ГОСТ Р МЭК 141—1—96

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАБЕЛИ МАСЛОНАПОЛНЕННЫЕ С БУМАЖНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ В МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКЕ НА ПЕРЕМЕННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ДО 400 кВ ВКЛЮЧ. И АРМАТУРА К НИМ

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

Издание официальное

БЗ 1—96/28

ГОССТАНДАРТ РОССИИ
Москва

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Техническим комитетом ТК 46 «Кабельные изделия» при АО «Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт кабельной промышленности» (АО ВНИИКП) Росскоммаша

ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 18 июля 1996 г. № 470

2 Настоящий стандарт содержит полный аутентичный текст МЭК 141—1—93 «Кабели маслонаполненные, кабели с газом под давлением и арматура к ним. Методы испытаний. Часть 1. Кабели маслонаполненные с бумажной изоляцией в металлической оболочке на переменное напряжение до 400 кВ включ. и арматура к ним»

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© ИПК Издательство стандартов, 1996

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта России

Содержание

1 Общие положения 1
1.1 Область распространения 1
1.2 Нормативные ссылки 2
1.3 Определения и условные обозначения 2
1.4 Обозначение напряжения 3
1.5 Условия испытаний 3
1.6 Характеристики 3
1.7 Виды испытаний и периодичность их проведения . . 5
2 Приемо-сдаточные испытания кабелей 6
2.1 Общие положения 6
2.2 Измерение электрического сопротивления жилы . . 6
2.3 Измерение емкости 7
2.4 Измерение тангенса угла диэлектрических потерь . . 7
2.5 Испытание высоким напряжением 7
2.6 Испытания антикоррозионных защитных покровов . . 10
3 Периодические испытания кабелей 10
3.1 Измерение толщины 10
3.2 Механическое испытание 12
4 Типовые испытания кабелей 15
4.1 Общие положения 15
4.2 Требования к испытанию 16
4.3 Определение тангенса угла диэлектрических потерь в зависимости от температуры 16
4.4 Испытание на надежность изоляции 17
4.5 Испытание напряжением грозового импульса 17
5 Приемо-сдаточные испытания кабельной арматуры . . . 18
5.1 Общие положения 18
5.2 Соединительные и концевые муфты 18
5.3 Баки давления. Гидравлическое испытание 18
5.4 Манометры 18
5.5 Сигнальные манометры 19
6 Периодические испытания кабельной арматуры 19
6.1 Баки давления. Определение объемной характеристики бака в зависимости от давления 19
7 Типовые испытания кабельной арматуры 20
7.1 Общие положения 20

7.2 Требования к испытанию 20
7.3 Испытание напряжением грозового импульса . . . 21
7.4 Испытание на надежность изоляции 21
8 Испытания после прокладки 21
8.1 Общие положения 21
8.2 Испытание на прохождение масла 21
8.3 Коэффициент пропитки 21
8.4 Испытание высоким напряжением 21
8.5 Испытание антикоррозионных защитных покровов . . 22
Приложение А Методы нагрева образцов кабеля 22

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАБЕЛИ МАСЛОНАПОЛНЕННЫЕ С БУМАЖНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ В МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКЕ НА ПЕРЕМЕННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ДО 400 кВ ВКЛЮЧ. И АРМАТУРА К НИМ

Методы испытаний

Tests on oil-filled paper-insulated metal-sheathed cables and accessories for alternating voltages up to and including 400 kV

Дата введения 1997—01—01

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на маслонаполненные кабели с бумажной изоляцией в металлической оболочке с радиальным электрическим полем и на арматуру к ним, в которых минимальное статическое давление составляет от 20 до 300 кПа (от 0,2 до 3,0 бар) включ., максимальное статическое давление — не более 800 кПа (8,0 бар), а минимальное давление в условиях переходного процесса — не менее 20 кПа (0,2 бар) (приведенные значения — избыточное давление).

Стандарт распространяется также на кабели и арматуру к ним с максимальным статическим давлением, превышающим 800 кПа (8,0 бар), за исключением того, что требования 3.2, 4.5 и 5.2 могут быть соответственно изменены по согласованию между заказчиком и изготовителем.

Испытания применимы для кабелей и арматуры, предназначенных для использования в системах на номинальное напряжение между фазами, не превышающее 400 кВ.

Для кабелей, изготовляемых большими длинами, настоящий стандарт может быть применим по соглашению между заказчиком и изготовителем.

Издание официальное

1.2 **Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 22483—77 Жилы токопроводящие медные и алюминиевые для кабелей, проводов и шнуров. Основные параметры. Технические требования

ГОСТ Р МЭК 811—1—1—94 Общие методы испытаний материалов изоляции и оболочек электрических кабелей. Измерение толщины и наружных размеров. Испытания для определения механических свойств

МЭК 71 Координация изоляции

МЭК 183, 1984 Руководство по выбору высоковольтных кабелей

МЭК 229, 1982 Испытания наружных экструдированных оболочек кабелей, предназначенных для специальной защиты

МЭК 230, 1966 Импульсные испытания кабелей и арматуры к ним

МЭК 287, 1982 Расчет номинальных токовых нагрузок кабелей в условиях установившегося режима (при 100 %-ном коэффициенте нагрузки)

1.3 **Определения и условные обозначения**

В настоящем стандарте приняты следующие определения и условные обозначения.

Кабелями с экраном из электропроводящей бумаги являются кабели, в которых электропроводящая бумага наложена в качестве экрана поверх жилы и находится в контакте с изоляцией.

Кабелями без экрана из электропроводящей бумаги являются кабели, в которых экран поверх жилы состоит из любого другого материала или в которых электропроводящая бумага, если она имеется, не контактирует с изоляцией. В соответствии с настоящим стандартом кабели с неэкранированными жилами включают в эту группу.

U_0 — номинальное напряжение промышленной частоты между жилой и экраном, на которое рассчитаны данный кабель и арматура к нему.

U — номинальное напряжение промышленной частоты между любыми двумя жилами, на которое рассчитаны данный кабель и арматура к нему.

U_m — максимальное напряжение системы, представляющее собой максимальное среднее квадратическое линейное напряжение, которое может быть в нормальных рабочих режимах в любое время и в любой точке системы.

U_p — максимальная величина выдерживаемого напряжения грозового импульса, на которое рассчитан данный кабель и арматура к нему.

1.4 **Обозначение напряжения**

Для кабелей и арматуры указывают номинальное напряжение между жилой и экраном по изоляции U_0 и номинальное напряжение между жилами U. Оба напряжения выражают в киловольтах, например 64/110.

Кабели, соответствующие настоящему стандарту, могут работать в системах следующих категорий.

Категория А. К этой категории относятся системы, в которых замыкание на землю происходит кратковременно в течение не более 1 мин.

Категория В. К этой категории относятся системы, которые в условиях пробоя продолжают работать в течение сравнительно короткого времени с одной заземленной фазой. В соответствии с МЭК 183 этот период не должен быть более 1 ч.

В настоящем стандарте для кабелей допускается более продолжительный период, но не более 8 ч для каждого отдельного замыкания. Общая продолжительность замыканий на землю за один год не должна быть более 125 ч.

Категория С. Кабели, соответствующие настоящему стандарту, не предназначены для работы в системах категории С. Если возникает такое требование, потребитель и изготовитель должны согласовать требования к конструкции кабелей и арматуре к ним.

1.5 **Условия испытаний**

1.5.1 *Частота и форма волны испытательного напряжения промышленной частоты*

Частота переменного тока, испытательного напряжения должна быть не менее 49 и не более 61 Гц. Форма волны испытательного напряжения должна быть практически синусоидальной.

1.5.2 *Форма волны импульсного испытательного напряжения*

Форма волны импульсного испытательного напряжения должна соответствовать требованиям МЭК 230.

1.5.3 *Температура окружающей среды*

Температура окружающей среды при проведении испытаний должна быть 5—35 °С, если в методике испытания не указано иное.

1.6 **Характеристики**

1.6.1 Для проведения и регистрации испытаний, приведенных в настоящем стандарте, должны быть известны или предварительно установлены следующие характеристики:

1.6.1.1 номинальное напряжение U_0 в киловольтах;

1.6.1.2 выдерживаемое напряжение грозового импульса U_p в киловольтах.

Примечание — Величина выдерживаемого напряжения грозового импульса для каждого отдельного типа кабеля должна выбираться в соответствии с МЭК 71;

1.6.1.3 тип жилы, материал, номинальное сечение в квадратных миллиметрах и электрическое сопротивление жил (см. также 2.2 в части электрического сопротивления жил);

1.6.1.4 фактическое электрическое сопротивление жил, если номинальное сечение жил не соответствует значениям, установленным в ГОСТ 22483;

1.6.1.5 число жил;

1.6.1.6 емкость между каждой жилой и экраном по изоляции в микрофарадах на километр;

1.6.1.7 максимально допустимая температура жилы в градусах Цельсия при длительной работе в определенных условиях окружающей среды и прокладки;

1.6.1.8 минимальное и максимальное допустимое статическое давление масла в килопаскалях или барах;

1.6.1.9 тип металлической оболочки и материалов, из которых она выполнена, а также конструкция упрочняющего покрова оболочки, если он есть;

1.6.1.10 тепловое сопротивление между жилой (жилами) и металлической оболочкой в градусах Цельсия на ватт и сантиметр длины.

Примечание — Тепловое сопротивление определяют по формулам, приведенным в МЭК 287;

1.6.1.11 напряженность электрического поля в мегавольтах на метр (см. 4.1.2 б, перечисление 3, и 4.1.2 в, перечисления 1 или 2);

1.6.1.12 максимальное расчетное давление для кабельной арматуры в килопаскалях (см. раздел 5);

1.6.1.13 тип экрана по жиле (с электропроводящей бумагой или без нее);

1.6.1.14 установленная минимальная толщина изоляции и номинальная толщина металлической оболочки и антикоррозионного защитного покрова в миллиметрах;

1.6.1.15 номинальный наружный диаметр кабеля и жилы в миллиметрах;

1.6.1.16 тип и материал антикоррозионного защитного покрова поверх металлической оболочки.

1.7 Виды испытаний и периодичность их проведения

1.7.1 *Приемо-сдаточные испытания*

Приемо-сдаточными являются испытания, проводимые изготовителем на всех готовых кабелях с целью проверки их параметров. По соглашению между заказчиком и изготовителем испытания проводят на изготовленных длинах кабеля, т. е. перед разрезанием на строительные длины, или на строительных длинах кабеля. Приемо-сдаточные испытания кабельной арматуры проводят в соответствии с указанным в разделе 5.

1.7.2 *Периодические испытания*

1.7.2.1 Периодическими являются испытания, проводимые изготовителем с определенной периодичностью на образцах кабелей или элементах конструкции кабелей, отобранных от кабелей, а также деталях и монтажных материалах арматуры с целью проверки соответствия готового изделия установленным требованиям.

Эти испытания проводят только в том случае, если они оговорены заказчиком в договоре на поставку.

1.7.2.2 Объем проверки размеров

Проверку размеров проводят не более чем на 10 % кабелей сдаваемой партии, но не менее чем на одной длине, если в договоре на поставку не указано иное.

1.7.2.3 Объем механических испытаний

При условии, что общая длина изготовленных по договору трехжильных кабелей превышает 2 км, а одножильных кабелей — 4 км, максимальное количество образцов должно соответствовать указанному в таблице 1.

Таблица 1

Общая длина кабелей, км		Количество образцов от партии кабелей, изготовленных по договору
Многожильные кабели	Одножильные кабели	
Св. 2 до 10	Св. 4 до 20	1
» 10 » 20	» 20 » 40	2
» 20 » 30	» 40 » 60	3
» 30 » 40	» 60 » 80	4

1.7.3 *Типовые испытания*

Типовыми являются испытания, проводимые изготовителем перед началом поставки на общей коммерческой основе готового изделия, на которое распространяется настоящий стандарт, с целью проверки соответствия параметров кабелей эксплуатационным требованиям.

Эти испытания отличаются тем, что после их проведения повторения испытаний не требуется до тех пор, пока не будут введены изменения в материалы или конструкцию, которые могут изменить параметры кабелей.

1.7.4 *Испытания после прокладки*

Испытаниями после прокладки являются испытания, проводимые с целью проверки целостности кабеля и арматуры к нему.

2 ПРИЕМО-СДАТОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ КАБЕЛЕЙ

2.1 **Общие положения**

Испытания, приведенные в 2.2—2.6, проводят на всех длинах кабелей, как указано в 1.7.1, входящих в партию по договору на поставку. Для испытаний, указанных в 2.3—2.5, кабели должны быть смонтированы с соответствующей арматурой, а максимальное давление масла не должно превышать 200 кПа (2,0 бар) или должно быть равно минимальному статическому давлению (см. 1.6.1.8) плюс 50 кПа (0,5 бар), при этом максимальное давление не ограничивается.

2.2 **Измерение электрического сопротивления жилы**

Электрическое сопротивление токопроводящих жил постоянному току измеряют на готовом кабеле. Измеренное значение сопротивления для трехжильных кабелей (с номинальным сечением жил не более 400 мм^2) и для одножильных кабелей (с номинальным сечением жилы не более 2000 мм^2), пересчитанное на температуру 20 °С и длину 1 км, не должно превышать значения, указанного для жил класса 2 в графах 8 и 9 (для медных жил) и графе 10 (для алюминиевых жил) таблицы 2 ГОСТ 22483.

Для кабелей с номинальным сечением жил свыше указанного или не включенных в таблицу 2 ГОСТ 22483 электрическое сопротивление жил постоянному току должно соответствовать значению, установленному изготовителем.

Перед испытанием кабель выдерживают при постоянной температуре не менее 12 ч. Если нет уверенности в том, что после этой

выдержки температура жилы равна температуре окружающей среды, время выдержки увеличивают до 24 ч.

2.3 **Измерение емкости**

Емкость измеряют мостом переменного тока промышленной частоты; емкость каждой жилы не должна превышать номинальную более чем на 8 % (см. 1.6.1.4).

2.4 **Измерение тангенса угла диэлектрических потерь**

Тангенс угла диэлектрических потерь изоляции измеряют между каждой жилой и экраном по изоляции при температуре окружающей среды и указанном в 1.5.1 испытательном напряжении промышленной частоты. Для величин U_0, не превышающих 87 кВ, измерения проводят при номинальном напряжении U_0 и 2 U_0; для величин U_0, превышающих 87 кВ, измерения проводят при номинальном напряжении U_0 и 1,67 U_0.

Если измерения проводят при температуре ниже 20 °С, то результаты должны быть приведены к температуре 20 °С либо путем вычитания из измеренной величины 2 % этой величины на каждый градус Цельсия разности между температурой, при которой проводились измерения, и 20 °С, либо, если имеется соглашение между потребителем и изготовителем, с помощью поправочной кривой, соответствующей примененному изоляционному материалу. Если измерения проводились при температуре 20 °С или выше, то поправки не требуется.

Тангенс угла диэлектрических потерь и приращение тангенса угла диэлектрических потерь не должны превышать соответствующие значения, приведенные в таблице 2, или значения, установленные ниже.

2.5 **Испытание высоким напряжением**

Испытание проводят при температуре окружающей среды путем приложения в течение 15 мин испытательного напряжения промышленной частоты между каждой жилой и экраном по изоляции.

Величина испытательного напряжения должна быть следующей (см. таблицу 3):

2 U_0 + 10 кВ — для кабелей, рассчитанных на U_0, не превышающее 87 кВ;

1,67 U_0 + 10 кВ — для кабелей, рассчитанных на U_0, превышающее 87 кВ.

Напряжение постепенно повышают до заданного значения. При испытании не должно быть пробоя изоляции.

Таблица 2 — Требования к измеряемым значениям тангенса угла диэлектрических потерь (tgδ)

Номинальное напряжение U_0, кВ	Кабели, не экранированные электропроводящей бумагой					Кабели, экранированные электропроводящей бумагой				
	Максимальный $tg\,\delta \times 10^{-4}$			Максимальное приращение $tg\,\delta \times 10^{-4}$		Максимальный $tg\,\delta \times 10^{-4}$			Максимальное приращение $tg\,\delta \times 10^{-4}$	
	При U_0	При 1,67 U_0	При 2 U_0	Между U_0 и 1,67 U_0	Между U_0 и $2U_0$	При U_0	При U_0 и 1,67 U_0	При 2 U_0	Между U_0 и 1,67 U_0	Между U_0 и $2U_0$
До 36 включ.	35	—	43	—	10	35	—	55	—	24
64	33	—	40	—	8	33	—	45	—	14
76	33	—	40	—	8	33	—	45	—	14
87	33	—	40	—	8	33	—	45	—	14
127	30	34	—	5	—	30	36	—	7	—
160	30	34	—	5	—	30	36	—	7	—
190	28	31	—	4	—	28	34	—	7	—
220	28	31	—	4	—	28	34	—	7	—

Примечание — Номинальные напряжения, приведенные в настоящей таблице, представляют собой напряжения, рекомендуемые МЭК 183. Для остальных значений номинального напряжения значения tgδ должны быть получены при помощи интерполяции.

Таблица 3 — Стандартные значения напряжений систем и испытательных напряжений, рекомендуемые для кабелей, применяемых в трехфазных системах, кВ

Напряжение системы			Испытательное напряжение для кабелей			
Номинальное значение (справочная величина) (примечание 4)	Максимальное напряжение оборудования U_m	Номинальное напряжение кабелей U_0 (примечание 4)	Испытание высоким напряжением (приемосдаточное испытание)		Испытание на надежность изоляции, переменный ток	Испытание после прокладки, постоянный ток (примечание 5)
			Переменный ток	Постоянный ток		
1	2	3	4	5	6	7
30 33	36	18	46	111	45	81
45 47	52	26	62	149	65	117
60 66 69	72,5	36	82	197	90	162
110 115	123	64	138	330	160	290
132 138	145	76	162	390	190	305
150 161	170	87	184	440	220	350
220 230	245	127	220	528	320	510
275 287	300	160	275	665	375	560
330 345	362	190	325	780	430	665
380 400	420	220	375	900	480	770
(500)	(525)	(290)	(495)	(1190)	(600)	(1015)

Примечания

1 См. также МЭК 183 и МЭК 71.

2 Значения последней строки настоящей таблицы не входят в область распространения настоящего стандарта и приведены для сведения.

3 Значения в графах 4—7 округлены до целых чисел в киловольтах для напряжений до 200 кВ и до 5 или 10 кВ для напряжений св. 200 кВ.

4 Среднее квадратическое значение.

5 См. 8.4.

Вместо испытания напряжением переменного тока может быть проведено испытание напряжением постоянного тока, величина этого испытательного напряжения должна быть в 2,4 раза выше испытательного напряжения переменного тока (см. таблицу 3), время приложения напряжения — 15 мин. При испытании не должно быть пробоя изоляции.

Примечание — Испытание напряжением переменного тока может быть проведено одновременно с измерением тангенса угла диэлектрических потерь (см. 2.4).

2.6 **Испытания антикоррозионных защитных покровов**

Приемо-сдаточные испытания антикоррозионных защитных покровов проводят в соответствии с требованиями МЭК 229.

3 ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ КАБЕЛЕЙ

3.1 **Измерение толщины**

3.1.1 *Измерение толщины изоляции*

Толщину изоляции определяют одним из приведенных ниже методов на образце, взятом с одного конца из длин кабеля, отобранного от партии в соответствии с требованиями 1.7.2.2. Толщина изоляции не должна быть менее установленного минимального значения.

3.1.1.1 Метод измерения мерной лентой

С образцов изолированных жил круглого или овального сечения удаляют все покровы, включая экранирующие ленты по изоляции. Диаметр жил измеряют при помощи мерной ленты на расстоянии 50 и 100 мм от конца каждого образца жилы. Цена деления мерной ленты должна быть не более 0,5 мм значений диаметра.

Затем удаляют изоляцию до экрана по жиле и измеряют диаметр по экрану при помощи мерной ленты. Толщину изоляции в каждой точке определяют делением на 2 разности двух диаметров, измеренных в этих точках.

3.1.1.2 Метод измерения микрометром с круговой шкалой

Отдельные бумажные ленты, снятые с образца, складывают вместе без удаления пропиточного состава, затем замеряют общую толщину микрометром с круговой шкалой, имеющим приведенные ниже характеристики. При необходимости для удобства измерения изоляция может быть разделена на несколько частей. Точность микрометра должна быть не менее ±0,005 мм. Диаметр прижимной пяты должен быть не менее 6 и не более 8 мм. Прилагаемое давление должно быть 350 кПа± ±5 %. Поверхности должны быть ровными, концентрическими и параллельными с точностью до 0,003 мм.

3.1.2 *Измерение толщины металлической оболочки*

3.1.2.1 Свинцовая оболочка

Минимальная толщина свинцовой оболочки не должна быть менее установленного номинального значения (см. 1.6.1.14) более чем на 5 % +0,1 мм.

Толщину свинцовой оболочки определяют одним из следующих методов, по усмотрению изготовителя.

3.1.2.1.1 *Метод измерения толщины оболочки на образце в виде полоски*

Толщину свинцовой оболочки определяют на образце оболочки длиной около 50 мм, снятой с кабеля, отобранного от партии в соответствии с требованиями 1.7.2.2.

Образец разрезают в продольном направлении и тщательно выравнивают.

После очистки образца производят несколько измерений по окружности оболочки на расстоянии не менее 10 мм от края выпрямленного образца.

Измерения производят микрометром с плоскими наконечниками диаметром от 4 до 8 мм с точностью не менее ±0,01 мм.

3.1.2.1.2 *Метод измерения толщины оболочки на образце в виде кольца*

Измерения производят на кольце, аккуратно вырезанном из образца. Толщину оболочки определяют в нескольких точках по окружности образца, включая и минимальную толщину. Измерения производят микрометром, имеющим или один плоский и один сферический наконечники, или один плоский наконечник, а другой плоский прямоугольный наконечник шириной 0,8 и длиной 2,4 мм. Сферический или плоский прямоугольный наконечники должны соприкасаться с внутренней частью кольца.

Точность микрометра должна быть не менее ±0,01 мм.

3.1.2.2 Гладкая или гофрированная алюминиевая оболочка

Подлежащий измерению образец отбирают на расстоянии не менее 300 мм от конца кабеля, отобранного от партии в соответствии с требованиями 1.7.2.2, и он должен быть в виде кольца шириной около 50 мм, аккуратно вырезанного из алюминиевой оболочки.

Толщину определяют в нескольких точках, расположенных по окружности кольца, включая и минимальную толщину. Измерение производят микрометром, имеющим сферические наконечники с радиусом закругления около 3 мм.

Точность микрометра должна быть не менее ±0,01 мм.

Минимальная измеренная толщина не должна быть менее установленного номинального значения (см. 1.6.1.14) более чем на:

10 % +0,1 мм — для гладкой алюминиевой оболочки;

15 % +0,1 мм — для гофрированной алюминиевой оболочки.

3.1.3 *Измерение толщины наружной экструдированной пластмассовой оболочки*

3.1.3.1 Измерение производят методом, приведенным в ГОСТ Р МЭК 811—1—1, пункт 8.2.

3.1.3.2 Для наружных экструдированных пластмассовых оболочек, наложенных поверх гладких алюминиевых оболочек, среднее значение из шести измерений не должно быть менее установленного значения (см. 1.6.1.14) и минимальная измеренная толщина не должна быть менее установленного значения более чем на 0,1 мм +15 % номинального значения.

3.1.3.3 Во всех остальных случаях минимальная измеренная толщина в любой точке не должна быть менее установленного значения (см. 1.6.1.14) более чем на 0,2 мм +20 % номинального значения.

3.1.4 *Повторные испытания*

Если какой-либо образец не выдержал любое из испытаний, указанных в 3.1, рекомендуется отобрать из той же партии два других образца и подвергнуть их испытанию или испытаниям, при которых были получены неудовлетворительные результаты. Если оба дополнительных образца выдержат испытания, то все кабели партии, от которой были отобраны образцы, считают соответствующими требованиям настоящего стандарта.

Если одни из них не выдержат испытания, то партию, которая была представлена этими образцами, считают не отвечающей требованиям настоящего стандарта.

Дальнейший повторный отбор образцов и испытания возможны по соглашению между изготовителем и потребителем.

3.2 **Механическое испытание**

Механическое испытание состоит из испытания на изгиб с последующим электрическим испытанием и внешним осмотром кабеля. Отбор образцов для этого испытания проводят в соответствии с требованием 1.7.2.3.

3.2.1 *Испытание на изгиб*

Испытание на изгиб проводят на образце кабеля длиной, достаточной для образования не менее одного полного витка вокруг испытательного цилиндра. Испытание проводят при температуре окружающей среды, если другая температура не согласована между потребителем и изготовителем.

Диаметр испытательного цилиндра должен соответствовать указанному в таблице 4.

Таблица 4

Тип кабеля	Диаметр испытательного цилиндра (пред. откл. +5 %)
Одножильные кабели в свинцовой оболочке, в оболочке из сплава свинца или в гофрированной алюминиевой оболочке	25 ($D + d$)
Трехжильные кабели в свинцовой оболочке, в оболочке из сплава свинца или в гофрированной алюминиевой оболочке	20 ($D + d$)
Все кабели в гладкой алюминиевой оболочке	36 ($D + d$)*

* Увеличенный диаметр испытательного цилиндра для этих кабелей определяется тем, что эти кабели транспортируются на барабанах большего диаметра и прокладываются с большими радиусами прокладки, чем кабели в усиленной свинцовой или гофрированной алюминиевой оболочке.

D — наружный диаметр кабеля по оболочке;

d — измеренный диаметр круглой жилы или 1/3,14 от измеренного периметра жилы некруглого сечения.

Перед началом испытаний кабель выпрямляют и один конец его прикрепляют к испытательному цилиндру.

Вдоль верхней части кабеля параллельно его продольной оси проводят контрольную линию. Затем цилиндр равномерно вращают так, чтобы весь кабель был намотан плотными витками. Затем цилиндр вращают в обратном направлении так, чтобы кабель разматывался.

После этого кабель поворачивают на 180° вокруг его продольной оси и повторяют намотку и размотку с указанными выше направлениями вращения испытательного цилиндра. Затем кабель снова поворачивают вокруг его продольной оси на 180°, чтобы контрольная линия была наверху. Допускается смена направления вращения испытательного цилиндра на обратное без изменения положения кабеля, при этом кабель будет наматываться на верхнюю, а затем на нижнюю часть испытательного цилиндра. Полный цикл — намотка, размотка, поворот на 180°, намотка, размотка, поворот на 180° — проводят на образце кабеля три раза.

3.2.2 *Электрическое испытание*

После проведения циклов изгиба образец кабеля в течение 15 мин испытывают высоким напряжением переменного тока в соответствии с 2.5.

3.2.3 *Внешний осмотр металлической оболочки, усиливающих лент и защитных покровов*

После испытания высоким напряжением промышленной частоты в соответствии с 3.2.2 отрезок кабеля длиной около 1 м, отобранный из середины образца кабеля, который был испытан, разбирают и осматривают. Защитные покровы и усиливающие ленты не должны иметь заметных смещений или серьезных повреждений, а оболочка не должна иметь трещин.

3.2.4 *Внешний осмотр изоляции*

После осмотра защитных покрытий в соответствии с 3.2.3 от середины образца отбирают отрезок кабеля длиной 300 мм. Металлическую оболочку и внутренние скрепляющие элементы (если они имеются), заполнители и т. п. удаляют, в результате чего получают один образец для одножильного кабеля и три образца для трехжильного кабеля.

Изоляцию удаляют путем снятия нескольких бумажных лент одновременно, ленты проверяют на разрывы и зазоры. Изоляция должна отвечать следующим требованиям:

а) число изоляционных бумажных лент на длине 300 мм, имеющих продольные или краевые разрывы, превышающие 7,5 мм, не должно быть более двух на жилу и

б) в любой точке по всей изоляции не должно быть более или:

1) двух совпадающих разрывов любой длины в прилегающих изоляционных лентах или

2) двух совпадающих зазоров любой длины в прилегающих изоляционных лентах, при этом допускается три совпадающих зазора, если это связано с изменением направления повива.

На электропроводящую бумагу эти требования не распространяются.

3.2.5 *Повторные испытания*

Если образец не удовлетворяет приведенным выше требованиям, то отбирают другой образец от другой строительной длины и повторяют испытания, указанные в 3.2. Если при повторных испытаниях приведенные требования будут удовлетворены, то кабель считают соответствующим требованиям настоящего стандарта.

4 ТИПОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ КАБЕЛЕЙ

4.1 Общие положения

4.1.1 Испытания, указанные в 4.3—4.5, проводят для подтверждения соответствия параметров основной конструкции кабеля установленным требованиям.

Какое-либо одно или все испытания можно не проводить, если испытание или испытания уже проводились ранее на кабелях «аналогичной конструкции» с кабелем, включенным в договор на поставку, и если изготовитель может представить соответствующее письменное подтверждение.

4.1.2 «Аналогичной конструкцией» считают конструкцию кабеля, имеющего следующие параметры, аналогичные параметрам кабеля, включенного в договор на поставку, для каждого из следующих испытаний (допускается отклонение значений до 5 %, если ниже не указаны другие нормы).

а) Определение тангенса угла диэлектрических потерь в зависимости от температуры (4.3):

1) номинальное напряжение U_0 в пределах с отклонением не более ±10 %;

2) равное число жил;

3) равная или более высокая максимальная допустимая температура жилы;

4) равное или более низкое минимальное допустимое давление масла.

б) Испытание на надежность изоляции (4.4).

То же, что для испытания по определению тангенса угла диэлектрических потерь в зависимости от температуры, но со следующими дополнительными требованиями:

1) диаметр жилы равен или больше;

2) равное сечение жилы;

3) максимальная напряженность при U_0 равная или больше (рассчитывается по фактическим размерам).

Если изготовитель выпускает кабели на одно и то же номинальное напряжение, с одной и той же толщиной изоляции вне зависимости от размера жилы, то требования 1 и 3 подпункта б) не учитывают, а должны быть учтены следующие:

4) равная установленная толщина изоляции;

5) равный диаметр жилы, или испытания должны быть проведены на двух кабелях, соответствующих всем указанным требованиям, при этом один кабель должен иметь жилу меньшего диаметра, а другой — большего диаметра.

в) Испытание напряжением грозового импульса (4.5).

То же, что для испытания на надежность изоляции, но со следующими дополнительными требованиями:

1) максимальная напряженность при U_p равная или больше (рассчитывается по фактическим размерам).

Если изготовитель выпускает кабели на одно и то же номинальное напряжение, с одной и той же толщиной изоляции вне зависимости от размера жилы, то должно быть также учтено следующее требование:

2) кабель должен быть испытан при напряжении, равном или больше U_p.

4.2 **Требования к испытанию**

Испытания по 4.3—4.5 проводят на отдельных образцах кабеля или на одном образце кабеля, по усмотрению изготовителя. Если на одном образце кабеля проводят более одного испытания, то порядок проведения испытаний устанавливает изготовитель. Если при втором или последующих испытаниях кабель не будет отвечать требованиям, то соответствующее испытание повторяют на новом образце кабеля, и результаты только этого повторного испытания считают действительными при окончательной оценке результатов.

Для электрических испытаний образец или образцы кабеля должны быть смонтированы вместе с соответствующей арматурой, а давление масла в самой высокой точке смонтированного образца кабеля должно поддерживаться на минимальном уровне, указанном в 1.6.1.8, с допустимым превышением +25 %. Для трехжильных кабелей электрические испытания проводят только на одной фазе.

4.3 **Определение тангенса угла диэлектрических потерь в зависимости от температуры**

Испытание проводят на образце кабеля длиной не менее 10 м. Тангенс угла диэлектрических потерь измеряют при номинальном напряжении U_0:

а) при температуре окружающей среды температура кабеля не должна быть выше 25 °С;

б) после нагрева кабеля с использованием одного из методов, приведенных в приложении А, когда температура жилы достигнет макси-

мально допустимого значения, но не выше этого значения более чем на 5 °С;

в) при температуре жилы около 60 и 40 °С во время охлаждения;

г) сразу после охлаждения до температуры окружающей среды.

В процессе испытания (т. е. при всех пяти температурных режимах) тангенс угла диэлектрических потерь не должен превышать значений, указанных в таблице 2 настоящего стандарта для испытательного напряжения U_0.

4.4 **Испытание на надежность изоляции**

После испытания на изгиб в соответствии с 3.2.1 образец кабеля испытывают в течение 24 ч напряжением промышленной частоты, прикладываемым между жилой и экраном по изоляции; длина образца должна быть не менее 10 м без учета концевых муфт. Испытание проводят при температуре окружающей среды. Значение испытательного напряжения должно быть (см. таблицу 3):

2,5 U_0 — для кабелей на U_0, не превышающее 87 кВ;

1,73 U_0 + 100 кВ — для кабелей на U_0, превышающее 87 кВ.

При испытании не должно быть пробоя изоляции.

4.5 **Испытание напряжением грозового импульса**

4.5.1 *Общие положения*

Испытание напряжением грозового импульса проводят на образце кабеля длиной не менее 10 м, который предварительно должен быть испытан на изгиб в соответствии с 3.2.1.

Если образец кабеля испытывают вместе с арматурой, следует учитывать изложенное в 7.2. После испытания импульсным напряжением образец кабеля испытывают напряжением переменного тока в соответствии с 4.5.4. Длина кабеля между концевыми муфтами должна быть не менее 10 м.

4.5.2 *Проведение испытания импульсным напряжением и требования к нему*

Испытание импульсным напряжением проводят после нагрева образца в соответствии с 4.5.3. Кабель выдерживают при испытательной температуре не менее 2 ч, затем к одной жиле кабеля между жилой и экраном по изоляции прикладывают 10 положительных и 10 отрицательных импульсов напряжения. Максимальное значение импульсного испытательного напряжения (см. 1.5.2) должно быть равно значению, указанному в 1.6.1.2.

Калибровка импульсного генератора и методика проведения испытания должны соответствовать требованиям МЭК 230.

При испытании не должно быть пробоя изоляции.

4.5.3 *Температура испытания*

Температура испытания должна быть равна максимально допустимой рабочей температуре или превышать ее не более чем на 5 °С. Изготовитель может применить любой из способов нагрева, приведенных в приложении А.

4.5.4 *Испытание напряжением переменного тока после испытания импульсным напряжением*

После испытания, приведенного в 4.5.2, образец кабеля испытывают высоким напряжением промышленной частоты при температуре окружающей среды или при любой температуре, при которой производится охлаждение, по усмотрению изготовителя.

Испытание проводят, как указано в 2.5. При этом не должно быть пробоя изоляции.

5 ПРИЕМО-СДАТОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ КАБЕЛЬНОЙ АРМАТУРЫ

5.1 **Общие положения**

Испытания по 5.2 и 5.3 проводят на всей кабельной арматуре, подлежащей поставке по договору.

5.2 **Соединительные и концевые муфты**

Каждый корпус соединительной и концевой муфты, например фарфоровый, и корпус, имеющий сварные соединения, подвергают гидравлическому испытанию при температуре окружающей среды в течение 15 мин при двойном максимальном статическом расчетном давлении (см. 1.6.1.12). В конце испытания не должна быть зафиксирована утечка.

Примечание — Если расчетное давление превышает 800 кПа (8,0 бар), то по соглашению между изготовителем и заказчиком испытательное давление может быть ниже двойного максимального статического давления, но не менее 1600 кПа (16 бар).

5.3 **Баки давления. Гидравлическое испытание**

Каждый бак испытывают гидравлическим давлением, равным 1,1 от максимального статического расчетного давления бака, при температуре окружающей среды; это испытание проводят до монтажа наружного защитного кожуха, если наружный кожух не дает возможности обнаружить утечку.

После выдержки под давлением в течение 8 ч не должно быть утечки.

5.4 **Манометры**

Испытание не проводят, если имеется паспорт изготовителя с результатами испытания манометра. Каждый манометр, установленный вертикально, должен быть испытан при температуре (20±5) °С во всем диапазоне шкалы при повышении и понижении давления.

Погрешность в показаниях манометра в любой точке шкалы в пределах 10—90 % максимального значения шкалы не должна превышать 1 % максимального значения шкалы, а для остальной части шкалы — 1,5 % максимального значения шкалы.

После указанного испытания давление поднимают до величины, превышающей на 25 % максимальное значение шкалы, а затем сразу снижают до нуля.

Манометр после этого должен быть снова испытан на точность показания в соответствии с требованиями, изложенными в первом и втором абзацах настоящего пункта.

5.5 **Сигнальные манометры**

Испытание не проводят, если имеется паспорт изготовителя с результатами испытания манометра.

Должно быть проверено давление, при котором размыкаются электрические контакты манометра; оно не должно отличаться от номинального установленного значения более чем на ±2 % максимального значения шкалы.

6 ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ КАБЕЛЬНОЙ АРМАТУРЫ

6.1 **Баки давления. Определение объемной характеристики бака в зависимости от давления**

Испытание проводят на 10 % общего числа баков давления, поставляемых по договору, но не менее чем на двух баках. Определение объемных характеристик баков давления проводят после испытания, приведенного в 5.3.

При этих испытаниях объемная характеристика бака давления определяется кривой, в которой по оси абсцисс отложены значения давления, а по оси ординат — объемы масла, вытекшего из бака.

Такая кривая действительна при заданной температуре (например, 20 °С) и в диапазоне давления между двумя предельными значениями, например между 30 кПа (0,3 бар) и 180 кПа (1,8 бар).

Испытание проводят следующим образом. Бак заполняют маслом до максимального предельного значения давления; затем при постоянно заданной температуре выпускают последовательно определенные

объемы масла и фиксируют соответствующие величины давления до тех пор, пока не будет достигнуто минимальное предельное значение давления.

Полученные таким образом объемы масла должны составлять не менее 90 % номинальных значений, представленных на характеристической кривой для данного типа бака.

7 ТИПОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ КАБЕЛЬНОЙ АРМАТУРЫ

7.1 Общие положения

Испытания, указанные в 7.3 и 7.4, проводят для подтверждения соответствия рабочих параметров основной конструкции арматуры установленным требованиям. Любое из этих испытаний или все можно не проводить, если какое-либо испытание или испытания уже проводились ранее на арматуре, аналогичной по конструкции арматуре, включенной в договор на поставку, и если изготовитель может представить соответствующее письменное подтверждение.

«Аналогичной конструкцией» считают конструкцию арматуры, имеющую следующие параметры, аналогичные параметрам арматуры, включенной в договор на поставку для каждого из следующих испытаний (допускается отклонение значений до 5 %, если не указано иное).

Испытание на надежность изоляции (7.4):

а) номинальное напряжение U_0 с отклонением не более ±10 %;

б) равное число жил;

в) равная или более высокая максимальная допустимая температура жилы кабеля;

г) равное или более низкое минимальное допустимое давление масла;

д) аналогичные общая конструкция и электрическое устройство;

е) диаметр жилы кабеля равен или больше;

ж) равное сечение жилы кабеля.

Испытание напряжением грозового импульса (7.3) то же, что для испытания на надежность изоляции, но со следующим дополнительным требованием:

з) арматура должна быть испытана при напряжении, равном или большем U_p.

7.2 Требования к испытанию

Испытания проводят на образце кабеля, смонтированного вместе с арматурой. По соглашению между заказчиком и изготовителем в ка-

честве образца может быть использован кабель на более высокое номинальное напряжение.

В первом случае испытание распространяется и на кабель, и на арматуру при условии, что для кабеля полностью выполняются требования 4.4 и 4.5, а его длина между концами прилегающей арматуры не менее 5 м.

7.3 **Испытание напряжением грозового импульса**

Испытание напряжением грозового импульса проводят в соответствии с требованиями 4.5.2 и 4.5.3, при этом контролируют только температуру наиболее нагретой точки образца кабеля, а не арматуры. При испытании не должно быть пробоя в какой-либо части испытуемой арматуры или перекрытия изоляторов концевых муфт. Перед испытанием рога или кольца разрядника могут быть сняты, если они не являются частью испытательного оборудования.

7.4 **Испытание на надежность изоляции**

Испытание на надежность изоляции проводят в соответствии с указанным в 4.4.

При испытании не должно быть пробоя в какой-либо части испытуемой арматуры или перекрытия изоляторов концевых муфт.

8 ИСПЫТАНИЯ ПОСЛЕ ПРОКЛАДКИ

8.1 **Общие положения**

По окончании договора на проложенной линии проводят гидравлические и электрические испытания, приведенные в 8.2—8.5.

8.2 **Испытание на прохождение масла**

В стадии рассмотрения.

8.3 **Коэффициент пропитки**

В стадии рассмотрения.

8.4 **Испытание высоким напряжением**

После подъема давления масла в линии до номинального кабельную линию со смонтированными соединительными и концевыми муфтами испытывают постоянным напряжением, которое прикладывают между каждой жилой и экраном в течение 15 мин. Линия должна выдержать напряжение величиной, указанной ниже (см. таблицу 3), или величиной, равной 50 % нормируемого напряжения грозового импульса (см. 1.6.1.2);

выбирают более низкое напряжение:

4,5 U_0 — для кабелей с U_0 до 64 кВ;

4 U_0 — для кабелей с U_0 св. 64 до 130 кВ;

3,5 U_0 — для кабелей с U_0 св. 130 кВ.

Если конец кабеля введен в трансформатор или распределительное устройство закрытого типа, то испытание должно проводиться по соглашению между заказчиком, изготовителем трансформатора или распределительного устройства и изготовителем кабеля.

Примечание — Если происходит перекрытие изоляторов концевых муфт, то в кабельной линии может возникнуть переходное перенапряжение. Такое переходное перенапряжение, если оно выше, чем нормируемое выдерживаемое напряжение (см. 1.6.1.2), может вызвать повреждение кабеля или арматуры. Поэтому должны быть предприняты все возможные меры для предотвращения перекрытия изоляторов концевых муфт и другого оборудования.

8.5 **Испытание антикоррозионных защитных покровов**

Экструдированные наружные покровы в виде изоляционных оболочек испытывают в соответствии с 5.1 МЭК 229.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

МЕТОДЫ НАГРЕВА ОБРАЗЦОВ КАБЕЛЯ

А.1 **Методы нагрева**

Образец кабеля медленно доводят до температуры испытания нагреванием одним из способов:

а) только металлической оболочки;

б) жил (жилы) и металлической оболочки;

в) только жил (жилы).

Нагревание металлической оболочки может осуществляться в случаях подпунктов а) и б) любым способом (электрическим или неэлектрическим), по усмотрению изготовителя; нагревание жил в случаях подпунктов б) и в) осуществляется электрическим током. Во всех случаях оболочка может быть защищена соответствующей теплоизоляцией.

А.2 **Контроль температуры**

Во всех случаях, приведенных в А.1

А.2.1 Температуру металлической оболочки определяют термопарами, установленными в соответствующих местах.

А.2.2 Температуру жилы определяют одним из следующих способов:

а) путем непосредственного измерения температуры жилы, например термопарами, расположенными (если возможно) в канале с маслом;

б) путем непосредственного измерения (термопарами) температуры металлической оболочки и, кроме того, перепада температур в изоляции, который вычисляют как произведение потерь в жиле при температуре испытания и теплового сопротивления изоляции (см. 1.6.1.10);

в) путем измерения сопротивления жилы постоянному току (если это возможно) и расчета температуры жилы.

УДК 621.315.211.001.4:006.354 ОКС 29.060.20 Е46 ОКСТУ 3509

Ключевые слова: испытание, метод, кабель маслонаполненный, изоляция бумажная, оболочка металлическая, напряжение переменное

Редактор *В. П. Огурцов*
Технический редактор *Н. С. Гришанова*
Корректор *Т. А. Васильева*
Компьютерная верстка *Т. В. Александрова*

Изд. лиц. № 021007 от 10.08.95. Сдано в набор 12.08.96. Подписано в печать 19.09.96.
Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,50. Тираж 246 экз. С 3820. Зак. 1207

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14.
Набрано в Калужской типографии стандартов на ПЭВМ.
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256.
ПЛР № 040138