

Постановление Правительства Республики Казахстан
Об утверждении Правил устройства электроустановок

В соответствии с подпунктом 16) статьи 4 Закона Республики Казахстан от 9 июля 2004 года «Об электроэнергетике» Правительство Республики Казахстан ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Утвердить прилагаемые Правила устройства электроустановок.
2. Настоящее постановление вводится в действие по истечении десяти календарных дней со дня первого официального опубликования.

Премьер-Министр Республики Казахстан С. АХМЕТОВ

Утверждены постановлением Правительства Республики Казахстан от 24 октября 2012 года № 1355

Правила устройства электроустановок

1. Общие положения

1. Настоящие Правила разработаны в соответствии с подпунктом 16) статьи 4 Закона Республики Казахстан «Об электроэнергетике» и применяются при проектировании, реконструкции и эксплуатации действующих электроустановок.

2. В настоящих Правилах применяются следующие понятия и термины:

1) электроустановки - совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии.

Электроустановки по условиям электробезопасности разделяются Правилами на электроустановки до 1 кВ и электроустановки выше 1 кВ (по действующему значению напряжения);

2) открытые или наружные электроустановки - электроустановки, не защищенные зданием от атмосферных воздействий.

Электроустановки, защищенные только навесами, сетчатыми ограждениями и т. п., рассматриваются как наружные;

3) закрытые или внутренние электроустановки - электроустановки, размещенные внутри здания, защищающего их от атмосферных воздействий;

4) электропомещения - помещения или отгороженные части помещения, доступные только для квалифицированного обслуживающего персонала, в которых расположены электроустановки;

5) сухие помещения - помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60%. При отсутствии в таких помещениях условий, приведенных в подпунктах 9) - 11) пункта 1, они называются нормальными.

6) влажные помещения - помещения, в которых пары или конденсирующая влага выделяется лишь кратковременно в небольших количествах, а относительная влажность воздуха более 60%, но не превышает 75%;

7) сырые помещения - помещения, в которых относительная влажность воздуха длительно превышает 75%;

8) особо сырые помещения - помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100% (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой);

9) жаркие помещения - помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура превышает постоянно или периодически (более 1 сут.) + 35 °С (помещения с сушилками, сушильными и обжигательными печами, котельные и т. п.);

10) пыльные помещения - помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т. п.

Пыльные помещения разделяются на помещения с токопроводящей пылью и помещения с нетокопроводящей пылью;

11) помещения с химически активной или органической средой - помещения, в которых постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования;

12) маслonaполненные аппараты - аппараты, у которых отдельные элементы и все нормально искрящие части или части, между которыми образуется дуга, погружены в масло так, что исключается возможность соприкосновения между этими частями и окружающим воздухом;

13) номинальные значения параметра (номинальный параметр) - указанное изготовителем электротехнического устройства значение параметра, являющееся исходным для отсчета отклонений от этого значения при эксплуатации и испытаниях устройства;

14) квалифицированный обслуживающий персонал - специально подготовленные лица, прошедшие проверку знаний в объеме, обязательном для данной работы (должности), и имеющие квалификационную группу по технике безопасности, предусмотренную Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок;

15) энергетическая система (энергосистема) - совокупность электростанций, электрических и тепловых сетей, соединенных между собой и связанных общностью режима в непрерывном процессе производства, преобразования и распределения электрической энергии и теплоты при общем управлении этим режимом;

16) электрическая часть энергосистемы - совокупность электроустановок электрических станций и электрических сетей энергосистемы;

17) электроэнергетическая система - электрическая часть энергосистемы и питающиеся от нее приемники электрической энергии, объединенные общностью процесса производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии;

18) электроснабжение - обеспечение потребителей электрической энергией;

- 19) система электроснабжения - совокупность электроустановок, предназначенных для обеспечения потребителей электрической энергией;
- 20) централизованное электроснабжение - электроснабжение потребителей от энергосистемы;
- 21) электрическая сеть - совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии, состоящая из подстанций, распределительных устройств, токопроводов, воздушных и кабельных линий электропередачи, работающих на определенной территории;
- 22) приемник электрической энергии (электроприемник) - аппарат, агрегат, механизм, предназначенные для преобразования электрической энергии в другой вид энергии;
- 23) потребитель электрической энергии - электроприемник или группа электроприемников, объединенных технологическим процессом и размещающихся на определенной территории, а также юридическое или физическое лицо, в собственности которого находятся эти электроприемники;
- 24) независимый источник питания электроприемника или группы электроприемников - источник питания, на котором сохраняется напряжение в пределах, регламентированных настоящими Правилами для послеаварийного режима, при исчезновении его на другом или других источниках питания этих электроприемников.
- К числу независимых источников питания относятся две секции или системы шин одной или двух электростанций и подстанций при одновременном соблюдении следующих двух условий:
- каждая из секций или систем шин в свою очередь имеет питание от независимого источника питания;
- секции (системы) шин не связаны между собой или имеют связь, автоматически отключающуюся при нарушении нормальной работы одной из секций (систем) шин;
- 25) коммерческий учет электроэнергии - определение значений электроэнергии с целью проведения коммерческих расчетов между субъектами рынка;
- 26) контроль мощности - текущий (в режиме реального времени) контроль за выполнением графика выработки и потребления электрической мощности;
- 27) счетчик коммерческого учета - техническое устройство, разрешенное к применению в установленном законодательством порядке, предназначенное для коммерческого учета электрической энергии;
- 28) коммерческий измерительный комплекс учета электроэнергии (далее - ИКУЭ) - совокупность средств измерительной техники (масштабных измерительных преобразователей - трансформаторов тока (далее - ТТ) и напряжения (далее - ТН), автоматизированного средства измерений - счетчика электроэнергии), соединенных между собой линиями связи (вторичными цепями) в соответствии с технической и нормативной документацией и образующих непрерывный путь прохождения измерительного сигнала для измерения значения электроэнергии и других электрических величин в точке учета;
- 29) автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии (далее - АСКУЭ) - комплекс технических средств, в котором ИКУЭ, установленные на энергообъектах, объединены соответствующим оборудованием сбора, передачи и обработки результатов измерения для автоматизированного определения значения электроэнергии, перемещаемой через точки учета.

Коммерческие счетчики должны выполнять функции накопления, хранения, кодирования информации и с заданным интервалом времени автоматически передавать в устройства сбора и хранения данные коммерческого учета и информацию об учтенной электроэнергии, зафиксированную на каждый заданный момент замера мощности;

30) технический (контрольный) учет электроэнергии - учет для контроля расхода электроэнергии внутри электростанций, подстанций, предприятий и т. п.;

31) электрическая сеть с эффективно заземленной нейтралью - трехфазная электрическая сеть напряжением выше 1 кВ, в которой коэффициент замыкания на землю не превышает 1,4.

Коэффициент замыкания на землю в трехфазной электрической сети определяется отношением разности потенциалов между неповрежденной фазой и землей в точке замыкания на землю другой или двух других фаз к разности потенциалов между фазой и землей в этой точке до замыкания;

32) глухозаземленная нейтраль - нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление;

33) изолированная нейтраль - нейтраль трансформатора или генератора, неприсоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через приборы сигнализации, измерения, защиты и подобные им устройства, имеющие большое сопротивление;

34) заземление - преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством;

35) защитное заземление - заземление, выполняемое с целью обеспечения электробезопасности;

36) рабочее заземление - заземление какой-либо точки токоведущих частей электроустановки, необходимое для обеспечения работы электроустановки;

37) зануление в электроустановках напряжением до 1 кВ - преднамеренное соединение частей электроустановки, нормально не находящихся под напряжением, с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с заземленной точкой источника в сетях постоянного тока, выполняемое в целях электробезопасности;

38) замыкание на землю - случайное соединение находящихся под напряжением токоведущих частей электроустановки с землей. Замыканием на корпус называется случайное соединение находящихся под напряжением частей электроустановки с их конструктивными частями, нормально не находящимися под напряжением;

39) заземляющее устройство - совокупность заземлителя и заземляющих проводников;

40) заземлитель - проводник или совокупность металлических соединенных между собой проводников, находящихся в соприкосновении с землей;

41) искусственный заземлитель - заземлитель, специально выполняемый для целей заземления;

42) естественный заземлитель - находящиеся в соприкосновении с землей электропроводящие части коммуникаций, зданий и сооружений производственного или иного назначения, используемые для целей заземления;

- 43) главная заземляющая шина - шина, являющаяся частью заземляющего устройства электроустановки напряжением до 1 кВ и предназначенная для присоединения нескольких проводников с целью заземления и уравнивания потенциалов;
- 44) открытая проводящая часть - электропроводящая часть электроустановки, доступная прикосновению человека, нормально не находящаяся под напряжением, но которая может оказаться под напряжением при нарушении изоляции;
- 45) сторонняя проводящая часть - электропроводящая часть, которая не является частью электроустановки;
- 46) токоведущая часть - электропроводящая часть электроустановки, находящаяся в процессе работы под рабочим напряжением;
- 47) заземляющий проводник - проводник, соединяющий заземляемые части с заземлителем;
- 48) защитный проводник - проводник, предназначенный для целей электробезопасности;
- 49) защитный заземляющий проводник - защитный проводник, предназначенный для защитного заземления;
- 50) защитный проводник уравнивания потенциалов - защитный проводник, предназначенный для защитного уравнивания потенциалов;
- 51) нулевой защитный проводник - защитный проводник в электроустановках напряжением до 1 кВ, предназначенный для присоединения открытых проводящих частей к глухозаземленной нейтрали источника питания;
- 52) нулевой рабочий проводник - проводник, используемый для питания электроприемников напряжением до 1 кВ, соединенный с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с глухозаземленной точкой источника в сетях постоянного тока;
- 53) совмещенный нулевым рабочим и нулевым защитным проводник - проводник, сочетающий функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводника;
- 54) зона растекания - область земли между заземлителем и зоной нулевого потенциала;
- 55) зона нулевого потенциала - область земли, находящаяся вне зоны влияния какого-либо заземлителя, электрический потенциал которой принимается равным нулю;
- 56) напряжение на заземляющем устройстве - напряжение, возникающее при стекании тока с заземлителя в землю между точкой ввода тока в заземляющее устройство и зоной нулевого потенциала;
- 57) напряжение прикосновения - напряжение между двумя электропроводящими частями или между проводящей частью и землей при одновременном прикосновении к ним человека;
- 58) напряжение шага - напряжение между двумя точками на поверхности земли на расстоянии 1 м одна от другой, которое принимается равным длине шага человека;

59) защита от прямого прикосновения - защита для предотвращения прикосновения к токоведущим частям, находящимся под напряжением;

60) защита при косвенном прикосновении - защита от поражения электрическим током при прикосновении к открытым проводящим частям, оказавшимся под напряжением при повреждении изоляции;

61) сопротивление заземляющего устройства - отношение напряжения на заземляющем устройстве к току, стекающему с заземлителя в землю;

62) эквивалентное удельное сопротивление земли с неоднородной структурой - удельное сопротивление земли с однородной структурой, в которой сопротивление заземляющего устройства имеет то же значение, что и в земле с неоднородной структурой.

Термин «удельное сопротивление», применяемый в настоящих Правилах, для земли с неоднородной структурой следует понимать как «эквивалентное удельное сопротивление»;

63) защитное автоматическое отключение - автоматическое размыкание цепи одного или нескольких фазных проводников и при необходимости нулевого рабочего проводника в целях электробезопасности.

Термин «автоматическое отключение питания», используемый в Правилах, следует понимать как «защитное автоматическое отключение питания»;

64) уравнивание потенциалов - электрическое соединение проводящих частей для достижения равенства их потенциалов;

65) защитное уравнивание потенциалов - уравнивание потенциалов, выполняемое в целях электробезопасности.

Термин «уравнивание потенциалов», используемый в Правилах, следует понимать как «защитное уравнивание потенциалов»;

66) выравнивание потенциалов - снижение разности потенциалов (напряжения шага) на поверхности земли или пола при помощи защитных проводников, проложенных в земле, в полу или на их поверхности и присоединенных к заземляющему устройству, или путем применения специальных покрытий земли;

67) основная изоляция - изоляция токоведущих частей, обеспечивающая, помимо основного назначения, защиту от прямого прикосновения;

68) дополнительная изоляция - независимая изоляция в электроустановках напряжением до 1 кВ, выполняемая дополнительно к основной изоляции для защиты при косвенном прикосновении;

69) двойная изоляция - совокупность основной и дополнительной изоляций;

70) усиленная изоляция - изоляция в электроустановках напряжением до 1 кВ, обеспечивающая степень защиты от поражения электрическим током, равноценную защите, обеспеченной двойной изоляцией;

71) малое напряжение - напряжение не более 42 В переменного тока и 110 В - постоянного;

- 72) разделительный трансформатор - трансформатор, первичная обмотка которого отделена от вторичных обмоток при помощи защитного электрического разделения цепей;
- 73) безопасный разделительный трансформатор - разделительный трансформатор, предназначенный для питания цепей малым напряжением;
- 74) защитный экран - проводящий экран, предназначенный для отделения электрической цепи или проводников от токоведущих частей других цепей;
- 75) защитное электрическое разделение цепей - отделение одной электрической цепи от других цепей в электроустановках напряжением до 1 кВ с помощью:
- двойной изоляции;
 - основной изоляции и защитного экрана;
 - усиленной изоляции;
- 76) непроводящие (изолирующие) помещения (зоны) - помещения, зоны, площадки, в которых (на которых) защита при косвенном прикосновении обеспечивается высоким сопротивлением пола и стен, и в которых отсутствуют заземленные электропроводящие части;
- 77) испытательное напряжение промышленной частоты - действующее значение напряжения частотой 50 Гц, практически синусоидальной формы, которое должна выдерживать внутренняя и внешняя изоляция электрооборудования при определенных условиях испытания в течение заданного времени;
- 78) электрооборудование с нормальной изоляцией - электрооборудование, предназначенное для применения в электроустановках, подверженных действию атмосферных перенапряжений при обычных мерах по грозозащите;
- 79) электрооборудование с облегченной изоляцией - электрооборудование, предназначенное для применения лишь в электроустановках, не подверженных действию атмосферных перенапряжений или оборудованных специальными устройствами грозозащиты, ограничивающими амплитудное значение атмосферных перенапряжений до значения, не превышающего амплитудного значения испытательного напряжения промышленной частоты;
- 80) аппараты - выключатели всех классов напряжения, разъединители, отделители, короткозамыкатели, предохранители, разрядники, токоограничивающие реакторы, конденсаторы, комплектные экранированные токопроводы;
- 81) ненормированная измеряемая величина - величина, абсолютное значение которой не регламентировано нормативными указаниями. Оценка состояния оборудования в этом случае производится путем сопоставления с данными аналогичных измерений на однотипном оборудовании, имеющем заведомо хорошие характеристики, или с результатами остальных испытаний;
- 82) класс напряжения электрооборудования - номинальное напряжение электрической системы, для работы в которой предназначено данное электрооборудование;
- 83) эффективная длина пути утечки - часть длины пути утечки, определяющая электрическую прочность изолятора или изоляционной конструкции в условиях загрязнения и увлажнения;

- 84) удельная эффективная длина пути утечки ($l_{\text{эф}}$) - отношение эффективной длины пути утечки к наибольшему рабочему межфазному напряжению сети, в которой работает электроустановка;
- 85) коэффициент использования длины пути утечки (k) - поправочный коэффициент, учитывающий эффективность использования длины пути утечки изолятора или изоляционной конструкции;
- 86) степень загрязнения (далее - СЗ) - показатель, учитывающий влияние загрязненности атмосферы на снижение электрической прочности изоляции электроустановок;
- 87) карта степеней загрязнения (далее - КСЗ) - географическая карта, районирующая территорию по СЗ;
- 88) распределительное устройство (далее - РУ) - электроустановка, служащая для приема и распределения электроэнергии и содержащая коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и др.), а также устройства защиты, автоматики и измерительные приборы;
- 89) открытое распределительное устройство (далее - ОРУ) - РУ, все или основное оборудование которого расположено на открытом воздухе;
- 90) закрытое распределительное устройство (далее - ЗРУ) - РУ, оборудование которого расположено в здании.

Комбинированным выключателем называется выключатель, который в разомкнутом положении удовлетворяет требованиям, предъявляемым к разъединителям в части прочности изоляции, и в котором конструктивно предусмотрены стационарный заземлитель (заземлители), механические и электрические блокировки приводов выключателя и заземлителя (заземлителей), исключающие самопроизвольное или несанкционированное включение выключателя и отключение заземлителя (заземлителей);

- 91) комплектное распределительное устройство - РУ, состоящее из полностью или частично закрытых шкафов или блоков со встроенными в них аппаратами, устройствами защиты и автоматики, поставляемое в собранном или полностью подготовленном для сборки виде.

Комплектное распределительное устройство, предназначенное для внутренней установки, сокращенно обозначается КРУ. Комплектное распределительное устройство, предназначенное для наружной установки, сокращенно обозначается КРУН;

- 92) подстанция - электроустановка, служащая для преобразования и распределения электроэнергии и состоящая из трансформаторов или других преобразователей энергии, распределительных устройств, устройств управления и вспомогательных сооружений.

В зависимости от преобладания той или иной функции подстанций они называются трансформаторными или преобразовательными;

- 93) пристроенная подстанция (пристроенное РУ) - подстанция (РУ), непосредственно примыкающая (примыкающее) к основному зданию;

- 94) встроенная подстанция (встроенное РУ) - закрытая подстанция (закрытое РУ), вписанная (вписанное) в контур основного здания;

- 95) внутрицеховая подстанция - подстанция, расположенная внутри производственного здания (открыто или в отдельном закрытом помещении);

96) комплектная трансформаторная (преобразовательная) подстанция - подстанция, состоящая из трансформаторов (преобразователей) и блоков (КРУ или КРУН и других элементов), поставляемых в собранном или полностью подготовленном для сборки виде. Комплектные трансформаторные (преобразовательные) подстанции (КТП, КПП) или части их, устанавливаемые в закрытом помещении, относятся к внутренним установкам, устанавливаемые на открытом воздухе - к наружным установкам;

97) столбовая (мачтовая) трансформаторная подстанция - открытая трансформаторная подстанция, все оборудование которой установлено на конструкциях или на опорах ВЛ на высоте, не требующей ограждения подстанции;

98) распределительный пункт (далее - РП) - РУ, предназначенное для приема и распределения электроэнергии на одном напряжении без преобразования и трансформации, не входящее в состав подстанции;

99) камера - помещение, предназначенное для установки аппаратов и шин;

100) закрытая камера - камера, закрытая со всех сторон и имеющая сплошные (не сетчатые) двери;

101) огражденная камера - камера, которая имеет проемы, защищенные полностью или частично несплошными ограждениями.

Под смешанными ограждениями понимаются ограждения из сеток и сплошных листов;

102) взрывная камера - закрытая камера, предназначенная для локализации возможных аварийных последствий при повреждении установленных в ней аппаратов и имеющая выход наружу или во взрывной коридор;

103) коридор обслуживания - коридор вдоль камер или шкафов КРУ, предназначенный для обслуживания аппаратов и шин;

104) взрывной коридор - коридор, в который выходят двери взрывных камер;

105) преобразовательный агрегат - комплект оборудования, состоящий из одного или нескольких полупроводниковых преобразователей, трансформатора, а также приборов и аппаратуры, необходимых для пуска и работы агрегата;

106) полупроводниковый преобразователь - комплект полупроводниковых вентилялей (неуправляемых или управляемых), смонтированных на рамах или в шкафах, с системой воздушного или водяного охлаждения, а также приборов и аппаратуры, необходимых для пуска и работы преобразователя;

107) питающая осветительная сеть - сеть от распределительного устройства подстанции или ответвления от воздушных линий электропередачи до ВУ, ВРУ, ГРЩ;

108) распределительная сеть - сеть от ВУ, ВРУ, ГРЩ до распределительных пунктов, щитков и пунктов питания наружного освещения;

109) групповая сеть - сеть от щитков до светильников, штепсельных розеток и других электроприемников;

- 110) пункт питания наружного освещения - электрическое распределительное устройство для присоединения групповой сети наружного освещения к источнику питания;
- 111) фаза ночного режима - фаза питающей или распределительной сети наружного освещения, не отключаемая в ночные часы;
- 112) каскадная система управления наружным освещением - система, осуществляющая последовательное включение (отключение) участков групповой сети наружного освещения;
- 113) провода зарядки светильника - провода, прокладываемые внутри светильника от установленных в нем контактных зажимов или штепсельных разъемов для присоединения к сети (для светильника, не имеющего внутри контактных зажимов или штепсельного разъема - провода или кабеля от места присоединения светильника к сети) до установленных в светильнике аппаратов и ламповых патронов;
- 114) кабельная линия - линия для передачи электроэнергии или отдельных ее импульсов, состоящая из одного или нескольких параллельных кабелей с соединительными, стопорными и концевыми муфтами (заделками) и крепежными деталями, а для маслонаполненных линий, кроме того, с подпитывающими аппаратами и системой сигнализации давления масла;
- 115) кабельное сооружение - сооружение, специально предназначенное для размещения в нем кабелей, кабельных муфт, а также маслоподпитывающих аппаратов и другого оборудования, предназначенного для обеспечения нормальной работы маслонаполненных кабельных линий. К кабельным сооружениям относятся: кабельные туннели, каналы, короба, блоки, шахты, этажи, двойные полы, кабельные эстакады, галереи, камеры, подпитывающие пункты;
- 116) кабельный туннель - закрытое сооружение (коридор) с расположенными в нем опорными конструкциями для размещения на них кабелей и кабельных муфт, со свободным проходом по всей длине, позволяющим производить прокладку кабелей, ремонты и осмотры кабельных линий;
- 117) кабельный канал - закрытое и заглубленное (частично или полностью) в грунт, пол, перекрытие и т. п., непроходное сооружение, предназначенное для размещения в нем кабелей, укладку, осмотр и ремонт которых возможно производить лишь при снятом перекрытии;
- 118) кабельная шахта - вертикальное кабельное сооружение (прямоугольного сечения), у которого высота в несколько раз больше стороны сечения, снабженное скобами или лестницей для передвижения вдоль него людей (проходные шахты) или съемной полностью или частично стенкой (непроходные шахты);
- 119) кабельный этаж - часть здания, ограниченная полом и перекрытием или покрытием, с расстоянием между полом и выступающими частями перекрытия или покрытия не менее 1,8 м;
- 120) кабельный блок - кабельное сооружение с трубами (каналами) для прокладки в них кабелей с относящимися к нему колодцами;
- 121) кабельная камера - подземное кабельное сооружение, закрываемое глухой съемной бетонной плитой, предназначенное для укладки кабельных муфт или для протяжки кабелей в блоки. Камера, имеющая люк для входа в нее, называется кабельным колодцем;
- 122) кабельная эстакада - надземное или наземное открытое горизонтальное или наклонное протяженное кабельное сооружение. Кабельная эстакада может быть проходной или непроходной;

123) кабельная галерея - надземное или наземное закрытое полностью или частично (без боковых стен) горизонтальное или наклонное протяженное проходное кабельное сооружение;

124) двойной пол - полость, ограниченная стенами помещения, междуэтажным перекрытием и полом помещения со съёмными плитами (на всей или части площади);

125) кабельная маслонаполненная линия низкого или высокого давления - линия, в которой длительно допустимое избыточное давление составляет:

0,0245-0,294 МПа (0,25-3,0 кгс/см²) для кабелей низкого давления в свинцовой оболочке;

0,0245-0,49 МПа (0,25-5,0 кгс/см²) для кабелей низкого давления в алюминиевой оболочке;

1,08-1,57 МПа (11 -16 кгс/см²) для кабелей высокого давления;

126) секция кабельной маслонаполненной линии низкого давления - участок линии между стопорными муфтами или стопорной и концевой муфтами;

127) подпитывающий пункт - надземное, наземное или подземное сооружение с подпитывающими аппаратами и оборудованием (баки питания, баки давления, подпитывающие агрегаты и др.);

128) разветвительное устройство - часть кабельной линии высокого давления между концом стального трубопровода и концевыми однофазными муфтами;

129) подпитывающий агрегат - автоматически действующее устройство, состоящее из баков, насосов, труб, перепускных клапанов, вентилях, щита автоматики и другого оборудования, предназначенного для обеспечения подпитки маслом кабельной линии высокого давления;

130) зоны класса В-I - зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таком количестве и с такими свойствами, что они могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы, при загрузке или разгрузке технологических аппаратов, хранении или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых емкостях, и т. п.;

131) зоны класса В-Ia - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов (независимо от нижнего концентрационного предела воспламенения) или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей;

132) зоны класса В-Iб - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей и которые отличаются одной из следующих особенностей:

1) горючие газы в этих зонах обладают высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (15% и более) и резким запахом при предельно допустимых концентрациях;

2) помещения производств, связанных с обращением газообразного водорода, в которых по условиям технологического процесса исключается образование взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5% свободного объема помещения, имеют взрывоопасную зону только в верхней части помещения. Взрывоопасная зона условно принимается от отметки 0,75 общей высоты

помещения, считая от уровня пола, но не выше кранового пути, если таковой имеется (помещения электролиза воды, зарядные станции тяговых и статорных аккумуляторных батарей и т. п.).

В подпункте 2) пункта 131 настоящих Правил не распространяется на электромашинные помещения с турбогенераторами с водородным охлаждением при условии обеспечения электромашинного помещения вытяжной вентиляцией с естественным побуждением; эти электромашинные помещения имеют нормальную среду.

К классу В-1б относятся также зоны лабораторных и других помещений, в которых горючие газы и ЛВЖ имеются в небольших количествах, недостаточных для создания взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5% свободного объема помещения, и в которых работа с горючими газами и ЛВЖ производится без применения открытого пламени. Эти зоны не относятся к взрывоопасным, если работа с горючими газами и ЛВЖ производится в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами;

133) зоны класса В-1г - пространства у наружных установок: технологических установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ (за исключением наружных аммиачных компрессорных установок, выбор электрооборудования для которых производится согласно пункта 1399 настоящих Правил) надземных и подземных резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдеры), эстакад для слива и налива ЛВЖ, открытых нефтеловушек, прудов-отстойников с плавающей нефтяной пленкой и т. п.;

К зонам класса В-1г также относятся: пространства у проемов за наружными ограждающими конструкциями помещений со взрывоопасными зонами классов В-1, В-1а и В-11 (исключение - проемы окон с заполнением стеклоблоками); пространства у наружных ограждающих конструкций, если на них расположены устройства для выброса воздуха из систем вытяжной вентиляции помещений со взрывоопасными зонами любого класса или если они находятся в пределах наружной взрывоопасной зоны; пространства у предохранительных и дыхательных клапанов емкостей и технологических аппаратов с горючими газами и ЛВЖ;

134) зоны класса В-11 - зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в таком количестве и с такими свойствами, что они способны образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы;

Зоны класса В-11а - зоны, расположенные в помещениях, в которых опасные состояния, указанные в настоящем пункте, не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

3. Применяемые в электроустановках электрооборудование и материалы должны соответствовать требованиям государственных стандартов и технических условий, утвержденных в установленном порядке.

4. Конструкция, исполнение, способ установки и класс изоляции применяемых машин, аппаратов, приборов и прочего электрооборудования, а также кабелей и проводов должны соответствовать параметрам сети или электроустановки, условиям окружающей среды и требованиям соответствующих глав настоящих Правил.

5. Применяемые в электроустановках электрооборудование, кабели и провода по своим нормированным, гарантированным и расчетным характеристикам должны соответствовать условиям работы данной установки.

В эксплуатации обеспечиваются условия нормальной работы устройств и аппаратуры управления и автоматизации технологических процессов, защиты и вторичных цепей (допустимые

температура, влажность, вибрация, отклонения рабочих параметров от номинальных, уровень помех и др.).

6. Электроустановки и связанные с ними конструкции должны быть стойкими в отношении воздействия окружающей среды или защищены от этого воздействия.

7. Строительная и санитарно-техническая части электроустановок (конструкции здания и его элементов, отопление, вентиляция, водоснабжение и пр.) должны выполняться в соответствии с действующими строительными нормами и правилами (далее - СНиП) при обязательном выполнении дополнительных требований, приведенных в настоящих Правилах.

8. Электроустановки должны удовлетворять требования действующих директивных документов о запрещении загрязнения окружающей среды, вредного или мешающего влияния шума, вибрации и электрических полей.

9. В электроустановках должны быть предусмотрены сбор и удаление отходов: химических веществ, масла, мусора, технических вод и т. п. В соответствии с действующими требованиями по охране окружающей среды должна быть исключена возможность попадания указанных отходов в водоемы, систему отвода ливневых вод, овраги, а также на территории, не предназначенные для этих отходов.

10. Проектирование и выбор схем, компоновок и конструкций электроустановок производятся на основе технико-экономических сравнений, применения простых и надежных схем, внедрения новейшей техники, с учетом опыта эксплуатации, наименьшего расхода цветных и других дефицитных материалов, оборудования и т. п.

11. При опасности возникновения электрокоррозии или почвенной коррозии предусматриваются соответствующие мероприятия по защите сооружений, оборудования, трубопроводов и других подземных коммуникаций.

12. В электроустановках должна быть обеспечена возможность легкого распознавания частей, относящихся к отдельным их элементам (простота и наглядность схем, надлежащее расположение электрооборудования, надписи, маркировка, расцветка).

13. Буквенно-цифровое и цветное обозначения одноименных шин в каждой электроустановке должны быть одинаковыми.

Шины обозначаются:

1) при переменном трехфазном токе: шины фазы А - желтым цветом, фазы В - зеленым, фазы С - красным, нулевая рабочая - голубым, эта же шина, используемая в качестве нулевой защитной - продольными полосами желтого и зеленого цветов;

2) при переменном однофазном токе: шина А, присоединенная к началу обмотки источника питания - желтым цветом, а В, присоединенная к концу обмотки, - красным.

Шины однофазного тока, если они являются ответвлением от шин трехфазной системы, обозначаются как соответствующие шины трехфазного тока;

3) при постоянном токе: положительная шина (+) - красным цветом, отрицательная (-) - синим и нулевая рабочая М - голубым;

4) резервная - как резервируемая основная шина, если же резервная шина может заменять любую из основных шин, то она обозначается поперечными полосами цвета основных шин.

Цветовое обозначение должно быть выполнено по всей длине шин, если оно предусмотрено также для более интенсивного охлаждения или для антикоррозионной защиты.

Допускается выполнять цветовое обозначение не по всей длине шин, только цветовое или только буквенно-цифровое обозначение, либо цветовое в сочетании с буквенно-цифровым только в местах присоединения шин; если неизолированные шины недоступны для осмотра в период, когда они находятся под напряжением, то допускается их не обозначать. При этом не должен снижаться уровень безопасности и наглядности при обслуживании электроустановки.

14. При расположении шин в распределительных устройствах (кроме КРУ заводского изготовления) необходимо соблюдать следующие условия:

1) в закрытых распределительных устройствах при переменном трехфазном токе шины должны располагаться:

сборные и обходные шины, а также все виды секционных шин при вертикальном расположении А - В - С сверху вниз; при расположении горизонтально, наклонно или треугольником наиболее удаленная шина А, средняя В, ближайшая к коридору обслуживания С;

ответвления от сборных шин - слева направо А - В - С, если смотреть на шины из коридора обслуживания (при наличии трех коридоров - из центрального);

в электроустановках напряжением до 1 кВ в пяти- и четырехпроводных цепях трехфазного переменного тока:

при вертикальном расположении - А - В - С - N - RE (REN) сверху вниз;

при расположении горизонтально или наклонно - наиболее удаленная шина - А, ближайшая к коридору обслуживания - RE (REN) при последовательности расположения А - В - С - N - RE (REN);

ответвления от сборных шин - слева направо, если смотреть на шины из коридора обслуживания (при наличии трех коридоров - из центрального), начиная с шины RE (REN).

2) в открытых распределительных устройствах при переменном трехфазном токе шины должны располагаться:

сборные и обходные шины, а также все виды секционных шин, шунтирующие перемычки и перемычки в схемах кольцевых, полукруглых и т. п., должны иметь со стороны главных трансформаторов на высшем напряжении шину А;

ответвления от сборных шин в открытых распределительных устройствах должны выполняться так, чтобы расположение шин присоединений слева направо было А - В - С, если смотреть со стороны шин на трансформатор.

Расположение шин ответвлений в ячейках независимо от их размещения по отношению к сборным шинам должно быть одинаковым.

3) при постоянном токе шины должны располагаться:

сборные шины при вертикальном расположении: верхняя М, средняя (-), нижняя (+);

сборные шины при горизонтальном расположении: наиболее удаленная М, средняя (-) и ближайшая (+), если смотреть на шины из коридора обслуживания;

ответвления от сборных шин: левая шина М, средняя (-), правая (+), если смотреть на шины из коридора обслуживания.

В отдельных случаях допускаются отступления от требований, приведенных в подпунктах 1) - 3) пункта 13 настоящих Правил, если их выполнение связано с существенным усложнением электроустановок (вызывает необходимость установки специальных опор вблизи подстанции для транспозиции проводов воздушных линий (далее - ВЛ) или, если применяются на подстанции две или более ступени трансформации.

15. В электропомещениях с установками до 1 кВ допускается применение неизолированных и изолированных токоведущих частей без защиты от прикосновения, если по местным условиям такая защита не является необходимой для каких-либо иных целей. При этом доступные части должны быть расположены так, чтобы нормальное обслуживание не было сопряжено с опасностью прикосновения к ним.

16. Все ограждающие и закрывающие устройства должны обладать в соответствии с местными условиями достаточной механической прочностью. При напряжении выше 1 кВ толщина металлических ограждающих и закрывающих устройств должна быть не менее 1 мм. Устройства, предназначенные для защиты проводов и кабелей от механических повреждений, должны быть введены в машины, аппараты и приборы.

2. Электроснабжение и электрические сети

1. Общие положения

17. При проектировании систем электроснабжения и реконструкции электроустановок рассматриваются следующие вопросы:

1) перспектива развития энергосистем и систем электроснабжения с учетом рационального сочетания вновь сооружаемых электрических сетей с действующими и вновь сооружаемыми сетями других классов напряжения;

2) обеспечение комплексного централизованного электроснабжения всех потребителей, расположенных в зоне действия электрических сетей, независимо от их ведомственной принадлежности;

3) ограничение токов КЗ предельными уровнями, определяемыми на перспективу;

4) снижение потерь электрической энергии.

При этом в комплексе рассматриваются внешнее и внутреннее электроснабжение с учетом возможностей и экономической целесообразности технологического резервирования.

При решении вопросов резервирования учитывается перегрузочная способность элементов электроустановок, а также наличие резерва в технологическом оборудовании.

18. При решении вопросов развития систем электроснабжения учитываются ремонтные, аварийные и послеаварийные режимы.

19. При выборе независимых взаимно резервирующих источников питания, являющихся объектами энергосистемы, учитывается вероятность одновременного зависящего кратковременного снижения или полного исчезновения напряжения на время действия релейной защиты и автоматики при повреждениях в электрической части энергосистемы, а также одновременного длительного исчезновения напряжения на этих источниках питания при тяжелых системных авариях.

20. Проектирование электрических сетей осуществляется с учетом вида их обслуживания (постоянное дежурство, дежурство на дому, выездные бригады и др.).

21. Работа электрических сетей напряжением 3-35 кВ предусматривается как с изолированной нейтралью, так и с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор или резистор.

Работа электрических сетей 110 кВ должна предусматриваться как с глухо заземленной, так и с эффективно заземленной нейтралью.

Работа электрических сетей 220 кВ должна предусматриваться только с глухо заземленной нейтралью.

Компенсация емкостного тока замыкания на землю должна применяться при значениях этого тока в нормальных режимах:

1) в сетях 3-20 кВ, имеющих железобетонные и металлические опоры на ВЛ, и во всех сетях 35 кВ - более 10 А;

2) в сетях, не имеющих железобетонных и металлических опор на ВЛ: при напряжении 3-6 кВ - более 30 А; при 10 кВ - более 20 А; при 15-20 кВ - более 15 А;

3) в схемах 6 - 20 кВ блоков генератор - трансформатор (на генераторном напряжении) - более 5 А.

При токах замыкания на землю более 50 А применяется не менее двух заземляющих дугогасящих реакторов.

2. Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения

22. В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники разделяются на следующие три категории.

Электроприемники I категории - электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, значительный ущерб экономики предприятий, повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства.

Из состава электроприемников I категории выделяется особая группа электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийной остановки производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов, пожаров и повреждения дорогостоящего основного оборудования.

Электроприемники II категории - электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

Электроприемники III категории - все остальные электроприемники, не подходящие под определения I и II категорий.

23. Электроприемники I категории обеспечиваются электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допускается лишь на время автоматического восстановления питания.

Для электроснабжения особой группы электроприемников I категории предусматривается дополнительное питание от третьего независимого взаимно резервирующего источника питания.

В качестве третьего независимого источника питания для особой группы электроприемников и в качестве второго независимого источника питания для остальных электроприемников I категории используются местные электростанции, электростанции энергосистем (в частности, шины генераторного напряжения), специальные агрегаты бесперебойного питания, аккумуляторные батареи и т. п.

Если резервированием электроснабжения нельзя обеспечить необходимой непрерывности технологического процесса или, если резервирование электроснабжения экономически нецелесообразно, осуществляется технологическое резервирование.

Электроснабжение электроприемников I категории с особо сложным непрерывным технологическим процессом, требующим длительного времени на восстановление рабочего режима, при наличии технико-экономических обоснований осуществляется от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, к которым предъявляются дополнительные требования, определяемые особенностями технологического процесса.

24. Электроприемники II категории обеспечиваются электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания.

Для электроприемников II категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

25. Для электроприемников III категории электроснабжение выполняется от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 сут.

3. Уровни и регулирование напряжения, компенсация реактивной мощности

26. Устройства регулирования напряжения должны обеспечивать поддержание напряжения на тех шинах напряжением 6-20 кВ электростанций и подстанций, к которым присоединены распределительные сети, в пределах не ниже 105% номинального в период наибольших нагрузок и не выше 100% номинального в период наименьших нагрузок этих сетей.

27. Устройства компенсации реактивной мощности, устанавливаемые у потребителя, должны обеспечивать потребление от энергосистемы реактивной мощности в пределах, указанных в условиях на присоединение электроустановок этого потребителя к энергосистеме.

28. Выбор и размещение устройств компенсации реактивной мощности в электрических сетях производится в соответствии с действующей инструкцией по компенсации реактивной мощности.

3. Выбор проводников по нагреву, экономической плотности тока и по условиям короны

1. Область применения

29. Настоящая глава Правил распространяется на выбор сечений электрических проводников (неизолированные и изолированные провода, кабели и шины) по нагреву, экономической плотности тока и по условиям короны. Если сечение проводника, определенное по этим условиям, получается меньше сечения, требуемого по другим условиям (термическая и электродинамическая стойкость при токах КЗ, потери и отклонения напряжения, механическая прочность, защита от перегрузки), то должно приниматься наибольшее сечение, требуемое этими условиями.

2. Выбор сечений проводников по нагреву

30. Проводники любого назначения должны удовлетворять требования в отношении предельно допустимого нагрева с учетом не только нормальных, но и послеаварийных режимов, а также режимов в период ремонта и возможных неравномерностей распределения токов между линиями, секциями шин и т. п. При проверке на нагрев принимается получасовой максимум тока, наибольший из средних получасовых токов данного элемента сети.

При повторно-кратковременном и кратковременном режимах работы электроприемников (с общей длительностью цикла до 10 мин и длительностью рабочего периода не более 4 мин) в качестве расчетного тока для проверки сечения проводников по нагреву принимается ток, приведенный к длительному режиму. При этом:

1) для медных проводников сечением до 6 мм², а для алюминиевых проводников до 10 мм² ток принимается, как для установок с длительным режимом работы;

2) для медных проводников сечением более 6 мм², а для алюминиевых проводников более 10 мм² ток определяется умножением допустимого длительного тока на коэффициент $0,875/\sqrt{Tп.В.}$, где Тп.В. - длительность рабочего периода выраженная в относительных единицах (продолжительность включения по отношению к продолжительности цикла).

31. Для кратковременного режима работы с длительностью включения не более 4 мин и перерывами между включениями, достаточными для охлаждения проводников до температуры окружающей среды, наибольшие допустимые токи определяются по нормам повторно-кратковременного режима. При длительности включения более 4 мин, а также при перерывах недостаточной длительности между включениями, наибольшие допустимые токи определяются, как для установок с длительным режимом работы.

32. Для кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной пропитанной изоляцией, несущих нагрузки меньше номинальных, допускается кратковременная перегрузка, указанная в таблице 1 приложения 5 к настоящим Правилам.

33. На период ликвидации послеаварийного режима для кабелей с полиэтиленовой изоляцией допускается перегрузка до 10%, а для кабелей с поливинилхлоридной изоляцией - до 15% номинальной на время максимумов нагрузки продолжительностью не более 6 часов в сутки в течение 5 суток, если нагрузка в остальные периоды времени этих суток не превышает номинальной.

На период ликвидации послеаварийного режима для кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной изоляцией допускаются перегрузки в течение 5 суток в пределах, указанных в таблице 2 приложения 5 к настоящим Правилам.

Для кабельных линий, находящихся в эксплуатации более 15 лет, перегрузки должны быть понижены на 10%.

Перегрузка кабельных линий напряжением 20-35 кВ не допускается.

34. Требования к нормальным нагрузкам и послеаварийным перегрузкам относятся к кабелям и установленным на них соединительным и концевым муфтам и концевым заделкам.

35. Нулевые рабочие проводники в четырехпроводной системе трехфазного тока должны иметь проводимость не менее 50% проводимости фазных проводников; в необходимых случаях она должна быть увеличена до 100% проводимости фазных проводников.

36. При определении допустимых длительных токов для кабелей, неизолированных и изолированных проводов и шин, а также для жестких и гибких токопроводов, проложенных в среде, температура которой существенно отличается от приведенной в таблицах 12-15 и 22 приложения 5 к настоящим Правилам, применяются коэффициенты, приведенные в таблице 3 приложения 5 к настоящим Правилам.

3. Допустимые длительные токи для проводов, шнуров и кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией

37. Допустимые длительные токи для проводов с резиновой или поливинилхлоридной изоляцией, шнуров с резиновой изоляцией и кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной и резиновой оболочках приведены в таблицах 4-11 приложения 5 к настоящим Правилам. Они приняты для температур: жил. +65, окружающего воздуха +25 и земли +15 °С.

При определении количества проводов, прокладываемых в одной трубе (или жил многожильного проводника), нулевой рабочий проводник четырехпроводной системы трехфазного тока, а также заземляющие и нулевые защитные проводники в расчет не принимаются.

Данные, содержащиеся в таблицах 4 и 5 приложения 5 к настоящим Правилам, применяются независимо от количества труб и места их прокладки (в воздухе, перекрытиях, фундаментах).

Допустимые длительные токи для проводов и кабелей, проложенных в коробах, а также в лотках пучками, должны приниматься: для проводов - по таблицам 4 и 5 приложения 5 к настоящим Правилам, как для проводов, проложенных в трубах, для кабелей - по таблицам 6-8, как для кабелей, проложенных в воздухе. При количестве одновременно нагруженных проводов более четырех, проложенных в трубах, коробах, а также в лотках пучками, токи для проводов должны приниматься по таблицам 4 и 5, как для проводов, проложенных открыто (в воздухе), с введением снижающих коэффициентов 0,68 для 5 и 6; 0,63 для 7-9 и 0,6 для 10-12 проводов.

Для проводов вторичных цепей снижающие коэффициенты не вводятся.

38. Допустимые длительные токи для проводов, проложенных в лотках, при однорядной прокладке (не в пучках) принимаются, как для проводов, проложенных в воздухе.

Допустимые длительные токи для проводов и кабелей, прокладываемых в коробах, принимаются по таблицам 4-7 приложения 5 к настоящим Правилам, как для одиночных проводов и кабелей, проложенных открыто (в воздухе), с применением снижающих коэффициентов, указанных в таблице 12 приложения 5 к настоящим Правилам.

39. Допустимые длительные токи для кабелей напряжением до 35 кВ с изоляцией из пропитанной кабельной бумаги в свинцовой, алюминиевой или поливинилхлоридной оболочках приняты в соответствии с допустимыми температурами жил кабелей:

Номинальное напряжение, кВ

до 3

6

10

20 и 35

Допустимая температура жилы кабеля, °С

+80

+65

+60

+50

40. Для кабелей, проложенных в земле, допустимые длительные токи приведены в таблицах 13, 16, 19-22 приложения 5 к настоящим Правилам. Они приняты из расчета прокладки в траншее на глубине 0,7-1,0 м не более одного кабеля при температуре земли +15 °С и удельном сопротивлении земли 120 см·К/Вт.

При удельном сопротивлении земли, отличающемся от 120 см·К/Вт, необходимо к токовым нагрузкам, указанным в упомянутых ранее таблицах, применять поправочные коэффициенты, указанные в таблице 23 приложения 5 к настоящим Правилам.

41. Для кабелей, проложенных в воде, допустимые длительные токи приведены в таблицах 13, 16, 22, 21 приложения 5 к настоящим Правилам. Они приняты из расчета температуры воды +15 °С.

42. Для кабелей, проложенных в воздухе, внутри и вне зданий, при любом количестве кабелей и температуре воздуха +25 °С допустимые длительные токи приведены в таблицах 14, 19, 20, 21, 23, 24 приложения 5 к настоящим Правилам.

43. Допустимые длительные токи для одиночных кабелей, прокладываемых в трубах в земле, должны приниматься, как для тех же кабелей, прокладываемых в воздухе, при температуре, равной температуре земли.

44. При смешанной прокладке кабелей допустимые длительные токи должны приниматься для участка трассы с наихудшими условиями охлаждения, если длина его более 10 м. В указанных случаях применяются кабельные вставки большего сечения.

45. При прокладке нескольких кабелей в земле (включая прокладку в трубах) допустимые длительные токи должны быть уменьшены путем введения коэффициентов, приведенных в таблице 26 приложения 5 к настоящим Правилам. При этом не должны учитываться резервные кабели.

Прокладка нескольких кабелей в земле с расстояниями между ними менее 10 мм в свету не допускается.

46. Для масло- и газонаполненных одножильных бронированных кабелей, а также других кабелей новых конструкций допустимые длительные токи устанавливаются заводами-изготовителями.

47. Допустимые длительные токи для кабелей, прокладываемых в блоках, определяются по эмпирической формуле

$$I = a b c I_0,$$

где I_0 - допустимый длительный ток для трехжильного кабеля напряжением 10 кВ с медными или алюминиевыми жилами, определяемый по таблице 27 приложения 5 к настоящим Правилам; a - коэффициент, выбираемый по таблице 28 приложения 5 в зависимости от сечения и расположения кабеля в блоке; b - коэффициент, выбираемый в зависимости от напряжения кабеля:

Номинальное напряжение кабеля, кВ

До 3

6

10

Коэффициент b

1,09

1,05

1,0

c - коэффициент, выбираемый в зависимости от среднесуточной загрузки всего блока:

Среднесуточная загрузка $S_{ср.сут}/S_{ном}$

1

0,85

0,7

Коэффициент c

1

1,07

1,16

Резервные кабели допускается прокладывать в незанумерованных каналах блока, если они работают, когда рабочие кабели отключены.

48. Допустимые длительные токи для кабелей, прокладываемых в двух параллельных блоках одинаковой конфигурации, должны уменьшаться путем умножения на коэффициенты, выбираемые в зависимости от расстояния между блоками:

Расстояние между блоками, мм

500
1000
1500
2000
2500
3000

Коэффициент

0,85
0,89
0,91
0,93
0,95
0,96

49. Допустимые длительные токи для неизолированных проводов и окрашенных шин приведены в таблицах 29-35 приложения 5 к настоящим Правилам. Они приняты из расчета допустимой температуры их нагрева +70 °С при температуре воздуха +25 °С.

Для полых алюминиевых проводов марок ПА500 и ПА600 допустимый длительный ток принимается:

Марка провода

ПА500
ПА6000

Ток, А

1340
1680

50. При расположении шин прямоугольного сечения плашмя токи, приведенные в таблице 33 приложения 5 к настоящим Правилам, должны быть уменьшены на 5% для шин с шириной полос до 60 мм и на 8% для шин с шириной полос более 60 мм.

51. При выборе шин больших сечений необходимо выбирать наиболее экономичные по условиям пропускной способности конструктивные решения, обеспечивающие наименьшие добавочные потери от поверхностного эффекта и эффекта близости, и наилучшие условия охлаждения (уменьшение количества полос в пакете, рациональная конструкция пакета, применение профильных шин и т. п.).

52. Сечения проводников должны быть проверены по экономической плотности тока. Экономически целесообразное сечение S , мм² определяется из соотношения:

I

$S = ,$

Лэк

где I - расчетный ток в час максимума энергосистемы, А; Лэк - нормированное значение экономической плотности тока, А/мм², для заданных условий работы, выбираемое по таблице 36 приложения 5 к настоящим Правилам.

Сечение, полученное в результате указанного расчета, округляется до ближайшего стандартного сечения. Расчетный ток принимается для нормального режима работы, т. е. увеличение тока в послеаварийных и ремонтных режимах сети не учитывается.

53. Выбор сечений проводов линий электропередачи постоянного и переменного тока напряжением 330 кВ и выше, а также линий межсистемных связей и мощных жестких и гибких токопроводов, работающих с большим числом часов использования максимума, производится на основе технико-экономических расчетов.

54. Увеличение количества линий или цепей сверх необходимого по условиям надежности электроснабжения в целях удовлетворения экономической плотности тока производится на основе технико-экономического расчета. При этом во избежание увеличения количества линий или цепей, допускается двукратное превышение нормированных значений, приведенных в таблице 36 приложения 5 к настоящим Правилам.

В технико-экономических расчетах учитываются все вложения в дополнительную линию, включая оборудование и камеры распределительных устройств на обоих концах линий. Также проверяется целесообразность повышения напряжения линии.

Данными указаниями необходимо руководствоваться также при замене существующих проводов проводами большего сечения или при прокладке дополнительных линий для обеспечения экономической плотности тока при росте нагрузки. В этих случаях должна учитываться также полная стоимость всех работ по демонтажу и монтажу оборудования линии, включая стоимость аппаратов и материалов.

55. Проверке по экономической плотности тока не подлежат:

- 1) сети промышленных предприятий и сооружений напряжением до 1 кВ при числе часов использования максимума нагрузки предприятий до 4 000-5 000;
- 2) ответвления к отдельным электроприемникам напряжением до 1 кВ, а также осветительные сети промышленных предприятий, жилых и общественных зданий;
- 3) сборные шины электроустановок и ошиновка в пределах открытых и закрытых распределительных устройств всех напряжений;
- 4) проводники, идущие к резисторам, пусковым реостатам и т. п.;
- 5) сети временных сооружений, а также устройства со сроком службы 3-5 лет.

56. При пользовании таблицы 36 приложения 5 к настоящим Правилам необходимо руководствоваться следующим:

- 1) при максимуме нагрузки в ночное время экономическая плотность тока увеличивается на 40%;

2) для изолированных проводников сечением 16 мм² и менее экономическая плотность тока увеличивается на 40%;

3) для линий одинакового сечения с n ответвляющимися нагрузками экономическая плотность тока в начале линии увеличивается в k_u раз, причем k_u определяется из выражения:

где I_1, I_2, \dots, I_n - нагрузки отдельных участков линии; l_1, l_2, \dots, l_n - длины отдельных участков линии; L - полная длина линии.

4) при выборе сечений проводников для питания n однотипных, взаиморезервируемых электроприемников (насосов водоснабжения, преобразовательных агрегатов и т.д.), из которых m одновременно находятся в работе, экономическая плотность тока увеличивается против значений, приведенных в таблице 36 приложения 5 настоящих Правил, в k_n раз, где k_n равно:

57. Сечение проводов ВЛ 35 кВ в сельской местности, питающих понижающие подстанции 35/6-10 кВ с трансформаторами с регулированием напряжения под нагрузкой, должно выбираться по экономической плотности тока. Расчетная нагрузка при выборе сечений проводов принимается на перспективу в 5 лет, считая от года ввода ВЛ в эксплуатацию. Для ВЛ 35 кВ, предназначенных для резервирования в сетях 35 кВ в сельской местности, должны применяться минимальные по длительно допустимому току сечения проводов, исходя из обеспечения питания потребителей электроэнергии в послеаварийных и ремонтных режимах.

58. Выбор экономических сечений проводов воздушных и жил кабельных линий, имеющих промежуточные отборы мощности, производятся для каждого из участков, исходя из соответствующих расчетных токов участков. При этом, для соседних участков допускается принимать одинаковое сечение провода, соответствующее экономическому для наиболее протяженного участка, если разница между значениями экономического сечения для этих участков находится в пределах одной ступени по шкале стандартных сечений. Сечения проводов на ответвлениях длиной до 1 км принимаются такими же, как на ВЛ, от которой производится ответвление. При большей длине ответвления экономическое сечение определяется по расчетной нагрузке этого ответвления.

59. Для линий электропередачи напряжением 6-20 кВ значения плотности тока, приведенные в таблице 36 приложения 5 к настоящим Правилам, допускается применять лишь тогда, когда они не вызывают отклонения напряжения у приемников электроэнергии сверх допустимых пределов с учетом применяемых средств регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности.

60. При напряжении 35 кВ и выше проводники должны быть проверены по условиям образования короны с учетом среднегодовых значений плотности и температуры воздуха на высоте расположения данной электроустановки над уровнем моря, приведенного радиуса проводника, а также коэффициента негладкости проводников.

При этом, наибольшая напряженность поля у поверхности любого из проводников, определенная при среднем эксплуатационном напряжении, должна быть не более 0,9 начальной напряженности электрического поля, соответствующей появлению общей короны.

Кроме того, для проводников необходима проверка по условиям допустимого уровня радиопомех от короны.

4. Выбор электрических аппаратов и проводников по условиям короткого замыкания

1. Общие требования

61. По режиму короткого замыкания (далее - КЗ) должны проверяться:

1) В электроустановках выше 1 кВ:

электрические аппараты, токопроводы, кабели и другие проводники, а также опорные и несущие конструкции для них;

воздушные линии электропередачи при ударном токе КЗ 50 кА и более для предупреждения схлестывания проводов при динамическом действии токов КЗ.

Кроме того, для линий с расщепленными проводами должны быть проверены расстояния между распорками расщепленных проводов для предупреждения повреждения распорок и проводов при схлестывании.

Провода ВЛ, оборудованные устройствами быстродействующего автоматического повторного включения, проверяются и на термическую стойкость.

2) В электроустановках до 1 кВ - только распределительные щиты, токопроводы и силовые шкафы. Трансформаторы тока по режиму КЗ не проверяются;

Аппараты, которые предназначены для отключения токов КЗ или могут по условиям своей работы включать короткозамкнутую цепь, должны, кроме того, обладать способностью производить эти операции при всех возможных токах КЗ.

Стойкими при токах КЗ являются те аппараты и проводники, которые при расчетных условиях выдерживают воздействия этих токов, не подвергаясь электрическим, механическим и иным разрушениям или деформациям, препятствующим их дальнейшей нормальной эксплуатации.

62. По режиму КЗ при напряжении выше 1 кВ не проверяются:

1) аппараты и проводники, защищенные плавкими предохранителями с вставками на номинальный ток до 60 А, - по электродинамической стойкости;

2) аппараты и проводники, защищенные плавкими предохранителями независимо от их номинального тока и типа, - по термической стойкости.

Цепь считается защищенной плавким предохранителем, если его отключающая способность выбрана в соответствии с требованиями настоящих Правил и он способен отключить наименьший возможный аварийный ток в данной цепи;

3) проводники в цепях к индивидуальным электроприемникам, в том числе к цеховым трансформаторам общей мощностью до 2,5 МВ·А и с высшим напряжением до 20 кВ, если соблюдены одновременно следующие условия:

в электрической или технологической части предусмотрена необходимая степень резервирования, выполненного так, что отключение указанных электроприемников не вызывает расстройств технологического процесса;

повреждение проводника при КЗ не может вызвать взрыва или пожара;

возможна замена проводника без значительных затруднений;

4) проводники к индивидуальным электроприемникам, указанным в подпункте 3) пункта 62 настоящих Правил, а также к отдельным небольшим распределительным пунктам, если такие электроприемники и распределительные пункты являются неответственными по своему назначению и если повреждение проводника при КЗ не может вызвать взрыва или пожара;

5) трансформаторы тока в цепях до 20 кВ, питающих трансформаторы или реактированные линии, в случаях, когда выбор трансформаторов тока по условиям КЗ требует такого завышения коэффициентов трансформации, при котором не может быть обеспечен необходимый класс точностей присоединенных измерительных приборов; при этом на стороне высшего напряжения в цепях силовых трансформаторов необходимо избегать применения трансформаторов тока, не стойких к току КЗ, а приборы учета необходимо присоединять к трансформаторам тока на стороне низшего напряжения;

6) провода ВЛ;

7) аппараты и шины цепей трансформаторов напряжения при расположении их в отдельной камере или за добавочным резистором, встроенным в предохранитель или установленным отдельно.

63. При выборе расчетной схемы для определения токов КЗ исходить из предусматриваемых для данной электроустановки условий длительной ее работы и не считаться с кратковременными видоизменениями схемы этой электроустановки, которые не предусмотрены для длительной эксплуатации. Ремонтные и послеаварийные режимы работы электроустановки к кратковременным изменениям схемы не относятся.

Расчетная схема должна учитывать перспективу развития внешних сетей и генерирующих источников, с которыми электрически связывается рассматриваемая установка, не менее чем на 5 лет от запланированного срока ввода ее в эксплуатацию.

При этом, допустимо вести расчет токов КЗ приближенно для начального момента КЗ.

64. В качестве расчетного вида КЗ принимается:

1) для определения электродинамической стойкости аппаратов и жестких шин с относящимися к ним поддерживающими и опорными конструкциями - трехфазное КЗ;

2) для определения термической стойкости аппаратов и проводников - трехфазное КЗ; на генераторном напряжении электростанций - трехфазное или двухфазное в зависимости от того, какое из них приводит к большему нагреву;

3) для выбора аппаратов по коммутационной способности - по большему из значений, получаемых для случаев трехфазного и однофазного КЗ на землю (в сетях с большими токами замыкания на землю); если выключатель характеризуется двумя значениями коммутационной способности - трехфазной и однофазной - соответственно по обоим значениям.

65. Расчетный ток КЗ определяется, исходя из условия повреждения в такой точке рассматриваемой цепи, при КЗ в которой аппараты и проводники этой цепи находятся в наиболее тяжелых условиях. Со случаями одновременного замыкания на землю различных фаз в двух разных точках схемы допустимо не считаться.

66. На реактированных линиях в закрытых распределительных устройствах проводники и аппараты, расположенные до реактора и отделенные от питающих сборных шин (на ответвлениях от линий - от элементов основной цепи) разделяющими полками, перекрытиями и т. п., выбираются по току КЗ за реактором, если последний расположен в том же здании и соединение выполнено шинами.

Шинные ответвления от сборных шин до разделяющих полок и проходные изоляторы в последних должны быть выбраны исходя из КЗ до реактора.

67. При расчете термической стойкости в качестве расчетного времени принимается сумма времен, получаемая от сложения времени действия основной защиты (с учетом действия АПЗ), установленной у ближайшего к месту КЗ выключателя, и полного времени отключения этого выключателя (включая время горения дуги).

При наличии зоны нечувствительности у основной защиты (по току, напряжению, сопротивлению и т.п.) термическую стойкость необходимо дополнительно проверять, исходя из времени действия защиты, реагирующей на повреждение в этой зоне, плюс полное время отключения выключателя. При этом, в качестве расчетного тока КЗ принимается то значение его, которое соответствует этому месту повреждения.

Аппаратура и токопроводы, применяемые в цепях генераторов мощностью 60 МВт и более, а также в цепях блоков генератор-трансформатор такой же мощности, должны проверяться по термической стойкости, исходя из времени прохождения тока КЗ 4 сек.

2. Определение токов короткого замыкания для выбора аппаратов и проводников

68. Проверке по экономической плотности тока не подлежат:

В электроустановках до 1 кВ и выше при определении токов КЗ для выбора аппаратов и проводников и определения воздействия на несущие конструкции исходить из следующего:

- 1) все источники, участвующие в питании рассматриваемой точки КЗ, работают одновременно с номинальной нагрузкой;
- 2) все синхронные машины имеют автоматические регуляторы напряжения и устройства форсировки возбуждения;
- 3) короткое замыкание наступает в такой момент времени, при котором ток КЗ будет иметь наибольшее значение;
- 4) электродвижущие силы всех источников питания совпадают по фазе;
- 5) расчетное напряжение каждой ступени принимается на 5% выше номинального напряжения сети;
- 6) должно учитываться влияние на токи КЗ присоединенных к данной сети синхронных компенсаторов, синхронных и асинхронных электродвигателей. Влияние асинхронных электродвигателей на токи КЗ не учитывается при мощности электродвигателей до 100 кВт в единице, если электродвигатели отделены от места КЗ одной ступенью трансформации, а также при любой мощности, если они отделены от места КЗ двумя или более ступенями трансформации либо, если ток от них может поступать к месту КЗ только через те элементы, через которые проходит основной ток КЗ от сети и которые имеют существенное сопротивление (линии, трансформаторы и т. п.).

69. В электроустановках выше 1 кВ в качестве расчетных сопротивлений принимаются индуктивные сопротивления электрических машин, силовых трансформаторов и автотрансформаторов, реакторов, воздушных и кабельных линий, а также токопроводов. Активное сопротивление учитывается только для ВЛ с проводами малых сечений и стальными проводами, а также для протяженных кабельных сетей малых сечений с большим активным сопротивлением.

70. В электроустановках до 1 кВ в качестве расчетных сопротивлений принимаются индуктивные и активные сопротивления всех элементов цепи, включая активные сопротивления переходных контактов цепи. Допустимо пренебречь сопротивлениями одного вида (активными или индуктивными), если при этом полное сопротивление цепи уменьшается не более чем на 10%.

71. В случае питания электрических сетей до 1 кВ от понижающих трансформаторов при расчете токов КЗ исходить из условия, что подведенное к трансформатору напряжение неизменно и равно его номинальному напряжению.

72. Элементы цепи, защищенной плавким предохранителем с токоограничивающим действием, проверяются на электродинамическую стойкость по наибольшему мгновенному значению тока КЗ, пропускаемого предохранителем.

3. Выбор проводников и изоляторов, проверка несущих конструкций по условиям динамического действия токов короткого замыкания

73. Усилия, действующие на жесткие шины и передающиеся ими на изоляторы и поддерживающие жесткие конструкции, рассчитывать по наибольшему мгновенному значению тока трехфазного КЗ i_y с учетом сдвига между токами в фазах и без учета механических колебаний шинной конструкции. В отдельных случаях могут быть учтены механические колебания шин и шинных конструкций.

Импульсы силы, действующие на гибкие проводники и поддерживающие их изоляторы, выводы и конструкции, рассчитываются по среднеквадратическому (за время прохождения) току двухфазного замыкания между соседними фазами. При расщепленных проводниках и гибких токопроводах взаимодействие токов КЗ в проводниках одной и той же фазы определяется по действующему значению тока трехфазного КЗ.

Гибкие токопроводы должны проверяться на схлестывание.

74. Найденные расчетом в соответствии с 110 механические усилия, передающиеся при КЗ жесткими шинами на опорные и проходные изоляторы, должны составить в случае применения одиночных изоляторов не более 60% соответствующих гарантийных значений наименьшего разрушающего усилия; при спаренных опорных изоляторах - не более 100% разрушающего усилия одного изолятора.

При применении шин составных профилей (многополосные, из двух швеллеров и т. д.) механические напряжения находятся как арифметическая сумма напряжений от взаимодействия фаз и взаимодействия элементов каждой шины между собой.

Наибольшие механические напряжения в материале жестких шин не должны превосходить 0,7 временного сопротивления разрыву.

4. Выбор проводников по условиям нагрева при коротком замыкании

75. Температура нагрева проводников при КЗ должна быть не выше следующих предельно допустимых значений, °С:

Шины:

медные
300

алюминиевые
200

стальные, не имеющие непосредственного соединения с аппаратами
400

стальные с непосредственным присоединением к аппаратам
300

Кабели с бумажной пропитанной изоляцией на напряжение, кВ:

до 10
200

20-220
125

Кабели и изолированные провода с медными и алюминиевыми жилами и изоляцией:

поливинилхлоридной и резиновой
150

Полиэтиленовой
120

Медные неизолированные провода при тяжениях, Н/мм²:

менее 20
250

20 и более
200

Алюминиевые неизолированные провода при тяжениях, Н/мм²:

менее 10
200

10 и более
160

76. Проверка кабелей на нагрев токами КЗ в тех случаях, когда это требуется в соответствии с пунктами 60 и 61 настоящих Правил, должна производиться для:

- 1) одиночных кабелей одной строительной длины, исходя из КЗ в начале кабеля;
- 2) одиночных кабелей со ступенчатыми сечениями по длине, исходя из КЗ в начале каждого участка нового сечения;
- 3) пучка из двух и более параллельно включенных кабелей, исходя из КЗ непосредственно за пучком (по сквозному току КЗ).

77. При проверке на термическую стойкость аппаратов и проводников линий, оборудованных устройствами быстродействующего АПВ, должно учитываться повышение нагрева из-за увеличения суммарной продолжительности прохождения тока КЗ по таким линиям.

Расщепленные провода ВЛ при проверке на нагрев в условиях КЗ рассматриваются как один провод суммарного сечения.

5. Выбор аппаратов по коммутационной способности

78. Выключатели выше 1 кВ выбираются:

- 1) по отключающей способности с учетом параметров восстанавливающегося напряжения;
- 2) по включающей способности. При этом, выключатели генераторов, установленные на стороне генераторного напряжения, проверяются только на несинхронное включение в условиях противофазы.

79. Предохранители выбираются по отключающей способности. При этом в качестве расчетного тока принимается действующее значение периодической составляющей начального тока КЗ без учета токоограничивающей способности предохранителей.

80. Выключатели нагрузки и короткозамыкатели выбираются по предельно допустимому току, возникающему при включении на КЗ.

81. Отделители и разъединители не требуется проверять по коммутационной способности при КЗ. При использовании отделителей и разъединителей для отключения - включения ненагруженных линий, ненагруженных трансформаторов или уравнивающих токов параллельных цепей отделители и разъединители проверяются по режиму такого отключения - включения.

5. Учет электроэнергии и контроль мощности

1. Общие требования

82. Учет активной электроэнергии обеспечивает определение количества энергии:

- 1) выработанной генераторами электростанций;

- 2) потребленной на собственные и хозяйственные (раздельно) нужды электростанций и подстанций;
- 3) отпущенной непосредственно оптовым покупателям и потребителям по линиям, отходящим от шин электростанций;
- 4) переданной в другие энергосистемы и государства или полученной от них;
- 5) отпущенной непосредственно оптовым покупателям и потребителям из электрической сети.

83. Кроме того, учет активной электроэнергии обеспечивает возможность:

- 1) определения поступления электроэнергии в электрические сети разных классов напряжений энергосистемы;
- 2) составления балансов электроэнергии хозяйствующими субъектами в границах балансовой принадлежности;
- 3) контроля за соблюдением потребителями заданных им режимов потребления и баланса электроэнергии.

84. Контроль мощности обеспечивает измерение (в режиме реального времени, с заданным интервалом), накопление, хранение и передачу на верхний уровень управления информации об активной мощности:

- 1) вырабатываемой генераторами электростанций;
- 2) потребляемой на собственные и хозяйственные нужды электростанций и подстанций;
- 3) отпускаемой непосредственно оптовым покупателям и потребителям по линиям, отходящим от шин электростанции непосредственно к потребителям;
- 4) передаваемой в другие энергосистемы и государства или полученной от них;
- 5) отпускаемой непосредственно оптовым покупателям и потребителям из электрической сети.

При этом обеспечивается возможность:

составления балансов мощности хозяйствующими субъектами в границах балансовой принадлежности и субъектов оптового рынка электроэнергии;

контроля за соблюдением субъектами оптового рынка режимов потребления и баланса мощности.

85. Учет реактивной электроэнергии обеспечивает возможность определения количества реактивной электроэнергии, полученной потребителем от электроснабжающей организации или переданной ей, если по этим данным производятся расчеты или контроль соблюдения заданного режима работы компенсирующих устройств.

2. Пункты установки средств учета электроэнергии

86. Коммерческие счетчики (в том числе входящие в состав систем коммерческого учета) необходимо устанавливать на границе раздела сети электроснабжающей организации и потребителя и в точках купли - продажи электроэнергии субъектами рынка электроэнергии.

87. Коммерческие счетчики активной электроэнергии на электростанции должны устанавливаться:

- 1) для каждого генератора с таким расчетом, чтобы учитывалась вся выработанная генератором электроэнергия;
- 2) для всех присоединений шин генераторного напряжения, по которым возможно изменение направления потока электроэнергии, - двунаправленный счетчик электроэнергии;
- 3) для межсистемных и межгосударственных линий электропередачи - двунаправленный счетчик электроэнергии, учитывающий отпущенную и полученную электроэнергию;
- 4) для линий всех классов напряжений, отходящих от шин электростанций и принадлежащих потребителям.

Для линий до 10 кВ, отходящих от шин электростанций, необходимо выполнить цепи учета, сборки зажимов, а также предусмотреть места для установки счетчиков;

5) для всех трансформаторов и линий, питающих шины основного напряжения (выше 1 кВ) собственных нужд (СН).

Счетчики устанавливаются на стороне высшего напряжения; если трансформаторы СН электростанции питаются от шин 35 кВ и выше или ответвлением от блоков на напряжении выше 10 кВ, допускается установка счетчиков на стороне низшего напряжения трансформаторов;

6) для линий хозяйственных нужд и посторонних потребителей, присоединенных к распределительному устройству СН электростанций;

7) для каждого обходного выключателя или для шиносоединительного (междусекционного) выключателя, используемого в качестве обходного для присоединений, имеющих коммерческий учет, - двунаправленный счетчик электроэнергии.

На электростанциях, оборудуемых автоматизированными системами коммерческого учета, указанные системы используются как для централизованного коммерческого, так и для технического учета электроэнергии.

88. На электростанциях мощностью до 1 МВт коммерческие счетчики активной электроэнергии разрешается устанавливать только для генераторов и трансформаторов СН или только для генераторов и отходящих линий.

89. Коммерческие счетчики активной электроэнергии на подстанции энергосистемы устанавливаются:

- 1) для каждой отходящей линии электропередачи, принадлежащей потребителям;
- 2) для межсистемных линий электропередачи - двунаправленный счетчик электроэнергии, учитывающий отпущенную и полученную электроэнергию, при наличии ответвлений от этих линии в другие энергосистемы - двунаправленный счетчик электроэнергии, учитывающий полученную и отпущенную электроэнергию, на вводах в подстанции этих энергосистем,

3) на трансформаторах СН;

4) для линии хозяйственных нужд или посторонних потребителей (поселок и т.п.), присоединенных к шинам СН;

5) для каждого обходного выключателя или для шиносоединительного (междусекционного) выключателя, используемого в качестве обходного для присоединений, имеющих коммерческий учет - двунаправленный счетчик электроэнергии.

Для линий до 10 кВ во всех случаях должны быть выполнены цепи учета, сборки зажимов, а также предусмотрены места для установки счетчиков.

90. Коммерческие счетчики активной электроэнергии на подстанции, принадлежащей потребителю, устанавливаются:

1) на вводе (приемном конце) линии электропередачи в подстанцию потребителя при отсутствии электрической связи с другой подстанцией энергосистемы или другого потребителя на питающем напряжении;

2) на стороне высшего напряжения трансформаторов подстанции потребителя при наличии электрической связи с другой подстанцией энергосистемы или наличии другого потребителя на питающем напряжении.

Допускается установка счетчиков на стороне низшего напряжения трансформаторов в случаях, когда трансформаторы тока, выбранные по току КЗ или по характеристикам дифференциальной защиты шин, не обеспечивают требуемой точности учета электроэнергии, а также когда у имеющихся встроенных трансформаторов тока отсутствует обмотка класса точности 0,5.

В случае, когда установка дополнительных комплектов трансформаторов тока со стороны низшего напряжения силовых трансформаторов для включения коммерческих счетчиков невозможна (КРУ, КРУН) допускается организация учета на отходящих линиях 6-10 кВ.

При наличии у потребителя двух или более пунктов учета, а также при суммарной потребляемой мощности более 1МВт необходимо применять автоматизированную систему коммерческого учета электроэнергии;

3) на стороне среднего и низшего напряжений силовых трансформаторов, если на стороне высшего напряжения применение измерительных трансформаторов не требуется для других целей;

4) на трансформаторах СН, если электроэнергия, отпущенная на собственные нужды, не учитывается другими счетчиками; при этом, счетчики необходимо устанавливать со стороны низшего напряжения;

5) на границе раздела основного потребителя и постороннего потребителя (субабонента), если от линии или трансформаторов потребителей питается еще посторонний потребитель, находящийся на самостоятельном балансе.

Для потребителей каждой тарификационной группы устанавливаются отдельные коммерческие счетчики.

91. При применении для коммерческого учета коммерческих счетчиков, одновременно учитывающих активную и реактивную энергию, установка отдельных счетчиков реактивной энергии не требуется.

При применении для коммерческого учета активной энергии микропроцессорных счетчиков, одновременно учитывающих реактивную энергию, установка отдельных счетчиков реактивной энергии не требуется. В остальных случаях счетчики реактивной электроэнергии устанавливаются:

- 1) на тех же элементах схемы, на которых установлены счетчики активной электроэнергии для потребителей, рассчитывающихся за электроэнергию с учетом разрешенной к использованию реактивной мощности;
- 2) на присоединениях источников реактивной мощности потребителей, если по ним производится расчет за электроэнергию, выданную в сеть энергосистемы, или осуществляется контроль заданного режима работы.

Если со стороны потребителя, с согласия энергосистемы производится выдача реактивной электроэнергии в сеть энергосистемы, устанавливается двунаправленный счетчик реактивной электроэнергии в тех элементах схемы, где установлен коммерческий счетчик активной электроэнергии. Во всех других случаях устанавливается нереверсивный счетчик реактивной электроэнергии.

3. Требования к коммерческим счетчикам

92. Счетчик электроэнергии, используемый в качестве коммерческого, должен быть сертифицирован и включен в реестр Государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан.

Каждый установленный коммерческий счетчик должен иметь на устройстве крепления кожуха, пломбы с клеймом поверителя, а на зажимной крышке или другом устройстве, исключающем доступ к ряду зажимов электросчетчика, пломбу электроснабжающей и (или) энергопередающей организации.

На вновь устанавливаемых счетчиках должны быть пломбы поверки с давностью не более 12 мес.

93. Учет активной и реактивной электроэнергии трехфазного тока должен производиться с помощью трехфазных счетчиков.

94. Класс точности счетчиков коммерческого учета активной и реактивной электроэнергии для различных объектов учета приведены в таблице 37 приложения 5 к настоящим Правилам.

Общая погрешность комплекса коммерческого учета, включая погрешности счетчиков, трансформаторов тока и напряжения, с учетом падения напряжения в проводах в соответствии с пунктами 94-103 настоящих Правил, коэффициента мощности нагрузки, должна быть не более приведенной в таблице 38 приложения 5 к настоящим Правилам.

4. Учет с применением измерительных трансформаторов

95. Класс точности трансформаторов тока и напряжения для присоединения счетчиков коммерческого учета электроэнергии должен быть не ниже приведенного в таблице 39 приложения 5 к настоящим Правилам.

Для присоединения измерительных приборов, счетчиков технического учета необходимо использовать трансформаторы тока и напряжения класса точности 0,5.

96. Допускается применение трансформаторов тока с завышенным коэффициентом трансформации (по условиям электродинамической и термической стойкости или защиты шин), если при максимальной нагрузке присоединения ток во вторичной обмотке трансформатора тока будет составлять не менее 40% номинального тока счетчика, а при минимальной рабочей нагрузке - не менее 5%.

97. Присоединение токовых обмоток счетчиков к вторичным обмоткам трансформаторов тока проводится отдельно от цепей защиты и совместно с электроизмерительными приборами.

Допускается производить совместное присоединение токовых цепей, если отдельное их присоединение требует установки дополнительных трансформаторов тока, а совместное присоединение не приводит к снижению класса точности и надежности цепей трансформаторов тока, служащих для учета, и обеспечивает необходимые характеристики устройств релейной защиты.

Использование промежуточных трансформаторов тока для включения коммерческих счетчиков запрещается.

98. Нагрузка вторичных обмоток измерительных трансформаторов, к которым присоединяются счетчики, не должна превышать номинальных значений.

Сечение и длина проводов и кабелей в цепях напряжения коммерческих счетчиков должны выбираться такими, чтобы потери напряжения в этих цепях составляли не более 0,25% номинального напряжения при питании от трансформаторов напряжения класса точности 0,5 и не более 0,5% при питании от трансформаторов напряжения класса точности 1,0. Для обеспечения этого требования допускается применение отдельных кабелей от трансформаторов напряжения до счетчиков.

Потери напряжения от трансформаторов напряжения до счетчиков технического учета должны составлять не более 0,5% номинального напряжения.

Счетчики электрической энергии межгосударственных ВЛ, ВЛ 110 кВ и выше, генераторов, трансформаторов 10 МВ·А и выше должны быть подключены к трансформаторам напряжения отдельными кабелями (на группу счетчиков данной секции РУ или отдельный кабель для счетчиков каждого присоединения).

99. Для присоединения коммерческих счетчиков на линиях электропередачи 110 кВ и выше допускается установка дополнительных трансформаторов тока (при отсутствии вторичных обмоток для присоединения счетчиков, для обеспечения работы счетчика в требуемом классе точности, по условиям нагрузки на вторичные обмотки и т.п.).

100. Для питания цепей счетчиков могут применяться как однофазные, так и трехфазные трансформаторы напряжения, в том числе четырех- и пятистержневые, применяемые для контроля изоляции.

Цепи учета выводятся на самостоятельные сборки зажимов или секции в общем ряду зажимов. При отсутствии сборок с зажимами необходимо устанавливать испытательные блоки.

Зажимы должны обеспечивать закорачивание вторичных цепей трансформаторов тока, отключение токовых цепей счетчика и цепей напряжения в каждой фазе счетчиков при их замене или проверке, а также включение образцового счетчика без отсоединения проводов и кабелей.

Конструкция сборок и коробок зажимов коммерческих счетчиков должна обеспечивать возможность их пломбирования.

101. Трансформаторы напряжения, используемые только для учета и защищенные на стороне высшего напряжения предохранителями, должны иметь контроль целости предохранителей.

102. При нескольких системах шин и присоединении каждого трансформатора напряжения только к своей системе шин должно быть предусмотрено устройство для переключения цепей счетчиков каждого присоединения на трансформаторы напряжения соответствующих систем шин.

103. Конструкция решеток и дверей камер подстанции, в которых установлены предохранители на стороне высшего напряжения трансформаторов напряжения, используемых для коммерческого учета, должна обеспечивать возможность их пломбирования.

Рукоятки приводов разъединителей трансформаторов напряжения, используемых для коммерческого учета, должны иметь приспособления для их пломбирования.

5. Установка счетчиков и электропроводка к ним

104. Счетчики должны размещаться в легко доступных для обслуживания сухих помещениях, в достаточно свободном и не стесненном для работы месте с температурой в зимнее время не ниже 0°C.

Счетчики общепромышленного исполнения не разрешается устанавливать в помещениях, где по производственным условиям температура часто превышает до +40 °С, а также в помещениях с агрессивными средами.

Допускается размещение счетчиков в неотапливаемых помещениях и коридорах распределительных устройств электростанций и подстанций, а также в шкафах наружной установки. При этом, должно быть предусмотрено стационарное их утепление на зимнее время посредством утепляющих шкафов, колпаков с подогревом воздуха внутри них электрической лампой или нагревательным элементом для обеспечения внутри колпака положительной температуры, но не выше +20 °С.

105. Счетчики общепромышленного исполнения, предназначенные для учета электроэнергии, устанавливаются в помещениях с температурой окружающей среды, находящейся в диапазоне, обозначенном заводом-изготовителем. При отсутствии таких помещений счетчики помещаются в специальных шкафах, где должна поддерживаться необходимая температура в течение всего года.

106. Счетчики должны устанавливаться в шкафах, камерах комплектных распределительных устройствах (КРУ, КРУН), на панелях, щитах, в нишах, на стенах, имеющих жесткую конструкцию.

Допускается крепление счетчиков на пластмассовых или металлических щитках.

Высота от пола до коробки зажимов счетчиков должна быть в пределах 0,8-1,7 м. Допускается высота менее 0,8 м, но не менее 0,4 м.

107. В местах, где имеется опасность механических повреждений счетчиков или их загрязнения, или в местах, доступных для посторонних лиц (проходы, лестничные клетки и т.п.), для счетчиков должен предусматриваться запирающийся шкаф с окошком на уровне циферблата. Аналогичные шкафы должны устанавливаться также для совместного размещения счетчиков и трансформаторов тока при выполнении учета на стороне низшего напряжения (на вводе у потребителей).

108. Конструкции и размеры шкафов, ниш, щитков и т.п. должны обеспечивать удобный доступ к зажимам счетчиков и трансформаторов тока. Кроме того, должна быть обеспечена возможность удобной замены счетчика и установки его с уклоном не более 1°. Конструкция его крепления должна обеспечивать возможность установки и съема счетчика с лицевой стороны.

109. Электропроводки к счетчикам должны отвечать требованиям, приведенным в главе 15 настоящих Правил.

110. В электропроводке к расчетным счетчикам наличие паек не допускается.

111. Сечения проводов и кабелей, присоединяемых к счетчикам, должны приниматься в соответствии с пунктом 837) настоящих Правил.

112. При монтаже электропроводки для присоединения счетчиков непосредственного включения около счетчиков необходимо оставлять концы проводов длиной не менее 120 мм. Изоляция или оболочка нулевого провода на длине 100 мм перед счетчиком должна иметь отличительную окраску.

113. Для безопасной установки и замены счетчиков в сетях напряжением до 380 В должна предусматриваться возможность отключения счетчика установленными до него на расстоянии не более 10 м коммутационным аппаратом или предохранителями.

Снятие напряжения должно предусматриваться со всех фаз, присоединяемых к счетчику.

Трансформаторы тока, используемые для присоединения счетчиков на напряжении до 380 В, должны устанавливаться после коммутационных аппаратов по направлению потока мощности.

114. Заземление (зануление) счетчиков и трансформаторов тока должно выполняться в соответствии с требованиями главы 7 настоящих Правил. При этом, заземляющие и нулевые защитные проводники от счетчиков и трансформаторов тока напряжением до 1 кВ до ближайшей сборки зажимов должны быть медными.

115. При наличии на объекте нескольких присоединений с отдельным учетом электроэнергии на панелях счетчиков должны быть надписи наименований присоединений.

6. Технический учет

116. На тепловых и атомных электростанциях с агрегатами (блоками), не оборудованными информационными или управляющими вычислительными комплексами, устанавливаются стационарные или применяют инвентарные переносные счетчики технического учета в системе СП для возможности расчетов технико-экономических показателей. При этом установка счетчиков активной электроэнергии должна производиться в цепях электродвигателей, питающихся от шин распределительного устройства основного напряжения (выше 1 кВ) собственных нужд, и в цепях всех трансформаторов, питающихся от этих шин.

117. На электростанциях с поперечными связями (имеющих общий паропровод) должна предусматриваться на стороне генераторного напряжения повышающих трансформаторов техническая возможность установки (в условиях эксплуатации) счетчиков технического учета активной электроэнергии, используемых для контроля правильности работы коммерческих генераторных счетчиков.

118. Счетчики активной электроэнергии для технического учета устанавливаются на подстанциях напряжением 35 кВ и выше: на сторонах среднего и низшего напряжений силовых трансформаторов; на каждой отходящей линии электропередачи 6 кВ и выше, находящейся на балансе энергопередающей организации.

Технический учет реактивной электроэнергии организовывается на сторонах среднего и низшего напряжений силовых трансформаторов подстанций 35 кВ и выше. При применении для учета активной электроэнергии микропроцессорных счетчиков установка отдельных счетчиков реактивной энергии не требуется.

119. На предприятиях предусматривается техническая возможность установки (в условиях эксплуатации) стационарных или применения инвентарных переносных счетчиков для контроля за соблюдением лимитов расхода электроэнергии цехами, технологическими линиями, отдельными энергоемкими агрегатами, для определения расхода электроэнергии на единицу продукции или полуфабриката.

Допускается установка счетчиков технического (контрольного) учета на вводе предприятия, если коммерческий учет с этим предприятием ведется по счетчикам, установленным на подстанциях или электростанциях энергоснабжающей организации.

На установку и снятие счетчиков технического учета на предприятиях разрешения энергоснабжающей организации не требуется.

120. Приборы технического учета на предприятиях (счетчики и измерительные трансформаторы) должны находиться в ведении самих потребителей и должны удовлетворять требованиям пунктами 91 (за исключением требования о наличии пломбы энергоснабжающей организации), 92 и 93 настоящих Правил.

121. Класс точности счетчиков и приборов технического учета активной электроэнергии должен быть не более 0,5. Для электроустановок мощностью менее 1 МВ²А допускается использование приборов технического учета класса точности 1,0.

Классы точности счетчиков и приборов технического учета реактивной электроэнергии допускается выбирать на одну ступень ниже соответствующего класса точности счетчиков коммерческого учета активной электроэнергии.

6. Измерения электрических величин

1. Общие требования

122. Все средства измерений должны быть разрешены к применению в Республике Казахстан в установленном законом порядке. Средства измерений электрических величин должны удовлетворять следующим основным требованиям:

1) класс точности измерительных приборов должен быть не более 2,5;

2) классы точности измерительных шунтов, добавочных резисторов, трансформаторов и преобразователей должны быть не более приведенных в таблице 40 приложения 5 к настоящим Правилам;

3) пределы измерения приборов должны выбираться с учетом возможных наибольших длительных отклонений измеряемых величин от номинальных значений.

123. Установка измерительных приборов должна производиться в пунктах, откуда осуществляется управление.

На подстанциях и гидроэлектростанциях без постоянного дежурства оперативного персонала допускается не устанавливать стационарные показывающие приборы, при этом должны быть предусмотрены места для присоединения переносных приборов специально обученным персоналом.

124. Измерения на линиях электропередачи 110 кВ и выше, а также на генераторах и трансформаторах должны производиться непрерывно.

Допускается производить измерения «по вызову» на общий для нескольких присоединений (за исключением указанных в первом абзаце) комплект показывающих приборов, а также применять другие средства централизованного контроля.

125. При установке регистрирующих приборов в оперативном контуре пункта управления допускается не устанавливать показывающие приборы для непрерывного измерения тех же величин.

126. Измерение тока должно производиться в цепях всех напряжений, где оно необходимо для систематического контроля технологического процесса или оборудования.

127. Измерение постоянного тока должно производиться в цепях:

- 1) генераторов постоянного тока и силовых преобразователей;
- 2) аккумуляторных батарей, зарядных, подзарядных и разрядных устройств;
- 3) возбуждение синхронных генераторов, компенсаторов, а также электродвигателей с регулируемым возбуждением.

Амперметры постоянного тока должны иметь двусторонние шкалы, если возможно изменение направления тока.

128. В цепях переменного трехфазного тока измеряется ток одной фазы.

Измерение тока каждой фазы должно производиться:

- 1) для синхронных турбогенераторов мощностью 12 МВт и более;
- 2) для линий электропередачи с пофазным управлением, в обоснованных случаях, предусматривается измерение тока каждой фазы линий электропередачи 220 кВ и выше с трехфазным управлением;
- 3) для дуговых электропечей.

129. Измерение напряжения должно производиться:

1) на секциях сборных шин постоянного и переменного тока, которые могут работать отдельно.

Допускается установка одного прибора с переключением на несколько точек измерения.

На подстанциях допускается измерять напряжение только на стороне низшего напряжения, если установка трансформаторов напряжения на стороне высшего напряжения не требуется для других целей;

2) в цепях генераторов постоянного и переменного тока, синхронных компенсаторов, а также в отдельных случаях в цепях агрегатов специального назначения.

При автоматизированном пуске генераторов или других агрегатов установка на них приборов для непрерывного измерения напряжения не обязательна;

3) в цепях возбуждения синхронных машин мощностью 100 кВт и более. В цепях возбуждения гидрогенераторов измерение не обязательно;

4) в цепях силовых преобразователей, аккумуляторных батарей, зарядных и подзарядных устройств;

5) в цепях дугогасящих реакторов.

130. В трехфазных сетях производится измерение одного междуфазного напряжения. В сетях напряжением выше 1 кВ с эффективно заземленной нейтралью допускается измерение трех междуфазных напряжений для контроля исправности цепей напряжением одним прибором (с переключением).

131. Должна производиться регистрация значений одного междуфазного напряжения сборных шин 110 кВ и выше (либо отклонения напряжения от заданного значения) электростанций и подстанций, по напряжению на которых ведется режим энергосистемы.

132. В сетях переменного тока выше 1 кВ с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор нейтралью, в сетях переменного тока до 1 кВ с изолированной нейтралью и в сетях постоянного тока с изолированными полюсами или с изолированной средней точкой должен выполняться автоматический контроль изоляции, действующий на сигнал при снижении сопротивления изоляции одной из фаз (или полюса) ниже заданного значения, с последующим контролем асимметрии напряжения при помощи показывающего прибора (с переключением).

Допускается осуществлять контроль изоляции путем периодических измерений напряжений с целью визуального контроля асимметрии напряжения.

133. Измерение мощности должно производиться в соответствии с пунктом 122 настоящих Правил, в цепях:

1) генераторов активной и реактивной мощности.

При установке на генераторах мощностью 50 МВт и более щитовых показывающих приборов их класс точности должен быть не более 1,0.

На электростанциях необходимо измерять суммарную активную мощность при необходимости автоматической передачи этого параметра на вышестоящий уровень оперативного управления;

2) конденсаторных батарей мощностью 25 МВАр и более и синхронных компенсаторов - реактивной мощности;

3) трансформаторов и линий, питающих СН напряжением 6кВ и выше тепловых электростанций, - активной мощности;

4) повышающих двухобмоточных трансформаторов электростанций - активной и реактивной мощности. В цепях повышающих трехобмоточных трансформаторов (или автотрансформаторов с использованием обмотки низшего напряжения) измерение активной и реактивной мощности должно производиться со стороны среднего и низшего напряжений.

Для трансформатора, работающего в блоке с генератором, измерение мощности со стороны низшего напряжения производится в цепи генератора;

5) понижающих трансформаторов 110 кВ и выше - активной и реактивной мощности.

В цепях понижающих двухобмоточных трансформаторов измерение мощности должно производиться со стороны высшего и низшего напряжения, в цепях понижающих трехобмоточных трансформаторов - со стороны, среднего и низшего, а при необходимости и высшего напряжения.

На подстанциях 110 кВ и выше, без выключателей на стороне высшего напряжения, при невозможности установки трансформаторов тока и напряжения, измерение мощности производится по низкой стороне. Также должны предусматриваться места для присоединения контрольных показывающих или регистрирующих приборов.

б) линий напряжением 110 кВ и выше, а также обходных выключателей - активной и реактивной мощности. На линиях напряжением 35 кВ и ниже - где для контроля режимов сети необходимы измерения перетоков активной и реактивной мощности.

7) на других элементах подстанции, где для периодического контроля режимов сети необходимы измерения перетоков активной и реактивной мощности, должна предусматриваться возможность присоединения контрольных переносных приборов.

134. При установке щитовых показывающих приборов в цепях, в которых направление мощности может изменяться, эти приборы должны иметь двустороннюю шкалу.

135. Должна производиться регистрация:

1) активной мощности турбогенераторов,

2) суммарной мощности электростанций.

136. Измерение частоты должно производиться:

1) на каждой секции шин генераторного напряжения;

2) на каждом генераторе блочной тепловой или атомной электростанций;

3) на каждой системе (секции) шин высшего напряжения электростанции;

4) в узлах возможного деления энергосистемы на несинхронно работающие части.

137. Регистрация частоты или ее отклонения от заданного значения должна производиться:

- 1) на электростанциях мощностью 200 МВт и более;
- 2) на электростанциях мощностью 6 МВт и более, работающих изолированно.

138. Абсолютная погрешность регистрирующих частотомеров на электростанциях, участвующих в регулировании мощности, должна быть не более $\pm 0,1$ Гц.

139. Для измерений при точной (ручной или полуавтоматической) синхронизации должны предусматриваться следующие приборы: два вольтметра (или двойной вольтметр); два частотомера (или двойной частотомер); синхроскоп.

140. Для автоматической регистрации аварийных процессов в электрической части энергосистемы должны предусматриваться регистраторы аварийных событий (автоматические цифровые осциллографы), либо другие микропроцессорные устройства, выполняющие данную функцию.

Расстановку регистраторов аварийных событий на объектах, а также выбор регистрируемых ими электрических параметров производится в соответствии с требованиями, приведенными в таблице 41 приложения 5 к настоящим Правилам.

141. На электрических станциях, принадлежащих потребителю и имеющих связь с энергосистемой (блок-станциях), должны предусматриваться регистраторы аварийных событий (автоматические цифровые осциллографы). Эти приборы должны регистрировать напряжения (фазные и нулевой последовательности) соответствующей системы шин, токи (фазные и нулевой последовательности) линий электропередачи, связывающих блок-станцию с системой.

142. Для определения мест повреждений на линиях напряжением 110 кВ и выше должны предусматриваться фиксирующие приборы или микропроцессорные устройства РЗА со встроенной функцией определения места повреждения.

7. Заземление и защитные меры электробезопасности

1. Общие положения

143. Электроустановки в отношении мер электробезопасности разделяются на:

- 1) электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях с глухозаземленной или эффективно заземленной нейтралью;
- 2) электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор или резистор нейтралью;
- 3) электроустановки напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью;
- 4) электроустановки напряжением до 1 кВ с изолированной нейтралью.

144. Токоведущие части электроустановки не должны быть доступны для случайного прикосновения, а доступные прикосновению открытые и сторонние проводящие части не должны находиться под напряжением, представляющим опасность поражения электрическим током как в нормальном режиме работы электроустановки, так и при повреждении изоляции.

145. Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты от прямого прикосновения:

- 1) основная изоляция токоведущих частей;
- 2) ограждения и оболочки;
- 3) установка барьеров;
- 4) размещение вне зоны досягаемости;
- 5) применение малого напряжения.

146. Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты при косвенном прикосновении:

- 1) защитное заземление;
- 2) автоматическое отключение питания;
- 3) уравнивание потенциалов;
- 4) выравнивание потенциалов;
- 5) двойная или усиленная изоляция;
- 6) малое напряжение;
- 7) защитное электрическое разделение цепей;
- 8) непроводящие (изолирующие) помещения, зоны, площадки.

147. Меры защиты от поражения электрическим током должны быть предусмотрены в электроустановке или ее части, либо применены к отдельным электроприемникам, и могут быть реализованы при изготовлении электрооборудования, либо в процессе монтажа электроустановки, либо в обоих случаях.

Применение двух и более мер защиты в электроустановке не должно оказывать взаимного влияния, снижающего эффективность каждой из них.

148. Защита при косвенном прикосновении выполняется во всех случаях, если напряжение в электроустановке превышает 42 В переменного и 110 В постоянного тока.

В помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных электроустановках выполнение защиты при косвенном прикосновении требуется, при более низких напряжениях и наличии требований соответствующих глав Правил.

Защита от прямого прикосновения не требуется, если электрооборудование находится в зоне уравнивания потенциалов, а наибольшее рабочее напряжение не превышает 25 В переменного или 60 В постоянного тока в помещениях без повышенной опасности и 6 В переменного или 15 В постоянного тока - во всех случаях.

149. Для заземления электроустановок могут быть использованы искусственные и естественные заземлители. Если при использовании естественных заземлителей сопротивление заземляющих устройств или напряжение прикосновения имеет допустимое значение, а также обеспечиваются нормированные значения напряжения на заземляющем устройстве и допустимые плотности токов в естественных заземлителях, выполнение искусственных заземлителей в электроустановках до 1 кВ не обязательно. Использование естественных заземлителей в качестве заземляющих устройств не должно приводить к их повреждению при протекании по ним токов короткого замыкания или к нарушению работы устройств, с которыми они связаны.

150. Для заземления в электроустановках разных напряжений и разного назначения, территориально сближенных, применяется одно общее заземляющее устройство.

Заземляющее устройство, используемое для заземления таких электроустановок, должно удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к заземлению каждой из них: защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции, условиям режимов работы сетей, защиты электрооборудования от перенапряжения и т. д. в течение всего периода эксплуатации.

Заземляющие устройства защитного заземления электроустановок зданий и сооружений и молниезащиты 2-й и 3-й категорий этих зданий и сооружений, должны быть общими.

При выполнении отдельного (независимого) заземлителя для рабочего заземления по условиям работы информационного или другого чувствительного к воздействию помех оборудования должны быть приняты специальные меры защиты от поражения электрическим током, исключающие одновременное прикосновение к частям, которые могут оказаться под опасной разностью потенциалов при повреждении изоляции.

Для объединения заземляющих устройств разных электроустановок могут быть использованы естественные и искусственные заземляющие проводники. Число их должно быть не менее двух.

151. Требуемые значения напряжения прикосновения и сопротивления заземляющих устройств при стекании с них токов замыкания на землю и токов утечки должны быть обеспечены при наиболее неблагоприятных погодных условиях.

Определение сопротивления заземляющих устройств должно выполняться с учетом как естественных, так и искусственных заземлителей.

При определении удельного сопротивления земли в качестве расчетного принимается его сезонное значение, соответствующее наиболее неблагоприятным условиям.

Заземляющие устройства должны быть механически прочными, термически и динамически стойкими к токам замыкания на землю.

152. Электроустановки напряжением до 1 кВ переменного тока жилых, общественных и промышленных зданий, а также наружные электроустановки до 1 кВ должны, получать питание от источника с глухозаземленной нейтралью; при этом открытые проводящие части электроустановок должны быть присоединены к нейтрали.

Для защиты от поражения электрическим током при косвенном прикосновении в таких электроустановках должно быть выполнено автоматическое отключение питания в соответствии с пунктами 173-174 настоящих Правил.

153. Питание электроустановок напряжением до 1 кВ переменного тока от источника с изолированной нейтралью, с заземлением открытых проводящих частей электроприемников выполняется, при недопустимости перерыва питания при первом замыкании на землю или на открытые проводящие части, связанные с системой уравнивания потенциалов. В таких электроустановках для защиты при косвенном прикосновении при первом замыкании на землю должно быть выполнено защитное заземление в сочетании с устройством контроля изоляции сети или применено устройство защитного отключения (УЗО) с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА.

Для защиты электроустановки от двойного замыкания на землю должно быть выполнено автоматическое отключение питания в соответствии с пунктом 176 настоящих Правил.

154. Питание электроустановок напряжением до 1 кВ от источника с глухозаземленной нейтралью и с заземлением открытых проводящих частей при помощи заземлителя, не присоединенного к нейтрали, допускается только в тех случаях, когда условия электробезопасности присоединением заземлителей к глухозаземленной нейтрали не могут быть обеспечены. Для защиты при косвенном прикосновении в таких электроустановках должно быть выполнено автоматическое отключение питания с обязательным применением УЗО. При этом должно быть соблюдено условие:

$$R_{a1} \leq 50 \text{ В,}$$

где I_a - ток срабатывания защитного устройства; R_a - суммарное сопротивление заземлителя и заземляющего проводника. При применении УЗО для защиты нескольких электроприемников - это сопротивление заземлителя и заземляющего проводника наиболее удаленного электроприемника.

155. При применении автоматического отключения питания должна быть выполнена основная система уравнивания потенциалов в соответствии с пунктом 177 настоящих Правил, а при необходимости также дополнительная система уравнивания потенциалов в соответствии с пунктом 178 настоящих Правил.

156. В электроустановках с присоединением защитных проводников к глухозаземленной нейтрали выполняется повторное заземление этих проводников на вводе в здания, а также в других доступных местах.

Для повторного заземления в первую очередь используются естественные заземлители. Сопротивление заземлителя повторного заземления не нормируется.

Внутри больших и многоэтажных зданий аналогичную функцию выполняет уравнивание потенциалов посредством присоединения нулевого защитного проводника к главной заземляющей шине.

Повторное заземление электроустановок напряжением до 1 кВ, получающих питание по воздушным линиям, должно выполняться в соответствии с пунктами 198-199 настоящих Правил.

157. Если время автоматического отключения питания не удовлетворяет условия пунктов 173, 174, 176 настоящих Правил, то защита при косвенном прикосновении для отдельных частей электроустановки или отдельных электроприемников выполняется с применением двойной или усиленной изоляции (электрооборудование класса II), малого напряжения (электрооборудование класса III), электрического разделения цепей, изолирующих помещений, зон, площадок.

Классификация оборудования по способу защиты человека от поражения электрическим током и условия его применения приведены в таблице 42 приложения 5 к настоящим Правилам.

158. Электросеть до 1 кВ с изолированной нейтралью, связанная через трансформатор с сетью напряжением выше 1 кВ, должна быть защищена пробивным предохранителем в случае повреждения изоляции между обмотками высшего и низшего напряжений трансформатора. Пробивной предохранитель должен быть установлен в нейтрали или фазе на стороне низкого напряжения каждого трансформатора.

159. В электроустановках напряжением выше 1 кВ с изолированной или эффективно заземленной нейтралью для защиты от поражения электрическим током должно быть выполнено защитное заземление открытых проводящих частей.

160. В электроустановках напряжением выше 1 кВ с изолированной нейтралью должна быть предусмотрена возможность быстрого обнаружения замыканий на землю. Защита от замыканий на землю должна устанавливаться с действием на отключение по всей электрически связанной сети в тех случаях, когда это необходимо по условиям безопасности (для линий, питающих передвижные подстанции и механизмы и т. п.).

161. Защитное заземление (зануление) электрооборудования напряжением до 1 кВ, установленного на опорах ВЛ (силовые и измерительные трансформаторы, разъединители, предохранители, конденсаторы и другие аппараты), должно быть выполнено с соблюдением требований, приведенных в соответствующих главах Правил, а также в настоящей главе.

Сопротивление заземляющего устройства опоры ВЛ, на которой установлено оборудование, должно соответствовать требованиям глав 11 и 12 настоящих Правил.

2. Меры защиты от прямого прикосновения

162. Основная изоляция токоведущих частей должна покрывать токоведущие части и сохранять свои свойства в процессе эксплуатации. Удаление изоляции должно быть возможно только путем ее разрушения. Лакокрасочные покрытия не являются изоляцией, защищающей от поражения электрическим током, за исключением случаев, специально оговоренных техническими условиями на конкретные изделия. При выполнении изоляции во время монтажа она должна быть испытана в соответствии с требованиями главы 8 настоящих Правил.

В случаях, когда основная изоляция обеспечивается воздушным промежутком, защита от прямого прикосновения к токоведущим частям или приближения к ним на опасное расстояние должна быть выполнена посредством оболочек, ограждений, барьеров или размещением вне зоны досягаемости.

163. Ограждения и оболочки в электроустановках напряжением до 1 кВ должны иметь степень защиты не менее IP2X, за исключением случаев, когда большие зазоры необходимы для нормальной работы электрооборудования.

Ограждения и оболочки должны быть надежно закреплены и иметь достаточную механическую прочность.

Вход за ограждение или вскрытие оболочки должны быть возможны только при помощи специального ключа или инструмента, либо после снятия напряжения с токоведущих частей. При невозможности соблюдения этих условий должны быть установлены промежуточные ограждения со степенью защиты IP2X, удаление которых также должно быть возможно только при помощи специального ключа или инструмента.

164. Барьеры предназначены для защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям в электроустановках напряжением до 1 кВ или приближения к токоведущим частям на опасное расстояние в электроустановках напряжением выше 1 кВ. Барьеры должны быть закреплены так, чтобы их нельзя было снять преднамеренно. Барьеры должны быть выполнены из изолирующего материала.

165. Размещение вне зоны досягаемости применяется при невозможности выполнения мер, указанных в пунктах 161-163 настоящих Правил, или их недостаточности. При этом расстояние между доступными одновременно прикосновению проводящими частями в электроустановках напряжением до 1 кВ должно быть не менее 2,5 м. Внутри зоны досягаемости не должно быть частей, имеющих разные потенциалы и доступных одновременно прикосновению.

В вертикальном направлении зона досягаемости в электроустановках напряжением до 1 кВ должна составлять 2,5 м от поверхности, на которой находятся люди.

Указанные размеры даны без учета применения вспомогательных средств (инструмента, лестниц и т. п.).

166. Установка барьеров и размещение вне зоны досягаемости допускается только в помещениях, доступных квалифицированному персоналу.

167. В помещениях электроустановок напряжением до 1 кВ не требуется защита от прямого прикосновения при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) эти помещения отчетливо обозначены, и доступ в них возможен только с помощью ключа;
- 2) обеспечена возможность свободного выхода из помещения без ключа, даже если оно заперто на ключ снаружи;
- 3) минимальные размеры проходов обслуживания соответствуют требованиям главы 16 настоящих Правил.

168. Малое напряжение (далее - МН) в электроустановках напряжением до 1 кВ применяется для защиты от поражения электрическим током как при прямом, так и при косвенном прикосновении в сочетании с защитным электрическим разделением цепей или в сочетании с автоматическим отключением питания.

В качестве источника питания цепей МН в обоих случаях применяется безопасный разделительный трансформатор или другой источник МН, обеспечивающий равноценную степень безопасности.

Токосоведущие части цепей МН должны быть электрически отделены от других цепей так, чтобы обеспечивалось электрическое разделение цепей, равноценное разделению между первичной и вторичной обмотками разделительного трансформатора.

Проводники цепей МН, должны быть проложены отдельно от проводников более высоких напряжений и защитных проводников, либо отделены от них заземленным металлическим экраном (оболочкой), либо заключены в неметаллическую оболочку дополнительно к основной изоляции.

Вилки и розетки штепсельных соединителей в цепях МН не должны допускать подключение к розеткам и вилкам других напряжений.

Штепсельные розетки цепей МН должны быть выполнены без защитного контакта.

При значениях МН выше 25 В переменного и 60 В постоянного тока должна быть также применена защита от прямого прикосновения при помощи ограждений или оболочек или изоляции, соответствующей испытательному напряжению 500 В переменного тока в течение 1 мин.

169. При применении МН в сочетании с электрическим разделением цепей открытые проводящие части не должны быть преднамеренно присоединены к заземлителю, защитным проводникам или открытым проводящим частям других цепей и к сторонним проводящим частям, кроме случая, когда соединение сторонних проводящих частей с электрооборудованием необходимо, а напряжение на этих частях не может превысить значение МН.

МН в сочетании с электрическим разделением цепей применяется, когда при помощи МН необходимо обеспечить защиту от поражения электрическим током при повреждении изоляции не только в цепи МН, но и при повреждении изоляции в других цепях.

170. При применении МН в сочетании с автоматическим отключением питания один из выводов источника МН и его корпус должны быть присоединены к защитному проводнику цепи, питающему источник.

171. В случаях, когда в электроустановке применено электрооборудование с наибольшим рабочим напряжением, не превышающим 42 В переменного или 110 В постоянного тока, такое напряжение используется в качестве меры защиты от прямого и косвенного прикосновения, если при этом соблюдены требования пунктов 167 - 169 настоящих Правил.

3. Меры защиты при косвенном прикосновении

172. Требования защиты при косвенном прикосновении распространяются на:

- 1) корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т. п.;
- 2) приводы электрических аппаратов;
- 3) каркасы распределительных щитов, щитов управления, щитков и шкафов, а также съемных или открывающихся частей, если на последних установлено электрооборудование напряжением выше 42 В переменного или 110 В постоянного тока (в случаях, предусмотренных соответствующими главами Правил - выше 25 В переменного или 60 В постоянного тока);
- 4) металлические конструкции распределительных устройств, кабельные конструкции, кабельные муфты, оболочки и броню контрольных и силовых кабелей, оболочки проводов, рукава и трубы электропроводки, оболочки и опорные конструкции шинопроводов (токопроводов), лотки, короба, струны, тросы и полосы, на которых укреплены кабели и провода (за исключением струн, тросов и полос, по которым проложены кабели с зануленной или заземленной металлической оболочкой или броней), а также другие металлические конструкции, на которых устанавливается электрооборудование;
- 5) металлические оболочки и броню контрольных и силовых кабелей и проводов на напряжения, не превышающие указанные в пункте 147 настоящих Правил, проложенные на общих металлических конструкциях, в том числе в общих трубах, коробах, лотках и т. п., с кабелями и проводами на более высокие напряжения;
- 6) металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников;

7) электрооборудование, установленное на движущихся частях станков, машин и механизмов.

При применении в качестве защитной меры автоматического отключения питания указанные открытые проводящие части должны быть присоединены к глухозаземленной нейтрали или заземлены при помощи заземляющего устройства.

173. Не требуется преднамеренно присоединять к нейтрали и заземлять:

1) корпуса электрооборудования и аппаратов, установленных на металлических основаниях (конструкциях, распределительных устройствах, щитах, шкафах, станинах станков, машин и механизмов), присоединенных к нейтрали источника питания или заземленных, при обеспечении надежного электрического контакта корпусов оборудования и аппаратов с основаниями;

2) конструкции, перечисленные в пункте 171 настоящих Правил, при обеспечении надежного электрического контакта между этими конструкциями и установленным на них электрооборудованием, присоединенным к защитному проводнику;

3) съемные или открывающиеся части металлических каркасов камер распределительных устройств, шкафов, ограждений и т.п., если на съемных (открывающихся) частях не установлено электрооборудование, или если напряжение установленного электрооборудования не превышает значений, указанных в пункте 147 настоящих Правил;

4) арматуру изоляторов воздушных линий электропередачи и присоединяемые к ней крепежные детали;

5) открытые проводящие части электрооборудования с двойной изоляцией;

6) металлические скобы, закрепы, отрезки труб механической защиты кабелей в местах их прохода через стены и перекрытия и другие подобные детали электропроводок площадью до 100 см², в том числе протяжные и ответвительные коробки скрытых электропроводок.

174. При выполнении автоматического отключения питания в электроустановках напряжением до 1 кВ все открытые проводящие части должны быть присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания или заземлены, в зависимости от принятой системы заземления.

При этом, характеристики защитных аппаратов и параметры защитных проводников должны быть согласованы, чтобы обеспечивалось нормированное время отключения цепи защитно-коммутационным аппаратом в соответствии с номинальным фазным напряжением питающей сети.

В электроустановках, в которых в качестве защитной меры применено автоматическое отключение питания, должно быть выполнено уравнивание потенциалов.

Для автоматического отключения питания могут быть применены защитно-коммутационные аппараты, реагирующие на сверхтоки или на дифференциальный ток.

175. При занулении открытых проводящих частей время автоматического отключения питания не должно превышать значений, указанных в таблице 43 приложения 5 к настоящим Правилам.

Приведенные значения времени отключения считаются достаточными для обеспечения электробезопасности, в том числе в групповых цепях, питающих передвижные и переносные электроприемники и ручной электроинструмент класса I.

В цепях, питающих распределительные, групповые, этажные и другие щитки, время отключения не должно превышать 5 сек.

Допускаются значения времени отключения более указанных в таблице 43, но не более 5 сек в цепях, питающих только стационарные электроприемники от распределительных щитов или щитков при выполнении следующих условий:

1) полное сопротивление защитного проводника между главной заземляющей шиной и распределительным щитом (щитком) не превышает значения, определяемого формулой:

$$Z_p = 42 \cdot Z_c / U_0,$$

где Z_p - полное сопротивление защитного проводника, Ом; Z_c - полное сопротивление цепи «фаза-нуль», Ом; U_0 - номинальное фазное напряжение цепи, В; 42 - падение напряжения на участке защитного проводника между главной заземляющей шиной и распределительным щитом (щитком), В;

2) к заземляющей шине распределительного щита (щитка) присоединена дополнительная система уравнивания потенциалов, охватывающая те же сторонние проводящие части, что и основная система уравнивания потенциалов.

Допускается применение УЗО, реагирующих на дифференциальный ток.

176. Не допускается применять УЗО, реагирующие на дифференциальный ток, в четырехпроводных трехфазных цепях. В случае необходимости применения УЗО для защиты отдельных электроприемников, получающих питание от таких цепей, защитный проводник электроприемника должен быть подключен к нейтрали до защитно-коммутирующего аппарата.

177. В трехфазных сетях с изолированной нейтралью время автоматического отключения питания при двойном замыкании на открытые проводящие части должно соответствовать таблице 44 приложения 5 к настоящим Правилам.

178. Основная система уравнивания потенциалов в электроустановках напряжением до 1 кВ должна соединять между собой следующие проводящие части:

- 1) глухозаземленную нейтраль питающей линии;
- 2) заземляющие проводники открытых проводящих частей электроприемников;
- 3) заземляющие проводники, присоединенные к заземлителю повторного заземления на вводе в здание;
- 4) металлические трубы коммуникаций, входящих в здание (горячего и холодного водоснабжения, отопления, канализации, газоснабжения и т.п.).

Если трубопровод газоснабжения имеет изолирующую вставку на вводе в здание, к основной системе уравнивания потенциалов присоединяется только часть трубопровода, находящаяся внутри здания;

- 5) металлические части каркаса здания;

б) металлические части централизованных систем вентиляции и кондиционирования. Металлические воздуховоды централизованных систем вентиляции и кондиционирования присоединяется к заземляющей шине щитов питания этих систем;

7) заземляющее устройство системы молниезащиты 2-й и 3-й категорий;

8) заземляющий проводник функционального (рабочего) заземления, если отсутствуют ограничения на присоединение сети рабочего заземления к заземляющему устройству защитного заземления;

9) металлические оболочки телекоммуникационных кабелей.

Проводящие части, входящие в здание извне, должны быть соединены ближе к точке их ввода в здание.

Для соединения с основной системой уравнивания потенциалов все указанные части должны быть присоединены к главной заземляющей шине при помощи проводников системы уравнивания потенциалов.

179. Система дополнительного уравнивания потенциалов должна соединять между собой все одновременно доступные прикосновению открытые проводящие части стационарного электрооборудования и сторонние проводящие части, включая доступные прикосновению металлические части строительных конструкций здания, а также защитные заземляющие и нулевые проводники, включая защитные проводники штепсельных розеток.

180. Для уравнивания потенциалов могут быть использованы специально предусмотренные проводники либо открытые и сторонние проводящие части, если они удовлетворяют требованиям пункта 214 настоящих Правил к защитным проводникам в отношении проводимости и непрерывности электрической цепи.

181. Защита при помощи двойной или усиленной изоляции обеспечивается с применением электрооборудования класса II или заключением электрооборудования, имеющего только основную изоляцию токоведущих частей, в изолирующую оболочку.

Проводящие части оборудования с двойной или усиленной изоляцией не должны присоединяться к защитному проводнику и к системе уравнивания потенциалов.

182. Защитное электрическое разделение цепей применяется для одной цепи.

Наибольшее рабочее напряжение отделяемой цепи не должно превышать 500 В.

Питание отделяемой цепи должно быть выполнено от разделительного трансформатора или от другого источника, обеспечивающего равноценную степень безопасности.

Токосоведущие части цепи, питающейся от разделительного трансформатора, не должны иметь соединений с заземленными частями и защитными проводниками других цепей.

Проводники цепей, питающихся от разделительного трансформатора, прокладываются отдельно от других цепей. Если это невозможно, то для таких цепей необходимо использовать кабели без металлической оболочки, брони, экрана или изолированные провода, проложенные в изоляционных трубах, коробах и каналах при условии, что номинальное напряжение этих кабелей и проводов соответствует наибольшему напряжению совместно проложенных цепей, а каждая цепь защищена от сверхтоков.

Открытые проводящие части электроприемников, питающихся от разделительного трансформатора, не должны быть присоединены к защитным проводникам и открытым проводящим частям других цепей.

При питании нескольких электроприемников от одного разделительного трансформатора необходимо обеспечить выполнение следующих условий:

- 1) открытые проводящие части электроприемников не должны иметь электрической связи с металлическим корпусом трансформатора;
- 2) открытые проводящие части электроприемников должны быть соединены между собой изолированными незаземленными проводниками местной системы уравнивания потенциалов;
- 3) все штепсельные розетки должны иметь защитный контакт, присоединенный к местной незаземленной системе уравнивания потенциалов;
- 4) все гибкие кабели, за исключением питающих оборудование класса II, должны иметь защитный проводник, применяемый в качестве проводника уравнивания потенциалов;
- 5) время отключения устройством защиты при двухфазном замыкании на открытые проводящие части не должно превышать значений, указанных в таблице 44 приложения 5 к настоящим Правилам.

183. Изолирующие (непроводящие) помещения, зоны и площадки могут быть применены в электроустановках напряжением до 1 кВ, когда требования к автоматическому отключению питания не могут быть выполнены, а применение других защитных мер невозможно или нецелесообразно.

Сопротивление относительно локальной земли изолирующего пола и стен таких помещений, зон и площадок в любой точке должно быть не менее:

50 кОм при номинальном напряжении электроустановки до 500 В включительно, измеренное мегаомметром на напряжение 500 В;

100 кОм при номинальном напряжении более 500 В, измеренное мегаомметром на напряжение 1 000 В.

Для изолирующих (непроводящих) помещений (зон, площадок) допускается использование электрооборудования класса 0 при соблюдении, по крайней мере, одного из трех следующих условий:

- 1) открытые проводящие части удалены одна от другой и от сторонних проводящих частей не менее чем на 2 м. Допускается уменьшение этого расстояния вне зоны досягаемости до 1,25 м;
- 2) открытые проводящие части отделены от сторонних проводящих частей барьерами из изоляционного материала. При этом расстояния, не менее указанных в подпункте 1) настоящего пункта, должны быть обеспечены с одной стороны барьера;
- 3) сторонние проводящие части покрыты изоляцией, выдерживающей испытательное напряжение переменного тока не менее 2 кВ в течение 1 мин.

В изолирующих помещениях (зонах) не должен предусматриваться защитный проводник.

Должны быть предусмотрены меры против заноса потенциала на сторонние проводящие части помещения извне.

Пол и стены изолирующих помещений не должны подвергаться воздействию влаги.

4. Заземляющие устройства электроустановок напряжением выше 1 кВ в сетях с эффективно заземленной нейтралью

184. Заземляющие устройства электроустановок напряжением выше 1 кВ сети с эффективно заземленной нейтралью выполняется с соблюдением требований либо к их сопротивлению в соответствии с пунктом 185 настоящих Правил, либо к напряжению прикосновения в соответствии с пунктом 187 настоящих Правил, а также с соблюдением требований к конструктивному выполнению в соответствии с пунктами 188 и 189 настоящих Правил и к ограничению напряжения на заземляющем устройстве согласно пункту 184 настоящих Правил. Требования пунктов 183-189 настоящих Правил не распространяются на заземляющие устройства опор ВЛ.

185. Напряжение на заземляющем устройстве при стекании с него тока замыкания на землю не должно превышать 10 кВ. Напряжение выше 10 кВ допускается на заземляющих устройствах, с которых исключен вынос потенциалов за пределы зданий и внешних ограждений электроустановок. При напряжении на заземляющем устройстве более 5 кВ должны быть предусмотрены меры по защите изоляции отходящих кабелей связи и телемеханики и по предотвращению выноса опасных потенциалов за пределы электроустановки.

186. Заземляющее устройство, которое выполняется с соблюдением требований к его сопротивлению, должно иметь в любое время года сопротивление не более 0,5 Ом, включая сопротивление естественных и искусственных заземлителей.

В целях выравнивания электрического потенциала и обеспечения присоединения электрооборудования к заземлителю на территории, занятой оборудованием, прокладываются продольные и поперечные горизонтальные заземлители и соединять их между собой в заземляющую сетку.

Продольные заземлители должны быть проложены вдоль осей электрооборудования со стороны обслуживания на глубине 0,5-0,7 м от поверхности земли и на расстоянии 0,8-1,0 м от фундаментов или оснований оборудования. Допускается увеличение расстояний от фундаментов или оснований оборудования до 1,5 м с прокладкой одного заземлителя для двух рядов оборудования, если стороны обслуживания обращены друг к другу, а расстояние между фундаментами или основаниями двух рядов не превышает 3,0 м.

187. Поперечные заземлители прокладываются в удобных местах между оборудованием на глубине 0,5-0,7 м от поверхности земли. Расстояние между ними принимается увеличивающимся от периферии к центру заземляющей сетки. При этом, первое и последующие расстояния, начиная от периферии, не должны превышать соответственно 4,0; 5,0; 6,0; 7,5; 9,0; 11,0; 13,5; 16,0 и 20,0 м. Размеры ячеек заземляющей сетки, примыкающих к местам присоединения нейтралей силовых трансформаторов и короткозамыкателей к заземляющему устройству, не должны превышать 6 x 6 м.

Горизонтальные заземлители прокладываются по краю территории, занимаемой заземляющим устройством, так, чтобы они в совокупности образовывали замкнутый контур.

Если контур заземляющего устройства располагается в пределах внешнего ограждения электроустановки, то у входов и въездов на ее территорию выравнивается потенциал путем

установки двух вертикальных заземлителей, присоединенных к внешнему горизонтальному заземлителю напротив входов и въездов. Вертикальные заземлители должны быть длиной 3-5 м, а расстояние между ними должно быть равно ширине входа или въезда.

188. Заземляющее устройство, которое выполняется с соблюдением требований, предъявляемых к напряжению прикосновения, должно обеспечивать в любое время года при стекании с него тока замыкания на землю значения напряжений прикосновения, не превышающие нормированных. Сопротивление заземляющего устройства при этом определяется по допустимому напряжению на заземляющем устройстве и току замыкания на землю.

При определении значения допустимого напряжения прикосновения в качестве расчетного времени воздействия принимается сумма времени действия защиты и полного времени отключения выключателя. При определении допустимых значений напряжений прикосновения у рабочих мест, где при производстве оперативных переключений могут возникнуть КЗ на конструкции, доступные для прикосновения производящему переключения персоналу, в качестве расчетного времени воздействия принимается время действия резервной защиты, а для остальной территории - основной защиты.

Размещение продольных и поперечных горизонтальных заземлителей должно определяться требованиями ограничения напряжений прикосновения до нормированных значений и удобством присоединения заземляемого оборудования. Расстояние между продольными и поперечными горизонтальными искусственными заземлителями не должны превышать 30 м, а глубина их заложения в грунт должна быть не менее 0,3 м. Для снижения напряжения прикосновения у рабочих мест в обоснованных случаях выполняется подсыпка щебня слоем толщиной 0,1-0,2 м.

189. При выполнении заземляющего устройства с соблюдением требований, предъявляемых к его сопротивлению или к напряжению прикосновения, дополнительно к требованиям пунктов 185 и 187 настоящих Правил:

1) заземляющие проводники, присоединяющие оборудование или конструкции к заземлителю, в земле прокладывают на глубине не менее 0,3 м;

2) вблизи мест расположения заземляемых нейтралей силовых трансформаторов, короткозамыкателей прокладывают продольные и поперечные горизонтальные заземлители (в четырех направлениях).

При выходе заземляющего устройства за пределы ограждения электроустановки горизонтальные заземлители, находящиеся вне территории электроустановки, прокладываются на глубине не менее 1 м. Внешний контур заземляющего устройства в этом случае выполняется в виде многоугольника с тупыми или скругленными углами.

190. Внешнюю ограду электроустановок не допускается присоединение к заземляющему устройству. Если от электроустановки отходят ВЛ 110 кВ и выше, то ограда заземляется с помощью вертикальных заземлителей длиной 2-3 м, установленных у стоек ограды по всему ее периметру через 20-50 м. Установка таких заземлителей не требуется для ограды с металлическими стойками и с теми стойками из железобетона, арматура которых электрически соединена с металлическими звеньями ограды.

Для исключения электрической связи внешней ограды с заземляющим устройством расстояние от ограды до элементов заземляющего устройства, расположенных вдоль нее с внутренней, с внешней или с обеих сторон, должно быть не менее 2 м. Выходящие за пределы ограды горизонтальные заземлители, трубы и кабели с металлической оболочкой и другие

металлические коммуникации должны быть проложены посередине между стойками ограды на глубине не менее 0,5 м. В местах примыкания внешней ограды к зданиям и сооружениям, также в местах примыкания к внешней ограде внутренних металлических ограждений должны быть выполнены кирпичные или деревянные вставки длиной не менее 1 м.

При размещении электроприемников на внешней ограде их питание осуществляется через разделительные трансформаторы. Эти трансформаторы не допускается устанавливать на ограде. Линия, соединяющая вторичную обмотку разделительного трансформатора с электроприемником, расположенным на ограде, должна быть изолирована от земли на расчетное значение напряжения на заземляющем устройстве.

Если выполнение хотя бы одного из указанных мероприятий невозможно, то металлические части ограды присоединяются к заземляющему устройству и выполнить выравнивание потенциалов так, чтобы напряжение прикосновения с внешней и внутренней сторон ограды не превышало допустимых значений. С этой целью при выполнении заземляющего устройства по допустимому сопротивлению должен быть проложен с внешней стороны ограды, на расстоянии 1 м от нее и на глубине 1 м, горизонтальный заземлитель. Этот заземлитель присоединяется к заземляющему устройству не менее чем в четырех точках.

191. Если заземляющее устройство электроустановки соединено с заземляющим устройством другой электроустановки кабелем с металлической оболочкой или броней или посредством других металлических связей, то для выравнивания потенциалов вокруг другой электроустановки или вокруг здания, в котором она размещена, необходимо соблюдение одного из следующих условий:

1) укладка в землю на глубине 1 м и на расстоянии 1 м от фундамента здания или от периметра территории, занимаемой оборудованием, заземлителя, соединенного с системой уравнивания потенциалов этого здания или территории, а у входов и у въездов в здание - укладка проводников на расстоянии 1 и 2 м от заземлителя на глубине 1 и 1,5 м соответственно и соединение этих проводников с заземлителем;

2) использование железобетонных фундаментов в качестве заземлителей в соответствии с пунктом 204 настоящих Правил, если при этом обеспечивается допустимый уровень выравнивания потенциалов.

Не требуется выполнение условий, указанных в подпункте 1) и 2) пункта 190, если вокруг зданий имеются асфальтовые отмостки, в том числе у входов и въездов. Если у какого-либо входа (въезда) отмостка отсутствует, то у этого входа (въезда) должно быть выполнено выравнивание потенциалов путем укладки двух проводников, как указано в подпункте 1), или соблюдено условие по подпункту 2) пункта 190. При этом во всех случаях должны выполняться требования пунктом 191 настоящих Правил.

192. Во избежание выноса потенциала не допускается питание электроприемников, находящихся за пределами заземляющих устройств электроустановок выше 1 кВ сети с эффективно заземленной нейтралью, от обмоток до 1 кВ с заземленной нейтралью трансформаторов, находящихся в пределах контура заземляющего устройства электроустановки напряжением выше 1 кВ. При необходимости питание таких электроприемников осуществляется от трансформатора с изолированной нейтралью на стороне до 1 кВ по линии, выполненной кабелем без металлической оболочки и без брони, или по ВЛ.

При этом, напряжение на заземляющем устройстве не должно превышать напряжение срабатывания пробивного предохранителя, установленного на стороне низшего напряжения трансформатора с изолированной нейтралью.

Питание таких электроприемников осуществляется также через разделительный трансформатор. Разделительный трансформатор и линия от его вторичной обмотки к электроприемнику, если она проходит по территории, занимаемой заземляющим устройством электроустановки выше 1 кВ, должны иметь изоляцию от земли на расчетное значение напряжения на заземляющем устройстве.

5. Заземляющие устройства электроустановок напряжением выше 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью

193. В электроустановках выше 1 кВ сети с изолированной нейтралью сопротивление заземляющего устройства R , Ом, при прохождении расчетного тока замыкания на землю в любое время года с учетом сопротивления естественных заземлителей должно быть:

$$R \leq 250/I, \text{ но не более } 10 \text{ Ом,}$$

где I - расчетный ток замыкания на землю, А.

В качестве расчетного тока принимается:

- 1) в сетях без компенсации емкостных токов - полный ток замыкания на землю;
- 2) в сетях с компенсацией емкостных токов:

для заземляющих устройств, к которым присоединены компенсирующие аппараты, - ток, равный 125% номинального тока наиболее мощного из этих аппаратов;

для заземляющих устройств, к которым не присоединены компенсирующие аппараты, - ток замыкания на землю, проходящий в данной сети при отключении наиболее мощного из компенсирующих аппаратов.

Расчетный ток замыкания на землю должен быть определен для той из возможных в эксплуатации схем сети, при которой этот ток имеет наибольшее значение.

194. При использовании заземляющего устройства одновременно для электроустановок напряжением до 1 кВ с изолированной нейтралью должны быть выполнены условия пункта 200 настоящих Правил.

При использовании заземляющего устройства одновременно для электроустановок напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью сопротивление заземляющего устройства должно быть не более указанного в пункте 197 настоящих Правил либо к заземляющему устройству должны быть присоединены оболочки и броня не менее двух кабелей (любого напряжения) при общей протяженности этих кабелей не менее 1 км.

195. Для подстанций напряжением 6-10/0,4 кВ должно быть выполнено одно общее заземляющее устройство, к которому должны быть присоединены:

- 1) нейтраль трансформатора на стороне до 1 кВ;
- 2) корпус трансформатора;
- 3) металлические оболочки и броня кабелей;
- 4) открытые проводящие части электроустановок напряжение до 1 кВ и выше;
- 5) сторонние проводящие части.

Вокруг площади, занимаемой подстанцией, на глубине не менее 0,5 м и на расстоянии не более 1 м от края фундамента здания подстанции или от края фундаментов открыто установленного оборудования должен быть проложен замкнутый горизонтальный заземлитель (контур), присоединенный к заземляющему устройству.

196. Заземляющее устройство сети напряжением выше 1 кВ с изолированной нейтралью, объединенное с заземляющим устройством сети напряжением выше 1 кВ с эффективно заземленной нейтралью в одно общее заземляющее устройство, должно удовлетворять также требованиям пунктов 185 и 186 настоящих Правил.

6. Заземляющие устройства электроустановок напряжением до 1 кВ в сетях с глухозаземленной нейтралью

197. В электроустановках с глухозаземленной нейтралью нейтраль генератора или трансформатора трехфазного переменного тока, средняя точка источника постоянного тока, один из выводов источника однофазного тока должны быть присоединены к заземлителю.

Искусственный заземлитель, предназначенный для заземления нейтрали, располагается вблизи генератора или трансформатора. Для внутрицеховых подстанций допускается располагать заземлитель около стены здания.

Если фундамент здания, в котором размещается подстанция, используется в качестве естественных заземлителей, нейтраль трансформатора заземляется путем присоединения не менее чем к двум металлическим колоннам или к закладным деталям, приваренным к арматуре не менее двух железобетонных фундаментов.

При расположении встроенных подстанций на разных этажах многоэтажного здания заземление нейтрали трансформаторов таких подстанций должно быть выполнено при помощи специально проложенного заземляющего проводника. В этом случае заземляющий проводник должен быть дополнительно присоединен к колонне здания, ближайшей к трансформатору, а его сопротивление должно быть учтено при определении сопротивления заземляющего устройства, к которому присоединена нейтраль трансформатора.

Во всех случаях должны быть приняты меры по обеспечению непрерывности цепи заземления и защите заземляющего проводника от механических повреждений.

Если в проводнике, соединяющем нейтраль трансформатора или генератора с нулевой шиной распределительного устройства, установлен трансформатор тока, то заземляющий проводник должен быть присоединен не к нейтрали трансформатора или генератора непосредственно, а к нулевому проводнику, сразу за трансформатором тока. Также за трансформатором тока должно быть выполнено присоединение нулевого защитного проводника в случае работы электроустановки в системе с разделением нулевого рабочего и нулевого защитного проводников.

Трансформатор тока необходимо размещать ближе к выводу нейтрали генератора (трансформатора).

198. Сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединены нейтрали генератора или трансформатора или выводы источника однофазного тока, в любое время года должно быть не более 2, 4 и 8 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В источника трехфазного тока или 380, 220 и 127 В источника однофазного тока. Это сопротивление должно быть обеспечено с учетом использования естественных заземлителей, а также заземлителей повторных заземлений нулевого провода ВЛ при количестве отходящих линий не менее двух. При

этом, сопротивление заземлителя, расположенного в непосредственной близости от нейтрали генератора или трансформатора или вывода источника однофазного тока, должно быть не более 15, 30 и 60 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В источника трехфазного тока или 380, 220 и 127 В источника однофазного тока.

При удельном сопротивлении земли $\rho > 100$ Ом·м допускается увеличивать указанные выше нормы в 0,01 с раз, но не более десятикратного.

199. На концах ВЛ (или ответвлений от них) длиной более 200 м, а также на вводах от ВЛ к электроустановкам, в которых в качестве защитной меры при косвенном прикосновении применено автоматическое отключение питания, должны быть выполнены повторные заземления нулевого рабочего провода. При этом, в первую очередь, используются естественные заземлители, (подземные части опор, а также заземляющие устройства, выполненные для защиты от грозových перенапряжений).

Указанные повторные заземления выполняются, если более частые заземления не требуются по условиям защиты от грозových перенапряжений.

Повторные заземления нулевого провода в сетях постоянного тока должны быть осуществлены при помощи отдельных искусственных заземлителей, которые не должны иметь металлических соединений с подземными трубопроводами. Заземляющие устройства на ВЛ постоянного тока, выполненные для защиты от грозových перенапряжений, используются для повторного заземления нулевого рабочего провода.

Заземляющие проводники для повторных заземлений нулевого провода должны иметь размеры не менее приведенных в таблице 45 приложения 5 к настоящим Правилам.

200. Общее сопротивление заземлителей (в том числе естественных) всех повторных заземлений нулевого рабочего провода каждой ВЛ в любое время года должно быть не более 5, 10 и 20 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В источника трехфазного тока или 380, 220 и 127 В источника однофазного тока. При этом, сопротивление заземлителя каждого из повторных заземлений должно быть не более 15, 30 и 60 Ом соответственно при тех же напряжениях.

При удельном сопротивлении земли $\rho > 100$ Ом·м допускается увеличивать указанные нормы в 0,01 с раз, но не более десятикратного.

7. Заземляющие устройства электроустановок напряжением до 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью

201. Сопротивление заземляющего устройства, используемого для защитного заземления открытых проводящих частей в сетях до 1 кВ с изолированной нейтралью, должно соответствовать условию:

$$R \leq U_{пр} / I,$$

где R - сопротивление заземляющего устройства, Ом; $U_{пр}$ - напряжение прикосновения, значение которого принимается равным 42 В; I - полный ток замыкания на землю, А.

При мощности трансформаторов или генераторов, не превышающей 100 кВ·А, допускается сопротивление заземляющего устройства до 10 Ом. Это значение сопротивления также допускается для нескольких генераторов (трансформаторов), работающих параллельно, при их суммарной мощности не более 100 кВ·А.

8. Заземляющие устройства в районах с большим предельным сопротивлением земли

202. Заземляющие устройства электроустановок напряжением выше 1 кВ с эффективно заземленной нейтралью в районах с большим удельным сопротивлением земли выполняется с соблюдением требований, предъявляемых к напряжению прикосновения.

В скальных структурах допускается прокладывать горизонтальные заземлители на меньшей глубине, чем в пунктах 188-190 настоящих Правил, но не менее чем 0,15 м. Кроме того, допускается не выполнять требуемых в пункте 185 настоящих Правил вертикальных заземлителей у входов и въездов.

203. При сооружении искусственных заземлителей в районах с большим удельным сопротивлением земли выполняются следующие мероприятия:

- 1) устройство вертикальных заземлителей увеличенной длины, если с глубиной удельное сопротивление земли снижается, а естественные углубленные заземлители отсутствуют;
- 2) устройство выносных заземлителей, если вблизи (до 2 км) от электроустановки есть места с меньшим удельным сопротивлением земли;
- 3) укладка в траншеи вокруг горизонтальных заземлителей в скальных структурах влажного глинистого грунта с последующей трамбовкой и засыпкой щебнем до верха траншеи;
- 4) применение искусственной обработки грунта с целью снижения его удельного сопротивления, если другие способы не могут быть применены или не дают необходимого эффекта.

204. В электроустановках напряжением выше 1 кВ, а также до 1 кВ с изолированной нейтралью для земли с удельным сопротивлением более 500 Ом·м, если мероприятия, предусмотренные в пунктах 201-202 настоящих Правил, не позволяют получить приемлемые по экономическим соображениям заземлители, допускается повысить требуемые настоящей главой значения сопротивлений заземляющих устройств в 0,002с раз, где с - эквивалентное удельное сопротивление земли, Ом·м. При этом увеличение требуемых настоящей главой сопротивлений заземляющих устройств должно быть не более десятикратного.

9. Заземлители

205. В качестве естественных заземлителей могут быть использованы:

- 1) металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, находящиеся в соприкосновении с землей, в том числе железобетонные фундаменты, имеющие защитные гидроизоляционные покрытия в неагрессивных, слабоагрессивных и среднеагрессивных средах;
- 2) металлические трубы водопровода, проложенные в земле;
- 3) обсадные трубы буровых скважин;
- 4) металлические шпунты гидротехнических сооружений, водоводы, закладные части затворов и т. п.;
- 5) рельсовые пути магистральных неэлектрифицированных железных дорог и подъездные рельсовые пути при наличии преднамеренно установленных перемычек между рельсами;

б) другие, находящиеся в земле, металлические конструкции и сооружения;

7) металлические оболочки бронированных кабелей, проложенных в земле; оболочки кабелей могут служить естественными заземлителями при количестве кабелей не менее двух.

Не допускается использовать в качестве заземлителей алюминиевые оболочки кабелей.

206. Не допускается использовать в качестве заземлителей трубопроводы канализации и центрального отопления, трубопроводы горючих жидкостей, горючих или взрывоопасных газов и смесей. Указанные ограничения не исключают необходимости присоединения таких трубопроводов к заземляющему устройству с целью уравнивания потенциалов в соответствии с пунктом 178 настоящих Правил.

Не используются в качестве заземлителей железобетонные конструкции зданий и сооружений с предварительно напряженной арматурой, однако это ограничение не распространяется на опоры ВЛ и опорные конструкции ОРУ.

Возможность использования естественных заземлителей по условию плотности протекающих по ним токов, необходимость сварки арматурных стержней железобетонных фундаментов зданий и конструкций, приварки анкерных болтов стальных колонн к арматурным стержням железобетонных фундаментов, а также возможность использования фундаментов в сильноагрессивных средах должны быть определены расчетом.

207. Искусственные заземлители могут быть выполнены из черной или оцинкованной стали или медными.

Искусственные заземлители не должны быть окрашены.

Материал и наименьшие размеры заземлителей должны соответствовать приведенным в таблице 45 приложения 5 к настоящим Правилам.

208. Сечение горизонтальных заземлителей для электроустановок напряжением выше 1 кВ выбирается по условию термической стойкости при допустимой температуре нагрева 400°C (кратковременный нагрев, соответствующий времени действия защиты и отключения выключателя).

При наличии опасности коррозии заземляющих устройств необходимо либо увеличить сечения заземлителей и заземляющих проводников с учетом расчетного срока их службы, либо применить заземлители и заземляющие проводники с гальваническим покрытием или медные.

При этом, учитывается возможное увеличение сопротивления заземляющих устройств, обусловленное коррозией.

Траншеи для горизонтальных заземлителей должны заполняться однородным грунтом, не содержащим щебня и строительного мусора.

Не используются заземлители в местах, где земля подсушивается под действием тепла трубопроводов и т. п.

10. Заземляющие проводники

209. Сечения заземляющих проводников в электроустановках напряжением до 1 кВ должны соответствовать требованиям пункта 217 настоящих Правил к защитным проводникам.

Наименьшие сечения заземляющих проводников, проложенных в земле, должны соответствовать приведенным в таблице 45 приложения 5 к настоящим Правилам.

Прокладка в земле алюминиевых неизолированных проводников не допускается.

210. В электроустановках напряжением выше 1 кВ сечения заземляющих проводников должны быть выбраны такими, чтобы при протекании по ним наибольшего тока однофазного КЗ в электроустановках с эффективно заземленной нейтралью или тока двухфазного КЗ в электроустановках с изолированной нейтралью температура заземляющих проводников не превысила 400°С (кратковременный нагрев, соответствующий полному времени действия защиты и отключения выключателя).

В электроустановках напряжением выше 1 кВ с изолированной нейтралью проводимость заземляющих проводников сечением до 25 мм² по меди или равноценным ему из других материалов должна составлять не менее 1/3 проводимости фазных проводников. Не требуется применение медных проводников сечением более 25 мм², алюминиевых - 35 мм², стальных - 120 мм².

211. Для выполнения измерений сопротивления заземляющего устройства в удобном месте должна быть предусмотрена возможность отсоединения заземляющего проводника. В электроустановках напряжением до 1 кВ таким местом, является главная заземляющая шина. Отсоединение заземляющего проводника должно быть возможно только при помощи инструмента.

Заземляющий проводник, присоединяющий заземлитель рабочего (функционального) заземления к главной заземляющей шине в электроустановках напряжением до 1 кВ, должен иметь сечение не менее: медный - 10 мм², алюминиевый - 16 мм², стальной - 75 мм².

У мест ввода заземляющих проводников в здание должен быть предусмотрен опознавательный знак.

11. Главная заземляющая шина

212. Главная заземляющая шина выполняется внутри вводного устройства электроустановки или отдельно от него.

Внутри вводного устройства в качестве главной заземляющей шины используется нулевая защитная шина.

При отдельной установке главная заземляющая шина располагается в доступном, удобном для обслуживания месте вблизи вводного устройства.

Сечение отдельно установленной главной заземляющей шины должно быть не менее сечения нулевого проводника питающей линии.

Главная заземляющая шина должна выполняться из меди. Допускается применение в этих целях стали. Применение алюминия не допускается.

В конструкции шины должна быть предусмотрена возможность индивидуального отсоединения присоединенных к ней проводников. Отсоединение должно быть возможно только с использованием инструмента.

В местах, доступных только квалифицированному персоналу, главная заземляющая шина устанавливается открыто. В местах, доступных посторонним лицам, она должна быть помещена в шкаф (ящик) с запираемой на ключ дверцей.

На дверце или на стене над шиной должен быть нанесен опознавательный знак.

213. Если здание имеет несколько обособленных вводов, главная заземляющая шина должна быть выполнена для каждого вводного устройства.

При наличии встроенных трансформаторных подстанций главная заземляющая шина должна устанавливаться возле каждой из них. В этом случае все установленные заземляющие шины должны быть соединены проводником уравнивания потенциалов, сечение которого должно быть не менее половины сечения нулевого проводника той линии среди отходящих от щитов низкого напряжения подстанций, которая имеет наибольшее сечение. Для соединения нескольких главных заземляющих шин могут использоваться сторонние проводящие части, если они соответствуют требованиям 300 к непрерывности и проводимости электрической цепи.

12. Нулевые защитные проводники

214. В качестве нулевых защитных проводников в электроустановках напряжение до 1 кВ могут использоваться:

1) специально предусмотренные проводники:

жилы многожильных кабелей;

изолированные и неизолированные провода в общей оболочке с фазными проводами;

стационарно проложенные изолированные или неизолированные проводники;

2) открытые проводящие части электроустановок:

алюминиевые оболочки кабелей;

стальные трубы электропроводок;

металлические оболочки и опорные конструкции шинопроводов и комплектных устройств заводского изготовления.

металлические короба и лотки электропроводок разрешается использовать в качестве защитных проводников при условии, что конструкцией коробов и лотков предусмотрено такое использование, о чем имеется указание в документации изготовителя, а их расположение исключает возможность механического повреждения;

металлические конструкции зданий (фермы, колонны и т. п.).

3) некоторые сторонние проводящие части:

металлические строительные конструкции зданий и сооружений (фермы, колонны и т. п.);

арматура железобетонных строительных конструкций зданий при условии выполнения требований пункта 214 настоящих Правил;

металлические конструкции производственного назначения (подкрановые рельсы, галереи, площадки, шахты лифтов, подъемников и элеваторов, обрамления каналов и т. п.).

215. Использование открытых и сторонних проводящих частей в качестве защитных проводников допускается, если они отвечают требованиям настоящей главы к проводимости и, если обеспечена непрерывность электрической цепи на всем протяжении.

Сторонние проводящие части могут быть использованы в качестве защитных проводников, если они, кроме того, отвечают одновременно следующим требованиям:

1) непрерывность электрической цепи обеспечивается либо конструкцией, либо соответствующими соединениями, защищенными от механических, химических и других повреждений;

2) демонтаж этих частей не допускается, если не предусмотрены меры по сохранению непрерывности цепи и ее проводимости.