**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

СОДЕРЖАНИЕ

[1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ 3](#_Toc512013024)

[2. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ 4](#_Toc512013025)

[3. АНТИКОРРОЗИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ 5](#_Toc512013026)

[4. ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ 6](#_Toc512013027)

[5. ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 7](#_Toc512013028)

[6. УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ 8](#_Toc512013029)

[Проверка измерительных трансформаторов тока на минимальную и максимальную нагрузку. 10](#_Toc512013030)

[Расчет вторичных нагрузок трансформаторов тока 10](#_Toc512013031)

[Защита технических средств от несанкционированного доступа. 12](#_Toc512013032)

[Бесперебойное питание средств автоматизированной системы. 15](#_Toc512013033)

[7. ЗАЗЕМЛЕНИЕ И МОЛНИЕЗАЩИТА 16](#_Toc512013034)

[8. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ 17](#_Toc512013035)

[9. ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ 18](#_Toc512013036)

[10. УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ 19](#_Toc512013037)

[ПРИЛОЖЕНИЕ - КОПИИ СЕРТИФИКАТОВ НА ПРИМЕНЯЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА 20](#_Toc512013038)

[ПРИЛОЖЕНИЕ- РАСЧЕТ ЗАЗЕМЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА 24](#_Toc512013039)

# 1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Комплектные однотрансформаторные подстанции КТП мощностью до 1250кВА предназначены для временного электроснабжения жилищно-коммунальных, общественных и промышленных потребителей.

КТП предназначены для эксплуатации на открытом воздухе в условиях умеренного климата при предельных значениях температуры окружающей кабельной среды, от минус 40 С до плюс 45 С (У1 по ГОСТ 15150). Окружающая воздушная среда не должна содержать едких паров, пыли и газов в концентрациях, разрушающих металлы, изоляцию и покрытия КТП.

# 2. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ

КТП состоит из сварного металлического корпуса с двухскатной крышей, имеющего двери для монтажа и обслуживания оборудования, разделенного перегородками на 3 отсека: отсек распределительного устройства высокого напряжения (РУВН), отсек трансформатора, отсек распределительного устройства низкого напряжения (РУНН). КТП в плане имеет размеры 2200х4100мм, высотой 2550мм, с толщиной ограждающих конструкций 1,5мм.

Отсек РУВН имеет 2 двери:

1) одностворчатая дверь с доступом к панели линии трансформатора;

2) двустворчатая дверь с доступом к вводной панели и панели отходящей линии; Отсек трансформатора имеет двустворчатые двери, служащие доступом для обслуживания, для ошиновки, установки и демонтажа трансформатора.

# 3. АНТИКОРРОЗИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

КТП выполнена из листовой оцинкованной стали по ГОСТ14918-80 толщиной 1,5мм. Снаружи корпус КТП покрыт грунтом Temaprime EE и окрашен краской FD 50 TCL. Поверхности внутри КТП подверженные сварке, также покрыты краской.

# 4. ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

Вентиляция отсеков КТП осуществляется естественным путем на основании ПУЭ через вентиляционные отверстия в дверях трансформаторного отсека и фронтонах КТП.

# 5. ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В КТП предусматривается установка силовых трансформаторов типа ТМГ мощностью 1250кВА.

В отсеке ВН предусмотрена установка вакуумного выключателя типа BB/TEL и токоограничивающих предохранителей типа ПКТ.

В отсеке НН предусмотрена установка следующего оборудования:

Вводная часть:

1) Разъединитель серии РЕ и автоматический выключатель типа ВА;

Отходящие линии:

1) выключатели типа ВА и предохранители типа ARS.

Так же в отсеке НН устанавливаются трансформаторы тока, амперметры, вольтметр, оборудование для наружного освещения КТП, ограничители перенапряжения и щиток собственных нужд (ЩСН).

Подключение силового трансформатора к РУВН и РУНН осуществляется алюминиевой шиной АД31Т.

В КТП организовано внутреннее освещение отсеков на напряжении 220В при помощи ламп накаливания.

# 6. УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

В соответствии техническими требованиями счетчик, обеспечивающий расчетный учет электроэнергии необходимо установить на границе балансовой принадлежности электрических сетей (при отсутствии технической возможности, прибор учета подлежит установке в месте, максимально приближенном к границе балансовой принадлежности, в котором имеется техническая возможность его установки).

Проектом предусмотрена установка расчетных приборов учета электрической энергии в КТПН.

Коммерческий учет электроэнергии обеспечивается установкой счетчика типа Меркурий 234 ARTM2-03 P.BG класса точности 0,5s. Включение счетчика осуществляется через трансформаторы тока. Подключение счетчика к трансформаторам тока осуществляется через измерительную клеммную колодку (ИКК).

Основные технические характеристики счетчика приведены в таблице.

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование характеристики | Значение |
| Класс точности при измерении |  |
| - активной энергии | 0,5S или 1,0 |
| - реактивной энергии | 1,0 или 2,0 |
| Номинальное напряжение, В | 3х230/400В |
| Номинальный(макс) ток, А | 5(10) |
| Максимальный ток в течении 0.5 сек, А |  |
| - для IНОМ=5А | 150 |
| - для IНОМ=10А | 200 |
| Стартовый ток (чувствительность), А |  |
| - для IНОМ(МАКС)=5(7,5)А,    UНОМ=230В | 0,005 |
| - для IНОМ(МАКС)=5(60)А,     UНОМ=230B | 0,02 |
| - для IНОМ(МАКС)=10(100)А,  UНОМ=230B | 0,04 |
| Активная / полная потребляемая мощность каждой параллельной цепью счетчика, Вт/ВА не более | 0,5 / 7,5 |
| Полная мощность, потребляемая цепью тока не более, В\*А | 0,1 |
| Количество тарифов | 4 |
| Количество тарифных сезонов (месяцев) | 12 |
| Скорость обмена, бит/секунду: |  |
| - по интерфейсу CAN и RS-485; | 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 |
| - через инфракрасный порт; | 9600 |
| Передаточное число основного/поверочного выхода, имп/кВт,имп/кВар: |  |
| для ART-01 (UНОМ 220 В, I НОМ 5 A) | 1000/32000 |
| для ART-02 (UНОМ 220 В, I НОМ 10 A) | 500/16000 |
| для ART-03 (UНОМ 220 В, I НОМ 5 A) | 1000/160000 |
| Сохранность данных при перерывах питания, лет |  |
| - постоянной информации | 40 |
| - оперативной информации | 10 |
| Диапазон температур, °С | от - 40 до +55 |
| Межповерочный интервал, лет | 10 |
| Габариты (длина, ширина, высота), мм | 258\*170\*74 |

В качестве первичных датчиков тока в предусмотрено применение измерительных трансформаторов тока с коэффициентом трансформации 2000/5, класса точности измерительной обмотки 0,5s. В соответствии с п. 6.6.2 и таблицей 10 ГОСТ 7746-2001 «Трансформаторы тока. Общие технические условия» наибольший рабочий первичный ток для трансформаторов тока с номиналом 2000/5 А, 1600А.

Для подтверждения возможности использования в системе дистанционного сбора данных принятых к установке трансформаторов тока необходимо произвести проверку:

* на возможность применения в условиях работы при минимальной и максимальной
* нагрузке присоединения (требование пункта 1.5.17 ПУЭ);
* на допустимую вторичную нагрузку (требование пункта 1.5.19 ПУЭ, работа измерительной обмотки трансформатора тока в классе точности).

Для дальнейших расчетов принимаем значения мощности и токов, приведенные в таблице.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № ТИ | Точка измерения | Максимальная нагрузка, кВт (А) | | | | Минимальная нагрузка, кВА (А) | | | |
| 1 | КТПН | 1000 | ( | 1615,08 | ) | 451,5 | ( | 728,6 | ) |

### Проверка измерительных трансформаторов тока на минимальную и максимальную нагрузку.

Согласно п. 1.5.17 ПУЭ 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%:

Imax ≥ 40% Iном.тт

Imin ≥ 5% Iном.тт

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Точка измер. | Тип и/или исполн. ТТ | Коэфф. Трансф. ТТ (кт.т.) | | |  | Расч. Знач. Токов ТТ | | | | | Условие | Доп. Знач. Токов ТТ | | Заключение |
| I(А)/кт.т. | | | I 2 | | I 2 | |
| А | % | А | % |
| 1 | Т-0,66 | 2000 | / | 5 | max | 1615,08 | / | 400 | 4,03 | 80,6 | > | 2 | 40 | Условие выполняется |
| min | 728,6 | / | 400 | 1,82 | 36,4 | > | 0,25 | 5 | Условие выполняется |

### Расчет вторичных нагрузок трансформаторов тока

Для того чтобы определить, работает ли трансформатор тока в заданном классе точности, необходимо вычислить его вторичную нагрузку, которая определяется полным сопротивлением его внешней вторичной цепи. В ее состав входят сопротивления всех последовательно включенных измерительных приборов, а также соединительных проводов и переходных контактов.

Проверка осуществляется по трансформатору тока с наиболее загруженной вторичной обмоткой.

Условие работы трансформатора тока в заданном классе точности:

В соответствии с п.1.5.19 ПУЭ:

Z ТТ факт≤ Z ТТ ном , где

Z ТТном - номинальная вторичная нагрузка трансформатора тока, Ом.

Для трансформаторов тока типа Т-0,66 номинальная вторичная нагрузка измерительной обмотки, при которой погрешность не выходит за пределы класса точности 0,5S составляет 5 ВА (0,2 Ом).

ZТТ - расчетная вторичная нагрузка трансформатора тока, Ом. Определяется по формуле:

Z ТТ факт= Z пров + Z конт. + Z приб. , где

Zпров - сопротивление вторичных токовых цепей, Ом. Определяется по формуле:

, где

l - длина вторичных цепей «ТТ-счетчик»;

ρ - удельное сопротивление проводника, Ом·мм2/м. Для меди ρ=0,0175 Ом· мм2/ м;

Fпров - сечение проводника, мм2;

Zконт = 0,1 Ом - сопротивление контактов;

Zприб =Zcчёт = 0,6·10-3 Ом - сопротивление последовательных цепей счетчика.

Измерительная обмотка ТТ используется только для подключения токовых обмоток счетчика.

Из вышеизложенного следует, что для выполнения условия:

необходимо выполнения условия:

Проверочный расчет нагрузки измерительной обмотки ТТ выполнен по формуле:

В соответствии с п.6.4.2 ГОСТ 7746-2001:

Z ТТ мин - минимальная вторичная нагрузка трансформатора тока по ГОСТ 7746-2001, Ом

Результаты расчета ИИК представлены в таблице.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № ТИ | Тип и/или исполнение ТТ | I, м | F пров, мм2 | | ZТТмин, Ом по ГОСТ 7746-2001 | Условие | ZТТфакт, Ом | Условие | ZТТном, Ом | Вывод |
| расчетное | по ГОСТ 1508-78 |
| 1 | Т-0,66 | 8 | 1,46 | 2,5 | 0,15 | ≤ | 0,16 | ≤ | 0,2 | Условие выполняется |

Примечание: Сечение проводника вторичных измерительных цепей принимается ближайшие в большую сторону из стандартного ряда по ГОСТ 1508-78, с учетом, что минимально допустимое сечение медного проводника для вторичных токовых цепей по условию механической прочности (п. 3.4.4 ПУЭ).

Вывод: Вторичные нагрузки трансформаторов тока находятся в пределах допустимой (фактическая нагрузка не превышает номинальную нагрузку выбранных трансформаторов тока при сечении вторичных цепей 2,5 мм2). Выбранные трансформаторы тока удовлетворяют требованиям для работы в составе автоматизированной системы.

В качестве первичных датчиков тока использованы ТТ соответствующие ГОСТ 7746-2001.

### Защита технических средств от несанкционированного доступа.

Для защиты информации технических и программных средств автоматизированной системы от несанкционированного доступа, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50739-95, необходимо обеспечить:

* Разграничение доступа информации.

Обеспечивается введением паролей нескольких уровней в счетчиках, Регистрацию событий, имеющих отношение к защищенности информации.

Обеспечивается ведением журналов событий аппаратно-программными средствами автоматизированной системы.

* Обеспечение доступа только после идентификации и введения личного пароля.

Обеспечивается введением паролей, назначаемых программными средствами автоматизированной системы.

* Запрет на несанкционированное изменение конфигурации.

Обеспечивается введением паролей в аппаратно-программные средства коммерческого узла учета.

* Защиту от возможности изменения данных через локальную сеть или модем.

Обеспечивается введением паролей, назначаемых программными средствами автоматизированного узла учета.

* Пломбирование аппаратных средств коммерческого узла учета в местах, предусмотренных конструкцией аппаратуры, с целью предотвращения доступа внутрь корпуса и к клеммным колодкам.

В соответствии с ПТЭ ЭП п.п. 2.11.18, энергоснабжающая организация должна пломбировать:

* клеммники трансформаторов тока;
* крышки переходных коробок, где имеются цепи к электросчетчикам;
* токовые цепи расчетных счетчиков в случаях, когда к трансформаторам тока совместно со счетчиками присоединены электроизмерительные приборы и устройства защиты;
* испытательные коробки с зажимами для шунтирования вторичных обмоток трансформаторов тока и места соединения цепей напряжения при отключении расчетных счетчиков для их замены или поверки;
* решетки и дверцы камер, где установлены трансформаторы тока;

В конструкции счетчика защита от несанкционированного доступа обеспечивается двумя уровнями пломбирования:

На одном из двух винтов, крепящих верхнюю и нижнюю часть корпуса счетчика

Пломбой госповерителя и завода-изготовителя.

Пломбирование испытательных клеммных коробок (ИКК), через которые подключены счетчики к измерительным цепям трансформаторов тока и трансформаторов напряжения, обеспечивает конструкция ИКК.

Пломбировка вторичных цепей от трансформатора тока производится в месте крепежного винта на прозрачной крышке трансформатора, защищающей клеммник вторичной обмотки трансформатора от несанкционированного доступа и случайного прикосновения.

Перечень мест установки пломб представлен в таблице.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Техническое средство, подлежащее пломбировке | Место пломбировки | Способ пломбировки |
| Измерительные трансформаторы тока | Крышка клеммников вторичной обмотки трансформаторов тока | Пломба |
| Коробка испытательная переходная | Винт крепления крышки испытательной коробки | Пломба |
| Счетчик электрической энергии | Верхняя крышка;  Защитная крышка клеммной колодки | Пломба |

В соответствии с требованиями ПУЭ п.п. 1.5.13-1.5.26:

Каждый установленный расчетный счетчик должен иметь пломбы с клеймом госповерителя и пломбу энергоснабжающей организации;

На вновь устанавливаемых 3-х фазных счетчиках должны быть пломбы государственной поверки с давностью не более 12 месяцев.

В соответствии с "Положением о порядке ревизии и маркирования специальными знаками визуального контроля средств учета электрической энергии" (per.N1636) средства учета должны быть промаркированы специальными знаками.

Контрольная пломба и знаки визуального контроля устанавливается сетевой организацией (п. 154 Постановления «Общие положения функционирования розничных рынков электрической энергии» от 4.05.2012 г. №442)

Маркирование средств учета, подлежащих ревизии, должно осуществляться специальными знаками визуального контроля, изготовленными по специальной технологии по техническим условиям, утверждаемым Госэнергонадзором Министерства топлива и энергетики РФ и РАО "ЕЭС России".

Защищенный знак представляет собой специальную голограмму, изготовленную на диэлектрической основе, разрушаемой при малейшем физическом воздействии и состоит из двух компонентов: полимерного листа (подосновы) и защищенного знака.

Ответственными за установку на средства учета электрической энергии специальных знаков визуального контроля являются организации, осуществляющие поставку (сбыт) электрической энергии потребителям, и территориальные органы Госэнергонадзора.

Маркирование средств учета электрической энергии должно быть произведено непосредственно после окончания ревизии, проводимой комиссией, состоящей из представителей энергосбытовой организации, потребителя, территориального органа ФАТРМ и инспектора Госэнергонадзора РФ.

Результаты проведения ревизии должны быть оформлены "Актом о проведении ревизии и маркировании средств учета электрической энергии".

Места установки Знаков, определяемые данным проектом: на счетчиках;

на испытательных клеммных коробках;

на клеммниках измерительных цепей трансформаторов тока; на промежуточных клеммных колодках;

Помимо этого, маркированию подлежат незащищенные от несанкционированного доступа промежуточные клеммные соединения (в цепях учета), которые должны быть определены комиссией в процессе ревизии и зафиксированы в "Акте о проведении ревизии и маркировании средств учета электрической энергии, используемых для расчетов за потребляемую электроэнергию с юридическим лицом".

Места установки Знаков должны быть зафиксированы в вышеуказанном Акте и пронумерованы в соответствии с ним.

## Бесперебойное питание средств автоматизированной системы.

Электропитание компонентов АСДС входящих в состав узла учета осуществляется от сети переменного тока напряжением ~220 В, частотой 50 Гц. Точка подключения цепей питания панели учета к сети ~220 В, 50 Гц на объекте автоматизации выбирается по месту в процессе монтажа и согласовывается с собственником электрооборудования (заказчиком).

Подключение цепей питания шкафа связи к электросети заказчика произведено кабелем ВВГнг-П-LS 3x1,5 мм2.

С целью обеспечения защиты оборудования и цепи питания от токов КЗ и токов, превышающих длительно допустимые токовые нагрузки проводников, подключение должно производиться через имеющиеся в шкафах собственных нужд свободные автоматические выключатели с характеристиками: номинальный ток 4-6 А, времятоковая характеристика не ниже С. В случае отсутствия свободных автоматических выключателей установить автоматический выключатель S 201-C 6, обладающий следующими техническими характеристиками:

* номинальный рабочий ток: 6 А;
* время-токовая характеристика: С;
* номинальная отключающая способность, не менее: 4,5 кА.

Данные характеристики выбраны согласно ПУЭ и ГОСТ Р 50571.5-94 для следующих рабочих условий:

* рабочий ток цепи (узла учета): 2-4 А;
* допустимый длительный ток проводников: 20 А;
* ток короткого замыкания, не более 2,2 кА.

# 7. ЗАЗЕМЛЕНИЕ И МОЛНИЕЗАЩИТА

В КТП предусматривается совмещенное заземляющее устройство для электроустановки до 1кВ (п.ПУЭ.1.7.57). Внутренним контуром заземления служит сварной корпус КТП, жестко связанный с внешним заземлителем. Сопротивление заземляющего устройства согласно п.ПУЭ.1.7.101 составляет не более 4 Ом.

Защита КТП выполняется в соответствии с ПУЭ (п.4.2.134). Корпус КТП соединяется с внешним контуром заземления. В качестве заземляющего устройства используются 12 уголков 60х60х5 мм, длинной 3м, соединенных стальной полосой 40х4 мм, длинной 17,6 м, проложенных в земляной траншее на глубине 0,5 м от планировочной отметки. Чертеж контура заземления - см. графическую часть, расчеты приведены в приложении Д.

В случае необходимости, если сопротивление заземляющего устройства не удовлетворяет требуемому значению, необходимо установить дополнительные электроды.

От атмосферных перенапряжений, на стороне ВН и НН устанавливаются вентильные разрядники или ограничители перенапряжения.

# 8. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Мероприятия по технике безопасности предусматриваются в объеме Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок от 04.08.2014 г. (ПОТЭУ) и требований технических условий на КТП, а именно:

- на наружных дверях КТП установлены предупреждающие плакаты;

- двери и ворота оснащены замками;

- внутренняя дверь отсека ВН сблокирована с заземляющим ножом выключателя нагрузки, обеспечивающая защиту от ошибочного проникновения к оборудованию ВН находящегося под нагрузкой.

- на стороне НН все открытые токоведущие части закрыты металлическими щитами и щитами из диэлектрических материалов, предотвращающие от случайных касаний оголенных проводников.

В целях обеспечения сохранности КТП создания нормальных условий их эксплуатации и предотвращения несчастных случаев устанавливается металлическое ограждение.

# 9. ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

После монтажа, рядом с КТП установить ящик с песком, фасованным в пакеты по 3 кг.

# 10. УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ

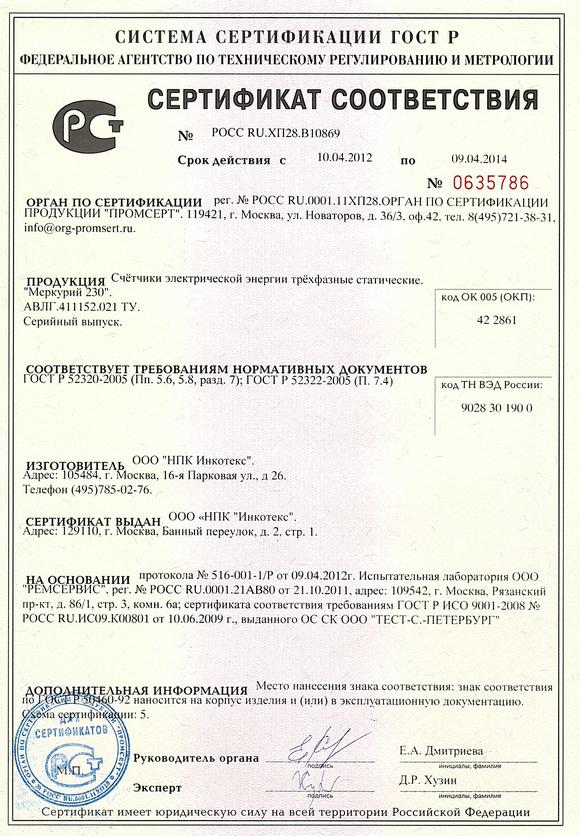
КТП устанавливается на готовый фундамент. Подъем КТП осуществляется без силового трансформатора. При погрузке и разгрузке КТП использовать четыре рыма расположенных на крыше. При наличии шкафа "воздушного" ввода, его монтаж осуществлять после установки КТП на фундамент и фиксировать изнутри с помощью 6 болтов.

Трансформатор устанавливается и крепится при помощи 4 болтов, на направляющие приваренные к основанию КТП и расположенные в трансформаторном отсеке.

Силовые кабели линий ВН и НН, вводятся через специальные отверстия в основании КТП.

# ПРИЛОЖЕНИЕ - КОПИИ СЕРТИФИКАТОВ НА ПРИМЕНЯЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА









# ПРИЛОЖЕНИЕ- РАСЧЕТ ЗАЗЕМЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

В соответствии с п. 1.7.96 и п. 1.7.101 ПУЭ изд. 7 сопротивление заземляющего устройства на стороне 0,4 кВ не должно превышать 4 Ом.

Из справочника выбираем значения коэффициентов использования:

ηг= 0,29; ηв= 0,50

t=0,5 м – глубина залегания горизонтального проводника

b=0,04 м – ширина полосы заземлителя

lг=17,6 м – длина горизонтального заземлителя

Kсезг=2,3 – коэффициент сезонности горизонтальных электродов

Kсезв=1,5 – коэффициент сезонности вертикальных электродов

ρ=100 Ом\*м – удельное сопротивление грунта

n=12 – количество вертикальных электродов

tc=2.2 м – глубина от поверхности земли до середины вертикального электрода

by=0.060 м – ширина стороны уголка вертикального электрода

l=3 м. – длина вертикального электрода

Сопротивление горизонтального электрода, связывающего вертикальные электроды:

= = 71,22 Ом

Сопротивление одиночного вертикального электрода:

Сопротивление всех вертикальных электродов:

= 3,52 Ом

Сопротивление заземлителя из нескольких электродов, соединенных полосой:

= 3,4 Ом

Rз < 4 Ом, что соответствует требованиям

что меньше, нормируемого, значения в 4 Ом (п. 1.7.96 и п. 1.7.101 ПУЭ изд. 7).

Конструктивно принимаем заземляющее устройство в виде 12 вертикальных электродов, изготовленных из стальных уголков 60х60х5 мм длиной =3 м, соединенных стальной горизонтальной полосой 40х5 мм, длиной 17,6 м. Горизонтальный заземлитель расположен на глубине 0,5 м от поверхности земли.

После монтажа заземляющего устройства производится замер сопротивления. В случае если сопротивление превышает нормируемое значение, добавляются вертикальные заземлители до получения требуемой величины сопротивления.