Некоммерческое Партнерство «Инновации в электроэнергетике»



СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

СТО 70238424.29.240.10.009-2011

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ ПОДСТАНЦИИ 6-20/0,4 КВ УСЛОВИЯ СОЗДАНИЯ НОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ

Дата введения – 2011-06-30

Издание официальное

Москва
2011

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации – ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации и изменений к ним – ГОСТ 1.5-2001, правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации – ГОСТ Р 1.5-2004.

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Научно-технический центр электроэнергетики» (ОАО «НТЦ электроэнергетики»)

2 ВНЕСЕН Комиссией по техническому регулированию НП «ИНВЭЛ»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом НП «ИНВЭЛ» от 02.06.2011 № 54

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© НП «ИНВЭЛ», 2011

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения НП «ИНВЭЛ»

Содержание

1 Область применения ... 1
2 Нормативные ссылки ... 1
3 Термины, определения, обозначения и сокращения ... 2
4 Общие положения ... 3
5 Требования к выбору площадки для размещения подстанции ... 4
6 Требования к электрическим схемам подстанций распределительных электрических сетей ... 5
7 Требования к подстанциям ... 7
8 Требования к распределительным устройствам подстанций ... 9
9 Требования к основному оборудованию подстанций ... 15
10 Требования безопасности ... 16
11 Требования экологической безопасности ... 18
12 Требования по пожарной безопасности ... 18
13 Приемка и ввод в эксплуатацию подстанций ... 19
14 Оценка и подтверждение соответствия ... 21
БИБЛИОГРАФИЯ ... 22

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

Распределительные электрические сети
Подстанции 6-20/0,4 кВ
Условия создания
Нормы и требования

Дата введения – 2011-06-30

1 Область применения

Настоящий стандарт:

- устанавливает единые нормы и требования к подстанциям напряжением 6-20/0,4 кВ, трехфазного переменного тока частоты 50 Гц общего назначения мощностью трансформаторов до 2500 кВ·А климатического исполнения У1, У3, УХЛ1 (ХЛ1) по ГОСТ 15150.
- распространяется на вновь сооружаемые, расширяемые, реконструируемые и подлежащие техническому перевооружению подстанции переменного тока частотой 50 Гц напряжением 6-20/0,4 кВ.
- предназначен для применения проектными, строительно-монтажными, наладочными, эксплуатационными и ремонтными организациями.
- не распространяется на подстанции:

а) работающие в среде, содержащей едкие пары и газы, разрушающие металл и изоляцию;

б) специальные комплектные трансформаторные подстанции, предназначенные для подвижных установок и питания отдельных электроприводов целевого назначения;

в) взрывозащищенные и рудничные подстанции.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие нормативные документы и стандарты:

Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ

Федеральный закон от 27.12.002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»

ГОСТ 11920 Трансформаторы силовые масляные общего назначения напряжением до 35 кВ включительно. Технические условия

ГОСТ 12.1.002-84 Система стандартов безопасности труда. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах

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

ГОСТ 12.2.007.3-75 Система стандартов безопасности труда. Электротехнические устройства на напряжение свыше 1000 В. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 14695-80 Подстанции трансформаторные комплектные мощностью от 25 до 2500 кВ·А на напряжение до 10 кВ. Общие технические условия

ГОСТ 15150 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

СТО 70238424.27.010.001-2008 Электроэнергетика. Термины и определения

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения, обозначения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины и определения в соответствии СТО 70238424.27.010.001-2008, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **комплектная трансформаторная подстанция:** Подстанция, состоящая из шкафов или блоков, со встроенным в них трансформатором и другим оборудованием распределительного устройства, поставляемая в собранном или подготовленном для сборки виде.

3.1.2 **комплектное распределительное устройство:** Электрическое распределительное устройство, состоящее из шкафов или блоков со встроенным в них оборудованием, устройствами управления, контроля, защиты, автоматики и сигнализации, поставляемое в собранном или подготовленном для сборки виде.

3.1.3 **мачтовая трансформаторная подстанция:** Открытая подстанция, все оборудование которой установлено на конструкциях (в том числе на двух и более стойках опор ВЛ) с площадкой обслуживания на высоте, не требующей ограждения.

3.1.4 **распределительное устройство:** Электроустановка, предназначенная для приема и распределения электрической энергии на одном напряжении, содержащая коммутационные аппараты и соединяющие их сборные шины (секции шин), устройства управления и защиты.

Примечание - К устройствам управления относятся аппараты и связывающие их элементы, обеспечивающие контроль, измерение, сигнализацию и выполнение команд.

3.1.5 **столбовая трансформаторная подстанция:** Открытая подстанция, все оборудование которой установлено на одностоечной опоре ВЛ на высоте, не требующей ограждения.

3.1.6 **трансформаторная подстанция:** Подстанция, предназначенная для преобразования электрической энергии одного напряжения в энергию другого напряжения с помощью трансформаторов

3.2 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения и сокращения:

КТПБ – блочная комплектная трансформаторная подстанция;
ВЛ – воздушная линия электропередачи;
ЗРУ – закрытое распределительное устройство;
ЗТП – закрытая трансформаторная подстанция;
КБ – конденсаторная батарея;
КРУ – комплектное распределительное устройство;
КРУЭ – комплектное распределительное устройство элегазовое;
КСО – камера сборная одностороннего обслуживания;
КТП – комплектная трансформаторная подстанция;
МТП – мачтовая трансформаторная подстанция;
НН – низкое напряжение;
РТП – распределительная трансформаторная подстанция;
РУ – распределительное устройство;
РУНН – распределительное устройство низкого напряжения;
СТП – столбовая трансформаторная подстанция;
ТН – измерительный трансформатор напряжения;
ТП – трансформаторная подстанция;
ТТ – измерительный трансформатор тока.

4 Общие положения

4.1 При создании подстанций 6-20/0,4 кВ распределительных электрических сетей должно быть обеспечено:

- повышение надежности за счет предотвращения поставок подстанций и комплектующих, не соответствующих по своим характеристикам требованиям стандартов, нормативно-технической документации и условиям применения;
- снижение потерь и улучшение качества электроэнергии;
- применение современного оборудования для подстанций, в том числе с уменьшенными токами утечки;
- повышение эксплуатационной надежности;
- долговечность электротехнического оборудования;
- минимальный объем профилактических работ;
- ремонтопригодность электротехнического оборудования;
- электромагнитная совместимость;
- снижение травматизма эксплуатационного персонала.

4.2 При создании, техническом перевооружении и реконструкции подстанций должно быть предусмотрено развитие:

- электрических сетей района, города;
- схем внешнего электроснабжения.

4.3 Процесс проектирования электросетевых объектов должен основываться на:

- схемах перспективного развития распределительных электрических сетей;
- учете влияния субъектов рынка;
- необходимости сокращения времени между выпуском проекта и началом его реализации.

4.4 Техническим заданием заказчика должны быть следующие исходные данные:

- наименование или номер подстанции;
- границы балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности;
- тип и мощность силового трансформатора;
- количество отходящих линий их класс напряжения в киловольтах и максимальная загрузка в амперах;
- тип и изготовитель ячеек КРУ или КСО для закрытых, проходных или распределительных трансформаторных подстанций;
- количество отходящих линий (ВЛ и/или КЛ) класса напряжения 0,4 кВ и их максимальная загрузка в амперах;
- предполагаемое место размещения подстанции (населенный пункт и административный район);
- вид защиты на стороне НН (автоматические выключатели или предохранители);
- требования к приборам учета электроэнергии;
- тип устройства защиты от перенапряжений;
- требования к классам точности измерительных трансформаторов;
- требования по системе диспетчерско-технологического управления и измерительно-информационной системе коммерческого учета электроэнергии.

5 Требования к выбору площадки для размещения подстанции

5.1 При выборе площадки для размещения (строительства) подстанции должны соблюдаться нормы ГОСТ 14695.

5.2 Выбор площадки для строительства должен проводиться в соответствии с требованиями земельного, водного законодательства Российской Федерации с учетом Градостроительного кодекса РФ, законодательными актами по охране природы и использованию природных ресурсов на основании:

- схемы развития электрических сетей района или схемы электроснабжения конкретного объекта;

- установления зон планируемого размещения объектов капитального строительства для государственных и муниципальных нужд;
- материалов проектов районной планировки и проектов планировки городов (поселков);
- технико-экономического сравнения вариантов.

5.3 Площадка подстанции должна размещаться вблизи:

- центра электрических нагрузок (как правило, 1000 кВ·А и выше);
- автомобильных дорог, по которым возможно передвижение трейлеров необходимой грузоподъемности;
- железнодорожных станций или подъездных железнодорожных путей промышленных предприятий, на которых возможна разгрузка тяжелого оборудования, строительных конструкций и материалов;
- населенных пунктов, при этом должны соблюдаться минимально допустимые расстояния по условиям шума от силового оборудования согласно санитарным нормам.

5.4 Размещение подстанций должно производиться с учетом наиболее рационального использования земель, как на расчетный период, так и с учетом последующего расширения.

5.5 Инженерная подготовка территории и защита их от затопления, оползней, лавин на стадии проектирования должны быть выполнены в соответствии с требованиями [1].

5.6 Расстояния между деревьями высотой более 4 м должны быть такими, чтобы исключались повреждения оборудования и ошиновки при падении дерева (с учетом роста деревьев за 25 лет).

5.7 При размещении распределительных устройств подстанций на открытом воздухе необходимо соблюдать следующие требования:

- расположение на спланированной площадке на высоте не менее 0,2 м от уровня планировки и должно иметь конструкцию, соответствующую условиям окружающей среды.
- в районах, где наблюдаются снежные заносы высотой 1 м и более, шкафы следует устанавливать на повышенных фундаментах или на стойках опор (опорах).

6 Требования к электрическим схемам подстанций распределительных электрических сетей

6.1 Схемы подстанций выбираются с учетом:

- назначения подстанции;
- схемы прилегающей сети, ее параметров и перспектив развития, количества присоединяемых ВЛ;
- надежности работы примыкающих ВЛ и ТП и условий их резервирования;

- размера и стоимости земельного участка, природно-климатических условий и других факторов;
- надежности и экономичности;
- ремонтопригодности;
- компактности.

6.2 Разъединителями 6-20 кВ при их наружной и внутренней установке допускается отключать и включать токи холостого хода силовых трансформаторов, зарядные токи воздушных и кабельных линий электропередачи, а также токи замыкания на землю, которые не превышают значений, указанных в таблице 1.

Таблица 1 - Наибольшие токи холостого хода и зарядные токи, токи замыкания на землю, отключаемые и включаемые разъединителями

Номинальное напряжение, кВ	Расстояние между осями полюсов δ, м	Ток, А, не более		
		холостого хода	зарядный	замыкания на землю
6	0,4	2,5	5,0	7,5
10	0,5	2,5	4,0	6,0
20	0,75	3,0	3,0	4,5

6.3 Приводы трехполюсных разъединителей 6-20 кВ при их внутренней установке, если они не отделены от разъединителей стеной или перекрытием, должны быть снабжены глухим щитом, расположенным между приводом и разъединителем.

6.4 Во всех цепях распределительных устройств должна быть предусмотрена установка разъединяющих устройств с видимым разрывом, обеспечивающих возможность отсоединения всех аппаратов (выключателей, предохранителей, трансформаторов тока, трансформаторов напряжения и т.д.) каждой цепи со всех ее сторон, откуда может быть подано напряжение.

Видимый разрыв может отсутствовать в комплектных распределительных устройствах заводского изготовления (в том числе с заполнением элегазом - КРУЭ) с выкатными элементами и/или при наличии надежного механического указателя гарантированного положения контактов.

6.5 Дополнительные требования устанавливаются к столбовым, мачтовым, КТП шкафного типа с вертикальной компоновкой оборудования и киоскового типа с воздушными вводами и выводами.

6.5.1 Присоединение трансформатора к сети высшего напряжения должно осуществляться при помощи предохранителей и разъединителя (выключателя нагрузки) или комбинированного аппарата «предохранитель-разъединитель» с видимым разрывом цепи.

Управление коммутационным аппаратом должно осуществляться с поверхности земли. Привод коммутационного аппарата должен запираться на замок. Коммутационный аппарат должен иметь заземлители со стороны трансформатора.

6.5.2 Со стороны низшего напряжения трансформатора рекомендуется устанавливать аппарат, обеспечивающий видимый разрыв.

7 Требования к подстанциям

7.1 Общие требования

7.1.1 Электрооборудование, токоведущие части, изоляторы, крепления, ограждения, несущие конструкции, изоляционные и другие расстояния должны быть выбраны так, чтобы:

- вызываемые нормальными условиями работы усилия, нагрев, электрическая дуга или иные сопутствующие явления (искрение, выброс газов и т.п.) не могли причинить вред обслуживающему персоналу, а также привести к повреждению оборудования и возникновению короткого замыкания или замыканию на землю;
- при нарушении нормальных условий работы была обеспечена необходимая локализация повреждений, обусловленных действием короткого замыкания;
- при снятом напряжении с какой-либо цепи относящиеся к ней аппараты, токоведущие части и конструкции могли подвергаться безопасному техническому обслуживанию и ремонту без нарушения нормальной работы соседних цепей.

7.1.2 Конструкции, на которых установлены электрооборудование, аппараты, токоведущие части и изоляторы, должны выдерживать нагрузки от их массы, тяжения, коммутационных операций, воздействия ветра, гололеда и КЗ, а также сейсмических воздействий.

7.1.3 При расположении распределительных устройств и подстанций в сейсмических районах для обеспечения требуемой сейсмостойкости наряду с применением имеющегося сейсмостойкого оборудования следует предусматривать специальные меры, повышающие сейсмостойкость.

7.1.4 В КРУ и КСО в неотапливаемых закрытых распределительных устройствах, где температура окружающего воздуха может быть ниже допустимой для оборудования, должен быть предусмотрен подогрев в соответствии с действующими стандартами на оборудование.

7.1.5 Распределительные устройства должны соответствовать требованиям безопасности ГОСТ 12.2.007.3 и быть оборудованы оперативной блокировкой неправильных действий при переключениях (сокращенно - оперативной блокировкой), предназначенной для предотвращения неправильных действий с разъединителями и заземляющими ножами.

Оперативная блокировка должна исключать:

- подачу напряжения разъединителем на участок электрической схемы, заземленной включенным заземлителем, а также на участок электрической схемы, отделенной от включенных заземлителей только выключателем;
- включение заземлителя на участке схемы, не отделенном разъединителем от других участков, которые могут быть как под напряжением, так и без напряжения;
- отключение и включение разъединителями токов нагрузки.

7.1.6 Ошиновку распределительных устройств и подстанций, как правило, следует выполнять из алюминиевых и сталеалюминевых проводов, полос, труб и шин из профилей алюминия и алюминиевых сплавов электротехнического назначения.

При этом, когда деформации ошиновки, вызываемые изменениями температуры, могут вызывать опасные механические напряжения в проводах или изоляторах, следует предусматривать меры, исключающие возникновение таких напряжений.

7.2 Требования к комплектным подстанциям

7.2.1 Для электроснабжения потребителей мощностью 25-1000 кВ·А следует применять, в основном, комплектные подстанции различных модификаций (столбовые, мачтовые, киоскового или закрытого типа).

7.2.2 Для электрических сетей городов кроме стандартных комплектных подстанций полной заводской готовности целесообразно применять малогабаритные БКТП с элегазовыми КРУ, вписывающиеся в архитектуру города.

Новые конструкции целесообразно выполнять:

- в бетонной или металлической оболочке.

Примечание – Допускается изготовление металлического корпуса КТП из высококачественного стального листа с алюмоцинковым антикоррозийным покрытием или с последующей окраской наружных элементов порошковой краской.

- минимально или не обслуживаемых вне зависимости от назначения и мощности подстанции;
- контейнерного и/или модульного типов;
- со встроенными щитами наружного освещения, позволяющими обслуживание другими организациями без захода в помещение подстанции.

7.3 Требования к столбовым, мачтовым, подстанциям шкафного типа с вертикальной компоновкой оборудования и киоскового типа с воздушными вводами и выводами с высшим напряжением до 20 кВ и низшим напряжением до 1 кВ

7.3.1 Столбовые и мачтовые подстанции, шкафные с вертикальной компоновкой оборудования устанавливаются на опорах или на стойках опор.

7.3.2 Подстанции киоскового типа могут устанавливаться на железобетонных плитах или на утрамбованную гравийную насыпь. Высота установки таких подстанций определяется требованием безопасности по условиям необходимости соблюдения допустимых расстояний от поверхности земли до открытых токоведущих частей.

7.3.3 Для обслуживания МТП на высоте не менее 3 м должна быть устроена площадка с перилами. Для подъема на площадку рекомендуется применять лестницы с устройством, запрещающим подъем по ней при включенном коммутационном аппарате.

7.3.4 Конструкция столбовая трансформаторная подстанций (СТП) мощностью 10-100 кВ·А должна позволять ее установку на опорах.

Типы опор и относительное размещение трансформатора по ГОСТ 11920 и шкафа НН должны соответствовать конструкции ввода высокого напряжения и вывода НН.

Для СТП устройство площадок и лестниц не обязательно.

7.3.5 Части МТП, остающиеся под напряжением при отключенном коммутационном аппарате, должны находиться вне зоны досягаемости с уровня площадки. Отключенное положение аппарата должно быть видно с площадки.

7.3.6 Коммутационный аппарат должен устанавливаться на концевой (или ответвительной) опоре ВЛ.

7.3.7 Электропроводка в подстанциях между трансформатором и низковольтным щитом, а также между щитом и ВЛ низшего напряжения должна быть защищена от механических повреждений.

7.3.8 В местах возможного наезда транспорта подстанции должны быть защищены отбойными тумбами.

7.3.9 На подстанциях без ограждения расстояние по вертикали от поверхности земли до неизолированных токоведущих частей при отсутствии движения транспорта под выводами должно быть не менее 3,50 м для напряжений до 1 кВ, а для напряжений 10 (6) кВ не менее 4,50 м и 20 кВ не менее 4,75 м.

На подстанциях с ограждением высотой не менее 1,8 м указанные расстояния до неизолированных токоведущих частей напряжением 10(6) и 20 кВ могут быть уменьшены. При этом в плоскости ограждения расстояния от ошиновки должны быть не менее: до 10 кВ – 2,20 м и 20кВ – 2,30 м.

8 Требования к распределительным устройствам подстанций

8.1 Общие требования

8.1.1 Выбор проводов, шин, аппаратов, приборов и конструкций должен производиться как по нормальным условиям работы (соответствие рабочему напряжению и току, классу точности и т.п.), так и по условиям работы при коротком замыкании (термические и динамические воздействия, коммутационная способность).

8.1.2 Взаимное расположение фаз и полюсов в пределах всего устройства должно быть одинаковым. В РУ должна быть обеспечена возможность установки переносных защитных заземлений.

8.1.3 Относящиеся к цепям различного рода тока и различных напряжений части РУ должны быть выполнены и размещены так, чтобы была обеспечена возможность их четкого распознавания.

8.1.4 Распределительные устройства должны иметь четкие надписи, указывающие назначение отдельных цепей, панелей, аппаратов. Надписи должны выполняться на лицевой стороне устройства, а при обслуживании с двух сторон также на задней стороне устройства.

8.1.5 В пределах панелей, щитов и шкафов, установленных в сухих помещениях, изолированные провода могут прокладываться по металлическим, защищенным от коррозии поверхностям вплотную один к другому. В этих

случаях для силовых цепей должны применяться снижающие коэффициенты на токовые нагрузки.

8.1.6 Защитные (PE) проводники и шины могут быть проложены без изоляции. Нулевые рабочие (N) проводники, шины и совмещенные (PEN) проводники прокладываются с изоляцией.

8.2 Требования к конструкции распределительных устройств

8.2.1 Распределительные устройства 0,4-20 кВ могут быть закрытыми или открытыми.

Конструкции распределительных устройств и устанавливаемая в них аппаратура должны соответствовать требованиям действующих стандартов.

8.2.2 Распределительные устройства 6-20 кВ и 0,4 кВ должны быть выполнены так, чтобы вибрации, возникающие при действии аппаратов, а также от сотрясений, вызванных внешними воздействиями, не нарушали контактных соединений и не вызывали разрегулировки аппаратов и приборов.

8.2.3 Конструкции распределительных устройств должны предусматривать ввод кабелей без нарушения степени защиты оболочки, места для прокладки и разделки внешних присоединений, а также наименьшую в данной конструкции длину разделки кабелей. Должен быть обеспечен доступ ко всем обслуживаемым аппаратам, приборам, устройствам и их зажимам. Распределительное устройство должно иметь устройства для подключения нулевых рабочих (N), заземляющих (PE) и совмещенных (PEN) проводников внешних кабелей и проводов. В случае, когда внешние кабели по сечению или количеству не могут быть подключены непосредственно к зажимам аппаратов, конструкция распределительных устройств должна предусматривать дополнительные зажимы или промежуточные шины с устройствами для присоединения внешних кабелей. Распределительные устройства должны предусматривать ввод кабелей как снизу, так и сверху, или только снизу или только сверху.

8.2.4 Проходы кабелей как снизу, так и сверху, внутрь панелей, шкафов и т.п. должны осуществляться через уплотняющие устройства, предотвращающие попадание внутрь пыли, влаги, посторонних предметов и т.п.

8.2.5 Рубильники с непосредственным ручным управлением (без привода), предназначенные для включения и отключения тока нагрузки и имеющие контакты, обращенные к оператору, должны быть защищены несгораемыми оболочками без отверстий и щелей. Указанные рубильники, предназначенные лишь для снятия напряжения, допускается устанавливать открыто при условии, что они будут недоступны для неквалифицированного персонала.

8.2.6 Должна быть предусмотрена возможность снятия напряжения с каждого автоматического выключателя на время его ремонта или демонтажа. Для этой цели в необходимых местах должны быть установлены рубильники или другие отключающие аппараты. Отключающий аппарат перед выключателем каждой отходящей от РУ линии не требуется предусматривать в электроустановках:

- с выдвижными выключателями;

- со стационарными выключателями, в которых во время ремонта или демонтажа данного выключателя допустимо снятие напряжения общим аппаратом с группы выключателей или со всего распределительного устройства;

- со стационарными выключателями, если обеспечена возможность безопасного демонтажа выключателей под напряжением с помощью изолированного инструмента.

8.2.7 Резьбовые (пробочные) предохранители должны устанавливаться так, чтобы питающие провода присоединялись к контактному винту, а отходящие к электроприемникам - к винтовой гильзе.

8.2.8 Все металлические части распределительных устройств должны иметь антикоррозийное покрытие.

8.2.9 Коммутационные аппараты рубящего типа должны устанавливаться так, чтобы они не могли замкнуть цепь самопроизвольно, под действием силы тяжести. Их подвижные токоведущие части в отключенном положении, как правило, не должны быть под напряжением.

8.2.10 Основные требования к распределительным устройствам:

- закрытое исполнение, в том числе, с ячейками модульного типа на базе элегазовых и вакуумных выключателей;

- использование измерительных трансформаторов тока и напряжения с литой изоляцией, сухих трансформаторов собственных нужд;

- гибкая архитектура ячейки с компактной и безопасной компоновкой функциональных элементов устройства;

- оснащение устройствами РЗА, аппаратами телеуправления, телесигнализации и приборами для определения мест междуфазных коротких замыканий, однофазных замыканий на землю в линии 6-20кВ.

8.2.11 В конструкции распределительных устройств 6-20 кВ должны применяться:

- моноблоки КРУ, в которых оборудование (сборные шины и ошиновка, выключатели, выключатели нагрузки, заземляющие разъединители) заключено в герметичном металлическом корпусе, заполненном элегазом и заваренном на полный срок службы на заводе-изготовителе;

- модульные ячейки с воздушной или элегазовой изоляцией и необслуживаемыми выключателями, разъединителями и выключателями нагрузки.

По условиям установки и эксплуатации ячейки должны соответствовать требованиям технического регламента на высоковольтное оборудование.

8.3 Требования к электропомещениям подстанций

8.3.1 В электропомещениях РУ подстанций проходы обслуживания, находящиеся с лицевой или с задней стороны щита, должны соответствовать следующим требованиям: ширина проходов в свету должна быть не менее 0,8 м, высота проходов в свету не менее 1,90 м. Ширина прохода должна обеспечивать удобное обслуживание установки и перемещение оборудования. В отдельных местах проходы могут быть стеснены выступающими строительными

конструкциями, однако ширина прохода в этих местах должна быть не менее 0,60 м.

8.3.2 Расстояния от наиболее выступающих неогражденных неизолированных токоведущих частей (например, отключенных ножей рубильников) при их одностороннем расположении на высоте менее 2,2 м до противоположной стены, ограждения или оборудования, не имеющего неогражденных неизолированных токоведущих частей, должны быть не менее: 1,0 м при длине щита до 7,00 м и 1,20 м при длине щита более 7,00 м.

Длиной щита в данном случае называется длина прохода между двумя рядами сплошного фронта панелей (шкафов) или между одним рядом и стеной.

8.3.3 Расстояния между неогражденными неизолированными токоведущими частями и находящимися на высоте менее 2,20 м при их двухстороннем расположении должны быть не менее 1,50 м.

8.3.4 Неизолированные токоведущие части, находящиеся на расстояниях, меньших приведенных в 8.3.2 и 8.3.3, должны быть ограждены. При этом ширина прохода с учетом ограждений должна быть не менее оговоренной в 8.3.1.

Неогражденные неизолированные токоведущие части, размещенные над проходами, должны быть расположены на высоте не менее 2,2 м.

Ограждения, горизонтально размещаемые над проходами, должны быть расположены на высоте не менее 1,9 м.

8.3.5 В качестве ограждения неизолированных токоведущих частей могут служить сетки с размерами ячеек не более 25х25 мм, а также сплошные или смешанные ограждения.

8.4 Требования к закрытым подстанциям

8.4.1 Закрытые подстанции могут располагаться как в отдельно стоящих зданиях, так и быть встроенными или пристроенными. Пристройка подстанции к существующему зданию с использованием стены здания в качестве стены подстанции допускается при условии принятия специальных мер, предотвращающих нарушение гидроизоляции стыка при осадке пристраиваемой подстанции. Указанная осадка должна быть также учтена при креплении оборудования на существующей стене здания.

8.4.2 Допускается размещать распределительные устройства до 1 кВ в одном помещении с РУ выше 1 кВ при условии, что части РУ или подстанции до 1 кВ и выше будут эксплуатироваться одной организацией.

8.4.3 При размещении неизолированных токоведущих частей вне камер и расположении их ниже 2,50 м для 6-10 кВ и 2,70 м для 20 кВ от пола они должны быть ограждены. Высота прохода под ограждением должна быть не менее 1,9 м.

Аппараты, у которых нижняя кромка фарфора (полимерного материала) изоляторов расположена над уровнем пола на высоте 2,20 м и более, разрешается не ограждать.

Применение барьеров в огражденных камерах не допускается.

8.4.4 Ширина коридора обслуживания в распределительных устройствах должна обеспечивать удобное обслуживание и перемещение оборудования, причем она должна быть не менее (считая в свету между ограждениями):

- при одностороннем расположении оборудования – 1,00 м;
- при двустороннем расположении оборудования – 1,20 м.

В коридоре обслуживания, где находятся приводы выключателей или разъединителей, указанные выше размеры должны быть увеличены соответственно до 1,50 и 2,00 м. При длине коридора до 7,00 м допускается уменьшение ширины коридора при двустороннем обслуживании до 1,80 м.

8.4.5 Ширина коридора обслуживания КРУ с выкатными элементами и КТП должна обеспечивать удобство управления, перемещения и разворота оборудования и его ремонта.

При установке КРУ и КТП в отдельных помещениях ширину коридора обслуживания следует определять, исходя из следующих требований:

- при однорядной установке длина наибольшей из тележек КРУ (со всеми выступающими частями) плюс не менее 0,60 м;
- при двухрядной установке длина наибольшей из тележек КРУ (со всеми выступавшими частями) плюс не менее 0,80 м.

При наличии коридора с задней стороны КРУ и КТП для их осмотра ширина его должна быть не менее 0,80 м; допускаются отдельные местные сужения не более чем на 0,20 м.

При открытой установке КРУ и КТП в производственных помещениях ширина свободного прохода должна определяться расположением производственного оборудования, обеспечивать возможность транспортирования наиболее крупных элементов КРУ к КТП и в любом случае она должна быть не менее 1 м.

Высота помещения должна быть не менее высоты КРУ, КТП, считая от шинных вводов, перемычек или выступающих частей шкафов, плюс 0,80 м до потолка или 0,30 м до балок.

Допускается меньшая высота помещения, если при этом обеспечиваются удобство и безопасность замены, ремонта и наладки оборудования КРУ, КТП, шинных вводов и перемычек.

8.4.6 При воздушных вводах в ЗРУ, КТП и закрытые подстанции, не пересекающих проездов или мест, где возможно движение транспорта и т.п., расстояния от низшей точки провода до поверхности земли должны быть не менее 4,50 м для 6-10 кВ и 4,75 м для 20 кВ.

При меньших расстояниях от провода до земли на соответствующем участке под вводом должны быть предусмотрены либо ограждение территории забором высотой 1,60 м, либо горизонтальное ограждение под вводом. При этом расстояние от земли до провода в плоскости забора должно быть не менее приведенных выше.

8.4.7 На кровле здания закрытого распределительного устройства в случае неорганизованного водостока над воздушными вводами следует предусматривать козырьки.

8.4.8 Выходы из распределительных устройств следует выполнять исходя из следующих требований:

- при длине распределительного устройства до 7,00 м включительно допускается один выход;

- при длине распределительного устройства более 7,00 м должны быть предусмотрены два выхода по его концам.

Двери из распределительного устройства должны открываться в направлении других помещений или наружу и иметь самозапирающиеся замки, открываемые без ключа со стороны распределительного устройства.

Двери между отсеками одного распределительного устройства или между смежными помещениями двух распределительных устройств должны иметь устройство, фиксирующее двери в закрытом положении и не препятствующее открыванию дверей в обоих направлениях.

Двери между помещениями (отсеками) распределительных устройств разных напряжений должны открываться в сторону распределительного устройства с низшим напряжением.

Замки в дверях помещений распределительного устройства одного напряжения должны открываться одним и тем же ключом; ключи от входных дверей распределительного устройства и других помещений не должны подходить к замкам камер, а также к замкам дверей в ограждениях электрооборудования.

Требование о применении самозапирающихся замков не распространяется на распределительные устройства городских и сельских распределительных электрических сетей напряжением 10 кВ и ниже.

8.4.9 В одном помещении РУ напряжением от 0,4 кВ и выше допускается установка до двух масляных трансформаторов мощностью каждый до 0,63 МВ·А, отделенных друг от друга и от остальной части помещения РУ перегородкой из негорючих материалов с пределом огнестойкости 45 мин высотой не менее высоты трансформатора, включая вводы высшего напряжения.

8.4.10 В закрытых отдельно стоящих, пристроенных и встроенных подстанциях, в камерах трансформаторов и других маслонаполненных аппаратов с массой масла в одном баке до 600 кг при расположении камер на первом этаже с дверями, выходящими наружу, маслосборные устройства не выполняются.

При массе масла или негорючего экологически безопасного диэлектрика в одном баке более 600 кг должен быть устроен маслоприемник, рассчитанный на полный объем масла или на удержание 20% масла с отводом в маслосборник.

8.4.11 8.4.11 Вентиляция помещений трансформаторов должна обеспечивать отвод выделяемого ими тепла в таких количествах, чтобы при их нагрузке, с учетом перегрузочной способности и максимальной расчетной температуре окружающей среды, нагрев трансформаторов не превышал максимально допустимого для них значения.

Вентиляция помещений трансформаторов должна быть выполнена таким образом, чтобы разность температур воздуха, выходящего из помещения и входящего в него, не превосходила 15 °С.

При невозможности обеспечить теплообмен естественной вентиляцией необходимо предусматривать принудительную, при этом должен быть предусмотрен контроль ее работы с помощью сигнальных аппаратов.

8.5 Требования к распределительным устройствам подстанций, расположенным на открытом воздухе

При установке распределительных устройств на открытом воздухе необходимо соблюдать следующие требования:

- устройство должно быть расположено на спланированной площадке на высоте не менее 0,20 м от уровня планировки и должно иметь конструкцию, соответствующую условиям окружающей среды. В районах, где наблюдаются снежные заносы высотой 1,00 м и более, шкафы следует устанавливать на повышенных фундаментах или на стойках опор (опорах);
- должен быть предусмотрен местный подогрев для обеспечения нормальной работы аппаратов, реле, измерительных приборов и приборов учета в соответствии с требованиями стандартов и других нормативных документов;
- в шкафах должно быть предусмотрено местное освещение.

9 Требования к основному оборудованию подстанций

9.1 Силовые трансформаторы

Основные требования для трансформаторов подстанций 6-20/0,4 кВ:

- герметичные масляные трансформаторы с уменьшенными потерями электроэнергии и массогабаритными параметрами, в том числе, специальные конструкции трансформаторов мощностью до 100 кВ·А, позволяющие их размещение на опоре;
- трансформаторы со схемой соединения Δ/Y_H, трансформаторы с симметрирующим устройством или звезда-зигзаг с нулем, оснащенных:
- гибкой ошиновкой для связи трансформатора с РУ 6-20 кВ и 0,4 кВ;
- малогабаритными сборками низкого напряжения для РУНН на токи короткого замыкания (КЗ) 30-70 кА;
- сухие трансформаторы в стесненных условиях и условиях плотной городской застройки, а также для встроенных подстанций.

9.2 Измерительные трансформаторы

Измерительные трансформаторы:

- должны иметь литую изоляцию;
- ТТ должны иметь исполнение с тремя вторичными обмотками и различными коэффициентами трансформации на измерительных и защитных обмотках.

9.3 Коммутационное оборудование

Должны применяться:

- элегазовые и вакуумные выключатели и комбинированные коммутационные аппараты;
- разъединители и выключатели нагрузки с высоким эксплуатационным ресурсом.

9.4 релейная защита и автоматика

Релейная защита и автоматика должна быть в микропроцессорном исполнении

9.5 Конденсаторные установки

Управляемые конденсаторные установки необходимо устанавливать на ЗТП с трансформаторами 250 кВ·А и более, на других ТП - конденсаторные батареи (КБ).

Мощность конденсаторов в КБ должна обеспечивать не менее 3 уровней глубины компенсации, при этом они должны оборудоваться устройствами переключения мощности.

При невозможности размещения конденсаторных батарей с ручным переключением мощности рекомендуется установка отдельных конденсаторов, рассчитанных только на компенсацию намагничивающего тока трансформатора и базисной части графика реактивной нагрузки.

10 Требования безопасности

10.1 Подстанции и их распределительные устройства должны быть оборудованы стационарными заземлителями, обеспечивающими в соответствии с требованиями безопасности заземление аппаратов и ошиновки.

В РУ 6 кВ и выше стационарные заземлители должны быть размещены так, чтобы были не нужны переносные заземления и чтобы персонал, работающий на токоведущих частях любых участков присоединений и сборных шин, был защищен заземлителями со всех сторон, откуда может быть подано напряжение.

На случай отключения в процессе ремонта разъединителя с заземлителями или только заземлителя этого разъединителя должны быть предусмотрены заземлители у других разъединителей на данном участке схемы, расположенные со стороны возможной подачи напряжения. Последнее требование не относится к заземлителям со стороны линейных разъединителей (при отсутствии обходной системы шин или ремонтной перемычки со стороны ВЛ), а также к заземлителям в цепи секционной связи КРУ.

10.2 Сетчатые и смешанные ограждения токоведущих частей и электрооборудования должны иметь высоту над уровнем пола для ЗРУ и трансформаторов, установленных внутри здания, 1,90 м; сетки должны иметь отверстия размером не более 25×25 мм. Нижняя кромка этих ограждений должна располагаться в ЗРУ на уровне пола.

Применение барьеров допускается при входе в камеры выключателей, трансформаторов и других аппаратов для их осмотра при наличии напряжения на токоведущих частях. Барьеры должны устанавливаться на высоте 1,2 м и быть съемными. При высоте пола камер над уровнем земли более 0,3 м необходимо оставить между дверью и барьером расстояние не менее 0,5 м или предусмотреть площадку перед дверью для осмотра.

Применение барьеров в качестве единственного вида ограждения токоведущих частей недопустимо.

10.3 Открытые токоведущие части должны иметь изоляционное покрытие. Между неподвижно укрепленными токоведущими частями разной полярности, а также между ними и открытыми проводящими частями должны быть обеспечены расстояния не менее 20 мм по поверхности изоляции и не менее 12 мм по воздуху. От неизолированных токоведущих частей до ограждений должны быть обеспечены расстояния не менее 100 мм при сетчатых и 40 мм при сплошных съемных ограждениях.

10.4 Указатели уровня и температуры масла маслонаполненных трансформаторов и аппаратов и другие указатели, характеризующие состояние оборудования, должны быть расположены таким образом, чтобы были обеспечены удобные и безопасные условия для доступа к ним и наблюдения за ними без снятия напряжения (например, со стороны прохода в камеру).

Для отбора проб масла расстояние от уровня пола или поверхности земли до крана трансформатора или аппарата должно быть не менее 0,2 м или должен быть предусмотрен соответствующий приямок.

10.5 Установку приборов и аппаратов на РУ следует производить в зоне от 400 до 2000 мм от уровня пола. Аппараты ручного оперативного управления (переключатели, кнопки) рекомендуется располагать на высоте не более 1900 мм и не менее 700 мм от уровня пола. Измерительные приборы рекомендуется устанавливать таким образом, чтобы шкала каждого из приборов находилась на высоте от 1,00 до 1,80 м от пола.

10.6 Аппараты рубящего типа должны устанавливаться так, чтобы они не могли замкнуть цепь самопроизвольно, под действием силы тяжести. Их подвижные токоведущие части в отключенном положении, как правило, не должны быть под напряжением.

10.7 Строительные конструкции, доступные для прикосновения персонала, не должны нагреваться от воздействия электрического тока выше 50 °С; недоступные для прикосновения – не выше 70 °С.

10.8 Подстанции и их распределительные устройства должны быть оборудованы электрическим освещением. Осветительная арматура должна быть установлена таким образом, чтобы было обеспечено ее безопасное обслуживание.

10.9 Для подстанций мощностью 0,25 МВ·А и менее допускается отсутствие освещения низковольтного щита. Освещение и розетки для включения переносных приборов, инструментов на подстанциях мощностью более 0,25 МВА должны иметь питание напряжением не выше 50 В.

10.10 В зонах пребывания обслуживающего персонала (пути передвижения обслуживающего персонала, рабочие места) напряженность электрического поля должна быть в пределах допустимых уровней, установленных ГОСТ 12.1.002.

10.11 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 - по ГОСТ 12.1.038.

10.12 На приводах коммутационных аппаратов должны быть четко указаны положения «включено», «отключено».

11 Требования экологической безопасности

11.1 Для подстанций, размещаемых в районе жилой и промышленной застройки, должны предусматриваться мероприятия по снижению шума, создаваемого работающим электрооборудованием (трансформаторами), до значений, допустимых санитарными нормами.

11.2 На подстанциях напряжением 6-20 кВ в зонах пребывания обслуживающего персонала напряженность магнитного поля должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.002 и СанПиН 2.2.4.1191-03 [2].

11.3 Для комплектных, столбовых, мачтовых, КТП шкафного типа с вертикальной компоновкой оборудования и киоскового типа с воздушными вводами и выводами расстояние от жилых зданий до трансформаторных подстанций следует принимать не менее 10 м при условии обеспечения допустимых нормальных уровней звукового давления (шума).

11.4 Экология подстанций

Снижение негативного воздействия на окружающую среду и человека рекомендуется осуществлять на основе:

- применения сухих трансформаторов и конденсаторов с экологически чистым жидким диэлектриком;
- снижения уровня шума электрооборудования;
- применения электрооборудования, обеспечивающего электрическую, пожарную и взрывобезопасность;
- снижения отвода земель для подстанции и (а также) восстановления нарушенных в процессе строительно-монтажных работ участков земли;
- принятия мер по полному предотвращению попадания трансформаторного масла на поверхность земли;
- применения устройств, предотвращающих гибель животных и птиц.

11.5 Для обеспечения безопасности персонала и защиты его от светового и теплового воздействия дуги над ручными приводами разъединителей устанавливать козырьки или навесы из негорючего материала. Сооружение козырьков не требуется у разъединителей напряжением 6-20 кВ, если отключаемый ток холостого хода не превышает 3 А, а отключаемый зарядный – 2 А.

12 Требования по пожарной безопасности

12.1 Для предотвращения растекания масла и распространения пожара при повреждениях маслонаполненных силовых трансформаторов с количеством масла

более 1 т в единице должны быть выполнены маслоприемники, маслоотводы и маслосборники.

12.2 Подстанции комплектные, столбовые, мачтовые, КТП шкафного типа с вертикальной компоновкой оборудования и киоскового типа с воздушными вводами и выводами по условию пожарной безопасности должны быть расположены на расстоянии не менее 3,00 м от зданий I, II, III степеней огнестойкости и 5 м от зданий IV и V степеней огнестойкости.

12.3 Аппараты и приборы следует располагать так, чтобы возникающие в них при эксплуатации искры или электрические дуги не могли причинить вреда обслуживающему персоналу, воспламенить или повредить окружающие предметы, вызвать КЗ или замыкание на землю.

13 Приемка и ввод в эксплуатацию подстанций

13.1 Приемка оборудования

Приемка оборудования должна осуществляться путем:

- ознакомления с конструкцией опытных или серийных образцов;
- изучения конструкторской и технологической документации;
- анализа протоколов испытаний;
- ознакомления членов приемочной комиссии с условиями производства подстанций и распределительных устройств на заводе-изготовителе;
- участия в проведении испытаний подстанций.

Импортное оборудование подлежит обязательному подтверждению соответствия.

Обязательное подтверждение соответствия осуществляется в формах:

- принятия декларации о соответствии;
- обязательной сертификации.

Порядок применения форм обязательного подтверждения соответствия установлен Федеральным законом «О техническом регулировании».

Технические условия на подстанции распределительных электрических сетей 6-20/0,4 кВ должны быть согласованы с Заказчиком.

Срок действия технических условий, как правило, 5 лет с момента согласования.

Монтаж комплектной трансформаторной подстанции производится в соответствии с Руководством по эксплуатации завода – изготовителя.

Монтаж оборудования закрытой трансформаторной подстанции и распределительной трансформаторной подстанции производится в соответствии с проектной документацией.

Приемка в эксплуатацию осуществляется после завершения всех строительных, монтажных и пусконаладочных работ приемочной комиссией.

Перед приемкой подстанций должны быть проведены индивидуальные испытания основного и вспомогательного оборудования.

Приемку осуществляют путем проверки документации и внешнего осмотра объекта.

Проверке подлежит следующая документация:

- проектная документация;
- заключение об экспертизе проектной документации;
- акты приемки строительных, монтажных и пусконаладочных работ;
- техническая документация на материалы и комплектующие, предусмотренная договорами на поставку;
- протоколы испытаний и измерений.

Законченные строительством здания ЗТП, встроенные или пристроенные помещения подстанций производственного, подсобно – производственного и вспомогательного назначения со смонтированным в них оборудованием, средствами управления и связи могут приниматься в эксплуатацию по мере их готовности.

13.2 Ввод в эксплуатацию

Полностью законченные строительством подстанции электрических сетей должны быть приняты в эксплуатацию в порядке, установленном действующими правилами. Данное требование распространяется также на ввод в эксплуатацию подстанций после реконструкции и технического перевооружения.

Разрешение на ввод подстанции в эксплуатацию представляет собой документ, который удостоверяет выполнение строительства, реконструкции, капитального ремонта подстанции в полном объеме в соответствии с разрешением на строительство, соответствие построенной, реконструированной, отремонтированной подстанции градостроительному плану земельного участка и проектной документации в соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации.

Ввод в эксплуатацию осуществляется по утвержденному плану ввода подстанций.

Датой ввода подстанций в эксплуатацию считается дата подписания приемочной комиссией акта приемки.

Для ввода объекта в эксплуатацию застройщик обращается в федеральный орган исполнительной власти, орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации или орган местного самоуправления, выдавшие разрешение на строительство, с заявлением о выдаче разрешения на ввод объекта в эксплуатацию.

К заявлению о выдаче разрешения на ввод объекта в эксплуатацию прилагаются следующие документы:

- правоустанавливающие документы на земельный участок;
- градостроительный план земельного участка;
- разрешение на строительство;
- документ, подтверждающий соответствие построенной, реконструированной подстанции требованиям технических регламентов и подписанный лицом, осуществляющим строительство.

Ввод в эксплуатацию должен быть оформлен заявкой, подаваемой в орган оперативно-диспетчерского управления.

14 Оценка и подтверждение соответствия

14.1 После завершения строительством и/или реконструкции должны соответствовать проектной документации разработанной с учетом требований технических регламентов, строительных норм и правил, стандартов безопасности труда, норм технологического проектирования, норм и требований природоохранного законодательства и правил пожаробезопасности.

14.2 Схемы сертификации декларирования соответствия высоковольтного оборудования КТПБ должны соответствовать ГОСТ Р 53603 и ГОСТ Р 54008 соответственно.

14.3 Все высоковольтное оборудование ТП должно иметь подтверждающие документы по ГОСТ Р ИСО/МЭК 17050-1 и ГОСТ Р ИСО/МЭК 17050-2 и знаки соответствия по ГОСТ Р 54009, и соответствовать требованиям установленным потребителем на стадии проектирования, изготовления и монтажа РУ.

БИБЛИОГРАФИЯ

[1] СНиП 22-02-2003 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения

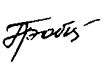
[2] СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях. Утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 19.02.2003 № 10.

УДК 696.6:006.354 ОКС 29.240.10 ОКП 33 0000 Группа Е07

Ключевые слова: РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ, ПОДСТАНЦИИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО, МОНТАЖ И ПРИЕМКА ПОДСТАНЦИИ

ОРГАНИЗАЦИЯ-РАЗРАБОТЧИК:
ОАО «НТЦ электроэнергетики»

Директор по проектированию
ОАО «НТЦ электроэнергетики»  **А.А. Елисеев**

Руководитель разработки	**Начальник Центра инжиниринга**		**А.С. Лисковец**
Исполнитель	**Заведующий лабораторией**		**С.С. Кустов**
Исполнитель	**Инженер**		**А.Г. Бобкова**

gost.e-ecolog.ru