

Примечание 2 — См. 5.2 в IEC 62440:2008 [3].

3.19 **приемо-сдаточные испытания** (routine test): Испытания, проводимые изготовителем на каждой изготовленной строительной длине кабеля с целью подтверждения того, что каждая строительная длина соответствует установленным требованиям.

3.20 **испытания на образцах** (sample test): Испытания, проводимые изготовителем с определенной периодичностью на образцах готового кабеля или компонентах, отобранных от готового кабеля, с целью проверки соответствия готового изделия установленным требованиям.

3.21 **оболочка** (sheath): Сплошная непрерывная трубка из металла или неметаллического материала, наложенная по изолированной жиле (жилам) и предназначенная для механической защиты кабеля и защиты от воздействия окружающей среды.

3.22 **типовые испытания** (type test): Испытания, проводимые перед поставкой кабеля определенного типа по настоящему стандарту для подтверждения соответствия эксплуатационных характеристик кабеля установленному назначению.

Примечание 1 — Повторное проведение типовых испытаний не требуется, если не внесены изменения в состав применяемых материалов или конструкцию кабеля, или в производственный процесс, которые могут привести к изменению его эксплуатационных характеристик.

## 4 Классификация по стойкости к механическим воздействиям

В зависисмости от стойкости к механическим воздействиям во время монтажа и эксплуатации кабели по настоящему стандарту подразделяют на два класса:

- механический класс М1 (класс М1), к которому относят кабели, предназначенные для монтажа и эксплуатации с низким риском механического повреждения;
- механический класс М2 (класс М2): к которому относят кабели, предназначенные для монтажа и эксплуатации с высоким риском механического повреждения.

Класс кабеля определяют по его конструктивному исполнению, проверяемому стойкостью к воздействиям по 8.2.7 и 8.2.14.

Примечание 1 — К классу М1 относят кабели, предназначенные для монтажа и эксплуатации в местах с низким риском механического повреждения, например кабели, монтируемые на ровных поверхностях без острых элементов, таких как плоские, гладкие полы из бетона или из дерева или по тепловой изоляции, встроенной под стяжку.

Примечание 2 — К классу М2 относят кабели, предназначенные для монтажа и эксплуатации в местах с высоким риском механического повреждения, например кабели, укладываемые на поверхности с острыми элементами, такие как стальные арматурные сетки, крыша, непосредственно в грунт, бетон, водосточные желоба.

## 5 Требования к маркировке

Кабель/комплект кабеля должен иметь маркировку, выполненную печатным способом или рельефно по оболочке, или на элементе внутри кабеля, или маркировку на ярлыке, прикрепленном к изделию.

Маркировку не допускается наносить рельефно на изоляцию.

Ярлык должен быть прикреплен к изделию и быть четко различимым для электромонтажника.

Ярлык следует крепить к той части кабеля/комплекта кабеля, которая четко видна при распаковке изделия, готового к монтажу.

Маркировка кабеля/комплекта кабеля должна содержать:

- наименование или торговую марку изготовителя;
- указание типа;
- электрическое сопротивление кабеля при температуре 20°С в Омах на метр для одно- и двухжильных последовательных нагревательных кабелей; а для параллельного нагревательного кабеля — выходная мощность в ваттах на метр при стандартной температуре. Это требование не относится к комплектам кабелей;
- механический класс;
- номинальное (расчетное) напряжение для параллельных кабелей или максимальное номинальное (фактическое) напряжение для последовательных кабелей;
- обозначение «не огнестойкий», если требуется.

Расстояние между концом одного полного набора знаков маркировки и началом следующего не должно превышать:

- 550 мм, если маркировка нанесена на оболочку;
- 275 мм, если маркировка нанесена на элемент внутри кабеля.

Если поставляют комплект кабеля заводской сборки, то в маркировке рекомендуется приводить следующую дополнительную информацию:

- для комплектов последовательных кабелей:
  - номинальное напряжение,
  - суммарную мощность и мощность на метр,
  - полное сопротивление;
- для комплектов параллельных кабелей:
  - номинальное напряжение;
  - выходная мощность в ваттах на метр при стандартной температуре или суммарная мощность в ваттах.

Маркировка, нанесенная печатным способом, должна быть прочной. Соответствие этому требованию проверяют испытанием по 8.2.21.

Указанные требования к маркировке являются минимальными, и изготовители могут добавить любую другую информацию, которая может быть полезной.

Необходимо обеспечить прослеживаемость изделий, указав месяц (неделю) и год изготовления, номер партии.

Примечание — В национальных или региональных регламентирующих документах могут быть установлены другие требования.

## 6 Требования к инструкциям по монтажу

Изготовитель должен предоставить инструкции по монтажу кабелей, комплектов кабелей и сборке компонентов (далее — инструкции). Инструкции должны определять изделие, места монтажа и содержать следующую информацию:

a) предполагаемое применение: для общего назначения либо для конкретного указанного назначения;

b) способы изолирования электропроводящих компонентов от источника питания;

c) указания по применению защиты от превышения максимально допустимого значения тока;

d) формулировку «Требуется защита с применением устройства защитного отключения с током утечки не более 30 мА»;

e) формулировку «Осторожно. Не применять в местах, подверженным высоким механическим нагрузкам или ударному воздействию» (указывают для кабелей класса М1, предназначенных для монтажа с низким риском механического повреждения);

f) формулировку с указанием на то, что любая металлическая оболочка, оплетка, электропроводящий экран или аналогичное электропроводящее покрытие кабеля должно быть соединено с клеммой заземления;

g) формулировку с указанием на то, что неэкранированные кабели должны иметь покрытие из электрически заземленной проволочной сетки или эквивалентного покрытия и защиту с применением УЗО с током утечки не более 30 мА в соответствии со стандартом по монтажу кабеля (см. IEC 60364-7-701 и IEC 60364-7-753);

h) минимальную температуру окружающей среды при монтаже;

i) минимальный радиус изгиба кабеля;

j) максимальную температуру оболочки, при необходимости;

k) формулировку: «Наличие нагревательного кабеля должно быть очевидным путем размещения предостерегающих знаков или отметок в соответствующих местах, таких как вблизи арматуры присоединения к источнику питания и/или через небольшие интервалы вдоль цепи, и сведения о которых должны быть внесены в любую электротехническую документацию, разрабатываемую после монтажа»;

l) формулировку: «Нагревательный кабель следует монтировать только в бетоне или другом негорючем материале», если требуется;

m) сопротивление каждой токопроводящей жилы (для последовательных кабелей, содержащих более двух токопроводящих жил).

Указанные требования к инструкциям являются минимальными, и изготовители могут добавить любую другую информацию, которая может быть полезной.

Примечание — В национальных стандартах или, при их отсутствии, в серии стандартов IEC 60364 (см. [4]) могут быть установлены дополнительные требования.

## 7 Общие требования к конструкции кабеля

### 7.1 Общие положения

Кабели/кабельные комплекты должны быть спроектированы и сконструированы таким образом, чтобы они обладали электрической, термической и механической стойкостью и не представляли опасности для потребителя и окружающей среды при эксплуатации в нормальных условиях.

В кабеле допускается применять ленты, заполнители, нити заполнителя и т. д.

Все неотъемлемые элементы кабеля должны соответствовать требованиям настоящего стандарта.

Соответствие требованиям проверяют методами испытаний, установленными в настоящем стандарте.

Все элементы кабеля/комплекта кабеля, предназначенные для использования в контакте с водопроводной водой, должны быть изготовлены из материалов, соответствующих требованиям национальных стандартов.

### 7.2 Жилы

Жилы должны состоять из одной или нескольких проволок из чистого металла или сплава металлов, или другого соответствующего материала.

Электрическое сопротивление нагревательных жил при температуре 20 °С должно соответствовать значениям, указанным изготовителем, с погрешностью $^{+10}_{-5}$ %.

Используемый материал нагревательной жилы не должен иметь отрицательный температурный коэффициент сопротивления. Соответствие этим требованиям проверяют испытанием по 8.2.1.

### 7.3 Изоляция

Изоляционные материалы, используемые в кабелях, должны соответствовать условиям эксплуатации. Это проверяют по соответствию результатов испытаний требованиям, установленным в настоящем стандарте.

Минимальное среднее значение толщины изоляции, устанавливаемое изготовителем, проверяют по IEC 60811-201 с учетом нижнего предельного отклонения, указанного в 8.3.4.

### 7.4 Электропроводящий экран

Кабели, если это требуется, поставляют с равномерно наложенным металлическим электропроводящим экраном или с металлической электропроводящей оболочкой, лентой или ламинированной лентой, или другим электропроводящим материалом. Металлический электропроводящий экран или электропроводящий материал не должны препятствовать функционированию УЗО.

Примечание 1 — Для кабеля без электропроводящего экрана допусается применять дополнительные требования, установленные в национальных стандартах.

Электрическое сопротивление электропроводящей оболочки или экрана, включая отдельный заземляющий проводник, который должен быть в контакте с оболочкой или экраном, должно быть не более электрического сопротивления жилы кабеля или электрического сопротивления обычной медной жилы сечением 0,5 мм$^2$, указанного в IEC 60228 для жил класса 1, в зависимости от того, какое значение меньше. Допускается увеличить число медных проволок.

Примечание 2 — В некоторых странах электрическое сопротивление, установленное в национальных стандартах, менее электрического сопротивления медных жил сечением 0,5 мм$^2$.

Соответствие этим требованиям проверяют испытанием по 8.2.1.

Если в кабеле в качестве заземляющего проводника используется только электропроводящая оболочка или электропроводящий экран, то измеряемое электрическое сопротивление должно представлять собой общее электрическое сопротивление, включая сопротивление заземляющего проводника.

Электропроводящий экран должен иметь такую конструкцию, чтобы препятствовать свободному проникновению в изоляцию через него посторонних частиц диаметром более 1 мм. Соответствие этому требованию подтверждают испытанием по 8.2.5.

### 7.5 Броня

Броня при наличии может состоять из металлических проволок, неметаллических прутков, ленты или ламинированной ленты, а также представлять собой оболочку кабеля.

Броня должна иметь такую конструкцию, чтобы препятствовать свободному проникновению в изоляцию через нее посторонних частиц диаметром более 1 мм. Соответствие этому требованию подтверждают испытанием по 8.2.5.

Примечание — В национальных стандартах могут быть установлены другие требования.

### 7.6 Оболочка

Материалы для оболочки, используемые в кабелях, должны соответствовать условиям эксплуатации. Это проверяют по соответствию результатов испытаний требованиям, установленным в настоящем стандарте. Неметаллическая наружная оболочка должна обеспечивать защиту от механических повреждений и/или от коррозии в зависимости от типа кабеля.

Минимальное среднее значение толщины оболочки, устанавливаемое изготовителем, проверяют по IEC 60811-202 с учетом нижнего предельного отклонения, указанного в 8.3.5.

### 7.7 Влагостойкость

Кабели должны выдерживать испытания по 8.2.2.

Примечание — Данное требование аналогично степени защиты IPX7 по IEC 60529 [5].

## 8 Испытания

### 8.1 Типовые испытания. Общие требования

В состав типового испытания включают все приемо-сдаточные испытания и испытания на образцах, за исключением испытания высоким напряжением, указанного в 8.3.1.

Для испытаний кабелей, поставляемых большими длинами, используют образец длиной 5 м, если не установлено иное.

Для испытаний комплектов кабелей заводской сборки, включая холодные концы, соединительные и концевые муфты в качестве образца применяют готовый комплект кабеля. Допускается испытывать образец кабеля длиной не менее 5 м. Различные компоненты, такие как холодный конец кабеля, соединительная и концевая муфты, собранные в виде макета на отрезке кабеля, допускается испытывать отдельно.

Для комплектов кабелей, собираемых по месту монтажа, в качестве образца применяют кабель с неотъемлемыми компонентами, установленными в соответствии с инструкциями изгтовителя, т. е. холодный конец, соединительные и концевые муфты. Допускается испытывать образец кабеля длиной не менее 5 м. Различные компоненты, такие как холодный конец, соединительная и концевая муфты, собранные в виде макета на отрезке кабеля длиной не менее 5 м, допускается испытывать отдельно, если не установлено иное.

Все компоненты образца должны быть типичными примерами изделий, поставляемых на рынок или предназначенных для поставки на рынок.

Испытания проводят при комнатной температуре (23 ± 5) °С, если не установлено иное.

Испытательное напряжение должно быть напряжением переменного тока частотой от 49 до 61 Гц с приблизительно синусоидальной формой волны, если не установлено иное.

Для параллельного кабеля номинальную выходную мощность в ваттах на метр проверяют испытанием по 8.2.3.

Для параллельного кабеля начальный ток проверяют испытанием по 8.2.4.

Для каждого испытания допускается использовать отдельные образцы, если не установлено иное. Подготовку образцов выполняют в соответствии с рекомендациями изготовителя.

### 8.2 Типовые испытания. Конкретные требования к испытаниям

#### 8.2.1 Электрическое сопротивление нагревательных жил и электропроводящего экрана

Электрическое сопротивление нагревательной(-ых) жилы (жил) и электропроводящего экрана, при его наличии, измеряют на образцах длиной не менее 1 м. Проводят два измерения для каждой отдельной жилы: первое при температуре окружающей среды и второе при температуре образца (100 ± 2) °С. Результаты измерения при температуре окружающей среды пересчитывают на температуру (20 ± 1) °С и определяют, соответствуют ли они значению электрического сопротивления, установленному изготовителем, как для нагревательных жил, так и для электропроводящего экрана.

Значение электрического сопротивления, полученное при температуре образца, сравнивают со значением, полученным при температуре окружающей среды, с целью подтверждения того, что отдельные нагревательные жилы не имеют отрицательного значения температурного коэффициента сопротивления.

#### 8.2.2 Испытание кабеля и комплекта кабеля на старение (стойкость к циклическим изменениям температуры с погружением образцов в воду)

8.2.2.1 Общие положения

Образец длиной (5 ± 0,1) м подвергают одному циклу испытания на старение общей продолжительностью 56 ч с погружением в чистую водопроводную воду при температуре (20 ± 5) °С на 8 ч, (80 ± 5) °С на 16 ч, (20 ± 5) °С на 8 ч, (80 ± 5) °С на 16 ч и (20 ± 5) °С на 8 ч, то есть 8 ч + 16 ч + 8 ч +

+ 16 ч + 8 ч. Образец между каждым подциклом перемещают в емкости с заранее нагретой водой. Требуемую температуру воды в емкостях обеспечивают, например, размещая их в предварительно нагретых шкафах согласно IEC 60811-401.

Комплекты кабелей, включающие в себя кабель, холодный конец, соединительные и концевые муфты, подвергают этому испытанию после установки неотъемлемых компонентов на соответствующий кабель.

Соединительные и концевые муфты, предназначенные для кабелей, собираемых по месту монтажа, подвергают этому испытанию после их установки на соответствующий кабель с холодными концами.

Испытывают все типы кабелей и комплектов кабелей, за исключением тех, для которых указано, что не допускается их использование в условиях повышенной влажности.

Образец из устройства для испытания на старение с погружением в воду может быть перенесен в другое устройство для определения диэлектрической прочности с погружением в воду по 8.2.2.2 и для измерения электрического сопротивления изоляции по 8.2.2.3. Температура воды в обоих случаях должна быть (20 ± 5) °С.

После цикла испытания на старение оболочку кабеля подвергают механическому испытанию в соответствии с IEC 60811-501.

У оболочки кабеля не должно быть изменений значений прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве, превышающих более чем на 25 % соответствующие начальные значения до испытания на старение.

8.2.2.2 Определение диэлектрической прочности

Образец длиной 5 м погружают в чистую водопроводную воду таким образом, чтобы открытые концы образца выступали из воды на расстояние, достаточное для предотвращения поверхностного перекрытия. Металлическую оболочку или другие электропроводящие материалы удаляют с концов образца для предотвращения пробоя в этих точках.

Кабели, не собранные в заводских условиях и комплектующиеся специальными соединителями, испытывают с этими соединителями, погруженными в воду.

Для двух- и многожильных последовательных кабелей, в которых жилы электрически изолированы друг от друга, напряжение прикладывают между жилами и между жилами, соединенными вместе, и металлической оболочкой, броней или электропроводящим экраном, или водой, если кабель не имеет брони или электропроводящего экрана.

Для одножильных последовательных кабелей с металлической оболочкой, броней или электропроводящим экраном напряжение прикладывают между жилой и оболочкой, броней или электропроводящим экраном.

Если одножильные последовательные кабели не имеют металлической оболочки, брони или электропроводящего экрана, то образец погружают в воду таким образом, чтобы концы выступали из воды для предотвращения поверхностного перекрытия на концах. Напряжение прикладывают между жилой и водой.

Для параллельных кабелей напряжение прикладывают между жилами, соединенными вместе, и металлической оболочкой, оплеткой, электропроводящим экраном или другим электропроводящим покрытием.

Диэлектрическую прочность изолированных нагревательных проводов определяют при погружении изолированного провода в чистую водопроводную воду. Напряжение прикладывают между жилой и водой.

Напряжение переменного тока 2000 В с погрешностью ±3 % прикладывают в течение 5 мин. Испытательное напряжение постепенно увеличивают до заданного значения в течение 2—10 с.

Требование к результатам испытания — отсутствие повреждений образца.

8.2.2.3 Измерение электрического сопротивления изоляции

Электрическое сопротивление изоляции измеряют на образце (образцах), подготовленном(-ых) в соответствии с 8.2.2.2, после определения диэлектрической прочности по 8.2.2.2.

Неэкранированные кабели, погружаемые в воду, испытывают, предварительно удалив элементы, наложенные поверх изоляции.

Для одножильных последовательных кабелей электрическое сопротивление изоляции измеряют между жилой и металлической оболочкой, или броней, или электропроводящим экраном.

Для многожильных последовательных кабелей, в которых жилы электрически изолированы друг от друга, электрическое сопротивление изоляции измеряют между жилами, соединенными вместе, и

металлической оболочкой, или броней, или электропроводящим экраном, а также между каждой жилой по очереди с остальными жилами, соединенными вместе.

Для параллельных кабелей электрическое сопротивление измеряют между жилами, соединенными вместе, и металлической оболочкой, оплеткой, электропроводящим экраном или другим электропроводящим покрытием.

Электрическое сопротивление изоляции измеряют через 1 мин после приложения напряжения постоянного тока 1000 В с погрешностью ±3 % через 1 мин. Измеренное значение должно быть не менее 50 МОм.

**8.2.3 Проверка номинальной выходной мощности параллельных нагревательных кабелей**

Номинальную выходную мощность проверяют методом, установленным в IEC 62395-1:2013 (5.2.10.3.2).

**8.2.4 Проверка начального тока параллельных нагревательных кабелей**

Измерение начального тока кабеля проводят по IEC 62395-1:2013.

**8.2.5 Испытание электропроводящего экрана на проницаемость**

Испытание проводят на одном образце длиной не менее 5 м в трех местах, приблизительно по середине образца и приблизительно на расстоянии 500 мм от каждого конца. Перед проведением испытания часть образца длиной 1 м, включающую середину образца, изгибают на оправке при минимальном радиусе изгиба, как указано изготовителем, а затем выпрямляют.

Стальную испытательную булавку диаметром 1 мм вводят через наружную оболочку, электропроводящий экран и изоляцию до касания с жилой (жилами). Если электропроводящий экран состоит из отдельных проволок (оплетка или спиральное, или параллельное расположение проволок, или заземляющий проводник), то их соединяют вместе на конце образца перед подключением к УЗО и приложением напряжения.

Подтверждением того, что стальная булавка вошла в контакт с жилой кабеля (проводом высокого сопротивления) и электропроводящим экраном является срабатывание УЗО при токе не более 30 мА. Испытание проводят при номинальном напряжении, указанном изготовителем, при этом испытательную булавку не соединяют с землей, когда УЗО включено между фазой источника питания и образцом в соответствии с инструкцией изготовителя УЗО.

При подаче напряжения к образцу следует использовать электрически изолированные и заземленные инструменты.

Примечание — Следует учитывать, что в конструкции кабеля может быть применена комбинация электропроводящего экрана и электропроводящей оболочки.

**8.2.6 Испытание кабеля и неотъемлемых компонентов на нераспространение горения**

Кабели, предназначенные для монтажа в бетоне и других негорючих материалах, на нераспространение горения не испытывают. Это не распространяется на холодные концы в комплектах кабелей, т.е. холодные концы не должны распространять горение.

Испытание на нераспространение горения проводят на кабелях и холодных концах с применением испытательного оборудования по IEC 60332-1-1 методом по IEC 60332-1-2. Требование к обугленной части, распространяющейся вниз, не предъявляют, если концевая муфта находится в нижней части образца.

Испытание проводят на кабеле и всех неотъемлемых компонентах комплекта кабеля.

Если в состав изделия входят соединительная и концевая муфты, то подготовку образца осуществляют таким образом, чтобы каждый компонент и кабель подвергались испытанию и чтобы средняя часть соединительной или концевой муфты образовывали часть образца кабеля, которую подвергают воздействию испытательного пламени, при этом кабель и/или холодный конец образуют верхнюю часть образца (см. рисунки 1 и 2). При испытании концевой муфты образец допускается поддерживать стальной проволокой диаметром от 0,5 до 1,0 мм, соединенной с нижней частью образца, с грузом, необходимым для сохранения устойчивого положения образца.




Рисунок 1 — Типовое расположение компонентов при испытании соединительной муфты

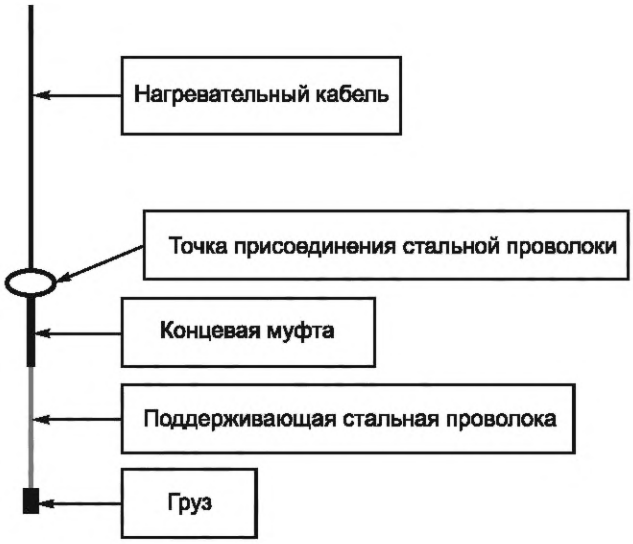



Рисунок 2 — Типовое расположение компонентов при испытании концевой муфты

**8.2.7 Испытание кабеля и неотъемлемых компонентов на стойкость к деформации**

8.2.7.1 Общие положения

Кабели должны выдерживать механические нагрузки, воздействию которых они подвержены при монтаже и эксплуатации. В зависисмости от стойкости к механическим воздействиям во время монтажа и эксплуатации кабели подразделяют на два класса М1 и М2. Испытание на стойкость к деформации кабелей класса М1 проводят по 8.2.7.2, кабелей класса М2 — по 8.2.7.3.

Данное испытание проводят также на неотъемлемых компонентах кабеля, таких как соединительная и концевая муфты и холодный конец, которые смонтированы в заводских условиях или предназначены для установки по месту монтажа, и на арматуре, установленной изготовителем.

8.2.7.2 Испытание кабелей класса М1

Три образца кабеля длиной не менее (200 ± 20) мм размещают отдельно друг от друга сверху цилиндрического стального прутка диаметром 6 мм под прямым углом к прутку, расположенному на плоской стальной опоре.

Усилие 600 Н с погрешностью ±5 % прикладывают без удара в любой точке соприкосновения испытуемого образца и стального прутка через твердую пластину размерами (100 × 100) мм$^2$. После приложения усилия в течение 30 с образец, продолжающий находиться под нагрузкой, должен выдержать без пробоя напряжение переменного тока (1500 ± 5) В, приложенное в течение 30 с. Напряжение прикладывают между жилой (жилами) и электропроводящим экраном, оплеткой или оболочкой, изготовленными из металлических или других эквивалентных материалов. Для кабелей без экрана на-

пряжение прикладывают между жилой (жилами) и стальным прутком. Если кабель имеет более одной жилы, то испытательное напряжение также прикладывают между жилами.

На внешнем элементе конструкции кабеля не должно быть трещин, видимых без применения увеличительных приборов.

При внешнем осмотре после удаления оболочки и изоляции не должен быть обнаружен обрыв ни одной из проволок экрана или жил.

Если один из образцов после проведения испытания не удовлетворяет вышеуказанным требованиям, то испытание проводят на удвоенном числе образцов (3 + 3). Если все образцы выдерживают испытание, то кабель признают выдержавшим испытание.

8.2.7.3 Испытание кабелей класса М2

Испытание проводят аналогично испытанию по 8.2.7.2, за исключением значения прикладываемого усилия. Значение прикладываемого усилия—1500 Н с погрешностью ±5 %.

**8.2.8 Испытание кабеля, комплекта кабеля и неотъемлемых компонентов на удар при низкой температуре**

Испытание проводят в охлажденной камере при температуре минус (5 ± 2) °С или при более низкой температуре, указанной изготовителем.

Испытание проводят на трех образцах длиной не менее 0,5 м каждый с использованием устройства для испытания на удар по IEC 60811-506.

При испытании кабель с некруглым поперечным сечением следует располагать таким образом, чтобы ударное воздействие прикладывалось вдоль меньшей оси.

Кабели и комплекты кабелей класса М1 подвергают данному испытанию с энергией удара 2 Дж.

Примечание 1 — Например, на образец воздействуют грузом массой 500 г, падающим с высоты 400 мм.

Кабели и комплекты кабелей класса М2 подвергают данному испытанию с энергией удара 4 Дж.

Примечание 2 — Например, падением на образец груза массой 1000 г с высоты 400 мм.

Данное испытание также проводят на неотъемлемых компонентах кабеля, таких как соединительная и концевая муфты и холодный конец , которые смонтированы в заводских условиях или предназначены для установки по месту монтажа, и на арматуре, установленной изготовителем.

После испытания на удар образец должен выдерживать без пробоя напряжение перменного тока 1500 В с погрешностью ± 5 %, приложенное в течение 30 с в соответствии с порядком проведения испытания по 8.2.2.2.

Для кабелей с электропроводящим экраном, броней или оболочкой, изготовленным из металлического или другого эквивалентного материала, напряжение прикладывают между жилой (жилами) и электропроводящим экраном, броней или оболочкой и электродом испытательного оборудования.

Образцы неэкранированных кабелей погружают в воду на 5 мин до приложения испытательного напряжения, затем, не вынимая образец из воды, прикладывают напряжение при заземленном водном электроде.

На внешнем элементе конструкции кабеля не должно быть трещин, видимых без применения увеличительных приборов.

Все образцы должны выдержать испытание.

Если один из образцов после проведения испытания не удовлетворяет вышеуказанному требованию, то испытание проводят на удвоенном числе образцов (3 + 3). Если все образцы выдерживают испытание, то кабель признают выдержавшим испытание.

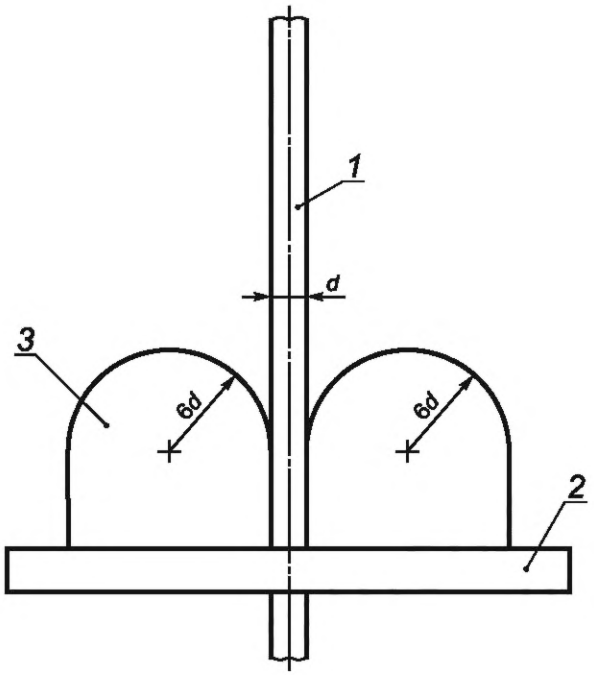
**8.2.9 Испытание кабеля на изгиб при низкой температуре**

Устройство, используемое для испытания кабеля на изгиб при низкой температуре, приведено на рисунке 3. Радиус оправки должен быть равным минимальному радиусу изгиба кабеля, установленному изготовителем. Образец кабеля закрепляют в устройстве, как показано на рисунке 3. Устройство с образцом помещают в охлажденную камеру при температуре минус (10 ± 2) °С или при минимальной температуре монтажа, рекомендованной изготовителем, если она ниже минус (10 ± 2) °С, и выдерживают не менее 4 ч. По окончании этого периода образец изгибают на угол 90° вокруг одной из оправок, затем изгибают на угол 180° в противоположном направлении вокруг второй оправки и затем распрямляют до исходного положения. Все изгибы выполняют в одной плоскости. Указанный цикл изгиба выполняют три раза при времени одного цикла изгиба не более 5 с.

Это испытание проводят только на кабеле и холодном конце, при его наличии.

Соответствие проверяют испытанием изоляции по 8.2.2.2 для экранированных кабелей без погружения образца в воду и для неэкранированных кабелей с погружением образца в воду на 5 мин до приложения испытательного напряжения, затем, не вынимая образец из воды, прикладывают напряжение.

На внешнем элементе конструкции кабеля не должно быть трещин, видимых без применения увеличительных приборов.




*1* — образец; *2* — основание; *3* — оправка; *d* — диаметр кабеля или его толщина по плоскости изгиба

Рисунок 3 — Схема испытания на изгиб при низкой температуре

**8.2.10 Испытание изоляции на старение**

Старение изоляции проводят в термостате по IEC 60811-401. На образцах до и после старения определяют прочность и относительное удлинение при разрыве по IEC 60811-501.

Старение проводят в течение 14 сут при температуре (135 ± 2) °С.

Отклонение значения прочности при разрыве должно быть не более ±25 % первоначального значения, полученного до старения. Оклонение значения относительного удлинения при разрыве должно быть не более ±25 % первоначального значения, полученного до старения.

Минимальное значение относительного удлинения при разрыве должно быть не менее 150 % до и после старения.

**8.2.11 Испытание неметаллической оболочки на старение**

Старение оболочки, при ее наличии, проводят в термостате по IEC 60811-401. На образцах до и после старения определяют прочность и относительное удлинение при разрыве по IEC 60811-501. Оболочка должна выдержать испытание по методу А или В, приведенным ниже.

Метод А

Старение образца проводят в течение 14 сут при температуре (135 ± 2) °С. Для образца до старения значение прочности при разрыве должно быть не менее 10 МПа, значение относительного удлинения при разрыве — не менее 100 %. Отклонение значения прочности при разрыве должно быть не более ± 25 % первоначального значения, полученного до старения. Отклонение значения относительного удлинения при разрыве должно быть не более ± 25 % первоначального значения, полученного до старения.

Метод В

Старение образца проводят в течение 80 сут при температуре (110 ± 2)°С. Для образца до старения значение прочности при разрыве должно быть не менее 10 МПа, значение относительного удлинения при разрыве — не менее 100 %. Отклонение значения прочности при разрыве должно быть не

более ± 25 % первоначального значения, полученного до старения. Отклонение значения относительного удлинения при разрыве должно быть не более ± 25 % первоначального значения, полученного до старения.

**8.2.12 Испытание изоляции и оболочек на совместимость**

Образец кабеля подвергают старению в течение 14 сут при температуре (110 ± 2) °С в термостате в соответствии с IEC 60811-401.

Испытание проводят на изоляции и оболочках трех образцов.

Отклонение значения прочности при разрыве должно быть не более ±25 % первоначального значения, полученного до старения. Отклонение значения относительного удлинения при разрыве должно быть не более ±25 % первоначального значения, полученного до старения. Измерения проводят по IEC 60811-501.

**8.2.13 Испытание неметаллической наружной оболочки на стойкость к воздействию погодных условий и ультрафиолетового излучения**

Цель испытания — определить стойкость неметаллической наружной оболочки кабеля к воздействию ультрафиолетового излучения (УФ-излучение). Для этого измеряют прочность и относительное удлинение при разрыве кабеля, подвергнутого воздействию УФ-излучения и воды.

Испытание проводят только на кабелях, подверженных воздействию солнечного света или других источников УФ-излучения во время эксплуатации.

Применяют два метода испытания: один метод, основанный на ISO 4892-3, в соответствии с настоящим подразделом, другой метод испытания в соответствии с приложением А.

Примечание 1 — При применении указанных методов испытания получают сопоставимые результаты.

Примечание 2 — Дополнительная информация по проведению испытания на стойкость к воздействию погодных условий и УФ-излучения приведена в ISO 4892-1 [6] и ISO 4892-2 [7].

Испытание проводят методом, согласованным между изготовителем, потребителем и органом по сертификации.

От кабеля отбирают и подготавливают 10 отрезков (образцов) в соответствии с IEC 60811-501.

Неметаллическую наружную оболочку пяти образцов кабеля в виде двухсторонних лопаток или пяти комплектов кабелей подвергают испытанию с использованием оборудования по ISO 4892-3, люминесцентной УФ-лампы типа 1А (UVA-340).

Образцы подвергают воздействию УФ-излучения в течение 8 ч при температуре (60 ± 2) °С, затем конденсации в течение 4 ч при температуре (50 ± 2) °С. Данный цикл повторяют непрерывно в течение 2000 ч.

После воздействия УФ-излучения образцы удаляют из оборудования и проводят их кондиционирование в течение не менее 16 ч.

Пять образцов, подвергнутых воздействию УФ-излучения, и пять образцов, не подвергнутых действию УФ-излучения, испытывают отдельно, проводя последовательно в короткий промежуток времени испытания на прочность при разрыве и относительное удлинение при разрыве. Соответствующие медианные значения рассчитывают из пяти значений прочности при разрыве и относительного удлинения при разрыве, полученных для образцов, прошедших кондиционирование, делением на пять значений прочности при разрыве и относительного удлинения при разрыве, полученных для образцов, не прошедших кондиционирование.

Значения прочности и относительного удлинения при разрыве после воздействия УФ-излучения должны не более чем на ± 30 % отличаться от значений, измеренных на образцах до воздействия УФ-излучения.

После проведения испытания допускается обесцвечивание образцов.

Данное испытание не проводят на кабелях, имеющих сплошную металлическую оболочку без внешней неметаллической оболочки.

**8.2.14 Испытание кабеля на растяжение**

Образцы кабелей испытывают на разрывной машине, имеющей зажимы, конструкция которых приведена на рисунке 4. Образец закрепляют в зажимах, как показано на рисунке 4. Исходное расстояние между зажимами должно быть 150 мм. Скорость растяжения — 50 мм/мин. При испытании необходимо постоянно контролировать целостность жилы, а сами образцы проверять на наличие каких-либо повреждений элементов конструкции. Нагрузку, при которой появляются первые признаки повреждения, считают разрушающей нагрузкой.

Испытывают три образца. Минимальное значение разрушающей нагрузки фиксируют как результат испытания.

На растяжение испытывают все кабели. Кабели должны выдерживать воздействие растягивающей силы не менее 120 Н.

Кабели класса М2 должны выдерживать воздействие растягивающей силы не менее 300 Н.

Если один из образцов после проведения испытания не удовлетворяет вышеуказанному требованию, то испытание проводят на удвоенном числе образцов (3 + 3). Если все образцы выдерживают испытание, то кабель признают выдержавшим испытание.

Размеры в миллиметрах

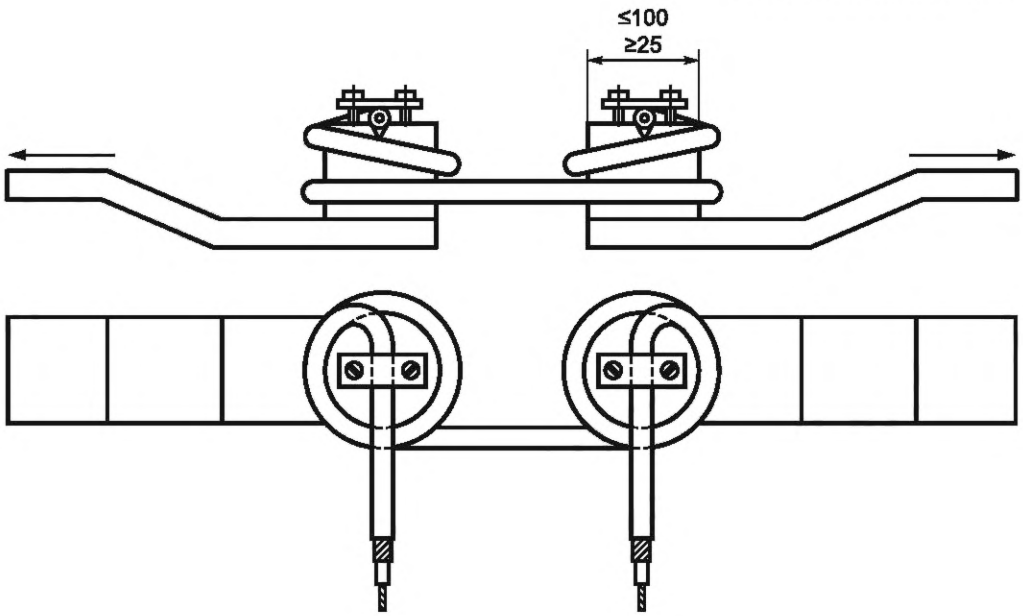



Рисунок 4 — Зажимы разрывной машины

**8.2.15 Испытание кабеля на стойкость к разнонаправленному навиванию**

Отрезок кабеля наматывают на оправку при достаточном натяжении таким образом, чтобы получилась плотная спираль, состоящая не менее чем из трех витков. Диаметр оправки должен быть в шесть раз больше наружного диаметра экранированных и неэкранированных кабелей, в 15 раз больше наружного диаметра бронированных кабелей или быть равным минимальному диаметру изгиба, установленному изготовителем. Для плоских нагревательных кабелей при определении диаметра оправки используют меньший размер кабеля.

Испытание должно состоять из шести испытательных циклов, каждый из которых заключается в навивании кабеля на оправку, его разматывании и повторном навивании на оправку в противоположном направлении таким образом, чтобы поверхность образца, которая была внутренней при первом навивании, стала наружной при втором навивании на оправку.

При внешнем осмотре после испытания ни на одном из элементов конструкции кабеля не должно быть повреждений. Небольшое сморщивание оболочки кабеля не считают дефектом.

После завершения проведения циклов навивания на образце определяют диэлектрическую прочность по 8.2.2.2, но с погружением в воду на 1 ч до испытания напряжением.

Диэлектрическую прочность определяют, прикладывая напряжение между жилами и между жилами и электропроводящим экраном, а также между жилами и водой.

**8.2.16 Испытание кабеля на тепловой удар**

Испытание проводят по IEC 60811-509 со следующими уточнениями.

Образец нагревательной части круглого нагревательного кабеля наматывают шестью витками на оправку, диаметр которой в шесть раз больше наружного диаметра образца, и помещают в термостат при температуре (150 ± 2) °С на 1 ч. Если отдельные витки образца плавятся или слипаются друг с другом, то испытание проводят при температуре (110 ± 2) °С в течение 8 ч.

Нагревательную часть плоского кабеля располагают таким образом, чтобы более широкая поверхность касалась оправки. Оправка должна иметь диаметр, в шесть раз превышающий меньшую ось кабеля.

Испытывают один образец.

Во внешнем элементе конструкции кабеля не должно быть трещин, видимых без применения увеличительных приборов, как с наружной, так и с внутренней стороны, после удаления оболочки. Если образец не выдерживает испытания, то испытывают два новых образца. Если оба образца выдерживают испытание, то кабель считают выдержавшим испытания.

**8.2.17 Испытание изоляции и оболочки на усадку**

**a) Испытание изоляции**

Два образца длиной по 300 мм каждый испытывают по IEC 60811-502.

Испытание проводят при температуре (130 ± 2) °С в течение 1 ч.

Среднее значение усадки для двух образцов должно быть менее 4 %.

Если один из образцов после проведения испытания не удовлетворяет вышеуказанному требованию, то испытание проводят на удвоенном числе образцов (2 + 2). Если все образцы выдерживают испытание, то кабель признают выдержавшим испытание.

**b) Испытание оболочки**

Два образца длиной по 300 мм каждый испытывают по IEC 60811-503.

Испытание проводят при температуре (110 ± 2) °С в течение 1 ч.

Среднее значение усадки для двух образцов должно быть менее 4 %.

Если один из образцов после проведения испытания не удовлетворяет вышеуказанному требованию, то испытание проводят на удвоенном числе образцов (2 + 2). Если все образцы выдерживают испытание, то кабель признают выдержавшим испытание.

**8.2.18 Испытание изоляции и оболочки на тепловую деформацию**

Изоляцию и оболочку из сшитого полимера проверяют на степень образования поперечных связей в полимере испытанием на тепловую деформацию по IEC 60811-507 при температуре (200 ± 3) °С.

Относительное удлинение под нагрузкой должно быть не более 175 %, остаточное относительное удлинение после охлаждения — не более 15 %.

**8.2.19 Циклическое испытание кабеля на старение**

Для испытания кабелей, предназначенных для монтажа в стяжке или бетоне, применяют пять образцов неметаллического внешнего элемента конструкции кабеля, подготовленных по IEC 60811-202, которые подвергают циклическому испытанию на старение в течение шести недель при следующих условиях:

- один цикл равен одной неделе;
- старение образцов в сухой среде проводят в течение 120 ч при температуре воздуха (110 ± 2) °С;
- старение образцов во влажной среде проводят в щелочном водном растворе при температуре (50 ± 2) °С в течение 48 ч.

Водный раствор должен иметь значение pH более12, измеренное при комнатной температуре, и быть приготовлен на основе водопроводной воды, $CaCO_3$ и $Ca(OH)_2$. Значение pH корректируют добавлением $Ca(OH)_2$ в раствор. Образцы помещают в сосуд с широким горлом, наполненный водным раствором, который затем помещают в термостат в соответствии с IEC 60811-401.

Сосуд следует закрыть алюминиевой фольгой или крышкой для того, чтобы во время периода старения предотвратить испарения жидкости.

Примечание — Рекомендуется применять $CaCO_3$ в количестве 50 г и $Ca(OH)_2$ в количестве 2—3 г на 1 л воды (данную пропорцию считают приблизительной) для получения насыщенного раствора $CaCO_3$ и необходимого значения pH водного раствора. При этом следует учитывать, что возможно потребуется корректировка значения pH после проведения каждого цикла вследствие испарения воды. Значение pH проверяют лакмусовой бумагой с достаточной чувствительностью в щелочной области шкалы pH.

После проведения шести циклов определяют прочность при разрыве и относительное удлинение при разрыве внешнего элемента конструкции кабеля по IEC 60811-501.

Отклонение значения прочности при разрыве должно быть не более ±25 % первоначального значения, полученного до старения. Отклонение значения относительного удлинения при разрыве должно быть не более ±25 % первоначального значения, полученного до старения.

**8.2.20 Циклическое испытание комплектов кабелей на старение**

Пять образцов-макетов комплектов кабелей длиной 0,25—0,50 м каждый, предназначенных для монтажа в стяжке или бетоне с присоединенными концевыми и/или соединительными муфтами, подвергают циклическому испытанию на старение в течение шести недель при следующих условиях испытания:

- один цикл равен одной неделе;
- старение образцов в сухой среде проводят в течение 120 ч при температуре воздуха (110 ± 2) °С;
- старение образцов во влажной среде проводят в щелочном водном растворе при температуре (50 ± 2) °С в течение 48 ч.

Водный раствор должен иметь значение pH более12, измеренное при комнатной температуре, и быть приготовлен на основе водопроводной воды, $CaCO_3$ и $Ca(OH)_2$. Значение pH корректируют добавлением $Ca(OH)_2$ в раствор.

Сосуд следует закрыть алюминиевой фольгой или крышкой для того, чтобы во время периода старения предотвратить испарения жидкости.

Примечание — Рекомендуется применять $CaCO_3$ в количестве 50 г и $Ca(OH)_2$ в количестве 2—3 г на 1 л воды (данную пропорцию считают приблизительной) для получения насыщенного раствора $CaCO_3$ и необходимого значения pH водного раствора. При этом следует учитывать, что возможно потребуется корректировка значения pH после проведения каждого цикла вследствие испарения воды. Значение pH проверяют лакмусовой бумагой с достаточной чувствительностью в щелочной области шкалы pH.

Образцы помещают в сосуд с широким горлом, наполненный водным раствором при температуре (50 ± 2) °С, затем помещают в термостат в соответствии с IEC 60811-401 и выдерживают в нем одну неделю. В течение периода старения сосуд должен быть закрыт алюминиевой фольгой. После этого проводят естественное охлаждение сосуда с образцами до комнатной температуры. Электрическое сопротивление изоляции измеряют между жилой (жилами) и электропроводящим экраном и между жилой (жилами) и водным раствором.

Сопротивление изоляции измеряют по 8.2.2.3.

Измеренное значение должно быть не менее 50 МОм.

**8.2.21 Проверка прочности маркировки**

Соответствие требованиям проверяют легким десятикратным протиранием маркировки тампоном из хлопчатобумажной или шерстяной ткани, смоченным водой.

После проведения испытания маркировка должна быть разборчивой при внешнем осмотре без применения увеличительных приборов (при необходимости — в предписанных очках).

**8.2.22 Испытание изоляции и оболочки на стойкость к продавливанию при высокой температуре**

Испытания изоляции и оболочки проводят по IEC 60811-508 при температуре (90 ± 2) °С.

Глубина продавливания должна быть не более 50 % начальной толщины образца.

**8.3 Приемо-сдаточные испытания и испытания на образцах**

**8.3.1 Общие положения**

К приемо-сдаточным испытаниям относят испытание высоким напряжением и измерение электрического сопротивления, другие испытания являются испытаниями на образцах.

В процессе наложения изоляции и оболочки на кабелях проводят испытание высоким напряжением в соответствии с IEC 62230 с использованием следующих значений испытательного напряжения:

- не менее 6 000 В для изоляции;
- не менее 3000 В для оболочки.

Для каждого комплекта нагревательного кабеля в качестве приемо-сдаточных испытаний проводят испытание высоким напряжением и измерение электрического сопротивления.

**8.3.2 Испытание высоким напряжением**

На каждом отрезке или элементе кабеля, поставляемого большими длинами или как отдельно изготовленный комплект нагревательного кабеля, определяют диэлектрическую прочность.

Испытание высоким напряжением проводят, подавая напряжение между жилами и между жилами и электропроводящим экраном.

Испытание комплектов кабелей длиной менее 300 м проводят напряжением переменного тока 2,5 кВ с погрешностью ±3 % в течение не менее 5 с.

Испытание кабеля, поставляемого большими длинами, проводят напряжением переменного тока 2,5 кВ с погрешностью ±3 % в течение 1 мин или напряжением постоянного тока 3,5 кВ с погрешностью ±3 % в течение 1 мин.

Требование к результатам испытания — отсутствие повреждений образца.

**8.3.3 Контроль электрического сопротивления нагревательного кабеля и проверка выходной мощности**

Значение выходной мощности для каждой поставляемой длины нагревательного кабеля проверяют измерением электрического сопротивления постоянному току или тока при заданных значениях напряжения и температуры.

Электрическое сопротивление постоянному току и проводимость нагревательного элемента кабеля на 1 м длины жилы при температуре 20 °С должно соответствовать значениям, указанным изготовителем, с погрешностью $^{+10}_{-5}$ %, если не установлено иное.

Для параллельных кабелей значение тока при заданных значениях напряжения и температуры должно быть в пределах погрешностей, установленных изготовителем.

**8.3.4 Контроль толщины изоляции**

Среднее значение толщины изоляции устанавливает изготовитель.

Измерение среднего и минимального значений толщины изоляции проводят по IEC 60811-201.

Значение толщины изоляции в любом месте не должно быть менее среднего значения более чем на 15 %.

**8.3.5 Контроль толщины оболочки**

Среднее значение толщины оболочки устанавливает изготовитель.

Измерение толщины оболочки проводят по IEC 60811-202.

Значение толщины оболочки в любом месте не должно быть менее среднего значения более чем на 20 %.

**8.3.6 Испытание оболочки и изоляции на тепловую деформацию**

Изоляцию и оболочку из сшитого полимера проверяют на степень образования поперечных связей в полимере испытанием на тепловую деформацию по IEC 60811-507 при температуре (200 ± 3) °С.

Относительное удлинение под нагрузкой должно быть не более 175 %, остаточное относительное удлинение после охлаждения — не более 15 %.

**Приложение А**
**(обязательное)**

## Испытание неметаллической наружной оболочки на стойкость к воздействию погодных условий и ультрафиолетового излучения

Цель настоящего испытания — определить стойкость неметаллической наружной оболочки кабеля к воздействию УФ-излучения. Для этого измеряют прочность и относительное удлинение при разрыве кабеля, подвергнутого воздействию УФ-излучения и воды.

Испытание проводят только на кабелях, подверженных воздействию солнечного света или других источников УФ-излучения во время эксплуатации.

Испытательное оборудование состоит из следующих элементов:

- источника излучения, в качестве которого применяют ксеноновую дуговую лампу с боросиликатными фильтрами, типовое излучение которой должно составлять 60 Вт/м$^2$ с погрешностью ±15 % и спектром излучения от 300 до 400 нм;
- средства автоматического управления и контроля температуры, влажности и числа циклов;
- генератора деионизированной воды с проводимостью не более 5 мкС/см; скорость потока должна быть достаточной для гарантированного омывания всех испытуемых образцов;
- средства контроля и управления излучением.

От кабеля отбирают и подготавливают 10 образцов по IEC 60811-501.

Пять образцов подвергают воздействию внешних факторов в течение 720 ч, применяя 360 циклов длительностью 120 мин каждый. Каждый цикл включает в себя:

- воздействие УФ-излучения при температуре (60 ± 3) °С и относительной влажности (50 ± 10) % в течение 102 мин;
- затем воздействие воды при температуре (50 ± 3) °С в течение 18 мин без УФ-излучения и контроля относительной влажности.

Примечание — Дополнительная информация для проведения испытания на стойкость к воздействию погодных условий и УФ-излучения приведена в ISO 4892-1 [6] и ISO 4892-2 [7].

После воздействия УФ-излучения и воды образцы удаляют из оборудования и проводят их кондиционирование в течение не менее 16 ч.

Пять образцов, подвергнутых воздействию УФ-излучения и воды, и пять образцов, не подвергнутых действию УФ-излучения и воды, испытывают отдельно, проводя последовательно в короткий промежуток времени испытания на прочность при разрыве и относительное удлинение при разрыве. Соответствующие медианные значения рассчитывают из пяти значений прочности при разрыве и относительного удлинения при разрыве, полученных для образцов, прошедших кондиционирование, делением на пять значений прочности при разрыве и относительного удлинения при разрыве, полученных для образцов, не прошедших кондиционирование.

Значения прочности и относительного удлинения при разрыве после воздействия УФ-излучения и воды должны не более чем на ±30 % отличаться от значений, измеренных на образцах до воздействия УФ-излучения и воды.

После проведения испытания допускается обесцвечивание образцов.

Данное испытание не проводят на кабелях, имеющих сплошную металлическую оболочку без внешней неметаллической оболочки.

## Приложение ДА
## (справочное)

## Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

| Обозначение ссылочного международного стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта |
|---|---|---|
| IEC 60050-461 | — | * |
| IEC 60228 | MOD | ГОСТ 22483—2021 «Жилы токопроводящие для кабелей, проводов и шнуров» |
| IEC 60332-1-1 | IDT | ГОСТ IEC 60332-1-1—2011 «Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 1-1. Испытание на нераспространение горения одиночного вертикально расположенного изолированного провода или кабеля. Испытательное оборудование» |
| IEC 60332-1-2 | IDT | ГОСТ IEC 60332-1-2—2011 «Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 1-2. Испытание на нераспространение горения одиночного вертикально расположенного изолированного провода или кабеля. Проведение испытания при воздействии пламенем газовой горелки мощностью 1 кВт с предварительным смешением газов» |
| IEC 60364-7-701 | — | *, [1] |
| IEC 60364-7-753 | — | *, [2] |
| IEC 62230 | — | *, [3] |
| IEC 60811-201 | IDT | ГОСТ IEC 60811-201—2015 «Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 201. Общие испытания. Измерение толщины изоляции» |
| IEC 60811-202 | IDT | ГОСТ IEC 60811-202—2015 «Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 202. Общие испытания. Измерение толщины неметаллической оболочки» |
| IEC 60811-401 | IDT | ГОСТ IEC 60811-401—2015 «Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 401. Разные испытания. Методы теплового старения. Старение в термостате» |
| IEC 60811-501 | IDT | ГОСТ IEC 60811-501—2015 «Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 501. Механические испытания. Испытания для определения механических свойств композиций изоляции и оболочек» |

[1] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 50571.7.701—2013 «Электроустановки низковольтные. Часть 7. Требования к специальным установкам или местам их размещения. Раздел 701. Помещения для ванных и душевых комнат», идентичный IEC 60364-7-701:2006.

[2] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 50571-7-753—2013/МЭК 60364-7-753:2005 «Электроустановки низковольтные. Часть 7-753. Требования к специальным электроустановкам или местам их расположения. Электроустановки с нагреваемыми полами и потолочными поверхностями», идентичный IEC 60364-7-753:2005.

[3] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 54813—2011 (МЭК 62230:2006) «Кабели, провода и шнуры электрические. Электроискровой метод контроля», модифицирован по отношению к IEC 62230:2006.

*Окончание таблицы ДА.1*

| Обозначение ссылочного международного стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта |
|---|---|---|
| IEC 60811-502 | IDT | ГОСТ IEC 60811-502—2015 «Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 502. Механические испытания. Испытание изоляции на усадку» |
| IEC 60811-503 | IDT | ГОСТ IEC 60811-503—2015 «Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 503. Механические испытания. Испытание оболочек на усадку» |
| IEC 60811-506 | IDT | ГОСТ IEC 60811-506—2015 «Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 506. Механические испытания. Испытание изоляции и оболочек на удар при низкой температуре» |
| IEC 60811-507 | IDT | ГОСТ IEC 60811-507—2015 «Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 507. Механические испытания. Испытания на тепловую деформацию для сшитых композиций» |
| IEC 60811-508 | IDT | ГОСТ IEC 60811-508—2015 «Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 508. Механические испытания. Испытание изоляции и оболочек под давлением при высокой температуре» |
| IEC 60811-509 | IDT | ГОСТ IEC 60811-509—2015 «Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 509. Механические испытания. Испытание изоляции и оболочек на стойкость к растрескиванию (испытание на тепловой удар)» |
| IEC 62395-1:2013 | IDT | ГОСТ IEC 62395-1—2016 «Системы обогрева трубопроводов, работающие на электрическом сопротивлении, для промышленного и коммерческого применения. Часть 1. Общие требования и требования к испытаниям» |
| ISO 4892-3:2016 | — | * |

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированный стандарт.

## Библиография

[1] IEC 62395, Electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications (all parts) [Системы обогрева трубопроводов, работающие на электрическом сопротивлении, для промышленного и коммерческого применения (все части)]

[2] IEC/IEEE 60079-30, Explosive atmospheres — Part 30: Electrical resistance trace heating (all parts) [Взрывоопасные среды. Часть 30. Резистивный распределенный электронагреватель (все части)]

[3] IEC 62440:2008, Electric cables with a rated voltage not exceeding 450/750 V — Guide to use (Электрокабели с расчетым напряжением, не превышающим 450/750 В. Руководство по использованию)

[4] IEC 60364, Low-voltage electrical installations (all parts) [Электрические низковольтные установки зданий (все части)]

[5] IEC 60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP code) [Степени защиты, обеспечиваемые корпусами (Код IP)]

[6] ISO 4892-1, Plastics — Methods of exposure to laboratory light sources — Part 1: General guidance (Пластмассы. Методы экспонирования под лабораторными источниками света. Часть 1. Общее руководство)

[7] ISO 4892-2:2006*, Plastics — Methods of exposure to laboratory light sources — Part 2: Xenon-arc lamps (Пластмассы. Методы экспонирования под лабораторными источниками света. Часть 2. Лампы с ксеноновой дугой)

[8] IEC 60811-100, Electric and optical fibre cables — Test methods for non-metallic materials — Part 100: General (Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 100. Общие положения)

[9] IEC 60811-203, Electric and optical fibre cables — Test methods for non-metallic materials — Part 203: General tests — Measurement of overall dimensions (Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 203. Общие испытания. Измерение наружных размеров)

[10] IEC 60811-504, Electric and optical fibre cables — Test methods for non-metallic materials — Part 504: Mechanical tests — Bending tests at low temperature for insulation and sheaths (Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 504. Механические испытания. Испытание на изгиб при низкой температуре изоляции и оболочки кабеля)

---

* Заменен на ISO 4892-2:2013.

УДК 621.315.2.001.4:006.354 МКС 29.060.20 IDT

Ключевые слова: нагревательные кабели на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда, общие технические требования, методы испытаний

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 17.10.2024. Подписано в печать 29.10.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 2,80.

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