ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р МЭК 60986— 2009

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ НА НОМИНАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ОТ 6 кВ (U_m = 7,2 кВ) ДО 30 кВ (U_m = 36 кВ) В УСЛОВИЯХ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

IEC 60986:2000
Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages from 6 kV (U_m = 7,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV)
(IDT)

Издание официальное

БЗ 12—2008/504

Москва
Стандартинформ
2009

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт кабельной промышленности» (ОАО «ВНИИКП») на основе собственного аутентичного перевода стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 46 «Кабельные изделия»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 июня 2009 г. № 219-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту МЭК 60986:2000 «Предельные температуры электрических кабелей на номинальное напряжение от 6 кВ (U_m = 7,2 кВ) до 30 кВ (U_m = = 36 кВ) в условиях короткого замыкания» [IEC 60986:2000 «Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages from 6 kV (U_m = 7,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV)»] с изменением № 1:2008, которое выделено в тексте слева двойной вертикальной линией.

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации, сведения о которых приведены в дополнительном приложении А

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2009

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Факторы, определяющие применение предельных температур 1
3.1 Общие положения 1
3.2 Кабели 2
3.3 Арматура 2
3.4 Условия прокладки 3
4 Максимально допустимые температуры при коротком замыкании для кабелей на номинальное напряжение от 6 кВ (U_m = 7,2 кВ) до 30 кВ (U_m = 36 кВ) 3
4.1 Материалы изоляции 4
4.2 Материалы наружной оболочки и подушки, если отсутствуют электрические и прочие требования 4
4.3 Материалы токопроводящей жилы, металлической оболочки, экрана, брони и способы их соединения 4
Приложение А (справочное) Сведения о соответствии национальных стандартов Российской Федерации ссылочным международным стандартам 6

Введение

При выборе параметров кабельной сети в условиях короткого замыкания следует руководствоваться следующими факторами:

a) максимально допустимыми пределами температуры элементов конструкции кабеля (например, токопроводящей жилы, изоляции, экрана или металлической оболочки, подушки, брони и наружной оболочки). Для диапазона напряжений, рассматриваемых в настоящем стандарте, диэлектрическая целостность является главным ограничением. Практически энергия, вызывающая повышение температуры, обычно выражается значением, эквивалентным I^2t, что позволяет определить максимально допустимую продолжительность заданного тока короткого замыкания;

b) максимальным значением тока, при котором не произойдет механического повреждения (такого как растрескивание) вследствие возникновения электромагнитных сил. Независимо от расчетов по предельным температурам это значение определяет максимальный ток, который не должен быть превышен;

c) тепловыми рабочими характеристиками соединительных и концевых муфт в диапазоне предельных значений тока и продолжительности его протекания, установленных для рассматриваемого кабеля. Арматура должна также выдерживать термомеханические и электромагнитные нагрузки, создаваемые током короткого замыкания;

d) условиями прокладки, оказывающими влияние на указанные выше факторы.

Фактор a) подробно рассмотрен в настоящем стандарте, и пределы установлены только на основе конструкции кабеля. Предполагается, что одно короткое замыкание не вызывает значительного повреждения кабеля, но повторные короткие замыкания могут способствовать накоплению дефектов. Указания по факторам c) и d) приводятся при необходимости, главным образом, когда это касается термомеханических нагрузок, возникающих в токопроводящих жилах и металлических оболочках. Фактор b) не учитывается в настоящем стандарте.

Предельные значения температур, рекомендованные настоящим стандартом, следует использовать только для руководства. Научные экспериментальные данные о поведении реальных кабелей в условиях короткого замыкания немногочисленны, при этом бóльшая часть информации базируется на испытаниях материалов конструкции кабеля. Для установления рекомендуемых предельных значений проведена значительная работа и специально для изоляции принят наиболее приемлемый средний результат по полученным в настоящее время значениям.

Установить предельные значения температур для соединительных и концевых муфт не представляется возможным вследствие того, что их конструкция не стандартизована и их поведение различно. В идеальном случае арматура должна быть сконструирована так, чтобы можно было полностью использовать мощность кабеля, но это не всегда оправдано экономически, поэтому возможности кабельной сети в условиях коротких замыканий могут определяться характеристиками ее соединительных и концевых муфт. Насколько возможно, в настоящем стандарте приведены рекомендации по характеристикам арматуры, монтируемой на кабелях, рассчитанных на предельные параметры короткого замыкания, приведенные в настоящем стандарте.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ НА НОМИНАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ОТ 6 кВ (U_m = 7,2 кВ) до 30 кВ (U_m = 36 кВ) В УСЛОВИЯХ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages from 6 kV (U_m = 7,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV)

Дата введения — 2010—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт является руководством по максимальным пределам температуры электрических кабелей на номинальное напряжение от 6 кВ (U_m = 7,2 кВ) до 30 кВ (U_m = 36 кВ) в условиях короткого замыкания. В стандарте приведены указания, касающиеся:

- материалов изоляции;
- материалов наружной оболочки и подушки;
- материалов токопроводящей жилы и металлической оболочки и способов их соединения.

Указания стандарта учитывают конструкцию арматуры и влияние условий прокладки кабелей на предельно допустимую температуру нагрева.

Расчет допустимого тока короткого замыкания в токопроводящих конструктивных элементах кабеля следует проводить по МЭК 60949.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие международные стандарты:

МЭК 60055 (все части) Кабели с бумажной изоляцией в металлической оболочке на номинальное напряжение до 18/30 кВ включительно (с медными или алюминиевыми токопроводящими жилами, исключая маслонаполненные кабели и кабели с газом под давлением)

МЭК 60141 (все части) Испытание маслонаполненных кабелей и кабелей с газом под давлением и арматуры к ним

МЭК 60502-2[1)] Кабели силовые с экструдированной изоляцией и арматура к ним на номинальное напряжение от 1 кВ (U_m = 1,2 кВ) до 30 кВ (U_m = 36 кВ). Часть 2. Кабели на номинальное напряжение от 6 кВ (U_m = 7,2 кВ) до 30 кВ (U_m = 36 кВ)

МЭК 60949:1988 Расчет термически допустимых токов короткого замыкания с учетом неадиабатического нагрева

3 Факторы, определяющие применение предельных температур

3.1 Общие положения

Предельные температуры при коротком замыкании, указанные в разделе 4, являются фактическими температурами токопроводящего конструктивного элемента, контактирующего с материалами других элементов конструкции кабеля. Эти температуры действительны для короткого замыкания

[1)] В случае недатированных ссылок следует применять последнее издание нормативного документа.

Издание официальное

продолжительностью до 5 с. Они могут быть получены при расчете допустимого тока короткого замыкания, если учитывается рассеяние тепла в изоляции во время короткого замыкания (неадиабатический процесс). Если рассеяние тепла при токе короткого замыкания не учитывается (адиабатический процесс), эти расчеты дают значение безопасных токовых нагрузок в условиях короткого замыкания.

Примечание — Предельные температуры, указанные в разделе 4, не должны быть превышены и при повторных коротких замыканиях, происходящих за короткий промежуток времени.

Приведенная продолжительность короткого замыкания 5 с является ограничением для установления предельных температур, а не для применения метода расчета при адиабатическом характере нагрева. Временной предел при применении метода расчета при адиабатическом характере нагрева является функцией продолжительности короткого замыкания и площади поперечного сечения токопроводящего элемента конструкции кабеля. Это рассматривается в МЭК 60949.

Предельные температуры при коротком замыкании, рекомендуемые настоящим стандартом, основаны на изучении ряда предельных значений, используемых различными авторитетными источниками. Эти значения не всегда можно считать идеальными, т. к. основаны на весьма ограниченном количестве экспериментальных данных, полученных на конкретных кабелях. Тем не менее эти значения могут быть использованы.

Предельные значения для кабелей, рассматриваемых в настоящем стандарте, выбраны так, чтобы не ухудшались их диэлектрические свойства. Ухудшение диэлектрических свойств зависит от типа кабеля, например, адгезия электропроводящих экранов влияет на предельную температуру кабелей с полимерной изоляцией, в то время как свойства самого диэлектрика более важны для кабелей с бумажной изоляцией (как для маслонаполненных кабелей, так и для кабелей с изоляцией, пропитанной нестекающим составом).

Указанные значения температуры токопроводящей жилы следует применять с осторожностью для кабелей с оболочкой из низкотемпературного материала, с особой осторожностью в случае жилы сечением 1000 мм^2 и выше. Это связано с тем, что высокая термическая временная константа этих кабелей приводит к более продолжительному воздействию высоких температур на наружную оболочку. Кроме того, высокие механические напряжения могут приводить к деформации изоляции. Тем не менее следует подчеркнуть, что для токопроводящей жилы сечением свыше 1000 мм^2 предельно допустимый ток короткого замыкания так высок, что он, как правило, не достигается в обычных сетях.

Допускается устанавливать другие предельные температуры, если известно, что они более приемлемы для материалов или конструкции кабеля.

3.2 Кабели

3.2.1 Кабели с бумажной изоляцией (маслонаполненные кабели по МЭК 60141 и кабели с пропитанной бумажной изоляцией по МЭК 60055)

Предельные температуры для кабелей с бумажной изоляцией, пропитанной маслоканифольным или нестекающим составом, обусловлены способностью пропиточного состава к миграции и образованию пустот. Для всех кабелей с бумажной изоляцией имеются также ограничения из-за теплового разрушения элементов кабеля и возможного разрыва бумажных лент вследствие перемещения изолированных жил.

3.2.2 Кабели с полимерной изоляцией по МЭК 60502-2

Предельные значения температур для кабелей с полимерной изоляцией обусловлены диэлектрическими свойствами изоляции. Высокие температуры, электромагнитные силы и деформирующие усилия, возникающие при протекании токов короткого замыкания, могут оказывать значительное влияние на физическое состояние кабеля. Так, непрерывность адгезии электропроводящих экранов к изоляции и деформация изоляции — два важных аспекта для кабелей с полимерной изоляцией. Кроме того, высокие температуры могут изменить свойства материалов оболочек и электропроводящих материалов.

Для термопластичных изоляционных материалов предельные значения температур следует применять с осторожностью, если кабели проложены непосредственно в грунте или прочно закреплены скобами при прокладке на воздухе. Локальные механические нагрузки при закреплении скобами или при монтаже с радиусом изгиба менее установленного, особенно для жестко закрепленных кабелей, могут вызвать значительные деформирующие усилия в кабелях при коротком замыкании. При невозможности изменить эти условия рекомендуется уменьшить предельное значение температуры на 10 °С.

3.3 Арматура

Следует учитывать конструкцию и способ монтажа соединительных и концевых муфт с тем, чтобы предельные температуры при токах короткого замыкания, установленные в настоящем стандарте, могли быть с безопасностью использованы на практике. Приведенные ниже указания a) — h) не являются

исчерпывающими и предназначены только для руководства. Предпочтительно, чтобы характеристики арматуры рассматривались в совокупности с конкретными условиями прокладки кабеля.

a) Продольные силы в токопроводящих жилах кабеля могут быть значительными в зависимости от степени ограничения поперечных перемещений кабеля. Значение возникающего напряжения в жиле может быть порядка 50 Н/мм^2. Эти силы могут вызвать выпучивание токопроводящих жил, а также повреждения в соединительных и концевых муфтах.

b) Короткое замыкание вызывает осевое растяжение токопроводящих жил кабеля. Это растяжение может продолжаться в течение весьма длительного времени, особенно если кабель после короткого замыкания нагружен лишь частично. При расчетах конструкций следует использовать минимальное значение напряжения на жиле 40 Н/мм^2.

c) В кабелях с пропитанной бумажной изоляцией расширение пропиточного состава может привести к значительному увеличению жидкостного давления. Если пропиточный состав просочится в соединительные и концевые муфты, может произойти размягчение битумного заполнения. Влага может проникнуть в арматуру и кабель в таком количестве, что повлияет на характеристики изоляции.

d) Установление предельного значения температуры подразумевает, что допустимо любое сочетание величины тока и времени, которое обеспечивает температуру, не превышающую это предельное значение. Для токов короткого замыкания этого недостаточно. Во избежание чрезмерных электромагнитных сил должны быть установлены дополнительные ограничения для пикового значения тока. Эти силы весьма существенны для концевых муфт и требуются соответствующие крепления, чтобы избежать их нежелательных перемещений и повреждений.

e) Если предполагается, что температура жилы будет выше 160 °С, то не следует применять муфты с использованием пайки.

f) Следует проверять конструкцию в отношении стабильности электрического контакта во всех соединениях муфт (таких как соединения токопроводящих жил, соединения брони и металлической оболочки) при коротком замыкании.

g) Проволоки экрана и/или брони, смонтированные вместе в соединительной или концевой муфте, могут иметь более низкие характеристики при коротком замыкании, чем в кабеле. Для таких соединений ожидаемое повышение температуры не должно быть чрезмерным для примененных материалов, и должны быть предусмотрены соответствующие механические крепления.

h) Следует учитывать возможность усадки полимерной изоляции в продольном направлении на разделанных концах кабелей после воздействия температуры короткого замыкания.

3.4 Условия прокладки

Для наиболее полного использования характеристик кабеля в условиях короткого замыкания следует проанализировать влияние условий прокладки. Одним из важных факторов является величина и характер механического воздействия на кабель. Увеличение длины кабеля во время короткого замыкания может быть значительным. Когда этому удлинению оказывается противодействие, то возникают значительные силы.

Кабели воздушной прокладки рекомендуется прокладывать так, чтобы удлинение поглощалось равномерно по длине кабеля. При прокладке по извилистой трассе места крепления должны быть расположены на достаточном расстоянии друг от друга, чтобы не препятствовать боковому смещению кабелей.

Если кабели проложены непосредственно в грунте, или места крепления расположены часто, должны быть установлены приспособления у соединительных и концевых муфт, компенсирующие возникающие продольные силы. Следует избегать резких изгибов, так как продольные силы трансформируются в радиальное давление в местах изгибов по трассе кабеля, что может вызвать повреждение термопластичных элементов конструкции кабеля. Рекомендуется, чтобы минимальный радиус изгиба при прокладке отвечал соответствующим правилам по прокладке.

4 Максимально допустимые температуры при коротком замыкании для кабелей на номинальное напряжение от 6 кВ (U_m = 7,2 кВ) до 30 кВ (U_m = 36 кВ)

Таблицы 1—3 следует использовать с учетом пояснений раздела 3. Указанные значения являются фактическими значениями температуры токопроводящих элементов. Предельные значения приведены для короткого замыкания продолжительностью не более 5 с.

При выборе предельной температуры для конкретной конструкции кабеля следует учитывать указанное во всех подпунктах 4.1—4.3.

4.1 Материалы изоляции

Предельные температуры для всех типов токопроводящих жил, находящихся в контакте с материалами изоляции, приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Предельные температуры для материалов изоляции

Материал[1]		Температура, °С
Бумага:		
- пропитанная нестекающим составом	≤ 20 кВ	170
	< 20 кВ;	150
- пропитанная маслоканифольным составом	≤ 20 кВ	170
	> 20 кВ;	150
- маслонаполненная		250
Поливинилхлоридный пластикат (PVC/B):		
- жила сечением до 300 мм^2 включ.;		160
- жила сечением св. 300 мм^2		140
Сшитый полиэтилен (XLPE)		250
Этиленпропиленовая резина (EPR и HEPR)		250

[1] Материалы и их обозначение по МЭК 60055, МЭК 60141 и МЭК 60502-2.

4.2 Материалы наружной оболочки и подушки, если отсутствуют электрические и прочие требования

Предельные температуры экрана/металлической оболочки/брони, если они находятся в соприкосновении или утоплены в материал наружной оболочки, но отделены в тепловом отношении от изоляции посредством слоев из соответствующих материалов достаточной толщины, приведены в таблице 2. Если такое тепловое разделение не предусмотрено, следует принимать предельную температуру изоляции, если она ниже предельной температуры наружной оболочки.

Таблица 2 — Предельные температуры для материалов наружной оболочки

Материал[1]	Температура[2] [3], °С
Поливинилхлоридный пластикат (ST_1 и ST_2)	200
Полиэтилен:	
- ST_3;	150
- ST_7	180
Полихлоропрен, хлорсульфированный полиэтилен или аналогичные полимеры (SE_1)	200
Полиэтилен, ламинированный алюминиевой или медной фольгой	150
Поливинилхлоридный пластикат, ламинированный алюминиевой или медной фольгой	160

[1] Материалы и их обозначение по МЭК 60502-2.
[2] Допускаются более высокие температуры, если они подтверждены экспериментальными данными.
[3] Для кабелей, проложенных треугольником, возможно возникновение повышенных температур в центральной части.

4.3 Материалы токопроводящей жилы, металлической оболочки, экрана, брони и способы их соединения

Предельные температуры токопроводящих элементов кабеля приведены в таблице 3. Должны быть также учтены ограничения, касающиеся неметаллических материалов, находящихся в контакте с этими металлами.

Таблица 3 — Предельные температуры для токопроводящих элементов

Металл	Условие	Температура, °С
Медь, алюминий	Токопроводящий элемент без соединений	[1]
	Сварное соединение	[1]
	Экзотермическое сварное соединение	250[2]
	Паяное соединение	160
	Соединение обжатием (механическая деформация)	250[2]
	Механическое (болтовое) соединение	[3]
Свинец	—	170
Свинцовый сплав	—	210
Сталь	—	[1]

[1] Температура ограничена материалом, находящимся в контакте с токопроводящим элементом (см. 4.1 и 4.2). Для экранов (за исключением экранов из проволок, утопленных в оболочку), при наличии теплоизоляционного сепаратора, отделяющего экран от другого материала в кабеле, температура не должна быть более 350 °С.

[2] Температура жилы на примыкающем участке, температура самого соединения должна быть ниже.

[3] В соответствии с рекомендациями изготовителей.

Приложение А
(справочное)

Сведения о соответствии национальных стандартов Российской Федерации ссылочным международным стандартам

Таблица А.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
МЭК 60055 (все части)	ГОСТ 18410—73 Кабели силовые с пропитанной бумажной изоляцией. Технические условия
МЭК 60141 (все части)	ГОСТ Р МЭК 141-1—96 Кабели маслонаполненные с бумажной изоляцией в металлической оболочке на переменное напряжение до 400 кВ включительно и арматура к ним. Методы испытаний
МЭК 60502-2*	**
МЭК 60949:1988	ГОСТ Р МЭК 60949—2009 Расчет термически допустимых токов короткого замыкания с учетом неадиабатического нагрева

* В случае недатированных ссылок следует применять последнее издание нормативного документа.
** Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в ОАО «ВНИИКП».

УДК 621.315.2.001.4:006.354 ОКС 29.060.20 Е49 ОКП 35 0000

Ключевые слова: электрический кабель, предельные температуры в условиях короткого замыкания

Редактор *Н.О. Грач*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Т.И. Кононенко*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 09.09.2009. Подписано в печать 28.09.2009. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 0,90. Тираж 170 экз. Зак. 651.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru