**1. Анализ опасных и вредных факторов при эксплуатации системы учета электроэнергии**

**1.1 Анализ опасных факторов**

При эксплуатации системы учета электроэнергии опасным фактором является возможность поражения работников электрическим током при прикосновении к токоведущим частям трансформатора тока ТПОЛ-10 и трансформатора напряжения НОМ-10, находящихся под напряжением.

Расчет токов, которые протекают через человека в случае прикосновения к токоведущим частям, сведем в таблицу 1.1 и 1.2.

Табл. 1.1. Оценка опасности при эксплуатации трансформатора тока напряжением 10 кВ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид прикосновения | Схема | Расчет |
| Однофазное прикосновение к токоведущим частям трансформатора в нормальном режиме работы сети напряжением 10 кВ |  |  |
| Однофазное прикосновение к токоведущим частям трансформатора в аварийном режиме работы сети напряжением 10 кВ |  |  |
| Двухфазное прикосновение к токоведущим частям трансформатора в нормальном режиме к сети 10 кВ |  |  |

В таблице приняты следующие обозначения: - фазное напряжение трансформатора тока; хс – емкостное сопротивление фазы относительно земли; RЧ = 2⋅103 Ом – сопротивление цепи человека при однофазном прикосновении; UЛ = 10⋅103 В - линейное напряжение трансформатора тока; RД = 1500 Ом – сопротивление электрической дуги; RК = 100 Ом – сопротивление контакта в месте замыкания на земле; R'Ч = 1⋅103 Ом – сопротивление цепи человека при двухфазном прикосновении.



Табл. 1.2. Оценка опасности при эксплуатации трансформатора напряжения напряжением 10/0,1 кВ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид прикосновения | Схема | Расчет |
| Однофазное прикосновение к токоведущим частям трансформатора в нормальном режиме работы сети напряжением 10 кВ |  |  |
| Однофазное прикосновение к токоведущим частям трансформатора в аварийном режиме работы сети 10 кВ |  |  |
| Двухфазное прикосновение к токоведущим частям трансформатора в нормальном режиме к сети 10 кВ |  |  |

В таблице приняты следующие обозначения: - фазное напряжение трансформатора напряжения; хс – емкостное сопротивление фазы относительно земли; RЧ = 2⋅103 Ом – сопротивление цепи человека при однофазном прикосновении; UЛ = 10⋅103 В-линейное напряжение трансформатора напряжения; RД = 1500 Ом – сопротивление электрической дуги; RК = 100 Ом – сопротивление контакта в месте замыкания на земле; R'Ч = 1⋅103 Ом – сопротивление цепи человека при двухфазном прикосновении.



На основании анализа произведенных расчетов вариантов включения человека в электрическую цепь для сети напряжением 10 кВ можно сделать вывод, что величины расчетных токов превышают допустимые значения во всех случаях:

1. Однофазное прикосновение к токоведущим частям трансформатора в нормальном режиме работы сети, IЧ =2,88 А

2. Однофазное прикосновение к токоведущим частям трансформатора в аварийном режиме работы сети, IЧ =2,78 А

3. Двухфазное прикосновение к токоведущим частям трансформатора в нормальном режиме работы сети, IЧ =4 А

**1.2 Анализ вредных факторов**

При эксплуатации измерительных трансформаторов тока и напряжения напряжением 10 кВ вредными факторами являются: шум, возникающий из-за неплотного стягивания пакетов стальных сердечников; плохое освещение при выполнении работ в темное время суток и при недостаточной видимости.

**2. Профилактические меры для нормализации условий труда**

**2.1 Меры защиты от электрического напряжения**

Контроль изоляции измерительного трансформатора тока напряжением 10 кВ представлен в таблице 2.1.

опасный вредный трансформатор напряжение

Таблица 2.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Контролируемый параметр | Температура обмоток трансформатора тока напряжением 10 кВ, С° | | | | | | |
| 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| Сопротивление изоляции R60, МОм | 450 | 300 | 200 | 130 | 90 | 60 | 40 |
| tgδ, % | 1,2 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3,4 | 4,5 | 6 |
| Коэффициент абсорбции: R60/ R15 | Не ниже 1,3 | | | | | | |
| Повышенное напряжение, кВ | Для обмотки напряжением 10 кВ = 14,4 кВ | | | | | | |

R60 и R15 измеряются мегомметрами на напряжении 2500 В, а tgδ – мостами переменного тока.

Контроль изоляции измерительного трансформатора напряжения напряжением 10/0,1 кВ представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Контролируемый параметр | Температура обмоток трансформатора напряжения напряжением 10 и 0,1 кВ, С° | | | | | | |
| 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| Сопротивление изоляции R60, МОм | 450 | 300 | 200 | 130 | 90 | 60 | 40 |
| tgδ, % | 1,2 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3,4 | 4,5 | 6 |
| Коэффициент абсорбции: R60/ R15 | Не ниже 1,3 | | | | | | |
| Повышенное напряжение, кВ | Для обмотки напряжением 0,1 кВ = 2,7 кВ  Для обмотки напряжением 10 кВ = 14,4 кВ | | | | | | |

R60 и R15 измеряются мегомметрами на напряжении 2500 В, а tgδ – мостами переменного тока.

Методы ориентации: маркировка каждого трансформатора тока и напряжения, наносится на корпуса трансформаторов условными обозначениями (буквы, цифры – ТТ1,…, ТТ3; ТН1,…, ТН3); знак безопасности «Осторожно! Электрическое напряжение» наносится на корпуса трансформаторов; соответствующее расположение и окраска токоведущих частей: фаза L1 – левая желтого цвета, фаза L2 – средняя зеленого цвета, фаза L3 – правая красного цвета; световая сигнализация, указывает на включенное (отключенное) состояние трансформатора тока и напряжения.

Сеть напряжением 10 кВ выполняется с изолированной нейтралью. В этих сетях необходимый постоянный контроль замыкания на землю.

Мерой защиты от электрического напряжения так же является защитное заземление, которое защищает от напряжения прикосновения. Расчеты защитных заземлений выполнены в пунктах 2.2 и 2.3.

Электрозащитные средства, используемые при работе с трансформатором тока напряжением 10 кВ, представлены в таблице 2.3.

Основные ЭЗС

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название | Тип | Количество |
| 10 кВ | 10 кВ |
| Изолирующая штанга | ШПК-10 | 2 шт. |
| Изолирующие клещи |  | 1 шт. |
| Электроизмерительные клещи | Ц4502 | 1 шт. |
| Указатели напряжения | УВН-10 | 2 шт. |
| Дополнительные ЭЗС | | |
| Название | Тип | Количество |
| 10 кВ | 10 кВ |
| Диэлектрические: – перчатки  – боты  – ковры | со швом | ≥ 2 пар |
|  | 1 пара |
| 2 шт. |
| Изолирующие подставки, накладки |  |  |
| Переносное заземление | 25 мм2 | ≥ 2 шт. |
| Оградильные устройства |  | ≥ 2 шт. |
| Плакаты безопасности |  | 4 шт. |

Электрозащитные средства, используемые при работе с трансформатором напряжения напряжением 10 кВ, представлены в таблице 2.4.

Основные ЭЗС

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Название | Тип | | Количество | |
| 0,1 кВ | 10 кВ | 0,1 кВ | 10 кВ |
| Изолирующая штанга | ШПК-10 | ШПК-10 | 2 шт. | 2 шт. |
| Изолирующие клещи | К-1000 |  | 1 шт. | 1 шт. |
| Электроизмерительные клещи | Ц4501 | Ц4502 | 1 шт. | 1 шт. |
| Указатели напряжения | УНН1 | УВН-10 | 2 шт. | 2 шт. |
| Диэлектрические перчатки | со швом | - | 2 пары | - |
| Дополнительные ЭЗС | | | | |
| Название | Тип | | Количество | |
| 0,4 кВ | 6,3 кВ | 0,4 кВ | 6,3 кВ |
| Диэлектрические: – перчатки  – боты  – ковры | - | со швом | - | ≥ 2 пар |
|  | | 1 пара | |
|  | | 2 шт. | |
| Изолирующие подставки, накладки |  |  |  |  |
| Переносное заземление | 16 мм2 | 25 мм2 | ≥ 2 шт. | ≥ 2 шт. |
| Оградильные устройства |  |  | ≥ 2 шт. | ≥ 2 шт. |
| Плакаты безопасности |  |  | 2 шт. | 4 шт. |

**2.2 Расчет заземления для трансформатора тока напряжением 10 кВ**

Исходные данные для расчета:

– напряжение обмотки трансформатора тока = 10 кВ = 10000 В;

– ток замыкания на землю:

;



т.к. , а - длина кабельной линии, то ;



– измерительный трансформатор тока напряжением 10 кВ расположен в ячейке КРУ и занимает площадь:;



– тип грунта – суглинок *Ом м*;



– естественные заземлители отсутствуют.

Расчет

Так как заземлению подлежит установка напряжением до 1 кВ и выше 1 кВ, то сопротивление искусственного заземлителя рассчитывается по формуле и оно должно быть =10 Ом.



Конфигурация заземлителя – прямоугольник.

В качестве вертикальных электродов выбираем стальной электрод диаметром и длиной 3 метра.



В качестве соединительной полосы выбираем полосу у которой .



Определим сопротивление току растекание с одного вертикального заземлителя:

*Ом*



Определим количество параллельно соединенных вертикальных заземлителей:



где - коэффициент использования заземлителей, для вертикальных стержневых, расположенных по контуру при метра (расстояние между электродами) и метра.



Полученное округлим до целого числа штук и пересчитаем



.



Определим длину полосы, применяемой для связи вертикальных электродов: при расположении заземлителей по контуру метров



Определим сопротивление току растекания горизонтального электрода:

*Ом*



Эквивалентное сопротивление току растекания искусственных заземлителей:

*Ом*,



где - коэффициент использования горизонтального электрода с учетом вертикальных при расположении вертикального по контуру.



Полученное сопротивление искусственного электродов не превышает требуемого, т.е. (6,32Ом<8.33Ом<10Ом), значит, расчет удовлетворяет условиям.



Заземление ложем в грунт на *t0=0,8* метра.

Расчет заземления для трансформатора напряжения напряжением 10/0,1 кВ

Исходные данные для расчета:

– напряжение высшей обмотки трансформатора напряжения = 10 кВ = 10000 В;

– ток замыкания на землю:

;



т.к. , а - длина кабельной линии, то ;



– измерительный трансформатор напряжения напряжением 10/0,1 кВ расположен в ячейке КРУ и занимает площадь: ;



– тип грунта – суглинок *Ом м*;



– естественные заземлители отсутствуют.

Расчет

Так как заземлению подлежит установка напряжением до 1 кВ и выше 1 кВ, то сопротивление искусственного заземлителя рассчитывается по формуле и оно должно быть =10 Ом.



Конфигурация заземлителя – прямоугольник.

В качестве вертикальных электродов выбираем стальной электрод диаметром и длиной 3 метра.



В качестве соединительной полосы выбираем полосу у которой .



Определим сопротивление току растекание с одного вертикального заземлителя:

*Ом*



Определим количество параллельно соединенных вертикальных заземлителей:



где - коэффициент использования заземлителей, для вертикальных стержневых, расположенных по контуру при метра (расстояние между электродами) и метра.



Полученное округлим до целого числа штук и пересчитаем



.



Определим длину полосы, применяемой для связи вертикальных электродов: при расположении заземлителей по контуру метров



Определим сопротивление току растекания горизонтального электрода:

*Ом*



Эквивалентное сопротивление току растекания искусственных заземлителей:

*Ом*,



где - коэффициент использования горизонтального электрода с учетом вертикальных при расположении вертикального по контуру.



Полученное сопротивление искусственного электродов не превышает требуемого, т.е. (6,32 Ом<8.33 Ом<10 Ом), значит расчет удовлетворяет условиям.



Заземление ложем в грунт на *t0=0,8* метра.

Схема заземления представлена на рисунке 1.

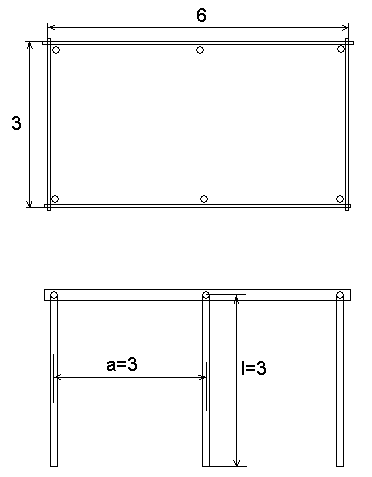


Рис. 1

**2.4 Защита от вредных факторов**

Защита от шума достигается с помощью снижения шума самих трансформаторов – применение малошумных трансформаторов, рационального размещения трансформаторов и рабочих мест работников, а так же индивидуальных средств защиты (противошумные наушники, шлемы и каски). Защитой от плохого освещения или его отсутствия, служат независимые источники питания аварийного освещения.

**3. Пожарная безопасность**

Горючими веществами у измерительных трансформаторов тока и напряжения являются:

– трансформаторное масло;

– краска бака трансформатора;

– изоляция обмоток.

Причинами пожара могут быть: систематические перегрузки; токи короткого замыкания; токовые перегрузки проводников; местный перегрев сердечника; несоблюдение работниками правил пожарной безопасности.

Площадка, на которой установлены трансформаторы тока и напряжения, оборудована стационарной установкой пожаротушения. Тушение пожаров осуществляется водой. Для тушения пожаров в измерительных трансформаторах применяют дренчерные установки.

Профилактические меры пожарной безопасности: защита, отключающая поврежденный трансформатор от сети со всех сторон; стационарная установка пожаротушения.