Дисциплина «Электробезопасность»

Контрольные вопросы к заданию №1

1. Содержание и последовательность выполнения организационных мероприятий для обеспечения безопасности работ в ЭУ
2. Содержание и последовательность выполнения технических мероприятий для обеспечения безопасности работ в ЭУ
3. Поясните принцип работы УЗО. Как защищается УЗО от перегрузки и коротких замыканий?
4. Использование автоматического отключения питания как меры защиты от поражения током
5. Какие средства защиты применяют в электроустановках до и выше 1000в
6. Меры обеспечения безопасности при выполнении работ при ремонтах ВЛ
7. Использование разделительных трансформаторов в электроустановках
8. Обеспечение безопасности при выполнении ремонтных работ на кабельных линиях
9. Основные принципы защиты от электропоражения
10. Действия электрического тока на организм человека. Причины электротравм.

Контрольная работа №2

Проверить сопротивление растекания заземляющего устройства цеховой подстанции (ПС)

Измеренное сопротивление растекания естественных заземлителей ($R\_{e}$). Для получения требуемого ПУЭ сопротивления ПС ($R\_{3}$)$ R\_{3}\leq 4 Ом$ предложено выполнить вдоль одной из стен цеха искусственный заземлитель, состоящий из «m» вертикальных электродов длиной $l\_{в}=5м$, объединенных горизонтальной полосой (40 х 4 мм) длиной $L\_{г}$. Заземлитель проложен на глубине $t=0,8 м$. Земля двухслойная с удельным сопротивлением первого слоя $ρ\_{1}$ (Ом ·м), второго $ρ\_{2}$. Глубина верхнего слоя $h=3м$. Расчетные данные приведены в табл. 2.1.

$$l\_{в}$$

$$t$$

h

$$L\_{г}$$

ρ1

ρ2

Рис. 2.1. Схема заземляющего устройства

Таблица 2.1.

Расчетные данные к задаче

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | $$ρ\_{1}$$Ом ·м | $$ρ\_{2}$$Ом ·м | $$L\_{г}$$м | m | $$R\_{e}$$Ом | $$d\_{в}=d\_{г}$$м | hм | $t$ м |
| 1 | 100 | 50 | 40 | 9 | 6,2 | 0,02 | 3 | 0,8 |
| 2 | 50 | 11 |
| 3 | 30 | 7 |
| 4 | 200 | 40 | 40 | 9 | 5,1 |
| 5 | 50 | 11 |
| 6 | 30 | 7 |
| 7 | 300 | 30 | 40 | 9 | 4,5 |
| 8 | 50 | 11 |
| 9 | 30 | 7 |
| 0 | 40 | 9 |

Методические указания по выполнению задания

Сопротивление ЗУ подстанции$ (R\_{3})$предложенного варианта реконструкции будет складываться из естественного (существующего заземлителя) $R\_{e}$ и искусственного (вновь сооружаемого) $R\_{и}$:

$$R\_{3}=\frac{R\_{e}∙R\_{и}}{R\_{e}+R\_{и}}\leq 4 Ом$$

Требуется найти $R\_{и}$.

Для решения задачи используем метод коэффициентов использования. Отличие этого мет ода от других заключается в том, что при расчете сопротивления заземлителя, состоящего из «m» элементов (вертикальных, горизонтальных и др. электродов) учет их взаимного влияния на результирующее сопротивление (или проводимость) учитывается одним (общим) безразмерным параметром «$η$», называемым коэффициентом использования \*).

Этот коэффициент определяет долю результирующей проводимости заземлителя $G=\frac{1}{R\_{3}}$ от суммы проводимости элементов:

$η=\frac{G}{\sum\_{i=1}^{n}g\_{i}}$.

Определив этот параметр, находят сопротивление заземлителя:

$R\_{3}=\frac{1}{η\sum\_{i=1}^{n}g\_{i}}$.

В контрольной работе требуется определить сопротивление дополнительного искусственного заземлителя ПС - $R\_{и}$ и $R\_{3}$ подстанции.

Для пояснения методики расчета сопротивления заземления ПС рассмотрим пример.

 Пример: исходные данные: $R\_{e}=8Ом$, земля двухслойная; $ρ\_{1}=200 Ом∙м$; $ρ\_{2}=20 Ом∙м$; количество вертикальных электродов m=11. Параметры горизонтального электрода: $L\_{г}=50м$; $d\_{г}=\frac{b}{2}=\frac{0,04}{2};$ параметры вертикальных электродов $l\_{в}=5м$; $d\_{в}=0,02$. Глубина верхнего слоя земли h = 3м; глубина заложения заземлителя $t=0,8м.$

При двухслойной земле определяют эквивалентное удельное сопротивление двухслойной земли. Применительно к вертикальным электродам по формуле, рекомендованной в \*).

$$ρ\_{эк.в}=\frac{ρ\_{1}ρ\_{2}l\_{в}}{ρ\_{1}\left(t+l\_{в}-h\right)+ρ\_{2}\left(h-t\right)}$$

$$ρ\_{эк.в}=\frac{200∙20∙5}{200\left(0,8+5-3\right)+20\left(3-0,8\right)}=70,42Ом∙м$$

Находим проводимость вертикального электрода \*):

$$R\_{в}=\frac{ρ\_{эк.в}}{2πl\_{в}}ln\left(\frac{2l\_{в}}{d\_{в}}+ln\frac{1,5l\_{в}+2t}{0,5l\_{в}+2t}\right)$$

$$R\_{в}=\frac{70,42}{2π∙5}∙2,3\left(lg\frac{2∙5}{0,02}+\frac{1}{2}∙\frac{1,5∙5+2∙0,8}{0,5∙5+2∙0,8}\right)=28,69Ом$$

$$g\_{в}=\frac{1}{R\_{в}}=0,035\frac{1}{Ом}$$

Найдем проводимость горизонтального электрода:

$R\_{г}=\frac{ρ\_{эк.г}}{2πL\_{г}}ln\frac{L\_{г}^{2}}{td\_{г}}$*.*

Эквивалентное удельное сопротивление двухслойной земли применительно к горизонтальному электроду определяют по данным таблицы 8.1 \*). В табл. 2.2. сделана выборка значений $\frac{ρ\_{эк.г}}{ρ\_{2}}$ для вариантов контрольной работы 2:

Таблица 2.2.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| $$\frac{ρ\_{1}}{ρ\_{2}}$$ | hм | $t$ м | $\frac{ρ\_{эк.г}}{ρ\_{2}}$ при длине полосы, м |
| 30 | 40 | 50 |
| 2 | 3 | 0,8 | 1,76 | 1,72 | 1,7 |
| 5 | 3,83 | 3,74 | 3,66 |
| 10 | 7,33 | 7,10 | 6,94 |

Для рассматриваемого примера: $\frac{ρ\_{1}}{ρ\_{2}}=10;$h = 3м; t=0,8м; $L\_{г}=6,94$ . По табл. 2.2 находим $\frac{ρ\_{эк.г}}{ρ\_{2}}=6,94$. Следовательно, $ρ\_{эк.г}=ρ\_{2}∙6,94=20∙6,94=138,8Ом.$Тогда

$$R\_{г}=\frac{138,8}{2П∙50}∙2,3lg\frac{50^{2}}{0,8∙0,02}=6,3Ом.$$

$g\_{г}=\frac{1}{6,3}=0,159\frac{1}{Ом}$*.*

Для расчета коэффициента использования применяем эмпирическую формулу:

$η=\frac{B\_{1}}{m^{β\_{1}}}$.

Для определения значений $B\_{1}$ и $β\_{1}$ используем данные табл. 8.3 \*), показанные в табл. 2.3. для контрольной работы:

Таблица 2.3.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| $$\frac{ρ\_{1}}{ρ\_{2}}$$ | $$B\_{1}$$ | $$β\_{1}$$ |
| 2 | 0,32 | 0,228 |
| 5 | 0,976 | 0,212 |
| 10 | 1,021 | 0,2 |

Коэффициент использования равен:

$$η=\frac{1,021}{11^{0,2}}=0,63$$

$$R\_{и}=\frac{1}{η\sum\_{}^{}g\_{i}}$$

$$\sum\_{}^{}g\_{i}=mg\_{в}+1∙g\_{г}=11∙0,035+1∙0,159=0,5444Ом$$

$$R\_{и}=\frac{1}{0,63∙0,544}=\frac{1}{0,342}=2,92Ом$$

$$R\_{3}=\frac{R\_{e}∙R\_{и}}{R\_{e}+R\_{и}}=\frac{8∙2,92}{8+2,92}=2,14Ом$$

$$R\_{3}<4 Ом$$

Контрольные вопросы к заданию №2

1. Как обеспечиваются условия электробезопасности на предприятиях энергетики?
2. Основные требования, предъявляемые к защитному заземлению на подстанциях.
3. Оценка условий электробезопасности
4. Общая характеристика систем заземления электроустановок
5. Характеристика рабочего и защитного заземления в системах TN и TT
6. Как выполняется система уравнивания потенциалов в электроустановках зданий при использовании системы TN-C-S
7. Какие требования предъявляют к конструктивному выполнению заземляющих устройств?
8. Что может быть использовано в качестве заземляющих или нулевых защитных проводников?
9. Защита от воздействия электрического поля на человека на подстанциях сверхвысокого напряжения.
10. Измерение электрических параметров заземляющих устройств.

\*) – Бургсдорф В. В., Якобс А. И. Заземляющие устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат 1987.