**1. БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ БЛОЧНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТИПА ТДЦ-400000/330/20**

**1.1 Анализ опасных и вредных факторов при эксплуатации блочных трансформаторов типа ТДЦ-400000/330/20**

При обслуживании трансформаторов существует опасность поражения человека электрическим током ,в результате прикосновения к токоведущим частям, находящихся под напряжением, к корпусу трансформатора при повреждении (напряжение прикосновения), а также при попадании под шаговое напряжение.

А также опасными факторами, при эксплуатации трансформаторов, является опасность поражения человека электрической дугой.

Рассмотрим возможные случаи попадания человека под напряжение и оценим их опасность. Расчёты токов протекающих через человека представлены в таблице 1.

Таблица 1.Расчет токов протекающих через человека.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид включения человека** | **Схема включения** | **Формула и величина тока** |
| При прикосновении к фазному проводу сети напряжением 330 кВ и 20кВ со стороны блочного трансформатораIЧRр |  | IЧ330=UФ/(RД+RЗ+RЧ)=190751/(1300+0,5+1500)=68,11А,IЧ20=UФ/(RД+RЗ+RЧ)=11560/(1300+0,5+1000)=4,12 А, |
| При попадании человека под шаговое напряжение  |  | IЧ=IЗ⋅RЗ⋅β1/ RЧ=8193⋅0,5⋅0,15/1500=0,409А, |
| Ток, протекающий через человека при прикосновении к нетоковедущему корпусу поврежденного трансформатора |  | IЧ330=Uл/(RЧ+r/3)=330000/(1500+20⋅106/3)=4,94⋅10-2 А, IЧ20=Uл/(RЧ+r/3)=20000/(1500+20⋅106/3)=2,99⋅10-3А,  |

Примечания:

- линейное напряжение;

R”ч=103 Ом - сопротивление цепи человека;

Rд=103 Ом - сопротивление электрической дуги;

β1=0,15 – Коэффициент учитывающий форму потенциальной кривой;

Uф - фазное напряжение сети;

Rз=0,5 Ом - сопротивление заземлителя (ПУЭ);

Rд=3000 Ом-сопротивление электрической дуги;

r=20 МОм – сопротивление токоведущих частей относительно земли.

**1.2 Анализ вредных факторов**

Так как, блочные трансформаторы находятся вне помещения основными вредным факторами при их эксплуатации являются недостаточное или нерациональное освещение в темное время суток, а также работа в неблагоприятных метереологических условиях.

**2. Профилактические меры по безопасности эксплуатации блочных трансформаторов**

**2.1 Защитные меры от поражения человека электрическим током**

Недоступность токоведущих частей обеспечивается сетчатыми ограждениями. Трансформатор расположен за сетчатым ограждением, которое имеет открывающиеся или открываемые части; они закрыты и для отпирания имеют приспособления.

Контроль изоляции

Для трансформатора ТДЦ-400000/300 определение условий включения, измерение характеристик изоляции следует производить в соответствии с инструкцией «Трансформаторы силовые. Транспортирование, разгрузка, хранение, монтаж и ввод в эксплуатацию».Состояние изоляции обмоток предварительно проверяется измерением мегомметром: 2500 В сопротивления изоляции главной изоляции; 500—1000 В — сопротивления вторичных обмоток относительно корпуса и между всеми обмотками.

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:

а) изоляции обмоток вместе с вводами

- для обмоткинапряжением 20 кВ - 49,5 кВ;

- для обмотки напряжением 300 кВ - 414 кВ.

б) изоляции доступных стяжных шпилек, прессующих колец и ярмовых балок. Испытательное напряжение 1-2 кВ. Продолжительность испытания 1 мин

При удовлетворительных результатах испытания повышенным напряжением выносится окончательное суждение об удовлетворительном состоянии изоляции. В противном случае должны производиться ремонт или замена трансформатора.

Защитное заземление

Конструктивно, защитное заземление, представляет собой совокупность заземлителя и заземляющего устройства.

Трансформатор расположен снаружи, по этому для его заземления используем искусственный заземлитель. В качестве искусственных заземлителей применяют стальные металлоконструкции. Расчет заземлителя представлен в пункте 2.2.

Электрозащитные средства

Электрозащитные средства - это переносимые (перевозимые) изделия, которые служат для защиты от поражения электрическим током или электрической дуги. Электрозащитные средства делятся на основные и дополнительные и представлены в таблице 2.

Таблица 2. Электрозащитные средства

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Основные | Количество | Дополнительные | Количество |
| Изолирующая штанга |   1  | Диэлектрические перчатки |  2 |
| Оперативная штанга |  1 | Диэлектрические боты |  2 |
| Измерительная штанга |  1  | Диэлектрические коврики |  3 |
| Измерительные клещи |  3 |  |  |
| Защитные очки |  3 |  |  |

**2.2** **Расчет заземлителя**

Исходные данные:

1. Номинальное напряжение Т: , .

2. Ток однофазного замыкания на землю (из расчетов токов короткого замыкания): Iз = 8193 А (на напряжении 330 кВ).

3. Нейтраль трансформатора эффективно заземлена.

4. Площадь занимаемая заземлителем S = 40 × 80 = 3200 м2 (площадь территории ОРУ, на которой находится трансформатор).

5. Удельное сопротивление верхнего и нижнего слоев земли : ρ1 = 100 Ом·м (суглинок); ρ2 = 80 Ом·м (глина); толщина верхнего слоя h = 1,5 м.

Рис.2.а) План контурного заземления

Рис.2.б) Схема размещения заземлителя в грунте.

Для расчета применяем статистический метод расчета, который учитывает двухслойную структуру грунта и применяется для расчета сложных заземлителей с большими токами замыкания на землю в сетях с эффективно заземленной нейтраллю.

Расчёт:

Сопротивление заземляющего устройства RЗУ растеканию тока для электроустановки в сетях с эффективно заземлённой нейтралью напряжением 330кВ не превышает 0,5 Ом в любое время года.

Заземлитель выполняем в виде горизонтальной сетки из продольных и поперечных проводников, уложенных в земле на глубине 0,8 м, и вертикальных электродов.

Вертикальные стержневые электроды имеют длину l = 15 м (диаметр d = 15 мм). Расстояние между стержнями а = 5 м. Суммарная длина LГ горизонтальных электродов равна:

LГ = 60·11 + 15·40 = 1440 м.

Обобщенный параметр

;

Промежуточные обобщенные параметры, так как:

1 < μ = ρ1/ρ2 = 1,25 < 2;

CB = 0,52;

EB = 0,239 + 0,0693·1,5 = 0,343;

Cβ = 0,149;

Eβ = 0,338 + 0,0245·1,5 = 0,3748.

Следовательно:

;

.

Сопротивление заземления:

Ом,

что меньше нормы 0,5 Ом.

Применяемый метод справедлив, так как выполняются следующие ограничения:

 →

 →

 →

 →

 →

Проверка.

Определим напряжение на заземлителе при стекании тока Iз:

.

Определим напряжение прикосновения.

Выбираем значение параметра М (из таблицы) по отношению μ = ρ1/ρ2 = 1,25:М = 0,59.

Определим коэффициент напряжения прикосновения:

;

Напряжение прикосновения:

 < Uпр.доп = 200 B,

где Uпр.доп – наиболее допустимое напряжение прикосновения (продолжительность воздействия тока 0,5 с).

Условия выполняются.

Поверхность соприкосновения заземлителя с грунтом:

где а и b – ширина и толщина горизонтальных полос, м.

Расчётная поверхность искусственного заземлителя:

 ,

где ρ - удельное сопротивление грунта в наиболее сухой период, принимаем равным эквивалентному сопротивлению ρэ = 81,82 Ом·м;

t = 0,1 с - длительность замыкания на землю во время срабатывания защиты, принимаем равным времени отключения выключателя.

Расчётное эквивалентное удельное сопротивление грунта:

 Ом·м

где показатель степени *к* определяется по формуле:

Относительная длина верхней части вертикальных электродов:

Получили, что Sз = 192,95 м2 > Sр = 2,812 м2 выполняется.

Проверим горизонтальные проводники по минимальному допустимому сечению.

Согласно ПУЭ:

 мм2,

где аст = 21 - постоянный множитель (для стали а=21); Θ - допустимая температура кратковременного нагрева.

Горизонтальная полоса проходит контроль по термической стойкости, т.к. S=4x40=160 мм2 > 28,26 мм2

Условия выполняются.

**2.3** **Защитные меры от опасных факторов**

Предохранительные монтерские пояса, страховочный канат служит средствами защиты от падения при работе на высоте.

Для защиты обслуживающего персонала от электрической дуги применяют МТЗ

**2.4** **Защитные меры от вредных факторов**

Снижение (ослабление) шума в самих его источниках (конструкция оборудования). Четкое соблюдение правил технической эксплуатации. Также необходимо устанавливать звукоизоляционные ограждения, ограждающие конструкции и звукопоглощающие экраны.

Питание светильников аварийного освещения осуществляется от независимых источников питания.

блочный трансформатор заземлитель пожар защитный

**3. Пожарная безопасность**

Трансформатор расположен вне помещения, поэтому зона вокруг трансформатора относится к пожароопасной зоне класса П-III и категории «В».

**3.1 Причины пожаров**

Пожары в трансформаторах возникают, преимущественно, через повреждение маслонаполненных вводов через пробой внутренней изоляции, которые сопровождаются взрывом вводов, или разрывом бака трансформатора в случае повреждения основной или обмоточной изоляции.

Загорание масла при этом вызвано действием электрической дуги, поскольку релейная защита отделяет трансформатор с некоторым опозданием уже после того, как состоялось разрушение ввода или бака и возникла вспышка выброшенных из трансформатора горючих газов и паров масла.

Короткие замыкания. При коротких замыканиях по проводникам протекают большие токи, вследствие чего происходит нагрев проводников, загорается изоляция и окружающие предметы.

Перегрузки. Возникают при протекании токов, больших номинальных. Происходит при неправильном выполнении монтажных работ и при подключении к сети нагрузки, на которую она не рассчитана.

А также пожары могут возникнуть по следующим неэлектрическим причинам: несоблюдение персоналом правил пожарной безопасности.

**3.2 Меры обеспечения пожаробезопасности**

Трансформаторы должны удовлетворять требованиям ПУЭ. Для обеспечения пожарной безопасности и сохранности электрооборудования при авариях необходимо содержать в полном порядке и исправном состоянии маслосборные устройства и маслостоки.

Маслоприемники, маслонаполненные вводы должны быть в исправном состоянии и периодически проверяться согласно местным инструкциям.

Стационарные средства пожаротушение должны иметь засовы с автоматическим управлением и включатся в работу в случае срабатывания защиты вот внутренних повреждений.

Максимально допустимая температура верхних слоев масла для трансформаторов без принудительной циркуляции масла должна быть не более 95 град. С, а превышение температуры масла над температурой окружающего воздуха - не более 60 град. С.

Дутьевое охлаждение трансформаторов должно включаться при нагрузке выше 100% независимо от температуры масла и при температуре масла выше 55°С независимо от нагрузки.

Возле трансформаторов устанавливаются ящики с песком, предусмотрены пять углекислотных огнетушителей типа ОУ-8, четыре пенных огнетушителя типа ОХП-10, пожарный гидрант.