**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №17**

**Расчет заземляющих устройств**

**Домашнее задание:**

1. Оформить отчет согласно инструкционной карты.

 2. Ответить на контрольные вопросы данной инструкции.

 3. Подготовиться к защите практического занятия №17.

**Литература:**

1. А.В. Илларионова, О.Г. Ройзен, А.А. Алексеев Безопасность работ при эксплуатации и ремонте оборудования устройств электроснабжения: учеб. пособие. – М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2017. – 210с., стр. 138-147

 2. В.И. Кожунов. Устройство электрических подстанций: учеб. пособие. – М.:ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 201.-402с.

**Срок предоставления домашнего задания до 15.12.2020г.**

**Информацию предоставить на электронную почту:**

**GN-59@yandex.ru**

*ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ №17*

” *Расчет заземляющих устройств“*

***Цель занятия****: научиться выполнять расчет заземляющих устройств.*

***Обеспеченность занятия (выдается преподавателем):***

*1. Исходные данные выбрать из таблиц 1, 2.*

*2. Рассчитать сопротивление заземляющего устройства трансформаторной подстанции 35/10 кВ. Периметр территории подстанции Ln, м. Грунт в месте сооружения - ….., удельное сопротивление которого* $ρ$*, Ом·м. В качестве вертикальных заземлителей используются стальные стержни диаметром d, мм и длиной l , м, которые погружают в грунт методом ввертывания. Верхние концы электродов располагают на глубине* $t\_{г}$ *от поверхности земли. К ним приваривают горизонтальные электроды стержневого типа из той же стали, т.е. диаметром d, мм. Коэффициенты сезонности для вертикального заземления* $K\_{с.в}$ *; для горизонтального заземлителя* $K\_{с.г}$ *. Расстояние между электродами a, м.*

***1. Краткие теоретические сведения***

*Заземляющими называют устройства, служащие для создания надежного пути тока через землю. Необходимость в этом появляется когда нужно обеспечить работу электроустановки в рабочем или аварийном режиме, а также электробезопасность персонала при производстве работ в электроустановках. Если заземление выполнено с целью обеспечения экономически целесообразных условий эксплуатации оборудования электроустановки и питающей ее электрической системы, то оно называется рабочим заземлением. Примером рабочего заземления является преднамеренное соединение с землей разрядников, нейтралей трансформаторов или генераторов. Рабочим заземлением является также присоединение к заземлению молниеотводов, защищающих электроустановки от прямых ударов молнии от индуцированных перенапряжений. Их выделяют в особый класс грозозащитных заземлений.*

*Защитные заземления выполняются с целью обеспечения без­опасности людей. К защитному заземлению должны быть подклю­чены все металлические части корпуса, каркасы, рамы, ограждения электрооборудования, которое нормально не находится под напря­жением, но может попасть под него в случае повреждения изоляции.*

*Заземляющим устройством называется совокупность заземлителя и заземляющих проводников. Заземлителем называется проводник (электрод) или совокупность металлически соединенных между со­бой проводников (электродов), находящихся в соприкосновении с землей. Искусственным заземлителем называется заземлитель, специально выполненный для целей заземления. Естественными заземлителями называются находящиеся в соприкосновении с землей электропроводящие части коммуникаций, зданий и сооружений производственного или иного назначения, используемых для целей заземления. Заземляющим проводником называется проводник, соединяющий заземляющие части с заземлителем.*

*Расчет выполняется при расположении заземлителей по контуру (периметру) площадки, на которой находится заземляемое оборудование. Для упрощения расчета не учитывается наличие естественных |заземлителей (трубопроводы, железобетонные фундаменты зданий, свинцовые оболочки кабелей идр.). Вертикальные электроды (заземлители) связаны между собой горизонтально проложенной полосой (горизонтальный заземлитель). Верхний конец заземлителя заглубляется на 0,5—0,8м от поверхности земли* ($t\_{г}$). *Сопротивление заземляющих проводников, служащих для соединения частей элекустановки с заземлителем, в расчете не учитывается. Сопротивление растеканию каждого отдельного заземлителя зависит от удельного сопротивления грунта с учетом его сезонных изменений, формы, размеров и материала электрода и других факторов.*

*Расчет сопротивления заземлителя выполняется таким образом.*

*В соответствии с ПУЭ для заданной электроустановки выбрать допустимое сопротивление заземляющего устройства* R3. *Так как допустимое сопротивление* R *для распределительных устройств 110, 35, 10 и 0,4 кВ неодинаково, то для общего заземляющего устройствам расчетное сопротивление принимают наименьшее из допустимых.*

*Определить предварительное число вертикальных заземлителей, расположенных по контуру (периметру) с расстоянием между электродами а:*

$N\_{в}^{'}$ *=* $\frac{Ln}{a}$*.*

*Рассчитать удельное сопротивление грунта для горизонтальных* $ρ\_{р.г.}$ *вертикальных* $ρ\_{р.в.}$ *заземлителей с учетом повышающего коэф­фициента* $K\_{с.г}$ *и*$ K\_{с.в }$*, учитывающего высыхание грунта летом и про­мерзание его зимой по формулам:*

$ρ\_{р.г.}$ = $K\_{с.г}$·$ ρ$

$ρ\_{р.в.}$ = $ K\_{с.в }$·$ ρ$

где $ρ$ - удельное сопротивление грунта определяется по табл.1.

Таблица 1

Удельное сопротивление грунта

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Грунт | Удельное | Грунт | Удельное |
|  | сопротивление, р, |  | сопротивление, р р, р,1 |
|  | Ом-м |  | Ом-м |
| песок | 700 | глина | 40  |
| супесок | 300 | чернозем | 30  |
| суглинок | 100 | торф | 20  |

*Сопротивление растеканию одного вертикального заземлите (электроды) из угловой стали определить по формуле:*



*Из круглой арматурной стали или трубы:*



*где* $ρ\_{р.в.}$ *— расчетное удельное сопротивление грунта, Ом·м;*

l *— длина электрода, м;*

d — *внешний диаметр электрода, м;*

b *— ширина полосы для угловой стали, м;*

t — *для вертикального электрода расстояние от поверхности земли до середины электрода, м.*

*Ориентировочное число вертикальных заземлителей рассчитать по формуле:*

*N =* $\frac{R\_{о.э.в.}}{R\_{з}}$ *,*

*где* R3 *— принятое в пункте 1 допустимое сопротивление заземляю­щего устройства.*



Рис.17.1. Положение вертикального заземлителя

*Расчетное сопротивление горизонтальных заземлителей:*



*где* $ρ\_{р.г.}$ ***-*** *расчетное удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м;*

 *Ln - длина горизонтальных заземлителей, применяется равной периметру подстанции Ln , м;*

 *b – ширина полосы, м. Если заземлитель из круглой стали диаметром d, то b = 2· d;*

$t\_{г}$ *- глубина заложения от поверхности земли, м;*

 *- коэффициент экранирования горизонтального заземлителя другими электродами, принимается по табл.2.*

*Уточнить необходимое сопротивление вертикальных электродов с учетом проводимости горизонтальной соединительной полосы (горизонтальных заземлителей):*

 

*Число вертикальных электродов с учетом коэффициента экрани­рования вертикальных электродов* 

 

*Принимают окончательное число вертикальных электродов р положенных по контуру электроустановки.*

***Коэффициенты экранирования***

Таблица 2



*Порядок выполнения*

1. *Ознакомиться с порядком расчета сопротивления заземлителя.*
2. *Принять для расчета* R3= *10 Ом.*
3. *Определить предварительно число вертикальных заземлителей.*
4. *Определить расчетное удельное сопротивление грунта.*
5. *Определить сопротивление одного вертикального заземлителя.*
6. *Определить число вертикальных заземлителей.*
7. *Определить расчетное сопротивление горизонтальных заземлителей.*
8. *Определить необходимое сопротивление вертикальных электродов.*
9. *Определить число вертикальных электродов при коэффициент экранирования.*
10. *Окончательно принять к установке вертикальные электроды, рас­положенные по контуру подстанции.*

***Цель работы:*** *научиться выполнять расчет заземляющих устройств*

Инв. № подп

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Лит

Лист

Листов

1

3

П

З

ОЖЭС-311

Расчет заземляющих устройств

Практическое занятие № 17

Лит

№ докум.

Изм.

Подп.

Дата

Разраб.

Гудкова Н.А.

Пров.

Т. контр.

Н. контр.

Утв.

*Исходные данные:*

*Рассчитать сопротивление заземляющего устройства трансформаторной подстанции 35/10 кВ.*

*Периметр территории подстанции* $L\_{п}$*= 180 м.*

*Грунт в месте сооружения - супесок, удельное сопротивление которого ρ = 300 Ом·м.*

*Диаметр стального стержня вертикального заземлителя d=15 мм = 0,015м.*

*Длина стального стержня вертикального заземлителя l= 3 м.*

*Верхние концы электродов, располагающие на глубине от поверхности земли* $t\_{г}$*= 0,6 м.*

*Диаметр горизонтального электрода стержневого типа из той же стали d= 15 мм.*

*Коэффициент сезонности для вертикального заземления* $К\_{с.в.}$*=1,5.*

*Коэффициент сезонности для горизонтального заземлителя* $К\_{с.г.}$*=4,5. .*

*Расстояние между электродами а = 9 м.*

*1. В соответствии с ПУЭ сопротивление заземляющего устройства для электроустановок напряжением выше 1 кВ с малым током замыкания на землю, к которым относится заданная трансформаторная подстанция, должно быть не более 10 Ом. Принимаем для расчета* R3= *10 Ом.*

*2. Определяем предварительно число вертикальных заземлителей, расположенных по контуру с расстоянием между электродами а = 9 м по формуле:*

*3. Определяем расчетное удельное сопротивление грунта для горизонтальных и вертикальных заземлителей:*

Инв. № подп

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Лист

2

Практическое занятие № 17

Лит

№ докум.

Изм.

Подп.

Дата

*4. Определяем сопротивление одного вертикального заземлителя из круглой стали диаметром d=0,015 м по формуле:*

*где t = tГ +0,5·l = 0,6+ 0,5·1 = 1,1 м.*

*5. Ориентировочное число вертикальных заземлителей:*

*6. Определяем расчетное сопротивление горизонтальных заземлителей:*

*где  определяем по таблице для N = 20 при а/l =3.*

*7. Уточняем необходимое сопротивление вертикальных электродов:*

*8. Определяем число вертикальных электродов при коэффициенте экранирования = 0,71 из таблицы при N = 20 при а/l =3:*

*Окончательно принимаем к установке … вертикальных электродов, расположенных по контуру подстанции.*

***Вывод:***

**Контрольные вопросы:**

1. Как выбирают допустимое сопротивление заземляющего устройства?

2. На что влияет удельное сопротивление грунта?

3. Как определяют необходимое сопротивление вертикальных электродов?

4. Как определяют число вертикальных электродов?