ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 70366— 2022

ЗАЩИТНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ ПРИ РАБОТАХ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Технические требования

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» (НГТУ) и Обществом с ограниченной ответственностью «Ресурсосберегающие Специальные Технологии и Системы» (ООО «РСТС»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 336 «Заземлители и заземляющие устройства различного назначения»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 сентября 2022 г. № 992-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2022

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Сокращения 3
5 Общие технические требования 4
6 Требования к заземлителям и заземляющим проводникам для защитного заземления 5
7 Требования к последовательности действий при выполнении защитного заземления элементов ВЛ 7
8 Требования к особенности заземления при различных видах работ 7
9 Требования к заземлению при работе с электроинструментом 9
Приложение А (справочное) Предельно допустимые напряжения прикосновения по ГОСТ 12.1.038 . . 10
Приложение Б (справочное) Образцы титульных листов типовых ТК и ППР 11
Приложение В (справочное) Методика измерения наведенного напряжения и ожидаемого напряжения прикосновения 13
Приложение Г (справочное) Методические указания по определению наведенного напряжения на отключенных ВЛ, находящихся вблизи действующих ВЛ 16
Приложение Д (справочное) Средства защиты от поражения электрическим током, используемые в электроустановках 24
Библиография 27

Введение

Национальный стандарт разработан в развитие требований федеральных законов [1], [2], [3].

Настоящий стандарт не имеет международного аналога и учитывает положительный отечественный опыт эксплуатации и применения современных технических решений в области защитного заземления при работах на воздушных линиях электропередачи высокого напряжения, а также положительный опыт применения стандартов организаций ПАО «Россети» (см. [4], [5]), ПАО «ФСК ЕЭС» (см. [6], [7], [8]).

Настоящий стандарт устанавливает технические требования к защитному заземлению при работах на действующих воздушных линиях электропередачи высокого напряжения.

Целью разработки настоящего стандарта является обеспечение электробезопасности работающего персонала и надежности работы защитного заземления на воздушных линиях электропередачи высокого напряжения при их обслуживании в различных отраслях народного хозяйства.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЗАЩИТНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ ПРИ РАБОТАХ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Технические требования

Protective grounding when working on high-voltage overhead power lines.
Technical requirements

Дата введения — 2022—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на способы и устройство защитного заземления на рабочих местах, используемые при техническом обслуживании, ремонте, техническом перевооружении, модернизации и измерениях на действующих воздушных линиях электропередачи (далее — ВЛ) переменного тока напряжением выше 1 кВ, с любым количеством цепей. Настоящий стандарт устанавливает требования к способам заземления, заземляющим устройствам, переносным заземляющим проводникам и к методам инструментальной проверки (методам измерений) эффективности защитного заземления.

Настоящий стандарт не распространяется на работы при строительстве и монтаже ВЛ. Положения настоящего стандарта рекомендуется учитывать при составлении технологических карт и проектов производства работ.

Настоящий стандарт не распространяется на кабельно-воздушные линии электропередачи. Допускается применение настоящего стандарта при наличии у ВЛ коротких (не более 100 м) кабельных вставок (переход через дороги и т. п.).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.030 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление

ГОСТ 12.1.038—82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

ГОСТ 12.4.103 Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация

ГОСТ 12.4.183 Система стандартов безопасности труда. Материалы для средств защиты рук. Технические требования

ГОСТ 13385 Обувь специальная диэлектрическая из полимерных материалов. Технические условия

ГОСТ 24291 Электрическая часть электростанции и электрической сети. Термины и определения

ГОСТ Р 50571.2 Электроустановки зданий. Часть 3. Основные характеристики

ГОСТ Р 51853—2001 Заземления переносные для электроустановок. Общие технические условия

ГОСТ Р 57190 Заземлители и заземляющие устройства различного назначения. Термины и определения

ГОСТ Р 58882 Заземляющие устройства. Системы уравнивания потенциалов. Заземлители. Заземляющие проводники. Технические требования

Издание официальное

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 24291, ГОСТ Р 57190, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **защитное заземление при работах на ВЛ:** Процесс электрического соединения с грунтом электропроводящих элементов и оборудования ВЛ, а также механизмов, используемых при работе, с целью защиты персонала от поражения электрическим током, вызванным рабочим или наведенным напряжениями.

Примечание — Электрическое соединение с грунтом осуществляется посредством переносных заземляющих проводников, соединяющих заземляемые элементы с заземлителями опор ВЛ.

3.2 **переносной заземляющий проводник:** Устройство, состоящее из токопроводящей части, одного и более гибкого многопроволочного проводника, контактной части (двух и более) и изолирующей части (одной и более) с рукояткой и предназначенное для временного (на период работы) соединения заземляемого оборудования (проводов) с заземлителем.

3.3 **цепь ВЛ:** Один комплект фазных электрических проводов в многоцепной (двухцепной) ВЛ.

3.4 **протяженный шунтирующий заземлитель:** Горизонтальный заземлитель, укладываемый в грунт на глубину по трассе ВЛ и соединяемый с заземлителями опор.

Примечание — Устаревшее название — противовес.

3.5 **вынос потенциала:** Появление напряжений со значениями выше допустимых на коммуникациях, выходящих за территорию распределительных устройств электроустановок (например, грозозащитный трос).

3.6

грунт: Любая горная порода, почва, осадок и техногенные минеральные образования, рассматриваемые как многокомпонентные динамичные системы и часть геологической среды, изучаемые в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью.

[ГОСТ 25100—2020, статья 3.3]

3.7 **ожидаемое напряжение прикосновения:** Напряжение между открытой проводящей частью, доступной для прикосновения к ней человека, и точкой грунта или конструкцией, с которой может контактировать человек при прикосновении к ней любой частью тела.

3.8 **рабочее напряжение (линии электропередачи):** Номинальное фазное напряжение действующей линии электропередачи.

3.9 **наведенное напряжение:** Разность потенциалов между отключенными токоведущими частями или иными проводящими частями электроустановки и точкой нулевого потенциала, вызванная (наводимая) воздействием электромагнитного поля, от электроустановок, находящихся под напряжением (влияющих электроустановок).

Примечания

1 Значение наведенного напряжения определяется как максимальная разность потенциалов между возможными точками прикосновения [4].

2 К влияющим электроустановкам относятся действующие ВЛ (или их отдельные цепи) и контактная сеть переменного тока железнодорожного транспорта.

3.10 **рабочий ток:** Ток в фазных проводах линии электропередачи при ее нормальной работе, определяемый передаваемой мощностью в рассматриваемый период.

3.11

рабочий ток в системе электроснабжения I_p: Среднеквадратическое значение тока при нормальном режиме в рассматриваемый момент времени в данной точке системы электроснабжения.

[ГОСТ Р 54130—2010, статья 56]

3.12 **ток короткого замыкания:** Значение тока в проводах рассматриваемой ВЛ при одно- или многофазном коротких замыканиях в электрической сети.

3.13 **электродвижущая сила;** ЭДС: Энергия, передаваемая переменным магнитным полем в рассматриваемый замкнутый контур, охватывающий часть магнитного потока.

Примечание — В замкнутый контур могут входить проводящие элементы: провода и тросы воздушной линии, опоры, их оттяжки, заземляющие устройства и грунт между заземляющими устройствами. Между проводящими элементами рассматриваемого замкнутого контура могут находиться воздушные промежутки, напряжение в которых может достигать значений электродвижущей силы.

3.14

электродвижущая сила; ЭДС: Скалярная величина, характеризующая способность стороннего поля и индуктированного электрического поля вызывать электрический ток.

Примечание — Электродвижущая сила равна линейному интегралу напряженности стороннего поля и индуктированного электрического поля вдоль рассматриваемого пути между двумя точками или вдоль рассматриваемого замкнутого контура; в случае движения элементов контура напряженность индуктированного электрического поля определяют с учетом силы Лоренца.

[ГОСТ 52002—2003, статья 28]

3.15 **открытая проводящая часть:** Доступная прикосновению проводящая часть ВЛ, нормально не находящаяся под напряжением (или отключенная на время работ), но которая может оказаться под напряжением при повреждении основной изоляции, наличии наведенного напряжения или ошибочной подачи напряжения на нее.

3.16 **система IT:** Питающая сеть системы IT, которая не имеет непосредственной связи токоведущих частей с землей и у которой открытые проводящие части электроустановки заземлены.

3.17 **система TT:** Питающая сеть системы TT, имеющая точку, непосредственно связанную с землей.

Примечание — Открытые проводящие части электроустановки присоединены к заземлителю, электрически независимому от заземлителя нейтрали источника питания.

3.18 **система TN:** Система, питающие сети которой имеют непосредственно присоединенную к земле точку.

Примечание — Открытые проводящие части электроустановки присоединяются к этой точке посредством нулевых защитных проводников.

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ВЛ — воздушная линия электропередачи;

ЗУ — заземляющее устройство;

КЗ — короткое замыкание;

ОПН — ограничитель перенапряжения нелинейный;

ПЗ — переносной заземляющий проводник;

ПС — подстанция;

РУ — распределительное устройство;

ТК — технологическая карта;

ППР — проект производства работ;

УЗО — устройство защитного отключения;

ЭДС — электродвижущая сила;

МУ — методические указания.

5 Общие технические требования

5.1 Общие положения

5.1.1 Защитное заземление предназначено для обеспечения электробезопасности при работах на действующих ВЛ по ГОСТ 12.1.030.

Защитное заземление при работах на действующих ВЛ высокого напряжения должно соответствовать требованиям [9] в части работ, осуществляемых на ВЛ под наведенным напряжением, и требованиям настоящего стандарта.

5.1.2 Причинами возникновения опасных, превышающих допустимые значения напряжений (см. приложение А) на элементах отключенной ВЛ или на элементах одной из ее отключенных цепей являются:

а) случайная подача рабочего напряжения на отключенную ВЛ (цепь);

б) наличие напряжения, наведенного электрическим полем включенной цепи обслуживаемой двухцепной ВЛ или близко расположенной ВЛ, а также контактной сети переменного тока, находящихся под напряжением;

в) наличие ЭДС, индуцированной магнитным полем параллельной цепи обслуживаемой ВЛ или близко расположенной ВЛ, а также контактной сети переменного тока, по которым протекает рабочий ток. При этом опасное напряжение может проявиться, в частности, при разрыве контурной цепи с наведенной ЭДС, например, при отсоединении грозозащитного троса от опоры, при разъединении шлейфа провода, отсоединении оттяжки от анкерного болта фундамента и т. п.;

г) возникновение напряжений прикосновения от тока, стекающего в грунт под действием ЭДС, возбужденной магнитным полем действующей ВЛ (цепи), а также контактной сети переменного тока;

д) возникновение напряжения, наведенного магнитным полем тока КЗ параллельной цепи или близко расположенной ВЛ, а также контактной сети переменного тока;

е) напряжение прикосновения к транспозиционной опоре действующей ВЛ;

ж) напряжения прикосновения к анкерной опоре, грозозащитный трос на которой заземлен только с одной стороны (в одном из примыкающих пролетов);

и) появление или наличие ожидаемого напряжения прикосновения к заземленным опоре или механизму, по цепи заземления которых протекает ток под действием ЭДС, наведенной магнитным полем соседней ВЛ (цепи) при КЗ в электрической сети, а также в контактной сети переменного тока;

к) появление наведенных ЭДС и напряжений при удаленных ударах молнии;

Примечание — В соответствии с ([9], пункт 38.32) на ВЛ не разрешается работать при дожде и сильном ветре. Поэтому попадание под напряжение, наведенное каналом молнии маловероятно.

л) вынос потенциала с заземляющего устройства подстанций, к которым примыкает рассматриваемая ВЛ, при несимметричном КЗ на подстанции или в окружающей электрической сети;

м) вынос потенциала с заземляющего устройства тяговой подстанции электрифицированного транспорта;

н) повреждение изоляции электроинструмента, используемого при работах и подключенного к автономному источнику с напряжением выше 12 В.

5.1.3 Для выполнения защитного заземления должны быть использованы: переносные заземляющие проводники, естественные и искусственные заземлители опор ВЛ, заземляющие устройства подстанций, к которым примыкает ВЛ, временные искусственные заземлители.

5.1.4 Технология защитного заземления при работах на ВЛ должна включать измерения напряжений до наложения переносного заземляющего проводника на токоведущие и открытые проводящие части, а также измерение ожидаемых напряжений прикосновения после заземления.

5.1.5 При техническом обслуживании, ремонте и строительстве ВЛ следует составлять ТК и ППР, содержащие комплекс мероприятий по организации труда с наиболее эффективным использованием

современных средств механизации, технологической оснастки, инструмента и приспособлений. Порядок разработки и утверждения технологической карты и проекта производства работ приведен в [7]. Образцы титульных листов типовых ТК и ППР приведены в приложении Б.

5.1.6 ТК и ППР по техническому обслуживанию и ремонту ВЛ должны содержать разделы по выполнению защитного заземления для каждого вида работ в соответствии с настоящим стандартом и особенностями каждой работы.

5.1.7 В типовых ТК [7] на производство работ должны быть указаны места, где следует выполнить заземление, и их число. Число и места заземлений должны быть определены с учетом обеспечения безопасности всех бригад, одновременно работающих на одной отключенной ВЛ (цепи). При смене бригадой места работы (на одной и той же ВЛ) в типовой ТК для каждого места работы должны быть предусмотрены варианты мест заземления. Следует, как правило, выполнять предварительные расчетные оценки наведенных напряжений и ожидаемых напряжений прикосновения в различных местах защитного заземления (в том числе, при заземлении в нескольких точках).

5.2 Требования к работникам, допускаемым к выполнению работ в электроустановках

Работники, обладающие правом проведения специальных работ, должны иметь об этом запись в удостоверении о проверке знаний правил работы в электроустановках, рекомендуемый образец которого предусмотрен в ([9] приложение № 2).

К специальным работам в электроустановках относятся:

работы на высоте;

работы без снятия напряжения с электроустановки, выполняемые с прикосновением к токоведущим частям, находящимся под рабочим или наведенным напряжением, или на расстоянии от этих токоведущих частей менее допустимого (далее — работы под напряжением на токоведущих частях);

работы по измерению сопротивления заземления опор ВЛ;

работы, выполняемые со снятием рабочего напряжения с электроустановки или ее части с прикосновением к токоведущим частям, находящимся под наведенным напряжением более 20 В на рабочем месте или на расстоянии от этих токоведущих частей менее допустимого (далее — работы под наведенным напряжением).

На ВЛ напряжением выше 1000 В проверку отсутствия рабочего и наведенного напряжений и защитное заземление должны выполнять два работника, имеющие группы IV и III по электробезопасности.

6 Требования к заземлителям и заземляющим проводникам для защитного заземления

6.1 Для защитного заземления следует использовать, в первую очередь, заземлители опор ВЛ. Заземляющие устройства опор ВЛ, используемые для защитного заземления, должны удовлетворять требованиям ГОСТ Р 58882.

Допускается сооружение искусственных вертикальных заземлителей с глубиной погружения не менее 0,5 м, если при этом измеренное значение напряжения прикосновения к такому заземлителю не превышает 20 В ([9], пункт 22.8).

Протяженный шунтирующий заземлитель укладывают в грунт на глубину, не менее 0,5 м по трассе ВЛ, и соединяют с заземлителями опор.

В соответствии с ([10], пункт 2.5.134), прокладка протяженного шунтирующего заземлителя, не менее:

в грунте — на глубине 0,5 м;

в пахотной земле — 1 м,

в скальных грунтах непосредственно под разборным слоем над скальными породами — 0,1 м, при меньшей толщине слоя или его отсутствии — по поверхности скалы с заливкой цементным раствором.

Конструкция и применяемые материалы переносных заземляющих проводников должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 51853—2001 (пункт 5.1, таблица 2).

Дополнительные требования к заземлителям защитного заземления изложены в настоящем стандарте.

6.2 Допускается использовать металлическую опору ВЛ в качестве естественного заземляющего проводника, присоединяя к металлу опоры ВЛ конец переносного заземляющего проводника. При этом следует предварительно визуально проверить наличие электрического соединения искусственных заземлителей (если они имеются) с металлом опоры. У многогранных металлических опор с телескопическим соединением элементов следует проверить наличие фланцевых соединений ([11], пункт 1.3) или стягивающих приспособлений ([11], пункт 1.6.1). При их отсутствии заземляемый элемент ВЛ следует соединить с заземлителем при помощи ПЗ.

6.3 В случае отсутствия у металлической опоры искусственного заземлителя следует визуально убедиться в наличии электрической связи металла опоры с крепежными болтами фундаментов (у многогранных опор — с металлическим фундаментом из трубы или с арматурой заливного фундамента). При сомнениях в наличии такой связи следует объединить переносными заземляющими проводниками металлическую опору и болты всех фундаментов.

6.4 В случае отсутствия у металлической опоры искусственного заземлителя сначала следует предварительно визуально убедиться в наличии электрической связи металла опоры с крепежными болтами фундаментов (у многогранных опор — с металлическим фундаментом из трубы или с арматурой заливного фундамента). При сомнениях в наличии такой связи следует объединить переносными заземляющими проводниками металлическую опору и болты всех фундаментов. Наличие естественного заземлителя (арматуры фундамента) у опоры окончательно проверяется при измерении напряжения прикосновения к опоре (см. 7.3.6).

6.5 У железобетонных опор в качестве дополнительного заземляющего проводника следует использовать заземляющий проводник, соединяющий металлические траверсы с искусственным заземлителем опоры. При его отсутствии присоединение переносного заземляющего проводника к траверсе не допускается. В этом случае необходимо конец переносного заземляющего проводника необходимой длины непосредственно присоединить к искусственному заземлителю опоры.

6.6 В случае отсутствия у железобетонных опор искусственных заземлителей допускается использовать естественный заземлитель — стальную арматуру опоры ВЛ, если у опоры имеются выходящие наружу закладные детали, электрически связанные с арматурой, к которым можно присоединить переносной заземляющий проводник. При этом следует проверить наличие электрической связи закладной части с арматурой путем измерения сопротивления заземления закладной части.

6.6.1 У деревянных опор следует проверить наличие заземляющего проводника от заземляемых частей до искусственного (или естественного — арматура железобетонных приставок) заземлителя опоры. При отсутствии заземляющего проводника нижний конец ПЗ следует присоединять к искусственному заземлителю опоры или к устанавливаемым вертикальным заземлителям с глубиной погружения не менее 1,5 м (см. 6.7).

6.7 Если требования 6.5 и 6.6, 6.6.1 не выполняются, следует применять искусственные вертикальные заземлители в количестве не менее двух, длиной не менее 1,5 м, погружаемые в грунт: один — непосредственно возле тела железобетонной опоры, другой/другие на расстоянии не менее 2 м друг от друга. Заземлители соединяют между собой заземляющим проводником.

Способы выполнения заземляющих устройств опор ВЛ в различных типах грунта изложены в ([6], глава 2.5).

6.8 Для заземления передвижных механизмов, работающих в пролете ВЛ, следует использовать переносные заземляющие проводники необходимой длины, которые соединяют заземляемый механизм с заземлителями ближайших опор. При этом допускается использовать заземлители опор находящейся рядом ВЛ. При невозможности соединения с заземлителями ближайших опор допускается использовать специальные искусственные заземлители (вертикальные, не менее двух, с глубиной погружения более 1 м, и горизонтальные, длиной не менее 20 м), укладываемые в проводящий мелкодисперсный грунт на глубину не менее 0,2 м вокруг передвижного механизма.

6.9 При наличии на ВЛ протяженного шунтирующего горизонтального заземлителя, соединяющего заземлители нескольких опор, передвижной механизм, работающий в пролете, должен быть заземлен на этот шунтирующий заземлитель.

7 Требования к последовательности действий при выполнении защитного заземления элементов ВЛ

7.1 Защитное заземление следует выполнять на отключенной ВЛ (цепи), заземленной со всех концов (включая отпайки) в примыкающих РУ. Заземление ВЛ в РУ рекомендуется осуществлять на ЗУ РУ (ПС) включением заземляющих ножей линейного разъединителя. Допускается применение ПЗ.

7.2 После измерений наведенного напряжения и ожидаемого напряжения прикосновения (см. 7.3.4—7.3.6 и приложение В) и при необходимости их снижения допускается отключить заземляющие ножи линейного разъединителя (снять ПЗ) ВЛ, на которой производятся работы, в одном или нескольких РУ ПС.

При необходимости снижения напряжения прикосновения к опоре или механизму, на которых производится работа, допускается выполнить дополнительное заземление тех же проводов (троса) на соседних опорах обслуживаемой ВЛ. После дополнительного заземление следует повторно измерить напряжение прикосновения и убедиться в его снижении.

Установку и снятие переносных заземляющих проводников следует выполнять только с отключенных проводов, заземленных по концам и на отпайках в РУ ПС.

7.3 При выполнении защитного заземления необходимо соблюдать следующий порядок действий:

7.3.1 Провести проверку наличия искусственных заземлителей опоры и их соединения с телом опоры. При необходимости выполнить операции, предусмотренные 6.2—6.6. У транспозиционных и анкерных опор следует выполнить измерение ожидаемого напряжения прикосновения.

7.3.2 Нижний конец переносного заземляющего проводника присоединить к заземлителю с использованием металла металлической опоры или заземляющего проводника железобетонной опоры. Изменение места присоединения ПЗ к заземленной конструкции (заземлителю) в процессе работы на ВЛ не допускается.

7.3.3 Провести проверку отсутствия напряжения на элементах, подлежащих заземлению (проводах, тросах) при помощи указателя напряжения, соответствующего классу напряжения ВЛ.

Примечание — Указатель напряжения может показывать отсутствие напряжения при напряжении на проводе ниже 25% номинального напряжения электроустановки ([4], пункт 2.5.2.13).

7.3.4 При помощи измерителя наведенного напряжения следует измерить значение наведенного напряжения на заземляемых элементах (проводах, тросах). Если измеренное наведенное напряжение выше 5 кВ, для заземления применить штангу с дугогасящим устройством ([4], пункт 2.1.2.6).

7.3.5 При помощи изолирующей штанги другие (верхние) концы переносного заземляющего проводника (при наличии соединения нижнего конца с ЗУ, 7.3.2) следует подсоединить к заземляемым элементам.

7.3.6 Измерить ожидаемое напряжение прикосновения к заземлителю. Если оно превышает 20 В, то при дальнейшей работе необходимо использовать диэлектрические обувь и перчатки с маркировкой по защитным свойствам Эв ([4], пункт 4.1.2.7).

7.4 Методика измерения наведенных напряжений и ожидаемых напряжений прикосновения приведена в приложении В.

7.5 Методические указания по определению наведенного напряжения на отключенных ВЛ, находящихся вблизи действующих ВЛ [5], при определении ВЛ, находящихся под наведенным напряжением, измерения значения наведенного напряжения на ВЛ и составлением перечня ВЛ, находящихся под наведенным напряжением приведены в приложении Г.

7.6 При необходимости изменения места присоединения ПЗ к заземленной конструкции (заземлителю) верхние концы ПЗ отсоединяют от заземляемых элементов. После этого нижний конец ПЗ отсоединяют от заземлителя (заземленной конструкции) и выполняют порядок действий по 7.3.1—7.3.6.

8 Требования к особенности заземления при различных видах работ

8.1 Измерение сопротивления заземляющих устройств

Для исключения поражения напряжением прикосновения (наиболее вероятно у транспозиционных опор, а также у анкерных опор с односторонним заземлением грозозащитного троса) следует перед присоединением измерительного прибора к ЗУ опоры измерить ожидаемое напряжение прикосновения. При его наличии следует сравнить измеренное значение с допустимым по условиям помехозащищен-

ности применяемого типа измерителя заземления. При значении измеренного ожидаемого напряжения прикосновения выше 20 В работу следует проводить в диэлектрических перчатках и изолирующей обуви (приложение Д), [4].

8.2 Измерение зазора защитного промежутка (рогового разрядника)

Перед измерением зазора следует измерить значение наведенного напряжения с той стороны защитного промежутка, к которой подключен трос (провод). При значении наведенного напряжения ниже 5 кВ (см. 7.3.4) следует присоединить переносной заземляющий проводник к заземлителю опоры (см. 6.2—6.7; 7.3.2), затем шунтировать им защитный промежуток путем наложения ПЗ с обеих сторон защитного промежутка. Если один из электродов защитного промежутка заземлен, то заземляющий проводник следует вначале подключить к заземленному электроду, а затем — к противоположному. Подключение защитного промежутка к разряднику или ОПН заземлением не считается.

8.3 Замена грозозащитного троса (провода)

При демонтаже заменяемого грозозащитного троса не допускается его разземление с одного конца, на котором в этом случае может появиться опасное значение наведенного напряжения.

При закладке нового грозозащитного троса в монтажные ролики у каждой опоры необходимо:

а) заземлить ролик на заземлитель опоры (следует проверить наличие заземления);

б) заземлить на тот же заземлитель укладываемый грозозащитный трос в месте его предполагаемого контакта с роликом с целью уравнивания потенциалов грозозащитного троса и ролика;

в) поднять и уложить грозозащитный трос в ролик (для поднятия троса допускается использовать заземляющий проводник);

г) отсоединить ПЗ от ролика, грозозащитного троса и заземлителя.

8.4 Работы на оттяжках опор

8.4.1 При работах на оттяжках опор опасность представляет ЭДС, наведенная в контуре «опора — оттяжка — анкерный болт — анкерная плита — грунт — заземлитель опоры». При разрыве этого контура может появиться опасное напряжение в месте разрыва.

8.4.2 При замене анкерных U-образных болтов и анкерных плит (фундаментов) следует перед началом работ соединить переносным заземляющим проводником заземлитель опоры с нижним концом оттяжки. Это требование необходимо выполнить также и при наличии горизонтального лучевого заземлителя, соединяющего опору с анкерной конструкцией.

При необходимости можно соединить последовательно несколько заземляющих проводников.

8.4.3 При измерении тяжения в оттяжках опор перед началом работ следует измерить ожидаемое напряжение прикосновения к оттяжке в месте подсоединения измерительной аппаратуры. При его значении выше 20 В работу необходимо проводить в диэлектрических перчатках и диэлектрической обуви (приложение Д), [4].

8.5 Восстановление стационарного заземляющего проводника

8.5.1 При разрыве заземляющего проводника, проложенного стационарно вдоль тела железобетонной или деревянной опоры, возможно наличие напряжения в месте разрыва.

8.5.2 Перед работами по сварке разорванных частей стационарного заземляющего проводника необходимо:

- убедиться в наличии электрической связи нижнего конца стационарного проводника с заземляющим устройством;
- при отсутствии такой связи соединить нижний конец стационарного заземляющего проводника с заземляющим устройством или с искусственным заземлителем, выполненным по 6.7, при помощи переносного заземляющего проводника;
- выполнить электрическое соединение разорванных частей стационарного заземляющего проводника, используя переносной заземляющий проводник.

8.5.3 Сварка металлических прутков заземляющих проводников опор должна быть осуществлена внахлест, с длиной сварочного шва не менее шести диаметров стационарных заземляющих проводников из круглой стали.

9 Требования к заземлению при работе с электроинструментом

9.1 При работе на ВЛ рекомендуется использовать электроинструмент с автономным питанием от аккумуляторов, входящих в комплект.

9.2 При подключении электроинструмента к передвижному электрогенератору следует использовать электроинструмент с двойной изоляцией.

9.3 При заземлении трехфазного генератора и электроинструмента на одно заземляющее устройство допускается применение системы TN по ГОСТ Р 50571.2 и защитных аппаратов. При этом заземляющий проводник выполняет одновременно функцию нулевого защитного проводника. Следует подключать электроинструмент через УЗО.

9.4 При отсутствии условий для выполнения 9.1—9.3 работа с электроинструментом должна быть проведена с использованием диэлектрических перчаток и других защитных средств [4].

Приложение А
(справочное)

Предельно допустимые напряжения прикосновения по ГОСТ 12.1.038

Таблица А.1

№ п/п	Наименование параметра	Таблица по ГОСТ 12.1.038—82	Значение допустимого напряжения, В
1	Напряжение переменного тока частотой 50 Гц в нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановки, не более	Таблица 1	2,0
2	Напряжение переменного тока частотой 50 Гц при длительном воздействии более 1 с (рекомендуется учитывать при наведенном напряжении)	Таблица 2	20
3	Напряжение переменного тока в аварийном режиме электроустановки (КЗ) при продолжительности воздействия св. 1 до 5 с, не более	Таблица 3	65

Приложение Б
(справочное)

Образцы титульных листов типовых ТК и ППР

(логотип и наименование организации)

РАЗРАБОТАНО:
Главный инженер (руководитель)
организации разработчика

_____
(подпись, Ф.И.О.)

«_____» _____
(дата)

УТВЕРЖДАЮ:
Главный инженер (руководитель)
организации разработчика

_____
(подпись, Ф.И.О.)

«_____» _____
(дата)

Типовая технологическая карта

на

(технологический процесс, монтаж конструктивного элемента, ремонт)

Исполнители

_____
(должность, подпись, Ф.И.О.)

_____
(место/город — год введения в действие)

Рисунок Б.1 — Образец титульного листа типовой ТК

(логотип и наименование организации)

СОГЛАСОВАНО:
Начальник (руководитель)
СП ОТиН

_____

(подпись, Ф.И.О.)

«_____» _____

(дата)

УТВЕРЖДАЮ:
Главный инженер (руководитель)
МЭС (ПМЭС)

_____

(подпись, Ф.И.О.)

«_____» _____

(дата)

РАЗРАБОТАНО:
Главный инженер (руководитель)
организации разработчика

_____

(подпись, Ф.И.О.)

«_____» _____

(дата)

Проект производства работ

на

(технологический процесс, монтаж конструктивного элемента, ремонт)

Исполнители

_____

(должность, подпись, Ф.И.О.)

_____

(место/город — год введения в действие)

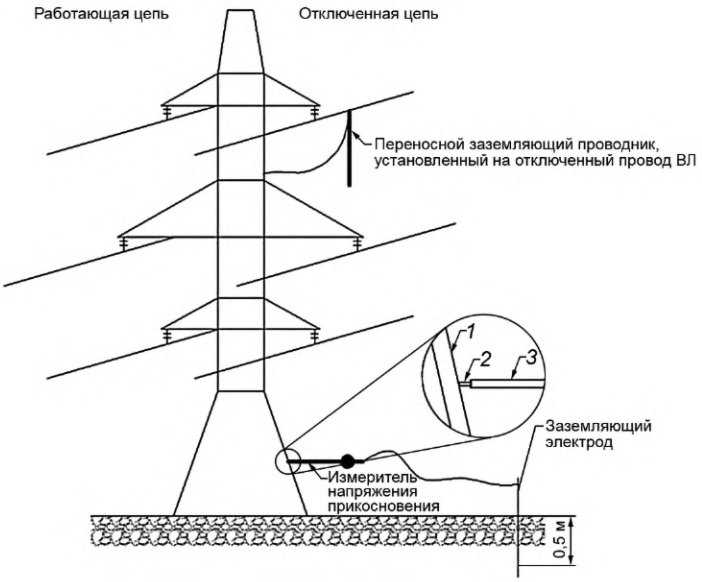
Рисунок Б.2 — Образец титульного листа типового ППР

Приложение В
(справочное)

Методика измерения наведенного напряжения и ожидаемого напряжения прикосновения

В.1 Наведенное напряжение и ожидаемое напряжение прикосновения при выполнении работ на ВЛ измеряют с помощью комплекта аппаратуры для измерения значений наведенного напряжения, включающего измеритель наведенного напряжения и измеритель напряжения прикосновения [12] или других поверенных средств измерения, сведения о которых внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с [13].

В.2 Ожидаемое напряжение прикосновения к проводящим частям опоры ВЛ измеряют с помощью измерителя напряжения прикосновения. Измерение ожидаемого напряжения прикосновения проводят на земле после заземления проводов переносным заземляющим проводником. Ожидаемое напряжение прикосновения у опор с грозозащитным тросом, соединенным с опорой с одной стороны и у опор, где выполнена транспозиция проводов, измеряют перед началом работ без заземления проводов. Ожидаемое напряжение прикосновения измеряют до начала производства работ и после каждого изменения в схеме заземления отключенных проводов и грозозащитных тросов, как показано на рисунке В.1.



1 — проводящая часть опоры ВЛ; *2* — контактный электрод измерителя напряжения прикосновения; *3* — измеритель напряжения прикосновения

Рисунок В.1 — Схема измерения значения ожидаемого напряжения прикосновения

В.2.1 Порядок выполнения операций, при измерении ожидаемого напряжения прикосновения:

В.2.1.1 Для измерения ожидаемого напряжения прикосновения на расстоянии 1 м от опоры, в направлении, перпендикулярном к оси ВЛ, следует установить заземляющий электрод. Заземляющий электрод должен быть погружен в землю не менее чем на 0,5 м, для этого допускается использовать вспомогательный инструмент. Сопротивление заземления заземляющего электрода не должно превышать 50 кОм.

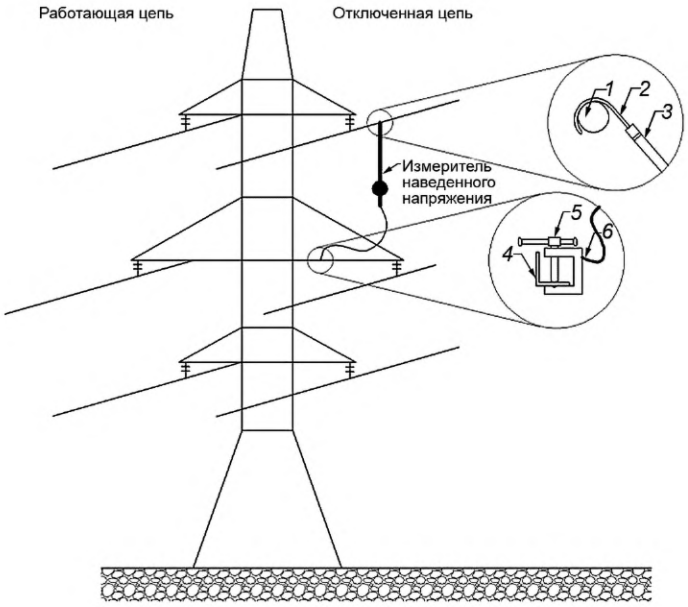
В.2.1.2 Следует включить измеритель напряжения прикосновения и выдержать время установления рабочего режима.

В.2.1.3 Контактный электрод измерителя напряжения прикосновения необходимо прижать к телу опоры, совершить несколько крутящих движений для обеспечения лучшего контакта. При проведении измерений запрещается прикасаться к рабочей и изолирующей части измерителя напряжения прикосновения за ограничительным кольцом. Следует провести измерение ожидаемого напряжения прикосновения.

В.3 Наведенное напряжение на проводах и грозозащитных тросах отключенной ВЛ измеряют с помощью измерителя наведенного напряжения. Измерение наведенного напряжения проводят с подъемом на уровень отключенных проводов ВЛ, как показано на рисунке В.2. Подъем осуществляют с помощью автоподъемника по В.3.1 или по телу опоры, или по приставной лестнице по В.3.2.

В.3.1 Порядок выполнения операций при выполнении измерения значений наведенного напряжения при подъеме на опору с помощью автоподъемника:

В.3.1.1 Перед измерением автоподъемник заземляют специально предназначенным переносным заземляющим проводником на заземлитель опоры, после выверки телескопа и заземления корзины автоподъемника электромонтер поднимается в корзину. Если корзина автоподъемника крепится к стреле через изоляторы, то они должны быть зашунтированы. Затем электромонтеру подается измеритель наведенного напряжения. Измеритель наведенного напряжения заземляют на металлическую предварительно зачищенную от ржавчины и краски часть заземленной корзины автоподъемника (струбцина заземления должна быть прикручена с усилием).



1 — грозозащитный трос или провод отключенной ВЛ; *2* — контактный крюк измерителя наведенного напряжения; *3* — измеритель наведенного напряжения; *4* — заземленный элемент опоры ВЛ; *5* — струбцина заземления; *6* — заземляющий проводник

Рисунок В.2 — Схема измерения значения наведенного напряжения

В.3.1.2 Корзину автоподъемника поднимают на необходимую высоту. Указателем высокого напряжения проверяют отсутствие номинального напряжения на отключенных проводах.

В.3.1.3 Включают измеритель наведенного напряжения. Выдерживают время установления рабочего режима.

В.3.1.4 Проводят измерение наведенного напряжения на каждом проводе и (или) грозозащитном тросе. Для этого крюк измерителя наведенного напряжения навешивают на каждый из отключенных проводов. При проведении измерений не допускается прикасаться к рабочей и изолирующей части измерителя наведенного напряжения за ограничительным кольцом.

В.3.1.5 По завершении измерений крюк измерителя наведенного напряжения снимают с проводов. Корзину автоподъемника спускают на землю. Отсоединяют струбцину заземления измерителя наведенного напряжения от корзины подъемника, отсоединяют автоподъемник от заземлителя, при необходимости извлекают из земли электрод.

В.3.2 Порядок выполнения операций при выполнении измерения наведенного напряжения при подъеме на опору по телу опоры:

В.3.2.1 Электромонтер должен подняться по телу опоры до уровня, позволяющего проводить измерения.

В.3.2.2 С помощью бесконечного каната следует поднять указатель высокого напряжения. Указателем высокого напряжения проверяют отсутствие номинального напряжения на отключенных проводах.

В.3.2.3 С помощью бесконечного каната поднимают измеритель наведенного напряжения.

В.3.2.4 Струбцину заземления измерителя наведенного напряжения присоединяют на заземленный, предварительно зачищенный от ржавчины и краски элемент опоры (струбцина заземления должна быть прикручена с усилием).

В.3.2.5 Включают измеритель наведенного напряжения. Выдерживают время установления рабочего режима.

В.3.2.6 Проводят измерение наведенного напряжения на каждом отключенном проводе. Для этого контактный крюк измерителя наведенного напряжения навешивают на каждый из проводов. Штангу удерживают за рукоятку. При проведении измерений запрещается прикасаться к рабочей и изолирующей части измерителя наведенного напряжения за ограничительным кольцом.

В.3.2.7 По завершении измерений измеритель наведенного напряжения снимают с провода отключенной ВЛ (цепи). Отсоединяют струбцину заземления измерителя наведенного напряжения. Измеритель наведенного напряжения спускают на землю с помощью бесконечного каната.

В.4 Провести измерение значений наведенного напряжения и ожидаемого напряжения прикосновения следует с помощью комплекта аппаратуры для измерения значений наведенного напряжения [12] или других поверенных средств измерения, сведения о которых внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с [13].

В.4.1 Метрологические характеристики средств измерений:

погрешность измерений — не более 5%;

диапазон измерения ожидаемого напряжения прикосновения — от 2 В до 5 кВ;

диапазон измерения наведенного напряжения — от 2 В до 20 кВ.

В.4.2 Измерительные приборы должны быть поверены и включены в Реестр средств измерений.

Приложение Г
(справочное)

Методические указания по определению наведенного напряжения на отключенных ВЛ, находящихся вблизи действующих ВЛ (Основные положения стандарта организации группы «Россети» [5])

Методические указания по определению наведенного напряжения на отключенных ВЛ, находящихся вблизи действующих ВЛ (далее — МУ), предназначены для использования персоналом ПАО «Россети» и ДЗО ПАО «Россети» при определении ВЛ, находящихся под наведенным напряжением, измерения значения наведенного напряжения на ВЛ и составления перечня ВЛ, находящихся под наведенным напряжением.

Г.1 Общие положения

Природа наведенного напряжения (потенциала) объясняется влиянием электромагнитного поля от электроустановок, находящихся под напряжением (далее влияющих электроустановок), на любые проводящие части, находящиеся в этом поле.

Появление наведенного напряжения наблюдается на отключенных ВЛ, которые проходят по всей длине или на отдельных участках вблизи действующих ВЛ или контактной сети электрифицированной железной дороги переменного тока. Наведенное напряжение характерно не только для линий электропередачи, но также и РУ, а в общем случае для любых проводящих частей, находящихся в зоне влияния электромагнитного поля.

Наведенное напряжение представляет опасность поражения электрическим током персонала при проведении ремонтных работ. Особая опасность наведенного напряжения в отличие от рабочего напряжения заключается в том, что его невозможно отключить, на него могут не реагировать указатели напряжения и сигнализаторы (рассчитанные на рабочее напряжение); наличие заземления по концам ВЛ и на рабочем месте не гарантирует безопасности, а величина наведенного напряжения может меняться в широком диапазоне.

Для организации безопасного выполнения работ кроме величины наведенного напряжения необходимо знать о двух составляющих наведенного напряжения, рисках поражения электрическим током наведенного напряжения и методах защиты, связанных с каждой из этих составляющих.

Г.2 Виды наведенного напряжения и факторы, влияющие на величину наведенного напряжения

Г.2.1 Значение наведенного напряжения не является постоянной и равномерной по всей длине ВЛ, а меняется в зависимости от ряда факторов: длины участка совместного следования (зоны влияния), значения рабочего напряжения, рабочего тока, геометрического расположения проводов, погодных условий и др.

Наведенное напряжение складывается из двух составляющих — электрической и магнитной. Составляющие имеют различные причины возникновения, способы измерения и пути снижения их величины.

Г.2.2. Электрическая составляющая обусловлена наличием емкостных связей проводов ВЛ и зависит от величины напряжения на влияющей линии. Электрическая составляющая может достигать нескольких киловольт, но снизить ее до безопасной величины достаточно просто.

Особенности электрической составляющей:

- обратная зависимость величины напряжения от расстояния до влияющей ВЛ;
- прямая зависимость величины напряжения от рабочего напряжения влияющей ВЛ;
- прямая зависимость величины напряжения от сопротивления заземлителя;
- величина напряжения не зависит от тока нагрузки влияющей ВЛ;
- величина напряжения отключенной и не заземленной ВЛ не зависит от протяженности зоны влияния (в общем случае).

Значение величины электрической составляющей наведенного напряжения (почти) равномерно по всей трассе отключенной и незаземленной ВЛ. В то же время опасность электрической составляющей возрастает при увеличении протяженности совместного участка из-за увеличения величины тока, стекающего с провода при прикосновении персонала.

Принято считать, что электрическая составляющая может быть снижена до безопасной величины установкой заземления в любой точке ВЛ. При этом, необходимо учитывать, что сопротивление заземляющего устройства и сопротивление провода ВЛ от рабочего места до заземляющего устройства не позволят полностью исключить электрическую составляющую наведенного напряжения.

Г.2.3 Магнитная составляющая проявляется при заземлении ВЛ и обусловлена влиянием магнитного поля тока влияющей линии на контур провод-земля отключенной и заземленной ВЛ.

Магнитная составляющая достигает меньших значений, чем электрическая на отключенной и незаземленной ВЛ, но магнитная составляющая преобладает над электрической при заземлении отключенной линии. Снизить магнитную составляющую значительно сложнее, а в некоторых случаях невозможно.

Особенности магнитной составляющей:

- обратная зависимость от расстояния до влияющей ВЛ;
- прямая зависимость от рабочего тока влияющей ВЛ;

- прямая зависимость от протяженности совместного участка ВЛ;
- зависит от схемы заземления ВЛ и сопротивления заземлителей;
- не зависит от рабочего напряжения влияющей ВЛ.

Г.2.4 Важной отличительной особенностью магнитной составляющей является то, что при заземлении даже в нескольких местах линии она не становится равной нулю. Единственное, что можно изменить с помощью заземлений — это расположение точки нулевого потенциала.

Г.2.5 Значение наведенного напряжения на ВЛ, являющегося геометрической суммой указанных выше составляющих, в значительной мере зависит от конкретной схемы заземления ВЛ:

- при отсутствии заземления — присутствует электрическая составляющая (почти), равномерная по всей трассе отключенной ВЛ, не зависящая от тока влияющей линии;
- при заземлении в одном РУ — превалирует магнитная составляющая, прямо пропорциональная току влияющей линии с максимальным значением на незаземленном конце ВЛ;
- при заземлении в нескольких (двух и более) РУ — превалирует магнитная составляющая, прямо пропорциональная току влияющей линии, распределение которой по отключенной ВЛ определяется расположением и соотношением сопротивлений заземляющих устройств.

Г.2.6 Как показывает анализ травматизма, каждая из составляющих наведенного напряжения представляет одинаковую опасность для работников, эксплуатирующих электроустановки, поэтому важно обеспечить измерение как магнитной составляющей (с заземлением ВЛ в РУ), так и электрической составляющей (без заземления ВЛ).

Г.3 Общие сведения по измерению наведенного напряжения на ВЛ

Г.3.1 В соответствии с ([5], пункт 38.43), эксплуатирующим организациям необходимо определить линии (участки линий), находящиеся под наведенным напряжением, путем выполнения измерений, с последующим перерасчетом значений на наибольший рабочий ток влияющей ВЛ. Схему и порядок измерений величины наведенного напряжения и ее перерасчета на наибольший рабочий ток влияющей ВЛ определяет эксплуатирующая организация.

Г.3.2 При эксплуатации электроустановок, находящихся под наведенным напряжением, основным фактором опасности является возможность одновременного прикосновения к точкам с разными потенциалами. Разность потенциалов может возникнуть между следующими точками:

- различными проводящими частями, находящимися под наведенным напряжением (отключенные токоведущие части: провода ВЛ, ошиновка РУ и тому подобные или иные проводящие части электроустановки: грозозащитный трос ВЛ, металлические элементы конструкции и тому подобные, находящиеся в зоне влияния);
- поверхностью земли (точка нулевого потенциала) и/или различными заземлителями, заземляющими устройствами;
- машинами, механизмами, подъемными сооружениями, лебедками, тросами и иными проводниками, имеющими электрическую связь с проводящими частями, находящимися под наведенным напряжением, и/или связь с землей (заземляющими устройствами); металлическими и железобетонными опорами ВЛ, заземленными элементами конструкций на деревянных опорах (траверсы, арматура, крюки, заземляющие спуски и т. п.);
- заземленными рабочими площадками, проводами и струбцинами переносных заземлений, другими заземленными частями электроустановок.

Г.3.3 Из всех вариантов одновременного прикосновения к точкам с разными потенциалами максимальную величину напряжения прикосновения создает разность потенциалов между первичными точками прикосновения при отсутствии заземления на рабочем месте, так как при включении в цепь любых вторичных точек разность потенциалов будет ниже.

Г.3.4 Схема измерения значения наведенного напряжения, определенная как разность потенциалов между проводящими частями, находящимися под наведенным напряжением и точкой нулевого потенциала, показана на рисунке Г.1.

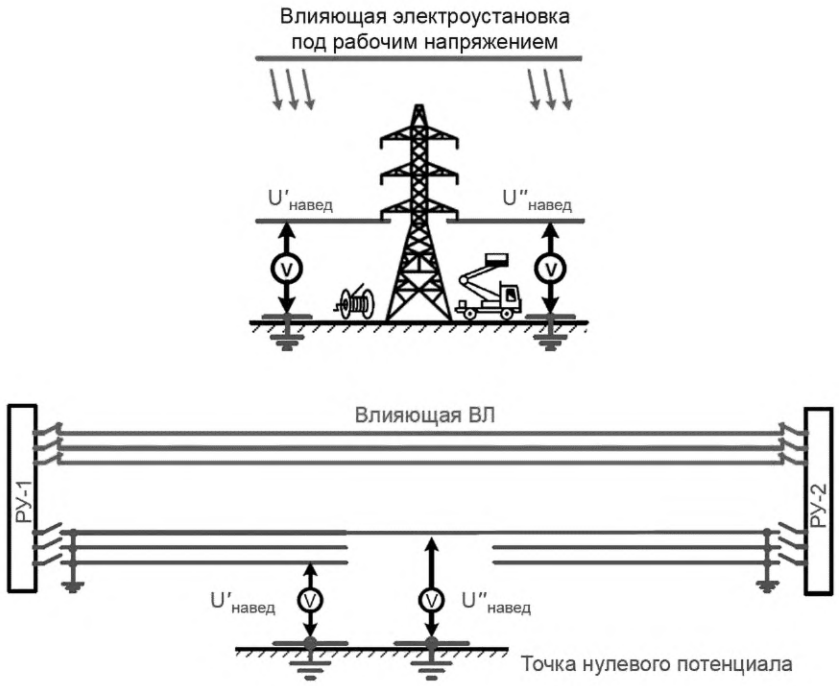


Рисунок Г.1 — Схема измерения наведенного напряжения

Г.3.5 Особенности наведенного напряжения:

- при измерении значения наведенного напряжения с заземлением хотя бы в одной точке (т. е. преимущественно магнитной составляющей) необходим перерасчет значения на наибольший рабочий ток влияющей ВЛ;
- при измерении значения наведенного напряжения без заземления (т. е. электрической составляющей) перерасчета измеренного значения не требуется.

Г.3.6 Для правильного выбора мер безопасности персоналу, обслуживающему электроустановки, необходимо знать максимальное для данной ВЛ и при данной схеме заземления значение наведенного напряжения на отключенных токоведущих частях или иных проводящих частях. Данное значение указывают в перечне ВЛ под наведенным напряжением. Для правильного принятия мер безопасности в каждом конкретном случае для конкретного рабочего места необходимы при разных схемах заземления линии по концам (так как при выполнении работ также могут быть применены различные схемы вывода линии в ремонт).

В соответствии с ([9], пункт 38.43), персонал, обслуживающий ВЛ, должен иметь в наличии перечень линий, находящихся под наведенным напряжением, знать содержание указанного перечня и требования безопасной организации и выполнения работ на них, указанные в [9].

Сведения о наличии наведенного напряжения на ВЛ должны быть указаны в строке «Отдельные указания» наряда-допуска. Значение расчетного наведенного напряжения на ВЛ указывают в перечне ВЛ под наведенным напряжением.

Г.4 Организационные мероприятия по подготовке к измерению наведенного напряжения

Г.4.1 Для проведения измерения наведенного напряжения, в том числе повторных замеров, необходимо определить линии участков.

Г.4.1.1 Измерения следует проводить на ВЛ в местах, где можно ожидать наибольшие значения наведенных напряжений (рисунок Г.2) в зависимости от конкретной схемы заземления ВЛ:

- при отсутствии заземления — в любой точке ВЛ, но предпочтительно осуществлять в РУ на территории подстанции;
- при заземлении в одном РУ — на незаземленном конце ВЛ, в начале или в конце ВЛ на первых опорах, установленных вне РУ;
- при заземлении в нескольких (двух и более) РУ — в точках изменения взаимного расположения ВЛ; в точках разделения двухцепных ВЛ на одноцепные; в местах транспозиций на отключенной или влияющей ВЛ; в местах пересечений, сближения, расхождения ВЛ.

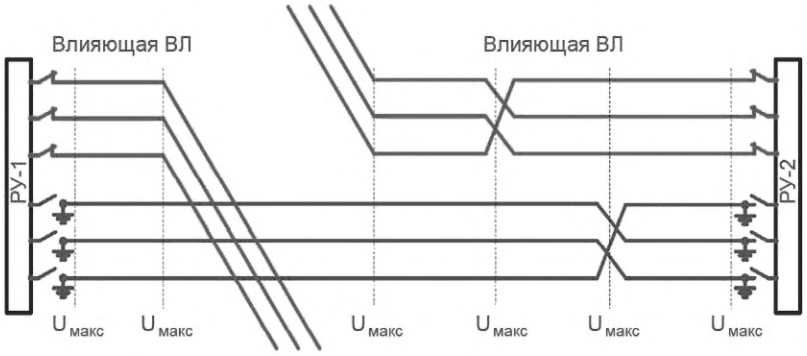


Рисунок Г.2 — Места ожидаемых наибольших значений наведенного напряжения

Г.4.1.2 Повторные замеры должны быть проверены при изменении топологии сети: строительстве или выводе из эксплуатации влияющих ВЛ, изменении конфигурации и трассы ВЛ (на участке совместного следования), реконструкции влияющих ВЛ с изменением пропускной способности и т. п.

Г.4.2 Измерение наведенного напряжения должно быть выполнено по ТК или ППР [7].

Г.4.3 Схема измерения наведенного напряжения

Г.4.3.1 Наведенное напряжение измеряют относительно точки нулевого потенциала (согласно рисунку Г.1), роль которой исполняет электрод, устанавливаемый на расстоянии не менее 20 м от заземляющих устройств и заглубленный в грунт не менее чем на 0,5 м. Установка электрода на расстоянии не менее 20 м необходима для исключения влияния потенциала опоры, соединенной по грозозащитному тросу с заземляющим устройством РУ, которое в свою очередь соединено с заземленным проводом ВЛ. Измерительный электрод может быть размещен в любом направлении относительно ВЛ. Рекомендуется установка электрода перпендикулярно к оси ВЛ для исключения влияния на схему измерения наведенного потенциала в соединительном проводнике.

На ВЛ без грозозащитного троса или с изолированным грозозащитным тросом наведенное напряжение можно измерять относительно заземляющего устройства опоры. При этом перед началом работ по измерению наведенного напряжения необходимо проверить заземляющее устройство опоры ВЛ на соответствие требованиям НТД.

Г.4.3.2 Рекомендуется применять специальные измерители наведенного напряжения. В зависимости от габаритов и конструктивного исполнения ВЛ данные измерения допускается выполнять с подъемом на высоту, либо непосредственно с поверхности земли (рисунок Г.3). Измерительные приборы должны быть поверены и включены в Реестр средств измерений.

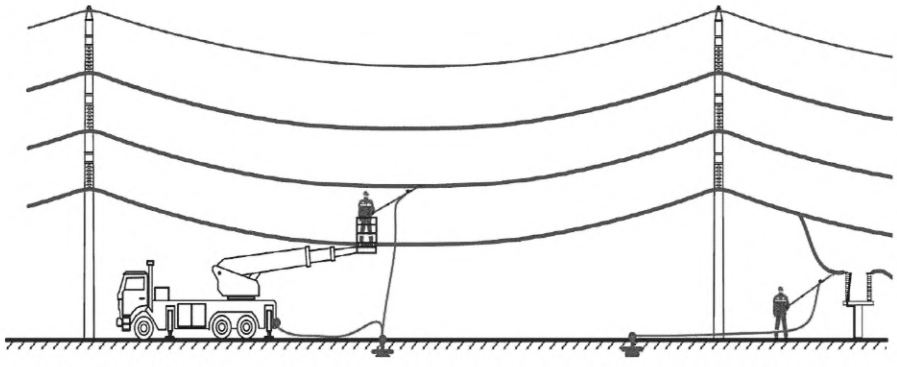


Рисунок Г.3 — Примеры измерения наведенного напряжения с использованием специального измерителя

Г.4.3.3 При измерении наведенного напряжения (в том числе с использованием измерителей наведенного напряжения) необходимо обеспечить соблюдение безопасных расстояний до токоведущих частей, находящихся под наведенным напряжением, а также не допускать касания проводящих частей (заземляющего провода) измерителя.

Если технология работ не предусматривает прикосновения к проводу частями тела или применяемым оборудованием, допускается проводить работы без использования шунтирующих (электропроводящих) комплектов специальной одежды для защиты от наведенного напряжения.

Г.4.3.4 Измерение магнитной составляющей (то есть при заземлении ВЛ) рекомендуется проводить при возможно больших нагрузках, влияющих ВЛ, что повышает точность измерений. Измерение напряжения, наведенного

от контактной сети железной дороги, необходимо выполнять в момент прохождения электропоезда. Измерение наведенного напряжения при незначительных нагрузках (менее 20—25% номинальной) влияющих ВЛ приводит к ошибкам в результатах. В подобных случаях на результат измерений оказывает значительное влияние электрическая составляющая, которую не удалось полностью исключить из-за сопротивлений провода и заземляющих устройств, особенно в середине ВЛ.

При последующем пересчете измеренных значений на максимальный ток влияющих ВЛ ошибочно корректируется и электрическая составляющая измеренного значения, не зависящая от тока влияющих ВЛ, что приводит к завышенным значениям величины наведенного напряжения.

Г.4.3.5 Измерение наведенного напряжения при различных схемах заземления ВЛ выполняют в следующем порядке:

- ВЛ, на которой планируется провести измерения наведенного напряжения, отключают, на рабочем месте устанавливают переносное заземление;
- создают необходимую схему заземления ВЛ в РУ (см. на рисунке Г.4);
- при необходимости собирают схему измерения (при замерах без использования специальных измерителей);
- снимают заземление на рабочем месте (ранее установленное для безопасности в рамках подготовки рабочего места);
- проводят измерение наведенного напряжения на отключенных токоведущих частях (на проводах каждой из фаз ВЛ) или иных проводящих частях электроустановки (грозозащитный трос ВЛ и т. п.);
- после измерения вновь устанавливают переносное заземление на рабочем месте;
- при необходимости разбирают схему измерения (при замерах без использования специальных измерителей).

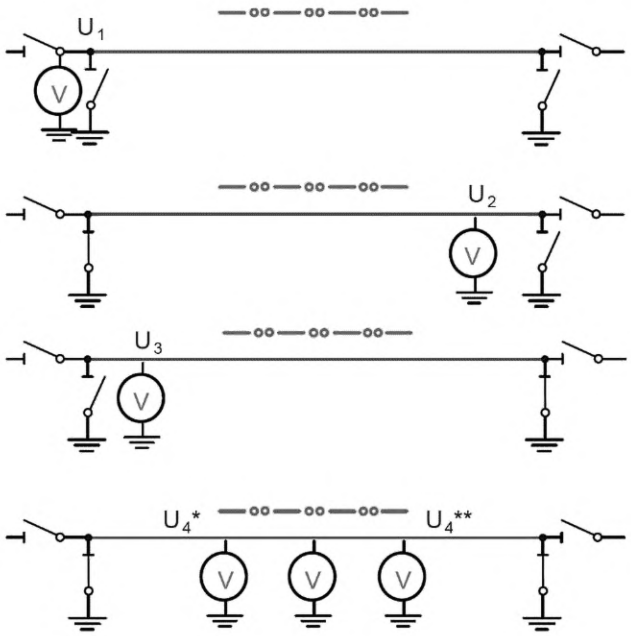


Рисунок Г.4 — Схемы заземления ВЛ для измерения наведенного напряжения

Г.4.3.6 В целях получения информации о значении наведенного напряжения на незаземленной ВЛ (возможный режим при падении ПЗ, обрыве ВЛ с обеих сторон, монтаже нового участка ВЛ и так далее) рекомендуется проводить дополнительно измерение значения электрической составляющей (верхняя схема на рисунке Г.4). Данное измерение рекомендуется проводить в РУ с отключением заземляющих ножей линейных разъединителей (так как электрическая составляющая одинакова по всей длине ВЛ, и в РУ можно обеспечить наиболее безопасное проведение работ). В связи с тем, что значение напряжения может достигать нескольких десятков киловольт, измерение на незаземленной ВЛ рекомендуется проводить с использованием делителей напряжения, понижающих трансформаторов или киловольтметров соответствующего класса напряжения.

Информацию о значении наведенного напряжения на незаземленной ВЛ рекомендуется отражать в перечне ВЛ под наведенным напряжением для информирования персонала об опасности.

Г.5 Итоги работ по измерению наведенного напряжения

Г.5.1 При проведении измерений должны быть зафиксированы: дата, время, место, фаза, схема измерения и нагрузки на каждой из влияющих ВЛ для последующего расчета максимально возможного значения наведенного напряжения.

По окончании работ оформляют ведомость замера наведенного напряжения. Образец ведомости замера приведен в В.6.

Г.5.2 По окончании измерений рассчитывают значение наведенного напряжения при наибольшем рабочем токе влияющей линии $U_{макс}$, В, по формуле

$$U_{макс} = U_{изм} \frac{I_{макс}}{I_{изм}}, \quad (Г.1)$$

где $U_{изм}$ — измеренное напряжение, В;

$I_{изм}$ — ток нагрузки влияющей ВЛ в момент измерения, А;

$I_{макс}$ — наибольший рабочий ток влияющей ВЛ, А.

За наибольший рабочий ток принимают ток, соответствующий максимальному значению пропускной способности ВЛ.

Для тупиковых ВЛ максимальное значение может быть ограничено пропускной способностью трансформаторов или другого оборудования. В тех случаях, когда пропускная способность значительно превышает максимально возможный ток, что приводит к необоснованно завышенным расчетным значениям наведенного напряжения, по решению технического руководителя допускается использовать максимально возможный ток с учетом всех допустимых режимов работы сети в периоды максимума нагрузки.

При прохождении отключенной ВЛ в коридоре нескольких влияющих ВЛ

$$U_{макс} = U_{изм} \frac{I_{общ.\ макс}}{I_{общ.\ изм}}, \quad (Г.2)$$

где $I_{общ.макс}$ — сумма максимально возможных значений токов, протекающих по влияющим ВЛ;

$I_{общ.изм}$ — сумма значений токов, протекающих по влияющим ВЛ в момент измерения:

$$I_{общ.\ макс} = \sum_{i=0}^{n} I_{изм.\ i}. \quad (Г.3)$$

В случае изменения значения наибольшего рабочего тока влияющей ВЛ необходимо провести пересчет наведенного напряжения, используя полученные при измерениях значения.

Пересчета электрической составляющей, измеряемой на незаземленной ВЛ, на максимальный ток влияющей ВЛ не требуется. Существует вероятность значительного роста электрической составляющей относительно измеренного значения при отключении участка линии, который не проходит параллельно влияющей ВЛ. Опасное значение электрической составляющей возможно при монтаже и демонтаже провода, когда смонтированные участки заземляются не в РУ, а по трассе ВЛ.

Г.5.3 Для перерасчета на максимальный ток влияющей ВЛ, а также для предварительной оценки наведенного напряжения на ВЛ и определения точек для проведения последующих замеров допускается использование [14].

Г.5.4 На основе произведенных измерений, с учетом пересчета на максимальный ток, должен быть составлен и утвержден:

а) перечень ВЛ, находящихся под наведенным напряжением (при заземлении в РУ). В перечне указывают наименование отключенной ВЛ, наименование влияющих ВЛ, схему отключения и заземления, при которой проводились измерения и значение наведенного напряжения при данной схеме (Г.7).

б) рекомендуемый составляемый перечень ВЛ, на которых значение наведенного напряжения (электрической составляющей) более 25 В без заземления отключенной линии.

Г.5.5 При проведении ремонтных работ необходимо учитывать, что в перечне ВЛ, находящихся под наведенным напряжением, указывают только те линии, на которых значение наведенного напряжения более 25 В при заземлении в РУ. В случае отключения или некачественной установки заземлений или при обрыве (разрезании) провода возможен значительный рост наведенного напряжения на ВЛ до величин, указанных в рекомендуемом перечне ВЛ, на которых значение наведенного напряжения (электрической составляющей) более 25 В без заземления отключенной линии.

На незаземленных или некачественно заземленных ВЛ также возможно появление электрической составляющей наведенного напряжения более 25 В.

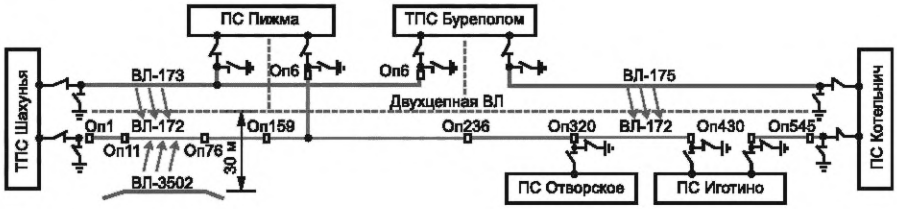
Г.6 Пример — Протокол измерения наведенного напряжения

ПАО "МРСК Центра и Приволжья" филиал "Нижновэнерго"
Производственное отделение "Уренские электрические сети"
Лаборатория Службы изоляции и защиты от перенапряжений
Нижегородская обл., г. Урень, ул. Ленина, д. 268, тел. 2-14-72
Свидетельство № 183 от 13.08.98 Срок действия до 02.02.20
Свидетельство выдано Волжско-Окским управлением РТН

Заказчик/ Организация: ПО "Уренские электрические сети"
Объект/ Подстанция: ВЛ-172
Адрес/ Оборудование: ТПС Шахунь - ПС Пижма - ПС Отворское - ПС Иготино
Дата измерения: 24 мая 2018 г.
Причина измерения: Контроль наведенного напряжения
Климатические условия: t °С – +24 °С, влаж – 45 %, давл – 102 kPa

Протокол № 50-1836
измерения наведенного напряжения.

Схемы взаимного расположения трасс ВЛ:



Результаты измерения:

Схема отключения и заземления ВЛ при измерении	Влияющие ВЛ			Место и время измер.	Результаты измерения, В				$U_{макс.}$ при $I_{макс.}$, В
	Диспетчерское наименование	$I_{изм.}$, А	$I_{макс.}$, А		A	B	C	$U_{изм.}$ макс.	
ВЛ-172 заземлена на ПС Иготино, ПС Отворское, ПС Пижма, ПС Шахунья.	ВЛ-175	92	503	Оп 240 10:30	20,0	19,3	15,7	20,0	104,3
	ВЛ-173	85	503						
	ВЛ-3502	35	100						
	Сумма токов:	212	1106						
ВЛ-172 заземлена на ПС Иготино, ПС Отворское, ПС Пижма, ПС Шахунья.	ВЛ-175	92	503	Оп 153 11:30	16,1	11,8	8,8	16,1	84,0
	ВЛ-173	85	503						
	ВЛ-3502	35	100						
	Сумма токов:	212	1106						
ВЛ-172 заземлена на ПС Иготино, ПС Отворское, ПС Пижма, ПС Шахунья.	ВЛ-175	92	503	Оп 78 12:30	5,5	5,1	4,4	5,5	28,7
	ВЛ-173	85	503						
	ВЛ-3502	35	100						
	Сумма токов:	212	1106						
ВЛ-172 заземлена на ПС Иготино, ПС Отворское, ПС Пижма, ПС Шахунья.	ВЛ-175	92	503	Оп 3 14:30	0,9	0,4	0,7	0,93	4,9
	ВЛ-173	85	503						
	ВЛ-3502	35	100						
	Сумма токов:	212	1106						

Испытательное оборудование и приборы:

№	Наименование измерительного прибора	Марка прибора	Заводской номер	Диапазон измерения	Класс точности	Дата проверки	Дата след. проверки	Свидет. о проверке	Орган проверки	Заключение
1	Измеритель наведенного напряжения	ИНН-15	74200600	многопред.	—	11.07.2017	1.07.2018	17001437217	НЦСМ	В норме

Примечания

1 В качестве максимального тока принята пропускная способность ВЛ.
2 Нормативные документы: [9].
3 Протокол распространяется только на элементы электроустановки, подвергнутые испытаниям, измерениям.
4 Не допускается перепечатка и создание копий протокола без разрешения правообладателя.

Заключение: *Значение наведенного напряжения при наибольшем рабочем токе влияющих ВЛ составляет 104,3 В.*
ВЛ-172 относится к ВЛ под наведенным напряжением.

Измерение выполнил: Начальник СИиЗОП_____

Начальник СИиЗОП_____

Г.7 Пример оформления перечня линий, находящихся под наведенным напряжением

№ п/п	Структурное подразделение	ВЛ под наведенным напряжением			Влияющие ВЛ		Описание схемы заземления	Значение наведенного напряжения, В	Примечание
		Класс напряжения, кВ	Диспетчерское наименование	Участок (пролеты опор), проходящий вблизи влияющей ВЛ	Класс напряжения, кВ	Диспетчерское наименование			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	СЛЭП	110	Южная — Северная	1—4	110	Южная — Восточная	ВЛ отключена на ПС Южная и на ПС Северная и заземлена в РУ ПС Южная и ПС Северная	43	
2	СЛЭП	110	Южная — Западная	1—4	110	Южная — Восточная	ВЛ отключена на ПС Южная, на ПС Западная и на ПС Центральная и заземлена в РУ ПС Южная, ПС Западная, разземлена в РУ ПС Центральная (заземлена 1 Секц. Ш 110 кВ)	83	

Приложение Д
(справочное)

Средства защиты от поражения электрическим током, используемые в электроустановках

Д.1 Изолирующие средства и устройства

Д.1.1 Штанги изолирующие. Технические требования

Конструкция дугогасящей штанги для снятия потенциала с проводов ВЛ, находящихся под наведенным напряжением, должна предусматривать дугогаситель, подключаемый в момент наложения штанги и отключаемый после снятия потенциала. Размеры штанги не нормируют и определяют при заказе, исходя из местных условий. Дугогаситель должен быть рассчитан на максимально возможное для данных условий наведенное напряжение. При заказе таких штанг необходимо указывать, на какой максимальный уровень наведенного напряжения они должны быть рассчитаны.

Д.2 Указатели (индикаторы) напряжения до и выше 1000 В. Технические требования

Напряжение индикации указателя напряжения, при котором обеспечивается отчетливый световой (или светозвуковой) сигнал, должно составлять не более 25 % номинального напряжения электроустановки. Для указателей без встроенного источника питания с импульсным сигналом напряжением индикации является напряжение, при котором частота прерывания сигналов составляет не менее 0,7 Гц.

Для указателей со встроенным источником питания с импульсным сигналом напряжением индикации является напряжение, при котором частота прерывания сигналов составляет не менее 1 Гц.

Время появления первого сигнала после прикосновения к токоведущей части, находящейся под напряжением, равным 90 % номинального фазного, не должно превышать 1,5 с.

Указатель напряжения не должен срабатывать от влияния соседних цепей того же напряжения, что и проверяемая установка, отстоящих от указателя напряжения на расстоянии, указанном в таблице Д.1.

Таблица Д.1

Класс напряжения указателей, кВ	Расстояние, мм
от 1 до 6	150
от 6 до 10	220
от 10 до 35	500
110	1500
150	1800
220	250

Д.3 Средства индивидуальной защиты от поражения электрическим током. Перчатки диэлектрические

Д.3.1 Назначение перчаток

Перчатки диэлектрические предназначены для защиты от поражения электрическим током: напряжения прикосновения (в электроустановках до 1000 В), токов утечки при использовании других средств защиты (в электроустановках выше 1000 В).

Перчатки диэлектрические выпускают двух видов: перчатки диэлектрические со швом [15] и перчатки диэлектрические бесшовные, латексные, в соответствии с ГОСТ 12.4.183.

Д.3.2 Технические требования

В электроустановках разрешается использовать только перчатки с маркировкой по защитным свойствам Эв (от электрического тока напряжением выше 1000 В) и Эн (от электрического тока напряжением до 1000 В) в соответствии с группой средств защиты рук по ГОСТ 12.4.103.

Д.3.3 Методы испытаний (контроля)

Нормы и периодичность электрических испытаний перчаток приведены в таблице Д.2.

Таблица Д.2 — Нормы и периодичность электрических испытаний перчаток

Наименование электрозащитного средства	Напряжение электроустановок, кВ	Испытательное напряжение, кВ	Продолжительность испытания, мин	Ток, протекающий через изделие, мА, не более	Периодичность испытаний
Перчатки диэлектрические	Все напряжения	9	1	9	1 раз в 6 мес

Д.4 Обувь специальная диэлектрическая

Д.4.1 Назначение

Обувь специальная диэлектрическая (галоши, боты, в том числе боты в тропическом исполнении) предназначена для изоляции от токопроводящих поверхностей (пола, земли) при работе в закрытых, а при отсутствии осадков — в открытых электроустановках. Кроме того, диэлектрическая обувь защищает работающих от напряжения шага.

В электроустановках применяются диэлектрические боты и галоши, изготовленные в соответствии с требованиями ГОСТ 13385.

Галоши применяют в электроустановках напряжением до 1000 В, боты — при всех напряжениях.

Д.4.2 Указания по эксплуатации

Перед применением галоши и боты должны быть осмотрены с целью обнаружения возможных дефектов (отслоения облицовочных деталей или подкладки, наличие посторонних жестких включений и т. п.).

Д.4.3 Шунтирующие (электропроводящие) комплекты специальной одежды. Указания по применению

Работы на ВЛ под наведенным напряжением, включая работы на изолированном грозозащитном тросе, должны быть выполнены при обязательном электрическом соединении комплекта и провода (троса) с помощью одного из электропроводящих контактных выводов.

Работы, выполняемые на потенциале земли, на стойках и траверсах опор ВЛ, должны быть выполнены при обязательном заземлении комплекта с помощью одного из электропроводящих контактных выводов.

Д.5 Токопроводящие средства защиты. Заземления переносные защитные

Д.5.1 Технические требования

Сечения проводов заземлений должны удовлетворять требованиям термической стойкости при протекании токов трехфазного короткого замыкания, а в электрических сетях с глухо заземленной нейтралью — также при протекании токов однофазного короткого замыкания. Провода заземлений должны иметь сечение не менее 16 мм^2 в электроустановках до 1000 В и не менее 25 мм^2 в электроустановках выше 1000 В.

Для выбора сечений проводов заземлений по условию термической стойкости рекомендуется пользоваться следующей упрощенной формулой

$$S_{мин} = \frac{I_{уст}\sqrt{t_в}}{C}, \qquad (Д.1)$$

где $S_{мин}$ — минимально допустимое сечение провода, мм^2;

$I_{уст}$ — наибольшее значение установившегося тока короткого замыкания, А;

$t_в$ — время наибольшей выдержки основной релейной защиты, с;

C — коэффициент, зависящий от материала проводов (для меди C = 250, для алюминия C = 152).

В таблице Д.3 приведены допустимые по условиям термической стойкости токи короткого замыкания в зависимости от сечения проводов и времени выдержки релейной защиты 0,5; 1,0; и 3,0 с, рассчитанные по формуле (Д.1) для медных и алюминиевых проводов.

При больших токах короткого замыкания допускается установка нескольких заземлений параллельно.

Таблица Д.3 — Максимально допустимые токи короткого замыкания для переносного заземления с медным проводом

Сечение медного провода, мм^2	Максимально допустимый ток короткого замыкания, кА, при времени выдержки релейной защиты, с		
	0,5	1,0	3,0
16	5,6	4,0	2,3
25	8,8	6,3	3,6

Окончание таблицы Д.3

Сечение медного провода, мм^2	Максимально допустимый ток короткого замыкания, кА, при времени выдержки релейной защиты, с		
	0,5	1,0	3,0
35	12,4	8,8	5,1
50	17,7	12,5	7,2
70	24,7	17,5	10,1
95	33,6	23,8	13,7

Д.5.2 Указания по эксплуатации

При производстве работ на ВЛ, находящихся под наведенным напряжением, следует применять переносные заземляющие проводники, имеющие в своей конструкции фазные (линейные) зажимы, обеспечивающие надежную их фиксацию на проводе и исключающие случайное падение.

Д.6 Устройства уравнивания потенциалов

Д.6.1 Назначение

Устройство уравнивания потенциалов предназначено для уравнивания потенциалов токоведущих частей (провода, троса и т. п.) и рабочей площадки (в том числе площадок подъемников, вышек) или комплекта индивидуального, экранирующего при работах под напряжением (наведенным или рабочим) перед приближением к токоведущим частям.

Д.6.2 Технические требования

Устройство уравнивания потенциалов состоит из изолирующей штанги с изолирующей рукояткой, пружинного захвата (клемм) для присоединения к токоведущим частям и гибкого медного проводника сечением не менее 10 мм^2.

Библиография

[1] Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»

[2] Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»

[3] Федеральный закон от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации»

[4] СТО 34.01-30.1-001-2016 Порядок применения электрозащитных средств в электросетевом комплексе ПАО «Россети». Требования к эксплуатационным испытаниям

[5] СТО 34.01-30.1-004-2021 Методические указания по определению наведенного напряжения на отключенных воздушных линиях, находящихся вблизи действующих ВЛ

[6] СТО 56947007-29.130.15.105-2011 Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств электроустановок

[7] СТО 56947007-29.240.55.168-2014 Методические указания по разработке технологических карт и проектов производства работ по техническому обслуживанию и ремонту ВЛ

[8] СТО 56947007-29.240.01.221-2016 Руководство по защите электрических сетей напряжением 110-750 кВ от грозовых и внутренних перенапряжений

[9] Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (утверждены Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н, зарегистрированы в Министерстве Юстиции России 30 декабря 2020 г. № 61957)

[10] Правила устройства электроустановок. 7-е издание

[11] СТО 56947007-29.240.55.199-2015 Стальные многогранные опоры ВЛ 35 — 500 кВ. Технические требования

[12] МП 4226-002-69866598-2016 Комплект аппаратуры для измерения значений наведенного напряжения. Методика поверки

[13] Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»

[14] Программно-технический комплекс для расчета значений наведенного напряжения. Техническое и программное средство АСУ. ПАО «Россети»

[15] ТУ 38305-05-257-1989 Перчатки резиновые диэлектрические

УДК 621.316.99:006.354 ОКС 29.120

Ключевые слова: воздушная линия электропередачи, защитное заземление, заземлитель, переносной заземляющий проводник

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *С.В. Смирнова*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 26.09.2022. Подписано в печать 11.10.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 2,98.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru