|  |
| --- |
| **ЕВРАЗИЙСКИЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ****(ЕАСС)****EURO-ASIAN COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION****(EASC)** |
|  | **М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы ЙС Т А Н Д А Р Т** | **ГОСТ****IEC 60800–****202*****(Проект, первая редакция)*** |

**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)**

**Настоящий стандарт не подлежит применению до его принятия**

**М и н с к**

**Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации**

**2022**

**Предисловие**

Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации (ЕАСС) представляет собой региональное объединение национальных органов по стандартизации государств, входящих в Содружество Независимых Государств. В дальнейшем возможно вступление в ЕАСС национальных органов по стандартизации других государств.

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 «Всерос-сийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский и тех-нологический институт кабельной промышленности (ОАО «ВНИИКП») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии международного стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 46 «Кабельные изделия»

3 ПРИНЯТ Евразийским советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от № )

За принятие проголосовали:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004‒97 | Код страны поМК (ИСО 3166) 004-97 | Сокращенное наименование национального органа по стандартизации |
|  |  |  |

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 60800:2021 «Кабели нагревательные на номинальное напряжение 300/500 В 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 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

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р МЭК 60800-2012

*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 также будет опубликована на официальном сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»*

Исключительное право официального опубликования настоящего стандарта на территории указанных государств принадлежит национальным (государственным) органам по стандартизации этих государств

Содержание

1 Область применения …..…………….…………………....………...............

2 Нормативные ссылки…..…………….…………………...............................

3 Термины и определения …..……………………………………………..…..

4 Классификация по стойкости к механическим воздействиям…..……..

# 5 Требования к маркировке …………………………………………………....

6 Требования к инструкциям по монтажу ………………………..…..……...

# 7 Общие требования к конструкции кабелей ……………………………….

 7.1 Общие положения …………………………………..………………..

 7.2 Жилы ………………………………………………….…………..........

 7.3 Изоляция……………………………………………. …..…………….

 7.4 Электропроводящий экран …..…………………………….…….....

 7.5 Броня……………………………………………………..……….…….

 7.6 Оболочка ………………………………………………………….…...

 7.7 Влагостойкость……………………………………..…………………

8 Испытания ………………………..…………………………………….….…...

8.1 Типовые испытания. Общие требования ………………….….....

8.2 Типовые испытания. Конкретные требования к испытаниям ...

 8.3 Приемо-сдаточные испытания и испытания на образцах

Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам …………………………..…..…………….…….

Библиография…..…………….…………………....………....………....……….

# **Введение**

Цель настоящего стандарта - предоставить исчерпывающий набор основных требований и методов испытаний для резистивных нагревательных кабелей, используемых для обогрева помещений и предотвращения образования льда. Результаты некоторой части работ по этим кабелям уже введены в национальные или международные стандарты, и в данный стандарт вошла большая часть существующих решений в данной области.

Настоящий стандарт содержит способы проверки устойчивости резистивных нагревательных кабелей к воздействию электрических, тепловых и механических факторов с тем, чтобы при нормальных условиях эксплуатации их функционирование не представляло опасности для потребителя и окружающей среды. Соответствие этому проверяется проведением комплекса испытаний, приведённых в настоящем стандарте.

**М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т**

**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 including 300/500 V for comfort heating and prevention of ice formation.

General specification and test methods

**Дата введения — 20…—…—...**

**1 Область применения**

Настоящий стандарт распространяется на резистивные нагревательные кабели, рассчитанные на невысокие температуры нагрева, такие как кабели для обогрева помещений и предотвращения образования льда, и устанавливает требования к ним. Эти кабели и кабельные комплекты могут быть изделиями, либо собранными в заводских условиях, либо собранными по месту прокладки и которые после прокладки являются нагревательными кабелями, смонтированными в соответствии с инструкциями изготовителя.

Настоящий стандарт не распространяется на неизолированные и изолированные проводники на напряжение 50 В и менее.

Основная область применения включает в себя:

- систему обогрева, встроенную в поверхность или расположенную под поверхностью;

- систему прямого или аккумулированного обогрева;

- систему растапливания снега и защиты крыш, водосточных желобов и труб от намерзания льда и т д.

Нагревательные системы, работающие на электрическом сопротивлении для промышленного и коммерческого применения приведены в серии IEC 62395 [1], а для применения во взрывоопасных атмосферах – в серии IEC/IEEE 60079-30 [2] как нагревательные кабели с минеральной изоляцией.

Зоны, в которых температура оболочки более 100°С, не входят в область распространения настоящего стандарта.

Цель настоящего стандарта - обеспечение безопасного функционирования резистивных нагревательных кабелей при установленных для них нормальных условиях эксплуатации. Это достигается путем:

- применения нагревательных кабелей соответствующей конструкции, удовлетворяющей критериям 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 кабеля при безопасных температурах по отношению к материалам, используемым в конструкции кабелей, и их прокладки в соответствии с национальными нормативами.

**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)].

*Проект, первая редакция*

IEC 60050-461, International Electrotechnical Vocabulary ‒ Part 461: Electric cables (Международный электротехнический словарь. Часть 461. Электрические кабели)

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. Требования к специальным установкам или местам их размещения. Раздел 701.

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 (Установки электрические 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.

ИСО и МЭК ведут терминологические базы данных для использования в стандартизации по следующим адресам:

- Электропедия МЭК, доступная по адресу: http://www.electropedia.org/;

- платформа онлайн-просмотра ИСО, доступная по адресу: http://www.iso.org/obp.

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

П р и м е ч а н и е - Упрочняющий элемент может быть в виде одного и более слоев стальных проволок или оплетки, или оболочки из металла или другого соответствующего материала.

3.2 **холодный вывод** (cold lead): Электрически изолированная жила или жилы, используемые для соединения нагревательного кабеля с электрической сетью и рассчитанные так, чтобы не было их значительного нагрева.

3.3 **соединительная муфта** (connection splice): Герметизированная муфта, соединяющая нагревательный кабель и холодный вывод.

3.4 **заземляющий провод** (earthing conductor): Неизолированная жила, находящаяся в надежном электрическом контакте с электрическим экраном практически по всей его длине.

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 прерывателя цепи при обнаружении какой-либо неисправности при эксплуатации кабеля.

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

3.7 **комплект с нагревательным кабелем, собранный в заводских условиях** (factory assembled heating cable set): Нагревательный кабель, на который неотъемлемые компоненты установлены производителем.

3.8 **комплект с нагревательным кабелем, собранный по месту прокладки** (field assembled heating cable): Нагревательный кабель, поставляемый в больших длинах, на который неотъемлемые компоненты устанавливают по месту прокладки.

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 с соответствующим соединителем с источником питания и концевой муфтой.

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

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

3.13 **неотъемлемые компоненты** (integral components): Установленные в заводских условиях или по месту прокладки электрические концевые муфты и соединительные детали, такие как термоусаживаемые концевые муфты, формованные концевые уплотнения или 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): Нагревательные элементы, электрически соединенные параллельно, представляющие собой либо непрерывный контур, либо 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 20°С

П р и м е ч а н и е - Большинство нагревательных кабелей содержат более одной токопроводящей жилы и сопротивление измеряют для всех токопроводящих жил.

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

П р и м е ч а н и я:

1 Номинальное (расчетное) напряжение представляется сочетанием значений *U/U0*, выраженных в вольтах, где:

*U0* – 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.

 2 См. 5.2 в IEC 62440:2008 [3].

3.19 **приемосдаточные 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 (коррозия, влага и т.д.).

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

П р и м е ч а н и е ‒ После проведения этих испытаний нет необходимости в их повторном проведении, если не было изменений в применяемых материалах, или конструкции кабеля, или в производственном процессе, которые могли привести к изменению эксплуатационных характеристик.

**4 Классификация по стойкости к механическим воздействиям**

Нагревательные кабели по настоящему стандарту разделены на два класса, которые обозначают их способность выдерживать механические воздействия во время и после прокладки кабеля. Установлены следующие классы:

- механический класс М1: для нагревательных кабелей, предназначенных для прокладки с низким риском механического повреждения;

- механический класс М2: для нагревательных кабелей, предназначенных для прокладки с высоким риском механического повреждения.

Класс любого нагревательного кабеля определяется его конструктивным исполнением, проверяемым стойкостью к воздействиям по 8.2.7 и 8.2.14.

П р и м е ч а н и я:

 1 Механический класс М1: для нагревательных кабелей, предназначенных для использования в местах с низким риском механического повреждения, например, уложенных на ровных поверхностях, таких как плоские, гладкие полы из бетона или из дерева или по тепловой изоляции, встроенной в вибробрус без острых элементов.

2 Механический класс М2: для нагревательных кабелей, предназначенных для использования в местах с высоким риском механического повреждения, таких как стальные арматурные сетки, непосредственная прокладка в почву, бетон с острыми элементами, крыша, водосточные желобы.

**5 Требования к маркировке**

Изделие должно иметь маркировку, выполненную печатным способом, тиснением или вдавливанием по оболочке, или маркировку на ярлыке, прикрепленном к изделию, или на элементе внутри кабеля.

Вдавливание по изоляции не применяют.

Ярлык должен прочно крепиться к изделию и быть четко различимым для электромонтажника.

Ярлык следует крепить к той части изделия, которая чётко видна при распаковке изделия, готового к прокладке.

Маркировка должна содержать:

- наименование или торговую марку изготовителя;

- указание типа;

- электрическое сопротивление кабеля при 20°C в Омах на метр для одно- и двухжильных последовательных резистивных нагревательных кабелей; и для параллельного нагревательного кабеля - выходная мощность в ваттах на метр при определенной температуре. Это требование не относится к комплектам нагревательных кабелей;

- механический класс;

- номинальное (расчетное) напряжение для параллельных нагревательных кабелей или максимальное номинальное (фактическое) напряжение для последовательных нагревательных кабелей;

- если требуется, обозначение «не огнестойкий».

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

- 550 мм, если маркировка нанесена на оболочку;

- 275 мм, если маркировка нанесена на элемент внутри нагревательного кабеля.

Если изделия собраны в заводских условиях, то может быть предоставлена следующая дополнительная информация.

Для последовательных резистивных изделий:

- номинальное (фактическое) напряжение;

- суммарная мощность и мощность на метр;

- полное сопротивление.

Для параллельных резистивных комплектов:

- номинальное (фактическое) 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 являются минимальными, и изготовители могут добавить любую информацию, которая может быть полезной.

Необходимо обеспечить прослеживаемость изделий указав мемяц и год изготовления номер партии.

П р и м е ч а н и е ‒ В национальных или региональных регламентирующих документах могут содержаться другие требования.

# **6 Требования к инструкциям по монтажу**

Изготовитель должен предоставить для нагревательных кабелей, комплектов нагревательных кабелей и компонентов подробные инструкции по монтажу. Инструкции должны четко определять изделие, места прокладки и содержать следующую информацию:

a) предполагаемое применение: либо для общего назначения, либо для особо указанного назначения;

b) способы изолирования линейных проводников от источника питания;

c) предоставляемая защита от превышения максимально допустимого значения тока;

d) формулировку "Требуется защита с применением защитного устройства по дифференциальному току не более 30 мА»;

e) для нагревательных кабелей механического класса М1, предназначенных для уменьшенных уровней механических воздействий, формулировку "Осторожно. Не использовать в местах, подверженным высоким механическим нагрузкам или ударному воздействию";

f) соответствующую формулировку для указания того, что любая металлическая оболочка, оплетка, экран или аналогичное электропроводящее покрытие нагревательного кабеля должно быть соединено с клеммой заземления;

g) для неэкранированных нагревательных кабелей указание, на то, что они должны иметь покрытие из электрически заземленной проволочной сетки или эквивалентного покрытия и защиту с применением защитного устройства по дифференциальному току не более 30 мА в соответствии со стандартом по прокладке кабеля (см. IEC 60364-7-701 и IEC 60364-7-753);

h) минимальную температуру при прокладке;

i) минимальный радиус изгиба;

j) при необходимости, максимальную температуру оболочки;

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

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

m) для последовательных резистивных нагревательных кабелей, содержащих более двух токопроводящих жил, должно быть указано сопротивление каждой токопроводящей жилы.

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

П р и м е ч а н и е ‒ В национальных стандартах или, при их отсутствии, в серии стандартов IEC 60364 [4], могут содержаться дополнительные требования

**7 Общие требования к конструкции кабелей**

##

## 7.1 Общие положения

Нагревательные кабели должны быть спроектированы и сконструированы так, чтобы они обладали электрической, термической и механической стойкостью и чтобы их эксплуатация при нормальных условиях не представляла опасности для потребителя и окружающей среды.

В нагревательном кабеле могут применяться ленты, заполнители, нити заполнителя, и т.д.

Все неотъемлемые компоненты кабеля должны соответствовать требованиям настоящего стандарта.

Соответствие требованиям проверяют методами испытаний, установленными в настоящем стандарте.

Все элементы нагревательного кабеля, имеющие при использовании контакт с водопроводной водой, должны быть из материалов, соответствующих национальным требованиям.

**7.2 Жилы**

Жилы должны состоять из одной или нескольких проволок из чистого металла или сплава металлов или другого соответствующего материала. Если жила выполнена из чистой меди с покрытием из другого металла, то это металлическое покрытие должно иметь рабочую температуру, соответствующую рабочей температуре жилы. Электрическое сопротивление жил при температуре 20°C должно соответствовать данным изготовителя при допустимых отклонениях %.

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 нагревательных 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**

Нагревательные кабели, если это требуется, поставляются с равномерно наложенным электропроводящим металлическим экраном или с электропроводящей металлической оболочкой, лентой, или ламинированной лентой, или другим электропроводящим материалом. Металлический экран или электропроводящий материал не должны препятствовать функционированию защитного устройства.

П р и м е ч а н и е 1 – Для нагревательных кабелей без электропроводящего экрана могут применяться 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 мм2, указанного в IEC 60228 для жил класса 1, в зависимости от того, какое значение меньше. Для того чтобы удовлетворить этим требованиям, можно ввести определенное дополнительное число медных проволок.

П р и м е ч а н и е 2 ‒ В некоторых странах национальные нормы устанавливают сопротивление менее сопротивления медных жил сечением 0,5 мм2.

Соответствие этим требованиям проверяют по 8.2.1.

Если в качестве заземляющего проводника используется только электропроводящая оболочка или экран, то измеряемое электрическое сопротивление должно представлять собой общее электрическое сопротивление, включая заземляющий соединительный провод (дренажный провод).

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**

Упрочняющий слой (броня), если он имеется, может состоять из металлических проволок, неметаллических прутков, ленты или ламинированной ленты, может быть в виде оболочки.

Электропроводящий упрочняющий слой 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.

П р и м е ч а н и е ‒ Национальные нормы могут содержать другие требования.

**7.6 Оболочка**

Материалы для оболочки, используемые в нагревательных кабелях, должны соответствовать условиям эксплуатации. Это проверяется соответствием 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**

Нагревательные кабели должны соответствовать требованиям, указанным в 8.2.2.

Пр и м е ч а н и е ‒ Данное требование аналогично классу IPX7 по IEC 60529 [5].

**8 Испытания**

**8.1 Типовые испытания. Общие требования**

Все описываемые приемосдаточные испытания и испытания на образцах должны входить в состав типового испытания, за исключением испытания напряжением на проход, установленного в 8.3.1.

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

Для комплектов нагревательных кабелей, собранных в заводских условиях, включая холодный вывод, соединительную муфту и концевую муфту, испытанию подвергают готовый комплект нагревательного кабеля. Допускается испытывать образец нагревательного кабеля длиной 5 м. Различные элементы, такие, как холодный вывод, соединительная муфта и концевая муфта, могут быть собраны в виде макета на отрезке кабеля и испытываться отдельно.

Для комплектов нагревательных кабелей, предназначенных для сборки по месту прокладки, соединители и концевые муфты, указанные для использования изготовителем, должны устанавливаться в соответствии с инструкциями изготовителя, формируя вместе с нагревательным кабелем комплект нагревательного кабеля. Испытывают готовый комплект нагревательного кабеля. Допускается испытывать образец кабеля длиной 5 м. Различные элементы, такие как холодный вывод, соединительная муфта и концевая муфта, могут быть собраны в виде макета на отрезке кабеля длиной 5 м и испытываться отдельно, если не установлено иное.

Все используемые 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 резистивного кабеля выходная мощность в ваттах на метр должна проверяться испытанием по 8.2.3.

Для параллельного резистивного нагревательного кабеля начальный ток должен проверяться испытанием по 8.2.4.

Для каждого испытания могут использоваться отдельные образцы, если не установлено иное. Образцы должны быть подготовлены в соответствии с рекомендациями изготовителя.

Если образец не соответствует установленным требованиям, испытывают два новых комплекта образцов. Если оба комплекта выдержали испытание, то кабель считают соответствующим установленным требованиям.

**8.2 Типовые испытания. Конкретные требования к испытаниям**

**8.2.1 Электрическое сопротивление нагревательных жил и экрана**

Электрическое сопротивление жилы (жил) и экрана, если он имеется, измеряют на образцах длиной не менее 1 м. Проводят два измерения для каждой отдельной жилы: первое при температуре окружающей среды и второе при температуре (100 ± 2)°C. Результаты измерения при температуре окружающей среды пересчитывают на температуру (20±1)°C и определяют, соответствуют ли они значению электрического сопротивления, установленному изготовителем, как для жил, так и для экрана.

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

**8.2.2 Испытание на 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 водопроводную воду при температуре (20±5)°C на 8 ч, (80±5)°C на 16 ч, (20±5)°C на 8 ч, (80±5)°C на 16 ч и (20±5)°C 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 нагревательных кабелей, включающие в себя монтируемые в заводских условиях холодный вывод, муфту и концевое уплотнение, подвергают этому испытанию после их установки на соответствующий нагревательный кабель.

Муфты и концевые уплотнения, предназначенные для нагревательных кабелей, собираемых по месту прокладки, подвергают этому испытанию после их установки на соответствующий нагревательный кабель с холодными выводами.

Испытывают все типы нагревательных кабелей и комплектов нагревательных кабелей, за исключением случаев, когда четко 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 электрической 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)°C.

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

Не должно быть изменений значений прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве превышающих более чем на 25 % соответствующие начальные значения до старения.

8.2.2.2 Определение электрической прочности

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

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

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

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

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

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

Ээлектрическую прочность изолированных нагревательных проводов определяют с погружением изолированного провода в водопроводную воду. Напряжение прикладывают между жилой и водой.

Переменное напряжение 2000 В с погрешностью ± 3 % прикладывают в течение 5 мин. Испытательное напряжение постепенно увеличивают до заданного значения в течение 2-10 с.

Не должно быть пробоя изоляции.

8.2.2.3 Измерение электрического сопротивления изоляции

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

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

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

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

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

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

Номинальную выходную мощность проверяют по методу, приведенному в 5.2.10.3.2 IEC 62395-1:2013.

**8.2.4 Проверка начального тока для параллельных нагревательных кабелей**

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

**8.2.5 Испытание электропроводящего экрана на проницаемость**

На одном образце длиной не менее 5 м проводят испытание 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 распрямляют.

 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 дренажный проводник), то они соединяются вместе на конце образца до соединения с прерывателем цепи и приложением напряжения.

Подтверждением того, что стальная булавка вошла в контакт с жилой нагревательного кабеля (или проволокой высокого сопротивления) и электропроводящим экраном является срабатывание прерывателя цепи, который срабатывает при токе не более 30 мА. Испытание проводят при номинальном напряжении, а испытательную булавку не соединяют с землей, когда прерыватель цепи включен между фазой источника питания и образцом в соответствии с инструкцией изготовителя прерывателя цепи.

При подаче напряжения к образцу должны использоваться электрически изолированные и заземлённые инструменты.

П р и м е ч а н и е ‒ Возможно использование в конструкции нагревательного кабеля комбинации электропроводящего экрана и электропроводящей оболочки.

 **8.2.6 Испытание на нераспространение горения**

Нагревательные кабели, предназначенные для прокладки в бетоне и других негорючих материалах, на нераспространение горения не испытывают. Это не распространяется на холодные выводы в комплектах нагревательных кабелей, т.е. холодные выводы не должны распространять горение.

Испытание на нераспространение горения проводят на нагревательных кабелях и холодных выводах на испытательном оборудовании по IEC 60332-1-1 методом по IEC 60332-1-2. Требование для обугленной части, распространяющейся вниз, не предъявляют, если концевое уплотнение находится в нижней части образца.

Испытание проводят на нагревательном кабеле и на всех неотъемлемых компонентах комплекта нагревательного кабеля.

Если в состав изделия входят муфта и элементы концевого уплотнения, образцы подготавливают так, чтобы каждый элемент и кабели испытывались отдельно и чтобы средняя часть муфты или концевого уплотнения образовывала часть образца, на которую воздействует испытательное пламя, при этом нагревательный кабель и/или холодный вывод образуют верхнюю часть образца (см.

рисунки 1  и

2 ). При испытании концевого уплотнения образец допускается поддерживать при помощи стальной проволоки 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 элементов при испытании муфты

|  |
| --- |
|  |
|  |

Рисунок 2 ‒ Типовое расположение элементов при испытании концевого уплотнения

**8.2.7 Испытание на стойкость к деформации для классов по видам прокладки**

8.2.7.1 Общие положения

Нагревательные кабели должны выдерживать механические нагрузки, воздействию которых они подвержены при прокладке и эксплуатации. Для нагревательных кабелей установлены два класса: механический класс М1 с требованиями по механическому сжатию, как установлено в 8.2.7.2, и механический класс М2, как установлено в 8.2.7.3.

Данное испытание проводят также на неотъемлемых компонентах кабеля, таких как соединительная муфта, концевое уплотнение и холодный вывод, которые смонтированы в заводских условиях или предназначены для установки по месту прокладки, и на арматуре, установленной изготовителем.

8.2.7.2 Класс М1: кабели, предназначенные для прокладки с низким риском механического повреждения

Три образца готового кабеля длиной не менее (200 ± 20) мм размещают отдельно друг от друга поверх цилиндрического стального прутка диаметром 6 мм под прямым углом к прутку, лежащему 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 100x100 мм. После приложения усилия в течение 30 с испытуемый образец, продолжающий находиться под нагрузкой, должен выдержать без пробоя переменное напряжение (1500 ± 5) В, приложенное в течение 30 с. Напряжение прикладывают между жилой (жилами) и металлическим или из другого эквивалентного материала экраном, оплеткой или оболочкой. Для нагревательных кабелей без экрана напряжение прикладывают между жилой (жилами) и стальным прутком. Если нагревательный кабель имеет более одной жилы, испытательное напряжение также прикладывают между жилами.

Во 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 вышеуказанному требованию, то испытание проводят на удвоенном числе образцов (3 + 3). Если все образцы успешно выдерживают испытание, то нагревательный кабель признают успешно выдержавшим испытание.

8.2.7.3 Класс М2: кабели, предназначенные для прокладки с высоким риском механического повреждения

Аналогично 8.2.7.2, за исключением значения усилия. Значение усилия должно быть 1500 Н с погрешностью ± 5 %.

 **8.2.8 Испытание на удар при низкой температуре**

Испытание проводят при температуре минус (5 ± 2) °С или при более низкой температуре, если кабель прокладывается при температуре ниже минус 5°С.

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

Нагревательный кабель, имеющий некруглое поперечное сечение, должен располагаться так, чтобы ударное воздействие прикладывалось вдоль меньшей оси.

Нагревательные кабели и комплекты нагревательных кабелей, соответствующие классу М1, подвергают данному испытанию с энергией удара 2 Дж.

П р и м е ч а н и е 1 ‒ Это достигается, например, падением груза массой 500 г с высоты 400 мм.

Нагревательные кабели и комплекты нагревательных кабелей, соответствующие классу М2, подвергают данному испытанию с энергией удара 4 Дж.

П р и м е ч а н и е 2 ‒ Это достигается, например, падением груза массой 1000 г с высоты 400 мм.

Данное испытание также проводят на соединительной муфте, концевой муфте и холодном выводе, которые смонтированы в заводских условиях или предназначены для установки по месту прокладки, и на арматуре, установленной изготовителем.

После испытания на удар образец должен выдерживать без пробоя переменное напряжение 1500 В, приложенное в течение 30 с в соответствии с порядком проведения испытания по 8.2.2.2.

Для нагревательных кабелей с металлическим или из другого эквивалентного материала экраном, броней или оболочкой напряжение прикладывают между жилой (жилами) и 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.

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

Все образцы должны выдержать испытание.

Если один или более образцов не выдержали испытание, испытания проводят на удвоенном числе образцов (3+3). Кабель считают соответствующим установленным требованиям, если испытание выдержали все образцы.

**8.2.9 Испытание на изгиб при низкой температуре**

Устройство, используемое для испытания на изгиб при низкой температуре, показано на

рисунке 3  с указанным радиусом оправки или с радиусом, равным минимальному радиусу изгиба кабеля, установленному изготовителем. Образец нагревательного кабеля закрепляют в устройстве, как показано на рисунке. Устройство с образцом помещают в охлажденную камеру и выдерживают при температуре минус (10 ± 2) °С или при минимальной температуре прокладки, рекомендованной изготовителем, если она ниже минус (10 ± 2) °С, и выдерживают не менее 4 ч. По окончании этого периода образец сгибают на угол 90° вокруг одной из оправок, затем сгибают 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 нагревательном кабеле и холодном выводе, если он имеется.

Соответствие проверяют испытанием изоляции по 8.2.2.2 для экранированных кабелей без погружения 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.

Во 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 ‒ Испытание на изгиб при низкой температуре

**8.2.10 Испытание на старение изоляции**

Старение изоляции проводят в термостате по IEC 60811-401. На образцах до старения 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, отклонение 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

**8.2.11 Испытание на старение неметаллической оболочки**

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

Материал оболочки должен выдержать испытание по методу A или B, приведенным ниже.

Метод А: старение проводят в течение 14 сут при температуре (135 ± 2)°С. Для образца до старения значение прочности при разрыве должно быть не менее 10 МПа.

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

Для образца до старения значение относительного удлинения при разрыве должно быть 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 на совместимость**

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

Испытание проводят на трех образцах изоляции и оболочки.

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, при измерении этих значений по IEC 60811-501.

**8.2.13 Испытание на стойкость к воздействию погодных условий и ультрафиолетового (УФ) излучения**

Цель настоящего испытания – определить устойчивость неметаллического материала наружной оболочки произведенного промышленным способом нагревательного кабеля к воздействию УФ - излучения. Для этого измеряют прочность и относительное удлинение при разрыве нагревательного кабеля, подвергнутого воздействию УФ - излучения и воды.

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

Описаны два метода испытания, один метод, основанный на ISO 4892-3, описан в 8.2.13, другой метод испытания описан в приложении А.

П р и м е ч а н и я:

1 Считается, что описанные методы испытания дают сравнимые результаты.

2 Дополнительная информация по испытанию на стойкость к воздействию погодных условий и ультрафиолетового (УФ) излучения приведена в ISO 4892-1 [6] и ISO 4892-2 [7].

Испытание проводят по соглашению между изготовителем, покупателем и сертификационным органом.

Из выбранного образца готового нагревательного кабеля отбирают и подготавливают 10 испытуемых отрезков в соответствии с IEC 60811-501.

Пять образцов неметаллической наружной оболочки нагревательного кабеля или комплекта нагревательного кабеля в виде гантели подвергают испытанию с использованием оборудования указанного в 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 следует конденсация в течение 4 ч при температуре (50 ± 2) °С. Данный цикл повторяют непрерывно в течение 2000 ч.

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

Пять испытуемых образцов подвергнутых воздействию УФ излучения и пять испытуемых образцов не подвергнутых действию УФ излучения испытывают отдельно последовательно в короткий промежуток времени на прочность и относительное удлинение при разрыве. Медианное значение рассчитывают из пяти значений прочности и относительного удлинения при разрыве, полученное для испытуемых образцов, прошедших кондиционирование и делят на медианное значение пяти значений прочности и относительного удлинения при разрыве, полученных для испытуемых образцов, не прошедших кондиционирование.

Требуется, чтобы значения прочности и относительного удлинения при разрыве после воздействия УФ излучения не более чем на ± 30 % отличались от значений измеренных на образцах до воздействия УФ излучения.

После проведения испытания может наблюдаться обесцвечивание.

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

**8.2.14 Испытание на растяжение**

Образцы нагревательных кабелей испытывают на разрывной машине, имеющей зажимы, конструкция которых приведена на

рисунке 4. Образец должен быть закреплен в зажимах, как показано на

рисунке 4. Исходное расстояние между зажимами должно быть 150 мм. Скорость растяжения должна быть 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, и минимальное значение разрушающей нагрузки фиксируют как результат испытания.

На растяжение испытывают все готовые нагревательные кабели, и они должны выдерживать воздействие силы не менее 120 Н.

Нагревательные кабели, относящиеся к механическому классу М2, должны выдерживать воздействие растягивающей силы не менее 300 Н.

Если один из образцов не выдерживает испытание, то испытание повторяют на удвоенном числе образцов (3 + 3). Нагревательный кабель считают выдержавшим испытание, если все образцы выдерживают испытание.

|  |
| --- |
|  |
|  |

Рисунок 4 ‒ Зажимы разрывной машины

**8.2.15 Испытание на стойкость к разнонаправленному навиванию**

Отрезок готового нагревательного кабеля наматывают на оправку при достаточном натяжении так, 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 равняться 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 в противоположном направлении так, чтобы поверхность образца, которая была внутренней при первом навивании, стала наружной при втором навивании на оправку. При внешнем осмотре после этого испытания ни на одном из элементов конструкции кабеля не должны наблюдаться следы повреждений. Небольшое сморщивание оболочки не считают дефектом.

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

Ээлектрическую прочность определяют между жилами и между жилами и экраном, а также между жилами и водой.

**8.2.16 Испытание на тепловой удар**

Испытание проводят по IEC 60811-509 cо 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 подплавляются или слипаются друг с другом, испытание проводят при температуре (110 ± 2) °С в течение 8 ч.

Образец нагревательной части некруглого нагревательного 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 изделие считают выдержавшим испытания.

**8.2.17 Испытание на усадку изоляции и оболочки**

**a) Изоляция**

Два образца длиной по 300 мм 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 не выдерживает испытание, то испытанию подвергают удвоенное число новых образцов (2 + 2). Если все образцы выдерживают испытание, то нагревательный кабель считают выдержавшим испытания.

**b) Оболочка**

Два образца длиной по 300 мм 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 не выдерживает испытание, то испытанию подвергают удвоенное число новых образцов (2 + 2). Если все образцы выдерживают испытание, то нагревательный кабель считают выдержавшим испытания.

**8.2.18 Испытание на тепловую деформацию**

Материалы изоляции и оболочки 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% и остаточное относительное удлинение после охлаждения должно быть не более 15%.

**8.2.19 Циклическое испытание на старение нагревательного кабеля**

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

- один цикл равен одной неделе;

- старение в течение 120 ч при температуре (110 ± 2) °С в воздушной среде;

- старение в течение 48 ч при температуре (50 ± 2) °С в щелочном водном растворе.

Водный раствор должен иметь pH>12, измеренное при комнатной температуре, и быть приготовлен на основе водопроводной воды, CaCO3 и Ca(OH)2, с корректировкой pH с помощью Ca(OH)2. Образцы помещают в сосуд с широким горлом, наполненный водным раствором, который затем помещают в термостат в соответствии с IEC 60811-401.

Сосуд должен быть закрыт алюминиевой фольгой или крышкой во время периода старения во избежание испарения жидкости.

П р и м е ч а н и е ‒ 50 г CaCO3 и 2-3 г Ca(OH)2 на 1 л воды считают приблизительным количеством для получения насыщенного раствора CaCO3 и необходимого значения pH водного раствора, но, возможно будут необходимы корректировки после каждого цикла вследствие испарения воды. pH проверяют с использованием имеющейся в продаже pH-бумаги с высокой чувствительностью в щелочной области pH-шкалы.

После шести циклов прочность и относительное удлинение при разрыве измеряют по IEC 60811-501.

Отклонение полученных значений от значений, полученных на образцах до старения, должно быть менее ± 25% для прочности при разрыве и ± 25% для относительного удлинения при разрыве.

**8.2.20 Циклическое испытание на старение муфт и концевых уплотнений**

Пять образцов-макетов комплектов нагревательного кабеля длиной 0,25-0,50 м, предназначенных для прокладки в вибробрусе или бетоне с присоединенными концевыми уплотнениями и/или муфтами, подвергают циклическому испытанию на старение в течение шести недель при следующих условиях испытания:

- один цикл равен одной неделе;

- сухое старение: 120 ч при (110 ± 2) °С в воздухе;

- влажное старение в щелочном водном растворе при (50 ± 2) °С в течение 48 ч.

Водный раствор должен иметь pH>12, измеренное при комнатной температуре, и быть приготовлен на основе водопроводной воды, CaCO3 и Ca(OH)2, с корректировкой pH с помощью Ca(OH)2.

Сосуд должен быть закрыт алюминиевой фольгой или крышкой во время периода старения во избежание испарения жидкости.

П р и м е ч а н и е ‒ 50 г CaCO3 на литр и 2-3 г Ca(OH)2 на 1 л воды считают приблизительным количеством для получения насыщенного раствора CaCO3 и необходимого значения pH водного раствора, но, возможно будут необходимы корректировки после каждого цикла вследствие испарения воды. pH проверяют с использованием имеющейся в продаже pH-бумаги с высокой чувствительностью в щелочной области рН-шкалы.

При влажном старении образцы в сосуде с широким горлом помещают при температуре (50 ± 2) °С на одну неделю в термостат в соответствии с IEC 60811-401. В течение периода старения сосуд закрывают алюминиевой фольгой. После этого проводят естественное охлаждение сосуда с образцами до комнатной температуры. Электрическое сопротивление изоляции измеряют между жилой (жилами) и 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 на стойкость к продавливанию материалов изоляции и оболочки 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 относятся испытание высоким напряжением и измерение электрического сопротивления, другие испытания являются испытаниями на образцах.

Во время прокладки и крепления на нагревательных кабелях проводят испытание напряжением на проход в соответствии с IEC 62230 с использованием следующих значений испытательного напряжения:

Изоляция: не менее 6 000 В.

Оболочка: не менее 3 000 В.

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

**8.3.2 Испытание напряжением**

На каждом отрезке или элементе кабеля, поставляемого или в больших длинах, или как отдельно изготовленный комплект нагревательного кабеля, определяют электрическую прочность.

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

Для комплектов нагревательных кабелей длиной менее 300 м испытание проводят при напряжении 2,5 кВ переменного тока с допустимой погрешностью ± 3 % в течение не менее 5 с.

Для нагревательного кабеля, поставляемого в больших длинах, испытание проводят при напряжении 2,5 кВ переменного тока с допустимой погрешностью ± 3 % в течение 1 мин или при напряжении 3,5 кВ постоянного тока с допустимой погрешностью ± 3 % в течение 1 мин.

Не должно быть пробоя изоляции.

**8.3.3 Электрическое сопротивление нагревательного кабеля и проверка выходной мощности**

Значение выходной мощности для каждой поставляемой длины нагревательного кабеля проверяют измерением электрического сопротивления постоянному току или тока при заданном напряжении и температуре.

Электрическое сопротивление нагревательного элемента на 1 м длины жилы при температуре 20 °С должно соответствовать значениям, указанным изготовителем с допустимыми отклонениями %, если не установлено иное.

Для параллельных резистивных нагревательных кабелей значение тока при заданном напряжении и температуре должно быть в пределах допустимых отклонений, установленных изготовителем.

**8.3.4 Толщина изоляции**

Среднее значение толщины изоляции устанавливается изготовителем. Измерение среднего и минимального значения толщины изоляции проводят по IEC 60811-201.

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

**8.3.5 Толщина оболочки**

Минимальное среднее значение толщины оболочки устанавливается изготовителем.

Измерение толщины оболочки проводят по IEC 60811-202.

Значение толщины в любом месте не должно быть ниже минимального среднего значения более, чем на 20%.

**8.3.6 Испытание на тепловую деформацию**

Материалы изоляции и оболочки 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% и остаточное относительное удлинение после охлаждения должно быть не более 15%.

# **Приложение А**

# **(обязательное)**

# **Испытание на стойкость к воздействию погодных условий и ультрафиолетового (УФ) излучения**

Цель настоящего испытания – определить устойчивость материала наружной оболочки нагревательного кабеля к воздействию УФ излучения. Для этого измеряют прочность и относительное удлинение при разрыве нагревательного кабеля подвергнутого воздействию УФ излучения и воды.

Испытательное оборудование состоит из следующих элементов:

- источника излучения, состоящего из ксеноновой дуговой лампы с боросиликатными фильтрами, типовое излучение которой должно составлять 60 Вт/м2 с допустимой погрешностью ± 15 % и шириной спектра (300 – 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 величиной излучения.

От образца готового нагревательного кабеля отбирают и подготавливают 10 испытуемых образцов по IEC 60811-501.

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

- 102 мин воздействия сухого излучения при температуре (60 ± 3) °С и относительной влажности (50 ± 10) % , затем следует:

- 18 мин воздействия дождя, без излучения, при температуре (50 ± 3) °С без контроля относительной влажности.

П р и м е ч а н и е ‒ Дополнительная информация по испытанию на стойкость к воздействию погодных условий и ультрафиолетовому излучению (УФ) указана в ISO 4892-1 [6] и ISO 4892-2:2006 [7].

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

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

Требуется, чтобы значения прочности при разрыве и относительного удлинения при разрыве после воздействия УФ излучения не более чем на ± 30 % отличались от значений измеренных на образцах до воздействия УФ излучения.

После проведения испытания может наблюдаться обесцвечивание.

Данное испытание не проводят на нагревательных кабелях, имеющих сплошную металлическую оболочку и внешнюю неметаллическую оболочку.

**Приложение ДА**

**(справочное)**

**Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов**

**межгосударственным стандартам**

Т а б л и ц а Д А.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение ссылочногомеждународного 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) |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

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.

2) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 50571-7-753-2013 «Электроустановки низковольтные. Часть 7-753. Требования к специальным электро-установкам или местам их расположе-ния. Электроустановки с нагреваемыми полами и потолочными поверхностями», идентичный IEC 60364-7-753.

3) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 54813-2011 «Кабели, провода и шнуры электрические. Электроискровой метод контроля», модифицирован по отношению к IEC 62230.

*Продолжение таблицы ДА.1*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение ссылочногомеждународного стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта |
| 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» |
| 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» |

*Продолжение таблицы ДА.1*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение ссылочногомеждународного стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта |
| 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 | -  | \* |
| 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 60332-1-1 | 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» |
|  |  |  |
| *Окончание таблицы ДА.1* |
| Обозначение ссылочногомеждународного стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта |
| 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» |
| \*Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. П р и м е ч а н и е – В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:- IDT – идентичные стандарты;- MOD - модифицированные стандарты. |

**Библиография**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| [1]  | МЭК 62395 (все части)  | 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 (все части)  | 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]  | МЭК 60364 (все части)  | 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) |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

УДК 621.315.2.001.4:006.354 ОКС 29.060.20

 97.100

 IDT

Ключевые слова: нагревательные кабели, обогрев помещений, предотвращение образования льда, методы испытаний

Генеральный директор

ОАО «ВНИИКП» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.Г. Мещанов

Руководитель разработки,

заведующий отделом

стандартизации и

общетехнических вопросов

ОАО «ВНИИКП» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.Л. Ярошецкая

Заведующий отделением

«Провода и кабели для

электрических машин,

установок транспорта и

приборов»

ОАО «ВНИИКП» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Д.В. Новиков

Инженер отдела

стандартизации и

общетехнических вопросов

ОАО «ВНИИКП» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.В. Луценко